

SAVREMENE METODE ODREĐIVANJA KVALITETA I TEHNOLOŠKE VREDNOSTI KUKURUZA

CONTEMPORARY EVALUATION METHODS OF MAIZE QUALITY AND TECHNOLOGICAL VALUES

Dr Milica RADOSAVLJEVIĆ¹, dr Irina BOŽOVIĆ¹, dr Vitomir BEKRIĆ¹, dr Jovan JAKOVLJEVIĆ², mr Rade JOVANOVIĆ¹, mr Slađana ŽILIĆ¹, dipl. ing. Dušanka TERZIĆ¹

¹Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun, S. Bajica 1

²Tehnološki fakultet, Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1

REZIME

Rastući značaj savremenih procesa prerade kukuruza nametnuo je potrebu intenziviranja istraživanja u oblasti kvaliteta i tehnološke vrednosti zrna, kao i veze između faktora kvaliteta i upotrebe kukuruza. Novi koncept razvijenog tržišta kukuruza je da se identifikuju najznačajnije upotrebe, kao i zahtevi svake pojedinačne upotrebe u pogledu najbitnijih svojstava zrna.

Sledeći tendencije savremenih svetskih istraživanja u višegodišnjim ispitivanjima kvaliteta kukuruza u Odseku za tehnološka istraživanja Instituta za kukuruz modifikovano je više metoda i testova za određivanje svojstava, kao što su tvrdoća zrna, gustina, indeks flotacije i indeks apsorpcije vode, koja su od izuzetnog značaja za procenu upotrebne vrednosti kukuruza.

Gljučne reči: kukuruzno zrno, kvalitet kukuruza, tvrdoća zrna, gustina, indeks flotacije, indeks apsorpcije vode.

SUMMARY

An ever growing importance of contemporary maize processing has imposed a need for more intensive research within a field of quality and technological value of grain, as well as, relations between quality factors and maize utilisation. A new concept of the developed maize market encompasses the identification of the most important utilisation, as well as, requirements of each single use pertaining the essential grain properties.

Several methods and tests for determination of properties, such as kernel hardness, kernel density, floatation index and water absorption index that are very important for estimation of the maize utilisable value, have been modified, according to contemporary tendencies in the world research, in the course of the long-term maize quality testing performed at the Department of technological research of the Maize Research Institute, Zemun Polje.

Key words: maize kernel, maize quality, kernel hardness, density, floatation index, water absorption index.

UVOD

Kukuruz je, kako po rasprostranjenosti gajenja tako i po proizvedenim količinama, najznačajnija ratarska kultura našeg podneblja (Radosavljević i Bekrić, 1999). Najveći deo proizvedenog kukuruza, u našoj zemlji kao i u svetu, troši se u tradicionalnom domenu njegove primene, tj. kao obrađen ili neobrađen za ishranu stoke. U novije vreme sve veći značaj, naročito u svetskim razmerama, dobijaju i ostali vidovi potrošnje kukuruza, odnosno zapaža se sve veće učešće kukuruza u industrijskoj preradi (Corn annual, 2000). Jugoslavija spada u onu grupu zemalja, koja ima visoko mesto u proizvodnji kukuruza, a veoma mali udeo njegove industrijske prerade. Pošto je valorizacija ove, za našu zemlju najvrednije prirodno obnovljive sirovine, veoma jednostrana, nepovoljna i nepotpuna, istraživanja kvaliteta i tehnološke vrednosti kukuruza sa pravom zahtevaju posebnu pažnju.

U većem broju ranije objavljenih radova diskutovani su rezultati višegodišnjih proučavanja fizičkih osobina i hemijskog sastava zrna nekoliko stotina hibrida kukuruza (Bekrić i sar. 1993, 1994/4, 1995, Radosavljević i sar. 1995, 2000), dok su u ovom radu detaljno opisane savremene metode određivanja bitnih svojstava kvaliteta i tehnološke vrednosti kukuruza i pored toga razmotrena važna pitanja i aktuelni trendovi ove istraživačke oblasti.

ŠTA JE KVALITET KUKURUZA?

U naučnoj literaturi kvalitet kukuruza se tumači i definiše na različite načine. Koji od njih je najbolji i najmerodavniji? Najnoviji koncept razvijenog tržišta kukuruza podrazumeva identifikaciju najznačajnijih načina upotrebe, kao i zahteva svake pojedinačne upotrebe u pogledu najbitnijih svojstava zrna. Prema tome, kvalitet kukuruza označava različite stvari za različite korisnike, odnosno

potrošače. Generalno govoreći postoje tri glavne grupe faktora kvaliteta zrna.

