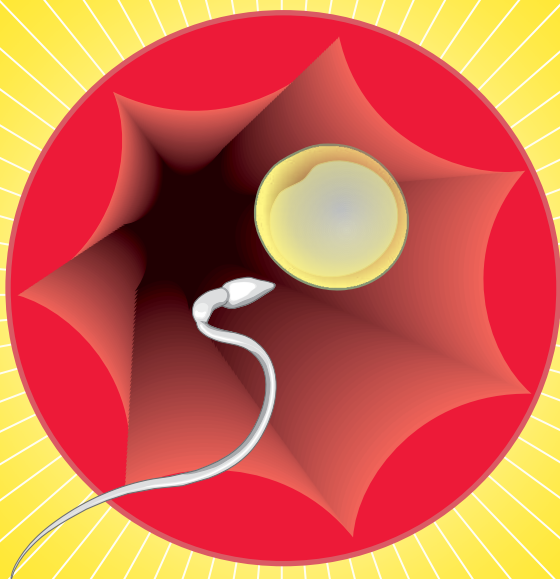




UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE

13. Naučni simpozijum  
**REPRODUKCIJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA**  
Zbornik predavanja



6 - 9. oktobar 2022.

13. NAUČNI SIMPOZIJUM „REPRODUKCIJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA“  
*XIII SCIENTIFIC SYMPOSIUM „REPRODUCTION OF DOMESTIC ANIMALS“*

– Zbornik radova / *Proceedings* –  
Divčibare, 6-9. oktobar, 2022.

**Organizatori / Organized by**

Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu  
*Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade*

Dekan Fakulteta veterinarske medicine  
*Dean of the Faculty of Veterinary Medicine*  
*Prof. dr Milorad Mirilović*

Katedra za porodiljstvo, sterilitet i veštačko osemenjavanje  
*Department of Reproduction, Fertility and Artificial Insemination*

**Predsednik / Chairmen**

Prof. dr Milorad Mirilović, dekan

**Sekretar / Secretary**

Doc. dr Ljubodrag Stanišić

**Organizacioni odbor / Organizing Committee**

Prof. dr Dragan Gvozdić, Prof. dr Dragan Šefer, Dr sc. Željko Sladojević,  
Dr sc. Dragan Knežević, Dr sc. Miloš Petrović, Prof. dr Janko Mrkun,  
Mr sc. Saša Bošković, Dr sc. Dobrila Jakić-Dimić, Dr sc. Goran Jakovljević,  
Prof. dr Savo Lazić, Dr sc. Zoran Rašić, Maja Gabrić, teh. sekretar

**Naučni odbor / Scientific Committee**

Prof. dr Miloš Pavlović, Prof. dr Danijela Kirovski, Doc. dr Vladimir Magaš,  
Prof. dr Toni Dovenski, Prof. dr Csaba Arpad Bajcsy

**Sekretarijat / Secretariat**

Doc. dr Ljubodrag Stanišić, Maja Gabrić, teh. sekretar

**Odgovorni urednik / Editor in Chief**

Prof. dr Dragan Gvozdić

**Lektura i korektura / Proofreading:**

Prof. dr Dragan Gvozdić

**Grafički dizajn i izrada korica / Cover design**

Prof. dr Ivan B. Jovanović

**Grafička obrada / Prepress**

Gordana Lazarević, teh. urednik

**Izdavač / Publisher**

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

**Štampa / Printing**

Naučna KMD, Beograd, 2022

**Tiraž:** 450 primeraka

**ISBN 978-86-80446-52-3**

## SADRŽAJ

<b>PLENARNI REFERATI</b> .....	1
◆ <b>Biljana T. Ljujić:</b> Uticaj genetske osnove na određivanje „stranosti” organa ljudi i životinja na stadijumu faringule <i>Influence of the genetic basis on determining the „foreignness” of human and animal organs at the pharyngula stage</i> .....	3
◆ <b>Radivoje Anđelković, Danijela Ristić, Verica Cvijetić, Nenad Todorov:</b> Uticaj selekcije na reproduktivne parametre službenih pasa u Vojski Srbije <i>Effect of selection on the Serbian Army official dog's reproduction parameters</i> .....	9
◆ <b>Natalija Fratrić, Dragan Gvozdić, Slobodanka Vakanjac:</b> Glavni zdravstveni problemi kod teladi u neonatalnom periodu <i>Major health problems in neonatal calves</i> .....	17
◆ <b>Zoltán Szelényi:</b> Factors predicting pregnancy losses in cattle <i>Predikcija gubitaka graviditeta kod krava</i> .....	31
◆ <b>Adam Šuluburić, Dragan Gvozdić:</b> Indukcija i sinhronizacija estrusa kod krava i test za ranu dijagnostiku graviditeta <i>induction and synchronisation of estrus in cows and early pregnancy test</i> .....	37
◆ <b>Milica Stojković, Ljubomir Jovanović, Ivan Vujanac, Sreten Nedić, Dušan Bošnjaković, Slavica Dražić, Danijela Kirovski:</b> Biološki markeri toplotnog stresa i mogućnost njihove upotrebe u predikciji proizvodno-reproduktivnih parametara kod visokomlečnih krava <i>Biological markers of heat stress and the possibility of their use in the prediction of production and reproductive parameters in high-yielding dairy cows</i> .....	47
◆ <b>Janko Mrkun, Ožbalt Podpečan, Jernej Gačnikar:</b> Most common mycotoxins and their effect on reproduction in cows <i>Najčešći mikotoksini i njihov efekat na reprodukciju kod krava</i> .....	57
◆ <b>Goran Bačić, Tugomir Karadjole, Martina Lojkić, Miroslav Benić, Vladimir Mrljak, Josip Daud, Iva Bačić, Ivan Butković, Juraj Šavorić, Nikica Prvanović Babić, Neelesh Sharma, Josipa Kuleš, Anđelo Beletić, Nino Maćešić:</b> Uzročnici subkliničkih mastitisa na farmama mliječnih krava u Republici Hrvatskoj <i>Diary cows subclinical mastitis in Republic of Croatia</i> .....	69
◆ <b>Nino Maćešić, Tugomir Karadjole, Martina Lojkić, Marko Samardžija, Vladimir Mrljak, Silvijo Vince, Ivan Folnožić, Nikica Prvanović Babić, Branimira Špoljarić, Maša Efendić, Ivan Butković, Juraj Šavorić, Iva Bačić, Goran Bačić:</b> Analiza zatečenog stanja na farmi mliječnih krava <i>Analysis of the existing situation on the dairy farm</i> .....	81
◆ <b>Milutin Đorđević, Ljiljana Janković, Vladimir Drašković, Oliver Radanović, Nemanja Zdravković, Radislava Teodorović:</b> Higijena muže kao faktor prevencije bolesti mlečne žlezde <i>Milking hygiene practices as a prevention factor in udder diseases</i> .....	89

