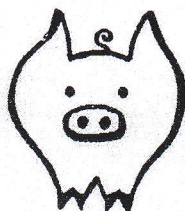


V95

Ishtuang



VETERINARSKI SPECIJALISTIČKI INSTITUT POŽAREVAC
u saradnji sa Veterinarskom komorom



ZBORNİK RADOVA

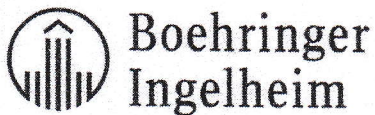
JEDANAESTOG SAVETOVANJA

SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM

~ZDRAVSTVENA ZAŠTITA, SELEKCIJA I REPRODUKCIJA SVINJA~
(ishrana svinja kao osnova uspešne profilakse)

Srebrno jezero-Veliko Gradište, 31. maj-02. juni 2013. godine
Kongresni centar „Danubia“

Veliki sponzori:



zoetis

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

636.4(082)
614.449.973.11(082)

САВЕТОВАЊЕ са међународним учешћем
"Здравствена заштита, селекција и
репродукција свиња" (11 ; 2013 ; Сребрно
језеро)

Zbornik radova jedanaestog savetovanja sa
međunarodnim učešćem "Zdravstvena zaštita,
selekcija i reprodukcija svinja" (ishrana
svinja kao osnovna uspešne profilakse),
Srebrno jezero 31. maj - 02.juni 2013. godine
/ [organizator] Veterinarski specijalistički
institut "Požarevac" u saradnji sa
Veterinarskom komorom. - Požarevac :
Veterinarski specijalistički institut, 2013
(Požarevac : Sitograf). - 101 str. : ilustr.
; 29 cm

Tiraž 260. - Bibliografija uz svaki rad. -
Summaries.

ISBN 978-86-912609-4-1

a) Свиње - Здравствена заштита - Зборници
b) Свиње - Размножавање - Зборници
COBISS.SR-ID 198603276

BIOTEHNOLOŠKA REŠENJA U ISHRANI ZALUČENE PRASADI

D. Šefer, B. Petrujkić, Radmila Marković, S. Radulović*

*Katedra za ishranu i botaniku, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu

Kratak sadržaj

Brojni faktori uključujući nedovoljni unos energije i hranljivih materija dovode se u vezu sa poremećajima varenja i resorpcije kod prasadi. Takođe, tzv. „nezreo“ imuni sistem i psihosomatski faktori prouzrokovani zalučenjem mogu oslabiti zaštitnu funkciju creva prasadi, dovodeći do oštećenja sluznice i remećenja čvrstih veza između enterocita (*Eng. Tight junction - TJ*). Iz tog razloga, prasad na zalučenju su vrlo prijemčiva za nastanak mnogobrojnih bolesti, među kojima je najčešća kolibaciloza (*Eng. post-weaning colibacillosis - PWC*) uzrokovana enterotoksinogenim sojem *E. coli*. Dobro je poznato da hranljivi sastojci hrane kao što su proteini, neskrobni polisaharidi (NSP) i mineralne materije utiču na rast mikroorganizama u gastrointestinalnom traktu obzirom da nesvarene hranljive materije ostaju na raspolaganju svim prisutnim mikroorganizmima pa i patogenima koji mogu dovesti do oboljenja.

Danas se smatra da su smanjenje koncentracije proteina u obroku prasadi 7 dana po zalučenju, ograničenje količine rastvorljivih NSP koji povećavaju viskozitet crevnog sadržaja, korišćenje zakišeljivača i ograničenje količine gvožđa na 100 mg/kg hrane važne strategije u očuvanju barijerne funkcije creva i prevenciji kolibaciloze prasadi.

Ključne reči: prasad, zalučenje, ishrana, biotehnologija

Uvod

Zalučenje predstavlja stresni događaj u životu prasadi koja su izložena nagloj promeni hrane uz istovremeno izlaganje imunološkim i fiziološkim izazovima. Mleko kрмаče koje je bogato energijom (velika količina masti i laktoze) i proteinima visoke svarljivosti zamenjuje se obrokom pretežno baziranim na skrobu koji ima više suve materije a uz to je i manje svarljivosti (Williams, 2003). Na taj način, značajno se smanjuje unos energije potrebne za očuvanje integriteta epitelnih ćelija, smanjuje transmukozna rezistencija i povećava sekretorna aktivnost peharastih ćelija u tankom crevu (Boudry *i sar.*, 2004). Oštećenjem epitela smanjuje se svarljivost hranljivih materija hrane i obezbeđuje veća količina supstrata za razvoj svih prisutnih mikroorganizama pa samim tim i patogena (Pluske *i sar.*, 2002). Istovremeno se povećava i mogućnost stvaranja materija koje deluju iritantno na epitelne ćelije (amonijak kao i olakšava athezija i transcelularna ili paracelularna penetracija patogena (Moeser i Blikslager, 2007; Heo *i sar.*, 2010). Imuni sistem u zalučene prasadi još uvek nije potpuno razvijen a pasivni imunitet koji su prasad dobila preko mleka kрмаče je značajno oslabljen u momentu zalučenja (Gallois *i sar.*, 2009). Ne sme se prevideti ni činjenica da prasad trebaju da se izbore sa fiziološkim stresom na zalučenju kao što su

