

The Influence of Rehydration on Breakage Susceptibility of Corn Kernels Hybrid Bc 492

Stjepan PLIESTIĆ

SUMMARY

Rehydrating corn kernels hybrid Bc 492 from 10% to 14,5% moisture content by adding distilled water or by mixing with higher moisture content corn kernels was effective in reducing breakage susceptibility. The extent to which breakage susceptibility was reduced varied with the rehydration method and the amount of moisture added in a single rehydration step. Approximately 16 h were required for the rehydration process when adding water, and about 72 h for mixing samples. Mixing was a more effective rehydration method, resulting in breakage susceptibility levels no higher than for a control samples dried to 14,5%. The effectiveness of rehydrating by adding distilled water was limited by stress cracks which developed during the rehydration process. Stress crack developed was minimized by rehydrating in moisture content steps of 1,5% or less when adding distilled water.

Breakage susceptibility for the mixing samples was generally lower than for the corn kernels rehydrated by water addition. Values for the mixing samples ranged from 3,0 to 3,5%. This compares to a range of 3,3 to 6,3 for the water addition samples.

KEY WORDS

rehydration, breakage susceptibility, moisture content, corn kernel

University of Zagreb, Faculty of Agriculture
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia
E-mail: spliestic@agr.hr

Received: June 11, 2002

Utjecaj rehidracije na lom zrna kukuruzna hibrida Bc 492

Stjepan PLIESTIĆ

SAŽETAK

Lom kukuruznog zrna moguće je djelotvorno smanjiti primjenom postupka rehidracije.

U ovim istraživanjima primjenjivane su dvije rehidracijske metode: dodavanjem destilirane vode uzorcima kukuruznog zrna vlažnosti 10 %, i miješanjem zrnja kukuruza hibrida Bc 492 dviju vlažnosti 10 i 18 %.

Uzorci su rehidrirani, jednom ili drugom metodom, do vlažnosti od 14,5 %. Vrijeme potrebno za kondicioniranje primjenom metode dodavanja vode bilo je oko 16 sati, dok je to vrijeme za metodu miješanjem iznosilo oko 72 sata nakon miješanja. Promjena vrijednosti loma varirala je u odnosu na primjenjivanu rehidracijsku metodu, kao i na količinu vode dodane u jednom rehidracijskom koraku. Sama uspješnost rehidracijske metode dodavanjem destilirane vode bila je ograničena porastom unutarnjih naprezanja u zrnu. Minimalni porast unutarnjih naprezanja postignut je primjenom postupnog dodavanja vode u koracima do 1,5 % porasta vlažnosti zrna.

Granica loma revalvirala je s rehidracijskom metodom s početnom vlagom i brojem rehidracijskih koraka. Lom za miješane uzorke bio je općenito manji, i kretao se u rasponu od 3,0 do 3,3 %, dok je za kukuruzno zrno rehidrirano dodavanjem destilirane vode lom bio u rasponu od 3,3 do 6,3 %.

KLJUČNE RIJEČI

rehidracija, lom, vlažnost, zrno kukuruza

Zavod za poljoprivrednu tehnologiju, skladištenje i transport
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: spliestic@agr.hr
Primljeno: 11. lipnja 2002.

UVOD

U današnje vrijeme kakvoća žitarica značajan je i posebno naglašen čimbenik u prometu poljoprivrednih proizvoda. Opće je poznato da količina loma ali i primjesa, višestruko određuju kakvoću, tržišnu vrijednost i skladišnu održivost kukuruznog zrna. Oštećeno, zdrobljeno i usitnjeno zrno je higroskopično, brže upija vodu te ubrzava proces disimilacije u zrnu. Takvo je zrno intenzivnije izloženo napadu raznih mikroorganizama, te to dovodi do gubitka hranidbene vrijednosti, ali i do smanjenja njegove higijensko zdravstvene ispravnosti.

Dugi transportni putovi zrna, pa i neodgovarajuća primjena i izbor transportnih sredstava, te tehnološki nedostaci dodatno dinamički opterećuju zrno, i time je manje otporno zrno podložnije lomu, što dovodi i do povećanja udjela loma u ukupnoj količini mase.

Danas se stoga od poljoprivrednih proizvođača, posebice proizvođača žitarica traži da se lom kukuruza, ali i posredno nastala prašina tijekom manipulacije svede na najmanju moguću mjeru. Smanjenjem loma povećava se kakvoća proizvoda ali se eliminiraju i potencijalni izvori eksplozija, a smanjuju se i gubici mase nastali tijekom eliviranja odnosno tijekom transporta. Česta je pojava presušivanja zrnja na vlagu 11 do 12 %, koja je niža od skladišne. To neminovno dovodi do već prije navedenih negativnih pojava, povećanog loma i prašine, tj. gubitka kakvoće u cjelini.

