

Proiectul TTC-ITIM se implementează la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii Izotopice și Moleculare INCNTIM Cluj-Napoca, pe o durată de 60 de luni, începând cu data de 1 septembrie 2016.

Valoarea totală a proiectului este de 15.530.000 lei, din care 13.500.000 lei reprezintă asistența financiară nerambursabilă: 11.302.200 lei contribuția Uniunii Europene prin Fondul European de Dezvoltare Regională și 2.197.800 lei contribuția Guvernului României prin bugetul național.

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin
Programul Operațional Competitivitate 2014-2020

Titlul proiectului: Creșterea Capacității de Transfer Tehnologic și de
Cunoștințe a INCNTIM Cluj în Domeniul Bioeconomiei
TTC-ITIM

Cod SMIS2014+: 105533 ID: P_40_404

Contract: 18/01.09.2016

Beneficiar: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii
Izotopice și Moleculare
INCNTIM Cluj-Napoca

Axa Prioritară: Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare în sprijinul
competitivității economice și dezvoltării afacerilor

Tip proiect: Parteneriate pentru transfer de cunoștințe

Cod competiție: POC-A1-A1.2.3-G-2015

Perioada de
implementare: 01.09.2016 - 31.08.2021

Editor: Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Tehnologii
Izotopice și Moleculare INCNTIM Cluj-Napoca

Data publicării: Noiembrie 2019

Contact: Dr. Claudiu Filip, Director proiect TTC-ITIM
Tel.: +40 264 58 40 37, int 186
E-mail: claudiu.filip@itim-cj.ro
<http://www.itim-cj.ro/poc/ttc>



INCNTIM
67-103 Donat, 400293 Cluj-Napoca, România
Tel.: +40 264 58 40 37, Fax: +40 264 42 00 42
E-mail: itim@itim-cj.ro, <http://www.itim-cj.ro>

Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României

Pentru informații detaliate despre celelalte programe cofinanțate de Uniunea Europeană vă invităm să vizitați
www.fonduri-ue.ro

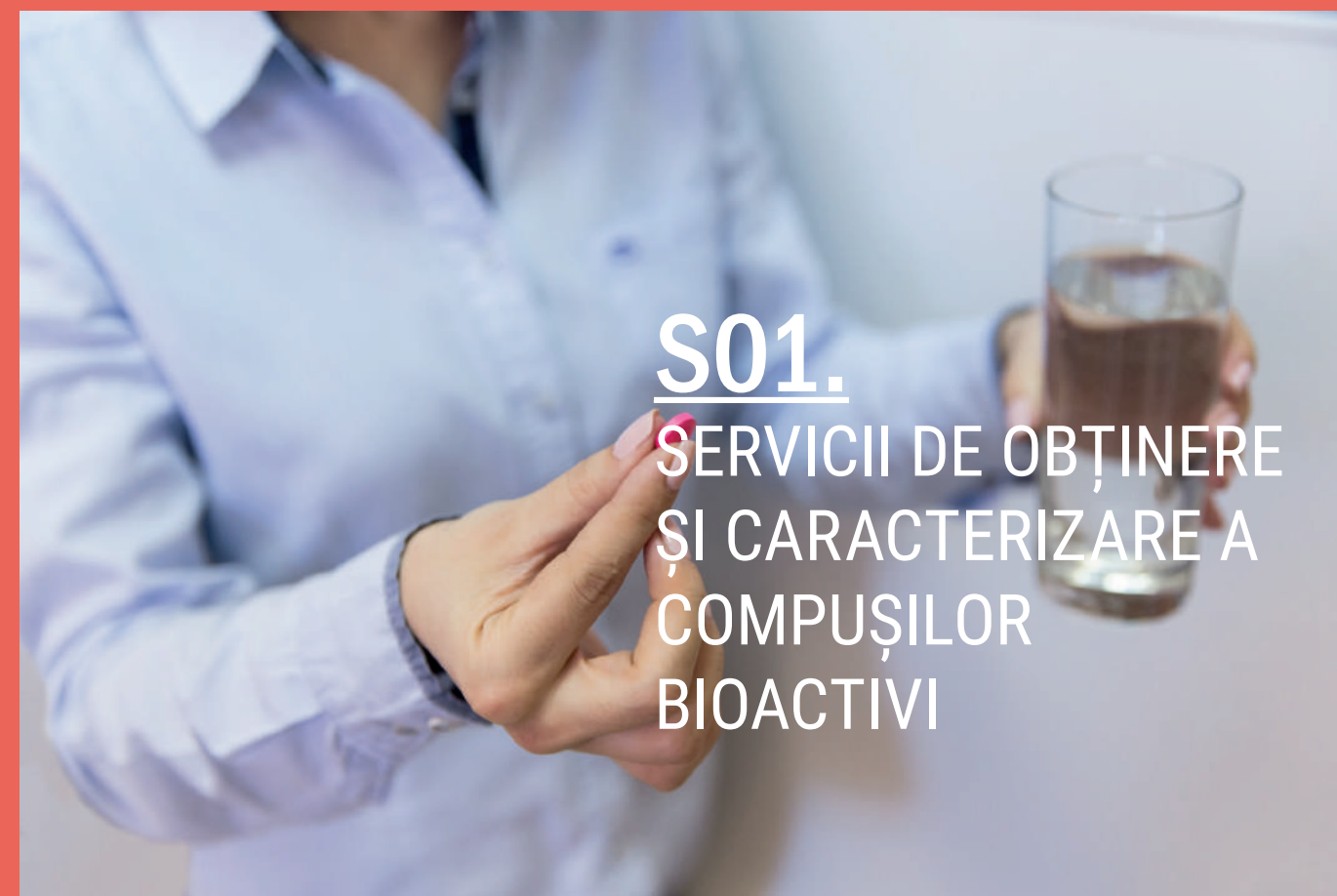


Creșterea capacității de transfer tehnologic și de cunoștințe a INCNTIM Cluj în domeniul bioeconomiei **TTC-ITIM**

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin
Programul Operațional Competitivitate 2014-2020

<http://www.itim-cj.ro/poc/ttc>

Parteneriate pentru transfer de cunoștințe



Substanțele bioactive sub formă solidă sunt inițial analizate prin **difracție de raze X pe pulberi**, cu scopul de a obține difractograma compusului. Difractograma oferă informații asupra cristalinității compusului investigat.

