

## PROTEIN BIOFERTILIZER DEVELOPMENT AND APPLICATION ON SOYBEAN CULTIVATED DEGRADED SOIL

### OBȚINEREA UNUI BIOFERTILIZATOR PROTEIC ȘI APLICAREA ACESTUIA PE SOL DEGRADAT CULTIVAT CU SOIA

Rodica Roxana CONSTANTINESCU<sup>1\*</sup>, Gabriel ZĂINESCU<sup>2</sup>, Daniela Simina ȘTEFAN<sup>3</sup>, Carmen SÎRBU<sup>4</sup>, Petre VOICU<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Applied Chemistry and Materials Science, University Politehnica of Bucharest, Romania

<sup>2</sup>INCDTP – Division: Leather and Footwear Research Institute, 93 Ion Minulescu, Bucharest, Romania

<sup>3</sup>University Politehnica of Bucharest, Department of Analytic Chemistry and Environmental Engineering, 1-7 Polizu, Bucharest, Romania

<sup>4</sup>Research Institute for Soil Science and Agrochemistry, Bucharest Romania

---

#### PROTEIN BIOFERTILIZER DEVELOPMENT AND APPLICATION ON SOYBEAN CULTIVATED DEGRADED SOIL

**ABSTRACT.** This paper addresses the priority area of greening tanneries by recovering hide waste as fertilizing biocomposites. The paper presents the development of protein biofertilizers and their application in agriculture for plant growth and remediation of nutrient-poor soil. The aim was to obtain protein biofertilizers and apply them to soybean crop having the effect of stimulating the metabolism, speeding the productive phase, stimulating the defense system of the plant. We also obtained healthy plants and increases in production quality upon application of fertilizing biocomposites based on collagen hydrolysate. The highest increase of production was recorded for variants to which the protein biofertilizer was applied before sowing.

**KEY WORDS:** pelt waste, protein biofertilizer, soil, soybeans

#### OBTINEREA UNUI BIOFERTILIZATOR PROTEIC SI APLICAREA ACESTUIA PE SOL DEGRADAT CULTIVAT CU SOIA

**REZUMAT.** Lucrarea abordeaza domeniul prioritar de ecologizare a tabacariilor prin valorificarea deseurilor de piei ca biocompozite fertilizante. În lucrarea de fata se prezinta obtinerea de biofertilizatori proteici si aplicarea acestora în agricultura pentru cresterea plantelor si remedierea solurilor sarace în substante nutritive. S-a urmarit obtinerea unor biofertilizatori proteici care s-au aplicat ulterior la cultura de soia având ca efect stimularea metabolismului, grabirea fazei productive, stimularea sistemului de autoaparare al plantei. De asemenea, s-au obtinut plante sanatoase si sporuri de productie de calitate superioara la aplicarea biocompozitelor fertilizante pe baza de hidrolizat de collagen. Cel mai mare spor de productie s-a obtinut la variantele la care s-a aplicat biofertilizatorul proteic înainte de însămânțare.

**CUVINTE CHEIE:** deseuri piei gelatina, biofertilizator proteic, sol, soia

#### L'OBTENTION ET L'APPLICATION D'UN BIOFERTILISANT PROTÉIQUE SUR LES SOLS DÉGRADÉS CULTIVÉS AVEC SOJA

**RÉSUMÉ.** Cet article aborde le domaine prioritaire d'écologisation des tanneries par la valorisation des déchets de peau comme biocomposites fertilisants. L'article présente l'obtention des biofertilisants protéiques et leur application dans l'agriculture pour la croissance des plantes et l'amélioration des sols pauvres en éléments nutritifs. L'objectif a été d'obtenir des biofertilisants protéiques qui ont été ensuite appliqués aux cultures de soja ayant pour effet la stimulation du métabolisme, l'accélération de la phase productive, la stimulation du système de défense de la plante. On a obtenu aussi des plantes saines et des rendements de production de qualité supérieure ensuite l'application des biocomposites fertilisants à base de hydrolysate de collagène. Le plus fort rendement de production a été enregistré pour les variantes dont on a appliqué le biofertilisant avant le semis.

