

## REZUMAT

**Cuvinte cheie: hidrocarburi din uleiuri minerale, poluare, nutrețuri, lapte, lanț agro-alimentar**

Poluarea modernă și poluanții actuali antrenează numeroase provocări pentru sectorul agro-alimentar, cu atât mai mult pentru producția animalieră. Prevederile legislative privind contaminanții moderni sunt încă insuficiente, se limitează asupra sectorului alimentar și subestimează importanța alimentației animalelor în obținerea de producții sigure, ceea ce face dificilă monitorizarea potențialelor contaminări și aplicarea unor măsuri de prevenție specifice.

Problematika contaminării cu hidrocarburi din uleiuri minerale a captat atenția cu puțini ani în urmă, la nivel internațional, cu atât mai mult, la nivelul țării noastre, fiind elaborate deosebit de puține abordări privind incidența acestora în nutrețuri.

Evoluția problematicii privind poluarea și contaminarea modernă pe lanțul agro-alimentar au condus către o serie de investigații privind riscurile de expunere la contaminarea din mediu. Importante caractere cancerigene și genotoxice, precum și un potențial ridicat de bioacumulare al contaminanților în organismele umane și animale au fost evidențiate pentru hidrocarburile din uleiuri minerale.

Datele insuficiente și caracterul toxic al contaminanților moderni au condus către nevoia de a investiga, în mod sistematic și critic, incidența episoadelor de contaminare cu hidrocarburi din uleiuri minerale în sectorul producției animaliere.

Prin asocierea analitică a unor concepte și idei, o intensă activitate de cercetare a fost realizată cu scopul de a monitoriza și cuantifica hidrocarburile din uleiuri minerale, în vederea evaluării posibilității de migrare a acestora din nutrețuri în lapte, ca rezultat posibil al transferului metabolic din organismul animal.

Prin procedee specifice de extracție și purificare și aplicarea tehnicii de detecție cuplate LC-GC-FID, au fost analizate probe de nutrețuri și de lapte prelevate din trei unități cu profil zootehnic situate în areale geografice selectate în funcție de nivelul preconizat de poluare, în vederea monitorizării, cuantificării și confirmării prezenței hidrocarburilor saturate (MOSH) și aromatice (MOAH) din uleiuri minerale.

Pentru a evalua factorii care afectează inocuitatea nutrețurilor și a laptelui și pentru a înțelege mecanismele care facilitează transferul contaminanților din nutrețuri în lapte, cercetarea a fost orientată pe obiective concrete, materializate prin analiza nivelului de contaminare în raport cu nivelul de poluare preconizat, caracterizarea profilului de contaminare și elaborarea de strategii eficiente de reducere a poluării.

Teza de doctorat "*Contribuții la evaluarea transferului unor poluanți din nutrețuri în laptele de vacă*" a fost structurată în două părți, ce includ un număr total șapte capitole, 43 de tabele, 54 de figuri și 274 titluri bibliografice, prin care au fost integrate în dinamica tezei studiul literaturii de specialitate cu referire la problematica abordată, cercetările proprii, concluziile, recomandările, dar și originalitatea, o selecție a contribuțiilor inovative ale tezei și referințele bibliografice consultate.

Date actuale din literatura de specialitate și din cercetări de profil au fost incluse în primele două capitole ce definesc prima parte a lucrării.

În primul capitol au fost prezentate particularitățile privind relația dintre poluarea mediului și producția animală, centrate asupra principalilor poluanți și contaminanți cu

incidență ridicată pe lanțul agro-alimentar, la care au fost integrate o serie de aspecte privind compoziția chimică și transferul substanțelor din hrană în corpul și în producțiile animalelor.

În cel de-al doilea capitol, au fost descrise principalele particularități privind incidența unei clase de noi de contaminanți, hidrocarburile din uleiuri minerale, cu accent pe toxicitatea acestora asupra organismelor animale și umane și pe posibilitățile de confirmare a prezenței lor în producția vegetală și animală.

Partea de contribuții proprii a tezei de doctorat cuprinde cinci capitole în care au fost prezentate scopul și organizarea cercetării desfășurate, a fost descrisă metodologia de confirmare a contaminării nutrețurilor și a laptelui cu hidrocarburi din uleiuri minerale și s-au materializat rezultatele cercetării în vederea evaluării potențialului de transfer al poluanților pe lanțul agro-alimentar, clarificând mecanismele care facilitează transferul contaminanților din nutrețuri în lapte.

Cel de-al treilea capitol argumentează scopul, obiectivele, motivația și aplicabilitatea cercetării și descrie succint desfășurarea și organizarea cercetării, cu accent pe cadrul organizatoric selectat, materialul de studiu și tehnica de detecție ce a stat la baza confirmării prezenței contaminanților în probele studiate.

Rezultatele cercetării, integrate în ultimele trei capitole, prezintă într-o manieră obiectivă cele mai relevante aspecte identificate în urma monitorizării și confirmării prezenței hidrocarburilor saturate și aromatice din uleiuri minerale din probele de nutrețuri și probele de lapte ale unităților selectate.

