

EFEKTI PELETIRANJA SMEŠE ZA TOVNU JUNAD S POVIŠENIM SADRŽAJEM MLEVENE KUKURUZOVINE I PŠENIČNIH MEKINJA

Jovanka Lević, Marina Vukić-Vranješ, I. Delić, S. Stojanović, Melita Ivić, Z. Pece

Izvorni znanstveni rad
 Primljeno: 30. 3. 1989.

SAŽETAK

Ispitivan je uticaj peletiranja parom na tehnološke efekte peletirke i hranljivu vrednost krmne smeše za tovnju junad s povišenim sadržajem mlevene kukuruzovine i pšeničnih mekinja. Pod uticajem peletiranja želatinizirano je 16% skroba, a nasipna masa smeše povećana za 21,6%. Otiranje peleta je bilo 9,8%. Peletirana smeša, u odnosu na brašnastu, pokazala je znatno bolju hranljivu vrednost: telesni prirast junadi bio je veći za 16,2%, a konverzija hrane efikasnija za 12,2%.

Uvod

Predmet ispitivanja u ovom radu je polukoncentrovana smeša za ishranu tovnje junadi s 45,0% poluvoluminoznih hraniva: 20,0% mlevene kukuruzovine, 20,0% pšeničnih mekinja, 5,0% suncokretove sačme s 37% ljuske (tabela 1). Tretirana brašnasta smeša ima sledeće karakteristike: povišenu količinu sirove celuloze (10,4%), uzak količinski odnos između skroba i celuloze (3 : 1), malu nasipnu masu (440 kg/m³), izuzetno finu granulaciju (82,5% čestica ispod 1,0 mm) – tabela 2. Ova krmna smeša se lako raslojava na osnovu velikih razlika u specifičnoj težini čestica, a pored toga ona iziskuje povećane troškove za ambalažu, skladištenje i transportovanje. Stoga, smeše sličnih karakteristika obavezno treba peletirati. U brojnim eksperimentima je utvrđeno da peletiranje parom značajno poboljšava tehnološke, biohemijske i nutritivne karakteristike smeša s povišenim sadržajem lignoceluloznih materija i malom nasipnom masom. Naime, peletiranje parom ima višestruko pozitivne efekte na ovakve smeše: povećava nasipnu masu smeše i sprečava njeno raslojavanje, vrši delimičnu maceraciju ćelijskog zida, odnosno labavljenje lignoceluloznih veza, delimično razgrađuje hemicelulozu, neutrališe negativno dejstvo finih čestica hrane na respiratorne organe, povećava količinu metaboličke energije u peletama, povećava konzumaciju hrane i telesni prirast životinja, poboljšava konverziju hrane itd. (Fridrich i Aplet, 1987; Faley i Berger, 1988; Pery, 1970; Brazda i Dedek, 1980; Čikov, 1969; Sobota, 1969; Oji i Mowat, 1979; Marjanović, 1972).

Peletiranje parom i drugi hidrotermički postupci s umerenim procesnim režimom (temperatura, para, pritisak) izazivaju dublje biohemijske i nutritivne promene u hranivima s tanjim ligninskim omotačem u ćelijskom zidu. Ima dokaza da takvi režimi tehnološke obrade izazivaju pozitivne biohemijske i nutritivne promene u kukuruzovini, kukuruznoj šapuriki i pšeničnim mekinjama. Tako su Oji i Mowat (1979) ustanovili da je tehnološka obrada mlevene kukuruzovine vodenom parom poboljšala svarljivost njene suve materije za 16,7%, a sirove celuloze za 37,0% u ishrani jagnjadi. Delić i drugi (1970) konstatovali su da je peletiranje parom (smeša s 50% mlevene kukuruzne biljke) rezultiralo većim prirastom junadi za 13,8% i boljom konverzijom hrane za 11,5%. Umunnai i drugi (1986) izneli su da je oštra hidrotermička obrada (T = 250°C, a pritisak = 17,5 kg/cm²) veoma značajno poboljšala hranljivu vrednost obroka za jagnjad sa 60% kukuruzne šapurike: konzumacija hrane povećana je za 89,7% i prirast jagnjadi za 285%, a konverzija hrane poboljšana za 51,9%. Peletiranje parom poboljšava i hranljivu vrednost pšeničnih mekinja. Naime, Čikov (1969) je ustanovio da je peletiranje obroka s 30% pšeničnih mekinja rezultiralo za 16,5% većim prirastom jagnjadi i za 13,0% efikasnijom konverzijom hrane.

Mr. Jovanka Lević, mr. Marina Vukić-Vranješ, dr. Ilija Delić, dr. Srdan Stojanović, dipl. inž. Melita Ivić, Tehnološki fakultet, Novi Sad; mr. Zoltan Pece, PIK »Halas Jožef« Ada.

