

BIOPOLYMERIC SYSTEMS FOR ECOLOGIC REHABILITATION OF DEGRADED SOILS

SISTEME BIOPOLIMERICE PENTRU REABILITAREA ECOLOGICĂ A SOLURILOR DEGRADATE

Gabriel ZAINESCU¹, Luminita ALBU¹, Petre VOICU², Rodica CONSTANTINESCU¹, Emil BARNA³, Alina GHERGHINA²

¹National R&D Institute for Textile and Leather – Division: Leather and Footwear Research Institute, 93 Ion Minulescu st., 031215, Bucharest, Romania, email: icpi@icpi.ro

²Research Institute for Soil Science and Agrochemistry, 61 Marasti Blvd., 071331, Bucharest, Romania, email: office@icpa.ro

³University of Bucharest, 36-46 M. Kogălniceanu Blvd., 050107, Bucharest, Romania

BIOPOLYMERIC SYSTEMS FOR ECOLOGIC REHABILITATION OF DEGRADED SOILS

ABSTRACT. All tanneries and leather product manufacturers are facing serious problems regarding waste disposal, especially since their storage in landfills leads to negative effects on the ecosystem. The use of untanned wastes is of great interest, as it offers the possibility of almost entirely eliminating wastes from fleshing, and at the same time, obtaining valuable products in terms of quality and economy. Organic biopolymers are a source of raw materials for agriculture, as the composition of protein wastes provides enough elements to improve the composition and remediate degraded soils, and plants can exploit some elements: nitrogen, calcium, magnesium, sodium, potassium etc. As a result of the large quantities of organic wastes, they can be used as organic fertilizer to remediate poorly productive or unproductive terrain areas (sandy, salty, eroded etc.). This scientific paper presents the study of effects of multicomponent systems of biodegradable polymers on the composition and physical-chemical characteristics of degraded or contaminated soils (with a poor content of organic substances or subjected to a strong erosion process). The novelty resides in the theoretically-based practical indications regarding the rational application of complex polymeric products – biofertilizers – on various types of soil (sandy, salty, eroded, dumps etc.) depending on the requirements of soil remediation and nutrition specific to agricultural plants.

KEY WORDS: biopolymer, protein wastes, tannery, polyelectrolytes, soil, dumps.

SISTEME BIOPOLIMERICE PENTRU REABILITAREA ECOLOGICĂ A SOLURILOR DEGRADE

REZUMAT. Toate tăbăcările și fabricanții de produse din piele au probleme serioase în ceea ce privește eliminarea deșeurilor, cu atât mai mult cu cât depozitarea lor în gropile de gunoi conduce la efecte negative asupra ecosistemului. Folosirea deșeurilor netăbăcite prezintă un interes deosebit, deoarece oferă posibilitatea eliminării aproape integrale a deșeurilor de la șeruire, și în același timp, obținerea unor produse valoroase sub aspect calitativ și economic. Biopolimerii de natură organică reprezintă o sursă de materii prime pentru agricultură, întrucât compoziția deșeurilor proteice oferă suficiente elemente care să îmbunătățească compoziția și remedierea solurilor degradate, iar plantele pot valorifica unele elemente: azot, calciu, magneziu, sodiu, potasiu etc. Ca urmare a existenței cantităților mari de deșeuri organice, se pot folosi ca îngrășământ organic pentru remedierea suprafețelor de teren slab productive sau neproductive (nisipoase, sărăturate, erodate etc.). Prezenta lucrare științifică prezintă studierea efectelor unor sisteme multicomponente de polimeri biodegradabili asupra compoziției și însușirilor fizico-chimice ale solurilor degradate sau contaminate (cu un conținut sarac în substanțe organice sau supuse unui puternic proces de eroziune). Noutatea rezidă în indicațiile practice, teoretic fundamente, privind aplicarea ratională a produselor complexe polimerice – biofertilizatori – pe diferite tipuri de sol (nisipoase, sărăturate, erodate, halde de steril, etc.) în funcție de cerințele de remediere a solurilor și a celor de nutriție specifice plantelor agricole.

CUVINTE CHEIE: biopolimer, deșeuri proteice, tăbăcărie, polielectroliți, sol, halde steril.

SYSTÈMES BIOPOLYMÉRIQUES POUR LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES SOLS DÉGRADÉS

RÉSUMÉ. Toutes les tanneries et tous les fabricants de produits en cuir ont de graves problèmes en ce qui concerne l'élimination des déchets, d'autant plus que leur stockage dans des décharges conduit à des effets négatifs sur l'écosystème. L'utilisation des déchets non-tannés est particulièrement intéressante car elle offre la possibilité de l'élimination presque complète des déchets d'écharnage, et en même temps, l'obtention de produits de valeur en termes de qualité et de l'économie. Les biopolymères organiques constituent une source de matières premières pour l'agriculture, car la composition des déchets de protéines donne suffisamment d'éléments pour améliorer la composition et l'assainissement des sols dégradés et les plantes peuvent exploiter certains éléments: l'azote, le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium, etc. À la suite de l'existence de grandes quantités de déchets organiques, on les peut utiliser comme engrains organiques pour traiter les zones de terre peu productives ou improductives (sols sablés, salés, érodés etc.). Cet article scientifique présente l'étude des effets des systèmes à plusieurs composants de polymères biodégradables sur les caractéristiques physico-chimiques et la composition des sols dégradés ou contaminés (avec une faible teneur en substances organiques ou soumis à un processus de forte érosion). La nouveauté réside dans les lignes directrices pratiques, basées sur la théorie, sur l'application rationnelle des produits complexes polymériques – les bio-fertilisants – sur les différents types de sol (sablés, salés, érodés, décharges, etc) selon les exigences relatives à l'assainissement des sols et de nutrition spécifique pour les plantes agricoles.