Tabela 1. Klasifikacija faktora kvaliteta zrna (Eckhoff and Paulsen, 1996)

R. broj	Parametri
1.	Nedostaci Strani materijali Oštećenja Oštećenja usled toplote Toksične supstance
2.	Uslovi transporta i čuvanja Promene vlažnosti Napad insekata Kvar, zagrevanje
3.	Zahtevi upotrebe Sastav: proteini, škrob, ulje, itd. Mlevljivost Tvrdoća

Određivanje kvaliteta kukuruza namenjenog za dalju upotrebu igra značajnu ulogu pri njegovoj nabavci, kontroli procesa prerade, a pogotovu kod istraživanja koja se preduzimaju sa ciljem unapređenja njegove primene.

KORIŠĆENJE KUKURUZNOG ZRNA

Najvažniji načini upotrebe kukuruza sa zahtevima svake pojedinačne upotrebe u pogledu njihovih najbitnijih svojstava prikazane su u tabeli 2 (Jarboe, 1998). U našoj zemlji se još uvek troši oko 90% od ukupne proizvodnje kukuruza za ishranu stoke.

Za ovu veliku primenu najbolje rezultate daje kukuruz hemijskog sastava koji karakteriše visok sadržaj proteina i ulja, kao i nizak sadržaj vlakana. Drugi vidovi valorizacije kukuruza, a naročito njegova industrijska prerada u našoj zemlji skoro su simbolično zastupljeni. Ukupni domaći kapaciteti za mokru, odnosno skrobarsku preradu su 150000 tona kukuruza godišnje, od čega se u poslednjih deset godina koristi samo 30%. Za mokru preradu pogodan je kukuruz mekog, odnosno brašnatog tipa endosperma koji se lakše i kraće moći što kasnije omogućava bolju separaciju skroba i glutena. Prema procenama vodećih eksperata za proizvodnju etanola u našoj zemlji dovoljno bi bilo da se preradi 160000 tona kukuruza godišnje (Bekrić, 1997). Proizvedeni etanol se koristi isključivo u proizvodnji alkoholnih pića ili kao industrijski rastvarač, ali još uvek ne kao alternativno pogonsko gorivo. Najvažniji kriterijum za proizvodnju alkohola iz kukuruza je sadržaj skroba u zrnju koji treba da bude iznad 70% da bi se dobilo 37-40 litara etanola iz 100 kg kukuruza.

Postupkom suve prerade može da se preradi nešto malo manje od 200000 tona kukuruza u našoj zemlji. Za suhu meljavu kukuruza pogodniji i bolji je kukuruz tvrdog, odnosno rožastog tipa endosperma.

U poslednje vreme na našem tržištu su se pojavili i proizvodi alkalno kuvanog kukuruza. Za ovu svrhu preporučuje se upotreba kukuruza polutvrđunaca sa visokim sadržajem proteina i po mogućnosti bele koćanke.

Tabela 2. Upotrebe kukuruza sa zahtevima u pogledu njegovih svojstava

UPOTREBA	VAŽNI FAKTORI KVALITETA ZA	
	VELIKE UPOTREBE	POSEBNE, MANJE UPOTREBE (<1% TRŽIŠTA)
ISHRANA ŽIVOTINJA	Sadržaj proteina (visok) Sadržaj ulja (visok) Sadržaj vlakna (nizak) Sadržaj lizina (visok za svinje) Sadržaj metionina (visok za piliće)	Druge amino kiseline
MOKRO MLEVENJE ILI SKROBARSKA PRERADA (skrob, gluten, zaslađivači, ulje, etanol)	Sadržaj proteina (nizak) Sadržaj ulja (visok) Sadržaj skroba (visok) Gustina-Tvrdoća (umerena, mek)	Specijalne osobine skroba
SUVA ILI MLINSKA PRERADA (grizevi, pahuljice)	Gustina-Tvrdoća (visoka, tvrd) Sadržaj proteina (visok) Sadržaj ulja (nizak)	Ekstra-kрупna zrna
ALKALNO KUVANJE (Meksička hrana, čips)	Gustina-Tvrdoća (srednje-visoka, srednja) Sadržaj proteini (visok) Boja koćanke (bela)	

