



UDK: 664.8.:633.11

Originalan naučni rad  
Original scientific paper

## KONZERVIRANJE ZRNA STRNIH ŽITA DROBLJENJEM I HERMETIČKIM SKLADIŠTENJEM

Christian Fürll<sup>1</sup>, Milan Martinov<sup>2</sup>, Thomas Hoffmann<sup>1</sup>, Christine Idler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Leibniz - Institut für Agrartechnik - Potsdam  
cfuerll@atb-potsdam.de

<sup>2</sup>Fakultet tehničkih nauka - Novi Sad  
mmartog@uns.ns.ac.yu

**Sadržaj:** Mlevenje vlažnog zrna kukuruza i hermetičko skladištenje je tehnologija poznata u regionu Panonske nizije, kukuruznog pojasa Evrope. Energija potrebna za ovaj način konzerviranja je niža nego za sušenje, posebno visokovlažnih kasnostasnih hibrida. Isti postupak koristi se za konzerviranje zrna strnih žita u područjima u kojima, zbog klimatskih uslova, potpuno dozrevanje nije moguće, ili je vlažnost zrna u vreme žetve visoka.

Niske cene zrna strnih žita uzrokovale su da se ono sve više koristi kao stočna hrana. Žetva žitarica mogla bi da otpočne ranije, kada je vlažnost zrna 16-24%, te da se ono samelje i hermetički skladišti, sa ili bez dodavanja sredstava za konzervaciju. Ovakvim postupkom moglo bi da se produži trajanje žetve, te da se kombajn duže koristi, i da se uštedi na troškovima skladištenja zrna.

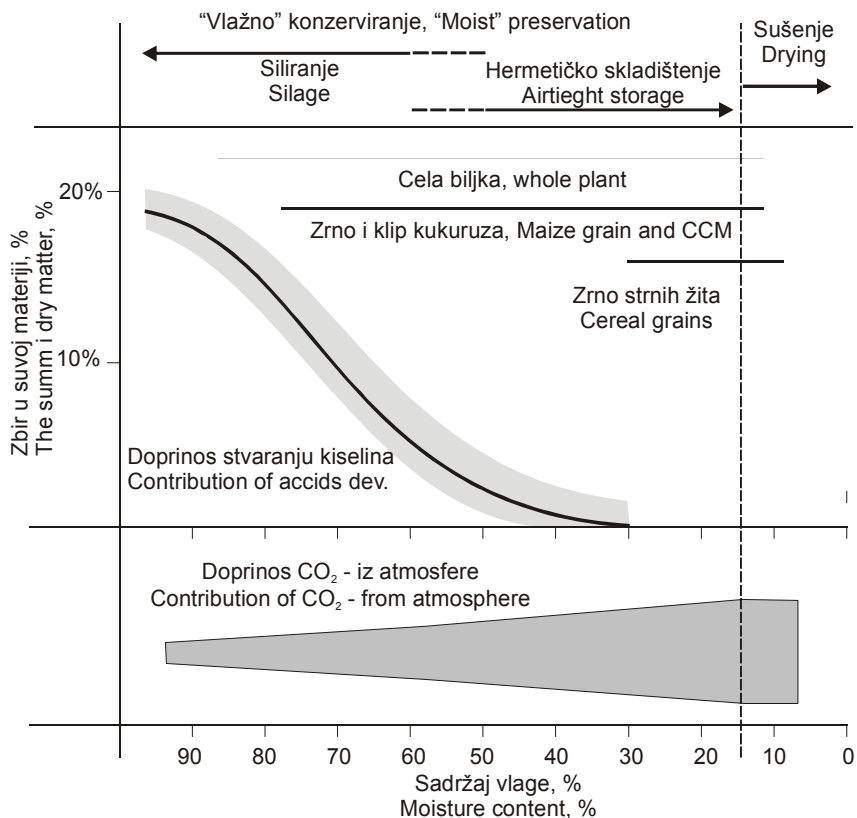
U radu su prikazani rezultati ispitivanja opisanog postupka konzerviranja zrna pšenice i raži. Za mlevenje je korišćen uređaj sa dva para narebrenih valjaka. Mereni su učinak, potrebna energija i ostvareno usitnjavanje zrna, a dobijeni rezultati upoređeni sa onima drugih autora i sa rezultatima dobijenim mlevenjem čekićarem. Takođe su obavljani mikrobiološki testovi obrađenog materijala. Utvrđeno je da se mlevenjem uređajem sa narebrenim valjcima ostvaruje veća krupnoća usitnjenog materijala, ali je potrebno manje energije. Udeo bakterija i kvasaca, konzerviranog materijala veće krupnoće, je ispod granica dozvoljenog, te su higijenski zahtevi zadovoljeni. U radu je dato poređenje troškova prerade zrna ovim postupkom i upoređene sa cenom sušenja i naknadnog drobljenja, za uslove u Nemačkoj. U zavisnosti od vremenskih uslova u vreme žetve postupkom mlevenja vlažnog zrna i konzervacije hermetičkim skladištenjem cena je za 5 do 50% niža nego ukoliko se zrno suši i kasnije melje.

