

## SAVREMENI POSTUPCI U INDUSTRIJSKOJ PROIZVODNJI HRANE ZA ŽIVOTINJE

*N. Đorđević, G. Grubić, J. Lević, S. Sredanović, B. Stojanović, M. Knežević-Damjanović, T. Pandurević\**

**Izvod:** U drugoj polovini XX veka dolazi do naglog razvoja industrije hrane za životinje, kao rezultata i zahteva opšteg društvenog progressa i porasta standarda stanovništva. U skladu sa tim, industrija hrane za životinje postaje u mnogim zemljama jedna od najrazvijenijih industrijskih grana.

Razvoj ove industrije zasniva se na korišćenju najnovijih znanja iz oblasti nauke o ishrani životinja, zatim mašinske industrije i informatike. U skladu sa tim, danas se koriste savremeni tipovi mešalica kojima se postiže visok stepen homogenosti smeša, mašine za uobličavanje hraniva (peletirke), oprema za hidrotermičku obradu hraniva (ekstruderi i ekspanderi), uređaji za dodavanje velikih količina masti, roboti za uvrećavanje gotovih proizvoda i dr. Maksimalna kontrola i sinhronizacija rada svih ovih mašina obavlja se savremenim kompjuterima, dok se kontrola kvaliteta hraniva i gotovih proizvoda obavlja savremenim analitičkim sredstvima. Pored uobičajenih hraniva, u proizvodnji smeša koncentrata koriste se i različite vrste dodataka, koji imaju hranjivu ili pronutritivnu ulogu, ili su značajni kao profilaktici i kondicioneri. Kvalitet smeša koncentrata je pred sve strožijim kriterijumima, od kojih u zadnje vreme najveći značaj ima HACCP sistem.

**Ključne reči:** koncentрати, industrijska proizvodnja, kontrola, kvalitet.

### Uvod

Na osnovu dotadašnje prakse obrade žitarica krupljenjem i mlevenjem, ljudi su došli na ideju da se isti ili slični postupci primene i u spremanju hrane za domaće životinje, kao i da se mešanjem sporednih proizvoda i žitarica dobiju hranljiviji obroci. Najpre je ova mogućnost počela da se primenjuje u SAD-u početkom XIX veka. Tada su se javila i prva preduzeća, kao što su: Blagworc Co., Ralstston Co., National Co., Wisconsin Co., a neka od njih postoje i danas (Bekrić, 1999). U Evropi se ovi pokušaji javljaju znatno kasnije, u početku samo za potrebe vojske. Naime, volovi i konji su u to vreme predstavljali značajan pogonski potencijal svake armije za potrebe transporta oružja, opreme, hrane i vojnika. Međutim, ishrana životinja (naročito kabastom hranom) znatno je usporavala

---

\* Prof. dr Nenad Đorđević, vanredni profesor, prof. dr Goran Grubić, redovni profesor, mr Bojan Stojanović, asistent, Poljoprivredni fakultet, Zemun; dr Jovanka Lević, naučni savetnik, Slavica Sredanović, dipl. inž., Institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad; Mirjana Knežević-Damjanović, dipl. inž., asistent, Biotehnički institut, Podgorica; Tatjana Pandurević, dipl. inž., asistent, Poljoprivredni fakultet, Istočno Sarajevo.

pokrete vojske, što je zahtevalo pronalaženje adekvatnih postupaka za rešenje ovog problema. Anon. (1977) navodi da se prve informacije o industrijski proizvedenim smešama za životinje odnose upravo na konje. U drugoj polovini XIX veka, započeto je mlevenje i mešanje različitih hraniva u testo od kojeg su se pekli "krmni hlebovi". Naročito su u to vreme bili poznati "engleski biskviti za konje". Najveći potrošači su bili vojska, gradska prevozna preduzeća i uzgajivači konja. Biskviti su bili kolačići prečnika 10–12 cm, debljine 1 cm, koji su nizani na žicu i vezivani uz sedla. Od 1890. godine krmni hlebovi se koriste širom Evrope. Jedan od "receptata" za pravljenje krmnog hleba je bio sledeći: 30–40% ovsene prekrupe, 30–50% prekrupe graška, 10–20% ječma, 15–20% prekrupljnog lanenog semena i 1,5% soli. Anon. (1977) navodi da su u Nemačkoj pred Prvi svetski rat proizvodili i krmne hlebove za živinu. Prema Bekriću (1999) u francusko-pruskom ratu po prvi put se proizvodi i koristi smeša za konje. U rusko-turskom ratu, 1877. godine pojavila se prva fabrička smeša, koja se sastojala od 75% ovsenog i ražanog brašna, 15% prekrupe graška, grahorice i boba i 10% lanenog i semena konoplje. Međutim, zbog lošeg kvaliteta komponenti i neodgovarajućeg sastava smeše, konji su često oboljevali od katara želuca, pa se ponovo uvodi hranjenje senom, slamom i ovsom. I naredni pokušaj u Rusiji, 1906. godine je, takođe, bio bez uspeha. Smeša za vojne konje proizvodi se početkom XX veka i u Nemačkoj, Engleskoj i Francuskoj i sastoji se od različitih zrnastih hraniva i sporednih proizvoda industrije, kao i iseckanog sena.

