

Agrovoc descriptors: juglans regia, varieties, nuts, dimensions, chemico-physical properties, measurement, processing, comminution, postharvest equipment

Agris Category code: F50, N20

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta
Oddelek za agronomijo

COBISS koda 1.01

Fizikalne lastnosti ploda oreha (*Juglans regia* L.)

Rajko BERNIK¹, Anita SOLAR², Denis SKOK³

Delo je prispelo 28. oktobra 2003; sprejeto 20. maja 2003

Received: October 28, 2003; accepted: May 20, 2004

IZVLEČEK

Analizirali smo fizikalne lastnosti plodov navadnega oreha (*Juglans regia* L.): velikost, maso, prostornino jedrc, luščine in zraka v luščini ter opravili tlačni preskus plodov letnika 2001 pri kultivarjih 'Franquette', 'G-139' in 'Parissienne', da bi ugotovili, katere lastnosti najbolj vplivajo na kakovost drobljenja luščin in kateri izmed proučevanih kultivarjev je najbolj primeren za strojno drobljenje luščine.

Ključne besede: oreh, fizikalne lastnosti plodov, deformacija luščine, strojno drobljenje

ABSTRACT

PHYSICAL TRAITS OF FRUIT IN COMMON WALNUT (*Juglans regia* L.)

Physical traits of fruit, i.e. size, weight, volume of nut, kernel, shell and inshell air in common walnut (*Juglans regia* L.), cvs. 'Franquette', 'G-139', and 'Parissienne' grown in 2001 were analysed and nuts were submitted to a pressure test. We wanted to select the fruit trait that influence the shell cracking quality at the most, giving us the suitable cultivar for the machine cracking.

Key words: walnut, physical traits of fruit, shell deformation, machine cracking

1 UVOD

Glavni namen gojenja orehov v svetu in pri nas je pridelava plodov. Orehov plod je sestavljen iz luščine in užitnega jedrca. Luščina je olesenela. Olesenitev je posledica

¹ doc. dr. SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101 Slovenija,

² dr. SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101 Slovenija

³ Rimska cesta 23, SI-3270 Laško, Slovenija

nalaganja lignina v celulozni skelet sekundarne celične stene (Pinney in sod., 1998). Tako nastane mešanica celuloze, ki daje luščini natezno trdnost in lignina, ki poveča trdnost celične stene in odpornost proti tlakom (Denfer in Ziegler, 1988). Luščino tvorita simetrični polovički, ki sta zrasli s šivom. Polovički jedrca sta ločeni z olesenelo primarno in sekundarno pregrado in napolnujeta luščino (Germain in sod., 1981). Idealni plod oreha ima čisto, čvrsto in tanko luščino, tesno spojen šiv in je težak 12 do 18 g. Jedrce se zlahka izlušči, je svetlo obarvano, dobro razvito in predstavlja vsaj polovico mase celega ploda. Plesniva in črviva jedrca ter jedrca s temnimi žilami ali lisami so nesprejemljiva. Manjvredni so tudi plodovi s pretanko in krhko luščino, ki se poškoduje pri spravilu (McGranahan in Leslie, 1991). Tržno povsem nezanemljivi pa so t.i. koščaki. To so običajno bolj drobni orehi z dokaj gladko, a zelo trdo luščino, ki jo lahko zdrobimo samo z zelo močnim udarcem. Jedrca so drobna, a jih je skoraj nemogoče izluščiti, ker se močno olesenele notranje pregrade čvrsto zajedajo vanje (Solar in sod., 2002).

Orehi se tržijo celi v luščini ali kot izluščena jedrca. Cele, nepoškodovane polovičke jedrc sodijo v prvi kakovostni razred (Charlot in sod., 1996) in dosežejo najvišjo ceno na trgu. Z izjemo Kalifornije, v vseh ostalih pridelovalnih območjih (Evropa, južna Amerika, Kitajska, Indija, Avstralija...) orehe še vedno luščijo ročno. Postopek je zamuden in drag. Zato je bilo v Evropi nekaj poskusov konstruiranja stroja za drobljenje luščin in izluščanje jedrc. Največji napredek so doslej dosegli v Franciji. Pod okriljem Centre technique interprofessionel des fruits et légumes (Ctifl) in Evropske zveze so v okviru pospeševanja pridelave in potrošnje orehov izdelali prototip stroja za avtomatizirano luščenje, ki zunanjo kakovost luščine nadzira z video kamero, notranjo kakovost jedrc pa kontrolira z magnetno resonanco in rentgenskimi žarki (Charlot in sod., 1996).

Tudi v Sloveniji orehe luščimo ročno. Obstojajo tudi poskusi nekaterih pridelovalcev, da bi postopek vsaj delno mehanizirali. V okviru Slovenskega strokovnega društva lupinarjev je bil izdelan priročen stroj, s katerim orehove luščine zdrobimo, jedrca pa je še vedno potrebno izluščiti ročno (SSDL, 2003). Prizadevanja v tej smeri se nadaljujejo. Mednja sodi tudi proučevanje fizikalnih lastnosti ploda pri orehu. Z njim želimo ugotoviti, katere lastnosti ploda najbolj vplivajo na kakovost drobljenja luščine. Domnevamo, da je najpomembnejši dejavnik trdnost olesenele luščine, verjetno pa na kakovost drobljenja vpliva tudi oblika ploda in njegova prostornina. Pri določanju trdnostnih lastnosti ploda oreha bomo uporabili tlačni preizkus. Tlačni preizkus trdnosti se uporablja predvsem za preizkušanje krhkih materialov, kot so keramika, naravni minerali, beton, opeka, siva litina..., predvsem pri materialih, pri katerih je njihova tlačna trdnost precej večja kot natezna. V posebnih primerih se uporablja tudi za preizkušanje kovin in polimerov (materiali za drsne ležaje, tesnila) (Ačko 1999).

Pri idealnem tlačnem preizkusu je preizkušanec obremenjen z enoosno tlačno obremenitvijo. Pri naraščanju sile preizkušanja se zmanjšuje višina preizkušanca, njegov premer pa se enakomerno povečuje po celotni višini, preizkušanec se nato deformira homogeno (Kladnik 1989).

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Poreklo analiziranih kultivarjev

V raziskavo fizikalnih lastnosti ploda oreha smo vključili kultivarje 'Franquette', 'Parisienne' in 'Geisenheimsko sel. št. 139' ('G-139'), ki sodijo med najbolj razširjene v Sloveniji.

'Franquette' izvira z območja Isère v Franciji. Brsti po prvem maju. Je srednje bujne rasti, odporna proti pozebi in malo občutljiva za bakterijsko pegavost (*Xanthomonas juglandis*). Rodi redno in dobro. Opraševalci so kultivarji 'Meylannaise', 'Ronde de Montignac', 'Elit', 'MB-24' in 'G-26'. Plod je srednje velik, podolgovat z izrazito konico in šivom. Luščina je tanka, čvrsta in lepe svetle barve. Jedrce je zelo svetlo, odličnega okusa in se lahko izlušči. Zori v drugi dekadi oktobra.

'Parisienne' je stara francoska sorta z območja Isère. Brsti po prvem maju. Je odporna proti spomladanskim pozebam in nekoliko občutljiva za bakterijsko pegavost (*Xanthomonas juglandis*). Drevo je bujne rasti. Zarodi zgodaj in srednje rodi. Opraševalci so kultivarji 'Ronde de Montignac', 'Meylannaise', 'Elit' in 'MB-24'. Plod je okroglasto ovalne oblike, srednje velik do velik. Luščina je nekoliko hrapava in rjavkasta. Jedrce je kakovostno, svetlo rjavo in se zlahka izlušči. Zori v drugi polovici oktobra.