**MOTS-CLÉS:** déchets de peau, biofertilisant protéique, sol, soja

---

## INTRODUCTION

The amount of solid waste generated by the leather industry is high and the use of this waste as fertilizer is an alternative to disposal, with a low potential impact on the environment [1, 2]. Over time, waste from processing raw hides, fleshings, trimmings and splits resulting from tanneries have been disposed of in landfills. However, increasingly higher local restrictions on waste disposal in landfills and high incineration costs have prompted

## INTRODUCERE

Cantitatea de deșeuri solide generată de industria de pielărie este mare, iar utilizarea acestor deșeuri ca fertilizatori reprezintă o alternativă pentru eliminarea lor, cu un impact potențial scăzut asupra mediului [1, 2]. De-a lungul timpului, deșeurile de la prelucrarea pieilor crude, șeruitura, ștuțuitura și șpalturile rezultate de la tăbăcarii au fost eliminate la gropile de gunoi. Cu toate acestea, restricțiile locale din ce în ce mai mari referitoare la eliminarea deșeurilor la gropile de gunoi

\* Correspondence to: Rodica Roxana CONSTANTINESCU, INCDTP – Division: Leather and Footwear Research Institute, 93 Ion Minulescu, Bucharest, Romania, e-mail: rodica.roxana@yahoo.com

the search for alternative treatments. Many scientific groups have directed their research towards finding a recycling and treatment process for this waste [3-7].

The agrochemical tests made in our country in vegetation pots and experimental lots have shown that the addition of protein hydrolysates in a complex mineral matrix to corn and sunflower crops increases the nitrogen content in plants and leads to a significantly higher harvest than the variants without collagen hydrolysate [8-10].

In Romania, some research has been conducted to assess the effect of leather industry activity on crops of commercial interest [11-17].

Other research papers present various fertilizing solutions based on potassium and ammonium phosphates and polyphosphates, and protein hydrolysates used as fertilizers in both large crops and intensive crops of greenhouses and solariums, with extraroot application or by drip irrigation. The use of hydrolysed proteins mixed with potassium polyphosphates is also mentioned, to increase agricultural production by increasing the absorption of phosphorus and potassium [18].

The aim of this paper was to obtain protein biofertilizers to be subsequently applied to soybean crop. Soybean is one of the plants of greatest importance for human and animal nutrition and for the industry. Soybean seeds contain 30% protein and 17-25% oil. Soybean ameliorates the physical attributes of the soil due to the symbiosis that sets in between the root system and nitrogen-fixing bacteria (*Bradyrhizobium Japonicum*). This symbiosis results in the development of special formations (nodules) for fixing atmospheric nitrogen to the benefit of the plant. Improving nitrogen content in the soil, soybean is a good predecessor for plants that do not belong to the Fabaceae family (legumes), as it leaves large amounts of nitrogen in the soil, between 60 and 180 kg/ha.

This work was aimed at obtaining protein biofertilizers, and subsequently using them in soybean crops in order to stimulate metabolism, speed productive phase, stimulate the defense system of the plant.

și costurile ridicate de incinerare au stimulat căutarea unor tratamente alternative. Multe grupuri științifice și-au orientat cercetările în direcția găsirii unui proces de reciclare și tratare a acestor deșeuri [3-7].

În urma testărilor agrochimice efectuate în țara noastră în vase de vegetație și loturi experimentale, s-a observat că adăugarea hidrolizatelor proteice într-o matrice minerală complexă la culturile de porumb și floarea soarelui duce la creșterea conținutului de azot în plante, precum și la o recoltă semnificativ mai mare comparativ cu varianta ce nu conține hidrolizatul de collagen [8-10].

În România, s-au efectuat unele cercetări în vederea evaluării efectului activității din industria de pielărie asupra dezvoltării culturilor de interes comercial [11-17].

Alte lucrări de cercetare prezintă diverse soluții de fertilizanti pe bază de fosfați, polifosfați de potasiu și amoniu și hidrolizate proteice utilizate ca fertilizanti atât în cultura mare, cât și cea intensivă din sere și solarii, aplicarea acestora realizându-se extraradicular sau prin udare cu picătura. De asemenea, se menționează utilizarea proteinelor hidrolizate în amestec cu polifosfații de potasiu pentru creșterea producției agricole, prin mărirea absorbției fosforului și potasiului [18].

