

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Primož MAJCEN

**VPLIV FIZIKALNIH LASTNOSTI OREHA NA
LUŠČENJE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Primož MAJCEN

VPLIV FIZIKALNIH LASTNOSTI OREHA NA LUŠČENJE

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**INFLUENCE OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF A WALNUT
ON HUSKING**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2009

Majcen P. Vpliv fizikalnih lastnosti oreha na luščenje.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 2009

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za kmetijsko mehanizacijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer so bile v laboratoriju opravljene meritve velikosti, mase ter prostornine plodov. Meritve suhe snovi plodov so bile opravljene v Laboratoriju centra za pedologijo in varstvo okolja. Preizkusi trdnostnih lastnosti lupine so bili izvedeni v Laboratoriju za nelinearno mehaniko na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala izr. prof. dr. Rajka Bernika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc Batič
 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: izr. prof. dr. Rajko Bernik
 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Robert Veberič
 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 6.11.2009

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Primož Majcen

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK UDK 631.361.74:634.51(043.2)
KG Kmetijski stroji/strojno drobljenje/drobilniki lupinarjev/drobljenje orehov/sorte orehov/fizikalne lastnosti/
KK AGRIS N01
AV MAJCEN, Primož
SA BERNIK, Rajko (mentor)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 11
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2009
IN VPLIV FIZIKALNIH LASTNOSTI OREHA NA LUŠČENJE
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP X, 40, [12] str., 7 pregl., 32 sl., 11 pril., 26 vir.
IJ sl
JI sl / en
AI Navadni oreh (*Juglans regia* L.) spada med najbolj razširjeno lupinasto sadje. Zanj je značilno, da ima užitni del – jedrce, shranjeno v oleseneli luščini. Trenje plodov in ločevanje lupine od jedrc, pri nas že od nekdaj poteka ročno, zato smo se odločili napraviti raziskavo in meritve, ki bodo lahko pripomogle h kakovostnemu razvoju in izdelavi naprave za strojno drobljenje plodov lupinarjev. V raziskavo smo vključili dve sorte ('Franquette', ter 'G-139') in en kultivar ('Domači oreh'). Slučajno izbranim vzorcem smo izmerili nekatere morfološke značilnosti in jih analizirali. Pri kultivarju 'Domači oreh' in sorti 'Franquette' smo se lotili drobljenja s posebno tlačno stiskalnico v laboratorijih Strojne fakultete, obe sorte in kultivar pa smo drobili tudi s centrifugalnim robilnikom, ki ga je patentiral izr. prof. dr. Rajko Bernik. Ugotovili smo da ima v povprečju največjo maso, širino, debelino, ter volumen plodov, kultivar 'Domači oreh', največjo povprečno višino pa ima sorta 'Franquette'. Z raziskavo smo prišli do zaključka, da je za trenje s centrifugalnim robilnikom najprimernejša sorta 'Franquette', pri kateri ostane največji delež polovic nepoškodovanih (74,62 %).

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dn
DC UDC 631.361.74:634.51(043.2)
CX agricultural machinery/walnuts/physical characteristics/mechanical crushing/crushing machines/cultivars
CC AGRIS N01
AU MAJCEN, Primož
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 11
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2009
TI INFLUENCE OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF A WALNUT ON HUSKING
DT Graduation thesis (University studies)
NO X, 40, [12] p., 7. tab., 32 fig., 11 ann., 26 ref.
LA sl
AL sl / en
AB Common walnut (*Juglans regia* L.) is among the most widespread walnuts. It is significant that the edible part - the kernel is stored in woodened shell. Crushing and the separation of shells from the kernels in our places is conducted manually, so we decided to make a survey and measurements, which may contribute to the quality of development and manufacture of device, fruit machine for crushing shell. In the survey we included two walnut cultivars ('Franquette' and 'G-139') and one cultivar ('Domači oreh'). We selected random samples and measured and analyzed some morphological characteristics. At variety 'Domači oreh' and 'Franquette' we made chrusing with a specific pressure maschine at the Faculty of Engineering. We also chrushed both varietys and the cultivar with special centrifugal chrusching maschine, which was patented by assoc. prof. dr. Rajko Bernik. Our research showed us that the average maximum of weight, width, thickness and volume of fruit, has the cultivar 'Domači oreh' and the highest average height has the variety 'Franquette'. We have come to the conclusion that the 'Franquette' is the most preferred variety for friction with the centrifugal chrusching maschine, because it has the largest share of half remains intact (74.62 %).