Na osnovu cene žitarica, potrebnih ulaganja, i mogućnosti kombinovanja sa preradom zrna kukuruza, svaki proizvođač treba da izračuna da li je ovakav postupak prerade zrna strnih žita u konkretnim uslovima isplativ.

**Ključne reči:** strna žita, konzerviranje, energija.

## UVOD

Postupak konzerviranja poljoprivrednih proizvoda, pa tako i zrna, podrazumeva dovođenje u stanje koje omogućava bezbedno skladištenje, odnosno očuvanje kvaliteta i kvantiteta, do vremena upotrebe odnosno prodaje. Poznati su različiti postupci skladištenja i a pri skladištenju se primenjuju različiti parametri relevantnih vrednosti, kao što su temperatura i relativna vlažnost vazduha, na primer. Osnovna podela postupka konzerviranja bila bi na termičke i hemijske. U termičke se ubraja sušenje i hlađenje, a u hemijske, na primer, konzerviranje propionskom kiselinom. Siliranje se svrstava u drugu grupu, uz to da se prethodno primenjuje mehaničko usitnjavanje, kako bi olakšalo odvijanje hemijskih procesa bez prisustva vazduha - anaerobna reakcija. Sličan postupak je mehaničko usitnjavanje i skladištenje u hermetičkom prostoru, sa ili bez dodavanja konzervansa (propionske kiseline, uree) (Hoffmann, Müller, Fürll, 1966; Eimer, Morcos, 1985; Ratschow, 1986; Schneider, 1994). Pri ovom postupku ne dolazi do hemijske transformacije materijala jer za to nisu stečeni uslovi. To je slučaj pri konzerviranju zrnastih materijala vlažnosti 15 do 30% uz dodavanje konzervansa za vlažnost iznad 20% kada se, prema slici 1, smanjuje raspoloživi CO<sub>2</sub> koji deluje kao konzervans (Jungbluth 1989, Schneider 1994).



Sl. 1. Osnovni postupci konzerviranja zrna strnih žita i kukuruza (Zimmer, 1985)  
 Fig. 1. Significant preservation procedures of cereals and maize grains (Zimmer, 1985)

Troškovi postupaka konzerviranja su značajno različiti, pri čemu je postupak siliranja i konzerviranja hermetičkim skladištenjem jeftiniji od sušenja, ali pored tih troškova na opredeljenje za određeni postupak ima i drugih uticaja. Tako na primer osušeno zrno kukuruza predstavlja tržišnu robu koja može da se proda i kupcu koji je na velikom rastojanju. Rezultat svih ostalih navedenih postupak konzerviranja je stočna hrana, koja se koristi za sopstvene potrebe ili prodaje kupcima na malom rastojanju od mesta skladištenja.

Poznato je da je za sušenje zrna kukuruza, posebno kasnostasnih hibrida sa vlažnošću i do 32% u vreme berbe, utrošak energije za sušenje i višestruko veći od energije potrebne za sve prethodne faze proizvodnje. Stoga je konzerviranje zrna kukuruza uz drobljenje i skladištenje u hermetičkim uslovima poznata i prihvaćena tehnologija, sa nekoliko različitih mogućnosti uključujući i takozvani CCM (corn-cob mix, mešavinu zrna i klipa, odnosno mlevenje klipa kukuruza). U područjima u kojima zrno strnih žita, zbog nepovoljnih klimatskih uslova, ne može da dozri ili je u vreme žetve njegova vlažnost visoka, takođe se primenjuje ovaj postupak prerade u stočnu hranu, odnosno konzerviranja.

U novije vreme globalizacija i slobodna trgovina uslovi su da cena strnih žita, pre svega pšenice, dođe na nivo koji ugrožava poslovanje. Ovako niske cene u zemljama sa subvencijama, kao što je Nemačka, i pored visoke produktivnosti dovode u pitanje ekonomičnost poslovanja zbog visoke cene radne snage. Prema zvaničnim podacima oko 69% proizvedenog zrna strnih žita se u Nemačkoj koristi kao stočna hrana (Anonym 2, 1966). Nemački poljoprivrednici suočeni su sa problemom potrebe sušenja zrna, jer se vlažnost u vreme žetve kreće u granicama 16 do 24%.

