



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00739**

(22) Data de depozit: **16.10.2013**

(41) Data publicării cererii:
29.05.2015 BOPI nr. **5/2015**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ
"GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI,
BD. PROF. D. MANGERON NR.67, IAȘI, IS,
RO**

(72) Inventatori:
• **ZAHARIA CARMEN, BD. REPUBLICII,
BL.8, SC.A, AP.15, BUHUȘI, BC, RO;**

• **ȘUTEU DANIELA, STR. HAN TĂȚAR
NR.8, BL.361, SC.A, ET.7, AP.20, IAȘI, IS,
RO;**
• **MUREȘAN AUGUSTIN,
STR. SFÂNTU LAZĂR NR. 49, BL. A 1-3,
SC.A3, ET.3, AP. 10, IAȘI, IS, RO;**
• **MUREȘAN EMIL IOAN,
STR. SFÂNTU LAZĂR NR.49, BL.A 1-3,
SC.A3, ET.3, AP.10, IAȘI, IS, RO**

(54) **MATERIALE DEȘEU LIGNOCELULOZICE PENTRU
REȚINEREA COLORANȚILOR DIN EFLUENȚI TEXTILI**

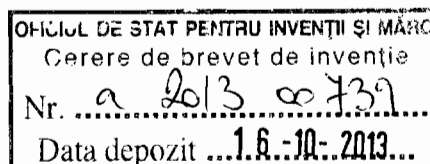
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu pentru reținerea unor coloranți din efluenți textili. Procedeul conform invenției constă în aceea că materiale adsorbante fibroase, de tip lignină, celolignină, mușchi turbă, rumeguș, coceni de porumb, coji de semințe de floarea-soarelui, pregătite în prealabil mecanic, prin tăiere, mărunțire și sitare până la o dimensiune de 800 μm, tratate termic și umectate până la o umiditate de 4%, și funcționalizate cu liganzi organici, sunt contactate în cantitate

de 4...30 g/l cu efluenți având 20...200 mg/l conținut de coloranți textili, timp de contact 6...20 h, la o temperatură de 18...25°C; după separare, filtratul se recirculă, iar sedimentul încărcat cu coloranți se prelucrează ulterior, pentru valorificare, gradul de reținere al coloranților fiind de 38,28...99,03%.

Revendicări: 2

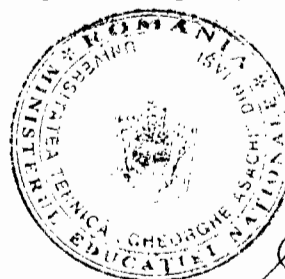




MATERIALE DESEU LIGNOCELULOZICE PENTRU REȚINEREA COLORANȚILOR DIN EFLUENȚI TEXTILI

Invenția se referă la noi materiale cu proprietăți sorbtive obținute din diverse tipuri de deșeuri agro-industriale, având compoziție preponderent lignocelulozică. Aceste materiale au fost testate pentru reținerea unor tipuri de coloranți textili prezenți în efluenții rezultati din diferite trepte tehnologice ale procesului de prelucrare și finisare a materialelor textile, mari consumatoare de apă industrială.

Adsorbția (Sorbția) este una dintre metodele foarte utilizate în epurarea apelor uzate colorate datorită operării extrem de simple, costurilor reduse, posibilității de realizare a unor interacțiuni fizico-chimice specifice între coloranți și suporturile adsorbitive (sorbitive) solide folosite, precum și efectelor de matrice scăzute [1-3]. Reținerea coloranților prin procedee adsorbitive în condiții statice este o metodă relativ simplă care poate fi realizată fără un echipament sofisticat. Decolorarea prin sorbție este determinată în principal și în egală măsură de proprietățile coloranților din flota de vopsire și de structura și chimia suprafeței sorbentului. Interacțiunea grupelor funcționale ale coloranților (una sau mai multe grupe de tip -OH, -COOH, -SO₃H, -N=N-, etc.) cu suprafața sorbentului se poate realiza prin interacțiuni covalente, coulombice, legături de hidrogen și/sau legături slabe van der Waals [2-5]. O serie de studii indică faptul că sorbenții care prezintă un conținut ridicat de celuloză adsorb ireversibil coloranții bazici prin intermediul atracției coulombice și procese de schimb ionic. Coloranții acizi sunt reținuți prin procese ireversibile care presupun sorbție fizică (o combinație de legături van der Waals, legături de hidrogen și atracții coulombice care generează încărcarea negativă a suprafeței sorbentului solid în contact cu apa) [6-15].