odvajanje od krmače, mešanje sa nepoznatom prasadi i uspostavljanje socijalne hijerarhije unutar grupe čime se povećava lučenje kortizola i ekspresija receptora za kortikotropin rilizing faktor u crevima zalučene prasadi (Moeser *i sar.*, 2007). Ovi stresogeni faktori mogu povećati paracelularnu i transcelularnu permeabilnost čime se povećava translokacija antigena i bakterijskih lipopolisaharida kroz mukoznu barijeru (Smith *i sar.*, 2010).

Iako su prasadi na zalučenju prijemčiva za brojne bakterijske i virusne bolesti, najčešće bolesti zalučene prasadi, koje se etiološki dovode u vezu sa hranom, su: kolibaciloza zalučene prasadi (PWC) proliferativna enteropatija (PE), salmoneloza, spirohetoza prasadi i dizenterija svinja kod kojih se kao dominantni klinički simptom javlja dijareja. Od svih pobrojanih bolesti jedino se PWC javlja u prve dve nedelje po zalučenju dok se ostale bolesti najčešće javljaju 4-6 nedelja po zalučenju.

Funkcija crevne barijere

Epitel mukoze creva je primarna „barijera“ između crevnog sadržaja tzv. „spoljašnje sredine“ koja se sastoji od hranljivih materija i štetnih faktora kao što su patogeni i antigeni. Ova „epitelijalna barijera“ je sa spoljne strane zaštićena sa sluzi a sa unutrašnje strane sa čvrstim vezama (*Eng. Tight junction - TJ*) između enterocita. Ove dve barijere, spoljašnja i unutrašnja, selektivno regulišu transfer molekula i sprečavaju ulazak patogena i antigena u cirkulaciju.

Sluz visoke molekularne mase pokriva enterocite i sprečava oštećenje bakterijskim i endogenim proteazama kao i oštećenja izazvana želudačnom kiselinom. Pored ove fizičke zaštitne uloge mukus selektivno blokira prolaz makromolekula kao što su enzimi i antigeni a omogućava prolaz hranljivih materija kao i stvaranje rezistencije na kolonizaciju patogena adhezijom komensalnih bakterija na luminalnoj površini (Montagne *i sar.*, 2004). Zbog ovoga su komensali vezani za sluz važni za kompetitivno isključenje crevnih patogena. Ishrana probiotskim bakterijama kao što su *Bifidobacterium lactis* i *Lactobacillus rhamnosus* inhibira adheziju *E. coli*, *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* i *Clostridium difficile* u tankim i debelim crevima prasadi mehanizmom kompeticije *in vitro* (*Eng. Competitive exclusion*) (Collado *i sar.*, 2007). Količina i kvalitet mukusa (tzv. „zrelost“) koji pokriva epitelijanu površinu creva je značajan faktor u postizanju optimalne rezistencije na prisustvo patogena. Sazrevanjem neutralnih mucina povećava se količina sulfata i sijačne kiseline, što rezultira povećanjem viskoziteta i aciditeta mukusa čime se povećava i otpornost na proteaze bakterija (Montagne *i sar.*, 2004).

NUTRITIVNE STRATEGIJE ZA SMANJENJE PROLIFERACIJE PATOGENA

Koncentracija proteina u obroku

Biotehnologija sa svojim brojnim nutritivnim rešenjima (smanjenje koncentracije proteina uz dodatak AK, regulisanje odnosa rastvorljivih i nerastvorljivih NSP i minerala, dodavanje enzima, probiotika ili prebiotika) predstavlja moćno oružje u prevenciji dijareja zalučene prasadi.

Obroci za zalučenu prasadi tradicionalno sadrže između 20 i 22% proteina a u cilju postizanja maskimalnog prirasta kod mesnatih genotipova prasadi. Međutim, sposobnost

prasadi da svare i resorbuju tako velike količine proteina mogu biti smanjene usled nedovoljne razvijenosti enzimskih sistema prasadi u momentu zalučenja (Pluske *i sar.*, 2003). Nesvareni proteini, zajedno sa endogenim proteinima su predmet bakterijske fermentacije u distalnim partijama tankih i u debelom crevu i povećavaju pH crevnog soka stimulišući proliferaciju patogena i nagomilavanje drugih štetnih materija (npr. amonijak) (Halas *i sar.*, 2007). Nesvareni proteini i njihova fermentacija uz proliferaciju patogena predstavljaju jedan od ključnih faktora rizika u nastajanju PWC (Jeurond *i sar.*, 2008).