'G - 139' ('Geisenheimska selekcija št. 139') je nemškega izvora. Brsti srednje pozno - okrog 25. aprila. Je srednje občutljiva za pomladanske pozebe in glivično pegavost (*Gnomonia leptostyla*). Drevo je bujne rasti. Rodi redno in obilno. Opraševalci so kultivarji 'Franquette', 'Jupiter', 'Hartley', 'Ferner' in 'Fernette'; delno je tudi samooplodna. Plodovi so srednji do veliki, široko ovalne oblike. Luščina je zelo gladka, svetla, lepega videza. Jedrca so dobrega okusa, rumenkaste barve. Zori sredi oktobra (Solar, 2003).

2.2 Nabiranje ter označevanje vzorcev

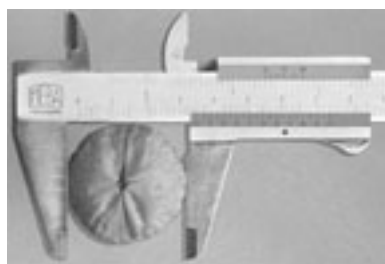
Vzorci plodov smo nabrali v kolekcijskem nasadu izpostave Biotehniške fakultete v Mariboru oktobra 2001. Označili smo jih s črkami A ('Franquette'), B ('Parisienne') in C ('G-139') ter s številkami od 1 do 50.

2.3 Vrste in obseg analiz

Merili smo tiste fizikalne lastnosti orehovitih plodov, ki za naše potrebe najboljše predstavljajo določen kultivar:

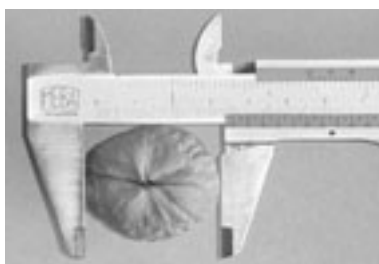
- višino, širino in debelino plodov (mm),
- maso celih plodov (g), maso luščine (g), maso jedrc (g), dobit jedrc (%),
- prostornino celega ploda (ml), prostornino jedrca (ml), prostornino luščine (ml), prostornino zraka v luščini (ml),
- suho snov (%),
- trdnostne lastnosti luščine (tlačni preizkus).

Meritve širine, višine in debeline posušenih plodov letnika 2001 smo opravili s kljunastim oz. pomičnim merilom (Slike 1, 2, 3).

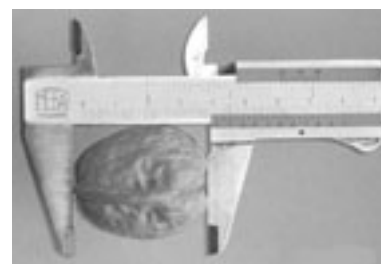


Slika 1: Merjenje debeline ploda oreha.

Figure 1: Measuring of fruit thickness for common walnut



Slika 2: Merjenje širine ploda oreha.
Figure 2: Measuring of fruit width for common walnut



Slika 3: Merjenje višine ploda oreha.
Figure 3: Measuring of fruit length for common walnut

Maso ploda oreha smo ugotovili s tehtanjem. Meritev mase smo vedno začeli z umiritvijo tehtnice, nato smo nanjo polagali vsak vzorec posebej in odčitali rezultate. V posušenemu pridelku letnika 2001 smo izmerili maso celih plodov, maso jedrc ter maso luščine. Dobit jedrca smo izračunali po formuli:

Dobit jedrca (%) = (masa jedrca x 100) / masa celega ploda v luščini.

Tehnica, ki smo jo uporabljali, je imela natančnost 0,01 g in zmožnost tehtanja vzorcev do mase enega kilograma. Meritve prostornine plodov so potekale tako, da smo v prazno 25-mililitrsko merilno menzuro vstavili mrežico, ki pod gladino vode zadržuje merjenec (plod, jedrce in luščino). Zatem smo v menzuro z že vstavljenjo mrežico nalili vodo do meje 10 ml, odstranili mrežico, v menzuro stresli merjenec in ga z mrežico potisnili pod gladino. Izračun razlike od desetih ml do odčitane izmere nam je dal realen rezultat prostornine merjenca.

Meritve sušine oz. suhe snovi plodov so potekale tako, da smo stehali 9 posušenih plodov vsakega kultivarja in jih dali v pečico, kjer smo jih pustili čez noč sušiti na temperaturi 105 °C do konstantne mase. Vzorce smo sušili na visoki temperaturi, ker le tako iz njih odstranimo higroskopsko vlago. Naslednji dan smo orehove plodove prestavili v eksikator (posodo, v kateri je snov, ki veže nase vlago), jih ohladili in ponovno stehali. Na koncu smo izračunali odstotek suhe snovi:

Suha snov (%) = (masa posušenih plodov x 100) / masa vlažnih plodov.

Preizkus trdnostnih lastnosti luščine (tlačni preizkus) smo opravili na posebni hidravlični tlačni stiskalnici, in sicer v treh smereh obremenitve: višina, debelina in širina. Merili in opazovali smo več parametrov: silo (N), potrebno za nastanek deformacije luščine, postopno ter končno nastalo deformacijo (mm) in poškodbe jedrca ter luščine (%). (Niedrig, 2000)

2.4 Čas in lokacije meritev

Meritve so potekale meseca marca, ko smo izbrali po 50 plodov vsakega kultivarja. Prizadevali smo si izbrati enake orehe. Te smo najprej umerili in jih po zunanjih merah in masi razdelili v tri skupine. Prva skupina je štela 20 plodov, ki smo jih uporabili za meritve prostornine celih plodov, prostornine luščine, prostornine jedrca ter za izračun prostornine oz. vsebnosti zraka v luščini. Teh plodov nismo mogli več uporabiti v nadaljnjih preizkusih, saj smo jim morali izmeriti prostornino celega ploda, jih nato zdrobiti, ločiti jedrce od luščine ter jim izmeriti še prostornino jedrca in luščine. Ker pa smo za nadaljnje preizkuse potrebovali cele, nepoškodovane plodove, smo jih morali opraviti s plodovi druge skupine. Uporabili smo jih za meritve trdnostnih lastnosti luščine, meritve mase celih plodov, mase luščine, mase jedrca ter meritve višine, širine in debeline plodov. Skupina je štela 21 plodov vsakega kultivarja zato, ker je bil preizkus trdnostnih lastnosti luščine (tlačni preizkus) za že posušene orehe primaren in nam je dal potrebne rezultate za nadaljnje delo in raziskave. V tretjo skupino smo uvrstili ostalih 9 plodov, ki smo jih uporabili za meritve odstotka sušine oz. suhe snovi.

Odbira plodov, sortiranje po velikosti, označevanje ter meritve višine, širine, debeline, mase in prostornine plodov so potekale v Laboratoriju za kmetijsko mehanizacijo, Oddelka za agronomijo, na Biotehniški fakulteti v Ljubljani.

Meritve sušine oz. odstotka suhe snovi smo opravili v Laboratoriju Centra za pedologijo in varstvo okolja, Oddelka za agronomijo, na Biotehniški fakulteti v Ljubljani.

Meritve trdnostnih lastnosti luščine oz. tlačni preizkus pa smo opravili v Laboratoriju za nelinearno mehaniko na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani.

Rezultate bomo podali v obliki preglednic in slik. Grafični prikaz predstavljajo okvirji z ročaji, ki ilustrativno predstavljajo prikaz podatkov številskih spremenljivk (Košmelj, 2001).

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.1 Fizikalne lastnosti

3.1.1 Suha snov

Glede na vsebnost suhe snovi v plodovih so proučevani kultivarji zelo izenačeni med sabo (preglednica 1). Plodovi kultivarja 'G-139' imajo samo za 0,5 oz. 0,6 % manj sušine od kultivarjev 'Parisienne' in 'Franquette'.

