

LA INTERFAȚA DINTRE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE



Material realizat cu sprijinul doamnei Roxana Ionete, director științific
ICSI Râmnicu Vâlcea

OBȚINEREA DE NANOMATERIALE PRIN VALORIFICAREA DEȘEURILOR AGRICOLE

INOVATIE SI IMPACT SOCIETAL LA ICSI RÂMNICU VÂLCEA

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice desfășoară activități de cercetare de vârf în domeniul energiei sustenabile și al protecției mediului, contribuind semnificativ la tranziția către o economie circulară și ecologică. Una dintre direcțiile strategice de cercetare este valorificarea deșeurilor agricole pentru obținerea de nanomateriale funcționale cu aplicabilitate directă în tratarea apei, remedierea solului și îmbunătățirea proceselor industriale. Această abordare promovează nu doar sustenabilitatea ecologică, ci și crearea unor soluții viabile economic pentru industriile emergente. Ceea ce a captat atenția comunității științifice și industriale datorită proprietăților sale remarcabile și diversității de aplicații este *nanosilicea*.



Nanosilicea este un material cu proprietăți unice, caracterizat de o morfologie nanometrică și o suprafață specifică mare, cu porozitate ridicată și stabilitate termică și chimică excelentă. Această formă de dioxid de siliciu (SiO_2), caracterizată prin structuri poroase ordonate și o reactivitate chimică ridicată, este utilizată pe scară largă, datorită proprietăților sale remarcabile și diversității de aplicații.

O RESURSA STRATEGICĂ PENTRU APLICAȚII AVANSATE



Nanosilicea este utilizată în domenii precum cataliza heterogenă (suport pentru catalizatori eficienți în procese chimice și energetice), tratarea apelor uzate (eliminarea eficientă a poluanților organici persistenti), biomedicina și stocarea energiei (îmbunătățirea performanțelor materialelor utilizate în baterii și pile de combustie).



Interesul crescând pentru nanosilice este justificat de avantajele sale unice, precum suprafața mare și porozitatea ridicată, care permit un grad înalt de adsorbție și interacțiune cu moleculele reactive, stabilitatea termică și chimică, făcând-o ideală pentru aplicații în condiții extreme de temperatură și pH și biocompatibilitatea, ceea ce o face atractivă pentru utilizarea în domeniul medical și farmaceutic.

Cu toate acestea, utilizarea surselor convenționale pentru obținerea nanosilicelor, cum ar fi nisipul de cuarț, implică procese costisitoare și energofage. În schimb, obținerea nanosilicelor din deșeurile agricole, precum cojile de orez, oferă o soluție sustenabilă și economică, reducând simultan impactul asupra mediului și promovând economia circulară.

Utilizarea deșeurilor agricole pentru obținerea nanosilicelor prezintă, de asemenea, multiple avantaje, enumerând aici reducerea deșeurilor și protecția mediului, costurile de producție reduse și disponibilitatea ridicată a materiei prime, știut fiind faptul că orezul este una dintre cele mai cultivate cereale la nivel global, generând anual cantități semnificative de deșeurile, ceea ce face din cojile de orez o resursă atât regenerabilă, cât și abundentă.

Obținerea nanosilicelor din deșeurile agricole reprezintă o oportunitate semnificativă pentru dezvoltarea unor procese industriale mai ecologice și eficiente din punct de vedere economic, contribuind la un viitor sustenabil și la o utilizare mai responsabilă a resurselor.

PROCESUL INOVATOR DE OBTINERE A NANOSILICELOR DIN DEȘEURILE AGRICOLE

Cercetările recente efectuate în institut au demonstrat fezabilitatea transformării unor deșeurile agricole în materiale avansate pe bază de silice, printr-o combinație de tratamente termice și chimice, rezultând nanomateriale cu o porozitate ridicată și o reactivitate chimică deosebită.

Aceste materiale pot fi utilizate cu succes în aplicații de mediu, cum ar fi tratarea apelor industriale și remedierea solurilor contaminate.

NOI OPORTUNITĂȚI PENTRU DEZVOLTAREA DURABILĂ

Deșeurile agricole, precum cojile de orez, tărâțele de grâu și tulpinile de porumb, sunt resurse insuficient exploatate, cu un potențial enorm. Aceste subproduse, care de obicei sunt aruncate sau incinerate, contribuie la poluarea mediului și la risipa de resurse. Echipa de cercetători de la ICSI a dezvoltat procese inovatoare pentru a transforma aceste materiale în catalizatori și adsorbanti pe bază de nanosilice, deschizând noi oportunități pentru dezvoltarea durabilă.

