

# SCHIMBĂRI ÎN COMPOZIȚIA AMINOACIZILOR DIN GLYCINE MAX L. CA RĂSPUNS LA TRATAREA CU TITAN

## CHANGES IN THE COMPOSITION OF AMINO ACIDS IN SOYBEAN (GLYCINE MAX L.) IN RESPONSE TO TITANIUM TREATMENT

*Maria CAUS, V. LUNGU., S. TOMA*

Institutul de Fiziologie a Plantelor al Academiei de Științe din Republica  
Moldova, Str. Pădurii 26/1, Chisinau, MD: 2002

*Abstract: This study reports the effect of various concentrations of TiCl<sub>3</sub> on the qualitative and quantitative composition of free and bound amino acids (AA) composition in soybean plant organs.*

*Plants of Glycine max L. were grown in greenhouse controlled conditions. Before sowing, soybean seeds, cv "Bucuria" were treated with various concentrations of TiCl<sub>3</sub> - 0.015% - (Ti1), 0.030% - (Ti 2) and 0.045% - (Ti3). Control seeds were treated with distilled water. The soil was infected with effective nitrogen fixing bacteria Bradyrhizobium japonicum 9. Plant samples nodules (N), roots (R) and leaves (L) were collected at the plant mass flowering period and subsequently analyzed for free and bound amino acid compositions.*

*The results indicate that the treatment of seeds before sowing with TiCl<sub>3</sub> leads to changes in free and bound amino acid pools in soybean organs. Particularly, a decrease is found in the total sum of free AA content in N at all Ti concentrations. In R and L the Ti1 treatment increase the value of free AA pool, including that of essential AA. While, Ti2 and Ti3 treatments decrease the total sum of free AA in these plant organs, though the content of essential AA is increased under these conditions. Ti utilization increase the total sum of bound AA from L, including that of essential one.*

### INTRODUCERE

Titanul (Ti) este, în ordinea abundenței, al zecelea element din scoarța pământului și este raportat ca element din grupa ultramicroelementelor necesar pentru plante și animale(1,13).

Acest element este foarte răspândit în mediu înconjurător, iar în solurile arabile se conține 0.5% de Ti. Mineralele cele mai importante de Ti sînt rutilul (bioxidul de titan - TiO<sub>2</sub>) și ilmenita (titanat de fer- FeTiO<sub>3</sub>) (13). Cercetările științifice, care au fost efectuate în perioadele anterioare în domeniul impactului Ti asupra plantelor n-au demonstrat că Ti este un element esențial pentru creșterea și dezvoltarea plantelor, sau toxicitatea lui asupra plantelor (2, 11). Absența toxicității compușilor de Ti asupra plantelor, se presupune a fi din cauză că în mediu apos cu valoarea pH mai mare de 3 compușii Ti sunt insolubili și din această cauză absorbția Ti de către plante este dificilă. Cu toate acestea, investigațiile efectuate au demonstrat prezența acestui element în componența plantelor. Prima publicație despre importanța Ti a fost editată în 1913 (18). În

această lucrare se demonstrează sporirea biosintezei clorofilei sub acțiunea acestui element. Cercetările ulterioare au confirmat efectul pozitiv al Ti asupra activității aparatului fotosintetic prin majorarea conținutului total de pigmenți clorofilici, inclusiv a clorofilei „a” și „b” din fasole, sfeclă și alte specii de plante (6,14,16). Totodată, s-a demonstrat că utilizarea Ti sporește, de asemenea, valorile indicilor de creștere a plantelor atât în cazul administrării compușilor de Ti ca sursă nutritivă în sol, cât și la aplicarea Ti sub formă de tratare foliară a plantelor (14,16,15). Nutriția cu titan de potasiu și sulfat de titan urgentează procesul de inițiere și formare a nodozităților, majorează numărul acestora pe rădăcinile plantelor, cu sporirea ulterioară a procesului de fixare a azotului atmosferic și productivității unor specii de leguminoase(7).

