

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET VETERINARSKJE MEDICINE

ZBORNIK PREDAVANJA
XLII SEMINARA
ZA INOVACIJE
ZNAJJA VETERINARA



UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET VETERINARSKJE MEDICINE

**ZBORNİK PREDAVANJA XLII SEMINARA
ZA INOVACIJE ZNANJA VETERINARA**

Beograd, 2021

**XLII SEMINAR ZA INOVACIJE ZNANJA VETERINARA
18-19.02.2021, BEOGRAD**

Organizator:

Fakultet veterinarske medicine
Univerzitet u Beogradu

Organizacioni odbor:

Predsednik: Prof. dr Mirilović Milorad

Članovi: prof. dr Krstić Vanja, prof. dr Jovanović B. Ivan, prof. dr Milanović Svetlana,
prof. dr Petrujković Branko, dr Vejnović Branislav, Gabrić Maja

Programski odbor:

Predsednik: Prof. dr Kirovski Danijela

Članovi: prof. dr Aleksić-Kovačević Sanja, prof. dr Karabasil Neđeljko, prof. dr Šefer Dragan,
prof. dr Radojičić Sonja, prof. dr Vujanac Ivan, prof. dr Andrić Nenad



Izdavač:

Fakultet veterinarske medicine, Beograd
Centar za izdavačku delatnost i promet učila



Za izdavača:

Prof. dr Mirilović Milorad, v.d. dekan FVM

Urednik:

Prof. dr Lazarević Miodrag

Lektura i korektura:

Prof. dr Jovanović B. Ivan
Prof. dr Lazarević Miodrag

Dizajn korica:

Prof. dr Jovanović B. Ivan

Tehnički urednik:

Lazarević Gordana

Štampa:

Naučna KMD, Beograd, 2021.

Tiraž: 450 primeraka

ISBN 978-86-80446-41-7

ODREĐIVANJE ANTIOKSIDATIVNOG KAPACITETA HRANE U FUNKCIJI OPTIMALNIH PROIZVODNIH REZULTATA MONOGASTRIČNIH ŽIVOTINJA

Radulović Stamen, Šefer Dragan, Marković Radmila, Perić Dejan,
Jovanović Dragoljub, Krstić Milena, Borozan Sunčica*

U intenzivnoj stočarskoj proizvodnji, životinje su izložene brojnim stresogenim faktorima koji vode poreklo iz hrane, okruženja, tehnologije proizvodnje, kao i bioloških/individualnih karakteristika svake jedinke. Navedeni stresori su odgovorni za slabije proizvodne rezultate, lošije reproduktivne karakteristike, kao i smanjenu otpornost organizma prema bolestima. Na molekularnom nivou, aktivnost stresora se vezuje za stvaranje slobodnih radikala i nastanak oksidativnog stresa sa posledičnim oštećenjem biološki važnih molekula. U telu životinje, postoji veliki broj jedinjenja koja ispoljavaju antioksidativni efekat. Neka od njih se sintetišu u tkivima (askorbinska kiselina, koenzim Q, karnitin, taurin i antioksidativni enzimi), dok se druga unose putem hrane (vitamini, karotenoidi, fenolna jedinjenja i mineralne materije). Najvažniji praktičan korak u sprečavanju oksidativnog oštećenja i održavanju ravnoteže antioksidativne odbrane u telu životinja se postiže poboljšanjem antioksidativnog kapaciteta hrane, odnosno optimizacijom unosa antioksidanasa putem hrane za životinje. Pravilnom upotrebom antioksidanasa usporavaju se oksidacioni procesi u hrani i smanjuje se unos slobodnih radikala od strane životinja, čime se poboljšavaju njihove proizvodno-reproduktivne karakteristike, kao i kvalitet mesa. Najjednostavniji način predstavljanja antioksidativnog kapaciteta uzorka se vrši na osnovu određenog referentnog standarda, najčešće 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilhroman-2-karboksilne kiseline, poznate kao Trolox. Na osnovu rezultata dobijenih pomoću Trolox standarda vrši se procena antioksidativnog kapaciteta hraniva i smeša za ishranu životinja, kao i upotrebljenih aditiva sa antioksidativnim dejstvom.

Ključne reči: antioksidansi, antioksidativni kapacitet, ishrana, unapređenje proizvodnje

* Dr Radulović Stamen, docent, dr Šefer Dragan, redovni profesor, dr Marković Radmila, redovni profesor DVM Perić Dejan, asistent, dr Jovanović Dragoljub, stručni saradnik, Katedra za ishranu i botaniku, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu; dr Krstić Milena, vanredni profesor, dr Borozan Sunčica, redovni profesor, Katedra za opšteobrazovne predmete, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

UVOD

Slobodni radikali predstavljaju atome, ili jedinjenja sa jednim ili više nesparenih elektrona u spoljašnjoj atomskoj ili molekularnoj orbitali. Većina biološki relevantnih slobodnih radikala vodi poreklo od kiseonika i azota. Oba ova elementa su neophodna za funkcionisanje organizma, ali se pod određenim okolnostima mogu pretvoriti u slobodne radikale. Slobodni radikali su izuzetno nestabilni, vrlo reaktivni i sposobni da oštete brojne molekule poput DNK, proteina, lipida ili ugljenih hidrata. Oštećenja DNK su povezana sa mutacijama, greškama u translaciji i poremećaju sinteze proteina, a mogu dovesti i do nastanka kancera. Oštećenja proteina izazivaju modifikacije u transportu jona i funkcionisanju receptora, kao i promene u enzimskoj aktivnosti. Oksidacija polinezasićenih masnih kiselina menja sastav, strukturu i svojstva ćelijske membrane (fluidnost, propusnost), kao i aktivnost enzima vezanih za membranu. Konačno, oštećenjem bioloških molekula ugrožavaju se rast, razvoj, imunokompetentnost i reprodukcija životinja.

