

UTJECAJ HRANIDBE NA EMISIJU AMONIJAKA IZ FECESA KOKOŠI NESILICA

**G. Kiš, Maja Popović, D. Špoljarić, Z. Janječić, D. Bedeković,
Kristina Kljak, I. Kos, Mirta Balenović, Tajana Amšel Zelenika**

Sažetak

Amonijak je bezbojan, u vodi topljivi alkalni plin koji je opasan za okoliš i za ljude. Onečišćenost amonijakom može uzrokovati ekološke probleme kao što su zakiseljavanje i eutrofikacija, što dovodi do narušavanja vegetacijskih sustava, biološke raznolikosti i smanjenja kvalitete vode. Amonijak je glavni onečišćivač zraka emitiran iz animalne proizvodnje, čemu najviše doprinosi perad uključujući kokoši nesilice. Kod peradi se neiskorišteni dušik izlučuje fecesom i emitira kao amonijak. Visoka razina amonijaka u peradnjacima može rezultirati slabijom proizvodnjom i narušenim zdravljem peradi te općenito ekonomskim gubicima. Kako bi smanjili izlučivanje dušika i emisiju amonijaka iz fecesa postupci u hranidbi jedna su od najvažnijih preventivnih mjera za održavanje čistog okoliša, zdravlja i dobrobiti životinja te ekonomske koristi za proizvođače. Emisije amonijaka mogu se smanjiti i do 50 % putem hranidbenih strategija koje smanjuju dušik u izlučevinama i sprječavaju ispuštanje amonijaka u okoliš. Stoga je i cilj ovog rada bio istražiti hranidbene postupke u smanjenju emisija amonijaka iz fecesa s posebnim osvrtom na dodavanje vlakana u krmne smjese za nesilice, navlastito istraživanje dodavanja alternativnog izvora vlakana industrijske konoplje s ciljem smanjenja izlučivanja dušika fecesom i posljedično smanjenja emisije amonijaka u kokoši nesilica.

Ključne riječi: hranidba, amonijak, kokoši nesilice, okoliš

Uvod

Emisije amonijaka mogu se smanjiti 25 % do 40 % putem hranidbenih strategija koje smanjuju dušik u izlučevinama i sprječavaju ispuštanje amonijaka u okoliš (Nahm, 2007.), dok je prema nekim autorima smanjenje moguće i do 50 %. Da bi se to postiglo ključne su formulacija obroka kojima se preciznije podmiruju potrebe nesilica za aminokiselinama ili dodavanje vlakana u obroke. Feces peradi i njegovi dušikovi spojevi mogu biti potencijalni onečišćivač koji uzrokuje eutrofikaciju, kontaminaciju vode nitratima ili nitritima, isparavanje amonijaka uz taloženje kiselina u zraku. Stoga je smanjenje izlučivanja i emisija dušika kroz feces peradi hranidbenim strategijama primarno za održavanje čistog okoliša.

Rad je prezentiran na XV. simpoziju Peradarski dani 2024., Pula, Hrvatska, 22. – 25. svibnja 2024. te objavljen u Zborniku radova.

Izv. prof. dr. sc. Goran Kiš, e-mail: kis@agr.hr, prof. dr. sc. Zlatko Janječić, izv. prof. dr. sc. Dalibor Bedeković, izv. prof. dr. sc. Kristina Kljak, prof. dr. sc. Ivica Kos, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska, Maja Popović, Danijel Špoljarić, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, Mirta Balenović, Tajana Amšel Zelenika, Hrvatski veterinarski institut, Centar za peradarstvo, Zagreb, Hrvatska

Proteini u hranidbi nesilica

Protein je izgrađen od aminokiselina koje nesilice koriste za podmirenje svojih potreba te za proizvodnju jaja. Odrasle ptice nemaju mehanizam za pohranjivanje proteina, tako da se proteini dobiveni hranom, iznad gradivnih potreba, razgrađuju i iskorištavaju kao izvor energije, dok se višak dušika izlučuje. Hranidba krmnim smjesama sa smanjenim udjelom proteina (-2 %) može smanjiti izlučivanje dušika uz smanjenje emisije amonijaka do 24 %. Daljnje smanjenje razine proteina zahtijeva precizno doziranje potrebnih, esencijalnih, aminokiselina (Francesch i Brufau, 2004.; Nahm, 2007.).

