

BILANS FOSFORA NA FARMAMA BROJLERA NA PODRUČJU CENTRALNE BOSNE

Senada Čengić-Džomba¹, Velid Zilkić¹, Emir Džomba¹, Dženan Hadžić¹

Originalni naučni rad – *Original scientific paper*

Rezime

Bilans fosfora na farmama specijaliziranim za proizvodnju mesa brojlera ovisi prvenstveno od vrste i količine inputa fosfora na farmu (kroz kupljene ptice, hranu i prostirku) čemu se dodaju količine fosfora iz stajnjaka i uginulih ptica (ukoliko ove varijable završavaju u granicama farme), te količine outputa fosfora kroz prodane ptice, stajnjak i uginule životinje koje se recikliraju van farme. Istraživanje je provedeno na pet farmi na području centralne Bosne koje su svoju proizvodnju bazirali na iskorištavanju linijskog hibrida COOB 500. Organizacija proizvodnje na istraživanim farmama se razlikovala u pogledu proizvodnih kapaciteta, korištene hrane i prakse uklanjanja uginulih ptica. Svi podaci koji su se odnosili na proizvodne parametre su se odnosili na period od jednog produkcionog ciklusa u trajanju od 35-38 dana koji su se interpretirali na godišnjem nivou (množeno sa brojem ciklusa) jer se bilans nutrijenta utvrđuje na nivou jedne godine. Utvrđeni bilansi fosfora na istraživanim farmama su se kretali od 1,05:1 do 2,25:1. Razlozi nepovoljnijeg bilansa fosfora na nekim farmama su neizbalansiranost korištene koncentratne smjese te praksa uklanjanja uginulih ptica sa farme koja je u suprotnosti sa principima Dobre poljoprivredne prakse.

Ključne riječi: *bilans fosfora na nivou farme, farme brojlera*

UVOD

Bilans nutrijenata može biti dobar indikator utjecaja određene farme/sistema proizvodnje na okoliš. Fosfor se, na farme peradi, uglavnom importuje kroz kupljene ptice, hranu i prostirku, a glavni putevi eksporta fosfora sa farme su ptice, prodani stajnjak/stelja i uginule životinje. Procjenjuje se da se između 50% i 90% konzumiranog fosfora od strane peradi izluči kroz feces i dospijeva u vanjsku sredinu (IAEA/FAO, 2008). Višak fosfora povezan je s rizicima za okoliš jer može dovesti do onečišćenja površinskih voda uslijed otjecanja i erozije tla (EUROSTAT, 2017). Iako fosfor u vodi, sam po sebi, ne predstavlja direktnu opasnost za ljudsko zdravlje, fosfor pogoduje rastu cijanobakterija i cvjetanju algi u vodenim sistemima. Višak algi u vodi smanjuje količinu kisika dostupnog drugim organizmima i dovodi do gubitaka biološke raznolikosti i uginuća riba. Cijanobakterije mogu stvoriti otrovne materije koje mogu

¹ Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

*Corresponding author: s.cengic-dzomba@ppf.unsa.ba

utjecati na zdravlje ljudi i životinja (Hitzfeld, 2000). Intenzifikacija stočarske proizvodnje je u značajnoj mjeri doprinijela nekontrolisanim izlučivanjem fosfora u okoliš te se zadnjih godina nastoji poboljšati upravljanje fosforom u sistemima produkcije hrane. Analiza protoka supstanci (SFA) pristup je koji se koristi za detaljnu analizu i vizualizaciju kretanja fosfora unutar poljoprivrednih i prehrambenih sistema, omogućavajući identifikaciju i kvantifikaciju uvoza, izvoza, akumulacija i gubitaka fosfora na regionalnom (Chowdhury i sar., 2108), nacionalnom (Cooper i Carliell-Marquet, 2013) i globalnom (Vaccari i sar., 2019) nivou.

Na nivou farme, bilans nutrijenata može biti definisan kao razlika sveukupnog inputa i sveukupnog eksporta određenog nutrijenta (Koelsch, 2005). Integrativni bilans na nivou farme obuhvata cjelokupno sagledavanje kretanja fosfora na farmi (kroz biljnu i animalnu proizvodnju) i obično se primjenjuje na farmama sa mješovitom proizvodnjom. Na usko specijaliziranim farmama, kao što su specijalizirane farme za intenzivnu proizvodnju mesa peradi, bilans nutrijenata (a time u fosfora) isključuje inpute fosfora iz biljne proizvodnje organizirane u okviru granica farme. U ovakvim slučajevima bilans fosfora u najvećoj mjeri ovisi od upravljanja stajnjakom i ishrambenih programa. Bilo koji višak konzumiranog fosfora iznad potreba ptica dovodi do povećanog izlučivanja fosfora putem fecesa. Visoko intenzivni ishrambeni pristupi oslanjaju se na importovanu koncentrovanu hranu. Iako intenzivne operacije obično vode do efikasnijeg iskorištavanja hranjivih sastojaka od strane pojedinih životinja prednosti ovakvih pristupa nisu jasne (Bouwman, 2013). Ovi se pristupi suočavaju s dodatnim izazovima poput rukovanja velikim količinama stajnjaka čije korištenje, u uslovima ograničenog poljoprivrednog zemljišta, nije moguće. Cilj rada je utvrditi bilans fosfora na brojerskim farmama koje su isključivo vezane za import svih varijabli proizvodnog sistema koje u sebi sadrže fosfor.

MATERIJAL I METODE

Sagledavanje bilansa fosfora na nivou farmi brojlera je provedeno na području centralne Bosne. Sve farme su svoju proizvodnju bazirale na iskorištavanju linijskog hibrida COOB 500. Potrebni podaci o broju ptica u tovu, tjelesnoj masi ptica, mortalitetu, utrošku hrane po pojedinim periodima tova/tipu korištene koncentratne smjese, količini i vrsti korištene prostirke, manipulaciji sa steljom nakon završenih turnusa i praksi uklanjanja uginulih ptica prikupljeni su pomoću kreiranog upitnika te uvidom u proizvodne knjige farme. Svi podaci su se odnosili na period od jednog produkcionog ciklusa u trajanju od 35-38 dana koji su se interpretirali na godišnjem nivou (množeno sa brojem ciklusa) jer se bilans nutrijenta utvrđuje na nivou jedne godine.

U ishrani brojlera korištene su potpune komercijalne smjese poznatih proizvođača. Ishrana brojlera je bila *ad libitum* zasnovana na tri ishrambena programa: starteri (početne smjese), groweri (smjese za porast) i finisheri (završne smjese u tovu). Farma 1 je koristila koncentratnu smjesu 2, a sve ostale farme su koristile koncentratnu smjesu 1. Hemijski sastav (hranjiva vrijednost) korištenih smjesa je utvrđena kompilacijom deklariranih podataka te provjerom istih u laboratorijskim uslovima. Laboratorijsko

utvrđivanje hranjive vrijednosti koncentratnih smjesa se odnosilo na determinaciju sadržaja suhe materije (SM), ukupnog azota (sirovog proteina SP), eterskog ekstrakta (EE), ukupnog pepela (Ash) i sirovih vlakana (CF), korištenjem standardnih laboratorijskih metoda (Wenede postupak) te spektrofotometrijsko određivanja P. Sadržaja NDF-a je utvrđen metodom po Van Soestu (ISO 16472:2006). Sadržaj energije (prividna metabolitna energija-AME) u koncentratnim smjesama utvrđen je korištenjem regresione jednačine na osnovu sadržaja hranjivih materija (Nascimento i sar., 2009):

$$AME_n \text{ (MJ/kg)} = 4164,187 + 51,006EE - 197,663ASH - 35,689CF - 20,593NDF$$

gdje je: AME_n = prividna metabolitna energija, EE = eterski ekstrakt, ASH = sadržaj sirovog pepela, CF = sadržaj sirovih vlakana i NDF = sadržaj neutralnih deterdžentskih vlakana; sve izraženo g/kg.

Uzorkovanje stelje (prostirka + ekskreti). Na kraju produkcionog ciklusa uzeti su reprezentativni uzorci prostirke (slama+ekskreti ptica) prema principima Dobre poljoprivredne prakse i proceduri opisnoj od strane Lavergne i sar. (2011). Uzorci stelje su sušeni na 65°C tokom 24 sata, mljeveni i čuvani na sobnoj temperaturi do momenta analize. U uzorcima stelje urađena je determinacija sadržaja azota i fosfora prema gore opisanoj proceduri.

Bilans fosfora na nivou farme (Whole farm phosphorus balance) je utvrđen kao razlika svih inputa fosfora na farme (kupljeni pilići, hrana i prostirka) i svih outputa sa farme (prodani brojleri i stajnjak/stelja te uginule ptice, ukoliko se neškodljivo recikliraju van granica farme).

Za sadržaj fosfora u organizmu kupljenih jednodnevnih pilića uzeti su literaturni podaci dok je sadržaj fosfora u organizmu prodanih ptica utvrđen množenjem njihove tjelesne mase sa prosječnom koncentracijom fosfora u organizmu ptice. Pri tome su korištene sljedeće vrijednosti sadržaj fosfora u tkivu ptica: 3,5 g/kg tjelesne mase (TM) za ptice mlađe od 10 dana, 2,8 g/TM za ptice starosti između 10 i 21. dana te 3,8 g/kg TM za ptice starije od 21 dan, a prema Shastak i sar. (2012). Treba podvući da se bilans fosfora odnosi samo na fosfor koji prelazi granice farme i nije razmatrana količina recikliranog fosfora na farmi.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ukoliko svi inputi u brojlerskoj proizvodnji dolaze van granice farme, a svi outputi prelaze granice farme bilans fosfora bi trebao biti što bliži idealnoj vrijednosti od 1:1. U praksi se to teško postiže zbog nekontrolisanog gubljenja fosfora oticanjem i ispiranjem te je uobičajeni ukupni input fosfora nešto veći od njegovog outputa. Odnos importovanog i eksportovanog fosfora na istraživanim farmama se kretao od 1,05:1 na Farmama 3 i 5 do 2,25:1 na Farmi 1 (Tabela 1).

Tabela 1. Bilans fosfora na istraživanim farmama

Table 1. Whole farm phosphorus balance on investigated farms

	Farma 1	Farma 2	Farma 3	Farma 4	Farma 5
Inputi P, kg					
Pilići	0,72	5,46	1,39	1,45	2,96
Kupljena hrana					
- Starter	12,92	121,80	29,10	29,70	60,60
- Grower					
- Finisher	58,32	414,60	99,00	100,50	207,60
	76,95	295,80	62,06	62,93	128,76
Prostirka	0,10	0,81	0,35	0,40	5,38
Ukupni inputi	149,01	838,47	191,91	194,97	405,30
Outputi P, kg					
- Brojleri	40,48	330,76	78,06	82,04	165,78
- Uginule ptice	0	0	0,43	0,45	0,91
Stelja	25,70	319,85	105,23	97,07	218,50
Ukupni outputi	66,18	650,61	183,72	179,56	385,19
Input - Output	82,82	187,86	8,18	15,42	20,11
Input/Output : 1	2,25	1,29	1,05	1,09	1,05
Output/input, %	44,42	77,60	95,74	92,02	95,04

Istraživane farme su se razlikovale po kapacitetu, kvaliteti korištene hrane te praksi uklanjanja uginulih ptica van granica farme. Broj ptica u jednom turnusu se kretao od 5030 ptica na Farmi 1 do 40000 ptica na Farmi 2. Budući da bilans na nivou farme predstavlja razliku svih inputa i svih outputa, kapacitet farme ne bi trebao utjecati na bilans fosfora. Potvrda navedene konstatacije su istraživanja LPLC (2019) gdje nije utvrđen značajniji efekt broja svinja na farmi na bilans nutrijenata.

Ukoliko se, na peradarskim farmama, primjenjuju principi dobre poljoprivredne prakse bilans fosfora na specijaliziranim farmama (farmama koje se bave isključivo peradarskom proizvodnjom) ovisi od stepena retencije fosfora u organizmu ptica te praksi manipulacije stajnjakom i njegovog uklanjanja sa farme. Najveći problemi vezani za postizanje optimalnog bilansa fosfora na farmama nastaju ukoliko dio outputa fosfora ostaje na farmama, bilo u sastavu lagerovanog stajnjaka ili kroz neadekvatno zbrinjavanje uginulih ptica. Gubici fosfora iz neadekvatno lagerovanog stajnjaka (nepokrivena odlagališta) putem oticanja iznose $< 3 \text{ g/m}^2$ odlagališta, a putem ispiranja oko 60 g P/m^2 odlagališta (Liu i sar., 2015). Sve farme uključene u istraživanje su deponirale stajnjak (stelju) na farmi tokom ograničenog perioda nakon čega su ga prodavali van granica farme. Stoga, razlike u bilansu fosfora između farmi ne mogu biti objašnjenje samo količinom lagerovanog izlučenog stajnjaka.

Proizvodna praksa gdje se ptice, uginule tokom proizvodnog ciklusa, recikliraju u okviru granica farme je jedan od dva glavna razloga nepovoljnijeg bilansa fosfora na Farmi 1 i Farmi 2 u poređenju sa ostalima farmama. Ipak, imajući u vidu broj uginulih ptica (oko 1,5% na svim farmama izuzev na Farmi 2 gdje je taj mortalitet nešto veći), ujednačenu prosječnu tjelesnu masu uginulih ptica (između 1000 i 1100 g) te udio fosfora u ukupnoj tjelesnoj masi ptice (2,8 g/kg) i ovaj parametar bilansa ne može biti iskorišten za objašnjenje lošijeg bilansa fosfora na Farmama 1 i 2 jer je doprinos outputa fosfora kroz ovu varijablu zaista nizak (Tabela 1).

Dva ključna faktora koja u peradarskoj proizvodnji utječu na retenciju fosfora su vezana za potrebe životinja u fosforu, ali i drugim hranjivima materijama (prije svega energiji i proteinu) (Džomba i ČengiĆ-Džomba, 2021), te za osobine fosfora iz različitih krmiva, odnosno njegovu biodostupnost (Larbier i Leclercq, 1992). Značajna odstupanja u hemijskoj kompoziciji hrane uzrokuju lošiju retenciju fosfora rezultirajući njegovom povećanom ekskrecijom u stajnjaku.

Poredeći sastav koncentratnih smjesa (Tabela 2) vidljiva je neizbalansiranost Koncentratne smjese 2 za potrebe brojlera. Iako su nizak sadržaj energije u starterima Koncentratne smjese 2 (11,98 MJ ME/kg) i nizak sadržaj proteina (20,27%) osiguravali preporučeni odnos energije i proteina (55-60 kJ/g), niska koncentracija energije u starterima dovela je do povećane konzumacije suhe materije (kako bi se zadovoljile energetske potrebe) što je uz relativno visoku koncentraciju fosfora (0,64%) u smjesi dovelo do visoke konzumacije fosfora. Višak konzumiranog fosfora se nije mogao deponirati u organizmu te je izlučen izmetom. Naime, visoke konzumacije, čak i, neorganskog fosfora reduciraju njegovu ilealnu probavljivost, kako zbog inhibitornog efekta fosfora na aktivnost fitaza tako i kroz inhibiciju produkata hidrolize fitata (Li i sar., 2016).

Table 2. Hranjiva vrijednost koncentratnih smjesa u ishrani brojlera
 Table 2. *Nutrients content in used commercial feed mixtures*

	Koncentratna smjesa 1			Koncentratna smjesa 2		
	Starter	Grower	Finisher	Starter	Grower	Finisher
Sirovi protein (SP), g	214,3	206,6	155,6	202,7	190,1	182,6
ME, MJ/kg	12,50	12,72	13,74	11,98	13,30	13,65
P, g/kg	5,5	5,5	5,2	6,4	5,5	5,1
ME/SP, kJ/g	56	61	88	59	70	74

Potvrda neizbalansiranosti korištene Koncentratne smjese 2 je i relativno visoka konverzija hrane (Tabela 3).

Tabela 3. Važniji proizvodni parametri na ispitivanim farmama
 Table 3. *Performances of productivity process in investigated farms*

	Finalna tjelesna masa ptica, g	Ukupna konzumacija hrane, kg	Konzumacija hrane, g/ptica	Konverzija hrane
Farma 1	2109	24880	5020	2,38
Farma 2	2216	140400	3637	1,64
Farma 3	2109	32050	3354	1,59
Farma 4	2183	32550	3355	1,53
Farma 5	2156	66900	3371	1,56

Dakle, povećana konzumacija hrane od strane brojlera na Farmi 1, a nastala zbog neadekvatne koncentracije energije u Koncentratnoj smjesi 2 dovela je i do povećane količine konzumiranog fosfora koji se zajedno sa ostalim neprobavljenim materijama izlučio iz organizma putem stajnjaka. Iako je koncentracija fosfora u stelji svih ispitivanih farmi ujednačena (Tabela 4) ukupna količina izlučenog stajnjaka doprinijela je većoj apsolutnoj količini izlučenog fosfora.

Tabela 4. Sadržaj fosfora u prostirci (slama) i stelji (prostirka+ekskreti), g kg/SM
Table 4. Phosphorus concentration in bedding (straw) and litter, g/kg DM

	Farma 1	Farma 2	Farma 3	Farma 4	Farma 5
Prostirka	1,2	0,8	1,0	1,2	0,9
Stelja	13,0	13,2	13,3	13,2	13,2

Probavljivost proteina hrane u organizmu peradi ima krivolinijski odgovor na sadržaj konzumiranog proteina (Cerrate i sar., 2019), što u uslovima povećane konzumacije hrane doprinosi lošijem ukupnom iskorištavanju nutrijenata hrane i njihovom povećanom ekskrecijom jer metabolički limiti iskorištavanja fosfora u ishrani peradi ovise od mnogih dijetarnih i fizioloških faktora koji utječu na probavu, apsorpciju, retenciju i ekskreciju ovog minerala.

ZAKLJUČAK

Bilans fosfora na usko specijaliziranim farmama za proizvodnju mesa brojlera prvenstveno ovisi od kvalitete/izbalansiranosti korištene hrane te praksi čuvanja i eksporta stajnjaka sa farme. U uslovima u kojima svi inputi proizvodnje dolaze van granice farme, usko specijalizirane za proizvodnju mesa brojlera, bilans fosfora u najvećoj mjeri ovisi od efikasnosti iskorištenja fosfora u organizmu ptica, što opet ovisi od izbalansiranosti korištenog obroka. Ukoliko ptice konzumiraju obrok sa nedovoljnom količinom energije očekuje se povećana konzumacija hrane što opet dovodi do većeg izlučivanja izmeta, a time i fosfora. Razlika u inputima i outputima fosfora, u ovakvim situacijama, nastaje zbog nekontrolisanog gubljenja fosfora tokom manipulacije stajnjakom/steljom.

LITERATURA

- Adedokun, S. A., and Adeola, O., 2013. Calcium and phosphorus digestibility: Metabolic limits. *J. Appl. Poult. Res.* 22 :600–608. <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2013-00740>
- Cerrate, S., Ekmay, R., England, J.A. and Coon C. 2019. Predicting nutrient digestibility and energy value for broilers. *Poultry Science* 98:3994–4007. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez142>
- Chowdhury, R.B., G.A. Moore, and Weatherley, A.J. 2018. A multi-year phosphorus flow analysis of a key agricultural region in Australia to identify options for sustainable management. *Agric. Syst.*, 161 (2018), pp. 42-60, [10.1016/j.agsy.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.12.005)

- Cooper, J., and Carliell-Marquet, C. 2013. A substance flow analysis of phosphorus in the UK food production and consumption system. *Resour. Conserv. Recycl.*, 74 (2013), pp. 82-100, [10.1016/j.resconrec.2013.03.001](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.03.001).
- Džomba E., Čengić-Džomba S. 2021. *Ishrana peradi*, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u sarajevu, 2021. str. 122.
- EUROSTAT (2017). *Agri-environmental indicator - risk of pollution by phosphorus*; http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_risk_of_pollution_by_phosphorus#cite_note-6.
- Hitzfeld, B. 2000. Cyanobacterial Toxins: Removal during Drinking Water Treatment, and Human Risk Assessment”, *Environ Health Perspect*, Vol. 1/1, pp. 8113–122, <https://doi.org/10.2307/3454636>.
- IAEA/FAO, 2008. International Atomic Energy Agency/ Food and Agriculture Organisation Guidelines for Sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems. A publication prepared under the framework of the RCA project on Integrated Approach for Improving Livestock Production Using Indigenous Resources and Conserving the Environment.
- ISO 16472:2006 Animal feeding stuffs – Determination of amylase-treated Neutral Detergent Fibre content (aNDF).
- Koelsch, R. K. 2005. Evaluating Livestock System Environmental Performance with Whole-Farm Nutrient Balance. *Biological Systems Engineering: Papers and Publications*. 8. <https://digitalcommons.unl.edu/biosysengfacpub/8>.
- Larbier, M., Leclercq, B. 1992. *Nutrition and Feeding of Poultry*. Nottingham University Press, Loughborough /GB, 305 pp.
- Lavergne, T., R.E. Sheffield, B.D. LeBlanc, and K.E. Nix. 2011. *Poultry Environmental Best Management Practices (BMPs)*. Louisiana State University Agricultural Center. Pub. 2806 (online only) Rev. 04/11.
- Li, X., Zhang, D., Tsung Y. Yang, Y and Wayne L. Bryden, W.L. 2016. Phosphorus Bioavailability: A Key Aspect for Conserving this Critical Animal Feed Resource with Reference to Broiler Nutrition. *Agriculture*, 6, 25.
- Liu, J., Peter J. A. Kleinman. P.J.A., Beegle, D.B, Weld, J.L. Sharpley, A.N., Saporito, L.S., Schmidt, J.P. 2015. Phosphorus and nitrogen losses from poultry litter stacks and leaching through soils. *Nutr Cycl Agroecosyst.*, DOI 10.1007/s10705-015-9724-3.
- LPLC. 2019. Impact of Farm Size on Whole Farm Nutrient Balance (WFNB). <https://lplc.org/impact-of-farm-size-on-whole-farm-nutrient-balance-wfnb/> pristup: 16.5.2021.
- Nascimento, G. A. J., Rodrigues, P.B., Freitas, R.T.F., Bertechini, A.G., Lima, R.R., Pucci, L.E.A. 2009. Prediction equations to estimate the energy values of plant origin concentrate feeds for poultry utilizing the meta-analysis. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 1265–1271.
- Shastak, A., Witzig, M. And Rodehutsord, M. 2012. Whole body phosphorus to tibia phosphorus ratio in broilers. *Arch.Geflügelk.*, 76 (4). S. 217–222, 2012, ISSN 0003-9098.

Vaccari, D. A., Powers, S.M. and Liu, X. 2019. Demand-driven model for global phosphate rock suggests paths for phosphorus sustainability. *Environ. Sci. Technol.*, 53 (17), 10417-10425, [10.1021/acs.est.9b02464](https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02464).

WHOLE FARM PHOSPHORUS BALANCE ON BROILER FARMS IN CENTRAL BOSNIA REGION

Summary

Whole farm phosphorus balance on farms specializing in broiler meat production depends primarily on the type and amount of phosphorus input to the farm (through purchased birds, animal feed and bedding material) to which are added the amounts of phosphorus from manure and dead birds (if these variables used within the farm boundaries) and the amount of output phosphorus through sold birds, manure and dead animals that are recycled off-farm. The research was conducted on five farms in central Bosnia, which based their production on the use of the line hybrid COOB 500. The organization of production on the surveyed farms differed in terms of production capacity, used feed and the practice of removing dead birds. All data related to production parameters referred to a period of one production cycle lasting 35-38 days which were interpreted on an annual basis (multiplied by the number of cycles) because the nutrient balance is determined at the level of one year. The determined phosphorus balances on the investigated farms ranged from 1.05: 1 to 2.25: 1. The reasons for the unfavorable phosphorus balance on some farms are the imbalance of the used concentrate mixture and the practice of removing dead birds from the farm, which is contrary to the principles of Best Agricultural Practice.

Keywords: whole farm phosphorus balance, broiler farms