◆ <b>Maja Zakošek Pipan:</b> Advances in artificial techniques in small animal reproduction <i>Napredak u asistiranim reproduktivnim tehnikama kod malih životinja</i> .....	101
◆ <b>Toni Dovenski, Martin Nikolovski, Branko Atanasov, Florina Popovska Perčinić, Vladimir Petkov, Monika Dovenska, Ljupčo Mickov, Ljupce Kočoski, Silvijo Vince, Grizelj Juraj:</b> Nova saznanja u reprodukciji ovaca <i>Recent advances in sheep and goat reproduction</i> .....	117
◆ <b>Vladimir Magaš, Milena Babić, Slobodanka Vakanjac, Milan Maletić:</b> Novi pristupi reproduktivnim problemima malih životinja New approaches to reproduction problems in small animals .....	129
◆ <b>Miloje Đurić, Svetlana Nedić, Slobodanka Vakanjac, Ivan Nestorović, Miloš Pavlović, Milan Maletić, Ljubodrag Stanišić:</b> Kolekcija ejakulata pastuva – pristupi i kritične tačke <i>Stallion semen collection – approaches and critical points</i> .....	137
<b>KRATKA SAOPŠTENJA</b> .....	143
◆ <b>Dejan Perić, Radmila Marković, Stamen Radulović, Svetlana Grdović, Dragoljub Jovanović, Dragan Šefer:</b> Efekti korišćenja dijetalnih vlakana u ishrani visokoproduktivnih krmača <i>Effects of using dietary fiber in nutrition of hyperprolific sows</i> .....	145
◆ <b>Sonja Obrenović, Jovan Bojkovski, Radoslava Radovanović Savić, Živoslav Grgić, Slobodanka Vakanjac:</b> Reproduktivni poremećaji goveda izazvani bakterijama roda <i>Leptospira</i> <i>Reproductive disorder of cattle caused by bacteria of the genus Leptospira</i> .....	155
◆ <b>Jovan Bojkovski, Nemanja Zdravković, Slobodanka Vakanjac, Radiša Prodanović, Sveta Arsić, Sreten Nedić, Ivan Vujanac, Branko Angelovski, Ivan Dobrosavljević, Ivan Pavlović, Sonja Obrenović:</b> Menadžment nerasta <i>Managment of boar</i> .....	165
<b>INDEKS AUTORA</b> .....	171
<b>SPONZORI</b> .....	173



## **EFEKTI KORIŠĆENJA DIJETALNIH VLAKANA U ISHRANI VISOKOPRODUKTIVNIH KRMAČA**

### **EFFECTS OF USING DIETARY FIBER IN NUTRITION OF HYPERPROLIFIC SOWS**

**Dejan Perić, Radmila Marković, Stamen Radulović, Svetlana Grdović,  
Dragoljub Jovanović, Dragan Šefer**

*Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Katedra za ishranu i botaniku,  
Beograd, R. Srbija*

*Email kontakt osobe: dperic@vet.bg.ac.rs*

#### **Kratak sadržaj**

*Vlakna se u ishrani svinja tradicionalno posmatraju kao energetske razređivače potpunih smeša. U novije vreme, vlakna iz različitih hraniva koriste se u ishrani za suprasne i dojne krmače sa ciljem ublažavanja osećaja gladi i sprečavanja konstipacije tokom graviditeta sa ograničenom energetsom vrednošću obroka u svrhu povećanja broja živorođenih prasadi po leglu. Međutim, dijetalna vlakna su grupa ugljenih hidrata sa svojstvima koja variraju u zavisnosti od botaničkog porekla vlakana, tehnike obrade i drugih faktora koji zavise od krmače kao što su starost, fiziološko stanje, količina unesene hrane i sastav gastrointestinalne mikrobiote. Ipak, upotrebom savremene analitike i preciznim formulacijama, moguće je upotrebom dijetalnih vlakana ostvariti pozitivne efekte sa aspekta reproduktivnim performansama, ali i dobrobiti krmača. Pored već utvrđenih efekata korišćenja vlakana, potrebno je utvrditi koja svojstva dijetalna vlakna su najefikasnija kod izazivanja promena u endokrinom sistemu i folikularne tečnosti jajnika, kako bi se ostvario krajnji cilj preživljavanja embriona i otpornosti potomstva. Naučna istraživanja su usmerena na temu korišćenja naprednih tehnika za karakterizaciju komponenti dijetalnih vlakana.*