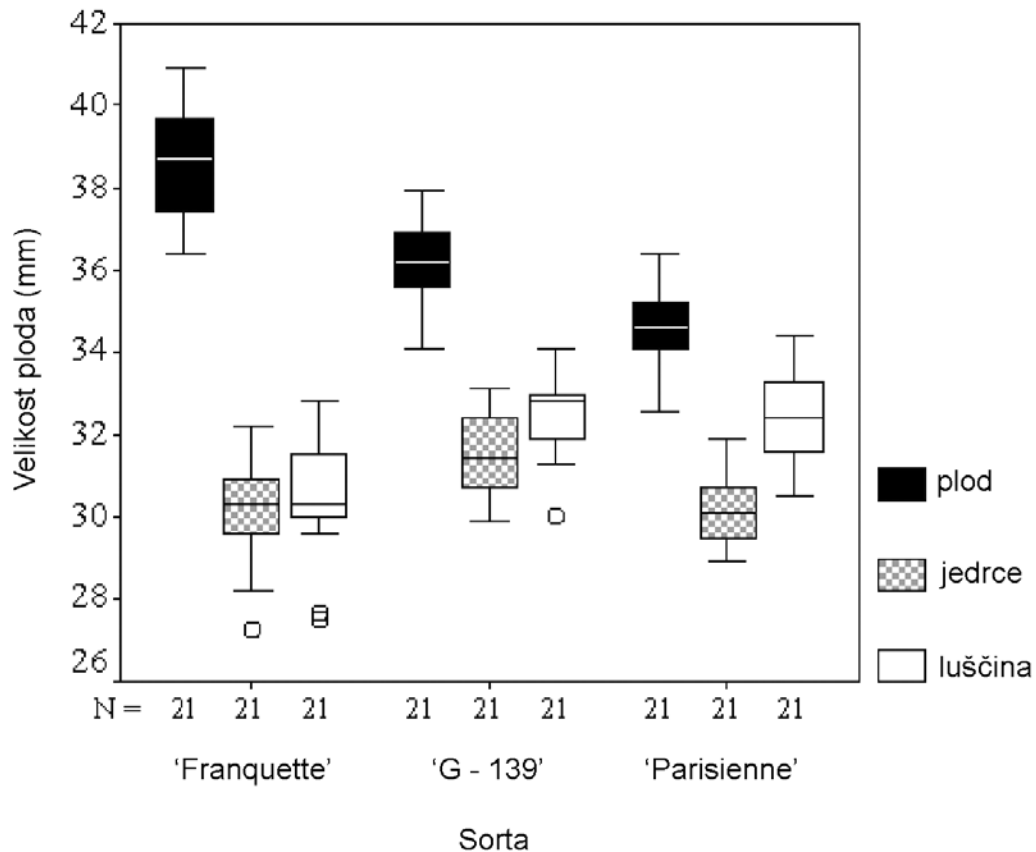
Preglednica 1: Povprečne vrednosti za vsebnost suhe snovi, dimenzije plodov, maso plodov in jedrc, dobit jedrc ter prostornino plodov, jedrc, luščine in zraka v luščini pri kultivarjih oreha 'Franquette', 'G-139' in 'Parisienne'.

Table 1: Average values for dry matter, fruit dimensions, fruit and kernel weight, percentage of kernel, volume of the fruit, kernel, shell and inshell air in walnut cvs. 'Franquette', 'G-139' and 'Parisienne'.

Lastnost		Kultivar / Cultivar		
		'Franquette'	'G - 139'	'Parisienne'
Suha snov (%)				
Dry matter (%)		94,6	94,0	94,5
Dimenzije ploda (mm)	Višina/Length	38,6	36,1	34,6
Fruit dimensions (mm)	Širina/Width	30,1	31,4	30,2
	Debelina/Thickness	30,5	32,5	32,5
Masa (g)	Plod/Fruit	10,5	10,9	10,4
Weight (g)	Jedrce/Kernel	4,8	4,4	4,9
	Luščina/Shell	5,7	6,5	5,5
Dobit jedrca (%)				
Kernel percentage (%)		45,7	40,4	47,1
Prostornina (ml)	Plod/Fruit	18,9	20,3	20,2
	Jedrce/Kernel	5,4	5,2	6,2
	Luščina/Shell	5,8	7,3	6,4
	Zrak v luščini/Inshell air	7,9	7,6	7,6

3.1.2 Velikost plodov

Plodovi kultivarja 'Franquette' so višji in hkrati ožji ter tanjši od plodov kultivarjev 'G-139' in 'Parisienne' (preglednica 1). Absolutno najnižje plodove smo izmerili pri kultivarju 'Parisienne' (32,6 mm), ki ima najbolj izenačene plodove tako po višini kot tudi po širini (slika 5). Iz slike 5 je razvidno tudi, da je višina plodov najbolj heterogena pri kultivarju 'Franquette' ($Q_3 - Q_1 = 2,3$ mm), debelina pa pri plodovih kultivarja 'Parisienne' ($Q_3 - Q_1 = 1,7$ mm). Kultivar 'G-139' ima najdebelejše in najširše plodove. Pri enem plodu kultivarja 'G-139' je vrednost za debelino zunaj intervala $Q_1 - 1,5(Q_3 - Q_1)$ - spodnji osamelec. Pri kultivarju 'Franquette' smo določili dva spodnja osamelca glede na debelino plodov in en spodnji osamelec glede na višino plodov.



Slika 4: Prikazi okvirjev z ročaji za višino, širino in debelino posušenih plodov oreha kultivarjev 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139', letnik 2001.

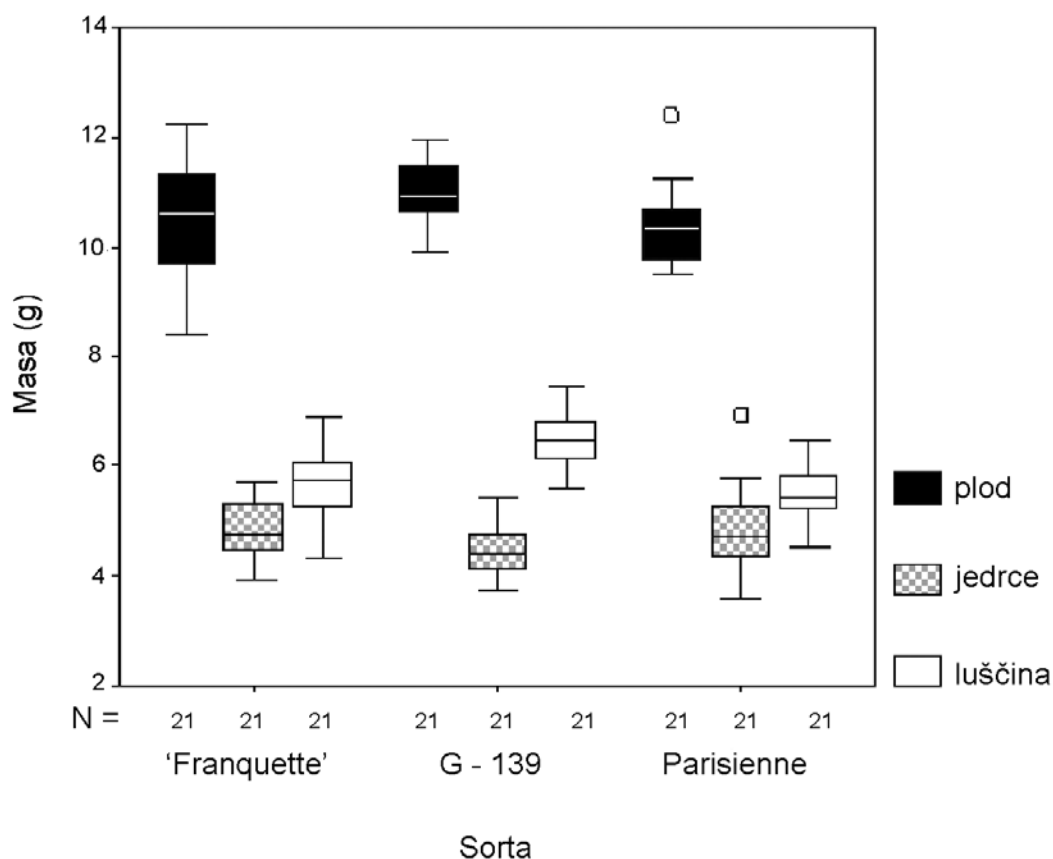
Figure 4: The box-plot diagram for the length, width and thickness of dry walnut fruit in cvs. 'Franquette', 'Parisienne' and 'G-139' for the yield of 2001

3.1.3 Masa plodov

Kultivar 'G-139' ima najtežje orehe (preglednica 1) in tudi najbolj izenačene po masi (slika 6). Polovica analiziranih plodov je tehtala med 10,65 in 11,45 g. Variabilnost mase celih plodov v luščini je največja pri kultivarju 'Franquette' ($Q_3-Q_1=1,6$ g). Tudi plodovi kultivarja 'Parisienne', pri katerem smo ugotovili en zgornji osamelec (slika 6), so dokaj homogeni po masi celih plodov ($Q_3-Q_1=0,95$ g).

