

## PRIMENA BIOTEHNOLOGIJE U ISHRANI ŽIVOTINJA THE APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY IN ANIMAL NUTRITION\*

Šefer D., Marković Radmila, Nedeljković-Trailović Jelena, Petrujkić B.,  
Radulović S., Grdović Svetlana\*\*

*Hrana za životinje treba istovremeno da objedini više ciljeva, tj. treba da obezbedi dobro zdravlje životinja, dobre proizvodne i reproduktivne performanse, smanji zagađivanje čovekove okoline ali i da utiče na namirnice animalnog porekla, da ih pored osnovnih hranljivih materija, snabde i određenim korisnim materijama koje mogu da deluju preventivno na pojavu raznih oboljenja ljudi u savremenim uslovima življenja.*

*Ovaj kompleksan zadatak podrazumeva primenu naučnih saznanja iz oblasti biotehnologije u proizvodnju hrane za životinje a takođe uključuje i upotrebu specifičnih hraniva nastalih kao rezultat najnovijih dostignuća iz pojedinih naučnih disciplina kao što su molekularna biologija i genetski inženjering. Kao rezultat istraživanja u ovim oblastima stvoreni su varijeteti žitarica i leguminoza sa poboljšanim nutritivnim svojstvima. Sa druge strane, da bi se dobio bezbedan proizvod, odnosno namirnica animalnog porekla, nameće se upotreba supstanci prirodnog porekla (kao što su probiotci, prebiotici, fitobiotici, enzimi, helati, ...) koje će doprineti boljoj svarljivosti i potpunijem iskorišćavanju određenih hranljivih materija iz hraniva. Na taj način se u značajnoj meri smanjuje deo nesvarenih materija i zagađivanje zemljišta i atmosfere.*

*Specifični dodaci u ishrani životinja, koji su proistekli iz biotehnoloških istraživanja najčešće se koriste da bi se prevazišli problemi u vezi sa određenim nivoom proizvodnje ili zdravstvenim stanjem životinja. Tu se ubraja grupa nehranidbenih ingredijenata koja reguliše mikrofloru digestivnog trakta, pH, prirast, modifikuje procese metabolizma i slično.*

*Ključne reči: biotehnologija, intenzivno stočarstvo, ishrana*

\* Rad primljen za štampu 17. 08. 2014. godine

\*\* Dr sc. vet. med. Dragan Šefer, redovni profesor, dr sc. vet. med. Radmila Marković, vanredni profesor, dr sc. vet. med. Jelena Nedeljković-Trailović, vanredni profesor, dr sc. vet. med. Branko Petrujkić, docent, dr sc. vet. med. Stamen Radulović, asistent, dr sc. Svetlana Grdović, vanredni profesor, Katedra za ishranu i botaniku, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu

## Uvod / Introduction

Biotehnologija, kojoj se predviđa veoma aktivna uloga u budućnosti ne samo u naučnom razvoju nego i u tehnološkom razvoju, prioritetna je oblast razvoja kako u SAD-u, tako i u Evropskoj uniji (EU). Smatra se da postignuti rezultati na polju biotehnologije prevazilaze naučni domen i ulaze u oblast ekonomije, zakonodavstva, kvaliteta života, pa i politike.

Biotehnologija u najširem smislu je primena biologije u dobijanju nekog proizvoda. Evropska federacija bioteknologa je 1992. godine definisala biotehnologiju kao primenu biohemije, mikrobiologije i inženjerskih znanja u cilju korišćenja mikroorganizama, kultura biljnih i životinjskih ćelija i tkiva ili njihovih delova u industrijskoj proizvodnji. Na osnovu ove definicije se vidi da ona ima izrazitu multidisciplinarnost (Popov, 2000).

Da bi industrija hrane za životinje uspela da se održi, zbog sve izraženijih promena habitulanih i jestivih navika ljudi (vegetarijanstvo, pokret zdrave hrane) kao i novih zakonskih regulativa, ona treba da uvaži mišljenje potrošača i da pokuša da mu ponudi ono što on traži – prirodne životinjske proizvode čijom se proizvodnjom ne zagađuje životna sredina.