Un mare avantaj al procedeelor de sorbție îl reprezintă posibilitatea utilizării ca sorbenți a unei categorii extrem de variate de materiale: de la cele sintetice la cele naturale, de la cele convenționale la cele neconvenționale printre care se numără și deșeurile din diferite procese industriale și agricole [7,8].

Alegerea unui nou sorbent este determinată de eficiența ridicată în procesul de sorbție (afinitatea și capacitatea mare de legare a colorantului, cineticile de sorbție, proprietățile de regenerare și cost), eficiența costurilor, disponibilitate sau ușurința de preparare/procurare precum și proprietățile adsorbitive. Numeroși sorbenți descriși în literatura de specialitate sunt materiale sintetice și procesate cum ar fi: rășini sintetice, celuloze schimbătoare de ioni, diferite fibre modificate chimic, cărbune activat și diferite tipuri de cenușă tehnologică.

Costul ridicat implicat de prepararea sorbenților, necesitatea eliminării unor dezavantaje ale sorbenților convenționali bazați pe polimeri sintetici (preț ridicat, dificultăți de obținere, poluarea rezultată din procesele de sinteză), precum și tendința actuală de înlocuire a produselor chimice de sinteză cu cele de proveniență naturală au reorientat cercetările spre testarea unor materiale de tip "low cost" (ieftine), ușor de obținut, materiale incluse în categoria materialelor "neconvenționale" rezultate din diferite procese chimice de sinteză (i.e. deșeuri industriale) și/sau naturale (i.e. deșeuri agricole celulozice și/sau lignocelulozice) cum ar fi [7-28]:

- (i) deșeuri de producție industriale/ agricole sau deșeuri menajere (gospodărești) sau sub-produse industriale/ agricole (i.e. cenușă, fibre textile, nămoluri, rumeguș, coji de legume, fructe și semințe, paie, etc.)
- (ii) materiale naturale (i.e. turbă, scoici-cochilie, alge, lignit, lemn, etc.).

O direcție importantă astăzi o reprezintă investigarea de noi materiale cu potențial adsorbitiv (sorbativ) și aplicarea acestora în procese tehnologice de epurare a apelor uzate sau tratare a resurselor de apă în scopul minimizării riscului de poluare/contaminare sau chiar depoluării. Sorbția pe cărbune activ este tehnica cea mai utilizată, dar costurile relativ ridicate pe care le presupune a determinat căutarea de alternative mai ieftine. În acest context, atenția a fost îndreptată înspre materiale neconvenționale, din categoria "low cost" (ieftine), materiale care includ o serie de deșeuri și sub-produse agricole și industriale, biomasă industrială uzată/reziduală, precum și materiale naturale pentru acumularea și reținerea coloranților textili [7-28].

O atenție specială a fost și este acordată materialelor lignocelulozice, datorită caracteristicilor lor esențiale, cum ar fi: accesibilitate și preț de cost scăzut, rezistență mecanică bună, porozitate ridicată și suprafață de contact mare, caracter hidrofil care asigură o cinetică de adsorbție/sorbție rapidă, toleranță la structurile biologice cu care pot veni în contact, funcționalizare ușoară, posibilitatea utilizării sub diferite forme (particule de diferite dimensiuni, filtre, fibre, țesături) în procese continue sau discontinue [1].