Patogeni mikroorganizmi uneti hranom uglavnom bivaju eliminisani u kiselim uslovima želudačnog sadržaja ($\text{pH} < 2$). Međutim pH želudačnog sadržaja se značajno povećava neposredno posle hranjenja a nakon toga postepeno opada. Kod zalučene prasadi, sistem za proizvodnju želudačne kiseline nije potpuno razvijen pa je time i pH želudačnog sadržaja prasadi vrlo varijabilan i kreće se između 2,2 i 4,2, čime se značajno povećava stepen preživljavanja patogena i njihov transfer u tanka creva (Wellock *i sar.*, 2008a). Ovo je čest slučaj kod prejedanja prasadi posle perioda restriktivne ishrane prasadi usled povećanja pH želuca (Halas *i sar.*, 2007). Smatra se da nivo proteina prisutnih u hrani utiče na pH želuca zalučene prasadi usled puferskog kapaciteta pojedinih aminokiselina kao što su lizin, arginin i histidin (Partanen i Mroz, 1999). Iz tog razloga očuvanje niskog pH želudačnog sadržaja predstavlja prvu liniju odbrane od patogena, pa je i formulacija obroka sa niskim puferskim kapacitetom kod zalučene prasadi opšteprihvaćena mera (Halas *i sar.*, 2007) u komercijalnim proizvodnim sistemima.

Zakišeljivači se danas sve više koriste u ishrani prasadi. Poznato je da njihovim dodatkom u hranu dolazi do smanjenja broja patogenih m.o. u GIT-u a time i do favorizovanja razvoja korisnih m.o. što rezultira poboljšanjem proizvodnih rezultata i očuvanjem zdravlja životinja.

Dodatno zakišeljivanje hrane organskim kiselinama povećava higijenu spoljašnje sredine i sprečava raspadanje m.o. u hrani pa se time i smanjuje prenošenje patogenih m.o. sa životinja na ljude. Trenutno je od zakišeljivača u EU odobreno korišćenje: Na-sorbata, Ca-sorbata, K-sorbata, tartarne kiseline, Na-tartarata, K-tartarata, NaK - tartarat, NH₃-formata, Na-formata, NH₃ -propionata, Na-propionata, K-acetata, Ca-acetata, Na-diacetata, Na-citrata, K-citrata, K-lactata, benzoične kiseline i Na-benzoata.

Nesvareni proteinski supstrat u GIT svakako utiče na populaciju mikroorganizama (Bhandari *i sar.*, 2010) ali je njegov efekat u direktnoj zavisnosti od količine prisutnih ugljenih hidrata (supstrata za razvoj m.o.) (Heo *i sar.*, 2008). Smatra se da raspoloživi fermentabilni proteinski supstrat u crevnom sadržaju može promeniti odnos saharolitičkih i proteolitičkih m.o. i stvoriti potencijalno moćne iritante epitela kao što su masne kiseline razgranatih lanaca, amonijak, amini, isparljivi fenoli i indol (Williams *i sar.*, 2001) koji remete barijernu funkciju creva.

Uticaj količine proteina u obroku na transcelularnu i paracelularnu propustljivost creva u slučajevima mikrobioloških i histoloških alteracija kod prasadi nije ispitivan. Međutim, smatra se da su jedinke hranjene obrokom sa višim koncentracijama proteina pod većim rizikom od nastanka infekcije od jedinki hranjenih nižim koncentracijama proteina u obroku.

Preporučeni nivo proteina u obroku zalučene prasadi

Korišćenje obroka sa nižom koncentracijom proteina u periodu odmah po zalučenju je u izvesnim slučajevima problematično: To je slučaj kada obrok sa nižom koncentracijom proteina nema adekvatno izbalansiranu količinu potrebnih esencijalnih aminokiselina što dovodi do loših proizvodnih rezultata (Nyachoti *i sar.*, 2006). Nasuprot ovome, korišćenje obroka sa niskom koncentracijom proteina i adekvatno formulisanim aminokiselinskim sastavom postižu se optimalni proizvodni rezultati uz značajno povećanje cene hrane.

Pri korišćenju sintetskih aminokiselina treba imati u vidu da potrebe zalučene prasadi u njima nisu u potpunosti ustanovljene i da tradicionalna proteinska (sojina sačma, suncokretova sačma, stočni kvasac) još uvek spadaju u grupu tzv. „nesigurnih hraniva“ (zbog varijabilnog kvaliteta). Sa druge strane tablični sadržaj amino kiselina u pojedinim hranivima (NRC, AEC) 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. Na ovaj način, korišćenjem tabličnih podataka i opisanih potreba, postižu se slabiji proizvodni rezultati jer odnos lizina, kao prve limitirajuće aminokiseline, as drugim esencijalnim amino kiselinama nije adekvatan. Takođe, smatra se da povećanje količine ukupnih proteina u obroku povećava potrebe u aminokiselinama.

