

UNIVERSITATEA "AUREL VLAICU" DIN ARAD
FACULTATEA DE INGINERIE ALIMENTARĂ, TURISM ȘI PROTECȚIA MEDIULUI

REZUMAT
TEZĂ DE DOCTORAT

COORDONATOR ȘTIINȚIFIC
Profesor Universitar Doctor Chimist Abilitat Florentina-Daniela Munteanu

DOCTORAND
Chereji C. Bianca-Denisa

ARAD
2024

UNIVERSITATEA "AUREL VLAICU" DIN ARAD
FACULTATEA DE INGINERIE ALIMENTARĂ, TURISM ȘI PROTECȚIA MEDIULUI

REZUMAT
VALORIFICAREA DEȘEURILOR DIN LÂNĂ DE
OAIE

COORDONATOR ȘTIINȚIFIC
Profesor Universitar Doctor Chimist Abilitat Florentina-Daniela Munteanu

DOCTORAND
Chereji C. Bianca-Denisa

ARAD
2024

CUPRINS

Scopul lucrării.....	1
Obiective.....	2
Capitolul I. Importanța creșterii ovinelor, origini și aspecte introductive.....	3
Capitolul II. Morfologia fibrelor de lână.....	4
Capitolul III. Caracteristicile speciale și domeniile de aplicare ale fibrei de lână.....	5
Capitolul IV. Studiu statistic privind importanța economică oferită de ovine.....	7
IV.1. Materiale și metode.....	7
IV.2. Rezultate și discuții.....	7
IV.3. Concluzii și recomandări.....	14
Capitolul V. Studiu privind eficiența fibrelor din lână de oaie de a reține metalele grele din apele poluate.....	15
V.1. Obiective propuse.....	15
V.2. Materiale și metode.....	15
V.3. Rezultate și discuții.....	17
V.4. Concluzii și recomandări.....	21
Concluzii generale.....	22
Bibliografie selectivă.....	23

SCOPUL LUCRĂRII

Valorificarea deșeurilor de lână de oaie are potențialul de a avea un impact substanțial asupra economiei circulare și de a reduce costurile asociate gestionării deșeurilor de acest tip. Acest proces implică conversia unui produs secundar problematic în resurse valoroase care pot fi utilizate într-o serie de industrii.

În fiecare an, se produce o cantitate semnificativă de deșeuri agricole, din care face parte lâna de oaie, care poate avea consecințe grave asupra mediului înconjurător dacă nu este gestionată corect.

În plus, compoziția chimică complexă și capacitatea de a se descompune în mod natural fac din lână un material versatil, cu o gamă largă de utilizări dincolo de cele textile. Ea poate fi utilizată în domenii precum agricultura, biomedicina și ingineria mediului, ceea ce nu numai că îi sporește valoarea, dar contribuie și la minimizarea impactului negativ asupra mediului.

Utilizarea deșeurilor de lână de oaie este un subiect de mare importanță datorită capacității sale de a aborda o serie de probleme de mediu. Elaborarea unor strategii durabile de gestionare a deșeurilor este esențială pentru minimizarea impactului deșeurilor din lână asupra mediului înconjurător [6].

Prin integrarea diferitelor metode de valorificare, procesul de gestionare a deșeurilor de lână este îmbunătățit, ceea ce duce la creșterea eficienței, reducerea costurilor de eliminare și minimizarea impactului asupra mediului. Această abordare promovează, de asemenea, o economie circulară care prioritizează utilizarea resurselor și durabilitatea.

Prin urmare, scopul acestei teze de doctorat este de a analiza impactul deșeurilor de lână de oaie asupra mediului înconjurător și aplicarea metodelor spectrofotometrice în studierea eficienței reținerii metalelor grele din ape contaminate cu astfel de metale.

OBIECTIVE

Lâna de oaie este cea mai cunoscută materie primă folosită în industria textilă. Întrucât cererea de lână nu este la un nivel atât de ridicat, iar producția este foarte mare, cantități uriașe de lână ajung peste tot în mediul înconjurător devenind un poluant al mediului.

Lâna de oaie este un material natural accesibil, durabil și regenerabil. Fibrele de lână de oaie au proprietăți unice și de dorit în domeniile de mediu, care o fac un excelent absorbant de contaminanți periculoși pentru mediu.

Prezența deșeurilor din lână de oaie au luat o amploare deosebită, deoarece din cauza lipsei unui management riguros a deșeurilor de lână și totodată lipsa unei legislații bine definite și a aplicării corecte, deșeurile de lână nu doar că au ajuns să impacteze întreg ecosistemul, dar sunt și o problemă reală cu care tot mai des se confruntă omenirea.

Grupările amidă, sulfhidril, hidroxil și carboxil prezente în lână de oaie prezintă interacțiuni puternice cu ionii de metale grele prin intermediul forțelor de valență. Grupele funcționale care conțin azot și sulf au o afinitate puternică pentru ionii de metale grele, rezultând un proces de atracție între acestea.

Acest lucru se datorează prezenței unor grupări polare ionizabile pe lanțul de reziduuri de aminoacizi din fibra proteică care se găsește pe suprafața lânii. Acest grup are capacitatea de a forma legături puternice cu ionii de metale grele. Luând la cunoștință aceste aspecte, am propus ca partea de cercetare din aceasta teză de doctorat să se abordeze următoarele obiective:

1. Evaluarea impactului producției de ovine și lână la nivel mondial, european și românesc.
2. Eficiența fibrelor din lână de oaie de a reține metalele grele din apele poluate.
3. Optimizarea eficienței filtrelor din lână de oaie.

CAPITOLUL I. IMPORTANȚA CREȘTERII OVINELOR, ORIGINI ȘI ASPECTE INTRODUCATIVE

Introducere

Dovezile arheologice sugerează că oile domesticate au fost descoperite pentru prima dată în munții Taurus din sud-estul Anatoliei în urmă cu aproximativ 10.500 de ani. Această descoperire indică faptul că această regiune ar putea fi locul de naștere al domesticirii oilor.

În cele din urmă, oile s-au răspândit în Lumea Veche în timpul perioadei neolitice, urmând căile migrației umane. Acestea au urmat două căi principale către Europa: una prin Europa continentală, de-a lungul Dunării, și cealaltă prin Marea Mediterană, ajungând pe insule mari precum Cipru și Sardinia între mileniile IX și VI î.Hr.

Oile, cunoscute sub denumirea științifică de *Ovis aries*, sunt mamifere care fac parte din grupul rumegătoarelor. Au o structură dentară unică, cu dinți incisivi superiori lipsă și un stomac împărțit în patru compartimente, de mărime medie și copitate, având copita despicată în două.

Greutatea unei oi sănătoase variază între 45 și 100 de kilograme, în timp ce un berbec cântărește de obicei între 45 și 160 de kilograme. Atunci când oaia ajunge la maturitate, aceasta posedă un total de 32 de dinți. Cu toate acestea, în timpul procesului de maturizare, numărul dinților scade la 20. Dinții din față sunt un instrument valoros pentru a determina vârsta unei oi, în special în primii ani de viață. Acest lucru se datorează faptului că, în fiecare an, un set de dinți de lapte este înlocuit cu dinți de adult [7].

Majoritatea oilor sunt clasificate în funcție de adecvarea lor pentru anumite scopuri, cum ar fi producția de lapte, carne, lână, piele sau o combinație a acestor caracteristici. Alte caracteristici utilizate în clasificare includ culoarea tipică a feței, care este de obicei albă sau neagră, prezența sau absența coarnelor, lungimea cozii și topografia rasei. Rasele sunt de obicei clasificate în funcție de caracteristicile lânii lor [2].

Proprietățile lânii diferă de la o rasă la alta, cu variații în ceea ce privește densitatea, curbura, lungimea și rectitudinea. Chiar și în cadrul unui singur grup, există variații în ceea ce privește tipul și calitatea lânii, ceea ce face ca clasificarea acesteia să fie o parte esențială a prelucrării comerciale a fibrelor. Oile din diferite rase prezintă variații în ceea ce privește dimensiunile fizice, inclusiv înălțimea și greutatea.

CAPITOLUL II. MORFOLOGIA FIBRELOR DE LÂNĂ

Introducere

Lâna de oaie este un material natural, ușor accesibil, durabil și regenerabil. Aceasta este o fibră textilă naturală investigată în prezent în sectorul științelor medicale și chimice.

Modificarea chimică a lânii este făcută pentru a îmbunătăți proprietățile chimice și fizice. Aceste modificări se fac de obicei pe grupările mercapto (-SH) ale lânii de oaie care sunt reduse din legătura di-sulfură cu reactivii alcalini [10].

Lâna de oaie este compusă din 95% cheratină pură, restul de 5% constând din hidrocarburi și alte substanțe. Între 11% - 17% din acestea sunt formate din cisteină, care are o cantitate semnificativă de sulf. Diametrul fibrei de lână variază în funcție de rasa de oaie, variind între 11,5 și 47 μm . În plus, lâna de oaie conține o compoziție de 40% aminoacizi hidrofilii și 60% aminoacizi hidrofobi [10,13,14,20,24].

Fibra de lână este o proteină fibroasă, cheratinoasă, compusă din 20 de aminoacizi diferiți, care sunt conectați printr-o combinație de diferite tipuri de legături, cum ar fi legături de hidrogen, disulfură, hidrofobe și ionice. Aceste legături contribuie la creșterea rezistenței mecanice și a stabilității structurii cheratinei și a materialelor cheratinoase.

Stabilitatea, rezistența și insolubilitatea cheratinei se datorează structurii complexe a rețelei formate de numeroasele legături disulfură puternice dintre grupele tiol (-SH) din reziduurile de cisteină.

Aceste legături există în interiorul și între polipeptidele cheratinei, contribuind la proprietățile sale unice. Structura formată de polipeptidele adiacente și de legăturile încrucișate sulf-sulf contribuie la compactitatea cheratinei.

Cheratina este o proteină fibroasă care conține o cantitate semnificativă de cisteină în secvența sa de aminoacizi. Cheratina are un conținut mai ridicat de cisteină în structura sa în comparație cu alte proteine structurale, variind de obicei între 7-13%.

