

SORBENȚI FUNCȚIONALIZAȚI CU APLICAȚII BIOTEHNOLOGICE ȘI ECOLOGICE

Prof.dr.Ing. Gorduza V.M.
Ing. Doroftei C.D.
Conf. dr. Șuteu D.

Rezumat

Această cercetare este necesară pentru rezolvarea problemelor majore apărute în dezvoltarea social-economică recentă.

Se impune eliminarea produselor cu risc biologic prin cercetări de amploare care să conducă la obținerea de noi materiale chiar din apele reziduale provenite din diferite ramuri ale industriei.

O cale ar fi obținerea de sorbenți cu aplicații în analiza substanțelor prezente în urme, în procese biotehnologice de depoluare și separarea materialelor de interes biotehnologic.

Se va explica mecanismul sorbției, tipurile de sorbenți organici, domeniile în care pot fi folosiți și câteva exemple de sorbenți obținuți din materiale naturale, sau din subproduse obținute din agricultură care corespund cu cerințele actuale în domeniu.

De asemenea vor fi prezentați categorii de:

- sorbenți modificați cu liganzi organici
- sorbenți cu coloranți
- sorbenți cu vopsele

Abstract

This research is necessary for the major problems appeared with the recent economic and social development.

It's necessary to eliminate ecological risk products through sustained researches and to obtain new materials, even from the residual waters of the various industries.

A way could be the obtaining of the functionalized sorbents - with applications in the traces analyzes, the process of depollution and separations of biotechnological interest materials.

It's explained the mechanism of sorption the types of organic sorbents, where they can be used and there are some examples of sorbents from natural materials or agricultural sub products (jute, hemp, flax, cotton, maize, clay, algae a.s.o.), which correspond with the recent request of the field.

Also there are some categories of:

- modified sorbents with organic ligands;
- modified sorbents with reagent dye (stuff);
- modified sorbents with dyestuff.

Introducere

Dorința nestăvilită de îmbunătățire a standardului de viață a unui număr tot mai mare de locuitori ai Terrei a dus în timp la dezvoltarea tehnologiilor moderne, creșterea volumului producției de bunuri și implicit la un consum sporit de resurse ale ecosferei.

S-a ajuns astfel la un conflict între procesele ciclice naturale și cele ale tehnologiilor create și susținute de civilizația umană generându-se așa numita

"criză a mediului înconjurător" sau o "criză ecologică".

Dezvoltarea economică și socială din ultima perioadă impune luarea unor măsuri grabnice pentru anihilarea și stoparea urmărilor dăunătoare ale exploatarea nerațională a solului, subsolului, a poluării apelor, aerului, faunei și florei și la noi în țară.

Prin eliminarea produselor de risc ecologic este asigurată într-o măsură depoluarea apelor de suprafață, cu

menținerea echilibrului ecologic al biotipurilor vegetale și animale.

Un mijloc de depistare și valorificare a noi materii prime este determinarea unor concentrații foarte mici de substanțe (prin analiza de roci, minerale, ape naturale sau reziduale).

Evaluând metodele de analiză a microelementelor prezente în substanțele poluante din mediul înconjurător s-a ajuns la concluzia că metoda de analiză care conduce spre un procedeu de separare eficient este *concentrarea*.

Concentrarea – este o metodă indispensabilă în analiza compușilor organici atât ca etapă premergătoare analizei compușilor de concentrație mică cât și pentru separarea unor compuși nocivi, în scopul prevenirii poluării mediului și al purificării apelor reziduale în vederea neutralizării lor.

Principala problemă a *concentrării* o reprezintă creșterea concentrației substanței organice din proba de analizat fără modificarea naturii acesteia.

Metoda de concentrare a microcomponentelor face parte din metodele de control analitic de înaltă sensibilitate aplicabile în: Protecția mediului, Medicină, Biologia moleculară, Tehnologiile chimice și Biotehnologiile.

Eficiența procentului de concentrare-separare (sorbție) este apreciată pe baza unor factori cum ar fi:

- scopul în care se utilizează metoda;
- posibilități de concentrare, separare și determinare;
- corectitudinea și precizia rezultatelor;

- asigurarea cu aparatură performantă și personal calificat;

- posibilități de extindere la scară macro;

- eficacitatea materialului folosit, dată de valorile capacității maxime de sorbție.

Substanțele colorate rezultate în procesele tinctoriale și care ajung în apele reziduale constituie poluanți organici cu potențial toxic pentru ecosistemul acvatic.

De aceea se impune reținerea coloranților în condiții controlabile, din apele uzate.

Domeniul sintezei și aplicării coloranților organici se află în prezent în vizorul organismelor internaționale abilitate care impun reglementări ecologice stricte prin înlocuirea produselor cu risc toxicologic, alergen sau mutagen.

Ca urmare a acestor considerente – clasificarea proceselor de sorbție prezintă interes nu numai pentru procedeele de depoluare a apelor reziduale cât și pentru cercetarea și obținerea unor tipuri structurale noi de coloranți.