Prema procenama vodećih svetskih eksperata u oblasti primene i kvaliteta kukuruza moguće je povećati vrednost kukuruza usaglašavanjem svojstava kukuruza sa zahtevima upotrebe

STANDARDI I PROPISI O KVALITETU KUKURUZA

Nastojanja da se kvalitet kukuruza u prometu klasira, normira i propiše imaju dugu istoriju. Na primer, definicija loma i stranih primesa utvrđena je prvi put još 1914. godine u SAD da bi već 1916. godine bila primenjena u prvom Američkom standardu za žita (US Grain Grading Standard). U današnje vreme većina zemalja značajnih proizvođača kukuruza ima donete standarde za kvalitet. Savremeni standard omogućava potpunu deskripciju kvaliteta kukuruza i komunikacionu informaciju za kupce i prodavce za svaku pojedinu ponudu ili isporuku. Svi učesnici u prometu mogu

se osloniti na standardom definisane klase i pregovarati o milionima dolara služeći se savremenim elektronskim sredstvima, a da pri tom ne vide robu proizvođača ili isporučioaca. Pregled standarda i propisa pojedinih zemalja pokazuje mnogo zajedničkog ali i mnogo razlika. Današnji razvoj tržišta kukuruza nameće potrebu internacionalnog uskladjivanja različitih definicija, termina, strukture klasa i inspeksijske procedure.

Važeći Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom JUS E.B3.516/1 definiše svojstva kukuruza kao sirovine za industrijsku preradu i stočnu hranu u osam kategorija: sadržaj i vrsta primesa, sadržaj vlage, hektolitarska masa, klase kvaliteta kukuruza, organoleptička svojstva, prisustvo štetočina, prisustvo mikroorganizama, prisustvo ostataka sredstava za zaštitu bilja, uništavanje korova i štetočina. Osim ovog standarda koji je donet 1982., a minimalno dopunjen 1991. godine, kvalitet kukuruza direktno ili indirektno uslovljava još i nekoliko drugih propisa kao što su pravilnici o kvalitetu žita, stočne hrane i životnih namirnica. Važeći jugoslovenski standard na bazi primesa razvrstava kukuruz u pet klasa. Ukupni udeo primesa ne sme da prelazi: za I klasu 4%, za II klasu 7%, za III klasu 11%, za IV klasu 15% i za V klasu 18%. Po ovom standardu optimalni sadržaj vlage u zrnju kukuruza u toku skladištenja ne sme da pređe 14%.

OSOBINE KUKURUZNOG ZRNA

Istraživanja tehnološkog, odnosno komercijalnog i upotrebnog kvaliteta ratarskih kultura i to u prvom redu istraživanja kvaliteta merkantilnog kukuruza dobijaju poslednjih godina sve veći i zasluženi značaj u vodećim istraživačkim centrima u svetu. Iz okvira ove problematike u našim dosadašnjim istraživanjima razvijeno je, odnosno adaptirano i šire primenjeno više analitičkih metoda i testova koji su od izuzetnog značaja za procenu upotrebne vrednosti merkantilnog kukuruza.

Fizičke karakteristike kukuruznog zrna

Posmatrano sa aspekta primene kukuruza u industriji, tvrdoća zrna je njegovo najbitnije fizičko svojstvo od koga zavise: zapremninska masa i gustina, neke nutritivne karakteristike, osetljivost na lomljenje zrna i obrazovanje prašine (pri manipulaciji i transportu), mehanička snaga za mlevenje, mogućnost proizvodnje specijalnih kukuruznih proizvoda, kao i prinos glavnih proizvoda iz suve i vlažne meljave, odnosno prerade. Tvrdoća i čvrstoća zrna su tesno povezane sa odnosom tvrdog (rožastog) i mekog (brašnatog) endosperma, zbog čega je dosta teško precizno definisanje tvrdoće zrna pa se otuda susreću dve definicije. Po prvoj, tvrdoća se izražava kao sadržaj tvrdog endosperma u procentu od težine ili zapremine zrna i ova definicija se najčešće koristi kada se želi okarakterisati pogodnost kukuruza za suhu meljavu. Na drugi način tvrdoća se definiše preko otpornosti zrna na lomljenje (mlevenje), čime se izražavaju mehanička svojstva zrna na lomljenje, ponašanje zrnene mase u transportu, manipulaciji, skladištenju i utrošak energije pri mlevenju. Osim proporcije tvrdog i mekog endosperma na tvrdoću i čvrstoću zrna bitno utiču: debljina perikarpa i ćelijska struktura endosperma. Sama tvrdoća zrna je nasledna karakteristika koja se do izvesne mere modifikuje okruženjem, primenjenom agrotehnikom, načinom žetve i naročito načinom sušenja. Unutrašnja čvrstoća zrna, koja manifestuje tvrdoću, teško se precizno meri i izražava zbog kompleksne građe i strukture zrna. Zbog toga je za merenje tvrdoće u upotrebi veliki broj direktnih i indirektnih metoda. Direktne metode (ručna disekcija zrna, merenje magnetnom rezonancom, mlinska simulacija) su spore i relativno skupe, zato se više koriste indirektno metode.