Sve do sada navedeno nedvosmisleno ukazuje da je potrebno uskladiti sadržaj i odnos esencijalnih amino kiselina ne samo sa energijom, nego i sa sadržajem neesencijalnih amino kiselina. U obrocima sa smanjenim količinama proteina i dodatim amino, odnos esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina može biti nedovoljan da obezbedi optimalne proizvodne rezultate.

Osobine sintetskih amino kiselina 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 amino kiseline se znatno brže resorbuju. Zato se na mestima sinteze proteina javljaju u različito vreme, odnosno dodate amino kiseline ne mogu se iskoristiti u potpunosti već podležu dezaminaciji i uključivanju u energetske metabolizam. Nakon digestije i resorpcije amino kiseline iz intaktnih proteina stiču putem krvi na mesto sinteze proteina, ali se elongacija lanca proteina ne vrši jer nedostaju amino kiseline koje su dodate i koje su, zbog navedene situacije, izmetabolisane.

Stein i Kil (2006) navode da se korišćenjem obroka sa nižom koncentracijom proteina (<18% sirovih proteina) uz dodatak sintetskih aminokiselina može obezbediti dobra prevencija PWC uz očuvanje dobrih proizvodnih rezultata ukoliko dužina ovakve ishrane ne prelazi 7 dana. U prilog ovom istraživanju govore i istraživanja brojnih drugih autora (Nyachoti *i sar.*, 2006; Heo *i sar.*, 2008; Opapeju *i sar.*, 2009b).

Neskrobni polisaharidi hrane (NSP)

Povezanost koncentracije NSP i proliferacije patogena u GIT-u zalučene prasadi je dosta ispitivana (Hopwood *i sar.*, 2006; Kim *i sar.*, 2008; Wellock *i sar.*, 2008b; Hermes *i sar.*, 2009; Molist *i sar.*, 2009, 2010) i ustanovljena je pozitivna povezanost između koncentracije rastvorljivih NSP i pojave PWC (Hopwood *i sar.*, 2006). Utvrđeno

je da je kod prasadi hranjenih obrocima sa visokom količinom NSP i dominantnim učešćem arabinoze i ksiloze incidenca pojave nespecifičnog kolitisa značajno veća (Chase-Topping *i sar.*, 2007). Iako je uloga NSP u nastajanju crevnih poremećaja nesumnjivo dokazana, pitanja na koja i dalje tražimo odgovor odnose se na odnos rastvorljivih i nerastvorljivih NSP, odnosno da li rastvorljivost ili viskozne karakteristike NSP doprinose povećanoj proliferaciji patogena u GIT-u prasadi? Takođe se postavlja i pitanje optimalne koncentracije NSP u hrani u cilju prevencije enteričkih bolesti u periodu odmah posle zalučenja.

Dokazano je da se povećanjem količine rastvorljivih NSP u obrocima prasadi linearno povećava i viskozitet crevnog sadržaja kao i broj enterotoksinogenih *E. coli* (Hopwood *i sar.*, 2006). Interesanto je napomenuti da je promena strukture NSP termičkom obradom (ekstruzija) pšenice povećala proliferaciju ETEC dok je dodavanje NSP razlažućih enzima dovelo do smanjenja proliferacije ETEC u tankom crevu kod prasadi hranjenih obrokom baziranom na prekrupi ječma. To praktično znači da manipulacija strukturom NSP kroz biotehnoške postupke ili pak korišćenje NSP razlažućih enzima može uticati na viskozitet creva i proliferaciju patogena u GIT-u prasadi. Za razliku od fermentacije proteina, fermentacija ugljenih hidrata pospešuje rast korisnih bakterija i stvaranje isparljivih masnih kiselina koje doprinose proliferaciji enterocita (Williams *i sar.*, 2001). Činjenica da povećanje viskoziteta crevnog sadržaja doprinosi proliferaciji ETEC ukazuje na to da se sama fermentacija ugljenih hidrata u tankom crevu ne može dovesti u vezu sa PWC (Jeaurond *i sar.*, 2008). Rastvorljivi NSP povećavaju viskozitet a time i proliferaciju ETEC, verovatno sekundarno, jer rastvorljivi NSP smanjuju vreme tranzita hrane, smanjuju svarljivost i povećavaju endogeni dotok azota u tanko crevo (Choct, 1997).

Prisustvo nerastvorljivih vlakana u obrocima ukazuje na to da postoji kontinualna mehanička interakcija između crevnog sadržaja i mukoze creva. Ovaj mehanički kontakt može dovesti do „ispiranja“ mucina i za mucine vezanih mikroorganizama.