**Ključne reči:** *ishrana krmača, vlakna, reproduktivne performanse, dobrobit*

#### **Summary**

*Fiber in pig nutrition is traditionally seen as an energy diluent for complete mixtures. More recently, fibers from different feedstuffs are used in the diet of upper and lower sows with the aim of alleviating the feeling of hunger and preventing constipation during pregnancy with limited energy value of meals in order to*

*increase the number of live piglets per litter. However, dietary fiber is a group of carbohydrates with properties that vary depending on the botanical origin of the fiber, the processing technique, and other factors that depend on the sow, such as age, physiological state, the amount of uneaten feed, and the composition of the gastrointestinal microbiota. However, by using modern analytics and precise formulations, it is possible to achieve positive effects from the aspect of reproductive performance, as well as the well-being of sows, by using dietary fiber. In addition to the already established effects of fiber use, it is necessary to determine which properties of dietary fiber are most effective in causing changes in the endocrine system and ovarian follicular fluid, in order to achieve the ultimate goal of embryo survival and offspring resistance. Scientific research is focused on the topic of using advanced techniques for the characterization of dietary fiber components.*

**Keywords:** sow nutrition, fiber, reproductive performance, well-being

## UVOD

Visoka produktivnost krmača zahteva povećan kapacitet za unos i raspodelu hranljivih materija, a sve u svrhu iskorišćavanja istih za potrebe reprodukcije i laktaciju. Kao jedan od parametara kvalitetnog obroka za visoko produktivnu krmaču, koji može da obezbedi optimalnu produktivnost i dobrobit, javlja se korišćenje vlakana. Cilj ovog rada je pregled trenutne literature o definiciji i klasifikacija dijetalnih vlakana u ishrani krmača, kao i uloge dijetalnih vlakana u reproduktivnim performansama i dobrobiti savremenih krmača i nazimica.

Vlakna se u ishrani svinja tradicionalno posmatraju kao energetske razređivač potpuni smeša. U novije vreme, vlakna iz različitih hraniva koriste se u ishrani za suprasne i dojne krmače sa ciljem ublažavanja osećaja gladi i sprečavanja konstipacije tokom graviditeta sa ograničenom energetskom vrednošću obroka u svrhu povećanja broja živorođenih prasadi po leglu. Međutim, dijetalna vlakna su grupa ugljenih hidrata sa svojstvima koja variraju u zavisnosti od botaničkog porekla vlakana, tehnike obrade i drugih faktora koji zavise od krmače kao što su starost, fiziološko stanje, količina unesene hrane i sastav gastrointestinalne mikrobiote. Isto tako, primenom dijetalnih vlakana u ishrani krmača i izazivanjem osećaja sitosti kontroliše se složena mreža fizioloških, hormonalnih i metaboličkih faktora. Stoga će se iznesena istraživanja u tekstu fokusirati na definisanje različitih izvora dijetalnih vlakana i njihovu ulogu u različitim fazama proizvodnje.

## DEFINICIJA I ANALITIČKE METODE ZA ODREĐIVANJE DIJETALNIH VLAKANA

Definicija dijetalnih vlakana je evoluirala tokom vremena i stvorila je zabunu u literaturi jer je analitička definicija vlakana korišćena za opisivanje fiziološkog ishoda. Najstarija definicija o dijetalnim vlaknima u ishrani životinja počela je sa analitičkom osnovom 'sirova vlakna' u Weende postupku. U novije vreme, dijetalna vlakna se definišu kao deo ugljenih hidrata koji je nesvarljiv za enzime ko-

ji se luče u gastrointestinalnom traktu sisara. Ovi ugljeni hidrati mogu biti biljnog porekla ili su proizvod industrijskih procesa. Međutim, za praktičnu formulaciju smeše, neophodno je analizirati vrednost koncentracije nesvarljivih ugljenih hidrata u hranivima. Na raspolaganju je više metoda za određivanje sadržaja vlakana u hrani i hranivima.

Određivanje koncentracije dijetalnih vlakana u ishrani krmača i hranivima koja se koriste u ove svrhe uključuje dva osnovna koraka: 1) razdvajanje nesvarljivih ugljeni hidrata od svarljivih ugljenih hidrata, odvajanje svih ostalih komponenti hrane koje ne predstavljaju ugljene hidrate (tj. proteini, masti, voda, minerali); 2) kvantifikacija i karakterizacija nesvarenog ostatka. Za odvajanje ugljenih hidrata i drugih komponenti bez vlakana mogu da se koriste hemijska jedinjenja (npr. razblažene kiseline i baze, deterdženti) ili da se koriste enzimi (amilaza, amiloglukozidaze, proteaze). Merenje neprobavljivog ostatka može se postići merenjem ostataka (gravimetrijski) ili analizom hemijskih jedinjenja u ostatku koristeći hromatografiju, gasno-tečna hromatografiju i tečnu hromatografiju visokih performansi.