MOTS CLÉS: biopolymère, déchets de protéines, tannerie, polyelectrolytes, sol, dépôts de résidus.

* Correspondence to: Gabriel ZAINESCU, National R&D Institute for Textile and Leather, Division: Leather and Footwear Research Institute, 93 Ion Minulescu St., sector 3, 031215, Bucharest, Romania, email: icpi@icpi.ro.

INTRODUCTION

Exploitation of protein wastes from tanneries is a necessity of ecologic technologies, as the largest waste amount resulting from leather processing is that of untanned wastes. It is known from technological practice that, as a result of processing a ton of raw hide, wastes are 75% of which 50% are protein wastes which can be used in agriculture, as biofertilizer [1].

Soil conditioning consists in improving physical characteristics by using substances of various origins, known in the literature as soil conditioners. Biodegradable polymers – organic polymers – are among soil conditioners with multiple advantages.

Soil contamination means a moderate increase of elements / substances which are not harmful for plant growth and development, but which can represent the initial phase of the pollution process. Reducing the effects of degradation / contamination / pollution consists in applying remediation methods, of improving the characteristics of soil affected by degradation processes or by limitative factors, for the purpose of recovering to the original state of fertility and productivity, to a higher or at least similar state to the initial one.

Remediation refers to methods to be applied on terrains that are not suitable for agricultural or forest use, such as some dumps from mining or various residues, in order to recycle them into the environmental circuit.

In general, polyelectrolytes (such as polyelectrolytes based on polyacrylamide), as well as other categories of synthetic polymers, contribute to the improvement of soil characteristics through one or more of the following effects:

- increasing the degree of aggregation of structural elements of soils with degraded structure
- preventing crust formation in the period between plant seeding and emergence, particularly in those with small seeds, which are very vulnerable;
- increasing resistance to water and air erosion of soils situated on slopes and those with coarse structure (clay under 12%);
- preventing or reducing the intensity of water or air erosion and of negative phenomena that these entail;

INTRODUCERE

Valorificarea deșeurilor proteice din tăbăcării reprezintă o necesitate a tehnologiilor ecologice, deoarece cea mai mare cantitate de deșeuri rezultată de la prelucrarea pieilor o reprezintă deșeurile netăbăcite. Din practica tehnologică se știe că din prelucrarea unei tone de piele crudă deșeurile reprezintă 75% din care 50% sunt deșeuri proteice care se pot folosi, ca biofertilizator, în agricultură [1].

Condiționarea solurilor constă în ameliorarea însușirilor fizice prin utilizarea unor substanțe de proveniențe variate, cunoscute în literatura de specialitate sub denumirea de „soil conditioners” – agenți de condiționare a solului. Printre condiționatorii de sol cu multiple avantaje se numără și polimerii biodegradabili – biopolimeri organici.

Prin contaminarea solului se înțelege o creștere moderată a unor elemente / substanțe, nedăunătoare creșterii și dezvoltării plantelor, dar care poate reprezenta fază incipientă a procesului de poluare. Reducerea efectelor degradării / contaminării / poluării constă în aplicarea unor metode de remediere, de îmbunătățire a însușirilor solului afectat de procese de degradare sau de factori limitativi, în scopul revenirii la starea de fertilitate și productivitate originală, mai ridicată, sau cel puțin la o stare cât mai apropiată de cea inițială.

Remedierea se referă la metode de aplicat pe terenuri care nu se pretează la utilizarea agricolă sau forestieră, ca de ex. unele halde sterile provenite din minerit sau de diferite reziduuri, în vederea revenirii lor în circuitul ambiental.

În general, polielectroliți (ca exemplu, polielectroliți pe bază de poliacrilamidă), ca și alte categorii de polimeri sintetici, contribuie la ameliorarea însușirilor solului prin unul sau mai multe din următoarele efecte:

- mărirea gradului de agregare a elementelor structurale ale solurilor cu structură degradată;
- prevenirea formării crustei în perioada dintre semănat și răsărirea plantelor, mai ales a celor cu semințe mici, care sunt foarte vulnerabile;
- mărirea rezistenței la eroziune hidrică și eoliană a solurilor situate pe pante și a celor cu textură grosieră (argilă sub 12%);
- prevenirea sau diminuarea intensității de manifestare a eroziunii hidrice sau eoliene și a fenomenelor negative pe care aceasta le implică;

- encouraging the formation of hydrostable structural aggregates to improve soil permeability, aero-hydric system, water infiltration, with beneficial effects on water retainment in soil and mitigation of negative effects of prolonged drought in vegetation season;
- modifying mobility and accesibility of heavy metals in poluttet / contaminated soils to plants. This effect could be used in the case of soils polluted with heavy metals or polluted areas near metallurgical plants.