Pregled literaturnih podataka

Odnos između sadržaja vlage i loma kukuruznog zrna proučavao je niz istraživača (Thompson i Foster, 1963.; Bilanski, 1966.; Fiscus, 1971.; Katić, 1971.; Lacković, 1977.; Jindal i suradnici, 1978 i 1979.; Paulsen, 1983.; Paulsen i Hill, 1985.; Pliestic, 1989.; Pliestic i Krička 1993.; Pliestic i Varga 1995.). Općenito, zaključili su da nivo loma kukuruznog zrna lagano raste s opadanjem vlažnosti od 25 na 14%, a potom rapidno raste za vlažnost ispod 13%.

Nguyen i suradnici (1984.) proučavali su lom miješanog kukuruznog zrna. Suhi kukuruz ($w = 8, 9$ i 10%) miješan je sa vlažnim kukuruznim zrnom od 24% i dobio mješavine od $15,5$ do 20% vlažnosti zrna. Izmješani uzorci su bili potom homogenizirani i kondicionirani do nivoa od $12,8\%$, te uspoređivani sa kontrolnim uzorcima sušenim prirodno zrakom sobne temperature. Lom mješanih i kondicioniranih uzoraka bio je u rasponu od $0,47$ do $4,47\%$ viši od loma kontrolnih uzoraka koji je iznosio u prosjeku $6,1\%$.

White (1982) je proučavao formiranje unutarnjeg napreznja kod zrna kukuruza kokičara u postupku sušenja i potom rehidracije. Zrno kokičara sa $9, 11$ i 13% vlage bilo je rehidrirano vlažnim zrakom. Nivo

unutarnjeg napreznja bio je najviši pri najnižoj vlazi zrna, i bilo je potrebno gotovo 2 sata da bi došlo do pojave unutarnjeg napreznja prouzročenog povećanjem vlage i 24 sata do stabilizacije unutarnjeg napreznja za određeni nivo vlage.

PROBLEMATIKA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Objekt istraživanja je primjenljivost rehidracijskih metoda u smanjenju loma ili mehaničkog oštećenja kukuruznog zrna u laboratorijskim uvjetima, s mogućnošću primjene i u praktične svrhe.

Suho kukuruzno zrno bilo je rehidrirano do $14,5\%$ vlage ili dodavanjem određene količine destilirane vode ili pak miješanjem s vlažnijim (18% -tnim) zrnom kukuruza istog hibrida.

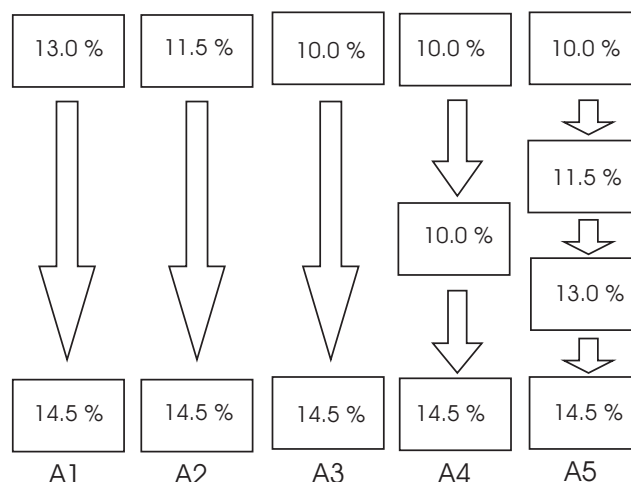
Nivoi loma rehidriranih uzoraka, uspoređivani su s kontrolnim uzorcima sušenih izravno prirodnim prostrujavanjem zraka sobne temperature (cca $20-22^{\circ}\text{C}$) do $14,5\%$. Bio je istraživan efekt rehidracijskog postupka i perioda rehidracije na lom s različitim početnim vlažnostima uzoraka kao i s rehidracijom u jednom ili više rehidracijskih koraka.

Da bi se mogao odrediti efekt rehidracije dodavanjem destilirane vode, načinjeno je pet rehidracijskih linija prema slici 1.