În această lucrare s-a urmărit obținerea unor biofertilizatori proteici, aplicați la cultura de soia. Soia este una din plantele agricole de cea mai mare importanță pentru alimentația umană, alimentația animalelor și industrie. Semințele de soia conțin peste 30% substanțe proteice și 17-25% ulei. Soia este o plantă amelioratoare a însușirilor fizice ale solului datorită simbiozei care se instalează între sistemul radicular și bacteriile fixatoare de azot (*Bradyrhizobium Japonicum*). Această simbioză are ca rezultat dezvoltarea unor formațiuni speciale (nodozități) destinate funcției de fixare a azotului atmosferic în beneficiul plantei. Îmbunătățind solul în azot, soia este o bună premergătoare pentru plantele care nu aparțin familiei Fabaceae (leguminoase), lăsând în sol cantități mari de azot, între 60-180 kg/ha.

Această lucrare a avut ca scop obținerea unor biofertilizatori proteici, utilizarea lor la cultura de soia în vederea stimulării metabolismului, grăbirii fazei productive, stimulării sistemului de autoapărare al plantei.

## EXPERIMENTAL

### Materials and Methods

Untanned waste is obtained from SC Pielorex Jilava, Ilfov County and were stored at room temperature and analyzed to determine pH, moisture, ash, total Kjeldahl nitrogen (TKN) and fats using conventional methods. Waste was ground using a TC 32 grinder (double knives) from SAP, Italy, and waste hydrolysis was conducted in a 50L autoclave. For the hydrolysis process, technical grade  $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$  was used.

The soil used for agrochemical experiments, stagnic albeluvisol, originating from the Băneasa area.

The physical-chemical analyses of the biofertilizer obtained in the experiments were conducted at the National Research and Development Institute for Soil Science, Agricultural Chemistry and Environmental Protection - ICPA Bucharest, in the fertilizer testing and quality control laboratory.

#### *Obtaining the Protein Biofertilizer*

The protein biofertilizer for plant growth and nutrient-poor soils was obtained by hydrolysis of protein waste in alkaline medium.

The hydrolysis process was carried out as follows: an amount of 10 kg of pelt waste is washed with running water at 20-25°C in a drum for 30-60 minutes and delimed with 2-2.5% ammonium sulfate for 2-3.5 hours; waste is ground using a TC 32 grinder (double knives) from SAP company, Italy. The mixture is hydrolyzed at a temperature of 75-80°C for 1.5-3.5 hours, with the addition of 3-4.5%  $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$  dipotassium phosphate to adjust pH, and improve the nutritional properties by adding phosphorus and potassium needed for growth and development of plants.

#### *Physical-Chemical Characterisation of the Protein Biofertilizer*

The chemical composition of the protein biofertilizer for plants and nutrient-poor soils, obtained by alkaline hydrolysis, is presented in Tables 1 and 2.

## PARTEA EXPERIMENTALĂ

### Materiale și metode

Deșeurile netăbăcite au fost obținute de la SC Pielorex Jilava, jud. Ilfov și au fost păstrate la temperatura camerei și analizate pentru determinarea pH-ului, umidității, cenușii, azotului total Kjeldahl (TKN) și grăsimii utilizând metode uzuale. Mărunțirea deșeurilor s-a realizat cu o mașină de tocat tip TC 32 (cuțite duble) de la firma SAP - Italia și hidroliza deșeurilor într-o autoclavă de 50L. Pentru procesul de hidroliză s-a utilizat  $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$  tehnic.

Solul utilizat pentru realizarea experimentărilor agrochimice a provenit din zona Băneasa, sol de tipul luvosol albic stagnogleic.

Analizele fizico-chimice ale biofertilizatorului obținut în experimentări au fost efectuate în cadrul Institutului Național de Cercetare Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului - ICPA, București, în Laboratorul de încercări și controlul calității îngrășămintelor.

#### *Obținerea biofertilizatorului proteic*

Obținerea biofertilizatorului proteic destinat plantelor și solurilor sărace în substanțe nutritive s-a efectuat printr-o hidroliză a deșeurilor proteice în mediu alcalin.

Procesul de hidroliză a fost următorul: o cantitate de 10 kg de deșeuri de piele gelatină se spală cu apă curentă la temperatura de 20-25°C într-un butoi, timp de 30-60 minute și este decalcificată cu 2-2,5% sulfat de amoniu timp de 2-3,5 ore; mărunțirea deșeurilor se face cu o mașină de tocat tip TC 32 (cuțite duble) de la firma SAP - Italia. Hidroliza amestecului se face la temperatura de 75-80°C timp de 1,5-3,5 ore, cu adăugarea de 3-4,5% fosfat dipotasic  $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ , pentru corectarea pH-ului și îmbunătățirea proprietăților nutritive prin adaosul de fosfor și potasiu necesar creșterii și dezvoltării plantelor.