The main methods recommended in polluted soil remediation are: stabilization, setting up protection barriers, thermal and microbiological depollution techniques [2].

The main purpose of research consists in improving soil structure on the surface of the germinative bed with multicomponent biopolymer systems and thus ensuring better conditions for plant emergence, growth and development, particularly in species where the seed is introduced in the soil at shallow depth (up to 4 cm) and the use of structurally stabilized soil. The efficiency of using fertilizers depends not only on soil composition, but also on nutrition particularities of agricultural plants [3].

Regarding plant crops in the experimental field, it is considered that soil structure improvement positively influences the following indicators: emergence rate; final number of emerged plants; root production; increasing the plant production per hectare.

It is noted that in order to objectively characterize soil in terms of structure conditions, a quantitative research of its stable structural composition is necessary. This is done by means of the so-called soil structural analysis, which consists in establishing stable aggregate percentages, resistant to the dispersive action of water and by means of certain qualitative characterizations based on indexes and diagrams.

The most significant issue in the study of structure is that of aggregate formation. The process was initially considered a simple flocculation of colloids in the soil under the influence of certain electrolytes, of calcium first of all. However, it was immediately found that the process is a lot more complex and that a simple flocculation does not provide a satisfying explanation on aggregation. Then other phenomena were

- favorizarea formării agregatelor structurale hidrostabile pentru îmbunătățirea permeabilității solului, regimului aerohidric, infiltrației apei, cu efecte benefice în reținerea apei în sol și atenuarea efectelor negative ale secelei prelungite în sezonul de vegetație;
- modificarea mobilității și accesibilității către plante a metalelor grele din solurile poluate / contaminate. Acest efect ar putea fi utilizat în cazul solurilor poluate cu metale grele sau a zonelor poluate din apropierea unităților metalurgice.

Principalele metode recomandate în remedierea solurilor poluate sunt: stabilizarea, instalarea unor bariere de protecție, tehnici de depoluare termice și microbiologice [2].

Principalul scop al cercetărilor constă în ameliorarea structurii solului la suprafața patului germinativ cu sisteme multicomponente de biopolimeri, și astfel, asigurarea unor condiții mai bune pentru răsărirea, creșterea și dezvoltarea plantelor, îndeosebi la speciile la care sămânța se introduce în sol la mică adâncime (până la 4 cm) și utilizarea solului stabilizat structural. Eficiența folosirii produselor fertilizante depinde nu numai de compoziția solului, dar și de particularitățile de nutriție ale plantelor de cultură [3].

În privința culturilor de plante din câmpul experimental, se consideră că ameliorarea structurii solului influențează pozitiv următorii indicatori: viteză de răsărire; numărul final de plante răsărite; producția de rădăcini; mărirea producției de plante la ha.

Se menționează faptul că pentru caracterizarea obiectivă a solului din punct de vedere al condițiilor de structură, este necesară cercetarea cantitativă a alcătuirii lui structurale stabile. Aceasta se execută prin aşa-numita analiză structurală a solului, care constă în stabilirea procentelor de agregate stabile, rezistente la acțiunea dispersantă a apei și prin anumite caracterizări calitative pe bază de indici și diagrame.

De cea mai importantă în studiul structurii este problema formării agregatelor. Procesul a fost privit inițial ca o simplă floculare a coloidilor din sol sub influența anumitor electrolizi, în primul rând a calciului. Imediat însă, s-a constatat că procesul este mai complicat și că o simplă floculare nu dă o explicație satisfăcătoare asupra agregării. Atunci s-au introdus și alte fenomene, arătându-se importanța lor în formarea

introduced, proving their importance in structure formation, such as: pressure exerted on aggregates and the cementing effect of irreversible colloids, such as humus saturated with calcium.

Many researchers think that aggregate cement is found in the organic part of colloids in the soil and prove that in intensive, strongly chemicalized agriculture, the worm population in the soil decreases, sometimes totally disappears, which has negative effects on structure formation. Restoration of worm population in the soil by human intervention is quite difficult to accomplish, since the simple introduction of such organisms in the soil is not enough, fresh organic matter, which is basic food, must be provided [4].

In this sense, it can be claimed that these multicomponent systems of protein biopolymers are favourable to the improvement of degraded soils.

MATERIALS AND METHODS

Green house (Soil Module Hall) with controlled climate conditions within National Research and Development Institute for Pedology, Agrochemistry and Environmental Protection – ICPA Bucharest.

Pots with constant volume, filled with typical cambic chernozem soil from Fundulea.

Equipment used: penetrometer; reflectometric probe; analytical pH-meter.

Protein biopolymers: BAZ – with synthetic polymer in various percentages.

Methods used for analytical characterization and research of soils – according to ICPA instructions of pedologic mapping 1982 [5].

