
TEZA DE DOCTORAT

Îmbunătățirea gradului de valorificare a boabelor de lupin (*Lupinus albus* L.) folosite în alimentația păsărilor prin decorticare și adăugarea de enzime

(REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT)

Doctorand **Dănuț Ioan Struți**

Conducător de doctorat **Prof. univ. dr. habil. Daniel Mierliță**



REZUMAT AL TEZEI DE DOCTORAT

Teza de doctorat cu titlul „Îmbunătățirea gradului de valorificare a boabelor de lupin (*Lupinus albus* L.) folosite în alimentația păsărilor prin decorticare și adăugarea de enzime” este structurată în două părți principale: partea de studiu bibliografic și partea de contribuții personale. Teza de doctorat cuprinde un număr de 9 capitole, la care se adaugă referințele bibliografice. Lucrarea integrală însumează un număr de 162 pagini, 58 tabele, 50 figuri și 182 referințe bibliografice.

Partea I a tezei – **Stadiul actual al cunoașterii** – cuprinde două capitole, în care este realizată documentarea bibliografică în domeniul temei de cercetare a prezentei teze de doctorat, respectiv: Cap. 1 „*Compoziția chimică și calitatea nutritivă a boabelor de lupin*” și Cap. 2 „*Posibilități de îmbunătățire a eficienței utilizării boabelor de lupin în alimentația animalelor monogastrice*”. Partea 1 cuprinde 22 pagini, ceea ce reprezintă 13,58 % din volumul total al tezei, respectiv un număr de 7 tabele și 4 figuri.

Partea a II-a a tezei – **Contribuții personale** – cuprinde un număr de cinci capitole: Cap. 3 „*Scopul, obiectivele și organizarea cercetărilor*”; Cap. 4 „*Materiale și metode de cercetare*”; Cap. 5 „*Influența decorticării asupra calității nutritive a boabelor de lupin alb*”; Cap. 6 „*Influența decorticării boabelor de lupin alb utilizate în alimentația prepelițelor ouătoare, asupra performanțelor bioproductive și a calității ouălor*” și Cap. 7 „*Influența suplimentării cu enzime a nutrețurilor combinate pe bază de lupin alb, asupra performanțelor bioproductive și a calității ouălor la prepelițe*”. Partea a II-a cuprinde un număr de 106 pagini, ceea ce reprezintă 65,43 % din volumul total al tezei, respectiv un număr de 51 tabele și 47 figuri.

În capitolul 8 sunt prezentate concluziile generale și recomandările, iar în capitolul 9 sunt prezentate elementele de originalitate și aspectele inovative ale tezei de doctorat.

Creșterea intensivă a păsărilor este dependentă de sursele convenționale de nutrețuri proteice, acestea fiind în principal șroturile de soia datorită calităților nutritive ridicate care corespund cerințelor nutriționale ale păsărilor. În contextul restricționării utilizării făinurilor de origine animale în alimentația speciilor de fermă, posibilităților ecologice limitate de cultivare a boabelor de soia în diferite zone pedoclimatice precum și a tendinței de limitare a utilizării organismelor modificate genetic în alimentația animalelor, se impune necesitatea evaluării unor surse neconvenționale de nutrețuri proteice cu o valoare biologică ridicată, care pot fi obținute la nivel local și cu costuri mai reduse. Prin urmare, conform datelor din literatura consultată, boabele de *L. albus* din varietățile libere de alcaloizi reprezintă o alternativă adecvată pentru șroturile de soia, atât din punct de vedere nutrițional cât și economic dar și etic, încât nu provin din culturi modificate genetic. Însă principalul impediment al boabelor de lupin este nivelul ridicat de celuloză brută (15 - 20% din SU) și poliglucide neamidonoase (25 - 30% din SU), compuși care nu pot fi degradați în intestinul subțire al păsărilor datorită lipsei enzimelor specifice reducând astfel gradul de valorificare al hranei. Unele cercetări raportează faptul că prin decorticare se elimină 60 - 70% din conținutul în celuloză brută precum și o parte din poliglucidele neamidonoase