Jedra so pri kultivarjih 'Parisienne' in 'Franquette' za 0,5 oz. 0,4 g težja kot pri kultivarju 'G-139' (preglednica 1), pri katerem je variabilnost mase jedrc najmanjša (slika 6).

Plodovi kultivarja 'G-139' imajo tudi najtežjo luščino (preglednica 1). Variabilnost mase luščine je dokaj izenačena pri vseh kultivarjih: ($Q_3-Q_1=0,59$ g za 'Parisienne', 0,62 g za 'G-139' in 0,76 g za 'Franquette').

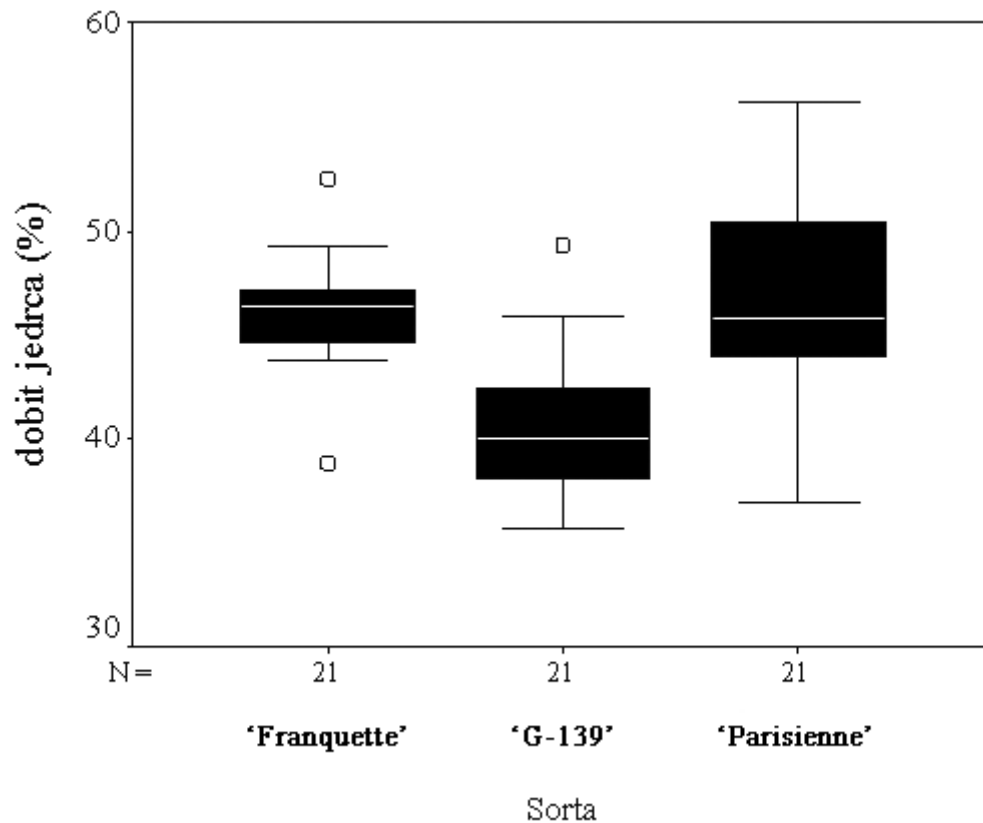


Slika 5: Prikaz okvirjev z ročaji za maso ploda, jedrca in luščine plodov oreha kultivarjev 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139', letnik 2001.

Figure 5: The Box-plots for the weight of fruit, kernel and shell of walnut fruits in cvs. 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139', for the year 2001.

3.1.4 Dobit jedrca

Pri kultivarju 'Franquette' je razmerje med maso jedrca in maso celega ploda najbolj ugodno: 47,1 % (preglednica 1) in izenačeno pri vseh merjenih plodovih. Določili smo po en zgornji in en spodnji osamelec (slika 6). Kultivar 'G-139' ima za 6,7 % manjšo dobit jedrca in en zgornji osamelec. Pri kultivarju 'Parisienne' je ta vrednost manjša kot pri 'Franquette' in večja kot pri 'G-139', variabilnost razmerja pa je večja kot pri ostalih dveh kultivarjih (slika 6).



Slika 6: Prikaz okvirjev z ročaji za dobit jedrca kultivarjev oreha 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139', letnik 2001.

Figure 6: The Box-plots for the kernel percentage in walnut cvs. 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139', for the year 2001.

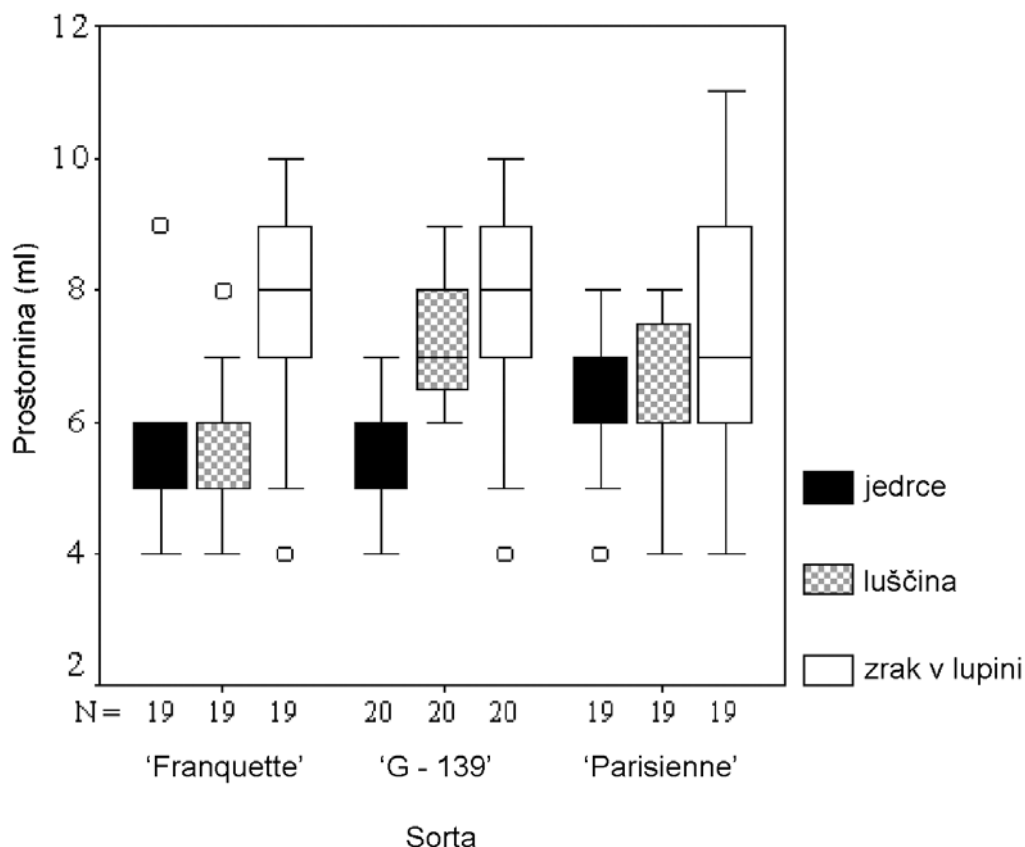
3.1.5 Prostornina

Plodovi kultivarja 'G-139' imajo skoraj enako prostornino kot 'Parisienne' in za 1,4 ml večjo od kultivarja 'Franquette' (preglednica 1).

