

Mr Stojan Vajagić,
»Konzorcijum« DTD, Novi Sad

NOVIJA TEHNOLOGIJA U PRERADI KUKURUZOVINE NA INDUSTRIJSKI NAČIN KORIŠĆENJEM MEHANIZACIJE I SAVREMENIH DOSTIGNUĆA

Naša zemlja po proizvodnji kukuruza spada među najpoznatije proizvođače ovog žita u svetu. Samo u SP Vojvodini kukuruz zauzima prvo mesto u strukturi setve i seje se na preko 40% oraničnih površina (Lazin, 1968). Od kukuruza se u nas dobivaju ogromne količine kukuruzovine, koja predstavlja pravi problem na našim kombinatima, gde je berba kukuruza mehanizirana. Poljoprivredna gazdinstva ne iskorišćavaju kukuruzovinu u ishrani iz poznatih razloga i nedostatka tehničko-tehnoloških rešenja prerade. Klasičan način korišćenja kukuruzovine ne dolazi u obzir, a uvođenjem mehanizacije u berbi kukuruza, kukuruzovina ostaje na polju povaljana i pokidana.

Druga važna komponenta hraniva je melasa, koja nalazi sve širu primenu u ishrani životinja. Prema Ginneken-u (1964), pored hranjive vrednosti melasa popravlja ukusnost hranivu. Melasirana hrana uzimana je od svake životinje s većim apetitom, a prijatan ukus melase omogućava uzimanje za hranu i drugih hraniva manje vrednosti (Ginneken, 1964). Prema istom autoru melasa u buragu stvara idealne uslove za razvoj mikroflora, što ostvaruje bolju probavu vlaknastih materija. Otuda i jeste velika vrednost melase kao dodatka hrani s visokim sadržajem celuloze, kakvo je brašno od dehidrirane kukuruzovine.

Bilo je i ranije više pokušaja da se kukuruzovina šire primeni u ishrani siliranjem, mlevenjem sa deceluloziranjem, dehidracijom (Vajagić, 1966 i 1967 i dr.), ali ovi pokušaji dali su delom samo početno zadovoljavajuća i ekonomski opravdana rešenja.

Ovaj rad je u stvari dalje istraživanje tehničko-tehnoloških rešenja za kukuruzovinu ekonomski opravdanih, a bazira na dosadašnjim rezultatima i iskustvu.

METOD I TEHNIKA RADA

U programu prerada sirovina iz poljoprivrede na savremen industrijski način i obezbeđenje dobrog hraniva za goveda iz domaćih izvora, izučavan je:

— mehanizirani način skupljanja i sečkanje kukuruzovine u polju posle berbe kukuruza kombajnima i priprema mase za dehidraciju.

* Autor je savetnik za investicije i proizvod. orijentaciju u »Konzorcijumu« DTD., Novi Sad.

— tehnološki postupak dehidracija sečkane kukuruzovine na roto-pneumatskom dehidratu. Proučavane su visine temperatura i roto-pneumatski princip dehidracije. Sniman je proizvodni učinak dehidrata, utrošak polazne sirovine, električne energije i pogonskog goriva za kg dehidriranog brašna.

— metod mešanja melase i uree s dehidriranim brašnom kukuruzovine u kontinuelnom proizvodnom procesu.

— tehnološki postupak peletiranja dehidriranog i oplemenjenog brašna s melasom i ureom. Proučavan je proizvodni učinak peletirke i odnos melase i uree u brašnu, te uslovi rada peletirke sa hadnom melasom.

makrokemijski sastav dehidriranog čistog, oplemenjenog i peletiranog brašna hemijskim analizama, poznatim u svetu metodama.

Sva ispitivanja i organizacija rada izvedena su pod normalnim proizvodnim uslovima na PK »Banat« Kikinda na dehidratoru WANDEN BROEK i peletirki SIMON typ Century — 125 sa matricom 1/2 inča (12,5 mm).

Hemijske analize i obrada podataka izvršena je u Institutu za prehrambenu industriju Novi Sad.

REZULTATI ISPITIVANJA

Posle mehanizirane berbe kukuruza, kukuruzovina ostaje u polju povoljana, polomljena i izmešana. Ovako izmešanu i polomljenu kukuruzovinu skuljali smo dvorednim beračem »Zmaj« bez uređenja za berbu u agregatu sa traktorom UTM—535.