Granulometric analysis: separation of granulometric fractions by pipetting (fractions below 0.02 mm) or sieving ($>0.02\text{mm}$) after pretreatment for dispersion with 10% potassium hexametaphosphate solution in soil samples without carbonates and organic matter below 5%; with hydrogen dioxide and 10% potassium hexametaphosphate solution, in soil samples without carbonates and organic matter over 5% or with 2n hydrochloric acid and then 1n sodium hydroxide solution when boiling in the case of soil samples with carbonates. Results are expressed in percentages in relation to the material left after pretreatment.

structurii, precum: presiunea exercitată asupra agregatelor și efectul de cimentare al unor coloizi ireversibili, cum este humusul saturat cu calciu.

Mai mulți cercetători consideră că cimentul agregatelor se găsește în partea organică a coloizilor din sol și arată că în agricultura intensivă, puternic chimizată, populația de râme din sol scade, uneori dispăr total, ceea ce are urmări negative în formarea structurii. Refacerea populației de râme a solului prin intervenții umane este destul de greu de realizat, deoarece nu este suficientă introducerea în sol a unor astfel de organisme, ci trebuie asigurată materie organică proaspătă care constituie de fapt hrana de bază [4].

În acest sens se poate susține că aceste sisteme multicomponente de biopolimeri proteici sunt favorabile ameliorării solurilor degradate.

MATERIALE ȘI METODE

Casa de vegetație (Hala Module Sol) cu condiții de climă controlată din cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului – ICPA București.

Vase de vegetație cu volum constant, umplute cu sol tip cernoziom cambic tipic Fundulea.

Aparatură utilizată: penetograf; penetrometru; sondă reflectometrică; pH-metru analitic.

Biopolimeri proteici: BAZ – cu procente diferite de polimer sintetic.

Metode folosite în caracterizarea și cercetarea analitică a solurilor – după instrucțiunile ICPA de cartare pedologică 1982 [5].

Analiza granulometrică: separarea fracțiunilor granulometrice prin pipetare (fracțiuni sub 0,02 mm) sau cernere ($>0,02\text{mm}$) după tratament prealabil pentru dispersie cu soluție de hexametafosfat de potasiu 10% la probe de sol fără carbonați și cu materie organică sub 5%; cu apă oxigenată și soluție de hexametafosfat de potasiu 10%, la probe de sol fără carbonați și cu materie organică peste 5% sau cu acid clorhidric 2n și apoi soluție de hidroxid de sodiu 1n la fierbere în cazul probelor de sol cu carbonați. Rezultatele sunt exprimate în procente față de materialul rămas după pretratament.

Hydrostable aggregates, dispersion and structural instability: determined after capillary wetting of the soil for 30 minutes, stirring in water and wet sieving in water for 30 seconds, pipetting for smaller particles than 0.01 mm and by calculation using the following formula (Henin Feodoroff method modified at ICPA):

$$\text{IS} = \frac{\text{particles} < 0.01 \text{ mm}}{\text{hydrostable aggregates} - \text{coarse sand} \times 0.9} \quad (1)$$

particulele < 0,01 mm
agregate hidrostabile - nisip grosier x 0,9

Apparent density: the method of metal cylinders of known volume (100 cmc) at existent humidity at the time of sampling.

Total porosity:

$$\text{PT} = \frac{\text{DA}}{\text{D}} \times 100 \quad (2)$$

Resistance to penetration: in laboratory, using the dynamic penetrometer at soil humidity of 50% of total water volume.

Saturated hydraulic conductivity: by percolating water under constant gradient, in the laboratory, on undisturbed soil samples (ICPA method).

Mobile phosphorus: the Egner - Reihm - Domingo method (extraction in ammonium acetate-lactate solution at pH – 3.75). P determination was done colorimetrically with molybdenum blue, according to Nikolov's method.

Mobile potassium: extraction using Egner - Reihm - Domingo method and determination by flame photometry.

Exchangeable cations: Ca^{2+} , Mg^{2+}K^+ , Na^+ or extracted using the Schollenberger – Cernescu method. Determination of Ca^{2+} , Mg^{2+}K^+ and Na^+ was done by flame photometry and of Mg^{2+} by atomic absorption spectrometry.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Organic biopolymers are a source of raw material for agriculture, as the composition of protein wastes

Agregate hidrostabile, dispersia și instabilitatea structurală: determinate după umectarea capilară a solului timp de 30 minute, agitarea în apă și cernerea umedă în apă timp de 30 secunde, pipetare pentru particulele mai mici de 0,01 mm și prin calcul utilizând următoarea formulă (metoda Henin Feodoroff modificată la ICPA):

Densitatea aparentă: metoda cilindrilor metalici de volum cunoscut (100 cmc) la umiditatea existentă în momentul prelevării probelor.

Porozitatea totală:

Rezistența la penetrare: în laborator, folosind penetrometrul dinamic la o umiditate a solului de 50% din capacitatea totală de apă.

Conductivitate hidraulică saturată: prin percolarea apei sub gradient constant, în laborator, pe probe de sol nederanjate (metoda ICPA).

Fosforul mobil: metoda Egner - Reihm - Domingo (extracție în soluție acetat-lactat de amoniu la pH - 3,75). Dozarea P s-a efectuat colorimetric cu albastru de molibden, după metoda Nikolov.

Potasiul mobil: extracție metoda Egner - Reihm - Domingo și dozarea prin fotometrii în flacără.

