Biblid: 1450-5029 (2007) 11; 3; p.82-85
UDK: 634.14: 631.563.2:532.71

Originalni naučni rad
Orginal Scientific Paper

PROMENA ČVRSTOĆE DUNJE (*CYDONIA OBLONGA MILL.*) TOKOM OSMOTSKOG SUŠENJA

THE QUINCE (*CYDONIA OBLONGA MILL.*) FIRMNESS CHANGING DURING THE OSMOTIC DRYING

Dr Mirko BABIĆ, dr Ljiljana BABIĆ, Milivoj RADOJČIN, dipl.ing, mr Ivan PAVKOV, mr Branislav KARADŽIĆ,
Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad, e-mail:mbab@polj.ns.ac.yu

REZIME

Na Poljoprivrdenom fakultetu u Novom Sadu razvija se kombinovana tehnologija sušenja voća i povrća. Prva etapa te tehnologije je osmotsko sušenje u rastvoru šećera u vodi. Tokom tog procesa dolazi do promena vlažnosti (sl. 4) i mehaničkih osobina. To je poželjno kod voća i povrća koje ima veću čvrstoću, kao što je jabuka, mrkva i dunja. Ispitivanje zavisnosti napon–deformacija tokom osmotskog sušenja dunje obavljeno je na uređaju sopstvene originalne konstrukcije. Uređaj je povezan sa računarom radi automatske akvizicije parametara. Na bazi izmerenih vrednosti obavljene su disperzione analize. Vrednost kritičnog napona definisana je tačkom promene čvrste materije voćnog tkiva u nenjutnovski fluid (σ_K na sl.5). Ova veličina može se smatrati jednim od pokazatelja čvrstoće voća. Disperzionom analizom potvrđena je hipoteza da se kritični napon menja tokom vremena osmotskog sušenja. On ima mali porast tokom osmotskog sušenja (sl. 6). Promena sekantnog modula elastičnosti nije potvrđena disperzionom analizom. Istraživanja treba nastaviti sa većim brojem ponavljanja kako bi se eliminisao uticaj anizotropnosti na rezultat.

Ključne reči: *osmotsko sušenje, sušeno voće, mehaničke osobine, modul elastičnosti.*

SUMMARY

Combine fruit and vegetables drying technology has been developed at Faculty of Agriculture in Novi Sad. First step of this technology is osmotic drying in sucrose water solution. Moisture content is changing during the process (fig. 4). Mechanical properties are changing, too. It's desirable when fruit and vegetable have high firmness, for sample apple, carrot and quince. Relationship stress-strain, during osmotic drying, was tested on new original device, which is connected with the computer for automatic data acquisition. The variance analyze is applied on measurement data. The critical stress value was defined by point where the solid material changing in non-Newtonian fluid (σ_K on fig. 5). This value is one of the firmness indexes. The variance analyze confirmed hypothesis that critical stress changing during time of osmotic drying process. It has small increasing during osmotic drying (fig. 6). The secant modulus of elasticity changing wasn't confirm by the variance analyze. Research need to continue with more repeats in aim to eliminate influence of anisotropy on result.

Key words: *osmotic drying, dried fruit, mechanical properties, modulus elasticity.*