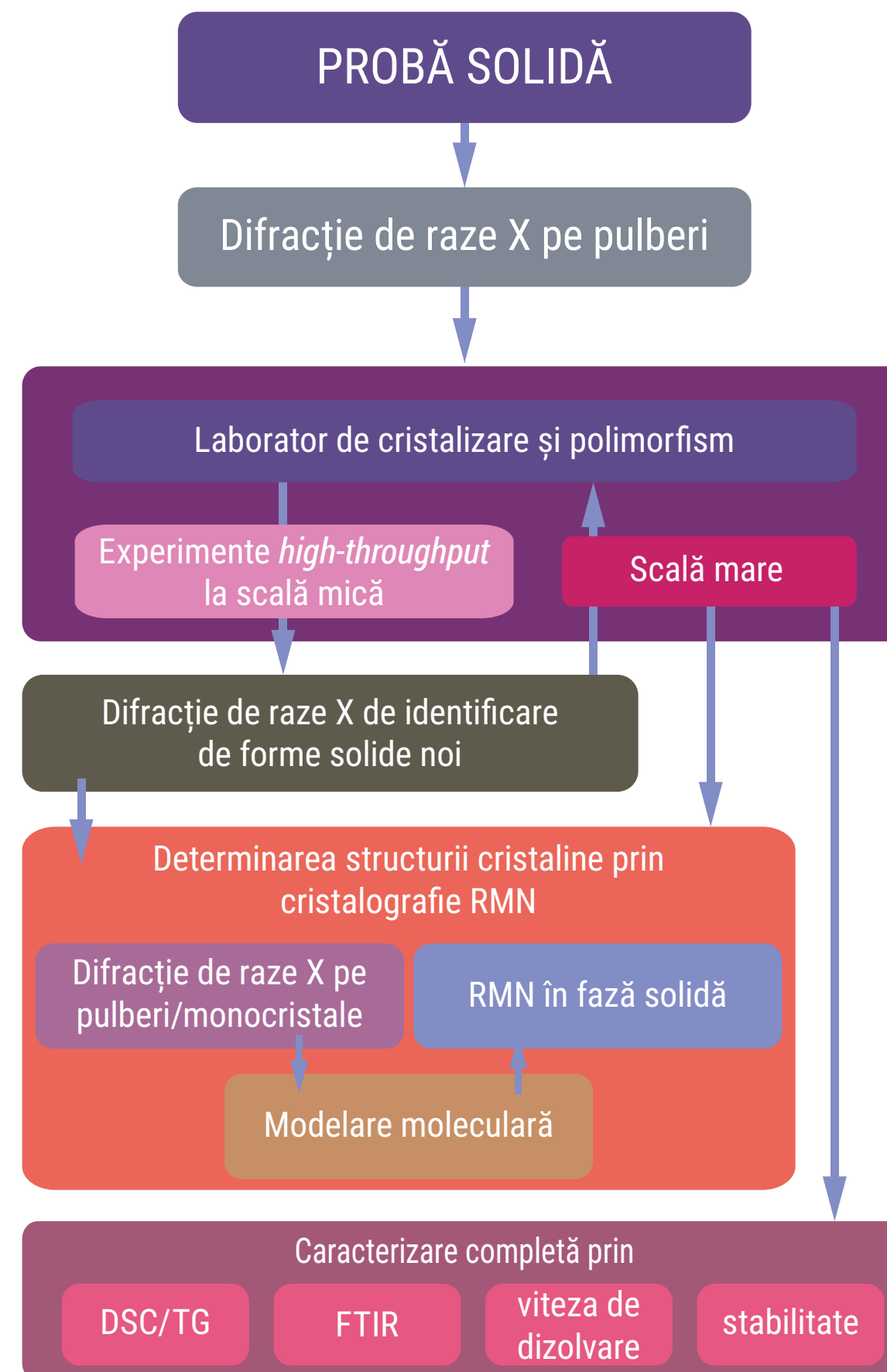
Proba solidă este ulterior supusă experimentelor de **solubilitate și cristalizare** în **Laboratorul de cristalizare și polimorfism**. Inițial, aceste experimente se efectuează în regim *high-throughput* la **scală mică** și toate probele rezultate sunt din nou analizate prin **difracție de raze X** pentru a **identifica formele solide noi** generate de condițiile experimentale diferite (metode de cristalizare, solvenți/antisolvenți, temperatură).

În cazul identificării de forme solide noi, acestea urmează a fi preparate la **scală mare** cu scopul de a obține cantități suficiente pentru caracterizarea lor structurală completă.

Determinarea structurii cristaline a formelor solide noi se efectuează printr-o abordare de tip **cristalografie RMN**.

Difracția de raze X pe pulberi/monocristale generează o soluție structurală care este îmbunătățită prin **modelare moleculară**. În paralel, **rezonanța magnetică nucleară** efectuată pe **probele solide** confirmă acuratețea determinării structurii cristaline prin difracție de raze X și modelare moleculară. Rezultatul cristalografiei RMN este o soluție structurală determinată cu un înalt grad de precizie.

Pentru **caracterizarea completă** a formelor solide noi, se efectuează complementar **analize termice**, **spectroscopie în infraroșu** și testarea unor proprietăți importante pentru produsele farmaceutice, și anume determinarea **vitezei de dizolvare** și evaluarea **stabilității** în diferite condiții de temperatură și umiditate.



Difracție de raze X

Cuvinte cheie: analiză structurală pe solide, difracție de raze X pe pulberi și pe monocristale, structură cristalină

DESCRIERE

Difracția de raze X este o tehnică analitică de caracterizare a materialelor solide, organice sau anorganice, intensitățile de difracție fiind generate în urma interacțiunilor radiațiilor X cu electronii atomilor din rețea.

În funcție de modul în care se prezintă compușii pe care dorim să-i investigăm, apelăm la difracția pe pulberi cristaline sau la difracția de raze X pe monocristale. Informațiile extrase prin cele două tehnici difractometrice sunt utilizate pentru caracterizarea structurală a rețelei cristaline.

Un avantaj important al difracției de raze X este rapiditatea obținerii de informații, metoda este nedistructivă și necesită o cantitate mică de probă. Informațiile extrase din difractogramele de raze X pe pulberi sunt:

✓ **Analiza calitativă de faze cristaline:** se bazează pe faptul că fiecare fază cristalină are o difractogramă specifică

✓ **Analiza de faze cantitativă:** dacă într-o probă avem mai multe faze, în funcție de numărul și intensitatea liniilor de difracție se poate stabili valoarea procentuală a fiecărei faze identificată în proba examinată

✓ **Analiza microstructurală:** determinarea dimensiunilor cristalitelor, a tensiunilor din rețea și a probabilităților de defecte

✓ **Determinarea gradului de cristalinitate:** rezultă din raportul dintre aria maximelor de difracție și aria totală care include atât maximele de difracție, cât și aria halourilor fazei amorfe

✓ **Determinarea structurii cristaline din pulberi**

În cazul difracției de raze X pe monocristal se obține structura cristalină a compusului investigat.