#### *Caracterizarea fizico-chimică a biofertilizatorului proteic*

Compoziția chimică a biofertilizantului proteic destinat plantelor și solurilor sărace în substanțe nutritive obținut printr-o hidroliză alcalină este prezentată în Tabelele 1 și 2.

Table 1: Physical-chemical characteristics of the protein biofertilizer  
 Tabelul 1: Caracteristicile fizico-chimice ale biofertilizantului proteic

No. Nr. crt.	Characteristic, UM Caracteristică, UM	Value Valoare	Test standard Standard de metodă
1.	Volatile matter, % Materii volatile, %	21.49	SR EN ISO 4684 -2006
2.	Extractible substances, % Substanțe extractibile, %	undetectable nedetectabil	SRENISO 4048 - 2008
3.	Total ash, % Cenușă totală, %	6.59/30.67	SR EN ISO 4047 - 2002
4.	Total nitrogen, % Azot total, %	6.49/13.68	SR ISO 5397-1996
5.	Dermal substance, % Substanță dermică, %	8.94/36.47	SR ISO 5397 - 1996
6.	Metal oxides, % Oxizi metalici, %	1.01/4.08	ICPI method Metodă ICPI
7.	pH of aqueous extract pH extract apos	7-7.5	SRENISO 4045 -2008

Table 2: Chemical composition of the protein biofertilizer  
 Tabelul 2: Compoziția chimică a biofertilizantului proteic

No. Nr. crt.	Determination Determinare efectuată	U.M.	Value Valoare	Test method Metodă de încercare utilizată
1	Total nitrogen (Nt) Azot total (Nt)	%	11.14	Total nitrogen determination with chromium (PTL 02 – Method 4.5) Determinare azot total cu crom (PTL 02 – Metoda 4.5)
2	Total phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Fosfor total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	2.43	Determination by molecular absorption spectrometry from the extract obtained by mixed acid digestion Determinare prin spectrometrie de absorbție moleculară din extractul obținut prin mineralizare cu amestec de acizi
3	Water soluble potassium (K <sub>2</sub> O) Potasiu solubil în apă (K <sub>2</sub> O)	%	3.77	Flame photometric determination from the extract obtained by mixed acid digestion Determinare flamfotometrică din extractul obținut prin mineralizare cu amestec de acizi
4	Total magnesium (Mg) Magneziu total (Mg)	%	0.127	Determination by atomic absorption spectrometry (AAS) from the extract obtained by mixed acid digestion Determinare prin spectrometrie de absorbție atomică (AAS) din extractul obținut prin mineralizare cu amestec de acizi
5	Total iron Fier total	mg/Kg	333.2	Determination by atomic absorption spectrometry (AAS) from the extract obtained by mixed acid digestion Determinare prin spectrometrie de absorbție atomică (AAS) din extractul obținut prin mineralizare cu amestec de acizi

Physical-chemical analyses indicated a biofertilizer with the composition of N11P2K4 with the possibility of using it in agriculture.

*Soil Characterisation*

The soil used to conduct agrochemical experiments, stagnic albeluvisol, originated in the Băneasa area, and was analyzed according to ICPA instructions (ICPA modified Henin-Feodoroff method).

The analytical data from particle size analysis shown in Figure 1 showed a number of aspects related to the particle size fractions. Clay (< 0.002 mm) values range between 26.4 and 34.0%. The dust content gradually increases in the soil profile, from surface to depth, in the range of 36.8-39.4%. In turn, the sand content increases from surface to depth, from 29.2% to 31.0%.

In terms of textural classes, this soil falls within the category of dusty clay soils.

În urma analizelor fizico-chimice a rezultat un biofertilizator cu compoziția N11P2K4 cu posibilitatea de utilizare în agricultură.

*Caracterizarea solului*

Solul utilizat pentru realizarea experimentărilor agrochimice a provenit din zona Băneasa, sol de tipul luvosol albic stagnogleic și a fost analizat conform instrucțiunilor ICPA (metoda Henin-Feodoroff modificată ICPA).

Datele analitice obținute în urma analizei granulometrice prezentate în Figura 1 au pus în evidență o serie de aspecte legate de conținutul fracțiunilor granulometrice. Argila (< 0,002 mm) are valori cuprinse între 26,4-34,0%. Conținutul de praf crește treptat pe profilul de sol, din orizontul de suprafață spre adâncime, în limitele 36,8-39,4%. La rândul lui, conținutul de nisip crește de la suprafață spre profunzime, de la valori de 29,2% la valori de 31,0%.