(PÍSAŘÍKOVÁ și colab., 2008; SAEZ și colab., 2015), aspecte ce contribuie la creșterea valorii nutritive a boabelor. Însă, cea mai mare cantitate de poliglucide neamidonoase și oligozaharide se concentrează în miezul boabelor, prin urmare se impune adoptarea unor metode complementare care să conducă la o îmbunătățire semnificativă a gradului de valorificare (OLKOWSKI, 2011). Lipsa enzimelor endogene specifice, în situația utilizării boabelor de lupin în alimentația păsărilor, conduce la premisele unui aport exogen de enzime specifice în nutrețurile combinate, cu scopul creșterii gradului de valorificare al boabelor de lupin (MERA-ZÚÑIGA și colab., 2019). Studiile publicate în literatura de specialitate consultată sunt limitate și prezintă doar parțial efectele decorticării boabelor (LAUDADIO și TUFARELLI, 2011b) și a adăugării de enzime în nutrețurile combinate pe bază de lupin (LEE și colab., 2016) asupra performanțelor de producție la găinile ouătoare și lipsesc cele referitoare la prepelițele ouătoare.

În consecință, **scopul cercetărilor efectuate vizează îmbunătățirea gradului de valorificare a boabelor de lupin alb (*Lupinus albus* L., soiul Amiga) folosite în alimentația prepelițelor ouătoare (*Coturnix coturnix japonica*), prin decorticarea boabelor și adăugarea de enzime în nutrețurile combinate.**

Pentru îndeplinirea scopului propus, cercetările efectuate au vizat trei obiective principale. **Primul obiectiv a constat în determinarea influenței decorticării asupra compoziției chimice brute și a calităților nutriționale ale boabelor de lupin alb liber de alcaloizi.** Pentru decorticarea boabelor de lupin s-a utilizat o instalație de decorticare concepută propriu, care a realizat o separare mecanică optimă a componentelor morfologice ale boabelor. În continuare s-a apreciat ponderea componentelor morfologice ale boabelor de lupin, urmată de determinarea compoziției chimice brute a boabelor integrale, decorticate și a cojilor. Evaluarea calității proteinelor și a grăsimilor din boabele de lupin integrale și decorticate s-a realizat pe baza profilului de aminoacizi, determinat prin cromatografie în coloană lichidă și respectiv a conținutului în acizi grași, determinat prin gaz-cromatografie.

Al doilea obiectiv a constat în evaluarea efectului decorticării boabelor de lupin utilizate în alimentația prepelițelor asupra performanțelor de producție și calității ouălor. Prin urmare, experiențele de efect bioproductiv s-au realizat în condiții de producție pe o perioadă 8 săptămâni, fiind organizate cinci loturi experimentale, compuse din cinci replici a câte 8 prepelițe/replică, rezultând un număr de 40 prepelițe/lot. Pentru a evalua efectele decorticării ca metodă pentru îmbunătățirea gradului de valorificare al boabelor de lupin la păsări, s-au întocmit cinci tipuri de nutrețuri combinate, care s-au distribuit aleator celor cinci loturi formate. Rețeta de nutreț combinat asociată lotului de control (LC) a avut ca sursă principală de proteine șroturile de soia iar la loturile experimentale, șroturile de soia au fost substituie parțial prin introducerea în hrană a boabelor de lupin alb în diferite proporții: 20% boabe integrale (LI₂₀) și 25% boabe integrale (LI₂₅); respectiv 20% boabe decorticate (LD₂₀) și 25% boabe decorticate (LD₂₅).

Pe parcursul cercetărilor efectuate, pentru evaluarea performanțelor bioproductive s-au avut în vedere următoarele aspecte: evoluția masei corporale a prepelițelor, intensitatea de ouat, consumul de nutrețuri și gradul de valorificare al hranei, starea de sănătate și costurile cu furajele asociate producției de ouă. De asemenea, s-au determinat anumiți parametri fizico-chimici de calitate a ouălor proaspete, precum: greutatea oului și ponderea componentelor sale, indicele albușului, indicele gălbenușului, indicele Haugh, grosimea cojii minerale și compoziția chimică

brută a albușului și gălbenușului. Pentru evaluarea calității nutriționale a ouălor s-a determinat prin gaz-cromatografie conținutul de acizi grași al grăsimilor din gălbenuș și s-au calculat indicii lipidici sanogeni. De asemenea, s-a determinat conținutul în colesterol și în carotenoide al gălbenușului prin analize de gaz-cromatografie și respectiv cromatografie în coloană lichidă. Pentru stabilirea efectului asupra proceselor de digestie a fost determinată umiditatea fecalelor, iar la finalul experimentului s-a evaluat vâscozitatea conținutului intestinal, greutatea și lungimea segmentelor tractului gastro-intestinal. De asemenea, la finalul experimentului s-au determinat prin analize de laborator principalii indicatori biochimici sanguini.

