

**FIZIKALNA SVOJSTVA SJEMENA NEKIH HIBRIDA
ULJANE REPICE**D. KIŠ¹, T. JURIC¹, V. GUBERAC¹, N. VOĆA²,
Vlatka ROZMAN¹, I. PLAŠČAK¹¹Poljoprivredni fakultet u Osijeku¹Faculty of Agriculture in Osijek²Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu²Faculty of Agriculture University of Zagreb**SAŽETAK**

Za vrijeme čuvanja u velikoj mjeri dolaze do izražaja fizikalna svojstva uskladištenih proizvoda. Poznavanje tih svojstava, koja se javljaju već za transporta, zatim u vrijeme dorade, a posebice za vrijeme uskladištenja uvjetuje poboljšanje kakvoće i daje mogućnost smanjivanja šteta koje nastaju pri skladištenju. Uljana repica je kultura koja predstavlja veliki potencijal za proizvodnju biodizelskoga goriva iz ulja, te proizvodnju energije iz biomase. Na temelju provedenih istraživanja fizikalnih svojstava sjemena tri hibrida uljane repice Baldur, Titan i Artus prije sušenja ($w = 12,90 - 14,13\%$) kut prirodnog pokosa kretao se od $28,45^\circ$ do $29,96^\circ$, kut trenja glavnine mase od $18,05^\circ$ do $18,68^\circ$, specifični toplinski kapacitet od 1,948 do 1,968 kJ/kg K i toplinska vodljivost od 0,118 do 0,129 W/mK. Nakon sušenja ($w = 6,02 - 6,30\%$) kut prirodnog pokosa kretao se od $24,02^\circ$ do $24,38^\circ$, kut trenja glavnine mase od $11,60^\circ$ do $12,24^\circ$, specifični toplinski kapacitet od 1,803 do 1,862 kJ/kg K i toplinska vodljivost od 0,106 do 0,112 W/mK.

Ključne riječi: kut prirodnog pokosa, kut trenja, specifični toplinski kapacitet, toplinska vodljivost, uljana repica, skladištenje

UVOD

Uljana repica je kultura koja se zbog visokog sadržaja ulja (42-46%) i bjelančevina (20%) svrstava među najznačajnije uljarice (Frauen, 1997.). Za vrijeme skladištenja u velikoj mjeri dolaze do izražaja fizikalna svojstva skladištenih proizvoda. Poznavanje tih svojstava, koja se javljaju već tijekom dorade, a posebno za vrijeme skladištenja uvjetuje poboljšanje kakvoće skladištenog proizvoda, daje mogućnost smanjivanja šteta koje nastaju tijekom skladištenja i snižava troškove za vrijeme skladištenja pojedinih kultura (Venedaal i sur., 1997.; Ritz, 1992.). Skladištenje većih količina sjemena moguće je samo ako se stavi u hrpu. Hrpa tehnološki znači mijenjanje prirodnih uvjeta sredine u kojoj se sjemenke nalaze. Nejednolika vlažnost mase sjemenki tijekom skladištenja uzrokuje tzv. "gnijezda" u