Tipuri de sorbenți cu aplicații în analiza de urme, procese de depoluare și separări de interes biotehnologic

Performanțele metodelor de concentrare prin sorbție depind de alegerea sorbentului și a condițiilor de utilizare a acestuia.

Se impun o serie de cerințe în alegerea unui sorbent:

- selectivitate și capacitate de sorbție ridicată pentru specia de determinant;

➤ caracteristici cinetice și termodinamice favorabile;

➤ rezistență mecanică și stabilitate fizico-chimică;

➤ accesibilitate, regenerare ușoară și preț redus.

Proprietatea analitică cea mai importantă a unui *sorbent* este *selectivitatea*.

Selectivitatea se exprimă prin diferența între coeficienții de distribuție ai speciilor prezente într-un sistem chimic.

$$S = \log D(1) - \log D(2)$$

unde: S – selectivitatea;

D(1) – coeficientul de distribuție al elementului de determinat;

D(2) – cea mai mare dintre valorile coeficientului de distribuție ale celorlalte specii prezente în sistemul de analizat.

Sorbenții macromoleculari posedă o serie de particularități ca:

➤ suprafața specifică;

➤ porozitatea determinată de forma, dimensiunea și distribuția porilor sau canalelor;

➤ granulația corelată cu dimensiunea particulelor;

➤ gradul de umplere – măsură a proprietăților elastice;

➤ natura hidrofobă sau hidrofilă a grupelor prezente.

Clasificarea sorbenților

Criterii

⇒ Constituția scheletului:

◇ Sorbenți:

✓ anorganici;

✓ organici

✓ naturali;

✓ sintetici.

⇒ Natura interacțiilor din sistemele de sorbție:

◇ Adsorbanți:

✓ polari;

✓ nepolari

✓ bazici

✓ acizi.

◇ Absorbanți

◇ Schimbători de ioni:

✓ cationici;

✓ anionici.

◇ Sorbenți chelatizanti:

✓ cu grupe funcționale grefate;

✓ schimbători de ioni modificați cu

reactivi de complexare.

Observație:

Sorbenții pot fi utilizați:

✓ în stare netratată;

✓ în stare tratată:

➤ fizic;

➤ chimic.

În ultima perioadă au început să câștige teren noi categorii de sorbenți, din materiale naturale sau subproduse agricole (iută, cânepă, in, bumbac, porumb, dovleac, ș.a.) argile, alge etc, care răspund cerințelor actuale ale domeniului:

⇒ ieftini, accesibili, ușor de procurat;

⇒ posedă rezistență mecanică și porozitate ridicată;

⇒ are caracter hidrofil, asigură o cinetică rapidă a sorbției facilități de funcționalizare;

⇒ sunt realizabili și utilizabili în diverse forme și dimensiuni.

S-au selectat pentru scopurile propuse următorii sorbenți naturali și sintetici:

- ✧ celuloza;
- ✧ rășini stiren – divinilbenzenice;
- ✧ spume poliuretanic;
- ✧ cânepa.

Sorbenți celulozici

Celuloza $[(C_6H_{10}O_5)_n]$ (figura 1) un polizaharid natural, fiind un sorbent

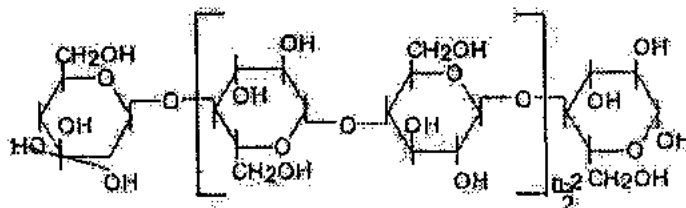


Fig. 1 Celuloza

Celuloza poate fi folosită și ca atare precum și după modificări fizice sau chimice, în analiza, separarea și concentrarea probelor, implicate în procese tehnologice de sinteză organică fină și biotehnologice.

Celulozele granulare – reprezintă noi forme de sorbenți celulozici, cu proprietăți de excepție:

- ✧prezența particulelor de formă sferică și posibilitatea selectării lor după mărime;
- ✧rezistență mecanică asociate cu pierderi mici de presiune în coloane;
- ✧porozitate înaltă => accesibilitate pentru compuși cu masă moleculară mare;

reprezentativ prin structura fibroasă, suprafața internă mare determinată de dimensiunea și distribuția porilor, higroscopicitatea corelată cu structura poroasă și grupele hidroxilice constitutive, precum și posibilitatea de funcționalizare cu reactivi organici.

- ✧hidrofilie, ce conferă compatibilitate cu structurile biologice;
- ✧reactivitate chimică și susceptibilitate de funcționalizare;
- ✧realizarea unor cinetici rapide;
- ✧posibilitatea aplicării pentru filtre industriale;

- ✧disponibilitate la un preț scăzut.

Îmbunătățirea *proprietăților de sorbție* ale celulozei naturale poate fi realizată prin interacții fizice sau modificări chimice ale grupelor funcționale hidroxilice, rezultând celuloze schimbătoare de ioni, respectiv celuloze chelatizante pentru aceasta, celulozele din bumbac sau din lemn sunt supuse unor reacții de eterificare sau esterificare (figura 2).