Prirodna biotehnologija se sa svojim rešenjima pojavila u pravo vreme uvažavajući kao svoje osnovno oruđe – prirodne alternative. Zbog sve većih zahteva svetskog potrošačkog lobija, a poštujući proizvodne prioritete (bolje iskorišćavanje hrane, duža održivost, lakša manipulacija) sa konačnim ciljem povećanja proizvodnje i poboljšanja kvaliteta namirnica animalnog porekla, pored osnovnih hraniva u smeše se dodaje veliki broj aditiva koji imaju različite namene. Aditivi su supstance koje, dodate drugim u malim količinama, potenciraju korisne, a suprimiraju štetne efekte. Industrijsku proizvodnju hrane za životinje prati stalno povećanje broja raznih aditiva tako da se danas koristi veliki broj različitih dodataka sa tendencijom stalnog povećanja. Osnovna podela svih dozvoljenih dodataka je na:

- sredstva koja stimulišu proizvodnju (stimulatore rasta);
- sredstva koja omogućavaju održavanje normalnog zdravstvenog stanja (preventivne i lekovite dodatke);
- sredstva koja služe za duže očuvanje hrane (konzervansi, stabilizatori, antioksidanti, veziva);
- sredstva za bolje iskorišćavanje hrane (enzimi, emulgatori, regulatori kiselosti);
- sredstva koja koriguju miris i ukus hrane;
- sredstva koja poboljšavaju boju životinjskog proizvoda (pigmenti);
- sredstva koja utiču na bolju protočnost hrane i
- sredstva za denaturisanje.

U nizu alternativnih rešenja u novijoj svetskoj literaturi najčešće se pominju hraniva sa specifičnim dejstvom, enzimi, probiotici i prebiotici.

**Stimulisanje rasta kod životinja i najnovija biotehnološka rešenja /**  
*Growth stimulation in animals and the latest biotechnological solutions*

Antibiotici su zabranjeni za upotrebu u cilju stmulisanja rasta životinja (2009). Oni su se koristili više od 50 godina, ali vrlo brzo (već kasnih '60-tih) raste interesovanje ne samo za njihove pozitivne, već i za moguće negativne, pa i štetne efekte (rezistentni sojevi enterobakterija, unakrsna rezistencija, rezidue antibiotika u namirnicama animalnog porekla, moguće genotoksično dejstvo). Danas se za stimulisanje rasta životinja koriste prirodna alternativna rešenja: prebiotici, probiotici, fitobiotici i sinbiotici.

Probiotici predstavljaju mogućnost izbora stimulacije rasta korišćenjem fizioloških potencijala i mehanizama životinja. Upotrebom probiotika postižu se slični efekti kao pri korišćenju antibiotika s tim što se izbegavaju mogući neželjeni efekti (rezidue, karenca, rezistencija, alergije, genotoksičnost i dr.).

Značaj upotrebe poželjnih vrsta mikroorganizama kao stimulatora rasta zasniva se na jednostavnoj činjenici da samo zdrav organizam životinje može u potpunosti da ispolji genetski potencijal proizvodnih svojstava.

Mikroorganizmi digestivnog trakta obezbeđuju normalnu funkciju sluznice, povećavaju svarljivost, stimulišu motilitet i imunološki sistem. Mehanizmi uključeni u nabrojane funkcije nisu u dovoljnoj meri razjašnjeni, ali se za sada najviše pominje tzv. "konkurentsko isključivanje" (competitive exclusion - CE) koje se zasniva na više mehanizama. Ovaj termin se koristi za opisivanje procesa kojima korisne bakterije isključuju patogene (Šefer i sar., 2013). Konkurentsko isključivanje podrazumeva prevenciju ulaska ili utemeljenja jedne bakterijske populacije u gastrointestinalnom traktu zato što je niša već okupirana konkurentnom bakterijskom populacijom. Da bi uspela, kasnija populacija mora da bude sposobnija da se utemeli ili održi u sredini ili mora da proizvodi inhibitorna jedinjenja protiv konkurentne vrste (Bailey, 1987). Mogućnost kočenja kolonizacije patogenih mikroorganizama u crevu poznata je pod nazivom "kolonizaciona rezistenca". Mehanizmi (Bartlett, 1979; Bocci, 1992; Savage, 1972) kojima normalna bakterijska populacija ostvaruje kolonizacionu rezistenciju zasnivaju se na nekoliko dejstava:

- konkurencija za mesta pripajanja na intestinalnom epitelu;
- lokalna proizvodnja antibiotika (bakteriokini);
- konkurencija za hranljive sastojke i
- obrazovanje neodgovarajućeg pH.

Prebiotici su nesvarljivi sastojci 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. Smatra se da prebiotici ispoljavaju svoje dejstvo lokalno ili sistemski. Prebiotici direktno stižu u kolon, poseduju selektivnu fermentaciju i pomažu održavanju eubioze prvenstveno korišćenjem od strane poželjne mikroflore i povećanjem ekskrecije nepoželjne mikroflore fecesom. Pored toga, mogu da ispolje pozitivne sistemske

efekte nakon resorpcije fermentacionih produkata metabolizma bakterija. Pored navedenog, prebiotici moraju da ispunjavaju i sledeće kriterijume:

- da se ne hidrolizuju ili resorbuju u prednjim partijama digestivnog 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 budu u mogućnosti da remete prisutnu mikrofloru u cilju zdravije kompozicije.

Između brojnih sastojaka hrane nesvarljivi ugljeni hidrati (oligo i polisaharidi), neki peptidi i proteini i određeni lipidi predstavljaju, za sada, kandidate za prebiotike. Zbog svoje hemijske strukture nabrojane komponente ne podležu enzimskoj hidrolizi niti se resorbuju u prednjim partijama digestivnog trakta, pa mogu da se nazovu 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 neskrbni ugljeni hidrati za sada jedini mogu da zadovolje navedene kriterijume prebiotika (Marković, 2005).

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 epitelne ćelije crevne mukoze koja na svojoj površini poseduje polisaharidnu strukturu koja konformacijski odgovara lektinima (Sharon i Lis, 1993). Dodavanjem mananoligosaharida dolazi do stvaranja kompleksa manan-bakterija čime se onemogućava adherencija patogena za crevni zid.

Sinbiotici predstavljaju kombinaciju probiotika i prebiotika. U ovom slučaju se selektirani probiotički mikroorganizmi primenjuju u smeši sa supstratom visokospecifičnim za njihov rast.

Fitogeni dodaci hrani za životinje se definišu kao jedinjenja biljnog porekla koja se koriste u ishrani životinja kako bi se unapredila njihova produktivnost putem poboljšanja proizvodnih rezultata životinja, svojstava hrane, kao i kvaliteta namirnica animalnog porekla (Radulović, 2014).

Antibakterijsko dejstvo ostvaruju u vezi sa njihovom hidrofobnošću koja im omogućava da se utisnu u fosfolipidni sloj ćelijske membrane, ili putem inhibicije bakterijskih enzima i receptora vezivanja na specifičnim mestima. Pored dokazanog antibakterijskog dejstva biljni ekstrakti ispoljavaju kokcidistatski, antihelmintički, antivirusni, antikancerogeni i antioksidativni efekat. Biljni ekstrakti putem specifične arome utiču na lučenje digestivnih sokova, vreme pasaže crevnog sadržaja i stimulatívni uticaj na endokrini sistem.

