

**UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI MEDICINĂ
VETERINARĂ, „ION IONESCU DE LA BRAD” - IAȘI
FACULTATEA DE ZOOTEHNIE
SPECIALIZAREA: ALIMENTAȚIA ANIMALELOR**

Rezumatul tezei de doctorat:

**CERCETĂRI PRIVIND ACȚIUNEA UNOR FACTORI DE
INFLUENȚĂ ASUPRA VALORII NUTRITIVE A SILOZULUI DE
PORUMB**

Autor: Drd. ing. Roxana Miron căsătorită ZAHARIA

Conducător științific: Prof. univ.dr. Ioan Mircea POP

Silozul de porumb a fost și este cel mai utilizat furaj ca sursă energetică în hrana ruminanților din întreaga lume. Modul de producere a unui siloz de porumb de foarte bună calitate a suferit schimbări în ultimii ani devenind o știință și o artă.

Producerea nutrețului murat este o tehnologie veche de conservare ce s-a perfecționat odată cu trecerea timpului, iar reușita însilozării fiind dependentă de respectarea parametrilor tehnologici și de calitatea culturii de porumb.

Un aspect deloc de neglijat ar fi selectarea hibrizilor de porumb de la care se dorește realizarea de producții mari de boabe, o valorificare cât mai ridicată a substanțelor nutritive și a fibrelor de către animal. Acești hibrizi au fost îmbunătățiți în ceea ce privește digestibilitatea fibrei, determinând o creștere a producției de lapte datorită creșterii ingestibilității. Ținând cont de schimbările climatice înregistrate în ultimii ani în România, fermierii cultivă cel puțin doi hibrizi de porumb din grupe de maturitate diferite, dar care să găsească condiții climatice prielnice pentru a reduce riscul obținerii de producții reduse cauzate de factorii climatici.

Calitatea și valoarea nutritivă a nutrețului murat depind de modificările care au loc în nutrețurile supuse murării, iar pe de altă parte, de pierderile de substanțe nutritive care se pot înregistra prin și în timpul murării. Pentru asigurarea unei valori nutritive ridicate a unui siloz de porumb se impune o urmărire îndeaproape a maturității culturii de porumb pentru a asigura nivelul optim de substanță uscată la recoltare. Problema cel mai des întâmpinată este sincronizarea recoltării astfel încât umiditatea furajului să poată asigura o bună conservare. Dacă recoltarea se realizează în fază optimă de vegetație, tocarea ar fi un alt factor decisiv în realizarea unui siloz de calitate. În ultimii ani tocarea se realizează cu combine performante ce pot toca o cantitate mare de porumb masă verde pe zi și la dimensiunile dorite dar, din diferite motive dimensiunea de tocare se reglează la limita superioară (1,5 cm) și nu se efectuează spargerea

boabelor necesară pentru eliberarea cantității de energie pentru o bună fermentare. Tasarea este o altă etapă ce ridică probleme în realizarea silozului. Este știut faptul că fermentația optimă a silozului de porumb are loc într-un mediu anaerob iar, un siloz bine tasat asigură condiții ideale pentru eliminarea oxigenului încă de la debutul fermentării reducând intrarea oxigenului în masa silozului pe timpul stocării.

Cele mai recente studii (Borreani și col., 2007; Muck, 2004; Mahanna și col., 2003) susțin că un factor decisiv în ceea ce privește calitatea nutrețului murat este ținerea sub control a fermentațiilor aerobe (și respectiv a alterării), deoarece majoritatea, dacă nu toți fermierii stochează silozul de porumb în silozuri orizontale ce au o suprafață foarte mare neprotejată de admisiile de aer. În acest scop se recomandă acoperirea silozului cu folie de protecție după tasare, în vederea limitării admisiei de aer în timpul stocării și a administrării hranei animalelor pe parcursul anului. Ținând cont de faptul că silozul de porumb intră într-o proporție însemnată în rația rumegătoarelor pe tot parcursul anului, se impune realizarea unui nutreț murat ieftin și de bună calitate. Deși fermierii respectă în mare măsură tehnologia, aceștia se confruntă totuși cu pierderi însemnate în masa silozului și implicit o pierdere de energie și nutrienți. Apreciem că toate aceste considerente justifică necesitatea efectuării acestui studiu.

