

VISOKOVREDNA HRANA I NOVI TEHNIČKI PROIZVODI NA BAZI KUKURUZA I SOJE

HIGH VALUE OF FEED AND FOOD AND NEW TECHNOLOGICAL MAIZE- AND SOYBEAN-BASED PRODUCTS

Dr Milica RADOSAVLJEVIĆ, dr Irina BOŽOVIĆ, mr Rade JOVANOVIĆ, dr Vitomir BEKRIĆ,
mr Slađana ŽILIĆ, Dušanka TERZIĆ, dipl.ing.
Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun

REZIME

Istraživački rad na unapređenju upotrebe i prerade kukuruza i soje u Odseku za tehnološka istraživanja usmeren je ka stvaranju novog asortimana kvalitetne biljne hrane i tehničkih proizvoda primenom savremenih tehničko-tehnoloških postupaka prerade sa relativno malom potrošnjom energenata, vode, rada i bez hemikalija. Kao rezultat dosadašnjeg naučno-istraživačkog rada razrađene su tehnologije proizvodnje i dobijanja novih proizvoda: celgran, mikro-ex soja, enbel-18 i drugi mikronizovani i ekstrudovani proizvodi od kukuruza, soje i drugog zrnevlja.

U većem broju ranije objavljenih radova diskutovani su savremeni tehničko-tehnološki procesi prerade kukuruza i soje, dok su u ovom radu detaljno opisani i zbirno prikazani dosadašnji rezultati višegodišnjeg naučno-istraživačkog rada, odnosno konkretni novi visokovredni proizvodi namenjeni tržištu. Pored toga, dat je i veoma kratak prikaz osnovnih principa primenjenih tehnologija i osvrt na stanje i perspektive razvoja prerade ove dve veoma važne ratarske kulture u našoj zemlji i u svetu.

Ključne reči: kukuruz, soja, visokovredna hrana, tehnički proizvodi

SUMMARY

The studies and research on the maize and soybean utilisation improvement performed at the Department of Technology have been directed to creating new assortment of qualitative plant food and feed and technological products. In order to achieve this contemporary technical and technological processing procedures with relatively low consumption of energy resources, water, labour and without chemicals have been applied. As a result of previous scientific and research work, technologies of making and producing the following products have been developed: celgran, mikro-ex soya, enbel-18 and other micronised and extruded products of maize, soybean and other cereals.

Contemporary technical and technological procedures of maize and soybean processing have been discussed in previously published papers, while this paper presents, in detail and cumulatively, results of previous long-term scientific and research work, i.e. presents actual, new products of high values intended for the market. Besides, a brief review of basic principles of applied technologies and a retrospect of the situation and prospective of processing development of these two field crops very important not only in our country, but also world-wide, are presented in the paper.

Key words: maize, soybean, high-value feed and food, technical product

UVOD

Kukuruz i soja su veoma značajne biološki kompatibilne ratarske kulture koje se dopunjuju kako agrotehnički tako i u domenu prerade i upotrebe. Poslednjih godina u vodećim istraživačkim centrima u svetu izuzetna pažnja se posvećuje istraživanjima koja se preduzimaju sa ciljem unapređenja primene ovih i drugih ratarskih kultura (Johnson et al., 2001).

Sagledavajući ostvarene rezultate kao i perspektive razvoja istraživačkog rada na unapređenju upotrebe i prerade kukuruza, soje i drugih ratarskih kultura, u Institutu za kukuruz u Odseku za tehnološka istraživanja za naredni period od 2001 do 2005. godine definisan je istraživački program rada koji obuhvata najvažnije oblasti iskorišćavanja ratarskih kultura: kvalitet zrna, silaža i razvoj novih proizvoda. Uzimajući u obzir činjenicu da kukuruz i soju ne određuje proizvodnja nego upotreba, a svaka nova namena ili upotreba dovodi do povećanja njihove cene i visoke međuzavisnosti proizvodnje i modernog korišćenja, prioritet je dat realizaciji razvijenih i razvoju novih tehnoloških postupaka prerade u cilju dobijanja proizvoda visokovredne hrane i tehničkih proizvoda namenjenih tržištu. Kao rezultat naučno-istraživačkog rada razrađene su tehnologije proizvodnje i

dobijanja novih proizvoda: MIKRO-EX SOJA, CELGRAN, ENBEL 18 i drugi mikronizovani i ekstrudovani proizvodi.

Iz okvira ove problematike saradnici Odseka za tehnološka istraživanja do sada su objavili veći broj naučnih radova (Bekrić i sar., 1994, 1997, 1998, 1999, 2000; Božović, 1989, 1991; Radosavljević i sar., 2001), dok je cilj ovog rada da se detaljno opišu i zbirno prikažu dosadašnji višegodišnji rezultati primene savremenih tehničko-tehnoloških postupaka prerade i novi ZP asortiman proizvoda na bazi kukuruza i soje, kao i da se razmotri stanje i perspektive razvoja ove oblasti.

STANJE I PRAVCI DALJEG RAZVOJA UPOTREBE KUKURUZA

Proizvodnja

U nacionalnim razmerama proizvodi se 8-10 miliona tona žita što nas svrstava u vodeće proizvođače u Evropi. Kukuruz je tradicionalno najmasovnije gajena ratarska kultura našeg podneblja koja po proizvedenim količinama znatno premašuje pšenicu (Tabela 1).

Tabela 1. Proizvodnja kukuruza i pšenice u hiljadama tona (Statistički godišnjak Jugoslavije, 2000)

Godina proizvodnje	Kukuruz	Pšenica
1995.	5.828	2.949
1996.	5.367	1.507
1997.	6.039	2.920
1998.	5.174	2.967
1999.	6.136	2.035

Srbija učestvuje sa oko 10% u poženjenim površinama pod kukuruzom u Evropi, sa kojih se ubira zavisno od godine 8 do 15% od ukupne evropske proizvodnje zrna kukuruza. Udeo Srbije u svetskom obimu proizvodnje kukuruza je nešto iznad 1%. Po globalnoj godišnjoj potrošnji kukuruza po stanovniku Srbija, sa 600-700 kg, spada u vodeće zemlje u svetu. Nažalost ovaj podatak ne govori mnogo o efikasnosti finalizacije ovog poljoprivrednog proizvoda u nacionalnoj ekonomiji. Dublje analize u narednim poglavljima pokazuju da je valorizacija ove, za našu zemlju, najvrednije prirodno obnovljive sirovine, veoma niska i da je to jedna od zaostalih oblasti u privredi Srbije. Sa pravom se nameće veliki broj pitanja o upotrebi kukuruza u sadašnjosti, a naročito o onoj koja se očekuje u budućnosti.