kojima se počinje podizati temperatura. Tu pojavu zovemo "samozagrijavanje" i ona predstavlja najveću opasnost za kvarenje skladištenih sjemenki. Zbog toga je jedan od osnovnih zadataka tehnologije dorade i skladištenja smanjivanje nejednolike vlažnosti skladištenih sjemenki (Ritz, 1992.; BEAM, 1993.; Barth, 2003.). Pri različitoj vlažnosti različit je i koeficijent restitucije. Koeficijent restitucije je odnos između visine s koje sjemenka pada na tvrdu podlogu i visine do koje je nakon udara odskočila. Kako se koeficijenti restitucije mijenjaju s obzirom na vlažnost sjemenke, tako će se i odraz sjemenke različitih vlažnosti razlikovati. Zbog toga pri punjenju silosnih ćelija raznoliko osušenih sjemenki, udaranjem sjemenki u stjenku ćelije dolazi do razdvajanja suhih i vlažnih sjemenki. U silosnoj ćeliji se tada na jednom mjestu nalaze vlažnije sjemenke što može biti uzrokom kvarenja (Katić, 1992.). Punjenje i pražnjenje silosa obavlja se najčešće djelovanjem gravitacijske sile. Što je sipkost veća, punjenje i pražnjenje je brže. Standardnih metoda za određivanje sipkosti sjemena nema, a obično je izražena pomoću kuta prirodnog pokosa i kuta trenja (Krička i Šarić, 1995.). Poznavanje kuta trenja važno je kod tehnoloških procesa u kojima se masa pokreće gravitacijom, kao npr. cjevovodima ili pri pneumatskom transportu. Osnovni preduvjet za pokretanje čestica po nepomičnoj kosini, cijevi ili spiralnom spustu jest pogodan nagibni kut prema horizontali, masi čestica i koeficijentu trenja. Što je kut nagiba veći, to će čestice brže kliziti (Katić, 1992.; BEAM, 1993.). Kut prirodnog pokosa je kut između površine hrpe nasipne mase i vodoravne podloge. Kut prirodnog pokosa ovisi o vlažnosti, obliku i krupnoći čestica, a različit je pri mirovanju, pokretu i vibracijama (Katić, 1992.). Nepoznavanje razlika kuteva trenja sjemenki dovodi do problema u začepeljivanju transportnih linija u silosima (Krička i sur., 1999.). Odnos između volumena zrna u hrpi i volumena hrpe je poroznost hrpe, ista ovisi o obliku i veličini zrnja osnovne kulture i primjesa koje se nalaze u hrpi. Specifični toplinski kapacitet hrpe i zrna približno je jednak, jer zrak koji ispunjava međuprostor između zrna ima vrlo mali toplinski kapacitet i praktično ne utječe na veličinu toplinskog kapaciteta hrpe (Katić, 1992.). Toplinska vodljivost pojedinačnog zrna ovisi uglavnom o njegovoj vlažnosti. U problemima sušenja i skladištenja važnije je poznavanje toplinske vodljivosti hrpe, jer se i sušenje i provjetranje obavlja samo kod hrpe. Toplinska vodljivost zrna i hrpe se u principu kod veće vlažnosti povećava (Chang 1986).

MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na sjemenu tri hibrida uljane repice; Artus, Baldur i Titan, roda 2005. i 2006. godine.

U laboratoriju su ispitana fizikalna svojstva sjemenki navedenih hibrida uljane repice i to: kut prirodnog pokosa, kut trenja za početak klizanja mase, glavninu klizanja i ostatak mase, specifični toplinski kapacitet i toplinska vodljivost prije i poslije sušenja. Sipkost, odnosno kut prirodnog pokosa i trenja određeni su pomoću mjerne sonde i uređaja s nagibnom aluminijskom plohom, specifični toplinski kapacitet kalorimetrom a toplinska vodljivost matematičkim proračunom. Sva mjerenja obavljena su na 50 uzoraka, a prikazana su kao srednja vrijednost za svako svojstvo.

REZULTATI I RASPRAVA

Kut prirodnog pokosa sjemenki uljane repice istraživanih hibrida prije i poslije sušenja u 2005. i 2006. godini prikazan je u Tablici 1.

Tablica 1. Kut prirodnog pokosa sjemenki uljane repice prije i poslije sušenja

Table 1. Angle of natural decline of oilseed rape seeds before and after draying

Hibrid / godina <i>Hybrid/ year</i>	Vlaga prije sušenja (%) <i>Initial moisture</i>	Kut prirodnog pokosa (°) <i>Angle of natural decline</i>	Vlaga poslije sušenja (%) <i>Finally moisture</i>	Kut prirodnog pokosa (°) <i>Angle of natural decline</i>
Titan / 2005.	14,13	29,96	6,30	24,38
Titan / 2006.	13,21	29,51	6,20	24,13
Baldur / 2005.	13,71	28,63	6,02	23,90
Baldur / 2006.	12,90	28,45	6,10	24,02
Artus / 2005.	13,82	29,55	6,22	24,22
Artus / 2006.	13,00	29,31	6,18	24,18

U obje godine istraživanja kod svih hibrida uljane repice vrijednost kuta prirodnog pokosa bila je manja nakon sušenja sjemenka u odnosu vrijednost izmjerenu prije sušenja.