Jedra zavzemajo največjo prostornino pri plodovih kultivarja 'Parisienne' (slika 8). Pri kultivarjih 'Franquette' in 'G-139' je prostornina jedrc skoraj enaka (preglednica 1). Variabilnost te lastnosti je pri vseh treh kultivarjih enaka ($Q_3 - Q_1 = 1$ ml).

Luščina zavzema prostornino 7,3 ml pri kultivarju 'G-139', 6,4 ml pri 'Parisienne' in 5,8 ml pri 'Franquette' (preglednica 1). Kultivar 'Franquette' ima en zgornji osamelec z vrednostjo 8 ml, pri vseh ostalih plodovih tega kultivarja pa luščina zavzema med 4 in 6 ml (slika 7).

Glede na prostornino zraka v luščini sta kultivarja 'G-139' in 'Parisienne' enaka (7,6 ml), 'Franquette' pa ima le nekoliko višjo vrednost (preglednica 1). Variabilnost prostornine zraka v luščini je največja pri kultivarju 'Parisienne' ($Q_3 - Q_1 = 3$ ml v primerjavi z razliko 2 ml pri drugih dveh kultivarjih) (slika 7).



Slika 7: Prikaz okvirjev z ročaji za prostornino jedrca, luščine in zraka v luščini plodov oreha kultivarjev 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139', letnik 2001.

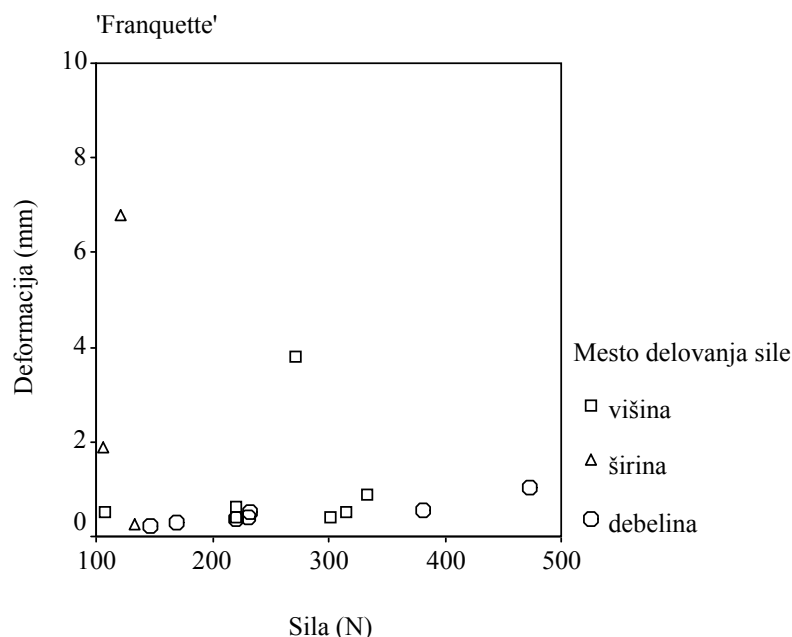
Figure 7: The Box-plots for the volume of the fruit, kernel and inshell air in fruits of walnut cvs. 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139', for the year 2001.

3.2 Tlačni preskus plodov oreha letnika 2001 pri kultivarjih 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139'.

Preglednica 2: Povprečne vrednosti za uporabljeno silo (N) in nastalo končno deformacijo plodov oreha pri kultivarjih 'Franquette', 'Parisienne' in 'G-139'.

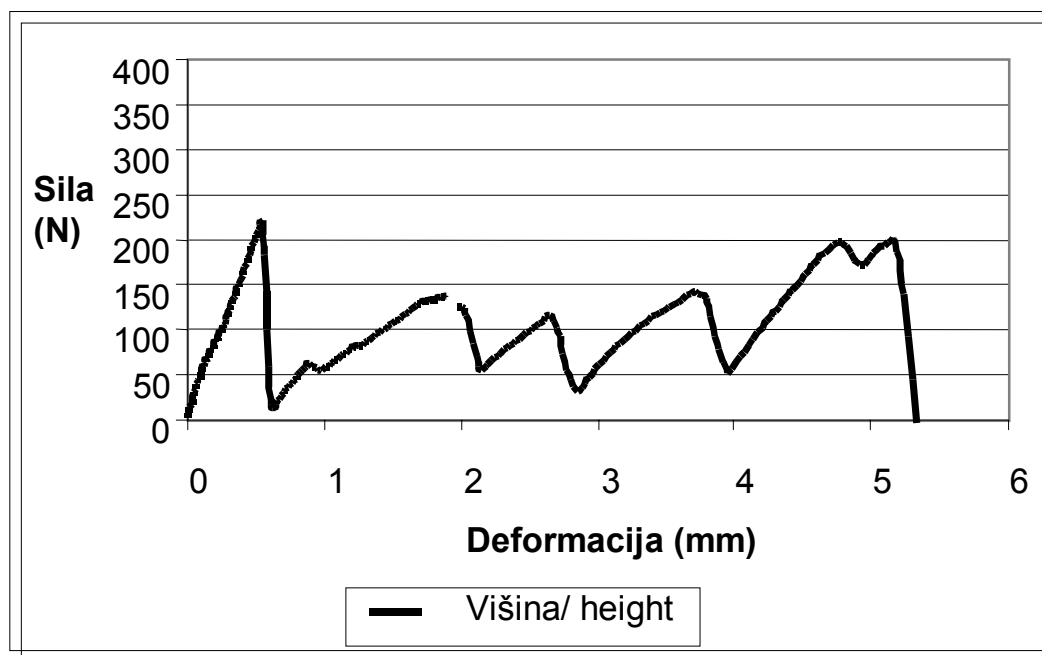
Table 2: Average values for the pressure power in test (N) and final fruit deformations (mm) for walnut cvs. 'Franquette', 'Parisienne' and 'G-139'.

Kultivar Cultivar	Dimenzija ploda Fruit dimension	Sila (N) Power (N)	Deformacija (mm) Deformation (mm)
'Franquette'	Višina/Length	252,88	1,02
	Širina/Width	81,93	2,93
	Debelina/Thickness	264,58	0,48
'Parisienne'	Višina/Length	207,78	2,69
	Širina/Width	156,70	3,75
	Debelina/Thickness	181,53	2,07
'G - 139'	Višina/Length	142,37	2,82
	Širina/Width	137,16	4,38
	Debelina/Thickness	112,39	0,44



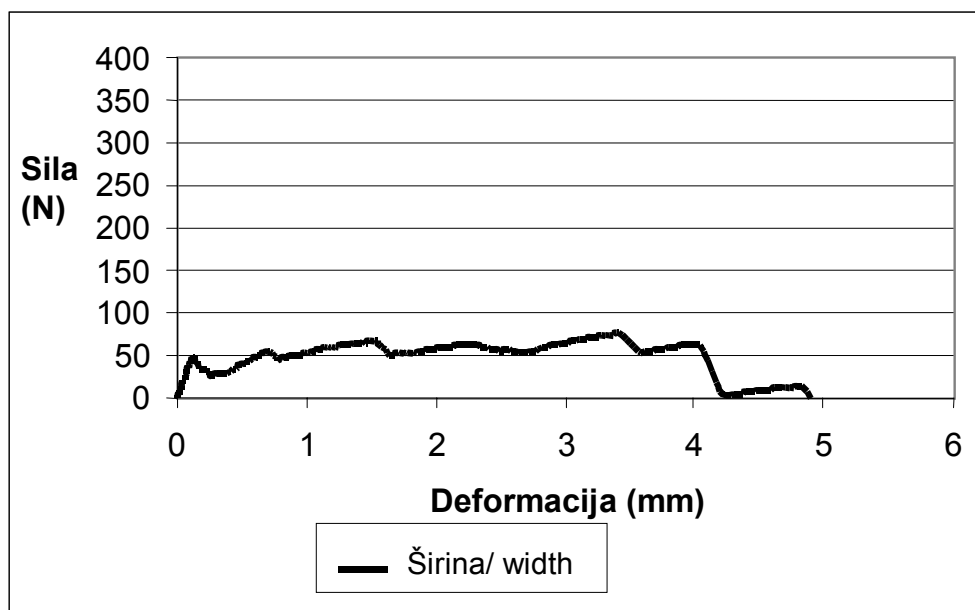
Slika 8: Deformacija ploda oreha pri različnih silah za kultivar 'Franquette'.
Figure 8. Fruit deformation at different pressure power (N) for walnut cv. 'Franquette'.