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 NAMEN DELA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 IZVOR OREHA	3
2.2 BOTANIČNA RAZVRSTITEV OREHA	3
2.3 MORFOLOGIJA OREHA	4
2.3.1 Korenine	4
2.3.2 Deblo	4
2.3.3 Krošnja	4
2.3.4 Listi	5
2.3.5 Brsti	5
2.3.6 Cvet	5
2.3.7 Plod	6
2.4 SORTE OREHA	6
2.5 OD SPRAVILA DO JEDRCA	7
2.5.1 Tehnološka zrelost	7
2.5.2 Obiranje	7
2.5.3 Postopki po obiranju	7
2.5.3.1 Pranje plodov	7
2.5.3.2 Beljenje plodov	7
2.5.3.3 Sušenje plodov	8
2.5.3.4 Skladiščenje orehov	8
2.5.3.5 Luščenje plodov	8
2.5.4 Naprave za drobljenje lupinarjev	9
2.5.4.1.1 Stožčasti drobilnik	9
2.5.4.1.2 Kamniti drobilnik	9
2.5.4.1.3 Centrifugalni drobilnik	10
2.5.5 Splošno o merjenju	11
3 MATERIAL IN METODE DELA	12
3.1 MATERIAL	12
3.1.1 Čas in lokacija meritev	12
3.1.2 Rastlinski material	12
3.1.2.1 'G-139'	12
3.1.2.2 'Franquette'	12
3.1.2.3 'Domači oreh'	13

