

DOI: 10.7251/VETJ1402194R

UDK 612.392.9.015.5

S. Radulović,¹ R. Marković,¹ B. Petrujkić,¹ S. Katoch,² D. Šefer¹*Pregledni rad*

PREBIOTICI – SAVREMENA STRATEGIJA U STIMULACIJI RASTA ŽIVOTINJA

Kratak sadržaj

Da bi se postiglo povećanje proizvodnje i poboljšanje kvaliteta namirnica animalnog porekla, pored osnovnih hraniva u smeše se dodaje veliki broj aditiva koji imaju različite namene. Poslednju deceniju karakteriše ispitivanje mogućnosti stimulacije rasta korišćenjem fizioloških potencijala i mehanizama životinja. Prebiotici predstavljaju nesvarljive sastojke hrane koji povoljno deluju na domaćina selektivno stimulišući rast i/ili aktivnost jedne ili ograničenog broja vrsta bakterija u digestivnom traktu, čime poboljšavaju zdravstveno stanje domaćina. Prebiotici direktno stižu u kolon domaćina, poseduju sposobnost da se selektivno fermentišu i pomažu održavanju eubioze, prvenstveno korišćenjem od strane poželjne mikroflore i povećanjem ekskrecije nepoželjne mikroflore fecesom. Pored lokalnog, prebiotici mogu ispoljiti i sistemski, imunomodulatorni efekat. Povećanje imunološkog odgovora je uglavnom rezultat dejstva prebiotika na makrofage i monocite i ogleda se u stimulisanju fagocitoze, oslobađanju arahidonske kiseline, leukotriena, interleukina, interferona i tumor nekrosis faktora. Na opisane načine prebiotici doprinose povećanoj vitalnosti životinja, smanjenju gubitaka i poboljšanju iskorišćavanja hrane, čime se postižu optimalni proizvodni rezultati i povoljan ekonomski efekat pa već duže vreme u svetu predstavljaju integralni deo mnogih industrijski proizvedenih smeša za ishranu životinja.

Ključne reči: prebiotici, stimulatori rasta, eubioza.

¹ Katedra za ishranu i botaniku, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Republika Srbija

Department for Nutrition and Botany, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Republic of Serbia

² Katedra za ishranu životinja, Fakultet veterinarske medicine, Palampur, India

Department of Animal Nutrition, DGCN College of Veterinary and Animal Sciences, Palampur, India.
E-pošta korespondentnog autora/ E-mail of the Corresponding Author: stamen.radulovic@gmail.com

S. Radulovic, R. Markovic, B. Petrujkic, S. Katoch, D. Sefer

Review paper

PREBIOTICS – MODERN STRATEGY IN GROWTH STIMULATION OF ANIMALS

Abstract

In order to achieve increase in production and improving the quality of foodstuffs of animal origin, beside of the basic nutrients a large number of additives, which have a variety of purpose, is added in to a feed mixtures. The last decade is characterized by the examination of possibilities for stimulating the use of physiological potential and mechanisms of animals. Prebiotics are indigestible food ingredients that beneficially affect the host by selective stimulation of the growth and/or activity of one or a limited number of species of bacteria in the digestive tract, which enhance the health of the host. Prebiotics are delivered directly to the colon of the host and have the ability to be selectively fermented and thereby they help in maintaining of eubiosis, primarily being used by desirable microflora and increasing excretion of undesirable microflora throughout feces. Beside the local, prebiotics may exhibit systemic immunomodulatory effect. Increase of the immune response is mainly due to the prebiotic effects on macrophages and monocytes, and is reflected by stimulation of phagocytosis, the release of arachidonic acid, leukotriene, interleukins, interferons and tumor necrosis factors. On the basis of described mode of action, prebiotics contribute to the increased vitality of the animals, reduce losses and improve feed efficiency, thus achieving optimal production results and a favorable economic effect and because of that, for a long time, in the world, they represent an integral part of many industrially produced feed mixtures.

Key words: prebiotics, growth stimulators, eubiosis.

UVOD / INTRODUCTION

Intenzivna proizvodnja u stočarstvu postavlja velike zahteve pred organizam domaćih životinja. U industrijskom načinu držanja životinje moraju da ispune zahteve kao što je postizanje što većeg prirasta za što kraće vreme, pri što manjem utrošku hrane, uz dobro zdravlje. Obezbeđivanje postavljenih zahteva u ve-

likoj meri zavisi od pravilne ishrane. Tov životinja zasniva se, pre svega, na poznavanju potreba i obezbeđivanju adekvatne količine hrane u cilju postizanja optimalnih proizvodnih rezultata i dobijanju zadovoljavajuće količine visoko vrednih namirnica animalnog porekla za ishranu ljudi, kao i odgovarajućem izboru hraniva. Da bi se postiglo povećanje proizvodnje i poboljšanje kvaliteta namirnica animal-

nog porekla, pored osnovnih hraniva u smeše se dodaje veliki broj aditiva koji imaju različite namene. Poslednju deceniju karakteriše ispitivanje mogućnosti stimulacije rasta korišćenjem fizioloških potencijala i mehanizama životinja (Rosen 2004), kao i uvođenje alternativnih mogućnosti u kontroli enteropatogenih bakterija i stimulacije rasta proizvodnih životinja. Korišćenjem alternativnih stimulatora rasta postižu se korisni efekti kod domaćina, popravljajući preživljavanje i implantaciju poželjne mikroflore, selektivno stimulišući rast i/ili aktivnost jedne ili ograničenog broja vrsta bakterija (Sinovec 2000).