Upotreba i korišćenje

Kukuruz i prerađevine kukuruza ugrađuju se u više od hiljadu proizvoda za hranu, piće ili tehničku upotrebu (Bekrić, 1997). Prema podacima asocijacije američkih prerađivača kukuruza u svetu se u supermarketima svakodnevno prodaje 1300 artikala u koje su ugrađeni proizvodi na bazi kukuruza (Corn Annual, 2000). Američki prerađivači kukuruza računaju danas, da kad god se pronađe nova namena za 100 miliona tona bušela kukuruza, cena kukuruza poraste za pet centi po bušelu. Ovi podaci ne samo da ilustruje veliku raznolikost kukuruza, nego i visoku međuzavisnost proizvodnje i modernog korišćenja kukuruza, odnosno savremene rafinacije kukuruza u američkoj ekonomiji.

U našoj zemlji se još uvek troši oko 90% od ukupne proizvodnje kukuruza za ishranu stoke (Jakovljević i sar., 1995). Procenjuje se da fabrike i radionice-mesaoone stočne hrane godišnje samelju između 800.000 i 1.500.000 tona kukuruza, pa se pojavljuju kao najveći kupci kukuruza u zemlji (Bekrić, 1999). Međutim, nije preošto konstatovati da se sadašnja industrija krmnih smeša nalazi u velikoj krizi. Kukuruz je kod nas, ali i u mnogim drugim zemljama, u ishrani domaćih životinja potisnuo sva ostala žita. Najznačajnija njegova karakteristika i jedinstveni razlog za to je njegov sadržaj energije. Bogatstvo u skrobu, sadržaj srazmerno velike količine masti, uz najmanji sadržaj celuloze, doprinosi visokoj svarljivosti. Bez obzira što je deficitaran u dve bitne aminokiseline (lizin i triptofan), sa njegovim proteinom se obično zadovoljava od 20% ukupnih proteina u smešama za piliće, do 65-70% u smešama za završni tov svinja. U svim pogonima za proizvodnju krmnih smeša melje se kukuruz kao osnova skoro svih koncentrovanih obroka za domaće životinje i sve dopunske smeše koje se proizvode namenjene su za samentaciju kukuruza.

Industrijska prerađa kukuruza u našoj zemlji počinje 1897. godine puštanjem u rad prvog manufakturnog pogona za vlažnu meljavu kukuruza u Jabuci kod Pančeva. Pored ove fabrike trenutno radi i fabrika IPOK u Zrenjaninu. Ukupni domaći kapaciteti instalirani u ove dve fabrike za moku, odnosno skrobarsku preradu su oko 150.000 tona prerađenog kukuruza godišnje, od čega se u poslednjih deset godina koristi samo 30% (Radosavljević i sar., 2001). Naše skrobare stvarno ili potencijalno proizvode sledeće produkte: nativne kukuruzne skrobove, skrobne zaslađivače različitog tipa i skrobne modifikate (Jakovljević, 1991). Ovaj asortiman glavnih proizvoda prate i odgovarajući sporedni proizvodi: kukuruzni gluten, kukuruzna klica, kukuruzne mekinje i kukuruzni

ekstrakt. Novije kataloške ponude jugoslovenske skrobarske industrije obuhvataju sledeće proizvode: kukuruzni skrob, voštani kukuruzni skrob, bombonski sirup, sirup F-62, sirup za žvakaću gumu, maltozni sirup, dekstroza, tabletirana dekstroza, aromatizovana dekstroza, skrobni šećer, maltodekstrin, karamel 11, ipokol E-80, ipozel-WP 30, glukozu-S, valofix, celufix-LP, celufix-LPO, celufix-ML, celufix-S, ipofix UP-34, ipofix GNP-33, ipofix-59, ipofix 61, ipokat 01, ipokat 02, ipokol EG-720, livofiks, žuti dekstrini, beli dekstrini, tekstopor S=40, tekstopor S, ekstrakol, etikol, calpopor, kantonin, oksidovani skrob, skrobni šećeri u prahu, želirani skrob, hidrokorn, hidrolizat 45, sirovo kukuruzno ulje, kukuruzna klica, kukuruzni gluten, droždina, kukuruzne mekinje, corn steep.

Domaća proizvodnja etanola uglavnom je zasnovana na melasi šećerne repe. Skrobne sirovine, odnosno žita koriste se u maloj količini i to kao havarisano zrno koje se ne može koristiti za ishranu ljudi i domaćih životinja. Etanol proizveden u Srbiji se koristi isključivo u proizvodnji alkoholnih pića ili kao industrijski rastvarač, ali još uvek ne i kao pogonsko alternativno gorivo (Radosavljević i Bekrić, 1999). Proučavajući potrebe za bioetanonom u zemlji može se ustanoviti da bi se one mogle zadovoljiti obimom proizvodnje od 150.000 tona, što se može dobiti rafinacijom 450.000 tona kukuruza ili manje nego što iznosi rastur u normalnim godinama. Uz ovu proizvodnju dobile bi se velike količine džibre kao proteinske hrane koja je veoma deficitarna u krmnom bilansu zemlje. Međutim, treba imati u vidu da se osim zrna, za proizvodnju alkohola može koristiti biomasa od celih kukuruznih biljaka ili biomasa od žetvenih ostataka.

U domenu suve (mlinarske) prerade kukuruza u našoj zemlji može da se preradi oko 200.000 tona kukuruza godišnje u desetak mlinova sa raznovrsnom mlinarskom opremom i dva savremena mlina "GRANEXPORT" u Pančevu i "CORN PRODUCT" u Sremskoj Mitrovici. Dominantni proizvod suvog mlevenja kukuruza u našoj zemlji je pivarski griz. Prehrambeni kukuruzni griz, kukuruzno brašno, poluspremljena palenta, kukuruzne pahuljice i kukuruzni flaps su primarni proizvodi, dok su prateći ili sporedni proizvodi kukuruzne klice i krmno brašno. U poslednje vreme na našem tržištu su se pojavili i proizvodi alkalno kuvanog kukuruza kao što su tortilja čipsevi sa različitim dodacima i različitog ukusa.

U poslednjim decenijama XX veka započela je prerada i korišćenje kukuruza šećerca u ishrani našeg stanovništva. Otvoreno je nekoliko preduzeća za zamrzavanje i konzerviranje povrća i šećerca. Nažalost još uvek nema dostupnih informacija koje bi pomogle širenju ovog ukusnog i vrednog proizvoda. Posebno treba istaći da na našem tržištu postoji jedan jedini proizvod prerade kukuruza šećerca – zamrznuto zrno pa je u narednom periodu potrebno uvesti i proizvode kao što su konzervirano sečeno zrno i krem od šećerca.