Cercetările de efect bioproductiv s-au derulat în condiții de producție la o unitate privată de profil iar analizele de laborator au fost realizate în unități private de cercetare precum și în laboratoarele de specialitate din cadrul USAMV Cluj-Napoca.

Al treilea obiectiv a constat în evaluarea efectului adaosului de enzime în nutrețurile combinate pe bază de lupin alb, asupra performanțelor de producție și calității ouălor la prepelițe. În consecință, experiențele s-au realizat în condiții de producție pe o perioadă 8 săptămâni, fiind organizate șase loturi experimentale, compuse din cinci replici/lot, a câte 7 păsări/replică, rezultând astfel un număr de 35 păsări/lot. Pentru fiecare lot s-a alocat randomizat unul din cele șase tipuri de nutreț combinat (NC), după cum urmează: LC- (NC fără lupin și fără enzime); LC+ (NC fără lupin, cu adaos de enzime); LI₂₀- (NC cu 20% lupin, fără enzime); LI₂₀+ (NC cu 20% lupin, cu adaos de enzime); LI₂₅- (NC cu 25% lupin, fără enzime); LI₂₅+ (NC cu 25% lupin, cu adaos de enzime). În cazul loturilor de control (cu sau fără enzime), principala sursă de proteine din hrană au fost șroturile de soia, iar la loturile experimentale (LI, cu sau fără enzime) șroturile de soia au fost substituite parțial cu boabe de lupin integrale, care au fost introduse în hrana prepelițelor în proporție de 20% și respectiv 25%. Enzimele au fost adăugate în hrană sub forma preparatului comercial Hostazyme X (0,2 g/kg NC) care conține: endo 1,4 β-xylanaze, endo 1,3(4) β-glucanaze, proteaze, α-amilaze, galactozidaze.

Pentru îndeplinirea obiectivelor propuse, pe parcursul cercetărilor efectuate au fost analizați aceiași indicatori bioproductivi și de calitate a ouălor, similari cu cei menționați la obiectivul anterior.

Interpretarea statistică a rezultatelor obținute s-a făcut utilizând programul statistic GraphPad Prism versiunea 8.3.0 (538) și testul ANOVA. Stabilirea semnificației statistice privind diferențele dintre două grupuri de date s-a aplicat Testul Tukey Honest significant difference (HSD). Pragul de semnificație utilizat pentru exprimarea diferențelor a fost stabilit la 5 % ($p < 0,05$) la toate analizele; respectiv la 1 % ($p < 0,01$) și 0,1 % ($p < 0,001$) atunci când diferențele au fost distinct semnificative și respectiv foarte semnificative. Datele sunt expuse ca medie a unor n determinări. Au fost stabiliți coeficienții de determinare (R^2) care arată gradul de concentrare a datelor experimentale în jurul dreptei de regresie.

Pe baza rezultatelor obținute în cercetările proprii, efectuate cu privire la îmbunătățirea gradului de valorificare a boabelor de lupin (*L. albus*) folosite în alimentația prepelițelor ouătoare (*Coturnix coturnix japonica*) prin decorticarea boabelor și adăugarea de enzime în nutrețurile combinate, s-au formulat următoarele concluzii:

(1) Concluzii referitoare la influența decorticării asupra compoziției chimice și a calităților nutriționale ale boabelor de lupin alb.