1. kukuruzno zrno, od početne vlage (w_1) $10, 11$ i 13% bilo je rehidrirano do $14,5\%$
2. kukuruzno zrno vlažnosti $w_1 = 10\%$ bilo je rehidrirano u 2 ili 3 koraka do $14,5\%$

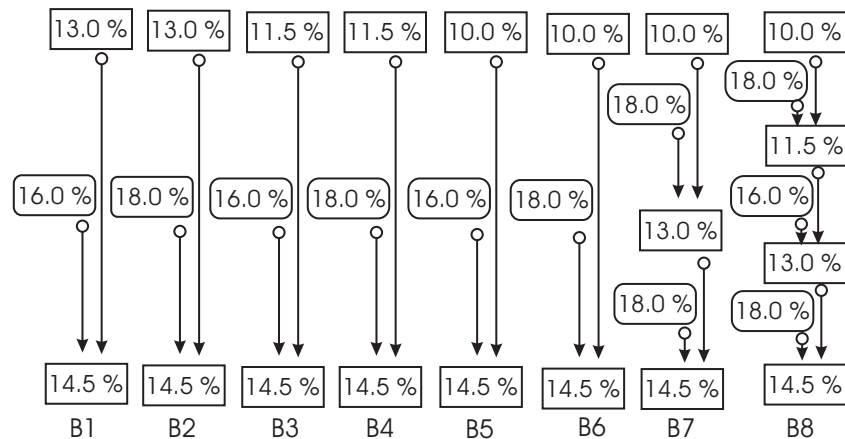
Svaki rehidracijski test ponavljan je 5 puta.

Da bi se utvrdio efekt rehidracije miješanjem s vlažnijim zrnom bilo je postavljeno osam pokusa prema slici 2.



Slika 1. Shematski prikaz rehidracijske metode dodavanjem destilirane vode

Fig.1. Scheme of rehydration method by adding distilled water



Slika 2. Shematski prikaz rehidracijske metode miješanjem kukuruznog zrna dviju različitih vlažnosti
Fig.2. Scheme of rehydration method by mixing corn kernels with two different moisture content

MATERIJAL I METODE ISPITIVANJA

Materijal istraživanja

Materijal za istraživanje, kukuruzno zrno osigurano je berbom hibrida na proizvodnim površinama Instituta za oplemenjivanje bilja – Rugvica, tijekom 2000. godine.

Istraživanja su obavljena na hibridu kukuruza Bc 492, zrele grupe (FAO) 490, srednje ranom, a po tipu iz grupe zubana. Navedeni hibrid ručno je ubiran i ručno runjen kako bi se izbjegla moguća mehanička oštećenja zrnja. Hibrid Bc 492 uzet je za istraživanja zbog svoje značajne rasprostranjenosti na poljoprivrednim površinama Hrvatske.

Rehidracijski postupak

Priprema uzoraka

Ispitivanja su, kako je već navedeno, provedena na ručno ubranim i ručno runjenim uzorcima. Ispitivani uzorci bili su očišćeni od nečistoća i primjesa, a u postupak su uzeta samo vizualno cijela, zdrava, neoštećena zrna. Takvi uzorci spremljeni su u hladnjačke komore i čuvani na temperaturi od -10°C . Prihvaćena je metoda čuvanja uzoraka prema Jindal-u (1979.) koji je utvrdio da uzastopno smrzavanje i odmrzavanje kukuruza značajno ne utječe na lom, odnosno lomnu otpornost. Prije samog ispitivanja uzorci kukuruza hibrida Bc 492 odmrzavani su na sobnoj temperaturi ($20 - 22^{\circ}\text{C}$), potom ponovno prosijani, te sušeni u laboratorijskoj sušari prostrujavanjem radnog medija (zraka) temperature 30°C kroz sloj materijala debljine 15 cm. Zrno je sušeno na četiri nivoa vlažnosti i to: 16,5; 13,0; 11,5 i 10 %

Određivanje vlažnosti svih uzoraka u procesu ispitivanja obavljano je primjenom standardne etalonske metode sušnice, a usporedno s njom i brzim (kapacitivnim) analizatorom KETT PM 600.

Ispitivanja su obavljena u Zavodu za poljoprivrednu

tehnologiju, skladištenje i transport, Agronomskog fakulteta u Zagrebu, tijekom jeseni 2000. godine.

Kukuruzno zrno s početnom vlagom 10%, miješano je sa 18%-tnim vlažnim kukuruznim zrnom, u dva odnosno tri rehidracijska koraka. Ispitivanje je obavljano u tri ponavljanja.