ULOGA I ZNAČAJ PREBIOTIKA / THE ROLE AND IMPORTANCE OF PREBIOTICS

Prebiotici predstavljaju nesvarljive sastojke hrane koji povoljno deluju na domaćina selektivno stimulišući rast i/ili aktivnost jedne ili ograničenog broja vrsta bakterija u digestivnom traktu, čime poboljšavaju zdravstveno stanje domaćina (Gibson i Roberfroid 1995). Prebiotici direktno stižu u kolon, poseduju sposobnost da se selektivno fermentišu i pomažu održavanju eubioze, prvenstveno korišćenjem od strane poželjne mikroflore i povećanjem ekskrecije nepoželjne mikroflore fecesom. Pored lokalnih, mogu da ispolje pozitivne systemske efekte nakon resorpcije njihovih fermentacionih produkata nastalih tokom metabolizma bakterija. Prebiotici moraju da ispunjavaju i druge kriterijume, i to: da se ne hidrolizuju ili resorbuju u prednjim partijama digestiv-

nog trakta; da predstavljaju selektivan supstrat za jednu ili ograničen broj poželjnih vrsta bakterija; da stimulišu rast i/ili metabolički aktiviraju poželjne vrste bakterija i da mogu da remete prisutnu mikrofloru u cilju zdravije kompozicije (Moran 2004).

Među brojnim sastojcima hrane, nesvarljivi ugljeni hidrati (oligo i polisaharidi), neki peptidi i proteini, kao i određeni lipidi predstavljaju, za sada, kandidate za prebiotike. Zbog svoje hemijske strukture nabrojane komponente hrane ne podležu enzimskoj hidrolizi niti se resorbuju u prednjim partijama digestivnog trakta, pa se mogu nazvati „kolonalna hrana”, odnosno hrana koja, dospevši u zadnje partije digestivnog trakta, služi kao supstrat za prisutne bakterije, indirektno obezbeđujući domaćina energijom, metaboličkim supstratima i esencijalnim mikroingredijentima. Od napred nabrojanih sastojaka hrane, neskrbni ugljeni hidrati (oligosaharidi) za sada jedini mogu da zadovolje sve navedene kriterijume prebiotika. Oligosaharidi se sastoje od 2–10 monosaharida, međusobno povezanih glukozidnim vezama koje se formiraju između hemiacetal grupe (ili hemiketal grupe) jednog šećera i hidroksilne grupe drugog šećera. Kao izvori oligosaharida dostupni životinjama mogu se koristiti frukto-oligosaharidi dobijeni iz pšenice i zrnevlja leptirnjača, manan-oligosaharidi ćelijskog zida kvasca, dok se u humanoj medicini značajnije količine oligosaharida obezbeđuju korišćenjem banana, artičoka, crnog i belog luka, paradajza, meda itd. (Mul i Perry 1994). U veterinarskoj medicini frukto-oligosaharidi mogu relativno

успешно да се користе код инфекција изазваних *Salmonellom* (Oyarzabal i sar. 1995), mada manan-oligosaharidi (MOS) dobijaju značajnije mesto (Newman 1997). MOS predstavljaju polimere manoze u kojima glavni lanac sastavljen od rezidua manoze povezanih α -(1→6) vezama, nosi kraće grane (1-3 manoze) pripojene α -(1→2) i α -(1→3) vezama. Manani, zajedno sa glukanima i hitinom, glavni su konstituenti ćelijskog zida kvasca, u kome učestvuju sa oko 30% (Phaff i Kurtzman 1984). Prema Izveštaju Agencije za hranu i lekove Ujedinjenih nacija (FAO 2007), na svetskom tržištu je prisutno više od 400 prebiotskih proizvoda, a samo vrednost tržišta prebiotika u Evropi iznosi više od 87 miliona €, uz predviđanje daljeg rasta. Grela (2006) navodi da su u ishrani životinja najčešće korišćeni prebiotici manan- (MOS), frukto- (FOS) i transgalakto- (TOS) oligosaharidi.