- Instalația de decorticare concepție proprie a permis o separare optimă a componentelor morfologice (miez și coji) ale boabelor de lupin (*L. albus*, soiul Amiga). În urma decorticării, miezul a reprezentat 82,3% și cojile 17,7% din greutatea boabelor întregi.
- Decorticarea boabelor de lupin alb liber de alcaloizi, a condus la îmbunătățirea compoziției chimice brute a acestora, fiind înregistrată o creștere semnificativă a nivelului proteinei brute, în paralel cu diminuarea conținutului în celuloză brută; ceea ce se poate concretiza într-o creștere a valorii nutritive a boabelor decorticate.
- Prin decorticarea boabelor de lupin a crescut conținutul proteinelor în anumiți aminoacizi, mai ales în aminoacizii considerați limitativi pentru producția animală, respectiv lizină (5,73 vs. 4,99 g/16g N) și metionină (0,55 vs. 0,48 g/16g N). Valoarea nutrițională a proteinelor din boabele decorticate, apreciată pe baza standardelor utilizate este superioară celor provenite din boabele integrale; ambele fiind considerate mai degrabă o sursă optimă de proteină pentru puii de carne și mai puțin pentru porcii supuși îngrășării.
- Proporția și raportul acizilor grași din structura grăsimilor din boabele de lupin alb, nu se modifică ($p > 0,05$) ca urmare a decorticării boabelor. Se remarcă proporția ridicată a acizilor grași mononesaturați (55,16 – 55,72% din FAME) și polinesaturați (27,23 – 27,86% din FAME) din structura grăsimilor, astfel că boabele de lupin pot fi considerate o bună sursă de acizi grași nesaturați (cca. 83 %). Valorile înregistrate de indicii lipidici sanogeni determinați, indică o calitate nutrițională ridicată a grăsimilor din boabele de lupin, dată de conținutul ridicat în PUFA. Decorticarea boabelor nu modifică ($p > 0,05$) calitățile nutriționale ale grăsimilor.

(2) Concluzii referitoare la influența decorticării boabelor de lupin utilizate în alimentația prepelițelor ouătoare asupra performanțelor bioproductive și a calității ouălor.

- Decorticarea boabelor de lupin și utilizarea lor în hrana prepelițelor ouătoare în cantitate de 200 g/kg (LD_{20}) a condus la obținerea unor performanțe bioproductive (masa corporală a prepelițelor, intensitatea de ouat, consumul de NC, gradul de valorificare al hranei) comparabile cu cele obținute de păsările din lotul de control (LC), în hrana cărora s-au folosit numai șroturile de soia ca sursă principală de proteine.
- Performanțele bioproductive asemănătoare înregistrate de prepelițele din loturile în care boabele de lupin integrale s-au utilizat în cantitate de 200 g/kg (LD_{20}) iar boabele decorticate în cantitate de 250 g/kg (LD_{25}), demonstrează faptul că decorticarea a făcut posibilă creșterea cantității de lupin din hrana prepelițelor ouătoare de la 200 g la 250 g/kg furaj, aspect ce a contribuit la reducerea cu 41,2% a cantității de șroturi de soia folosite. Comparativ cu lotul de control (LC - fără lupin), decorticarea boabelor a permis reducerea proporției șroturilor de soia din hrana prepelițelor cu 63,6% (cazul lotului LD_{20}) și respectiv cu 79,4% (cazul LD_{25}); fără ca intensitatea de ouat, greutatea ouălor și gradul de valorificare al hranei să fie afectate.
- Decorticarea boabelor de lupin alb utilizate în cantitate de 200 g/kg în hrana

prepelitelor (LD₂₀) a condus la creșterea greutateii ouălor ($p < 0,05$) față de greutatea ouălor provenite din lotul la care s-au folosit boabe integrale de lupin în cantitate de 200 g/kg (LI₂₀) și a fost comparabilă cu greutatea ouălor obținute de la lotul fără lupin (LC).