Preporučeni nivo NSP u obroku zalučene prasadi

Na osnovu rezultata brojnih istraživanja količina rastvorljivih NSP odgovornih za povećavanje viskoziteta crevnog sadržaja treba biti manja, s tim da je nerastvorljiv NSP potrebno uključiti u nešto većoj meri u cilju smanjenja pojave PWC. Međutim, prevelika količina NSP svakako može dovesti do smanjenog prirasta prasadi (Degen *i sar.*, 2009). Mateos *i sar.* (2006) predlažu 6% NDF (Neutral detergent Fibre) u obroku, dok BSAS (2003) preporučuje da ta količina u obrocima za zalučenu prasadu bude između 7 i 13%. Međutim, kako NDF sadrže kako rastvorljive, tako i nerastvorljive NSP ove preporuke nisu dovoljno specifične. Iz tog razloga se smatra da bi „idealni“ obrok za zalučenu prasadu trebalo da sadrži visoko svarljive žitarice sa minimalnom količinom rastvorljivih NSP, dok bi količina nerastvorljivih NSP trebala da bude negde između 2 i 8%. Kao izvor nerastvorljivih NSP preporučuje se korišćenje, plevice ovasa ili ječma, čista celuloze ili pšeničnih mekinja čime se smanjuje rizik od pojave PWC. Pretpostavlja se da tipična smeša za ishranu zalučene prasadi sadrži između 7 i 11% NDF i 3-5% ADF (Acid Detergent Fibre). Do interesantnih podataka su došli Molist *i sar.* (2010) koji su zalučenu prasadu hranili potpunom smešom koja je sadržala ukupnih 16,7% NSP a od toga je 4,5% bilo rastvorljivi NSP što je dovelo do pojave PWC. Međutim dodatkom grubih

pšeničnih mekinja u kiločini od 4% značajno je smanjena pojava PWC, što ukazuje da se čak i kod komercijalnih smeša koje sadrže veće količine rastvorljivih NSP potencijalni štetni efekat može ublažiti dodatkom nerastvorljivih NSP.

Minerali i crevna barijera

Cink oksid

Korišćenje cink oksida (ZnO) u smešama za zalučenu prasad je vrlo rašireno u svinjarskoj industriji i to kao prvi izbor u zameni za antibiotike koji su se nakada dodavali u hranu pre svega zbog dokazanog pozitivnog uticaja na proizvodne performanse (Hoque *i sar.*, 2004). Uočeno je da visoke terapijske doze (farmakološke) ZnO mogu smanjiti kolonizaciju ETEC i bakterijsku populaciju u GIT, obzirom da ZnO ispoljava baktericidne efekte *in vitro* (Soderberg *i sar.*, 1990). Hardy *i sar.* (2003) su ustanovili da supresija pojave PWC i bolji proizvodni rezultati koji su zabeleženi pri dodavanju veće količine ZnO u obroke zalučene prasadi nisu u direktnoj vezi sa eliminacijom ETEC iz GIT-a. Li *i sar.* (2001) su ustanovili da dodavanje 3.000 mg/kg ZnO dovodi do povećanja gustine crevne sluzi, povećanje dužine resica i povoljnijeg odnosa dužina resica:dubina kripte u tankom crevu kod prasadi stare 33 dana (zalučene 21. dana života). Huang *i sar.* (1999) su dokazali da je kod prasadi zalučene 21. dana kojoj je injekciono aplikovan lipopolisaharid a koja su hranjena obrokom sa dodatih 3.000 mg/kg ZnO značajno smanjena translokacija *E. coli* i *Enterococcus spp.* u mezenterične limfne čvorove tankih creva (i to sa 89% na 33%) što ukazuje da je ZnO smanjuje paracelularnu propustljivost u tankog creva. Iako su pozitivni efekti korišćenja visokih terapijskih doza ZnO u obrocima zalučene prasadi dobro poznati, njegova upotreba je predmet kritike usled mogućnosti dospevanja u vodotokove i zagađenja životne sredine, tako da su neke članice EU zabranile korišćenje visokih količina ZnO u hrani za svinje. U novije vreme, na tržištu su prisutni mikroinkapsulisani lipidno protektirani ZnO koji ispoljavaju opisani zaštitni efekat u koncentracijama koje su značajno niže (100 mg/kg na prema 2.500 do 3.000 mg/kg kada se koristi ZnO). Efikasnost pomenutih „novijih formi“ cinka se tek treba potvrditi ozbizom da predstavljaju alternativu u budućnosti jer smanjuju incidencu pojave PWC bez negativnog uticaja na životnu sredinu.

Gvožđe i fosfor

Literaturni podaci ukazuju na činjenicu da količina gvožđa i fosfora u obroku može direktno uticati na integritet creva ili pak indirektno povećati osetljivost na patogene stimulacijom bakterijskog rasta. Dodavanje gvožđa pospešuje proliferaciju bakterija u telesnim tečnostima i pojačava infekciju kod pacova (Bullen *i sar.*, 1978). Stahl (2009) je u ogledu kod zalučene prasadi dokazao da povećanje količine gvožđe sulfata (sa 100 na 500 mg/kg) dovodi do atrofije crevnih resica, značajno smanjuje duodenalnu transcelularnu i paracelularnu propustljivost. Uz to, isti autor naglašava da sadržaj gvožđa u hrani za zalučenu prasad može vrlo lako biti i više od 5 puta veći od preporuka NRC (1998) i to kod smeša gde su uključeni krvno brašno ili neka druga animalna hraniva. Stoga, je preporuka da se količina gvožđa u obrocima za zalučenu prasad konstantno prati i održava unutar preporuka (100 mg/kg) da bi se očuvao integritet crevne barijere.