Cationii schimbabili: Ca^{2+} , Mg^{2+}K^+ , Na^+ s-au extras după metoda Schollenberger - Cernescu. Dozarea Ca^{2+} , Mg^{2+}K^+ și Na^+ s-a efectuat prin fotometrie în flacără, iar Mg^{2+} prin spectrometrie de absorbție atomică.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Biopolimerii de natură organică reprezintă o sursă de materii prime pentru agricultură, întrucât

provides enough nutritive elements to improve soil composition and remediate degraded soils, facilitating greenhouse and field plant growth [6].

Biopolymers have been obtained by means of an innovative enzymatic procedure of processing protein wastes resulting from leather processing, which, in combination with other polymers (polyacrylamide, acrylic polymer, maleic polymer, cellulose, starch etc.) can be used to remediate degraded/eroded soils and for greenhouse and field plant growth. Pelt wastes have been taken from SC Pielorex tannery in Jilava – Ilfov County.



Figure 1. Leather wastes; enzymatic hydrolysis
Figura 1. Deșeuri de piele; hidroliza enzimatică

In INCDTP - Division: ICPI Bucharest, BAZ (multicomponent biopolymeric systems) biofertilizers have been obtained which have been subsequently tested and experimented by ICPA – Bucharest in terms of their effect on soil structure [7].

The scientific paper presents the action of BAZ 50 biofertilizer in order to improve the structure of typical cambic soil from Fundulea (with low organic substance content) under “green house” conditions [8].



Figure 2. Pots in the Soil Module Hall (ICPA green house)
Figura 2. Vase de vegetație în Hala module sol (Casa de vegetație ICPA)

The morphological and chemical characteristics of typical cambic chernozem soil from Fundulea are presented below:

Name: Cambic chernozem - Fundulea

compoziția deșeurilor proteice oferă suficiente elemente nutritive care să îmbunătățească compoziția și remedierea solurilor degradate și să ajute la creșterea plantelor de seră și câmp [6].

Biopolimerii au fost obținuți printr-un procedeu inovativ enzimatic de prelucrare a deșeurilor proteice rezultate de la prelucrarea pieilor, care, în combinație cu alți polimeri (poliacrilamidă, polimer acrilic, polimer maleic, celuloză, amidon, etc.) pot fi utilizati la remedierea solurilor degradate/erodate și la creșterea plantelor de seră și de câmp. Deșeurile de piele gelatină au fost preluate de la tăbăcăria SC Pielorex Jilava-Ilfov.

La INCDTP – Sucursala ICPI București s-au realizat biofertilizatori de tip BAZ (sisteme multicomponente biopolimerice) care au fost ulterior testați și experimentați de ICPA – București în ceea ce privește efectul lor asupra structurii solurilor [7].

În lucrarea științifică se prezintă acțiunea biofertilizatorului BAZ 50 în vederea ameliorării structurii solului cambic tipic Fundulea (cu un conținut sărac în substanțe organice) în condiții de „casă de vegetație” [8].

În continuare se prezintă caracteristicile morfologice și chimice ale solului cernoziom cambic tipic Fundulea:

Denumire: Cernoziom cambic - Fundulea

Location: The Romanian Plain, ICCPT Fundulea.
 Pedogenetic conditions:
 Relief: plain, flat, relatively horizontal surface.
 Absolute altitude: 65.3 m.
 Parental material: loess deposits.
 Groundwater depth: > 8 m.
 Natural global drainage: excessive.
 Bioclimatic subarea: steppe.

Localizare: Câmpia Română, ICCPT Fundulea.
 Condiții pedogenetice:
 Relief: câmpie, suprafață plană, relativ orizontală.
 Altitudine absolută: 65,3 m.
 Materialul parental: depozite loessoide.
 Adâncimea apei freatiche: > 8 m.
 Drenajul natural global: excesiv.
 Subzona bioclimatică: stepă.

Morphological Characterization of Soil Profile

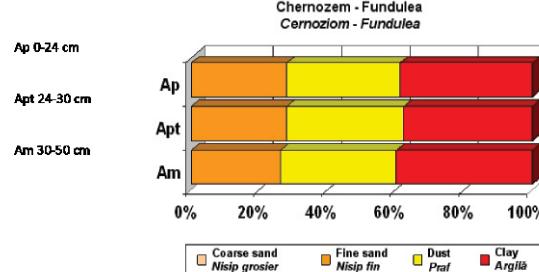
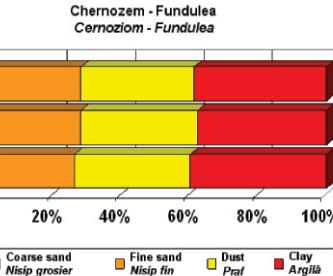


Figure 3. Granulometry of cambic chernozem from Fundulea
 Figura 3. Granulometria cernoziomului cambic de la Fundulea

Analytical data (Figure 3) regarding granulometric composition highlights the following contents of granulometric fractions: clay (0.002 mm) values range between 37.8 – 40.0%. Dust content has a relatively uniform distribution, its values oscillate from 33.1 to 33.8%. Fine sand content has lower values (26.1-28.1%) than dust and has the same profile distribution. In terms of texture, this soil falls within the category of clayish-dusty clay soils.

In a soil with relatively low clay content and weak acid reaction (pH has values of 6.3 – 6.8), the humus quantity is low (2.4–3%) – Figure 4.

