

UNAPREĐENJE TEHNOLOŠKOG POSTUPKA ZA DOBIJANJA SKROBA

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCEDURE FOR STARCH ISOLATION

Dr Milica RADOSAVLJEVIĆ
Institut za kukuruz "Zemun Polje", Beograd-Zemun, S. Bajića 1

REZIME

*Skrob je veoma važan prirodno obnovljiv i relativno jeftin sirovinski materijal. Pošto moderna industrija postavlja određene zahteve u pogledu njegovog kvaliteta, razvoju novih i unapređenju postojećih tehnoloških postupaka za dobijanje skroba pridaje se sve veći značaj. U ovom radu su opisana dva, u našim istraživanjima razvijena i unapređena, postupka za dobijanje skroba: mokro mlevenje kukuruznih mekinja i alkalna ekstrakcija skroba iz semena vrste *Amaranthus cruentus*. Primenom mokrog mlevenja kukuruznih mekinja u postojeće tehnologije skrobarske prerade kukuruza postiže se povećanje ukupnog prinosa skroba. Za dobijanje skroba iz semena vrste *Amaranthus cruentus* primenjeni su različiti postupci alkalne ekstrakcije i kombinovani postupci alkalnog močenja i enzimskog tretmana.*

Ključne reči: skrob, kukuruz, mokra prerada, seme vrste *Amaranthus cruentus*, alkalna ekstrakcija, proteaza,

SUMMARY

Starch is a very important, naturally renewable and relatively inexpensive raw material. Since the current industrial production establishes demands pertaining starch quality, a greater attention has been paid to development and improvement of existing technological procedures for starch isolation.

*This paper describes the following two procedures for starch isolation, developed and improved by our research: wet milling of maize bran and starch alkaline extraction from seeds of amaranth (*Amaranthus cruentus*). The implementation of maize bran wet milling into the existing technology of maize wet milling processing led to the total starch yield increase. In order to produce starch from seeds of amaranth different procedures of alkaline extraction and combined procedures of alkaline steeping and enzymic treatments have been used.*

Key words: starch, maize, wet milling, Amaranth seeds, alkaline isolation, protease

UVOD

Povećana industrijska potrošnja prirodno obnovljivih sirovinskih materijala prouzrokovana 1973. godine, naglim rastom cena tradicionalnih izvora energije, uslovlila je da istraživanja prirodnih polimera kao što je skrob dobiju svoj veliki i zasluženi značaj (Radosavljević, 1993).

Po hemijskoj strukturi skrob je smeša dva polisaharida, amiloze i amilopektina. Amiloza je linearna frakcija skroba sastavljena od α -D-glukoza, koje su međusobno povezane α -1,4-glukozidnim vezama. Amilopektin je razgranati polisaharid kod koga su linearni delovi makromolekula-polimeri α -D-glukoze povezane α -1,4-glukozidnim vezama, a mesta grananja linearnih polimera su povezana α -1,6-glukozidnim vezama. Amiloza i amilopektin, iako su izgrađeni samo od α -D-glukoza kao monosaharidne komponente, međusobno se znatno razlikuju po funkcionalnim osobinama. Neki skrobovi sadrže i treću polisaharidnu komponentu koja se u literaturi često označava kao intermedijarna komponenta.

Skrobni molekuli su organizovani u kvazikristalne molekulske agregate, takozvane skrobne granule. Struktura, veličina i oblik skrobnih granula zavise od botaničkog porekla skroba. Iako je u poslednje tri decenije u proučavanjima fine strukture skrobnih komponenata učinjen značajan napredak, poznavanje organizacije amiloze i amilopektina u skrobnoj granulaciji još uvek je oskudno i za njeno potpuno rasvetljavanje potrebno je još puno istraživačkog rada. Struktura skrobnih molekula unutar granule i funkcionalne osobine skroba određuju njegovu krajnju primenu i upotrebu. Bitan preduslov za dalji napredak klasične selekcije i genetičkog inženjerstva u stvaranju novih prirodnih skrobova jedinstvenih funkcionalnih osobina je razumevanje veze između strukture i važnih funkcionalnih osobina skroba. Odnos amiloze i amilopektina u skrobnim granulama predstavlja jedan od najvažnijih parametara koji značajno utiču na funkcionalne osobine skroba. Razmatrano sa stanovišta praktične upotrebe i primene skroba u industriji, njegove dve najvažnije funkcionalne osobine su želatinizacija i

retrogradacija. Želatinizacija skroba je proces u kome se tope kristali nativnog skroba i pretvaraju u amorfne (nekrystalne) oblike, dok je retrogradacija povratni proces procesa želatinizacije u kome se skrob iz nekrystalnog (želatinizovanog) oblika pretvara ponovo u kristalni oblik. Efekti želatinizacije skroba dolaze do izražaja jedino u primenama kada se skrobne granule izlože uslovima hidratacije kao što su zagrevanje u vodi i prisustvo određenih hemikalija. Fenomen retrogradacije skroba je veoma nepoželjan za većinu njegovih, kako prehrambenih tako i tehničkih, primena.

