

Bibliid: 1450-5029 (2008) 12; 3; p. 93-96
UDK: 633.15

Pregledni rad
 Review

SAVREMENI PRISTUPI UPOTREBE KUKURUZA

CONTEMPORARY APPROACHES TO MAIZE UTILISATION

Dr Vitomir BEKRIĆ, dr Milica RADOSAVLJEVIĆ
 Institut za kukuruz «Zemun Polje», Beograd-Zemun

REZIME

Posmatrano u svetskim razmerama kukuruz je jedna od najznačajnijih gajenih biljaka i kao takav ujedno i jedna od najznačajnijih prirodno obnovljivih ugljenohidratnih sirovina energije i jako velikog broja veoma različitih proizvoda. Dominacija i superiorni položaj kukuruza uslovljeni su prevashodno izuzetno širokim, veoma raznovrsnim i ogromnim mogućnostima njegove upotrebe.

U ovom radu su prikazana dosadašnja dostignuća i diskutovane perspektive budućeg razvoja upotrebe kukuruza. Posebno su istaknute i opisane najnovije upotrebe kukuruza u proizvodnji bioetanol, biorazgradive plastike i tekstilnih vlakana. Pored toga, dat je i kratak osvrt na promene u svetskoj proizvodnji kukuruza.

Ključne reči: kukuruz, proizvodnja, upotreba, bioetanol, biorazgradiva plastika, tekstilno vlakno.

SUMMARY

From a global standpoint, maize is one of the most important crops and as such one of the most significant naturally renewable carbohydrate raw materials of not only energy but also numerous very different products. The dominance and superiority of maize are primarily caused by and resulted from the extremely wide, very diversified and enormous possibilities of its utilisation.

Previous accomplishments were presented and prospective developments of the maize utilisation were discussed in the present study. The recent utilisations of maize in the production of bioethanol, biodegradable plastics and textile fibres were particularly emphasised and described. In addition, a brief review on changes in the global maize production was also presented.

Key words: maize, production, utilisation, bioethanol, biodegradable plastics, textile fibres.

UVOD

Vekovima je biljka kukuruza poznata po raznovrsnosti upotrebe za hranu, krmu, bezalkoholna i alkoholna pića, građevinski i gorivni materijal, kao lekovita i ukrasna biljka. Sa razvojem industrije, počeo je od svih delova kukuruzne biljke da se razvija veliki asortiman proizvoda koji se sada broje na više stotina. Međutim, u ovoj prvoj deceniji XXI veka svedoci smo velikih promena u svim delatnostima sa kukuruzom. Posebno je dramatično povećanje upotrebe kukuruza za proizvodnju bioetanol i njegovog korišćenja kao alternativnog motornog goriva. Porast tražnje kukuruza za proizvodnju bioetanol, doveo je do visokog porasta cena i ugrožavanja ostalih grana koje koriste kukuruz. Rasprave o korišćenju hrane za biogorivo izašle su iz užih stručnih krugova, pa danas o pravom ili pogrešnom putu biogoriva raspravljaju političari, sociolozi, ekolozi, ekonomisti i drugi.

PROMENE U PROIZVODNJI KUKURUZA

U 2007. godini požnjevene površine pod kukuruzom u svetu bile su veće za 14%, obim proizvodnje povećan za 26%, upotreba za ishranu domaćih životinja povećana za 16% i industrijska prerada za 55% u odnosu na 2000. godinu. U odnosu na obim proizvodnje u 1900. godini, proizvodnja je posle 60 godina porasla za 3 puta, a u 2007. godini za 7,6 puta.

Veći broj studija pokazuje da porastu proizvodnje kukuruza najviše doprinose: razvoj tehnologije i inustrije semenarstva, povećanje agrotehničke efikasnosti, inovacije u razvoju širokog asortimana prehrambenih i tehničkih proizvoda od kukuruza a posebno inovacije u proizvodnji bioetanol i rast njegove upotrebe kao alternativnog motornog goriva. Porosečni svetski prinos po hektaru približava se poslednjih godina nivou od pet tona zrna, dok najrazvijenije poljoprivrede dostižu nivoe od 7-8 tona po hektaru. Najveći proizvođač kukuruza, Sjedinjene Američke Države (SAD), sa udelom u svetskoj proizvodnji od 40% dostigao je 2004. godine nacionalni rekord od 10,06 tona suvog zrna

po hektaru na površini od 30 miliona hektara. Prognoze Nacionalne asocijacije proizvođača kukuruza (National Corn Growers Association, NCGA) predviđaju da će nacionalni prosek 2015-16. godine dostići 175 do 180 bušela po akru, odnosno oko 12 tona suvog zrna po hektaru. Računa se da će povećanje doći usled povećanog genetskog potencijala hibrida, poboljšanja agrotehnike i biotehnoških inovacija.