Plasman na domaćem i inostranom tržištu

Najveći deo kukuruza proizvedenog u našoj zemlji plasira se na domaćem tržištu koje ga potroši, kao što je ranije navedeno, uglavnom za ishranu domaćih životinja i simbolično kroz različite vidove njegove prerade. Kako kapaciteti prerade kukuruza nisu optimalno iskorišćeni (korišćeno je samo oko 30%) i pošto je postojeća tehnologija zastarela (bez bitnih inovacija) u poslednjih deset godina proizvodi i prerađevine od kukuruza su plasirani uglavnom na domaćem tržištu. U istom periodu izvoz proizvoda na bazi kukuruza je bio skroman i ograničen na male količine skroba, dekstrina, oksidovanog skroba i proizvoda suve meljave u Makedoniju, Siriju, Švajcarsku, Sloveniju i Ukrajinu. S druge strane, što je za našu zemlju nepovoljnije, izvoženo je sirovo zrno kukuruza u značajnijim količinama koje su se zavisno od godine kretale od 119.000 do 460.000 tona.

Pravci daljeg razvoja

Pošto je valorizacija ove, za našu zemlju najvrednije prirodno obnovljive sirovine, veoma jednostrana, nepovoljna i nepotpuna, u narednom periodu posebnu pažnju treba posvetiti razvoju i unapređenju tehnologija prerade. Pored toga, težište ovog razvoja treba da bude na stvaranju novih proizvoda koji bi zamenili skupe uvozne proizvode koji su se već ili će se neizbežno uskoro naći na našem tržištu i na taj način sprečiti odliv značajnih deviznih sredstava.

Cilj savremene prerade kukuruza u Srbiji u narednim periodu treba da bude proizvodnja što većeg broja različitih prerađevina kao i veliki broj finalnih proizvoda. Navedeni trendovi zahtevaju bolju iskorišćenost postojećih kapaciteta, osavremenjivanje tehnologija i uvođenje novih tehnologija, nabavka moderne opreme, poboljšanje ekonomičnosti, organizacije i efikasnosti rada. Sve ovo bi omogućilo da se naša zemlja pojavi i na međunarodnom tržištu ne samo kao proizvođač sirovine već i kao izvoznik visokovrednih gotovih proizvoda na bazi kukuruza.

Navedeni različiti vidovi industrijske prerade nude čitav niz industrijskih proizvoda za ljudsku ishranu i tehničke namene, permanentno obogaćujući svoj sadržaj novim tehnološkim postupcima, inovacijama, proizvodima, oblastima primene i aspektima integralne valorizacije. Kako je ova pojava evidentna u svetskim i regionalnim relacijama, a naročito izražena u industrijskim i tehnološkim razvijenim zemljama trebalo bi je ostvariti i u našoj zemlji u narednom periodu i time smanjiti nesklad između proizvedenih količina kukuruza i industrijske prerade.

Koji su to pravci kojima bi trebalo krenuti u industrijskoj preradi kukuruza da bi u našim uslovima uskladili raspoložive prinose sa nesrazmernom i ničim opravdanom zapostavljenom preradom? Značajan napredak u industrijskoj preradi kukuruza može se ostvariti orijentacijom na proizvodnju: zaslađivača iz kukuruza kao ozbiljnu i konkurentnu zamenu saharozu u procesima industrijskog zaslađivanja; bio-etanola kao dodatka motornom benzinu; ciklodekstrina i drugih skrobnih modifikata kao bitnih komponentata hrane i mnogih drugih finalnih proizvoda; šećernih alkohola (sorbitol, manitol, maltitol) kao nedostajućih poliola u hemijskoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji; novog asortimana suve prerade žitarica (kukuruza, pšenice, ječma, raži, ovsa, tritikale) i leguminoza (soje, graška, boba, lupine, pasulja). U prvoj deceniji XXI veka očekuje se značajan porast potražnje kukuruznih proizvoda za spravljanje žitnih jela sa smanjenim vremenom pripreme ili koja su odmah spremna za upotrebu.

Unapređenje tehnologije proizvodnje komponenti krmnih smeša od velikog je značaja za ceo agrokomples a posebno za razvoj i produktivnost stočarstva i racionalnu primenu kukuruza. U narednom periodu ovo unapređenje treba da se odvija u nekoliko pravaca: smanjenje proteinskog deficita promenom strukture setve, odnosno proširenjem setve soje i drugih leguminoza, kao i uvođenjem tehnologije dobijanja visoko-proteinskih koncentrata i izolata; razvoj savremenih tehnologija zasnovanih na principu visoka temperatura kratko vreme kao što su ekstruzija i mikronizacija; opredeljenje za proizvodnju i unapređenje kvaliteta silaže kao najrentabilnijeg korišćenja kukuruzne biljke, što podrazumeva savremeni način gazdovanja poljoprivrednim površinama i osnovni je preduslov savremene stočarske proizvodnje (Pejić, 1994).

STANJE I PERSPEKTIVE PRERADE SOJE

U cilju postizanja što racionalnije potrošnje kukuruza neophodno je značajnije korišćenje soje – kulture koja je biološki kompatibilna sa kukuruzom kao glavnom kulturom i okosnicom cele poljoprivredne proizvodnje u Srbiji.

Proizvodnja

Prvo gajenje soje u našoj zemlji počelo je u trećoj deceniji prošlog veka. Iz tog perioda potiču i prvi statistički podaci o gajenju i proizvodnji soje. Sve do devedesetih godina postojala je tendencija porasta ove proizvodnje mada sa znatnim oscilacijama. Poslednje godine bile su izuzetno povoljne za gajenje soje, a rekordna proizvodnja je bila 1999. godine (Tabela 2). Ovi rezultati su ohrabрили proizvođače da u 2000. godini zaseju oko 150.000 hektara, međutim, usled suše ostvarena je veoma niska proizvodnja.