Caracterizarea morfologică a profilului de sol



Datele analitice (Figura 3) privind alcătuirea granulometrică evidențiază următoarele conținuturi ale fracțiunilor granulometrice: argila (0,002 mm) are valori cuprinse între 37,8-40,0%. Conținutul de praf are o distribuție relativ uniformă, valorile oscilând în limitele 33,1-33,8%. Conținutul de nisip fin are valori mai mici (26,1-28,1%) decât cel al prafului și are aceeași distribuție pe profil. Din punct de vedere textural, acest sol se încadrează în categoria solurilor lut argilo-prăfoase.

Pe fondul general al unui sol cu conținut relativ mic de argilă și cu reacție slab acidă (pH-ul are valori de 6,3-6,8), cantitatea de humus este mică (2,4-3%) – Figura 4.

Figure 4. Physical-chemical characteristics of cambic chernozem from Fundulea
 Figura 4. Caracteristicile fizico-chimice ale cernoziomului cambic de la Fundulea

In the development area of agricultural plant roots, the supply of total nitrogen is medium (Figure 5). The supply of mobile phosphorus is very low on the surface and low-medium everywhere else, and that of mobile potassium is low.

În zona de dezvoltare a rădăcinilor plantelor de cultură, aprovizionarea cu azot total este mijlocie (Fig. 5). Asigurarea cu fosfor mobil este extrem de mică în suprafață și mică-mijlocie în rest, iar cea cu potasiu mobil este mică.

Table 1: Chemical properties of typical cambic chernozem – Fundulea
Tabelul 1: Însușiri chimice ale cernoziomului cambic tipic – Fundulea

Horizon <i>Orizontul</i>	UM	Ap	Aph
Horizon depth <i>Adâncime orizont</i>	CM	0-18	18-30
Humus ($C \times 1,72$)	%	3.0	3.0
Total N <i>N total</i>	%	0.179	0.169
C : N	-	11.4	11.8
CaCO_3	%	0.0	0.0
pH (in H_2O)	pH unit <i>unitate pH</i>	6.3	6.5
T	me/100g	21.1	21.3
V 8.3	%(T=100)	89.1	88.7
Total phosphorus (AL) <i>Fosfor total (AL)</i>	ppm	28	14
Mobile potassium <i>Potasiu mobil</i>	ppm	98	87

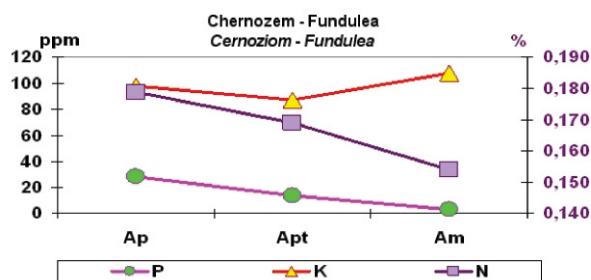


Figure 5. The N, P supply of cambic chernozem from Fundulea
Figura 5. Aprovizionarea cernoziomului cambic de la Fundulea cu N, P

Results Obtained in the Green House

Hydrostability

Regarding hydrostable macroaggregate content in the soil, laboratory analyses and determinations have highlighted the positive effect of the treatment applied with BAZ 50 biopolymer. Thus in the 0-10 cm layer, soil hydrostability of the control variant was 2-4% throughout the experimental cycle, and of the variant treated with BAZ 50 biopolymer ranged between 58 and 76% (at a concentration of 0.1% and 0.2% respectively).

In conclusion, treating typical cambic chernozem soil from Fundulea in pots with BAZ 50 biopolymer suspensions has contributed to the increase of hydrostable macroaggregate content and as far as the residual effect of treatment on hydrostability is concerned, results obtained emphasize a high content of hydrostable macroaggregates throughout experiments.

Dispersion

Regarding the effect of BAZ 50 biopolymer on the dispersion (percentage content of hydrostable microstructural elements with the diameter smaller than 0.01 mm) data obtained through laboratory analyses highlight the fact that the treated soil has lower dispersion values than the untreated soil.

Analyzing the results obtained on the soil from the 0-10 cm layer, the following are found: in the variants of treating soil on the 0-10 cm layer, the dispersion was 11.1% in the control variant, 4.2-5.3% in the treatment with BAZ 50 biopolymer in concentration of 0.1 and 0.2%. These values have clearly highlighted that application of treatment with biopolymers has led to the reduction of fine particles in the soil, namely microstructural elements with the diameter smaller than 0.01 mm. The statistic calculation emphasizes a significative difference between the variants with treated soil and the control variant with untreated soil.

Structural Instability

Structural instability expressed by a synthetic index comprising both macrostructural and

Rezultate obținute în casa de vegetație

Hidrostabilitatea

În privința conținutului solului în macroaggregate hidrostabile, analizele și determinările de laborator au evidențiat efectul pozitiv al tratamentului aplicat cu biopolimer BAZ 50. Astfel, în stratul 0-10 cm, hidrostabilitatea solului în varianta martor a fost 2-4% pe toată durata ciclului experimental, iar a celui tratat cu biopolimer BAZ 50 a fost cuprinsă între 58 și 76% (la concentrația de 0,1%, respectiv de 0,2%).