Kut trenja ispitivan je u tri segmenta: početak klizanja mase, početak klizanja glavnine mase i klizanje ostatka mase. Početak klizanja mase, početak klizanja glavnine mase i klizanje ostatka mase sjemenki uljane repice prije sušenja za pojedine godine prikazan je u Tablici 2., dok su u Tablici 3. prikazane vrijednosti kuta trenja za početak klizanja mase, početak klizanja glavnine mase i klizanje ostatka mase sjemenki uljane repice nakon sušenja.

Tablica 2. Kutovi trenja sjemenki uljane repice prije sušenja

Table 2. Friction angle of oilseed rape seeds bulk mass before draying

Hibrid / godina <i>Hybrid / year</i>	Vlaga prije sušenja (%) <i>Initial moisture</i>	Početni kut trenja (°) <i>Friction angle bulk mass</i>	Kut trenja glavnine mase (°) <i>Friction angle bulk mass</i>	Kut trenja ostatka mase (°) <i>Friction angle rest mass</i>
Titan / 2005.	14,13	7,33	18,68	28,66
Titan / 2006.	13,21	7,10	18,13	28,00
Baldur / 2005.	13,71	7,12	18,15	28,13
Baldur / 2006.	12,90	7,05	18,05	27,76
Artus / 2005.	13,82	7,20	18,36	28,43
Artus / 2006.	13,00	7,08	18,11	27,93

Tablica 3. Kutovi trenja sjemni uljane repice poslije sušenja

Table 3. Friction angle of oilseed rape seeds bulk mass after draying

Uljana repica / godina <i>Oilseed rape/ year</i>	Vlaga prije sušenja (%) <i>Initial moisture</i>	Početni kut trenja (°) <i>Initial friction angle</i>	Kut trenja glavnine mase (°) <i>Friction angle bulk mass</i>	Kut trenja ostatka mase (°) <i>Friction angle rest mass</i>
Titan / 2005.	6,30	5,99	12,24	24,16
Titan / 2006.	6,20	5,60	11,89	23,98
Baldur / 2005.	6,02	5,36	11,60	23,61
Baldur / 2006.	6,10	5,40	11,63	23,72
Artus / 2005.	6,22	5,62	12,03	24,03
Artus / 2006.	6,18	5,48	11,78	23,82

Vidljivo je da se kutovi trenja smanjuju sa smanjenjem vlage sjemenki istraživanih hibrida u obje godine. Najmanje kutove trenja imao je hibrid Baldur, a hibridi Titan i Artus imaju približno iste kutove trenja.

Tablica 4. Specifični toplinski kapacitet i toplinska vodljivost sjemenki uljane repice prije i poslije sušenja

Table 4. Specific heat capacity and heat conductivity before and after drying

Hibrid / godina <i>Hybrid/ year</i>	Specifični toplinski kapacitet i toplinska vodljivost (prije sušenja) <i>Specific heat capacity and heat conductivity (before drying)</i>			Specifični toplinski kapacitet i toplinska vodljivost (poslije sušenja) <i>Specific heat capacity and heat conductivity (after drying)</i>		
	w (%)	c (kJ/kgK)	λ (W/mK)	w (%)	c (kJ/kgK)	λ (W/mK)
Titan / 2005	14,13	1,968	0,129	6,30	1,862	0,112
Titan / 2006	13,21	1,956	0,123	6,20	1,817	0,109
Baldur / 2005	13,71	1,957	0,124	6,02	1,803	0,111
Baldur / 2006	12,90	1,948	0,126	6,10	1,814	0,108
Artus / 2005	13,82	1,960	0,120	6,22	1,822	0,110
Artus / 2006	13,00	1,953	0,118	6,18	1,819	0,106

Specifični toplinski kapacitet hrpe uljane repice ovisi o vlazi i što je vlaga veća veći je i specifični toplinski kapacitet za istraživane hibride uljane repice. Dobiveni rezultati slični su rezultatima koje su proveli Židko i sur. (1982.), a važni su kod proračuna bilance energije sušenja. Toplinska vodljivost hrpe sjemenki uljane repice se smanjuje smanjenjem sadržaja vlage za sve istraživane kultivare i godine. Ovakove rezultate potvrđuju i istraživanja Changa, 1986. godine.

Dobiveni rezultati fizikalnih svojstava važni su pri odabiru sredstava unutarnjeg i vanjskog transporta, te načina sušenja i skladištenja.