Tabela 2. Zasejane površine i proizvodnja soje (Statistički godišnjak Jugoslavije, 2000)

Godina proizvodnje	Zasejane površine (ha)	Proizvodnja soje (tona)
1995	52.000	107.254
1996	73.000	152.995
1997	61.000	152.763
1998	82.000	159.933
1999	108.000	293.957

Prerada

Sojino zrno sadrži sve sastojke neophodne za ishranu kako ljudi tako i životinja. Sadržaj pojedinih konstituenata varira u manjoj ili većoj meri u zavisnosti od uslova gajenja, sastava zemljišta, klimatskih uslova, kao i od genetskog porekla. Dve osnovne komponente, koje čine sojino zrno izuzetno kvalitetnim izvorom hrane, su proteini i ulje. Najbitnija komponenta su proteini zbog čijeg je visokog sadržaja ova biljka veoma tražena, a čiji kvalitet čini visok procenat nekih esencijalnih aminokiselina, naročito lizina, u kome su žitarice deficitarne pa se moraju dopunjavati nekim proteinskim hranivom. Druga bitna komponenta sojinog zrna je ulje. Sojino ulje je veoma kvalitetno zbog svog sastava, a naročito zbog visokog sadržaja linolne i linolenske kiseline, koje su veoma bitne za zdravu hranu. Međutim, hranljiva vrednost sirovog sojinog zrna ne može se adekvatno iskoristiti zbog prisustva nekoliko antihranljivih faktora među kojima se po svom sadržaju (6% od ukupnih proteina), a naročito po posledicama koje izaziva kod životinja izdvaja se tripsin inhibitor, pa je određivanje ovog parametra veoma bitno za procenu kvaliteta sojinog zrna (Božović, 1989 i 1991).

Pogoni za preradu soje u našoj zemlji sa kapacitetima od 160.000 i 25.000 tona smešteni su u Bečeju i Obrenovcu. Naše sojare sem sirovog sojinog ulja proizvode i specijalna proteinska hraniva za ishranu stoke, kao i visoko vredne proteine za prehrambenu industriju. Bečejski pogon proizvodi teksturisane proteine kao i tostovano brašno sa 50% proteina. Navedene proizvode koristi pekarska, testeničarska, konditorska i farmaceutska industrija, kao i industrija mesa.

Globalne promene u privredi i ekonomiji koje prate i proizvodnju u poljoprivredi, stimulišući je ili je dovodeći u stagnaciju, nametnule su potrebu za povećanim nutritivnim vrednostima hrane, inovativnim procesima prerade i primene, novim proizvodima, novim putevima ponude i prometa. Mnoge kompanije nastoje da razviju asortiman stočne hrane kao i prehrambenih proizvoda odmah spremnih za upotrebu, ali da se sa njima omogući unošenje što više prirodnih, hranljivih supstanci neophodnih organizmu.

Za efikasno nutritivno iskorišćavanje našeg osnovnog energetskeg potencijala - kukuruza, veoma je bitan dodatni izvor proteina u obliku proteinskih koncentrata i izolata. Ako se ima u vidu da trećina proteina dolazi iz kukuruza, koji po sastavu nema visoku biološku vrednost, a druga trećina pripada grubim kabastim hranivima i hranivima sa veoma niskom svarljivošću proteina, onda je razumljivo što se dobija nepovoljan proteinski bilans. Procenjuje se da se zbog nedostatka kvalitetnog proteina godišnje neracionalno "metabolički sagori" 1,5 do 2 miliona tona kukuruza. Isto tako

postoje proračuni, na bazi obima potrošnje kukuruza u stočarstvu, da je nedostatak proteina ekvivalentan 430.000 tona sojine sačme u vrednosti od preko 100 miliona USA dolara.

Rešenja koja bi omogućila preradu sojinog zrna pojednostavljenim tehnološkim postupcima uz očuvanje hranljive vrednosti konstituenata zrna zaslužuju posebnu pažnju. Razvoj jednostavnih postupaka prerade povećao bi interesovanje za gajenje soje na individualnim gazdinstvima i doprineo poboljšanju krmnog bilansa, odnosno racionalnijem korišćenju kukuruza kao bazne komponente. Osim savremenih metoda termičke prerade posebnu pažnju zaslužuju metode za dobijanje proteinskih koncentrata i izolata soje. Svi ovi postupci koji se komercijalno koriste u svetu, kod nas se smatraju novim tehnologijama.

VISOKOVREDNA HRANA I TEHNIČKI PROIZVODI NA BAZI KUKURUZA I SOJE U INSTITUTU ZA KUKURUZ

Institut za kukuruz je za sada jedina naučna ustanova u zemlji u kojoj se sveobuhvatno radi na istraživanjima sa ciljem unapređenja primene ratarskih kultura već više decenija. Ova istraživanja su usmerena ka stvaranju novog asortimana kvalitetne biljne hrane i tehničkih proizvoda primenom savremenih tehničko-tehnoloških procesa prerade sa malim utroškom energenata, vode, rada i bez hemikalija prilagođenim za korišćenje u mestu proizvodnje sirovina.

Prerada zrnavlja metodama koje se zasnivaju na principu visoka temperatura-kratko vreme (HT-ST), mikronizacije i ekstruzije, ima više ciljeva: da se poboljša ukus i jestivost, da se eliminišu neki nepoželjni sastojci, da se poveća svarljivost, da se dekontaminiraju zagađivači i izvede selektivna pasterizacija.

Mikronizacija

Mikronizacija je proces koji koristi deo spektra infracrvenih zraka talasne dužine 3,4 do 1,8 mikrona kojima se postiže potrebna temperatura za kratko vreme. Infracrveni zraci, navedenih talasnih dužina, nastaju u generatoru koji se sastoji od seta radijatora sa perforiranim pločicama od specijalne keramike temperature od 750 do 900°C koja se postiže sagorevanjem 30-35 m³ prirodnog gasa. Apsorbovani zraci izazivaju unutar zrna vibracije molekula što dovodi do naglog povećanja unutrašnje temperature i povećanja napona vodene pare (Bekrić i sar., 1999 i 2000). Usled tog unutrašnjeg kuvanja zrno bubri i puca. Valjanjem odnosno rolovanjem tako zagrejanog zrna teškim valjcima dobijaju se tanke elastične i postojeće pahuljice, povećane nutritivne vrednosti, poboljšan ukusa, jestivosti i boje. Pored toga, tehnologijom mikronizacije redukuje se sadržaj vlage za 30-40%, povećava površina čestica 3-4 puta, povećava snaga bubenja (apsorpcija vode po gramu suve materije) 3-4 puta, rastvorljivost ugljenih hidrata, skrobna digestija 1,5-3 puta. Kod zrna soje (ili uopšte leguminoza) tehnologijom mikronizacije redukuje se sadržaj proteaza inhibitora (tripsin inhibitor, hemaglutinin, lipoksigenaza, ureaza) za 70-90% (Božović i Polić, 1994).

Ekstruzija

Drugi tehnološki proces koji bazira na principu visoka temperatura-kratko vreme je ekstruzija. Osnovni fenomen ekstruzije je kuvanje pod pritiskom. Ekstruzionu kuvanje može se odvijati uvođenjem u ekstruder pregrejanu paru, električnim grejačima ili trenjem-frikcijom čestica. Suva ekstruzija kao izvor energije koristi toplotu koja nastaje frikcijom obrađivanog materijala uz pomoć lubrikacije masnim nisko topljivim ingradientima ili vodom (Bekrić i sar., 1997 i 2000). Ekstruder predstavlja simultanu pumpu koja transportuje, meša, kida, seče, rasteže, mesi i oblikuje materijal pod pritiskom i temperaturom ili još bolje beskrejnu spiralu u reaktoru za fizičke, hemijske i biohemijske reakcije.