Ti exercită o acțiune pozitivă și asupra activității unor enzime ca catalaza (16), peroxidaza (12), lipoxigenasa (3) și nitrat reductaza (4). A fost demonstrat, că indiferent de metoda de aplicare a soluției nutritive cu Ti, inclusiv includerea Ti în componența soluției nutritive culturii pe apă, a plantelor de tutun și porumb (9), tratarea foliară a pomilor de mar, vița de vie, tomate (12) și fasole (15), sau administrarea soluției de titanil sulfat de amoniu în sol la plantele de sfeclă (16) are loc o sporire a absorbției unor macro- și microelemente esențiale pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. Compușii Ti stimulează, de asemenea, procesul de biosinteză a hidraților de carbon și a proteinelor (12)), sporește cantitatea și calitatea productivității unui șir de plante (12, 16, 17).

Analiza datelor din literatură demonstrează, că majoritatea investigațiilor au fost întreprinse prin aplicarea Ti sub forma de tratare foliară, administrarea în sol, sau includerea elementului în soluția nutritivă a culturilor pe apă.

Scopul acestei lucrări l-a constituit studierea influenței  $TiCl_3$ , utilizat prin tratarea semințelor înainte de semănat, asupra compoziției aminoacizilor din nodozități, rădăcini și frunze a plantelor de soia.

## MATERIALE ȘI METODE

**Ca obiect de studiu** au servit plantele de soia *Glycine max* L., soiul "Bucuria", crescute în condițiile căsuței de vegetație. Înainte de semănat, semințele au fost tratate cu soluții apoase de  $TiCl_3$  în concentrații de 0.0015%(Ti1), 0.030%(Ti2) și 0.045 % (Ti3). Semințele variantei de control au fost tratate cu apă distilată. Solul - cernoziom obișnuit a fost infectat cu bacterii simbiotice de fixare a azotului atmosferic *Bradyrhizobium japonicum* 9. Soia a fost colectată în perioada de înflorire în masa a plantelor cu separarea nodozităților (N), rădăcinilor (R) și frunzelor (F). Organele separate au fost imediat fixate în azot lichid, cu determinarea ulterioară a conținutului cantitativ și calitativ de aminoacizi liberi și legați

**Determinarea aminoacizilor.** Pregătirea probelor pentru determinarea aminoacizilor în organele vegetative s-a efectuat în conformitate cu metoda (9). Conținutul aminoacizilor în organele de soia fixate și păstrate în azot lichid s-a determinat la un aparat de determinare a aminoacizilor AAA-339 (Cehoslovacia).

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele obținute la determinarea compoziției aminoacizilor liberi și legați sunt prezentate în tabelele 1 și 2.

Din datele tabelului 1 se poate observa că Ti, utilizat sub formă de tratare a semințelor înainte de semănat cu soluții apoase de TiCl<sub>3</sub> influențează compoziția aminoacizilor liberi din organele plantelor de soia.

Tabelul 1.

**Influența utilizării TiCl<sub>3</sub> asupra compoziției aminoacizilor liberi din organele plantelor de soia. (mg/100 mg masă proaspătă).**

Aminoacizi liberi	Nodozități				Rădăcini				Frunze			
	C*	Ti1	Ti2	Ti3	C*	Ti1	Ti2	Ti3	C*	Ti1	Ti2	Ti3
<b>Esențiali</b>												
Fenilalanina	3.2	3.3	2.1	1.8	3.8	4.2	6.3	3.3	10	11	10	6
Histidina	1.4	0.6	1.4	0.8	5	2.7	2.7	4.4	1	1.2	1.3	1
Izoleucina	1	1.8	1.5	1.8	3.8	4.8	5	3.8	7	7	6	4
Leucina	2	2	1.8	1.6	4.2	4.6	4.9	4.3	16	18	16	10
Lizina	0.2	0.1	0.1	0.1	1.3	1.1	1.8	1.9	5	5	8	4
Treonina	1.5	1	1.7	0.9	3	5	4	2	5	11	8	5
Valina	4	4	5	5	14	13	15	10	8	10	16	23
<b>Suma</b>	13.3	13	14	12	35	35.4	40	30	52	63	65	53
<b>Neesențiali</b>												
Acid glutamic	12	14	14	6	66	59	32	68	10	10	5	5
Alanina	28	24	30	20	26	28	29	18	50	52	43	24
Asparagina	25	19	22	10	50	55	48	30	6	8	2	4
Arginina	1.5	2.5	1.4	1.9	0	0.03	0	0	1.2	2.1	2.5	2.3
Glicina	4.5	4.8	4.2	4.7	2	2.4	2.4	1.6	6	4	4	7
Prolina	2.9	1.7	1.6	1.7	0	0.01	0	0	27	26	15	13
Serina	8	8	7	6	11	13	12	8	9	11	16	5
Tirozina	1.6	2.4	2	1.2	3	2.5	2.5	2	4.2	4.8	3.6	3
<b>Suma</b>	83.5	76	82	52	158	160	126	128	113	118	91	63
<b>Suma totală</b>	96.8	89	96	64	193	195	166	157	165	181	156	116