Pored toga što je jedan od bitnih sastojaka ljudske i stočne hrane, skrob ima vrlo široku primenu u proizvodnji: papira, tekstila, namirnica, farmaceutskih i kozmetičkih preparata, potom u rudarstvu, livarstvu, industriji nafte, i u drugim oblastima industije. U potrošnji skroba u narednom periodu očekuju se značajne promene (Corn Annual, 2000). Prema procenama vodećih naših i svetskih eksperata skrob će biti glavna sirovina u proizvodnji različitih hemikalija i polimera koja koristi naftu iz dva razloga:

- cena i obnovljivost biljnih sirovina,
- sve veća zagađenost čovekove okoline produktima prerade nafte.

Unapređenje tehnološkog procesa za dobijanje skroba bilo bi od velikog praktičnog značaja za industriju, kao i za kvalitet i širenje asortimana proizvoda na bazi skroba.

U našim istraživanjima do sada su razvijena i unapređena sledeća dva postupka za dobijanje skroba:

1. mokro mlevenje kukuruznih mekinja (vlakna) i
2. alkalna ekstrakcija skroba.

MOKRO MLEVENJE ILI SKROBARSKI NAČIN PRERADE KUKURUZA

Najznačajnija sirovina za proizvodnju skroba u našoj zemlji kao i u svetu je kukuruz (Radosavljević i Bekrić, 1999). Kukuruzno

zrno sadrži oko 70% skroba. U proseku kukuruzni skrob se sastoji od 30% amiloze i 70% amilopektina. Selekcionim metodama mogu se kod kukuruza menjati ovi odnosi, pa tako danas postoje komercijalno gajene vrste kukuruza čiji skrob sadrži više od 90% amilopektina, a najčistiji sadrže samo amilopektin (voštani kukuruzni skrob). Nasuprot tome, stvoreni su varijeteti sa visokim sadržajem amiloze, kao što je slučaj kod visoko-amiloznog kukuruza gde se sadržaj amiloze kreće od 50 do 85%. U Institutu za kukuruz stvoren je hibrid ZP 704Wx sa amilopektinskim skrobom. Pored toga, stvoreni su i eksperimentalni hibridi sa sadržajem amiloze većim od 55% (Radosavljević i sar., 1995).

Kukuruzni skrobovi koji sadrže samo jednu polisaharidnu komponentu, linearnu amilozu ili razgranati amilopektin, imaju specifične osobine i kao takvi proširuju njegovu primenu, odnosno otvaraju nove mogućnosti za posebne primene kukuruza za koje običan kukuruzni skrob nije pogodan. Od svih do sada proučavanih kukuruznih skrobova specifičnih funkcionalnih osobina, voštani i visoko-amilozni skrobovi imaju najveći praktični značaj. Voštani kukuruzni skrob je vredna specifična vrsta skroba koja zbog svojih jedinstvenih funkcionalnih osobina i kvaliteta nalazi sve veću primenu. Amiloza kao linearna polisaharidna komponenta normalnog skroba ima sve dobre osobine linearnog molekula da kristalizuje, gradi jake gelove i tanke filmove. U mnogobrojnim primenama amiloza može da zameni celulozu i druge skupe prirodne polimere. Kako zahtevi i potrebe za polimerima rastu, a isto tako i cene petrohemijskih polimera, može se očekivati da će amiloza i visoko-amilozni kukuruzni skrob imati značajno mesto kao industrijska sirovina.

Savremena tehnologija dobijanja kukuruznog skroba, u industrijskim razmerama, zasnovana je na koncepciji klasičnog skrobarskog postupka prerade kukuruza, tzv. mokrom mlevenju (Jakovljević, 1991). Tehnologija skrobarske ili mokre prerade kukuruza se smatra najsloženijom tehnologijom u prehrambenoj industriji (Boškov, 1979). Mokrim mlevenjem kukuruzno zrno se razdvaja na osnovne konstituente: skrob, protein (gluten), klicu/ulje i vlakna (mekinja). Ovaj tehnološki postupak predstavlja integralni proces više sukcesivnih operacija: močenje zrna, separacija klice, mlevenje kaše, odvajanje mekinja, separacija glutena, pranje skroba i sušenje skroba (slika 1).