Metod i tehnika rada

Karakteristike brašnaste smeše

Tretirana brašnasta smeša sadrži 45,0% voluminoznih i poluvoluminoznih hraniva: 20,0% mlevene kukuruzovine, 20,0% pšeničnih mekinja i 5,0% suncokretove sačme s 23,0% sirove celuloze. Stoga ona ima povišen sadržaj celuloze (10,4%), a malu nasipnu masu (439,8 kg/m³) – tabele 1 i 2. Pored povećane voluminoznosti, ova smeša ima izuzetno finu granulaciju: 82,5% čestica ispod 1,0 mm, a 3,8% čestica iznad 2,0 mm, modul finoće čestica 2,36, a modul uniformnosti čestica 0 : 4 : 6 (tabela 2).

Sastav brašnaste smeše Composition of powder mash

Tabela 1 – Table 1

hranivo Component	%
kukuruzna prekrupa / Corn ground	50,2
pšenične mekinje / Wheat bran	20,0
brašno kukuruzovine / Cornstover meal	20,0
suncokretova sačma (33%) / Sunflower meal (33%)	5,0
ureja / Urea	1,2
dikalcijum fosfat / Dicalcium phosphate	1,3
stočna kređa / Limestone	0,7
jodirana so / Iodided salt	0,6
premik / Premix	1,0
ukupno / Total	100,0
sirovi proteini, % / Crude protein, %	13,4
svarljivi sirovi proteini, % / Digestible crude protein, %	9,8
sirova celuloza, % / Crude fibre, %	10,4
NEM, MJ/kg / N-free extract, MJ/kg	6,13
TDN, %	67,0
Ca, %	0,73
P, %	0,69

Fizičke i mikrobiološke karakteristike brašnaste smeše Physical and microbiological characteristics of powder mash

Tabela 2 – Table 2

nasipna masa (g/l) / Bulk density (g/l)	439,8
specifična težina / Specific gravity	1,336
modul finoće čestica / Modul of particle fineness	2,362
modul uniformnosti čestice Modul of particle uniformity	0 : 4 : 6
moć apsorpcije vode (cm ³ /g) Water absorption capacity (cm ³ /g)	2,60
granulacija čestica u % / Particle granulation in %	
iznad 2,0 mm / Over 2.0 mm	3,85
1–2 mm	13,65
0,5–1 mm	35,80
ispod 0,5 mm / Under 0.5 mm	46,70
saprofitne bakterije (g) Saprophyte bacteria (g)	225.000
gljivice (g) / Fungi (g)	16.500

Primenjeni procesni faktori peletiranja

Ekspiriment peletiranja je izveden u Fabrici stočne hrane Veterinarskog zavoda u Subotici, na peletirki MIAG, nominalnog kapaciteta 5 t/h, instalirane snage 95 kW. Utrošak električne energije je praćen preko opterećenja ampermetra, a utrošak pare na osnovu razlike vlažnosti smeše pre i posle kondicioniranja, kao i na osnovu toplotnog sadržaja i stanja pare (entalpija). Hlađenje peleta je vršeno u vertikalnom hladnjaku.

Primenjeni su sledeći procesni parametri peletiranja (tabela 3):

Primenjeni parametri peletiranja Pelleting parameters applied

Tabela 3 – Table 3

procesni parametri / Process parameters

temperatura kondicioniranja (°C) Conditioning temperature (°C)	80
pritisak osnovne pare (Pa) / Steam pressure (Pa)	$4,85 \times 10^5$
pritisak redukovane pare (Pa) Reduced steam pressure (Pa)	$1,23 \times 10^5$
temperatura osnovne pare (°C) Steam temperature (°C)	150
temperatura redukovane pare (°C) Reduced steam temperature (°C)	105
Ø otvora matrice (mm) Die hole Ø (mm)	8
debljina matrice (mm) Die thickness (mm)	60
odnos između debljine i otvora matrice Relation between die thickness and hole opterećenje el. motora (A) Electric motor loadness (A)	7,5 : 1 120
vreme hlađenja peleta (min) Pellet cooling time (min)	8
temperatura vazduha iz hladnjaka (°C) Air temperature from cooler (°C)	50
zazor između valjaka i matrice (mm) Clearance between rolls and die (mm)	0,5

(1) Smeša je kondicionirana na temperaturi 80°C. Stroup (1959) i Bode (1987) su peletirali smeše sa povišenim sadržajem celuloze na temperaturi 71 – 82°C i 80°C;