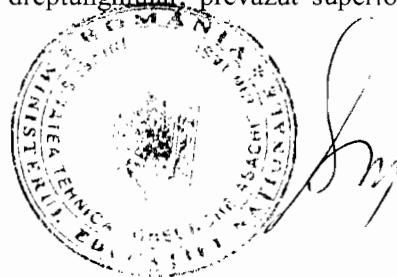
Prin urmare, scopul invenției îl reprezintă propunerea unor noi materiale, din categoria sub-produselor și/sau deșeurilor agro-industriale, ca sorbenți într-un procedeu cunoscut, în condiții optime de operare propuse și testate, pentru reținerea coloranților textili din efluenții industriali. Problemele pe care le rezolvă invenția constau în valorificarea unei categorii însemnate de sub-produse și/sau deșeuri agro-industriale concomitent cu epurarea apelor uzate rezultate de la finisarea chimică textilă prin reținerea coloranților prezenți. Invenția are aplicabilitate în epurarea efluenților colorați proveniți din industria textilă, respectiv finisarea chimică textilă, din industria de sinteză chimică a coloranților care eliberează cantități considerabile de efluenți industriali, industria de prelucrare a pieilor, industria materialelor tipografice, etc.

Materialele propuse ca noi sorbenți prezintă **urmatoarele avantaje** [7-28]:

- ușurință de operare și posibilitate de aplicare directă în instalații sau construcții deja existente și funcționale,
- asigurarea unei suprafețe specifice mari, unei viteze ridicate de sorbție, posibilitatea funcționalizării lor cu diferiți reactivi organici pentru îmbunătățirea capacității de sorbție,
- costuri reduse de pregătire a sorbentului,
- costuri reduse de operare în diferite regimuri (i.e. continue sau discontinue; statice sau dinamice),
- eficiențe ridicate de îndepărtare a coloranților și altor poluanți prioritari din apele uzate industriale textile (> 60 %),
- încadrare în limitele admise de calitate a apelor uzate epurate la deversare sau recirculare în procesul tehnologic productiv etc.

Procedeu de testare, conform invenției, constă în următoarele etape:

- în *prima etapă* are loc pregătirea materialului sorbtiv/adsorbtiv, prin intermediul unui set de operații mecanice (tăiere, mărunțire, cernere/sitare), fizice (tratate termică, umectare, etc.) și eventual chimice (funcționalizare cu liganzi organici);
- în *a doua etapă* are loc contactarea în regim cvasi-static a fazelor solidă și lichidă/apoasă (S/L) și adsorbția/sorbția (funcție de tipul interacțiunilor implicate preponderent în procesul de decolorare al efluentului textil: *fizice* - în cazul adsorbției, sau *fizico-chimice* - în cazul sorbției): volume cunoscute de efluent apos colorat (i.e. efluenți încărcăți cu diferiți coloranți textili) sunt aduse în contact cu materialul adsorbant solid testat, în prealabil cântărit și prelucrat corespunzător, cu rol de adsorbant (i.e. 4 - 30 g/L adsorbant/sorbent în efluenții testați care au în compoziție coloranți textili) (Tabel 1 și 2). Atât efluentul cât și sorbentul sunt inițial caracterizați fizico-chimic, esențiala rămânând totuși determinarea unor indicatori de calitate specifici ai efluentului și anume: turbiditate, conținut de solide în suspensie (SS), culoare, CCO-Cr, CBO₅, ioni de metale grele, AOX, N total, P total, teste de toxicitate. Contactarea fazelor (solidă și apoasă) se realizează într-un bazin dreptunghiular, prevăzut superior cu un ștuț de