U laboratoriji Instituta za kukuruz adaptiran je Stenvert-Pomerantz-ov test za merenje parametara tvrdoće kao što su otpornost na mlevenje, zapremina mliva i udeo tvrde i meke frakcije endosperma.

Struktura kukuruznog zrna

Zrelo kukuruzno zrno sastavljeno je iz tri osnovna dela:

perikarpa (omotač), klice i endosperma. Na osnovu strukture zrna i sastava endosperma svi, kod nas i u svetu, komercijalno gajeni hibridi kukuruza mogu se svrstati u jedan od pet osnovnih tipova: zubani, tvrdunci, brašnasti, kokičari i šećerci. Ručna disekcija kukuruznog zrna, iako spora, još uvek je najpouzdanija metoda za utvrđivanje udela njegovih morfoloških frakcija i tipa endosperma. Primenjuje se po sledećoj proceduri:

- iz reprezentativnog prosečnog uzorka izdvaja se 100 slučajno odabranih zrna,
- izdvojena zrna se drže potopljena u destilovanoj vodi na sobnoj temperaturi oko 15 časova,
- ručno, ostrim skalpelom svako se zrno razdvoji na svoje osnovne delove: perikarp, klicu i endosperm,
- u mali žičani kontejner-sito postepeno se unosi suvi endosperm i trlja gumenim tučkom o žičane zidove sve dok se ne odvoji brašnasti endosperm
- izmeri se masa svake od četiri frakcije zrna: perikarp, kilca, rožasti i brašnasti endosperm
- zbir masa sve četiri frakcije treba da je približan prosečnoj masi 100 slučajno odabranih zrna. Moguće odstupanje ne treba da bude veće od 5% i
- isti radnik, najmanje dva puta na isti način ponavlja analizu, a dobijeni rezultat se iskazuje kao procenat mase analiziranih zrna.

Mnogobrojna merenja na prethodno izneti način pokazala su da se zrelo zrno standardnog zuba sastoji od 6-7,5% omotača, 10-12% klice, oko 80% endosperma, dok se 3-4% javlja kao gubitak mase pri merenju.

Hektolitarska ili zapreminska masa predstavlja masu u jedinici zapremine, odnosno gustinu nasute mase. Kao fizički kriterijum kvaliteta često je kritikovana kao nepouzdan parametar jer više odražava način pakovanja i slaganja zrna nezavisno od veličine i oblika zrna. Ova mera je od značaja za kapacitet skladištenja, transportnih jedinica, kontejnera i kapacitet mašina, a predstavlja i najstariji standardni pokazatelj kvaliteta kukuruznog zrna. Američki standard za kukuruz vezuje hektolitarsku masu za klase tako da US No. 1 i US No. 5 mora da ima minimalno 72,0 odnosno 59,4 kg hl⁻¹. Još uvek važeći JUS E.B3. 516/1 sa obaveznom primenom ne vezuje hektolitarsku masu za klase već je ograničava na minimalnih 65 kg hl⁻¹. Hektolitarska masa se određuje na Shopper'ovoj vagi u pet uzastopnih merenja, a rezultat izražava u kg hl⁻¹ kao prosečna vrednost preračunata na vlažnost od 13%.

Masa 1000 zrna ili apsolutna masa kao fizički kriterijum kvaliteta zavisi od veličine i oblika kukuruznog zrna. Određuje se brojanjem i merenjem pet puta po 200 celih zrna, a prosečna vrednost preračunava se na suhu materiju.