Tabela 1. Proizvodnja i upotreba kukuruza u svetu
 Table 1. Global Maize Production and Utilization

	1960-1961	1999-2000	2007-2008
Požnjevene površine /Area harvested (1000 ha)	102.179	139.006	156.958
Zalihe/Stocks (1000 t)	50.159	196.808	107.250
Proizvodnja/ Production (1000 t)	199.957	607.630	766.234
Ukupna ponuda/ Total supply (1000 t)	268.557	838.458	965.910
Izvoz/Export (1000 t)	14.022	76.751	94.110
Ishrana životinja/ Animal nutrition (1000 t)	131.412	422.949	491.048
Industrijska prerada/ Industrial processing (1000 t)	62.896	180.356	278.862
Ukupna potrošnja/ Total consumption (1000 t)	194.508	608.255	769.910
Prosečan prinos/ Average yield (t/ha)	1,95	4,31	4,80

UPOTREBA KUKURUZA

Prema jednom istraživanju nađeno je da od 12 hiljada artikala koji su se mogli kupiti u supermarketima 1160 izvedeno je iz kukuruza (Bekrić,1997). Danas, na nekim sajtovima može se pročitati da od 10 hiljada artikala u megamarketima 2500 hiljade sadrže kukuruz. U tabeli 2 je dat pregled važnijih proizvoda ili grupe proizvoda na bazi kukuruza čiji broj nije konačan.

Tabela 2. Proizvodi koji koriste kukuruz
Table 2. Products that use Maize

Automobili i prevozna sredstva/Cars and transport/means of transporting	Gipsane table/ Gypsum board	Majonez/ Mayonnaise
Etanol/Ethanol	Gorivo/Fuel	Margarin/Margarine
Glava motora/ Cylinder head	Hleb/Bread	Mastilo za štampanje cena u prodavnicama/Ink for stamping prices in stores
Gume/ Tires	Hrana za bebe/Baby food	Papir/Paper
Gumene obloge/ Rubber finishes	Hrana za doručak/Breakfast food	Papirni i plastični tanjiri i čaše/Paper and plastic plates and cups
Svećice/Spark plugs	Hrana za životinje/Livestock feed	Pasta za zube/Toothpaste
Aluminijum/ Aluminium	Pasta za cipela/Shoe polish	Pelene za jednokratnu upotrebu/Disposable diapers
Antibiotici/ Antibiotics	Insekticidi/Insecticides	Pivo/Beer
Aspirin/Aspirin	Instant kafa i čajevi/Instant coffee and tea	Prašak za kolače/Dessert powders
Azbestna izolacija /Asbestos insulation	Izolacija, staklena vuna/Insulation, fibreglass	Premazi za drvo, papir, metal i tekstil/Coatings for wood, paper, metal and textile
Baterije/Batteries	Jestivo ulje/Edible oil	Proizvodi od slada/Malted products
Bezalkoholna pića/ Soft drinks	Jogurt/Yogurt	Sapuni i sredstva za čišćenje/Soaps and cleaners
Boje/Dyes	Kalcijum magnezijum acetat/Calcium magnesium acetate	Senf/Mustard
Boje i lakovi/ Paint and varnish	Kartonska ambalaža/Paper box products/cardboard products	Sirni namazi/ Cheese spreads
Brašno/Flour	Kečap/Ketchup	Sirupi/Syrups
Čokoladni proizvodi/ Chocolate products	Kikiriki puter/Peanut butter	Skrob i glukoza (preko 40 vrsta) Starch and Glucose (over 40 types)
Degradabilna plastika/ Degradable plastics	Konzervisano povrće/ Tinned vegetables	Slatkiši/ Candies and cookies
Dekstroza/ Dextrose	Kozmetika/Cosmetics	Smrznuta jela/ Frozen food
Dodaci za salate/Salad dressings	Kožna galanterija/ Fine leather goods	Tapete/Wallpaper
Džemovi i marmelade/ Jams, jellies and preserves	Krede i bojice/Chalk and crayons	Tekstil/Textile
Ekspozivi, petarde, rakete/ Explosives, firecrackers	Kreme za brijanje i losioni/Shaving creams and lotions	Tepisi i prostirke/ Carpets and rugs
Farmaceutski proizvodi/Pharmaceuticals	Kukuruzna krupica/Maize grits	Tortilje/Tortillas
Fruktoza/Fructose	Kukuruzni čips/ Maize chips	Viski/Whiskey
Gipsane table/ Gypsum board	Lepila/Adhesives	Žvake/ Chewing gums