Cercetările s-au desfășurat pe parcursul a doi ani calendaristici și a presupus evaluarea a două silozuri în fiecare an și factorii care influențează calitatea lor, procesele de fermentație și valoare nutritivă a nutrețului murat. Silozurile utilizate în experiențele au fost de tip orizontal, au avut o lățimea de 8 m și respectiv 12 m, iar lungimea silozurilor a fost de 40 m, cu înălțimi între 2 și 3,5 m și cu o capacitate de 800 tone și respectiv 1200 tone. În silozuri au fost introduși diferiți hibrizi (hibridul PR38V91 pentru boabe și hibrizi Monalisa și Florencia pentru siloz), ce au fost semănați în prima decadă a lunii mai și recoltați pe parcursul a două săptămâni, iar închiderea silozurilor s-a efectuat în termen de 5 și 12 zile. Silozurile au fost acoperite cu folie de polietilenă și respectiv cu un strat de paie tocate.

În prima etapă cercetările s-au canalizat pe cunoașterea factorilor naturali care influențează calitatea porumbului masă verde. În acest scop au fost efectuate teste de sol, a fost monitorizată temperatura și măsurată cantitatea de precipitații.

De asemenea, este importantă și cunoașterea parametrilor tehnici. Menținerea proceselor de fermentație în parametri optimi implică cunoașterea momentului optim de recoltare a porumbului, a modului de umplere a silozului, realizarea unei tasări energice, dar și închiderea și acoperirea silozului în cel mai scurt timp, aceștia fiind și principalii factori care influențează fermentația. Fermentația este etapa decisivă în procesul de conservare a silozului, deoarece evoluția acesteia determină calitatea și valoarea nutritivă a silozului de porumb.

Realizarea unui nutreț murat de calitate și cu valoare nutritivă ridicată presupune obținerea unui porumb masă verde de calitate, cu producții ridicate la hectar, respectarea procesului de însilozare, etanșeizarea silozului și o administrare corespunzătoare a feței de alimentare a silozului după deschiderea acestuia.

Calitatea nutrețului murat studiat a fost apreciată atât din punct de vedere organoleptic, fiind cea mai expeditivă apreciere, cât și chimic prin determinarea acizilor de fermentație. Determinările de compoziție chimică evidențiază cantitatea brută de substanțe nutritive din nutrețul murat. Acestea sunt valorificate prin introducerea lor în sistemele de apreciere a valorii nutritive INRA, NRC și DLG pentru energie și proteină.

În urma cercetărilor, care au avut în vedere studierea principalilor factori de influență asupra proceselor de fermentație, a calității și valorii nutritive a silozului de porumb, se pot concluziona următoarele:

A) referitor la principalii factori tehnici de influență studiați:

- însilozarea porumbului în *faze de vegetație* diferite (lapte-țeară, țeară și bob sticlos) a determinat o stratificare a silozului din punct de vedere al conținutului de substanță uscată, generând procese fermentative diferite în masa acestuia;
- *tocarea* masei verzi la dimensiuni cuprinse între 0,5 și 2,5 cm a fost completată și de procesarea boabelor, fapt ce a favorizat o eliberare rapidă a zaharurilor solubile;
- *umplerea silozurilor* în perioade cuprinse între 5 și 12 zile în ambele experiențe, corelată cu o *tasare* nu tocmai corespunzătoare, a condus la obținerea unei densități de 190 – 200 kg SU/m³ în zonele laterale ale silozului SA, respectiv 160 kg SU/m³ la suprafața silozului SN în anul 2007, iar în anul 2008 cele mai scăzute valori ale densității au fost înregistrate la suprafața silozurilor SA și SN, de 190 kg SU/m³ și respective 160 kg SU/m³, densitate ce ar putea genera pierderi de substanță uscată în aceste zone, pierderi cuprinse între 15% și 20%;
- *acoperirea* silozurilor SA cu folie de polietilenă, a determinat menținerea la un nivel scăzut a umidității nutrețului murat (umiditatea silozului a fost cuprinsă între 65 și 70%), iar în cazul silozurilor SN (pe suprafața căroră a fost așezat un strat de paie tocate de aproximativ 30 cm) umiditatea înregistrată la suprafața acestora a fost în medie de 75%, umiditate ce a favorizat dezvoltarea mușgaiurilor, determinând degradarea nutrețului murat;
- *temperatura* medie în masa silozurilor SA și SN în anul 2007 a fost de 16,6 °C și respectiv 19 °C, excepție făcând zona de suprafață a silozului SN unde temperatura înregistrată a fost cu 9,1 °C mai ridicată comparativ cu media acestuia, aceasta putând fi cauzată de activitatea mușgaiurilor. Evoluția temperaturii în silozurile SA și SN în anul 2008 a fost relativ apropiată ca valoare, respectiv 28,5 °C și 31 °C, valori ce au depășit valorile temperaturii exterioare, dar nu și valoarea de 35 °C de la care au loc pierderi prin degradare.