3.2	METODE DELA	14
3.2.1	Vrste meritov in analiz	14
3.2.1.1	Meritve velikosti plodov	14
3.2.1.2	Meritve mase plodov	15
3.2.1.3	Meritve volumnov plodov	15
3.2.1.4	Preizkus trdnostnih lastnosti lupine	15
3.2.1.5	Statistične metode	16
4	REZULTATI IN MERITVE	17
4.1	MERITVE MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIK PLODA OREHA	17
4.2	MERITVE FIZIKALNIH LASTNOSTI S TLAČNO STISKALNICO	27
4.2.1	Potrebno delo za drobljenje uparjene lupine	29
4.3	TRENJE OREHOV S CENTRIFUGALNIM DROBILNIKOM	30
5	RAZPRAVA	33
6	SKLEPI	36
7	POVZETEK	38
8	VIRI	39
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovne enote mednarodnega sistema enot	11
Preglednica 2: Povprečna masa, višina, širina, debelina in volumen po posameznih skupinah (glej priloge)	17
Preglednica 3: Povprečna masa, povprečna višina, povprečna širina, povprečna debelina in povprečen volumen po posameznih sortah oz. kultivarju	18
Preglednica 4: Enosmerna ANOVA za vsako spremenljivko posebej (VKO: vsota kvadriranih odklonov od povprečja, SP: stopnja prostosti, SKO: srednji kvadrirani odklon).	25
Preglednica 5: Povprečni volumen oreha [ml], povprečni volumen lupine [ml], % volumna lupine, povprečni volumen jedrca [ml], volumna jedrca, povprečni volumen zraka [ml], % volumna zraka, ter razmerje med % volumna jedrca in % volumna zraka	26
Preglednica 6: Podatki o opravljenem delu (Nm) in osnovni statistični podatki pri drobljenju s posebno tlačno stiskalnico	29
Preglednica 7: Vrtilna frekvenca, vlaga lupine, število orehov, za katere je bilo za popolno izluščenje potrebno uporabiti še nožek in kladivo, skupna masa poškodovanih polovic, skupna masa delno poškodovanih jedrc in skupna masa ostankov, po posameznih skupinah. Skupine A, B in C predstavljajo sorto 'G-139', skupini F in H kultivar 'Domači oreh', ter skupina I sorto 'Franquette' (za podatke o posamezni skupini glej priloge A, B, C, F, H in I.)	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Krošnja oreha (Dkimages ..., 2009)	4
Slika 2: Orehov list (Arboretum ..., 2009)	5
Slika 3: Moški cvetovi (Free images ..., 2009)	5
Slika 4: Plod oreha (Waynesworld ..., 2009)	6
Slika 5: Stožčasti drobilnik (Özdemir in Özilgen, 1997)	9
Slika 6: Kamniti drobilniki (Özdemir in Özilgen, 1997)	10
Slika 7: Centrifugalni drobilnik (Bernik, 2002)	10
Slika 8: 'G-139' (Ocepek, 1995)	12
Slika 9: 'Franquette' (Ocepek, 1995)	13
Slika 10: 'Domači oreh' (Kafol, 1945)	13
Slika 11: Merjenje s kljunastim merilom (Foto: P Majcen, 2007)	14
Slika 12: Merjenje volumna oreha (Foto: P. Majcen, 2007)	15
Slika 13: Tlačna stiskalnica (Foto: J Tršelič, 2006)	16
Slika 14: Srednje vrednosti posameznih karakteristik po skupinah in skupna srednja vrednost vseh skupin	18
Slika 15: Primerjava srednjih vrednosti posameznih karakteristik med različnima sortama in kultivarjem oreha	18
Slika 16: Porazdelitev mase (g) za dve sorte in kultivar oreha	19
Slika 17: Porazdelitev višine (cm) za dve sorte in kultivar oreha	20
Slika 18: Porazdelitev širine (cm) za dve sorte in kultivar oreha	21
Slika 19: Porazdelitev debeline (cm) za dve sorte in kultivar oreha	22
Slika 20: Porazdelitev volumna (ml) za dve sorte in kultivar oreha	23
Slika 21: Porazdelitev volumna zraka (ml) za dve sorte in kultivar oreha	24
Slika 22: Oddaljenost jedrca od lupine (kultivar 'Domači oreh') (Foto: B. Turk, 2003)	25
Slika 23: Oddaljenost jedrca od lupine (sorta 'G-139') (Foto Turk, 2003)	25
Slika 24: Primerjava povprečnega volumna lupine, jedrca in zraka v mililitrih med sortama in kultivarjem	26
Slika 25: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha, kultivar 'Domači oreh' (parjen 5 minut)	27
Slika 26: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha, kultivar 'Domači oreh' (parjen 15 minut)	27
Slika 27: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha, sorte 'Franquette' (zračno suh)	28

Slika 28: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha, sorte 'Franquette' (parjen 15 minut)	28
Slika 29: Delež orehov glede na mesto udara in zdrobljenost po skupinah	31
Slika 30: Mesto udara v odstotkih glede na sorto oz. kultivar	31
Slika 31: Odstotek ostankov glede na poškodbe po skupinah	32
Slika 32: Procent ostankov glede na poškodbe pri dveh sortah in kultivarju oreha	32

KAZALO PRILOG

- PRILOGA A: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri sorti 'G-139' z maso okoli 8 g.
- PRILOGA B: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri sorti 'G-139' z maso okoli 10 g.
- PRILOGA C: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri sorti 'G-139' z maso okoli 8 g.
- PRILOGA D: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml] ter volumna zraka [ml] pri sorti 'G-139' z maso okoli 10 g.
- PRILOGA E: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen pri sorti 'G-139' z maso 8 do 10 g.
- PRILOGA F: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 14 g.
- PRILOGA G: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 14 g.
- PRILOGA H: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 16 g.
- PRILOGA I: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 16 g.
- PRILOGA J: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml] ter volumna zraka [ml] pri sorti 'Fanquette' z maso okoli 13 g.
- PRILOGA K: Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen pri sorti 'Franquette' z maso okoli 13 g.

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Navadni oreh (*Juglans regia* L.) spada med najbolj razširjeno lupinasto sadje. Zanj je značilno, da ima užitni del – jedrce, shranjeno v oleseneli luščini.

Pridelujemo ga pri nas kot tudi drugod po svetu. Največ se ga pridela v Evropi (približno 250 000 ton), in Aziji (prav tako približno 250 000 ton). Pri nas oreh raste skoraj povsod. Tako ob morju kot tudi v notranjosti, vse do nadmorske višine okoli 800 metrov (Adamič, 1995; Ocepek, 1995).