Prinos kukuruzovine po ha kretao se između 4500—6500 kg, naime, toliko smo mehanizacijom skupili mase s površine hektara, da bi površina ostala potpuno čista i slobodna za daljnju obradu. Punjenje jedne prikolice trajalo je u proseku 30 minuta, a težina mase u prikolici iznosila je 3450 kg. Dnevni učinak agregata kretao se 5—6 ha, što iznosi 225—325 mtc skupljene i usitnjene kukuruzovine. Za transport kukuruzovine koristili smo 5 tonske prikolice s povišenim stranicama s hidrauličnim kipovanjem.

Transport jedne prikolice — jedna tura trajala je 23,4 minuta u proseku. Proces dehidracije zahteva obligatno fino usitnjenu masu. Naša kukuruzovina nije uvek bila ujednačeno i kvalitetno usitnjena, što je stvaralo izvesne poteškoće pri optimiranju procesa dehidracije. Budući da je mašina za sečkanje bila namenjena za druge svrhe, to ova adaptacija nije u potpunosti zadovoljila našim zahtevima.

Tehnološki režim dehidracije prethodno je podešen za ovu ishranu i optimira sa sledećim parametrima kao: najpovoljnijim:

- temperature sušenja na ulazu mase u dehidrator bile su 750—800°C, a na izlazu 125—130°C.
- broj obrtaja bubnja u odnosu na režim rada i kvalitet finalnog proizvoda bio je 3 ok/min., a optimalno opterećenje naponske mreže 85% od maksimalno dozvoljenog opterećenja.

Pri ovim uslovima postignut je proizvodni učinak dehidriranog brašna 1250—1400 kg/h ha sitom \varnothing 4,0 mm na čekićaru. Sadržaj vlage u sečkanoj kukuruzovini kretao se od 26—40%, a vlaga brašna kretala se od 9—13%.

Za proizvodnju jednog kg brašna od dehidrirane kukuruzovine u proseku je utrošeno:

- 3,10 kg sečkane kukuruzovine
- 0,19 KWh električne energije
- 0,16 m³ zemnog gasa

Za mešanje melase vodom i ureom korišćene su poznate metode melasiranja u tvornicama stočne hrane (Kukić, 1966), s tom razlikom što smo radili hladnom melasom.

— 17. oktobra u rezervoar za melasu stavljeno je 160 kg melase i 45 kg vode, kako bi se omogućilo uniformno mešanje i optimalna penetracija, prodiranje melase u brašno. Dovoljna penetracija za dobro peletiranje je limitirajući faktor (Stroup, 1967). Zahtev ovome je bio relativno visok viskozitet melase u radu s hladnom melasom pri operativnim temperaturama. U ovom rastvoru melasa je učestvovala sa 78,05% i voda (dodata) sa 21,95%. Utrošak ovako razređene melase bio je 86,4 kg/h kod kapaciteta peletirke 1624 kg/h peleta. Na ovaj način u peletama melasa učestvuje sa 4,15% i voda sa 1,17%.

— 25. oktobra ogled je ponovljen, pripremljen je rastvor melase u sledećim odnosima: na 221 kg melase dodato je 67 kg vode i 12 kg uree sa 46% (INA), gde je odnos komponent.

- 73,67% melase
- 22,33% vode
- 4,00% uree (karbamida)

Utrošak ovako razređene melase u peletirki iznosio je 100,48 kg/h, kod kapaciteta peletirke 1400 kg/h oplemenjenih peleta.

Na ovaj način tehnološki u peletama učestvuju:

- melesa sa 5,29%
- voda sa 1,60%
- urea sa 0,29%

Ovako proizvedene pelete sadržale su 7,18% dodatnih aditiva.