APLICAȚII

Domenii de aplicabilitate: cercetare-dezvoltare, optimizare de produse industriale, verificarea purității și detecția de impurități, evaluarea stabilității la diferite condiții de mediu etc.

Sisteme:

i. **compuși cristalini organici și anorganici:** compuși bioactivi naturali și de sinteză, sisteme (bio)moleculare care pot fi cristalizate, structuri metal-organice, minerale

ii. **materiale amorfe:** polimeri, biopolimeri și composite

polimerice, grafene și composite pe bază de grafene, sticle, materiale ceramice și composite ale acestora

Industrii: industria farmaceutică, industria suplimentelor alimentare, dispozitive medicale, industria chimică, mediu / depoluare, sănătate - nanomedicină

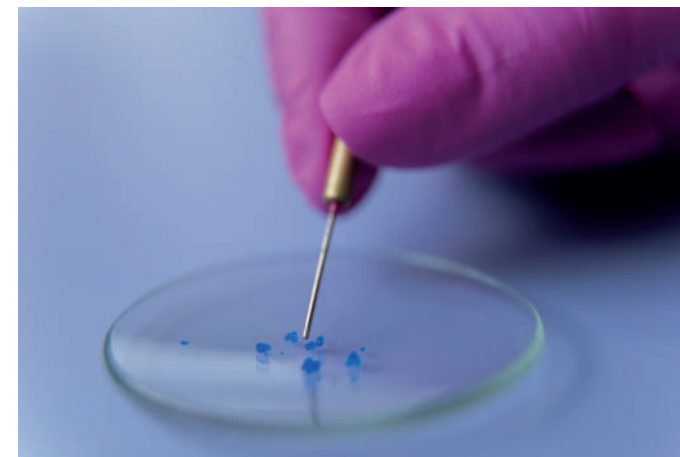
INFRASTRUCTURA

Laboratorul de difracție de raze X este dotat cu trei difractometre:

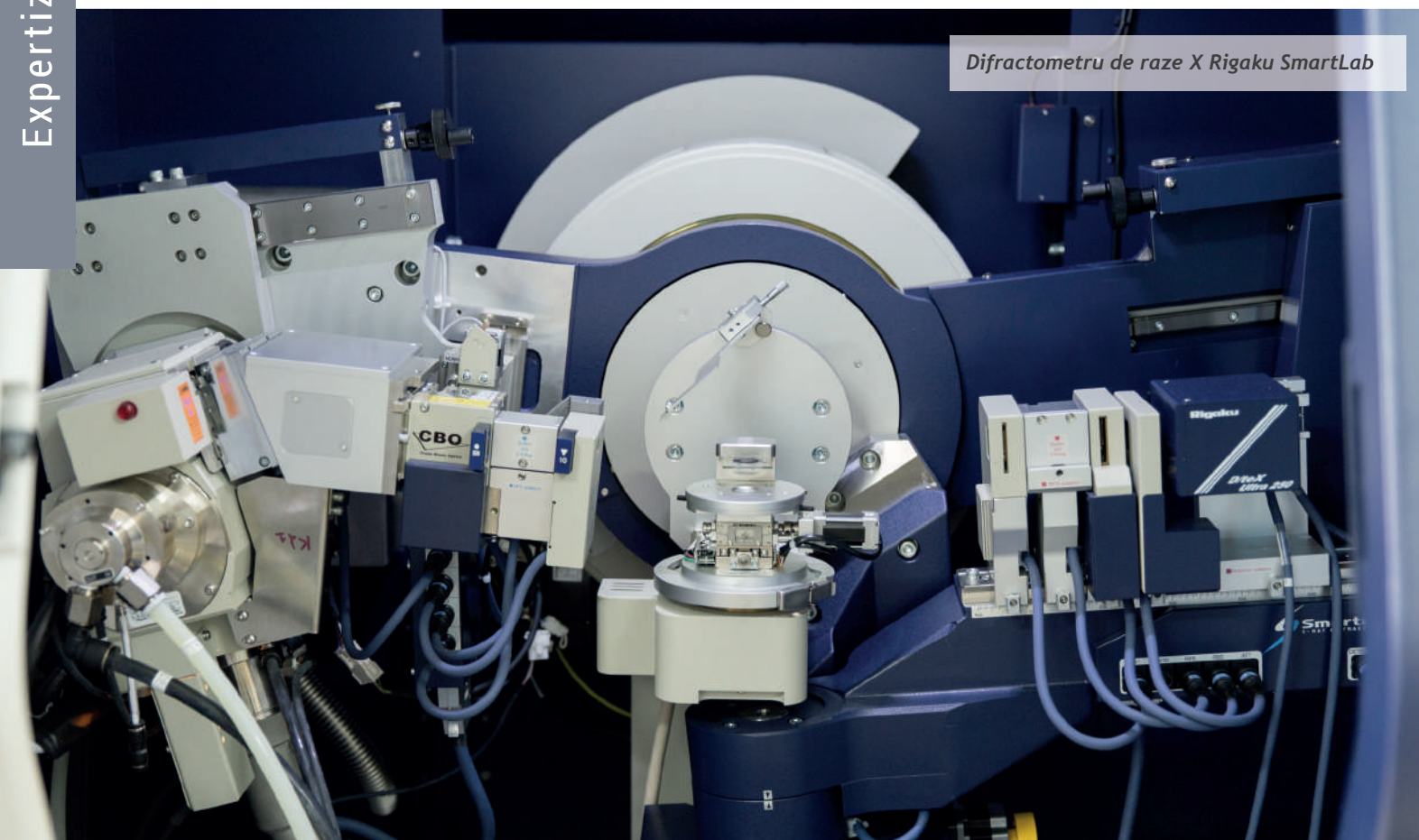
i. **Bruker D8 Advance:** este utilizat pentru măsurătorile de pulberi; este echipat cu un monocromator de Ge (111) plasat în fasciculul incident și un detector ultrarapid de tipul LYNXEY; colectarea difractogramelor se efectuează în geometria Bragg-Brentano varianta în reflexie

ii. **Rigaku SmartLab:** echipat cu anod rotativ de 9 kW, goniometru θ - θ de rezoluție mare, se pot înregistra măsurători în reflexie și în modul de transmisie. Alături de pulberi, cu acest difractometru se pot efectua și măsurători de filme subțiri

iii. **Oxford SuperNova:** este dotat cu două microsurse (Cu, Mo), un detector CCD de înaltă performanță, echipat cu un Cryojet care permite efectuarea de măsurători în intervalul de temperatură 90÷490 K, este utilizat pentru măsurători de monocristale