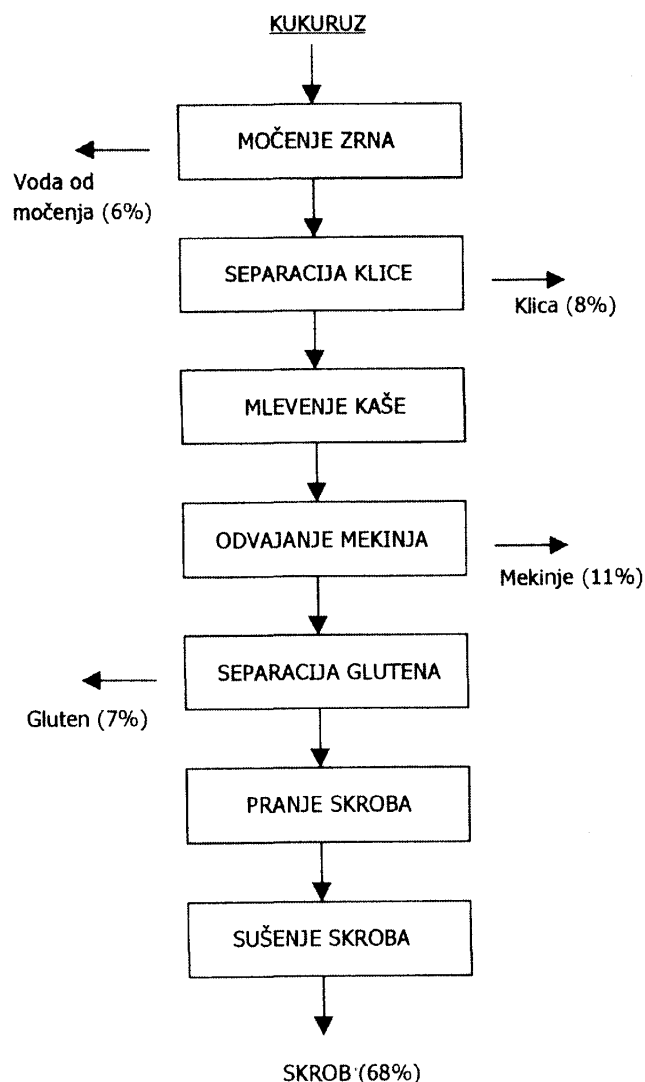
Kukuruzni skrob kao osnovni proizvod primarne skrobarske prerade predstavlja polaznu sirovinu za brojne tehnološke i biotehnološke procese u daljoj industrijskoj reprodukciji, odnosno višim fazama skrobarstva (Bekrić, 1997). Danas postoji čitav niz proizvoda pod imenom derivati skroba, pa se nije lako snaći u mnoštvu tih naziva. Shodno klasifikaciji izvršenoj prema primenjenim postupcima proizvodnje, odnosno pretežnoj oblasti njihove primene, derivati skroba se dele u tri osnovne grupe proizvoda (Jakovljević, 1995):

- modifikati skroba (dekstrini, oksidovani skrobovi, fracionisani skrobovi, dialdehidni skrobovi, preželatizirani skrobovi, ekstrudirani skrobovi, katjonski/anjonski skrob, skrobni etri i estri, umreženi skrobovi i ciklodekstrini),
- skrobni zaslađivači (maltodekstrini, skrobni sirupi, skrobni šećer, kristalna glukoza, kristalna maltoza, maltooligo saharidi, izošećer, kristalna fruktoza i šećerni alkoholi-sorbitol, manitol, maltitol, likazini) i
- biotehnološki proizvodi (antibiotici, vitamini, enzimi-amilaze i proteaze, kiseline-limunska, mlečna i oksalna, aminokiseline-lizin i glutaminske, etanol-konzumni, tehnički i pogonski)

Naša zemlja u domenu skrobarske prerade kukuruza raspolaže sa instalisanim kapacitetima za oko 150.000 tona prerađenog kukuruza godišnje (Bekrić i sar., 1995).

MOKRO MLEVENJE KUKURUZNIH MEKINJA

Polazeći od činjenice i potrebe za unapređenjem industrijske prerade kukuruza u našoj zemlji, kao i savremenih tendencija svetske nauke i tehnologije u cilju unapređenja njegove skrobarske prerade ispitivana je mogućnost dodatnog mokrog mlevenja kukuruznih mekinja.



Sl. 1. Postupak skrobarske ili mokre prerade kukuruza

Savremeni tehnološki proces mokre meljave kukuruza je veoma efikasan u razdvajanju osnovnih konstituenata zrna. Visok prinos skroba je prevashodni cilj ove prerade. Postojećom tehnologijom postižu se iskorišćenja skroba viša od 90%, ulja 85% i proteina kao visoko-vrednog glutena, preko 50%. Veliki deo preostalog skroba, proteina i ulja se izdvoji sa mekinjama. Ocedene kukuruzne mekinje iz klasičnog postupka mokre meleve kukuruza sadrže 18-25% skroba i 10-13% proteina izraženo na suhu materiju (Dowd, 1998). U mnogim fabrikama skroba uobičajena je praksa da se na mekinje nanosi voda od močenja kao i neki drugi sporedni proizvodi procesa. Na taj način se dobija proizvod koji se koristi kao stočna hrana i koji kao takav predstavlja najmanje vredan proizvod kukuruznog skrobarstva jer se obično prodaje po cenama nižim od cene kukuruza. Relativno visok sadržaj skroba u kukuruznim mekinjama ukazao je na mogućnost unapređenja postojeće tehnologije potpunijim izdvajanjem skroba vezanog za mekinje i povećanja prinosa skroba kao osnovnog proizvoda primarne skrobarske prerade. Pored toga, preostale mekinje se mogu koristiti kao vredan izvor dijetetskog vlakna kao i važna komponenta mnogih zdravstvenih i dijetetskih prehrambenih proizvoda.