U Srbiji i Crnoj Gori poljoprivredna proizvodnja nije subvencionirana, pa je jedva moguće iznaći postupak pozitivnog poslovanja pri proizvodnji pšenice i drugih strnih žita. Stoga bi korišćenje zrna kao stočne hrane mogao da bude lukrativni potez stvaranja viška vrednosti. Postavlja se pitanje koliko konzerviranje i čuvanje tog materijala, do trenutka hranjenja, košta. Žetva pšenice i drugih strnjina mogla da započne ranije, kada zrno nije suvo ali je sa stanovišta primene kao stočne hrane dozrelo, te da se na taj način produži vreme žetve. U obzir pri razmatranju studije izvodljivosti za ovakvu nameru treba u obzir uzeti i sledeće:

1. Hermetički konzervirano zrno strnih žita može da se skladišti u horizontalnom improvizovanom skladištu, te se tako izbegavaju troškovi skladištenja suvog zrna.

2. Ovako konzervirano zrno strnih žita može da se koristi do dospevanja silaže cele biljke, klipa ili zrna kukuruza. To je ujedno hrana prihvatljiva za tov svinja, ukoliko su ispunjeni uslovi u pogledu krupnoće delića nakon mlevenja..

3. Postupak i oprema za mlevenje isti su kao i za kukuruz, te se, bilo da se radi o korišćenju vlastite opreme ili usluga drugih, rad olakšava i pojeftinjuje većim angažovanjem u toku godine.

Postavljen je zadatak da se ispituju tehničko ekonomski pokazatelji postupka mlevenja i hermetičkog skladištenja zrna strnih žita. Kao primer uzeto je imanje sa 400 krava muzara. Za žetvu zrna korišćen je kombajn snage 180 kW. Cilj je bio da se proveru maksimalni učinak uređaja za mlevenje sa dva para narebrenih valjaka, pri čemu bi trebalo da bude takav da preradi svo zrno koje jedan ili dva kombajna uberu. Srednja veličina usitnjenih delića bi trebalo da bude manja od 1 mm u slučaju hranjenja svinja, a za goveda manja od 4 mm. Udeo celog zrna trebalo bi da bude manji od 1% (Berger, Weissbach, 1983). Postavljen je i zadatak da se uporede troškovi proizvodnje stočne hrane od zrna strnih žita postupkom sušenja i naknadnog mlevenja i postupkom mlevenja i hermetičkog skladištenja.

Pri mlevenju valjcima očekivana je veća krupnoća materijala, veća vrednost srednje veličine delića (Höfl, 1985). Postavljen je cilj da se ispita, putem provere prisustva nepoželjnih materija, da li i pri takvoj granulaciji sabijanjem može da se efikasno istisne vazduh i ostvari hermetičko skladištenje, odnosno zadovoljeni definisani higijenski zahtevi (Gedeck, 1973; Schmidt, 1981; Füll, Idler, Hoffmann, 1997).

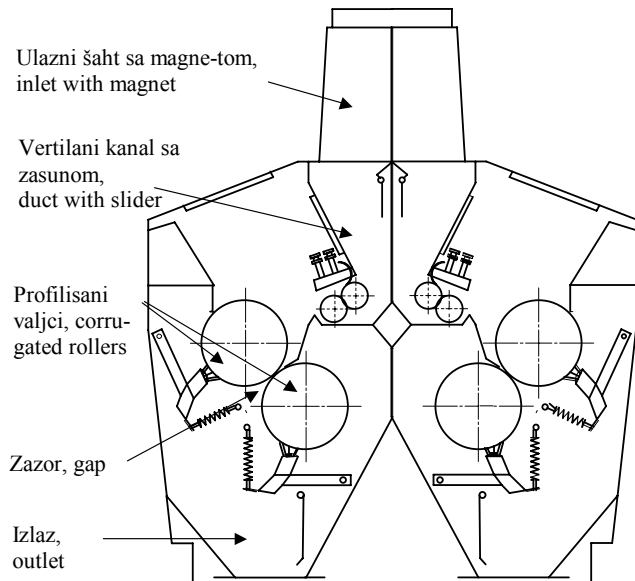
## MATERIJAL I METOD

Ispitivanje usitnjavanja i hermetičkog skladištenja sprovedeno je u toku dve sezone, 2002. i 2003, za ozimu pšenicu i ozimu raž. Sadržaj vlage pšenice kretao se u granicama 16,3-25,4%, a raži 15,8-16,2%.

Za drobljenje-mlevenje korišćen je uređaj sa dva para narebrenih valjaka, tip GM 421 B, proizvođača Maschinen- und Mühlenbau Wittenberg GmbH, postavljen na vozni prostor tako da može da se premešta, hranjen pužnim transporterom. Sastoji se od dva para narebrenih valjaka prečnika 250 mm, dužine 1000 mm. Valjci su narebreni sa četiri žljeba po cm obima, ugao nagiba spirale žljebova je  $10^\circ$ ; obrću se jedan prema drugome. Brži valjak obrće se sa  $720 \text{ min}^{-1}$ . Razlika u broju obrtaja može da se podešava, a u eksperimentu je korišćen odnos 0,92. Zazor je podešiv. Pri eksperimentu je podešen na 0,2 - 0,4 mm. Svaki od parova valjaka pogonjen je elektromotorom snage 18 kW. Uređaj je, sa glavnim delovima, šematski prikazan na slici 2.