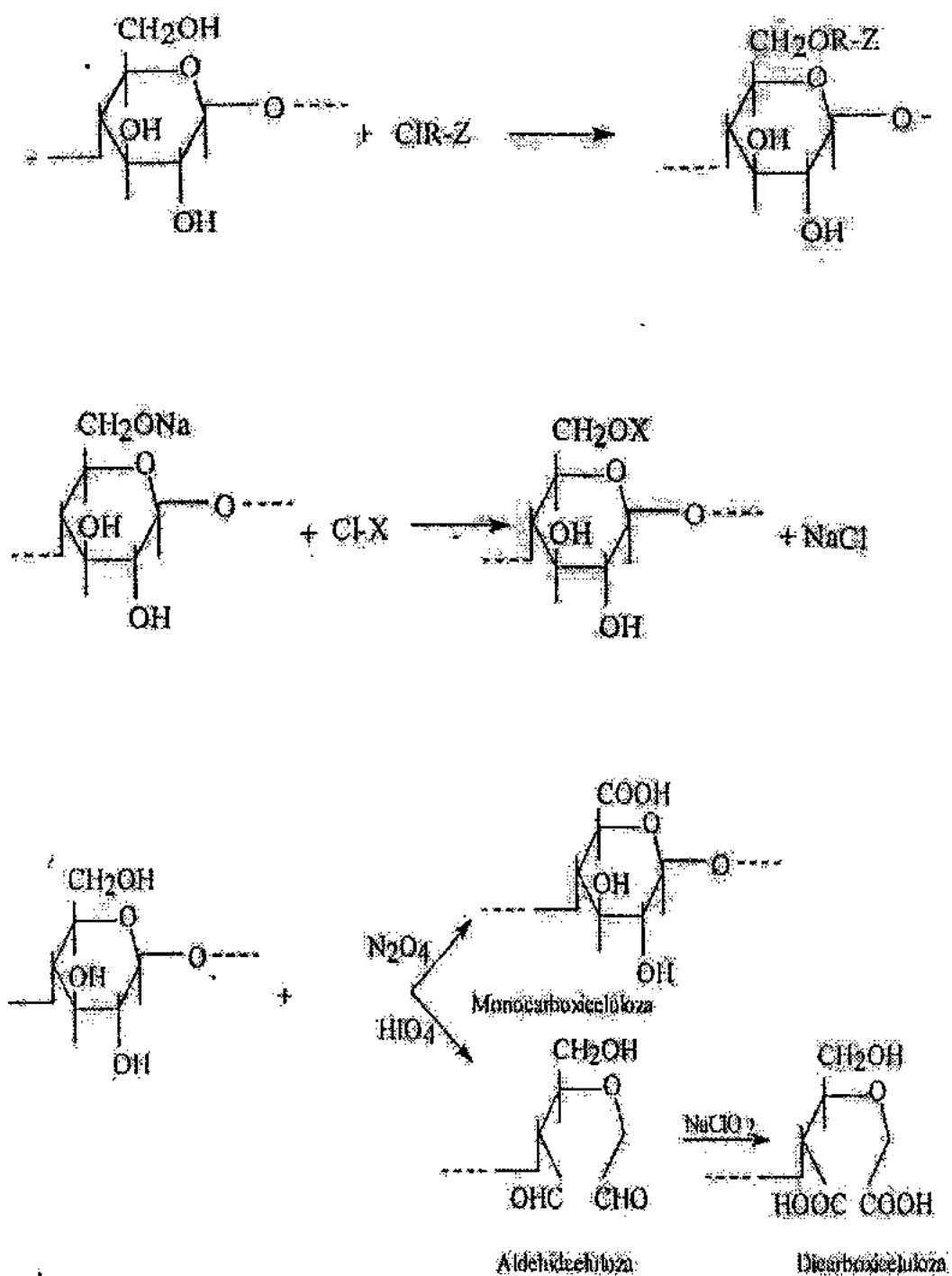


Fig. 2 Metode de îmbunătățire a proprietăților de sorbție ale celulozei naturale

Tabelul nr. 1

Proprietăți ale principalelor tipuri de celuloze schimbătoare de cationi

Cationit	Grupa ionizabilă	Caracter	Metoda de obținere	Capacitatea nominală de schimb, mequiv/g	pH-ul de capacitate maximă
CM ⁻ -celuloză	-O-CH ₂ -COOH	slab acid	Tratarea celulozei preîmbibată cu NaOH cu acid monocloroacetic (ClCH ₂ COOH)	0,7 ± 0,1	3,7
CP ⁻ -celuloză	-O-C ₂ H ₄ -COOH	mediu acid	Tratarea celulozei, preîmbibată cu NaOH, cu oxidizarea de fosfor (POCl ₃) în prezență de amoniac sau piridină, sau prin esterificarea celulozei cu acid fosforic (H ₃ PO ₄)	0,85 ± 0,1	III 1,5 28 7,5
SP ⁻ -celuloză	-O-C ₂ H ₄ -SO ₃ H	puternic acid	Acțiunea acidului 2-cloretil-sulfonic, a acidului etilen-sulfonic sau a acidului etionic în prezență de NaOH	0,2 ± 0,06	0,5
SM ⁻ -celuloză	-O-CH ₂ -SO ₃ H	puternic acid	Tratarea celulozei cu monoclorometil sulfonat de sodiu (ClCH ₂ -SO ₃ Na) într-o soluție apoasă, concentrată de NaOH	-	-

a-carboximetil-celuloză; b-carboxietil-celuloză; c-fosfat-celuloză; d-sulfocetil-celuloză; e-sulfonietil-celuloză.

