

BIO WOOL ORGANIC FERTILIZER – CIRCULAR BUSINESS MODEL OF RECOVERING BIODEGRADABLE WASTE

FERTILIZANTUL ORGANIC BIO WOOL – MODEL DE AFACERE CIRCULARĂ PRIN VALORIFICAREA DEȘEURILOR BIODEGRADABILE

Natalia ROTARI, drd

<https://orcid.org/0000-0003-3882-2248>

Institutul de Cercetare, Inovare și Transfer Tehnologic al UPSC, Chișinău,
Republica Moldova

Abstract: The given article reflects the importance of responsible management of natural resources and biodegradable waste to ensure a sustainable environment for future generations. It highlights the benefits of using sheep wool as a natural organic fertilizer in agriculture and emphasizes the close connection between training, research, innovation and entrepreneurship in promoting sustainable development. The company „Bio Circular” SRL initiates a circular business model for the valorization of organic waste, directly launching the production of the organic fertilizer „Bio Wool”, thus contributing to the objectives of sustainable development and increasing sustainability in economic activities.

Keywords: biodegradable waste, organic fertilizer, sustainable agriculture, circular economy, innovation, sustainable development.

Rezumat: Articolul dat reflectă importanța gestionării responsabile a resurselor naturale și a deșeurilor biodegradabile pentru a asigura un mediu durabil pentru generațiile viitoare. Se evidențiază beneficiile valorificării lânii de oaie ca fertilizant organic natural în agricultură și se subliniază legătura strânsă între instruire, cercetare, inovație și antreprenoriat în promovarea dezvoltării durabile. Compania „Bio Circular” SRL inițiază un model de afacere circulară pentru valorificarea deșeurilor organice, nemijlocit lansarea producerii fertilizantului organic „Bio Wool”, contribuind astfel la obiectivele de dezvoltare durabilă și creșterea sustenabilității în activitățile economice.

Cuvinte cheie: deșeuri biodegradabile, fertilizant organic, agricultură sustenabilă, economie circulară, inovație, dezvoltare durabilă.

Pentru a asigura un mediu durabil pentru viitoarele generații, trebuie să gestionăm resursele naturale cu responsabilitate. Producția și consumul excesiv sunt cauzele principale ale problemelor de mediu actuale: poluare, epuizare de

resurse, încălzire globală și pierdere de biodiversitate. Prosperitatea noastră și calitatea vieții depind de utilizarea rațională a acestor resurse. În agricultură, utilizarea excesivă a substanțelor chimice și agricultura intensivă au deteriorat solurile și au produs reziduuri nesănătoase. Transformarea deșeurilor organice în fertilizanți organici naturali reprezintă o oportunitate pentru gestionarea eficientă a deșeurilor și pentru a susține afacerile.

Lâna de oaie, un produs secundar bogat în cheratină, provenind din creșterea oilor și industria textilă, este dificil degradabilă și reprezintă o problemă ecologică în cazul depozitării necontrolate, inclusiv în Republica Moldova. În ultimul deceniu, s-au accelerat cercetările privind reutilizarea și reintegrarea acestui deșeu în economie, identificându-se modalități de folosire a lânii în alte domenii, precum agricultura, construcțiile și industria farmaceutică [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10].

La nivel elemental, compoziția chimică a lânii este reprezentată preponderent de carbon, hidrogen, oxigen, azot și sulf. După V. Taftă [11], componența chimică a lânii de oaie este prezentată în Tabelul 1. Date similare prezintă și alți autori. [11, 12].

Tab. 1. Compoziția chimică a lânii de oi

Denumirea nutrienților	Unități, %
Azot (N)	11,00%
Anhidridă fosforică (P₂O₅)	0,13%
Magneziu (MgO)	0,13%
Potasiu (K₂O)	4,20%
Sulf (S)	2,00%
Calciu (CaO)	0,39%
Materie organică	88,20%
Microelementele	
B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn	

Adăugată în sol, bacteriile descompun lâna, pe o perioadă lungă, în elementele sale componente. Forma în care este adăugată, determină potențialul acesteia de retenție a apei în sol și durata de descompunere.