MATERIALE CU PROPRIETĂȚI UNICE

Utilizarea cojilor de orez ca materie primă pentru nanomateriale se bazează pe conținutul ridicat de silice amorfă (până la 30%), care permite obținerea unor materiale cu proprietăți unice, cum ar fi suprafața specifică mare, stabilitatea termică ridicată și capacitatea de adsorbție îmbunătățită. Studiile recente, cum ar fi cel publicat în revista *Catalysts* (2021), au demonstrat că silica obținută din cojile de orez poate fi utilizată ca suport pentru catalizatori de înaltă eficiență în procesele de tratare a apelor industriale contaminate cu coloranți organici toxici, precum albastrul de metilen și rodamina B. Procesul tehnologic dezvoltat de

cercetătorii de la ICSI presupune câteva etape esențiale. Piroliza controlată, în care deșeurile sunt supuse unui tratament termic la temperaturi de 550-800°C, obținându-se o cenușă bogată în dioxid de siliciu amorf, purificarea chimică, prin care cenușa rezultată este supusă unui tratament cu soluții acide pentru eliminarea impurităților metalice, urmat de un proces de calcinare pentru a crește gradul de puritate al silicei și, ca ultimă etapă, funcționalizarea avansată, care se referă la doping-ul nanosilicei cu metale de tranziție (Ni, Fe) pentru îmbunătățirea proprietăților catalitice și de adsorbție.

Prin această abordare inovatoare, cercetătorii ICSI au reușit să sintetizeze materiale de tip MCM-41 dopate cu nichel și fier, care au demonstrat o eficiență remarcabilă în eliminarea coloranților organici din apele industriale, cu o rată de degradare de peste 90%.

Caracterizarea materialelor rezultate a fost realizată prin tehnici avansate, precum microscopie electronică de transmisie (TEM), difracție de raze X (XRD) și spectroscopie de absorbție UV-Vis, confirmând structura mezoporoasă ordonată și eficiența materialului în aplicațiile de mediu.

Studiile experimentale au demonstrat că nanosilicea dopată cu nichel și fier sintetizată la ICSI are o eficiență ridicată în îndepărtarea coloranților toxici, cum ar fi rodamina 110 și albastrul de metilen, din efluenți industriali. Eficiența de eliminare depășește 96% în primele 24 de ore de contact, printr-o combinație de adsorbție fizică și procese de oxidare avansată.

În plus, analizele privind consumul chimic de oxigen au indicat o reducere semnificativă a poluanților organici din apele tratate, demonstrând eficiența ridicată a acestor nanomateriale în procesele de epurare. Obținerea nanosilicelor din deșeuri agricole aduce multiple beneficii sociale și economice, respectiv reducerea poluării, costurile reduse și diversificarea aplicațiilor.

Beneficiile de mediu ale acestor inovații sunt semnificative. Această abordare inovatoare contribuie la atingerea obiectivelor de dezvoltare durabilă stabilite la nivel internațional, oferind soluții eficiente și ecologice pentru provocările legate de poluare și managementul resurselor. Pe lângă impactul pozitiv asupra mediului, utilizarea deșeurilor agricole pentru producerea de nanomateriale aduce avantaje economice considerabile.

Costul de producție al nanosilicilor derivate din deșuri agricole este considerabil mai redus comparativ cu metodele convenționale de sinteză, oferind o soluție viabilă pentru industriile cu resurse limitate. În plus, procesul este scalabil și adaptabil pentru diverse tipuri de materii prime agricole, ceea ce permite extinderea aplicațiilor la scară industrială.

Un alt obiectiv important este identificarea și utilizarea altor surse de deșuri agricole, iar în paralel, se urmărește optimizarea întregului lanț de producție prin reducerea consumului de energie și a amprentei de carbon, aliniindu-se astfel obiectivelor globale de dezvoltare durabilă și tranziție către o economie circulară.

VIITOARE DIRECȚII DE CERCETARE



ICSI Rm. Vâlcea continuă să exploreze noi aplicații și să optimizeze procesele de valorificare a deșeurilor agricole pentru obținerea de nanomateriale avansate, concentrându-se pe dezvoltarea unor soluții scalabile și sustenabile pentru diverse aplicații industriale. Cercetările viitoare vizează extinderea utilizării nanosilicilor în domeniul stocării energiei regenerabile, prin integrarea acestora în sisteme avansate de electrozi pentru baterii și pile de combustie, contribuind astfel la îmbunătățirea performanței și durabilității acestora. Sunt explorate și noi metode de funcționalizare a nanosilicilor pentru a crește eficiența acestora în procesele de epurare a apelor uzate, prin adaptarea materialelor la o gamă variată de poluanți industriali, inclusiv metale grele și compuși organici.

Activitatea de cercetare desfășurată la ICSI Râmnicu Vâlcea în domeniul valorificării deșeurilor agricole pentru obținerea de nanomateriale demonstrează un angajament ferm față de inovație, sustenabilitate și impact social. Transformarea deșeurilor agricole în resurse utile contribuie la implementarea principiilor economiei circulare și la reducerea amprentei ecologice a sectorului industrial.

Astfel, cercetările ICSI Râmnicu Vâlcea nu doar că oferă soluții inovatoare pentru reducerea poluării, ci și deschid noi perspective pentru utilizarea eficientă a resurselor regenerabile în industrii strategice.