Ishrana i antioksidativna zaštita

Smatra se da je ravnoteža između antioksidansa i prooksidansa u svakoj ćeliji, a samim tim i u organizmu u celini, jedan od ključnih faktora odgovornih, kako za održavanje zdravlja, tako i visokih proizvodnih i reproduktivnih karakteristika domaćih životinja. Generalno, višak slobodnih radikala ili nedostatak antioksidativne zaštite može promeniti ovu ravnotežu i dovesti do pojave oksidativnog stresa. Dobro je poznato da oksidativni stres ima vodeću ulogu u mnogim degenerativnim procesima i da stvaranje slobodnih radikala predstavlja patobiohemijski mehanizam koji je uključen u početak ili progresiju brojnih bolesti ljudi i životinja. Ravnoteža između antioksidansa i prooksidansa se može negativno modulirati upotrebom nepravilno formulisanih obroka u ishrani životinja, kao i neadekvatnim unosom hranljivih materija, dok se, sa druge strane, na nju može pozitivno uticati optimalnom ishranom i upotrebom dodataka hrani za životinje koji ispoljavaju antioksidativna svojstva (antioksidansi). Nedostatak određenih hranljivih sastojaka, poput selena, bakra, mangana i cinka, koji su neophodni za funkcionisanje biološke antioksidativne odbrane u organizmu, predstavlja važan uzrok nastanka oksidativnog stresa. Antioksidativni enzimi koji se sintetišu u telu zahtevaju navedene metalne jone kao kofaktore. Selen se, u obliku selenocisteina, nalazi u aktivnom mestu nekoliko različitih enzima kao što su glutation-peroksidaza (GPx) i tioredoksin-reduktaza (TR). Cink, bakar i mangan su sastavni delovi druge porodice antioksidativnih enzima nazvane superoksid-dismutaze (SOD), a gvožđe je esencijalni deo antioksidativnog enzima katalaze. Tek kada su navedeni metalni joni obezbeđeni u dovoljnoj količini putem hrane, organizam može da sintetiše antioksidativne enzime. Nasuprot tome, njihov nedostatak u hrani, izaziva pojavu oksidativnog stresa i dovodi do oštećenja bioloških molekula i ćelijskih membrana. Sa druge strane, višak pojedinih hranljivih sastojaka u smešama za ishranu životinja, poput vitamina A, može smanjiti koncentraciju neenzimskih antioksidanasa

(kao što su vitamin E i karotenoidi) i time takođe oslabiti kapacitet antioksidativne zaštite u organizmu. Stoga, jedan od najvažnijih koraka u uspostavljanju ravnoteže između oksidativnog oštećenja i antioksidativne odbrane u životinjskom telu, predstavlja upravo poboljšanje antioksidativnog kapaciteta hrane i obezbeđivanje adekvatnog unosa antioksidanasa u organizam životinje. Ukoliko je ishrana životinja formulisana tako da poseduje optimalan antioksidativni kapacitet, tada su čak i niske doze antioksidanasa poput vitamina E efikasne. Sa druge strane, pod uslovima oksidativnog stresa, gde se proizvodnja slobodnih radikala dramatično povećava, bez dodatne pomoći je teško sprečiti oštećenja tkiva i organa. Ova dodatna, "spoljašnja" pomoć, se ostvaruje upotrebom dozvoljenih dodataka hrani za životinje koji imaju dokazana antioksidativna svojstva. Pred nutricioniste je postavljen profesionalni izazov u određivanju da li i pod kojim uslovima i u kojoj količini, je „spoljašnja pomoć“ neophodna i kada ona ima svoju ekonomsku opravdanost.

U stočarskoj proizvodnji, obezbeđivanje visoko kvalitetne ishrane je neophodan preduslov za postizanje optimalnih proizvodnih rezultata. Iako brojni procesi mogu negativno uticati na kvalitet hrane za životinje, oksidacija hranljivih materija predstavlja faktor rizika koji je prisutan tokom svih faza u postupku proizvodnje. Stoga, mere za kontrolu oksidacije treba preduzeti znatno pre nego što se hrana za životinje proizvede i isporuči, počevši od pravilnog izbora sirovina i upotrebe odgovarajućih aditiva sa antioksidativnim dejstvom. Organski sastojci hrane, kao što su masti i ulja, vitamini rastvorljivi u mastima i pigmenti tipa ksantofila, najpodložniji su oksidaciji, koja se dešava čak i kada se hrana nalazi upakovana u vrećama (usled vazduha koji već postoji u ambalaži). Reakcija oksidacije je nepovratan proces koji rezultira hemijskim promenama koje dovode do gubitka hranljivih sastojaka, smanjenja kvaliteta hrane, njenog palatabiliteta i smanjenog roka trajanja. Oksidacija hrane se manifestuje na različite načine, u zavisnosti od prirode upotrebene sirovine. Tako vitamini i pigmenti gube deo svoje aktivnosti, dok se u slučaju oksidacije masti smanjuje energetska vrednost (MJ/kg) hrane, i nastaje užeglost koja je praćena izmenjenim ukusom i smanjenom svarljivošću hrane. Ukoliko se ne preduzmu neophodni koraci u zaštiti hrane, zaustavljanjem procesa oksidacije, mogu se proizvesti toksična aldehidna i ketonska jedinjenja koja je kasnije nemoguće ukloniti. S obzirom na visoku tržišnu cenu vitamina i pigmentata, neophodno je obratiti posebnu pažnju na njihovu hemijsku i fizičku formu, procese obrade kroz koju prolaze, kao i na dužinu i način njihovog čuvanja. Čista forma vitamina A (retinol) je osetljivija od estarskog oblika (retinil acetat), koji je opet podložniji oksidaciji od "obloženog" vitamina A nerastvorljivog u vodi. Takođe je, esterifikovana forma vitamina E (tokoferil-acetat) stabilnija od čistog vitamina E (tokoferol). Generalno, što je veća rastvorljivost vitamina u vodi to je veći rizik od oksidacije. Tako je tiamin-mononitrat (rastvorljivost 10 procenata) stabilniji od tiamin-monohlorida (rastvorljivost 100 procenata). Kada se posmatra fizička forma vitamina, samo pojedini vitamini ispoljavaju visoku stabilnost u kristalnom obliku (tiamin, piridoksin), dok je za stabilnost većine vitamina potreban neki od oblika zaštite. Na primer, vitamini A i D osušeni prskanjem (*spray-dried* metoda),

vitamin C obložen mastima, vitamin E i holin-hlorid adsorbovani u nosaču silicijum dioksidu poseduju daleko veću stabilnost od svojih nezaštićenih oblika. Vitamini su izloženi oksidacionim procesima i tokom termičke obrade hrane za životinje. Prema tome, procesi poput peletiranja, ekstruzije i ekspanzije mogu imati štetan uticaj na krajnju aktivnost vitamina u gotovoj smeši. Tokom termičke obrade, vitamini se izlažu visokoj temperaturi, vlažnosti, pritisku i trenju koji dramatično povećavaju brzinu njihove oksidacije. Stoga je, pod uslovima visoke termičke obrade, neophodno koristiti stabilnije oblike vitamina. Dugotrajno skladištenje vitamina predstavlja dodatni faktor koji utiče na njihovu stabilnost. Ukoliko dizajn kontejnera sprečava izlaganje vitamina kiseoniku i vlazi njihova stabilnost je izuzetno visoka. U proseku, većina vitamina ispoljava smanjenje aktivnosti manje od 0,1 posto mesečno u neotvorenim kontejnerima tokom najmanje 12 meseci, dok se mesečni gubici u otvorenim kontejnerima približavaju vrednosti od 0,5 procenata za većinu vitamina.