(2) Pritisak osnovne pare je bio $4,85 \times 10^5$ Pa (T = 150°C), a redukovane $1,23 \times 10^5$ Pa (T = 105°C). Bode (1987), Bain i Frank (1968, 1988) preporučuju niži pritisak osnovne pare (4×10^5 Pa). Isti autori smatraju da pritisak redukovane pare treba održavati na nivou $1,0 - 1,5 \times 10^5$ Pa;

(3) Korišćena je matrica debljine 60 mm s prečnikom otvora 8 mm, dakle numerički odnos između debljine i prečnika otvora matrice je 7,5 : 1,0. Drugi autori smatraju

da ovaj odnos treba da bude znatno širi i veći od 9 – 14 : 1 (Stroup, 1959; Bain, 1966; Martinenko, 1977; Payne, 1978);

(4) Zazor između valjka i matrice je 0,5 mm, što je u granicama preporuka drugih autora: 0,3 – 0,6 mm (Pališčuk, 1986 i 1987; Vinnickaja, 1988; Čabukian, 1988).

Organizacija oglada s tovnom junadi

Uparedno ispitivanje nepeletirane i peletirane kompletne smeše u ishrani toвне junadi izvedeno je u Adi na Upravi »7. juli« (PIK »Halas Jožef«, RO »Poljoprivreda«). Oglad je trajao od 3. 10. do 29. 12. 1988. godine. Formirane su dve grupe junadi domaće šarene pasmine, prosečne početne mase od 310 kg. U svaku grupu je stavljeno po 29 grla. Telesni prirast junadi je praćen pojedinačno, a utrošak hrane grupno. Junad je hranu dobijala po volji, a telesna masa životinja je merena samo na početku i na kraju oglada. Sastav korišćene smeše prikazan je u tabeli 1. Junad I grupe hranjena je nepeletiranom, a junad II grupe peletiranom smešom.

Primenjene laboratorijske metode

Osnovni hemijski sastav smeše određen je po metodi AOAC (1980). Ukupan broj bakterija određen je na agaru »Standard« uz inkubaciju od 37°C, a plesni na kiseloslanom agaru u inkubatoru na 25°C. Modul finoće i uniformnosti čestica određeni su po metodama AFMA (1970), tvrdoća peleta po Friedrichu (1972), a nasipna masa i moć upijanja vode po normama DIN-1060. Želatinizacija skroba je određena na amilografu po Ferrelu i Penceu (1964).

Ogledni rezultati i diskusija

Tehnološki efekti peletiranja

U ogledu je praćeno nekoliko pokazatelja (tabela 4) koji omogućavaju da se sagledaju bitni tehnološki efekti peletiranja: količina apsorbovane pare u smešu, utrošak električne energije, promene nastale mase i moći upijanja vode, želatinizacija skroba, tvrdoća odnosno % otiranja peleta.

Tretirana smeša je apsorbovala 42,4% kg/t pare. Registrovan je gubitak od 7% pare. U smeši je povećan sadržaj vlage od 9,73 na 13,97%. Može se konstatovati da je tretirana smeša apsorbovala dovoljnu količinu pare, mada Bain (1966) smatra da smeše s povećanim sadržajem celuloze imaju smanjenu sposobnost apsorbovanja vlage iz pare. U dostupnoj literaturi nismo našli definisane preporuke o optimalnom utrošku pare za 1 kg smeše s povišenim sadržajem celuloze. Mišljenja istraživača o utrošku pare po

Tehnološki i biohemijski efekti peletiranja Technological and biochemical effects of pelleting

Tabela 4 – Table 4

parametri / Parameters	
vlaga smeše pre kondicioniranja (%) Mash moisture before conditioning (%)	9,73
vlaga kondicionirane smeše (%) Moisture in conditioned mash (%)	13,97
vlaga toplih peleta (%) Hot pellet moisture (%)	11,80
vlaga ohlađenih peleta (%) Cooled pellet moisture (%)	9,38
temperatura vrućih peleta (°C) Hot pellet temperature (°C)	85
temperatura ohlađenih peleta (°C) Cooled pellet temperature (°C)	25
utrošak pare (kg/t peleta) Steam consumption (kg/t pellet)	45,50
utrošak električne energije (kWh/g) Power consumption (kWh/g)	11,4
kapacitet peletirke (t/h) Pellet-mill capacity (t/h)	4,55
nasipna masa peleta (kg/m ³) Pellet bulk density (kg/m ³)	534,0
otiranje peleta (%) Pellet rubbing (%)	9,7
moć upijanja vode peleta (cm ³ /g) Water absorption capacity (cm ³ /g)	2,98
saprofitne bakterije / g Saprophyte bacteria / g	15.000
gljivice / g Fungi / g	2.000
želatinizacija skroba (%) Starch gelatinization (%)	16,0

toni smeše su različita: po Soboti (1969) 35 kg; po Franku (1972) 37 kg, po Šafermanu (1980) 50 kg, po Čabukianu (1988) 70 kg. Utrošak električne energije je relativno nizak: 11,4 kWh/t peleta. To je razumljivo kada se zna da dodata para povećava Vander Walsove sile između čestica smeše, a smanjuje koeficijent trenja pri prolasku materijala kroz otvor matrice (Friedrich, 1966; Parfenopulo, 1971; Lazor, 1979; Schaffner, 1980; Pališčuk, 1982).