Celuloza constituie un din matricile polimere, organice cu o extrem de largă utilizare în încorporarea unei game variate de grupe funcționale formatoare de chelați. O poziție specială o au grupele iminodiacetat care pot fi introduse relativ ușor în macromolecula celulozei conform figurii 3.

Materiale neconvenționale pe bază de celuloză

Punându-se în balanță o serie de inconveniente legate de prețul de cost ridicat al materialelor pe bază de polimeri organici sintetici sau naturali, dificultate de procurare, poluarea implicată în tehnologiile de sinteză, în practica

industrială și de laborator a apărut soluția salvatoare a folosirii materialelor celulozice neconvenționale, precum: scoarța de copac, paie și coji de orez, trestie de zahăr, miez de bambus, rumeguș, fibre textile (bumbac, in, cânepă, iută).

Analizând tabelul 3 se justifică interesul pentru aceste materiale.

Din tabelul 4 se poate observa conținutul în celuloză a unor materiale naturale.

Este extrem de importantă posibilitatea utilizării acestor materiale celulozice naturale în scopul reținerii ionilor metalici poluanți datorită existenței în structura celulozei respectiv ligninei a unor grupări hidroxil, carbonil, metoxi- capabile

de a forma combinații complexe cu aceștia.

Sorbenții celulozici naturali pot fixa substanțele organice poluante datorită

interacțiunilor dintre combinația analizată și suport. Reținerea poate avea la bază adsorbția, legături de hidrogen, legături Van der Waals sau legături chimice.

Tabelul nr. 2

Caracteristicile principalelor tipuri de celuloze schimbătoare de anioni

Anionitul	Grupa ionogenă	Caracter	Metode de obținere	Capacitate nominală de schimb, mechi/g	pH-ul de capacitate maximă
AE ^a -celuloză	-O-CH ₂ -CH ₂ NH ₂	mediu bazic	Tratarea celulozei cu acid 2-aminoetil-sulfonic (H ₂ NCH ₂ -CH ₂ -OSO ₃ H) în prezență de NaOH. Tratarea celulozei cu etilna-ureia în prezență de catalizatori acizi sau bazici	0,8 ± 0,1	8,0
DEAE ^b -celuloză	-O- (CH ₂) ₂ N(C ₂ H ₅) ₂	mediu bazic	Tratarea celulozei purificate cu 2-diar-trietil-amină (CICH ₂ CH ₂ N(C ₂ H ₅) ₂) în prezență de NaOH	0,7 ± 0,1	9,5
TEAE ^c -celuloză	-O- (CH ₂) ₂ N ⁺ (C ₂ H ₅) ₃ X ⁻	puternic bazic	Tratarea DEAE-celulozei în condiții anhidre cu halogenuri de alchil (CH ₂ -CH ₂ X)	0,5 ± 0,08	-
ECTEOL A ^d -celuloză	-O- CH ₂ CHOHCH ₂ O CH ₂ - CH ₂ N((CH ₂) ₂ OH)	mediu bazic	Tratarea celulozei preîncălzită în alcoolii la temperatură joasă, cu epichelurhidriai și trietanolamină	0,3 ± 0,05	7,5
GE ^e -celuloză	-O-(CH ₂) ₂ NH-C-NH ₂ NH	puternic bazic	Tratarea AE-celulozei cu o-metil-izourea într-o soluție tampon carbonat-bicarbonat	0,4 ± 0,1	-
PAB ^f -celuloză	-O-CH ₂ -C ₆ H ₄ -NH ₂	slab bazic	Tratarea celulozei cu cloruri de p-nitrobenzil în prezență de NaOH, urmată de reducerea produsului cu hidrosulfir de sodiu	0,2 ± 0,1	-

a-aminoetil-celuloză; b-dietilaminoetil-celuloză; c-trietilaminoetil-celuloză;