Selectarea și montarea monocristalelor



Difractometru de raze X Rigaku SmartLab



Difractometru de raze X pentru monocristale Oxford SuperNova

APLICAȚII UZUALE - EXEMPLE:

Compuși bioactivi de sinteză sau naturali:

- ✓ **Detectarea impurităților** (peste 5%): impurități chimice prezente în materia primă sau forme cristaline nedorite apărute pe durata stocării
- ✓ **Determinarea structurii cristaline:** prin difracție de raze X pe monocristale sau prin cristalografie RMN datele experimentale de difracție de raze X pe pulberi sunt utilizate în combinație cu rezultatele obținute prin rezonanță magnetică pe solid și modelări moleculare prin calcule de chimie cuantică
- ✓ **Studii de stabilitate:** se pot realiza atât pentru produsul finit (tabletă/capsulă), cât și pentru substanța bioactivă; studiile de stabilitate constau în identificarea modificărilor structurale care pot apărea în timpul stocării la diferite condiții de mediu sau în urma procesului de desolvare



Materiale dentare: se pot efectua identificări de faze cristaline și calcul de dimensiuni de cristalite pentru modificările care apar în structura dintelui în urma expunerii acestuia la diferite materiale dentare (modificări structurale ale hidroxiapatitei sau fluoroapatitei din compoziția smalțului)

Caracterizarea structurală a filmelor subțiri: în cazul filmelor subțiri, prin efectuarea de experimente de reflectivitate, *Rocking curve* și mapare în spațiu reciproc, figuri de pol, difracție la incidență razantă se pot extrage următoarele informații: compoziție, orientare/textură, tensiunea din rețea, grosime, rugozitate

Caracterizarea structurală prin difracție de raze X la unghiuri mici (SAXS). Acest tip de măsurătoare se poate realiza pe probe sub formă de pudră sau suspensie. Prin analiza datelor obținute în urma unei măsurători de tip SAXS se pot obține informații despre dimensiunea particulelor și distribuția acestora

AVANTAJE

- INCDTIM oferă servicii CDI bazate pe difracție de raze X, utilizată independent sau în combinație cu alte tehnici analitice complementare, care acoperă aproape toată gama de aplicații practice
- Înainte de încheierea unei relații contractuale oferim consultanță pentru a defini cât mai exact nevoile clientului / partenerului și, în caz că sunt necesare, efectuăm teste preliminare gratuite
- Dotările existente (cele trei difractometre) ne permit abordarea metodelor de difracție utilizate în practica curentă, ele fiind deja implementate în cadrul laboratorului nostru
- Dispunem de personal specializat, capabil să acopere toate etapele unei colaborări contractuale: definirea problemei care va trebui soluționată, designul experimental, colectarea datelor, interpretarea rezultatelor și corelarea lor cu alte informații complementare, dacă este cazul

COSTURI ESTIMATIVE

Costul total al serviciilor CDI bazate pe difracție de raze X este format din două componente:

- ✓ timpul de utilizare a difractometrului, care include consumabilele și uzura: 25 lei/oră
- ✓ manopera, care include cheltuielile de personal și pe cele indirecte asociate cu operațiunile de preparare a probelor, analiza și interpretarea rezultatelor, elaborarea raportului de analiză / cercetare: negociabil, în funcție de gradul de complexitate a studiului.

CONTACT



Dr. Maria Miclăuș
Cercetător științific III
Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară, B2.06
☎ (+4)0264-584037, int 164, 206
✉ maria.miclaus@itim-cj.ro
🌐 www.itim-cj.ro

Laborator de cristalizare și polimorfism

Obținerea formelor solide ale compușilor bioactivi prin cristalizare *high-throughput* la scală mică

Cuvinte cheie: forme solide, polimorfi, cristalizare, *high-throughput*

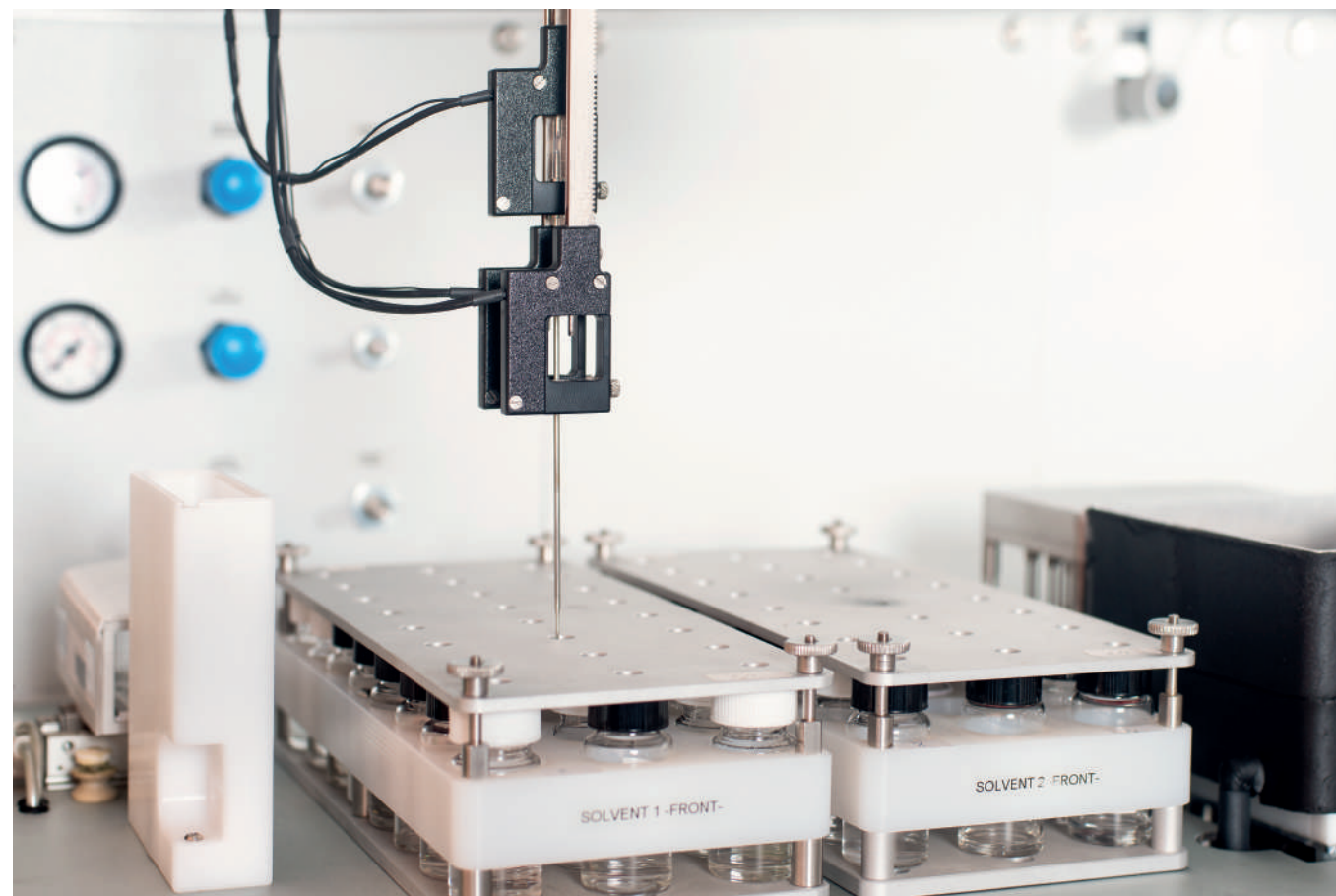
În Laboratorul de Cristalizare și Polimorfism se realizează screeningul de forme solide noi cu tehnici de cristalizare în regim *high-throughput* (paralel). Acestea oferă posibilitatea aplicării unei game variate de metode de cristalizare care să asigure diversitatea experimentală necesară. Astfel crește mult probabilitatea obținerii de forme solide stabile, cu proprietăți fizico-chimice optime pentru procesul de dezvoltare al medicamentului final.