Sirova vlakna su ostatak koji ostaje nakon tretmana uzorka sa 1,25% rastvorom sumporne kiseline i 1,25% rastvorom natrijuma hidroksida. U vreme razvoja ovog postupka, korišćene su samo kiseline i baze jer enzimi nisu bili poznati. Deterdžent postupak je hemijsko-gravimetrijski postupak koji empirijski povezuje vrednost iz analize i fiziološka svojstva dijetalnih vlakana. Ovaj postupak odvaja vlakna nerastvorljiva u neutralnim deterdžentima (Neutral Detergent Fibre, NDF), vlakna nerastvorljiva u kiselim deterdžentima (Acid Detergent Fibre, ADF) i lignin (ADL). Ova procedura je bila poboljšanje u odnosu na postupak određivanja sirovih vlakana. Međutim, rastvorljiva dijetalna vlakna kao što su pektini, sluzi, gume i beta glukani se ne dobijaju u ostatku, a samim tim i ne uzimaju u obzir. Nemoгуćnost izdvajanja rastvorljivih komponenti dijetalnih vlakana nije predstavljalo zabrinjavajuću okolnost kod zrna žitarica i njihovih nusproizvoda koji imaju visoku koncentraciju nerastvorljivih vlakana. Druge poteškoće sa procedurama sa deterdžentom uključuju moguću kontaminaciju ostatka sa skrobom i sirovim proteinom što smanjuje pouzdanost metode.

Postupak Proski podrazumeva proceduru određivanja ukupnih dijetalna vlakana (TDF) i modifikovana je da bi se utvrdila rastvorljiva i nerastvorljiva dijetalna vlakna prema AOAC zvaničnoj metodi 991.43 (AOAC, 2007). TDF procedura koristi enzime (npr. amilaza, glukoamilaze i proteaze) da oponašaju varenje u tankom crevu, nakon čega se meri ostatak. U ostatku se takođe utvrđuje sadržaj nesvarenih proteina i pepela. U današnje vreme potrebno je usavršavanje TDF procedura koje uključuju niskomolekularnu masu nesvarljivih ugljenih hidrata koji imaju značajan uticaj na energetsku vrednost potpunih smeša za ishranu tovnih svinja i krmača (Navarro i sar., 2018).

Koncentracija ugljenih hidrata u hrani za ljude obično se računa kao razlika suve materije i sirove masti, sirovih proteina i sadržaja pepela u sastojcima i namirnicama. Ovo je uobičajena praksa jer je direktno merenje ugljenih hidrata preskupo i oduzima vreme za rutinsku analizu. Takođe, u praktične svrhe, na sličan



način koncentracija nesvarljivih hranljivih materija u hrani za životinje može se izračunati pomoću sledećih jednačina:

Nesvarljivi ugljeni hidrati = suva materija – pepeo – skrob – šećeri – sirovi proteini – sirove masti. Međutim, kalkulacije nesvarljivih ugljenih hidrata po razlici je široko kritikovan metod jer može akumulirati greške u analizi svake hranljive materije pojedinačno, pa posledične vrednosti mogu biti pogrešne i za više od 15% u nekima slučajeva (Navarro i sar., 2018).

U ishrani svinja, definicija dijetalno vlakno je bilo koji pojedinačni ugljeni hidrat ili bilo koja grupa ugljenih hidrata koja je nesvarljiva za endogene enzime u tankim crevima svinja. Kao rezultat toga, ovi ugljeni hidrati mogu biti podložni promenljivom stepenu degradacije u debelom crevu (NRC, 2012). Stepem svarljivosti ugljenih hidrata u debelom creva varira među sastojcima hrane. Ovaj stepen svarljivosti ugljenih hidrata celom dužinom gastrointestinalnog trakta naziva se ukupna prividna svarljivost. Međutim, deo dijetalnih vlakana takođe može nestati tokom normalnog tranzita kroz tanko crevo i generalno se naziva se prividna svarljivost ileuma (AID). Razlika u nestanku dijetalnih vlakna između tankog i debelog creva smatra se Hindgut fermentacijom. Ova klasifikacija dijetalnih vlakna prema nestanku u gastrointestinalnom traktu može predvideti ponašanje vlakana na sitost, gastrointestinalne funkcije, energetske balans i metaboličke efekte vlakana. In vitro procedure svarljivosti dozvoljavaju brzo merenje fermentabilnosti dijetalnih vlakana u više sastojaka hrane različite strukture i hemijskog sastava (Huang i sar., 2017).

## **EFEKTI UPOTREBE DIJETALNIH VLAKANA U ISHRANI KRMAČA**

Ishrana dijetalnim vlaknima ima dosta prednosti tokom perioda gestacije, ali je uticaj dijetalnih vlakana na dobrobit krmača i produktivnost različit u pojedinim fiziološkim fazama ciklusa krmača. Stoga, efekat dijetalnih vlakana sagledava se pre osemenjavanja, tokom gestacije i pre prasnja.

### **Efekti upotrebe dijetalnih vlakana pre osemenjavanja krmača:**

Konzumiranje adekvatne količine dijetalnih vlakna tokom perioda pre oplodnje može imati koristan uticaj na naknadne reproduktivne performanse. U poređenju sa nedostatkom vlakana, nazimice hranjene smešama sa 50% repinih rezanaca imale su više oocita koje su dostizale II stepen mejoze, što je indikacija da jajne ćelije mogu biti oplodene i razviti se u embrion dobrog kvaliteta. Razvoj oocita može biti povezan sa nižim nivoima estradiola u cirkulaciji i povećanim nivoom luteinizirajućeg hormona kod nazimica koje su hranjene smešama bogatim vlaknima. Zanimljivo, stopa ovulacije, veličina žutih tela ili koncentracija progesterona se nije razlikovala među nazimicama hranjenim smešama sa visokim ili niskim sadržajem vlakana što sugeruje da smeša bogata vlaknima povećava zrelost jajnih ćelija i opstanak embriona nezavisno od hormonalne kontrole. Drugi izvori dijetalnih vlakana mogu poboljšati opstanak embriona. Opstanak embriona je bio veći kod nazimica hranjenih kombinacijom lupine i smeša na bazi lupine (92%) pre oseme-



njavanja u poređenju sa nazimicama koje su hranjene smešom na bazi pšenice i ječma (76%), bez povećanje stope ovulacije (Weaver i sar., 2013). Zanimljivo je da nije primećen pozitivan efekat ishrane zasnovane na lupini na preživljavanje embriona u dijetama zasnovanim na pšeničnim mekinjama što sugerise da je efekat vlakana specifičan za botanički izvor hraniva.