Primena procesa mikronizacije i ekstruzije

Cilj rada je bio da se od različitih hibrida kukuruza i useva koji biološki dopunjuju kukuruz (soja, grašak, bob i dr.) bez oštećenja proteina, aminokiselina, vitamina, vlakana i masti, primenom tehnoloških procesa mikronizacije i ekstruzije naprave proizvodi visoke nutritivne i biološke vrednosti koji mogu da se koriste kao pojedinačne komponente hrane ili kompletna polugotova hrana.

Izvedeno je mikroniziranje i pahuljanje zrnavlja pšenice, ljuštenog ječma, tritikale, graška, boba, soje, kukuruznog zrna, kukuruznog endosperma i kukuruzne klice. Paralelno, sa istim vrstama cerealijskih i leguminoza, izvedeno je suvo kuvanje frikcijom ili trenjem u specijalnom ekstruderu. Od dobijenih prerađevina (pahuljica i ekstrudata) izdvojeni su prosečni i subzorcni na kojima je određen fizički, hemijski i biohemijski sastav i tehnološke karakteristike i upoređene su promene koje su nastale u procesu mikronizacije i ekstruzije u odnosu na polazni sirovi materijal.

Kada su u pitanju žita, najznačajnije promene se dešavaju na skrobu, jer skrob čini više od dve trećine mase zrna koji u sirovom stanju nema osobiti ukus i jestivost (Bekrić i sar., 1994). Svaka vrsta skroba ima karakterističan temperaturni opseg u kome dolazi do želatinizacije. Iz ovih razloga procesi primenjeni u preradi različito utiču na ukus, jestivost i nutritivnu vrednost. Pri konvencionalnoj preradi skrob se kuva i želatinizuje u prisustvu velike količine vode. Zrno se hidratizuje od površine prema unutrašnjosti mada često veliki broj skrobnih granula ostaje nepromenjen. U procesu ekstruzije sadržaj zrna je izložen sečenju, mešanju, komprimovanju, zagrevanju (u prisustvu minimalne količine vode) i pasiranju kroz dizne pod visokim pritiskom. Skrobne granule podvgrnute ovim uslovima želatinizuju formirajući homogenu masu. Kratko vreme koje materijal provode u ekstruderu nije optimalno za potpunu želatinizaciju svih skrobnih granula.

Pri procesu mikronizacije infracrveni zraci apsorbovani u zrnu prouzrokuju želatinizaciju skroba koja se odvija od centra ka periferiji skrobne granule. Iz ovih razloga objedinjavanje procesa mikronizacije i ekstruzije daje u praksi veoma dobre rezultate.

Nakon utvrđenih fizičko-hemijskih karakteristika i tehnoloških i funkcionalnih osobina, po zadatom režimu procesa, proizvedene su eksperimentalne količine mikroniziranih i ekstrudiranih proizvoda koje su testirane kod drugih istraživačkih i nekih proizvodnih organizacija. Na Katedri za ugljenohidratnu hranu, Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu, kroz nekoliko diplomskih radova, ispitivani su farinološki, ekstenzografski i amilografski parametri brašna kojem su dodate različite količine mikroniziranih i ekstrudiranih proizvoda. Rezultati, dobijeni u ovim istraživanjima su pokazali da se mikronizirane pahuljice i ekstrudirane cerealijske mogu vrlo efikasno koristiti za proizvodnju hleba i peciva visokog kvaliteta. Odlični rezultati su postignuti i u MPI „15 septembar“ u Valjevu, gde je proizvedeno po nekoliko hiljada komada specijalnih vrsta hleba sa dodatkom mikroniziranih pahuljica, koje su naišle na povoljne ocene kod potrošača (Bekrić i sar., 2000).

Proizvodi procesa mikronizacije i ekstruzije

Razvijeno je nekoliko novih biljnih polugotovih proizvoda specifičnog sastava, koje smo nazvali **ENBEL-18**, **GRASO-25**, **BOSO-28** i **PASO-25** i za koje će biti zatražena patentna zaštita. Navedeni proizvodi napravljeni su od kombinacije kukuruza, soje, graška, pasulja, boba i ljuštenog ječma u odgovarajućoj proporciji, nakon čega se ekstrudiraju i oblikuju u pahuljice ili granule i predstavljaju poluspremljeni obrok sa kvalitetno izbalansiranim odnosom aminokiselina, masnih kiselina i drugih nutritivnih komponentata. Dobijeni proizvodi su izuzetno

privlačnog ukusa mada će se i dalje nastaviti sa radom u cilju poboljšanja kako ukusa tako i izgleda i načina pakovanja.

Kombinacijom procesa mikronizacije i ekstruzije od celog sojinog zrna dobijen je nov proizvod **MIKRO-EX SOJA** koju karakteriše sledeći hemijski sastav: 4-7% vlage, 36-39% proteina, 19-21% ulja 0,4g/g/min aktivnost ureaze i izrazito smanjen sadržaj antinutritivnih materija poput tripsininhitorata, hemaglutinina, enzima ureaze i lipoksigenaze. Proizvod je komercijalizovan kao proteinsko-energetski dodatak stočnoj hrani u 1999. godini. Ostvareni rezultati, kako naučno-stručni tako i finansijski su potvrđeni kroz saradnju sa, u ovoj oblasti renomiranim kućama poput PKB Korporacije, Instituta za stočarstvo, PIK-a Zemun, UNIP-a Valjevo, Superproteina- Zrenjanin, PKB Inshre, Siga, PD Zaječara i drugih. U protekle dve radne sezone našeg eksperimentalnog pogona na ovaj način prerađeno je preko 1.600 tona merkantilne soje.

Nakon tehnoloških i fizičko-hemijskih ispitivanja proizvedene su veće eksperimentalne količine ovih proizvoda koje su poslužile za njihova nutritivna testiranja u ishrani različitih vrsta i kategorija domaćih životinja, odnosno utvrđeni su efekti mikroniziranja i ekstrudiranja soje na proizvodne rezultate u proizvodnji brojlera, proizvodnji jaja, mleka kao i uzgoju teladi. Dobijeni rezultati u ovim istraživanjima nedvosmisleno su pokazali da primena mikronizacije i ekstruzije, kao načina obrade stočnih hraniva, ima potpuno opravdanje (Jovanović i sar., 1998, Bekrić i sar., 1996).