Međutim, svi navedeni primeri kao i naredni, sve do tridesetih godina XX veka u SAD i pedesetih godina XX veka u Evropi bili su samo pokušaji. Za ekspanziju industrijske proizvodnje hrane za životinje bilo je neophodno da se ostvare dva važna preduslova. Kao prvo, naučno objašnjenje pitanja uloge energije, proteina, makro i mikro elemenata, vitamina i enzima, zatim savremenija analitička sredstva i preciznije analitičke metode, bolje poznavanje hemijskog sastava i biološke vrednosti hraniva, bolje poznavanje potreba životinja za određenim vidovima proizvodnje. Kao drugo, neophodne su bile i odgovarajuće društveno-ekonomske i tržišne promene, porast standarda stanovništva i promene u navikama i potrebama potrošača.

Kod nas ovakvi pokušaji nisu ni zabeleženi u prvoj polovini XIX veka zbog opšte nerazvijenosti, teškog ekonomskog stanja i niske produktivnosti u poljoprivredi, koja je jedva zadovoljavala potrebe stanovništva za hranom. I pored toga, kod naprednijeg dela poljoprivrednog stanovništva Srbije, još krajem XIX veka javlja se interesovanje za novim postupcima u pripremanju i korišćenju hrane za životinje (takve ideje se propagiraju i opisuju u časopisu "Težak"). I nakon formiranja Poljoprivredno-šumarskog fakulteta 1919. godine u Beogradu, (Kraljevina Srba, Hrvata i Slovenaca), problem ishrane domaćih životinja i proizvodnja hrane za životinje nisu ozbiljnije razmatrani sve do posle Drugog svetskog rata. Smatra se da je proizvodnja smeša koncentrata u Srbiji započela u magacinu bivše kudeljare u Bačkoj Topoli 1955. godine. Naredne, 1956. godine napuštena ciglana na periferiji Zemuna preuređena je u pogon za proizvodnju smeša koncentrata, a u septembru iste godine započeta je isporuka prvih smeša proizvođačima sa teritorije Srbije. Nakon toga, sledi otvaranje novih fabrika mešane hrane za životinje – 1957. u Bečeju i 1959. godine u Futogu. U bivšoj zajedničkoj državi SFR Jugoslaviji, do 1957. godine formirano je 11 pogona za proizvodnju smeša, od kojih su četiri bila samostalna preduzeća za preradu i promet hrane za životinje, četiri – pogoni u sastavu preduzeća za otkup i preradu žita i tri – pogoni u sastavu poljoprivrednih organizacija. U opštoj

kampanji za mehanizaciju poljoprivredne proizvodnje, od 1957. godine dolazi do otvaranja mreže radionica (mešaonica) za spravljanje “mešane” hrane (Bekrić, 1981). Kao rezultat toga, dolazi do naglog povećanja broja proizvodnih jedinica, tako da ih je 1964. godine bilo 864. I pored nedostataka i teškoća, razvoj industrije hrane za životinje napreduje takvim tempom da je Jugoslavija početkom sedamdesetih imala jednu od tehnički najmodernijih industrija hrane za životinje u Evropi. Međutim, zbog energetske krize svetskih razmera, ali i posledice opšte hiperprodukcije, sredinom sedamdesetih godina dolazi do usporavanja razvoja industrije hrane za životinje. Raspad zajedničke države, ratovi i sankcije, krajem osamdesetih i početkom devedesetih godina dovode do opšte recesije u društvu, a zatim do stagnacije i pada industrijske proizvodnje. U poslednjoj deceniji XX veka ponovo raste broj malih pogona za proizvodnju smeša koncentrata (i do 1.000 u Srbiji), loše tehnički i kadrovski opremljenih. Pored navedenog, u ovom periodu se na tržištu nalazi često loš kvalitet hraniva, pre svega iz uvoza, ali je bio čest i problem “falsifikovanja” pojedinih hraniva (Đorđević i Dinić, 2007).

### Tehnologija proizvodnje smeša

Proizvodnja smeša predstavlja složen proces koji omogućava mešanje većeg broja polaznih sirovina u smeše odgovarajućeg oblika i vrste. Savremena postrojenja za ovu proizvodnju predstavljaju kompleks objekata, mašina i uređaja za prijem, merenje, čišćenje, sušenje, skladištenje, drobljenje, mlevenje, doziranje, mešanje, peletiranje, briketiranje, dodavanje tečnosti i izdavanje (Đorđević i sar., 2006). Pri izradi smeša koncentrovanih hraniva ne dobija se neki novi proizvod, već se od određenih sirovina usitnjavanjem i mešanjem u određenom odnosu, dobija smeša u kojoj je svaka sirovina zadržala svoje prvobitne osobine (Grubić i Đorđević, 2005). Sirovine se doziraju i mešaju u odnosima koji su optimalni (za pojedine vrste i kategorije domaćih životinja) i koji su naučno ispitani, utvrđeni i izloženi u savremenim normativima (Đorđević i Dinić, 2006). Pravilna receptura omogućava da finalni proizvod – smeša ima, u pogledu hranljive vrednosti i cene, daleko bolje osobine od pojedinačnih osobina komponenata koje se koriste pri izradi finalne smeše (Đorđević i sar., 2007-c).