e-guaidoetil-celuloză; f-p-amino-benzil-celuloză

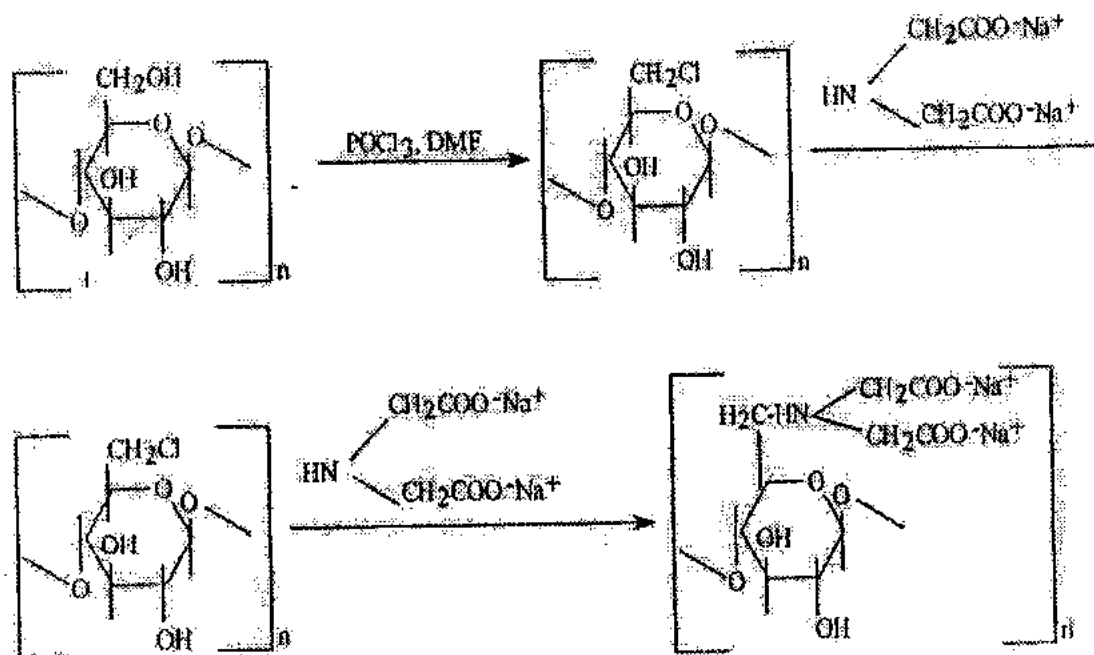


Fig. 3 Introducerea grupelor iminodiacetat în macromolecula celulozei

Fibre de cânepă

Fibra de cânepă este o fibră celulozică, naturală, vegetală, pluricelulară.

Aceasta se obține prin topire și melițare, din tulpina plantei "cânepă", ai cărei pereți sunt mai lignificați și mai încrustați cu substanțe pectice decât cele ale inului. Se prelucrează sub formă de fascicule și celule sau fibră tehnică.

Structura morfologică a cânepii este alcătuită din agregate de celule (fibre elementare) constituite din celuloză

aproape pură, cimentate în fascicule cu incruste necelulozice: lignina, hemiceluloze, pectine, minerale, rășini, ceruri, taninuri, substanțe colorante, etc.

Compoziția chimică a cânepii este:

- ✓ celuloză: 74-78%;
- ✓ hemiceluloze: 18,4-15,4%;
- ✓ lignină: 3,7%;
- ✓ ceruri: 4,04%.

Proprietățile fizico – chimice ale cânepii sunt sistematizate în tabelul 5.

Pentru a se îmbunătăți capacitatea de sorbție fibrele de cânepă pot fi supuse modificărilor fizice sau chimice.

Tabelul nr. 3

Interesul pentru sorbenții celulozici naturali ce pot fixa substanțele organice poluante

Caracteristica	Observații
Ecologică	Sunt materiale nepoluante, existente în natură în cantitate mare și care prin utilizare nu produc rezidii toxice
Economică	- Au preț de cost scăzut - Prezintă ușurință în procurare - Necesită aparatură simplă cu posibilitatea realizării unui proces continuu
Caracter	Puternic hidrofil, ceea ce determină o cinetică rapidă a procesului de sorbție, toleranță la molecule biologice și posibilitatea funcționalizării în condiții ușoare
Suprafață specifică	Mult mai mare decât a materialelor granulare
Porozitate	Ridică
Rezistență mecanică	Deosebită
Capacitate de înbibare	Bună
Utilizare	Particule de diferite dimensiuni, fibre, filtre, pesături, cu posibilitatea aplicării în cazuri când folosirea sorbenților uzuali este dificilă sau chiar imposibilă

Tabelul nr. 4

Sorbenții celulozici naturali ce pot fixa substanțele organice poluante

Material	Constituent major	%
Fibre de bumbac	Celuloză	85
Fibre de în	Celuloză	72
Fibre de cânepă	Celuloză	78
Fibre de iută	Celuloză	60 – 72
Miez de bambus	Celuloză	92
	Lignină	13
Rumeguș	Celuloză	92
	Lignină	31

Proprietăți sorbtive

Prezența în structura celulozei și a ligninei a unor grupări (hidroxil, carbonil, metoxi) fac materialele celulozice neconvenționale capabile de a complexa cationii. Cânepa acționează ca un schimbător de ioni acid, putând reține în

condiții statice cationii Cr(III) și Cu(II) din soluții apoase diluate.

Exprimarea proprietăților sorbtive ale cânepii naturale prin mărimile procentului maxim de reținere și ale coeficienților de distribuție (K_d) sunt arătate în tabelul 6.

Tabelul nr. 5

Proprietățile fizico-chimice ale cânepii.