Prije provođenja ispitivanja bilo je neophodno odrediti duljinu perioda kondicioniranja odnosno stabilizacije vlage u uzorcima. Stoga je načinjeno nekoliko preliminarnih ispitivanja da bi se mogao dobiti što bolji uvid u tehniku rehidracije. Ta su ispitivanja u načelu trajala između 140 i 150 sati odnosno oko šest dana.

Primjena rehidracijske metode miješanjem kukuruznog zrna hibrida Bc 492, početne vlage 18%, temeljena je na uzorcima dobivenim sušenjem zrna prirodnim prostrujavanjem zraka sobne temperature ($20 - 22^{\circ}\text{C}$) s početne vlage između 29 i 32%. U postupku rehidracije miješanjem dvaju uzoraka različitih vlažnosti, vodilo se računa da masa materijala uvijek bude 175 grama, željene konačne vlažnosti.

Druga primjenjena rehidracijska metoda dodavanjem destilirane vode temeljena je na uzorcima zrnja kukuruza hibrida Bc 492 vlažnosti 10%. U postupku rehidracije zrnju mase 175 grama dodavana je, za željeni nivo vlažnosti, određena količina destilirane vode u staklenke volumena 1 litre, s brušenim čepom. Volumen materijala i vode zaprimao je 70 do 75 % volumena staklenke. Daljni postupak temeljen je na naputku za pripremu uzoraka Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo. Da bi se ubrzala apsorpcija i da bi došlo do boljeg homogeniziranja vode, pa i unutar zrna, uzorci su 5 puta dnevno protresani po 10-ak minuta. Za vrijeme rehidracijskog perioda uzorci su držani na sobnoj temperaturi (oko 22°C). Kod uzoraka kukuruznog zrna koji su rehidrirani stupnjevito, destilirana voda im je dodavana svakih 5 dana.

Određivanje loma - procjena oštećenja

Lom je bio utvrđivan na dva načina:

1. koristeći za to namijenjen centrifugalni bubanj kao i već dosada poznatu metodu ispitivanja (Pliestić, 1989.; Pliestić i Varga, 1995.).
2. sušenjem u laboratorijskoj sušnici, cca 20 grama uzorka sušeno 72 sata na 103 °C.

Prije samog ispitivanja loma određivana je vlažnost uzoraka prema važećim normama (HRN. E. A1. 021.).

Lom je bio određivan na uzorku od 50 zrna koja su kategorizirana kao lom i napuknuta.

Lom zrna predstavlja vidljivo oštećenje koje se kod kukuruznog zrna najčešće očituje kao gubitak ¼ krune zrna. Prema Keller-u (1972.) to je najteže oštećenje I svrstava se u I klasu. U V klasu oštećenja svrstavaju se oštećenja oko ruba klice. a napuknuta ona na kojima su bile vidljive pukotine ili jasno vidljiv trag unutarnjeg naprezanja.

Za utvrđivanje loma navedenog zrna hibrida Bc 492, kako je već navedeno, upotrebljavan je centrifugalni bubanj (Pliestić, 1989.) Centrifugalni bubanj laboratorijski je simulator koji ostvaruje sile koje se javljaju tijekom procesa rukovanja zrnom. Ispitivanja su obavljena pri brzini od 1200 min⁻¹, što odgovara radu deformacije od 65 * 10⁻³ [J]

REZULTATI I RASPRAVA

Proces rehidracije

Kukuruzno zrno početne vlage 10% i mase uzorka 175 grama, rehidrirano je do vlažnosti od 15% dodavanjem 10 ml destilirane vode. Vlažnost uzoraka, lom, kao i unutarnje naprezanje bili su određivani

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 i 128 sati nakon rehidracije. Rezultati navedenih ispitivanja prikazani su slikama 3 i 4.

Također i vlažnost ispitivanih uzoraka obavljena je na dva načina i to: standardnom etalonskom metodom – metodom sušnice i uporabom brzog analizatora vlažnosti žitarica i uljarica KETT PM 600.

Brzi analizator je u početku znatno odstupao od etalonske metode poradi same raspodjele vode između površine i unutrašnjosti zrna. Odstupanja su razumljiva jer se navedeni analizator ubraja u grupu kapacitivnih vlagomjera na čiju analizu znatno utječe odnos površinske i kapilarne vode (Pliestić, 1991.) Za približno ujednačene rezultate (u zakonski dozvoljenim granicama) između brzog analizatora i sušnice, trebalo je oko 10 sati za homogeniziranje uzorka.

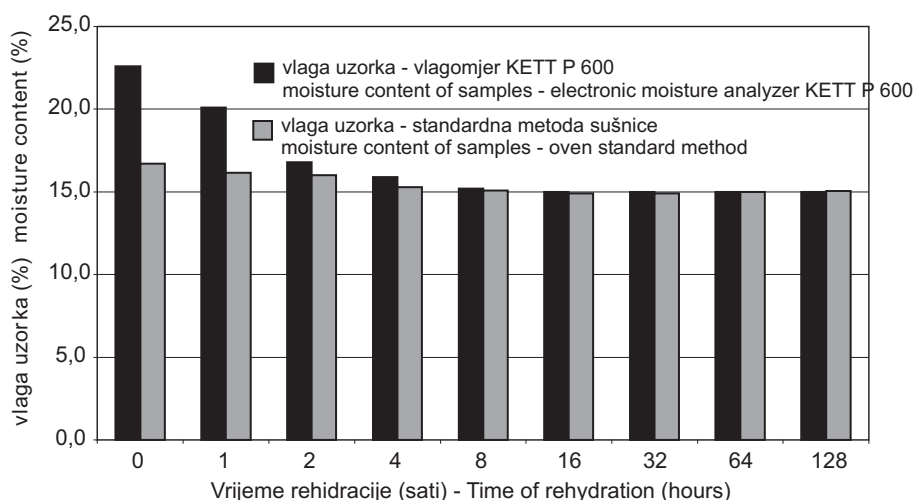
Prosječne vrijednosti loma od tri ponavljanja prikazani su slikom 4. Vidljivo je da je taj lom u početku pao od 10,15 na 3,72 %, da bi potom porastao do 4,65 % prvih osam sati nakon dodavanja destilirane vode. Lom je bio stabiliziran na tom nivou.

Veće vrijednosti loma zabilježene su nakon rehidracijskog perioda od 1, 2 i 4 sata, što je moguće objasniti većom količinom vode na površini zrna.

Treba primijetiti da je lom rehidriranog uzorka bio najviši odmah po dodavanju destilirane vode. Moguće je pretpostaviti da je to posljedica odvajanja endosperma od perikarpa pod utjecajem povećane količine vode.

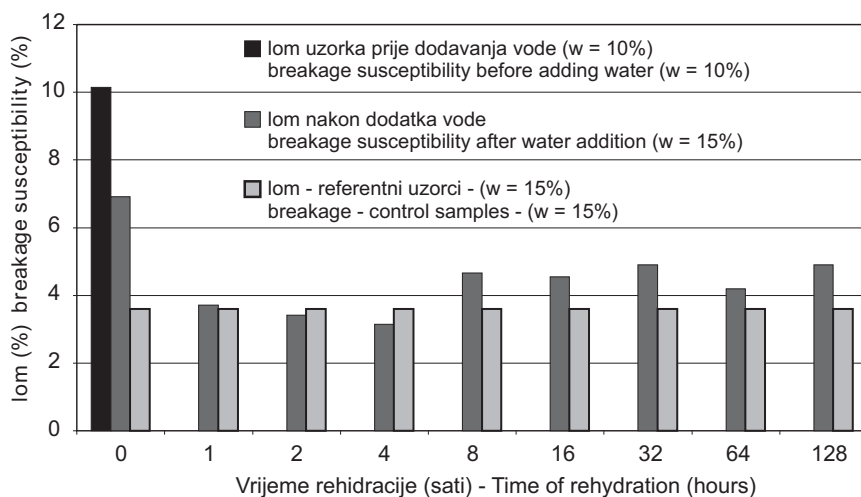
Lom je za rehidrirani uzorak iznosio 4,5 %, dok je kontrolnom uzorku on na 15 % vlage iznosio 3,6%.

Nivo loma smanjen je od 25% do otprilike 85% tijekom prvog sata rehidracije. Uzorak kukuruza

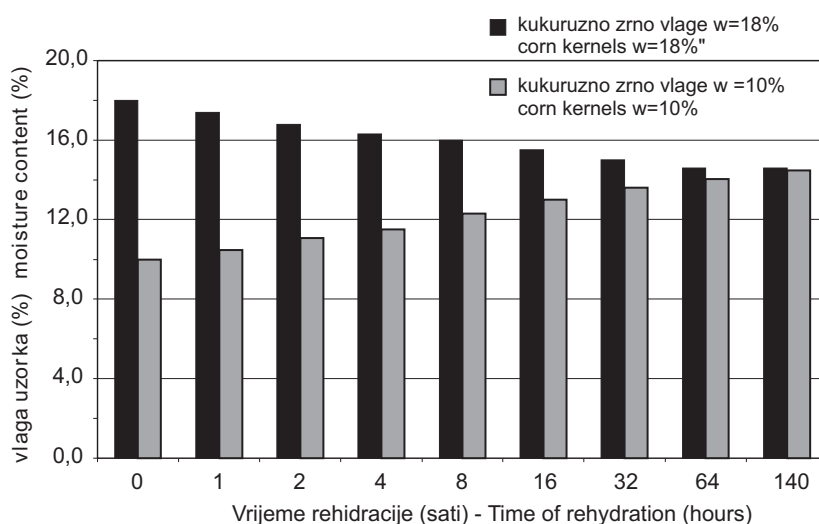


Slika 3. Vrijeme potrebno za ujednačenu difuziju vode nakon rehidracije metodom dodavanja destilirane vode uzorka vlage zrna 10% do vlage uzorka 15%

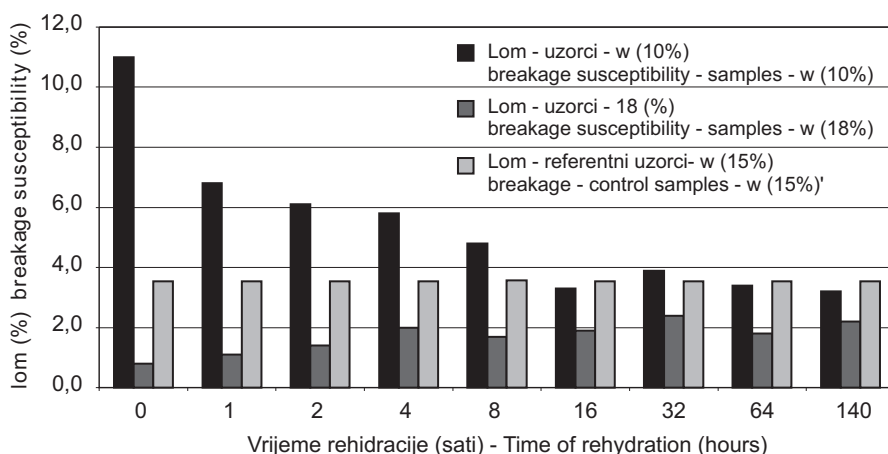
Fig.3. Time required for uniform moisture diffusion after rehydrating 10% moisture content corn kernels to 15% by adding distilled water



Slika 4. Lomna otpornost kukuruznog zrnja hibrida Bc 492 kao funkcija vremena nakon rehidracije uzoraka vlažnosti 10% na 15% dodavanjem destilirane vode Fig.4. Breakage susceptibility of corn kernels hybrid Bc 492 as a function of time after rehydrating 10% to 15% by adding distilled water



Slika 5. Vrijeme potrebno za izjednačavanje vlažnosti uzorka kukuruznog zrnja miješanjem zrnja 10% vlažnosti sa zrnjem 18% vlažnosti Fig. 5. Time for moisture equilibration after mixing corn kernels with 10 and 18% moisture content



Slika 6. Lom kukuruznog zrnja hibrida Bc 492 kao funkcija vremena rehidracije miješanjem uzoraka vlažnosti 10 i 18% Fig. 6. Breakage susceptibility of corn kernels hybrid Bc 492 as a function of time after mixing 10 i 18% samples

10 %-tne vlage bio je također miješan sa uzorkom kukuruznog zrna vlažnosti 18,0%, da bi se postigao uzorak vlažnosti 14,5%, a rezultati su prikazani slikama 5 i 6.

Vlažnost osušenih i rehidriranih uzoraka praćeni su tijekom 140 sati. Najintenzivnije promjene u vlažnosti zbivale su se tijekom prvih 16 sati od rehidracije. Od tog vremena pa do 140 – og sata vlažnost se je

promijenila za svega 0,75 %. Temeljem toga utvrđeno je da je period rehidracije od 72 sata dovoljan za stabilizaciju i homogenizaciju rehidriranog uzoraka pri navedenim uvjetima, te odgovara vlažnosti prirodno vlažnih uzoraka.

Lom kukuruznog zrna nižih vlažnosti smanjio se tijekom 16 sati rehidracije od 11,0 % na 3,3 %. (slika 6.). U istom periodu rehidracije vlažnost kukuruznog

Tablica 1. Utjecaj rehidracijske metode na lom zrna hibrida kukuruza Bc 492 - Table 1. Influence of rehydration method on breakage susceptibility of corn kernels hybrid Bc 492

Oznaka uzoraka Mark of samples	Metoda rehidracije Rehydration method	Broj rehidracijskih koraka Number of rehydration steps	Prije rehidracije- Before rehydration		Poslije rehidracije-After rehydration (w = 14,5 %)	
			Uzorci niže vlažnosti Low moisture content samples	Uzorci više vlažnosti High moisture content samples	Uzorci niže vlažnosti Low moisture content samples	Uzorci više vlažnosti High moisture content samples
			Vlaga uzorka Moisture content (%)	Lom-Breakage susceptibility (%)	Vlaga uzorka Moisture content (%)	Lom-Breakage susceptibility (%)
A1	Dodavanje vode- Adding water	1	12,8	5,1	-	3,7
A2		1	11,1	8,4	-	4,2
A3		1	9,8	15,9	-	6,3
A4		2	10,2	9,2	-	4,8
A5		3	10,2	9,3	-	3,3
B1	Miješanjem zrnja- Mixing corn kernels	1	12,7	5,6	16,1	3,4
B2		1	12,5	6,2	17,4	3,0
B3		1	11,1	9,5	16,1	3,4
B4		1	11,1	9,3	17,4	3,3
B5		1	9,8	17,1	16,1	3,5
B6		1	9,8	16,5	17,4	3,0
B7		2	10,3	8,6	18,0	3,3
B8		3	10,3	8,8	18,0	3,4

zrna porasla je na cca 13 %. Lom vlažnijeg kukuruznog zrna bio je u porastu sa 0,8 na 1,9%.

Lom miješanog uzorka bio je gotovo identičan kontrolnom uzorku i manji u odnosu na rehidrirani uzorak.

Rezultati loma za 13 ispitivanih rehidriranih uzoraka prikazani su tablicom 1., i opisani slikama 1. i 2. Svaki podatak predstavlja prosjek od po tri ponavljanja. Lom rehidriranog kukuruznog zrnja bio je od 1,2 do 13,3 % manji od početnog, što predstavlja smanjenje loma od 27 do 85%. Granica do koje je lom bio smanjen revalvirala je s rehidracijskom metodom s početnom vlagom i brojem rehidracijskih koraka. Lom za miješane uzorke bio je općenito manji, i kretao se u rasponu od 3,0 do 3,3 %, dok je za kukuruzno zrno rehidrirano dodavanjem destilirane vode lom bio u rasponu od 3,3 do 6,3 %.

Svi uzorci uspoređivani su s kontrolnim uzorcima na pragu signifikantnosti 95%. Lom rehidriranih uzoraka dodavanjem destilirane vode bio je značajno veći na pragu signifikantnosti ($P < 0,05$).

Tijekom ispitivanja vlaga kukuruznog zrna povećana je najmanje 3% u jednom rehidracijskom koraku. Lom pri rehidraciji kukuruznog zrna dodavanjem destilirane vode u iznosu do 1,5% nije se značajno razlikovao od kontrolnog uzorka.

ZAKLJUČAK

Provedena su laboratorijska istraživanja s ciljem utvrđivanja granica do koje lom kukuruznog zrna hibrida Bc 492 može biti reduciran povećanjem vlage rehidriranjem.

Postupak je temeljen na rehidraciji suhog kukuruznog zrna vlage 10% dodavanjem destilirane vode u određenim odnosima, i miješanjem kukuruznog zrnja vlage 10% s kukuruznim zrnjem vlage 18%, do konačne vlage 14,5%.

Istraživanjima je utvrđeno i vrijeme rehidracije kukuruznog zrna koje je neophodno za pripremu laboratorijskih referentnih uzoraka u postupku umjeravanja vlagomjera za žitarice i uljarice.

Rehidracija se brže odvijala dodavanjem vode, a za stabiliziranje uzoraka bilo je potrebno oko 16 sati, dok je za stabilizaciju uzoraka miješanjem kukuruznog zrnja različitih vlaga bilo potrebno oko 72 sata.

Količina loma varirala je u odnosu na primjenjivanu rehidracijsku metodu, kao i na količinu vode dodane u jednom rehidracijskom koraku.

Sama uspješnost rehidracijske metode dodavanjem destilirane vode bila je ograničena porastom unutarnjih naprezanja u zrnu. Minimalni porast unutarnjih naprezanja postignut je primjenom postupnog dodavanja vode u koracima do 1,5 % porasta vlažnosti zrna.