În concluzie, tratarea solului cernoziom cambic tipic de la Fundulea în vase de vegetație cu suspensii biopolimer BAZ 50 a contribuit la creșterea conținutului în magroaggregate hidrostabile, iar în ceea ce privește remanența efectului tratamentului asupra hidrostabilității, rezultatele obținute pun în evidență un conținut ridicat de macroaggregate hidrostabile pe parcursul experimentărilor.

Dispersia

Cu privire la efectul biopolimerului BAZ 50 asupra dispersiei (conținutul procentual de elemente microstructurale hidrostabile cu diametrul mai mic de 0,01 mm), datele obținute prin analize de laborator evidențiază faptul că solul tratat prezintă valori inferioare ale dispersiei față de solul nefratat.

Analizând rezultatele obținute pe solul din stratul 0-10 cm, se constată următoarele: la variantele de tratare a solului pe grosimea 0-10 cm, dispersia a fost 11,1% la varianta martor, 4,2-5,3% la tratamentul cu biopolimer BAZ 50 în concentrație de 0,1 și 0,2%. Aceste valori au evidențiat clar că aplicarea tratamentului cu biopolimeri a condus la diminuarea conținutului solului în particule fine, respectiv elemente microstructurale cu diametrul mai mic de 0,01 mm. Calculul statistic evidențiază o diferență semnificativă între variantele cu solul tratat și varianta martor cu solul nefratat.

Instabilitatea structurală

Instabilitatea structurală, exprimată printr-un indice sintetic care cuprinde atât date de

microstructural data highlights the positive influence of the treatment with protein biopolymers on the structure of typical cambic chernozem from Fundulea. Analyzing data on the soil in the 0-10 cm layer, it is found that the structural instability index was 5.55 in the control variant and 0.05-0.06 in the variants treated with BAZ 50 biopolymer.

Apparent Density

Regarding soil settlement in the 0-10 cm layer, analytical data characterize apparent density as being low (1.20-1.23 g/cm³) in the control variant and extremely low (0.96-1.05 g/cm³) in variants of treating soil with suspensions of BAZ 50 biopolymer. The statistic calculation highlights a significant difference.

In conclusion, applying BAZ 50 biopolymer to improve the structure of cambic chernozem in pots has led to the improvement of settlement. Most often, the values of apparent density of the treated soil were significantly lower than the ones recorded for the untreated soil (control).

Resistance to Penetration

The analysis of laboratory determination results on the influence of improving the structure of cambic chernozem in pots on the resistance to penetration highlights the positive effect of the treatment with BAZ 50 biopolymer. In the case of 0-10 cm layer soil, resistance to penetration was estimated as medium (approx. 32 kgf/cm²) in control and very low (7-10 kgf/cm²) in the treated variants. Statistically, the difference is significant.

Saturated Hydraulic Conductivity

Regarding soil permeability in pots, in the 0-10 cm layer, the analysis of results obtained in the laboratory highlights the positive effect of structure improvement on saturated hydraulic conductivity.

Thus permeability was moderate (0.01-0.05 log.mm-h) in the control and very high (2.27-2.66 log.mm-h) in the variants of soil treated with suspensions (0.1-0.2%) of BAZ 50 biopolymer, the difference being significant both between treated variants and particularly compared to the control.

macrostructură, cât și de microstructură, evidențiază influența pozitivă a tratamentului cu biopolimeri proteici asupra structurii cernoziomului cambic tipic de la Fundulea. Examînând datele analitice privind solul din stratul 0-10 cm se constată că indicele de instabilitate structurală a fost 5,55 la varianta martor și 0,05-0,06 la variantele de tratare cu biopolimer BAZ 50.

Densitatea aparentă

Cu privire la starea de așezare a solului din stratul 0-10 cm, datele analitice caracterizează densitatea aparentă ca fiind mică (1,20-1,23 g/cm³) la varianta martor și extrem de mică (0,96-1,05 g/cm³) la variantele de tratare a solului cu suspensii ale biopolimerului BAZ 50. Calculul statistic evidențiază o diferență semnificativă.

În concluzie, aplicarea biopolimerului BAZ 50 pentru ameliorarea structurii cernoziomului cambic, în vase de vegetație, a condus la îmbunătățirea stării de așezare. În cele mai dese cazuri valorile densității aparente a solului tratat au fost sensibil mai mici față de cele înregistrate la solul netratat (martor).

Rezistența la penetrare

Analiza rezultatelor determinărilor efectuate în laborator privind influența ameliorării structurii cernoziomului cambic în vase de vegetație asupra rezistenței la penetrare pune în evidență efectul pozitiv al tratamentului cu biopolimer BAZ 50. În cazul solului din stratul 0-10 cm, rezistența la penetrare a fost apreciată ca fiind mijlocie (cca 32 kgf/cm²) la martor și foarte mică (7-10 kgf/cm²) la variantele de tratare. Din punct de vedere statistic, diferența este semnificativă.

Conductivitatea hidraulică saturată

Cu privire la permeabilitatea solului în vase de vegetație, pe stratul 0-10 cm, analiza rezultatelor obținute în laborator pune în evidență efectul pozitiv al ameliorării structurii asupra conductivității hidraulice sature.