Količina fosfora (P) u hrani za prasad je od velikog značaja za razvoj bakterija u crevima pošto je fosfor ključna komponenta ćelijske membrane bakterija. Miettinen *i sar.* (1997) je dokazao da P u vodi stimuliše rast heterotrofnih m.o. Metzler *i sar.* (2008) su sprovedli zanimljivu studiju gde su prasad hranili obrocima sa različitim količinama fosfora (3 g P/kg smeše; 7 g P/kg smeše i 1000 FTU fitaze/kg smeše). Povećanje koncentracije P u obroku je dovelo je i do povećanja bakterijskog iskorišćenja fosfora, dok je korišćenje fitaze kod obroka siromašnim u P, smanjilo bakterijsko iskorišćavanje P. Pomenuti autori su zaključili da se smanjenjem koncentracije dostupnog fosfora može smanjiti razvoj bakterija u GIT-u prasadi.

Zaključak

Prasad su na zalučenju izložena nutritivnim, imunološkim i fiziološkim stresorima koji za posledicu imaju slabljenje zaštitne funkcije epitela creva. Zalučenje značajno povećava prijemčivost GIT prasadi prema patogenima izazvačima bolesti kao što je PWC a koje se javljaju u intenzivnom uzgoju svinja. Opisani problemi ukazuju na to da su patogenim m.o. izazvane bolesti u bliskoj vezi sa hranljivim sastojcima i da se normalna funkcija crevne barijere može održavati kroz manipulaciju istima. Biotehnologija sa svojim brojnim nutritivnim rešenjima (smanjenje koncentracije proteina uz dodatak AK, regulisanje odnosa rastvorljivih i nerastvorljivih NSP i minerala, dodavanje enzima, probiotika ili prebiotika) predstavlja moćno oružje u prevenciji dijareja zalučene prasadi.

Korišćenjem smeša sa nižim koncentracijama proteina tokom 7 dana po zalučenju uz dodatak AK, zakišeljivača kao i ograničenje količine rastvorljivih NSP uz istovremeno uključivanje 2-8% nerastvorljivih NSP i ograničenje koncentracije gvožđa na 100 mg/kg su važne strategije za očuvanje zaštitne funkcije crevne barijere i smanjenje incidence pojave PWC. Dodatna istraživanja su potrebna da bi se potpuno razjasnile uloge dostupnog fosfora, proteina i NSP kao i njihovih interakcija u nastajanju enteričkih oboljenja zalučenih svinja.

LITERATURA:

1. Boudry, G., Peron, V., Le Huerou-Luron, I., Lalles, J.P., Seve, B., 2004. Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglet intestine. *J. Nutr.* 134, 2256-2262.
2. BSAS, 2003. Nutrient Requirement Standards for Pigs. British Society of Animal Science, Penicuik, Midlothian, UK.
3. Bullen, J.J., Rogers, H.J., Griffiths, E., 1978. Role of iron in bacterial infection. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* 80,1-35.
4. Chase-Topping, M.E., Gunn, G., Strachan, W.D., Edwards, S.A., Smith, W.J., Hillman, K., Stefopoulou, S.N., Thomson, J.R., 2007. Epidemiology of porcine non-specific colitis on Scottish farms. *Vet. J.* 173,353-360.
5. Choct, M., 1997. Non-starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. *Feed Milling Int.* June, 13-19. Cinq-Mars, D., Goulet, G., Brisson, G.J., 1988. Response to piglets to suboptimal protein diets supplemented with lysine, methionine, threonine and tryptophan. *Can. J. Anim. Sci.* 68,311-313.
6. Collado, M.C., Grzeskowiak, L., Salminen, S., 2007. Probiotic strains and their combination inhibit in vitro adhesion of pathogens to pig intestinal mucosa. *Curr. Microbiol.* 55, 260-265.
7. Degen, L., Halas, V., Tossenberger, J., Szabo, C., Babinszky, L., 2009. The impact of dietary fibre and