Fitogeni su relativno mlada grupa dodataka hrani koja je poslednjih godina privukla značajnu pažnju industrije koja se bavi proizvodnjom hrane za životin-

je. U poređenju sa sintetski dobijenim antibioticima i anorganskim hemijskim materijama, ovi proizvodi dobijeni iz biljaka su prirodni, dokazano manje toksični, ne stvaraju rezidue, i mogli bi postati idealni dodaci hrani za životinje i uspešno zameniti antibiotske promotere rasta u hrani (Vukić-Vranješ i sar., 2013). Esencijalna ulja koja sadrže kao glavne komponente aldehide ili fenole (cinamaldehyd, citral, karvakrol, timol, eugenol) pokazuju najveću antibakterijsku aktivnost, dok esencijalna ulja koja sadrže terpeneske alkohole poseduju nešto manju aktivnost. S obzirom na poreklo i način dobijanja klasifikuju se u četiri podgrupe:

1. bilje (cvetajuće bilje, bilje nalik travi, jednogodišnje bilje);
2. začini (botanicals), cela biljka ili deo biljke (npr. lišće, koren, seme, kora s intenzivnim mirisom ili ukusom koje se uobičajeno dodaje ljudskoj hrani);
3. eterična ulja (isparljive lipofilne komponente dobijne hladnom ekstrakcijom ili ekstrakcijom vodenom parom ili alkoholnom destilacijom);
4. uljne smole (ekstrakti dobijeni nevodenim rastvaračima).

### **Enzimi / Enzymes**

Cilj dodavanja enzima je dopuna aktivnosti endogenih enzima životinja, otklanjanje antinutritivnih materija (glukani, fitati) iz pojedinih hraniva, povećanje energetske i hranljive vrednosti hraniva na osnovu veće dostupnosti pojedinih hranljivih materija za resorpciju, kao i smanjivanje izlučivanja neiskorišćenih hranljivih materija u spoljašnju sredinu.

Danas su, kao dodaci hrani, od praktičnog značaja enzimi celulolitičkog enzimskog kompleksa (celulaza i pektinaza), kompleksa NSP (-glukanaza, ksilanaze, (-galaktozidaza), proteaze, amilaze i fitaza (Choct, 1996). Takođe, omogućava se perforiranje ćelijskih zidova i dostupnost "zarobljenih" hranljivih sastojaka unutar njih, digestivnim enzimima, a istovremeno hidrolizom NSP-a povećava se i njihova iskoristljivost.

Galaktozidi su galaktooligosaharidi prisutni u većim količinama u sojinom zrnu i sačmi. Ova jedinjenja se ne razlažu u tankom crevu jer viši kičmenjaci ne luče enzime za njihovo razlaganje, već se fermentišu u debelom crevu. Neki mogu izazvati antinutritivne efekte kao što su nadutost ili otežano varenje (Classen, 1996). Dodatkom enzima (-galaktozidaze u obroke na bazi soje i nekih drugih mahunarki postignuto je smanjenje nivoa galaktozida.

Činjenica da fosfor učestvuje u mnogo više metaboličkih procesa nego i jedan drugi mineral svrstava ga u esencijalne elemente u metabolizmu životinja. U hranivima biljnog porekla fosfor se u najvećem stepenu (50–80% ukupnog fosfora) nalazi u fitinskoj formi koja je neiskoristiva pre svega za monogastrične životinje (Oberleas, 1973; Raboy, 1990).

U cilju razgradnje kompleksa fitinske kiseline i oslobađanja fosfora, odnosno smanjenja potrebne količine neorganskog fosfora dodaje se enzim fitaza (Šefer, 2002). Obzirom na lociranost fitata u aleuronskom sloju preporučuje se

kombinovana upotreba celulolitičkih enzima kao (-glukanaze i pentozonaza u kombinaciji sa fitazom u cilju povećanja aktivnosti endogene fitaze u digestivnom traktu živine.

### **Mikroelementi / *Microelements***

Mikroelementi su životinjama potrebni u malim količinama i učestvuju u skoro svim fiziološkim i biohemijskim procesima.

Mikroelementi se obezbeđuju životinjama preko hrane (prisutni), posebnim dodavanjem (dodati preko predmeša) ili kroz vodu. U intenzivnoj proizvodnji dodavanje je obavezno (Lyons, 1994) jer se samo tako mogu obezbediti u dovoljnim količinama za optimalno zdravstveno stanje i proizvodne rezultate.

Resorpcija mikroelemenata ne zavisi samo od sadržaja u hrani, nego i od doba životinje, elektrohemijske reakcije u crevima i oblika u kome se mikroelement nalazi.