Oksidacija lipida, koja se naziva i oksidativna užeglost, predstavlja prirodnu reakciju između nezasićenih masnih kiselina i slobodnog kiseonika. Takve masne kiseline postoje u svim mastima i uljima, ali su određena biljna ulja, poput sojinog i kukuruznog ulja njima posebno bogata. Tako je odnos između zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u kokosovom ulju preko 11, dok je u kukuruznom ulju samo 0,15, što ukazuje na njegovo bogatstvo nezasićenim masnim kiselinama, a samim tim i visoku osetljivost prema oksidaciji.

Tabela 1. Odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u pojedinim hranivima

Izvor masti	Zasićene masne kiseline	Nezasićene masne kiseline	Odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina
Goveđa mast	49,8	45,8	1,09
Svinjska mast	39,2	56,3	0,70
Sojino ulje	14,4	81,2	0,18
Kukuruzno ulje	12,7	82,9	0,15
Kokosovo ulje	86,5	7,6	11,38

Oksidacija lipida se ubrzava izlaganjem hrane vazduhu (otvorene vreće), svetlosti, visokim temperaturama i određenim jonima prelaznih metala poput gvožđa i bakra. Reakcija oksidacije je autokatalitička i nakon njenog započinjanja, nastaju oksidovane masne kiseline, a kao krajnji produkt oksidacije, akumuliraju se peroksidi. U visoko energetskim smešama, namenjenim ishrani prasadi i tovu brojlera, česta je upotreba određenog procenta (1-6) dodatog ulja, što predstavlja poseban problem kada je reč o oksidaciji lipida. Pojava užegle masti u navedenim smešama rezultuje smanjenom konzumacijom hrane i posledičnim padom proizvodnih rezultata. Takođe se, unosom užegle masti, smanjuje svarljivost hranljivih materija što rezultuje lošijom konverzijom. U pozadini navedenih efekata se nalazi oštećenje crevnih resica toksičnim materijama (nastalim kao posledica oksidacije

masti), kao i smanjena sekrecija digestivnih enzima. U istraživanjima je utvrđeno da koncentracija peroksida u hrani ne bi trebalo da prelazi 4 mEq/kg kako bi se sprečila neželjena depresija rasta životinja. Na užglost hrane su posebno osetljive mlađe kategorije životinja koje, pored nedovoljno zrelog antioksidativnog sistema, odlikuje i smanjena sposobnost varenja masti u početnoj fazi rasta. Starije jedinke su znatno otpornije, ali one retko dobijaju hranu bogatu uljima i mastima s obzirom na niže energetske zahteve njihove ishrane i zbog negativnih posledica dodate masti na kvalitet dobijenih trupova. Oksidovane masne kiseline reaguju, ne samo sa drugim masnim kiselinama, već i sa aminokiselinama, čineći ih nedostupnim životinjama. Aminokiseline metionin i triptofan su posebno podložne oksidaciji i oštećenju od strane slobodnih radikala. Metionin i triptofan predstavljaju limitirajuće aminokiseline u ishrani monogastričnih životinja, tako da se pri formulisanju smeša rutinski koriste u sintetskom kristalnom obliku. Njihov značaj u ishrani životinja, kao i visoka tržišna cena, zahtevaju posebnu kontrolu njihove potpune iskoristivosti u organizmu, što se dovodi u pitanje ukoliko nisu adekvatno zaštićene od nepoželjnih oksidativnih procesa. Dodatan praktičan problem oksidativnih procesa, posebno prisutan u svinjarskoj proizvodnji, predstavlja upotreba sveže ubranih žitarica, koje nisu "odležale" u silosu pre korišćenja. Nakon skidanja useva, u zrnu još uvek traju brojni biološki procesi. Uglavnom su u pitanju enzimske reakcije poput visoke aktivnosti enzima lipoksigenaze. Nakon mlevenja sveže ubranog zrna, enzimi se dodatno oslobađaju i postaju aktivni. Enzim lipoksigenaza podstiče intenzivne oksidativne procese sa posledičnim stvaranjem slobodnih radikala, što se smatra jednim od najvažnijih razloga pada produktivnosti životinja koje koriste takvu hranu. Adekvatnom upotrebom antioksidanasa je moguće kontrolisati navedene burne oksidativne procese i izbeći nepotrebne gubitke u proizvodnji. Takođe se u hrani za životinje, često nalaze saprofitske gljivice koje stvaraju mikotoksine, čime ograničavaju ili u potpunosti isključuju upotrebnu vrednost hrane. Proizvodnja mikotoksina je snažan oksidativni proces koji dovodi do povećane proizvodnje slobodnih radikala. Pored uobičajene primene adsorbenata u borbi protiv mikotoksina, najnovije nutritivne strategije podrazumevaju njihovu istovremenu primenu sa antioksidansima u hrani za životinje. Teški metali, kao i pesticidi i fungicidi u hrani za životinje dodatno doprinose nastanku oksidativnog stresa.

U slučaju prisustva svih prethodno opisanih faktora visokog rizika za nastanak oksidativnog stresa neophodna je tzv. spoljašnja pomoć, odnosno upotreba pažljivo odabranih dodataka hrani za životinje sa antioksidativnim dejstvom - antioksidanasa. Iako je testirano na stotine različitih hemijskih jedinjenja, samo nekoliko njih poseduje neophodne karakteristike koje ih čine pogodnim za upotrebu u sprečavanju neželjene oksidacije u hranivima, potpunim smešama, organizmu i trupovima životinja. Da bi ispoljio svoju punu efikasnost, antioksidans mora biti: (a) efikasan u očuvanju životinjskih i biljnih masti, vitamina i drugih hranljivih materija u hrani za životinje koje podležu neželjenim oksidativnim promenama; (b) netoksičan za čoveka i za domaće životinje (c) efikasan u vrlo niskim koncentracijama i (d) cenovno dovoljno prihvatljiv. Pored navedenih kriterijuma, antioksidan-

se je neophodno pravilno upotrebiti, odnosno na vreme (dovoljno rano). Reakcije stvaranja slobodnih radikala su složene, ali osnovne faze su zajedničke svima: Inicijacija → propagacija → terminacija. Sprečavanje ili usporavanje procesa oksidacije se može efikasno izvršiti samo pre ili tokom početne faze propagacije. Dodavanjem antioksidansa hrani/hranivima kod kojih su već prisutni uznapredovali oksidativni procesi mogu se ostvariti samo neznatni efekti ili će oni u potpunosti izostati. Važno je razumeti da antioksidansi samo zaustavljaju započeti proces oksidacije, ali ne mogu da ga "preokrenu" ili eliminišu prethodno stvorene oksidativne nusproizvode. Pravilno uključivanje antioksidansa u hranu za životinje mora biti usklađeno sa nivoom rizika procenjenim u zavisnosti od vrste sirovinskog sastava smeše za ishranu životinja i uslova pod kojim se ona skladišti. Cabel i sar. (1988) su utvrdili da je pri ishrani brojlera, smešama sa količinom peroksida od 7 mEq/kg upotreba sintetskog antioksidansa etoksikvina u količini od 125 mg/kg bila efikasna za prevazilaženje depresije rasta, dok se upotrebom etoksikvina u količini od 62,5 mg/kg nisu mogli postići zadovoljavajući efekti. Suprotno tome, pri višim nivoima peroksida u hrani (11,6 i 32,4 mEq/kg hrane), upotreba etoksikvina u količini od 125 mg/kg nije dovoljna da spreči pad proizvodnih rezultata brojlera u tovu (Wang i sar., 1997).

Na primeru vitamina E se na najjasniji način može predstaviti uticaj različitih prooksidanasa na količinu oksidansa koja je potrebna životinji. Vitamin E je jedan od najmoćnijih prirodnih antioksidanasa koji se ne sintetiše u organizmu već ga je neophodno obezbediti putem hrane. Pri određivanju njegovog optimalnog unosa, neophodno je razmotriti brojne faktore poput: nivoa selena u hrani, sadržaja i vrste masti (biohemijski profil masnih kiselina), sadržaja bakra i gvožđa, sadržaja aminokiselina sa sumporom, kao i sadržaja vitamina A u hrani. S obzirom na to da količina i vrsta masti u hrani za životinje u najvećoj meri utiče na potrebe u vitaminu E, na osnovu rezultata brojnih istraživača su date praktične preporuke na osnovu kojih se može izraziti odnos potrebne količine vitamina E (d- α -tokoferol) u miligramima i količine polinezasićenih masnih kiselina (izražene u gramima) koja je prisutna u hrani. Tako je za hranu koju odlikuje visok sadržaj linolne kiseline predložen minimalni odnos od 0,6 g kako bi se sprečilo "iscrpljivanje" vitamina E. Drugim rečima, pored osnovnih potreba u vitaminu E, potrebno je obezbediti dodatnih 0,6 mg za svakih 1 g linolne kiseline u obroku za životinje, kako bi se sprečila neželjena oksidacija (dvostrukih veza). Pored linolne kiseline, prema navedenoj kalkulaciji su u Tabeli 2 predstavljene vrednosti i za ostale polinezasićene masne kiseline. S obzirom na to da se u hrani za životinje ne nalazi samo jedna, već smeša različitih nezasićenih masnih kiselina, može se primeniti i sledeća praktična formula:

$$M_{\text{vitE}} = 0,2 \times 10^{-3} (0,3 m_1 + 2 m_2 + 3 m_3 + 4 m_4 + 5 m_5 + 6 m_6)$$

Pri čemu je: M_{vitE} = minimalna količina dodatnog vitamina E (d- α -tokoferola) koju je potrebno uneti (količina izražena u molima)

m_n = količina nezasićene masne kiseline sa n brojem dvostrukih veza (n 1-6) prisutna u hrani (količina izražena u molima)

Tabela 2. Dodatne potrebe u vitaminu E u zavisnosti od prisustva različitih nezasićenih masnih kiselina u hrani

Broj dvostrukih veza	Masna kiselina	Potrebe u vitaminu E mg/g masnih kiselina	
		d- α -tokoferol	dl- α -tokoferil acetat
1, Oleinska kiselina	18:1 ω 9	0,09	0,13
2, Linolna kiselina	18:2 ω 6	0,60	0,89
3, γ -Linoleinska kiselina	18:3 ω 6	0,90	1,34
3, α -Linoleinska kiselina	18:3 ω 3	0,90	1,34
3, Dihomo- γ -linoleinska kiselina	18:3 ω 6	0,90	1,34
4, Arahidonska kiselina	18:4 ω 6	1,20	1,79
5, Eikozapentanoična kiselina	18:5 ω 3	1,50	2,24
6, Dokozaheksanoična kiselina	18:6 ω 3	1,80	2,68

Predstavljeni rezultati ukazuju na značaj pravilnog doziranja antioksidanasa u hrani u skladu sa kvalitetom smeša koje se koriste u ishrani životinja, odnosno da njihova rutinska upotreba, bez detaljne analize strukture obroka, može imati negativne posledice na ostvarene rezultate u proizvodnji. Zahvaljujući svom načinu delovanja, antioksidansi se u hrani postepeno troše i zbog toga se vremenom njihova aktivnost smanjuje, tako da se oksidativni procesi u hrani mogu odvijati nekontrolisano. Stoga je pri doziranju antioksidansa neophodno poznavati i dužinu skladištenja hrane. Kiseonik iz okruženja, zajedno sa relativnom vlažnošću vazduha, povećava rizik od oksidacije. Uobičajena praksa podrazumeva odstranjivanje vazduha iz vreća/pakovanja i čuvanje hrane u hladnoj i suvoj prostoriji. Pored svih navedenih faktora, koje je neophodno razmotriti pri upotrebi antioksidanasa, važno je poznavati zakonske propise koji regulišu njihovu upotrebu u ishrani životinja, a prvenstveno uslove vezane za klasifikaciju, način doziranja i vrstu životinja za koje je dati antioksidans namenjen/registrovan.

Zakonska regulativa upotrebe antioksidanasa kao dodataka hrani za životinje

U Republici Srbiji, prema Pravilniku o kvalitetu hrane za životinje (Član 74), svi dodaci hrani za životinje su svrstani u 7 grupa: 1) vitamini i provitamini 2) mikroelementi i minerali 3) neproteinska azotna jedinjenja 4) aminokiseline 5) stimulatori rasta 6) kokcidostatici i 7) ostali dozvoljeni dodaci. U okviru poslednje grupe, pod nazivom ostali dozvoljeni dodaci (Član 90) svrstani su: **antioksidansi** (kao i sredstva za vezivanje, emulgatori, stabilizatori i zgušnjivači, materije za bojenje uključujući i pigmente, arome i pojačivači apetita, konzervansi, enzimi, sredstva za poboljšavanje iskoristljivosti hrane i fitobiotici). Da bi se sprečila oksidacija

sirove masti i drugih nestalnih sastojaka, prema ovom Pravilniku, smešama se mogu dodavati samo dozvoljeni antioksidansi predstavljeni u Tabeli 3. Deklaracija za smeše kojima je dodat neki od datih antioksidansa mora da sadrži podatke o količini upotrebljenih antioksidansa, uz obavezu poštovanja graničnih vrednosti, odnosno njihovog maksimalno dozvoljenog učešća u smeši namenjenoj vrsti životinje za koju je dati antioksidans registrovan (predstavljeno u Tabeli 3).

Tabela 3. Antioksidansi dozvoljeni za upotrebu kao dodaci hrani za životinje prema važećem Pravilniku o kvalitetu hrane za životinje

Dozvoljeni dodaci	Hemijska oznaka	Vrsta životinje	*Dozvoljena količina maks.
L askorbinska kiselina	$C_6H_8O_6$	sve	
Butylhydroxyanisol (BHA)	$C_{13}H_{16}O_2$	sve	150
Butylhydroxytoluol (BHT)	$C_{15}H_{24}O$	sve	150
Etoksiquin	$C_{14}H_{19}ON$	sve	150
Calcium-L-ascorbat	$C_{12}H_{14}O_{12}Ca_2H_2O$	sve	
5,6-diacethyl-L-Askorbinska kiselina	$C_{10}H_{12}O_8$	sve	
Dodecylgallat	$C_{19}H_{30}O_6$	sve	100
Natrium-l-ascorbat	$C_6H_2O_6Na$	sve	
Octylgallat	$C_{15}H_{22}O_5$	sve	100
Propylgallat	$C_{22}H_{38}O$	sve	100
6-Palmitoyl-L-askorbinska kiselina	$C_{22}H_{38}O$	sve	
Jak tocopherol prirodni ekstrakt		sve	
Sintetički Alpha- tocopherol	$C_{29}H_{50}O_2$	sve	
Sintetički Delta tocopherol	$C_{27}H_{46}O_2$	sve	
Sintetički Gamma tocopherol	$C_{28}H_{48}O_2$	sve	

*Vrednosti izražene u mg/kg za životinje

U Evropskoj uniji, Evropska Komisija (*European Commission*) je donela Uredbu "*European Parliament and Council Regulation (EC) No 1831/2003*", na osnovu koje su dodaci hrani za životinje (aditivi) svrstani u sledećih 5 kategorija, sa pripadajućim funkcionalnim grupama u okviru svake od kategorija: 1) Tehnološki aditivi (konzervansi, antioksidansi, emulgatori, agensi za stabilizaciju, regulatori kiselosti, silažni aditivi) 2) Senzorni aditivi (arome, boje) 3) Nutritivni dodaci (vitamini, minerali, aminokiseline, mikroelementi) 4) Zootehnički aditivi (poboljšivači svarljivosti, stabilizatori crevne flore) i 5) Kokcidiostatici i histomonostatici. Unutar prve kategorije, odnosno u okviru tehnoloških aditiva, svrstani su antioksidansi, kao supstance koje produžavaju vek skladištenja hrane za životinje

štiteći ih od promena i štetnih efekata izazvanih oksidacijom. Evropska Komisija je uspostavila Registar dodataka hrani za životinje (European Union Register of Feed Additives) u kojem su predstavljeni svi dozvoljeni aditivi. Svi aditivi koji su klasifikovani kao antioksidansi u datom Registru predstavljeni su u Tabeli 4.

Tabela 4. Dozvoljeni antioksidansi predstavljeni u Registru dodataka hrani za životinje u Evropskoj uniji

Dozvoljeni dodaci	Hemijska oznaka	Vrsta životinje	*Dozvoljena količina maks.
Ascorbic acid	$C_6H_8O_6$	Sve vrste	
Sodium ascorbate	$C_6H_7O_6Na$	Sve vrste	
Calcium ascorbate	$C_{12}H_{14}O_{12}Ca \cdot 2H_2O$	Sve vrste	
Ascorbyl palmitate	$C_{22}H_{38}O_7$	Sve vrste	
Tocopherol extracts from vegetable oils	Alfa, beta, gama i delta- tokoferol: $C_{29}H_{50}O_2$ $C_{28}H_{48}O_2$ $C_{28}H_{48}O_2$ $C_{27}H_{46}O_2$	Sve vrste	
Tocopherol- rich extracts from vegetable oils (delta rich)	Alfa, beta, gama i delta tokoferol: $C_{29}H_{50}O_2$ $C_{28}H_{48}O_2$ $C_{28}H_{48}O_2$ $C_{27}H_{46}O_2$	Sve vrste	
Alpha-tocopherol	$C_{29}H_{50}O_2$	Sve vrste	
Propyl gallate	$C_{10}H_{12}O_5$	Sve vrste	100
Butylated hydroxyanisole (BHA)	$C_{11}H_{16}O_2$	Sve vrste izuzev mačaka	150
Butylated hydroxytoluene (BHT)	$C_{15}H_{24}O$	Sve vrste	150
Ethoxyquin	$C_{14}H_{19}ON$	Sve vrste izuzev pasa	150
Ethoxyquin	$C_{14}H_{19}ON$	Psi	100

*Vrednosti izražene u mg/kg hrane za životinje

Maksimalno dozvoljene količine navedenih antioksidanasa se izražavaju u mg aktivne supstance antioksidansa u 1 kg potpune smeše za ishranu životinja, koja je preračunata na sadržaj vlage od 12 procenata. Imajući u vidu potencijalno toksične i mutagene efekte antioksidansa etoksikvina, u Evropskoj Uniji je od 2017. godine na snazi zabrana njegovog korišćenja ("Authorisation suspended"). S obzirom na široko zastupljenu upotrebu etoksikvina u ishrani različitih vrsta i kategorija životinja, Evropska komisija nije uvela apsolutnu zabranu, već je obezbe-

dila određene tranzitorne mere na osnovu kojih je odobrena (produžena) njegova upotreba pod određenim uslovima do kraja 2020. godine.

U Sjedinjenim Američkim Državama, prema propisima Uprave za hranu i lekove (FDA engl. *Food and Drug Administration*) maksimalno dozvoljene količine etoksikvina, BHT i BHA u hrani za životinje iznose 150 mg/kg, 200 mg/kg i 200 mg/kg, navedenim redosledom.

U predstavljenim Pravilnicima koji regulišu segment dodataka hrani za životinje, kako u Republici Srbiji, tako i u Evropskoj Uniji, mogu se uočiti određeni nedostaci koji se odnose na samu klasifikaciju antioksidanasa. Naime, vitamini i minerali koji imaju dokazana antioksidativna svojstva svrstani su u kategoriju „nutritivni aditivi“ bez definisanog maksimalno dozvoljenog učešća u smešama. Takođe, Pravilnik u Republici Srbiji razmatra samo maksimalno učešće neorganskih izvora selena, dok za organske forme nisu date preporuke. Uzimajući u obzir rezultate brojnih istraživača koji ukazuju da, ukoliko se dodaju u višku, brojna jedinjenja sa antioksidativnim svojstvima, uključujući vitamine E i C, mogu ispoljiti prooksidativno dejstvo, jasno je da ovo pitanje zahteva detaljniju analizu i dodatne smernice u Pravilnicima. Važeća klasifikacija aditiva ne uzima u obzir imunomodulatorna, kao ni svojstva metaboličkih regulatora koje antioksidansi ispoljavaju. S obzirom da efekti upotrebe antioksidanasa nisu ograničeni samo na period njihove primene, odnosno samo za vreme eksploatacije životinja, već svoj efekat ispoljavaju i naknadno, tokom obrade i čuvanja mesa, antioksidansi bi mogli biti svrstani i u nove kategorije aditiva poput jedinjenja koja popravljaju senzorne i nutritivne karakteristike mesa i produžavaju njegovu održivost i upotrebnu vrednost.

Trenutno stanje na tržištu antioksidanasa

Globalno tržište antioksidanasa, kao dodataka hrani za životinje, u 2019. godini procenjeno je na 356 miliona dolara, a predviđanja su da će dostići vrednost od 474 miliona dolara do 2025. godine, odnosno da će globalno tržište rasti po godišnjoj stopi od 4,9% tokom navedenog perioda. Faktori poput porasta potražnje za kvalitetnom hranom, poboljšanja tehnologije u proizvodnji hrane za životinje i povećanja standardizacije kvaliteta mesa i mesnih proizvoda podstiču rast datog tržišta širom sveta. Posmatrano na globalnom nivou, najveći udeo tržišta antioksidanasa zauzima Azijsko-pacifički region, praćen Severnom Amerikom, Evropom i Južnom Amerikom. Prema vrsti stočarske proizvodnje, upotreba antioksidanasa je najzastupljenija u živinarstvu, što se može pripisati velikom potražnjom za živinskim mesom, kao i mogućnošću da se upotrebom antioksidanasa smanje troškovi proizvodnje i poboljša kvalitet i održivost živinskog mesa. Antioksidansi su na tržištu dostupni u dve forme: tečnoj i čvrstoj/suvoj. Većina proizvođača na tržištu pruža suhu formu proizvoda u obliku praha i granula, prvenstveno uzimajući u obzir zahteve krajnjih korisnika. U poređenju sa tečnim, antioksidansi proizvedeni u suvoj formi, posebno u obliku praha, su lakši za upotrebu, lakše se čuvaju i mešaju sa hranom. Najzastupljeniji antioksidansi na tržištu, poput karotenoida, etoksikvina, BHT i BHA se proizvode u praškastoj formi. U stočarskoj proizvodnji

su trenutno zastupljeniji sintetski antioksidansi u poređenju sa prirodnim. Sintetski antioksidansi se proizvode kao čiste supstance, konzistentnog sastava sa visokom stabilnošću.

Tabela 5. Najvažnija prirodna jedinjenja sa izraženim antioksidativnim svojstvima poreklom iz biljaka

Biljka	Antioksidativne komponente	Antioksidativno dejstvo
Ruzmarin (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	L-karnozin, karnozna kiselina, rozmadial, diterpeni (epirosmanol, izosmanol, rozmaridifenol, rozmarihinon, rozmarinska kiselina)	Lipidni antioksidans - deluje na radikale
Žalfija (<i>Salvia officinalis</i> L.)	Karnatska kiselina, rozmanol, rozmadial, metil i etil, rozmarinska kiselina	Primalac slobodnih radikala
Origano (<i>Origanum vulgare</i> L.)	Rozmarinska kiselina, 3,4-dihidroksicinaminska kiselina, fenilpropionska kiselina; flavonoidi - apigen, eridicil, dihidrokvercetin; karvakrol, timol	Primalac slobodnih radikala
Majčina dušica (<i>Thimus vulgaris</i> L.)	Timol, karvakrol, fenolne kiseline, fenol diterpeni, flavonoidi	Primalac slobodnih radikala
Kurkuma (<i>Curcuma</i> L.)	Kurkuma, 4-hidroksicinamoilmetan	Primalac slobodnih radikala
Crni biber (<i>Piper nigrum</i> L.)	Kempferol, ramnetin, kvercetin	Primalac slobodnih radikala
Ljuta crvena paprika (<i>Capsicum frutescens</i>)	Kapsaicin, kapsaicinol	Primalac slobodnih radikala
Karanfil (<i>Dianthus cariofillus</i> L.)	Fenolne kiseline (galna kiselina), flavonol glukozidi, fenolna isparljiva ulja (eugenol, acetilvenol, izoegenol), tanini	Primalac slobodnih radikala, helator metala
Majoran (<i>Majorana majorana</i> L.)	β -karoten, b-sitosterol, kofeinska kiselina, karvakrol, eugenol, hidrokinon, rozmarinska kiselina, terpinen- 4-ol	Primalac slobodnih radikala

Navedene osobine, zajedno sa lakom dostupnošću i niskim troškovima proizvodnje podstiču njihov rast na tržištu. S obzirom na zakonsku regulativu u Evropskoj Uniji, koja zabranjuje upotrebu etoksikvina kao dodatka hrani za životinje, kao i sve veću zabrinutost potrošača prema njegovim toksičnim i mutagenim efektima, najzastupljeniji sintetski antioksidans na tržištu je BHT. Sa druge strane, imajući u vidu postojeći trend smanjenja korišćenja sintetskih aditiva u ishrani životinja, upotreba prirodnih antioksidanasa takođe beleži rast, pri čemu karotenoidi imaju najveći udeo na tržištu. Takođe se na tržištu beleži konstantan rast upo-

trebe novih, prirodnih jedinjenja sa izraženim antioksidativnim svojstvima. U tom pogledu su najviše izučavana polifenolna jedinjenja poreklom iz začinskih i lekovitih biljaka. U Tabeli 5 su predstavljeni najpoznatiji antioksidansi biljnog porekla, kao i način njihovog dejstva. Trenutno se, kao najznačajniji (najveći) proizvođači antioksidanasa izdvajaju **Cargill** (SAD), **DSM** (Netherlands), **BASF** (Nemačka), **Nutreco** (Holandija), **Kemin** (SAD), **Adisseo** (Francuska), **Alltech** (SAD), **Novus International** (SAD), **Zhejiang Medicine Co. Ltd.** (Kina), **BTSA** (Španija) i **Lallemand Animal Nutrition** (Kanada). Većina navedenih proizvođača je otvorila svoja predstavništva u našoj zemlji, čime su njihovi proizvodi postali dostupni domaćim proizvođačima.