**Izbor sirovina.** U proizvodnji smeša koncentrata koriste se hraniva biljnog, životinjskog, mikrobiološkog i mineralnog porekla, kao i različiti dodaci koji imaju hranljivu ili pronutritivnu ulogu, ili su značajni kao profilaktici i kondicioneri. Zadnjih godina zabranjena je upotreba korišćenja hraniva animalnog porekla u ishrani preživara, sa izuzetkom mleka, a što je posledica pojave bolesti *Bovine spongiform encephalopathy* – BSE (Đorđević i sar., 2007-a). Upotreba hraniva životinjskog porekla je jako ograničena i u ishrani drugih vrsta domaćih životinja. Tako, na primer, mesno brašno se koristi pri proizvodnji ekstrudirane hrane za kućne ljubimce, a riblje brašno u ishrani svinja i živine. Međutim, i kod ovih vrsta riblje brašno se sve manje koristi, zbog sve lošije hranljive vrednosti (problem falsifikovanja drugim hranivima) i prenošenja specifičnog mirisa na meso brojlera i jaja nosilja. Zbog toga se sve češće zamenjuje kombinacijom kvalitetnih hraniva biljnog porekla i sintetičkih aminokiselina, ili komercijalnim proizvodima (Adamović i sar., 2006). Ovakvim kombinacijama se postiže slična hranljiva vrednost, uz sličnu ili čak i nižu cenu koštanja (Đorđević i sar., 2007-a). Najveće količine ribljeg brašna se i danas

koriste pri proizvodnji peletirane hrane za pastrmke i druge ribe karnivore (Đorđević i sar., 2005; 2007-b; Grubić i sar., 2000).

**Skladištenje sirovina.** U starijoj domaćoj literaturi navodi se da ukupni skladišni kapaciteti jednog pogona treba da su minimalno 10% od godišnjeg proizvodnog kapaciteta fabrike, a mogu biti i do 25%, čime se obezbeđuje sigurnije poslovanje, kao i nabavka većih količina sirovina u delu godine kada su najjeftinije. Nasuprot tome, u razvijenim zemljama skladišni kapaciteti su manji, jer je nerentabilno stvaranje velikih zaliha za duži period.

**Prečišćavanje sirovina.** Sirovina koja se upotrebljava za proizvodnju smeša mora se pre prerade očistiti od štetnih i nepoželjnih sastojaka. Neke nečistoće se odvajaju već pri samom prijemu sirovine. Sitnije nečistoće se izdvajaju pomoću sita, vazdušnom strujom i magnetom.

**Sitnjenje hraniva.** Sitnjenje je neophodna mera pripreme hraniva za njihovo mešanje. Pojedinačno mlevenje svake sirovine omogućava da se granulacija meljave unapred odredi. Promenom sita na mlinovima može se uticati na veličinu čestica svake samlevene komponente iz buduće smeše. Na taj način se kod ove tehnologije može unapred uticati na bolju mogućnost mešanja, tj. na veću homogenost gotove smeše. Ukoliko se sve pojedine komponente melju tako da su u granulaciji približno iste, može se unapred znati da će homogenost smeša biti bolja nego ako se mešaju sirovine čija se granulacija jako razlikuje. U slučaju da se sve komponente melju zajedno, granulacija će biti raznorodna i neujednačena. Dobro mešanje ovakvih komponenti je znatno teže, pa se moraju koristiti bolje mešalice ili samo mešanje mora da traje duže.

Sitnjenje sirovina može da se izvodi na više načina: lomljenjem, trenjem, presovanjem (gnječanjem) i razbijanjem. U fabrikama hrane za životinje sitnjenje hraniva se obavlja razbijanjem, odnosno pretvaranjem kinetičke energije rotirajućih elemenata uređaja (poluga ili čekića) prilikom sudara sa sirovinom (zrnom) u potencijalnu energiju (mlinovi čekićari).

**Termička obrada hraniva.** U intenzivnom stočarstvu mali je broj hraniva koja se koriste u prirodnom obliku i pojedinačno. Različitim metodama mehaničke, termičke i biološke obrade hraniva postiže se niz poboljšanja, koja rezultiraju u boljim proizvodnim rezultatima životinja. Danas se najviše primenjuju termičke i hidrotermičke metode obrade zrnaste hrane, a cilj je dezaktivacija antinutritivnih materija i želatinizacija skroba (Đorđević i sar., 2006). Najčešće se obrađuju zrno soje u cilju eliminisanja antinutritivnih materija, kao i zrno kukuruza (ređe drugih žita) radi želatinizacije skroba i boljeg korišćenja u ishrani najmlađih kategorija životinja. Stojanović i sar. (2007); Grubić (1987; 1988) i Grubić i sar. (1990) navode da uključivanje termički obrađenog kukuruza (mikroniziran ili ekstrudiran) u potpune smeše za telad dovodi do boljeg iskorišćavanja hrane, smanjenja utroška energije za kg prirasta i povećanja retencije azota.

Za obradu zrna soje koriste se ekstruderi, savremene mašine koje istovremeno obavljaju više mehaničkih i hidrotermičkih procesa, a krajnji rezultat je značajno smanjenje količine tripsin inhibitora i ureaze (Tabela 1).

Za obradu zrna žitarica koriste se mikronizeri koji funkcionišu na principu infracrvenog zračenja hrane. Usled toga dolazi do bubrenja skrobnih granula i promene primarne strukture molekula skroba, povećanja kapaciteta apsorpcije vode, redukcije broja mikroorganizama, dezaktivacije biljnih enzima i dr. (Stojanović i sar., 2004). Međutim, nave-

dene metode zahtevaju značajan utrošak energije, te se i pored navedenih rezultata ređe koriste, i to naročito kod nas (Stojanović, 2006).

**Sastavljanje receptura smeša koncentrata.** U ovu svrhu danas se koriste softveri kojima se balansira sadržaj većeg broja parametara, pri čemu se teži da uz zadovoljenje osnovnih uslova propisanih kod nas Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (2000), budu zadovoljeni i drugi zahtevi, propisani normativima, kao i minimalna cena smeše (Đorđević i Dinić, 2006). Time se postiže istovremeno i maksimalna ekonomičnost ishrane životinja, što je naročito bitno s obzirom na visoke cene nekih hraniva koja najčešće učestvuju u smešama.