C\*- control, Ti1-0.015%, Ti2-0.030% and Ti3-0.045% TiCl<sub>3</sub>;

În nodozități, suma totală de aminoacizi liberi este mai mică în toate variantele cu Ti, comparativ cu martorul. Totodată, se poate observa, că suma aminoacizilor esențiali în varianta Ti2 este mai mare decât în control și variantele Ti1 și Ti3 prin majorarea conținutului de izoleucină, treonină și valină.

Datele analizei conținutului de aminoacizi liberi esențiali din rădăcini, denotă o majorare a valorii acestui indice sub influența utilizării Ti. Această sporire se datorează conținutului mai mare de fenilalanină, izoleucină, leucinei și lizinei. Însă, conținutul de aminoacizi liberi neesențiali din rădăcini este mai mic. Suma totală a aminoacizilor liberi din rădăcini este mai mare în varianta cu Ti1, datorită majorării conținutului de asparajină, glicină și serină. Conținutul aminoacizilor liberi esențiali din frunze este mai mare în toate variantele cu Ti, iar celor neesențiali este mai mare în variantele cu Ti1 și Ti2. Analiza comparativă a conținutului de aminoacizi liberi din cele trei organe ale plantelor de soia denotă o valoare mai mare a acestui indice în rădăcini și frunze față de nodozități. Acest fapt ar putea fi lămurit prin aceea că o parte de aminoacizi liberi, care se formează în rezultatul fixării simbiotice a azotului atmosferic în nodozități este încorporat în sinteza aminoacizilor legați din nodozități, iar altă parte este ulterior transportată spre rădăcini și frunze fiind implicate în metabolismele acestor organe.

În tabelul 2 sunt prezentate datele despre conținutul aminoacizilor legați din nodozități, rădăcini și frunze ale plantelor, crescute din semințe, tratate înainte de semănat cu diferite concentrații de TiCl<sub>3</sub>. Se poate observa că, Ti provoacă o diminuare a conținutului de aminoacizi legați atât celor esențiali, cât și celor neesențiali în nodozități. În rădăcini, însă, se observă, că Ti1 majorează conținutul aminoacizilor legați, comparativ cu martorul, Ti1 și Ti3. În frunze conținutul aminoacizilor legați este mai mare în Ti2 și Ti3 față de control.

Această majorare se datorește conținutului aminoacizilor esențiali, ca fenilalanina, izoleucina, leucina și valina. Ti1 denotă o tendință de diminuare a aminoacizilor legați din frunze.

Tabelul 2.