admisie/evacuare faza apoasă (apă uzată influentă și/sau apă epurată) și cu unul la partea inferioară pentru evacuarea materialului sorbtiv solid epuizat (încărcat cu substanțele poluante adsorbite). Timpul de contact este cel rezultat în urma studiilor de optimizare ale procesului de sorbție (i.e. minimum 120 minute, dar de obicei s-a considerat un timp între 6 – 20 ore), iar condițiile de operare sunt alese după cum urmează: temperatura de lucru se consideră cea ambiantă (18 - 25 °C); regimul de agitare poate fi intermitent, respectiv agitare timp de 1-4 minute, la intervale de 30 sau 60 minute, sau poate consta într-o agitare inițială timp de 5-10 minute urmată de stoparea oricărei agitari; pH-ul optim sorbției se controlează și reglează în funcție de caracteristicile efluentului textil (i.e. pH acid având valoarea de cele mai multe ori de 4 sau 1,5 - 2 funcție de tipul de colorant textil prezent în efluent);

- în a treia etapă se realizează separarea prin sedimentare urmată de o eventuală centrifugare a fazei apoase separate. Este analizat fizico-chimic supernatantul sau filtratul (i.e. faza apoasă separată) și sedimentul. Faza apoasă poate fi supusă unei prelucrări ulterioare pentru îndeplinirea tuturor cerințelor la evacuare sau poate fi direct recirculată în procesul tehnologic (de exemplu, la treapta de vopsire). Prelucrarea ulterioară a fazei apoase se poate realiza prin oxidare avansată, coagulare-floculare, procese de membrană sau numai prin epurare biologică (i.e. epurare în bazine cu nămol activ sau filtre biologice). Sedimentul încărcat cu substanțe colorate poate fi valorificat prin folosire la obținere de materiale compozite, materiale de construcție, asfalturi sau ca resursă energetică pentru incinerare, eventual după uscare.

Tabel 1 Principalele caracteristici ale materialelor adsorbante (sorbentilor) testați [4-28]

Sorbenti lignocelulozici	Caracteristici
Lignina	Reprezintă subprodusul de bază în industria de celuloză și un produs ce poate fi obținut din resurse regenerabile. Principalele caracteristici sunt: lignină insolubilă în acid, 90%; lignină solubilă în acid, 1%; COOH, 3.8 mmol/g; grupări aromatice -OH, 1.7-1.8 mmol/g; grupări chimice de tip OH/C9 = 1.02; cenușă, 2.5 %; pH (dispersie 10%) = 2.7; Mg= 3510; T fierbere, 170 °C; Solubilitate în alcool, 88.5 %; solubilitate în soluții apoase alcaline, pH 12, 98.5%
Celolignina	Reprezintă un produs rezidual obținut după tratarea lemnului cu soluție diluată de acid mineral la o temperatură de 150-160°C, având următoarea compoziție: (45-48) % celuloză, (32-35) % lignină, (4-8)% pentoze și (1-1.5)% cenușă.
Muschi de turbă (turbăria Poiana Stampei, bazinul Stampei, bazinul Dornei)	Colectați de la Poiana Stampei (Romania), reprezintă un material fibros natural având ca principalii componenți celuloză, lignină, acizi humici și fulvici, alături de diferite grupări funcționale polare cum ar fi cele de tip carboxilic, carbonilic, fenolic, hidroxilenolic. Materialul testat are următoarele caracteristici fizico-chimice: culoare - maron; conținut de carbon organic - 49 w%; total proteine - 7.8 w%; cenușă - 3.44 w%; pH - 3.5; suprafață specifică - 192 m ² /g.
Rumeguș	Reprezintă un material deșeu fibros generat în timpul prelucrării mecanice a lemnului de conifere. Rumegușul conține numeroși compuși organici (hemiceluloză (10-16%), celuloză (48-57%), lignină (27-33%) cu grupări polifenolice și, de asemenea, grupări carboxilice ionizabile (acizi uronici) care reprezintă cele mai importante părți adsorbitive. Umiditatea materialului testat a fost de 4%.