Proprietatea	Caracteristici
Aspect	Fibre groase și rigide
Culoare	Cenușiu - verzuiu
Caracter	Puternic hidrofil
Suprafață specifică	Mare
Capacitate de înbibare	Bună
Rezistență specifică	Deosebită: 15 kgf / mm ²
Greutate specifică	1,5 kgf / cm ³
Umiditate	12 %
Identificare	- Cu Iodură se colorează în albastru, iar stratul exterior al celulei se colorează în galben - În soluție cupruamoniacală se umflă neregulat
Stabilitate chimică	Superioară bumbacului
Acțiunea	- Agenților oxidanți (peroxizi organici și anorganici, compuși ai clorului, tetraoxizi de azot, acid periodic) stă la baza procesului de albire în urma căruiă cânepa apare într-o nuanță galben - alinie, uneori cenușiu - argintie - Hidrolitică a alcaliilor (în special NaOH 18%) determină mărirea hidrofiliei fibrelor de cânepă care devin mai măfăsoase și de o culoare mai deschisă, iar cea a acizilor minerali (HNO ₃ , HCl, H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄) contribuie la micșorarea acesteia, astfel încât fibrele își pierd rezistența

Tabelul nr. 6

Procentul de reținere a cationilor Cr(III) și Cu(II) din soluții apoase diluate de către cânepă

Cationul studiat	Procentul maxim de reținere	lg K _d	Intervalul de concentrații în care s-a lucrat (μg/ml)
Cr (III)	77,28	1,62-2,21	5,2-312
Cu (II)	88,48	1,97-2,48	12,7-254

Deci cănepa poate constitui un sorbent eficient și ieftin în reținerea ionilor metalici din apele poluate.

Sorbenți modificați cu liganzi organici

Îmbunătățirea factorilor de performanță analitică a materialelor sorbtive se poate face și prin

funcționalizarea matricilor polimere, astfel:

- ✓ prin formarea unei legături chimice covalente între un reactiv organic și suport (figura 4);
- ✓ prin impregnarea și adsorbția a reactivului organic pe suport (figura 5).

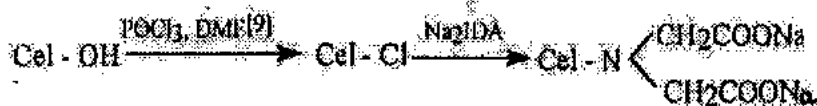


Fig. 4 Formarea unei legături chimice covalente între un reactiv organic și suport

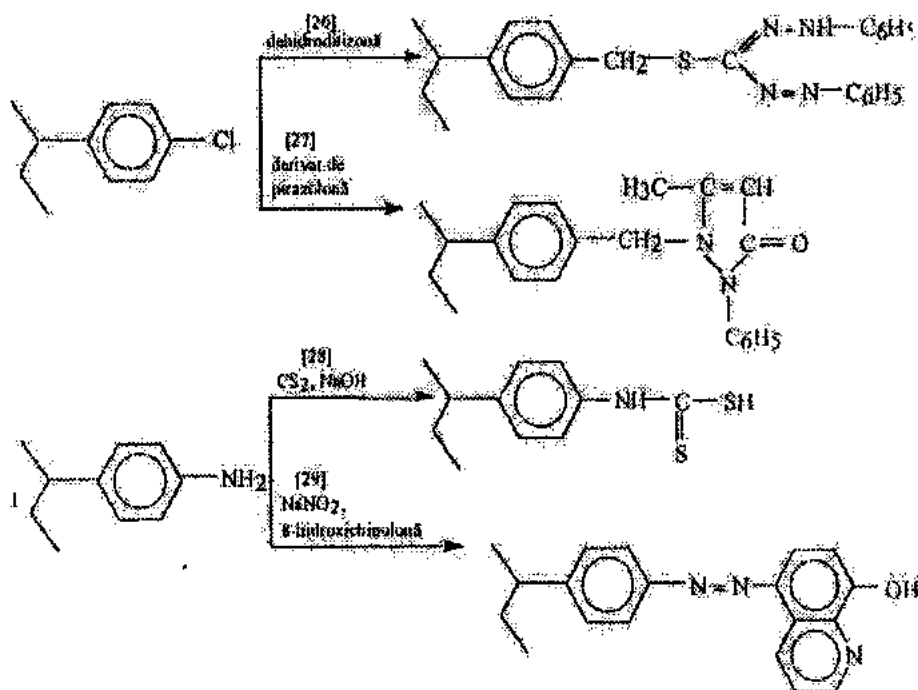


Fig. 5 Impregnarea și adsorbția a reactivului organic pe suport

Sorbenți modificați cu coloranți reactivi

Obținerea sorbenților funcționalizați reprezintă una din aplicațiile de perspectivă ale coloranților reactivi.

Scopul final este eficiența mărită a sorbenților funcționalizați în reținerea cationilor metalelor grele (Cu (II), Hg (II), Pb (II), Fe (III)) remanente în bazinele de deversare a reziduurilor industriale.