6. novembra izveden je ogled povećanom dozom melase u brašnu i postignut je sa 7,34% melase. Naime, ova doza melase pokazala se kao ograničavajući % dodavanja melase brašnu u hladnom stanju. Viskozitet i penetracija melase toliko su se izmenili, da je bilo u pitanju uniformno dodavanje melase brašnu i normalan rad peletirke. Prema Stroup-u (1967), jedan test je pokazao, gde je uniformno dodato 40% tople melase smesi, ali smesa se nije mogla peletirati. Prema nekim autorima razlika za 1°C u temperaturi je dovoljna, da gustina melase toliko utiče na kapacitet pumpe, gde je potrebno podešavati protok melase kroz pumpu. Ovo su potvrdila i naša ispitivanja pri radu hladnom melasom u hladno vreme. Osim uslova pod kojima smo radili melasom, naše brašno od kukuruzovine mnogo se razlikuje po sposobnosti apsorpcije aditiva od smesa koje se uobičajeno peleti-

raju u industriji stočne hrane. U toku rada imali smo povišeno trenje u delovima pumpe, što je uticalo i na kapacitet pumpe, povećanu gustinu i lep-
ljivost.

Ako se ima u vidu tvrđenje nekih stručnjaka, da melasa u ograničenim količinama može uspešno zameniti žitarice u obroku, a da se pri tome ne menja hranjiva vrednost obroka, poteškoće koje su istaknute ne bi trebalo da predstavljaju problem u razvoju ove tehnologije.

Rezultati hemiskih analiza pokazuju da se kvalitet brašna poboljšava do-
davanjem melase. Prema tabeli 1. sadržaj celuloze se manjio u brašnu od

*Tabela 1 — Makrohemijski sastav brašna od dehidrirane kukuruzovine
brašna s melasom i peleta od brašna s melasom*

*Table 1 — Macrochemical Composition of Meal of Dehydrated Cornstalks
meal with Molasses and Pellets of Meal with Molasses*

Hemijski sastav brašna Chemical Composition Meal		Brašno od dehidrirane kukuruzovine Meal of Dehydrated Cornstalks		
		Brašno Meal	Brašno oplemenjeno melasom Meal enriched with Molasses	
			Brašno Meal	Pelete Pellets
Sirovih proteina Crude protein	%	6,92	7,69	7,47
Sirove celuloze Cellulose	%	27,48	25,58	23,86
Sirovih masti Crude fat	%	3,55	3,02	4,67
Miner. materija Min. matter	%	10,26	9,68	7,48
Bez. ext. materija N-free matter	%	51,79	54,03	56,52

Hemijski sastav brašna obračunat je na suhu materiju
Chemical Composition of Meal of Dehydrated Cornstalks
Calculated on dry matter basis.

Sadržaj: organske mat. The Content of Organic Matter	80,82%	82,84%	87,23%
Mineral. materija Mineral. Matter	9,23%	8,88%	7,05%
Vlage Moisture	9,95%	8,28%	5,72%

27,48 na 23,86% ili za 3,62%, odnosno za 13,4%, a sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija povećao se od 51,79 na 56,52% ili za 4,73%, odnosno za 9,13%.

U tabeli 2. vidi se znatno povećanje sirovih proteina i to od 6,25 na 7,66% ili za 1,41%, odnosno za 22,56%. Ovde je izveden samo eksperimentalni ogled s ureom, da se vidi tehnika dodavanja i homogenost. Pošto je urea kri-

Tabela 2 — Makrohemiski sastav brašna od dehidrirane kukuruzovine, brašna oplemenjenog melasom i ureom i peleta od oplemenjenog brašna
Table 2 — Macrochemical Composition of Meal of Dehydrate Cornstalks, Meal enriched with Molasses and Urea and Pellets

Hemijski sastav brašna Chemical Composition Meal		Brašno Meal	Brašno od dehidrirane kukuruzovine Meal of Dehydrated Cornstalks			
			Brašno oplemenjeno melasom i ureom Meal enriched with Molasses and Urea			
			Brašno Meal		Pelete Pellets	
			Uzorak I Sample I.	Uzrak II Sample II.	Uzorak I Sample I.	Uzorak II Sample II.
Sir. proteina Crude protein	%	6,25	7,22	7,51	7,32	7,66
Sir. celuloze Cellulose	%	26,29	26,52	27,23	28,49	27,54
Sirovih masti Crude fat	%	3,35	3,07	3,76	2,61	2,49
Min. materija Min. matter	%	9,53	8,87	10,50	8,90	9,92
Bez. ext. mater. N-free matter	%	54,58	54,32	51,00	52,68	52,39

Hemiski sastav brašna obračunat je na suhu materiju
 Chemical Composition of Meal Calculated on Dry Matter

Sadržaj:					
organske mat. The Content of organic Matter	80,96%	83,63%	81,36%	82,14%	82,13%
Min. materija Min. Matter	8,53%	8,19%	9,53%	8,03%	9,05%
Vlage Moisture	10,51%	8,18%	9,11%	9,83%	8,82%

stalna so, fo se u vodi lako rastvara, a pod uticajem temperatura i pritiska u peletirki uniformno se meša brašnom. Ovaj eksperiment potvrđuje da se ureom može ići na povećanu dozu kod ove tehnologije, već prema recepturi smeše.