Postoji nekoliko publikacija u kojima su predstavljeni rezultati ishrane krmača sa povišenim nivoom dijetalnih vlakana koje su odlučila za 0,9 prasadi više po leglu u odnosu na krmače hranjene konvencionalnom hranom (Reese, 2008). Dokazano je da se ovaj efekat ne može ostvariti konzumiranjem dijetalnih vlakana u kratkom vremenskom intervalu, stoga je preporuka da se vlakna konzumiraju u dužem vremenskom period pre parenja.

Količina i vrsta dijetalnih vlakana koja poboljšava zrelost oocita, preživljavanje embriona i povećanje veličine legla je nejasno. Da bi odgovorio na ovo pitanje, Reese (2008) proučio je 11 istraživanja na temu ishrane krmača vlaknima u periodu dužem od jednog reproduktivnog ciklusa i to je upoređivao sa korišćenjem smeša na bazi kukuruza i soje bez dodatih vlakana. On je objavio da je srednji unos vlakana neutralnog deterdženta kod krmača hranjenih smešama na bazi kukuruza i soje bio 183 g/d u odnosu na 563 g/d za krmače hranjene sa dodatkom dijetalnih vlakana. U proseku, ovo povećanje unosa NDF (380 g/d) ima tendenciju da poveća broj živorođenih prasadi sa 10,0 na 10,4 svinja/leglu i da poveća broj odlučениh prasadi sa 8,3 na 8,9 svinja/leglu. Utvrđeno je da postoji velika varijacija u odgovoru krmača na unos dijetalnih neutralnih deterdžentskih vlakana među eksperimentima. Ova velika varijacija u odgovoru može biti rezultat prisustva različitih hraniva u smešama i vrste i koncentracije dijetalnih vlakana koja su korišćena u eksperimentima. Zbog toga je praktično teško razdvojiti efekat od vrste dijetalnih vlakana. Ovsene mekinje sadrže veći udeo rastvorljivih vlakna od pšenične slame, dok ljuske soje sadrže kombinaciju rastvorljivih i nerastvorljivih dijetalnih vlakana. Ovi sastojci su pomešani u konvencionalnim smešama od kukuruzno-sojinog brašna u cilju dobijanja smeša sa promenljivim sadržajem rastvorljivih i nerastvorljivih dijetalnih vlakana kojima su hranjene nazimice pre parenja. Oko 32 dana nakon parenja, nazimice hranjene smešama sa rastvorljivim vlaknima pokazivale su veće preživljavanje embriona nego nazimice hranjene smešom sa nerastvorljivim dijetalnim vlaknima. Međutim, u izvedenim eksperimentima nije bilo razlika u veličini legla pri prašenju. Razlog za ostvareni efekat mogu biti različita svojstva ugljenih hidrata prisutna u smeši pored vlakana. Klasifikacija hraniva korišćenih u hrani za životinje prema rastvorljivosti dijetalnih vlakana je relativna i predstavlja analitičku metodu karakterizacije (Renteria-Flores i sar., 2008).

Pored rastvorljivosti, dijetalna vlakna mogu biti klasifikovani prema drugim fizičko-hemijskim svojstva kao što su kapacitet zadržavanja vode i kapacitet bubrenja. Kapacitet zadržavanja vode odnosi se na količinu apsorbovane vode po strukturi vlakna. Rastvorljivi i nerastvorljivi izvori dijetalnih vlakana mogu imati različite kapacitete zadržavanja vode. Kapacitet bubrenja je zapremina preuzete vode poznatom težinom vlakana nakon što je pomešan sa poznatom količinom destilovane vode ili puferskim rastvor. Međutim, metode koje se koriste za merenje ovih svojstava značajno se razlikuju među autorima i kontinuirana evaluacija u

praktičnim uslovima zaista predstavlja izazov. Naučno i stručno mnjenje pokušava da standardizuje i razvije tačnije metode za određivanje fizičko-hemijskih svojstava vlakana i da razvijaju baze podataka koje bi omogućile nutricionistima da razumeju uticaj pojedinih hraniva na smeše (Brachet i sar., 2015).

### **Efekti upotrebe dijetalnih vlakana tokom graviditeta krmača:**

U periodu gestacije krmače imaju veći kapacitet za unos suve materije u odnosu na tovne svinje. Suprasne krmače koje su hranjene *ad libitum* mogu da konzumiraju oko 4,2 kg hrane što predstavlja oko 7.100 dnevnog unosa kcal pri konvencionalnoj ishrani. Međutim, ovaj energetski unos bi bio prevelik zbog povećanja telesne mase i povećanja količine leđnog masnog tkiva koje može da izazove negativne posledice u performansama prašenja i laktacije. U praksi, povećan unos hrane tokom suprasnosti rezultuje smanjenim unosom hrane tokom laktacije, što se odražava na smanjenje proizvodnje mlijeka, kao i lošije performanse prasadi na sisi. Povećana debljina leđne masti na kraju gestacije je takođe povezana sa povećanjem stope mrtvorodne prasadi. Upravo iz ovih razloga, na intenzivnim svinjarskim farmama, potrebno je tokom suprasnosti kontrolisati debljinu leđnog masnog tkiva uz istovremeno povećanje telesne mase krmača (Bjorkman i sar., 2018).