Etape principale ale screeningului de forme solide sunt:

- ✓ **determinarea profilului de solubilitate** — este importantă atât pentru designul experimentelor de cristalizare paralelă, cât și pentru scalarea procesului de obținere a formei solide optime.
- ✓ **selectarea solvenților de cristalizare** — se urmărește popularea domeniilor de solubilitate, ținând cont de proprietățile substanței bioactive și de proprietățile solvenților.
- ✓ **selectarea coformelor pentru obținerea de cocristale sau săruri** — se are în vedere: natura chimică a substanței bioactive, afinitatea chimică a coformelor, toxicitatea coformelor (acceptabilitatea farmacologică)
- ✓ **selectarea metodelor de cristalizare** — se ține cont de compatibilitatea solvenților cu particularitățile metodelor de cristalizare, cantitatea de substanță/solvent necesară, durata experimentului

Expertiza grupului de cercetare a fost dobândită în cadrul unui proiect finanțat prin fonduri europene, care a permis obținerea unui număr mare de forme solide, stabile și cu solubilitate îmbunătățită.

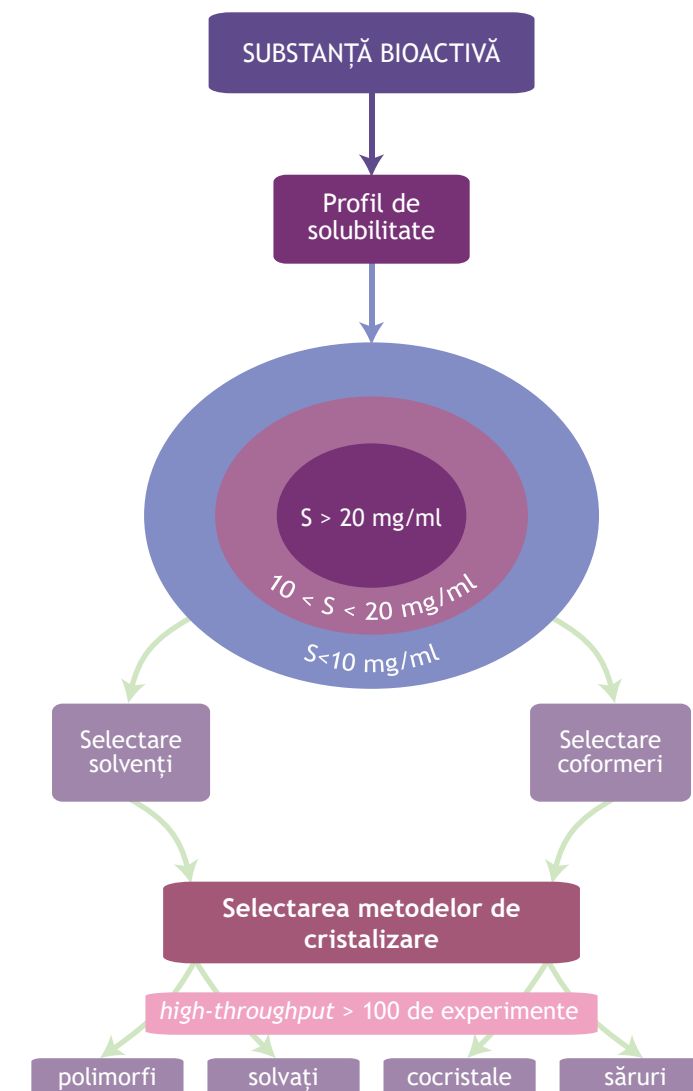
În urma unui studiu sistematic de inginerie cristalină a compusului Ketoconazol în vederea îmbunătățirii solubilității acestuia, am obținut rezultate spectaculoase în cazul unei serii de sisteme cristaline binare cu acizi dicarboxilici. Dintre acestea, sarea Acidului oxalic cu Ketoconazol și cocristalul Ketoconazol - Acid fumaric au o solubilitate de 50 de ori, respectiv de peste 100 de ori mai mare decât Ketoconazolul.