Fleksibilnost makro molekula skroba da dejstvom kiselina, baza, enzima, temperature i pritiska daje nove oblike odnosno proizvode i tako otvara nove mogućnosti za korišćenje kukuruza. Kada posmatramo preradu kukuruza za prvi primer uzimamo snažan razvoj industrijske prerade kukuruza kod dominantnog proizvođača i prerivača SAD. Međutim, u snažan razvoj kreću i druge zemlje. Za primer možemo uzeti Kinu kao drugog proiz-

vođača kukuruza u svetu. Firma „Dačeng“ osnovana je 1997. godine. U njoj se godišnje preradi 3 miliona tona kukuruza. Osim klasičnih prerađevina skroba, gluterna, ulja, kukuruznih zaslađivača interesantno je pomenuti da se tu sintetizuje 300.000 tona 40 vrsta aminokiselina koje se koriste u biomedicinskoj i farmaceutskoj industriji. Tehnološki procesi su automatizovani i kompjuterizovani. Proizvodi se izvoze u 60 zemalja sveta.

Poslednjih godina posebnu pažnju privlače dve oblasti prerade kukuruza. Prva je već pomenuta rafinacija kukuruza u bioetanolu. Druga oblast je rafinacija kukuruza u polimer mlečne kiseline (Polylactic Acid, PLA) koji se upotrebljava za veliki broj organskih tekstilnih proizvoda ili kao biorazgradiva plastika.

BUM BIOETANOLA!

Obim svetske proizvodnje bioetanola iznosio je u 2006. godini 13,489 milijardi galona, i prema proizvodnji bioetanola od 10,770 milijardi u 2004. godini, bio je za 25% viši. U obimu svetske proizvodnje, SAD sudeluju sa 36%, drugi je Brazil sa 33%, potom Kina sa 7,5% i Indija sa 3,4%. Ove četiri države proizvode 80% svetske proizvodnje bioetanola. Treba napomenuti da Brazil proizvodi bioetanol najvećim delom iz šećerne trske, dok ga SAD proizvode iz kukuruza.

Tabela 3. Vodeći proizvođači bioetanola u svetu (milioni galona)

Table 3. Leading Global Bioethanol Producers (millions of gallons)

Država/Country	2004	2005	2006
SAD/USA	3,535	4,264	4,855
Brazil/Brazil	3,989	4,227	4,451
Kina/China	964	1,004	1,017
Indija/India	462	449	502
Francuska/France	219	240	251
Svetska proizvodnja/Total global production	10,770	12,150	13,489

Izvor- Annual World Ethanol Production by Country, <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/>

Bioetanol odnosno etilalkohol ili etanol ili "vatrena voda" ljudima je poznat hiljadama godina. Kao motorno gorivo poznat je od pre samo sto godina kada je prvi automobil Henrija Forda išao na alkohol dok je R. Dizel svoju istoimenu mašinu napajao uljem iz kikirikija. Međutim, oba proizvođača su veoma brzo otkrili da nafta iz zemlje, ako se malo prečisti daje mnogo bolji potisak po litru nego biljno gorivo, a pri tom je i jeftina (Born, 2007).

Od ovog doba etanol kao motorno gorivo je zanemaren i dobio je na značaju samo u slučaju ratova i kriza na tržištu nafte, a posebno 1973. godine odnosno naftnog embarga OPEKA. Bilo je i procena da kada cena nafte pređe nivo od 27 \$ za barel da će etanol iz biljka postati ekonomski konkurentan. Ovih dana cena za barel nafte prešla je na berzama 100 \$. U prvim godinama XXI veka svet je suočen sa velikim emisijama ugljen-dioksida od sagorevanja fosilnih goriva, klimatskim promenama, ratovima i visokom potražnjom motornog goriva koja je dovela do vraćanja na etanol kao motorno gorivo i to u prvom redu kao dodatka benzinu umesto metil-tetra-butil etra, radi redukcije emisije ugljen-dioksida.