Tabela 3. pokazuje neznatne promene u kvalitetu dodavanjem melase brašnu. Naime, ovde se ne pojavljuje zakonitost promena adekvatno tehnolo-

Tabela 3 — Makrohemiski sastav brašna od dehidrirane kukuruzovine, brašna sa melasom i peleta od brašna sa melasom

Table 3 — Chemical composition of Meal of Dehydrated Cornstalks, Meal with Mollasses and Pellets of Meal with Molasses

Hemijski sastav brašna Chemical Meal		Brašno Meal	Brašno od dehidrirane kukuruzovine Meal of Dehydrated Cornstalks Brašno oplemenjeno melasom Meal Enriched with Molasses		
			Brašno Meal		Pelete Pellets
			Uzorak I	Uzorak I	Uzorak II
			Sample I.	Sample I.	Sample II.
Sirovih proteina % Crude protein	%	5,72	5,81	5,85	5,58
Sir. celuloze % Cellulose	%	33,69	33,09	30,99	32,12
Sirovih masti % Crude fat	%	3,26	2,40	3,98	3,69
Mineral. materija % Min. matter	%	7,31	8,60	8,46	8,82
Bez. ext. materija % N-free matter	%	50,52	50,10	50,72	49,79

Hemijski sastav brašna obračunat je na suhu materiju
Chemical Composition of Meal Calculated on Dry Matter

Sadržaj:

organ. materija The Content of organic Matter	%	85,89	80,05	85,97	85,75
mineral. materija miner. Matter	%	6,77	7,43	7,93	8,31
vlage Moisture	%	7,34	12,52	6,10	5,94

škom redosledu. Ovom su razlog promenjeni radni uslovi usled operativnih temperatura, koje znatno utiču na viskozitet i penetraciju melase.

Prema Obradoviću (1956) variranja u sastavu kukuruzovine mogu biti znatna, npr. sadržaj sirovih proteina kreće se od 3,82—10,99% i celuloze od 23,39—42,70%. Naši podaci takođe pokazuju slična variranja u sirovim proteinima i to od 5,72 (tabela 3.) do 6,92% (tabela 1.) a celuloze od 27,48—33-69%. Ove razlike u kvalitetu su posledica različitog vremena ubiranja i prerade kukuruzovine.

Pumpa za melasu na peletirski SIMOM CENTURY—125 dobiva pogon od vratila pužnog izuzimača (dozatora) brašna iz rezervoara u mešalicu. Promenom broja obrtaja izuzimača (ostvareno varijatorom) sinhrono se menja količina melase, adekvatno količini dodavanja brašna u mešalicu. Naime, doza melase po recepturi prethodno se reguliše na mernoj skali pumpe preko odgovarajućeg prelivnog ventila. Na ovaj način je ostvarena tehnička mogućnost prema tehnološkom zahtevu da u toku rada u mešalici budu stalno srazmerne količine brašna i melase.

U radu hladnom melasom i usled operativnih temperatura bilo je izvesnih ostupanja od regulisane doze melase, a to najbolje pokazuje tabela 3. gde su rezultati analiza prikazali neujednačen kvalitet finalnog proizvoda.

ZAKLJUČAK

Ispitivanja koja obuhvata ovaj rad imala su za cilj da se prouči i odredi tehnologija prerade kukuruzovine kao masovne sirovine i pripremi za ishranu korišćenjem novijih dostignuća. Drugo, da se melasom poveća hranjiva vrednost brašnu i da melasa nađe širu primenu u ishrani kao komponenta domaćeg porekla, a srazmerno jeftina.