	<p>RETENȚIA APEI Peleții de lână pot reține apa de până la 4 de ori greutatea lor. Lâna reține umiditatea atmosferică și o eliberează în condiții de secetă. Acest lucru poate reduce cantitatea de udare, protejând rădăcinile plantelor.</p>		<p>FERTILIZANT NATURAL Peleții de lână se descompun încet în grădina dvs., eliberându-și nutrienții înapoi în sol. Lâna este foarte bogată în azot și carbon și va adăuga, de asemenea, calciu, magneziu, fier, sulf și alți nutrienți.</p>		<p>RECICLAREA NUTRIENȚILOR ȘI REDUCEREA DEȘEURILOR Peleții noștri de lână deturneză deșeurile de lână din gropile de gunoi și returnează acești nutrienți înapoi în sol.</p>
	<p>AERAREA SOLULUI Peleții de lână se vor extinde în apă și vor adăuga aerare solului (porozitate), crescând nivelul de oxigen. Astfel, se creează un substrat fizic, în care planta se fixează cu ușurință.</p>		<p>REPELENT PENTRU DĂUNĂTORI Lâna este un repelent natural pentru melci, unii dăunători și buruieni. Când este folosit în jurul bazei plantelor, le poate menține protejate și în siguranță.</p>		<p>FERTILIZANT BIODEGRADABIL CU ELIBERARE PROLONGATĂ Peleții se păstrează în sol și se descompun treptat până la 6-10 luni, unde eliberează în mod constant îngrășământ pentru plante.</p>

Fig. 1. Avantaje ale utilizării fertilizantului Bio Wool

Lansarea afacerii în vederea producerii fertilizantului a fost precedată de o cercetare proprie efectuată în contextul elaborării lucrării de licență la specialitatea Chimie „*Potențialul de valorificare a lânii de oi în calitate de fertilizant organic natural în Republica Moldova*” [13], în perioada 2020-2022, ceea ce reflectă o relație strânsă între domeniile **instruire-cercetare-inovare-antreprenoriat**. Rezultatele cercetării sunt prezentate în Anexa 1.

Astfel, prin efectuarea unor analize fizico-chimice asupra probelor de sol tratate cu lână de oaie în diferite forme: brută, pulbere și peletizată (Figura 2), cercetarea practică a examinat impactul acestor tratamente asupra solului specific din Republica Moldova și asupra culturilor specifice regiunii. Aceasta a furnizat informații relevante cu privire la utilizarea lânii de oaie ca fertilizant organic natural, demonstrând beneficiile potențiale. Aceste rezultate au deschis posibilitatea de a utiliza lâna de oaie ca resursă principală în producția de fertilizanți organici, contribuind astfel la crearea unui ciclu economic închis – un model economic circular. Scopul acestei cercetări a fost să îmbunătățească eficiența afacerilor agricole și să reducă impactul negativ asupra mediului înconjurător.



a. lână integrală



b. lână peletizată



c. lână măcinată

Fig. 2. Forme de utilizare a lânii brute în calitate de fertilizant natural

Peleții din lână pot fi produși prin granulare cu calibru mic, prin utilizarea granuloarelor specializate. Oferă o eliberare lentă a azotului, pe o perioadă de până la 6 luni. Acest lucru este foarte important pentru multe dintre culturile noastre de legume. Multe îngrășăminte organice cu azot funcționează prea repede și asta înseamnă că nu sunt suficient de durabile. Riscul de levigare este redus, îngrășământul rămânând în sol chiar și după multiple precipitații abundente. Adăugați în pământ, pe măsură ce peleții se înmoaie în apă, se umflă și se extind ajutând la creșterea porozității și oxigenării solului (Figura 3). Astfel, rădăcinile devin tot mai puternice și pătrund tot mai adânc în sol.