Mada se iz mnogih biljaka može dobiti etanol u ovom periodu kao najpovoljnije sirovine za bioetanol pokazale su se šećerna trska i kukuruz. Prema podacima Asocijacije proizvođača obnovljivog goriva (Renewable Fuels Association, RFA) u SAD je u februaru 2008. godine etanol iz kukuruza proizvodila 141 fabrika ukupnog kapaciteta 12,9 milijardi galona. Uzimajući u

obzir faktor konverzije 2,75 (10,4 litara) od bušela kukuruza (25,4 kg) ovi kapaciteti zahtevaju 119 miliona tona kukuruza ili 30% nacionalne američke proizvodnje i zaliha. Uprkos navedenom razvoju, etanol se najviše koristi kao dodatak benzinu. Samo na 1200 pumpi razmeštenih u kukuruznom pojasu SAD može da se kupi E-85 gorivo (85% etanola i 15% benzina) koje koriste posebno preuređeni motori. Sa jednim litrom etanola može da se pređe 30% manje rastojanje, ali pošto je u kukuruznom pojasu etanol jeftiniji od benzina trošak je podjednak.

Etanol iz kukuruza dobija se na dva načina, odnosno procesa. Prvi način je postupak vlažnog mlevenja kukuruza pomoću kojeg se iz zrna dobijaju skrob, gluten, mekinje, klica, i voda od močenja. Skrob se potom hidrolizuje u šećere koji se pomoću kvasca fermentišu u etanol. Ovim načinom u SAD se dobija oko 40% etanola. Drugi postupak je suvo mlevenje kukuruza. Samleveni kukuruz se meša sa vodom, zagreva do određene temperature, dodaju se enzimi koji skrob konvertuju u šećere, koji se kao i u prethodnom postupku fermentišu u etanol. U oba postupka dobijeni etanol se destilacijom odvaja od vode. Svaka tona kukuruza suvo mlevena i ovako pripremljena aproksimativno daje 360 litara etanola, 320 kg suvog destilisanog zrna koje se koristi kao značajna hrana za životinje. Izvedena su opsežna istraživanja nutritivne i biološke vrednosti i razvijene nove tehnologije obogaćivanja ovog proizvoda sa jedne strane u cilju kompezacije smanjene ponude kukuruza za stočarstvo zbog odlaska u etanol, a sa druge radi smanjenja troškova proizvodnje etanola. U tabelama 4 i 5 dati su neki uporedni parametri karakteristika etanola dobijenog iz kukuruza i šećerne trske.

Tabela 4. Kukuruzni etanol
Table 4. Maize ethanol

Porizvodnja u SAD/USA Production (1000 000 000 l)	22
Troškovi proizvodnje/Production cost (\$/l)	0,24
Cena/Price (\$/l) Benzina/Petrol Etanol (E 85)/Ethanol (E 85)	0,67 0,58 0,82 (da bi se dobila energija jednaka onoj iz litra benzina/for getting energy equal to energy obtained from 1 litre of petrol)
Energetski bilans/Energy balance ULAZ/INPUT IZLAZ (Kukuruzni etanol)/OUTPUT (Maize ethanol)	1 1,3
Emisije koje stvaraju efekat staklene bašte/Glass house effect emission (lbs/l) Benzin/ Petrol Kukuruzni etanol/Maize ethanol	92,7 73,6 (22% manje/less)

Izvor: Džoel K: Born: „Biogoriva: pravi ili pogrešan put“, Nacionalna geografija, broj 10, 2007.

Brazil je najveći proizvođa etanola iz šećerne trske. U 2005. godini proizveo je 3,96 milijardi litara etanola. Parametri troškova proizvodnje nešto se razlikuju u odnosu na etanol iz kukuruza (tabela 5).

Kako se vidi šećerna trska je mnogo konkurentnija za proizvodnju etanola od kukuruza. Za razliku od kukuruza čiji skrob mora da se enzimima transformiše u šećer, pa tek onda da se fermentiše u etanol, stabljike šećerne trske već sadrže 20% fermentabilnih šećera koji odmah po žetvi mogu da se fermentiše u etanol. Sa druge strane sa hektara šećerne trske dobija se od 7 do 9 tona etanola, što je dva puta više od količine koja se dobi-

ja sa iste površine kukuruza. Pored toga, sa plantaže trske može se ostvariti sedam žetvi pre nego što se ponovo zasnuje novi usev, potom na jedinicu unete energije za proizvodnju dobija se i do 8 jedinica etanola i konačno etanol iz trske ima znatno manju emisiju koja stvara efekat staklene bašte.