MEHANIZAM DEJSTVA PREBIOTIKA / MECHANISM OF PREBIOTICS ACTION

Princip dejstva manana bazira se na kompatibilnosti strukture manosa i lektina koji se nalaze na bakterijskim pilama i fimbrijama. Na površini bakterija koje ujedno i preovlađuju u patologiji digestivnog trakta monogastričnih životinja (*E. coli*, *Salmonella*, *Clostridium*, *Vibrio*) nalaze se lektini preko kojih se bakterije pripajaju za površinu mukoze epitelnih ćelija creva koje na svojoj površini poseduju polisaharidnu strukturu koja konformacijski odgovara lektinima (Sharon i Lis 1993). Dodavanjem manan-oligosaharida dolazi do stvaranja kompleksa manan-

bakterija, čime se onemogućava adhezija patogena za crevni zid. Iako bakterije poseduju i druge mehanizme adhezije za epitelne ćelije creva koji su rezistentni na inhibiciju manozama, vrlo veliki broj sojeva *E. coli* (66%) i *Salmonella* (53%) poseduju adhezine osjetljive na manozu.

Pošto endogeni enzimi ne mogu razgraditi manan-oligosaharide, oni prolaze nesmetano do zadnjih partija digestivnog sistema, gde se na opisan način vezuju sa bakterijama. Na taj način sprečava se kolonizacija zadnjih partija digestivnog trakta patogenim bakterijama, izbacujući ih u spoljnu sredinu. U nepovoljnim uslovima (promena pH crevnog sadržaja, lezije crevne sluznice) i prodora patogenih bakterija u prednje partije digestivnog trakta, manan-oligosaharidi deluju na isti način stvarajući kompleks manan-bakterija koji nerazgrađen prolazi kroz digestivni trakt i izbacuje se u spoljnu sredinu. Dokazano je da se *E. coli* sa manozospecifičnim lektinima ne može pripojiti na površinu epitelne ćelije kada je prisutna manosa (Salit i Gotschlich, 1977). U ispitivanjima *in vitro* utvrđeno je da *E. coli* može da se pomeri sa površine epitelne ćelije za 30 minuta od momenta izlaganja mananima. Ovo ukazuje na činjenicu da MOS ne samo da sprečavaju pripajanje patogenih bakterija na površinu crevne sluznice, već mogu da „počiste“ već pripojene bakterije (Newman 1994). Pored toga, ogledi na brojlerima koji su hranjeni uz dodavanje manan-oligosaharida pokazuju značajno smanjenje naseljavanja cekuma u infekcijama *Salmonellom typhimurium* i *Salmonellom dublin* (Newman 1996), kao i kolonizaciju *Campylobacter jejuni* (Shoeni

i Wong 1994). Selektivnost dejstva manan-oligosaharida bazira se na činjenici da poželjne vrste bakterija u digestivnom traktu (*Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *L. acidophilus*, *L. delbrekii*) sadrže enzim manazu, koja sprečava stvaranje kompleksa manan-bakterija. Na taj način je obezbeđena selektivnost vezivanja manan-oligosaharida samo za nepoželjne vrste bakterija koje inače normalno ne sadrže ovaj enzim. Opisan način vezivanja manan-oligosaharida nije ograničen samo na bakterije. Neki toksini, virusi i eukariotske ćelije takođe poseduju sposobnost vezivanja prepoznavanjem određenog šećera na površini drugih ćelija (Stanley i sar., 1993, Devegowda i sar. 1994, Stanley i Sefton 1998).

EFEKTI UPOTREBE PREBIOTIKA NA IMUNSKI SISTEM ŽIVOTINJA / EFFECTS OF THE USE OF PROBIOTICS ON IMMUNE SYSTEM OF ANIMALS

Pored lokalnog, manan-oligosaharidi pokazuju i sistemske efekte na ljude i životinje koji se prevashodno ogledaju u pozitivnom dejstvu na imuni sistem u slučajevima različitih tumora i bakterijskih infekcija (Mizuno i sar. 1995, Suda i sar. 1995). Savage i sar. (1996), u eksperimentu na ćurkama kojima su dodavani u hranu manan-oligosaharidi, utvrdili su povećanu produkciju imunoglobulina, i to kako plazminih IgG, tako i sekretornih IgA. Dobijene rezultate su u svojim radovima potvrdili i Ewing i Cole (1994), Newman (1994), MacDonald (1995) i Verword (1997). Sa druge strane, utvrđeno je da manan-oligosaharidi poka-

zuju efekat adjuvansa, odnosno stimulišu imunološki odgovor na antigen (Newman 1994). Takođe, oligosaharidi koji sadrže manozu mogu da utiču na imuni sistem stimulacijom jetre da luči manozovezujuće proteine koji se vezuju za kapsulu bakterija i pokreću mehanizam reakcije vezivanja komplementa (Janeway 1993). Povećanje imunološkog odgovora je uglavnom rezultat dejstva manan-oligosaharida na makrofage i monocite i ogleda se u stimulisanju fagocitoze (Kokoshis i sar. 1978, Cotter i sar. 2002), oslobađanju arahidonske kiseline (Kennedy i sar. 1995), leukotriena (Petersen i sar. 1994), interleukina (Adachi i sar. 1994, Flory i sar. 1995), interferona (Sakurai i sar. 1995), i tumor nekrosis faktora (Jouault i sar. 1995, Ohno i sar. 1995, Okazaki i sar. 1995, Soel i sar. 1995).