Pod uticajem peletiranja povećala se nasipna masa tretirane smeše od 439,8 na 534,0 kg/m³ ili za 21,6%, a moć apsorpcije vode od 2,6 na 2,98 m³/g ili za 15,4%. Konstatovan je visok stepen želatinizacije skroba (16%). Takav efekat se mogao i očekivati s obzirom da krupne granule skroba želatiniziraju na temperaturi 58 – 60°C, a sitne granule na temperaturi 72 – 78°C (Aostaedt i drugi, 1969; Neber i Touchburn, 1969). U zavisnosti od kvaliteta pare, jačine pritiska i sastava smeše, istraživači

su konstatovali različit procenat želatiniziranog skroba u smeši: Friedrich i Aplet (1987) 10,0%; Delić i drugi (1970) 14,8%; Sobota (1969) do 20%, Grubić (1988) 386 mg glukoze/g suve materije peleta. Peletiranje je redukovalo bakterije u tretiranoj smeši od 225.000 na 15.000/g i gljivice od 16.500 na 2.000/g. Friedrich i Aplet (1987) su konstatovali da oštar režim peletiranja parom reducira bakterije za 86 – 94% i plesni za 97 – 99%.

Iako peletirana smeša sadrži 16,0% želatiniziranog skroba (tabela 4), tvrdoća peleta nije vrlo dobra. Naime, povišeno je otiranje peleta (9,8%). Stroup (1959) smatra da je količina od 10 – 15% želatiniziranog skroba dovoljna za proizvodnju adhezivnih peleta. Treba ipak primetiti da je nekoliko faktora moglo nepovoljno uticati na tvrdoću tretiranih peleta:

(1) Numerički odnos između debljine i prečnika otvora matrice je izuzetno uzak (7,5 : 1,0). Neki istraživači navode da se čvrste pelete mogu proizvesti ako je taj numerički odnos u rasponu 9 : 1 do 14 : 1 (Stroup, 1959; Bain, 1966; Lazor, 1979; Friedrich, 1983);

(2) Tretirana smeša ima izuzetno finu granulaciju: 82,5% čestica ispod 1,0 mm, a samo 3,8% čestica iznad 2,0 mm. Uticaj finoće meljave na tvrdoću peleta nije definisan. Ipak, neki istraživači smatraju da se tvrde pelete mogu proizvesti s krupnijom granulacijom: po Pfoštu (1973) s česticama od 3 do 5 mm; po Stroup (1959) s česticama od 6 mm; po Šafermanu (1980) da smeša sadrži bar 5 – 10% čestica krupnijih od 3 mm;

(3) Tretirana smeša sadrži povišenu količinu sirove celuloze (10,4%) – bez ikakvog vezivnog sredstva – što je malo nepovoljan efekat na tvrdoću peleta (Bain, 1966; Šaferman, 1980; Čabukiani, 1988).

Nutritivni efekti peletiranja

Iako je peletirana smeša imala za 21,6% veću koncentraciju hranljivih materija u jedinici zapremine (tabele 2 i 3), zabeleženo je povećanje za samo 2,1% u dnevnoj konzumaciji peletiranog u odnosu na nepeletirani koncentrat (tabela 5). S obzirom da je jedna od značajnih prednosti peletiranja u smanjenju rastura hrane, koji nije registrovan u ovom ogledu, može se osnovano pretpostaviti da je razlika u stvarnoj konzumaciji hrane bila veća između grupa, odnosno da je junad na brašnastoj smeši konzumirala manje koncentrata od zabeleženog. Pouzdano je utvrđeno da peletiranje povećava konzumaciju poluvoluminoznih i voluminoznih hraniva i smeša s manjom ili većom količinom voluminoznih hraniva (Brazda i Dedek, 1980; Fahey i Berger, 1988; Greenhalgh i Reid, 1973; Nicholson, 1981; Umunna i drugi, 1986). Privlače pažnju podaci Brazde i Dedeka (1980), koji su utvrdili povećanje konzumacije peletiranih smeša s 20, 30, 40 i 50% kabastih hraniva za 13,6, 34,8, 43,8 i 38,5% u odnosu na iste smeše u brašnastom obliku. Umunna i drugi

(1986) ustanovili su da je peletiranje smeše s 50% kukuruzne šapurike rezultiralo u povećanju konzumacije hrane u ishrani jagnjadi za 30,5%, a Greenhalgh i Reid (1973) da je peletiranje kabastog obroka rezultiralo u značajnom povećanju konzumacije hrane u ishrani junadi i jagnjadi: za 45% u ishrani jagnjadi, za 30% u ishrani teladi, a za 20% u ishrani junadi u dobi 18 meseci.