B) referitor la calitatea nutrețului murat și pierderile din masa silozului:

- *clasele de calitate* în care s-a încadrat nutrețul murat din silozul SA în anul 2007 a fost „foarte bună” la suprafața acestuia și „bună” în celelalte zone studiate, iar în anul 2008, doar proba de la mijlocul silozului a avut o calitate „bună”, restul fiind de calitate „foarte bună”. La suprafața silozului SN (2007) au avut loc procese de putrefacție și o fermentație acetică, calitatea silozului fiind „mijlocie” comparativ cu probele de calitate „bună” recoltate din aceeași zonă în anul 2008, pentru restul regiunilor studiate calitatea nutrețului murat a fost „foarte bună”;

- *pierderile din masa silozurilor cauzate de procesele de umplere și acoperire* a silozului au fost apreciate în anul 2007 la aproximativ 147 t siloz (12,25% din masa silozului), respectiv 35000 UFL sau 78 t lapte în silozul SN, iar în silozul SA au fost înregistrate pierderi de 112 t siloz (14% din masa silozului), reprezentând aproximativ 25000 UFL sau 56 t lapte. În anul 2008, pierderile din masa silozurilor au fost de 16200 UFL cărora le corespund 37 t lapte în silozul SA și respectiv 150 t siloz sau 79 t lapte în silozul SN;

- pierderilor cauzate de umplerea și de acoperirea deficitară a silozului li se alătură și *pierderile generate prin respirația plantelor*, precum și cele provocate de bacteriile lactice, care împreună însumează pierderi de aproximativ 19 – 20% din masa silozurilor studiate;

C) referitor la compoziția chimică brută silozului de porumb:

- *conținutul mediu de substanță uscată* în silozurile SA și SN în anul 2007 a fost apropiat ca valoare respectiv 285,9 g/kg brut și 300,4 g/kg brut. În silozurile SA și SN, studiate în anul 2008 cantitatea de substanță uscată determinată a fost de 344,8 g/kg brut și 295,9 g/kg brut;

- analizele efectuate pentru determinarea *conținutului de proteină brută* au evidențiat în prima experiență valori mai mari (cu 1,6 și 19,7 g/kg SU în silozul SA și SN) decât cele din literatură, iar în anul 2008 valorile au fost apropiate de cele din literatură (75 g/kg SU);

- *conținutul mediu de grăsime brută* a nutrețului murat din ambele experiențe (pentru silozurile cu un conținut de substanță uscată de aproximativ 300 g/kg brut) a fost mai redus cu 1,1 - 3,1 g/kg SU decât cel din referințele de specialitate (25 g/kg SU), în schimb, în silozul SA din experiența a doua GB a avut o valoare apropiată de cea din literatură (22 g/kg SU);

- în ceea ce privește *proporția de celuloză brută*, aceasta a fost cu 6% până la 9,5% mai mare comparativ cu datele din literatura de referință;

- determinările efectuate au evidențiat un *conținut de substanțe extractive neazotate* apropiat de cel regăsit în literatura de specialitate, doar în prima experiență s-a diferențiat conținutul de substanțe extractive neazotate din silozul SN cu o proporție mai redusă cu aproximativ 8% comparativ cu valorile de referință;

- *cantitatea medie de cenușă brută* din silozurile studiate în anul 2007 și 2008 s-a încadrat în limitele recomandate de literatura de specialitate (56 g/kg SU și respectiv 61 g/kg SU);

- *proporția fibrei detergent neutre și acide* în masa silozurilor SA și SN studiate în anul 2007, a fost în medie mai ridicată cu aproximativ 12 – 15% comparativ cu valorile din literatură. În anul 2008, proporțiile cele mai ridicate de NDF și ADF au fost înregistrate în silozul SA (proporția de NDF a fost cu 18% mai mare comparativ cu valorile din literatura pentru același conținut de substanță uscată, iar pentru ADF cu 14%), iar în silozul SN conținutul de NDF a fost cu 14% mai mare decât valorile de referință, pe când cel de ADF cu doar 7,5%;

- *conținutul de amidon* asigură în mare parte valoarea energetică a silozului de porumb, conținutul de amidon în silozurile studiate evoluând astfel: în prima experiență proporția acestuia în silozurile studiate a fost mai redusă cu aproximativ 32% raportat la valorile de referință, iar în a doua experiență conținutul de amidon a fost mai redus cu doar 8% în silozul SA și cu 12% în silozul SN comparativ cu datele din literatură;

- *calciul* în silozurile studiate a fost găsit în cantități cuprinse între 3,03 și 3,67 g/kg SU, valori optime pentru silozul de porumb;

- *fosforul* a fost deficitar cantitativ în toate probele studiate (conținutul de fosfor a avut valori cuprinse între 1,28 și 1,89 g/kg SU) comparativ cu valoarea de referință (2,5 g/kg SU);

- *conținutul de magneziu* din probele studiate în prima experiență nu a fost mai mare de 0,55 g/kg SU. În a doua experiență, conținutul de magneziu al probelor recoltate din silozul SA a depășit valoarea din literatură (1,5 g/kg SU) cu 0,14 g/kg SU, iar în silozul SN conținutul de magneziu a fost de 1,07 g/kg SU;

- *concentrația nitriților și nitraților* a fost foarte redusă comparativ cu valorile maxime admise, deci, silozul nu a prezentat risc de intoxicare.

D) referitor la valoarea nutritivă a silozului de porumb (aceasta a fost apreciată cu ajutorul sistemelor INRA, NRC și DLG):

- *valoarea energetică* (în sistemul INRA) a silozurilor studiate, în ambele experiențe, exprimată în ENL și ENV, a avut valori pentru producția de lapte cuprinse între 1510 și 1520 kcal/kg SU, iar pentru producția de carne caloricitatea silozului a fost cuprinsă între 1540 și 1550 kcal/kg SU;

- *valoarea energetică* (în sistemul INRA) a fost exprimată și în unități furajere, pentru producția de lapte rezultând între 0,89 și 0,9 UFL, iar pentru producția de carne între 0,84 și 0,86 UFV;

- *conținutul de proteină digestibilă intestinală condiționată de azot (PDIN)* a fost în medie de 46 g/kg SU în silozul SA și de 57,8 g/kg SU în silozul SN, în prima experiență, iar în a doua experiență, de 42,5 g/kg SU în silozul SA și 40,88 g/kg SU în silozul SN;

- *cantitatea medie de proteină digestibilă intestinală condiționată de energie* (PDIE) a fost cuprinsă între 62,3 și 65,9 g/kg SU în silozurile studiate, valori ce se apropie de cele din literatură (66 g/kg SU) ;

- *valoarea energetică* a nutrețului murat (în sistemul NRC) a fost apreciată la aproximativ 1300 kcal/kg SU ENL în prima experiență, iar în a doua experiență, la 1430 kcal/kg SU ENL în silozul SA și la 1353 kcal/kg SU ENL în silozul SN;

- *caloricitatea nutrețului murat* apreciată prin sistemul DLG a fost de 1430 și 1490 kcal/kg SU ENL în silozurile din prima experiență, și de 1720 și 1480 kcal/kg SU ENL în silozurile din cea de a doua experiență;

- *valoarea proteică* în sistemele de apreciere NRC și DLG a fost exprimată în proteină brută. Valorile medii ale PB din silozul SA și SN studiate în anul 2007 au fost de 76,6 g/kg SU și respectiv 96,3 g/kg SU, iar în anul 2008, în silozul SA și SN, proteina brută a avut valori de 70,86 și respectiv 68,06 g/kg SU;

- *valoarea nutritivă* a silozului de porumb apreciată cu ajutorul sistemelor INRA, NRC și DLG, a evidențiat diferențieri (valorile ENL determinate prin sistemul NRC au fost mai mici comparativ cu valorile rezultate prin sistemul INRA cu aproximativ 14% în prima experiență și cu 9% în cea de a doua experiență, iar comparativ cu sistemul de apreciere DLG valorile au fost cu 13% și respectiv 10% mai reduse pentru experiențele menționate), în funcție de elementele de compoziție chimică luate în calcul;

- comparativ cu sistemele de apreciere a valorii nutritive INRA și DLG, pentru aprecierea valorii energetice sistemul NRC ține cont de compoziția chimică, de conținutul în amidon, dar și de digestibilitatea NDF, putând fi considerat cel mai complex sistem de apreciere;

- pentru aprecierea valorii proteice însă, sistemul INRA poate fi considerat cel mai relevant sistem de apreciere.

E) referitor la influența factorilor studiați asupra valorii nutritive a silozului de porumb:

- cantitatea redusă de precipitații căzute (aproximativ 35 mm) în lunile mai, iunie și iulie și temperaturile mai ridicate (în medie cu 4°C față de normala perioadei) din această perioadă, au determinat o creștere a conținutului de CB pe kg SU, dar și o reducere a cantității de amidon în nutrețul murat, fapt ce a generat și o scădere a valorii energetice a silozului de porumb (până la 1300 kcal/kg SU în prima experiență comparativ cu 1400 kcal/kg SU în cea de a doua experiență, în sistemul de apreciere NRC);

- introducerea la însilozare a porumbului masă verde cu un conținut de SU de 250 g/kg brut, a determinat creșterea valorii pH în nutrețul supus murării până la valoarea de 4,3, valoare ce a reflectat o instabilitate a proceselor fermentative și în consecință o depreciere a valorii

nutritive a silozului de porumb (valoarea energetică a probelor ce s-au încadrat în condițiile prezentate a fost cuprinsă între 1230 - 1280 kcal/kg SU în sistemul de apreciere NRC);

- neacoperirea silozurilor cu folie de polietilenă, dar și acoperirea necorespunzătoare, au determinat alterarea nutrețului murat la suprafață în silozul SN și pe lateralele silozului SA din cauza infiltrării apei dar și a densității scăzute; drept urmare și valoarea energetică a fost sensibil mai scăzută;

- introducerea la însilozare a doi hibrizi pentru siloz (cu caracteristica „stay green”) și doar a unui hibrid pentru boabe în silozul SN (în condițiile climatice din anul agricol 2007) a favorizat obținerea unui nutreț murat cu o cantitate mai însemnată (cu aproximativ 20%) de PB comparativ cu silozul SA, unde au fost utilizați doar doi hibrizi de porumb, din care unul pentru siloz.

Pe baza experienței și a informației acumulate pe parcursul desfășurării tezei de doctorat, găsim oportune următoarele **recomandări**:

- recoltarea porumbului să se facă în aceeași fază de vegetație (recomandabil la un conținut de substanță uscată de 30 – 35%) pe tot parcursul umplerii silozului, pentru a evita stratificarea;

- tocarea porumbului masă verde să fie efectuată la dimensiuni de 1 – 2 cm, procesarea boabelor fiind obligatorie pentru o eliberare cât mai rapidă a zaharurilor solubile necesare bacteriilor producătoare de acid lactic;

- umplerea silozului să se realizeze prin metoda progresivă, iar închiderea să aibă loc în cel mai scurt timp (de dorit în 24 – 48 h);

- atunci când porumbul masă verde ce urmează să fie însilozat are umiditate diferită, se recomandă ca la baza silozului să se introducă porumbul cu conținutul cel mai ridicat de substanță uscată, pentru a evita pierderile de elemente nutritive prin scurgerea sucurilor de fermentație;

- tasarea trebuie efectuată energic, fără pauze și cu utilaje a căror greutate să fie adecvată în funcție de rata de umplere;

- pentru evitarea pierderilor de substanță uscată prin mușcăire și putrefacție, se impune acoperirea silozului cu folie, peste care să se așeze saci cu nisip sau jumătăți de anvelope uzate;

- întrucât în practică, compoziția chimică este determinată pentru o probă medie, iar în masa silozurilor studiate au fost înregistrate diferențe foarte semnificative în ceea ce privește valorile de compoziție chimică între zonele studiate, se recomandă prelevarea nutrețului murat în vederea administrării de pe toată fața silozului.

Respectarea tehnologiei de însilozare asigură realizarea unui siloz de foarte bună calitate, cu o valoare nutritivă ridicată, la un preț redus și cu pierderi minime.