Comparativ cu lâna brută, materia organică are un volum considerabil redus, ușor de dozat ceea ce elimină riscul putrezirii plantei, dacă lâna este adăugată în exces.

Fig.3. Procesul de absorbție a apei de către fertilizant și aerare a substratului

La etapa actuală, modelul de afacere circulară a fost inițiat de către compania „Bio Circular” SRL, prin implementarea proiectului „Wool waste for organic farming”, aflat în proces de implementare. În acest context, în 2023 a fost inițiat procesul de certificare și omologare a fertilizantului organic din lână de oi prin colaborare cu Centrul de Stat pentru Atestarea și Omologarea Produselor de Uz Fitosanitar și al Fertilizanților, la etapa actuală aflându-se în proces de desfășurare în prima etapă: *cercetarea-experimentarea-testarea de stat a produsului* în colaborare cu Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor.

Pentru procesul de cercetare de stat, a fost selectat un tip de cultură din categoria „culturilor cu cerințe



Fig. 4. Eșantionul de cercetare de stat

crescute față de azot” – cultura de roșii (din aceeași categorie fac parte roșiile, castraveții, ardeiul, salata ș.a. – cele mai frecvente culturi cultivate în câmp protejat și în câmp deschis în RM). Testarea se efectuează în 4 variante: martor (de control) – varianta fără tratare, produsul solicitat pentru cercetare-testare-experimentare de stat în 2 doze (se consideră două variante), în cazul fertilizantului Bio Wool se testează pentru doza minimă 100 g/m² și doza optimă de 150 g/m² și varianta etalon – pentru comparație (a fost selectat drept fertilizant probă St. Rokohumin). Procedura de certificare și omologare de stat se realizează în conformitate prevederile *LEGII nr. 119 din 22-06-2004* cu privire la produsele de uz fitosanitar și la fertilizanți [14] și a *HOTĂRĂRII GUVERNULUI Nr. 1307 din 12-12-2005* cu privire la aprobarea Regulamentului privind atestarea și omologarea de stat a produselor de uz fitosanitar și a fertilizanților pentru utilizare în agricultură și silvicultură [15]. În acest context, înregistrarea unui fertilizant produs în RM poate fi realizată în câteva etape consecutive și conexe:

- I. cercetarea-experimentarea-testarea produsului
- II. elaborarea dosarului produsului și a expertizei toxicologice
- III. omologarea și înregistrarea de stat
- IV. licențiere a unității de drept în vederea comercializării produselor de uz fitosanitar și a fertilizanților.

De asemenea, în cadrul proiectului a fost elaborată identitatea vizuală a fertilizantului (brandbook), fiind desfășurate procedurile legale de înregistrare a mărcii (Figura 5) conform prevederilor legale, în strânsă colaborare cu Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală (AGEPI).

Un alt aspect important al inițierii și dezvoltării modelelor de afaceri circulare, ține de sprijinul implementării strategiilor naționale și internaționale de dezvoltare durabilă, în acest context modelul de afacere promovat de compania Bio Circular SRL, în vederea

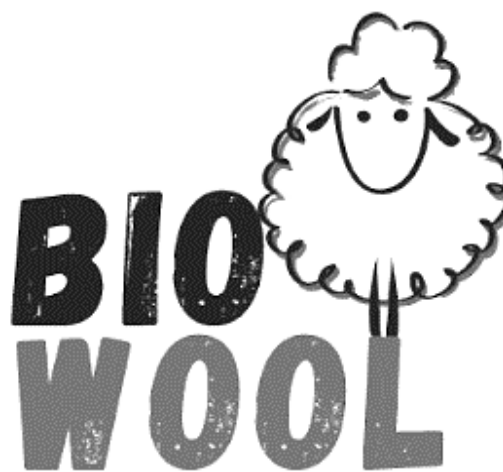


Fig. 5. Marca înregistrată a fertilizantului Bio Wool

valorificării deșeurilor organice, sprijină implementarea a 11 dintre cele 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă (ODD) la nivel european, contribuind astfel la creșterea sustenabilității în domeniul activităților economice (Figura 6).