Compoziția cheratinei nu se limitează la cisteină, care joacă un rol crucial în formarea legăturilor disulfură între lanțurile proteice. De asemenea, conține cantități semnificative de alți aminoacizi precum arginină, glicină, serină, prolină, acid glutamic și acid aspartic, precum și aminoacizii esențiali valină, leucină și treonină [10].

CAPITOLUL III. CARACTERISTICI SPECIALE ȘI DOMENIILE DE APLICARE ALE FIBREI DE LÂNĂ

Introducere

Fibra de lână de oaie este foarte apreciată în diverse industrii, în special în industria textilă, datorită numeroaselor sale proprietăți avantajoase. Lâna este un material esențial în îmbrăcăminte și aplicații industriale datorită beneficiilor sale inerente.

Sustenabilitatea lânii este un alt factor esențial care contribuie la utilizarea sa pe scară largă. Oile produc anual, în mod natural lână nouă, făcând din aceasta o resursă regenerabilă. Acest lucru contrastează cu fibrele sintetice, care sunt adesea derivate din produse petrochimice și au un impact semnificativ asupra mediului înconjurător.

Lâna în condiții naturale și-a dezvoltat mecanisme de reducere a atacurilor bacteriene și fungice. Celulele cuticulelor lânii creează o suprafață neuniformă pe fibră, ceea ce face mai dificilă aderarea microbilor. Stratul lipidic al epicuticlei poate avea, de asemenea, proprietăți antibacteriene, ca și unii dintre compușii care dau mirosul caracteristic de lână.

Fibrele de lână prezintă o combinație unică de durabilitate și elasticitate, ceea ce le face potrivite pentru diverse aplicații, deși se confruntă cu anumite limitări [1].

Lâna este în mod inerent moale, durabilă și are o rezistență ridicată la uzură și rupere, contribuind la longevitatea sa în diferite utilizări. Elasticitatea fibrelor de lână este remarcabilă, deoarece acestea pot reveni la forma inițială după deformare, ceea ce este benefic pentru aplicațiile care necesită flexibilitate și reziliență. Cu toate acestea, factorii de mediu, cum ar fi umiditatea și expunerea la UV, pot afecta semnificativ proprietățile mecanice ale lânii.

Dintre toate fibrele textile utilizate în mod obișnuit, lâna este cea mai rezistentă la ardere. Este greu de aprins, se extinde încet și se stinge ușor. Reziduul este o cenușă la temperatură joasă, fragilă, care nu se lipește (spre deosebire de fibrele acrilice, poliamidice și poliester).

Proprietățile naturale care contribuie la inflamabilitatea scăzută a lânii sunt:

- a) temperatură ridicată de aprindere (750 – 800°C);
- b) indicele de oxigen limitator ridicat (25 – 26%);
- c) conținut ridicat de azot (16%);
- d) conținut ridicat de umiditate (10 – 14%);
- e) nu se topește și nu curge/picură [17,46].

Timp de secole, lâna a fost folosită pentru căldură în îmbrăcăminte și lenjerie de pat, dar acum este în creștere și în popularitate ca material de izolare a locuințelor. Lâna are un efect natural de tamponare a temperaturii, care s-a dovedit că reduce schimbările de temperatură pe parcursul zilei, economisind astfel energie la încălzire și răcire. Materialele din izolație de lâna sunt atractive pentru consumator, deoarece sunt ușor de manevrat, sunt sigure de utilizat și provin dintr-o resursă regenerabilă [2,3,16,19].

Lâna este din ce în ce mai utilizată în aplicații tehnice în care proprietățile sale unice și oportunitățile pentru îmbunătățiri specifice pot fi utilizate în mod profitabil. Contrar credinței comune, lâna este o fibră extrem de tehnică și prezența ei în textilele tehnice nu poate fi neglijată. De exemplu, datorită caracteristicilor sale naturale de inflamabilitate scăzută, lâna a fost în mod tradițional fibra de alegere în multe aplicații tehnice.

Cheratina este cea mai abundentă proteină structurală fibroasă din lâna, păr, piele, coarne, copite și pene de păsări. Milioane de tone de deșeuri cheratinoase sunt generate anual la nivel global, în special în industria textilă de lâna și în abatoarele de păsări.

Anual sunt produse peste 5 milioane de tone de produse secundare care conțin cheratina, dar în prezent, aceste produse secundare au aplicații limitate, cum ar fi utilizarea în îngrășăminte sau în agenți tensioactivi biodegradabili [8,9,12].

Eliminarea materialelor care conțin cheratina prin incinerare poate fi problematică pentru mediu, deoarece acestea conțin 3 – 4% sulf, care poate contribui la o poluare semnificativă.

Hidroliza chimică este o metodă de extragere a cheratinei care implică utilizarea de acid, bază și catalizator. Acest proces necesită aplicarea unei temperaturi și a unei presiuni ridicate. Diferiți acizi, inclusiv acidul clorhidric, acidul sulfuric și acidul peracetic, pot fi utilizați pentru extragerea keratinei printr-un proces acid [21].

Metodele oxidative au fost utilizate ca una dintre tehnicile de lungă durată pentru solubilizarea cheratinei. Substanțe precum acidul peracetic, peroxidul de hidrogen, acidul performic sau permanganatul de potasiu au capacitatea de a întrerupe parțial legăturile disulfură din țesuturile de cheratină și de a transforma cistina în reziduuri de acid cisteic prin oxidare.

Cheratinele oxidate, cunoscute sub numele de cheratoze, suferă modificări chimice și pot fi extrase și separate în fracțiuni diferite (α -, β - și γ -cheratoze) pe baza solubilității lor la diferite niveluri de pH [21].

CAPITOLUL IV. STUDIU STATISTIC PRIVIND IMPORTANȚA ECONOMICĂ OFERITĂ DE OVINE

IV.1. Materiale și metode

Datele colectate din programul statistic de pe platforma Knoema (<https://knoema.com/>) au fost examinate pentru a evalua impactul asupra mediului al deșeurilor de lână provenite de la ovine. Datele din acest studiu statistic au urmărit timp de unsprezece ani fluctuația producțiilor de ovine și lână la nivel mondial, european și național.

După finalizarea colectării datelor, a fost efectuată o analiză aprofundată pentru a evalua implicațiile asupra mediului înconjurător.

Analiza datelor și pregătirea graficelor au fost efectuate cu ajutorul programului Microsoft Office Excel 2021.

IV.2. Rezultate și discuții

În figurile următoare sunt prezentate rezultatele studiului statistic care s-a axat pe urmărirea fluctuațiilor producției de ovine și lână de oaie la nivel mondial, european și național, timp de unsprezece ani.

Producția mondială de ovine

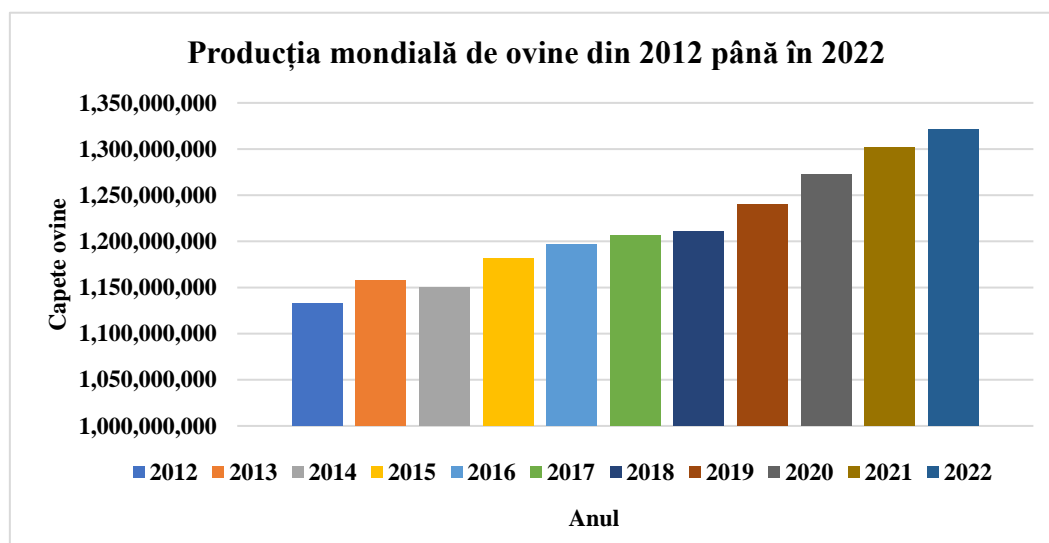


Figura 1. Producția mondială de ovine anii 2012-2022

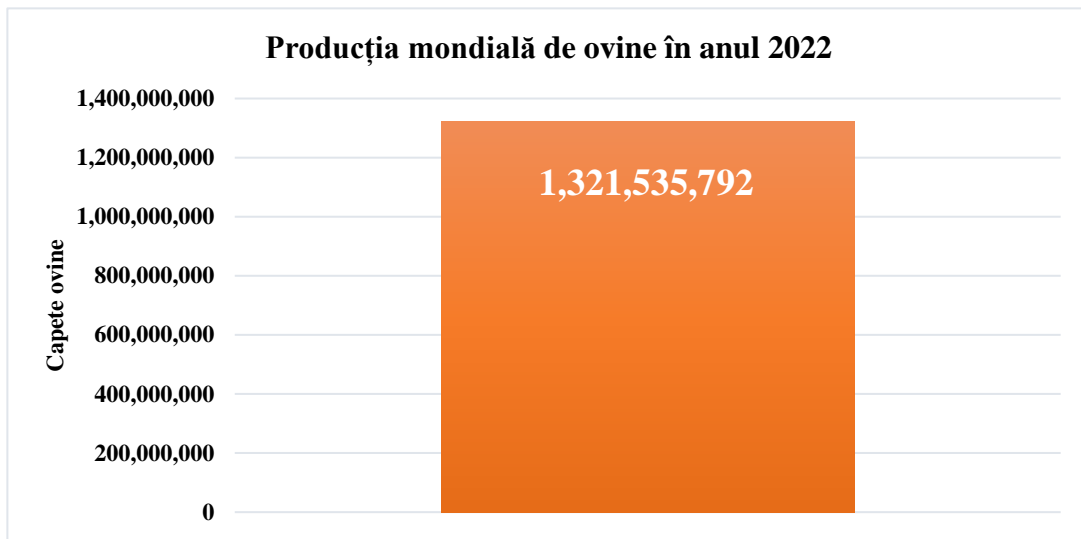
Producția mondială de ovine în anul 2022