Mleveni materijal dovođen je do podnog skladišta gde je sabiran i teškim traktorom sabijan. Nakon toga je prekriven folijom, istisnut je vazduh, a na folije postavljeni teški predmeti. Materijalu vlažnosti iznad 20% dodavana je urea, da bi se sa sigurnošću obezbedilo konzerviranje.

Učink je meren tako da je, pri maksimalnom opterećivanju uređaja registrovanom na osnovu izmerene struje, odnosno zvuka motora, za mereni period prihvatani materijal sa transportne trake i merena masa.



Sl. 2. Šema uređaja za mlevenje sa dva para narebrenih valjaka  
Fig. 2 Scheme of mill with two couples of corrugated rollers

Utrošak energije meren je brojilom električne energije, te za ceo tok jednog merenja, pri punom odnosno radnom opterećenju, očitavan utrošak električne energije i deljen sa količinom obrađenog materijala.

Za svaku biljnu vrstu odnosno vlažnost obavljena su po tri merenja. Za svako merenje uzimano je najmanje pet slučajno odabranih uzoraka za utvrđivanje efekata usitnjavanja. Za to su korišćena laboratorijska sita prečnika 200 mm. Posebno je ustanovljavan broj celih, nemlevenih zrna.

Troškovi su obračunati na osnovu u praksi uobičajenih i važećih postupaka, uz korišćenje podataka drugih autora i vlastitih merenja, pre svega učinka i potrebne energije. Izvršeno je poređenje troškova postupka obrade sušenjem uz mlevenje osušenog zrna, i postupka mlevenja i hermetičkog skladištenja zrna.

Od uskladištenog materijala uzeto je, sa raznih mesta, 20 slučajno odabranih uzoraka odmah nakon obavljanja skladištenja i nakon devet meseci. Uzorci su ispitani u laboratoriji Instituta postupkom opisanim u Füll, Idler, Hoffmann, 1997, da bi se utvrdilo sastav na početku i nakon tog perioda, te eventualno utvrdilo prisustvo nepoželjnih supstanci, posledice neadekvatnog konzerviranja.

## REZULTATI I DISKUSIJA

### Ostvarena usitnjenost

Rezultati merenja usitnjenosti i potrebne energije dati su u tab. 1.

*Tab. 1. Rezultati merenja usitnjenosti i energije pri mlevenju; skraćenice: WW - ozima pšenica, WR - ozima raž, Z - zazor među valjcima, SV - srednja veličina usitnjenih delića, UCZ - udeo celih zrna, SE - specifična energija mlevenja*

*Tab. 1. Results o measuring milling effects and energy; abbreviations: WW - winter wheat, WR - winter rye, Z - gap between rollers, SV- median of milled particles, UCZ - share of whole (not destroyed) grains, SE - specific milling energy*

Materijal Crop	Sadržaj vlage, % Moist. content, %	Z, mm	SV, mm	UCZ, %	Učinak, t/h Capacity, t/h	SE, kWh/t
WW	16,3	0,2	1,95	0,2	14,6	2,7
WW	16,5	0,3	2,0	0,3	16,6	2,4
WW	17,1	0,4	2,1	0,6	17,2	2,3
WW	25,4	0,2	3,0	0,9	15,2	2,6
WW	23,1	0,2	2,8	0,6	16,0	2,5
WW	23,1	0,3	2,9	1,1	16,0	2,5
WR	16,2	0,3	2,2	2,3	16,8	2,4
WR	15,8	0,3	2,3	1,5	12,5	3,2
WR	16,0	0,4	2,2	2,0	18,0	2,2

U svim slučajevima srednja vrednost veličine delića bila je preko 1 mm, a manje od 4 mm. To znači da je materijal pogodan za ishranu goveda, ali ne i svinja. Mlevenje zrna strnih žita namenjeno za ishranu svinja moralo bi da se sprovede u mlinu čekićaru.

Udeo celog zrna je u skoro svim slučajevima mlevenja pšenice bi ispod 1%, ali je kod raži veći, pa i od 2%. Pri ishrani preživara bi i ovaj udeo mogao da bude prihvatljiv, ali u uzimanje u obzir da je hranjiva vrednost celih zrna oko 40% niža (Berger, Weissbach, 1983).

