

CERCETĂRI PRIVIND CUANTIFICAREA ȘI CARACTERIZAREA MICROPLASTICELOR PREZENTE ÎN LAPTE ȘI PRODUSE LACTATE - IMPACTUL ASUPRA SĂNĂTĂȚII ȘI MEDIULUI

Drd. Ing. Andreea Laura Bănică

Conducător de Doctorat Prof.univ.dr.ing.habil. Cristiana Rădulescu

Rezumat

Având în vedere faptul că acumularea de microplastice în mediu, transportul în lanțul trofic, prin contaminarea directă a produselor (naturale și procesate) alimentare a devenit o amenințare globală atât pentru mediu, cât și pentru sănătatea umană, **prezenta teză de doctorat reprezintă un reper pentru cercetarea științifică din România, dar și din străinătate**, prin datele clare, fără echivoc, referitoare la riscul major asupra mediului și oamenilor, asociat expunerii la microplastice. Caracterul interdisciplinar al cercetării a plecat de la identificarea contextului societal relevant pentru un mediu curat și implicit alimente sigure pentru o viață sănătoasă (fără contaminanți emergenți), înțelegerea diferiților factori aplicabili domeniului Ingineriei Mediului, prin aplicarea metodelor computaționale, precum și a metodelor experimentale relevante, dar și a abordărilor de analiză a datelor.G

Alegerea temei s-a realizat pe baza unui studiu aprofundat a literaturii de specialitate, luând în calcul faptul că, la momentul demarării incursiunii științifice, datele erau limitate, cele câteva studii fiind bazate pe supoziții, ipoteze prezumtive, fără o fundamentare practică/experimentală, fără stabilirea unor corelații clare bazată pe analiza statistică și neuronală. Pe de altă parte, un alt criteriu, care a stat la baza alegerii temei, a fost legat de inovare, care în sistemul mediu curat-aliment sigur, în principal, trebuie să (i) să contribuie la reducerea amprente de plastic, (ii) să asigure siguranța și sustenabilitatea produselor alimentare, (iii) să îmbunătățească conceptul de aliment nutrițional sănătos și sigur, printr-o fundamentare științifică, (iv) să contribuie la îndeplinirea obiectivelor globale.

Tematica propusă în teza de doctorat intitulată ***Cercetări privind cuantificarea și caracterizarea microplasticelor prezente în lapte și produse lactate - Impactul asupra sănătății și mediului***, are un caracter interdisciplinar, încadrându-se în domeniul fundamental *Științe Inginerești*, domeniul *Ingineria Mediului*, din cadrul *Școlii Doctorale a Facultății de Inginerie Chimică și Biotehnologii*.

Teza de doctorat prezintă un **grad înalt de noutate** și prin prisma protocolului de izolare a microplasticelor din produse lactate dezvoltat în cadrul acestei teze și apoi brevetat la nivel național și internațional.

Având în vedere omniprezența microplasticelor în mediu și riscul pentru sănătate asociat cu expunerea la acestea, scopul declarat al tezei de doctorat a fost de a separa, cuantifica, analiza morfologic și chimic, dar și de a evidenția riscul asupra sănătății și mediului, asociat de prezența unui cumul de contaminanți, cum ar fi microplasticele, hidrocarburile aromatice policiclice și metalele grele, ținând cont de cele mai recente și reprezentative cercetări din acest domeniu. Mai multe mecanisme, inclusiv interacțiunea electrostatică, interacțiunea hidrofobă, legăturile de hidrogen și efectul steric, sunt considerate

a fi principalele mecanisme de sorbție implicate în creionarea corectă a amplificării riscului expunerii la sistemul microplastic-contaminant organic/anorganic de îngrijorare emergentă.