Manan-oligosaharidi na opisane načine doprinose povećanoj vitalnosti životinja, smanjenju gubitaka i poboljšanju iskorisćavanja hrane, čime se postižu optimalni proizvodni rezultati i povoljan ekonomski efekat, tako da već duže vreme u svetu predstavljaju integralni deo mnogih industrijski proizvedenih smeša za ishranu životinja. Sa druge strane, oligosaharidi nisu razgradivi od strane endogenih enzima i mogu smanjiti iskoristivost energije (Coon i sar. 1990, Leske i sar. 1993). Poznato je i svojstvo oligosaharida da razlaganjem proizvode isparljive masne kiseline koje stimulišu peristaltiku i smanjuju vreme prolaza kroz creva (Hellendoorn 1979), čime negativno utiču na svarljivost hranljivih sastojaka. Zbog toga u literaturi postoje izvesna neslaganja oko uticaja manan-oligosaharida na svarljivost hranljivih sastojaka, kao i uticaja na proizvodne rezultate tretiranih životinja.

EFEKTI UPOTREBE PREBIOTIKA KAO STIMULATORA RASTA U ISHRANI ŽIVOTINJA / EFFECTS OF THE PROBIOTICS USE AS GROWTH PROMOTERS IN ANIMAL NUTRITION

Upotrebom prebiotika (pivski kvasac sa 5,2% manan-oligosaharida), White i sar. (2002) zabeležili su smanjen unos hrane, kao i posledično niži ostvaren dnevni prirast u odnosu na kontrolnu grupu prasadi. Dužina crevnih resica i dubina kripti u dvanaestopalačnom crevu nisu bili pod uticajem prebiotika. Na kraju eksperimentalnog perioda (28. dan), broj laktobacila u fecesu prasadi koja su dobijala prebiotik bio je veći ($p < 0,05$) u odnosu na kontrolnu grupu.

U istraživačkim centrima Veterinarskog i Poljoprivrednog fakulteta na Tajlandu, Poekhampha i sar. (2011) izveli su ogled kojim su dokazali da je upotreba MOS-a rezultirala povećanjem telesne mase, prosečnog dnevnog prirasta i poboljšanjem konverzije hrane u odnosu na kontrolnu grupu prasadi, s tim da nije utvrđena razlika u konzumaciji hrane. Ukupan broj mlečnokiselinskih bakterija, kao i *E.coli* u ispitivanim segmentima digestivnog trakta (cekum i rektum) nije bio pod uticajem MOS-a.

Roch (1998) je u tovu brojlera, koristeći 0,1% MOS-a u hrani, postigao veću telesnu masu brojlera za 3,8% uz konzumaciju, odnosno konverziju hrane nižu za 2,0, odnosno 5,4%. Interesantno je istaći da su se navedeni pozitivni efekti ispoljili tek na kraju šestonedelnog tova, dok su tokom tova bili numerički slični ili i niži nego u kontrolnoj grupi brojlera.

Ispitivanjem uticaja MOS-a (Petersen, 1998) na proizvodne rezultate brojlera utvrđeno je povećanje dnevnog prirasta za 4% do 21. dana, a zatim do kraja ogleada za 6%. U isto vreme, pri identičnoj konzumaciji, postignuta je značajno bolja konverzija hrane za 5%. Statističke razlike u mortalitetu između grupa nisu utvrđene, ali je numerički bio niži u grupi sa MOS-om. Dobijeni podaci ukazuju da su efekti izraženiji u završnom periodu porasta, a rezultat su bržeg i potpunijeg razvoja mladog organizma u prvom periodu.

S obzirom na to da su podaci o rezultatima ispitivanja korišćenja prebiotika kao stimulatora rasta nepotpuni i često vrlo kontradiktorni, naročito oni koji se odnose na uticaj alternativnih stimulatora rasta na proizvodne rezultate u tovu životinja, naučno opravdano i interesantno za praksu je da se ispitaju mogućnosti i efekti upotrebe prebiotika u ishrani životinja u uslovima koji vladaju u našoj zemlji.

Na Katedri za ishranu i botaniku Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu organizovan je ogled ishrane kojim je obuhvaćeno 118 brojlera raspoređenih u dve jednake grupe po 59 jedinki. Ogled je trajao 42 dana, a podeljen je u tri faze. Prva faza trajala je 21, druga 14, a treća sedam dana. Na kraju prve faze ogleada izvršeno je planirano žrtvovanje po šest jedinki iz svake grupe, a prilikom žrtvovanja uzeti su uzorci crevnog sadržaja za mikrobiološka ispitivanja. Brojleri su hranjeni potpunim smešama za ishranu piladi u tovu (proizvodnja VZ „Zemun“) standardnog sirovinskog i hemijskog sastava. Korišćene su tri smeše (tabela 1) koje su u potpunosti zadovoljavale potrebe brojlera u različitim fazama tova (AEC, 1993; NRC, 1994). Potpuna smeša za

početni tov piladi (1) korišćena je od 1. do 21. dana, a potpuna smeša za završni tov (2) od 21. do 35, odnosno (3) od 35. do 42. dana ogleđa.