Coji ale semințelor de floarea soarelui	Aceste materiale au fost obținute din industria locală de fabricare a uleiului și folosite după uscare în aer la temperatura camerei timp de 2 zile. Cojile de semințe au fost măcinate și sitate pentru separarea particulelor cu dimensiuni sub 0,8 mm și depozitate într-un recipient din material plastic pentru folosire ulterioară. Materialul nu a fost supus la tratamente chimice sau fizice. Constituienții majoritari ai cojilor de floarea soarelui sunt celuloză, lignină și pentoze.
Cocean de porumb	Materialul reprezintă un important subprodus din activitățile agro-industriale locale și poate fi inclus în grupul materialelor adsorbante lignocelulozice. Materialul crud (brut) a fost uscat la temperatura camerei, granulat și sitat pentru obținerea diferitelor fracții. S-au folosit fracțiile cu dimensiuni < 800 μm.

Tabel 2 Coloranți textili studiați, prezenți în efluenții textili

Nume colorant / C.I.	Tip de colorant/ Masa moleculară, g/mol/ Lungime de unda maxima, λ _{max}
Brilliant Red HE-3B (Reactive Red 120 sau comercial, Remazol Rosso 3R) (BRed) / 25810	anionic, bifuncțional reactiv/ 1463 / 530 nm
Reactive Orange 16 (comercial, Remazol Arancio RB) (RO) / 17757	anionic reactiv/ 617,54 / 495 nm
Methylene Blue (Basic Blue 9) / 52015 (MB)	cationic fenotiazinic / 319,85 / 660 nm
Rhodamine B (Basic Violet 10) / 45170 (RhB)	cationic xantenic/ 479,2 / 550 nm
Crystal Violet (Basic Violet 3) / 42555 (CV)	cationic trifenilmetanic/ 407,99 / 590 nm

Tabel 3 Eficiențe de reținere coloranți și condiții de operare propuse pentru sorbția coloranților testați folosind materialele adsorbante naturale considerate [3-28]

Adsorbant	Condiții de operare / Doze optime	Eficiența sorbției pentru diferiți coloranți textili, %
		Sorbție + Separare S/L prin sedimentare sau filtrare-centrifugare
Lignină	t= 20-25°C; pH= 1,5 (Bred); 1 (RO); 6 (MB) t _{adsorbție} = 20 ore; C _{colorant} = (50-300) mg/L BRed; (25,6-281,6) mg/L MB; (30-150) mg/L RO; C _{adsorbant} = 14 g/L (Bred); 4 g/L (MB); 12 g/L (RO); Regim staționar, agitare intermitentă sau numai timp de 10 minute	BRed = (49,56 – 59,55) RO = (43,52 – 60,73) MB = (55,38 – 64,32)
	Efluent real textil (flota de vopsire cu Remazol Rosso 3R - 22 g/L și Remazol Arancio RB - 33 g/L, diluție 1:1000): pH=1,55-2; t=20°C; C _{adsorbant} = 4 g/L; Regim staționar, agitare intermitentă (1-3 minute din 60 în 60 de minute) sau numai timp de 10 minute	Remazol Rosso/Remazol Arancio RB= (61,15 - 73,84)
Celolignină	t=20-25°C; pH=6; t _{adsorbție} =20 ore; C _{colorant} = (25,6 - 281,6) mg/L MB; C _{adsorbant} = 4 g/L; Regim staționar, agitare intermitentă sau numai timp de 10 minute	MB = (72,50 – 98,49)
Turbă	t=18-20°C; pH= 2 (BRed); 5,7 (MB, RhB); t _{adsorbție} = 20 ore; C _{colorant} = (20 - 300) mg/L BRed; (28,25 - 153,34) mg/L RhB; C _{adsorbant} = 12 g/L; Regim staționar, agitare intermitentă sau numai timp de 10 minute	BRed = (67,55 – 85,65) RhB = (73,73 – 99,03)
	Efluent real textil (flota de vopsire cu Remazol Rosso 3R - 22 g/L și Remazol Arancio RB - 33 g/L, diluție 1:1000):	Remazol Rosso/Remazol Arancio RB= (64,88 - 66,91)