Din punctul de vedere al claselor texturale, acest sol se încadrează în categoria solurilor lut prăfoase.

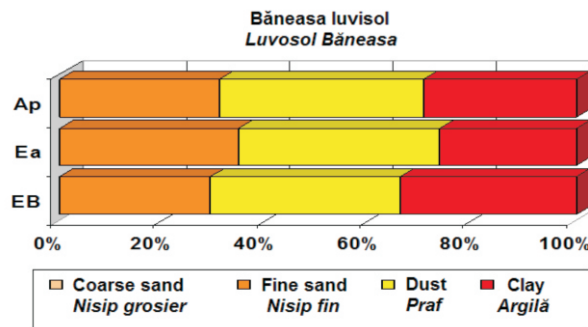


Figure 1. Particle size distribution in Băneasa luvisol  
 Figura 1. Granulometria Luvosolului de la Băneasa

*Agrochemical Testing of the Protein Biofertilizer*

Agrochemical testing of protein biofertilizer was conducted in the greenhouse of INCDPAPM-ICPA Bucharest, experiments being performed in Mitscherlich vegetation pots in which 20 kg soil were introduced. The agrochemical experiments were performed on soybean (Figure 2) and the soil was stagnic albeluvisol (Figure 3).

*Testarea agrochimică a biofertilizatorului proteic*

Testarea agrochimică a biofertilizantului proteic s-a desfășurat în Casa de vegetație a INCDPAPM-ICPA București, experimentele fiind amplasate în vase de vegetație de tip Mitscherlich, în care s-au introdus 20 kg sol. Experimentările agrochimice s-au efectuat pe cultura de soia (Figura 2) și pe un sol de tipul luvosol albic stagnogleic (Figura 3).



Figure 2. Soybeans  
Figura 2. Boabe soia



Figure 3. Băneasa luvisol  
Figura 3. Luvosol Băneasa

The experiments were carried out using a control and two application doses (0.1%, 0.2%).

According to the test methodology, for each of the combinations of experimental factors, three repetitions were made. The agrochemical testing scheme used is shown in Table 3.

Experimentările s-au efectuat utilizând un martor și două doze de aplicare (0,1%, 0,2%).

Conform metodologiei de testare, pentru fiecare dintre combinațiile factorilor experimentali s-a asigurat un număr de trei repetiții. Schema de testare agrochimică utilizată este prezentată în Tabelul 3.

Table 3: Agrochemical testing scheme  
Tabelul 3: Schema de testare agrochimică

Experimental variant <i>Varianta experimentală</i>	Dose <i>Doza aplicată</i>
Unfertilized control (R0) <i>Martor nefertilizat (R0)</i>	-
Dose 1 (R1) <i>Doza 1 (R1)</i>	0.1%
Dose 2 (R2) <i>Doza 2 (R2)</i>	0.2%

Soil humidity in vegetation pots was set to a constant level of 70% of soil capacity. The tested biofertilizer was embedded in the soil.

Umiditatea solului în vasele de vegetație s-a asigurat la un nivel permanent de 70% din capacitatea solului. Biofertilizantul testat s-a încorporat în sol.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The application of biofertilizer aimed at stimulating the processes of germination, seedling growth, deep rooting and rigorous plant development.
















Table 4 shows the influence of the soil (luvisol-Băneasa) and protein biofertilizer mixture (R1-0.1% dose, R2 - 0.2% dose) on the growth of the vegetative part after 10, 25 and 40 days compared to unfertilized control, R0.

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Prin aplicarea biofertilizatorului s-a urmărit stimularea proceselor de germinare, creșterea plănuțelor, înrădăcinarea profundă și dezvoltarea riguroasă a plantelor.

În Tabelul 4 se poate urmări influența amestecului dintre sol (Luvosol-Băneasa) și biofertilizatorul proteic (R1 - doza 0,1%, R2 - doza 0,2%) asupra creșterii părții vegetative după 10, 25 și 40 zile comparativ cu martorul nefertilizat, R0.