Osnovna značilnost kultivarja 'Franquette' je relativno spreminjajoča sila v vseh smereh obremenitve pri majhni deformaciji luščine oreha.



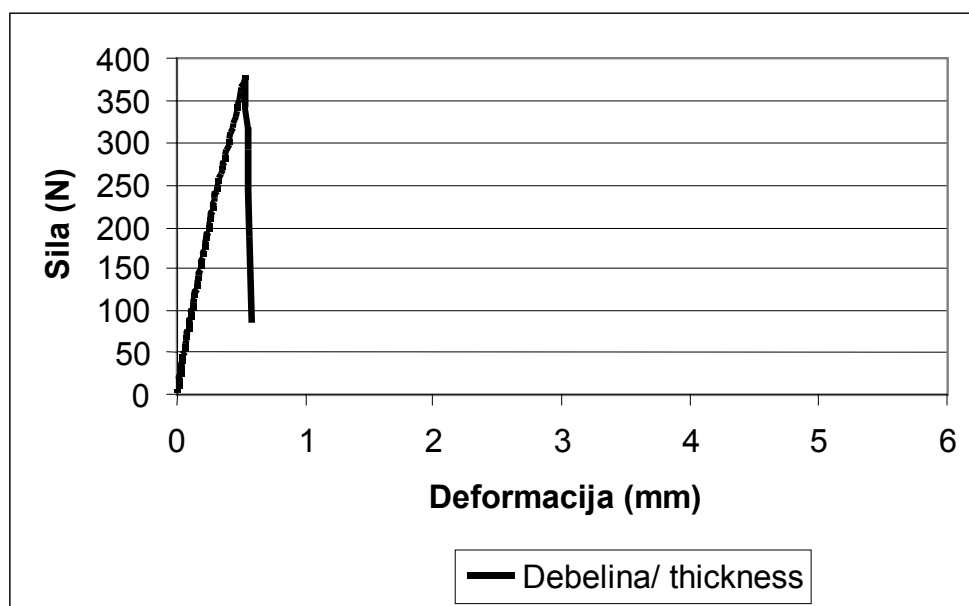
Slika 9a: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'Franquette' v smeri obremenitve višina.

Figure 9a: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations (mm) in the pressure directions of height for 3 dried fruit samples, cv. 'Franquette', yield of 2001.



Slika 9b: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'Franquette' v smeri obremenitve širina.

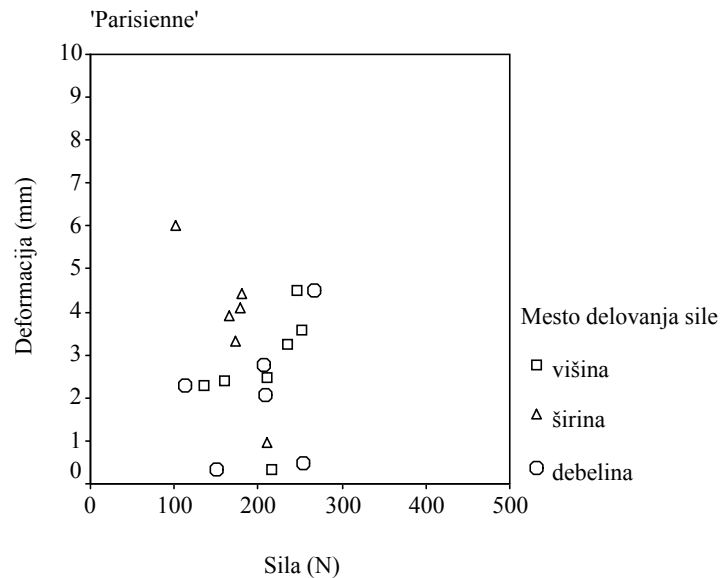
Figure 9b: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations (mm) in the pressure directions of width for 3 dried fruit samples, cv. 'Franquette', yield of 2001.



Slika 9c: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'Franquette' v smeri obremenitve debelina.

Figure 9c: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations (mm) in the pressure directions of thickness for 3 dried fruit samples, cv. 'Franquette', yield of 2001.

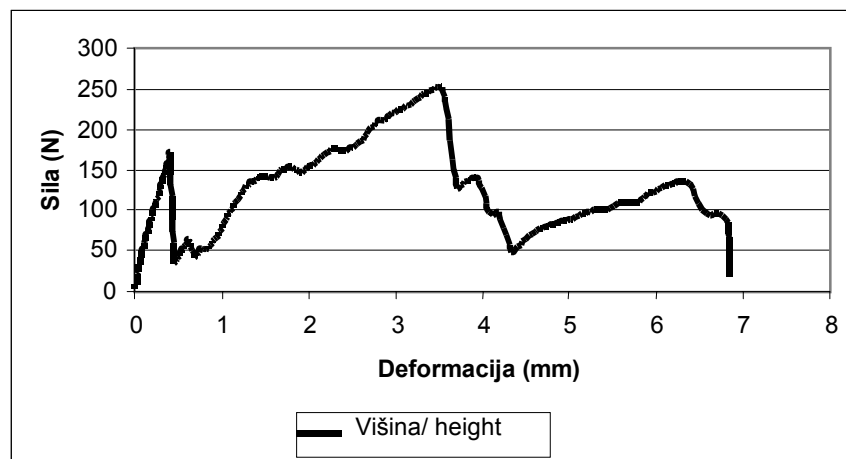
V vseh primerih obremenitve ploda oreha kultivarja 'Franquette' je na začetku obremenitve potrebna velika sila in nastane majhna deformacija luščine po debelini ploda oreha. Podoben potek fizikalnih značilnosti je pri obremenitvi po višini ploda, vendar nastopa postopno zgoščevanje v notranjosti luščine oreha in pri tem delno povečevanje in zmanjševanje tlačne sile ob sočasni deformaciji ploda oreha. Obremenitev ploda po širini predstavlja majhno silo in veliko deformacijo luščine ploda.



Slika 10: Deformacija ploda oreha pri različnih silah za kultivar 'Parisiennne'.

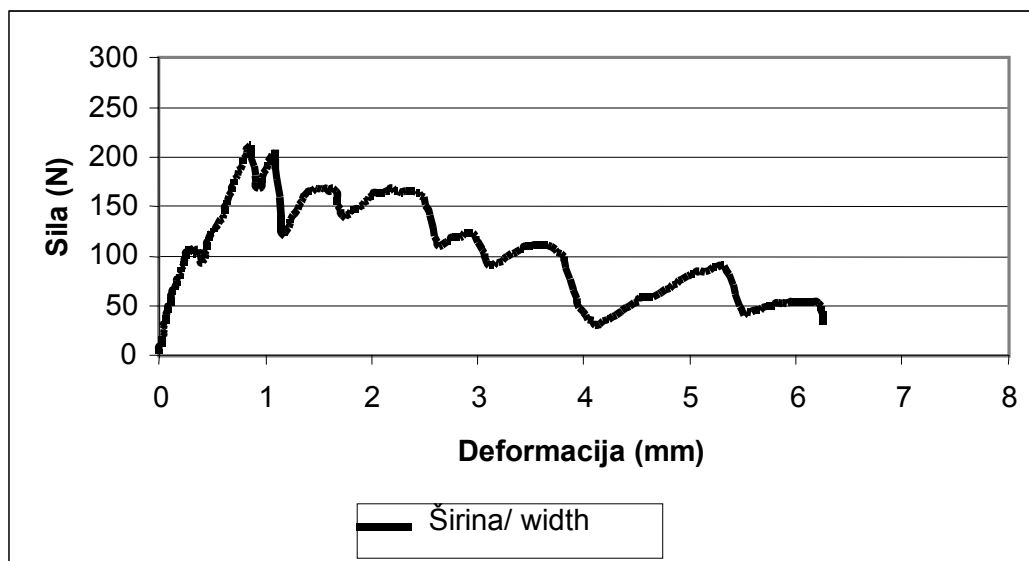
Figure 10: Fruit deformation at different pressure power (N) in walnut cv. 'Parisiennne'.