Se știe de altfel că metalele grele au acțiune toxică asupra organismelor acvatiche, inhibând și procesele de autoepurare. Metalele grele produc intoxicații grave ale organismului uman:

✓intoxicația cu Pb – duce la anemie, insomnie, iritabilitate, etc.;

✓intoxicația cu Hg – are ca manifestări dureri de cap, amețeli, tulburări

✓de memorie. Hg se acumulează în organism mai ales în rinichi și ficat;

✓intoxicația cu Cd – duce la afecțiuni ale rinichiului, ficatului, cordului.

Sorbenții funcționalizați cu coloranți reactivi pot fi valorificați în cromatografia de afinitate, pentru separarea proteinelor, enzimelor, polinucleotidelor, anticorpilor, antigenelor sau a unor subproduse rezultate în procese biotehnologice.

Sorbenții funcționalizați cu liganzi organici sunt aplicați în cromatografia de bioafinitate (tabelul 7).

Tabelul nr. 7

Sorbenții funcționalizați cu liganzi organici sunt aplicați în cromatografia de bioafinitate

Ligand	Biopolimer purificat
Histamină	Methemoglobină
Zaharide	Lecitină
Acid hidroxaminic	Urează
Acetat	Proteinaze
Anhidrotetraciclină	Anhidrotetraciclină oxigenată
Coloranți reactivi	Lactat dehidrogenază
Coloranți reactivi	Albumină serică

Coloranții imobilizați pe suport celulozic pot manifesta proprietăți biomimetice manifestând specificitate de legare, de proteine și enzime.

Coloranții reactivi antrachinonici, clor-triazinici și vinil sulfonici precum

Albastru Cibacrom 3G-A și Albastru Brilliant Reamazol R dau interacții specifice cu majoritatea enzimelor și o serie de proteine.

În structurile din figurile 6 și 7 săgeata indică locul de legare pe suportul celulozic.

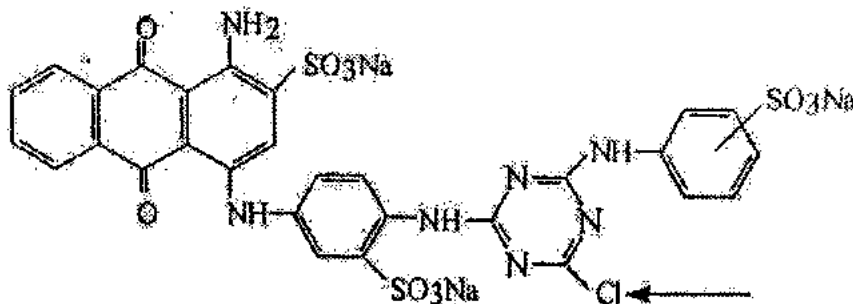


Fig. 6 Locul de legare pe suportul celulozic a coloranții reactivi antrachinonici, clor-triazinici și vinil sulfonici

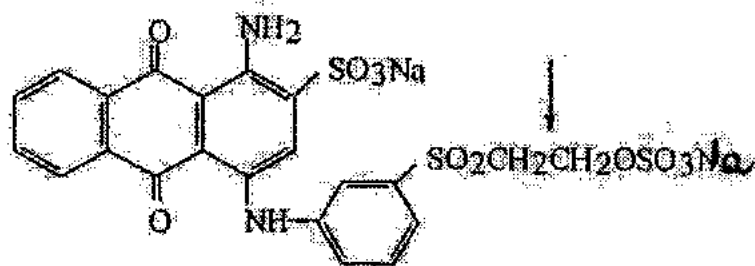


Fig. 7 Locul de legare pe suportul celulozic de albastru Cibacrom 3G-A și Albastru Brilliant Reamazol R.

Sorbenții pe bază de celuloză (microcristalină, granulată sau activată) au aplicații importante în concentrarea și separarea produselor biologice, dar și a unor produse de sinteză fină organică.

Prin modificarea sorbenților polizaharidici cu coloranți reactivi se obțin noi sorbenți, de mare selectivitate în separarea:

- ⇒ enzimelor; proteinelor;
- ⇒ acizilor nucleici;
- ⇒ a medicamentelor de biosinteză;
- ⇒ a produselor rezultate în procese biotehnologice (de inginerie genetică).

Sorbenții neconvenționali prezintă proprietăți sorbtive pentru coloranții acizi sau baziți în mediu apos acid spre deosebire de celuloza pură care nu are această afinitate.

Sorbenți modificați cu coloranți

Coloranții conținuți în apele uzate de la vopsitorii constituie poluanți de natură organică ai apelor de suprafață, cu riscuri ecologice datorită perturbării florei și faunei din zonele de deversare.

S-au luat în studiu condițiile de reținere prin sorbție a acestora utilizând diverse suporturi sintetice sau naturale.

Materiale folosite

Ca sorbenți s-au folosit celuloze schimbătoare de ioni: AE, DEAE, TEAE, GE și ECTEOLA.

Din categoria coloranților s-au selectat doi coloranți reactiv biofuncționali de tip monoclorotriazinic: Roșu Brilliant HE-33 și Albastru M-EB (figurile 8 și 9).