- Substituirea parțială a sroturilor de soia cu boabe de lupin integrale sau decorticate a dus la scăderea prețului de cost pentru 1 kg nutreț combinat cu până la 24,27%, ceea ce a contribuit la reducerea substanțială a cheltuielilor cu furajele aferente producției de ouă (lei/ou, respectiv lei/kg masă ou). Astfel, comparativ cu lotul de control (LC) cheltuielile cu furajele aferente producției de ouă au scăzut cu până la 21,7%, cele mai mici costuri de furajare fiind înregistrate în cazul loturilor la care s-au folosit boabe de lupin decorticate (LD₂₀, LD₂₅).
- Nu au fost observate modificări ($p > 0,05$) în ceea ce privește ponderea albușului și a gălbenușului în structura oului întreg, ca urmare a decorticării boabelor de lupin și utilizării în alimentația prepelițelor, însă s-a înregistrat o reducere semnificativă a ponderii cojii minerale și a grosimii acesteia ($p < 0,05$).
- Decorticarea boabelor de lupin alb nu a influențat indicii fizici de calitate ai ouălor și nici compoziția chimică brută a albușului și gălbenușului. Administrarea boabelor de lupin la prepelițe a condus la obținerea unor ouă cu un conținut mai mare în carotenoide și cu o pigmentație mai intensă, față de ouăle provenite de la lotul fără lupin ($p < 0,05$).
- Utilizarea boabelor de lupin decorticate în hrana prepelițelor a condus la îmbunătățirea profilului acizilor grași al grăsimilor din gălbenuș, prin scăderea ponderii FA saturați și creșterea ponderii de FA nesaturați, dar în special de FA polinesaturați. Astfel a crescut ponderea FA omega-3, considerați benefici pentru sănătatea umană, ceea ce s-a concretizat în valori mai bune ale indicelui aterogen și trombogen. Conținutul gălbenușului în colesterol nu a fost influențat de introducerea lupinului în hrana prepelițelor, chiar dacă se observă o tendință de scădere a nivelului de colesterol în ouăle provenite de la loturile de prepelițe furajate cu boabe de lupin integrale (cu 9,40%) sau decorticate (cu 11,26 %).
- Decorticarea boabelor de lupin nu a influențat semnificativ umiditatea fecalelor și vâscozitatea conținutului intestinal, din cauza conținutului ridicat de poliglucide neamidonoase (PNA) din miez, care au capacitatea de a reține cantități mari de apă și de a crește vâscozitatea chilului intestinal. Pentru a atenua efectul negativ al PNA asupra digestiei și valorificării hranei, a fost necesar continuarea cercetărilor prin adăugarea de enzime specifice în hrană.
- Utilizarea boabelor integrale de lupin alb în alimentația prepelițelor a condus la creșterea greutateii și lungimii unor organe interne cu rol în procesele de digestie, precum: proventricolul, intestinul subțire, cecumul, colonul, ficatul; în timp ce decorticarea boabelor a dus la scăderea acestor parametrii, care au fost comparabili cu cei înregistrați la lotul de control (fără lupin în hrană).
- Analiza indicilor hematologici determinați au indicat un status fiziologic normal al prepelițelor, ceea ce înseamnă că introducerea boabelor de lupin (integrale sau decorticate) în hrană nu a afectat starea de sănătate a păsărilor. Lipidele totale, colesterolul și trigliceridele plasmatic, prezintă o tendință de scădere pe măsură ce crește proporția de includere a boabelor de lupin în hrană.

Concentrația plasmatică de uree și creatinină a crescut odată cu creșterea ponderii boabelor de lupin în hrana prepelițelor, ceea ce reflectă un echilibru aminoacid mai scăzut al proteinelor provenite din boabele de lupin, comparativ celor provenite din șroturile de soia.

(3) Concluzii referitoare la influența suplimentării cu enzime a nutrețurilor combinate pe baza de lupin alb asupra performanțelor bioproductive și a calității ouălor la prepelițe.

- Adăugarea de enzime în nutrețurile combinate pentru prepelițele ouătoare care au avut în compoziție boabe integrale de lupin alb în cantitate de 200 g/kg și 250 g/kg au îmbunătățit performanțele bioproductive ale prepelițelor, în special intensitatea ouatului ($p < 0,05$). Prin urmare, adaosul de enzime a permis includerea boabelor de lupin în cantitate de până la 250 g/kg, ceea ce a redus proporția șroturilor de soia din structura NC cu 62,7% (de la 33,0% - lotul fără lupin, la 12,3% - lotul cu 25% lupin + enzime), fără să afecteze masa corporală a prepelițelor, intensitatea ouatului, consumul zilnic de nutrețuri, gradul de valorificare al hranei și greutatea ouălor.
- Înșușirile fizice de calitate ale ouălor precum și compoziția chimică brută a albușului și gălbenușului, nu au fost influențate de adaosul de enzime în nutrețurile combinate care au conținut 20 - 25 % boabe de lupin integrale (LI₂₀₊ și LI₂₅₊); rezultatele obținute fiind asemănătoare cu cele ale loturilor de control (LC- și LC+), care au avut exclusiv șroturi de soia ca sursă principală de proteină. Chiar și la loturile la care s-au adăugat enzime în hrană, s-a constatat că grosimea cojii minerale a fost mai mică comparativ cu lotul de control ($p < 0,05$), cu sau fără adaos de enzime, ceea ce înseamnă că enzimele nu au influențat digestibilitatea și absorbția calciului din hrană.
- Substituirea parțială a șroturilor de soia din hrana prepelițelor ouătoare cu boabe de lupin, cu sau fără adaos de enzime exogene, a dus la scăderea ponderii acizilor grași cu efect aterogen (C16:0, C18:0) în structura grăsimilor din gălbenuș, în favoarea acizilor grași din seria omega-3 (C18:3 n-3, C22:5 n-3, C22:6 n-3) ceea ce a influențat pozitiv raportul PUFA/SFA, h/H (hipocolesterolemianți/Hipercolesterolemianți FA) precum și indicele aterogen (AI) și trombogen (TI). O creștere a valorii raportului PUFA/SFA și h/H asociată cu scăderea valorii AI și TI, înregistrată la loturile la care s-au folosit boabele de lupin în hrană, indică o calitate nutrițională mai bună a grăsimilor din gălbenuș, analizată prin prisma impactului asupra sănătății consumatorului. Îmbunătățirea calității grăsimilor din gălbenuș este susținută și de reducerea conținutului în colesterol, în cazul păsărilor în hrana cărora s-au folosit boabele de lupin. Adăugarea de enzime în hrana prepelițelor nu a influențat în mod concludent profilul FA, indicii lipidici sanogeni și conținutul în colesterol al ouălor.
- Gălbenușul ouălor provenite de la loturile de prepelițe în hrana cărora s-au introdus boabele de lupin au avut un conținut semnificativ mai ridicat în carotenoide, ceea ce a asigurat o intensitate de culoare mai mare a gălbenușului ($p < 0,05$), însă adaosul de enzime nu a avut un efect concludent asupra acestor parametrii.
- Utilizarea preparatelor enzimactice în nutrețurile combinate pe bază de lupin au avut un efect pozitiv asupra proceselor de digestie, deoarece a scăzut ($p < 0,05$)