**Compoziția aminoacizilor legați din plantele de soia sub acțiunea TiCl<sub>3</sub>.  
(mg/100 mg masă proaspătă).**

Aminoacizi legați	Nodozități				Rădăcini				Frunze			
	C*	Ti1	Ti2	Ti3	C*	Ti1	Ti2	Ti3	C*	Ti1	Ti2	Ti3
<b>Esențiali</b>												
Fenilalanina	0.402	0.25	0.37	0.42	0.28	0.331	0.23	0.239	1.02	1.022	1.105	1.202
Histidina	0.314	0.25	0.3	0.35	0.23	0.27	0.24	0.257	0.38	0.343	0.362	0.429
Izoleucina	408	0.32	0.39	0.4	0.25	0.339	0.25	0.218	0.69	0.655	0.747	0.806
Leucina	0.75	0.581	0.65	0.7	0.36	0.552	0.42	0.349	1.23	1.205	1.31	1.428
Lizina	0.708	0.45	0.7	0.76	0.67	0.574	0.44	0.456	0.91	0.896	0.85	1.037
Treonina	0.499	0.32	0.35	0.4	0.23	0.186	0.2	0.185	0.62	0.556	0.573	0.744
Valina	0.515	0.42	0.59	0.59	0.41	0.516	0.36	0.351	0.87	0.861	0.905	1.008
<b>Suma</b>	3.604	2.36	3.34	3.63	2.42	2.768	2.14	2.055	5.71	5.538	5.852	6.654
<b>Neesențiali</b>												
Acid glutamic	1.85	1.85	1.06	1.15	0.82	1.012	0.78	0.855	1.63	1.625	1.678	1.891
Alanina	0.751	0.5	0.56	0.67	0.34	0.476	0.34	0.308	0.79	0.788	0.822	0.891
<b>Aminoacizi</b>	0.735	0.63	0.85	0.93	0.78	1.02	0.83	0.96	1.34	1.339	1.376	1.582
Arginina	0.42	0.39	0.48	0.49	0.24	0.304	0.19	0.191	0.65	0.615	0.686	0.777
Glicina	0.39	0.3	0.39	0.33	0.34	0.376	0.29	0.293	0.73	0.728	0.755	0.824
Prolina	0.45	0.35	0.39	0.44	0.32	0.253	0.22	0.347	0.46	0.503	0.559	0.604
Serina	0.37	0.28	0.4	0.39	0.2	0.206	0.14	0.165	0.48	0.303	0.32	0.579
Tirozina	0.132	0.14	0.17	0.13	0.12	0.205	0.13	0.135	0.39	0.332	0.344	0.431
<b>Suma</b>	4.898	4.43	4.29	4.52	3.14	3.852	2.93	3.254	6.47	6.233	6.54	7.579
<b>Suma totală</b>	8.502	7.127	7.63	8.15	5.56	6.62	5.07	5.303	12.2	11.77	12.33	14.23

\*- Control, T1 - 0.015%, T2 - 0.030% și Ti3 - 0.45% TiCl<sub>3</sub>;

Așadar, tratarea semințelor cu  $TiCl_3$  înainte de semănat nu provoacă diminuarea ulterioară a conținutului de aminoacizi esențiali din frunze. Se știe că, conținutul aminoacizilor esențiali din frunze este foarte important, fiindcă acești aminoacizi sunt sintetizați numai de către plante, indispensabili pentru om și animale, care nu-i pot sintetiza. Lipsa acestora din hrana animalelor provoacă tulburări metabolice similare bolilor carentiale.

Pe de altă parte se știe, că sporirea conținutului unor aminoacizi, inclusiv a prolinei, joacă un rol important în adaptarea plantelor la acțiunea unor factori de stres ai mediului înconjurător (5).

Din datele tabelelor 1 și 2 se poate observa că, utilizarea Ti, nu provoacă majorarea conținutului de prolină în organele plantelor de soia. Acest fenomen se poate datora faptului, că Ti, probabil, nu exercită o acțiune directă asupra procesului de formare a aminoacizilor liberi și legați în organele plantelor de soia, ci mai mult posibil, că acțiunea lui este indirectă.

Acțiunea Ti asupra proceselor de formare a aminoacizilor și sintezei proteinelor este anticipată de modificările compoziției diferitor ioni (9), precum și de activitatea atât a ionilor organici, cât și neorganici (17).

În ultima lucrare se arată, că includerea Ti în soluția nutritivă de creștere a plantelor de roșii duce la micșorarea activității ionilor de  $Na^+$ ,  $N(NO_3^-)$  și  $N(NH_4^+)$ . Se consideră, că activarea ionilor are loc în cazul, când ionii din starea legată, fiind ca parte componentă a compușilor organici, trec în formă activă în citosol, gută, componența sucului vaselor conducătoare. Ionii de  $NO_3^-$  și  $NH_4^+$  sunt foarte importanți în sinteza aminoacizilor și proteinelor. Pe de altă parte, Ti, fiind un reducător puternic, este și un reducător eficient în cataliza nitrogenazei (10), ce reprezintă un complex enzimatic, alcătuită din două componente - MoFe și Fe metaloproteine, care efectuează procesul de fixare a azotului atmosferic.

Luând în considerație, că în aceasta lucrare titanul a fost utilizat prin metoda tratării semințelor cu diferite concentrații apoase de  $TiCl_3$  înainte de semănat, se poate presupune, ca schimbările în conținutul calitativ și cel cantitativ al aminoacizilor liberi și legați din organele plantelor de soia, se pot datora atât

fenomenului de acțiune a Ti asupra stării diferitor ioni din semințe, precum și rolului acestui element în reglarea activității nitrigenazei.