Rezultati u tovu junadi Young cattle fattening results

Tabela 5 – Table 5

grupa / Group	I brašnasta smeša Powder mash	II peletirana smeša Pelleted mash
prosečan dnevni prirast, g Average daily weight gain, g	1.310 ^a	1.522 ^b
index	100	116,2
dnevna konzumacija hrane po grlu, kg Daily feed consumption, kg	9,67	9,87
index	100	102,1
utrošak hrane za kg prirasta, kg Feed conversion per 1 kg of weight gain, kg	7,38	6,48
index	100	87,8
utrošak svarljivih sirovih proteina za kg prirasta, g Digestible crude protein conversion per 1 kg of weight gain, g	724	636
index	100	87,8
utrošak NEM za kg prirasta, MJ N-free extract conversion per 1 kg of weight gain, MJ	45,3	39,7
index	100	87,6

^{a, b} Između vrednosti koje su označene različitim indeksnim slovima postoje statistički značajne razlike na nivou $P < 0,05$.

The difference between values with different letters is statistically significant ($P < 0.05$).

Telesni prirast junadi je praćen pojedinačno i utvrđena je statistički značajna razlika između grupa (16,2%) u ostvarenom dnevnom prirastu. Povećanje brzine telesnog prirasta je rezultat efikasnijeg iskorišćenja, a delom i povećanog unošenja hrane. Naime, junad hranjena peletama trošila je za 12,2% manje hrane po kilogramu prirasta. Ukoliko pretpostavimo da je zbog rastura hrane konzumacija brašnaste smeše bila manja, ipak je evidentno znatno efikasnije iskorišćavanje peletirane smeše, a sledstveno tome i efikasnije iskorišćavanje svarljivog proteina i neto energije hrane (tabela 5). I drugi autori su izneli rezultate koji su u saglasnosti s rezultatima u ovom ogledu. Delić i drugi (1970) ispitivali su smeše s 50% brašna ili peleta od kukuruzne biljke u ishrani junadi i utvrdili povećanje dnevnog prirasta za 13,8% i poboljšanje konverzije hrane za 11,5% kod ishrane peletama kukuruzne biljke. Vpa-

kin i drugi (1978) su pri zameni kukuruzne silaže peletama od kukuruzne biljke konstatovali povećanje prirasta od 21%, a Chernodedov i Sidunova (1979) utvrdili su poboljšanje u prirastu i konverziji hranljivih jedinica za 13,2 i 12,1% primenom koncentratnog dela obroka u peletiranom obliku. Strzetelski i drugi (1983) peletirali su kompletnu smešu s 50% kabastog hraniva i konstatovali povećanje prirasta za 15,2 i poboljšanje konverzije neto energije za 15,3%. Junad hranjena peletiranom smešom mnogo je efikasnije iskorišćavala svarljivi protein, koristeći 12,2% manje svarljivog proteina po kilogramu prirasta nego junad hranjena brašnastom smešom.

Efikasnije iskorišćavanje hrane kod ishrane peletama je verovatno uzrokovano promenom oblika u kome se hranljivi sastojci resorbuju i iskorišćavaju. Poznato je da povećanje koncentracije obroka, a posebno usitnjavanje kabaste hrane menja odnose isparljivih masnih kiselina u buragu. Sužavanje odnosa sirćetne i propionske kiseline dovodi do efikasnije konverzije energije iz hrane u telesne sastojke. Da peletiranje izaziva povećanje ukupnih isparljivih masnih kiselina i da podstiče stvaranje propionske, a smanjuje stvaranje sirćetne kiseline konstatovali su Kaval (1975), Putnam i drugi (1966), Strzetelski i drugi (1987), Piatkowski i drugi (1974) i Khodyev (1977). Ove promene su uočene bilo da je obrok u potpunosti ili delimično peletiran. Putnam i drugi (1966) utvrdili su porast ukupnih isparljivih masnih kiselina u buragu i promene u njihovim međusobnim odnosima samo kod ishrane peletama ad libitum, dok su ove promene kod ograničene ishrane bile zanemarljive.