Mašina za površinsko ubiranje kukuruzovine ima radne delove koji se vrte velikom brzinom iznad površine po kojoj se kreće i strujom vetra zahvata nežne delove stabljike i list, koji su mehanizovanom berbom kukuruza polomljeni i odvojeni od stabljike, a predstavljaju vredniji deo biljne mase.

Prinos kukuruzovine u toku rada kretao se od 4,5 do 65 tona/ha.

Proizvodni učinak 2-rednog berača »Zmaj« iznosio je 5—6 ha, odnosno 2,25—3,25 vagona skupljene i sečkane mase kukuruzovine za osmočasovno radno vreme.

U transportu mase s polja u dehidrator, jedna tura u proseku je trajala 23,4 minuta.

Radni režim dehidratora odvijao se na temperaturama 750—800°C na ulazu mase i 125—130°C na izlazu mase iz dehidratora.

Proizvodni učinak dehidratora je ostvaren sa 1250—1400 kg/h dehidriranog brašna- neujednačene vlage, usled tehničkih nedostataka dehidratora, odnosno pomanjkanja regulacije.

Direktni troškovi dehidracije za 1 kg brašna bili su:

- 3,1 kg kukuruzovine
- 0,19 KWh električne energije
- 0,16 m³ zemnog gasa

Uniformno mešanje i kvalitetan rad peletirke ostvaren je s 7,34% dodatne melase.

Kvalitet brašna dodavanjem melase i uree poboljšan je: za protein sa 22,56% i bezazotne materije za 9,13%, a sadržaj celuloze smanjen je za 13,4%.

Proširenjem ove tehnologije postiže se višestruka korist: oslobađa se površina od kukuruzovine za daljnju obradu, koncem sezone nestankom lucerke produžava se rad dehidratora, smanjuju se opšti troškovi, proizvodi se dobro i jeftino hranivo za goveda.

REZIME

Kukuruzovina je biljna masa koja ne predstavlja neko vredno hranivo, a kod nas se javlja u velikim količinama, kao sporedan proizvod u proizvodnji kukuruza. Korišćenjem mehanizacije i savremenih dostignuća u industrijskoj proizvodnji stočne hrane, ova sirovina može predstavljati veoma interesantno hranivo.

Naša ispitivanja su obuhvatila tri problema:

- mehanizirani način skupljanja kukuruzovine u polju, sečkanja i utovar u prikolice mehanički.
- dehidracija sečkane mase i proizvodnja dehidriranog brašna ujednačene kvalitete.
- oplemenjivanje brašna melasom i ureom, te peletiranje oplemenjenog brašna na matrici 1/2 inča.

Na ovaj način ostvareni su proizvodni učinci mašina na ubiranju 225—325 mtc skupljene i usitnjene kukuruzovine po smeni.

Na dehidratoru postignut je proizvodni učinak 1400 kg dehidriranog brašna na čas, s približnom ujednačenosti kvaliteta.

Peletiranjem oplemenjene mase ostvaren je proizvodni učinak peletirke 1400 kg/h uniformno dodate melase sa 7,34%.

Hemijskim analizama utvrđeno je povišenje sirovih proteina u peletima za 22,56% i bezazotnih ekstraktivnih materija za 9,13%. Istovremeno je smanjen sadržaj celuloze za 13,4%.

Ova tehnologija može se preporučiti široj praksi.

RECENT TECHNOLOGY FOR THE INDUSTRIAL PROCESSING OF CORNSTALKS BY APPLICATION OF IMPLEMENTS AND MODERN ACHIEVEMENTS

Resume

The Cornstalks (maize-stalks) represent a mass without any special importance as a food, but we dispose of them in great quantities as the secondary product in the production of maize. The application of implements and modern achievements in the realm of industrial processing of forage, this raw material represent a very interesting nutriment.

Our investigation work concerned three problems:

- mechanical heaping, cutting and charge of cornstalks in trailers;
- dehydration of chopped mass and production of a dehydrated meal of the nearly same quality;
- refinement of meal by molasses and urea, and then pelleting of refined meal on matrices of 1/2 inches.

In such a way it was possible to get an effect for the heaping machine of about 225—325 quintals of the Cornstalks picked up and cut in small pieces in 8 hours working day.

On dehydrator we got an efficiency of 1.400 kg in hour of the dehydrated meal with nearly the same quality.