Fig. 6. Obiective de dezvoltare durabilă (ODD) sprijinite prin producerea și comercializarea fertilizantului „Bio Wool”

Concluzii

Analiza literaturii de specialitate și cercetărilor în domeniul fertilizanților organici ne-a permis reliefaarea unor metode practice de valorificare a deșeurilor din lână de oi în scopuri utile, în calitate de fertilizanți organici naturali.

Datorită structurii chimice complexe, lână are un potențial de degradare prolongată, ceea ce favorizează descompunerea treptată a fertilizantului în sol.

Rezultatele arată că lână are o capacitate mare de absorbție și de menținere a apei, fapt care previne uscarea solului și, astfel, minimalizează procesele de eroziune.

În comparație cu îngrășămintele organice tradiționale, utilizarea de fertilizanți naturali în agricultura ecologică nu are ca scop principal furnizarea de nutrienți, dar se axează pe îmbunătățirea fizică, chimică și proprietățile biologice ale solului.

Analiza fizico-chimică a probelor de sol, caracteristice Republicii Moldova, cu adaos de lână de oi: în formă brută/ neprelucrată, în formă de pulbere și în formă peletizată (granule), a furnizat un șir de rezultate pozitive în ceea ce privește utilizarea acestor fertilizanți, cum ar fi următoarele: contribuie la retenția apei în sol, sporește porozitatea solului, totodată contribuind la dezvoltarea eficientă a sistemului radicular, de asemenea aerația sporită a solului cu adaos de fertilizanți, în special a peleților din lână contribuie la creșterea potențialului redox al solului, ceea ce favorizează procesele de oxidare și contribuie la creșterea plantelor.

Problema deșeurilor din lână de oi rămâne a fi o problemă la nivel de țară, iar valorificarea acesteia în calitate de fertilizant organic natural, inclusiv

prin producerea și comercializarea fertilizantului „Bio Wool” ar deveni o soluție rentabilă pentru fermierii locali.

Inițierea unei afaceri pentru producerea de fertilizant organic din lână de oi a fost precedată de cercetări extinse, reflectând o strânsă legătură între instruire, cercetare, inovație și antreprenoriat.

Compania „Bio Circular” SRL a inițiat un model de afacere circulară pentru valorificarea deșeurilor organice și sprijină implementarea mai multor Obiective de Dezvoltare Durabilă (ODD), contribuind la creșterea sustenabilității în activitățile economice.

Legătura dintre instruire, cercetare, inovație și antreprenoriat este esențială pentru progresul societății în secolul XXI. Promovarea acestei legături și investirea în fiecare dintre aceste domenii poate contribui la o dezvoltare economică și socială mai robustă și durabilă.

Bibliografie

1. ADI, M. A. Cercetări privind utilizarea lânii de oaie în culturile dendro-horticole. Teză de doctorat, 2020. Cluj-Napoca.
2. ALLAFI, F., HOSSAIN, M. S., LALUNG, J. et al. Advancements in Applications of Natural Wool. In: *Journal of Natural Fibers*, Vol. 17, 2020. ISSN: 1544-0478.
3. GOEMEZ, R. Fertilizantes orgánicos: órgano-minerales y enmiendas orgánicas. In: *Terralia*, 2018, Nr. 95, 2014.
4. KARLOVSKY, J. Cycling of nutrients and their utilisation by plants in agricultural ecosystems. In: *Agro-Ecosystems*, vol. 7, 1981, 127-144 pp.
5. KUMAR, V., MILLS, D. J., ANDERSON, J. D., MATTOO, A. K. An alternative agriculture system is defined by a distinct expression profile of select gene transcripts and proteins. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 2004. 10535-10540.
6. MARIA, A., PĂCURAR, I. Study on the use sheep wool, in soil and fertiloization as the mixture into cubes nutrients. In: *Proenvironment*, 2015. 8:290-292.
7. NUSTOROVA, M., BRAIKOVA, D., GOUSTEROVA, A., VASILEVA-TONKOVA, E., NEDKOV, P. Chemical, microbiological