Vpakin i Pavlova (1981) su utvrdili da su papile rumena kod junadi hranjene peletiranom smešom bile duže i deblje, njihova površina po cm² buražnog zida povećana, a sam epitel deblji. To ukazuje na intenzivnije procese kod junadi hranjene peletama.

Drugi faktor koji doprinosi objašnjenju boljeg iskorišćenja hrane je želatinizacija skroba, koja je iznosila čak 16% u peletiranoj smeši. Grubić (1987) iznosi da usled termičke obrade zrna žitarica, odnosno želatinizacije, dolazi do povećane svarljivosti i promene u mestu varenja skroba. Skrob postaje pristupačniji amilolitičkim enzimima i zato većim delom fermentira u buragu, a manjim delom u tankom crevu, nego kod sirovog zrna. Ispitivanjem efekta termičke obrade žitarica u ishrani preživara utvrđen je porast ukupnih masnih kiselina u buragu i promene u njihovim odnosima (Hinman i Johnson, 1974; Waldern i Cedeno, 1970; Grubić, 1987). Grubić (1988) iznosi da povećanje udela želatiniziranog skroba dovodi do smanjenja koncentracije sirćetne, a povećanja koncentracije propionske, buterne i valerijanske kiseline. S obzirom na visok procenat želatiniziranog skroba u peletiranoj smeši u našem ogledu, bolje iskorišćavanje hrane, a sledstveno tome i bolji prirast nalaze svoje verovatno objašnjenje u promeni koncentracija i međusobnog odnosa isparljivih

masnih kiselina u buražnom soku junadi hranjene peletiranom hranom.

Treći faktor koji je mogao doprineti boljem iskorišćavanju peletirane smeše jesu promene u lignoceluloznom kompleksu ćelijskih zidova. Naime, peletiranje parom vrši maceraciju ćelijskih zidova, što se manifestuje u smanjenju NDF-a i hemiceluloze, a povećanju metaboličke energije peleta (Oji i Mowat, 1979; Perry, 1970). Nažalost, u ovom ogledu nisu praćeni pokazatelji ovih pozitivnih promena.

Zaključci

U ogledu je praćen uticaj peletiranja parom na tehnološke efekte peletirke i kvalitet peletirane smeše u ishrani tovne junadi. Tretirana je polukoncentrovana smeša s povišenim sadržajem mlevene kukuruzovine (20,0%) i pšeničnih mekinja (20,0%). Brašnasta smeša ima sledeće karakteristike: povišenu količinu sirove celuloze (10,4%), uzak količinski odnos između skroba i celuloze (3 : 1), malu nasipnu masu (440 kg/m³), izuzetno veliku zastupljenost finih čestica ispod 1,0 mm (82,5%), izraženu sklonost raslojavanju i prašenju. Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja izvode se sledeći zaključci:

1. Za 1 t peleta utrošeno je 45,5 kg pare i 11,4 kWh električne energije. Pod uticajem peletiranja povećana je nasipna masa smeše za 21,6%, a moć upijanja vode za 15,4%. Iako je u peletama konstatovano 16% želatiniziranog skroba, njihovo otiranje je bilo prilično visoko (9,7%). Peletiranje parom je značajno reduciralo bakterije i plesni u peletiranoj smeši.

2. Peletirana smeša, u odnosu na brašnastu, imala je znatno bolju hranljivu vrednost: dnevni prirast junadi viši za 16,2%, a utrošak hrane po 1 kg telesnog prirasta manji za 12,2%.