Figura 2. Producția mondială de ovine în anul 2022

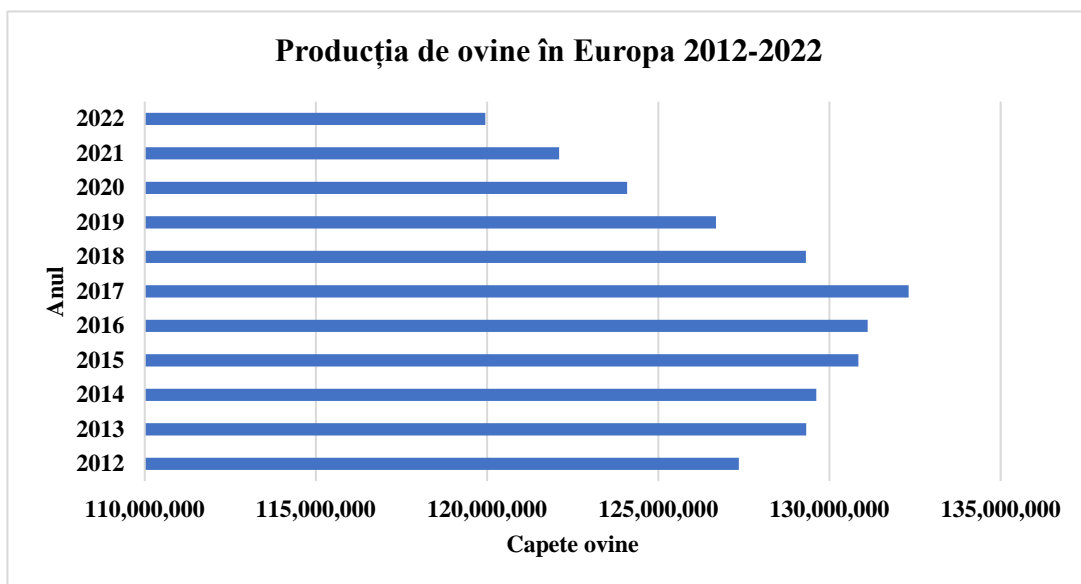
Producția de ovine din Europa

Figura 3. Producția de ovine din Europa din 2012 până în 2022

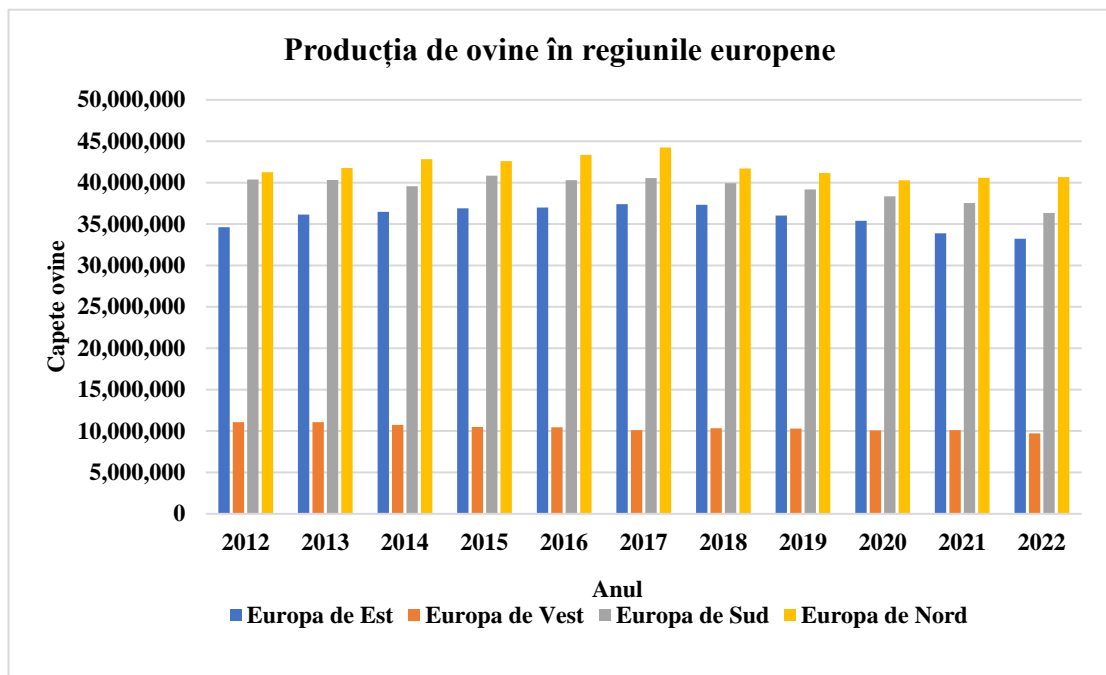
Producția de ovine din diferite regiuni ale Europei

Figura 4. Producția de ovine în regiunile europene (2012-2022)