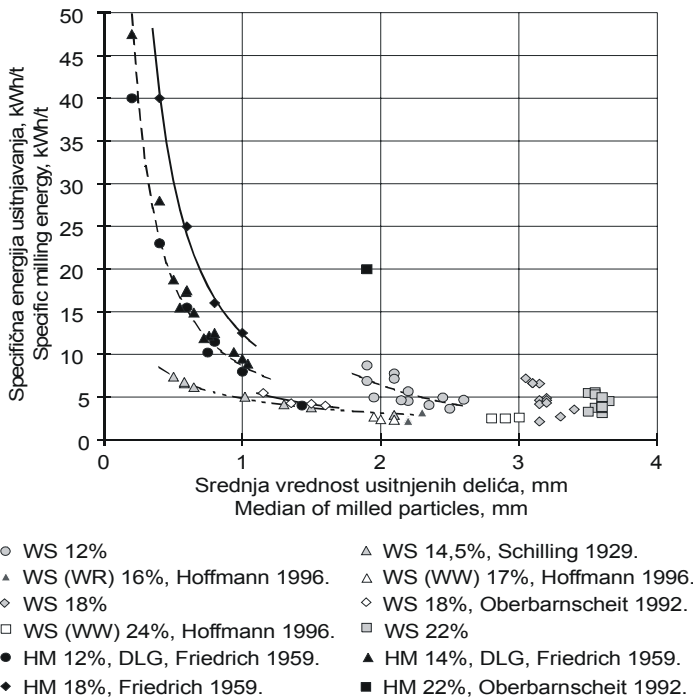
Povećanjem zazor, primer mlevenja pšenice slične vlažnosti, pokazuje očekivano povećanje srednje veličine usitnjenih delića i udela celog zrna. Istovremeno se smanjuje specifična energija mlevenja.

## Učinak

Učinak je, osim dva izuzetka, iznosio preko 15 t/h. Za praktične potrebe opskrbljivanja dva kombajna većeg radnog zahvata, iznad 4,5 m, bilo bi poželjno da bude iznad 20 t/h. Ispitivani uređaj mogao bi da opslužuje dva kombajna časovnog učinka oko 8 t (maksimalno), uz to da se radni dan uređaja produži u odnosu na uobičajen radni dan kombajna 8-20 h.

## Energija

Rezultati obračunate specifične energije usitnjavanja, merenih vrednosti i podataka iz literature, prikazani su na slika 3.



Sl. 3. Specifična energija mlevenja u zavisnosti od srednje veličine usitnjenog zrna strnih žita, vlastita merenja i rezultati drugih; skraćenice: WS - uređaj sa narebrenim valjcima, HM - mlin čekićar, WW - ozima pšenica, WR - ozima raž

Fig. 3. Specific milling energy versa particle median of cereal grains, own results and data of others; abbreviations: WS - mill with press rollers, HM - hammer mill, WW - winter wheat, WR - winter rye

Jasno je pokazana zavisnost specifične energije mlevenja od ostvarene usitnjenosti materijala. Takođe je pokazano da je uređaj sa narebrenim valjcima energetski efikasniji od čekićara. Specifična energija pri radu sa ovim uređajem dostiže do oko 8 kWh/t, izmerene vrednosti do 3,2 kWh/t, dok je pri mlevenju čekićarem ona, samo sa retkim izuzecima, iznad ove vrednosti. Kada se posmatra ista vrednost usitnjenosti materijala uočava se da je specifična energija pri mlevenju čekićarem oko dva puta veća. Stoga bi daljnjim razvojem tehničkog rešenja uređaja sa narebrenim valjcima trebalo težiti postizanju usitnjenosti koja bi zadovoljila zahteve za ishranu svinja.

### Troškovi

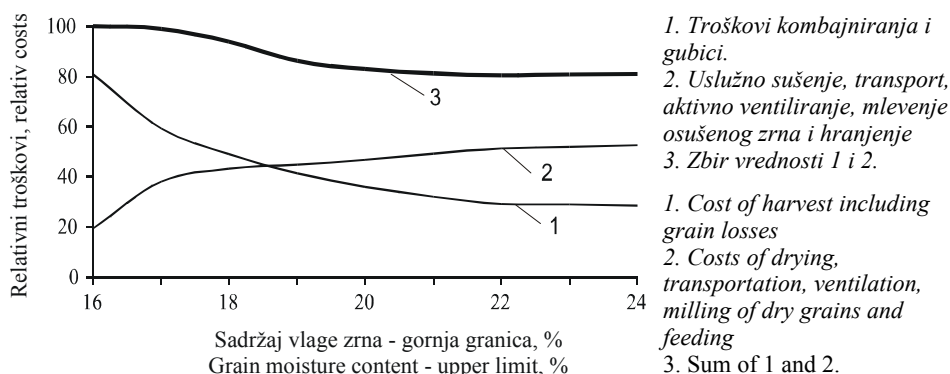
Troškovi ubiranja mogu se obračunati tek kada se utvrdi koliko je zrna ubrano. Metod obračuna, sproveden na osnovu Hoffmann, Müller (1996) pokazuju da, posebno pri vlažnim klimatskim uslovima u toku žetve, kombajn mora da radi na ubiranju i kada je materijal vlažnosti i preko 22% da bi ostvario 200 radnih sati u toku sezone (radni dan je 8-20, uz prosečan učinak, uzimajući u obzir sve gubitke, oko 8 t/h), tabela 2. Ukoliko se ubrano zrno suši, a troškovi sušenja žele smanjiti, smanjuje se angažovanje kombajna u toku sezone, čak i na polovinu U tom slučaju raste cena ubiranja, pa čak i više nego ušteda u smanjenu troškova sušenja.