Pe baza datelor obținute din cercetările efectuate în unitățile din cele trei areale geografice selectate (montan, rural, urban), au fost dezvoltate strategii de confirmare a contaminării nutrețurilor și a laptelui. Rezultatele obținute au fost formulate în acord cu obiectivele propuse, după cum urmează:

- A fost fixat cadrul metodologic al cercetării și au fost evaluate sursele de poluare și factorii de risc privind contaminarea.

În raport cu nivelul potențial de poluare preconizat în arealul geografic selectat, au fost caracterizate cele trei unități studiate:

- Unitatea S-Mo = Fermă de bovine de lapte, cu nivel potențial de poluare scăzut (S), situată în zona montană (Mo);

- Unitatea M-Rr = Fermă de bovine de lapte, cu nivel potențial de poluare mediu (M), situată în zona rurală (Rr), însă amplasată în acord cu principalele obiective de poluare din zona urbană învecinată, pe direcția dominantă a vântului;

- Unitatea R-U = Fermă de bovine de lapte, cu nivel potențial de poluare ridicat (R), situată în zona urbană (U), în proximitatea unui areal cu numeroase surse de poluare, transportul aerian și terestru, activitățile industriale sau deșeurile fiind cele mai comune.

Pentru toate cele trei unități selectate, prin observație individuală și prin intermediul fișelor de eșantionare elaborate, s-a monitorizat și analizat activitatea desfășurată la nivelul fiecărei ferme, bazele furajere și specificul alimentației sau activitățile de îngrijire a culturilor vegetale și a solului.

- S-a determinat compoziția chimică brută a nutrețurilor și a laptelui și s-au analizat comparativ parametri urmăriți, în raport cu specificul alimentației animalelor din fiecare unitate studiată. Dintre componentele chimice brute, conținutul de grăsime a avut în special aplicabilitate în relație cu studiul contaminanților.

▪ A fost monitorizată și confirmată prezența MOSH/MOAH din probele de nutrețuri și a fost caracterizat profilul de contaminare în raport cu implicațiile factorilor poluanți sau contaminanți; rezultatele obținute au permis analiza comparativă contaminării nutrețurilor din cele trei unități selectate (montană, rurală, urbană).

Atât pentru MOSH, cât și pentru MOAH, s-au obținut în general rezultate cantitative și de confirmare a prezenței contaminanților importanți pentru a dovedi fiabilitatea metodei de detecție LC-GC-FID utilizată, pentru care s-au demonstrat bune performanțe în ceea ce privește cuantificarea rezultatelor.

Evaluarea nivelurilor de contaminare a nutrețurilor au confirmat prezența MOSH și MOAH în general pentru toate tipurile de nutrețuri analizate, diferențele evidențiate fiind date de specificul fiecărei unități în raport cu expunerea la diferite surse de poluare, de poziționarea unității și locația culturilor de proveniență a nutrețurilor sau de gradul de tehnologizare a operațiunilor din fermă.

În urma determinărilor cantitative s-a observat că rezultatele privind concentrațiile de MOSH și MOAH au variat foarte mult, probele de nutrețuri având o contaminare medie cu MOSH cuprinsă între 11,4–81,4 mg/kg și un nivel detectabil de MOAH cuprins între 0,6–4,6 mg/kg; cu excepția a patru tipuri de nutrețuri (1–unitatea M-Rr, 3–unitatea R-U), toate celelalte probe au avut niveluri de MOSH și MOAH de câteva zeci de ori peste limita recomandată EU-RL, respectiv 0,5 mg/kg.

Cromatografic, profilurile de contaminare au confirmat, de asemenea, prezența MOSH și MOAH în probele de nutrețuri analizate, însă ca urmare a instabilității poluării, relația dintre nivelul de contaminare al nutrețurilor, locația culturilor vegetale și sursele de poluare asociate își păstrează subiectivitatea.

Rezultatele obținute pentru unitatea din zona montană S-Mo au arătat că nivelul de contaminare al nutrețurilor a fost cuprins între 21,6–27,4 mg/kg pentru MOSH, respectiv 1,2–1,6 mg/kg pentru MOAH.

În unitatea din zona rurală M-Rr, probele de nutrețuri au evidențiat în medie un nivel de contaminare cu MOSH de la 11,4 mg/kg, până la 35,0 mg/kg, în timp ce pentru MOAH a fost evidențiată o contaminare minimă, de până la 2,5 mg/kg.

În cazul unității din zona urbană R-U, nivelul de contaminare al nutrețurilor a variat de la 16,9–81,4 mg/kg MOSH până la 0,5–4,5 mg/kg MOAH.

În mod specific, nivelul considerabil de contaminare cu MOSH/MOAH al nutrețurilor a fost atribuit în general traficului terestru și aerian, activităților industriale, istoricului zonal incluzând activități miniere, precum și contaminării tehnologice prin prisma emisiilor și lichidelor tehnice ale echipamentelor și utilajelor agricole utilizate la obținerea nutrețurilor.