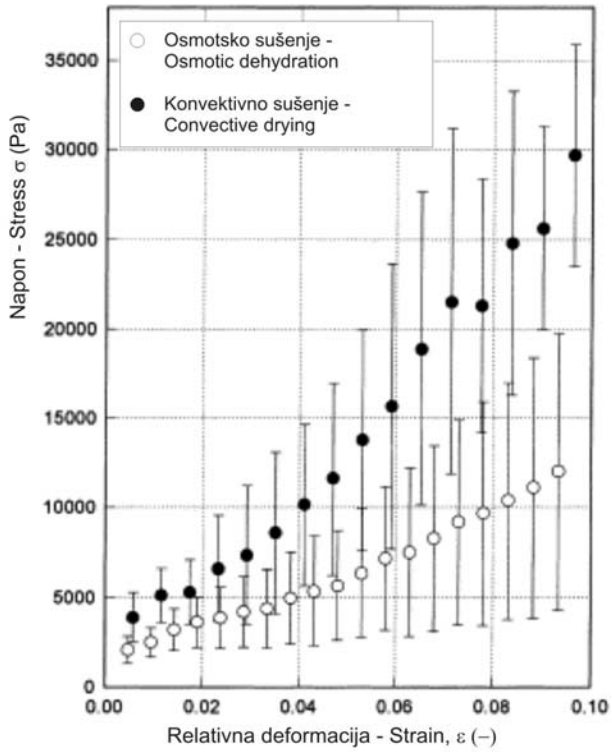
UVOD

Tokom višegodišnjih istraživanja kombinovane tehnologije sušenja voća na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, uočeno je da osmotski postupak u rastvoru saharoze, koji prethodi konvektivnom sušenju, utiče na mehaničke osobine (Babić, Ljiljana i sar, 2004). Značajne promene vlažnosti kod kajsije (Pavkov, 2007), tokom prva dva sata osmotskog sušenja, posledica su razlika značajne razlike pritisaka u ćelijama i van ćelija voćnog tkiva. Ovu pojavu kod jagoda i kivija istraživali su Chiralt i Talens (2005). Oni su na bazi mikrofotografija dokumentovali promene tkiva. Konstatovali su da membrane ćelija u voćnom tkivu, trpe razaranja zbog osmotskog pritiska. Intenzitet promena je zavisan od koncentracije i temperature rastvora saharoze. Lazarides i sar, (1995) istraživali su povezanost transporta vlage i toplote sa transportom suve materije iz voća. Oštećenja tkiva utiču na intenziviranje ovih procesa.

Sušenje dunje (*Cydonia oblonga mill.*) nije uobičajeno, što je posledica veoma čvrstog tkiva ove voćne vrste. Tokom eksperimenata kombinovanog sušenja različitih voćnih vrsta u Laboratoriji za biosistemsko inženjerstvo na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, konstatovano je da osmotski predtretman povoljno deluje na smanjenje čvrstoće dunje. U nedostatku literaturnih izvora o promenama mehaničkih osobina tokom sušenja dunje, zaključeno je da verovatno postoji sličnost sa srodnim voćnim vrstama, pre svega jabukom. Lewicki i Lukaszuk (2000, 2004) su, pored ostalog, istraživali promene mehaničkih osobina jabuke u slučaju osmotskog sušenja, kao predtretmana konvektivnom sušenju, i konvektivnog sušenja. Jedan od njihovih rezultata (sl. 1) ukazuje na velike razlike u nagibu krive napon - deformacija. Kao što je poznato ovaj nagib se kod biomaterijala definiše kao početni sekantni modul elastičnosti (Babić, 2003, Mohsenin, 1980). Proizilazi da su Lewicki i Lukaszuk utvrdili da se primenom osmotskog tretmana modul elastičnosti znatno smanjuje. Eksperimenti su izvedeni na kockicama stranice 10 mm. Vlažnost kockica bila je w = 76,47 % (w.b) nakon osmotskog sušenja, a w = 76,25 % (w.b) nakon konvektivnog sušenja. Isti autori su istraživali i uticaj temperature vazduha pri konvektivnom sušenju na mehaničke osobine. Utvrdili su da povišenje temperature značajno povećava vrednost modula elastičnosti (Lewicki and Lukaszuk Anna, 2004).

Kod tkiva jabuke utvrđena je i anizotropnost mehaničkih osobina (Khan and Vincent, 1993). Ova činjenica uslovljava različite vrednosti napona i deformacija u različitim pravcima delovanja sila. Sušeni proizvodi mogu imati različite mehaničke, a samim tim i organoleptičke osobine u zavisnosti od položaja ravni sečenja ploda.