Mogućnosti prerade i iskorišćavanja kukuruznog oklaska

Kukuruzni oklasak ili kočanka predstavlja veoma značajan sporedni proizvod pri proizvodnji kukuruznog zrna. Na svaku tonu kukuruznog zrna dobija se 180 do 200 kg oklaska. Godišnje se u našoj zemlji dobija oko 1,2 - 1,5 miliona tona ove sekundarne sirovine. Tradicionalna upotreba oklaska u poljoprivredi, kao ogreva ili grube celulozne hrane za životinje, danas je znatno proširena na industriju.

U svetu se najveća količina oklaska u industrijskoj preradi koristi u hemijskoj industriji za proizvodnju furfurola, dok ostatak nakon njegovog izdvajanja (masa koja sadrži degradirane delove celuloze) nalaze upotrebu kao specifična hrana ili za proizvodnju aktivnog uglja. Činjeni su pokušaji da se iz oklaska industrijskom preradom dobiju proizvodi: sirćetna kiselina, metanol, drveni ugalj, ksilitol, furfural itd. U našoj zemlji ne postoji ni jedan pogon za komercijalnu preradu oklaska. Kod nas je šira pažnja uglavnom posvećena direktnom sagorevanju oklaska za grejanje i zagrevanje vazduha za sušenje zrna.

Hemijski sastav oklaska, a pre svega fizičko-hemijske osobine (rastvorljivost, apsorpcija) zatim neutralna pH vrednost, odsustvo smola i voskova kao i bitna činjenica da su teški metali prisutni ili u zanemarljivim količinama ili ih uopšte nije moguće detektovati, čini ga idealnim organskim nosačem. Idealan je nosač mikroingradjenata, za stočnu hranu, pre svega najvećeg broja vitamina, zatim u farmaceutskoj industriji - nosač za antibiotike, u kozmetici nosač dezodoranasa itd. Međutim, polazna sirovina za industrijsku

preradu, kao i za ostale namene zahteva njegovo fizičko prilagođavanje, odnosno mehaničko usitnjavanje, granuliranje i otprašivanje. Tako dobijeni celulozni granulati izazivaju veliko interesovanje u metaloprerađivačkoj industriji za odmašćivanje, sušenje i poliranje, kao i za pranje vodenih površina od izlivena nafte ili mazuta.

Prerada oklaska

U Institutu za kukuruz "Zemun Polje" po originalnoj tehnološkoj šemi konstruisano je pilot postrojenje za preradu oklaska.

Prerada se odvija u nekoliko faza:

- pred mlevenje - grubo drobljenje;
 - separacija - izdrobljeni materijal se razdvaja na vazдушnom separatoru na dve osnovne frakcije (tvrdu ili drvenastu i meku ili plevičastu)
 - usitnjavanje - da bi se dobili proizvodi za određene namene tvrda frakcija se dalje usitnjava i propušta kroz sita manjih otvora.
 - granuliranje - usitnjeni materijal tvrde frakcije odvodi se preko vazdušnog separatora na vibraciono prosejavanje.
- Kapacitet ovog eksperimentalnog pogona je 420.000 kg prerađenog oklaska.

Proizvodi od oklaska

Po originalnoj ZP tehnologiji prerade oklaska koja je razvijena u Odseku za tehnološka istraživanja dobijaju se ligno-celulozni granulati - **CELGRAN** proizvodi namenjeni metaloprerađivačkoj i hemijskoj industriji a kojih nema na domaćem tržištu. Za celgran proizvode postoji velika potražnja i na inostranom tržištu, jer zapadne zemlje imaju jako razvijenu metaloprerađivačku i druge industrije, a sve ne proizvode kukuruz.

Na konstruisanom pilot postrojenju proizvedeni su granulati:

CELGRAN A - čestice koje prolaze kroz sito ϕ 3mm

CELGRAN B - čestice koje prolaze kroz sito ϕ 2mm

CELGRAN C - čestice koje prolaze kroz sito ϕ 1mm

Frakcije celgrana A, B i C znatno se razlikuju po fizičko-hemijskim osobinama što opredeljuje njihovu namenu (Bekrić i sar., 2000). Sve tri frakcije imaju veliki kapacitet apsorpcije vode, ali se apsorpcija znatno razlikuje između frakcija, a naročito između A i C. Kapacitet apsorpcije ulja je znatno manji, ali se znatno povećava (od 2,5 do 5 puta) sa porastom procenta vlage u materijalu na čemu se i zasniva njihova upotreba vrednost za odmašćivanje i sušenje kao i pranje vodenih površina od izlivena nafte i mazuta.

Hemijski sastav i fizičko-hemijske karakteristike različitih frakcija Celgran proizvoda date su u tabelama 3 i 4.

Na 38. Međunarodnom jesenjem sajmu u Novom Sadu **CELGRAN** - proizvodi od kukuruznog oklaska nagrađeni su zlatnom medaljom za kvalitet, a za tehničko unapređenje tehnologije dobijanja ovih proizvoda Privredna komora Beograda je dodelila godišnju nagradu u 2001.

Tabela 3. Hemijski sastav različitih frakcija **CELGRAN**[®] proizvoda

Frak-cija	Suva materija (%)	Celuloza (%)	Hemiceluloza (%)	Lignin (%)	Ulje (%)	Protein (%)	Pepeo (%)	BEM* (%)
A	96,80	41,70	37,20	8,00	0,08	1,75	1,01	61,77
B	94,60	39,00	37,00	7,00	0,07	3,06	1,17	62,30
C	88,80	38,70	35,00	6,25	0,06	4,31	1,21	65,10

*Bezazotne ekstraktivne materije

Tabela 4. Fizičko-hemijske karakteristike različitih frakcija CELGRAN® proizvoda

Frakcija	A	B	C
Rastvorljivost (%)			
Voda	4,30	4,96	10,96
Etanol	1,32	1,64	5,01
Aceton	2,20	4,90	10,73
Natrijum hidroksid	9,56	11,99	25,96
Apsorpcija (%)			
Voda	106,80	160,54	588,16
Ulje	28,83	77,59	119,27
Ulje posle apsorpcije vode (vlažnog uzorka)	25,79	37,11	24,79
Ulje posle apsorpcije vode (suvog uzorka)	118,08	220,18	286,22

Primena oklasa

Zbog svojih funkcionalnih osobina oklasak nalazi uspešnu primenu kao:

- sredstvo za efikasno odmašćivanje, sušenje i poliranje u metaloprerađivačkoj i elektro industriji
- organski nosači visokih performansi koji se efikasno koriste u proizvodnji pesticida i agrohemikalija (kao nosači), farmaceutske industriji, kozmetici, proizvodnji eksploziva i drugo.
- medijuma za separaciju teških metala iz tečnosti i za pranje vode, odnosno uklanjanje izlivenih mrlja sa vodenih površina.