**Doziranje komponenti smeše.** Pošto je obavljeno adekvatno usitnjavanje pojedinih sirovina, njihovom mešanju prethodi odmeravanje, kako bi se uskladio odnos hraniva i postigao odgovarajući hemijski sastav smeše – prema zahtevima propisanim u recepturi (Negovanović i sar., 1992). Precizno odmeravanje je naročito bitno za mikrosastojke smeša, jer se radi o supstancama koje, u slučaju predoziranja, postaju veoma toksične. U cilju automatskog odmeravanja nekada su korišćene bušene kartice dok se danas, zahvaljujući kompjuterima to jednostavno obavlja.

Za odmeravanje se koriste vage različitog kapaciteta. Mikrosastojci se mere na vagama malog kapaciteta, kako bi se dobila maksimalna preciznost, dok se ostali sastojci mere na vagama velikog kapaciteta. U protivnom, ako bi se mikrosastojci merili na vagama velike nosivosti došlo bi do nedopustivo velikih grešaka.

**Tab. 1.** Pokazatelji kvaliteta zrna soje i punomasnog ekstrudiranog sojinog griza (Sakač i sar., 2000; 2001)

*Quality indicators for soybean seeds and fullfat extracted soybean grits (Sakač et al., 2000; 2001)*

Pokazatelji kvaliteta <i>Quality indicator</i>	Zrno soje <i>Soybean seed</i>	Punomasni ekstrudirani sojin griz <i>Fullfat extracted soybean grits *</i>	Punomasni ekstrudirani sojin griz <i>Fullfat extracted soybean grits**</i>
<b>Hemijski sastav – Chemical composition (%)</b>			
Vlaga-Moisture	10,06	6,67	5,18
Sirovi protein <i>Crude protein</i>	37,48	39,40	35,16
Sirova mast <i>Crude fat</i>	19,27	20,26	22,17
Sirova celuloza <i>Crude cellulose</i>	4,39	4,08	5,17
Mineralne materije <i>Mineral substances</i>	4,63	4,81	5,02
<b>Aminokiseline-Aminoacid (% u proteinima – in proteins)</b>			
Cistin - <i>Cystine</i>	1,54	1,26	1,27
Metionin - <i>Methionine</i>	1,27	0,84	0,66
Lizin - <i>Lysine</i>	6,10	5,03	5,25
<b>Pokazatelji kvaliteta merodavni u proceni adekvatnosti termičkog tretmana</b>			
<b><i>Major quality indicators in assessing heat treatment adequacy</i></b>			
Tripsin inhibitor <i>Trypsin inhibitor (mg/g)</i>	61,66	3,27	3,91
Aktivnost ureaze <i>Urease activity mg N/g min na 30°C</i>	10,95	0,26	0,28

\* proizveden postupkom sa kondicioniranjem - *produced with conditioning*

\*\* proizveden postupkom suve ekstruzije - *produced with dry extrusion process*

**Mešanje hraniva (homogenizacija).** Maksimalna izmešanost (homogenost) je veoma važna, zbog postizanja odgovarajućeg hranljivog sastava smeše i u najmanjoj njenoj količini. Na uspeh mešanja utiču: veličina i oblik čestica, specifična masa, struktura površine i koeficijent trenja, elektrostatički naboj čestica, elastičnost i higroskopnost, kao i mnogi drugi detalji (Nadaždin i sar., 1994). Najbolje se mešaju čestice sličnih osobina, pa se, na primer, potpuna izmešanost može postići samo za gasove i neke tečnosti. Kao dobra izmešanost smatra se ukoliko se postigne raspored čestica od 1 : 10.000 do 1 : 100.000.

Veličina čestica je naročito značajna za raspodelu aditiva koji se hrani za životinje dodaju u malim količinama. Tako je, na primer, prilikom mešanja aditiva specifične mase  $1.500 \text{ kg/m}^3$  u količini od 50 g/t, u uzetom uzorku mase 20 g (što odgovara dnevnom obroku pileta), postignut koeficijent varijacije 1,0% (kada su čestice aditiva bile veličine 50  $\mu\text{m}$ ), 5,2% sa česticama od 150  $\mu\text{m}$  i 11,0% kada je prosečna veličina čestica bila 250  $\mu\text{m}$  (Lević i Sredanović, 1995).

Specifična masa je sledeći faktor po značaju koji utiče na rezultate mešanja hrane. Optimalno bi bilo kada bi se mešale čestice iste specifične mase. Međutim, to je nemoguće obezbediti, pa se ovaj negativni efekat ublažava većom ujednačenošću čestica.

Naelektrisane čestice je skoro nemoguće mešati, jer je raslojavanje u već homogeno raspoređenom materijalu znatno intenzivnije u odnosu na atezivne sile koje bi trebalo da očuvaju tu raspodelu. Nadaždin i sar. (1994), kao rešenje tog značajnog problema predlažu protektiranje antistatičnim materijama (sorbiton, rastvor glicerina), želatinizaciju ili melasiranje. Pored toga, pominje se i uticaj prisustva vode koja dovodi do pada naelektrisanja čestica, kao i jonizaciju vazduha kojom se neutrališe naelektrisanje čestica.