Iz svega prethodno analiziranog može se postaviti hipoteza da se mehaničke osobine dunje menjaju tokom osmotskog sušenja. Cilj rada je da se kvantitativno i kvalitativno utvrde te promene.



Sl. 1. Zavisnost između sile i deformacije osušenih kockica jabuke sorte Ajdared pri osmotskom i konvektivnom sušenju (Lewicki and Lukaszuk Anna, 2000)

Fig 1. Relationship between stress and strain for cubes apple v. Idared of osmotic and convective dehydration (Lewicki and Lukaszuk Anna, 2000)

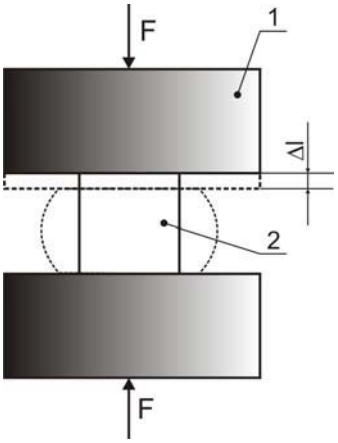
METERIJAL I METOD

Dunja (*Cydonia oblonga mill.*), koja je upotrebljena za eksperimente proizvedena je na Oglednom dobru za voćarstvo i vinogradarstvo na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Dunja potiče sa matičnih stabala rasadnika na Rimskim Šančevima. Eksperimenti su obavljeni u Laboratoriji za biosistemsko inženjerstvo Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Nakon prispeća i pranja određene su osnovne fizičke osobine plodova: masa, sve tri glavne dimenzije i vlažnost svežeg voća. Vlažnost je određivana gravimetrijskom metodom. Posle toga plodovi su ljušteni i sečeni normalno na osu ploda. Sečenje je obavljeno na kolutove debljine 10 mm. Nakon odstranjivanja semene lože iz kolutova, oni su sečenju po planu kvadratne mreže 10x10 mm. Nakon ovog postupka dobijen je određeni broj kockica dunje 10x10x10 mm i ostali nepravilni segmenti ploda. Kompletna masa je ulazila u proceduru osmotskog sušenja. Pripremljeni uzorci su postavljani u hermetičku posudu u atmosferu sumpor-dioksida (SO_2) u trajanju od 4 h. Nakon toga su vađeni i tuširani vodom. Posle prirodnog oceđivanja u trajanju od 10 min uzorci su postavljani u originalni uređej za osmotsko sušenje (Babić, M. i sar, 2005). Proces osmotskog sušenja trajao je 180 min. Nakon svakih 30 min uzimna su po tri uzorka kockica, koje su podvrgnute merenju mehaničkih osobina. Mehaničke osobine određivane su na originalnom novom uređaju za ispitivanje zavisnosti sila deformacija kod biomaterijala (sl. 2). Uređaj je projektovan tako da može da se utvrđuje zavisnost sila deformacija. Ispitivač ručno pomera pritiskač 1 naniže, pri čemu uređaj automatski učitava parove vrednosti sile F i deformacije (pomeranje) Δl (sl. 3). Uzorak 2 opterećen je na pritisak i deformiše se u buričastu formu. Biomaterijal se ponaša kao čvrsto telo sve do dostizanja kritičnog napona σ_K . Tada prestaje elastično suprotstavljanje spoljnjem opterećenju i materijal počinje da se ponaša kao nenjutnovski fluid (Babić, M, 2003, Pivnički, G. i sar, 2003). Površina ispod krive sila-deformacija (integral) definiše veličinu obavljenog rada deformisanja. Za sve uzorke, koji se podvrgavaju testu, utvrđuju se tačne vrednosti dimenzija a, b i c sa tačnošću 0,1 mm.



