

SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO



33.

SAVETOVANJE  
VETERINARA  
SRBIJE

ZBORNİK RADOVA I  
KRATKIH SADRŽAJA



[www.svd.rs](http://www.svd.rs)



SRPSKO VETERINARSKO  
DRUŠTVO

08 - 11. septembra 2022. god.  
Zlatibor

**SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO  
SERBIAN VETERINARY ASSOCIATION**



# **ZBORNİK RADOVA I KRATKIH SADRŽAJA**

**33. SAVETOVANJE VETERINARA SRBIJE  
33<sup>rd</sup> CONFERENCE OF SERBIAN VETERINARIANS**



Hotel Palisad – Zlatibor, 8–11. septembar 2022.  
Hotel Palisad – Zlatibor, September 8–11. 2022.

**33. SAVETOVANJE VETERINARA SRBIJE**  
**Zlatibor, 08–11. septembar, 2022.**

**Organizator / Organizer:**  
SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO

**Suorganizatori / Co-organizer:**  
Fakultet veterinarske medicine – Univerzitet u Beogradu  
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Departman za veterinarsku medicinu

**Pokrovitelji / Patrons:**  
Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Uprava za veterinu  
Veterinarska komora Srbije

**Predsednik SVD-a / President of SVA:** Prof. dr Milorad Mirilović, dekan FVM

**Organizacioni odbor / Organizational board:**  
**Predsednik / President:** Milorad Mirilović  
**Potpredsednici / Vice-presidents:** Stamen Radulović i Miodrag Rajković  
**Sekretar / Secretary:** Jasna Stevanović  
**Tehnički sekretar / Technical secretary:** Katarina Vulović, Maja Gabrić

**Programski odbor / Programme committee:**  
**Vladimir Dimitrijević (predsednik),** Danijela Kirovski, Sonja Radojičić, Vanja Krstić, Bojan Toholj,  
Slobodanka Vakanjac, Tamaš Petrović, Ivan Vujanac, Stamen Radulović, Milutin Đorđević,  
Vesna Đorđević, Ivan Stančić, Drago Nedić

**Počasni odbor / Honorary committee:**  
Branislav Nedimović, Emina Milakara, Nedeljko Tica, Jakov Nišavić, Dragana Oklješa, Mišo Kolarević,  
Saša Bošković, Nenad Budimović, Velibor Kesić, Ranko Savić

**Sekretarijat / Secretariat:**  
Slobodan Stanojević, Sava Lazić, Ivan Miloš, Miodrag Bošković, Katarina Nenadović, Milutin Simović,  
Zoran Rašić, Milan Đorđević, Predrag Maslovarić, Zoran Jevtić, Zoran Knežević, Vojislav Arsenijević,  
Ljubinko Šterić, Dragutin Smoljanović, Bojan Blond, Dobrila Jakić-Dimić, Miloš Petrović, Zorana  
Kovačević, Milica Lazić, Laslo Matković, Darko Bošnjak, Petar Milović, Rade Došenović, Nikola  
Milutinović, Mirjana Ludoški, Gordana Žugić, Željko Sladojević, Miodrag Milković

**Izdavač:**  
Srpsko veterinarsko društvo, Beograd

**Za izdavača:**  
Prof. dr Milorad Mirilović, predsednik SVD

**Urednici:**  
Prof. dr Vladimir Dimitrijević i prof. dr Miodrag Lazarević

**Stručna lektura i korektura:** Prof. dr Miodrag Lazarević  
**Dizajn i tehnička izrada korica i kolora:** Branislav Vajnović

**Tehnička obrada:** Gordana Lazarević

**Štampa:** Naučna KMD, Beograd, 2022

**Tiraž:** 500 primeraka

**ISBN** 978-86-83115-47-1

# UPOTREBA FITAZE PRI FORMULACIJI OBROKA ZA ISHRANU MONOGASTRIČNIH ŽIVOTINJA U CILJU SMANJENOG IZLUČIVANJA FOSFORA U SPOLJAŠNJU SREDINU: PRAKTIČAN PRISTUP

*Stamen Radulović<sup>1</sup>, Dragan Šefer<sup>1</sup>, Radmila Marković<sup>1</sup>, Živan Jokić<sup>2</sup>, Zoran Rašić<sup>3</sup>, Saša Lovrić<sup>4</sup>, Jasmina Kojičić Stefanović<sup>5</sup>*

## **Kratak sadržaj**

*Upotreba enzima fitaze u ishrani životinja ima važan nutritivni, ekološki i ekonomski značaj. Danas postoje dva osnovna načina njene primene u praksi: korišćenjem matrica ili dodavanjem "on the top". S obzirom na prednosti koje pruža krajnjem korisniku, upotreba matrica postaje imperativ u savremenoj stočarskoj proizvodnji. Dobro je poznato da u slučajevima, kada cene nabavnih sirovina (kukuruz, pšenice, masti i neorganskog fosfora – MCP) rastu na tržištu, tada upotreba enzima u hrani postaje ekonomski atraktivnija i pruža korisniku znatno veću dobit u odnosu na početna ulaganja. Bez obzira što proizvođači fitaze preporučuju njenu upotrebu u znatno većim količinama u odnosu na raniju praksu, neophodno je napomenuti da su u pojedinim istraživanjima zapaženi i negativni efekti takve upotrebe (pad proizvodnih rezultata i poremećaji zdravstvenog stanja životinja. Novi tehnološki postupci u proizvodnji fitaze imaju za cilj da navedene probleme prevaziđu, a kroz tzv. „superdoziranje“ fitaze upotrebu neorganskog fosfora dodatno smanje, ili ga u potpunosti isključe iz recepture. Ipak, pri svakoj odluci o primeni fitaze neophodno je uzeti u obzir cenu preparata, njegovu optimalnu količinu i uštedu koja se može ostvariti primenom matrice (kroz smanjenje cene recepture, poboljšanje proizvodnih rezultata i zdravstvenog stanja tretiranih životinja).*

**Ključne reči:** fitaza, matrice, reformulacija, neorganski fosfor

---

<sup>1</sup>Dr sci. vet. med. Stamen Radulović, docent; dr sci. vet. med Dragan Šefer, redovni profesor; dr sci. vet. med Radmila Marković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, R. Srbija

<sup>2</sup>Dr Živan Jokić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd, R. Srbija

<sup>3</sup>Dr sci. vet. med. Zoran Rašić, Veterinarski specijalistički institut „Jagodina“, Jagodina, R. Srbija

<sup>4</sup>Dipl. inž. Saša Lovrić, doktorand, JU Veterinarski Institut Republike Srpske „Dr. Vaso Butozan“

<sup>5</sup>Spec. dr vet. Jasmina Kojičić Stefanović

\*e-mail adresa autora za korespondenciju: stamen.radulovic@gmail.com

## UVOD

Fosfor (P) je makroelement koji je neophodan za sve oblike života na Zemlji, od jednoćelijskih do višećelijskih organizama. Osnovnu ulogu ima u normalanom rastu skeleta i mišića, formiranju jaja, važan je sastojak nukleinskih kiselina, fosfolipida, a takođe je i kofaktor mnogih enzima. Posebno je važan u održavanju osmotske i acido-bazne ravnoteže, metabolizmu energije i aminokiselina, kao i sintezi proteina. Interesantna je kvalifikacija fosfora izneta od strane hemičara Isaka Asimova: „Život se može umnožavati dok sav fosfor ne nestane, a onda nastaje neumoljiv zastoj koji ništa ne može sprečiti“. On takođe navodi: „Možda ćemo moći da zamenimo ugalj nuklearnom energijom, drvo plastikom, meso kvascem, a druželjubivost izolacijom - ali za P ne postoji ni zamena ni obnova.“ Naime, za razliku od azota, fosfor se ne usvaja iz atmosfere i nije obnovljiv. Njegova, gotovo celokupna proizvodnja, se zasniva na “izvlačenju” iz fosfatnih stena. Na osnovu dinamike dosadašnje eksploatacije, smatra se da bi globalne rezerve fosfora mogle biti iscrpljene kroz narednih nekoliko stotina godina (Li i sar., 2016). Tome u značajnoj meri doprinosi poljoprivredni sektor, preko dva važna faktora:

1. Neracionalna upotreba fosfatnih đubriva (u ratarskoj proizvodnji)
2. Nedovoljna iskorišćenost fosfora u organizmu životinja (u stočarskoj proizvodnji)

Nedavne procene u Sjedinjenim Američkim Državama, ukazuju da je stočarska proizvodnja odgovorna za 33 procenta ukupne količine fosfora koja zagađuje resurse sveže vode. Tome najviše doprinose previsoke količine fosfora u stajskom đubretu koje dovode do značajne eutrofikacije (cvetanja) površinskih voda. Sve ovo je izazvalo veliko interesovanje javnosti za smanjenje sadržaja P u stajnjaku i donošenje novih propisa koji regulišu ovu oblast (Kebreab i sar., 2012).

Dobro je poznato da monogastrične životinje, usled nedostatka enzima fitaze, veoma loše iskorišćavaju fosfor iz hrane. Naime, približno 65-80 procenata od ukupne količine fosfora u zrnastim hranivima, nalazi se u formi fitinske kiseline, koja sa velikim brojem mineralnih materija gradi soli poznate kao fitati. Samo manja, preostala količina fosfora u biljci smatra se iskoristivom (Lorenz i sar., 2007). Pored navedenog, poznato je i da fitinska kiselina formira komplekse sa proteinima i skrobom, što dovodi do njihove smanjene svarljivosti. Fitinska kiselina, (ciklično jedinjenje 1,2,3,4,5,6-heksakis dihidrogen fosfat mioinozitol) je uobičajen oblik skladištenja fosfora u semenu i smatra se antinutritivnim faktorom.

S obzirom na važan ekološki i nutritivni značaj fosfora, razvijene su brojne tehnike koje za cilj imaju smanjenje njegovog izlučivanja u spoljašnju sredinu. One se mogu svrstati u dve grupe:

1. Tehnike usmerene na poboljšanje dostupnosti fosfora u hrani (formulacija upotrebom softvera, fazna ishrana životinja, personalizovana ishrana prema nivou proizvodnje, upotreba enzima fitaze, fermentisane tečne hrane, kao i transgenih biljaka)

## 2. Tehnike usmerene na poboljšanje efikasnosti životinja za korišćenje fosfora (upotreba transgenih životinja, njihova selekcija i primena nutrigenomike)

Najšire prihvaćena opcija za povećanje iskoristivosti fosfora u ishrani životinja predstavlja upotreba enzima fitaze. On pripada klasi fosfataza i omogućava defosforilaciju fitata u digestivnom traktu životinja ili u hrani pre ingestije. Ovaj enzim se prirodno može naći u biljkama, crevnoj mikroflori i crevnoj sluzokoži, pri čemu je njegova aktivnost u poslednja dva navedena izvora kod monogastričnih životinja minimalna. Primenom fitaze u ishrani životinja, oslobađa se fosfor iz neiskoristivog oblika fitata, a istovremeno i niz drugih hranljivih materija čime se povećava njihova iskoristivost.

## ISTORIJAT UPOTREBE FITAZE

Fitazna aktivnost je prvi put otkrivena u pirinčanim mekinjama, pre više od jednog veka (Suzucki i sar., 1907). Međutim, prvi pokušaji proizvodnje ovog enzima fitaze za potrebe industrije hrane za životinje započeti su tek 60-ih godina prošlog veka (Wodzinski i Ulah, 1996). Konačno, 1991. godine, u Holandiji je počela upotreba komercijalnog preparata fitaze (Natuphos®) gljivičnog porekla (*Aspergillus niger*). Smatra se da je ovom razvoju najviše doprinela briga javnosti o negativnom ekološkom uticaja fosfora (P) kao efluentu iz svinjarske i živinarske proizvodnje. Takođe, važan uticaj imalo je zakonodavstvo u ovoj oblasti, kao i visoke kazne koje su uvedene u Holandiji za sve proizvođače svinja i živine kod kojih se utvrde prekomerni nivoi izlučenog P na farmama. Veoma ohrabrujuća bila su i prva istraživanja (Simons i sar., 1990) u kojima je dokazano da se upotrebom fitaze (1000 FTU fitazne jedinice po kg smeše) može smanjiti izlučivanje P za 35 procenata kod svinja i za 47 procenata kod brojlera. Iako se u početku smatralo da će upotreba fitaze biti ograničena samo na zemlje sa sličnim zakonodavstvom kao u Holandiji, vrlo brzo njena upotreba proširila se i u drugim zemljama. Tome su naročito doprineli faktori kao što su: uvođenje sve većeg broja komercijalnih proizvoda fitaze, smanjenje cene fitaze, povećanje cene neorganskog P i uopšte sirovina za proizvodnju hrane, zabrana upotrebe mesno-koštanog brašna u nekoliko zemalja, kao i sve veće podizanje svesti o značaju zagađenja životne sredine fosforom. Pored toga, rezultati brojnih naučnih istraživanja i bolje razumevanje mehanizma dejstva i uslova neophodnih za aktivnost fitaze, razvoj novih tehnoloških postupaka u proizvodnji (fitaze nove generacije) i povećanje terenskog iskustva, kao i poverenja u praktičnu primenu enzima fitaze, doprineli su brzom rastu njene upotrebe (Bedford, 2003).

## TREKUTNO STANJE NA TRŽIŠTU FITAZE

Enzimi trenutno predstavljaju najbrže rastući segment na tržištu dodataka hrani za životinje. Njihova vrednost na globalnom nivou u 2020. godini je procenjena na 1,3 milijarde dolara, uz očekivani godišnji rast (engl. *Compound Annual*

*Growth Rate CAGR*) od 8,1 procenata, tako da projekcije za 2025. godinu iznose 1,9 milijardi dolara. Od svih enzima, fitaza zauzima najveći deo tržišta. Naime, globalno tržište fitaze je, u 2018. godini procenjeno na 436,99 miliona dolara uz očekivan godišnji rast (*CAGR*) od 5,7 procenata tokom perioda, 2019–2026. Pri tome, fitaza koja se proizvodi u praškastoj formi, ima značajnu prednost u odnosu na tečnu, dok fitaza mikrobiološkog porekla ima prednost u odnosu na fitazu biljnog i animalnog porekla. Kada je reč o njenoj upotrebi, živinarska proizvodnja zauzima vodeće mesto, a zatim slede svinjarska i govedarska proizvodnja, akvakultura i ostali (konji i kućni ljubimci). Severna Amerika drži najveći deo tržišta, zatim Evropa, nakon čega slede Azija i Pacifik, Latinska Amerika, Bliski istok i Afrika (Straits research, 2021). Kao najznačajnije kompanije na tržištu enzima danas su se izdvojili: Kemin Industries, DSM, Novozymes, Vland Biotech Group, DowDuPont Inc. (Danisco A/S), Beijing Smistyle, VTR, BASF, Jinan Tiantianxiang (TTX), Huvepharma, AB Enzymes, Willows Ingredients i Adisseo.

### **PRAKTIČNA PRIMENA FITAZE U ISHRANI ŽIVOTINJA**

Veliki broj faktora utiče na to da li će fitaza ispoljiti svoju punu efikasnost u ishrani životinja. Oni se mogu podeliti u tri grupe (Yueming i sar., 2015) i to:

1. Faktori koji se odnose na fitazu (optimalni pH opseg aktivnosti, vrsta/tip fitaze i njena otpornost na dejstvo proteaza)
2. Faktori koji se odnose na životinje (vrsta, starost životinje i vreme zadržavanja u digestivnom traktu)
3. Nutritivni faktori (sadržaj fitata, nivo kalcijuma i fosfora u hrani, odnos kalcijum:fosfor, sadržaj natrijuma, organskih kiselina, kao i prisustvo drugih upotrebljenih enzima)

Posebno važan faktor predstavlja dobro poznavanje i preciznost u kalkulacijama tokom praktičnog rada nutricionista. Tako se fitaza, uostalom kao i sve druge vrste enzima, u ishrani životinja može upotrebiti na dva načina:

1. **Primenom matrica:** ovo podrazumeva reformulaciju postojeće recepture korišćenjem vrednosti koje proizvođač u uputstvu (matrici) daje za dati preparat, prvenstveno za fosfor, ali i za kalcijum, proteine, aminokiseline i energiju. Vrednosti matrice kvantifikuju obim do kojeg se navedeni hranljivi sastojci oslobađaju upotrebom enzima. Drugim rečima, preparat (fitaza) se tretira kao hranivo koje ima svoje definisane vrednosti u datim hranljivim materijama ukoliko se uključi u strukturu obroka u određenoj količini (koju preporučuje proizvođač). Na taj način se može isključiti deo upotrebljenog neorganskog izvora fosfora (monokalcijum fosfata), ali i nekih drugih sirovina (dikalcijum fosfat, stočna kreda i druge). Ukoliko se pri formulaciji obroka koristi softver, tada se za dati preparat fitaze, pored svih vrednosti iz matrice, navodi cena, kao i interval njegovog učešća u strukturi obroka. Tek tada program može, da na osnovu svih upotrebljenih parametara, brzo i tačno predloži najbolje rešenje.

**2. Primenom “on the top”:** ovo ne podrazumeva reformulaciju postojeće recepture, tako da nema ni mogućnosti za snižavanje njene cene. Troškovi dodavanja preparata u standardnu formulaciju se opravdavaju kroz postizanje boljih proizvodnih rezultata tretiranih jedinki (poboljšanjem efikasnosti korišćenja hrane). Tom prilikom se najšeće koriste najniže preporučene vrednosti fitaze. Za ovu tehniku uglavnom se opredeljuju korisnici bez dovoljne obučenosti za primenu matrica.

S obzirom na prednosti koje pruža krajnjem korisniku, upotreba matrica postaje imperativ u savremenoj stočarskoj proizvodnji. Takođe je dobro poznato da u svim slučajevima, kada cene nabavnih sirovina (kukuruz, pšenice, masti, posebno neorganskog fosfora) rastu na tržištu, tadanupotreba enzima u hrani postaje ekonomski atraktivnija i pruža korisniku znatno veću dobit u odnosu na početna ulaganja. Ipak, pri svakoj odluci o primeni fitaze, neophodno je uzeti u obzir cenu preparata, njegovu optimalnu količinu i uštedu koja se može ostvariti primenom matrice, kao i očekivana poboljšanja u proizvodnim rezultatima i/ili zdravstvenom stanju životinja. Osnovni koraci u praktičnom radu sa matricama podrazumevaju sledeće:

1. Pored standardnog hemijskog sastava, neophodno je za svako hranivo poznavati tačnu količinu ukupnog, fitinskog (neiskoristivog) i iskoristivog fosfora. Nove matrice zahtevaju poznavanje vrednosti za dostupan (engl. *av. P poultry*) fosfor (za živinu) ili svarljiv (engl. *dig. P pigs*) fosfor (za svinje).
2. Potrebno je poznavati vrednosti koje pruža matrica najpre za fosfor i kalcijum, a zatim i za hranljive materije.
3. Važno je raspolagati sa jasno definisanim i ažuriranim preporukama o potrebama životinje (za svaki hibrid i kategoriju) u ukupnom, iskoristivom ili svarljivom fosforu (normativi ishrane dati u vodičima).

Sve navedeno se najbolje može predstaviti na konkretnom primeru recepture koja zadovoljava sve potrebe definisane Pravilnikom za starter fazu ishrane brojlera. Pri formulaciji recapture, korišćene su nutritivne tablice INRA (sadržaj fosfora u upotrebljenim hranivima predstavljen je u tabeli 1). Jednostavnim množenjem procentualnog učešća svakog od hraniva koje učestvuje u prikazanoj recepturi sa procentualnim sadržajem fosfora u njemu dobija se sadržaj ukupnog i iskoristivog fosfora u smeši. Na ovaj način, u starter smeši je obezbeđen sadržaj ukupnog fosfora od 0,66%, a iskoristivog 0,409%. Prema Pravilniku, u starter smeši neophodno je obezbediti 0,65-0,85% ukupnog i 0,40% iskoristivog fosfora, što je prikazanom recepturom ispunjeno. Međutim, u normativima koje daju svetski proizvođači hibrida, ne navode se vrednosti za ukupan, već samo za iskoristivi fosfor. Tako je za starter smešu za ishranu Cobb 500 potrebno 0,45%, a za Ross 308 0,48% iskoristivog fosfora (date zahteve prikazana receptura ne ispunjava). Primenom fitaze “on the top” u navedenoj recepturi se ne vrši rekalkulacija, dok je u slučaju primene matrice to neophodno učiniti. Primer matrice jednog inostranog proizvođača prikazan je na slici 1. Ukoliko se korisnik



odluči na najniže predloženo doziranje od 100 g preparata na jednu tonu hrane i uobičajenu aktivnost od 500 FTU, tada će fitaza osloboditi 1,45 g iskoristivog fosfora po jednom kilogramu potpune smeše. S obzirom da su u svim prethodnim kalkulacijama korišćene procentualne vrednosti, tako i u ovom slučaju treba uraditi i koristiti vrednosti od 0,01% preparata fitaze i 0,145% iskoristivog fosfora. Imajući u vidu visoko ušešće MCP u recepturi, kao i njegovu visoku tržišnu cenu, sigurno je da on ekonomski značajno opterećuje smešu. Sa druge strane, pri ukupnom učešću od 1,2 % u smeši on obezbeđuje 0,2724% iskoristivog fosfora (22,7% od 1,2). Upotrebom fitaze u količini od 0,01%, količina MCP se može smanjiti na 0,56%. Naime, kada se od ukupne količine iskoristivog fosfora koju obezbeđuje MCP (0,2724%) oduzme 0,145% (koliko oslobađa fitaza), na osnovu preostale količine (0,1274%) se jednostavno preračunava potrebna količina MCP (1,2 % MCP daje 0,2724% iskoristivog P, a X % MCP daje 0,1274; X iznosi 0,56). Konkretno, sa početnih 1,2 % MCP u starter smeši, upotrebom 0,01% preparata fitaze, moguće je značajno smanjiti njegovu količinu (na 0,561%), a da pri tome količina iskoristivog fosfora ostane nepromenjena.

**Tabela 1.** Sirovinski sastav starter smeše za ishranu brojlera i sadržaj fosfora u korišćenim hranivima

Redni broj	Hranivo	Starter	Ukupni fosfor	Fitinski fosfor	Iskoristivi fosfor
		% u smeši	% u hranivu	% u hranivu	% u hranivu
1.	Kukuruz	44.0	0,26	0,195	0,065
2.	Pšenica	10.0	0,32	0,208	0,112
3.	Sojina sačma	30.0	0,62	0,372	0,248
4.	Sojin griz	10.0	0,55	0,33	0,22
5.	Sojino ulje	2.2	/	/	/
6.	Suncokretova sačma	/	1,08	0,918	0,162
7.	Pšenične mekinje	/	0,99	0,792	0,198
8.	Stočna kreda	1.6	36,23	/	36,23
9.	Monokalcijum fosfat (MCP)	1.2	22,7	/	22,7
10.	Premiks	1.0	/	/	/

BROILERS/TURKEYS		500 FTU		1000 FTU		1500 FTU		2000 FTU	
Nutrient	Unit	Contribution (per kg feed)	Fixed dose 100 g/T (per kg product)	Contribution (per kg feed)	Fixed dose 200 g/T (per kg product)	Contribution (per kg feed)	Fixed dose 300 g/T (per kg product)	Contribution (per kg feed)	Fixed dose 400 g/T (per kg product)
av. P poultry	g/kg	1.45	14500	1.68	8400	1.82	6067	1.95	4875
Ca	g/kg	1.45	14500	1.68	8400	1.82	6067	1.95	4875
Na	g/kg	0.25	2500	0.30	1500	0.33	1100	0.35	875
Crude Protein	g/kg	2.25	22500	2.93	14650	3.50	11667	3.92	9800
dig. Lys	g/kg	0.12	1200	0.16	800	0.19	633	0.21	525
dig. Meth	g/kg	0.05	500	0.07	326	0.08	259	0.09	218
dig. Cys	g/kg	0.11	1100	0.14	716	0.17	570	0.19	479
dig. Meth + Cys	g/kg	0.16	1600	0.21	1042	0.25	830	0.28	697
dig. Threo	g/kg	0.13	1300	0.17	850	0.20	667	0.23	575
dig. Tryp	g/kg	0.03	300	0.04	200	0.05	150	0.05	125
dig. Gly + Ser	g/kg	0.30	3000	0.39	1940	0.46	1530	0.52	1310
dig. Arg	g/kg	0.07	700	0.09	453	0.11	357	0.12	306
dig. Val	g/kg	0.12	1200	0.16	776	0.18	612	0.21	524
dig. Isoleuc	g/kg	0.14	1400	0.18	906	0.21	714	0.24	611
AME	kJ/kg	0.222	2220	0.289	1445	0.343	1143	0.389	973
AME	kcal/kg	53	530000	69	345000	82	273333	93	232500

**Slika 1.** Matrica inostranog proizvođača fitaze za upotrebu u ishrani živine

U navedenom primeru opisan je samo osnovni način korišćenja matrice. Međutim, njena potpuna primena podrazumeva i rekalkulacije u pogledu sadržaja kalcijuma, natrijuma, proteina, svarljivih aminokiselina i energije. Takođe, u navedenom primeru smatra se da sav fosfor koji se obezbeđuje iz MCP predstavlja ujedno i iskoristiv fosfor, iako nutritivne tablice i za mineralna hraniva pružaju podatke o relativnoj biološkoj vrednosti (RBV) koje treba uzeti u obzir (u ishrani živine fosfor poreklom iz MCP ima RBV 91%, a u ishrani svinja 92%). Prilikom primene matrica u ishrani svinja, umesto iskoristivog, potrebno je poznavati podatke o sadržaju svarljivog fosfora u hrani, njegovim potrebama u ishrani svinja, kao i vrednostima koje pruža matrica.

## ZAKONSKI ASPEKTI I REGULATIVA UPOTREBE FITAZE U ISHRANI ŽIVOTINJA

Na osnovu trenutno važećeg Pravilnika o kvalitetu hrane za životinje u našoj zemlji (Službeni glasnik RS, broj 41/09, 2010), svi dodaci hrani za životinje su podeljeni u sedam grupa:

- 1) Vitamini i provitamini
- 2) Mikroelementi i minerali
- 3) Nепroteinska azotna jedinjenja
- 4) Aminokiseline
- 5) Stimulatori rasta
- 6) Kokcidiostatici
- 7) Ostali dozvoljeni dodaci

Unutar poslednje grupe "ostali dozvoljeni dodaci" nalazi se veliki broj podgrupa (antioksidansi, sredstva za vezivanje, emulgatori, stabilizatori i zgušnj-

vači, materije za bojenje uključujući i pigmente, konzervansi, arome i pojačivači apetita, sredstva za poboljšavanje iskoristljivosti hrane i fitobiotici) među kojima su i enzimi. U smislu Pravilnika, enzimi predstavljaju dodatke koji se koriste za poboljšanje probavljivosti hrane i prema Članu 97 u njih spadaju:

1. Fitaza,
2. Lipaza,
3. Amilaza ( $\alpha$  amilaza),
4. Proteaza,
5. ( $\beta$ ) glukanaza,
6. ( $\beta$ ) glukozidaza,
7. Ksilanaza,
8. Celulaza,
9. Hemicelulaza, kao i
10. Drugi odobreni enzimi (kao pojedinačni pripravci ili njihove mešavine).

Kada je reč o zakonskoj regulativi u Evropskoj uniji, važno je izdvojiti Uredbu "European Parliament and Council Regulation (EC) No 1831/2003" koju je 2003. godine donela Evropska Komisija (European Commission) kako bi regulisala oblast dodataka hrani za životinje. Na osnovu ove Uredbe, svi aditivi su podeljeni u pet kategorija, (sa velikim brojem funkcionalnih grupa) i to na sledeći način:

1. Tehnološki aditivi [(a) konzervansi, (b) antioksidansi, (c) emulgatori, (d) agensi za stabilizaciju, (e) zgušnjavanje i (f) formiranje gela, (g) vezivna sredstva, (h) supstance za kontrolu prisustva radionukleida, (I) sredstva protiv zgrudnjavanja, (j) regulatori kiselosti, (k) silažni aditivi, (l) denaturanti, (m) sredstva za kontrolu prisustva mikotoksina, (n) poboljšivači higijenskih uslova i \*(o) drugi tehnološki aditivi]
2. Senzorni aditivi [(a) arome, (b) boje]
3. Nutritivni dodaci [(a) vitamini i provitamini, (b) mikroelementi, (c) aminokiseline, (d) urea i njeni derivati]
4. Zootehnički aditivi [(a) poboljšivači svarljivosti, (b) stabilizatori crevne flore, (c) supstance koje imaju poželjan uticaj na okolinu, (d)\*stabilizatori fiziološke kondicije i (e) drugi zootehnički aditivi]
5. Kokcidistatici i histomonostatici

\*navdene funkcionalne grupe aditiva su naknadno uspostavljene Uredbom 2019/962 kojom je dopunjen Aneks I Uredbe 1831/2003

Bez obzira o kojoj vrsti aditiva je reč, svi oni, nakon prolaska autorizacije, a pre puštanja u promet, moraju zadovoljiti "opšte uslove označavanja". Prema njima, neophodno je da aditivi budu označeni na upadljiv, jasan, čitljiv i neizbrisiv način. Pri tome, deklaracija mora da sadrži sledeće informacije:

1. Specifičan naziv koji se daje aditivima prilikom njihovog odobrenja (autorizacije), naziv funkcionalne grupe kojoj pripadaju i njihov identifikacioni broj
2. Ime i adresu ili registrovano mesto lica odgovornog za ove podatke
3. Neto težinu ili neto zapreminu aditiva
4. Broj odobrenja objekta koji proizvodi aditiv ili ga stavlja u promet
5. Uputstvo za upotrebu i sve bezbednosne preporuke u vezi sa upotrebom
6. Posebne zahteve navedene u odobrenju, uključujući vrstu I kategoriju životinje kojoj je aditiv namenjen, kao i
7. Broj serije/lota i datum proizvodnje

Pored navedenih opštih uslova za označavanje aditiva, u aneksu 3 (ANNEX III) ove Uredbe za nekoliko aditiva i/ili funkcionalnih grupa se navode i "posebni uslovi". Između ostalih, oni se odnose i na enzime, za koje je neophodno navesti sledeće podatke:

1. Datum isteka garancije ili roka skladištenja od datuma proizvodnje,
2. Uputstvo za upotrebu,
3. Specifičan naziv aktivne komponente ili komponenti u skladu sa njihovim enzimskim aktivnostima, u skladu sa izdatim ovlašćenjem
4. Identifikacioni IUBMB broj (International Union of Biochemistry)
5. Umesto koncentracije: jedinica aktivnosti (jedinica aktivnosti po gramu ili jedinica aktivnosti po mililitru)

Svi aditivi odobreni shodno Uredbi, nalaze se prikazani u Registru aditiva za hranu za životinje (European Union Register of Feed Additives pursuant to Regulation (EC) No 1831/2003). Konkretno, enzimi su raspoređeni unutar Registra u dve kategorije, i to:

1. Kategorija 1: Tehnološki aditivi, funkcionalna grupa silažni aditiv (\*k)
2. Kategorija 4: Zootehnički aditivi, funkcionalna grupa poboljšivači svarljivosti (\*a)

\*sve funkcionalne grupe unutar svake od pet kategorija aditiva obeležene su slovima, abecednim redosledom

U okviru enzima, fitaza pripada samo kategoriji 4, a način njenog predstavljanja u Registru dat je na primeru preparata *6-phytase* u tabeli 2.

Oficijalni žurnal Evropske unije (OJ) pruža niz dodatnih informacija koji se tiču postupka autorizacije ovog preparata kao i njegovih tehničkih karakteristika. Među njima je najvažnije izdvojiti:

1. Minimalnu aktivnost preparata (iznosi 15 000 PU/g),
2. Minimalnu i Maksimalnu preporučenu dozu preparata (250 PU i 2000 PU / kg potpune smeše),

3. Analitički metod koji se primenjuje u proceni aktivnosti enzima 6-phytase unutar preparata (kolorimetrijska metoda zasnovana na enzimskoj reakciji fitaze na fitatu) i
4. Analitički metod koji se primenjuje u proceni aktivnosti enzima 6-phytase nakon njegovog umešavanja u premix, potpunu ili dopunsku smešu (kolorimetrijska metoda zasnovana na enzimskoj reakciji fitaze na fitatu EN ISO 30024).

**Tabela 2:** Način prikazivanja enzima fitaze u Registru aditiva za hranu za životinje EU

Category / Kategorija	4
Functional Group / Funkcionalna grupa	a
Subclassification / Podgrupa	poboljšivači svarljivosti
Code / Kod	4a 24
Additive / Aditiv	6-phytase EC 3.1.3.26 Proizveden na <i>Trichoderma reesei</i> (ATCC SD-6528) (vlasnik autorizacije Danisco (UK) Ltd) [sve vrste živine; sve vrste svinja, osim prasadi na sisi
Reference(s) of Community legal act (Title and/or No. of legal measure) / Naziv i broj legislative	Commission Implementing Regulation (EU) 2016/899 of 8 June 2016
Reference in OJ / Referenca u OJ (Official Journal of the European Union)	OJL 152 09.06.2016. p.15
Date of authorization / Datum dobijanja odobrenja	29.06.2016
Expiry date of authorisation(s) / Datum isteka odobrenja	29.06.2026
Date of first entry in the Register / Datum prvog upisa u Registar	09.06.16

Fitazna jedinica PU (engl. *Phytic Unit*) predstavlja količinu enzima koja može da oslobodi 1 mikromol neorganskog fosfata u minuti iz supstrata natrijum fitata pri pH vrednosti 5,5 i temperaturi od 37 °C .

## ZAKLJUČAK

Upotreba fitaze u ishrani životinja ima važan nutritivni, ekološki i ekonomski značaj. Oslobođanjem fosfora, ali i drugih hranljivih materija iz neiskoristivog kompleksa unutar kojeg se nalaze, fitaza pruža mogućnost da životinja iz svakog hraniva "izvuče" znatno više nego što je to moguće bez njene upotrebe. Povećanim iskorišćavanjem fosfora u organizmu životinje ili smanjenjem njegove upo-

trebe iz neorganskih izvora, pri upotrebi matrica smanjuje se izlučivanje fosfora u spoljašnju sredinu. Isto važi i za druge materije (kalcijum, natrijum, proteine) ukoliko se matrica u potpunosti primeni. Reformulacijom recepture omogućavaju se značajne uštede u pogledu smanjenja učešća MCP, stočne krede, proteina, kao i sintetskih aminokiselina u strukturi obroka. Iako proizvođači fitaze preporučuju njenu upotrebu u znatno većim količinama u odnosu na raniju praksu, neophodno je napomenuti da su u pojedinim istraživanjima zapaženi i negativni efekti takve upotrebe. Tu se, pre svega misli na pad proizvodnih rezultata, a u pojedinim slučajevima i poremećaje zdravstvenog stanja životinja. Novi tehnološki postupci u proizvodnji fitaze imaju za cilj da navedene probleme prevaziđu, a kroz tzv. superdoziranje fitaze dodatno smanje upotrebu neorganskog fosfora ili ga u potpunosti isključe iz recepture.

### **Zahvalnica:**

Rad je podržan sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-68/2022-14/200143).

### **LITERATURA**

1. Bedford M.R. 2003. New enzyme technologies for poultry feeds. *British Poultry Science* 44 (Suppl. 1), S14–S16. 2. COMMISSION REGULATION (EU) 2019/962, amending Annex I to Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council as regards the establishment of two new functional groups of feed additives, 2019. 3. European Union Register of Feed Additives pursuant to Regulation (EC) No 1831/2003, Edition 241, 2016. 4. INRA-AFZ, 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials, Daniel Sauvant, Jean-Marc Perez and Gilles Tran, Wageningen Academic. 5. Ke-breab E., Hansen A.V., Strathe A.B. 2012. Animal production for efficient phosphate utilization: from optimized feed to high efficiency livestock. *Current Opinion in Biotechnology* 23, 872–7. 6. Li X., Zhang D., Yang T. Y., Bryden W.L., 2016. Phosphorus Bioavailability: A Key Aspect for Conserving this Critical Animal Feed Resource with Reference to Broiler Nutrition. *Agriculture*. 6, 25. 7. Pravilnik o kvalitetu hrane za životinje, Službeni glasnik RS, 4/2010 i 113/2012, 27/2014, 25/2015 i 39/2016. 8. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. 9. Simons P.C.M., Versteegh H.A.J., Jongbloed A.W., Kemme P.A., Slump P., Bos K.D. et al., 1990. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *British Journal of Nutrition* 64, 525–40. 10. Straits research, 2021. Market Research Report, Animal Feed Phytase Market: Information by Types (Granular Phytases, Powder Phytases and Thermostable Phytases) Application (Swine, Poultry, Aquatic Animals), and Region — Forecast till 2026. 11. Suzucki U., Yoshimura K. and Takashi M. 1907. Über ein Enzym 'Phytase' das Anhydrooxy- methylen-diphosphosaure spaltet. *College of Agriculture Bulletin, Tokyo Imperial University* 7, 503–5. 12. Wodzinski R.J. Ullah A.H.J., 1996. Phytase. *Advances in Applied Microbiology* 42, 263–303. 13. Yueming D.L., Awati A., Schulze H., Partridge G., 2015. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *J Sci Food Agric*. 95: 878–96.

**THE USE OF PHYTASE IN THE FORMULATION OF RATIONS FOR THE FEEDING OF MONOGASTRIC ANIMALS IN ORDER TO REDUCE THE EXCRETION OF PHOSPHORUS INTO THE ENVIRONMENT: A PRACTICAL APPROACH**

**Stamen Radulović, Dragan Šefer, Radmila Marković, Živan Jokić, Zoran Rašić, Saša Lovrić, Jasmina Kojičić Stefanović**

**Summary**

*The use of phytase in animal nutrition has important nutritional, ecological and economic importance. There are two basic ways of its application in practice: through the use of matrices or on top. Considering the unequivocal advantages it provides to the end user, the use of matrices becomes imperative in modern livestock production. It is well known that in all cases when the prices of corn, wheat, fat, and in the case of phytase, especially inorganic phosphorus (MCP), increase in the market, then the use of enzymes in feed becomes more economically attractive and provides the user with a significantly higher return for initial investment. Although the producers of phytase recommend its use in much larger quantities compared to the previous practice, it is necessary to mention that in some studies the negative effects of such use have also been noted (decrease in production results, and in some cases also disturbances in the health of animals). New technological procedures in the production of phytase aim to overcome the aforementioned effects, and through the so-called superdosing of phytase further reduce the use of inorganic phosphorus or even completely excludes it from the feed mixtures. However, with every decision on the application of phytase, it is necessary to take into account the price of the preparation, its optimal amount and the savings that can be achieved by applying the matrix, as well as the effects on the production results and/or the health status of the treated animals.*

**Key words:** phytase, matrices, reformulation, inorganic phosphorus

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије,  
Београд

636.09:616(082)

614.31(082)

САВЕТОВАЊЕ ветеринара Србије (33 ; 2022 ; Златибор)

Zbornik radova i kratkih sadržaja / 33. savetovanje veterinara Srbije,  
Zlatibor, 8-11. septembar 2022. = 33rd Conference of Serbian Veterinarians,  
Zlatibor, September 8-11. 2022. ; [urednici Vladimir Dimitrijević i Miodrag  
Lazarević]. - Beograd : Srpsko veterinarsko društvo, 2021 (Beograd : Naučna  
KMD). - VIII, 584 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 500. - Summaries. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-83115-47-1

а) Ветеринарска медицина - Зборници б) Ветеринарска  
епизоотиологија -  
Зборници с) Животне намирнице - Хигијена - Зборници

COBISS.SR-ID 73633289