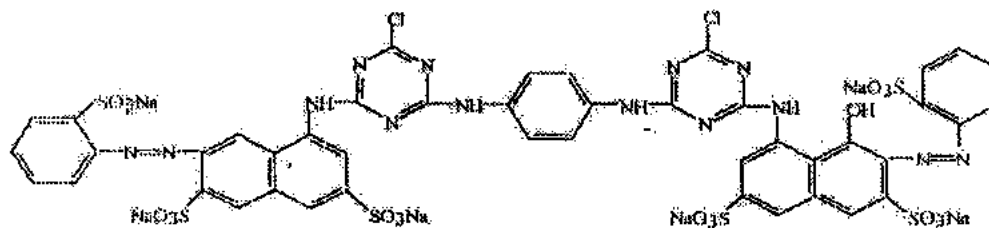


Fig. 8 Roșu Brilliant HE

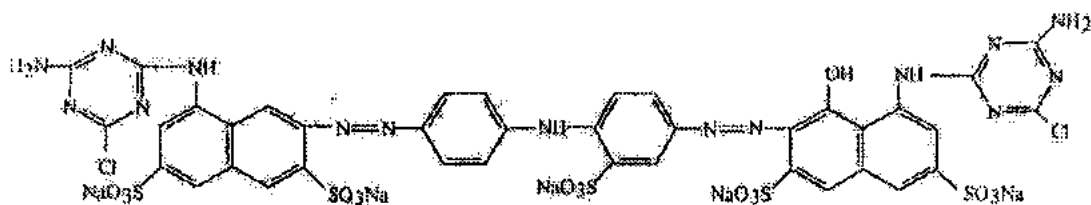


Fig. 9 Alabastru M-EB

Concluzii

Din materialul prezentat, din teste ale potențialului analitic al unor tipuri de sorbenți neconvenționali în scopuri ecologice, din analiza de urme și din aplicațiile biotehnologice avem următoarele concluzii:

☞ O categorie de potențiali poluanți de natură organică sunt coloranții. La stabilirea condițiilor de sorbție a acestora din apele uzate trebuie considerați parametrii care influențează procesul: temperatura, pH-ul soluției, concentrația speciei studiate, prezența electroliților și tipul sorbentului. Capacitatea de sorbție a colorantului depinde de structura celulozelor folosite (distribuția porilor și macroporilor, natura grupelor funcționale).

Procesul de sorbție este influențat pozitiv de creșterea temperaturii care determină mărirea vitezei de difuziune a moleculelor de colorant, de timpul de contact al soluției de analizat cu sorbentul, de cantitatea de material adsorbant folosită și de concentrația speciei din soluție.

☞ Mecanismul predominant al sorbției coloranților reactivi pe sorbenți celulozici este de schimb ionic, completat de adsorbție și legare covalentă pe suport.

☞ Interacțiunile fizice și chimice dintre coloranții reactivi și suporturile celulozice, constituie baza folosirii; sorbenților modificați, ca noi tipuri de materiale adsorbante;

Sorbenții celulozici modificați cu coloranți reactivi pot fi folosiți la reținerea ionilor metalici toxici (Cu^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+}) din apele reziduale printr-un mecanism de complexare;

☞ Celulozele schimbătoare de anioni modificate cu coloranți reactivi devin sorbenți eficienți în recuperarea substanțelor biologice, cum sunt proteinele și enzimele studiate: cazeina, eysozima și α -amilaza aflate în cantități mici (μg) în medii apoase.

Sorbenții celulozici modificați cu coloranți reactivi sunt mai eficienți în recuperarea proteinelor decât cei nemodificați;

☞ Cânepa – poate fi un bun sorbent neconvențional, ecologic și ieftin – în analiza elementelor în urme.

Cationii Cr (III) și Cu (II) pot fi reținuți în condiții statice din soluții diluate pe fibre de cânepă.

Pretratarea cânepii cu alizarină – S a conferit materialului celulozic caracteristici analitice îmbunătățite în concentrarea selectivă a Cr (III).

✎ Prin modificarea sorbenților polizaharidici cu coloranți reactivi se obțin noi sorbenți, de mare selectivitate în separarea enzimelor, proteinelor, acizilor

nucleici sau a unor medicamente de biosinteză.

Bibliografie

1. *Normativele HACCP ale Comunității Europene.*
2. Banu, C., *Biotehnologii în industria alimentară*, Editura Tehnică, București, 2000.
3. Tărăbășanu-Mihăilă, C., Boscornea, C., Gorduza, V.M., *Compuși naturali – Alimente*, Editura Semne, București, 2001.
4. Gorduza, V.M., Tărăbășanu-Mihăilă, C., Athanasiu, A., Gorduza, E.V., *Coloranți organici cu aplicații neconvenționale (în optoelectronică și biotehnologii)*, Editura Uni-Press, București, 2000.
5. Gorduza, V.M., Tofan, L., Șuteu, D., Gorduza, E.V., *Biomateriale – Biotehnologii – Biocontrol*, Editura CERMI, Iași, 2002
6. Clonis, Y.D., Labron, N.E., Kotsira, V.P., *J. Chromatogr.*, A, 2000,891(1),33.