La evaluarea factorilor de poluare și contaminare, pentru toate cele trei unități studiate, s-a evidențiat că din punct de vedere tehnologic, operațiunile aplicate culturilor vegetale nu au avut un impact considerabil în ceea ce privește contaminarea nutrețurilor.

În raport cu sursele de poluare, nivelul de contaminare al nutrețurilor din fiecare unitate nu a fost în totalitate proporțional cu gradul și intensitatea de expunere la sursele de poluare identificate în arealul geografic studiat. Atât pentru MOSH, cât și MOAH, nivelul cel mai redus de contaminare al nutrețurilor a fost evidențiat pentru unitatea din zona rurală M-Rr, urmat de o contaminare mai ridicată evidențiată pentru nutrețurile unității din zona montană S-Mo, nivelul cel mai ridicat de contaminare fiind atribuit nutrețurilor unității din zona urbană R-U.

▪ A fost monitorizată și confirmată prezența MOSH și MOAH din probele de lapte și a fost caracterizat profilul de contaminare în raport cu implicațiile diferiților factori poluanți sau contaminanți; rezultatele obținute au permis analiza comparativă a contaminării laptelui din cele trei unități selectate.

Rezultatele obținute au evidențiat niveluri deosebite de contaminare cu MOSH/MOAH pentru toate cele patru eșantioane de lapte analizate, cu valori cuprinse între 3,3–9,9 mg/kg MOSH, respectiv 2,6–5,7 mg/kg MOAH. Au fost sesizate diferențe mici între unitățile selectate, toate probele de lapte indicând un nivel de contaminare cu MOSH și MOAH considerabil mai mare decât limita recomandată EU-RL (0,5–1,0 mg/kg).

Pentru identificarea surselor obiective de contaminare, în limita posibilităților, s-a realizat cuantificarea MOH din materialele în componența cărora se găsesc uleiuri minerale și cu care laptele au intrat în contact. S-a evidențiat o contaminare importantă indusă de materialele de contact, susținută de un profil de contaminare similar, confirmat la nivelul probelor de lapte analizate.

▪ Au fost elaborate strategii de confirmare a transferului MOSH/MOAH din nutrețuri în lapte, prin analiza conținuturilor medii de MOSH/MOAH și analiza profilurilor de contaminare în vederea identificării interferențelor comune.

▪ Similitudini între profilurile de contaminare și o distribuție asemănătoare a MOSH/MOAH au fost evidențiate pentru mai multe grupuri de probe nutreț–lapte; chiar și în lipsa unei potriviri depline a profilurilor de contaminare, distribuția similară a contaminanților MOSH/MOAH în același interval molecular (n–C<sub>16-25</sub>) observată atât în cazul probelor de nutrețuri, cât și în cazul probelor de lapte, a sugerat existența unui model de migrare pe cale metabolică a contaminanților și a indicat astfel condiții comune de contaminare.

Estimarea posibilității de transfer pe cale metabolică a contaminanților din nutrețuri în lapte, pe baza rezultatelor cantitative obținute, a reflectat, în general, o migrație medie spre redusă a contaminanților urmăriți. Pe baza evaluării profilurilor de contaminare s-a apreciat că transferul contaminanților a fost mai evident la nivelul unității din zona montană S-Mo, urmată de unitatea din zona rurală M-Rr și, în final, unitatea din zona urbană R-U.

Interferențe comune, ce confirmă transferul MOSH/MOAH în lapte, au fost observate în special între probele de fân natural S-FN și laptele din rația de iarnă S-L<sub>i</sub> ale unității din zona montană; probele de porumb boabe M-PB, șrot de soia M-SS, nutreț amestec M-AU și probele de lapte M-L ale unității din zona rurală, respectiv probele de siloz de porumb R-SP, semisiloz de lucernă R-SSL, porumb boabe R-PB și probele de lapte R-L ale unității din zona urbană.

Valorificarea cercetării a fost realizată prin obținerea de rezultate concrete în diferite zone de cercetare, fiind comparabile cu rezultatele obținute în cercetări similare anterioare.

Managementul strategic prin care s-au realizat conexiuni între rezultatele obținute a permis evidențierea transferului contaminanților din nutrețuri în lapte pe baza interferențelor comune și a pus în valoare capacitatea de a identifica soluții optime pentru abordarea problemelor de siguranță a hranei pentru animale ca factor esențial pentru siguranța producțiilor animale.

Fiind fundamentată pe baza unor referințe de specialitate bine argumentate și adaptată astfel încât să ofere conținut original și valoare adăugată cercetării internaționale, prezenta lucrare reprezintă forma primară a unei realizări care, prin rezultatele sale, poate servi la implementarea unor bune practici de producție pentru minimizarea riscurilor de contaminare și poate deschide noi orizonturi de colaborare cu unități cu preocupări teoretice și aplicative în domeniu.