Hraniva sa visokom koncentracijom dijetalnih vlakana imaju manje energije od ostalih koncentrovanih hraniva kao što su pšenica, kukuruz i ječam. Sadržaj metaboličke energije u ljusci soje (1.938 kcal/ kg), pšeničnim mekinjama (2.318 kcal/kg) ili repinim rezancima (2.803 kcal/kg) je manji nego u kukuruzu (3.395 kcal; NRC, 2012). Dakle, hraniva bogata vlaknima koriste se tokom suprasnosti kao metod za smanjenje dnevnog unosa energije. Međutim, krmače imaju visok kapacitet za povećanje unosa suve materije u svrhu nadoknade niske energetske gustine smeše. Pri kalkulacijama izvedenim u ove svrhe treba napomenuti da se energetska vrednost većine hraniva procenjuje korišćenjem kod svinja u tovu. Stvarni energetski unos suprasnih krmača je veći od izračunatog pri upotrebi podataka izvedenih u odnosu na tovne svinje, što ukazuje prema potrebi za vrednostima specifičnim za krmače.

Ishrana smešama koje sadrže visoke koncentracije sastojaka bogatih vlaknima povećava sitost krmača (Sapkota i sar., 2016). Definisana je kaskada fizioloških događaja uključujući distenciju želuca, zatim senzorne i kognitivne faktore, i pre-apsorptivne i post-apsorptivne faktore na koje se može uticati dijetalnim vlaknima na različite načine. Sitost se definiše kao proces koji se razvija tokom obroka i zavisi od veličine obroka. To je stanje inhibicije dalje potrošnje hrane koja sledi nakon završetka epizode konzumacije. Dijetalna vlakna mogu uticati na postizanje stanja sitosti, ali ne mogu svi izvori dijetalnih vlakana imati jednak uticaj na ove događaje. Ovaj efekat dijetalnih vlakana je veoma važan aspekt dobrobiti krmača i sprečavanja stereotipnih oblika ponašanja krmača na intenzivnim svinjarskim farmama, koje možemo industrijski posmatrati i kao sprečavanje nepotrebno trošenja energije kod krmača.

Postoji više mehanizama pomoću kojih hranjenje suprasnih krmača dijetalnim vlaknima modifikuje zasićenost hranom i sitost. Smeša koja sadrži viskozna vlakna (npr. pektin) može smanjiti prividnu ilealnu svarljivost hranljive materije i povećavajući količinu nesvarljivih materija koje aktiviraju takozvanu ilealnu kočnicu. Aktivacija ilealne kočnice se predlaže kao mehanizam regulisanja sitosti u kome senzori za prag apsorpcije u terminalnom ileumu aktiviraju mehanizam povratne sprege za smanjenje unosa hrane i povećanje vremena zadržavanja hrane u gastrointestinalnom traktu. Drugi mehanizam je da pojedini izvori dijetalnih vlakna (npr. otporni skrob) mogu povećati proizvodnju isparljivih masnih kiselina u debelom crevu krmača i ove isparljive masne kiseline mogu ostvariti efekat sitosti (Sapkota i sar., 2016).

Efekti zasićenja i hipotetički načini delovanja vlakana kao što su pektin i rezistantni skrob su prvenstveno testirani sa prečišćeni izvorima. Ove mehanizme delovanja teže je testirati sa uobičajenim hranivima. Repini rezanci i krompir povećavaju u plazmi koncentraciju isparljivih masnih kiselina oko 57% u poređenju na ishranu zasnovanu na ječmu i pšenici. Smešama sa 12, 22 ili 28% kombinacije pirinčanih mekinja i ljuske soje smanjuju stereotipno ponašanje (lizanje korita i pada, grickanje šipke i vakuum žvakanje) koji sugerišu na poboljšanje sitosti i dobrobiti suprasnih krmača (Oelke i sar., 2018). Hranivo kao što je rezanac šećerne repe jasno povećava proizvodnju isparljivih masnih kiselina u debelom crevu i nivo hormona u plazmi kao što je grelin. Međutim, učestalost manipulacije opremom (što ukazuje na sitost) je smanjeno samo u slučajevima kada su krmače hranjene smešom koja sadrži 18% repinih rezanaca sa pristupom slami. Moguće je da se efekti sitosti u ishrani vlaknima odnose ne samo na količinu isparljivih masnih kiselina, nego i na međusobni odnos ovih masnih kiselina. Zanimljivo je da molarni odnos sirćetne, propionske i buterne kiseline varira i da je buterna kiselina tokom *in vitro* fermentacije kod svinja hranjenih rezistentnim skrobom proizvedena u većem procentu u odnosu na fermentaciju repinih rezanaca ili pšeničnih mekinja. Takve razlike u molarnim odnosima ili brzina proizvodnje isparljivih masnih kiselina može uticati na efekat zasićenja različitim izvorima vlakana. Ova hipoteza je utvrđena novijim eksperimentima. Grupno smeštene krmače hranjene smešama sa rezistentnim skrobom, repinim rezancima i ljuskama soje bile su manje agresivne od krmača koje su hranjene standardnom ishranom na bazi kukuruzno-sojinog brašna (Sapkota i sar., 2016).