- fat levels on total tract digestibility of energy and nutrients in growing pigs and its consequence for diet formulation. *Acta Agric. Scand. A: Anim. Sci.* 59,150-160.
8. Gallois, M., Rothkotter, H.J., Bailey, M., Stokes, C.R., Oswald, I.P., 2009. Natural alternatives to in-feed antibiotics in pig production: can immunomodulators play a role? *Animal* 3,1644-1661.
 9. Halas, D., Heo, J.M., Hansen, C.F., Kim, J.C., Hampson, D.J., Mullan, B.P., Pluske, J.R., 2007. Organic acids, prebiotics and protein level as dietary tools to control the weaning transition and reduce post-weaning diarrhoea in piglets. *CAB Rev.: Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.* 2,13.
 10. Hardy, B., Mahlberg, J., Simonson, R.R., 2003. Effect of various trace minerals on the growth of *E. coli* K88 in vitro. In: Paterson, J.E. (Ed.), *Manipulating Pig Production IX*. Australasian Pig Science Association, Werribee, Victoria, Australia, p. 166.
 11. Heo, J.M., Kim, J.C., Hansen, C.F., Mullan, B.P., Hampson, D.J., Pluske, J.R., 2008. Effects of feeding low protein diets to piglets on plasma urea nitrogen, faecal ammonia nitrogen, the incidence of diarrhoea and performance after weaning. *Arch. Anim. Nutr.* 62,343-358.
 12. Heo, J.M., Kim, J.C., Hansen, C.F., Mullan, B.P., Hampson, D.J., Pluske, J.R., 2010. Feeding a diet with a decreased protein content reduces both nitrogen content in the gastrointestinal tract and post-weaning diarrhoea, but does not affect apparent nitrogen digestibility in weaner pigs challenged with an enterotoxigenic strain of *Escherichia coli*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 160,148-159.
 13. Hermes, R.G., Molist, F., Ywazaki, M., Nofriaris, M., Gomez de Segura, A., Gasa, J., Perez, J.F., 2009. Effect of dietary level of protein and fibre on the productive performance and health status of piglets. *J. Anim. Sci.* 87,3569-3577.
 14. Hopwood, D.E., Pluske, J.R., Hampson, D.J., 2006. Dietary manipulation of infectious bowel disease. In: *Biology of Growing Animals Series*, vol. 4. Elsevier, Amsterdam, pp. 365-385.
 15. Hoque, K.M., Rajendran, V.M., Binder, H.J., 2004. Zinc inhibits cAMP-stimulated CL secretion via basolateral K-channel blockade in rat ileum. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 288, G956-G963.
 16. Huang, S.X., McFall, M., Cegielski, A.C., Kirkwood, R.N., 1999. Effect of dietary zinc supplementation on *Escherichia coli* septicaemia in weaned pigs. *Swine Health Prod.* 7,109-111.
 17. Jeurond, E.A., Rademacher, M., Pluske, J.R., Zhu, C.H., de Lange, C.F.M., 2008. Impact of feeding fermentable proteins and carbohydrates on growth performance, gut health and gastrointestinal function of newly weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 88, 271-281.
 18. Kim, J., Mullan, B.P., Hampson, D.J., Pluske, J.R., 2008. Addition of oat hulls to an extruded rice-based diet for weaner pigs ameliorates the incidence of diarrhoea and reduces indices of protein fermentation in the gastrointestinal tract. *Br. J. Nutr.* 99,1217-1225.
 19. Li, B.T., van Kessel, A.G., Caine, W.R., Huang, S.X., Kirkwood, R.N., 2001. Small intestinal morphology and bacterial populations in ileal digesta and faeces of newly weaned pigs receiving a high dietary level of zinc oxide. *Can. J. Anim. Sci.* 81,511-516.
 20. Mateos, G.G., Martin, F., Latorre, M.A., Vicente, B., Lazaro, R., 2006. Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice. *Anim. Sci.* 82, 57-63.
 21. Metzler, B.U., Mosenthin, R., Baumgartel, T., Rodehutschord, M., 2008. The effect of dietary phosphorus and calcium level, phytase supplementation, and ileal infusion of pectin on the chemical composition and carbohydrase activity of fecal bacteria and the level of microbial metabolites in the gastrointestinal tract of pigs. *J. Anim. Sci.* 86,1544-1555.
 22. Miettinen, I.T., Vartiainen, T., Martikainen, P.J., 1997. Phosphorus and bacterial growth in drinking water. *Appl. Environ. Microbiol.* 63,3242-3245.
 23. Moeser, A.J., Blikslager, A.T., 2007. Mechanisms of porcine diarrhoeal disease. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 231,56-67.
 24. Moeser, A.J., Klok, C.V., Ryan, K.A., Wooten, J.G., Little, D., Cook, V.L., Blikslager, A.T., 2007. Stress signaling pathways activated by weaning mediate intestinal dysfunction in the pig. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 292, G173-G181.
 25. Molist, F., de Segura, A.G., Gasa, J., Hermes, R.G., Manzanilla, E.G., Anguita, M., Perez, J.F., 2009. Effects of the insoluble and soluble dietary fibre on the physicochemical properties of digesta and the microbial activity in early weaned piglets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 149,346-353.
 26. Molist, F., de Segura, G., Perez, J.F., Bhandari, S.K., Krause, D.O., Nyachoti, C.M., 2010. Effect of wheat bran on the health and performance of weaned pigs challenged with *Escherichia coli* K88+.