[Handwritten signature]

	pH=1.10; t=19-20°C; C _{adsorbant} = 12 g/L; Regim stationar, agitare intermitenta (1-3 minute din 60 in 60 de minute)	
Rumeguș	t=18-20°C; pH= 2 (BRed); 5,7 (MB; CV; RhB);1 (RO); t _{adsorbție} = 20 ore; C _{colorant} = (20 - 150) mg/L BRed; (6,4 - 38,4) mg/L MB; (8,16 - 48,96) mg/L CV; (9,58 - 57,5) mg/L RhB; (24,7 - 159,25) mg/L (RO); C _{adsorbant} = 20 g/L (Bred); 4 g/L (MB, CV, RhB); 8 g/L (RO); Regim stationar, agitare intermitenta sau numai timp de 10 minute	BRed = (63,93 – 82,65) MB = (69,436 – 91,758) CV = (66,04 – 80,08) RhB = (42,6 – 59,3) la 20 ore si (52,177 – 71,83) dupa 48 ore RO = (38,28 – 50,87)
	<i>Efluent real textil</i> (flota de vopsire cu Remazol Rosso 3R - 22 g/L si Remazol Arancio RB - 33 g/L, dilutie 1:1000): pH=1; t=20°C; C _{adsorbant} = 30 g/L; Regim stationar, agitare intermitenta (1-3 minute din 60 in 60 de minute) sau numai timp de 10 minute	Remazol Rosso/Remazol Arancio RB= (63,65 - 65,815)
Coji ale semintelor de floarea soarelui	t=20-25°C; pH= 1 (RO); 6 (MB); t _{adsorbție} = 20 ore; C _{colorant} = (24,7 - 159,25) mg/L RO; (25,6 - 281,6) mg/L MB; C _{adsorbant} = 8 g/L (RO), 4 g/L (MB); Regim stationar, agitare intermitenta sau numai timp de 10 minute	RO = (60,46 – 82,67) MB = (63,36 – 93,02)
Cocean de porumb	t=20-25°C; pH= 1 (RO); 6 (MB); t _{adsorbție} = 20 ore; C _{colorant} = (24,7 - 159,25) mg/L RO; (25,6 - 281,6) mg/L MB; C _{adsorbant} = 8 g/L (RO), 4 g/L (MB); Regim stationar, agitare intermitenta sau numai timp de 10 minute	RO = (62,30 – 86,25) MB = (65,43 – 98,105)

Exemplu generalizat de teste experimentale: Volume a 25 mL de efluent textil conținând cantități variabile de colorant (ca 20 - 200 mg/L) prezentat în Tabelul 2 se aduc în contact cu probe de material adsorbant/sorbent (de exemplu: 0,3 g coji ale semintelor de floarea soarelui sau alt tip de sorbent solid din Tabelul 1). Se corectează pH-ul la valoarea optimă indicată în Tabelul 3, prin adaos de soluție de HCl 0.1 N. Sistemul (S/L) se menține în contact, la temperatura la lucru (de exemplu: 18-25°C) sub agitare intermitentă (1-3 minute, din 60 in 60 minute), timp de 20 ore după care fazele se lasă în repaos pentru sedimentare. Filtratul se analizează prin citirea absorbantei la lungimea de undă caracteristică colorantului (Tabelul 2) sau lungimea de undă specifică pentru analiza culorii în apă (i.e. 438 nm, 525 nm și/sau 620 nm) față de martorul de referință (apă distilată) în vederea stabilirii concentrației colorantului reținut, respectiv culorii reziduale în faza apoasă. În acest scop s-a folosit un spectrofotometru de tip UV-VIS Digital model S 104D/ WPA și/sau SP-830 Plus Metertech Inc. versiunea 1.06, precum și curba de etalonare a colorantului față de apă distilată ca martor sau soluție de referință (la lungimea de undă caracteristică colorantului, de exemplu 495 nm RO, 530 nm BRed, etc.). Gradul de reținere al colorantului sau gradul de decolorare se situează în limitele din Tabelul 3, după sorbție și separarea fazelor solid/apa (S/L).