ZAKLJUČCI

Na temelju provedenih istraživanja fizikalnih svojstava sjemenki uljane repice može se zaključiti da kut prirodnog pokosa, kut trenja, specifični toplinski kapacitet i toplinska vodljivost sjemenki uljane repice opadaju sa smanjenjem vlage.

Poznavanjem fizikalnih svojstava hibrida uljane repice može se utjecati na način dorade (čišćenje i sušenje), skladištenje, te na smanjenje šteta i troškova koje tim postupcima mogu nastati.

PHYSICAL PROPERTIES OF SOME HIBRYD RAPE OILSEED

SUMMARY

During storage period physical properties of stored products are considerably pronounced. Knowledge of the properties that already appear at the time of transport, in processing, and particularly, in the storage period cause improvement in quality and enable reduction of damage that occurs in storing. Oilseed rape has a great potential for production of biodiesel fuel, and for production of energy on the basis of biomass. In terms of investigated physical properties of hybrids of oilseed rape Baldur, Titan and Artus before drying ($w = 12.9 - 14.13\%$) angle of natural decline ranged from 28.45° to 29.96° , friction angle of bulk mass ranged from 18.05° to 18.68° , specific heat capacity ranged from 1.948 to 1.968 kJ/kg K, and heat conductivity ranged from 0.118 to 0.129 W/mK. After drying ($w = 6.02 - 6.30\%$) angle of natural decline ranged from 24.02° to 24.38° , friction angle of bulk mass ranged from 11.60° to 12.24° ; specific heat capacity ranged from 1.803 to 1.862 kJ/kg K, and heat conductivity ranged from 0.106 to 0.112 W/mK.

Key words: physical properties, oilseed rape, storage

LITERATURA - REFERENCES

1. Barth, F., (2003): Skladištenje uljane repice postupkom hladnog konzerviranja, www.axima.eu.com.
2. Beam (1993): The Prospects for Biodiesel Productuon in West Wales. Projekt, Gwynedd, 1-40.
3. Chang, C. H. (1986): Thermal conductivity of wheat, corn, and grain surghum as affected by bulk density and moisture content. *ASAE Trans.*, 1442-1450.
4. Frauen, M. (1997): Optimierung der Versuchtechnik bei Winterraps. Heft, Bonn, www.ufop.de.
5. Katić, Z. (1992): Sušenje i sušare u poljoprivredi. Skripta 1., Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
6. Krička, T., Šarić, Z. (1995): Utjecaj sušenja na kut prirodnog pokosa i kut trenja uljane repice Silvia. XI Međunarodno savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice, Zbornik radova, 125 - 132.
7. Krička, T., Jukuć, Ž., Voća, N., Miletić, S.(1999): Komparativna analiza sušenja sjemena uljane repice "00" hibrida Silvia i "00" hibrida Diana, Karola, Semu 910201, Semu 93-10 i Lirajet. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, Vol. 64, 113 – 121, Zagreb

D. Kiš i sur.: Fizikalna svojstva sjemena nekih hibrida uljane repice

8. Krička, T., Voća, N., Jukuć, Ž., Hrsto, D. (2000). Biodizel gorivo kao prekretnica u hrvatskoj poljoprivrednoj proizvodnji. 16 Hrvatsko savjetovanje tehnologa sušenja i skladištenja, Stubičke Toplice, zbornik radova, 1 - 16.
9. Pospišil, M., Mustapić, Z., Sever, K. (1997): Prinos i kakvoća novih "00" kultivara uljane repice. Sjemenarstvo, Vol 14, 173 – 179, Zagreb.
10. Ritz, J. (1992): Osnovi uskladištenja ratarskih kultura. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
11. Venendaal, R., Jorgensen, U, Foster, C. A. (1997): European energy crops: a synthesis. Biomass and Bioenergy Vol. 13, Oxfordshire, 147 - 185.
12. Židko, V., I., Režickov, V.A., Ukolov, B.S. (1982): Zernosušenie i zernosušilki, „Kolos“ Moskva

Adresa autora – Author's address:

Prof. dr. sc. Darko Kiš
Prof. dr. sc. Tomislav Jurić
Prof. dr. sc. Vlado Guberac
Doc. dr. sc. Vlatka Rozman
Ivan Plaščak, dipl. ing.
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek
E-mail: Darko.Kis@pfos.hr

Primljeno – Received:

13. 05. 2008.

Dr. sc. Neven Voća
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb