

MEĐUDJELOVANJE NUTRICINA I STRESA NA ZDRAVLJE I PROIZVODNOST PERADI

NUTRICINE AND STRESS INTERACTIONS AND THE EFFECT ON POULTRY HEALTH AND PERFORMANCE

H. Valpotić, Vlasta Šerman, Nora Mas, Ž. Mikulec, T. Mašek

Pregledni znanstveni članak
UDK: 636.5:636.087.7
Primljeno: 6. travanj 2005.

SAŽETAK

U suvremenoj peradarskoj proizvodnji životinje su izložene različitim oblicima stresa od trenutka kad se izlegu do završetka proizvodnog ciklusa. Kontinuirani stres uzrokuje smanjenje proizvodnih osobina, te povećanu učestalost obolijevanja od zaraznih i nezaraznih bolesti. Budući da je u EU sve prisutniji trend isključivanja antibiotika i drugih medicinskih pripravaka iz životinjske hrane zbog opasnosti od rezistentnih mikroorganizama, nutritivna rješenja postupno postaju sve važnija alternativa u dosadašnjim sustavima uzgoja. Nutritivna rješenja uključuju korištenje biološki djelatnih tvari tj. nutricina ili funkcionalne hrane. Od nutricina najčešće se primjenjuju antioksidanti, enzimi, emulgatori, karotinoidi, organske kiseline i neprobavljivi oligosaharidi. Organske kiseline i antioksidanti održavaju kakvoću krmiva, dok enzimi potpomažu probavu i stupanj iskorištavanja hranjivih tvari. Karotinoidi djeluju stimulativno na imunološki sustav smanjujući učestalost pojave bolesnih stanja. Neprobavljivi oligosaharidi i organske kiseline moduliraju mikropopulaciju probavnog sustava potičući proliferaciju poželjnih mikroorganizama, te smanjuju učestalost probavnih poremećaja. Kontrolom oksidativnog stresa antioksidanti pozitivno utječu na zdravstveno stanje životinja u intenzivnom uzgoju, te imaju određeni učinak na kakvoću mesa. U ovom preglednom članku biti će prikazane dosadašnje spoznaje međudjelovanja nutricina i stresa, te njihovog utjecaja na zdravlje i proizvodne rezultate u sustavima intenzivnog uzgoja peradi.

Ključne riječi: perad, nutricini, stres, zdravlje

UVOD

Suvremena peradarska proizvodnja pristup hranidbi temelji na bioaktivnim sastojcima u hrani (nutricinima) kojima se, umjesto prekomjerne uporabe antibiotika i drugih lijekova, održava zdravlje i

dobrobit, a umanjuju učinci okolišnih stresora na otpornost (imunost) i proizvodnost (rast i repro-

Hrvoje Valpotić, dr. vet. med., prof. dr. sc. Vlasta Šerman, doc. dr. sc. Nora Mas, prof. dr. sc. Željko Mikulec, Tomislav Mašek dr. vet. med., Zavod za hranidbu, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, Zagreb - Croatia.

dukciju) peradi u intenzivnom uzgoju (Adams, 2004.).

Namirnice životinjskog podrijetla su od izuzetne važnosti u prehrani sve veće populacije ljudi. To se ponajviše odnosi na proizvode dobivene uzgojem peradi (meso, jaja) koji predstavljaju odličan izvor kvalitetnih bjelančevina, energije, vitamina i minerala (Neumann i sur., 2002.).

Visoka proizvodnost suvremene peradarske industrije osigurava velike količine jeftino proizvedenih kvalitetnih namirnica koje će imati sve važniju ulogu u desetljećima pred nama. Međutim, u današnje vrijeme politika Evropske Unije pomalo prelazi sa što veće i jeftinije proizvodnje na proizvodnju skuplje ali sigurnije hrane, kroz modifikacije sustava uzgoja peradi. To se ponajviše odnosi na tendenciju izbacivanja antibiotika, kokcidostatika i ostalih medicinskih promotora rasta zbog straha od sve veće bakterijske rezistencije (Aarestrup i sur., 2001).

S druge se strane nameću sve veći zahtjevi za poboljšanjem kakvoće krmiva (Crump i sur., 2002), kako bi se održao prihvatljiv stupanj zdravlja životinja i minimalizirao negativan učinak peradarske proizvodnje na okoliš. Ova problematika predstavlja velik izazov za nutricioniste, te iziskuje određene promjene u načinu pristupa suvremenoj hranidbi peradi.

Hrana za perad mora zadovoljiti nekoliko važnih kriterija (Adams, 2004.):

- osigurati adekvatne količine probavljivih hranjivih tvari,
- ne smije sadržavati patogene mikroorganizme,
- mora modulirati mikropopulaciju u crijevima i na taj način kontrolirati probavne poremećaje,
- štiti životinju od negativnog učinka oksidativnog stresa,
- minimalizirati pojavu nezaraznih bolesti,
- održavati učinkovit imunski sustav koji će štiti životinje od zaraznih bolesti

Da bi se postigli gore navedeni ciljevi, u hranidbi peradi treba koristiti cijeli spektrar biološki djelatnih tvari koje pokazuju povoljan učinak na rast i zdravstveno stanje peradi mada nemaju neposredno nutritivno djelovanje. U tu skupinu uključeni su

- enzimi,
- emulgatori,

- antioksidanti,
- fosfolipidi i organske kiseline
- neprobavljivi oligosaharidi,
- karotinoidi,

Navedene komponente hrane nazvane nutricini (Asams, 1999.) predstavljaju sponu između hranidbe i zdravlja, te će u suvremenoj peradarskoj proizvodnji imati sve važniju ulogu. Prema tome, mora se uzeti u obzir povezanost niza čimbenika kao što su zdravstveno stanje, bolesti, stres, hranjive tvari, biološki djelatne tvari, dobrobit životinja i učinak na okoliš (slika 1.). Da bi se izbjegla bolesna stanja bez prekomjerne uporabe farmakoloških pripravaka treba poznavati interakcije na relaciji domaćin – navedeni čimbenici koje mijenjaju potrebe peradi za hranjivim i biološki djelatnim tvarima.

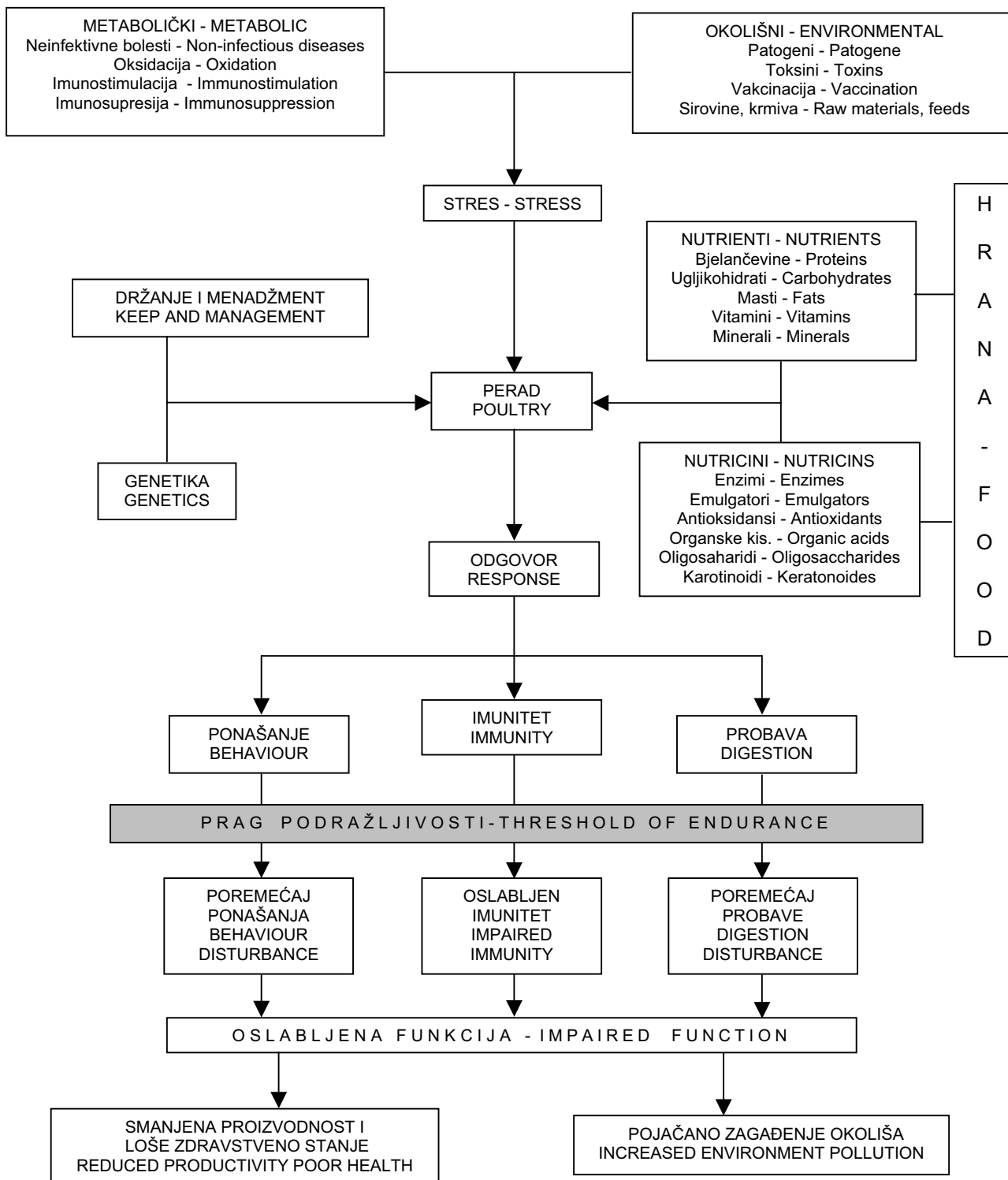
Uzgoj peradi izlaže životinje različitim stresnim situacijama tijekom njihovog proizvodnog ciklusa. Perad je izložena stresu odmah nakon valjenja kada njen nezreli probavni sustav prvi puta dolazi u dodir s mikroorganizmima hrane i okoliša. Pile je u tom razdoblju života vrlo podložno invaziji patogenih mikroorganizama, a velika je i mogućnost pojave neke od zaraznih bolesti koje se brzo šire jer su sve životinje u neposrednom kontaktu. S druge strane, metaboličke bolesti poput ascitesa i problema s nogama zajedno s preventivnom terapijom i vakcinacijom doprinose kumulativnom stresnom stanju peradi u intenzivnom uzgoju.

Vrlo je važno razumijeti ograničenja rasta i proizvodnosti peradi s nutritivnog stajališta. Stoga glavni cilj mora biti smanjenje stresa poboljšanjem iskoristivosti hrane (primjena enzima), što potpomaže otpornost na crijevne i zarazne bolesti. Tako se izbjegava oksidativni stres i nastanak nezaraznih bolesti, što pak uz hranu poboljšane iskoristivosti pridonosi postizanju dobrih proizvodnih rezultata.

➤ *Enzimi i emulgatori*

Životinjska hrana je kompleksna mješavina različitih organskih i anorganskih spojeva. To uključuje osnovne hranjive tvari poput bjelančevina, ugljikohidrata (škrob) i masti (trigliceridi) koji se u probavnom sustavu razlažu na jednostavnije molekule koje su zatim pogodne za absorpciju u krvotok. Međutim, u krmivima se nalaze i druge komponente (β -glukani, manani, pentozani, lignin, celuloza, fitati isl.) koje su neprobavljive za perad (Annison i Choct, 1993.).

Slika 1. Odnos između stresa, imuniteta i proizvodnosti u suvremenoj peradarskoj proizvodnji
Figure 1. The relationship between stress, immunity and performance in modern poultry production



Tablica 1. Aktivnost endogene fitaze u pojedinim krmivima**Table 1. Endogenous phytase activity of different feeds**

Krmiva - Feeds	Aktivnost fitaze (U/kg hrane)* Phytase activity (U/kg feed)*
Pšenica - Wheat	1193
Ječam - Barley	582
Raž - Rye	5130
Kukuruz - Maize	15
Rižine posije - Rice bran	122
Lupina - Lupin	0
Sojina sačma Soybean meal	8
Sačma uljane repice Oilseed meal	16

* 1 $\mu\text{mol}/\text{min}$ na PH 5.5, 37°C (supstrat Na-fitat).

Ti neprobavljivi sastojci hrane opterećenje su za probavni sustav peradi jer smanjuju iskorištavanje hranjivih tvari i rezultiraju vlaženjem stelje (Šerman i sur., 1997.).

Slabo iskorištavanje hrane potpomaže proliferaciju patogenih mikroorganizama u probavnom sustavu, a prevelika mikropopulacija uzima bjelančevine i energiju namijenjenu rastu i razvoju peradi, što dodatno izlaže životinje stresu. Upotreba antimikrobnih sredstava kao promotora rasta nije pružila rješenje ovog problema koji se posljednjih godina uglavnom rješava upotrebom enzima (Bedford, 2000.).

Kao tipičan predstavnik monogastričnih životinja perad kroz krmiva uzima velike količine fitinski vezanog fosfora koji ne može iskoristiti. Dodavanjem fitaze hrani poboljšava se iskoristivost fosfora pa smanjeni dodatak anorganskog fosfora u hranu umanjuje njegov negativan učinak na okoliš (Simons i Versteegh, 1993.). Međutim, mnogi sastojci hrane sadrže endogenu fitazu (Pallauf i Rimbach, 1997.). Žitarice poput ječma, pšenice, raži i tritikala vrlo su bogate endogenom fitazom dok kukuruz, sirak i uljarice sadrže manje količine (Guenter, 1997.).

Bedford i Partridge (2001.) su utvrdili da enzimi dodani u hranu za perad vrlo učinkovito pospješuju

probavljivost različitih sirovina, smanjuju proliferaciju patogenih mikroorganizama, te smanjuju zagađivanje okoliša.

Skupinu nutricina koja poput emulgatora ima važnu ulogu u probavi masti predstavljaju fosfolipidi. Oni sudjeluju u resorpciji masnih kiselina formiranjem micela. Određena podvrsta fosfolipida, koja je hidrofilnija od drugih lipida (lizofosfolipidi) od posebnog je značenja u resorpciji hranjivih tvari. Lizofosfolipidi spontano formiraju micelle sa žučnim solima, masnim kiselinama i monogliceridima, a ti su miceli manji i stabilniji od onih koje formiraju drugi fosfolipidi.

Bain i sur. (2000.) navode da resorpcija lino-lenske kiseline ima znatan učinak na težinu jaja kod kokoši nesilica. Kao izvor linolenske kiseline koristi se mast koja zajedno s dodatkom lizofosfolipida značajno utječe na prosječnu težinu jaja. Srednja težina jaja jedan je od najznačajnijih čimbenika koji upravljaju profitabilnošću proizvodnje jaja, a potonji način manipulacije težinom je vrlo vrijedan alat u suvremenoj peradarskoj proizvodnji.

➤ *Antioksidansi*

Kontrola autooksidacije je važan čimbenik u proizvodnji peradi, a može se provoditi na nekoliko različitih načina. Ti su načini prema Surai (2002) slijedeći:

1. konzerviranje sirovina i proizvodnja krmnih smjesa za perad,
2. kontrola oksidativnog stresa radi očuvanja zdravlja životinja i poboljšanja proizvodnih rezultata,
3. učinak antioksidansa na kakvoću mesa

Autooksidacija je vrlo destruktivan proces, pa je razvoj antioksidansa i novih tehnologija zaštite od primarnog značenja za industrije koje koriste sirovine podložne autooksidaciji. Do danas je otkriven velik broj tvari koje imaju antioksidativno djelovanje, a samo manji dio se redovito koristi u proizvodnji hrane za perad. Popis dozvoljenih antioksidativnih molekula koji se koriste u hranidbi peradi u Republici Hrvatskoj prikazan je na tablici 2. (NN 26., 1998.)

Tablica 2. Antioksidansi dozvoljeni za primjenu u hranidbi peradi**Table 2. Antioksidans permitted for use in poultry feeds in Croatia**

L - askorbinska kiselina - L - ascorbic acid	Kalcij-L-askorbat - Calcium - L - ascorbate
Butrilhidroksi-anisol (BHA)	Etoksiquin
Butrilhidroksi-toluol (BHT)	L-askorbinska kiselina-6-palmitat - L-ascorbic acid-6-palmitat
Natrij-L-askorbat – Sodium - L - ascorbate	5,6-diacetil-L-askorbionska kiselina – 5,6 diacetyl -L-ascorbic acid
Sintetički alfa-tokoferol – Synthetic alphas-tocopherol	Oktil-gallat
Sintetički delta-tokoferol – Synthetic delta-tokoferol	Propil-gallat
Sintetički gama-tokoferol – Synthetic gama-tokoferol	Dodecil-gallat

Osim spojeva navedenih na tablici 2. postoji niz prirodnih komponenti hrane koje imaju antioksidativno djelovanje poput: esencijalne masti kumina, kurkumina, klinčića, origana, ružmarina, kadulje i timijana. Većina polifenoličnih spojeva koji se nalaze u biljkama posjeduje određenu antioksidativnu aktivnost. Međutim, veliki dio tih spojeva topiv je u vodi pa imaju ograničenu primjenu u očuvanju sastojaka hrane na temelju masti (Croft, 1999.).

Krmiva koja se koriste u hranidbi peradi sastoje se od različitih komponenata od kojih su neke podložnije negativnom učinku atmosferskog kisika (autooksidacija). Sastojci poput ulja, masti, mono i diglicerida, te sterola i vitamina topivih u mastima u izravnom kontaktu s kisikom degradiraju se putem autooksidacije.

Skupi pigmenti koji se koriste za bojenje žumanjka i kože peradi poput karotinoida, luteina, zeaksantina, kantaksantina, kapsantina i kapsorubina također su podložni uništenju putem autooksidacije (Adams, 2004.).

Ulja i masti, zajedno s pratiocima masti. su važne i skupe komponente hrane koje u odnosu na sve ostale sastojke krmiva sadrže najveću količinu energije po jedinici mase. Autooksidacija lipidnih komponenti krmiva ima izrazitiji učinak na kakvoću hrane od hranjive vrijednosti krmiva, arome, okusa, teksture i boje, te će se posljedično odraziti i na proizvodne rezultate peradi. Naime, perad će oksidiranu hranu konzumirati u manjim količinama pa će i proizvodni rezultati biti slabiji. Čak i male razine peroksida, 4 meq/kg krmiva uzrokovat će smanjen prirast i lošu konverziju kod brojlera (Cabel i sur., 1988.).

Kisik je životinjama potreban za normalno odvijanje procesa disanja, ali je u isto vrijeme potencijalno toksičan plin koji može biti štetan za

zdravlje životinja (oksidativni stres). Tijekom normalnog disanja kisik se reducira do vode, dok nepotpuna redukcija dovodi do stvaranja kemijskih spojeva koji imaju jak oksidativni potencijal. Ti spojevi su poznatiji kao slobodni radikali, a organizam ih neprekidno proizvodi.

Nagomilavanjem slobodnih radikala u organizmu može nastati niz bolesnih stanja poznatih pod imenom metaboličke bolesti. One, dakle, nisu uzrokovane infektivnim mikroorganizmima, već su posljedica grješaka u hranidbi, što dokazuje da hranidba ima sve važniju ulogu u kontroli i eliminaciji takvih stanja.

Julian (1993) smatra da je jedna od neinfektivnih bolesti brojlera koja godišnje uzrokuje velike gospodarske gubitke ascites. Taj sindrom nastaje kao reakcija na insuficijenciju rada srca i pluća, te posljedičnog nedostatka kisika. Novi visokoproduktivni tipovi brojlera imaju niski udio volumena pluća u odnosu na tjelesnu masu. To dovodi do nemogućnosti respiratornog sustava da odgovori na povećane potrebe za kisikom i posljedičnog povećanja krvnog tlaka u plućnom krvotoku. Nadalje dolazi do pojave periodične hipoksije, zatajenja desne polovice srca, ciroze jetre, te izlaženja tekućine iz krvnih žila koja se nakuplja u tjelesnim šupljinama i uzrokuje ascites.

Dosta se pažnje usmjeruje na odnos vitamina E i učestalosti pojave ascitesa u brojlera. Kod brojlera koji pate od ascitesa pronađene su niže koncentracije vitamina E u tkivima jetre i pluća za razliku od kontrolne skupine (Enkvetchakul i sur., 1993.). Detaljnija istraživanja su pokazala da plućni mitohondriji brojlera koji imaju ascites ne funkcioniraju normalno zbog oksidativnog stresa, što se može izbjeći visokim dozama vitamina E (Iqbal i sur., 2001.).

Međutim, davanje visokih doza vitamina E brojlerima nije uvijek učinkovito za rješavanje problema ascitesa (Bottje i sur., 1997.). Prema Rochu i sur. (2000.) davanje selena uz visoku dozu vitamina E (250 IJ/kg hrane) pruža određeni stupanj sigurnosti protiv ascitesa.

Dodavanje vitamina E u hranu pilića u tovu iznad preporučenih količina (60, 90, 120 mg/kg) nije u istraživanjima koja su proveli Šerman i sur. (1992.) pokazalo značajnije poboljšanje prirasta i konverzije hrane. Međutim, nenamjerno izazvani stresni uvjeti tijekom pokusa bili su ublaženi u skupinama koje su dobivale dodatni vitamin E, što je rezultiralo boljim proizvodnim rezultatima (4 do 7%).

Osim što ima izraziti antioksidativni učinak, neki autori smatraju da vitamin E djeluje stimulatивно na razvoj humoralne imunosti. Tako su npr. pilići hranjeni krmnom smjesom koja je sadržavala 100 i 120 mg/kg vitamina E, te vakcinirani u dobi od 14 dana protiv Newcastleške bolesti, razvili bolji imunostni odgovor od pilića hranjenih krmnom smjesom s manjom količinom vitamina E (Mazija i sur., 1992.).

Kako je oksidacija masti glavni uzrok kvarenja hrane za perad tako je peroksidacija masti glavni uzrok smanjenja kakvoće proizvoda dobivenih od peradi. U oba slučaja dolazi do stvaranja nepoželjnih mirisa i okusa, te neposrednog smanjenja trajnosti. Oksidaciji lipida pogoduju nedostatak antioksidansa u krmivima, visoke koncentracije nezasićenih masnih kiselina u mišićju, te obrada mesa poput mljevenja i kuhanja (pucanje membrana i ubrzana oksidacija) prije zamrzavanja.

Postoji veliki broj molekula koje pokazuju antioksidacijska svojstva i sve je više zanimanja za njihov učinak na kakvoću mesa. Lopez-Bote i sur.

(1998.) navode da je meso brojlera koji su u hrani dobivali vitamin E kao α - tokoferil acetat i ekstrakt ružmarina ili kadulje pokazalo poboljšanu stabilnost mjerenu kao koncentraciju tiobarbituratnih kiseloreaktivnih vrsta (TBARS). Ti su rezultati prikazani na tablici 3. Bitno je napomenuti da je do oksidacije lipida u mišićju dolazilo i tijekom smrzavanja, te su antioksidansi imali povoljan učinak. Začini poput origana također su se pokazali korisnima u sprječavanju oksidacije mesa brojlera koje je sirovo i kuhano smrznuto na devet mjeseci (Botsoglou i sur., 2002, 2003.).

➤ Organske kiseline

Organske kiseline služe mikroorganizmima kao izvor ugljika i energije, ali ovisno o koncentraciji mogu djelovati negativno na njihov rast. Iako se za njihovo antimikrobno djelovanje zna već dugo niz godina sam mehanizam djelovanja još uvijek nije potpuno razjašnjen. Dugo su se koristile za usporavanje razvoja plijesni i mikotoksina u skladištenim sirovinama i krmivima. Savjesnom uporabom pripravaka na temelju organskih kiselina može se preventivno djelovati na kontaminaciju plijesnim, te se čak može smanjiti postojeća razina plijesni u već kontaminiranim krmivima. To najviše dolazi do izražaja kod sirovina koje je potrebno skladištiti na dulje vrijeme.

Najučinkovitiji komercijalni pripravci temelje se na propionskoj kiselini dok mravlja kiselina nema tako izraženo inhibitorno djelovanje, te može doći do stvaranja aflatoksina u pohranjenim sirovinama. Slika 2 ukazuje na stvaranje aflatoksina na vlažnom ječmu tijekom 20 tjedana nakon inokulacije s *Aspergillus parasiticus* (Holmberg i sur., 1989.).

Tablica 3. Vrijednosti TBARS-a (mg malondialdehida/kg mesa) stvorenih tijekom hlađenja i smrzavanja bijelog mesa peradi

Table 3. TBARS values (mg malondialdehyde/kg meat) developed in white poultry meat stored refrigerated or frozen

Skladištenje - Storage	Kontrola - Control	Vitamin E - Vitamin E	Ružmarin - Rosemary	Kadulja - Sage
Hlađeno Cooled				
Dan 0 - Day 0	0.15	0.12	0.12	0.13
Dan 9 - Day 9	0.51	0.25	0.30	0.35
Smrznuto - Frozen				
Mjesec 0 - Month 0	0.15	0.12	0.12	0.13
Mjesec 4 - Month 4	1.19	0.39	0.55	0.71

Organske kiseline se koriste za uništavanje patogenih bakterija poput *E. coli* i *Salmonelle* u životinjskoj hrani, ali se u obliku nutricina mogu koristiti u njihovom zaustavljanju rasta u vlažnom i kompleksnom okolišu poput životinjskog probavnog sustava. Dobar učinak su već pokazale u hrani za prasad gdje su smanjile učestalost probavnih poremećaja (Partanen i Mrzoz, 1999.), te u hrani za perad gdje su znatno smanjile koncentraciju *Salmonella* u probavnom sustavu (Alshwabkeh i Tabbas, 2002., Iba i Berchier, Jr., 1995.).

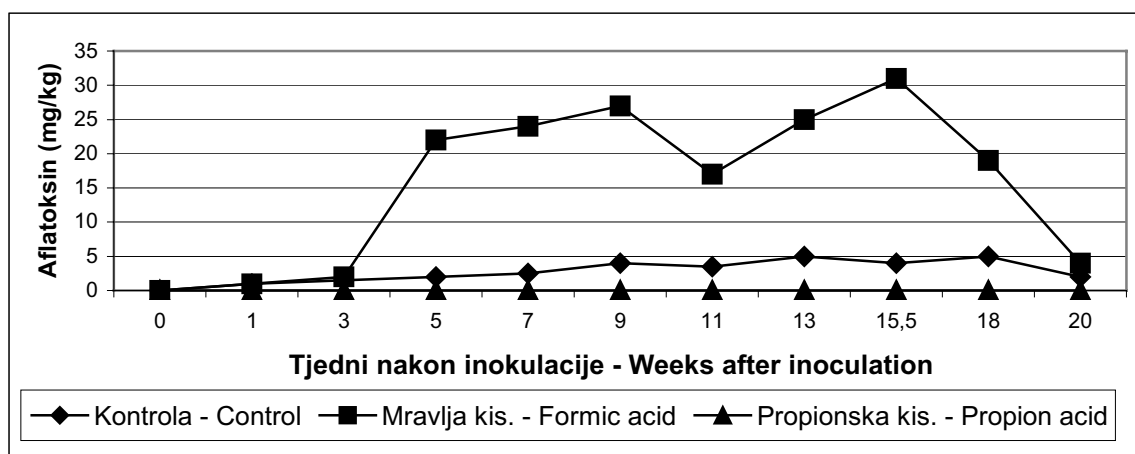
Dobro djelovanje na sindrom uginuća i enteritisa purana (PEMS) pokazao je pripravak na

temelju propionske kiseline (Roy i sur., 2002.). PEMS uzrokuju virusi i bakterije oštećujući crijeva mladih purana i uzrokujući velike štete proizvođačima. PEMS se često povezuje s disfunkcijom imunskog sustava koja povećava primljivost na sekundarne bakterijske infekcije koje posljedično uzrokuju uginuća životinja.

Rezultati istraživanja Roy i sur. (2002.) pokazuju da hrana tretirana 1.25%-tnom mješavinom organskih kiselina ne sprječava nastanak bolesti kod inficiranih životinja, ali umanjuje ukupni mortalitet za 50% i dovodi do odgode početka uginuća (slika 3).

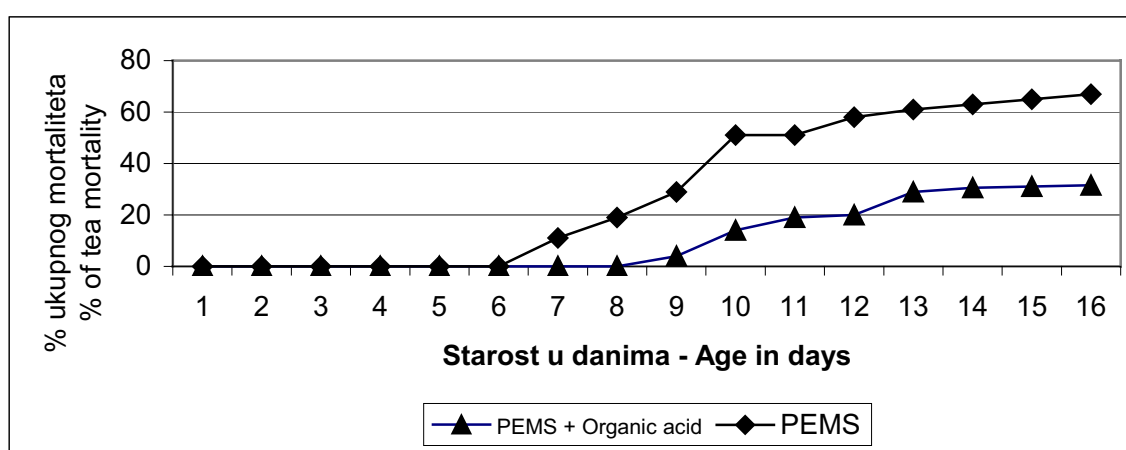
Slika 2. Učinak mravlje i propionske kiseline na stvaranje aflatoksina na uskladištenom ječmu

Figure 2. Effect of propionic and formic acids on aflatoxin development in stored barley



Slika 3. Ukupni mortalitet peradi inficirane PEMS-om na dan 6 pokusa

Figure 3. Percentage cumulative mortality for poults challenged with PEMS on day 6



Autori smatraju da dodatak organskih kiselina smanjuje ukupnu količinu bakterija u crijevima, pa je vjerojatno da je smanjena i koncentracija patogenih bakterija, što rezultira smanjenim mortalitetom.

Očito je da nutricini temeljeni na organskim kiselinama imaju mogućnost široke primjene, te da će se njihova primjena u hranidbi peradi s godinama povećavati. Organske kiseline su relativno jeftine i dostupne u velikim količinama. U čistom obliku, poput mliječne, mravlje i propionske kiseline vrlo su korozivne tekućine pa se najčešće koriste u obliku soli.

➤ Neprobavljivi oligosaharidi

Lako probavljivi ugljikohidrati (poput škroba i sukroze) dugo su smatrani spojevima koji se lagano resorbiraju iz probavnog sustava i koriste prvenstveno kao izvor energije. Podložni su djelovanju endogenih enzima peradi poput α - amilaze i sukraze. Teško probavljivi ugljikohidrati (sirova vlaknina) male su probavljivosti za jednoželučane životinje i uglavnom su podvrgnuti fermentaciji u završnom dijelu tankog crijeva i u debelom crijevu. Predstavnici ove skupine uključuju razne neprobavljive oligosaharide koji se temelje na manozu, fruktozi, galaktozi, glukozu i pentozama zajedno s celulozom. Pojedini neprobavljivi oligosaharidi poput mananoligosaharida imaju povoljno djelovanje u probavnom sustavu peradi (Shane, 2001.) dok drugi, poput pentozana i β - glukana iz žitarica mogu uzrokovati probavne poremećaje. Oni se mogu naći u različitim sjemenkama leguminoza poput palminih koštica i jezgre kokosa, a nastaju prilikom fermentacije (Ijl i Tivey, 1989.).

Neprobavljivi oligosaharidi (u literaturi poznati kao prebiotici) su skupina ugljikohidrata koji ne podliježu probavi i resorpciji u tankom crijevu jednoželučanih životinja. Dolaze u debelo crijevo netaknuti i tu podliježu bakterijskoj fermentaciji. Djeluju povoljno na proliferaciju poželjnih bakterijskih vrsta kao što su

laktobacili i bifidobakterije te izravno poboljšavaju zdravstveno stanje životinje (Gibson i Roberfoid, 1995.).

Također su sposobni međudjelovati sa stanicama crijevnog epitela i mikroorganizmima uzrokujući adheziju bakterija na sluznicu crijeva, te na taj način imunomoduliraju lokalnu imunost peradi. Postoje istraživanja koja su opisala i sustavni učinak neprobavljivih oligosaharida na aktivnost jetrenih enzima i spuštanja koncentracije lipida u krvi (Delzenne i Kok, 1998).

Istraživanja Parks i sur. (2001.) na puranima pokazala su da mananoligosaharidi poboljšavaju proizvodne rezultate i po djelovanju mogu se usporediti s antibiotskim promotorima rasta.

Adams (2004.) navodi da dodatak šećera (laktuloza i manozu) u krmnu smjesu za perad smanjuje broj *Salmonela* u probavnom sustavu te smatra da se učinak toga može pripisati dvojakom načinu djelovanja: prvo, navedeni ugljikohidrati u debelom crijevu mogu lako fermentirati u organske kiseline koje imaju antibakterijska svojstva i drugo, djeluju na principu kompetitivne ekskluzije (sposobnost vezanja za crijevne receptore i onemogućavanja vezanja patogenih mikroorganizama) *Salmonela* za receptore na sluznici crijeva. Negativne strane odnose se na dodavanje velikih doza šećera u hranu za perad, te na nepotpuni učinak u eliminaciji *Salmonela* iz probavnog sustava životinja.

Istraživanja o djelotvornosti mananoligosaharida u kontroli *Salmonela* u peradi proveli su Allen i sur. 1997. godine. Jednodnevne piliće inficirali su oralno sa *S. Enteridis*. Jednu skupinu pilića hranili su komercijalnom krmnom smjesom, dok je drugoj skupini dodana u hranu sačma palminih koštica u koncentraciji od 25g/kg krmne smjese. Skupina kojoj je dodana sačma palminih koštica oslobodila se infekcije do trećeg tjedna trajanja pokusa dok je kontrolna skupina ostala inficirana (tablica 4).

Tablica 4. Učinak sačme palminih koštica na inficiranost pilića *S. Enteridis*

Table 4. The influence of palm kernel meal on the proportion of birds remaining infected with *S. Enteritidis*

Starost (tjedni) Age (weeks)	Kontrola (komercijalna smjesa) Control (commercial mix)	Sačma palminih koštica (25g/kg) Palm seeds meal (25g/kg)
1	5/5*	4/5
2	5/5	1/5
3	5/5	0/5

▪ broj pilića inficiranih salmonelom prema ukupnom broju pilića

* Number of chicks infected with *Salmonella* per total number of chicks

Različite komponente krmiva poput mikotoksina, virusa, bakterija i nutricina imaju važan utjecaj na reaktivnost imunskog sustava. Općepoznato je da mikotoksini u hranidbi peradi imaju depresivno djelovanje na imunski sustav (Li i sur., 2000. a, b). Na taj način perad postaje primljivija na sekundarne ili subkliničke infekcije, a reakcija na vakcine je uglavnom slaba. Oslabljen imunski sustav peradi uzrokuje slab imuni odziv na cjepivo protiv Newcastleške bolesti, povećanu učestalost infekcija jata s *E. coli* i pojačanu primljivost na razne virusne sindrome.

Između hranidbe i imunskog sustava postoji niz kompleksnih interakcija. Hranidba modulira imunski sustav, a odgovori imunskog sustava moduliraju nutritivne potrebe (Koutsos i Klasing, 2001.).

Imunski sustav kralješnjaka je stvoren da prepoznaje i selektivno eliminira patogene mikroorganizme. Sastoji se od različitih organa i stanica, a pouzdano se može tvrditi da se imunski sustav po stupnju kompleksnosti nalazi odmah iza mozga. U imunskom sustavu ptica primarni organi su timus i Fabricijeva burza dok pod sekundarne spadaju slezena, razni limfni čvorovi i Pajerove ploče. Još uvijek nije potpuno razjašnjeno kako imunski sustav prepoznaje i neutralizira patogene mikroorganizme uključujući one s kojima se još nije susreo, dok s druge strane tolerira milijarde korisnih bakterija u probavnom sustavu (Valpotić i sur., 2004.). Unatoč tomu, imunski sustav crijeva sposoban je prepoznati i uništiti opasne patogene, a u isto vrijeme omogućiti probavu i apsorpciju hranjivih tvari.

Suprimirani imunski sustav izlaže životinje infekcijama dok aktivirani imunski sustav djeluje negativno na prirast. Imunomodulacija zahtijeva izbjegavanje imunosupresije i održavanje aktivnog imunskog sustava u granicama koje ne djeluju negativno na proizvodne rezultate (Adams, 2004.).

Još uvijek nije jasno koje molekule i proizvodi posjeduju korisna imunomodulacijska svojstva. Dokazano je da sastojci koji imaju velike molekularne težine poput bjelančevina, polisaharida, glikopeptida i nukleotida imaju znatne imunomodulacijske mogućnosti. Kao stimulatori imunskog sustava kod različitih farmских životinja već se koriste β - glukani iz stanične stijenke kvasca. Različiti antioksidansi, a naročito karotinoide (Chew, 1993.) i tokoferoli vrlo su važni u održavanju imunskog sustava.

Blount i sur. (2003.) su u hranu zebrastih zeba dodali pigment lutein, što je omogućilo postizanje jačeg imunskog odgovora na infekciju lecitinom

(fitohemaglutinin) u odnosu na kontrolne ptice hranjene bez navedenog pigmenta. Iz tih rezultata moglo bi se zaključiti da je imunska funkcija ograničena udjelom karotinoide (pigmentera) u hrani.

Krmne smjese korištene u Europskoj peradarskoj proizvodnji sadrže relativno niske koncentracije karotinoide jer se uglavnom temelje na pšenici i ječmu, pa je upitno mogu li djelotvorno podržavati imunski sustav životinja u intenzivnom uzgoju.

Imunomodulacija će u budućnosti vjerojatno postati vrlo važan dio hranidbe peradi jer će se zdravlje životinja morati održavati bez većeg korištenja antibiotskih pripravaka. Izazov će predstavljati otkrivanje onih nutricina koji imaju poželjan učinak na imunski sustav.

ZAKLJUČAK

Intenzivan uzgoj peradi se do sada oslanjao na antibiotike i ostale medicinske pripravke u rješavanju mnogobrojnih problema. Tijekom vremena prihvaćen je sustav korištenja antibiotskih promotora rasta koji su se masovno dodavali životinjskoj hrani. Na taj način su se kontrolirale crijevne bolesti kao, naprimjer, nekrotični enteritis. Današnje strategije suvremene peradarske proizvodnje odbacuju korištenje antibiotika, te se okreću alternativnim održivim metodama kontrole bolesti. Glavni čimbenici uspješne peradarske proizvodnje još uvijek ostaju: održavanje zdravlja jata, prevencija bolesti i proizvodni rezultati. Jedan od načina kontrole bolesti je rasterećivanje životinja od mnogobrojnih stresnih činitelja odgovarajućim sustavima hranidbe. Važno je djelovati preventivno i razlučiti što to održava životinju zdravom i otpornom na bolest, a ne spašavati situaciju uz pomoć antibiotika. Jasno je da nutricini djeluju na više različitih razina; održavaju kakvoću sirovina i životinjske hrane, pomažu kod probave i iskorištavanja hranjivih tvari, moduliraju mikropopulaciju probavnog sustava, te utječu na stanje imunskog sustava.

LITERATURA

1. Anison, G., M. Choct (1993): Enzymes in poultry diets. U: Proceedings of the 1st Symposium Kartause Ittingen, Switzerland October 13-16, 61-68.
2. Aarestrup, F. M., A. M. Seyfarth, H. D. Emborg, K. Pedersen, R. S. Hendriksen, F. Bager (2001): Effect

- of abolishment of the use of antimicrobial agents for growth promotion on occurrence of antimicrobial resistance in fecal enterococci from food animals in Denmark. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 45: 2054–2059.
3. Adams, C. A. (1999): *Enzymes and Emulsifiers. U: Nutricines. Food Components in Health and Nutrition. 73-89, Nottingham University Press, Thrumpton, Notttingham, UK.*
 4. Adams, C. A. (2004): *Nutricines in poultry production: focus on bioactive feed ingredients. Nutrition abstracts and reviews: Series B 74, 1-12, Nutritional Services department, Kemin Europa, Belgium.*
 5. Allen, V. M., F. Fernandez, M. H. Hinton (1997): *Evaluation of the influence of supplementing the diet with mannose or palm kernel meal on salmonella colonisation in poultry. British Poultry Science 38: 485–488.*
 6. Alshawabkeh, K., M. J. Tabbas (2002): *Using dietary propionic acid to limit Salmonella gallinarum colonization in broiler chicks. Asian-Australasian Journal of Animal Science 15: 243–246.*
 7. Bain, W. M., W. Wakeman, S. E. Solomon (2000): *The effects of the inclusion of phosphatidyl choline on egg production and quality. World Poultry Science Association Meeting, Montreal, Canada.*
 8. Bedford, M. R. (2000): *Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. Animal Feed Science and Technology 86: 1–13.*
 9. Bedford, M. R., G. Partridge (2001): *Enzymes in farm animal nutrition, 432, CABI Publishing, Wallingford, UK.*
 10. Blount, J. A., N. B. Metcalf, T. R. Birkhead, P. F. Surai (2003): *Carotenoid modulation of immune function and sexual attractiveness in zebra finches. Science 300: 125–127.*
 11. Botsoglou, N. A., E. Christaki, D. J. Fletouris, P. Florou- Paneri, A. B. Spais (2002): *The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. Meat Science 62: 258–265.*
 12. Botsoglou, N. A., D. J. Fletouris, P. Florou-Paneri, E. Christaki, A. B. Spais (2003): *Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. Food Research International 36: 207–213.*
 13. Bottje, W. G., G. F. Erf, T. K. Bersi, S. Wang, D. Barnes, K. W. Beers (1997): *Effect of dietary dl-alpha-tocopherol on tissue alpha- and gamma-tocopherol and pulmonary hypertension syndrome (ascites) in broilers. Poultry Science 76: 1505–1512.*
 14. Cabel, M. C., P. W. Waldroup, W. D. Shermer, D. F. Calabotta (1988): *Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. Poultry Science 67: 1725–1730.*
 15. Chew, B. P. (1993): *Role of the carotenoids in the immune response. Journal of Dairy Science 76: 2804–2811.*
 16. Croft, K. D. (1999): *Antioksidant effects of plant phenolic compounds. U: Basu, T. K., Temple, N. J., Garg M. L. (ur.) Antioksidants in Human Health and Disease, 109-122, CABI Publishing, Wallingford, UK.*
 17. Crump, J. A., P. M. Griffin, F. J. Angulo (2002): *Bacterial contamination of animal feed and its relationship to human foodborne illness. Food Safety 35: 859–865.*
 18. Delzenne, N. M., N. Kok (1998): *Effect of non-digestible fermentable carbohydrates on hepatic fatty acid metabolism. Biochemical Society Transactions 26: 228–230.*
 19. Enkvetchakul, B., W. Bottje, N. Anthony, R. Moore, W. Huff (1993): *Compromised antioxidant status associated with ascites in broilers. Poultry Science 72: 2272–2280.*
 20. Gibson, G. R., M. B. Roberfoid (1995): *Dietary modulation of the human colonic microbiota. Journal of Nutrition 125: 1401–1412.*
 21. Guenter, W. (1997): *Phytases in cereals and hemicelluloses in canola (rapeseed) meal and lupins. R. R. Marquardt, Z. Han (ur.) Enzymes in Poultry and Swine Nutrition, IDRC, 99-114.*
 22. Holmberg, T., A. Kaspersson, K. Larsson, H. Pettersson (1989): *Aflatoxin production in moist barley treated with suboptimal doses of formic and propionic acid. Acta Agriculturae Scandinavica 39: 457–464.*
 23. Iba, A. M., A. Berchier Jr. (1995): *Studies on the use of a formic acid-propionic acid mixture (Bio-add™) to control experimental Salmonella infection in broiler chickens. Avian Pathology 24: 303–311.*
 24. Ijl, P.A., D. R. Tivey (1989): *Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. World's Poultry Science Journal 54: 129–143.*
 25. Iqbal, M., D. Cawthon, R. F. Wideman Jr., W. G. Bottje (2001): *Lung mitochondrial dysfunction in pulmonary hypertension syndrome. II. Oxidative stress and inability to improve function with repeated additions of adenosine diphosphate. Poultry Science 80: 656–665.*
 26. Julian, R. J. (1993): *Ascites in Poultry. Avian Pathology 22: 419-454.*

27. Koutsos, E. A., K. C. Klasing (2001): Interactions between the immune system, nutrition and productivity of animals. U: Garnsworthy, P. J. i J. Wiseman (ur.) *Recent Advances in Animal Nutrition*, 173–190, Nottingham University Press, Nottingham, UK.
28. Li, Y. C., D. R. Ledoux, A. J. Bermudez, K. L. Fritsche, G. E. Rottinghaus (2000a): Effects of moniliformin on performance and immune function of broiler chicks. *Poultry Science* 79: 26–32.
29. Li, Y. C., D. R. Ledoux, A. J. Bermudez, K. L. Fritsche, G. E. Rottinghaus (2000b): The individual and combined effects of fumonisin B1 and moniliformin on performance and selected immune parameters in turkey poults. *Poultry Science* 79: 871–878.
30. Lopez-Bote, C. J., J. I. Gray, E. A. Gomaa, C. J. Flegal (1998): Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *British Poultry Science* 39: 235–240.
31. Mazija, H., V. Šerman, N. Mas, E. Prukner-Radovčić (1998): Immune response as marker of needs for vitamins for chickens. IV The influence of vitamin E on the immune response and development of immune system organs in chickens. *Krmiva* 34: (1992) 77-81.
32. Narodne Novine, (1998) 26: 550.
33. Neumann, C., D. H. Harris, L. M. Rogers (2002): Contribution of animal source foods in improving diet quality and function in children in the developing world. *Nutrition Research* 22: 193–220.
34. Pallauf, J., G. Rimbach (1997): Nutritional significance of phytic acid and phytase. *Arch. Tierernahr.*, 50(4): 301-319.
35. Parks, C. W., J. L. Grimes, P. R. Ferket, A. S. Fairchild (2001): The effect of mannanoligosaccharides, bambarmycins, and virginiamycin on performance of Large White male market turkeys. *Poultry Science* 80: 718–723.
36. Partanen, K. H., Z. Mrzóz (1999): Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research Reviews* 12: 117–145.
37. Roch, G., M. Boulianne, L. de Roth (2000): Dietary antioxidants reduce ascites in broilers. *World Poultry* 16: 18–22.
38. Roy, R. D., F. W. Edens, C. R. Parkhurst, M. A. Qureshi, G. B. Havenstein (2002): Influence of a propionic acid feed additive on performance of turkey poults with experimentally induced poult enteritis and mortality syndrome. *Poultry Science* 81: 951–957.
39. Simons, P. C. M., H. A. J. Versteegh (1993): Role of phytases in poultry nutrition. U: *Proceedings of the 1st Symposium Kartause Ittingen, Switzerland, October 13-16*, 181-186.
40. Shane, M. S. (2001): Mannan oligosaccharides in poultry nutrition: mechanisms and benefits. U: *Proceedings of Alltech's 17th Annual Symposium* 65-78.
41. Surai, P. (2002): *Natural Antioksidans in Avian Nutrition and Reproduction*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 621.
42. Šerman, V., N. Mas, H. Mazija, Ž. Mikulec (1992): Imuni odziv kao pokazatelj potreba kokoši za vitaminima II. Utjecaj vitamina E na proizvodnost tovnih pilića. *Krmiva* 34: 65-69.
43. Šerman, V., Ž. Mikulec, N. Mas, F. Dumanovski (1997): The effects of multienzyme preparation on production results of fattening chicks fed rye-based diets. *Acta vet. Brno* 66: 147-154.
44. Valpotić, H., V. Šerman, I. Valpotić, N. Mas, T. Mašek (2004): Hranidba i crijevna imunost odbijene prasadi. *Krmiva* 46: 269-284.

SUMMARY

In modern poultry production animals are subject to various forms of stress from the moment they hatch to the finishing phase of the production cycle. Ongoing stress is a cause of many negative aspects in poultry production like reduced performance, and increased incidence of infectious and noninfectious diseases. Considering recent EU policy of excluding antibiotics and other medicinal products from animal feed, because of the well known dangers of resistant microorganisms, nutritional solutions will gradually become the most likely alternative in intensive production systems. Nutritive solutions include the use of biologically active components of feed which are called nutrines or functional food. Most important nutrines include different molecules like antioxidants, enzymes,

emulsifiers, carotenoids, organic acids and non-digestible oligosaccharides. The function of nutraceuticals in the animal organism can be described in several different ways. Organic acids and antioxidants maintain feed quality, while enzymes help with the digestion and the level of nutrient utilization. Carotenoids have a stimulative effect on the immune system which reduces the incidence of disease. Non-digestible carbohydrates and organic acids modulate the micropopulation of the digestive tract by supporting the proliferation of beneficial microorganisms and reducing the incidence of digestive disorders. By controlling oxidative stress, antioxidants have a direct effect on the health of the animals in the intensive production, and have a certain effect on meat quality. This review article will focus on recent findings in interaction of nutraceuticals and stress, and their influence on health and performance in intensive poultry production systems.

Key words: poultry, nutraceuticals, stress, health