Pored neorganskih formi mineralnih materija, danas se sve više koriste tzv. „helatne“ forme (Hynes i Kelly, 1995), odnosno organski vezani mikroelementi.

Bilo koja od prirodnih aminokiselina može formirati stabilan petočlani prsten sa metalnim jonom. Kada se formira kompleks koji poseduje jedan ili više heterocikličnih prstenova naziva se »helat«. Komercijalni mineralni dodaci se opisuju kao proteinati a biopleksi su smeša amino kiselina i peptida.

### **Vitamini / *Vitamins***

Za sprečavanje simptoma deficitarnosti i održavanja zdravlja životinja koriste se vitaminski premiksi kao integralni deo smeša za stočnu hranu. Poznato je da se vitamini dodaju na nivou miligrama ili grama supstance po toni hrane, a u cilju bolje raspodele tako malih količina, sastojci se prvo mešaju sa odgovarajućim nosačem i zatim u vidu gotovog premiksa dodaju u hranu. Danas se uglavnom koriste vitamini u obliku formulisanih proizvoda iz razloga veće stabilnosti, bolje bioiskoristivosti i uniformne raspodele.

Jasno je da je jedan od najvažnijih kriterijuma za razmatranje kvaliteta premiksa stabilnost vitamina. Nije važna samo pojedinačna stabilnost vitamina, nego i stabilnost svih vitamina unetih u premiks. Mnogi faktori utiču na stabilnost vitamina među kojima su najvažniji temperatura, pH, kiseonik, izlaganje svetlu, katalizatori, inhibitori i vreme.

### **Aminokiseline / *Aminoacids***

Mogućnost zamene dela izvora proteina uvođenjem sintetskih aminokiselina opisana je u brojnim radovima i dokazana u velikom broju oglada. Kao rezultat toga proizašle su opšteprihvaćene preporuke o potrebama životinja u

proteinima (National Research Council, 1994; AEC Tables, 1993) koje, umesto ukupne količine proteina, daju podatke samo o sadržaju esencijalnih aminokiselina u obroku. Korišćenje ovih preporuka nema samo naučni aspekt, već i praktičnu osnovu. Na osnovu njih došlo je do široko prihvaćenog koncepta optimalizacije obroka na bazi sadržaja esencijalnih aminokiselina bez obzira na učešće ukupnih proteina, što je rezultiralo postizanjem zadovoljavajućih proizvodnih rezultata uz znatno ekonomičniju proizvodnju. Ipak, sporadični slučajevi izostanka željenih proizvodnih rezultata ukazali su na potrebu poznavanja i uvažavanja brojnih faktora i principa korišćenja sintetskih aminokiselina o kojima se do sada nije vodilo dovoljno računa. U svim ogledima rezultati su pokazali da postoji ograničena mogućnost smanjenja ukupnih proteina obroka dodavanjem esencijalnih aminokiselina pri čemu se postižu zadovoljavajući proizvodni rezultati, ali ne na nivou istih dobijenih konvecionalnom ishranom životinja.

Tablični sadržaj aminokiselina u pojedinim hranivima (National Research Council, 1994; AEC Tables, 1993) ne odgovara pravim vrednostima jer hraniva po pravilu sadrže manje količine. Zato se računskom optimalizacijom obroka na osnovu ovakvih podataka ne postiže zadovoljavajuća količina esencijalnih aminokiselina. Pored toga pojedine životinjske vrste (živina) poseduju znatno veće potrebe u pojedinim aminokiselinama (izoleucin, valin, triptofan). Na ovaj način, korišćenjem tabličnih podataka i opisanih potreba, postižu se slabiji proizvodni rezultati jer odnos lizina, kao prve limitirajuće aminokiseline, sa drugim esencijalnim amino kiselinama nije adekvatan.