Producția de ovine în țările membre ale UE din 2012 până în 2022

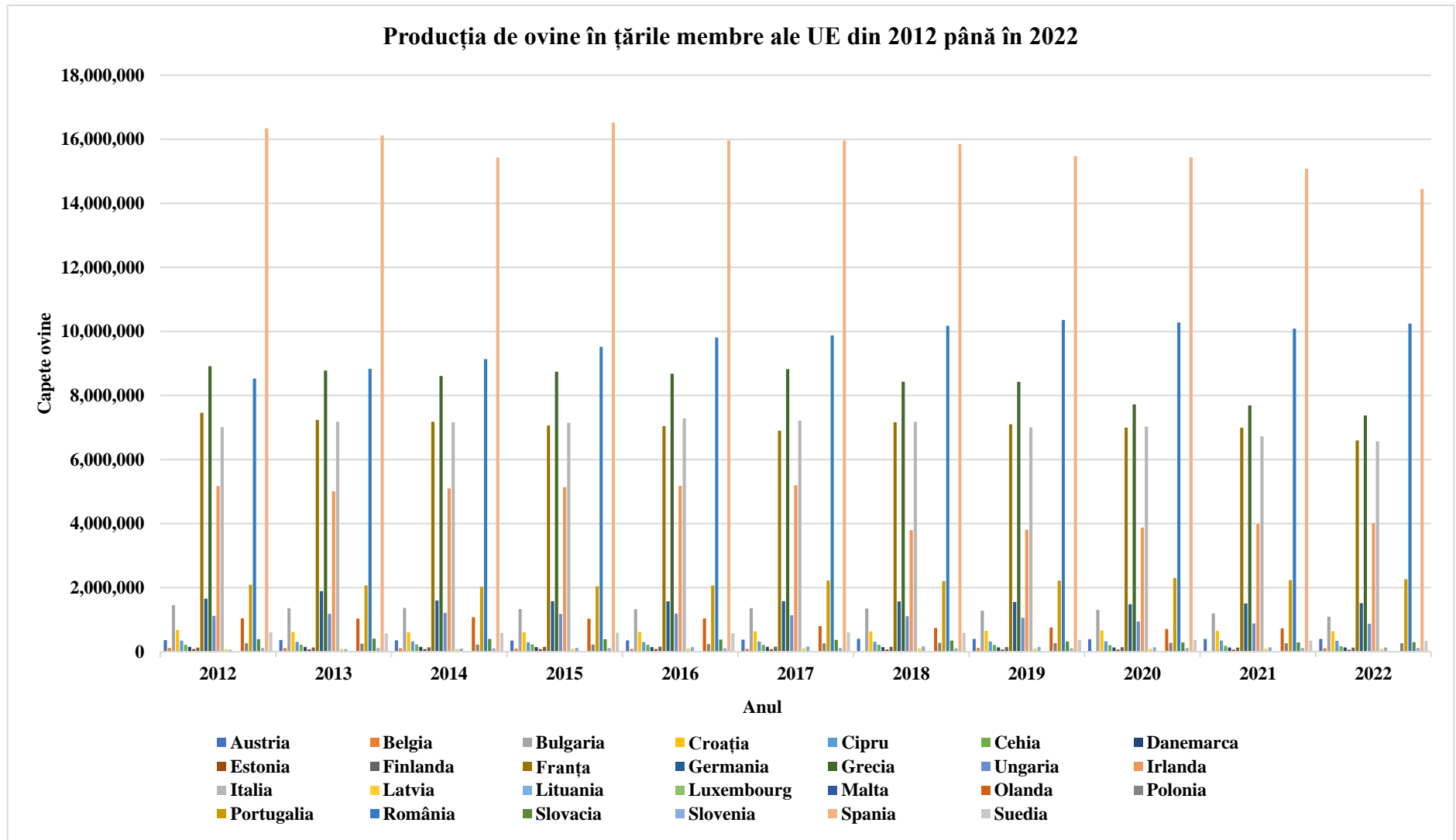


Figura 5. Producția de ovine din țările membre ale UE din 2012 până în 2022

Producția de ovine în țările membre ale UE în 2022

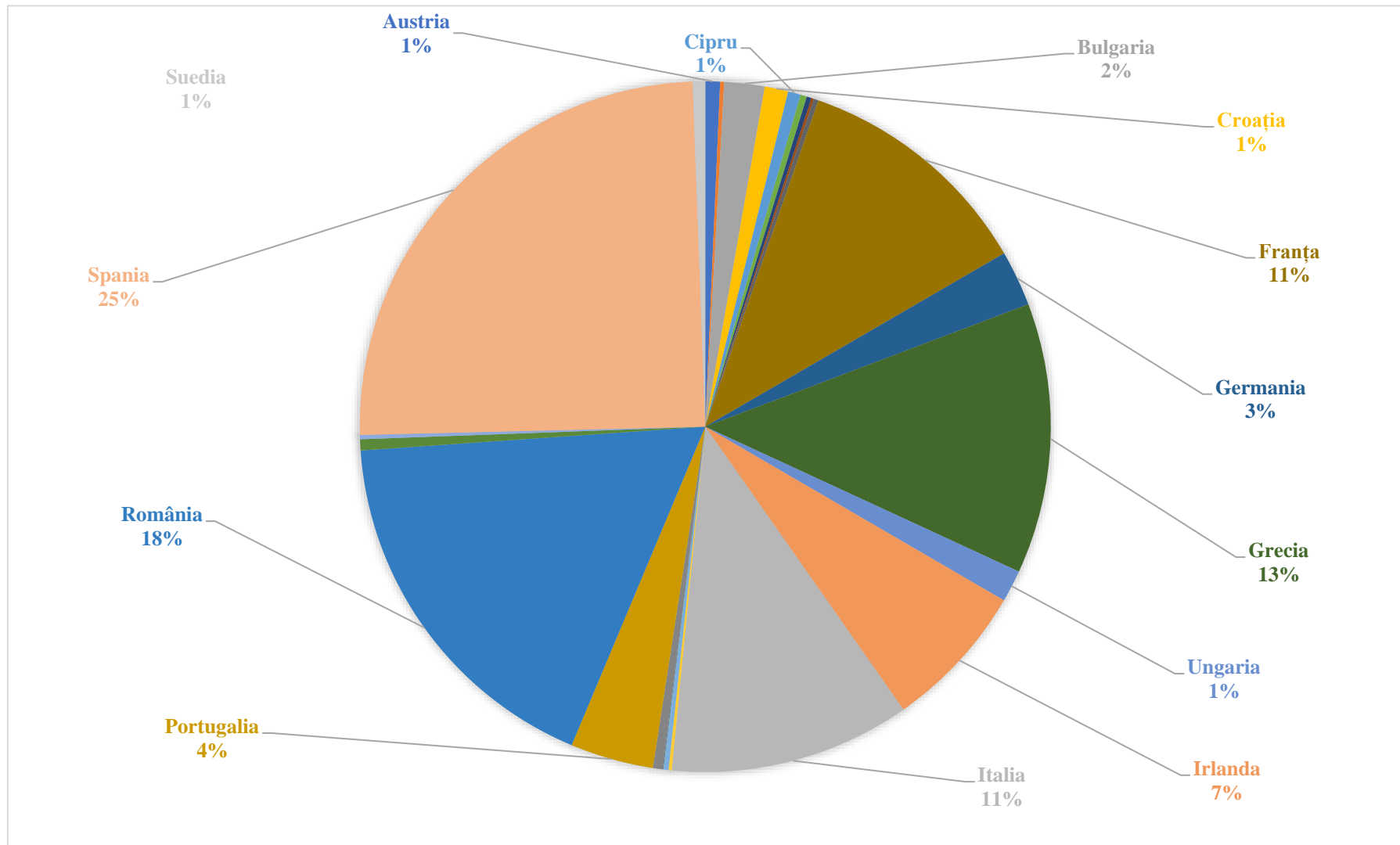


Figura 6. Producția de ovine din țările aparținătoare UE în anul 2022

Producția de ovine din România

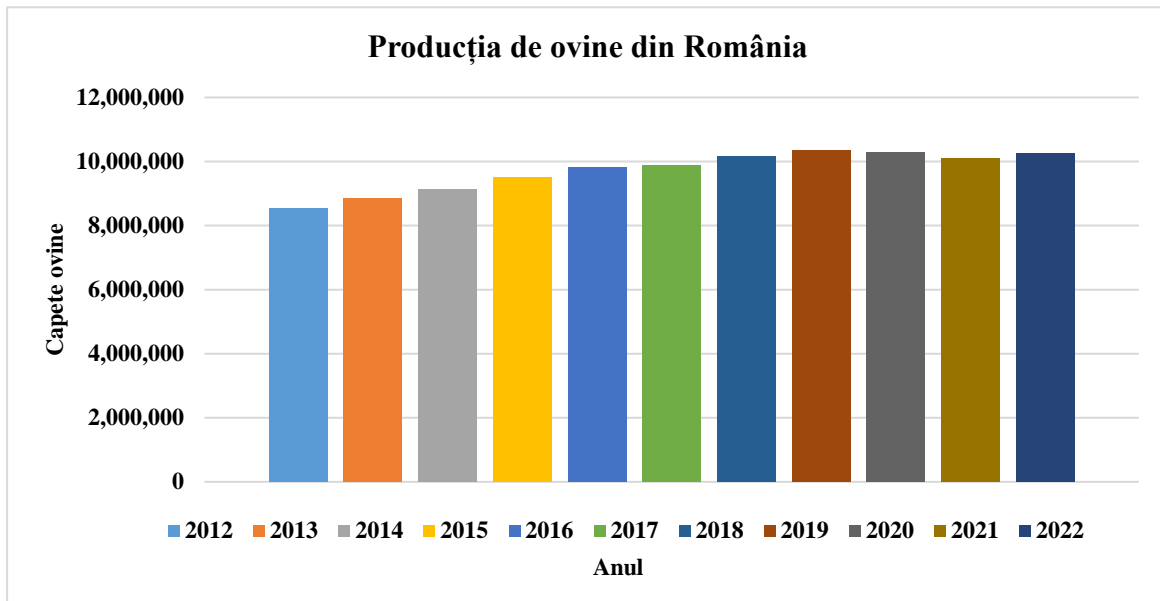


Figura 7. Producția de ovine în România din 2012 până în 2022

Producția mondială de lână

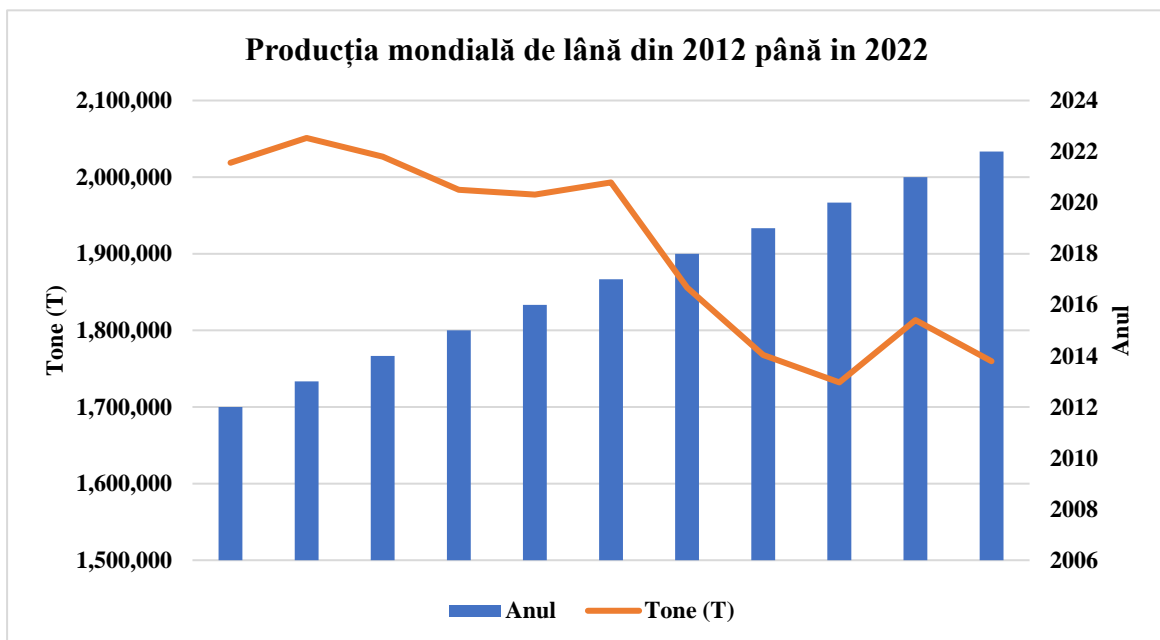


Figura 8. Producția mondială de lână din 2012 până în 2022

Producția de lână din Europa

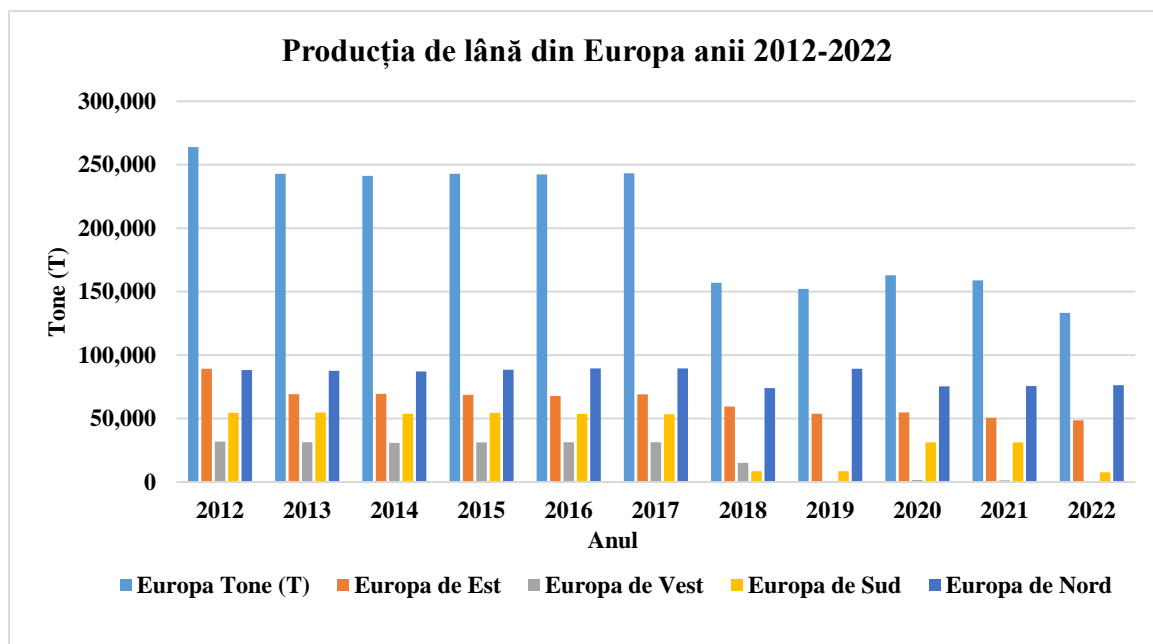


Figura 9. Producția de lână din Europa anii 2012-2022

Producția de lână din România

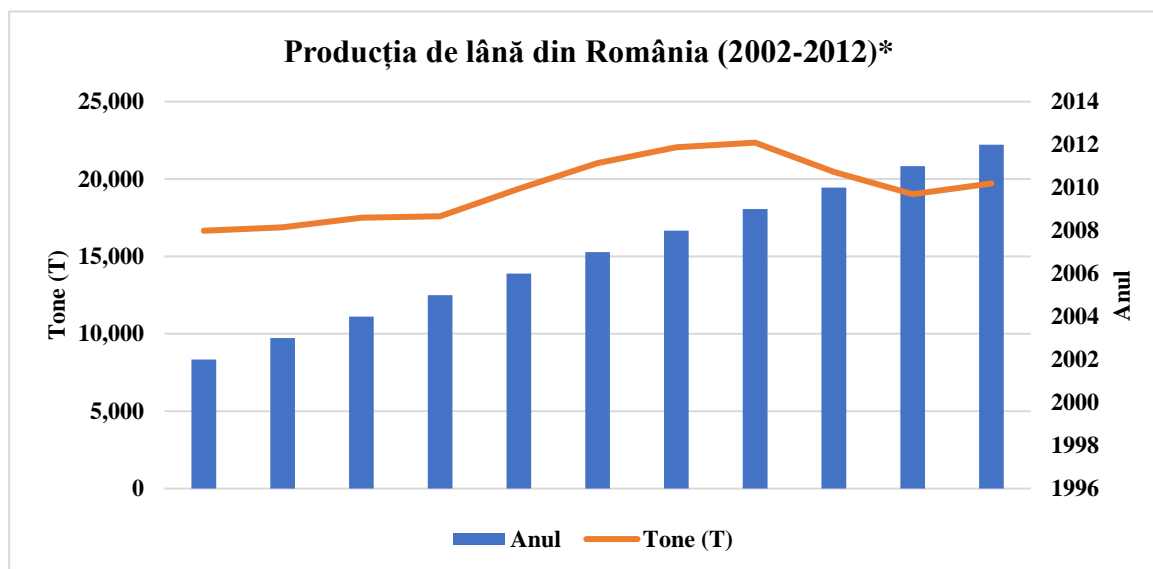


Figura 10. Producția de lână din România (2002-2012)*

Producția de lână de oaie înregistrată ca deșeu

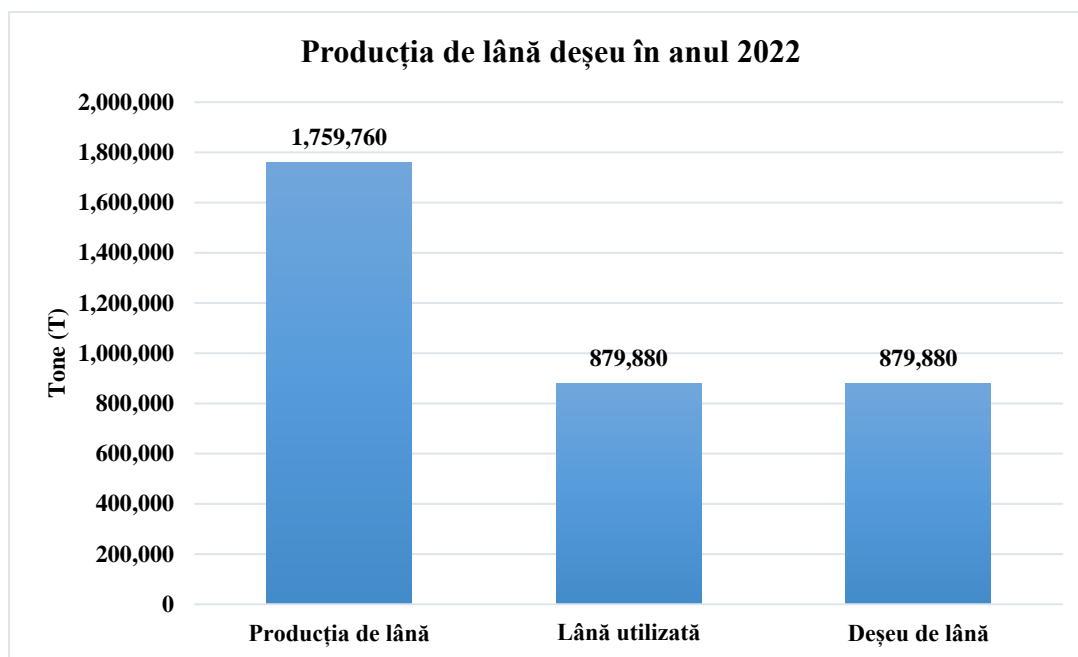


Figura 11. Producția de lână de oaie înregistrată ca deșeu

IV.3. Concluzii și recomandări

Creșterea ovinelor are o mare importanță pentru economiile a numeroase țări din întreaga lume și reprezintă o cheie esențială pentru dezvoltarea rurală, în special în regiunile muntoase și aride.

Din rezultatele studiului statistic care s-a efectuat pe perioada de unsprezece ani, s-a constatat că producția anuală mondială, din Europa, dar și din România de lână generează cantități mari de fibre de lână. Industria textilă utilizează o parte din această cantitate totală, procentul exact variind în funcție de nevoile și cerințele fiecărei industrii. Restul lăunii ajungând deșeu pentru mediul înconjurător [17].

Acest aspect a devenit o preocupare din ce în ce mai mare în domeniul mediului, întrucât lână de oaie a apărut ca un factor semnificativ de poluare.

S-a pus din ce în ce mai mult accentul pe utilizarea durabilă a resurselor naturale, ceea ce a condus la reevaluarea lăunii ca resursă regenerabilă valoroasă care a fost subapreciată și subutilizată. În ultimul timp, cercetări semnificative s-au concentrat pe găsirea unor modalități de utilizare a deșeurilor în industria textilă [23].

CAPITOLUL V. STUDIU PRIVIND EFICIENȚA FIBRELOR DIN LÂNĂ DE OAIE DE A REȚINE METALELE GRELE DIN APELE POLUATE

V.1. Obiective propuse

În acest studiu experimental s-a observat eficiența filtrelor de lână de a reține metale grele din apele poluante în două etape.

Prima etapă a implicat observarea eficacității reținerii metalelor grele din apele contaminate utilizând o abordare în fază fixă. Prin urmare, au fost pregătite diferite soluții cu concentrații specifice de metale grele, iar filtrul de lână a fost scufundat în aceste soluții pentru diferite durate de timp.

A doua etapă a acestui studiu de cercetare experimentală a implicat observarea reținerii metalelor grele din apele poluate din perspectiva unei faze mobile. Mai precis, eficacitatea filtrului din lână a fost examinată prin testarea acestuia la diferite debite.