- and plant analysis of soil fertilized with alkaline hydrolysate of sheep's wool waste. In: World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2006. V. 22, 383–390 pp. Springer 2005. DOI 10.1007/s11274-005-9045-9
8. ORDIALES, E., GUTIÉRREZ, J. I., ZAJARA et.al. Assessment of utilization of sheep wool pellets as organic fertilizer and soil amendment in processing tomato and broccoli. In: Modern Agricultural Science and Technology, 2 (2):20–35, 2016.
 9. SHARMA, S.C., SAHOO, A., CHAND, R. Potential use of waste wool in agriculture: an overview. In: Indian Journal of Small Ruminants, 2019, 25(1): 1-12.
 10. TIWARIA, V. N., PATHAKL, N., LEHRI, K. Response to differently amended wool-waste composts on yield and uptake of nutrients by crops. In: Biological Wastes, vol. 28, nr. 4, 1989, 313-318 pp.
 11. TALFĂ, V. Creșterea ovinelor și caprinelor – ediția II. Editura Ceres, 2010. 397 p. ISBN 9789734008612
 12. SAVEL, I. Chimia lânii. București, Editura tehnică, 1979. 345 p.
 13. ROTARI, N. Potențialul de valorificare a lânii de oi în calitate de fertilizant organic natural în Republica Moldova: tz. de lic. în chimie. Chișinău, 2022. 49 p.
 14. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=136500&lang=ro
 15. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=125303&lang=ro

Anexa 1.

Rezultatele generale ale cercetării efectuate în perioada 2020-2022

Partea practică a cercetării s-a desfășurat în două etape distincte:

I etapă – testarea procesului de germinare a semințelor de tomate și a boabelor de fasole în substrat de biohumus (100 g de biohumus + 50 ml apă distilată) în comparație cu proba de control (germinarea în apă distilată). Analizând creșterea sistemului radicular și a lungimii lăstarilor în raport cu proba de control ne-am propus să determinăm gradul de impact al biohumusului pur asupra obiectului testat.

II etapă – testarea procesului de creștere a răsadurilor timp de patru săptămâni. În fiecare săptămână am măsurat înălțimea răsadurilor de tomate (*familia*

solanaceae) și fasole (*familia fabaceae*) în șase tipuri de substrat, vezi descrierea în Tabelul de mai jos.

Tab. 2. Descrierea probelor de substrat utilizate în cercetare

Numărul probei	Tipul substratului
Proba 1	Proba de control (sol cernoziom tipic)
Proba 2	Sol cernoziom
Proba 3	Biohumus (preparat prealabil din 10 părți de cernoziom și 1 parte de praf din lână de oi)
Proba 4	Sol cernoziom + biohumus, în raport de 1:10
Proba 5	Sol cernoziom + lână integrală
Proba 6	Sol cernoziom + peleți din lână, în raport de 1:10 (preparați în prealabil din lână de oi și rumeguș din lemn în raport de 1:3)

Pentru cercetarea impactului produs de diferite tipuri de fertilizant pe bază de lână de oi asupra solului și asupra plantelor au fost cercetați un șir de parametri morfologici și fizico-chimici ai plantelor și solului, prezentați în Tabelul 3.

Tab. 3. Parametri și metode de cercetare utilizate

Nr.	Parametrul cercetat	Metoda utilizată
1	Lungimea răsadului, mm	Determinarea valorilor săptămânale cu rigla milimetrică
2	Lungimea sistemului radicular, mm	Determinarea valorilor săptămânale cu rigla milimetrică
3	Umiditatea solului	Determinarea valorilor săptămânale cu ajutorul senzorului de umiditate Neulog
4	Reacția solului, pH	Determinarea valorilor săptămânale cu ajutorul senzorului de pH Neulog
5	Porozitatea solului	Determinarea valorilor inițiale și finale prin formulă de calcul după densitatea substratului
6	Capacitatea de oxido-reducere, mV	Determinarea valorilor săptămânale cu ajutorul potențiometrului Neulog

Cercetarea a fost efectuată prin biotestare directă, ca obiecte de testare fiind răsadul de *Solanum lycopersicum sp.*, familia Solanaceae (specie legumicolă cu consum nutritiv moderat), *Phaseolus vulgaris sp.*, familia Fabaceae (specie

legumicolă cu consum nutritiv scăzut) și **probele de substrat**. Experimentul s-a desfășurat într-o perioadă de 4 săptămâni.

