

## REZUMAT

**Cuvinte cheie: nutrețuri combinate, materii prime furajere, siguranța alimentelor, HACCP, lanț alimentar**

Soluția pentru menținerea unei sănătăți publice colective, este reprezentată de controlul sistematic al pericolelor pe tot parcursul lanțului alimentar, de la „fermă la furculiță”.

Sistemul alimentar global se confruntă cu schimbări profunde ale tiparelor de consum, în special prin creșterea cererii de produse de origine animală, fapt care a dus la creșterea mondială a producției intensive de animale. Pe de altă parte, se manifestă o nevoie din ce în ce mai mare pentru materiile prime utilizate la producerea nutrețurilor, corespunzătoare cerințelor nutriționale ale animalelor și salubre, fără substanțe nedorite care ar putea compromite calitatea și siguranța alimentelor de origine animală.

Teza de doctorat intitulată „*Cercetări privind producerea nutrețurilor combinate în relație cu siguranța alimentelor*” este structurată în două părți: partea de studiu bibliografic și partea de cercetări proprii, însumând nouă capitole la care s-au adăugat concluziile și recomandările, originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei și bibliografia.

În partea I a tezei au fost incluse patru capitole care prezintă noțiuni despre producerea nutrețurilor combinate, elemente de management al calității și siguranței alimentelor, studiul bibliografic cu privire la evaluarea pericolelor fizice, chimice și biologice asociate producției de nutrețuri combinate în relație cu siguranța alimentelor și cercetări din literatura de specialitate cu privire la tematica abordată.

Partea a II-a a tezei, structurată în cinci capitole, conține scopul și organizarea cercetărilor, materialele și metodele de lucru, rezultatele obținute cu privire la aplicarea sistemului HACCP în unitățile studiate, și rezultatele obținute cu privire la analiza și controlul unor pericole fizice, chimice și biologice asociate producției de nutrețuri combinate în relație cu siguranța alimentelor.

Scopul tezei de doctorat a constatat în evidențierea modului în care sistemul HACCP poate contribui la producția sigură a nutrețurilor combinate destinate hrănirii puilor broiler în diferite faze de creștere, prin aplicarea principiilor și etapelor acestuia pe fluxul de producție al nutrețurilor.

Pentru atingerea scopului propus, a fost întreprins un studiu de caz care să reliefeze rolul ocupat de sistemul HACCP ca factor de siguranță a

alimentelor, și măsura în care acesta poate răspunde favorabil interconectării dintre producția sigură de nutrețuri combinate și obținerea de alimente de origine animală sigure pentru consumatorul final.

Pentru realizarea scopului propus, au fost luate în studiu două fabrici de nutrețuri combinate reprezentative pentru România din punct de vedere al capacității de producție (70.000 - 120.000 t/an fiecare), denumite în lucrare „unitatea A” respectiv „unitatea B”.

Rezultatele obținute în cercetările efectuate pe parcursul anilor 2019 și 2020 în cele două fabrici de nutrețuri combinate studiate (unitatea A, respectiv unitatea B), au permis formularea unor concluzii, prezentate sintetic în cele ce urmează:

- a fost analizată aplicarea sistemului **HACCP** în cele două fabrici de nutrețuri combinate luate în studiu, pe parcursul celor doisprezece etape specifice; astfel s-a putut observa gradul ridicat de specificitate al sistemului.