Rezultatele celor două etape experimentale, dar și alte aspecte importante se vor prezenta pe parcursul acestei lucrări.

V.2. Materiale și metode

Pentru partea experimentală din această lucrare s-a folosit lână de oaie rezultată în urma tunderii oilor. Aceasta a fost obținută în luna iunie, anul 2023, de la o fermă locală de ovine din localitatea Arad, România. Substanțele chimice folosite au fost sulfat de cadmiu (CdSO_4), magneziu (MgSO_4) și cupru (CuSO_4), apă distilată. Aparatele folosite au fost pompă Masterflex Easy-Load II (Avantor, Radnor, Pennsylvania, Statele Unite ale Americii) și spectrofotometru Specord 200 (Analytik Jena, Jena, Germania).

Este important de știut că, pentru acest studiu de cercetare, s-au folosit deșeuri de lână de oaie rezultate din tunsul lânii. Aceste deșeuri nu sunt valorificate sau utilizate în vreun fel, sunt pur și simplu aruncate, devenind un poluant pentru mediu.

Procesul de tundere al oilor s-a efectuat prin forfecare manuală, întrucât prin această procedură se obține o lână de bună calitate. Lâna a fost colectată în pungi de plastic direct în ziua tunderii și pe urmă transportată în laborator pentru a fi supusă analizelor.

FAZA FIXĂ

Pregătirea probelor pentru analiză

Pentru prima etapă, cea a fazei fixe, s-au pregătit și cântărit 2g de lână de oaie curată și uscată.

Soluțiile de CdSO_4 , CuSO_4 și MgSO_4 0.1 M/mL au fost pregătite într-un volum total de 100 mL. Timp de 30, 60 și 90 de minute proba de lână a fost scufundată în soluție, iar după fiecare interval de timp menționat sus, 10 mL din probă au fost extrase și pregătite pentru analiza spectrofotometrică. Absorbanța a fost măsurată la lungimea de undă în funcție de proba analizată, cadmiu – 193 nm, cupru – 807 nm, magneziu – 190 nm [4,5,15,18].

Optimizarea filtrelor din lână

Modificările aduse au fost, tipul și cantitatea de lână folosit și pregătirea unei singure soluții de metal greu, restul metodei de lucru rămânând aceeași. Primul pas în pregătirea probelor a fost cântărirea a 6g de lână curată și uscată. Concentrația, cantitatea și timpul de contact a soluției a rămas neschimbată.

Lâna folosită în acest experiment aparține rasei de ovine Cărăbașă, o rasă autohtonă românească, cunoscută pentru adaptabilitatea sa la diferite condiții de mediu și pentru calitatea producției de lână și carne.

Într-un volum total de 100 mL, 0.1 M/mL, timp de 30, 60 și 90 de minute proba de lână a fost scufundată în soluția de cadmiu, iar după fiecare interval de timp menționat, 10 mL din probă au fost extrase și pregătite pentru analiza spectrofotometrică.

Știind că temperatura este un factor de influență, experimentul s-a efectuat la temperatura camerei, $\pm 22^\circ\text{C}$, și în mediu controlat.

FAZA MOBILĂ

Pregătirea probelor pentru analiză

Filtrele din lână de oaie s-au dovedit foarte promițătoare în ceea ce privește captarea eficientă a metalelor grele din apa contaminată.

Rezultatele sunt încurajatoare, indicând faptul că lână are potențialul de a servi ca material rentabil și durabil pentru filtrarea apei.