Ukoliko je kontaktna površina čestica nepravilnija i neravnija, utoliko je teže izvesti adekvatno mešanje. Vreme mešanja i potrebna energija za mešanje jedne šarže se delimično određuju i na osnovu stepena trenja između različitih čestica.

Elastičnost čestica, takođe je faktor koji utiče na homogenost smeša. Ovu osobinu, pre svega, imaju neke komponente poreklom od zrnaste hrane, dok su mineralne soli u tom pogledu manje problematične.

Higroskopnost, odnosno sklonost ka grudvanju predstavlja veliki problem za dobro mešanje. Ovakvu osobinu naročito ispoljavaju sulfatne soli mikroelemenata, te se kod predmeša često može javiti problem grudvanja. Međutim, specijalnim postupcima dobijanja sulfatnih soli i ovaj nedostatak se može u velikoj meri ukloniti (Nadaždin i sar., 1994).

Prema konstrukciji, postoje vertikalne i horizontalne mešalice, mešalice dvostrukog delovanja i ostale. Prema načinu rada, mešalice se dele na kontinuirane i diskontinuirane. U savremenim fabrikama hrane za životinje danas su gotovo isključivo u upotrebi horizontalne mešalice. Princip rada se zasniva na rotiranju puža ili spirale jednostrukog ili dvostrukog delovanja u koritu mešalice. Tačnost mešanja od 1 : 10.000 postiže se posle 10–15 minuta mešanja, a tačnost 1 : 5.000 posle 7–8 min. Mešalica sa lopaticama (Lödigo sistem) je najsavršenija mešalica koja, prema ispitivanjima, daje tačnost mešanja i do 1 : 1.000.000 u probi od 10 g posle tri minuta mešanja. Princip rada ovakvih mešalica zasniva se na rotiranju horizontalne osovine na kojoj su lopatice u vidu pluga. Okretanjem ovih lopatica podiže se materijal sa zidova bubnja mešalice i ubacuje u sredinu. Zbog ovakvog

načina rada, odnosno manjeg trenja između lopatica i materijala, znatno je manji utrošak energije. Broj okretanja osovine je 150 do 200 u minuti.

**Peletiranje smeša.** Uobličavanje smeša peletiranjem je postupak koji dobija sve veći značaj. Naime, klasične smeše su podložne dekompoziciji (razdvajanju) umešanih sastojaka, naročito usled dužeg čuvanja. Pored toga, zbog usitnjenosti komponenti smeše su prašljive, pa negativno utiču na mikroklimat objekata za držanje životinja, a time i na disajne organe životinja. Fino usitnjena hraniva se teže konzumiraju zato što se lepe za nepce, a mogu dovesti i do davljenja. Smeše u rasutom stanju su podložnije mikrobiološkoj kontaminaciji, lakše se lepe za zidove hranilice i grudvaju se.

Nasuprot tome, peletirana hrana ima više prednosti. Tako, na primer, neke životinje radije konzumiraju peletiranu hranu, a ima puno eksperimentalnih rezultata koji govore o manjem utrošku peletirane hrane za jedinicu proizvoda i boljim dnevnim prirastima (Grubić i sar., 1993; Grubić, 1995; tabela 2). Tako, na primer, Lević i sar. (1990) su koristili brašnastu ili peletiranu smešu i ustanovili veće završne mase svinja koje su dobijale peletiranu hranu (63,3 kg : 57,7 kg), veći dnevni prirast (605 g : 529 g), manje dnevno konzumiranje hrane (1,93 : 1,98) i manji utrošak hrane za kg prirasta (3,20 : 3,75).

Binički i sar. (1973) navode da se živina pre zasiti kada se hrani peletiranom hranom i duže odmara, a time se smanjuje i utrošak energije, što je naročito značajno za tov pilića. Po istim autorima, duže odmaranje znači i bolje korišćenje hranidbenog i pojilišnog prostora. Osim toga, i pelete koje su rasute po podu živina lako pronalazi i konzumira, za razliku od brašnaste hrane koja uglavnom bude nepovratno izgubljena u prostirci.

**Tab. 2.** Rezultati u tovu junadi brašnastom i peletiranom smešom (Lević i sar. 1989)  
*Beef fattening results with mash or pelleted mixtures (Lević et al. 1989)*

Parametri <i>Parameters</i>	Brašnasta smeša <i>Mash</i>	Peletirana smeša <i>Pelleted</i>
Prosečan dnevni prirast, g <i>Average daily gain, g</i>	1310 <sup>a</sup>	1522 <sup>b</sup>
Indeks, % <i>Index, %</i>	100	116,2
Dnevno konzumiranje hrane po grlu, kg <i>Daily intake per animal, kg</i>	9,67	9,87
Indeks, % <i>Index, %</i>	100	102,1
Utrošak hrane za kg prirasta, kg <i>Feed per kg of gain, kg</i>	7,38	6,48
Indeks, % <i>Index, %</i>	100	87,8
Utrošak svarljivih sirovih proteina za kg prirasta, g <i>Protein conversion ratio per kg of gain, g</i>	724	636
Indeks, % <i>Index, %</i>	100	87,8
Utrošak NEM za kg prirasta, MJ <i>NEM conversion ratio per kg of gain, MJ</i>	45,3	39,7
Indeks, % <i>Index, %</i>	100	87,6