Sl. 2. Originalni uređaj za ispitivanje mehaničkih osobina biomaterijala (Karadžić, B. i sar, 2006)

Fig 2. Original testing device for mechanical properties of biomaterials (Karadžić, B. i sar, 2006)



Sl. 3. Šema opterećivanja (F – sila, Δl – deformacija, 1 – pritiskač, 2 – uzorak)

Fig 3. Measuremet sheme (F- force, Δl – deformation, 1 – loading cell, 2 - sample)

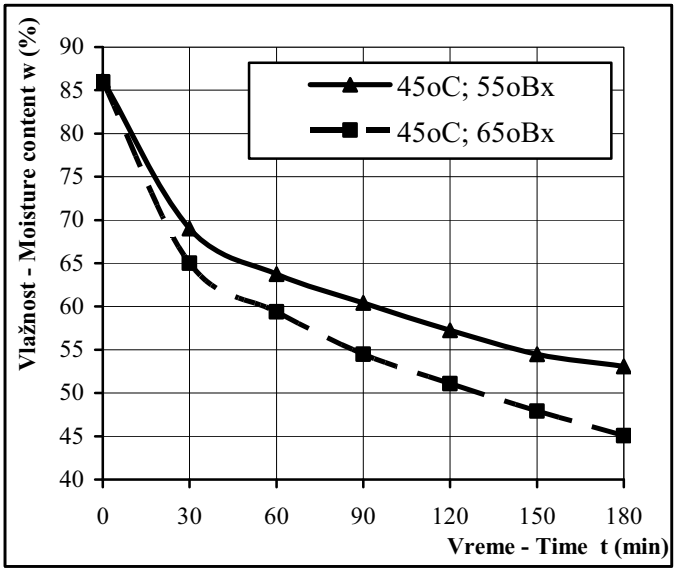
Na bazi automatski učitanih podataka, površine poprečnog preseka svakog uzorka i visine uzorka formiraju se nove kolone: napon i relativna deformacija. Na osnovu ove dve veličine formiraju se dijagrami napon–deformacija za svaki ispitani uzorak. Posmatranjem svakog dijagrama posebno utvrđuje se vrednost kritičnog napona i vrednost sekantnog modula elastičnosti (Mohsenin, N. N, 1980). Formirane tabele služe za statističke analize. Prvo se obavlja disperziona, a potom regresiona analiza, ako za to postoje uslovi.

Paralelno sa merenjem mehaničkih osobina, meri se i vlažnost dunje tokom procesa osmotskog sušenja. Vlažnost je određivana gravimetrijskom metodom (Babić, Ljiljana i Babić, M, 2000) na uzorcima koji su uzimani svakih 30 min.

REZULTATI I DISKUSIJA

Osnovna fizička svojstva dunje, sa kojom su obavljeni eksperimenti, određena su u laboratoriji. Srednja masa dunje bila

je 308,8 g. Nakon ljuštenja i odstranjivanja semene lože prosečna masa bila je 254,6 g. Prosečna dužina ploda, merena u pravcu ose, bila je a = 94,6 mm, a poprečne dimenzije b = 83,9 mm i c = 79,1 mm. Mala razlika između vrednosti širine b i debljine c ukazuju na pravilnost geometrijskog oblika plodova. Srednja vrednost vlažnosti dunje bila je 86,05%. Osmotsko sušenje obavljeno je za dve različite vrednosti koncentarcije rastvora saharoze. Promena vlažnosti uzoraka dunje prikazana je na dijagramu kinetike sušenja (sl. 4).



Sl. 4. Promena vlažnosti dunje tokom osmotskog sušenja u rastvoru saharoze temperature 45°C za različite koncentracije
Fig 4. Change moisture content of quince during osmotic drying in sucrose solution temperature 45°C for different concentration

Uočava se da je promena vlažnosti veoma intenzivna u prvih pola sata. Ukupna promena vlažnosti je značajna zbog relativno malih delića dunje.