Osobine sintetskih aminokiselina da se lako resorbuju iz digestivnog trakta često služe u marketinškom nastupu kao jedan od odlučujućih faktora za njihovu upotrebu, dok se njihovom prekomernom upotrebom postiže upravo suprotan efekat. Za razliku od intaktnih proteina hrane, koji moraju prethodno da podlegnu procesima varenja u digestivnom traktu, sintetske aminokiseline se znatno brže resorbuju. Zato se na mestima sinteze proteina javljaju u različito vreme, odnosno dodate aminokiseline ne mogu se iskoristiti u potpunosti već podležu dezaminaciji i uključivanju u energetski metabolizam. Nakon digestije i resorpcije aminokiseline iz intaktnih proteina stižu putem krvi na mesto sunteze proteina, ali se elongacija lanca proteina ne vrši jer nedostaju aminokiseline koje su dodate i koje su, zbog navedene situacije, izmetabolisane.

### **Kvasac / Yeast**

Sumirajući pozitivne efekte uvođenja biotehnologije u proizvodnju stočne hrane moramo izdvojiti stočni kvasac i proizvode od kvasca kao jedno od osnovnih oruđa u borbi za povećanje proizvodnje životinja na potpuno prirodan način i istovremeno povećanje profita. Kvasci su poznati zbog svoje dugogodišnje upotrebe u pekarstvu, pivarstvu i vinarstvu, s tim da biotehnologija promoviše i u proizvodnji stočne hrane eru korišćenja kulture kvasaca.

Pored već poznate nutritivne dimenzije, značaj kvasca u ishrani životinja objašnjava se i nizom drugih povoljnih dejstava koje možemo podeliti na:

- sposobnost kvasca da povoljno utiče na normalnu mikrofloru buraga kod preživara, odnosno mikrofloru cekuma kod konja, svinja i zečeva;
- ulogu kvasca u modifikaciji mikroflore digestivnog trakta i stimulaciji imunog sistema i
- korišćenje roda *Saccharomyces cerevisiae* u borbi protiv mikotoksikoza.

Mnogi radovi ukazuju da kod preživara kultura *Sacharomyces cerevisiae* povećava broj bakterija u rumenu i služi kao pufer (stabilizuje pH sadržaj) čime poboljšava fermentaciju u buragu.

Esterifikacijom glukomanana poreklom iz kvasca dobija se proizvod koji u velikoj meri apsorbuje mikotoksine (aflatoksin, ohratoksin, fuzariotoksine itd.) i dovodi do njihove biodegradacije.

### **Uticaj ishrane na kvalitet namirnica animalnog porekla /**

#### *The impact of nutrition on the quality of food of animal origin*

Veliki broj istraživanja pokazuje da se ishranom životinja može uticati na dobitanje namirnica animalnog porekla posebnog kvaliteta i duže održivosti.

Najčešći funkcionalni sastojci koji se koriste pri obogaćivanju animalnih namirnica su: selen, omega-3 masne kiseline, vitamin E i konjugovana linolna kiselina (CLA) (Marković i sar., 2013). Navedeni sastojci atraktivni su prvenstveno zbog toga što se već niz godina u razvoju funkcionalne hrane teži dizajniranju većeg broja proizvoda za očuvanje zdravlja srca i smanjenje prekomerne telesne mase, budući da su to najveći problemi modernoga načina života.

Najčešće se obraća pažnja na uticaj ishrane na kvalitet mesa, odnosno na pH vrednost, mekoću, mramoriranost, kvalitet masti, održivost, senzorne osobine. Istraživanja u ovoj oblasti su brojna i složena, budući da pored ishrane uključuju uticaj drugih faktora (genetska osnova, postupak pre klanja itd.) koji znatno utiču na kvalitet mesa.

Intenzivno ratarstvo i stočarstvo zahteva upotrebu velikih količina mineralnih đubriva, biološki stimulisanih i zaštitnih agenasa koji se nazivaju "agrohemikalije". Ovi preparati dugom upotrebom zagađuju zemljište i hranu. Biotehnologija daje veoma značajan doprinos proizvodnji "bioinsekticida" i "biopesticida". Pored toga, u proizvodnji „bioloških đubriva“ (organska đubriva), koja su najbolja zamena za mineralna, razvijeni su postupci kompostiranja i metanizacije (metansko vrenje) organskog otpada (Popov, 2000).