Eficiența filtrelor din lână de oaie în ceea ce privește reținerea metalelor grele poate fi influențată de debitele la care apa contaminată trece prin filtru.

Tabel 1. Debitul în funcție de viteza folosită

Debitul în funcție de viteza folosită	
Viteza 1	2.5 mL/min
Viteza 2	7.2 mL/min
Viteza 3	11.2 mL/min
Viteza 4	15.2 mL/min

S-au pregătit și cântărit 3g de lână de oaie curată și uscată. Soluția de CdSO₄ 0.1 M/mL a fost pregătită într-un volum de 100 mL.

Soluția a fost recirculată de trei ori, iar după fiecare recirculare s-au extras 5 mL din probă și pregătită pentru analiza spectrofotometrică.

V.3. Rezultate și discuții

Rezultatele fazei fixe

Pentru a stabili un echilibru între deșeurile din lână de oaie și mediul înconjurător, de-a lungul timpului diferite studii științifice au încercat să aducă soluții ieftine și eficiente pentru a combate această problemă. Astfel că, în urma numeroaselor studii de cercetare s-a ajuns la o descoperire promițătoare în cazul valorificării deșeurilor din lână de oaie, și anume conceperea unor filtre și observarea eficienței acestora în reținerea contaminanților și a metalelor grele rezultate din apele reziduale și poluante industrial.

Eficiența lânii de oaie pentru reținerea ionilor de cadmiu

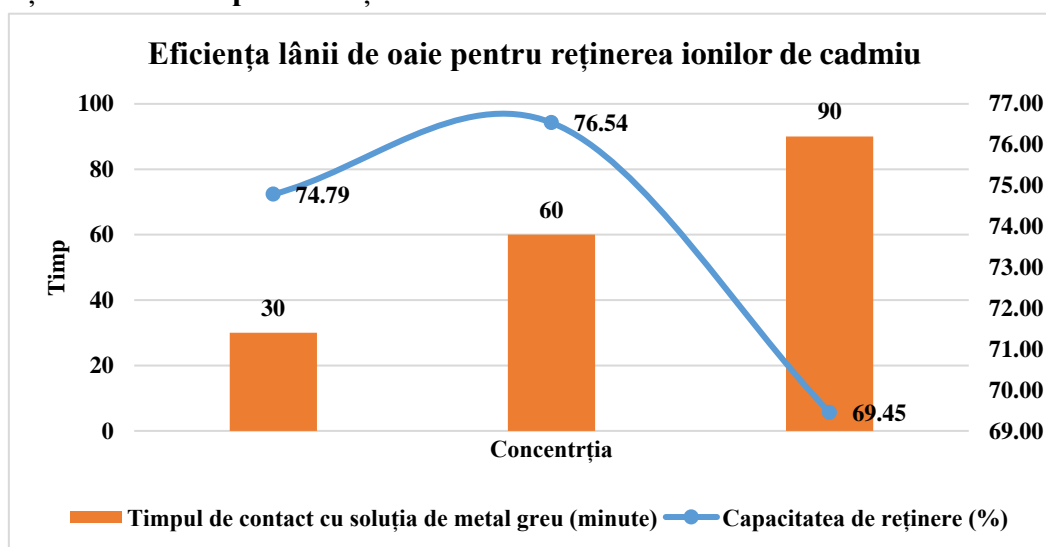


Figura 12. Eficiența lânii de oaie pentru reținerea ionilor de cadmiu

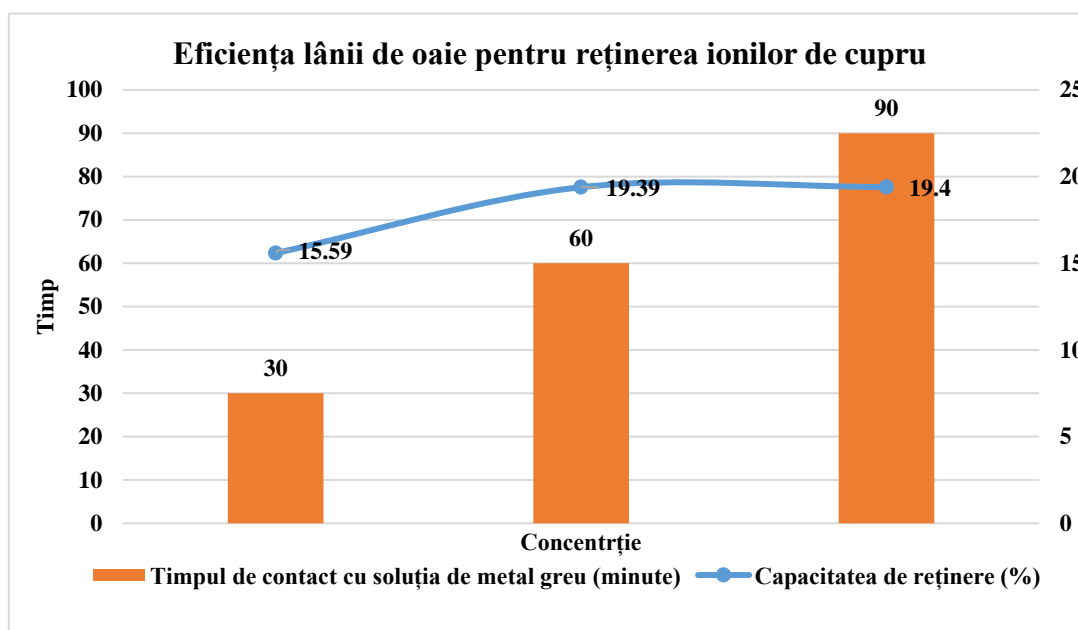
Eficiența lânii de oaie pentru reținerea ionilor de cupru

Figura 13. Eficiența lânii de oaie pentru reținerea ionilor de cupru

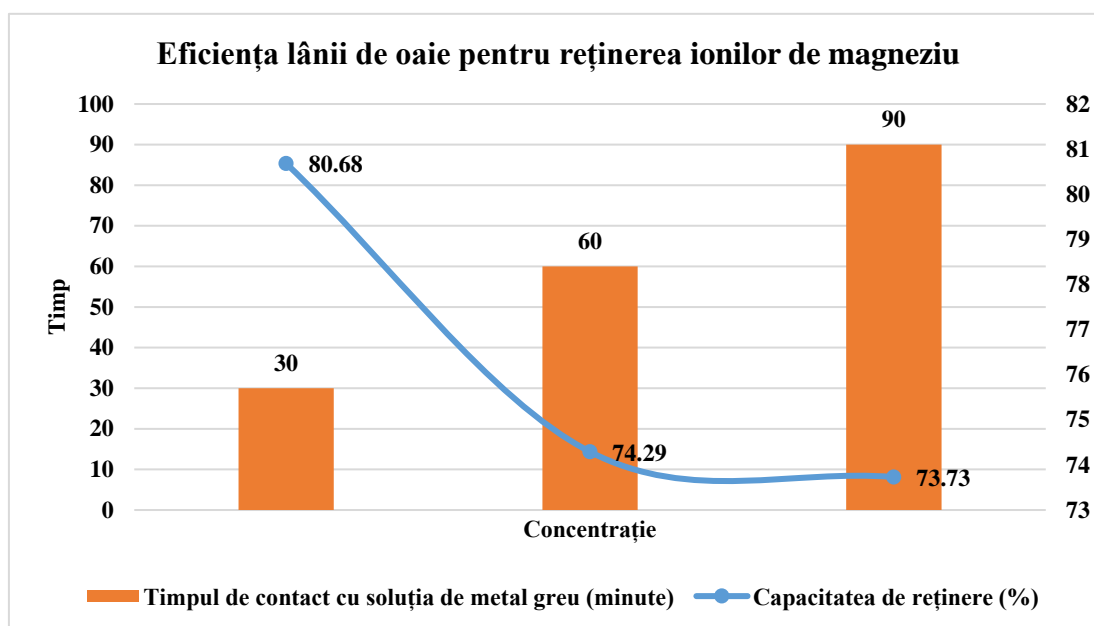
Eficiența lânii de oaie pentru reținerea ionilor de magneziu

Figura 14. Eficiența lânii de oaie pentru reținerea ionilor de magneziu

Rezultatele procesului de optimizare a filtrului din lână

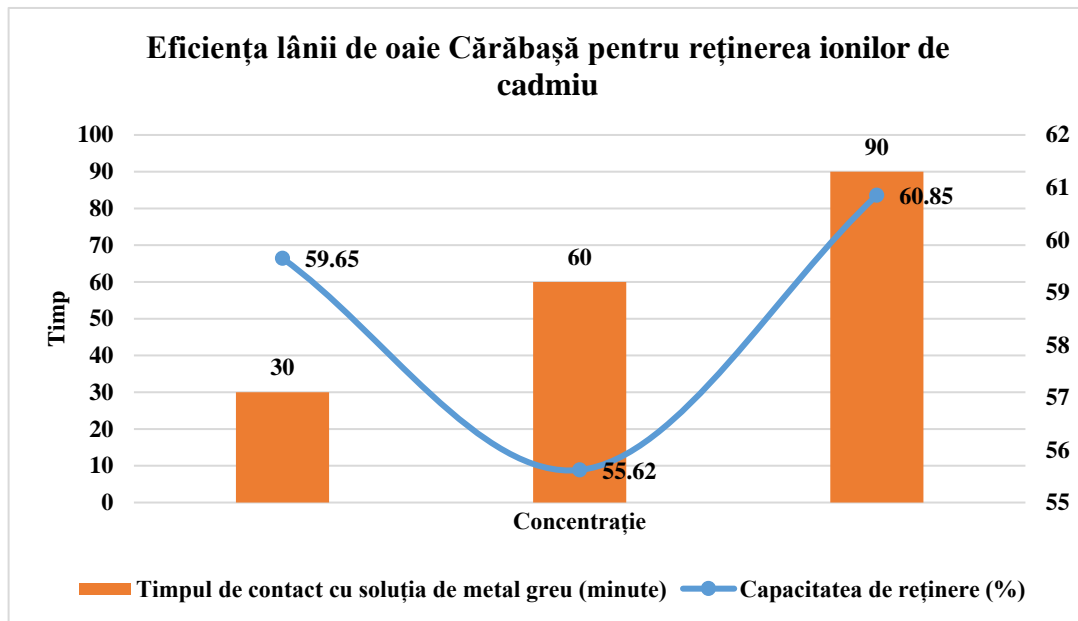


Figura 15. Eficiența lânii de oaie Cărbăbașă pentru reținerea ionilor de cadmiu

Rezultate fazei mobile

Eficiența filtrului din lână a fost observată în funcție de debit prin recircularea soluției de CdSO_4 de trei ori.