Zinsser Crissy Light XL - platforma de cristalizare paralelă în regim *high-throughput* la scala mică



Memmert HCP10 - cameră climatică de temperatură și umiditate ridicată



Etapele procesului de selecție a metodelor de cristalizare în funcție de solubilitatea compusului

CONTACT



Dr. Irina KACSÓ
Cercetător științific III
Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară, C1.04
(+4)0264-584037, int 221, 214
irina.kacso@itim-cj.ro
www.itim-cj.ro



Dr. Ioana GROSU
Cercetător științific III
Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară, B2.07
(+4)0264-584037, int 164
ioana.grosu@itim-cj.ro
www.itim-cj.ro

Determinarea structurii cristaline a compușilor bioactivi prin cristalografie RMN

Cuvinte cheie: structură cristalină, difracție de raze X, cristalografie RMN, modelare moleculară

Cu expertiza și infrastructura de care dispunem în prezent putem determina structura cristalină indiferent de natura probei: monocristal sau pulbere policristalină. Oferim soluții adaptate la particularitățile structurale și la calitatea probei de analizat. Acestea se bazează pe combinarea optimă a trei tehnici experimentale complementare, care garantează o precizie maxim posibilă pentru structura cristalină pe care o furnizăm:

- ✓ **Difracția de raze X pe monocristal**, prin care se determină cu un nivel foarte înalt de precizie sistemul cristalografic, parametrii celulei elementare, grupul spațial și pozițiile atomilor în celula elementară
- ✓ **Difracția de raze X pe pulberi** reprezintă alternativa în cazurile în care substanța nu formează monocristale. Soluția structurală se obține cu un nivel de încredere relativ bun, însă metoda are și limitări: precizia depinde de gradul de cristalină al pulberii și de complexitatea moleculelor din sistem, iar pozițiile atomilor de hidrogen nu pot fi determinate
- ✓ **Cristalografia RMN**, combină difracția de raze X pe pulberi, spectroscopia RMN pe solide și modelarea moleculară cu scopul de a compensa limitările specifice difracției. Pe acest segment dispunem de o gamă largă de tehnici RMN pe solide și metode de modelare moleculară performante, care ne permit o abordare flexibilă a fiecărei probleme de determinare structurală în parte. Prin abordarea de tip cristalografie RMN, putem furniza în final soluții structurale cu un înalt grad de rafinare și putem determina inclusiv pozițiile atomilor de hidrogen. În condiții favorabile, precizia se poate apropia de cea specifică difracției de raze X pe monocristal

Expertiza noastră a fost dobândită în cadrul unor proiecte finanțate prin fonduri europene/naționale și și-a găsit aplicabilitate în domeniul farmaceutic.

Au fost determinate structuri ale unor compuși bioactivi de

complexitate variată, în funcție de de numărul gradelor de libertate rafinate, rețeaua legăturilor de hidrogen formate și existența delocalizării unor atomi din structură. Dintre structurile cu dificultate ridicată rezolvate prin cristalografie RMN menționăm:

✓ *Lisinopril dihidrat*, un compus cu un număr mare de grade de libertate și o rețea complexă de legături de hidrogen: structura cristalină a fost determinată cu precizie apropiată de cea raportată la scurt timp prin difracție de raze X pe monocristal (RMSD = 0.01 Å între cele două structuri, relativ la toți cei 66 de atomi din unitatea asimetrică)

✓ *Quercetina*: am rezolvat structurile pentru 4 dintre formele ei solide cunoscute și am demonstrat rolul legăturilor de hidrogen în formarea de solvați stabili

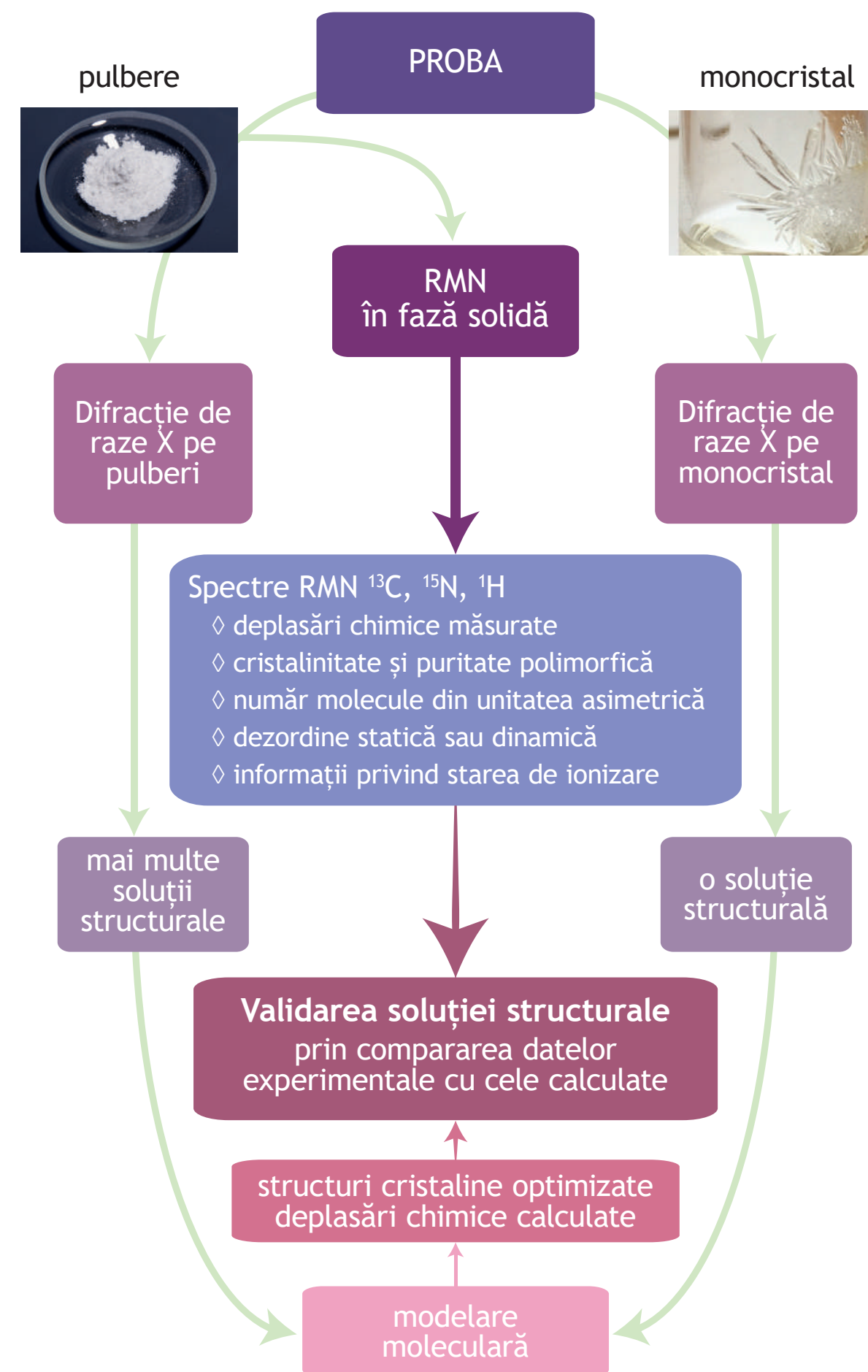
PUBLICAȚII:

- Phys Chem Chem Phys **13**, 17978-17986 (2011)
Cryst Growth Des **12**, 5846-5851 (2012)
CrystEngComm **15**, 4131-4142 (2013)
Cryst Growth Des **13**, 4295-4304 (2013)
CrystEngComm **16**, 299-303 (2014)
Solid State Nucl Magn Reson **65**, 21-28 (2015)
J Pharm Sci **104**, 3782-3788 (2015)
J Pharm Biomed Anal **124**, 274-280 (2016)
J Pharm Biomed Anal **138**, 22-28 (2017)

CONTACT



Dr. Xenia FILIP
Cercetător științific II
Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară, B1.07
☎ (+4)0264-584037, int 182
✉ xenia.filip@itim-cj.ro
🌐 www.itim-cj.ro



Etapele procesului de determinare a structurii cristaline

Spectroscopie RMN pe solide

Cuvinte cheie: Rezonanță Magnetică Nucleară, RMN, solide, structură

DESCRIERE

Spectroscopia de Rezonanță Magnetică Nucleară pe solide (RMN-s) este o tehnică analitică de caracterizare a materialelor organice sau anorganice, semnalul fiind generat de specii atomice cu moment magnetic nuclear diferit de zero.

Nucleele cel mai des studiate în cazul compușilor organici sunt ^{13}C , ^{15}N , ^1H , ^2H , ^{19}F , ^{23}Na , ^{31}P , ^{17}O , iar în cazul materialelor anorganice ^6Li , ^{11}B , ^{29}Si , ^{27}Al , ^{31}P , ^{33}S . Informațiile extrase din spectre RMN-s sunt utilizate pentru caracterizarea structurală locală, la scală atomică, și a dinamicii moleculare, la o scală de timp extinsă peste zece ordine de mărime (între 10^{-10} –1 s).

Un avantaj important al spectroscopiei RMN-s este versatilitatea, deoarece există în practica curentă un număr foarte mare de condiții experimentale diferite care pot fi aplicate pentru a extrage informațiile dorite, și anume:

✓ Informații primare precum structura chimică/ identificarea de grupări structurale se extrag din **spectre RMN-s 1D simple** – acestea nu necesită eforturi deosebite de calibrare a secvențelor de pulsuri utilizate; în funcție de complexitatea sistemului investigat, interpretarea rezultatelor este imediată, sau poate necesita combinarea cu modelări moleculare

✓ Pentru a obține informații mai complexe precum conectivitățile dintre unități structurale sau parametri spațiali locali (cum ar fi distanțe interatomice, unghiuri de torsiune etc.) este necesară înregistrarea de **spectre RMN-s de corelație 2D/3D între speciile nucleare de interes**; pentru aceasta, există dezvoltate o varietate foarte mare de metode experimentale (secvențe de pulsuri), optimizate pentru a obține parametri doriți cu selectivitate și precizia maximă posibilă. Cu câteva excepții, înregistrarea spectrelor RMN-s de corelație necesită marcarea izotopică a pozițiilor de interes.

APLICAȚII

Domenii de aplicabilitate: cercetare-dezvoltare, optimizare de procese/produse industriale, controlul calității: detecția de impurități, stabilitatea la diferite condiții de mediu etc.

Sisteme:

- compuși cristalini organici și anorganici:** compuși farmaceutic activi, compuși activi naturali din extracte, sisteme (bio)moleculare care pot fi cristalizate, structuri metal-organice, minerale
- materiale amorfe:** polimeri, biopolimeri și compozite polimerice, grafene și compozite pe bază de grafene, sticle, materiale ceramice și compozite ale acestora
- nanosisteme:** nanoparticule decorate și/sau funcționalizate, materiale hibride nanostructurate

Industrii: industria farmaceutică, industria suplimentelor alimentare, dispozitive medicale, industria chimică, mediu/depoluare, industria agroalimentară, sănătate-nanomedicină

INFRASTRUCTURA

Laboratorul de spectroscopie RMN este dotat cu un spectrometru Bruker Avance III de 500 MHz, dedicat aplicațiilor pe solide. Are în componență un crio-magnet de tip *wide bore*, trei canale de radiofrecvență și este echipat cu trei capete de probă, care acoperă aproape întreaga gamă de aplicații ale spectroscopiei RMN de înaltă rezoluție pe solide:

- cap de probă de tip CP-MAS pe două canale**, rotor de 4 mm și frecvență maximă de rotație a probei de 15 kHz
- cap de probă de tip CP-MAS pe trei canale**, rotor de 2.5 mm și frecvență maximă de rotație a probei de 35 kHz; cap de probă de tip *ultra-fast MAS* pe două canale, rotor de 1.3 mm și frecvență maximă de rotație a probei de 65 kHz.



Cap de probă RMN pe probe solide



Laboratorul de spectroscopie RMN. Spectrometrul RMN Bruker Avance III 500 MHz, dedicat aplicațiilor pe solide