Gustina zrna se definiše kao u fizici i to je osobina materije zrna. Pošto je u pozitivnoj korelaciji sa prinosima određenih frakcija suve meljave kukuruza često se koristi i kao indirektna mera tvrdoće zrna. U našoj laboratoriji gustina se određuje u specijalnoj koloni na osnovu razlike nivoa 96% etanola pre i posle potapanja 100 zrna poznate mase (Cronj i sar., 1991). Rezultat se izračunava na osnovu mase i zapremine potapanih zrna.

Indeks flotacije ili procenat plivajućih zrna u rastvoru natrijum nitrata definisane specifične gustine (1,250 g/cm³) je svojstvo koje ukazuje na stepen tvrdoće kukuruza, jer je u visokoj korelaciji sa sadržajem rožastog endosperma. Određuje se na sledeći način:

- sadržaj vlage u uzorcima zrna se podesi na oko 12%
- iz reprezentativnog uzorka odvoji se i izmeri 100 slučajno odabranih zrna,
- pripremi se rastvor natrijum nitrata gustine 1,250 g cm⁻³,
- u 500 ml pripremljenog rastvora unese se 100 zrna uzoraka, promeša i zadrži 30 sekundi,
- zrna koja plivaju pakupe se posle 30 sekundi mrežastom kašikom i prenesu na filter papir da se prosuše,
- nakon prosušivanja izmeri se njihova masa i izračuna procenat u odnosu na početnu masu uzorka,
- analiza se radi u tri ponavljanja, a prosečna vrednost od tri probe se evidentira kao flotacioni broj i
- odstupanja između ponavljanja ne treba da budu veća od 10%.

Indeks apsorpcije vode koristi se kao mera ili pokazatelj upotrebne vrednosti kukuruza za mokru meljavu i određuje se merenjem količine vode koju pod tačno definisanim uslovima

apsorbuje određena količina kukuruznog zrna (Hsu et al., 1983).

Otpornost na mlevenje kao stepen tvrdoće određuje se u našoj laboratoriji Stenvert-ovim testom za pšenicu po proceduri koju su za kukuruz adaptirali Pomeranz i sar. (1986). Upotrebljava se mikro čekićar sa učestanošću obrtaja od 3600 min⁻¹, sitom sa otvorom 0,2 mm i graduisanom epruветom dužine 125 mm i prečnika 25 mm. Melje se 20 g reprezentativnog uzorka, poznate vlage. Vreme mlevenja se meri štopericom i kada količina mliva u epruветi dostigne nivo od 17 ml, to vreme predstavlja indeks otpornosti na mlevenje. Dobijeno mlivo separiše se sejanjem na sitima sa otvorima prečnika 2 mm i 0,7 mm na paperjastu frakciju sa veličinom čestica manjom od 0,5 mm i tvrdu frakciju sa veličinom čestica većom od 0,7 mm. Masa dobijenih frakcija isražava se u procentima od ukupne mase uzorka. Zapremina samlevenih frakcija se procenjuje vizuelno. Ukupni nivo mliva u epruветi je indeks upakovanosti, jer paperjasto mlivo ima veću zapreminu i zauzima više prostora, odnosno postiže veću visinu. Odnos krupnijih i sitnijih čestica definisan je masom izraženom $W=C/F$, gde C označava krupne čestice veće od 0,7 mm, a manje od 2 mm, a F čestice odnosno frakciju manju od 0,5 mm. Ovaj odnos se određuje u dva ponavljanja, a rezultati svih ponavljanja izračunavaju se analizom varijanse. Vreme mlevenja je generalno manje, a zapremina (ukupna visina u epruветi) veća za brašnaste zubane, nego za rožaste tvrdunce.

Hemijski sastav kukuruznog zrna

Kao što pokazuju ranije navedeni podaci, pored fizičkih karakteristika i hemijski sastav kukuruznog zrna predstavlja njegovo veoma važno svojstvo, kako za one koji ga koriste u industrijske svrhe, tako i kod njegove upotrebe za ishranu ljudi i životinja. Za određivanje hemijskog sastava kukuruznog zrna u našoj laboratoriji koriste se standardne kvantitativne metode (skrob po Ewers-u, proteini po Keldahl-u, ulja po Soxhlet-u), dok se u svetu za ovu svrhu uglavnom koristi brza instrumentalna NIR metoda (Near Infrared Reflectance).

Fizičke i hemijski karakteristike ZP hibrida kukuruza

Osnovne hemijske i fizičke karakteristike zrna dvadeset najraširenijih ZP hibrida kukuruza različite grupe zrenja i različitog tipa endosperma gajenih u dve uzastopne godine prikazane su u tabeli 3.