Primenom laboratorijskog postupka mokrog mlevenja kukuruznih mekinja ispitivana je mogućnost dodatnog izdvajanja skroba. Ispitivan je i kvalitet ovako dobijenog skroba i njegove osobine su poredene sa osobinama i kvalitetom skroba dobijenog klasičnim postupkom mokre meljave kukuruza bez dodatnog tretmana kukuruznih mekinja.

Primenjeni laboratorijski postupak dodatnog mokrog mlevenja kukuruznih mekinja prikazan je na slici 2.

ALKALNA EKSTAKCIJA SKROBA

Zbog sve većih zahteva za skrobovima jedinstvenih funkcionalnih osobina povećan je interes za dobijanje skroba iz različitih sirovina. U našim dosadašnjim istraživanjima razvijena je metoda za dobijanje nativnog skroba iz semena vrste *Amaranthus cruentus*. Primenjeni su različiti laboratorijski postupci alkalne ekstrakcije i kombinovani postupci alkalnog močenja i tretmana proteazom. Laboratorijski postupak alkalne ekstrakcije uz dodatak enzima proteaze testiran je i u poluindustrijskim uslovima. Pored toga, analizirane su osobine skroba dobijenog iz semena vrste *Amaranthus cruentus* i poredene sa osobinama normalnog i voštanog kukuruznog skroba.

Vrste roda *Amaranthus* se smatraju među najstarije biljke Amerike koje se odlikuju izuzetnim agronomskim osobinama kao što su otpornost na sušu, tropsku klimu i štetočine. Seme vrste *Amaranthus cruentus* sadrži najviše skroba (48-69%), ali takođe sadrži 12-18% proteina koji je bogat lizinom, obično limitiranog u većini žitnica, i 5-8% masti koje imaju visok sadržaj lipida koji su važan sastojak velikog broja kozmetičkih proizvoda i lubrikanata. Teorijske nutritivne i kalorične vrednosti semena vrste *Amaranthus cruentus* se mogu porediti ili su nešto bolje u odnosu na druga poznata žita.

Seme vrste *Amaranthus cruentus* koje je korišćeno za ispitivanja sadržalo je 60% skroba i 15,9% proteina. Parametri kao što su prinos i čistoća skroba korišćeni su kao kriterijumi za ocenu efikasnosti postupaka za dobijanje skroba. Prinos skroba predstavlja odnos količine dobijenog skroba i polazne količine semena, dok je sadržaj proteina u skrobu ustvari pokazatelj njegove čistoće. Sadržaj proteina u izolovanom skrobu je indikator ili pokazatelj kvaliteta glavnog proizvoda mokre meljave. Visoki prinosi skroba i nizak sadržaj proteina u izolovanom skrobu indikatori su dobrog postupka. Čistoća skroba se obično procenjuje merenjem ostatka proteina; pri čemu se sadržaj proteina ispod 0,5% sa stanovišta primene smatra prihvatljiv.

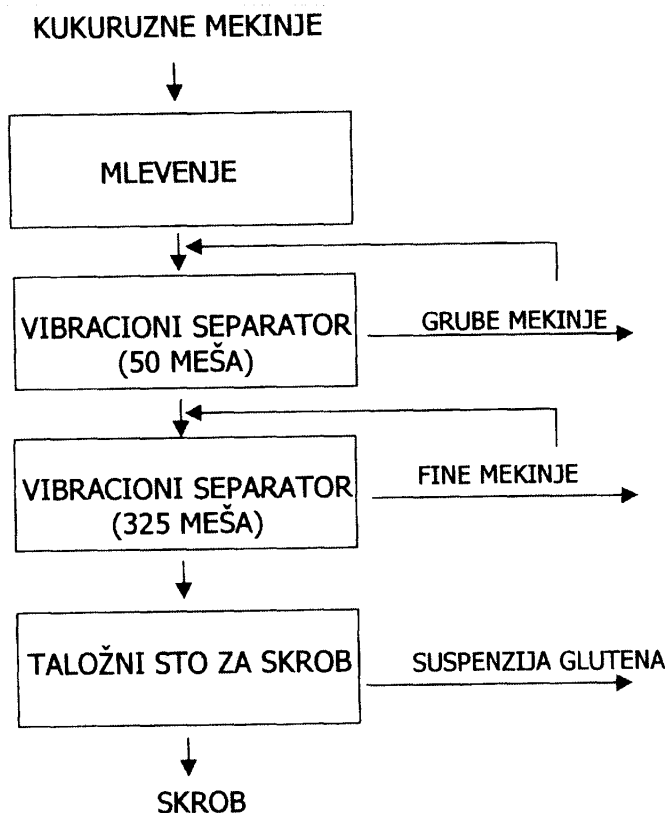
U literaturi je objavljen veći broj metoda za laboratorijsko dobijanje skroba iz semena vrsta roda *Amaranthus*. Sve one su uglavnom zasnovane na ekstrakciji skroba uz upotrebu visokih koncentracija alkalija koje oštećuju skrobne granule i poskupljuju proces. Metode u kojima se koriste manje količine alkalija, uglavnom natrijum hidroksida pogodnije su sa aspekta očuvanja životne sredine, njima se ostvaruju viši prinosi skroba boljeg kvaliteta i snižava se cena proizvedenog skroba.