- Livest. Sci. 133, 214-217.
27. Montagne, L., Piel, C., Lalles, J.P., 2004. Effect of diet on mucin kinetics and composition: nutrition and health implications. *Nutr. Rev.* 62,105-114.
 28. NRC, 1998. Nutrient Requirements of Swine, 10th revised. National Academy Press, Washington, DC.
 29. Nyachoti, C.M., Omogbenigun, F.O., Rademacher, M., Blank, G., 2006. Performance responses and indicators of gastrointestinal health in early-weaned pigs fed low-protein amino acid-supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 84,125-134.
 30. Opapeju, F.O., Rademacher, M., Nyachoti, C.M., 2009b. Effect of dietary crude protein level on jejunal brush border enzyme activities in weaned pigs. *Arch. Anim. Nutr.* 63, 455-466.
 31. Partanen, K.H., Mroz, Z., 1999. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr. Res. Rev.* 12,117-145. Pie, S., Awati, A., Vida, S., Falluel, I., Williams, B.A., Oswald, I.P., 2007. Effects of added fermentable carbohydrates in the diet on intestinal proinflammatory cytokin-specific mRNA content in weaning piglets. *J. Anim. Sci.* 85,673-683.
 32. Pluske, J.R., Kerton, D.J., Cranwell, P.D., Campbell, R.G., Mullan, B.P., King, R.H., Power, G.N., Pierzynowski, S.G., Westrom, B., Rippe, C., Peulen, O., Dunshea, F.R., 2003. Age, sex, and weight at weaning influence organ weight and gastrointestinal development of weaning pigs. *Aust. J. Agric. Res.* 54,515-527.
 33. Pluske, J.R., Pethick, D.W., Hopwood, D.E., Hampson, D.J., 2002. Nutritional influences on some major enteric bacterial diseases of pigs. *Nutr. Res. Rev.* 15, 333-371.
 34. Smith, F., Clark, J.E., Overman, B.L., Tozel, C.C., Huang, J.H., Rivier, J.E.F., Blikslager, A.T., Moeser, A.J., 2010. Early weaning stress impairs development of mucosal barrier function in the porcine intestine. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 298, G352-G363.
 35. Soderberg, T.A., Sunzel, B., Holm, S., Elmros, T., Hallmans, G., Sjoberg, S., 1990. Antibacterial effect of zinc oxide in vitro. *Scand. J. Plastic Reconstr. Surg. Hand Surg.* 24,193-197.
 36. Stahl, C., 2009. Dietary Fe in post-weaning swine diet: Finding the right balance between meeting requirements and gastrointestinal health. *Swine News* August 09, College of Agriculture and Life Science, North Carolina State University, North Carolina Cooperative Extension Service. Web accessed on 18 February 2010: [http://www.ncsu.edu/project/swineextension/swinenews/2009/snv3208%20\(august\).htm](http://www.ncsu.edu/project/swineextension/swinenews/2009/snv3208%20(august).htm)
 37. Stein, H.H., Kil, D.Y., 2006. Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weaning pigs: dietary tools. Part 2. *Anim. Biotechnol.* 17, 217-231.
 38. Wellock, I.J., Fortomaris, P.D., Houdijk, J.G.M., Kyriazakis, I., 2008a. Effects of dietary protein supply, weaning age and experimental enterotoxigenic *Escherichia coli* infection on newly weaned pigs: health. *Anim.* 2, 834-842.
 39. Wellock, I.J., Fortomaris, P.D., Houdijk, J.G.M., Wiseman, J., Kyriazakis, I., 2008b. The consequences of non-starch polysaccharide solubility and inclusion level on the health and performance of weaned pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Br. J. Nutr.* 99,520-530.
 40. Williams, B.A., Verstegen, M.W.A., Tamminga, S., 2001. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. *Nutr. Res. Rev.* 14, 207-227.
 41. Williams, I.H., 2003. Growth of the weaned pig. In: Pluske, J.R., Le Dividich, J., Verstegen, M.W.A. (Eds.), *Weaning the Pig: Concepts and Consequences*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 17-35.

BIOTECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN WEANED PIGLET NUTRITION

D. Šefer, B. Petrujkić, Radmila Marković, S. Radulović*

*Department of Nutrition and Botany, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade

Abstract

Numerous factors, including suboptimal intake of diet with low energy and nutrients are connected with digestive disorders of piglets. Besides that „immature“ immune system and psychosomatic disorders caused by weaning can weaken protective barrier of the intestinal mucosa and or weaken junctions between enterocytes *Tight junction*.

Weaned piglets at weaning are therefore highly susceptible for numerous diseases among which post-weaning colibacillosis – PWC (caused by enterotoxinogenic E.coli) occurs most often. The fact that some nutrients such as proteins, non-starch polysaccharides (NSP) and minerals might affect microbial growth in the intestines since undigested substances predispose the growth of all microorganisms and pathogens as well is well known.

Lowering protein concentration in the diet 7 days after weaning, limitation of NSP and the use of acidifiers as well as limiting amount of iron in the feed (up to 100 mg) are considered very useful measures in weaned piglet diarrhea prevention nowadays.

Key words: Piglets, Weaning, Nutrition, Biotechnology