Tabela 3. Osnovne hemijske i fizičke karakteristike zrna 20 najraširenijih ZP hibrida kukuruza

Osobine	Prosek	Minimum	Maksimum
Sadržaj proteina (%)	10,2	8,8	13,5
Sadržaj skroba (%)	71,1	67,5	73,7
Sadržaj ulja (%)	4,9	4,1	6,5
Struktura zrna:			
-Sadržaj perikarpa (omotač) (%)	6,3	5,9	7,4
-Sadržaj klice (%)	14,2	12,0	17,2
-Sadržaj endosperma (%)	78,5	76,7	81,3
Zapreminska masa (kg m ⁻³)	818,8	771,8	897,7
Masa 1000 zrna (g)	320,2	121,6	392,7
Gustina (g cm ⁻³)	1,27	1,23	1,34
Flotacioni indeks (%)	28	0	71
Indeks apsorpcije vode	0,215	0,155	0,278
Udeo tvrde frakcije (%)	58,8	49,6	75,2

Hemijske i fizičke karakteristike zrna do sada ispitanih hibrida kukuruza kretale su se u veoma širokom opsegu. Ovako velike razlike u ispitivanim karakteristikama su dobra osnova i pretpostavka za široku primenu ovih, kao i novih hibrida kukuruza. Ovi najnoviji kao i raniji višegodišnji rezultati proučavanja hemijskog sastava i fizičkih karakteristika hibrida kukuruza pokazali su da najveći broj ispitivanih karakteristika zrna varira u zavisnosti od genetske osnove odnosno vrste hibrida, uslova gajenja i spoljašnje sredine. Varijabilnost ispitivanih

parametara kvaliteta pruža široke mogućnosti pri izboru i oceni hibrida za određenu namenu kao i pri selekciji novih hibrida.

Rezultati sopstvenih ispitivanja kvaliteta i tehnološke vrednosti kukuruza su u veoma dobroj korelaciji i saglasnosti sa najnovijim istraživanjima vodećih stranih autora u ovoj oblasti (Dorsey-Redding et al. 1991, Fox et al. 1992). Korelaciona analiza između ispitivanih parametara ukazuje na visoku zavisnost između pojedinih pokazatelja hemijskog sastava i fizičkih karakteristika kukuruza (Radosavljević i sar., 2000). Utvrđene međuzavisnosti pojedinih parametara kvaliteta koji se lako i brzo određuju mogle bi da posluže za predviđanje onih tehnoloških pokazatelja koji se dobijaju skupim i veoma složenim metodama.

ZAKLJUČAK

Metode za određivanje tvrdoće zrna, gustine i indeksa flotacije i apsorpcije vode kao kriterijuma kvaliteta i tehnološke vrednosti kukuruza modifikovane i primenjene u našoj laboratoriji omogućavaju dobijanje rezultata koji su uporedivi sa rezultatima vodećih istraživačkih centara u svetu. To su pouzdane i veoma praktične metode koje se relativno jednostavno i brzo izvode, a pored toga ne zahtevaju ni skupu opremu.

Ustanovljene zavisnosti između pojedinih parametara u našim i stranim istraživanjima sugerišu da se tvrdoća zrna, gustina, indeksi flotacije i apsorpcije vode mogu koristiti kao elementi kriterijuma tehnološkog kvaliteta, kako pri izboru hibrida za određene namene, tako i u oplemenjivanju kukuruza.

LITERATURA

- [1] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević: Fizičke karakteristike, hemijski sastav i tehnološke karakteristike novog generacije ZP hibrida, Kukuruz i sorgo, br. 8, Moskva, 1993.
- [2] Bekrić V., I. Božović, Z. Pajić, M. Radosavljević: Fizičko-hemijske i tehnološke karakteristike ZP hibrida sa različitim tipom endosperma, Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza, 50 godina Instituta za kukuruz "Zemun Polje", Beograd, 28-29 septembar, 407-413, 1995.
- [3] Bekrić V., J. Jakovljević, I. Božović, M. Radosavljević: Maize kernel hardness as a criterion of technological quality, J. Sci. Agric. Research, 55 (2002): 11-23, 1994/4.
- [4] Bekrić V.: Upotreba kukuruza, Institut za kukuruz, Beograd-Zemun, 1997.
- [5] Corn Annual 2000, Corn Refiners Association, Washington, D.C., 2000.
- [6] Cronje D. E., A. J. Bason, S. J. Theron, J. H. Viljoen: Quality

changes in maize during export. In: Hill (Ed.), Uniformity by 2000, pp. 323-346. International workshop on maize and soybean quality. Scherer Communications, Urbana, 1991.