Na osnovu svega napred iznetog, biotehnologija predstavlja veoma značajnu kariku u lancu proizvodnje hrane, te se može reći da je ona integralni deo prehrambene industrije i industrije hrane za životinje. Istraživanja primene rezultata biotehnologije i istraživanja na polju genske tehnologije i bioinženjerstva mogu



doprineti rešavanju nestašice visokovredne hrane (protein) i energije (bioetanol, metan i sl.). Za ovu realizaciju potreban je koordinirani, multidisciplinarni i timski rad što treba da omogući saradnja unutar države, regije i sveta.

ZAHVALNICA / ACKNOWLEDGEMENT:

Istraživanje je sprovedeno u okviru projekta "Odabrane biološke opasnosti za bezbednost/kvalitet hrane animalnog porekla i kontrolne mere od farme do potrošača", Tehnološki razvoj, 2011-2015, br. projekta: 031034. Nosioc projekta: Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Finansiranog od strane Ministarstva za obrazovanje, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije /

*The study was conducted within the project "The selected biological threat to the safety/quality of food of animal origin and control measures from the farm to the consumer", TR 031034 financed by the Ministry of Education, Science and technological development of the Republic of Serbia*

### Literatura / References

1. AEC Tables. Recommendation for animal nutrition. Rhone-Poulenc, Animal Nutrition, 1993, France.
2. Bailey J S. Factors affecting microbial competitive exclusion in poultry. Food Technol., 1987; 41:88-92.
3. Bartlett J G.. Antibiotic-associated pseudomembranous colitis. Rev. Infect. Dis., 1979; 1:530-538.
4. Bocci V. The neglected organ: bacterial flora has a crucial immunostimulatory role. Perspectives in Biology and Medicine, 1992; 35, 2, 251-260.
5. Choct M. The role of feed enzymes in animal nutrition towards 2000. Proceedings of XX World's Poultry Congress, New Delhi, India, 2.-5. September, 1996; Vol II: 125-133.
6. Classen HL. Enzymes in action. Feed mix., 1996; 4, 2: 22-27.
7. Hynes M, Kelly M. Metal ions, chelates and proteinates. Biotechnology in the feed industry, 1995; 233-248.
8. Lyons P T. Biotechnology in the feed industry and beyond. Biotechnology in the feed industry, 1994; 1-50.
9. Marković R, Đorđević V, Baltić M Ž. The importance of conjugated linoleic acid for meat quality. Proceedings International 57th meat industry conference. Meat and meat products- perspectives of sustainable production, Belgrade, 2013; 17-23.
10. Marković R. »Uticaj korišćenja različitih stimulatora rasta u ishrani brojlera na proizvodne rezultate i zdravstveno stanje«, Magistarska teza, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, 2005.
11. National Research Council. Nutrient requirements for poultry 9<sup>th</sup> rev.ed.,. Nacional Academy of Sciences, Washington, DC., 1994.
12. Oberleas Din. Toxicants Occuring Naturally in Foods. p 363. National Academy of Sciences, Washington, DC, 1973.
13. Popov S. Osnovi biohemijskog inženjerstva", Tehnološki fakultet Novi Sad, 2000.
14. Raboy V. 5. Biochemistry and genetics of phytic acid synthesis. In: Inositol Metabolism in Plants, 1990; 55-76. Wiley-Liss, Inc.
15. Radulović S. „Ispitivanje uticaja prirodnih stimulatora rasta na zdravstveno stanje i proizvodne rezultate prasadi u odgoju“, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, 2014.
16. Savage D C. Defining the Laboratory Animal. National Academy of Sciences, Washington, DC, 1972; 60-77.