Rezultatele generale sunt prezentate în diagramele de mai jos:

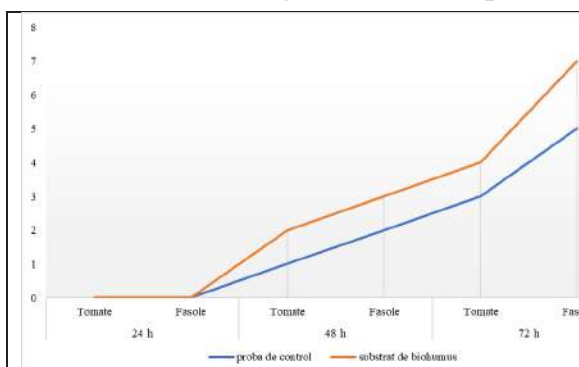


Fig. 7. Dinamica de încloțire comparativă a semințelor, mm

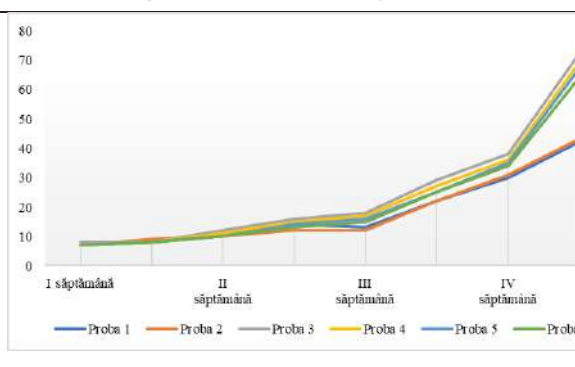


Fig. 8. Dinamica de creștere a lungimii răsadurilor pe diferite soluri, mm

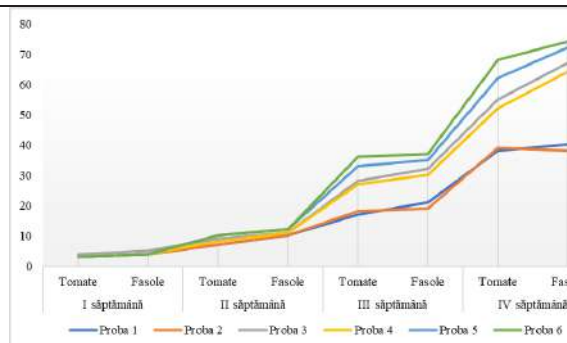


Fig. 9. Dinamica de creștere a lungimii sistemului radicular pe diferite soluri