Troškovi pri postupku proizvodnje stočne hrane od zrna strnih žita primenom konzervacije sušenjem za vlažne uslove pri žetvi prikazani su na slici 4, kao relativni, pri čemu 100% predstavljaju troškovi pri ubiranju samo zrna koje ima do 16% vlage.

Tab. 2. Udeo ubranog zrna po grupama vlažnosti, rezultati ubiranja u vlažnim i sušnim sezonama  
Tab. 2. Share of grain moisture content groups, result for humid and dry harvestin conditions

Rad kombajna u toku sezone, Seasonal engagement of harvester h/SE <sup>1</sup>	Ubrana količina, total harvested t/SE	Grupe vlažnosti zrna, grain moisture content groups, %			
		< 16	17-19	20-22	> 22
Vlažni uslovi u vreme žetve, humid conditions in harvest period					
100	1000	390	480	130	
150	1500	420	585	495	
200	2000	440	600	740	220
Sušna uslovi u vreme žetve, dry conditions in harvest period					
100	1000	1000			
150	1500	1500			
200	2000	1700	300		

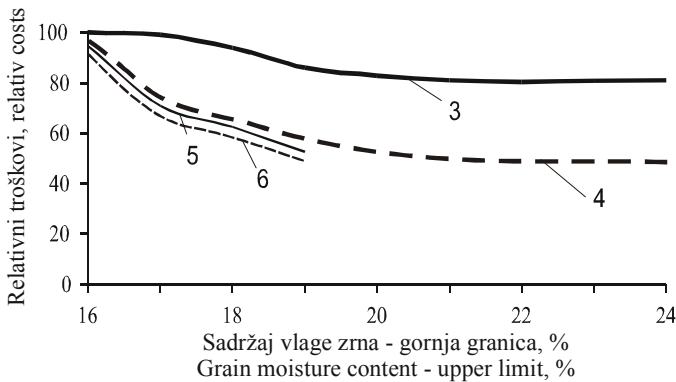
<sup>1</sup> SE skraćena za sezona žetve, abbreviation for harvesting period - season



Sl. 4. Troškovi proizvodnje stočne hrane od zrna strnih žita uz konzerviranje sušenjem u zavisnosti od gornje granice sadržaja vlage zrna, vlažni uslovi u vreme žetve

Fig. 4. Production costs of fodder from cereal grains using preservation by drying for diverse values of upper limit of grain moisture content to be harvested, humid conditions in harvest period

Troškovi postupka mlevenja i hermetičkog skladištenja za vlažne i suve uslove u vreme žetve prikazani su na slici 5. Sa slike 4 na sliku 5, ubačena je kriva troškova konzerviranja sušenjem. Pored toga, naznačene su i krive troškova za oba postupka za sušne uslove u vreme žetve. Oni su nanešeni do vrednosti vlažnosti 19%, jer se u tim uslovima to i ostvaruje, tabela 2.



Sl. 5. Poređenje troškova proizvodnje stočne hrane od zrna strnih žita za dva postupka; konzervacija sušenjem pa mlevenje i hermetičko skladištenje mlevenog vlažnog zrna, za vlažne i suve uslove u vreme žetve (Füll, Idler, Hoffmann, 1997)

3. Uzeto sa sl. 4.

4. Žetva sa gubicima, tehničko hlađenje u međuskladištu, mlevenje, hermetičko skladištenje

5. Isto kao 3 ali za suve uslove pri žetvi

6. Isto kao 4 ali za suve uslove pri žetvi

Fig. 5. Cost of two procedures of producing fodder of cereal grains: drying and milling, airtight storing of milled moist grain, for humid and dry conditions in harvest period (Füll, Idler, Hoffmann, 1997)

3. Taken from Fig. 4

4. Harvesting, including losses, cooling in intermediate store, milling, airtight storing

5. Same as 3 but calculation for dry conditions in harvest period

6. Same as 4 but calculation for dry conditions in harvest period

Prema dobijenim podacima troškovi proizvodnje stočne hrane od zrna strnih žita mogu da budu i do 50% niži pri vlažnim uslovima u toku žetve, ili ukoliko se zrno ubire ranije, te na taj način poduži vreme žetve i duže koristi kombajn. Računica pokazuje da duže korišćenje kombajna ima odlučujući uticaj na sniženje ukupnih troškova prerade, čak i kada se u obzir uzme da je tada potrebno sušenje zrna. Ovde u obzir nisu uzeti niži troškovi skladištenja pri korišćenju improvizovanog podnog skladišta za hermetičko skladištenje zrna. To zbog toga što je pretpostavljeno da se i suvo zrno skladišti u raspoloživim podnim skladištima.