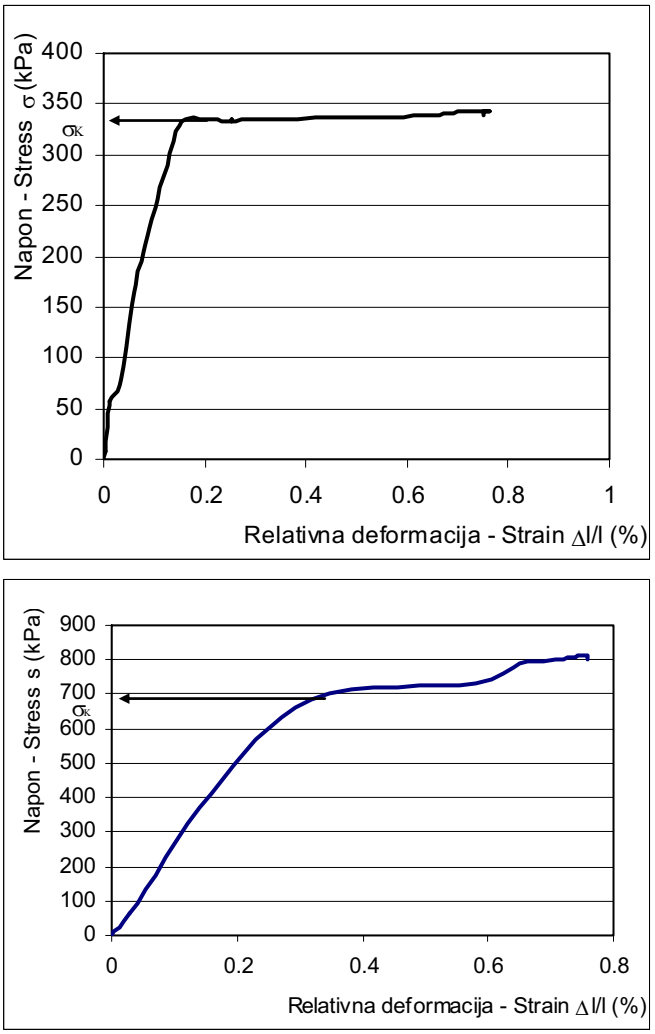
Na bazi ispitivanja zavisnosti sila-deformacija, koje je obavljeno na sopstvenom originalnom uređaju, formirane su tabele, koje su bile baza obrade podataka. Prvi korak bilo je određivanje zavisnosti napon-deformacija. Na slici (sl. 5) prikazani su primeri dijagrama napon-deformacija. Gornji dijagram je tipičan za svež materijal na početku procesa, dok je donji dijagram tipičan nakon dužeg vremena osmotskog sušenja. Sam karakter dijagrama ukazuje na promene reoloških osobina tkiva. Modul elastičnosti može se definisati na različite načine, međutim za ovaj slučaj najpogodniji je sekantni modul elastičnosti pošto on daje podatak o prosečnoj vrednosti u celom opsegu opterećivanja uzorka (Babić, M, 2003). Shodno tome on se izračunava na sledeći način:

$$E_s = \frac{\sigma_K}{\frac{\Delta l}{l}}$$

gde je: E_S – modul elastičnosti, σ_K – kritični napon, Δl – deformacija i l – početna dužina u pravcu deformisanja.

Nakon ovog koraka formirana je tabela sekantnog modula elastičnosti, kritičnog napona i relativne deformacije u zavisnosti od vremena trajanja procesa i koncentarcije rastvora saharoze. Ova tabela pogodna je za statističke analize.