Izbor krmiva u krmnim smjesama

Uključivanje sojinih ljušaka, pšenice ili kukuruznog tropa (DDGS) u krmne smjese za kokoši nesilice smanjuje ukupnu emisiju amonijaka i stopu emisije amonijaka iz gnoja do 50 % (Roberst i sur., 2006.; Nahm, 2007.). Ovaj se rezultat ovdje pripisuje pomaku u raspodjeli izlučivanja dušika iz mokraćne kiseline u mikrobne proteine i smanjenju pH vrijednosti ekskrementa koje proizlazi iz povećanog sadržaja hlapljivih masnih kiselina koje su proizveli mikroorganizmi probavila, uzrokujući pretvorbu slobodnog amonijaka (NH_3) u više amonijaka topljivog u vodi (NH_4), čime se smanjuje ukupna emisija amonijaka.

Fizikalna svojstva krmnih smjesa.

Obrada pojedinačnih krmiva i krmnih smjesa može utjecati na dostupnost hranjivih tvari i emisije plinova. Na primjer, fino mljevenje krmiva povećava površinu čestica zrna, omogućujući probavnim enzimima lakšu razgradnju hranu i povećano iskorištenje hranjivih tvari. Smanjenje veličine čestica hrane s 1000 na 600 mikrona povećava probavljivost suhe tvari i dušika za 5 %-12 % i smanjuje količinu dušika u fecesu za 20 %-24 % (Amerah i sur., 2007.). Međutim, treba izbjegavati pretjerano mljevenje, jer uzrokuje probleme s crijevima i općenito zdravstvene probleme u kokoši. Prerada krmnih smjesa u homogene pelete također može donijeti značajne prednosti. Općenito, proces peletiranja povećava gustoću hrane i smanjuje segregaciju te prašnjavost, čime se smanjuju gubici tijekom manipulacije, transporta i skladištenja (Francesch i Brufau, 2004.). Učinkovitost konverzije hrane znatno je poboljšana kada perad konzumiraju peletiranu umjesto brašnaste hrane, jer to rezultira manjim rasipom tijekom konzumiranja. Uz navedeno, toplinska obrada povezana s peletiranjem poboljšava probavljivost hrane deaktiviranjem antinutritivnih čimbenika i posljedično poboljšava proizvodnost u nesilica.

Dodaci (aditivi) krmnim smjesama

Postoje aditivi krmnim smjesama koji se mogu dodati u hranu za perad te pomažu u izdvajanju amonijaka ili pak njegovom zadržavanju u organizmu. Među tim dodacima su zeoliti, vrsta minerala porozne ili rešetkaste strukture, koji kada se uključe u hranidbu nesilica vežu amonijak iz fecesa i sprječavaju njegovu emisiju u zrak. Također, zakiseljavanje hrane može pomoći u ublažavanju problema povezanih s tvorbom amonijaka. To se može postići dodavanjem gipsa (CaSO_4), kalcijevog benzoata ili promjenama odnosa između elektrolita u hrani (Francesch i Brufau, 2004.). Djelomice zakiseljena hrana rezultirat će kiselim gnojem, uzrokujući pretvaranje amonijaka (NH_3) u amonij kation (NH_4^+) koji je bolje topiv u vodi i ne ispušta se lako u zrak. Drugi način za ublažavanje problema tvorbe amonijaka je sprječavanje aktivnosti urikaze u mikroflori ekskrementa peradi (Swiatkiewicz i sur., 2017.).