### Kvalitet preradenog materijala

Merenja uzoraka materijala uzetih u vreme uskladištenja i nakon devet meseci pokazala su da nema štetnih materija, a nivo bakterija i kvasaca je smanjen. Time je potvrđeno da i ovako usitnjen materijal, sa većom srednjom vrednošću veličine delića, može uspešno da se konzervira hermetičkim skladištenjem.

### ZAKLJUČCI

Rezultati su pokazali da konzerviranje zrna strnih žita u cilju dobijanja stočne hrane postupkom mlevenja vlažnog zrna i hermetičkog skladištenja može uspešno da se ostvari primenom uređaja za mlevenje sa narebrenim valjcima, kao što je to slučaj pri spremanju zrna kukuruza, pri čemu se dobija stočna hrana pogodna za ishranu goveda. Primenjenim uređajem ostvaren je učinak od 12,5 do 18 t/h. Srednja veličina delića bila je 1-2 mm, a



udeo celih zrna za pšenicu do 1%, a za raž oko 2%. Specifična energija mlevenja je, u zavisnosti od intenziteta usitnjavanja vrste i vlažnosti materijala, bila do 3,2 kWh/t. Prema podacima u literaturi kreće se i do 8 kWh/t. Za usitnjavanje mlinovima čekićarima, prema podacima drugih autora, specifična energija je, osim retkih izuzetaka, preko 8 kWh/t, a za isti intenzitet usitnjavanja dva puta veća nego pri mlevenju uređajem sa narebrenim valjcima. Ipak, čini se da uređajem sa narebrenim valjcima ne bi bilo moguće da se postigne srednja veličina delića ispod 1 mm, te da se stočna hrana koristi za hranjenje svinja.

Ukupni troškovi spremanja zavise prvenstveno od učinka kombajna u toku sezone, odnosno vremenskih prilika u toku perioda žetve, a ubiranjem vlažnog zrna period žetve može da se produži, te cena ubiranja smanji. Poređenjem postupka sušenja te naknadnog mlevenja i postupka mlevenja vlažnog zrna i hermetičkog skladištenja pokazuju da su troškovi drugog postupka 5 do 50% niži.

Ispitivanje udelu bakterija i kvasaca u uskladištenom vlažno mlevenom zrnu pokazalo je pozitivne rezultate u pogledu higijene hraniva, iako se radi o krupnijim delićima.

I u Srbiji bi trebalo da se razmotri opravdanost intenzivnijeg korišćenja zrna pšenice kao stočne hrane, te na taj način stvaranja viška vrednosti, odnosno oplemenjivanja sirovine. Pošto su uslovi u vreme žetve drugačiji, te je samo izuzetno potrebno sušenje zrna, trebalo bi da se razmotri mogućnost ranijeg otpočinjanja žetve. Time bi sezonsko angažovanje kombajna bilo povećano pa time i troškovi ubiranja smanjeni. Primena mlevenja vlažnog zrna i hermetičkog skladištenja zrna strnih žita posebno bi bila povoljna ukoliko se to već sprovodi za zrno kukuruza, jer bi se koristila ista oprema. Produženjem angažovanja opreme snizili bi se troškovi. Realni troškovi ovih postupaka trebalo bi da se izračunaju na svakom imanju uzimajući u obzir konkretne uslove i cene. Pri tome je postojanje kombajna za žetvu, opreme za mlevenje i skladišnog postupka od odlučujućeg uticaja na ishod proračuna.

## LITERATURA

- [1] Bergner, E., Weissbach, F. 1983. Zum Einfluß des Zerkleinerungsgrades auf die Verdaulichkeit von Getreidekörnern. I. Mitteilung: Untersuchung mit Weizen und Gerste an Rindern. Arch. für Tierernährung, 33, 241-250.
- [2] Eimer, M., Morcos, B. 1985. Grenzen für Konservierung und Lagerung durch mikrobielle Entwicklung und Umsetzungen. Landtechnik, 6: 286-288.
- [3] Friedrich, W. 1959. Der Zerkleinerungsvorgang in Hammernmühlen, abhängig von den Einflußgrößen. Die Mühle (48), 648-651.
- [4] Fürll, Ch., Idler, Christine, Hoffmann, Th. 1997. Untersuchungen zu Verfahren der Konservierung von erntefeuchtem, grobgeschrotetem Getreide. Agrartechnische Forschung, 3(1), 1-12.
- [5] Gedeck, B. 1973. Futtermittelverderb durch Bakterien und Pilze und seine nachteiligen Folgen. Übersicht Tierernährung, 45-56.
- [6] Höfl, K. 1985. Zerkleinerungs- und Klassiermaschinen. Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
- [7] Hoffmann, Th., Müller, M. 1996. Simulationsmodell "Witterung und Kornfeuchte des Getreides im Bestand und nach dem Drusch". Fachgebiet Technik in der Pflanzenproduktion. Humboldt - Universität zu Berlin, nepublikovano.
- [8] Hoffmann, Th., Müller, M., Fürll, Ch. 1966. Einordnung, Kombination und Bewertung von Ernte- und Konservierungsverfahren für Getreide. Landtechnik 1996, VDI - Berichte 1297, (1996), 133 - 137, VDI - Verlag GmbH, Düsseldorf.
- [9] Jungbluth, Th. 1989. Beurteilung von Verfahren der Feuchtgetreidekonservierung. Doktorski rad, Univerzitet Stuttgart Hohenheim.

- [10] Morcos, B. 1986. Mikrobielle Entwicklung und Verderb bei der Konservierung und Lagerung von Getreide. Doktorski rad, Göttingen.
- [11] Oberbarnscheidt, B., Schade, E., Füll, Ch. 1992. Feuchtgetreide konservieren. Landtechnik 47(6), 285-288.
- [12] Ratschow, J.P. 1986. Konservierung und Lagerung von Getreide in Flachsilos. Rationalisierungskuratorium für Landwirtschaft, Dr. H. Traulsen, 849-871.
- [13] Schilliing, E. 1929. Ein Beitrag zur Kenntnis der Arbeitsvorgänge in Schrotmühlen. Doktorski rad, TH Braunschweig.
- [14] Schmidt, H.L. 1981. Mikrobiologische Aspekte der Futtermittelbewertung, Landw. Forschung, 38(Sonderheft 2), 95-104.
- [15] Schneider, G. 1994. Entwicklung und Erprobung kostengünstiger Konservierungsverfahren für Feuchtgetreide. Doktorski rad. Univerzitet Stuttgart Hohenheim.
- [16] Zimmer, E. 1985. Verluste bei der Maiskonservierung. mais (1985) 4, S.30-35.
- [17] Anonym 1. 1979. DLG-Prüfberichte Nr. 2295 (1974), Nr. 2732 (1978), Nr. 2731 (1978), Nr. 2684 (1979), Nr. 2365 (1978).
- [18] Anonym 2. 1996. Mischfutter-Tabellarium. Dachverband der Futtermittelindustrie, Bonn.

## PRESERVATION OF CEREAL GRAINS BY GRINDING AND AIRTIGHT STORING

**Christian Füll<sup>1</sup>, Milan Martinov<sup>2</sup>, Thomas Hoffmann<sup>1</sup>, Christine Idler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Leibniz - Institut für Agrartechnik - Potsdam*  
cfuerll@atb-potsdam.de

<sup>2</sup>*Faculty of Technical sciences - Novi Sad*  
mmartog@uns.ns.ac.yu

**Abstract:** Grinding and airtight storing of maize grains is well known technology in region of Pannonia plane, European Corn Belt. The energy needs for this kind of preservation is considerably lower than energy used for preservation by drying, especially for high-moisture late hybrids. The same preservation of cereals grains is practiced in the regions where, due to climatic conditions, grains couldn't reach phase of full ripeness, or they have in harvesting time high moisture content. Due to very low prices of cereals grains they are more and more used as fodder. In that case they cereals grains can be earlier harvested, with the moisture content 16-24%, grained and airtight stored. This can extend harvesting season and reduce costs of storage.

The paper presents results of investigation of cereal grains grinding and making silage. It has been measured process of grinding with hammer mill and press rollers. The capacity, energy input and particle fineness of cereal grains has been measured. The microbiology tests of processed and stored grain have been provided. It has bin found out that grinding with press rollers results with bigger particles but much less energy is needed in comparison with hammer mill grinding. In all cases tests of silage hygienic were positive. The prices of this fodder processing procedure have been compared with drying and grinding. It was find out that, depending on weather conditions in harvest period, the costs for grinding and airtight storing of cereal grains are 5 to 50% lower than for its drying and dry grinding. The profitability of moist grinding and airtight storing of cereal grains processing procedure should be considered concerning individual conditions, e.g. using of same grinding equipment for maize corn processing, weather conditions, own and neighboring farms structure et cetera,

**Key words:** *cereal grain, preservation, energy.*