Introducerea probei (pulbere) în rotor



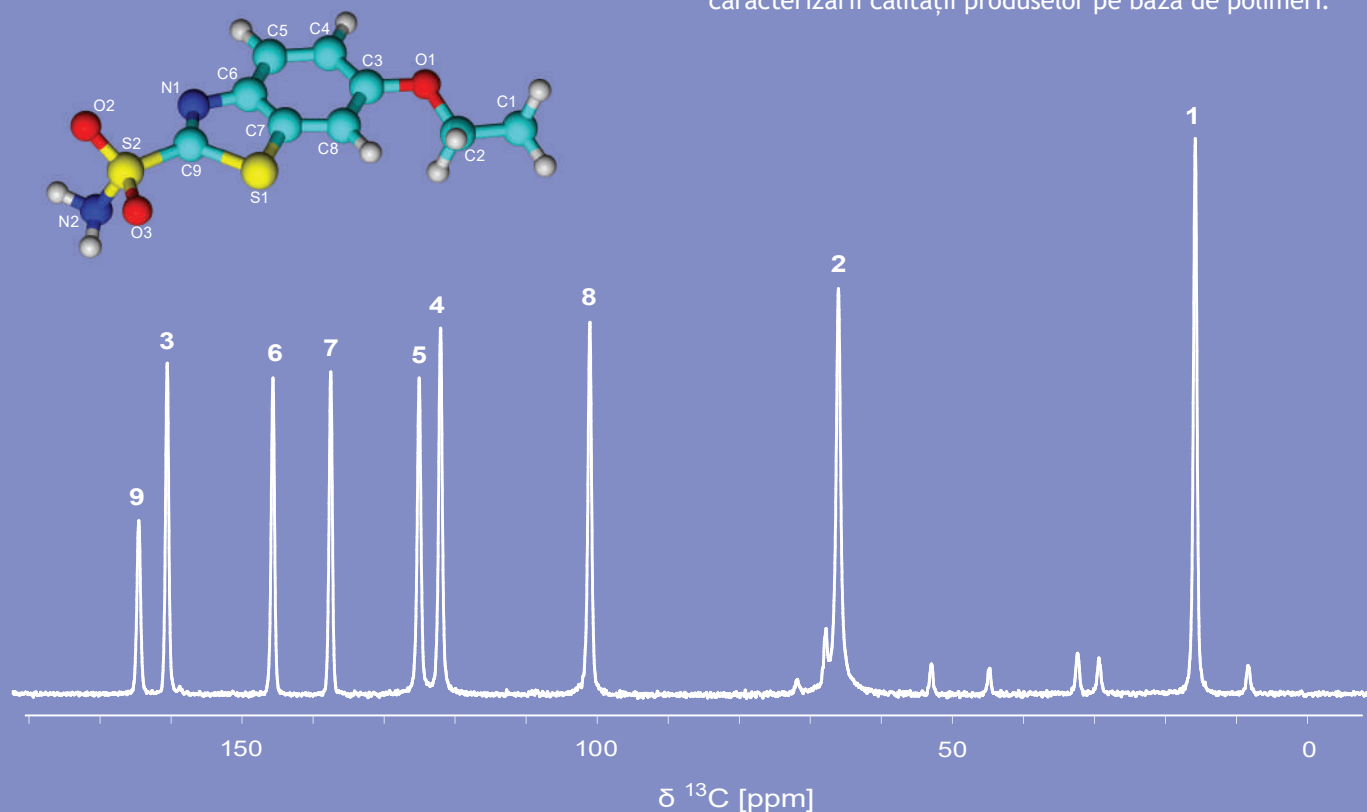
APLICAȚII UZUALE – EXEMPLE:

Determinarea purității compușilor farmaceutici bioactivi de sinteză sau naturali. Se poate detecta cu un nivel înalt de precizie, în condiții favorabile < 1%, prezența oricărui tip de impurități în masa substanței bioactive, de exemplu, impurități chimice prezente în materia primă, rest de solvent rămas din procesul de producție, sau forme cristaline nedorite apărute pe durata stocării.

Determinarea structurii cristaline pentru compuși farmaceutici bioactivi de sinteză sau naturali. Se poate realiza printr-o abordare de tip „cristalografie RMN”, în cadrul căreia datele experimentale RMN-s sunt utilizate în combinație cu rezultatele obținute prin difracție de raze X, pe pulbere sau monocristal, și cu modelări moleculare prin calcule de chimie cuantică. Avantajul metodei, comparativ cu determinarea structurii cristaline exclusiv pe baza datelor de difracție de raze X, este dat de creșterea nivelului de încredere și a gradului de precizie cu care este furnizat modelul structural final.

Studii de stabilitate pentru produse farmaceutice cu administrare orală. Se pot realiza atât pe produsul finit (tabletă/capsulă), cât și pe substanța bioactivă din medicament. În esență, ele constau în identificarea modificărilor structurale care pot apărea ca urmare a interacțiunilor dintre substanța activă și excipienți, a stocării îndelungate (prin acțiunea factorilor de mediu), a procesului de desolvatare etc. Spre deosebire de tehnicile uzuale, raze X și DSC, spectroscopia RMN-s este mai sensibilă deoarece detectează modificările incipiente, care nu afectează întreaga masă a substanței.

Caracterizarea structurală a materialelor/compozitelor pe bază de polimeri. Se poate acoperi o plajă foarte mare de materiale, de la cele clasice la sisteme nanostructurate. Pentru fiecare tip de sistem polimeric, spectroscopia RMN-s este un instrument util atât în faza dezvoltării de produs/material nou, cât și pentru controlul calității materialelor/produselor existente. Primul tip de aplicații se referă la obținerea de informații structurale și de dinamică moleculară, cu utilitate în stabilirea relațiilor de tip structură-funcționalitate ale materialelor. A doua categorie de aplicații se referă la identificarea unui set de parametri experimentali RMN-s destinați caracterizării calității produselor pe bază de polimeri.



Spectrul ^{13}C RMN-s caracteristic al unei molecule organice de interes farmaceutic (ethoxzolamida)

AVANTAJE

- INCDTIM oferă servicii CDI bazate pe spectroscopia RMN-s, utilizată de sine stătător sau în combinație cu alte tehnici analitice complementare, care acoperă aproape toată gama de aplicații practice
- Înainte de încheierea unei relații contractuale oferim consultanță pentru a defini cât mai exact nevoile clientului/partenerului și, în caz că sunt necesare, efectuăm teste preliminare gratuite
- Dotările existente ne permit să abordăm cea mai mare parte dintre metodele RMN-s utilizate în practica curentă, multe dintre ele fiind deja implementate în cadrul laboratorului nostru
- Dispunem de personal specializat în centre de cercetare de mare prestigiu din străinătate, capabil să acopere cu cel mai înalt profesionalism toate etapele unei colaborări contractuale: definirea problemei care va trebui soluționată, designul experimental, colectarea datelor, interpretarea rezultatelor și corelarea lor cu alte informații complementare, dacă este necesară
- La cerere, oferim și posibilitatea marcării izotopice cu ^{13}C , ^{15}N și ^2H

COSTURI ESTIMATIVE

Costul total al serviciilor CDI bazate pe spectroscopia RMN-s este format din două componente:

- ✓ timpul de utilizare a spectrometrului, care include consumabilele și uzura: 50 lei/oră
- ✓ manopera, care include cheltuielile de personal și pe cele indirecte asociate cu operațiunile de preparare a probelor, analiza și interpretarea rezultatelor, elaborarea raportului de analiză/cercetare: negociabil, în funcție de gradul de complexitate a studiului.

CONTACT



Dr. Xenia FILIP
Cercetător științific II
Departamentul de Fizică Moleculară și Biomoleculară, B1.07
☎ (+4)0264-584037, int 182
✉ xenia.filip@itim-cj.ro
🌐 www.itim-cj.ro