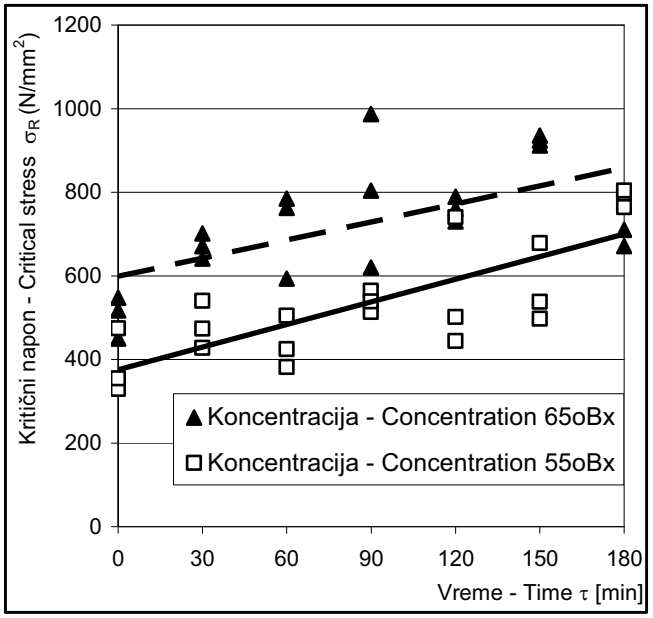
Disperziona analiza (analiza varijanse) izvedena je na podacima sekantnog modula elastičnosti, i vremena trajanja procesa za dve različite koncentracije. Mada je očekivano da će disperziona analiza potvrditi relevantnost faktora, to se nije dogodilo. Proračunata vrednost Fišerovog kriterijuma, za različite verovatnoće, bila je manja od tablične vrednosti. Mada je rezultat bio neočekivan, on se može objasniti. Eksperiment je izveden sa malim brojem ponavljanja što je uslovilo značajno rasipanje rezultata. Sa druge strane, uvažavajući analize o anizotropnosti mehaničkih osobina (Khan and Vincent, 1993) rasipanje rezultata je posledica i ove pojave. Sa treće strane, Lewicki i Lukaszuk (2000) su pokazali da je promena modula elastičnosti tokom osmotskog sušenja mala. Potrebno je nastaviti istraživanja sa velikim brojem ponavljanja uz kontrolni uzorak u konvektivnom sušenju, kako bi se došlo do rezultata o promenama modula elastičnosti.



Sl. 5. Tipične zavisnosti napon-deformacija (gore – svež materijal, dole – nakon 180 min osmotskog sušenja)
Fig 5. Tipical relationship stress-strain (up – fresh materal, down – after 180 min osmotic drying)

Disperziona analiza uticaja vremena trajanja procesa na vrednost kritičnog napona za različite koncentracije osmotskog rastvora potvrdila je hipotezu istraživanja. Tokom vremena menja se kritični napon i to tako što raste (sl. 6). Linearne regresije koje su ucrtane u dijagramu, nemaju visoku vrednost koeficijenta korelacije zbog značajnog rasipanja rezultata i u ovom slučaju. Ove linije su ucrtane da naznače trend porasta kritičnog napona tokom vremena. Ovaj porast nije veliki. Istraživanja sa većim brojem ponavljanja treba nastaviti i u ovom slučaju, kako bi se dobili pouzdaniji rezultati.

Nakon početnih istraživanja na dunji, kao veoma specifičnoj voćnoj vrsti, može se zaključiti da je hipoteza o povoljnoj promeni mehaničkih osobina u kombinovanoj tehnologiji sušenja voća koja se razvija na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu potvrđena što je i bio cilj ovih istraživanja.



Sl. 6. Zavisnost kritične čvrstoće dunje (Cydonia oblonga mill.) od početne concentracije rastvora saharoze tokom osmotskog sušenja

Fig 6. Relationship between critical stress of quince (Cydonia oblonga mill.) and initial sucrose solution concentration during osmotic dehydration

ZAKLJUČAK

Kombinovana tehnologija, koja je sastavljena od osmotskog i konvektivnog sušenja, povoljna je sa aspekta promena mehaničkih osobina onih voćnih vrsta koje imaju značajnu vrednost čvrstoće u svežem stanju. Osmotsko sušenje, zbog promena koje izaziva u tkivu voća utiče da povećanje čvrstoće tokom sušenja bude manje nego kada bi se voće sušilo samo konvektivno. Ova prednost kombinovane tehnologije posebno se pokazala povoljnom u slučaju dunje (*Cydonia oblonga mill.*). Nakon sušenja dobijeni su proizvodi koji imaju dobre organoleptičke osobine.