Tabela 1. Sirovinski sastav potpunih krmnih smeša za ishranu brojlera

Hraniva	u % s m e š e		
	1	2	3
Kukuruz	56.73	63.30	67.75
Sojina saćma	26.30	15.30	17.00
Riblje brašno, 65%	4.00	4.00	-
Sunc. saćma, 44%	-	5.00	6.00
Gluten kukuruzni	6.00	6.00	4.00
Mast	3.00	3.00	2.00
St. kreda	1.10	0.70	1.00
Dikal. fosfat	1.30	1.30	1.00
So	0.20	0.25	0.25
Metionin	0.12	-	-
Lizin	0.25	0.15	-
VMD	1.00	1.00	1.00
Σ	100.0	100.0	100.0

Kontrolna grupa brojlera (K) hranjena je smešom bez dodatog stimulatora rasta, dok je ogledna grupa (O-I) dobijala hranu sa dodatkom prebiotika (Bio-Mos) u kolićini preporučenoj od strane proizvođaća, 2 kg/tona hrane. Bio-Mos (Alltech Inc®, USA) jeste proizvod dobijen ekstrakcijom manan-oligosaharida iz spoljašnjeg dela ćelijskog zida kvasca *Saccharomices cerevi-*

siae var. boulardii. Tokom ogleđa nije došlo do poremećaja zdravstvenog stanja, kao ni do uginuća brojlera u eksperimentalnim grupama. Upotrebom prebiotika ostvarena je statistiĉki znaćajno ($p < 0.05$) veća telesna masa i prirast brojlera, kao i niža konzumacija hrane, što je rezultiralo boljom konverzijom (1,836 naspram 2,173) u odnosu na kontrolnu grupu (tabela 2).

Tabela 2. Proizvodni rezultati eksperimentalnih grupa brojlera

Parametar	Eksperimentalna grupa	
	Kontrola K	Ogledna O-I
Period ogleđa 1–21. dan		
Prosećan* dnevni prirast, [g]	25.11±2.78 ^a	27.55±2.75 ^b
Prosećan dnevni unos hrane, [g]	48.29	47.19
Konverzija hrane, [kg]	1.923	1.713
Period ogleđa 21–35. dan		
Prosećan* dnevni prirast, [g]	54.88±6.59	53.07±7.56
Prosećan dnevni unos hrane, [g]	130.65	110.19
Konverzija hrane, [kg]	2.381	2.076
Period ogleđa 35–42. dan		
Prosećan* dnevni prirast, [g]	65.91±8.60 ^x	78.07±7.00 ^y
Prosećan dnevni unos hrane, [g]	140.97	129.09
Konverzija hrane, [kg]	2.139	1.653
Period ogleđa 1–42. dan		
Prosećan* dnevni prirast, [g]	41.96±4.71 ^a	44.58±4.76 ^b
Prosećan dnevni unos hrane, [g]	91.19	81.84
Konverzija hrane, [kg]	2.173	1.836

*Vrednost izražena kao $\bar{x} \pm s_d$

^{a, b, c, d} $p < 0.05$

^{x, y, z, w} $p < 0.01$

Izneti podaci su u saglasnosti sa podacima do kojih je došla većina autora (Kumprecht i sar., 1998; Roch, 1998; Petersen, 1998; Newman, 1999; Pupavac i sar., 1998) koji ističu da se korišćenjem prebiotika u ishrani brojlera ostvaruje veći dnevni prirast za 2%–6%. Konverzija hrane, kao interakcija prirasta i konzumacije, jedan je od najboljih pokazatelja ekonomičnosti proizvodnje, odnosno kvaliteta hrane i njenih mogućnosti da zadovolji specifične i visoke potrebe mladih životinja u porastu. Rezultati do kojih su došli Petersen (1998) i Flemming i sar. (2004) pri upotrebi prebiotika u ishrani brojlera ukazuju na poboljšanje konverzije hrane za 5%–6%, dok Pupavac i sar. (1998) iznose poboljšanje od 15% u odnosu na

kontrolnu grupu brojlera, što je u skladu sa rezultatima izvedenog eksperimenta.

Rezultati mikrobioloških ispitivanja (tabela 3) ukazali su na značajno manji broj koliformnih bakterija i klostridija, kako u duodenumu, tako i u cekumu brojlera koji su putem hrane dobijali preparat prebiotika. Korišćenje prebiotika rezultiralo je najpre blagim smanjenjem broja laktobacila u duodenumu, a zatim povećanjem njihovog broja u cekumu, u poređenju sa kontrolnom grupom, ukazujući na izraženije pozitivne efekte upotrebljenog preparata u kaudalnim partijama digestivnog trakta. Ukupan broj bakterija u sadržaju ispitivanih delova tankog i debelog creva nije bio pod uticajem primenjenog tretmana.