Pri peletiranju hrane dolazi do redukcije ukupnog broja mikroorganizama, što poboljšava higijensku ispravnost smeša (tabela 3). Tako, na primer, Sretenović i sar. (1995) su utvrdili u smeši koncentrata prisustvo mikroorganizama u nedozvoljenoj koncentraciji (Pravilnik o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani, 1990), a nakon peletiranja njihova brojnost je bitno smanjena i ispunjavala je zakonske kriterijume. Pošto peletiranje podrazumeva i izlaganje hrane vodenoj pari, povećanom pritisku i temperaturi, dolazi do hemijskih transformacija hranljivih sastojaka, pa se povećava svarljivost skroba, hemiceluloze, celuloze i pentozana (Marjanović, 1972). Suprotno tome, zbog povišene temperature dolazi do razgradnje nekih antinutritivnih sastojaka hraniva i smeša. Međutim, dodati antibiotici, kokcidostatici i stimulatori rasta tokom peletiranja i skladištenja peletiranih smeša ne razgrađuju se puno, a prema Beumer-u (1981) njihova koncentracija je i posle 30 dana čuvanja bila još uvek preko 90% od početne koncentracije pre peletiranja.

Za peletiranje smeša koriste se posebne mašine – peletirke. Princip rada peletirke sastoji se u istiskivanju kondicionirane smeše kroz otvore prstenaste ili pločaste matrice pod pritiskom valjaka (Sredanović i sar., 1992). Matrica se može menjati, zavisno od veličine otvora i željenog prečnika peleta. Prečnik peleta zavisi od vrste životinje za koju se hrana priprema, od kategorije, ali i drugih faktora. Sa spoljne strane matrice nalaze se noževi koji odsecaju pelete. Rastojanjem noževa od spoljne površine matrice reguliše se druga dimenzija peleta – dužina. Drobljenjem peleta dobija se hrana u vidu granula. Koristi se za mlađe kategorije, pre svega za piliće. Eksperimentalno je dokazano da pilići konzumiraju veću količinu hrane u vidu drobljenih nego celih peleta.

**Tab. 3.** Uticaj peletiranja na broj mikroorganizama u različitim smešama (Lević i sar., 1998)  
*The influence of pelleting on microorganism numbers in different mixtures (Lević i sar., 1998)*

Pokazatelji <i>Parameters</i>	Smeše za: <i>Mixtures for:</i>		
	Brojlere <i>Broilers</i>	Svinje <i>Pigs</i>	Junad <i>Beef</i>
<u>Pre peletiranja:</u> <i>Before pelleting:</i>			
Temperatura (°C) <i>Temperature (°C)</i>	30	30	30
Broj mikroorganizama: <i>Number of microorganisms:</i>			
Saprofitne bakterije <i>Saprophyte bacteris</i>	1085000	982000	225000
Plesni <i>Moulds</i>	50000	26500	16500
<u>Posle peletiranja:</u> <i>After pelleting</i>			
Temperatura kondicioniranja(°C) <i>Conditioning temperature (°C)</i>	83-85	75-78	80
Broj mikroorganizama: <i>Number of microorganisms</i>			
Saprofitne bakterije <i>Saprophyte bacteris</i>	10000	22500	15000
Plesni <i>Moulds</i>	-	3500	2000

**Dodavanje masti.** Da bi se povećala energetska vrednost mešane hrane, za neke vrste i kategorije životinja vrši se dodavanje masti, odnosno omašćivanje. Pored obezbeđenja energije, dodata mast utiče na smanjenje prašenja i njime izazvanih gubitaka, kao i na smanjenje segregacije smeša (Pecarski i Hadžiabdić, 1989). Dodavanje masti može se vršiti u različitim fazama tehnološkog procesa proizvodnje smeša: u mešalici, u homogenizeru, na presi za peletiranje i u bubnju za naknadno zamašćivanje peleta (Sredanović i sar. 1992). Masnoće dodate gotovim peletama povećavaju nasipnu masu i doprinose smanjenju otiranja peleta. Dodavanje masti pomoću "Vacuum coater-a" omogućava postizanje i do 40% masti u peletiranoj hrani, što je naročito bitno za pripremanje hrane za neke vrste riba (Đorđević i Dinić, 2007).

**Pakovanje, skladištenje i transport hraniva i smeša.** Nakon završetka procesa mešanja, smeše se skladište ili se distribuiraju do mesta potrošnje. Lagerovanje ili distribucija hraniva i smeša može da se obavlja u rasutom stanju ("rinfuzu"), ili se prethodno vrši pakovanje. Transportom smeša u rinfuznom stanju štedi se, pre svega na ambalaži, ali i u manipulativnom radu. Smatra se da je odnos angažovane radne snage na otpremi smeša u rinfuzu ili vrećama čak 1 : 7. Sa druge strane, za otpremu smeša u rinfuzu potrebna su odgovarajuća vozila, kao i prihvatna skladišta na mestu korišćenja smeša, što na početku zahteva značajne investicije.

## Zaključak

Savremena dostignuća nauke našla su svoju primenu i u oblasti industrijske proizvodnje hrane za životinje. Rezultat je postizanje maksimalnih proizvodnih rezultata u skladu sa savremenim zahtevima potrošača. Savremena dostignuća su mnogobrojna, a najvažnija se odnose na: efikasne metode obrade hraniva u cilju boljeg korišćenja hranljivih materija i inaktivacije antinutritivnih materija, maksimalnu homogenizaciju smeša u fabrikama hrane za životinje, upotrebu normativa i softvera u cilju optimalnog podmirjenja potreba različitih vrsta, rasa i hibrida životinja uz minimalne cene ishrane, kao i korišćenje različitih aditiva hrani za životinje kojima se dodatno popravljaju proizvodni rezultati i kvalitet proizvoda.