Table 4: Appearance of experimental crops: R0 - unfertilized soil control sample, R1 - 0.1% fertilizer, R2 - 0.2% fertilizer  
 Tabelul 4: Aspectul culturilor experimentale: R0 - martor sol nefertilizat, R1 - 0,1% fertilizator, R2 - 0,2% fertilizator

	R0	R1	R2
Soil treatment <i>Tratare sol</i>			
Sowing <i>Însămânțare</i>			
10 days <i>10 zile</i>			
25 days <i>25 zile</i>			
40 days <i>40 zile</i>			

It is noted that in the variants treated with biofertilizer, regardless of the applied dose, plant growth was statistically significant also judging by nodule growth.

Figure 4 illustrates how the soybean plant variants R2 with 0.2% fertilizer dose (27.5 cm) and R1 with 0.1% dose (24.5 cm) are higher compared to the control, R0 (15 cm).

Se remarcă faptul că la variantele tratate cu biofertilizator, indiferent de doza aplicată, creșterea plantelor a fost semnificativă, constatată statistic și din creșterea nodozităților.

Din Figura 4 se observă că înălțimea plantelor de soia este mai mare la varianta tratată R2 în doza de 0,2% (27,5 cm) și varianta R1 în doza de 0,1% (24,5 cm) față de varianta martor R0 (15 cm).

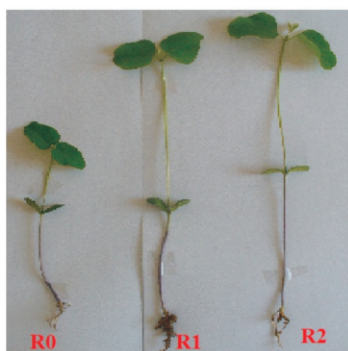


Figure 4. The effect of biofertilizer on plant growth: R0 (control), R1 (0.1% fertilizer), R2 (0.2% fertilizer)  
 Figura 4. Efectul biofertilizatorului asupra creșterii plantelor: R0 (martor), R1 (0,1% fertilizator), R2 (0,2% fertilizator)

To determine the influence of treatments on soybean plants, results were compared to an untreated variant and were statistically processed. Results of agrochemical testing on soybean crop are presented in Figure 5.

Pentru a stabili influența tratamentelor asupra plantelor de soia, rezultatele s-au comparat cu o variantă netratată și s-au prelucrat statistic. Rezultatele testărilor agrochimice obținute pe cultura de soia sunt prezentate în Figura 5.

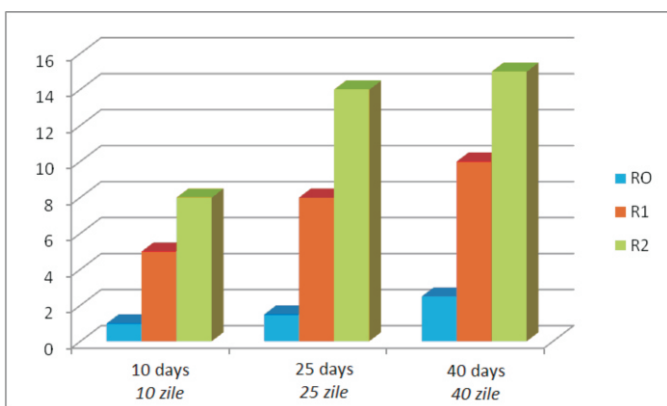


Figure 5. Influence of protein biofertilizer on soybean plant growth  
 Figura 5. Influența biofertilizatorului proteic asupra dezvoltării plantei de soia

Production increases and higher production obtained in the case of using the protein biofertilizer are mainly due to the collagen hydrolysate derived from pelt waste in the basic fertilization applied (Figure 6).

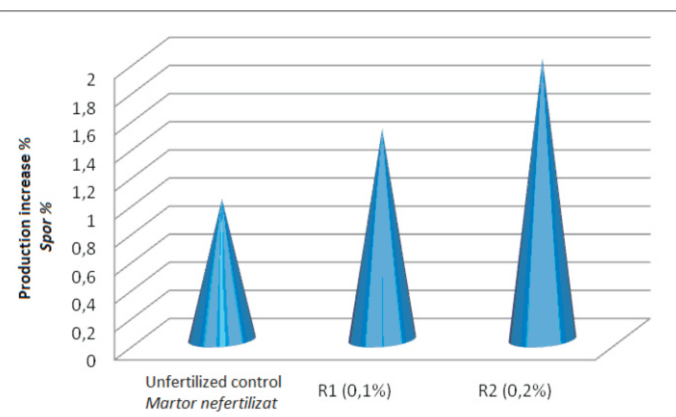


Figure 6. Production increases (%) obtained compared to unfertilized control  
 Figura 6. Sporurile de producție (%) obținute față de martorul fără fertilizare de bază

The experimentally obtained fertilizer led to a significant increase by 20% compared to the unfertilized control. There were no significant differences between the application doses (0.1% and 0.2%).