Tabela 3. Mikroflora* u ispitivanom crevnom sadržaju tankog i debelog creva brojlera (log CFU/ml)

Parametar	Eksperimentalna grupa	
	Kontrola K	Ogledna O-I
Duodenum brojlera		
Uk. broj bakterija	6.77±0.13	6.78±0.07
<i>Lactobacillus sp.</i>	6.95±0.11	6.92±0.09
<i>Escherichia coli</i>	6.13±0.14 ^a	5.94±0.21 ^b
<i>Streptococcus sp.</i>	6.54±0.14 ^a	6.64±0.07 ^b
<i>Clostridium sp.</i>	5.15±0.73 ^x	3.80±0.15 ^y
Cekum brojlera		
Uk. broj bakterija	8.18±0.07	8.08±0.06
<i>Lactobacillus sp.</i>	7.84±0.08	7.93±0.09
<i>Escherichia coli</i>	7.83±0.19 ^x	7.34±0.09 ^y
<i>Streptococcus sp.</i>	7.92±0.08	7.95±0.10
<i>Clostridium sp.</i>	8.04±0.22 ^x	7.72±0.15 ^y

*Vrednost izražena kao $\bar{x} \pm Sd$

^{a, b, c, d} $p < 0.05$

^{x, y, z, w} $p < 0.01$

U skladu sa predstavljenim rezultatima su i podaci do kojih je došao Spring, (1996), koji je upotrebom MOS utvrdio smanjen broj koliforma (8.80 prema 8.54 log CFU/g) u cekumima tretiranih brojle-

ra, što su potvrdili i Jamroz i sar. (2004). Ravnoteža u mikropopulaciji digestivnog trakta omogućava efikasno varenje i resorpciju hranljivih materija hrane, indukuje anatomske i fiziološke promene u

strukturi zida creva, povećavajući ujedno i otpornost organizma prema zaraznim bolestima. Složeni ekosistem koji se uspostavlja u digestivnom traktu nije definisan „jednom za svagda“, već bi se pre mogao okarakterisati kao složeni mehanizam stalnog prilagođavanja i „preraspodele moći“ između pojedinih bakterijskih vrsta, zavisno od trenutnih uslova sredine, jer i pod normalnim uslovima postoji stalna kompeticija između pojedinih vrsta i sojeva bakterija.

ZAKLJUČAK / CONCLUSION

Upotrebom prebiotika izbegavaju se mogući neželjeni efekti prethodno uočeni pri upotrebi antibiotika (rezidue, karenca, rezistencija, alergije, genotoksičnost i dr.), a istovremeno se koriste fiziološki potencijali i mehanizmi životinja. Razmatrajući dobijene rezultate u celini, kao i literaturne podatke, može se zaključiti da korišćenje prebiotika kao alternativne mogućnosti u stimulaciji rasta i kontroli enteropatogenih bakterija ima svoje nutritivno, medicinsko i ekonomsko opravdanje.

ZAHVALNICA / ACKNOWLEDGEMENT

Ovaj rad je finansiran sredstvima projekta Ministarstva nauke i prosvete Republike Srbije III46002.

LITERATURA / REFERENCES

1. Adachi, Y., Okazaki, M., Ohno, N., Yada-mae, T. (1994): *Enhancement of cytokine production by macrophages stimulated with (1-3)-beta-D-glucan, Grifolan (Grn), isolated from Grifola frondosa*. Biol. Pharm. Bull., 17: 1554–1560.
2. AEC Tables (1993): *Recommendation for Animal Nutrition*. 6th Edition Rhone Poulenc, France.
3. Coon, C. N., Leske, K. L., Akavanichan, O., Cheng, T. K. (1990): *Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters and broilers*. Zootechnica Int., 9: 44–48.
4. Cotter, P. F., Sefton, A. E., Lilburn, M. S. (2002): *Manipulating the immune system of layers and breeders: novel applications of mannan oligosaccharides*. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Proceedings of Alltech's 18th Annual Symposium, 21–28.
5. Devegowda, G., Aravind, B. I. R., Rajendra, K., Morton, M. G., Baburanthna, A., Sudarshan, C. (1994): *A Biological approach to counteract aflatoxicosis in broiler chickens and ducklings by the use of Saccharomyces cerevisiae cultures in the feed*. In: Lyons, T.P., and K. A. Jacques (eds.) Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 10th annual symposium. Nottingham University Press, Nottingham, UK: 235–245.
6. Ewing, W. N., Cole, D. J. A. (1994): *The living Gut, An Introduction to Microorganism in Nutritio*. Context Publications, Leicestershire, UK.
7. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007. FAO Technical Meeting on Prebiotics, September 15–16. FAO, Rome, Italy.
8. Flemming, J. S., Freitas, J. R. S., Fontoura, P., Montanhini, N. R., Arruda, J. S. (2004): *Effects of different growth*