Određivanje antioksidativnog kapaciteta hrane

Antioksidativni kapacitet predstavlja meru sposobnosti smanjenja i zaustavljanja štetnih oksidativnih reakcija u hrani i u organizmu. Merenje ukupnog antioksidativnog kapaciteta (eng. *Total antioxidant capacity*, TAC) bioloških rastvora i hrane, vrši se za dijagnozu i lečenje bolesti povezanih sa oksidativnim stresom, kontrolu varijacija unutar ili između proizvoda i poređenje hrane prema sadržaju antioksidanasa. U literaturi su opisane brojne metode za merenje totalnog antioksidativnog kapaciteta, međutim, glavni problem je nestandardizovanost tih metoda jer ni jedna od njih ne prikazuje mehanizme delovanja svih slobodnih radikala i svih antioksidanasa koji su prisutni u kompleksnom sastavu kao što je organizam ili hrana. Stoga je potrebno kombinovati više metoda kako bi se dobio profil aktivnosti svih prisutnih antioksidanasa. Dva osnovna mehanizma, preko kojih antioksidansi mogu deaktivirati slobodne radikale su: SET i HAT mehanizam. Kod metoda koje rade na principu SET (engl. *Single Electron Transfer*) mehanizma (prenos jednog elektrona) meri se sposobnost antioksidansa kao donora elektrona i time redukuje komponente (metalne jone, karbonilna jedinjenja i radikale). Metode koje se koriste za merenje antioksidativnog kapaciteta na principu **SET mehanizma** su: **FRAP** (engl. *Ferric Reducing Antioxidant Power*), **DPPH** (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) i **TEAC** (engl. *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) metoda. Metodama koje rade na principu HAT (engl. *Hydrogen Atom Transfer*) mehanizma (prenos vodonikovog atoma) meri se sposobnost antioksidansa da reaguje sa slobodnim radikalima donirajući vodonikov atom. Metode koje se koriste za merenje antioksidativnog kapaciteta na principu **HAT mehanizma** su: **ORAC** (engl. *Oxygen Radical Absorbance Capacity*) i **TRAP** (engl. *Total Radical Trapping Antioxidant Parameter*) metoda.

U okviru sopstvenih istraživanja, Katedra za ishranu i botaniku Fakulteta veterinarske medicine u Beogradu sproveda je niz eksperimenata u kojima je ispitivan antioksidativni kapacitet smeša za ishranu svinja i živine, kao i različitih prirodnih antioksidanasa. U grupnom kontrolnom ogledu ishrane koji je trajao 54 dana i obuhvatio 48 prasadi (odbijenih od krmače u starosti od 24±1 dan), najbolji proizvodni rezultati su ostvareni upotrebom smeša sa najvećim ukupnim antioksidativnim kapacitetom (26,22 mg troloksa/g hrane). Metodologija koja je prime-

njena za određivanje ukupnog antioksidativnog kapaciteta hrane podrazumevala je upotrebu testova DPPH i FRAP. U ogledu koji je organizovan na brojlerima, ispitivan je antioksidativni kapacitet potpunih smeša sa dodatkom fitobiotika genisteina, kao i njihov efekat na proizvodne rezultate. U eksperimentu su korišćeni FRAP test i sposobnost inhibicije lipidne peroksidacije (LP). Kao i kod drugih istraživača, primećene su značajne varijacije u rezultatima različitih testova. Ipak, podaci dobijeni u ogledu su dokazali da upotreba genisteina (kao dodatka sa izraženim antioksidativnim dejstvom) u količini od 400-800 mg/kg hrane u ishrani živine ima svoje medicinsko, nutritivno i ekonomsko opravdanje.

ZAKLJUČAK

Intenzivnu stočarsku proizvodnju odlikuje uvođenje visoko-selekcionisanih hibrida koje karakteriše visok prirast i dobra konverzija hrane. Za postizanje navedenih ciljeva neophodni su intenzivni metabolički procesi u organizmu koje prati povećana proizvodnja slobodnih radikala i posledično oštećenje biološki važnih jedinjenja. U prisustvu različitih stresogenih faktora, koje je često nemoguće izbjeći u savremenoj proizvodnji, kapacitet antioksidativne zaštite je nedovoljan za uspostavljanje ravnoteže između antioksidansa i prooksidansa. Stoga, uspostavljanje optimalnog antioksidativnog kapaciteta hrane predstavlja jedan od ključnih faktora odgovornih za održavanje zdravlja, kao i visokih proizvodnih i reproduktivnih karakteristika domaćih životinja. Nekontrolisani oksidativni procesi u hrani za životinje negativno utiču na njene senzorne osobine i hranljivu vrednost što rezultuje padom konzumacije, slabijom svarljivošću, lošijom konverzijom hrane i na kraju nezadovoljavajućom ekonomičnošću proizvodnje. Sve veća zabrinutost potrošača o potencijalnim štetnim efektima upotrebe sintetskih antioksidanasa u ishrani životinja zahteva detaljnu analizu strukture obroka, ali i svih dodatnih faktora koje je neophodno razmotriti pri upotrebi antioksidanasa. Trenutno ne postoje jasne preporuke koje se odnose na tačne vrednosti antioksidativnog kapaciteta koje je potrebno ispuniti pri formulisanju smeša za ishranu životinja. Rezultati različitih istraživača su uglavnom nekonzistentni i teško ih je tumačiti prvenstveno zbog različite metodologije koja se primenjuje u radu. Neophodna su dalja istraživanja u pravcu razvoja jednostavnih, brzih i jeftinih metoda koje bi postale "zlatni standard" u određivanju ukupnog antioksidativnog kapaciteta hrane. Na ovaj način bi istraživači dobili korisno oruđe za rad, a na osnovu dobijenih rezultata nutricionistima bi se pružile praktične smernice za uspostavljanje optimalnih vrednosti koje bi smeše trebalo da ispunjavaju. Takođe, na opisan način bi se omogućilo preciznije doziranje antioksidanasa pri formulisanju obroka za ishranu životinja čime bi se smanjila mogućnost za ispoljavanje štetnih efekata njihove upotrebe.