ZAKLJUČAK

U Eksperimentalnom pogonu Instituta za kukuruz kao rezultat dugogodišnjeg naučno-istraživačkog rada primenom novih tehničko-tehnoloških postupaka mikronizacije i ekstruzije, zasnovanih na principu visoka temperatura-kratko vreme, dobijeni su proizvodi od soje i drugog zrnevlja visoke nutritivne i biološke vrednosti koji mogu da se koriste kao pojedinačne komponente ili kompletna polugotova hrana. Kombinacijom procesa mikronizacije i ekstruzije od celog zrna dobijen je nov proizvod MIKRO-EX SOJA koji karakteriše izrazito smanjen sadržaj antinutritivnih materija. Ovaj proizvod se koristi u ishrani domaćih životinja kao proteinsko-energetski dodatak. Eksperimentalni rezultati dobijeni testiranjem navedenih proizvoda u ishrani različitih vrsta i kategorija domaćih životinja nedvosmisleno su pokazali da primena mikronizacije i ekstruzije kao načina obrade stočnih hrana pokazuje punu nutritivnu i ekonomsku opravdanost i istovremeno opravdava hipotezu o izboru tehnologija sa malom potrošnjom energenata, vode, rada, bez hemikalija prilagođenih za rad u poluindustrijskim uslovima – mini pogonima i u centrima proizvodnje sirovina. Pored toga, razvijen je i patentiran originalni proces za preradu kukuruznog oklasa koji omogućava dobijanje lignoceluloznih granulata odnosno celgran proizvoda različite veličine čestica pa prema tome i različite namene.

Iskustva dobijena u Institutu za kukuruz mogu se primeniti u širokoj proizvodnoj praksi što bi ubrzalo razvoj malih i srednjih preduzeća specijalizovanih za preradu zrna soje što bi se u krajnjoj meri odrazilo na još intenzivnije korišćenje ove dve najznačajnije ratarske kulture našeg podneblja.

LITERATURA

- [1] Bekrić V.: Upotreba kukuruza, Institut za kukuruz, Zemun Polje, Beograd-Zemun, 1997.
- [2] Bekrić V.: Industrijska proizvodnja stočne hrane, Institut za kukuruz, Zemun Polje, Beograd-Zemun, 1999.
- [3] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević, S. Žilić: Oklasak kukuruza – Mogućnosti prerade i iskorišćavanja, Časopis za procesnu tehniku u poljoprivredi, 2, 1998. 3: 109-112.
- [4] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević, S. Žilić, P. Piper, R. Jovanović, D. Terzić: Utilisation of maize cob as a raw material for industrial production of special purposes. XVIII International Conference of Maize and Sorghum Genetic and Breeding of the End of 20th Century, 4-9 jun 2000.
- [5] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević: Karakteristike mikronizovanih i suvo ekstrudovanih žitnih proizvoda, Žito-hleb, 21, 1994. 57-61.
- [6] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević, N. Radaković: Mogućnosti prerade poljoprivrednih proizvoda ekstruzijom, Časopis za procesnu tehniku u poljoprivredi, 1, 1997. 1-2: 10-12.
- [7] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević, R. Jovanović, S. Žilić: Tehnologija mikronizacije u proizvodnji hrane od žita, Časopis za procesnu tehniku u poljoprivredi, 3, 1999. 3-4: 76-79.
- [8] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević, R. Jovanović, S. Žilić, P. Krunić: "Razvoj novog asortimana hrane i tehničkih proizvoda od kukuruza, soje i drugog zrnevlja primenom novih tehničko-tehnoloških postupaka", Institut za kukuruz, Beograd-Zemun, 2000.
- [9] Bekrić V., I. Božović, M. Stanojlović, N. Radaković: Efekti sojinog zrna sa smanjenim sadržajem tripsin inhibitora u smešama za tov pilića, VI simpozijum tehnologije stočne hrane, "Tehnologija proizvodnje u službi kvaliteta", Budva, Zbornik radova, 1996. 27-34.
- [10] Božović I., D. Polić: Toplotna prerada i hranljiva vrednost sojinog zrna, Savremena poljoprivreda 42, 1994. 5: 99-106.
- [11] Božović I.: Škodljivi sastojci u zrnevlju sirove soje i načini njihove eliminacije, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Sarajevo, 1989.
- [12] Božović I.: Uticaj termičke prerade na sadržaj antihranljivih sastojaka tripsin inhibitora i hemaglutinina u sojinom zrnu, Arhiv za poljoprivredne nauke 52, 1991. 186: 143-154.
- [13] Corn Annual 2000, Corn Refiners Association, Washington, D.C., 2000.
- [14] Jakovljević J., J. Turkulov, V. Bekrić, Z. Bebić, B. Koronovac: Stanje i perspektive industrijske prerade ratarskih biljaka, IV Kongres o hrani "Razvoj agroindustrijske proizvodnje Jugoslavije", Beograd 10.-12. Oktobar, 1995. 41-60.
- [15] Jakovljević J.: Savremeni trendovi u industrijskoj preradi žita, Žito-hleb, 18, 1991. 27-36.
- [16] Johnson L. A., C. L. Hardy, C. P. Baumel, P. J. White: Identifying Valuable Corn Quality Traits for Starch Production, Cereal Foods World, 46, 2001. 9: 417-423.
- [17] Johnson L. A., C. L. Hardy, C. P. Baumel, T.-H. Yu, J. L. Sell: Identifying Valuable Corn Quality Traits for Livestock Feed, Cereal Foods World, 46, 10: 2001. 472-481.
- [18] Jovanović, R., M. Adamović, v. Bekrić, Lj. Sretenović, Lj. Stoičević, I. Božović: Uticaj ekstrudiranja zrna soje sa različitim sadržajem tripsin inhibitora na proizvodne performanse teladi. Zbornik radova sa VIII simpozijuma tehnologije stočne hrane (sa međunarodnim učešćem)

- "tehnologija proizvodnje stočne hrane u službi ekologije". Petrovac na moru 2 - 6. Jun, 1998. 120 - 128.
- [19] Pejić Đ.: Silažni kukuruz, Tehnologija proizvodnje i siliranje, Zemun Polje, Beograd-Zemun, 1994.
- [20] Radosavljević M., I. Božović, V. Bekrić V., J. Jakovljević, R. Jovanović, S. Žilić, D. Terzić: Savremene metode određivanja kvaliteta I tehnološke vrednosti kukuruza, Časopis za procesnu tehniku u poljoprivredi, 5, 2001. 3: 85-88.
- [21] Radosavljević M., I. Božović, V. Bekrić, R. Jovanović, S. Žilić, D. Terzić: Istraživanja tehnološke vrednosti i mogućnosti korišćenja kukuruza i soje u Institutu za

- kukuruz, II Savetovanje "Nauka, praksa i promet u agraru", Agroinovacije 2001, Vrnjačka Banja 10.-14. Januar, 2001. 97-104.
- [22] Radosavljević M., V. Bekrić: Corn as a source of energy, Information & technology transfer on renewable energy sources for sustainable agriculture, food chain and hfa '99, <http://rcub.bg.ac.yu/čtodorom>, 1999.
- [23] Statistički godišnjak Jugoslavije 2000, Savezni zavod za statistiku Beograd, 2000.