- [7] Dorsey-Redding C., C. R. Hurburgh, L. A. Johnson, S. R. Fox: Relationships among maize quality factors, Cereal Chem. 69 (6): 602-605, 1991.
- [8] Eckhoff S. R., M. R. Paulsen: Maize. In: R. J. Henry & P. S. Kettlwell (Eds.), Cereal Grain Quality, pp. 97-112. Chapman & Hall, London, 1996.
- [9] Fox S. R., L. A. Johnson, C. R. Hurburgh, C. Dorsey-Redding, T. B. Bailey: Relations of Grain Proximate Composition and Physical Properties to Wet-Milling Characteristics of Maize, Cereal Chem. 69 (2): 191-197, 1992.
- [10] Hsu K. H., C. J. Kim, L. A. Wilson: factors affecting water uptake of soybeans during soaking. Cereal Chem. 60 (3): 208-211, 1983.
- [11] Jarboe D.: The Iowa Grain Quality Initiative: A value-added grain information resource. In: Report of Fifty-Third Annual Corn & Sorghum Research Conference, pp. 41-44. American Seed Trade Association, Washington, 1998.
- [12] JUS E.B3 516/1 Kukuruz kao sirovina za industrijsku preradu i stočnu hranu, Sl. list SFRJ. Broj 36/91.
- [13] Official United States Standards for Grain, Fgzs. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, 1988.
- [14] Pomerantz Y., G. E. Hall, Z. Czuchajowska, F. S. Lai: Test weight, hardness, and Breakage Susceptibility of Yellow Dent Corn Hybrids, Cereal Chem., 63 (4): 349-351, 1986.
- [15] 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/ctodorom>, 1999.
- [16] Radosavljević M., V. Bekrić, I. Božović, G. Radović: Hemijske i funkcionalne osobine skroba zrna kukuruza, Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza, 50 godina Instituta za kukuruz Zemun Polje, Beograd, 28-29 septembar, 425-433, 1995.
- [17] Radosavljević M., V. Bekrić, I. Božović, J. Jakovljević: Fizičke i hemijske osobine zrna različitih genotipova kukuruza kao kriterijum tehnološkog kvaliteta, XIV Međunarodni kongres "Žito hleb", Novi Sad, 7-9 jun, 2000.
- [18] Radosavljević M., V. Bekrić, I. Božović, J. Jakovljević: Physical and Chemical Properties of ZP Maize Hybrids of Various genotypes, XVIII International Conference on Maize and Sorghum Genetics and Breeding at the End of the 20th Century, Belgrade, 4-9 jun, 2000.

Primljeno: 23.03.2001.

Prihvaćeno: 27.03.2001.

Biblid: 1450-5029 (2001) 5; 3, p. 88-91
UDK: 536.3;631.227.2

Stručni rad
Professional paper

INFRA GASNI GREJAČ KAO UPRAVLJAČKI ORGAN SAU ZA ZAGREVANJE ŽIVINARSKIH FARMI

INFRA GAS HEATERS AS A CONTROL DEVICE OF AUTOMATIC SYSTEM CONTROL FOR CHICKEN FARMS HEATING

Dr Dragutin DEBELJKOVIĆ*, dipl. ing. maš, Veselin MULIĆ**, dipl. ing. maš,
Radomir MARČETA**, Atila ČUKA**, dipl. ing. maš.,
*Mašinski fakultet, Beograd, **Viša tehnička škola, Zrenjanin

REZIME

U radu su saopšteni rezultati sinteze upravljačkog sistema gasnog infra-grejača prostora farme za tov živine. Detaljno su prikazani: simboličko-funkcionalna šema, strukturni dijagram i dijagram procesa sistema automatskog upravljanja (SAU) grejanja prostora zračećim cevima. Obrazložen je izabrani koncept upravljanja. Posebno su kritički analizirani izvršni organ upravljačkog sistema i upravljački organ objekta. Na kraju rada su, grafički i tabelarno, dati rezultati merenja temperaturnog polja vazduha u kojoj se tovi živina.

Ključne reči: tov živine, infra gasni grejač, upravljački sistem, zona ugodnosti.