Tabela 5. Etanol iz šećerne trske
Table 5. Sugar cane ethanol

Porizvodnja u Brazilu/ Brazilian Production (1000 000 000 l)	3,96
Troškovi proizvodnje/Production cost (\$/l)	0,19
Cena/Price (\$/l) Benzina (25% etanol)/Petrol (25% ethanol) Etanol/Ethanol	1,08 0,64 0,85 (da bi se dobila energija jednaka onoj iz litre benzina/ for getting energy equal to energy obtained from 1 litre of petrol))
Energetski bilans/Energy balance ULAZ/ INPUT IZLA (Etanol iz šećerne trske)/OUTPUT (Sugar cane ethanol)	1 8
Emisije koje stvaraju efekat staklene bašte/Glass house effect emission (lbs/l) Benzin/Petrol Etanol iz šećerne trske/Sugar cane ethanol	92,7 40,9 (56% manje/less)

Izvor: Džoel K: Born: „Biogoriva: pravi ili pogrešan put“, Nacionalna geografija, broj 10, 2007.

No, proizvodnja kukuruznog etanola podržana poreskim i carskim subvencijama u ovom trenutku donosi dosta koristi farmerima i poljoprivrednim mega korporacijama. Međutim, kako je kukuruz osnovna karika u proizvodnji hrane, njegova visoka tražnja utiče na porast cene koja se kao nikad približila na pet dolara po bušelu, što se odražava na sve zavisne proizvode od kukuruza. I upravo kako piše poznati Noam Čomski povodom velikih demonstracija u Meksiku zbog porasta cena tortilja (oko 50%), osnovne hrane siromašnih slojeva stanovništva, izgladnjavanje siromašnih je posledica stampea SAD za etanolom koji se dobija iz kukuruza (Čomski, 2008).

BIOGORIVO ILI HRANA?

Zagovornicima proizvodnje biogoriva od prehrambenih biljaka snažno oponira veliki broj naučnih autoriteta iz tehnologije, ekologije, sociologije i drugih. Najčešće se ističu sledeći argumenti:

- Etanol donosi koristi farmerima i velikim korporacijama, ali bez većeg uticaja na ekološku zaštitu;

- Za gajenje kukuruza koriste se velike količine herbicida i azotnih i drugih đubriva, kao i fosilnih goriva za agrotehničke operacije i berbu. Da se od tako gajenog kukuruza proizvede određena količina etanola, treba potrošiti istu količinu fosilnih goriva;

- Povećana tražnja kukuruza vodiće razoravanju nekorišćenih površina čime će se osloboditi još više ugljenika, usled raspadaanja organskih materija;

- Pri proizvodnji etanola procesom suve prerade kukuruza dobija se grubo računato trećina etanola, trećina destilisanog zr-

na i trećina ugljendioksida, što se smatra tamnom stranom ovog procesa jer se etanol namenjen za redukciju ugljendioksida. Postavlja se veoma važno pitanje šta raditi sa ugljendioksidom;

-Kako je potencijalna korist etanola velika, nagli razvoj može da ugrozi snabdevanje hranom;

-Jedini način da se koriste prednosti biogoriva i ne umanje izvori hrane jeste da se izvori hrane izbacе iz procesa i da se biogoriva proizvode od sporednih biljnih proizvoda, žetvenih ostatak koji se najčešće spaljuju;

-Razvijanje boljih načina razlaganja celuloze, genetičkom manipulacijom mikroba i enzima iz utrobe termita prirodnih razbijača celuloze;

-Računa se na veliki potencijal za dobijanje biogoriva od nekih vrsta algi. Kompanija Green Fuel iz Arizone već ima eksperimentalne rezultate, pa je najveća pažnja posvećena sniženju troškova proizvodnje.