Sporurile de producție și producția mai mare obținută în cazul fertilizării cu biofertilizator proteic se datorează în special hidrolizatului de collagen provenit de la deșeurile de piele gelatină în fertilizarea de bază aplicată (Figure 6).

Fertilizantul obținut experimental a realizat o creștere semnificativă cu 20% mai mare față de martorul fără fertilizare de bază. Între dozele de aplicare (0,1% și 0,2%) nu s-au remarcat diferențe semnificative.



## CONCLUSIONS

A protein biofertilizer was obtained from rawhide waste from leather processing through alkaline hydrolysis with a significant N11P2K4 composition for agriculture, which was used to fertilize soybean crop.

The protein biofertilizer based on collagen hydrolysate had a positive effect on the accumulation of N, P, K, in the clayish nutrient-poor soil and yielded healthy plants.

The protein biofertilizer applied to the soil before sowing (in proportions of 10 and 20 kg/m<sup>2</sup>) stimulated significant production increases.

It was found that the protein biofertilizer influences soybean seed germination compared to the control, such that the soybean plant height is larger for the R1 variant treated in the dose of 0.1% (24.5 cm) and for R2, at 0.2% (27.5 cm) compared to the control, R0 (15 cm).

In conclusion, it was found that protein biofertilizer samples obtained from pelt waste gave very good results in terms of soybean plant growth.

### Acknowledgements

The work has been funded by the Romanian Ministry of Education through project PN 09 10 02 17: "Innovative Biotechnology Applied to Skins Waste for Use in Industry and Agriculture", "Nucleu" Programme, 2009-2015.

## REFERENCES

- Oliveira, L.C.A., Dallago, R.M., Nascimento Filho, I., "Process of recycling leather tanning solid residues by chrome extraction and recuperation of the decontaminated" Patent BR PI 001538, **2004**.
- Lima, D.Q., Oliveira, L.C.A., Bastos, A.R.R., Carvalho, G.S., Marques, J.G.S.M., Carvalho, J.G., Souza G.A., Leather Industry Solid Waste as Nitrogen Source for Growth of Common Bean Plants, *Applied and Environmental Soil Science*, **2010**, 344-347.
- Brown, E.M., Taylor, M.M., Marmer, W.N., Production and potential uses of co-products from solid tannery waste, *J Am Leather Chem As*, **1996**, 91, 10, 270-276.
- Silveira, I.C.T., Rosa, D., Monteggia, L.O., Romeiro, G.A., Bayer, E., Kutubuddin, M., Low temperature conversion of sludge and shavings from leather industry, *Water Sci Technol*, **2002**, 46, 10, 277-283.
- Kamaludeen, S.P.B., Arunkumar, K.R., Avudainayagam, S., Ramasamy, K., Bioremediation of chromium contaminated environments, *Indian J Exp Biol*, **2003**, 41, 9, 972-985.
- Deselnicu, V., Maier, S., Badea, N., Buciscanu, I., Vaduva, A., Papakonstantinou, D., Reduction of Fats from Waste Waters in Sheepskin Tanneries, *Revista de Pielarie Incaltaminte (Leather and Footwear Journal)*, **2008**, 8, 4, 3-16.
- Deselnicu, V., Vaduva, A., Lombardi G., Fat Reduction in the Waste Waters of Sheepskin Tannery, *Revista de Pielarie Incaltaminte (Leather and Footwear Journal)*, **2008**, 8, 3, 28-34.

## CONCLUZII

S-a obținut un biofertilizator proteic din deșuri de piele netăbăcită de la prelucrarea pieilor printr-o hidroliză în mediu alcalin cu o compoziție N11P2K4 semnificativă pentru agricultură, care s-a utilizat la fertilizarea culturii de soia.

Biofertilizatorul proteic pe bază de hidrolizat de colagen a avut un efect pozitiv asupra acumulărilor de N, P, K în solul lutos și sărac în nutrienți, obținându-se plante sănătoase.

Biofertilizatorul proteic aplicat la sol înainte de însămânțare (în proporții de 10 și 20 kg/m<sup>2</sup>) a stimulat creșteri semnificative de producție.