- promoters on the performance of broilers*. Abstract Book. Proceedings of Alltech's 20th Annual Symposium, 37.
9. Flory, C. M., Jones, M. L., Miller, B. F., Warren, J. S. (1995): *Regulatory roles of tumor necrosis factor alpha and interleukin-1-beta in monocyte chemoattractant protein-1-mediated pulmonary granuloma formation in the rat*. Am. J. Pathol., 146: 450–462.
 10. Gibson, R. G., Roberfroid, B. M. (1995): *Dietary modulation of human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics*, J. Nutr. 125: 1401–1412.
 11. Grela E. R. (2006): *Withdrawal of antibiotic growth promoters from pig nutrition – effects and future*. Pol. J. Nat. Sci., Suppl., 3: 15–22.
 12. Hellendoorn, E. W. (1979): *Beneficial physiological activity of leguminous seeds*. Qualitas Plantarum, 29: 227–244.
 13. Jamroz, D., Wiliczekiewicz, A., Orda, J., Wartecki, T., Skorupinska, J. (2004): *Response to diets supplemented with feed antibiotic or mannan oligosaccharides in broiler chickens*. Abstract Book. Proceedings of Alltech's 20th Annual Symposium, 45.
 14. Janeway, C. A. (1993): *Scientific America*. September, 73–79.
 15. Jouault, T., Lepage, G., Bernigaud, A., Trinel, P. A., Fradin, C., Wieruszkeski, J. M., Linton, A. H. (1995): *Has Swan failed*. Vet. Rec., 104: 329.
 16. Kennedy, M. T., Bates, P. J., Wheatley, C. L., Rohrbach, M. S. (1995): *Discrete pathways for arachidonic acid release from tannin versus beta-glucan-stimulated rabbit alveolar macrophages*. J. Leukocyte Biol., 58: 241–248.
 17. Kokoshis, P. L., Williams, D. L., Cook, J. A., Di Luzio, N. R. (1978): *Increased resistance to Staphylococcus aureus infection and enhancement in serum lysozyme activity by glucan*. Science, 199: 1340–1342.
 18. Kumprecht, I., Zobac, P., Siske, V., Sef-ton, A. E., Spring, P. (1998): *Effect of dietary mannan oligosaccharide level on performance and nutrient utilization of broilers*. Poster. U: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proc. Alltechs 14th Annual Symposium. (Ed.: T. P. Lyons), Nicholasville Kentucky, Enclosure code, 016 C.
 19. Leske, K. L., Jevne, C. J., Coon, C. N. (1993): *Effect of oligosaccharide additions on nitrogen corrected true metabolizable energy of soy protein concentrate*. Poult. Sci., 72: 664–668.
 20. MacDonald, F. (1995): *Use of immunostimulants in agricultural applications*. U: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proc. Alltechs 11th Annual Symposium. (Ed.: T. P. Lyons) Nicholasville Kentucky, 97–103.
 21. Mizuno, T., Kinoshita, T., Zhuang, C., Ito, H., Mayuzumi, Y. (1995): *Antitumor-active heteroglycans from Niohshimeji mushroom, Tricholma giganteum*. Biosci. Biotech. 59: 568–571.
 22. Moran, C. A. (2004): *Functional components of the cell wall of Saccharomyces cerevisiae: applications for yeast glucan and mannan*. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Proceedings of Alltech's 20th Annual Symposium, 283–296.