## CONCLUZII

Rezultatele obținute demonstrează că, acțiunea Ti, utilizat sub formă de tratare a semintelor cu diferite concentrații apoase de  $TiCl_3$  înainte de semănat, provoacă schimbări în componența aminoacizilor liberi și legați în plante.

Schimbările depistate, sunt în funcție de concentrația  $TiCl_3$ , precum și de tipul organului vegetativ.

Compoziția aminoacizilor liberi și legați, inclusiv celor esențiali din frunze, sursă de compuși, necesari în formarea semintelor, hrană pentru animale și om, ne permite să concludem, că utilizarea Ti este benefică pentru plante.

## BIBLIOGRAFIE

1. Anke M., Muller M., Arnold W., et al. (1996). *Problems of trace and ultratrace element supply of humans in Europe*. In: Proc. of 2nd Int. Sym. "Metal Elements in Environment, Medicine and Biology". Publ. House "Eurobit" Timisoara, 1997: 15-28.
2. Dummon J.C. and Ernst W.H.O. (1988). *Titanium in plants*. J. Plant Physiol: 133, 203-209.
3. Daood H.G., Biacs P., Feher M., et al. (1988). *Effect of titanium on the activity of lipooxygenase*. J. Plant Nutr, 11: 505-516.
4. Frutos M.J., Pastor J.J., Martiney-Sanchez F., et al., (1966). *Improvement of the nitrogen uptake induced by titanium (1V) leaf supply in nitrogen-stressed pepper seedlings*. Plant Nutr. 19, 771-783.
5. Hare PD, Cress WA (1997). *Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants*. Plant Growth Regulation 21: 79-102.
6. Inman O.L., Barclay G. and Hubbard M. (1935). *Effect of titanium chloride on the formation of chlorophyll in Zea mays*. Plant Physiol., 10: 821-822
7. Konishi K. and Tsuge T. (1936). *Mineral matters of certain leguminous legumes . 11. Nodule formation and titanium supply*. Kyoto Univ. Mass. Coll. Agr. 37: 24-35.
8. Krisenco A.A. (1978). *Metodica opredelenia aminochislota v razlicnohfracijah azotnogo kompleksa rastenii*. Izv. AN SSSR, ser. biol. N3: 40
9. Nautsch-Laufer C. (1974). *Die wirkung von titan auf den stoffwechsell von Phaseolus vulgaris und Zea mays*. Diss. Univ. Munster. 80-140.
10. Nyborg A.C., Johnson J.L., Gunn A.G. et al. (1999). *Nitrogenase reactivity using Ti(III) as reductant*. 6th Intern Cong. Azotfix., Brazil, p.57.

11. Pais I. (1991). *Criteria of essentiality, beneficiality and toxicity. What is too little and too much?* pp.50-77. In: I.Pais (ed). *Cycling of the nutritive element in the geo- and biosphere*. Univ. of Horticulture and Food Science: Hungary.
12. Pais I. (1983). *The biological importance of titanium*. J.Plant Nutr.,6: 3-131.
13. Pais I., Feher M., Farkas E. et al.(1977). *Titanium as a new trace element*. Commun.Soil Sci. PlantAnal.8:407-410.
14. Pais I., Somos G., Duda F.e Et al. (1969). *Trace element experiments with tomato and paprika*. Kiserletugy Kazlem, 62:25-40.
15. Ram N., Verloo M., Cottenie A. (1983). *Response of bean to foliar spray of titanium*. Plant and soil, 73: 285- 290.
16. Ruțcaia S.L. (1971). *Effect of titanium on physiological processes and productivity of sugar beets*. Znachenie novih form udobrenii, uvelicheniisakh. Svekly, 254-256.
17. Simonenco L.M. (1993). *Reactia rasteinii tomata na vnesenie titana v pitatelinuii sredu*. Fiziol. i biohim.rasteinii,25: 607-612.
18. Traetta – Mosca F. (1913). *Titan und die seltenen metalle in den aschen der blatter des in italien kultivierten kentuckytabaks*. Gaz. Chim. Ital., 43:437-440.