Postupak alkalne ekstrakcije skroba:

Skrob je izolovan iz semena vrste *Amaranthus cruentus* postupkom alkalnog mokrog mlevenja uz dodatak proteaze. Seme vrste *Amaranthus cruentus* je močeno 22 časa u blago alkalnom rastvoru natrijum hidroksida (0,05%, pH 12) i mleveno, pH vrednost dobijene suspenzije je podešena na 7,5 i uzorak je podvrgnut delovanju proteaze (*Aspergillus sojae*). Inkubacija je vršena u trajanju od 2 časa, na temperaturi od 37 °C i pri brzini mućkanja od 50 o min⁻¹. Skrob je potom izolovan filtracijom i centrifugiranjem. Ovom laboratorijskom metodom dobijeni su visoki prinosi, odnosno iskorišćenje skroba (80%) sa niskim sadržajem proteina (0,2% i manje). Razvijeni laboratorijski postupak alkalne ekstrakcije skroba uz dodatak proteaze prilagodjen je uslovima poluindustrijskog postrojenja (slika 3). Za poluindustrijska testiranja korišćeno je 10 i 20 kg semena. Kao izvor proteolitičke aktivnosti korišćen je komercijalni enzim Optimase u količini 0,5% izraženo u odnosu na polaznu količinu semena za močenje. Kvalitet i prinos skroba je bio zadovoljavajući. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da ovaj postupak ima potencijalnu primenu u industriji za proizvodnju ove vrste skroba, a takođe i u proizvodnji pirinčanog i drugih vrsta skrobova koji imaju sitne skrobne granule.

Osobine skroba dobijenog postupkom alkalne ekstrakcije

Određivane su neke veoma bitne karakteristike skrobova dobijenih iz semena vrste *Amaranthus cruentus* (Radosavljević et al., 1998). Mikroskopskim analizama je utvrđeno da se veličina