23. Mul, A. J., Perry, F. G. (1994): *The role oligosaccharides play in animal nutrition*. Feed Manufactures Conference, University of Nottingham, Loughborough, Leics. 3–5.
24. National Research Council (1994): *Nutrition Requirement of poultry*. 9th rev. ed., National Academy of Sciences, Nation. Acad. Press., Washington DC.
25. Newman, E. K. (1996): *Nutrition manipulation of the gastrointestinal tract to eliminate salmonella and inhibition of Campylobacter jejuni colonization in chicks by defined CE bacteria*. Appl. Environ. Microbiol., 60, 1191–1197.
26. Newman, K. (1999): *Feeds with antibiotic growth promoters – The oligosaccharide alternative*. Biotechnology Responds. Alltech's 1999 European, Middle Eastern and African Lecture Tour.
27. Newman, K. E. (1994): *Mannan oligosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system*, Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltechs 10th Annual Symposium. (Ed.: T. P. Lyons), Nicholasville, Kentucky.
28. Newman, K. E. (1997): *Addressing Salmonella control with biotechnology*. Poultry Digest, 56: 552–557.
29. Ohno, N., Asada, N., Adachi, Y., Yado-mae, T. (1995): *Enhancement of LPS triggered TNF- α (Tumor Necrosis Factor) production by (1-3)-beta-D-glucans in mice*. Biol. Pharm. Bull., 18, 126–133.
30. Okazaki, M., Adachi, Y., Ohno, N., Yado-mae, T. (1995): *Structure- activity relationship of (1-3)-beta-D-glucans in the induction of cytokine production from macrophages, in vitro*. Biol. Pharm. Bull., 18, 1320–1327.
31. Oyarzabal, O. A., Conner, D. E., Blevins, W. T. T. (1995): *Fructo-oligosaccharide utilization by Salmonellae and potential direct-fed microbial bacteria for poultry*. J. Food Prot. 58: 1192–1196.
32. Petersen, C. B. (1998): *Comparative effects of ZooLac, Bio-Mos and Bio-Pro on performance of broilers to 36 days*. Poster. U: Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltechs 14th Annual Symposium. (Ed.: T. P. Lyons) Nicholasville Kentucky, Enclosure code, 51, 160.
33. Petersen, M. M., Steadman, R., Williams, J. D. (1994): *Human neutrophils are selectively activated by independent ligation of the subunits Cd 11B/CD18 integrin*. J. Leukocyte Biol., 56, 708–713.
34. Phaff, H. J., Kurtzman, C. P. (1984): *The Yeasts, a Taxonomic Study*. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam., 252–262.
35. Poeikhampha, T., Bunchasak, C. (2011). *Comparative Effects of Sodium Gluconate, Mannan Oligosaccharide and Potassium Diformate on Growth Performances and Small Intestinal Morphology of Nursery Pigs*. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 24(6): 844–850.
36. Pupavac, Snježana, Sinovec, Z., Jerković, B. (1998): *Rezultati korišćenja manan-oligosaharida u ishrani brojlera*. Nauka u živinarstvu.
37. Roch, C. (1998): *Effect of Bio-Mos and Flavomycin on commercial broiler*

- performance. Poster, Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltechs 14th Annual Symposium. (Ed.: T. P. Lyons) Nicholasville Kentucky, Enclosure code, 51, 163.*
38. Rosen, G. D. (2004): *Optimizing the replacement of pronutrient antibiotics in poultry nutrition. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Proceedings of Alltech's 20th Annual Symposium, 93–102.*
39. Sakurai, T., Ohno, N., Suzuki, I., Yado-mae, T. (1995): *Effect of soluble fungal (1-3)-beta-D-glucan obtained from Sclerotinia sclerotiorum on alveolar macrophage, activation. Immunopharmacol., 30, 157–166.*
40. Salit, I. E., Gotschlich, E. C. (1977): *J. Exp. Med. 146: 1182–1194.*
41. Savage, T. F., Zakrzewska, E. I. (1996): *Performance of male turkeys to 8 weeks of age when fed an oligosaccharide derived from yeast cells. Poult. Sci., 74 (Suppl. 1): 53.*
42. Sharon, N., Lis, H. (1993): *Carbohydrates in cell recognition. Scientific American.*
43. Shoeni, J. C. L., Wong, A. C. L. (1994): *Inhibition of Campylobacter jejuni colonization in chicks by defined competitive exclusion cultures. Appl. Environ. Microbiol. 60: 1191–1197.*
44. Sinovec Z. (2000). *Stimulatori rasta u ishrani nepreživara. Hemijska industrija Župa, Kruševac.*
45. Soel, M., Lett, F., Holveck, F., Scholler, M., Waschmann, D., Klein, J. P. (1995): *Activation of human monocytes by Streptococcal rhamnose glucose polymers is mediated CD14 antigen and mannan-binding protein inhibits TNF-alpha release. J. Immunol., 154, 851–860.*
46. Spring, P. (1996): *Effects of mannanoligosaccharide on different cecal parameters and on cecal concentrations of enteric pathogens in poultry. PhD thesis, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Zurich.*
47. Stanley, V. G., Woldesenbet, R. O. S., Hutchinson, D. H., Kubena, L. F. (1993): *The use of Saccharomyces cerevisiae to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. Poult. Sci. 72: 1867–1872.*
48. Stanley, V. G., Sefton, A. E. (1998): *Egg and serum cholesterol as influenced by mannan oligosaccharide and aflatoxin. Poster Presented at the 14th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry, Lexington, KY, 20–22, 1998.*
49. Suda, M., Ohno, N., Adachi, Y., Yado-mae, T. (1995): *Modulation of the antitumor effect and tissue distribution of highly branched (1-3)-beta-D-glucan, Ssg, by carrageenan. Biol. Pharm. Bull. 18, 772–775.*
50. Verword, D. J. (1997): *Enteric conditions in ostrich chicks in relation to the use of mannan oligosaccharides. Poster, African Lecture Tour Series, Enclosure code, 51.*
51. White L. A., Newman M. C., Cromwell G. L. and Lindemann M. D. (2002). *Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. J ANIM SCI, 80: 2619–2628.*