Astfel, permeabilitatea a fost moderată (0,01-0,05 log.mm-h) la martor și foarte mare (2,27-2,66 log.mm-h) la variantele cu solul tratat cu suspensii (0,1-0,2%) de biopolimer BAZ 50, diferența fiind semnificativă atât între variantele tratate, dar în special față de martor.

Total Porosity

Results of laboratory analyses and determinations regarding total porosity in the 0-10 cm layer prove that total porosity was very high (58-59%) in the untreated soil from the control variant and extremely high (65-69%) in the soil treated with BAZ 50 biopolymer suspension.

CONCLUSIONS

Biopolymers have been obtained by means of an innovative enzymatic procedure of protein waste processing resulting from leather processing, in combination with other synthetic polymers (polyacrylamide, acrylic polymer, maleic polymer, cellulose, starch, etc.).

Analysis of results from determinations carried out in the Soil Module Hall (green house) regarding the effect of BAZ 50 biofertilizer (concentration 0.1-0.2%) on the improvement of cambic chernozem structure in pots.

Thus, the positive effect of the biopolymer was highlighted on hydrostability, dispersion, structural instability, saturated hydraulic conductivity, resistance to penetration and total porosity of cambic chernozem soil from Fundulea.

In conclusion, multicomponent biopolymer systems can be successfully used to remediate degraded/eroded soils and to enhance greenhouse and field plant growth.

Acknowledgements

This article was elaborated within the Project PNCDI II – IDEAS entitled “Research regarding the remediation and/or conditioning of degraded, eroded or contaminated soils with multi-component systems of biodegradable polymers”, financed by UEFISCU, Romania, financing contract no. 1123/2009.

REFERENCES

1. Bailey, A.J., *J. Soc. Leath. Tech. Ch.*, **1992**, 76, 111.
2. Canarache, A., Physics of Agricultural Soils (in Romanian), **1990**, Ceres Publishing House, Bucharest.
3. Chițanu, G.C., Creanga, D.M., Hirano, T., Badea, N., Supramolecular Structures in Complex Systems from Natural and

Porozitatea totală

Rezultatele analizelor și determinărilor de laborator cu privire la porozitatea totală în stratul 0-10 cm arată că porozitatea totală a fost apreciată ca foarte mare (58-59%) la solul nefertilizat din varianta martor și extrem de mare (65-69%) la solul tratat cu suspensia biopolimerului BAZ 50.

CONCLUZII

Biopolimerii au fost obținuți printr-un procedeu inovativ enzimatic de prelucrare a deșeurilor proteice rezultate la prelucrarea pieilor, în combinație cu alți polimeri sintetici (poliacrilamidă, polimer acrilic, polimer maleic, celuloză, amidon, etc.).

Analiza rezultatelor determinărilor efectuate în hala module sol (casa de vegetație) cu privire la efectul biofertilizatorului BAZ 50 (concentrație 0,1-0,2%) asupra ameliorării structurii cernoziomului cambic în vase de vegetație.

Astfel s-a pus în evidență efectul pozitiv al biopolimerului asupra hidrostabilității, dispersiei, instabilității structurale, conductivității hidraulice sature, rezistenței la penetrare și porozității totale a solului cernoziom cambic Fundulea.

În concluzie, sistemele multicomponente de biopolimeri pot fi utilizate cu succes la remedierea solurilor degradate/erodate și la creșterea plantelor de seră și de câmp.

Mulțumiri

Această lucrare a fost elaborată în cadrul Proiectului „Cercetări privind remedierea și/sau condiționarea solurilor degradate, erodate sau contaminate cu sisteme multicomponente de polimeri biodegradabili”, finanțat de UEFISCU, România, în cadrul programului PNCDI II – IDEI, prin contract de finanțare nr. 1123/2009.

- Synthetic Polymers. I. Interaction between Collagen, Maleic Polyelectrolytes and Chromium Ions, *Rev. Roum. Chim.*, **2002**, 47 (3-4), 343.
4. Voicu, P., Chivulete, S., Mihalache, M., Morărescu, V., Chițanu, G.C., Carpov, A., Experimental Results Regarding the Possibility of Reducing the Intensity of Erosion Processes on Slopes with Agricultural Application Using Structural Stabilizers (in Romanian), *Soil Physics and Technology*, SNRSS Publications, **1997**, 29A, 69-80.
 5. Lăcătușu, R. (coord.), The Impact of Pollution Sources from Peri-urban and Urban Horticultural Sites on the Environment and Vegetable Products (in Romanian), Est Falia Publishing House, **2004**.
 6. Zăinescu, G., Voicu, P., Gherghina, A., Sandru, L., "Exploratory Research Regarding the Use of Organic Biopolymers from Tanneries in Agriculture (Part I and Part II)", *Leather and Footwear Journal*, **2009**, 9(4).
 7. Zainescu, G., Voicu P., Albu E., Sandru L., Romania, Patent request no. A 00655: Innovative Process of Obtaining Biocompost Based on Hide Wastes, **2008**.
 8. Voicu, P., Research on the Use of Polymers in Agriculture (in Romanian), Bren Publishing House, Bucharest, **2008**.