Poznato je da reprodukcija izaziva mnoge metaboličke promene kod sisara. Neke od promene su sledeće: promene u brzini metabolizma (RER) i insulinska rezistencija. Insulinska rezistencija je vrlo česta pojava tokom gestacije i smatra se da je to fiziološka pojava. Ovaj fenomen ima tendenciju da se desi u srednje kasnoj gestaciji zbog povećane sekrecije insulina, smanjene osetljivosti na insulin i povećanog nivoa proizvodnje glukoze u jetri. Nazimice, kao i krmače, ulaze u insulinsku rezistenciju pred kraj gestacije koja postaje dodatno naglašena tokom laktacije. Ovo karakteriše veći nivo glukoze u plazmi i veći nivo insulina posle obroka, produžen poluživot glukoze i odložen povratak insulina do bazalnih koncentracija nakon I.V. opterećenja glukozom. Osetljivost na insulin se u većini slučajeva vraća na normalu vrlo brzo posle odlučanja prasadi.

Dodatak dijetalnih vlakana u smešu može ublažiti pojavu insulinske rezistencije. Konjac brašno, poznato i kao konjac glukomanan, proučavan je kao potencijalni izvor vlakana koji može ublažiti negativan uticaj insulinske rezistencije kod visokoproduktivnih krmača. Ovaj proizvod se dobija iz krtole razne vrste *Amorphophallus* biljke koji pripada porodici *Araceae*, a konjac brašno sadrži 49-60% glukomanana, 10-30% skroba, 5-14% proteina, 3-5% rastvorljivih šećera i 3,4-5,3% pepela. Konjac glukomanani imaju visok kapacitet vezivanja vode, visoku sposobnost fermentacije i predstavljaju visoko viskozne materije. U pojedinim eksperimentima, krmače su konzumirale više nivoa konjac brašna u kasnoj gestaciji i to se odrazilo na linearni porast u konzumaciji hrane tokom laktacije u odnosu na kontrolnu grupu (Tan i sar., 2018). Prednosti korišćenja dijetalnih vlakana u kasnoj gestaciji takođe poboljšava kvalitet kolostruma kod krmača hranjenih smešama sa kombinacijom soje ljuske, pšeničnih mekinje i repinih rezanaca.

#### **Efekti upotrebe dijetalnih vlakana pre prašenja krmača:**

Hranjenje krmača pred prašenje smešama bogatim vlaknima smanjuje broj mrtvorodne prasadi i stimuliše produkciju kolostruma. Istraživanje Feyera i sar. (2018) pokazuje da konzumacija kombinacije semena suncokreta, repinih rezanaca i ljuske soje pred prašenje smanjuje udeo mrtvorodne prasadi za 2,2% i smanjuje mortalitet prasadi pre odlučnja za 2,4%. Smanjena stopa mrtvorodnih prasadi posledica je kraćeg trajanja prašenja uzrokovanim povoljnijim statusom energije. Naravno, razlog za ovakav efekat vlakana u smeši je i prevencija opstipacije u vreme prašenja.

#### **EFEKAT UPOTREBE DIJETALNIH VLAKANA NA OPSTIPACIJU KOD SUPRASNIH I DOJNIH KRMAČA**

Zatvor je odsustvo stolice u određenom vremenskom periodu (trajanje duže od jednog dana smatra se blagim zatvorom), pojava tvrde stolice ili poteškoća defekacije sa istovremenim abdominalnim nadimanjem. Kod suprasnih i dojnih krmača, opstipacija je vrlo čest problem i povezana je sa višestrukim poremećajima uključujući mrtvorodenost, post-porođajnu disgalakciju, produženo trajanje prašenja i nelagodnost. Hranjenje dijetalnim vlaknima neutrališe konstipaciju krmača usled više faktora. Dijetalna vlakna poreklom iz raznih hraniva mogu vezati vodu unutar strukture vlakna jer imaju visok kapacitet vezivanja vode, povećavajući sadržaj vlage u fecesu. Isto tako, neprobavljiva vlakna povećavaju masu stolice i povećava pritisak za defekaciju. Međutim, izvor vlakana, veličina čestica, i koncentracija u ishrani utiču na efikasnost vlakana za zadržavanje vode. Ostatak pektina, repini rezanci i pulpa krompira imaju veći kapacitet vezivanja vode i sposobnost bubrenja od pšenice ili ječma. Koristeći izvore dijetalnih vlakana koji imaju nisku fermentabilnost kao npr. pšenične mekinje, povećavamo fekalnu masu, mehaničku stimulaciju i defekaciju. Pored toga, izvori dijetalnih vlakana sa visokim kapacitetom zadržavanja vode kao što su zob i repini rezanci pomažu u povećanju sadržaja vlage u fecesu čime se prevenira opstipacija.

## ZAKLJUČAK

Postoji više prednosti korišćenja vlakana u ishrani krmača, kako sa aspekta produktivnosti, tako i sa aspekta dobrobiti. To čini raznovrsna priroda dijetalnih vlakana, međutim, teško je predvideti efekat smanjenja opstipacije, gladi ili stereotipnog ponašanja u odnosu na različite izvore vlakana. Neki obrasci doziranja pojedinih hraniva su dosledni efektima. Upotreba rezistentnog skroba dosledno smanjuje stereotip ponašanja i poboljšava sitost krmača. Slično je i sa upotrebom repinih rezanaca koji dosledno povećavaju stopu i kvalitet ovulacije kod krmača. Kapacitet zadržavanja vode i kapacitet bubrenja zajedno sa standardizovanim bazama podataka o dozama i efektima korišćenja pojedinih hraniva mogu biti korisne za prevenciju opstipacije, gladi ili stereotipnog ponašanja krmača. Utvrđen je efekat upotrebe dijetalnih vlakana pre prašenja na poboljšanje kvaliteta i broja oocita. Međutim, još uvek je potrebno utvrditi koja svojstva dijetalna vlakna su najefikasnija kod izazivanja promena u endokrinom sistemu i folikularne tečnosti jajnika, kako bi se ostvario krajnji cilj preživljavanja embriona i otpornosti potomstva. Naučna istraživanja su usmerena na temu korišćenja naprednih tehnika za karakterizaciju komponenti dijetalnih vlakana pored tradicionalnih metoda određivanja sirovih vlakana, neutralnog deterdžent vlakna ili ukupnih dijetalna vlakna. Ova informacija bilo bi od velike koristi za poboljšanje produktivnosti i dobrobit krmača.