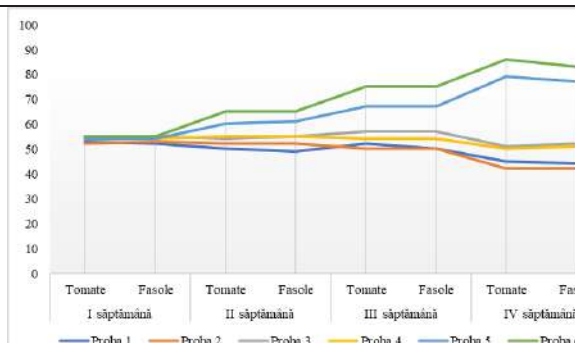


Fig. 10. Evoluția umidității substratului în perioada de cercetare

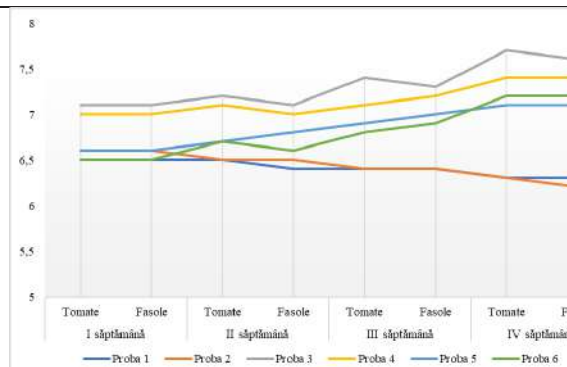


Fig. 11. Dinamica evoluției pH în substraturile de cercetare

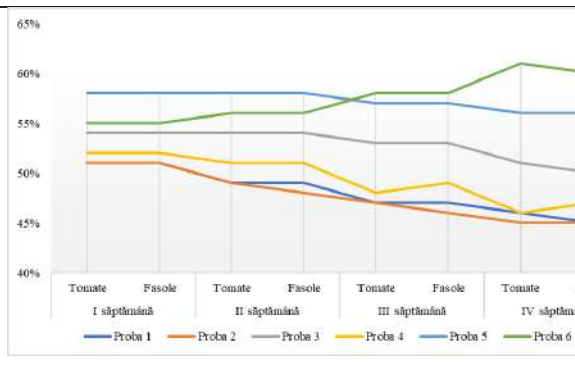


Fig. 12. Evoluției gradului de porozitate a substraturilor de cercetare

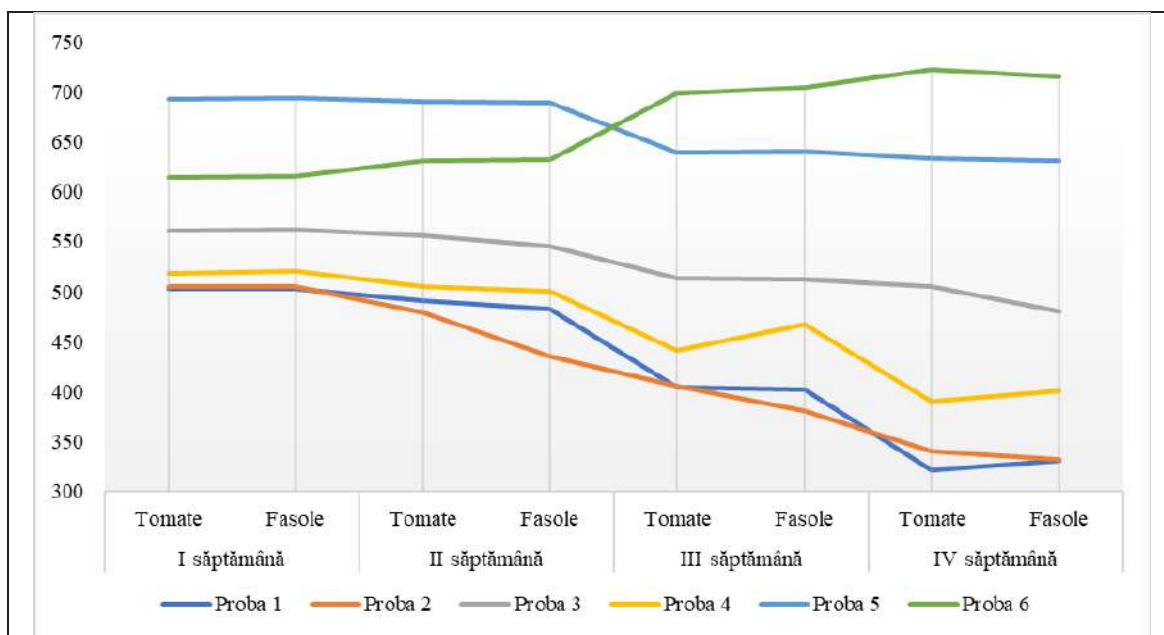


Fig. 13. Dinamica valorii potențialului redox în substratele de cercetare, mV