Lom za miješane uzorke bio je općenito manji, i kretao se u rasponu od 3,0 do 3,3 %, dok je za kukuruzno zrno rehidrirano dodavanjem destilirane vode lom bio u rasponu od 3,3 do 6,3 %.

Istraživanja su pokazala da obje metode smanjuju lom, a u praktične svrhe moguća je primjena rehidracijske metode miješanjem uzoraka različite vlažnosti u cilju smanjenja loma tijekom dugih transportnih putova.

LITERATURA

- BILANSKI, W.K. (1966) - Damage Resistance of Seed Grains. Transactions of the ASAE, Vol. 9. No. 3.
- GUNASEKARAN, S.; DESHPANDE, S.S.; PAULSEN, M.R.; SHOVE, G.C. (1985) - Size Characterization of Stress Cracks in Corn Kernels. Transactions of the ASAE, Vol. 28. No. 5.
- GUNASEKARAN, S.; PAULSEN, M.R. (1985) - Breakage Resistance of Corn as a Function of Drying Rates. Transactions of the ASAE, Vol. 28. No. 6.
- FISCUS, D.E.; FOSTER, G.H.; KAUFMANN, H.H. (1971) - Physical damage of grain caused by various handling techniques characteristics of corn. Transactions of the ASAE, Vol. 14. No. 3. str. 480 - 485.
- JINDAL, V.K.; HERUM, F.L.; MENSAH, K.A. (1978) - Effects of repeated freezing - thawing cycles on mechanical strength of corn. Transactions of the ASAE, Vol. 22. No. 5. str. 1193 - 1196.
- JINDAL, V.K.; HERUM, F.L.; HAMDY, M.Y. (1979) - Selected breakage characteristics of corn. Transactions of the ASAE, Vol. 22. No. 5. str. 1193 - 1196.
- KATIĆ, Z. (1971) - Utjecaj brzine hlađenja zrna kukuruza nakon sušenja na kvalitet zrna i mogućnost povećanja kapaciteta sušare. FPZ, Doktorska disertacija, 1971. god. Zagreb
- KELLER, D.L. et al. (1972) - Corn Kernel Damage due to High Velocity Impact. Transactions of the ASAE, Vol. 15. No. 2.
- LACKOVIĆ, L., KATIĆ, Z. (1977) - Utjecaj vlage zrna kukuruza u momentu berbe na unutarnje oštećenje zrna. Zbornik radova o aktualnim problemima mehanizacije poljoprivrede, Poreč, 1977. god
- NGUYEN, V.T.; BERN, C.J.; WILKE, W.F.; ANDERSON, M.E.; (1984) - Breakage susceptibility of blended corn. Transactions of the ASAE, Vol. 27. No. 1. str. 209 - 213.
- PAULSEN, M.R.; (1983) - Corn breakage susceptibility as a function of moisture content, ASAE Paper, No. 83-3078. St. Joseph, MI
- PAULSEN, M.R.; HILL, L.D.; (1985) - Quality attributes of Argentine corn. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 1. No. 1. str. 42 - 46.
- PLIESTIĆ, S. (1989) - Komparativna analiza oštećivanja različitih hibrida kukuruza dinamičkim opterećivanjem. FPZ, Magistarski rad, 1989. god.
- PLIESTIĆ, S. (1991) - Metode i uređaji za određivanje vlažnosti mase žitarica, Agrotehničar, br. 11-12, 1991. god. str. 13 - 20. Izdavač: Gospodarski list, Zagreb
- PLIESTIĆ, S., KRIČKA Tajana (1993) - Ispitivanje dinamičke otpornosti zrna kukuruza hibrida Bc 492 sušenog klasičnim i "cooking" postupkom. Krmiva 35, (1993) - 3.
- PAVLIĆ, I. (1988) - Statistička teorija i primjene. Tehnička knjiga Zagreb, 1988. god.
- THOMPSON, R.A.; FOSTER, G.H. (1963) - Stress cracks and breakage in artificially dried corn. Market Research Report, No. 631. Purdue University, W. Lafayette
- WHITE, G.M.; ROSS, I.J.; PONELEIT, C.G.; (1982) - Stress crack development in popcorn as influenced by drying and rehydration process. Transactions of the ASAE, Vol. 25. No. 3. str. 768 - 772.
- ZOERB, G.C.; HALL, C.W. (1960) - Some Mechanical and Rheological Properties of Grains. Journal of Agricultural Engineering

acs67_18