Jedrce se uvršča med prvorazredna koncentrirana živila, saj povprečno vsebuje približno 62 % maščob, 16 % beljakovin, 12 % ogljikovih hidratov, 2,5 % celuloze, 1,5 % rudninskih snovi in vitaminov (predvsem A, B, C in E). Ima tudi veliko energijsko vrednost, saj je ta približno trikrat večja od enake količine mesa ter pokrije od 20 do 25 % dnevnih potreb pri odrasli osebi (Ocepek, 1995).

Poleg dobre hranične vrednosti ima oreh tudi veliko vrednost v proizvodnji zdravil, kozmetičnih sredstev, lesni industriji ter v industriji predelave kož.

Čeprav ima pridelava oreha nekaj prednosti kot so manjše število bolezni in škodljivcev ter neobčutljivost na skladiščenje in prevoze, se letna pridelava pri nas iz leta v leto zmanjuje, povečuje pa se uvoz.

Problem pridelovanja oreha pri nas je vsekakor ročno drobljenje in odstranjevanje jedrca od lupine, ki zahteva veliko časa. Uvoz se povečuje na račun nizke cene oreha iz tujine. V tujini, pri nekaterih večjih proizvajalcih, trenje poteka ročno na račun poceni delovne sile, zato je prodajna cena nižja kot pri nas.

V upanju, da bomo pripomogli k rešitvi tega problema, smo se odločili za izdelavo raziskave o vplivu fizikalnih lastnosti na trenje oreha pri različnih vlažnostih lupine.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Navadni oreh (*Juglans regia* L.) pri nas gojimo predvsem zaradi plodov. Sorte se razlikujejo po fizikalnih lastnostih plodov, kar vpliva na njihovo nadaljnjo obdelavo, transport, sušenje in drobljenje. Predpostavljam, da se bo z vlažnostjo lupine oreha jedro lepše izluščilo z manj poškodbami jedrca. Predpostavljam tudi, da se drobilnik orehov lahko še konstrukcijsko nadgradi, tako da se bo povečala učinkovitost drobljenja ploda oreha.

1.3 NAMEN DELA

Namen raziskave je pridobiti pomembne podatke, ki bodo v pomoč pri konstruiranju in izpopolnjevanju drobilnih strojev za trenje lupinarjev. Primerjali bomo fizikalne lastnosti dveh sort oreha: 'Franquette' in 'G-139' ter kultivarja 'Domači oreh'. Plodove bomo premerili in analizirali, nato pa jih drobili s strojem in primerjali potrebno drobilno silo. Preizkusili bomo tudi drobljenje oreha s pomočjo posebnega centrifugalnega drobilnika, ki ga je patentiral izr. prof. dr. Rajko Bernik in analizirali zdrobljenost oz. deformiranost lupine ter jedrca.

Zanima nas obnašanje različnih sort pri trenju lupine pod različnimi pogoji. Iz dobljenih podatkov pa bomo poizkusili ugotoviti katera sorta oz. kultivar je najprimernejši za trenje.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZVOR OREHA

Navadni oreh, *Juglans regia* L., po navedbah avtorjev (Stančević, 1983, cit. po Solar, 2000) najverjetneje izvira iz Kitajske, od tu se je širil na Japonsko in v severno Indijo (Korać, 1987).

Drugi viri navajajo izvor oreha v Iranu (Perzija), od koder se je razširil v Grčijo pod imenom »persicon« in nato, zaradi biološke vrednosti plodov, dobrih skladiščnih sposobnosti in lahkega transporta, na zahod (Bulatović, 1985).

Iz teh območij se je širil ob obalah Sredozemskega morja, kjer so ga najprej začeli gojiti Grki in se zaradi tega pogosto imenuje 'grški oreh' (Korać, 1987). Domnevajo, da so ga Grki prinesli iz Perzije). Iz Grčije so oreh s semenom Rimljani prenesli v Italijo, od koder se je razširil na območje današnje Francije, Španije, Portugalske in južne Nemčije (Solar, 2000). V Angliji so ga začeli saditi zelo pozno – šele leta 1562. Od tu pa so ga pod imenom angleški oreh, prenesli v Severno Ameriko (Ocepek, 1995).