By pelleting of the refined mass the efficiency of the pellet machine was 1.400 kg/hour with the same quantity of additional molasses of 7,34%.

The chemical analyses show the augmentation of raw proteins in pellets for 22,56% and of extractive materials without nitrogen for 9,13%. At the same time the content of cellulose reduced for 13,4%.

This technology may be recommended for a wide use.

LITERATURA

1. H. Simon-Stocksport Manchester 1965. California »Century« Press (75 & 100 HP) Instructions for erecting and operating.
2. I. Antončić, J. Brčić 1968. Izbor metoda i strojeva za sređivanje kukuruzovine. Agronomski glasnik br. 6 Zagreb.
3. J. G. J. Ginneken, 1964. Melass in mischfutter III. Aufag Schurmans Van Ginneken melasse Herengracht 286, Amsterdam.
4. M. Obradović, 1965. Prilog upoznavanju sastava, svarljivosti i hranjive vrednosti domaće kukuruzovine. Arhiv za poljoprivredne nauke God. IX. Sv. — 24, Beograd.

5. M. Lazin, 1968. Rezultati i troškovi proizvodnje kukuruza na analiziranim gazdinstvima Vojvodine u 1966. god. Poljoprivreda br. 3, Beograd.
6. R. Robinson, »Sprout and Waldron« Co., 1961. Pelleting-Introduction and General Definitions. Feed Production Handbook Feed Production School Inc. Kansas City Missouri.
7. Robert L. Stroup, 1967. The Pelleting Process Proceedings and Research Summaries Feed Convention and Nutrition, Februar Virginia.
8. S. Vajagić, 1967. Spremanje silaže od kukuruzovine uz primenu mehanizacije. Poljoprivreda br. 9, Beograd.
9. S. Vajagić, S. Sivački, 1966. Prilog izučavanju jednog novog postupka proizvodnje brašna od kukuruzovine. Krmiva br. 10, Zagreb.
10. S. Vajagić, i sar. 1966. Ogledni rezultati proizvodnje brašna od kukuruzovine i silažnog kukuruza na roto-pneumatskom dehidratoru. Krmiva br, 5, Zagreb.
11. S. Vajagić, N. Popović, 1968. Silažni kukuruz u postrnoj setvi kao sirovina za dehidraciju. Agronomski glasnik br. 4, Zagreb.
12. V. Kukić, 1966. Tehnologija melasiranja u tvornicama stočne hrane. Krmiva br. 5, Zagreb.

LITERATURA

1. H. Simon-Stachport Manchester 1965 California »Century« Press (75)
2. 100 HPI instructions for mixing and operating
3. I. Antonić, I. Babić 1968. Izvještaj o radu i troškovima u proizvodnji kukuruzne silaže. Agronomski glasnik br. 4, Zagreb.
4. J. G. L. Glander, 1964. Malas in silage. In: Nutrition of the Ruminant. Van Nostrand Reinhold, New York, p. 136.
5. M. Lazin, 1968. Prilog izučavanju jednog novog postupka proizvodnje brašna od kukuruzovine. Krmiva br. 10, Zagreb.
6. R. Robinson, »Sprout and Waldron« Co., 1961. Pelleting-Introduction and General Definitions. Feed Production Handbook Feed Production School Inc. Kansas City Missouri.
7. Robert L. Stroup, 1967. The Pelleting Process Proceedings and Research Summaries Feed Convention and Nutrition, Februar Virginia.
8. S. Vajagić, 1967. Spremanje silaže od kukuruzovine uz primenu mehanizacije. Poljoprivreda br. 9, Beograd.
9. S. Vajagić, S. Sivački, 1966. Prilog izučavanju jednog novog postupka proizvodnje brašna od kukuruzovine. Krmiva br. 10, Zagreb.
10. S. Vajagić, i sar. 1966. Ogledni rezultati proizvodnje brašna od kukuruzovine i silažnog kukuruza na roto-pneumatskom dehidratoru. Krmiva br, 5, Zagreb.
11. S. Vajagić, N. Popović, 1968. Silažni kukuruz u postrnoj setvi kao sirovina za dehidraciju. Agronomski glasnik br. 4, Zagreb.
12. V. Kukić, 1966. Tehnologija melasiranja u tvornicama stočne hrane. Krmiva br. 5, Zagreb.