Cercetările întreprinse în realizarea tezei de doctorat intitulată ***Cercetări privind cuantificarea și caracterizarea microplasticelor prezente în lapte și produse lactate - Impactul asupra sănătății și mediului*** au vizat următoarele obiective:

- O1.** stabilirea unor criterii de selecție a probelor folosind *Metoda Chestionarului*;
- O2.** selectarea, pregătirea și prepararea probelor, luând în considerare matricea organică complexă a probelor, precum și susceptibilitatea acestora la agenții patogeni;
- O3.** izolarea microplasticelor din lapte și produse fermentate cu conținut de grăsime diferit;
- O4.** investigații morfologice complexe asupra microparticulelor izolate, prin tehnici analitice performante, cum ar fi microscopia optică, microscopia electronică cu scanare cuplată cu spectroscopie de raze X cu dispersie de energie (SEM-EDS) și micro-spectroscopia în infraroșu cu transformată Fourier (micro-FTIR);
- O5.** identificarea și caracterizarea chimică a microplasticelor prin micro-spectroscopie în infraroșu cu transformată Fourier (micro-FTIR);
- O6.** investigarea potențialilor contaminanți emergenți, cum ar fi hidrocarburile aromatice policiclice (prin cromatografie de lichide de înaltă performanță cu detecție prin fluorescență, HPLC-FLD) și metale grele (prin spectrometrie de masă cu plasmă cuplată inductiv, ICP-MS) din probe de lapte, pentru a creiona o posibilă ipoteză cu privire la proprietatea microplasticelor de a acționa ca vectori pentru acești contaminanți;
- O7.** estimarea riscului asociat expunerii la contaminanți emergenți, în ceea ce privește mediul înconjurător și sănătatea umană (copii și adulți);
- O8.** studiul dimensiunilor microplasticelor prin prisma investigațiilor morfologice complexe, dar și cele analitice privind compoziția chimică, corelate și interpretate statistic, cu estimarea riscului asupra mediului și sănătății umane asociate expunerii la contaminanți emergenți, reprezintă un al obiectiv asumat al tezei de doctorat. Factorii secundari, care țin de poluarea istorică a solului, de modalitatea de hrană a animalelor, de condiții geografice, relief și habitat, etc., analizați statistic, contribuie în stabilirea unor ipoteze și interpretări corect fundamentate pentru atingerea obiectivelor asumate în cadrul acestei cercetări științifice.
- O9.** posibilități de implementare a metodei brevetate de izolare a microplasticelor în industrie, prin evaluarea eficacității sistemului HACCP în controlul microplasticelor și al altor contaminanți din produsele finite, cu referire la România.

Elemente de noutate ale acestei teze de doctorat sunt legate de:

- 1.** dezvoltarea și brevetarea metodei de izolare a microplasticelor din produse lactate, RO 137927 B1/2025 (OSIM) și WO2025/071426 A1 (WIPO/PCT).
- 2.** cuantificarea și studiul morfologic, elemental și chimic al microplasticelor izolate, prin tehnici analitice performante cum ar fi, microscopie optică, microscopie electronică cu scanare cuplată cu spectroscopie de raze X cu dispersie de energie (SEM-EDS), micro-spectroscopie în infraroșu cu transformată Fourier (micro-FTIR);
- 3.** determinarea cantitativă a contaminanților potențial cancerigeni, cum ar fi hidrocarburile aromatice policiclice și metalele grele, prin cromatografie de lichide de înaltă performanță cu detecție prin fluorescență (HPLC-FLD), și prin spectrometrie de masă cu plasmă cuplată inductiv (ICP-MS);
- 4.** estimarea riscului asupra mediului și sănătății umane asociat cu expunerea la microplastice și la alți contaminanți emergenți carcinogeni (metale grele și hidrocarburi aromatice policiclice);
- 5.** alternativă cu privire la implementarea metodei de izolare a microplasticelor brevetată, prin prisma eficacității sistemului HACCP, în separarea/controlul microplasticelor din produsele lactate, care se bazează pe identificarea punctelor critice în procesul

tehnologic de fabricare a produselor lactate și pe monitorizarea continuă a potențialei contaminări;

6. evaluarea eficacității sistemului HACCP în controlul microplasticelor și al altor contaminanți din produsele lactate.

Diseminarea cercetărilor științifice prezentate în teza de doctorat, au făcut obiectul a 5 articole în reviste ISI de prestigiu, a 2 brevete de invenție și participări la saloane de invenție și conferințe internaționale în domeniu, unde au fost obținute peste 20 de premii și medalii.