Viteza 1

Debitul aplicat a fost de 2.5 mL/min.

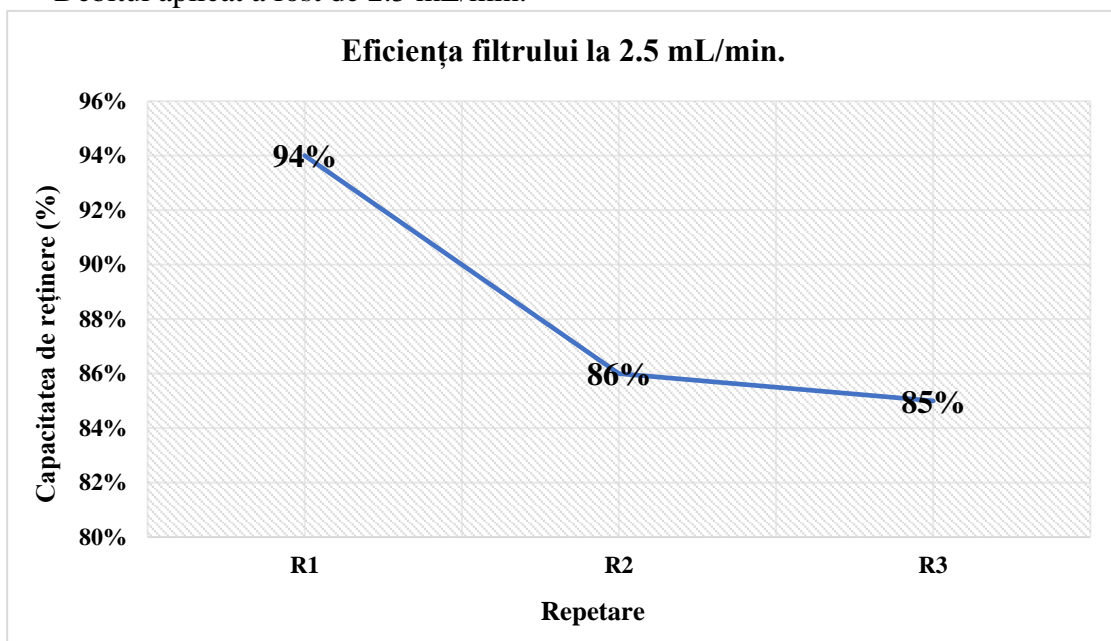


Figura 16. Eficiența filtrului prin recirculare aplicând un debit de 2.5 mL/min.

Viteza 2

Debitul aplicat a fost de 7.2 mL/min.

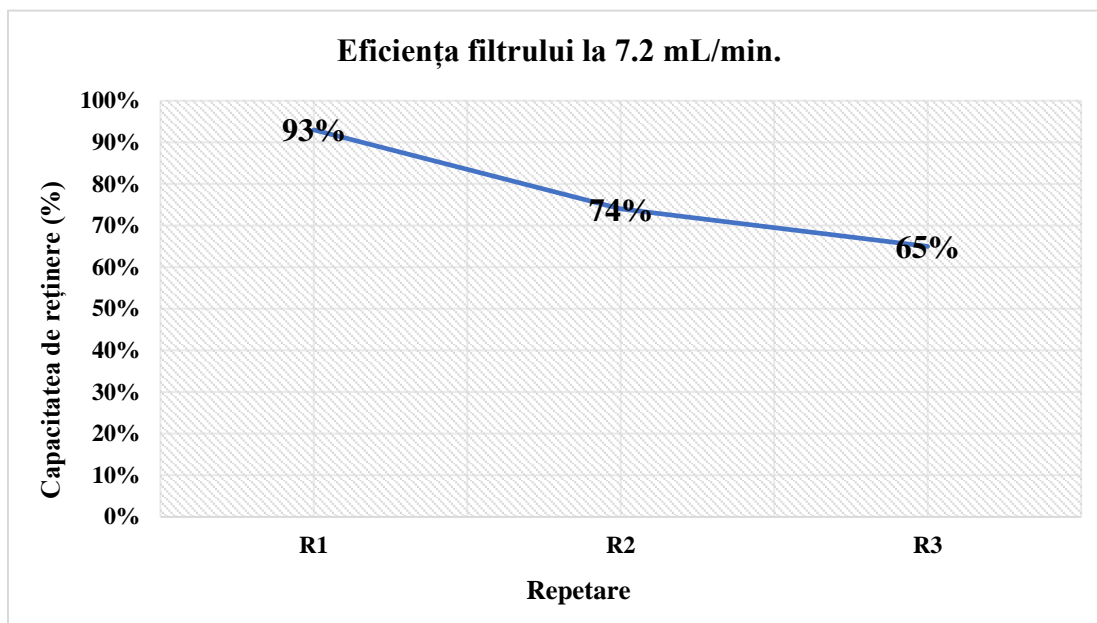


Figura 17. Eficiența filtrului prin recirculare aplicând un debit de 7.2 mL/min.

Viteza 3

Debitul aplicat a fost 11.2 mL/min.

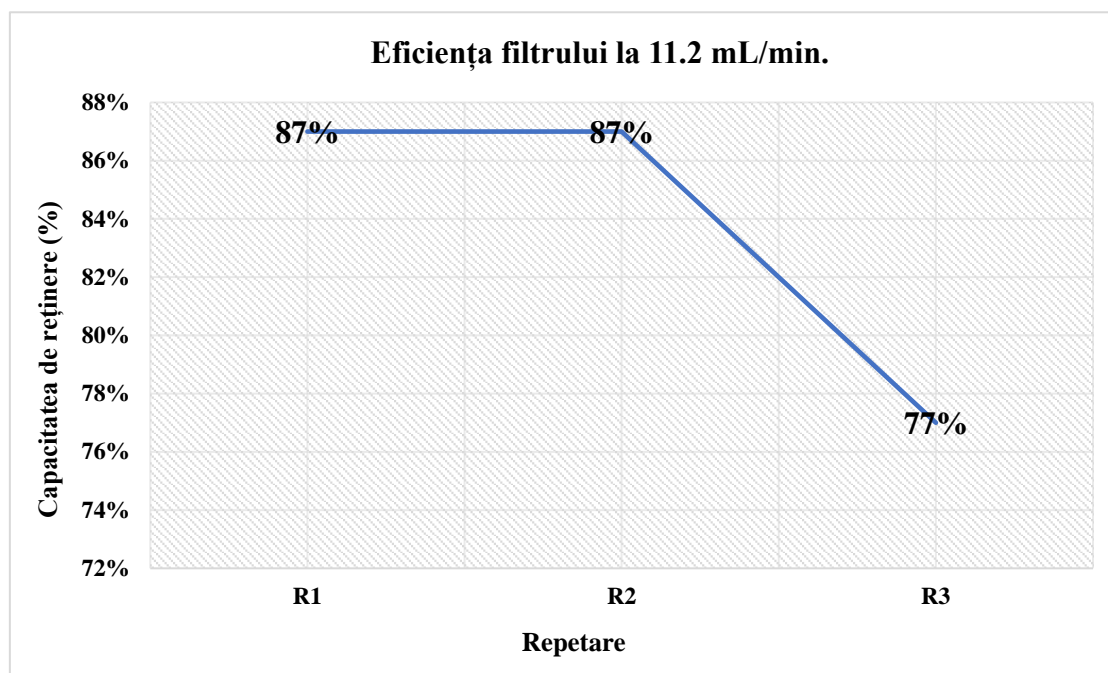


Figura 18. Eficiența filtrului prin recirculare aplicând un debit de 11.2 mL/min.

Viteza 4

Debitul aplicat a fost de 15.2 mL/min.

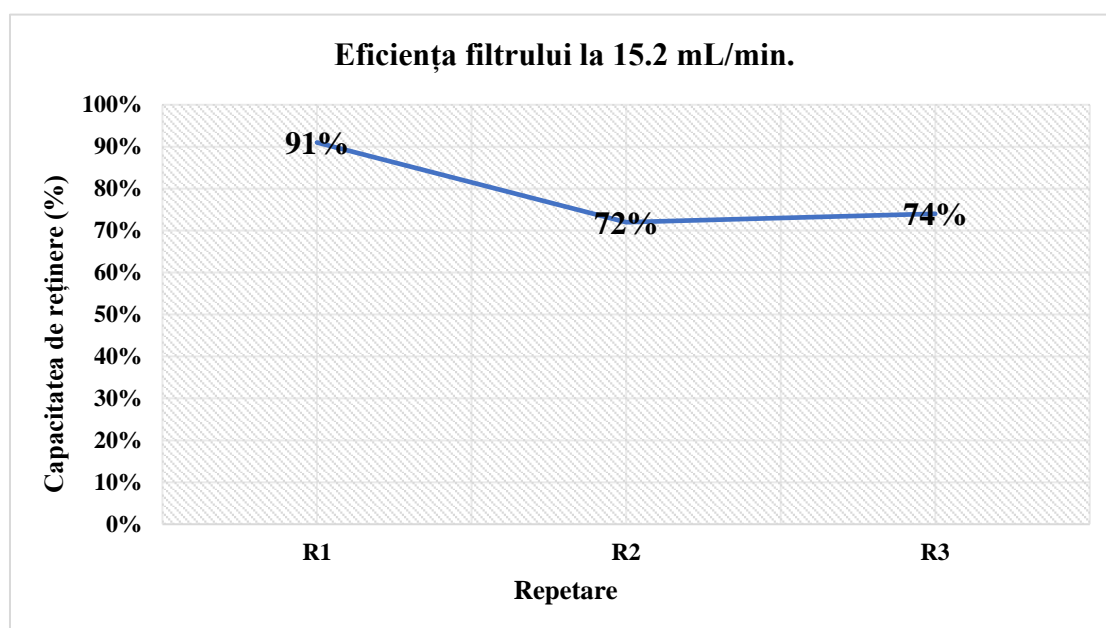


Figura 19. Eficiența filtrului prin recirculare aplicând un debit de 15.2 mL/min.