Literatura

1. A. F. M. A. (Am. Feed Manufact., Ass.) Feed manufacturing technology, Feed Prod. Council, 1970.
2. AOAC: Official Methods of Analysis, 1980.
3. **Aostaedt, F. R., Sung, Clein, Pfost, H. B., Deyoe, C. W.** (1969): Evaluating hydro-thermal processed grains. Feed-stuffs 41, 19.
4. **Bain, M. R.:** Pelleting: Formulation, conditioning, operating techniques, Seventh A. F. M. A. Reg. Feed Prool. School, Chicago, 1966.
5. **Bode, W.** (1987): Possibilities to ensure economic mixed feed production saving energy on pelleting and cooling. Feed Magazine 13.
6. **Brazda, M., Dedek, I.** (1980): Effect of pelleting on digestibility and productive effect of complete feeds for cattle with different proportions of starch equivalent, fiber and ballast feeds (abstract). Nutr. Abstr. and Rev. 50, 2119.
7. **Cabukian, C. V., Martinenko, L. F.** (1988): Režim granuliranja kormovih mučak. Pišcevaja tehnologija 2.
8. **Chernodedov, M., Sidunova, Z.** (1978): Granulirovanije korma pri otkorme skota na zhome. Molochnoje i Mjasnoje Skotvodstvo 25–26.
9. **Čikov, A.** (1969): Pelleted concentrates for fattening. Nutr. Abst. and Rev. 39, 1, 1533.
10. **Delić, I., Ševković, N., Vlahović, M., Puača, V. i Zdravković, R.** (1970): Uticaj peletiranja i vodene pare na fizičko-hemijske karakteristike i hranjivu vrednost dehidriranog brašna od kukuruzne biljke. Stočarstvo, 24, 263–271.
11. DIN–1060 (1973).
12. **Faley, G. C., Berger, L. L.:** Processing high fiber feedstuffs to improve their nutritive value. The 48th Minnesota Nutrition Conference (1988).
13. **Ferrel, E. R., Pence, I. W.** (1964): Use of amylograph to determine extent of cooking in steamed rice. Cer. Chem. 41, 1.
14. **Frank, G.** (1972): Uпотреba pare u tvornicama stočne hrane. Krmiva, vanredni broj.
15. **Frank, G.** (1988): How to improve the quality of full-fat soya beans and other legumes by hydrothermal treatment. Feed Magazine, nov.-dec. 1988.
16. **Friedrich, W.** (1966): Tehnološke faze u granulisanju mešavine hrane presovanjem, osnovi, uticajne veličine i ogledi. Die Mühle und Mischfuttertechnik 103, 4.
17. **Friedrich, W.** (1972): Bestimmung der Abriebfestigkeit von Pellets, ein Vorschlag zur Standardisierung, I. F. F. Informationsdienst. Sonder-number 6, Braunschweig.
18. **Friedrich, W.** (1983): Varum ist Dampfzugare beim pelletiesen wirtschaftlicher als wasser. Die Mühle + Mischfuttertechnik 14, 173–178.
19. **Friedrich, W.** (1987): The effects of direct heat exchange between pellets and mask on the behaviour of compound feeds during pelleting. Feed Magazine, published by Kraftfutter 13.
20. **Greenhalgh, J. F. D., Reid, G. W.** (1973): The effects of pelleting various diets on intake and digestibility in sheep and cattle. Anim. Prod. 16, 223–233.
21. **Grubić, G.** (1987): Uticaj termičke obrade žitarica na efekte iskorišćavanja u mladim goveda. Krmiva 29, 9–10, 219–224.
22. **Grubić, G.** (1988): Hranidbena vrednost termički obrađenog zrna kukuruza u ishrani teladi. Arhiv poljoprivrednih nauka 49, 173, 11–37.
23. **Hinnan, D. D., Johnson, R. R.** (1974): Influence of degree of micronization of the site and extent of sorghum starch digestion in beef cattle feed high concentrate rations. Jour. of Anim. Sci. 39, 958–963.
24. **Kaval, M. P.** (1975): Effect of pelleting concentrates on the metabolism of carbohydrate and fat in fattening cattle. Vestsi Akademii Nauk BSSR, Selskagaspadarchykh Nauk 1, 79–83, 141.
25. **Khodyren, A. A., Pipo, N. D., Telbes, V. V.** (1977): Effect of pelleted diet on digestion in the rumen of young bulls. Doklady Moskovskoj Selsnohhozajstvenoj Akademii im K. A. Timirjačeva 230, 100–102.
26. **Lazor, M., Filipović, S., Ivić, Melita, Ralević, V., Matić, Đ.** (1979): Uticaj nekih tehnoloških faktora na peletiranje krmnih smeša I. Stočarstvo 33, 323–330.
27. **Lazor, M., Filipović, S., Ivić, Melita, Kovačević, R., Krstić, Julijana** (1979): Uticaj nekih tehnoloških faktora na peletiranje krmnih smeša II. Stočarstvo 33, 399–406.
28. **Marjanović, M.** (1972): Uticaj peletiranja na krmne smeše. Krmiva, vanredni broj.
29. **Martinenko, L. F.** (1977): Pročnostnaja karakteristika granul kombikormov v zavisimosti ot prodolžitel'nosti ih hranenija. Pišcevaja tehnologija 3.
30. **Neber, E. C., Touchburn, S. P.** (1969): Effect of hydration, gelatinization and ball milling of starch on growth and energy utilization by the chick. Poul. Sci. 48, 5.
31. **Nicholson, J. W. G.** (1981): Nutrition and feeding aspects of the utilization of processed lignocellulosis waste materials by animals. Agric. Environ. 6, 205.
32. **Oji, U. I., Mowat, D. N.** (1979): Nutritive value of thermoammoniated and steam-treated maize stover. I Intake digestibility and nitrogen retention. Anim. Feed Sci. and Tech. 4, 177–189.
33. **Parfenopulo, M. G., Karaulov, N. E.** (1971): Zavisimosti bokovogo zavlenija ot plotnosti pri briketirovanii sušenogo sveklovičnogo žoma. Saharnaja promišlenosti 2.
34. **Payne, J. D.** (1978): Improving quality of pellet feeds. Milling Feed and Fertiliser, maj.
35. **Perry, T. W.** (1970): The value of cooked feed for Livestock. Feedstuffs 42, 15.
36. **Pfost, H. B., Young, L. R.** (1973): Effect of colloidal binders and other factors on pelleting. Feedstuffs 45, 49.
37. **Piatkowski, B., Voigt, J., Boldnan, G., Nagel, S.** (1974): Die Production flüchtiger Fettsäuren und die Verweildauer des Futters im Pansen bei Verabreichung von gehäckselten und pelletiertem Grabfutter im Versuchen an Milchkühen. Archiv für Tierernährung 25 (5), 375–383.
38. **Poliščuk, T. V., Sokolov, A. L.** (1982): Opređenje soprotivlenija vhodnoi koničeskoj polosti finjeri pressovaneno kombikorma. Pišcevaja tehnologija 2.
39. **Poliščuk, V. N.** (1986): Pressunacii mehanizm granulatora s konjevoi matricep. Pišcevaja tehnologija 5.
40. **Poliščuk, V. N.** (1987): Vjbor dlina kanalov finjer konjevih matric pressov-granulatorov. Pišcevaja tehnologija 5.
41. **Putnam, P. A., Yarus, D. A., Davis, R. E.** (1966): Effect of pelleting rations and hay: grain ratio on salivary secretion and ruminal characteristics of steers. Jour. of Anim. Sci. 25, 1176–1180.
42. **Saferman, M. I.:** Tranulatoricik. Kolos, Moskva, 1980.
43. **Schaffner, H. P.** (1980): Neue Möglichkeiten zur Energieeinsparung beim Pelletieren. Die Mühle + Mischfuttertechnik 117, 47.
44. **Sobota, S.** (1969): Uticaj peletiranja na promjene stočne hrane. Krmiva 3.
45. **Sobota, S.** (1969): Tehnologija peletiranja. Krmiva 2.
46. **Stroup, L. D.:** Pelleting dairy feeds. Sprout Waldron Company, 1959.
47. **Strzetelski, J., Lipiarska, E., Gawlik, Z., Czechura, A.** (1983): Effect of pelleting feed mixtures on fattening performance and on some biochemical indices of rumen contents of cattle. Roczniki Nauk Rolniczych, B, 101 (4) 17–36.
48. **Strzetelski, J., Rys, R., Lipiarska, E., Gawlik, Z.** (1987): Effect of pelleting maize meal from whole plants on fattening results of cattle, depending on the protein souce. Roczniki Nauk Rolniczych, B (Zootechniczna), 103 (11) 7–27.