Zahvalnica

Rad je podržan sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-68/2020-14/200143).

LITERATURA

1. *Salamia S, Majokaa M, Sahaa S, Garbera A, Gabarroua JF*, 2015, Efficacy of dietary antioxidants on broiler oxidative stress, performance and meat quality: science and market, *Avian Biol Res*, 8, 2, 65–78.
2. *Cabel MC, Waldroup PW, Shermer WD, Calabotta DF*, 1988, Effect of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance, *Poult Sci*, 67, 1725–30.
3. *Cecchini S, Fazio F*, 2020, Assessment of Total Antioxidant Capacity in Serum of Healthy and Stressed Hens, *Animals*, 2020, 10.
4. *Gramzow S, Holthausen A*, 2002, Effects of antioxidants in farm livestock, *Lohmann information*, 27, 1-6.
5. *Halliwell B*, 1994, Free radicals and antioxidants A personal view, *Nutr Rev*, 52, 253-65.
6. *Pashtetsky V, Ostapchuk P, Il'yazov R, Zubochenko D, Kuevda T*, 2019, Use of antioxidants in poultry farming (review), *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, 341, 012042.
7. *Salami SA, Guinguina A, Agboola JO, Omede AA, Agbonlahor EM, Tayyab U*, 2016, Review: In vivo and postmortem effects of feed antioxidants in livestock: a review of the implications on authorization of antioxidant feed additives, *Anim Cons*, 10, 8, 1375–90.
8. *Surai P, Kochish I*, 2019, Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium, *Poult Sci*, 98, 4231–9.
9. *Surai P, Kochish I, Romanov M, Griffin D*, 2019, Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of vitamin E, *Poult Sci*, 90, 1–12.
10. *Wang SY, Bottje WG, Maynard P, Dibner J, Shermer W*, 1997, Effects of santolquin and oxidised fat on liver and intestinal glutathione in broilers, *Poult Sci*, 76, 961–7.
11. *Zhou Y, Mao S, Zhou M*, 2019, Effect of the flavonoid baicalin as a feed additive on the growth performance, immunity, and antioxidant capacity of broiler chickens, *Poult Sci*, 98, 2790–9.

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT FEED CAPACITY AS A FUNCTION OF OPTIMAL PRODUCTION RESULTS OF MONOGASTRIC ANIMALS

Radulović Stamen, Šefer Dragan, Marković Radmila, Perić Dejan, Jovanović Dragoljub, Krstić Milena, Borozan Sunčica

In intensive livestock production, animals are exposed to a number of stressors that originate from feed, the environment, production technology, as well as the biological / individual characteristics of each individual. These stressors are responsible for poorer production results, poorer reproductive characteristics, as well as reduced resistance of the organism to diseases. At the molecular level, stressor activity is associated with the formation of free radicals and the occurrence of oxidative stress with consequent damage to biologically important molecules. There is a large number of compounds in the animal's body that exhibit an antioxidant effect. Some of them are synthesized in tissues (ascorbic acid, coenzyme Q, carnitine, taurine, antioxidant enzymes, etc.), while others are ingested through the feed (vitamins, carotenoids, phenolic compounds, minerals, etc.). The most important practical step in preventing oxidative damage and maintaining the balance of antioxidant defense in the body of animals is achieved by improving the antioxidant capacity of feed, and optimizing the intake of antioxidants through animal feed. Proper use of antioxidants slows down oxidative processes in feed and reduces the intake of free radicals by animals, which improves their production and reproductive characteristics, as well as the quality of animal meat. The simplest way to represent the antioxidant capacity

of a sample is based on a specific reference standard, most commonly 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid, also known as Trolox. Based on the results obtained using the Trolox method, the antioxidant capacity of feedstuffs and feed mixtures for animal nutrition can be evaluated, as well as the additives with antioxidant effect.

Key words: antioxidant capacity, antioxidants, nutrition, production improvement

Organizaciju XLII simpozijuma za inovacije znanja veterinara, finansijski su podržale sledeće organizacije i preduzeća:

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede – Uprava za veterinu

Veterinarska komora Srbije

Naučni institut za veterinarstvo Srbije

Naučni institut za veterinarstvo Novi Sad

Institut za higijenu i tehnologiju mesa

Veterinarski institut dr Vaso Butozan

Veterinarski specijalistički institut Kraljevo

Veterinarski specijalistički institut Šabac

Veterinarski specijalistički institut Požarevac

Veterinarski specijalistički institut Sombor

Veterinarski specijalistički institut Jagodina

Veterinarski specijalistički institut Niš

Veterinarski specijalistički institut Zaječar

Veterinarski specijalistički institut Subotica

Veterinarski specijalistički institut Pančevo

Veterinarski specijalistički institut Zrenjanin

Veterinarski zavod Subotica – Labiana

Veterinarska stanica Zoolek

Veterinarska stanica Mladenovac

Veterinarska stanica Bujanovac

Beoveterina

Kinološki savez Srbije

Superlab

Promedia

Elixir feed aditives

Sano – savremena ishrana životinja

Biochem Balkan

Primavet

Korvet team

Fish Corp. 2000 feed

Royal Vet

Vetanova

Krka farm

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд
636.09(082)

СЕМИНАР за иновације знања ветеринара (42 ; 2021 ; Београд)
Zbornik predavanja XLII Seminara za inovacije znanja veterinara,
Beograd, 2021 / [urednik Lazarević Miodrag]. - Beograd : Fakultet
veterinarske medicine, Centar za izdavačku delatnost i promet učila, 2021
(Beograd : Naučna KMD). - [8], 195 str. : ilustr. ; 24 cm

Na vrhu nasl. str.: Univerzitet u Beogradu. - Tiraž 450. - Str. [3]:
Predgovor / Milorad Mirilović, Danijela Kirovski. - Bibliografija uz svaki
rad. - Summeries. - Registar.

ISBN 978-86-80446-41-7

а) Ветерина - Зборници

COBISS.SR-ID 31706889

ISBN 978-86-80446-41-7



МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ,
ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ



VSI JAGODINA



VSI ZREČANIH