NAPOMENA: Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, projekta evidencionog broja 06889 pod nazivom "RAZVOJ OSMOTSKE SUŠARE ZA VOĆE I POVRĆE" u okviru Projekata tehnološkog razvoja u oblasti biotehnologija, za period 2005-2007 i sufinansiranju od strane Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj APV, ugovor br: 114 – 00627/2005-01 za realizaciju projekta "RAZVOJ OSMOTSKE SUŠARE ZA VOĆE I POVRĆE".

LITERATURA

[1] Babić Ljiljana, Babić, M: Sušenje i skladištenje, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2000, s.306.

[2] Babić, Ljiljana, Babić, M, Pavkov, I: Osmotsko sušenje kajsije u zavisnosti od temperature koncentracije rastvora, PTEP -Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, 8 (2004)1-2, s.1-3.

[3] Babić, M: Fizičke osobine poljoprivrednih materijala (autorizovana predavanja), Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2003, s.40.

[4] Babić M, Babić Ljiljana, Matić-Kekić Snežana, Karadžić B, Pavkov, I,: Održivi energetski model proizvodnje sušenog voća kombinovanom tehnologijom, PTEP – Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, 9 (2005)5, s. 109-111.

[5] Chiralt, A,Talens, P: Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues, Journal of Food Engineering, 67(2005), p.167–177.

[6] Karadžić, B, Babić, M, Radišić, S: Merni sistem za određivanje čvrstoće poljoprivrednih materijala, PTEP - Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, 10 (2006)5, str. 162-165.

[7] Khan A. A, Vincent, J. F. V: Anisotropy in the fracture properties of apple flesh as investigated by crack-opening tests, Journal of Materials Science, 28(1993)1, p.45-51.

[8] Lazarides, H. N, Katsanidis, E, Nickolaidis, A: Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake, Journal of Food Engineering, 25(1995), p. 151-166.

[9] Lewicki, P. P, Lukaszuk Anna: Effect of osmotic dewatering on rheological properties of apple subjected to convective drying, Journal of Food Engineering, 45(2000), p.119-126.

[10] Lewicki, P. P, Lukaszuk Anna: Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples, Journal of Food Engineering, 64(2004), p.307–314.

[11] Mohsenin, N.N: Physical Properties of Plant and Animal Materials, Gordon and Breach Science Publisher, New York - London - Paris, 1980, p.742,

[12] Pavkov, I: Kinetika osmotskog sušenja kajsije, magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2007, s. 103.

[13] Pivnički G, Babić, M, Babić, Ljiljana: Uticaj sadržaja vlage i režima sušenja na modul elastičnosti zrna soje, PTEP - Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, Novi Sad, (2003)7:1-2, str.30-33.

Primljeno: 12.3.2007. Prihvaćeno: 19.3.2007.

Biblid: 1450-5029 (2007) 11; 3; p.85-89 Originalni naučni rad
UDK: 635.63:631.563 Orginal Scientific Paper

POSTHARVEST PROPERTIES OF CUCUMBER VARIETIES
POSLE UBIRAJUĆE OSOBINE SORTI KRASTAVACA

Dr Zsuzsanna FÜSTÖS*, dr Maria GILINGER PANKOTAI**, dr Rita SZABÓ***, dr Attila SZOKÓ*
*Agricultural Central Office,** Semmelweis University, ***Corvinus University Budapest, Hungary

SUMMARY

Different types of cucumber, so call dutch types, sliced and pickling are growing within the traditional method and on the fence, in the glasshouse or in open field. The samples of cucumber were tested in optimal storage temperature (8°C) and stored in room temperature, (shelf temperature 20-22°C). During storage period the weight loss, change firmness, dry weight content, Peroxidase enzyme activity , change of color, start of stem drying and deterioration of the product were measured. It was found the differences between the growing condition on the shape, size and color of the fruits .Considerable differences was measured among variety types