V.4. Concluzii și recomandări

Pe baza rezultatelor obținute filtrele din lână de oaie s-au dovedit foarte promițătoare în ceea ce privește reținerea eficientă a metalelor grele din apele reziduale industriale. Lâna de oaie are atribute remarcabile care o transformă într-un material de filtrare foarte eficient și o capacitate remarcabilă de a absorbi metalele grele.

Rezultatele obținute din prima etapă, cea a fazei fixe, a studiului de cercetare ne demonstrează eficiența filtrelor pe bază de lână de oaie în reținerea metalelor grele studiate. În plus, tot în etapa fazei fixe a studiului de cercetare, filtrele de lână arată o îmbunătățire semnificativă a capacității acestora de a reține sulfatul de cadmiu.

Debitul optim exact poate varia în funcție de condițiile specifice și de contaminanți, un debit de aproximativ de 7.2 mL/min., combinat cu un timp de contact suficient, pare să fie eficient pentru reținerea metalelor grele în filtrele din lână de oaie.

În concluzie, din analizele efectuate și a rezultatelor promițătoare obținute din ambele etape pe care le-am urmărit în acest studiu de cercetare, proprietățile complexe ale lânii de oaie o transformă într-un material foarte versatil și eficace în tratarea problemelor din mediul înconjurător.

CONCLUZII GENERALE

Utilizarea deșeurilor de lână de oaie reprezintă un progres deosebit în gestionarea durabilă a resurselor, abordând în mod eficient obstacolele economice și de mediu. Lâna de oaie, considerată în mod obișnuit un produs secundar cu valoare mai mică din sectoarele lânii și cărnii, a fost subutilizată în trecut și adesea aruncată ca deșeu. Cu toate acestea, metode noi de valorificare demonstrează potențialul acesteia în mai multe industrii [33,81].

Deșeurile din lână de oaie au demonstrat un mare potențial în remedierea mediului, în special în filtrarea apei pentru îndepărtarea metalelor grele și a altor contaminanți. Această metodă este foarte promițătoare pentru rezolvarea problemelor de mediu. Datorită proprietăților fizice și chimice remarcabile, lâna de oaie este foarte eficientă în adsorbția metalelor grele din apele poluate.

În plus față de aplicațiile pentru mediu, deșeurile de lână de oaie sunt utilizate în diverse domenii, cum ar fi agricultura, construcțiile și textilele. Deșeurile de lână s-au dovedit a fi o resursă valoroasă în agricultură, servind drept îngrășământ natural și fertilizant pentru sol.

Aplicarea sa poate îmbunătăți considerabil sănătatea solului și poate promova creșterea optimă a plantelor. Deșeurile de lână sunt utilizate în industria construcțiilor ca material izolant datorită proprietăților sale termice și acustice excepționale. În plus, progresele în domeniul reciclării textilelor facilitează transformarea deșeurilor de lână în produse textile noi, promovând o economie circulară [33].

Utilizarea deșeurilor de lână de oaie reprezintă o soluție care trebuie abordată tot mai des la obstacolele ecologice și economice. Prin transformarea deșeurilor în resurse valoroase, există potențialul de a minimiza poluarea asupra mediului, de a promova dezvoltarea economică și de a progresa către un viitor durabil și rezistent.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Abdallah, A., Ugolini, F., Baronti, S., Maienza, A., Camilli, F., Bonora, L., . . . Ungaro, F. (2019). The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(S1), 131-143. doi:10.1007/s40093-019-0283-5
2. Alyousef, R., Alabduljabbar, H., Mohammadhosseini, H., Mohamed, A. M., Siddika, A., Alrshoudi, F., & Alaskar, A. (2020). Utilization of sheep wool as potential fibrous materials in the production of concrete composites. *Journal of Building Engineering*, 30. doi:10.1016/j.jobbe.2020.101216
3. Atbir, A., Taibi, M., Aouan, B., Khabbazi, A., Ansari, O., Cherkaoui, M., & Cherradi, T. (2023). Physicochemical and thermomechanical performances study for Timahdite sheep wool fibers application in the building's insulation. *Sci Rep*, 13(1), 5038. doi:10.1038/s41598-023-31516-9
4. Babincev, L., Gurešić, D., Drašković, N., & Jović, S. (2020). Measurement of heavy metals in industrial wastewater by filters based on perlon and wool. *Journal of Water Process Engineering*, 37. doi:10.1016/j.jwpe.2020.101354
5. Bozorgzadeh, E., Pasdaran, A., & Ebrahimi-Najafabadi, H. (2021). Determination of toxic heavy metals in fish samples using dispersive micro solid phase extraction combined with inductively coupled plasma optical emission spectroscopy. *Food Chem*, 346, 128916. doi:10.1016/j.foodchem.2020.128916
6. Chaitanya Reddy, C., Khilji, I. A., Gupta, A., Bhuyar, P., Mahmood, S., Saeed Al-Japairai, K. A., & Chua, G. K. (2021). Valorization of keratin waste biomass and its potential applications. *Journal of Water Process Engineering*, 40. doi:10.1016/j.jwpe.2020.101707
7. Charlotte Her, Hamid-reza Rezaei, Sandrine Hughes, Saeid Naderi, Marilyne Duffraisie, et al.. Broad maternal geographic origin of domestic sheep in Anatolia and the Zagros. *Animal Genetics*, 2022, 53 (3), pp.452-459.
8. Chilakamarry, C. R., Mahmood, S., Saffe, S., Arifin, M. A. B., Gupta, A., Sikkandar, M. Y., . . . Narasaiah, B. (2021). Extraction and application of keratin from natural resources: a review. *3 Biotech*, 11(5), 220. doi:10.1007/s13205-021-02734-7
9. Dias, G. J., Haththotuwa, T. N., Rowlands, D. S., Gram, M., & Bekhit, A. E. A. (2022). Wool keratin - A novel dietary protein source: Nutritional value and toxicological assessment. *Food Chem*, 383, 132436. doi:10.1016/j.foodchem.2022.132436

10. El Mogahzy, Y. E. (2009). Structure, characteristics and types of fiber for textile product design. In *Engineering Textiles* (pp. 208-239).
11. Fuller, R., Landrigan, P. J., Balakrishnan, K., Bathan, G., Bose-O'Reilly, S., Brauer, M., . . . Yan, C. (2022). Pollution and health: a progress update. *Lancet Planet Health*, 6(6), e535-e547. doi:10.1016/S2542-5196(22)00090-0
12. Gaidau, C., Epure, D.-G., Enascuta, C. E., Carsote, C., Sendrea, C., Proietti, N., . . . Gu, H. (2019). Wool keratin total solubilisation for recovery and reintegration - An ecological approach. *Journal of Cleaner Production*, 236. doi:10.1016/j.jclepro.2019.07.061
13. Ghosh, A., Clerens, S., Deb-Choudhury, S., & Dyer, J. M. (2014). Thermal effects of ionic liquid dissolution on the structures and properties of regenerated wool keratin. *Polymer Degradation and Stability*, 108, 108-115. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2014.06.007
14. Johnson, N. A. G., Wood, E. J., Ingham, P. E., McNeil, S. J., & McFarlane, I. D. (2003). Wool as a Technical Fibre. *Journal of the Textile Institute*, 94(3-4), 26-41. doi:10.1080/00405000308630626
15. Kulkarni, Dr-Sunil & Dhokpande, Sonali & Kaware, Jayant. (2015). A review on spectrophotometric determination of heavy metals with emphasis on cadmium and nickel determination by UV Spectrophotometry. 2. 35-38.
16. Mastali, M., Zahra, A., Hugo, K., & Faraz, R. (2021). Utilization of mineral wools in production of alkali activated materials. *Construction and Building Materials*, 283. doi:10.1016/j.conbuildmat.2021.122790
17. Midolo, G., Porto, S. M. C., Cascone, G., & Valenti, F. (2024). Sheep Wool Waste Availability for Potential Sustainable Re-Use and Valorization: A GIS-Based Model. *Agriculture*, 14(6). doi:10.3390/agriculture14060872
18. Mustarichie, R., Indriyati, W., & Riokogro, R. (2017). Analysis of Heavy Metals (Lead and Cadmium) Contained on the Illustrated Ceramic Plate by Atomic Absorption Spectrophotometer. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(8). doi:10.22159/ajpcr.2017.v10i8.18591
19. Parlato, M. C. M., & Porto, S. M. C. (2020). Organized Framework of Main Possible Applications of Sheep Wool Fibers in Building Components. *Sustainability*, 12(3). doi:10.3390/su12030761
20. Parlato, M., Valenti, F., Midolo, G., & Porto, S. (2022). Livestock Wastes Sustainable Use and Management: Assessment of Raw Sheep Wool Reuse and Valorization. *Energies*, 15(9). doi:10.3390/en15093008

-
21. Perta-Crisan, S., Ursachi, C. S., Gavrilas, S., Oancea, F., & Munteanu, F. D. (2021). Closing the Loop with Keratin-Rich Fibrous Materials. *Polymers (Basel)*, 13(11). doi:10.3390/polym13111896
 22. Salem Allafi, F. A., Hossain, M. S., Ab Kadir, M. O., Hakim Shaah, M. A., Lalung, J., & Ahmad, M. I. (2021). Waterless processing of sheep wool fiber in textile industry with supercritical CO₂: Potential and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 285. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124819
 23. Väntsi, O., & Kärki, T. (2013). Mineral wool waste in Europe: a review of mineral wool waste quantity, quality, and current recycling methods. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 16(1), 62-72. doi:10.1007/s10163-013-0170-5
 24. Wortmann, F. J. (2009). The structure and properties of wool and hair fibres. In *Handbook of Textile Fibre Structure* (pp. 108-145).
 25. <https://knoema.com/>