[Handwritten signature]

REVENDICĂRI

1. Inventia *Materiale deșeu lignocelulozice pentru reținerea coloranților din efluenți textili* este **caracterizată prin aceea că** propune introducerea unor materiale cu proprietăți adsorbitive ridicate obținute din diverse tipuri de deșeuri agro-industriale, având compoziție preponderent lignocelulozică, prezentate în detaliu în descriere.

2. *Materiale deșeu lignocelulozice pentru reținerea coloranților din efluenți textili* este **caracterizat prin aceea că**, conform revendicării, prezintă noutate prin următoarele elemente:

2.1. Regimul și condițiile optime de operare propuse în treapta de sorbție/adsorbție în vederea realizării unei eficiențe maxime de decolorare a unor efluenți textili studiați încărcăți cu cinci tipuri de coloranți textili (valori ale eficiențelor maxime de decolorare obținute în descriere) precum și succesiunea treptelor tehnologice de epurare împreună cu condițiile optime de lucru în fiecare treaptă din procesul tehnologic complet propus, pentru fiecare tip de material adsorbant propus.

2.2. Condițiile de operare propuse (concentrație colorant de vopsire, regim de agitare, temperatură, pH) și regimul de operare pentru obținerea de eficiențe maxime de decolorare ale efluenților textili conținând trei tipuri de coloranți textili testați (Rosu Briliant HE-3B, Reactiv Orange 16, Methylene Blue) la aplicarea ligninei (deșeu industrial) ca material adsorbant având compoziție preponderent ligno-celulozică în treapta de adsorbție/sorbție, precum și a celoligninei (deșeu industrial), inclus în aceeași categorie de materiale.

2.3. Condițiile de operare propuse (concentrație colorant de vopsire, regim de agitare, temperatură, pH) și regimul de operare pentru obținerea de eficiențe maxime de decolorare ale efluenților textili conținând trei tipuri de coloranți textili testați (Roșu Briliant HE-3B, Rhodamina B, Orange 16) la aplicarea mușchiului de turbă (material natural) ca material adsorbant având compoziție preponderent ligno-celulozică în treapta de adsorbție, precum și a cojilor de semințe de floarea soarelui (deșeu agro-industrial) ca material adsorbant având compoziție preponderent ligno-celulozică în treapta de adsorbție a două tipuri de coloranți textili testați (Reactiv Orange 16, Methylene Blue).

2.4. Condițiile de operare propuse (concentrație colorant de vopsire, regim de agitare, temperatură, pH) și regimul de operare pentru obținerea de eficiențe maxime de decolorare ale efluenților textili conținând cinci tipuri de coloranți textili testați (Rosu Briliant HE-3B, Reactiv Orange 16, Metilen Blue, Cristal Violet, Rhodamina B) la aplicarea rumegușului (deșeu agro-industrial) ca material adsorbant având compoziție preponderent ligno-celulozică în treapta de adsorbție, precum și regimul de operare pentru obținerea de eficiențe maxime de decolorare ale efluenților textili și a coceanului de porumb (deșeu agro-industrial) ca material adsorbant în treapta de adsorbție a două tipuri de coloranți textili testați (Reactiv Orange 16, Methylene Blue).



2.5. Condițiile și regimul de operare propus aplicat pe efluenții textili reali testați (de exemplu, conținând colorant Remazol Rosso 3R și Remazol Arancio RB) și regimul de operare pentru obținerea de eficiențe maxime de decolorare ale efluenților textili corespunzătoare valorilor din descriere în cazul aplicării rumegușului sau ligninei ca material adsorbant/sorbent având compoziție preponderent ligno-celulozice în treapta de adsorbție.



[Handwritten signature]