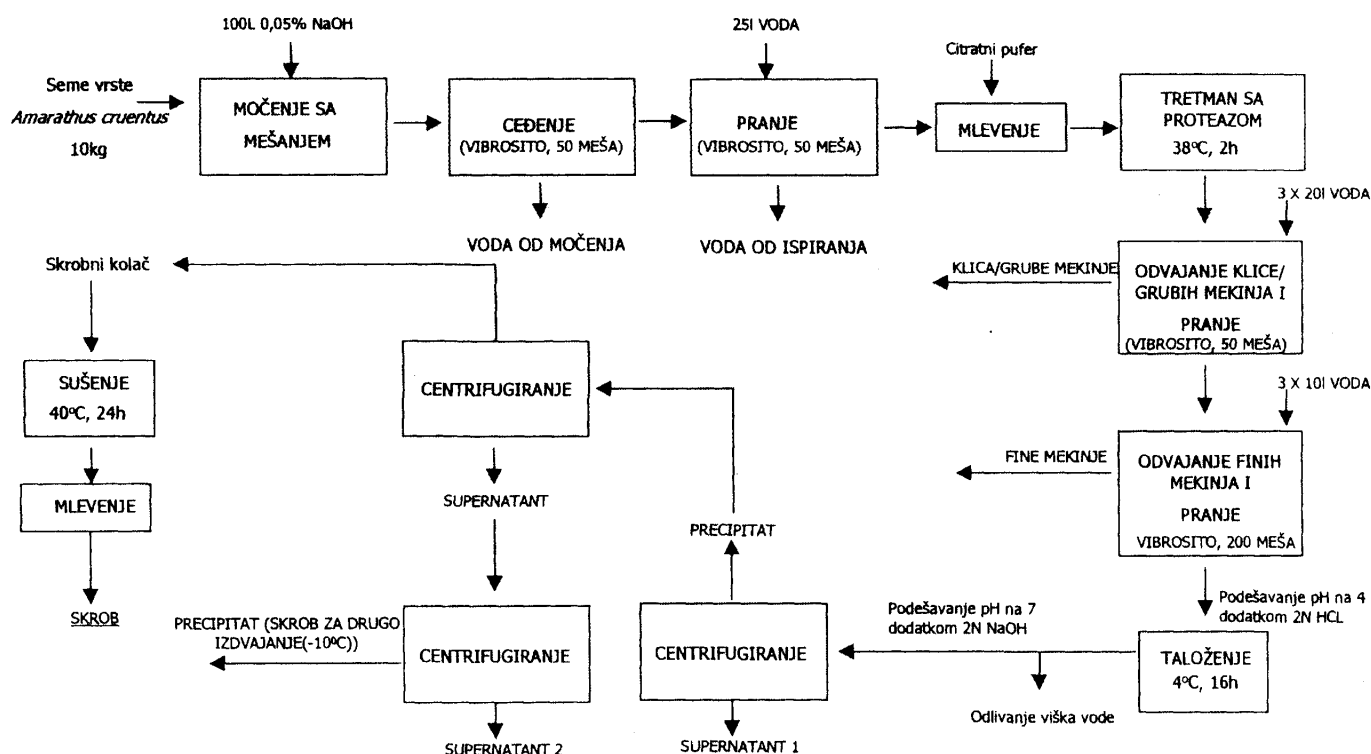


Sl. 2. Šema laboratorijskog postupak izdvajanja skroba iz kukuruznih mekinja

Potpunim iskorišćenjem skroba izdvojenog sa mekinjama teorijski se može postići oko 2,5-4% povećanje prinosa mokre prerade kukuruza. Primenjenim postupkom dodatnog mokrog mlevenja kukuruznih mekinja iskorišćava se približno polovina skroba koja se u redovnom postupku gubi sa mekinja što odgovara ukupnom povećanju prinosa skroba u procesu oko 1,3%.

Ispitivane su i karakteristike skrobova dobijenih standardnim postupkom mokre meljave, mlevenjem kukuruznih mekinja i mlevenjem ispranih kukuruznih mekinja. U dobijenim skrobovima određivani su sledeći parametri: sadržaj proteina, procenat oštećenja skrobnih granula, viskozitet skrobne paste, termohemijske osobine želatinizacije (Dowd et al., 1999).

Zbog toga što skrob dobijen mlevenjem kukuruznih mekinja predominantno potiče iz perifernih delova endosperma njegove osobine su verovatno različite od osobina skroba dobijenog u klasičnom postupku mokre meljave bez dodatnog mlevenja mekinja. Dobijeni rezultati su potvrdili ovu pretpostavku. Pronadene su razlike u nekim osobinama između uzoraka skroba dobijenog mokrim mlevenjem mekinja i skroba dobijenog mokrim mlevenjem kukuruza. Sadržaj proteina bio je veći kod skrobova iz kukuruznih mekinja (0,5 i 0,9%) nego kod standardnog skroba (0,4%). Isto tako, oštećenja skrobnih granula bila su veća kod skrobova iz mekinja (4,1 i 5,9%) nego kod standardnog skroba (0,3%). Maksimalna vrednost viskoziteta skrobne paste bila je veća kod standardnog skroba nego skrobova iz mekinja. Krajnji viskozitet bio je sličan kod sva tri uzorka. Temperatura skrobne paste je bila viša kod skroba iz mekinja nego kod skroba dobijenog standardnim postupkom. Promena entalpije želatinizacije je kod skroba iz mekinja iznosila 11,5 J/g, dok je kod standardnog skroba bila 13,5 J/g. Elektronski mikrofotograf su pokazali da su granule skrobova iz mekinja više enzimiški oštećene. Analiza prosečne veličine skrobnih granula pokazala je sledeći redosled: skrob iz ispranih mekinja < skrob iz mekinja < standardni skrob. Uprkos postojećim razlikama u osobinama skrobova iz centralnog i perifernog dela endosperma, izdvajanje skroba iz perifernog dela endosperma nema značajnijeg uticaja na osobine ukupnog proizvoda.



Sl. 3. Poluindustrijski postupak alkalne ekstrakcije skroba

skrobnih granula iz semena vrste *Amaranthus cruentus* kreće u rasponu od 1-2 mikrona, dok je metodom gel hromatografije sa kolonom Sepharose CL-2B i 0,02% rastvorom natrijum hlorida kao efluentom pokazano da su one sačinjene samo od molekula amilopektina (97,9%). Veoma sitne skrobne granule voštanog tipa obezbeđuju izuzetno vredne osobine ovog biopolimera za primenu u hrani i industriji papira. Pored toga, određivani su i drugi sa stanovišta primene veoma važni parametri funkcionalnih osobina skroba kao što su viskozitet, želatinizacija i retrogradacija. Za određivanje viskoziteta skrobne paste korišćen je Brabender-ov viskoamilograf i skrobna suspenzija koncentracije 8% suve materije. Analizom dobijenih viskoamilograma utvrđeno je da su temperature početka stvaranja skrobne paste i postizanja maksimalnog viskoziteta za ispitivane skrobove dobijene opisanim postupcima alkalne ekstrakcije iz semena vrste *Amaranthus cruentus* bile niže u poređenju sa odgovarajućim temperaturama za normalni kukuruzni skrob ali i nešto više u odnosu na voštani kukuruzni skrob. Krajnji viskozitet ovih skrobova je bio vrlo sličan, skoro isti, sa onim koji je pokazao voštani skrob.