## Literatura

1. Adamović, M., Veselinović, V., Tomović, R., Vranješ, B. (2006): Efikasnost korišćenja zamene za riblje btrašno – Ekofish meal u ishrani prasadi po odbijanju. XVII inovacije u stočarstvu, 16-17.11.2006., Poljoprivredni fakultet Zemun. Biotehnologija u stočarstvu, 22 (poseban broj), 669-677.
2. Anon. (1977): Počeci industrije krmnih smješa bili su vezani uz hranidbu konja. Krmiva, 19, 1: 24.
3. Bekrić, V. (1981): Industrija krmnih smeša u prošlosti i sadašnjosti. Krmiva, jubilarni broj: 35 godina industrije stočne hrane u Jugoslaviji (1946-1981). 5-14.
4. Bekrić, V. (1999): Industrijska proizvodnja stočne hrane (Savremena proizvodnja krmnih smeša). Portal-Beograd.
5. Beumer, H. (1981): Stability of some antibiotics, coccidiostats and growing stimulating substances during manufacture and storage of medicated feed pellets. Nutrition. Abstr. Rev., 51, 1: 14.

6. *Binički, M., Svetić, M., Peraić, I., Pavlov, M., Jakir, A. (1973):* Utjecaj »Benala« kao vezača u krmnim smjesama na rezultate tova pilića. *Krmiva*, 15, 7: 145-149.
7. *Đorđević, N., Grubić, G., Stojanović, B. (2005):* Proteini u ishrani riba. II međunarodna konferencija »Ribarstvo«. 10-12.02.2005. Zbornik predavanja, 264-271.
8. *Đorđević, N., Grubić, G., Vitorović, D., Jaksimović-Todorović, M., Jokić, Ž., Stojanović, B., Davidović, V. (2006):* Savremena dostignuća u pripremanju hrane i ishrani domaćih životinja. XVII inovacije u stočarstvu, 16-17.11.2006., Poljoprivredni fakultet Zemun. *Biotehnologija u stočarstvu*, 22 (poseban broj), 85-102.
9. *Đorđević, N., Dinić, B. (2006):* Koncentrati za domaće životinje, divljač i ribe. Nolit – Beograd.
10. *Đorđević, N., Dinić, B. (2007):* Hrana za životinje. Cenzone Tech-Europe, Arandjelovac.
11. *Đorđević, N., Grubić, G., Stojanović, B. (2007-a):* Akvatični organizmi i proizvodi njihove prerade u ishrani životinja. III međunarodna konferencija »Ribarstvo«. 1.-3. 02.2007, Poljoprivredni fakultet Beograd. Zbornik radova, 51-59.
12. *Đorđević, N., Grubić, G., Stojanović, B., Pandurević, T., Knežević Damjanović, M. (2007-b):* Korišćenje hraniva animalnog porekla u svetlu novih propisa i mogućnost njihove supstitucije. XXI savetovanje agronoma, veterinarara i tehnologa, 21.-22.02.2007, Institut PKB Agroekonomik, Beograd. Zbornik radova, 13, 3-4: 55-64.
13. *Đorđević, N., Grubić, G., Dinić, B., Glamočić, D., Stojanović, B. (2007-c):* Kvalitet hrane za životinje u svetlu starih i novih propisa. 1. Međunarodna konferencija o dobrobiti i biosigurnosti na farmama u Srbiji. Poljoprivredni fakultet, Zemun, 14. i 15. novembar 2007. Monografija, str. 321-328.
14. *Grubić, G. (1987):* Uticaj termičke obrade žitarica na efekte iskorišćavanja mladih goveda. *Krmiva*, 29, 9-10: 219-224. Zagreb.
15. *Grubić, G. (1988):* Hranidbena vrednost termički obrađenog zrna kukuruza u ishrani teladi. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 173, 1: 11-39.
16. *Grubić, G., Zeremski, D., Pavličević, A. (1990):* Termički obrađene žitarice u ishrani životinja. *Krmiva*, 32, 7-8: 129-137.
17. *Grubić, G., Adamović, M., Stoićević, Lj. (1993):* Uticaj peletiranja smeše koncentrata na proizvodne rezultate junica u porastu. Simpozijum povodom 90. godina života i rada prof. dr Dragiše Nikolića. Zbornik radova poljoprivrednog fakulteta. Str. 83-91. Beograd.
18. *Grubić, G. (1995):* Neki fiziološki efekti peletiranja smeše koncentrata u ishrani teladi. *Savremna poljoprivreda*, 43, 3: 119-123. Novi Sad.
19. *Grubić, G., Đukić Nada, Latinović, S. Bokić, N. (2000):* Proizvodnja hrane za salmonidne ribe. IV Jugoslovenski simpozijum: Ribarstvo Jugoslavije. 21-22.09.2000. Vršac.
20. *Grubić, G., Đorđević, N. (2005):* Concentrates in dairy cows nutrition. XI International feed technology simposium "Quality Assurance. Vrnjačka Banja, May 30th – June 3rd 2005. 233-241.
21. *Lević, J., Sredanović, S. (1995):* Tehnološki procesi proizvodnje, bitan preduslov kvaliteta stočne hrane. Savetovanje »Novi propisi o kvalitetu stočne hrane-razmatranje i primena«. Vrnjačka banja, 20-22. decembar, 1995. Zbornik radova, 51-57.