17. Šefer D. Efekat korišćenja fitaze u ishrani prasadi na proizvodne rezultate, iskoristivost fosfora i stepen mineralizacije koštanog tkiva, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, 2002.
18. Šefer D, Radulović S, Marković R, Jakić-Dimić D, Milić. Biotechnological solutions for the growth stimulation of broilers. Proceedings 10th International Symposium „Modern trends in livestock production, Institute for animal husbandry, Belgrade, 2-4.10.2013, str. 244-260.
19. Sharon N, Lis H. Carbohydrates in cell recognition. Scientific American, 1993.
20. Vukić-Vranješ M, Tolimar N, Vukmirović Đ, Čolović R, Stanačević V, Ikonić P, Pavkov S. Effect of phytogetic additives on performance, morphology and caecal microflora of broiler chickens, Biotechnology in animal Husbandry, 2013; 29 (2), 311-319.

**ENGLISH**

**THE APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY IN ANIMAL NUTRITION**

**Šefer D., Marković Radmila, Nedeljković-Trailović Jelena, Petrujkić B.,  
Radulović S., Grdović Svetlana**

Animal food has to incorporate multiple objectives, ie. it should provide good animal health, good production and reproductive performance, reduce pollution of the environment as well as have the impact on food of animal origin, by supplying it, in addition to basic nutrients, with certain useful substances that can act preventively on the occurrence of various diseases in humans in modern living conditions. This complex task implies the application of scientific knowledge concerning biotechnology in the field of animal feed production, and also includes the use of specific nutrients that are the result of the latest developments in specific disciplines such as molecular biology and genetic engineering. As a result of researches in these areas there were created some varieties of cereals and legumes with improved nutritional properties. On the other hand, obtaining a safe food of animal origin product imposes the use of substances of natural origin (such as probiotics, prebiotics, phytobiotics, enzymes, chelating forms ..), which provide better digestibility and more complete utilization of certain nutrients from the feedstuff. In this way, the quantity of undigested substances are significantly reduced as well as soil and the atmosphere pollution.

The use of specific additives in animal nutrition resulting from biotechnological research is most frequent when a problem concerning certain level of production or animal health has to be overcome. This implies a group of non-nutritional ingredients which are aimed to regulate the digestive tract microflora, pH, weight gain, as well as to modify metabolic processes etc.

Key words: biotechnology, intensive farming, nutrition

## ПРИМЕНЕНИЕ BIOTEKHOLOGIJI V KORMLENIJI ŽIVOTNYKH

**Д. Шефер, Радмила Маркович, Елена Неделькович-Траилович, Б. Петруйкич, С. Радулович, Светлана Грдович**

Корма для животных должны одновременно сочетать в себе несколько целей: обеспечение хорошего состояния здоровья животных, хороших производственных и репродуктивных показателей, уменьшение загрязнения среды обитания человека, но и оказывать влияние на качество продуктов питания животного происхождения, снабжая их, помимо основных питательных веществ, определенными полезными веществами, способными оказывать превентивное действие на возникновение различных заболеваний у людей в современных условиях жизни.

Эта комплексная задача подразумевает применение научных знаний из области биотехнологий в отрасли производства кормов для животных, а также включает использование конкретных питательных веществ, возникших в результате применения достижений отдельных научных дисциплин, таких как молекулярная биология и генная инженерия. В результате исследований в этих областях созданы сорта зерновых и зернобобовых культур с улучшенными питательными свойствами. С другой стороны, для получения безопасной продукции, а именно продуктов питания животного происхождения, становится необходимым использование веществ натурального происхождения (таких как пробиотики, пребиотики, фитобиотики, ферменты, хелаты ...), способствующих лучшему перевариванию и полноценному усвоению определенных питательных веществ из корма. Таким способом в значительной мере сокращается объем непереваренных веществ и загрязнение почвы и атмосферы.

Использование специальных добавок, полученных в результате биотехнологических исследований, в кормлении животных, чаще происходит в случаях, когда есть необходимость преодоления проблем, связанных с определенным уровнем производства или состоянием здоровья животных. В таких случаях прибегают к использованию непитательных ингредиентов, целью которых является регулирование микрофлоры пищеварительного тракта, рН, рост, корректирование процессов метаболизма и т. п.

Ключевые слова: биотехнология, интенсивное скотоводство, питание.