Termohemijski parametri želatinizacije i retrogradacije uzoraka amaranth skroba ispitivani su primenom diferencijalne skenirajuće kalorimetrije (DSC).

Zahvaljujući sitnim skrobnim granulama kao i svojim osobinama kao što su sadržaj amilopektina, viskozitet, želatinizacija i retrogradacija, ova vrsta skroba može da se koristi kao prehrambeni dodatak u sosovima, prelivima za salate i u mnogim napitcima kao ugušćivač, jer pokazuje dobru stabilnost pri zamrzavanju i topljenju, kao i rezistentnost pri mehaničkom napanjanju. Pored toga, seme i skrob vrste *Amaranthus* se veoma mnogo koristi i u hrani za doručak, pekarskim i ekstrudovanim proizvodima.

ZAKLJUČAK

Oba napred opisana postupka predstavljaju značajan doprinos unapređenju postojeće tehnologije za dobijanje skroba i mogu se koristiti za različite biljne sirovine.

Dodatnim postupkom mokrog mlevenja kukuruznih mekinja postiže se oko 1,3% povećanje prinosa skroba u postupku mokre meljave kukuruza. Iako postoje neke manje razlike u osobinama skroba dobijenog standardnim postupkom i mokrim mlevenjem iz kukuruznih mekinja, kvalitet ukupnog proizvoda ostaje

nepromenjen, jer skrob iz kukuruznih mekinja u njemu učestvuje u relativno maloj količini.

Laboratorijskim postupkom alkalne ekstrakcije uz dodatak proteaze iz semena vrste *Amaranthus cruentus* izolovan je skrob sa malim procentom proteina (0,2%). Efikasnost ovog postupka, odnosno iskorišćenje skroba je 80%. Ovaj laboratorijski metod je uspešno prilagođen poluindustrijskim uslovima za proizvodnju skroba iz semena vrste *Amaranthus cruentus*. Ova metoda ima velike prednosti jer se u procesu koriste male količine natrijum hidroksida i tako značajno smanjuje cena proizvodnje. Pored toga, primenjenom metodom dobija se skrob boljeg kvaliteta i iskorišćenja. Sve ovo ukazuje na zaključak da se primenjena metoda alkalne ekstrakcije može koristiti kao alternativa klasičnom postupku za dobijanje skroba.

LITERATURA

- [1] Bekrić V., I. Božović, M. Radosavljević: Potrebe i mogućnosti namenske proizvodnje kukuruza, Oplemenjivanje, proizvodnja i iskorišćavanje kukuruza, 50 godina Instituta za kukuruz "Zemun Polje", Beograd, 28-29 septembar, 199-220, 1995.
- [2] Bekrić V.: Upotreba kukuruza, Instiut za kukuruz, Beograd-Zemun, 1997.
- [3] Boškov Z.: Osnovi tehnologije skroba, Tehnološki fakultet, Jugoslovenski institut prehrambenog inženjerstva, Novi Sad, 1979.
- [4] Corn Annual 2000, Corn Refiners Association, Washington, D.C., 2000.
- [5] Dowd M. K., M. Radosavljević, J. Jane: Characterization of Starch Recovered from Wet-Milled Corn Fiber, *Cereal Chem.*, 76(1): 3-5, 1999.
- [6] Dowd M. K.: Recovery of Starch and Protein from Wet-Milled Fiber, *Cereal Chem.*, 75(5): 589-593, 1997.
- [7] Jakovljević J., J. Turkulov, V. Bekrić, Z. Bebić, B. Kornosovac: Stanje i perspektive industrijske prerade ratarskih biljaka, IV Kongres o hrani: Razvoj agroindustrijske proizvodnje u Jugoslaviji, Beograd, 10-12 oktobar, 41-60, 1995.
- [8] Jakovljević J.: Savremeni trendovi u industrijskoj preradi žita, *Žito-hleb*, 18: 27-36, 1991.
- [9] Radosavljević M., J. Jane, L. A. Johnson: Isolation of Amaranth Starch by Diluted Alkaline-Protease Treatment, *Cereal Chem.*, 75(2): 212-216, 1998.

- [10] 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.
- [11] 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,
- [12] Radosavljević M.: Prilog proučavanju strukture i modifikacije skroba metodom umrežavanja, Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1993.

Primljeno: 27.03.2001.

Prihvaćeno: 03.04.2001.