22. *Lević, J., Sredanović, S., Lević, S. (1998):* Uticaj termičkih procesa na kvalitet stočne hrane. PTEP, 2:3, 74-78.
23. *Lević, J., Vukić-Vranješ, M., Delić, I., Stojanović, S., Ivić, M., Pece, Z. (1989):* Efekti peletiranja smeše za tovnu junad s povišenim sadržajem mlevene kukuruzovine i pšeničnih mekinja. Krmiva, 31, 9-10: 173-179.
24. *Lević, J., Vukić-Vranješ, M., Stojanović, S., Ivić, M. (1990):* Uticaj procesnih parametara na fizičko-hemijske i nutritivne karakteristike krmne smeše za svinje. III savetovanje iz tehnologije stočne hrane SR Srbije. Divčibare, 15-16. mart 1990. godine. Zbornik radova (bez numeracije).
25. *Marjanović, M. (1972):* Uticaj peletiranja na ugljene hidrate i proteine. Krmiva, 14, 2: 32-35.
26. *Nadaždin, M., Koljajić, V., Rajić, I., Jakobčić, Z., Radovanović, S., Savković, S., Radivojević, R. (1994):* Naučno-tehničke osnove u savremenoj proizvodnji predsmesa (premixa). Savetovanje agronoma, veterinara i tehnologa Jugoslavije: »Kvalitet stočne hrane u svetlu novih propisa«. 7-9. decembar 1994. Zbornik referata, naknadno dodat materijal, bez numeracije.
27. *Negovanović, D., Cmiljanić, R., Grubić, G., Adamović, M. (1992):* Korišćenje informatike u normiranju potreba i utvrđenju optimalnih sastava obroka za krave. Jugoslovensko savetovanje: Unapređenje govedarstva, ovčarstva i kozarstva u cilju veće proizvodnje mleka. 84. Niška Banja.
28. *Pecarski, D., Hadžiabdić, A. (1989):* Efekti tečnih dodataka na smanjenje segregacije i sadržaja prašine u premiksima. Krmiva, 31, 3-4: 47-56.
29. *Pravilnik o maksimalnim količinama štetnih materija i sastojaka u stočnoj hrani (1990). Službeni list SFRJ, Beograd, br. 2*
30. *Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za hranu za životinje (2000):* Službeni list SR Jugoslavije: Br. 20, Beograd.
31. *Sakač, M., Filipović, S., Ristić, M. (2000):* Proizvodnja punomasnog sojinog griza postupkom suve ekstruzije, PTEP. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredni, Novi Sad. 4, 3-4: 64-68.
32. *Sakač, M., Filipović, S., Ristić, M., Kormanjoš, Š. (2001):* Tehnološki proces ekstrudiranja soje na uređaju "Miltenz" tip 501-SP, PTEP. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredni, Novi Sad. 5, 1-2: 30-34.
33. *Sretenović, Lj., Grubić, G., Adamović, M., Jovanović, R., Đukić, N., Savičević, R., Bokić, N. (1995):* Uticaj peletiranja smeša koncentrata na zastupljenost nepoželjnih mikroorganizama. VII Kongres mikrobiologa Jugoslavije. Zbornik rezimea. Str. 183-184. Herceg Novi.
34. *Stojanović, B. (2006):* Termički obrađeno zrno kukuruza i soje u ishrani odlučene teladi. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet-Zemun.
35. *Stojanović, B., Grubić, G., Adamović, O. (2004):* Korišćenje termički obrađenih žitarica i soje u ishrani teladi. Biotehnologija u stočarstvu, 20, 5-6: 211-220.
36. *Stojanović, B., Grubić, G., Đorđević, N., Adamović, M. (2007):* Effects of heat treated corn and soybean grain in concentrates for weaned calves on nutrient digestibility. I international congress: Food, Technology, Quality and Safety. Novi Sad, hotel Park, 13-15.XI. 2007. Proceedings, 270-277.

## THE CONTEMPORARY METHODS IN THE INDUSTRIAL PRODUCTION OF ANIMAL FEEDSTUFFS

*N. Đorđević, G. Grubić, J. Lević, S. Sredanović, B. Stojanović, M. Knežević-Damjanović, T. Pandurević\**

### Summary

In the second half of the 20-th century there was a sudden development of feed milling industry, as a result of the need of general progress and improvement of standard of living. Feed milling industry become one of the most developed areas of industry.

The development of this industry is based on the use of the latest knowledge in the field of animal nutrition science, engineering and information technologies. As a result, the modern models of mixers are used today, which are able to achieve high degree of homogeneousness of concentrate mixtures, feed shaping machines (pellet mills), equipment for hydro thermal processing (extruders and expanders), devices for addition of fat, robots for bagging and many others. The maximal control and synchronization of work of all these machines is achieved with computers, while quality control in raw materials and final products is done with modern analytical devices. In the production of concentrate mixtures also various additives are used, which have nutritive or pronutritive role, or are important in prophylactic protection of animals and also conditioners. There is an increasing demand for quality control of concentrate mixtures, and the HACCP system is used in recent years to maintain the product's quality.

**Key words:** concentrates, industrial production, control, quality.

---

\* Nenad Đorđević, Prof. Ph.D., Goran Grubić, Prof. Ph.D., Bojan Stojanović, M.Sc., Faculty of Agriculture, Belgrade-Zemun; Jovanka Lević, Ph.D., Slavica Sredanović, B.Sc., Institute for Food Technology, Novi Sad; Mirjana Knežević-Damjanović, B.Sc., Biotechnical Institute, Podgorica; Tatjana Pandurević, B.Sc., Faculty of Agriculture, Eastern Sarajevo.