BIORAZGRADIVA PLASTIKA I TEKSTILNO VLAKNO OD KUKURUZA

Pored bioetanola, poslednjih nekoliko godina, veliku pažnju privukao je i novorazvijeni materijal polimer mlečne kiseline koji se proizvodi iz kukuruza. Ovaj veoma važan polimer koji se dobija iz kukurznog zrna biotehnoškim procesima separacije, hidrolize, fermentacije i polimerizacije, može se modifikovati za različite aplikacije: proizvodnju prediva odnosno vlakna za tekstil i proizvodnju biorazgradive plastične ambalaže, medicinske upotrebe i mnoge druge. Revolucionarno Ingeo™ (znači iz zemlje) vlakno je naziv sestriinske firme koju je osnovala korporacija „Cargill Down“ koji je istražio i razvio PLA i njegovo vlakno. Ovo vlakno ima niz specifičnih karakteristika. Za razliku od sintetičkih vlakana i tkanina, vlakno dobijeno od kukuruza ne upija ulje, njegova proizvodnja izbacuje 50% manje gasova nego poliesterska proizvodnja i za nju se koristi 50% manje energije, predstavlja obnovljivi materijal i kao takav može se reciklirati i naknadno upotrebiti. Majice, čarape, košulje i ostali proizvodi od PLA vlakna pokazuju veliku poroznost za disanje, ne upijaju mnogo vode, imaju visoku rezistentnost na ultravioletno zračenje, mali index refrakcije, nisu lako zapaljive i osetljive na dim, imaju malu specifičnu masu u odnosu na ostala vlakna, ne emituju polutante u životnu sredinu, za bojenje ne zahtevaju jake i po zdravlje štetne hemikalije. Biotehnoški proces, koji se kao što je napred već navedeno, sastoji od izdvajanja skroba i njegove hidrolize do šećera, potom fermentacije dobijenih šećera u mlečnu kiselinu koja se prečišćava i upotrebom enzima polimerizuje tako da se dobijaju male opalne ili bele granule ili palete PLA iz kojih se proizvodi vlakno odnosno predivo, plastično posuđe i razna ambalaža.

U januaru 2005. godine 85 kompanija u svetu koristilo je Ingeo™ vlakno za izradu raznih artikala. Fabrika „Blair“ iz Nebraske godišnje preradi 140.000 tona PLA od čega se polovina koristi za proizvodnju tekstilnih vlakana, a druga polovina za biorazgradivu plastiku. Na Univerzitetu Linkoln iz Nebraske, poseban tim istraživača radi na daljem poboljšanju performansi PLA i istražuje mogućnost dobijanja tekstilnog vlakna iz kukuruzne komušine koje bi po kvalitetu bilo između pamuka i lana.

ZAKLJUČAK

Na kraju kao zaključak se nameće činjenica da nema kraja razvoju novih proizvoda od kukuruza. Nekoliko laboratorija u svetu razvijaju procese da biorafinacijom izdvoje supstance iz kukuruza i modifikuju ih u gradivne blokove za borbu i sprečavanje viralnih bolesti, side, zatim hepatitisa i prevenciju bolesti urinarnog trakta. Jedan od razvijenih šećera L-arabinoza studira se kao gradivni blok odnosno ingredijent za lek protiv hepatitisa. Veoma je interesantno pomenuti da je aprila 2005. godine Jou Powell u „StarTribune“ opisao lekovite i lukrativne komponente iz kukuruza za koje farmaceutske kompanije tvrde da su visoko vredne i po lekovitosti i po ceni (cena L-riboze je 350 \$ po funti, a Levoglukosenona 6,000 \$ po funti).

Separacija kukuruza biorafinacijom i enzimskim modifikacijama omogućava i dobijanje novih proizvoda funkcionalne hrane, koja ima lekovite performanse i pomaže u lečenju koronarnih bolesti, osteoporoze i drugih degenerativnih bolesti.

Neki istraživači futuristi objavili su u dnevnoj štampi da će u skoroj budućnosti NANO-BIOKOMPOZICIJOM moći od kukuruza, pšenice i semena lana da se dobiju novi materijali čvrsti kao čelik, lakši od fiber glasa i od kojih će moći da se izgrađuju automobilske karoserije, avionska krila, kacige, veštački srčani zalisci i drugi važni proizvodi. Prema tome, ostaje da kukuruz kao veoma važnu sirovinu obezbeđuje savremena agronomija.

LITERATURA

- [1] Bekrić, V: Upotreba kukuruza. Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun, 1997.
- [2] Born, Đž. K: Biogorivo, Pravi ili pogrešan put? Nacionalna geografija Srbija, 10 (2007), str. 32-53.
- [3] Čomski, N: Izgladnjavanje siromašnih je posledica stampe da SAD za etanolom. Pečat, 1 (2008), str. 39.
- [4] Powell J: Looking for a cure in a kernel. StarTribune, April 24 (2005), str. D3 i D10.
- [5] National Corn Growers Association, NCGA, <http://www.ncga.com>
- [6] Renewable Fuels Association, RFA: Annual World Ethanol Production by Country, <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/>

Primljeno: 01.3.2008.

Prihvaćeno: 15.3.2008.