Primljeno: 1.04.2002.

Prihvaćeno: 8.04.2002.

Biblid: 1450-5029 (2002) 6; 1-2, p.60-61
UDK: 633.358:633.15:631.531

Stručni rad
Professiona paper

UTICAJ MEHANIZOVANE BERBE NA KVALITET SEMENA ZP HIBRIDA

Dr Milovan PAVLOV, mr Lana ĐUKANOVIĆ, Miloš MILIČEVIĆ, dipl. ing, Jasmina STOJADINOVIC, dipl. ing.
Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd - Zemun, Slobodana Bajića 1

UVOD

Proizvodnja hibridnog semena kukuruza u Srbiji datira od 1954 god., kada je organizovano umnožavanje semena američkih hibrida. Sredinom šezdesetih stvoreni su domaći visokorodni hibridi, a istovremeno se organizovala proizvodnja istih. Već posle nekoliko godina zadovoljene su potrebe naše zemlje za semenom tako da se Srbija pojavljuje kao značajan izvoznik semenskog kukuruza. Period između 1980-1990 god. bio je veoma značajan u proizvodnji i prodaji semenskog kukuruza, jer je u tom periodu prosečan izvoz semena ZP hibrida iznosio 11 837 t ili 16 867 000 dolara. U poslednjoj dekadi dvadesetog veka dolazi do znatnog smanjenja iznosa što je značajno uticalo na smanjenje proizvodnje semenskog kukuruza u Srbiji. Srbija ima sve preduslove za visokokvalitetnu proizvodnju hibridnog semena kukuruza jer ima:

- 1 - institute koji su stvorili hibride koji mogu da daju prinose preko 10 t suvog zrna/ha,
- 2 - povoljne agroekološke uslove za proizvodnju hibrida grupe zrenja FAO 100-800,
- 3 - savremenu tehnologiju proizvodnje semena,
- 4 - obučene kadrove za proizvodnju i doradu semena kao i aprobaciju useva i
- 5 - doradne centre sa kapacitetom 100 000 t doradenog semena.

USLOVI ZA POSTIZANJE VISOKOG KVALITETA SEMENA

Prinos semena po jedinici površine je sigurno jedan od najvažnijih elemenata koji direktno utiče na rentabilnost i ekonomičnost proizvodnje semena. Zbog toga Institut za kukuruz "Zemun Polje" posebnu pažnju poklanja stabilizaciji visokih prinosa naročito kod dvolinijskih hibrida. Za majčinske komponente biraju se rodne linije koje mogu da obezbede prinose od preko 2,5 t/ha doradenog semena. Takav prinos obezbeđuje da seme može kvalitetnije da se dorađi. U ovom radu pokušaćemo da ukažemo kako mehanizovana berba utiče na kvalitet hibridnog semena kukuruza.

Berba semenskog kukuruza

Berba semenskog kukuruza može da počne kada je vlažnost semena 30-35%, odnosno kada je seme dostiglo punu fiziološku zrelost. Tendencija je u svetu da se berba semenskog kukuruza

vrši mehanizovano i to beračima sa otkidačkim valjcima. Cilj je da klip bude sa što više komušine. Kod nas se najveći deo semena bere mehanizovano-beračima. Pošto većina doradnih centara nema komušace za šećerac dodatno komušanje se najčešće vrši ručno. Klip se obično kipuže na gomile i to uglavnom ispod neke nadstrešnice pa se dokomušavanje vrši ručno. Ukoliko se sa berbom počne ranije (veća vlaga) onda postoji mogućnost da ukoliko je debljina sloja velika, dođe do samozapaljenja kukuruza, što negativno utiče na vrednost semena. Ukoliko se sa berbom počne kasnije dolazi do povećanog krunjenja tako da se povećava procenat okrunjenog zrna koje po pravilu nije seme. Period od berbe do početka sušenja često je vrlo dug. Dešavalo se da kukuruz u klipu bude na gomili tri, pet pa i sedam dana. Ovo ima za posledicu pogoršanje kvaliteta semena. Da bi se zadržao kvalitet semena Institut za kukuruz je 1999 god. u svoju liniju prijema ugradio dva komušaca sa gumenim valjcima. Na ovaj način se vreme od početka berbe do početka sušenja skraćuje na 3-5 h. Zbog toga je neophodno da doradni centri raspolažu beračima i transportnim sredstvima kako bi mogli što kvalitetnije da upravljaju procesom berbe i sušenja. Ovako organizovana berba je od višestrukog značaja:

- sušara maksimalno koristi kapacitet,
- izbegava se nagomilavanje i dugo "čuvanje" klipa semenskog kukuruza na gomilama,
- smanjuje se mogućnost samozapaljenja,
- smanjuje se krunjenje semena,
- proizvođači smanjuju broj radnika za dokomušavanje - povećava se ekonomičnost proizvodnje semena i
- smanjuju se troškovi naknadnog utovara klipa i krunjenja semena.

MATERIJAL I DISKUSIJA

U tabeli 1 prikazana je masa klipova i sadržaj vlage po godinama.

Komušaljke su počele sa radom 1999 god. sredinom sezone, tako da su samo dva hibrida ZP-677 i ZP-704 išla preko komušaca. Sledeće 2000. i 2001 god. celokupna količina klipa koja je brana beračima dokomušavana je na komušaljka doradnog centra. Procenat vlage se kretao od 23,6 kod hibrida ZP-677 (2000god.) iz Graničara-Sid do 33,8 kod hibrida ZP-737 (2001 god.) (tabela 1). Rad komušaljki je zavisio od vrste hibrida i ulazne vlage. Najbolji rezultat je bio kod hibrida ZP-737 iz Zemun Polja (2000 god). Procenat okomušanih klipova bio je od 95-97%, a krunjenje semena je bilo najmanje. Dok je najlošiji rezultat u pogledu gubitka semena usled krunjenja bio kod