S-a constatat că biofertilizatorul proteic influențează germinația semințelor de soia față de varianta martor, astfel că înălțimea plantelor de soia este mai mare la variantele R1 tratată în doza de 0,1% (24,5 cm) și R2 în doza de 0,2% (27,5 cm) față de varianta martor R0 (15 cm).

În concluzie, s-a constatat că probele de biofertilizator proteic obținut din deșuri de piei gelatină au dat rezultate foarte bune în ceea ce privește creșterea plantelor de soia.

### Mulțumiri

Lucrarea a fost finanțată de către Ministerul Educației Naționale prin proiectul PN 09 10 02 17: „Biotehnologie inovativă aplicată deșeurilor de piei pentru utilizare în industrie și agricultură”, Program Nucleu 2009-2015.

8. Cioroianu, T., Sîrbu, C., Oprica, I., Grigore, A., Mihalache, D., Dumitrascu, M., Anton, I., Soare, M., Fertilizers with Protein Substances, Technology, Agro-chemical and Physical Characteristics, *Scientific Research. Agricultural Management*, **2011**, Series I, vol. XIII, ISSN: 1453-1410, 449-454.
9. Oprică, I., Sîrbu, C., Cioroianu, T., Soare, M., Grigore, A., Marin, N., The influence of foliar fertilizer with organic substances on phosphorus content in maize plant, *Research Journal of Agricultural Science*, **2011**, 43, 3, 150-153.
10. Soare, M., Sîrbu, C., Cioroianu, T., Oprică, I., Mihalache, D., Grigore, A., Anton, I., Marin, N., The Influence of Nitrogen Chemical Sources from Complex Foliar Fertilisers on the Penetration, Uptake and the Distribution of the Potassium in the Unteached Leaves of Sunflower Plants from the Solutions Applied on Leaves, Scientific Conferences with International Participation „Durable Agriculture – Agriculture of the Future” the 6th edition, University of Craiova – Faculty of agriculture, 19-21 November **2010**, ISSN CD-ROM 2066-950X.
11. Zăinescu, G., Voicu, P., Gherghina, C.A., Sandru, L., Exploratory Research Regarding the Use of Organic Biopolymers from Tanneries in Agriculture – Part I, *Revista de Pielarie Incaltaminte (Leather and Footwear Journal)*, **2009**, 9, 4, 258-265.
12. Zăinescu, G., Voicu, P., Gherghina, C.A., Sandru L., Exploratory Research Regarding the Use of Organic Biopolymers from Tanneries in Agriculture – Part II – Characterization Of Protean Biopolymers by Physical-Chemical Analyses, *Revista de Pielarie Incaltaminte (Leather and Footwear Journal)*, **2010**, 10, 1, 43-52.
13. Trandafir, V., Cioroianu, T., Bratulescu, V., Sirbu, C., Use of Collagen hydrolysisate as an active component in bio-fertilisers, XXVIII IULTCS Congress, Cancun-Mexico, **2003**, 79, 6, 289.
14. Sirbu, C., Cioroianu, T.M., Dornean, A., Dumitru, M., Dorneanu, E., Technologies for Obtaining New Extra-root Fertilizers – Chemical and Agrochemical Characterization (in Romanian), International Symposium “Restoration of Soil Fertility through Different Systems of Fertilization for Sustainable Agriculture”, Timisoara, **2006**, 405–412.
15. Zăinescu, A.G., Sandru, L., Voicu, P., Constantinescu, R., Biopolymers from Protein Wastes Used in Industry and Agriculture, *Ind Textila*, **2011**, 65, 1, 34-37.
16. Zainescu, G., Albu, L., Deselnicu, D., Constantinescu, R.R., Vasilescu, A.M., Nichita, P., Sarbu, C., A New Concept of Complex Valorization of Leather Wastes, *Materiale Plastice*, **2014**, 51, 1, 90-93.
17. Deselnicu, V., Crudu, M., Zăinescu, G., Albu, M.G., Deselnicu, D.C., Guță, S.A., Ioannidis, I., Gurău, D., Alexandrescu, L., Constantinescu, R.R., Chirilă, C., Macovescu, G., Bostaca, G., Innovative Materials and Technologies for Sustainable Production in Leather and Footwear Sector, *Revista de Pielarie Incaltaminte (Leather and Footwear Journal)*, **2014**, 14, 3, 147-158.
18. Patent US 4491464/**1985**.

---

Article received/Data primirii articolului: 17.06.2015

Accepted/Acceptat la data: 25.09.2015