49. **Umunna, N. N., Bartling, R. R., Klopfeenstein, T. J.** (1986): High temperature and pressure processing of maize cobs. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 14, 161–169.
50. **Vinnickaja, T. V.** (1988): Granulirovanie kormov na valkovih pressah. *Piščevaja tehnologija* 2.
51. **Vpakin, N. F., Pavlova, L. P.** (1981): Morphological and physiological changes in salivary glands and rumen of young cattle during feeding on pelleted diets. *Izvestia Timirjarevsnoj Seljskohozjajstvenoj Akademii* 1, 142–149.
52. **Vpakin, V., Mel'nik, I., Morozova, N.** (1978): Otkorm bychkov s ispolzovanijem granulirovannih kormov. *Molochnoje i Mjasnoe Skotovodstvo* 12, 18–19.
53. **Waldern, D. E., Cedeno, G.** (1970): Comparative acceptability and nutritive value of barley, wheat mixed feed and mixed concentrate ration in meal and pelleted forms for lactating cows. *Jour. of Dairy Sci.* 53, 317–324.

EFFECTS OF PELLETING FEED WITH INCREASED LEVEL OF GROUND CORNSTOVER AND WHEAT BRAN IN YOUNG BEEF CATTLE

SUMMARY

The influence of steam pelleting on technological effects of pellet-mill and nutritive value of mash fed to young beef cattle containing increased level of ground corn-stover and wheat bran was investigated. Under the influence of pelleting, 16% of starch gelatinized and mash bulk density increased by 21.6%. Rubbing of pellets was 9.8%. Pelleted mash was of significantly better nutritive value: live weight gain of young beef cattle was higher by 16.2% and feed conversion was more efficient by 12.2%.