**Zahvalnica:** Rad je podržan sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-68/2022-14/200143).

## REFERENCE

1. AOAC. 2007. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. (A. Int, editor.). Assoc. Off. Anal. Chem., Gaithersburg, MD.
2. Björkman, S., C. Oliviero, J. Kauffold, N. M. Soede, and O. A. T. Peltoniemi. 2018. Prolonged parturition and impaired placenta expulsion increase the risk of postpartum metritis and delay uterine involution in sows. *Theriogenology*. 106:87–92. doi:10.1016/j.theriogenology.2017.10.003.
3. Brachet, M., J. Arroyo, C. Bannelier, A. Cazals, and L. Fortun-Lamothe. 2015. Hydration capacity: A new criterion for feed formulation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 209:174–185. doi:10.1016/j.anifeedsci.2015.07.014. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.07.014>.
4. Feyera, T., T. F. Pedersen, U. Krogh, L. Foldager, and P. K. Theil. 2018. Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance. *J. Anim. Sci.* 96:2320–2331. doi:10.1093/jas/sky141.
5. Huang, Z., P. E. Urriola, I. J. Salfer, M. D. Stern, and G. C. Shurson. 2017. Differences in in vitro hydrolysis and fermentation among and within high-fiber ingredients using a modified three-step procedure in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 95:5497–5506. doi:10.2527/JAS2017.1907.
6. Navarro, D. M. D. L., E. M. A. M. Bruininx, L. de Jong, and H. H. Stein. 2018. Analysis for low-molecular-weight carbohydrates is needed to account for all energy-contributing nutrients in some feed ingredients, but physical characteristics do not predict in vitro digestibility of dry matter. *J. Anim. Sci.* 96:532–544. doi:10.1093/jas/sky010.
7. NRC. 2012. Nutrient requirements of swine. 11th rev. (Committee on Nutrient Requirements in Swine, editor.). The National Academies Press, Washington, DC.

8. Oelke, C. A., M. L. Bernardi, P. R. Nunes, N. C. Weber, F. C. Veit, and A. M. Leal Ribeiro. 2018. Physiological and behavioral response of sows fed with different levels of dietary fiber during gestation. *J. Vet. Behav.* 28:54–57. doi:10.1016/j.jveb.2018.08.006. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.08.006>.
9. Reese, D. (Nebraska S. R. P. 229. . 2008. Dietary Fiber in Sow Gestation Diets — A Review Dietary Fiber in Sow Gestation Diets – A Review. Lincoln, NE. Available from: [http://digitalcommons.unl.edu/coopext\\_swine/45/](http://digitalcommons.unl.edu/coopext_swine/45/).
10. Renteria-Flores, J. A., L. J. Johnston, G. C. Shurson, R. L. Moser, and S. K. Weibel. 2008. Effect of soluble and insoluble dietary fiber on embryo survival and sow performance. *J. Anim. Sci.* 86:2576–2584. doi:10.2527/jas.2007-0376.
11. Sapkota, A., J. N. Marchant-Forde, B. T. Richert, and D. C. Lay. 2016. Including dietary fiber and resistant starch to increase satiety and reduce aggression in gestating sows. *J. Anim. Sci.* 94:2117–2127. doi:10.2527/jas.2015-0013.
12. Tan, C. Q., H. Q. Sun, H. K. Wei, J. J. Tan, G. Long, S. W. Jiang, and J. Peng. 2018. Effects of soluble fiber inclusion in gestation diets with varying fermentation characteristics on lactational feed intake of sows over two successive parities. *Animal.* 12:1388–1395. doi:10.1017/S1751731117003019.
13. Weaver, A. C., J. M. Kelly, K. L. Kind, K. L. Gatford, D. J. Kennaway, P. J. Herde, and W. H. E. J. Van Wettere. 2013. Oocyte maturation and embryo survival in nulliparous female pigs (gilts) is improved by feeding a lupin-based high-fibre diet. *Reprod. Fertil. Dev.* 25:1216–1223. doi:10.1071/RD12329

VSI Pančevo  
Semex PK BB  
Genetix International  
Toplek  
VSI Niš  
Veterinarska stanica Đuravet  
Primavet  
Centralfarm  
VSI Zaječar

CIP - Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

636.082(082)

636.09:618.19(082)

**НАУЧНИ симпозијум Репродукција домаћих животиња (13 ; 2022 ; Дивчибаре)**

Zbornik predavanja / 13. Naučni simpozijum Reprodukција domaćih životinja, Divčibare, 6-9. oktobar 2022. ; [organizatori Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu ... [et al.]] ; [organized by Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade ... [et al.]] ; [odgovorni urednik Dragan Gvozdić]. - Beograd : Fakultet veterinarske medicine, Centar za izdavačku delatnost i promet učila, 2022 (Beograd : Naučna KMD). - II, 174 str. : ilustr. ; 25 cm

Radovi na srp., hrv. i engl. jeziku. - Tiraž 450. - Bibliografija uz većinu radova. - Summaries. - Registar.

ISBN 978-86-80446-52-3

а) Домаће животиње -- Размножавање -- Зборници

COBISS.SR-ID 75826185