Osnovna značilnost kultivarja 'Parisiennne' je relativno enaka sila v vseh smereh obremenitve pri spreminjajoči deformaciji lupine oreha.



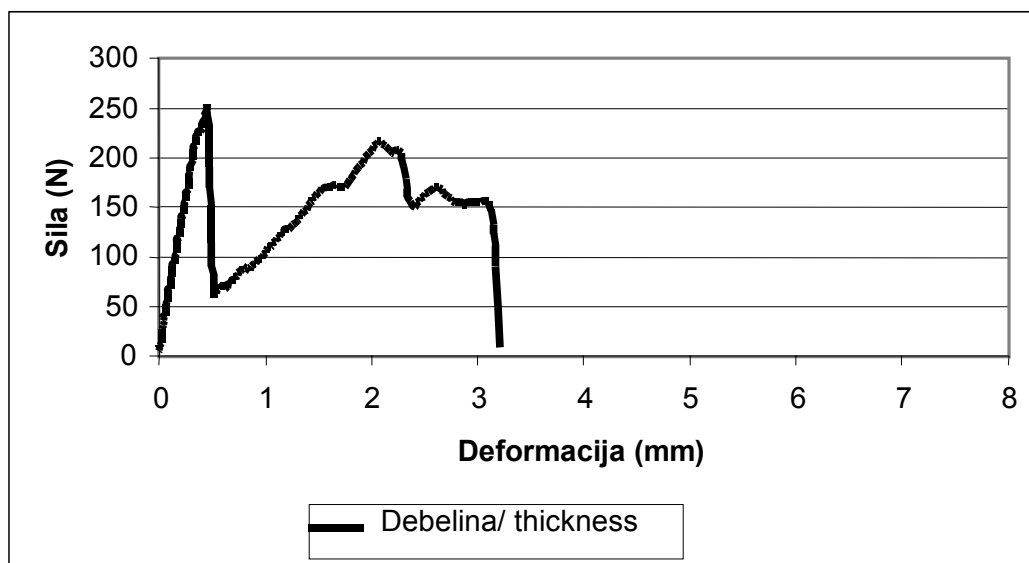
Slika 11a: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'Parisiennne' v smeri obremenitve višina.

Figure 11a: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations (mm) in the pressure directions of height for 3 dried fruit samples, cv. 'Parisiennne', yield of 2001.



Slika 11b: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'Parisienne' v smeri obremenitve širina.

Figure 11b: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations (mm) in the pressure directions of width for 3 dried fruit samples, cv. 'Parisienne', yield of 2001.

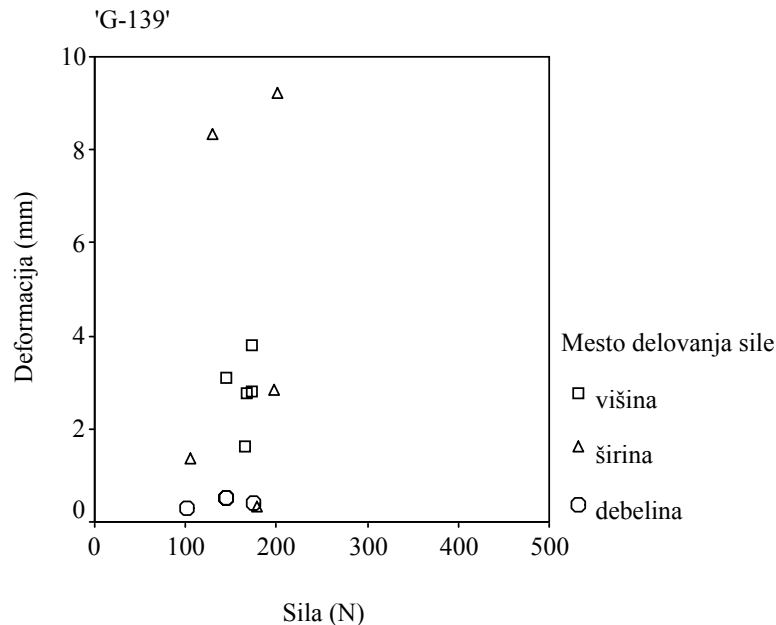


Slika 11c: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'Parisienne' v smeri obremenitve debelina.

Figure 11c: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations (mm) in the pressure directions of thickness for 3 dried fruit samples, cv. 'Parisienne', yield of 2001.

V vseh primerih obremenitve ploda oreha kultivarja 'Parisienne' je pri majhnih deformacijah največja sila po debelini ploda oreha, pri ostalih smereh obremenitve pa

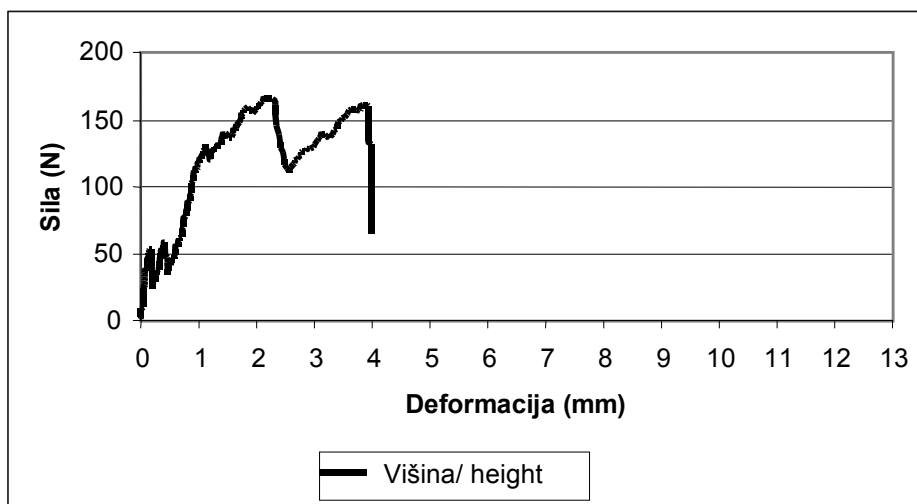
je značilnost zgoščevanje v notranjosti plodu in s tem povečana sila pri večjih deformacijah ploda.



Slika 12: Deformacija ploda oreha pri različnih silah za kultivar 'G - 139'.

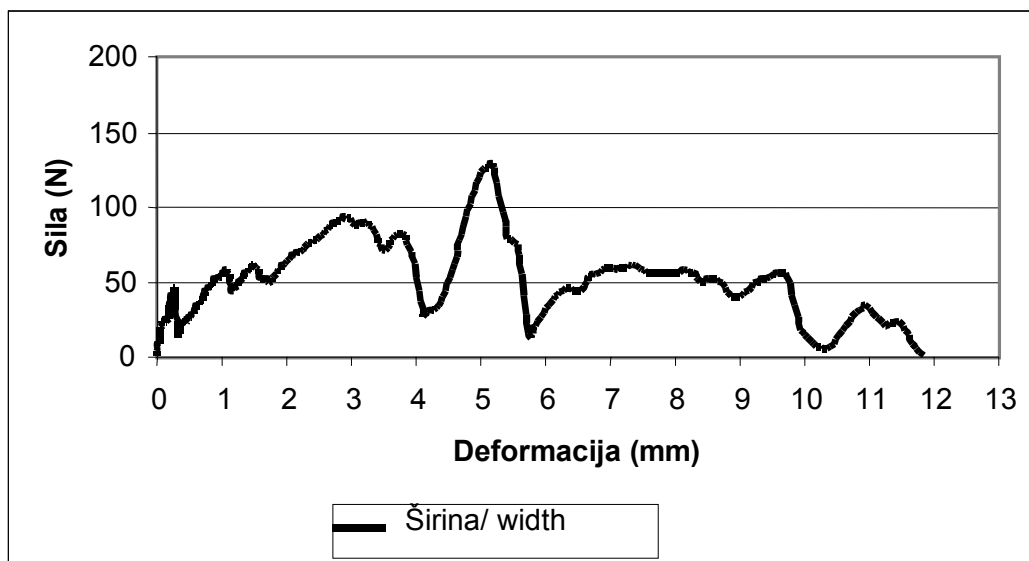
Figure 12: Fruit deformations at different pressure power (N) in walnut cv. 'G-139'

Osnovna značilnost kultivarja 'G-139' je, da ima najmanjšo potrebno deformacijsko silo v vseh smereh obremenitve.