umiditatea fecalelor și vâscozitatea chilului intestinal, comparativ cu loturile fără enzime, datorită faptului că enzimele exogene au îmbunătățit digestibilitatea și gradul de valorificare al PNA. Toate acestea au condus la scăderea ($p < 0,05$) dimensiunii și greutateii organelor interne cu rol în digestie, față de cazul utilizării boabelor integrale fără adaos de enzime în hrană.

- Adaosul de enzime în hrana prepelițelor a contribuit la valorificarea mai bună a proteinelor din hrană, aspect evidențiat de scăderea nivelului de uree și creatinină plasmatică ($p < 0,05$), probabil datorită creșterii aportului de energie ca urmare a îmbunătățirii digestiei PNA. În plus, s-a constatat o tendință de scădere a nivelului de lipide totale și trigliceride din sânge.

Literatura de specialitate recomandă introducerea boabelor de lupin alb în hrana păsărilor și în special a prepelițelor ouătoare, în proporție de maxim 20% în structura nutrețurilor combinate. În studiile realizate în cadrul acestei teze de doctorat, am reușit să mărim proporția de includere a boabelor de lupin în hrana prepelițelor ouătoare la 25% (% din greutate), prin aplicarea cu succes a uneia din cele două metode propuse: decorticarea boabelor sau adăugarea de enzime specifice. Considerăm oportună și necesară continuarea cercetărilor în acest domeniu prin adăugarea de enzime specifice în structura nutrețurilor combinate care conțin 25 – 30% boabe de lupin decorticate, ceea ce ar putea substitui în totalitate șroturile de soia din hrana prepelițelor ouătoare. De asemenea, recomandăm extinderea studiilor și la alte specii de păsări și categorii de producție, în special la găinile ouătoare și puii broiler de găină.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- 1) ARSLAN, C., SEKER, E., 2002, Effects of processed white lupin seed (*Lupinus albus* L.) on growth performance of japanese quail, *Revue de Médecine Vétérinaire*, 153, 643-646.
- 2) BRENES, A., SLOMIN, B., MARQUARDT, R., GUENTER, W., VIVEROS, A., 2003, Effect of enzyme addition on the digestibilities of cell wall polysaccharides and oligosaccharides from whole, dehulled, and ethanol-extracted white lupins in chickens, *Poultry Science*, 82, 1716–1725.
- 3) CHIOFALO B., LO PRESTI, V., CHIOFALO, V., GRESTA, F., 2012, The productive traits, fatty acid profile and nutritional indices of three lupin (*Lupinus spp.*) species cultivated in a Mediterranean environment for the livestock, *Animal Feed Science & Technology*, 171, 230.
- 4) CRISTE, F.L., MIERLIȚĂ, D., SIMEANU, D., BOISTEANU, P., POP, I.M., GEORGESCU, B., NACU, G., 2018, Study of fatty acids profile and oxidative stability of egg yolk from hens fed a diet containing white lupine seeds meal, *Revista de Chimie (Bucharest)*, 69, 2454-2460.
- 5) DRAŻBO, A., MIKULSKI, D., ZDUŃCZYK, Z., SZMATOWICZ, B., RUTKOWSKI, A., JANKOWSKI, J., 2014, Fatty acid composition, physicochemical and sensory properties of eggs from laying hens fed diets containing blue lupine seeds, *Poultry Science*, 78, 245-252.

- 6) JEROCH, H., KOZŁOWSKI, K., SCHÖNE, F., ZDUNCYK, Z., 2016, Lupines (*Lupinus spp.*) as a protein feedstuff for poultry. Varieties, composition and nutritional values for poultry, *European Poultry Science*, 80.
- 7) LAUDADIO, V., TUFARELLI, V., 2011b, Influence of substituting dietary soybean meal for dehulled-micronized lupin (*Lupinus albus* cv. Multitalia) on early phase laying hens production and egg quality, *Livestock Science*, 140, 184–188.
- 8) LEE, M.R., PARKINSON, S., FLEMING, H.R., THEOBALD, V.J., LEEMANS, D.K., BURGESS, T., 2016, The potential of blue lupins as a protein source, in the diets of laying hens, *Veterinary and Animal Science*, 1-2, 29–35.
- 9) LUCAS, M.M., STODDARD, F.L., ANNICCHIARICO, P., FRÍAS, J., MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C., SUSSMANN, D., DURANTI, M., SEGER, A., PETER, M.Z., PUEYO, J.J., 2015, The future of lupin as a protein crop in Europe, *Frontiers in Plant Science*, 6.
- 10) MERA-ZÚÑIGA F., PRO-MARTÍNEZ, A., ZAMORA, N., SOSA, M., GUERRERO, R., MENDOZA, P., CUCA, G., LÓPEZ, R., CHAN, D., BECERRIL, P., VARGAS, A., BAUTISTA, O.J., 2018, Soybean meal substitution by dehulled lupine (*Lupinus angustifolius*) with enzymes in broiler diets, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32, 564-573.
- 11) MIECZKOWSKA, A., JANSMAN, A.J.M., KWAKKEL, R.P., SMULIKOWSKA, S., 2005, Effect of dehulling and α -galactosidase supplement on the ileal digestibility of yellow lupin based diets in broiler chickens and adult roosters, *Journal of Animal & Feed Sciences*, 14, 297–304.
- 12) MIERLIȚĂ, D., SIMEANU, D., POP, I.M., CRISTE, F., POP, C., SIMEANU, C., LUP, F., 2018, Chemical composition and nutritional evaluation of the lupine seeds (*Lupinus albus* L.) from low-alkaloid varieties, *Revista de Chimie*, 69, 453-458.
- 13) OLKOWSKI, B.I., JANIUK, I., JAKUBCZAK, A., 2010, Effect of enzyme preparation with activity directed towards degradation of non-starch polysaccharides on yellow lupine seed based diet for young broilers, *Acta Veterinaria Brno*, 79, 395–402.
- 14) OLKOWSKI BOGUSLAW, 2011, Lupin as primary protein source in young broiler chicken diets: Effect of enzymes preparations catalyzing degradation of non-starch polysaccharides or phytates, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27, 341–347.
- 15) PARK, J.H., LEE, S., KIM, I.H., 2016, Effects of lupin seed supplementation on egg production performance, and qualitative egg traits in laying hens, *Veterinari Medicina*, 61, 701–709.
- 16) SUJAK, A., KOTLARZ, A., STROBEL, W., 2006, Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds, *Food Chemistry*, 98, 711–719.
- 17) SMULIKOWSKA, S., KONIECZKA, P., CZERWINSKI, J., MIECZKOWSKA, A., JANKOWIAK J., 2014, Feeding broiler chickens with practical diets containing lupin seeds (*L. angustifolius* or *L. luteus*): effects of incorporation level and mannanase supplementation on growth performance, digesta viscosity, microbial fermentation and gut morphology, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 23, 64–72.
- 18) VOLEK, Z., BUREŠ, D., UHLÍŘOVÁ, L., 2018, Effect of dietary dehulled white lupine seed supplementation on the growth, carcass traits and chemical, physical and sensory meat quality parameters of growing-fattening rabbits, *Meat Science*, 141, 50–56.