Fazno hranjenje

Fazno hranjenje omogućuje proizvođačima da formuliraju krmne smjese kako bi bolje i preciznije podmirili potrebe peradi za aminokiselinama i drugim važnim hranjivim tvarima, čime se smanjuju gubici hrane i izlučivanje neiskorištenih hranjivih tvari ekskrementima. Prema istraživanjima, višefazno hranjenje peradi smanjuje emisiju amonijaka za 16 % (Nahm i sur., 2007.). U prošlosti takav pristup nije bio praktičan, jer većina tvornica stočne hrane nije bila u mogućnosti proizvesti više od četiri krmne smjese za brojere i šest smjesa za ostalu perad zbog ograničenja mljevenja krmiva. Međutim, posljednjih godina proizvođači krmnih smjesa proizvode gotovo neograničen broj krmnih smjesa za različite faze i kategorije proizvodnje, čime su nedostatke i višak hranjivih tvari sveli na minimum.

Minimiziranje rasipanja hrane i vode

Perad će nepotrebno potrošiti značajnu količinu hrane ako su hranilice prepune, prenisko postavljene ili loše dizajnirane. U ovom slučaju fekalni dušik može porasti za 1,5 % za svakih 1 % povećanja rasipa hrane, a udio emisije amonijaka će se posljedično povećati. Hranilice bi stoga trebale biti dizajnirane tako da je peradi teško izgurati hranu iz hranilica. Na taj način visina hranilice treba biti tako namještena da je vrh hranilice u ravnini s vratom ptice, s time da razina punjenja hrane treba biti podešena na samo 25 % hranilice. Previše dostupne vode također rezultira prekomjernom emisijom amonijaka i lošom kvalitetom zraka. Kako bi se ublažio taj problem treba koristiti suvremene sustave pojilica s dobrom kontrolom unosa i gubitka vode (Nahm i sur., 2007.; Swiatkiewicz i sur., 2017.). Također treba izbjegavati izlučivanje vlažnog fecesa. Utvrđeno je, na primjer, da je hrana koja sadrži lijekove poput kokcidiostatika povezana s metaboličkim promjenama koje su često povezane s visokim sadržajem vode u fecesu. Redovita promjena sastava krmnih smjesa prevladat će ovaj problem. Takve promjene hrane mogu se napraviti na način koji odgovara promjenama aktivnosti mikroflore prisutne u crijevima tijekom uzimanja lijekova. Kao što je ranije naznačeno, razinu sirovih proteina u hranidbi može se smanjiti, a hranidbu treba formulirati na temelju potreba za aminokiselinama, a ne prema sirovim proteinima. Dodatna prednost smanjenog unosa proteina bit će smanjena potreba za unosom vode, jer višak proteina zahtijeva vodu kao dio procesa izlučivanja. Ako se razina proteina u krmnim smjesama smanji za 3 %, doći će do smanjenja potrošnje vode za 8 %. Navedeno rezultira sušom steljom i posljedično manjom razinom vlage i amonijaka u zraku.

Hranidbena vlakna

Na Agronomskom fakultetu u Zagrebu u suradnji sa znanstvenicima Veterinarskog fakulteta i Hrvatskog veterinarskog instituta, Centra za peradarstvo provedeno je istraživanje utjecaja vlakana na emisiju amonijaka fecesom. Kao izvor vlakana u krmne smjese za nesilice dodavan je lista industrijske konoplje te se utvrdio učinak uključivanja vlakana lista konoplje u krmne smjese na emisiju amonijaka (Kiš i sur., 2023.).

Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na Zavodu za hranidbu životinja u objektu za kokoši nesilice Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Svi postupci bili su u skladu s važećom Direktivom Europske unije o zaštiti životinja koje se koriste u znanstvene svrhe (European Parliament, Directive 2010/63/EU, 2010.) i smjernicama bioetičkog povjerenstva za korištenje životinja u znanstveno istraživačke svrhe Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, koje je dalo odobrenje (br. odobrenja 251-71-29-02/19-23-2) za provođenje eksperimentalnog ispitivanja. Trideset i šest kokoši nesilica Lohmann Brown starih 22 tjedana nasumice je raspoređeno po tri u svaki od 12 metalnih baterijskih kaveza dizajniranih za pokuse. Hrana i voda bili su dostupni neograničeno. Temperatura okoliša bila je 20 ± 3 °C, a svjetlosno razdoblje se sastojalo od 16 sati svjetla dnevno tijekom cijelog eksperimentalnog razdoblja. Nakon prilagodbe od 2 tjedna na uvjete pokusa kavezi su nasumice dodijeljeni jednom od 3 hranidbena tretmana (3 tretmana koji se razlikuju u omjeru konoplje; 4 ponavljanja po hranidbenom tretmanu) te je eksperimentalno razdoblje trajalo 5 tjedana. Industrijska konoplja (*Cannabis sativa* L.) proizvođača GEA-COM d.o.o. (Budačka Rijeka, Hrvatska) uzgajana je na području Crkvine (geografska širina: 45°18'46.8"N; zemljopisna dužina: 15°31'30"E). Sakupljeno lišće ručno je odvojeno, osušeno na suncu i samljeveno u prah. Krmne smjese za tretmane sastavljene su kako bi zadovoljile proizvođačke specifikacije hranidbe nesilica Lohmann Brown. Krmna smjesa kontrolne skupine (0) nije sadržavala lišće konoplje, dok su eksperimentalne skupine činile krmne smjese s umiješanim sušenim, mljevenim lišćem industrijske konoplje od 20 g/kg (2) i 40 g/kg (4). Tijekom istraživanja praćeno je zdravstveno stanje pilića, promjene u ponašanju i uginuća. Prikupljeni uzorci fecesa analizirani su standardnim metodama: suha tvar (DM; određeno sušenjem 3 g uzorka 4 h na 103 °C prema metodi ISO 6496:1999), sirovi protein (metodom po Kjeldahlu i množenje sadržaja N faktorom 6,25 prema metodi ISO 5983-2:2009). Dobiveni rezultati analizirani su statističkim programskim paketom SAS (verzija 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC, SAD). Usporedbe između tretmana provedene su primjenom dvosmjerne procedure ANOVA korištenjem faktorskog dizajna 3x5 (razine konoplje hrani x tjedni pokusa). Svi su testovi smatrani značajnima pri $p < 0,05$. Podaci su izraženi kao srednje vrijednosti i njihove združene standardne pogreške (SEM).

Rezultati

U istraživanju se utvrđivao utjecaj industrijske konoplje kao izvor vlakana u hranidbi kokoši nesilica, a podaci su prikazani u tablici 1. Hranidbeni tretmani nisu se razlikovali u osnovnom kemijskom sastavu i zadovoljavali su hranidbene potrebe nesilica u provedbi istraživanja, no udio vlakana s porastom udjela konoplje povećavao se s 35 g/kg vlakana u tretmanu bez konoplje na 36 g/kg kod tretmana s 2 % te na 39 g/kg sirovih vlakana u krmnoj smjesi u koju je dodano 4 % sušenog lista industrijske konoplje (neobjavljeni podaci). Suha tvar fecesa značajno se razlikovala ($p < 0,002$) samo kroz tjedne provedbe pokusa, no bez utjecaja tretmana na utvrđivani parametar. Sirovi protein (SP) u fecesu značajno se smanjuje primjenom industrijske konoplje kao izvora vlakana u hranidbi nesilica u odnosu na tretman bez konoplje ($p = 0,014$). Tijekom istraživanja od prvog do četvrtog tjedna SP fecesa se linearno smanjivao s 306 na 261 te 220 g/kg ($p < 0,001$), što ukazuje na djelotvornost dodavanja konoplje u krmne smjese za nesilice na iskorištenje SP iz hrane, odnosno smanjenje ekskrecije dušika u okoliš.

Tablica 1. Suha tvar i sirovi protein fecesa kokoši nesilica hranjenih lišćem konoplje
 Table 1. Dry matter and crude protein of feces of laying hens fed with hemp leaves

	Suha tvar Dry matter, g	Sirovi protein Crude protein, g
Tretman, % lista konoplje / Treatment, % of hemp leaf		
0	343,79	266,68 ^a
2	261,38	230,29 ^{ab}
4	290,11	244,51 ^b
SEM	17,954	7,447
Tjedni pokusa / Weeks of experiment		
0	254,04 ^a	305,62 ^a
2	365,95 ^b	260,87 ^a
4	260,83 ^a	220,47 ^c
SEM	17,139	5,120
p-vrijednost / p value		
Tretman / Treatment	0,077	0,014
Tjedni / Weeks	0,002	<0,001
Tretman x tjedni / Treatment x weeks	<0,001	<0,001

^{abc} Različita slova označavaju statistički značajnu razliku u između parametara pri $p < 0,05$.

^{abc} Different letters indicate a statistically significant difference between parameters at $p < 0.05$.

Rasprava

Lišće konoplje u hranidbi nesilica bogat je izvor vlakana te se u istraživanju pratio utjecaj vlakana u hranidbi nesilica analizirajući feces kao pokazatelj učinkovitosti probave i iskorištenja hranjivih tvari iz obroka. Feces peradi može sadržavati približno 80 % vlage (Henuk i Dingle, 2003.), što je bilo više nego u istraživanju (Kiš i sur., 2023.) u kojem je početna vlaga iznosila 75 % te se nakon četiri tjedna smanjila na 74 % uz najniže vrijednosti drugog tjedna od čak 63,4 % vlage. U proizvodnji brojlera visoko vlažni feces može postati problematičan, što dovodi do mokre stelje i brojnih problema uključujući pododermatitis, oteklina na prsima, upale zglobova i lošu kvalitetu zraka (Dunlop i sur., 2016.; Kheravii i sur., 2018.). Međutim, kod kokoši nesilica vlažan feces je nepoželjan u smislu prljavih ljuska jaja i kontaminiranog perja. Prljava jaja predstavljaju velik problem za industriju jaja zbog smanjene kvalitete i nužne obrade koja može biti skupa. Čini se da učinak vlakana na konzistenciju fecesa uvelike ovisi o vrsti i količini korištenih vlakana. Istraživanja koja su se bavila netopivim vlaknima, kakva su pretežito u lišću konoplje, pokazala su da opskrba vlaknima može značajno poboljšati konzistenciju fecesa, posljedično poboljšavajući kvalitetu stelje. Poboljšanja uočena s netopivim vlaknima mogu biti posljedica učinka na sluznicu crijeva, omogućavajući povećanu apsorpciju hranjivih tvari i vode iz probavnog sustava (Farran i sur., 2013.; Kheravii i sur., 2017.) Kheravii i sur. (2017.) to objašnjavaju dvama potencijalnim mehanizmima: prvo smanjena vlažnost fecesa kao posljedica povećanog kapaciteta krmnog materijala za zadržavanje vode te drugo povećana proizvodnja kratko-lančanih masnih kiselina kao rezultat povećane fermentacije vlakana u stražnjem dijelu crijeva, što može biti povećana proliferacija crijevnih enterocita i posljedično povećati površine dostupne za resorpciju vode.

Adibmoradi i sur. (2016.) navode da je uključivanje rižinih ljuska kao vlaknastog krmiva, 0,75 % i 1,5 %, značajno povećalo probavljivost sirovih proteina, jer se poboljšala funkcija želudca i izlučivanje pepsina kao rezultat povećane proizvodnje HCl, čime objašnjavaju navedeno poboljšanje. To je u skladu s rezultatima Gonzales-Alvaradoa i sur. (2010.) i Ameraha i sur. (2009.) te Kiša i sur. (2023.) te rezultatima u kojima se iskorištenje proteina/dušika kroz smanjenje proteina u fecesu smanjilo s 31 % na 22 % proteina u fecesu. Emisija amonijaka velika je briga u peradarskoj industriji, jer dio izlučenog N ispari kao amonijak (NH_3) i proširi se u atmosferu. Nekoliko je eksperimenata dokazalo da emisija NH_3 ima loš utjecaj na zdravlje i proizvodnost peradi. Amonijak oštećuje funkciju makrofaga, smanjuje funkciju pluća, rezultira nižim prirastima i povećava osjetljivost na bolesti poput newcastleske bolesti (Miles i sur., 2004.) te posljedično loš zdravstveni status peradi dovodi do smanjene proizvodnje jaja. Emisija NH_3 na peradarskim farmama utječe na okoliš eutrofikacijom površinskih vodnih resursa i neugodnim mirisima (Ritz i sur., 2004.). Niti Roberts i sur. (2007.) ne navode negativne učinku na proizvodnju jaja, tjelesnu masu i konverziju kada su povećali vlakna i smanjili sadržaj sirovih proteina u krmnim smjesama kokoši nesilica. Stoga bi uključivanje vlakana u hranidbu kokoši moglo biti izvediva opcija za ublažavanje emisije NH_3 povećanjem iskorištenja dušika u proizvodnji jaja.

Utjecaj vlakana u hranidbi nesilica ovdje se može pripisati dvama čimbenicima: 1. Vlakna daju energiju bakterijama u donjem dijelu gastrointestinalnog trakta gdje bakterije koriste dušik koji bi inače bio izlučen kao mokraćna kiselina za bakterijsku sintezu proteina. 2. Metabolizam bakterija proizvodi kratkolančane masne kiseline koje snižavaju pH gnojiva, čime se amonijak (NH_3) pretvara u amonij (NH_4^+) koji je manje hlapljiv.

Zaključak

Na temelju svih navedenih literaturnih navoda i vlastitih rezultata istraživanja zaključujemo da postoji značajan utjecaj hranidbe na emisiju amonijaka iz fecesa kokoši nesilica te da dodavanje lišća industrijske konoplje u krmne smjese za nesilice pozitivno utječe na ekološke parametre proizvodnje kroz smanjenje izlučivanja neiskorištenog dušika fecesom i posljedično smanjenje emisije amonijaka u okoliš. Odnosno, hranidbenim postupcima u formulaciji krmnih smjesa za kokoši nesilice možemo smanjiti emisiju amonijaka u okoliš.

LITERATURA

1. ADIBMORADI, M., B. NAVIDSHAD, M. F. JAHROMI. (2016): The Effect of Moderate Levels of Finely Ground Insoluble Fibre on Small Intestine Morphology, Nutrient Digestibility and Performance of Broiler Chickens. *Ital J Anim Sci* 15: 310–317.
2. AMERAH A. M, RAVINDRAN V, LENTLE R. G. (2009): Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *Br Poult Sci.*;50(3):366–75.
3. AMERAH, A. M., RAVINDRAN, V, LENTLE R. G., THOMAS, D. (2007). Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *Poultry Science Journal*. 63.
4. DUNLOP, M. W., A. F. MOSS, P. J. GROVES, S. J. WILKINSON, R. M. STUETZ, P. H. SELLE. (2016): The Multi-dimensional Causal Factors of Wet Litter in Chicken-Meat Production. *Science of the Total Environment* 562: 766–776.

5. EUROPEAN PARLAMENT (2010): Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes (OJ L 276, 20.10.2010, pp. 33–79).
6. FARRAN, M., M. PIETSCH, AND T. CHABRILLAT (2013): Effect of Lignocellulose on the Litter Quality and the Ready to Cook Carcass Yield of Male Broilers. Actes des 10èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras du 26 au 28 mars, 2013, La Rochelle, France, 917–921.
7. FRANCESCH, M., BRUFAU, J. (2004): Nutritional factors affecting excreta/litter moisture and quality. *World's Poultry Science Journal* 60: 64-75.
8. GONZÁLEZ-ALVARADO JM, JIMÉNEZ-MORENO E, GONZÁLEZ-SÁNCHEZ D, LÁZARO R, MATEOS GG. (2010): Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Anim Feed Sci Technol.*: 162(1):37–46.
9. HENUK, Y. L., AND J. G. DINGLE. (2003): Poultry Manure: Source of Fertilizer, Fuel and Feed. *World's Poultry Science Journal* 59: 350–360.
10. ISO 6496:1999 Animal feeding stuffs – Determination of moisture and other volatile matter content. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland
11. ISO 5983-2:2009 Animal feeding stuffs – Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content — Part 2: Block digestion and steam distillation method. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland
12. KHERAVII, S., MORGAN, N.K., SWICK, R.A., CHOCT, M., WU, S.B. (2018): Roles of Dietary Fibre and Ingredient Particle Size in Broiler Nutrition. *World's Poultry Science Journal* 74 (2): 301–316.
13. KHERAVII, S., SWICK, R.A., CHOCT, M., WU, S.B. (2017): Coarse Particle Inclusion and Lignocellulose-Rich Fiber Addition in Feed Benefit Performance and Health of Broiler Chickens. *Poultry Science* 96: 3272–3281.
14. KIŠ, G., MENALO, N., POPOVIĆ, M., ŠPOLJARIĆ, D., PAJURIN, L., JANJEČIĆ, Z., BEDEKOVIĆ, D., KOS, I., BALENOVIĆ, M., AMŠEL ZELENKA, T. (2023): Industrijska konoplja u hranidbi kokoši nesilica. Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa s međunarodnim sudjelovanjem Veterinarski dani 2023. Zagreb: Hrvatska veterinarska komora; Hrvatski veterinarski institut; Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2023. 209-214.
15. MILES D.M, BRANTON S.L, LOTT B.D. (2004): Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers. *Poult Sci.* 2004;83(10): 1650–4.
16. NAHM, K. M. (2007): Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. *Bioresource Technology.* 98 (12): 2282-2300.
17. RITZ C.W., FAIRCHILD B.D., LACY M.P. (2004): Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: a review. *J Appl Poult Res.* 13(4):684–92.
18. ROBERTS, S. A., H. XIN, B. J. KERR, J. R. RUSSELL, K. BREGENDAHL. (2007): Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. *Poult. Sci.* 86:1625–1632.
19. SWIATKIEWICZ, S., ARCZEWSKA-WLOSEK, A., JOZEFIAK, D. (2016): The nutrition of poultry as a factor affecting litter quality and foot pad dermatitis – an updated review. *Jour. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 101: 14-20

THE INFLUENCE OF NUTRITION ON AMMONIA EMISSION FROM LAYING HEN MANURE

Abstract

Ammonia is a transparent, readily dissolvable alkaline gas that poses risks to both the environment and human health. Ammonia pollution can result in environmental issues, including acidification and eutrophication, which can disturb vegetative systems, limit biodiversity, and impair water quality. The main atmospheric pollutant that results from animal production is ammonia, with poultry, particularly laying hens, being the main contributors. In the context of chickens, any excess nitrogen that is not used is expelled through faeces and released into the environment as ammonia. Elevated levels of ammonia in poultry houses can lead to reduced chicken production, compromised animal health, and overall economic detriment. Feeding strategies have a crucial role in minimizing nitrogen excretion and ammonia emissions from faeces. This is essential for preserving a clean environment, ensuring animal health and well-being, and maximizing economic advantages for producers. Implementing feeding strategies that reduce excreta nitrogen content and prevent the release of ammonia into the environment can reduce ammonia emissions by up to 50%. Hence, the objective of this study was to examine feeding methods that can decrease ammonia emissions from faeces, specifically by incorporating fibre into the feed mixtures for laying hens. Our research focused on the use of industrial hemp as an alternative fibre source, aiming to minimize nitrogen excretion in faeces and subsequently reduce ammonia emissions in laying hens.

Keywords: nutrition, ammonia, laying hens, environment

Received - primljeno: 05.08.2025.
Accepted - prihvaćeno: 03.10.2025.