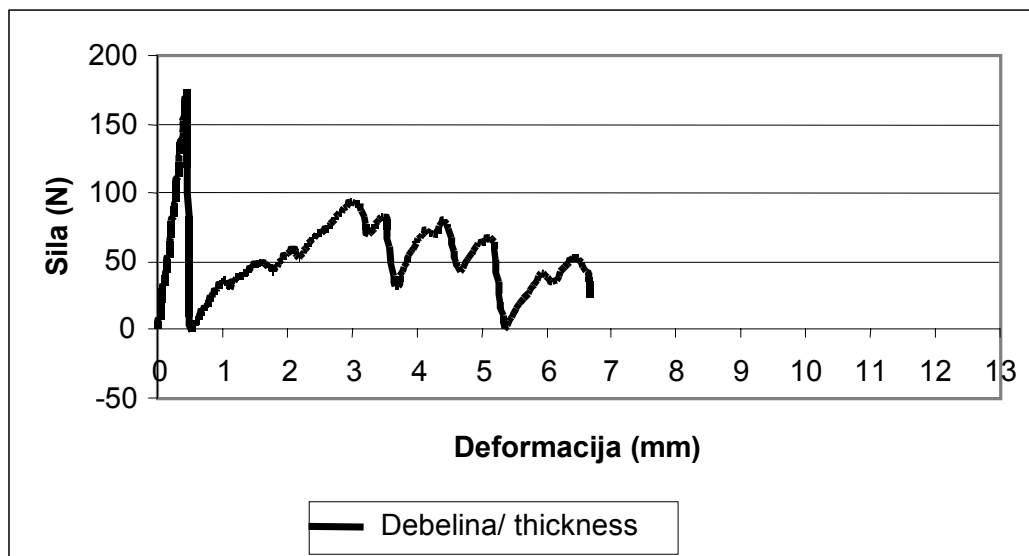
Slika 13a: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'G-139' v smeri obremenitve višina.

Figure 13a: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations in in the pressure directions of height for 3 dried fruit samples, cv. 'G-139", yield of 2001.



Slika 13b: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'G-139' v smeri obremenitve širina.

Figure 13b: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations in the pressure directions of width for 3 dried fruit samples, cv. 'G-139', yield of 2001.



Slika 13c: Primerjava uporabljene sile [N] in nastale deformacije [mm] od začetka do konca drobljenja treh vzorcev posušenih plodov oreha letnika 2001 kultivarja 'G-139' v smeri obremenitve debelina.

Figure 13c: Comparison of the used pressure power (N) and the resulted deformations in the pressure directions of thickness for 3 dried fruit samples, cv. 'G-139', yield of 2001.

V vseh primerih obremenitve ploda oreha G – 139 je značilna oblika poteka sile na začetku obremenjevanja in nato zmanjšanje ob sorazmerno majhni spreminjajoči sili

pri povečani deformaciji obremenjevanja oreha po debelini. Večja potrebna obremenitev po širini in višini je povezana z večjo deformacijo in zgoščevanje notranjosti ploda oreha.

4 ZAKLJUČEK

Analizirali smo tri kultivarje oreha: 'Franquette' in 'Parisienne', ki sta francoskega izvora iz okolice Grenobla, ter 'G-139', ki je nemškega porekla, odbran na inštitutu v Geisenheimu. Namen raziskave je bil ovrednotiti ter določiti fizikalne parametre za strojno drobljenje, sortiranje in dodelavo posušenih plodov oreha.

Meritve so potekale v mesecu marcu leta 2002 s posušenimi plodovi letnika 2001. Merili, preizkušali in analizirali smo 14 fizikalnih lastnosti: višino ploda, širino ploda, debelino ploda, maso celega ploda, maso luščine, maso jedrc, dobit jedrc, prostornino celega ploda, prostornino luščine, prostornino jedra, vsebnost zraka v luščini, trdnostne lastnosti luščine (tlačni preizkus) in meritve sušine oz. suhe snovi.

Za raziskave trdnostnih lastnosti luščine, meritve mase celih plodov, luščine in jedrc, za izračun razmerja med maso ploda in maso jedra ter za meritve velikosti plodov smo uporabili 21 plodov vsakega kultivarja. Za meritve volumna plodov, luščin, in jedrc ter za izračun vsebnosti zraka v luščini smo uporabili 20 plodov. Sušino oz. suho snov smo določili pri devetih plodovih vsakega kultivarja.

Iz končnih rezultatov vseh naših meritev, analiz in preizkusov posušenih plodov oreha letnika 2001, ugotovimo, da ima:

- najvišje plodove in največjo vsebnost sušine kultivar 'Franquette'
- kultivar 'G-139' ima povprečno najširše, najdebelejše, najtežje in najprostornejše plodove
- najboljšo dobit jedrc, prav tako pa tudi najboljše oz. najprimernejše fizikalne lastnosti za strojno drobljenje ter sortiranje jedrc od luščine ima kultivar 'Parisienne' zaradi optimalne deformacije luščine in minimalne deformacije jedra.

5 LITERATURA

- Ačko, B. 1999. Proizvodne meritve. Maribor, Fakulteta za strojništvo: 140 str.
- Charlot, G., Prunet J.P., Lagrue C., Aleta N. (1996). Noix et cerneaux. Qualite et consommation. C.T.I.F.L., Paris: 166 s.
- Denffer, D., Ziegler, H. 1988. Morfologija I fiziologija. Udžbenik botanike za visoke škole. Zagreb, 595 s.
- Germain, E., Jalinat, J., Marchou, M. 1981. Divers aspects de la biologie florale du noyer. V: Bergougnoux. F.; GrosPierre. P. Le noyer, C.T.I.F.L.-INVUFLEC:13-27.
- Kladnik, R. 1989. Visokošolska fizika (1. del). Ljubljana, DZS: 231 str.
- Košmelj, K. 2001. Uporabna statistika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 249 str.

- McGranahan, G., Leslie, C. 1991. Walnuts (*Juglans*). V: Moore, J.N., Ballington, J.R. Jr. (ur.). Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops, part 2. International Society of Horticultural Science, Wageningen: 907-951.
- Niedrig, H. 2000. Physik. V: Hütte: die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften. Czichos H. (ed.). Berlin, New York, Springer: B1-B245.
- Pinney K., Labavitch, J.M., Polito, V.S. 1998. Fruit growth and Development. V: Ramos, D.E. (ur.). Walnut Production Manual. Oakland, University of California:139-143.
- Solar, A. 2003. Oreh (*Juglans regia*). V: Godec, B. (ur.). Sadni izbor za Slovenijo 2002, Alex, s.p., Krško:111-117.
- Solar, A., Ivančič, A., Štampar, F., Hudina, M. 2002. Genetic resources for walnut (*Juglans regia* L.) improvement in Slovenia. Evaluation of the largest collection of local genotypes. Genetic resources and crop evolution 49(5): 491-501.
- SSDL 2003. Slovensko strokovno društvo lupinarjev, spletna stran: [www:sadjarstvo.org/lupinarji/index.html](http://www.sadjarstvo.org/lupinarji/index.html)