- au fost analizate și controlate **pericolele fizice** asociate producției de nutrețuri combinate din cele două unități luate în studiu, pe parcursul anilor 2019 și 2020. Referitor la pericolele fizice identificate în **unitatea A**, s-a constatat că în anul 2019 la etapa de recepție a materiilor prime, s-au refuzat 20 de loturi de porumb boabe (68,9%) și 9 loturi de grâu boabe (31%), cel mai frecvent pericol identificat (78,5%) fiind reprezentat de umiditatea crescută a acestora. În anul 2020, au fost refuzate 17 loturi de materii prime, reprezentate de porumb boabe (52,9%) și grâu boabe (47%); de asemenea, umiditatea a fost pericolul potențial predominant identificat (70,5%). Comparativ, în anul 2019 au fost mai multe refuzuri ale materiilor prime (n=29) pe baza parametrilor fizici, față de anul 2020 (n=17). În cazul **unității B**, pe baza parametrilor fizici identificați în etapa de recepție a materiilor prime în anul 2019, s-au refuzat 22 de loturi de porumb boabe (91,6%) și două loturi de grâu boabe (8,3%); cel mai frecvent identificat pericol (58,3%) a fost reprezentat de prezența boabelor încolțite și mucegăite. În anul 2020, au fost refuzate 53 de loturi de materii prime, reprezentate de porumb boabe (79,2%) și grâu boabe (20,7%); pericolul cel mai frecvent identificat a fost reprezentat de infestarea cu gărgărițe vii (50,9%). Comparativ, în anul 2020 au fost înregistrate cu 54,7% mai multe produse neconforme refuzate decât în anul 2019.

- au fost evaluate și controlate o serie de **pericole chimice** asociate producției de nutrețuri combinate în relație cu siguranța alimentelor, reprezentate de micotoxine, metale grele și bifenili policlorurați; s-a determinat incidența pericolelor din materiile prime (porumb boabe, grâu boabe, șrot de soia, șrot de floarea soarelui) și din nutrețurile combinate destinate hrănirii puilor broiler în

diferite faze de creștere (starter, creștere, finisare) din ambele unități luate în studiu, pe parcursul anilor 2019 și 2020. În cadrul analizelor micotoxicologice, a fost determinat conținutul materiilor prime și al produselor finite în următoarele micotoxine: aflatoxina totală (AFT), aflatoxina B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>), deoxinivalenol (DON), fumonizina B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub> (FUM), ocratoxina A (OTA), toxina T-2 (T-2) și zearalenonă (ZEN), rezultatele fiind discutate distinct pentru fiecare unitate:

### **Unitatea A**

Pentru analizele realizate porumbului boabe la recepția materiilor prime în anul 2019, procentul probelor pozitive s-a situat între 60% (OTA) și 92,8% (DON); de altfel, incidența a fost de peste 60% pentru toate cele șase tipuri de micotoxine analizate. Raportat la valoarea maximă admisă prin legislație, valoarea cea mai apropiată de aceasta s-a identificat în cazul AFT (14 ppb). În anul 2020, proporția probelor pozitive a fost de peste 70% pentru toate tipurile de micotoxine analizate; de asemenea, valoarea maximă cea mai apropiată de limita admisă prin legislație s-a identificat tot pentru AFT (7,3 ppb).

Referitor la analizele realizate la recepția materiilor prime pentru determinarea cantitativă a micotoxinelor din boabele de grâu, în anul 2019 s-a identificat o incidență între 60% (FUM) și 100% (T-2); valoarea maximă cea mai apropiată de limita reglementată a fost regăsită pentru concentrația în AFT (8 ppb). În anul 2020, s-a identificat o incidență între 68,4% (AFT) și 100% (FUM, OTA, ZEN) și, asemenea anului precedent, valoarea cea mai apropiată de limita legislativă a fost identificată pe conținutul în AFT (6,2 ppb).

Șroturile de soia prelevate din etapa de recepție și analizate micotoxicologic au avut o incidență între 40% (FUM) și 100% (OTA, T-2, ZEN) în anul 2019, respectiv între 88,8% (OTA) și 100% (FUM, T-2) în anul 2020; concentrațiile cele mai apropiate de limita legislativă au fost identificate pentru AFT pentru ambii ani de studiu (1,7 ppb, respectiv 2,8 ppb).

Din punct de vedere al nivelurilor maxime admise și al nivelurilor orientative stabilite prin legislație, în urma analizelor realizate pentru materiile prime din unitatea A, s-a constatat că acestea nu au fost depășite.

Rezultatele obținute în unitatea A cu privire la analiza concentrației în micotoxine a nutrețurilor combinate starter, au relevat o incidență cuprinsă între 85,7% (FUM) și 100% (OTA, ZEN) în anul 2019, respectiv între 76,4% (OTA) și 100% (T-2) în anul 2020. Valorile maxime identificate și valorile medii stabilite pentru conținutul în micotoxine al nutrețurilor starter, s-au încadrat sub limitele stabilite prin legislație.

Pentru nutrețurile combinate de creștere analizate micotoxicologic în anul 2019, procentul probelor pozitive pentru cele șase tipuri de micotoxine analizate s-a situat între 77,7% (FUM) și 100% (OTA, T-2, ZEN); în anul 2020,

a fost stabilită o incidență între 87,5% (ZEN) și 100% (DON, FUM, OTA).

În cazul nutrețurilor combinate de finisare analizate în anul 2019, s-a stabilit o incidență care a variat între 85% (T-2) și 100% (DON, OTA, ZEN); în anul 2020 proporția probelor pozitive a fost între 78,9% (T-2) și 100% (ZEN).

De menționat faptul că toate valorile maxime împreună cu valorile medii stabilite în cei doi ani de studiu pentru concentrația în micotoxine a nutrețurilor combinate din unitatea A, s-au situat sub limitele maxime prevăzute în legislație.

### **Unitatea B**

Pentru determinarea conținutului în aflatoxină totală a porumbului boabe prelevat de la etapa de recepție a unității B, studiile de incidență au indicat faptul că în anul 2019, dintre cele 1034 de probe analizate, 77,3% (n=800) au fost pozitive, în timp ce în anul 2020, dintre cele 1191 de probe analizate, 57,9% au fost pozitive; comparativ, s-a identificat o prevalență mai scăzută în anul 2020, față de anul 2019. Referitor la neîncadrarea rezultatelor în limitelor maxime admise prin legislație, în anul 2019 a fost identificată o depășire (70,4 ppb), iar în anul 2020 au fost regăsite nouă depășiri, cu valori cuprinse între 30,1 ppb și 62,1 ppb.

Pentru probele de boabe de grâu prelevate de la etapa de recepție și din stocul unității B, au fost realizate analize pentru determinarea concentrației în AFT și DON. Pentru boabele prelevate din etapa de recepție, incidența stabilită a fost de 66,9% (AFT) și 90,4% (DON) pentru anul 2019, respectiv 51,2% (AFT) și 85,9% (DON).

Analizele micotoxicologice pentru șroturile de soia și de floarea soarelui au presupus determinarea concentrației în AFT, DON, FUM, OTA și ZEN. Pentru șroturile de soia analizate, în anul 2019 s-a remarcat o incidență a probelor pozitive cuprinsă între 69,2% (FUM) și 100% (ZEN), iar în anul 2020 incidența s-a situat între 70% (FUM) și 100% (ZEN); se remarcă incidența crescută în ambii ani de studiu pentru concentrația în ZEN. Pentru șroturile de floarea soarelui, proporția probelor pozitive s-a situat între 60% (FUM) și 100% (OTA) în anul 2019, respectiv 78,5% (FUM) și 100% (DON, ZEN) în anul 2020; se distinge o incidență crescută pentru contaminarea cu OTA în ambii ani de studiu.

Rezultatele obținute în anul 2019 cu privire la determinarea conținutului în micotoxine al nutrețurilor combinate starter din unitatea B, au relevat o incidență de: 70,6% (AFT), 89,1% (DON), 77,1% (FUM), 82,6% (OTA) și 94,5% (ZEN); pe de altă parte incidența identificată în anul 2020 a fost de: 57,1% (AFT), 98,9% (DON), 51,5% (FUM), 61,5% (OTA) și 90,1% (ZEN).

Pentru nutrețurile combinate de creștere analizate micotoxicologic în anul 2019 s-a identificat o incidență de: 68,3% (AFT), 87,3% (DON), 69,6%

(FUM), 79,7% (OTA) și 93,6% (ZEN); comparativ, în anul 2020 a incidența contaminării a fost de: 49,4% (AFT), 96,5% (DON), 43,6% (FUM), 52,8% (OTA), 90,8% (ZEN).

Referitor la nutrețurile combinate de finisare, proporția probelor pozitive a fost cuprinsă între 64,9% (AFT) și 91,9% (ZEN) pentru analizele efectuate în anul 2019, respectiv între 51,04% (AFT) și 98,6% (DON) pentru analizele realizate în anul 2020.

În ceea ce privește concentrația în micotoxine a nutrețurilor din unitatea B, s-a constatat că toate valorile maxime identificate și valorile medii stabilite au fost inferioare nivelurilor maxime admise și nivelurilor orientative stabilite prin reglementări.

În vederea determinării conținutului în metale grele (As, Cd, Cu, Pb, Zn,) în ambii ani de studiu au fost analizate nutrețuri combinate starter și de finisare din unitatea B. În anul 2019, pentru nutrețurile combinate starter analizate, au fost regăsite rezultate cuantificabile pentru conținutul în Cd (0,146 ppm), Pb (1,6 ppm) și Zn (14,1 ppb); pentru nutrețurile combinate de finisare au fost identificate valori pozitive pentru conținutul în Cu (10,6 ppm), respectiv Zn (10,6 ppm). În anul 2020, pentru nutrețurile combinate de finisare au fost identificate rezultate cuantificabile pentru concentrația în As (0,2 ppm), Cu (13,4 ppm) și Zn (43,4 ppm). Toate rezultatele înregistrate s-au regăsit sub limitele maxime impuse prin legislație.

Referitor la rezultatele analizelor pentru determinarea concentrației în bifenili policlorurați (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180, PCB suma) din nutrețurile combinate produse în unitatea B, acestea s-au situat sub limita de detecție (2 ppb) pentru analizele realizate în ambii ani de studiu.

– au fost analizate și controlate **pericolele biologice** asociate producției de nutrețuri combinate din cele două unități luate în studiu, pe parcursul anilor 2019 și 2020. În vederea determinării pericolelor biologice din materiile prime și nutrețurile combinate, au fost realizate analize micologice și bacteriologice. În cazul **unității A**, rezultatele analizelor micologice realizate pentru determinarea numărului total de fungi din materiile prime au scos în evidență faptul că proporția de izolare a genului *Aspergillus* a fost preponderentă în boabele de porumb și de grâu (peste 75%) și în șroturile de soia și de floarea soarelui (peste 65%). De asemenea, și în cazul nutrețurilor combinate analizate micologic, genul *Aspergillus* a fost identificat în proporție majoritară (între 34,6% și 53,3%).

Au fost regăsite depășiri ale limitelor maxime admise în ceea ce privește numărul total de fungi din materiile prime analizate; astfel, valoarea maximă identificată pentru porumbul boabe a fost de 8000 ufc/g, pentru grâul boabe de

6000 ufc/g și pentru șrotul de floara soarelui de 2000 ufc/g. Pentru nutrețurile combinate nu s-au înregistrat depășiri ale limitei maxime admise prin legislație.

Toate rezultatele analizelor microbiologice realizate pentru materiile prime și nutrețurile combinate în vederea determinării contaminării cu *Salmonella* spp., *E. coli* și *Clostridium perfringens*, au fost negative.

În cazul materiilor prime și nutrețurilor combinate din **unitatea B**, toate analizele realizate pentru determinarea contaminării cu *Salmonella* spp. au fost negative; de asemenea, testele de sanitație pentru determinarea *Salmonella* spp. din mediul de procesare au avut rezultate negative.

În urma cercetărilor efectuate și a rezultatelor prezentate privind producerea nutrețurilor combinate în relație cu siguranța alimentelor, facem următoarele **recomandări**:

- monitorizarea permanentă a materiilor prime și a nutrețurilor combinate cu scopul asigurării ulterioare de alimente de origine animală sigure pentru consumatorul final;
- la nivel legislativ, stabilirea unor limite microbiologice reglementate pentru drojdii și mucegaiuri, datorită faptului că s-a creat un vid legislativ în urma abrogării Ordinului nr. 249/2003;
- elaborarea de către autoritățile competente a unor limite maxime admise pentru nivelurile de co-apariție a micotoxinelor în materiile prime de origine vegetală și în nutrețurile combinate.