Bibliid: 1450-5029 (2001) 5; 3, p. 74 -78
UDK: 664.78.01; 633.11

Pregledni rad
Review

UTICAJ VREMENA I NAČINA ŽETVE I DORADE NA BIOLOŠKO-TEHNOLOŠKI KVALITET PŠENICE

THE INFLUENCE OF THE WEATHER AND HARVESTING METHOD AND POST - HARVEST TREATMENT ON BIOLOGICAL - TECHNOLOGICAL WHEAT QUALITY

Dr Marija ŠARIĆ, dr Đorđe PSODOROV, Milan GNIP, dipl.ing, Nevena ŠARIĆ- KONC dipl. ing
Tehnološki fakultet, Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1

REZIME

Uradu su prikazani trogodišnji rezultati ispitivanja biološkog i tehnološkog kvaliteta predstavnika tri tehnološke grupe pšenice požnjene u tri različite faze zrelosti. Biološki i tehnološki kvalitet zrna pšenice ispitan je odabranim standardnim metodama. Kod svih analiziranih pokazatelja biološkog i tehnološkog kvaliteta optimalne vrednosti za ispitivane tri tehnološke grupe, registrovane su u fazi pune zrelosti. Kod pšenice požnjene u drugoj polovini voštane zrelosti sa potpuno formiranim zrnom pšenice, pravilnim postupkom dorade očuvani su svi pokazatelji tehnološkog kvaliteta.

Ključne reči: pšenica, tehnološki kvalitet, biološki kvalitet, žetva, dorada, reološki kvalitet, pecivost.

SUMMARY

In this paper there are presented the results of the researches of biological and technological quality of three technological wheat grains groups harvested in three various phases of maturity that lasted for three years. Biological and technological quality of wheat grains was investigated by the application of selected standard methods. In all the analysed properties of biological and technological quality, the most optimal values were registered in full maturity phase. In wheat harvested in the second half of waxy phase with completely formed wheat grain, it was succeeded to maintain all the technological quality parameters by the use of an adequate post - harvest treatment.

Key words: wheat, technological quality, biological quality, harvest, post - harvest treatment, rheological quality, baking quality.

UVOD

Prinos i kvalitet zrna pšenice su genetske osobine po kojima se sorte međusobno veoma razlikuju. Ove osobine variraju od godine do godine za istu sortu, zavisno od vremena i načina žetve, edafskoklimatskih uslova, rejonu gajenja, nivoa agrotehnike i drugog.

U svetu (1,2) i kod nas (3,4) ispitivanja su najviše usmerena na praćenje međuzavisnosti prinosa pšenice i fizičkih osobina s jedne strane, ali i fiziološke zrelosti, odnosno vremena i načina žetve, s druge strane. Zavisnost biohemijskih osobina zrna i reoloških svojstava testa, kao i pecivosti od stepena fiziološke zrelosti znatno je manje analizirano bar kod nas (5,6).

Jedan od osnovnih zahteva poljoprivrede i prerade je da se žetva obavi u momentu najpovoljnije fiziološke zrelosti pšenice, uz ostvarenje što većeg prinosa i što boljeg kvaliteta. Dosadašnja istraživanja ukazuju da maksimalne prinose pšenice ne mora i većinom ne prati i najbolji unutrašnji kvalitet (7,8).

Sazrevanje zrna pšenice vezano je za razvoj klice, nagomilavanje suve materije i smanjenje vode. U procesu sazrevanja zrna razlikuju se, kao što je poznato nekoliko faza - mlečna, voštana i puna zrelost, kao i ako se zakasni - prezrelost. Od toga da li je žetva blagovremeno i dobro izvedena zavisiće kvantitet i kvalitet požnjevenog zrna (9):

- prerana žetva može izazvati smanjenje prinosa, kao i smanjenje semenskog i tehnološkog kvaliteta usled ne dovršenog razvoja i naliivanja zrna, štura zrna bogata su skeletnim, a siromašna rezervnim materijama.

- zakasnela žetva dovodi do povećanja gubitaka u zrnju osipanjem (smanjenje prinosa), ali i do sniženja kvaliteta, posebno tehnološkog.

Zna se da je određivanje optimalnog roka žetve pšenice, odnosno faze zrelosti uslovljeno načinom žetve. Žetva pšenice, odnosno načini žetve prešli su dug put od srpa do samohodnog kombajna, odnosno:

- od višefazne žetve (koja počinje u prvoj polovini ili sredinom voštane zrelosti, sa vlagom zrna preko 20%, a zahvaljujući postepenim fazama rada zrno se dovodi do ravnotežne vlage);
- do jednofazne žetve kojom se smanjuju gubici u zrnju, kao i potreba za radnom snagom, ali se otvara problem dorade, jer se pšenica skida pre pune zrelosti i zavisno od godine sa višom vlagom od optimalne za skladištenje. Dorada se mora vršiti prirodnim ili veštačkim sušenjem (10). Tačno utvrđivanje faza zrelosti vrši se svakodnevno merenjem sadržaja vlage u zrnju. Neravnomerno sazrevanje klasova pšenice u sklopu ili neravnomerno sazrevanje zrna u klasu smatra se nepovoljnim za proizvodnju, ali neizbežnim, i ne sme se zanemariti pri određivanju faza zrelosti, odnosno pre optimalnog početka žetve (11).

Cilj rada bio je da na bazi bioloških, a posebno tehnoloških parametara donekle ukaže na smernice za određivanje optimalnog vremena žetve koji najmanje obezbeđuje zadovoljavajući, ali i dobar do vrlo dobar semenski i tehnološki kvalitet.