Iz Južne Amerike v Kalifornijo, ki je danes največja tržna pridelovalka oreha v svetu, so prve plodove perzijskega oreha prinesli šele španski misijonarji okrog leta 1770 (Ocepek, 1995).

Tudi na našem ozemlju oreh raste že zelo dolgo. To potrjujejo fosilni ostanki flore iz časov mlajšega oligocena do sredine pliocena, zaradi česar se še ne ve, ali je oreh pri nas avtohton ali je bil k nam prinešen (Bulatović, 1985).

Danes je oreh razširjen v Severni, Srednji in Južni Ameriki, Evropi, Aziji, na ozemlju bivše Sovjetske zveze in v omejenem obsegu tudi na južni hemisferi – v severni Afriki, v Oceaniji ter Avstraliji (Solar, 2000).

2.2 BOTANIČNA RAZVRSTITEV OREHA

Botanična razvrstitev oreha povzeta pa viru (cit. po Fito-info, 2007):

Kraljestvo:	Plantae – rastline
Deblo:	Spermatophyta – semenke
Poddeblo:	Magnoliophytina (Angiospermae) – kritosemenke
Razred:	Magnoliospida (Dicotyledoneae) – dvokaličnice
Podrazred:	Hamamelididae
Nadred:	Juglandanae
Red:	Juglandales – orehovci
Družina:	Juglandaceae – orehovke
Rod:	<i>Juglans</i> – oreh
Vrsta:	<i>Juglans regia</i> [L.] – navadni oreh

2.3 MORFOLOGIJA OREHA

Le malo sadnih vrst razvije drevesa tolikšnih razsežnosti kot oreh, saj lahko zraste do 20 in več metrov v višino ter 15 in več metrov v širino. Deblo je močno in debelo. V spodnjem delu lahko meri v premeru tudi 1 do 1,5 metra. Njegova življenjska doba je okrog 120 let, znani pa so tudi primeri, ko je bilo drevo staro več kot dvesto let ali pa celo zelo redki primerki, kjer so orehi stari tudi več kot tristo let in še vedno rodijo (Ocepek, 1995).

Oreh ima vegetativne in generativne organe. Med vegetativne organe spadajo korenine, deblo, veje, listni brsti in listi. Po vegetativnih organih potekajo vsi življenjski procesi oreha, med generativne organe pa spadajo cvetni brsti, cvet in plod. Ti organi omogočajo razmnoževanje ali ohranjanje vrste. Sicer pa gojimo oreh predvsem zaradi plodov (Ocepek, 1995).

2.3.1 Korenine

Glavna naloga korenin je, da iz zemlje črpajo vodo in v njej raztopljljene rudninske snovi. Oreh ima močno razvit koreninski sistem, ki sega globoko v zemljo – okoli tri metre, pa vse do pet metrov ali celo več (Ocepek, 1995).

2.3.2 Deblo

Je del drevesa od koreninskega vratu do prvih vej krošnje. Skozenj se pretaka voda z raztopljenimi hranilnimi snovmi. Večinoma gojimo drevesa z visokim debлом (150 do 180 cm). To pomeni, da je krošnja visoka in s tem lažja obdelava tal, zmanjšana pa je tudi nevarnost pozeb. Za intenzivno pridelovanje strokovnjaki priporočajo višino debla od 80 do 120 cm (Ocepek, 1995).

2.3.3 Krošnja

Je nadzemni razvezjani del drevesa. Sestavlajo jo osnovne skeletne veje, sekundarne in terciarne veje, rodni poganjki, brsti, listi, cvetovi in plodovi (Ocepek, 1995).

Na obliko in velikost krošnje (slika 1) vpliva več dejavnikov: bujnost podlage, lastnost sorte, prehrana in nega rastline, način rezi, medvrstna razdalja itd.



Slika 1: Krošnja oreha (Dkimages ..., 2009)

2.3.4 Listi

Orehov list (slika 2) je sestavljen iz neparnega števila posameznih lističev. Največkrat sestavlja list 7 do 9 lističev. Ponavadi sta prva dva lističa najmanjša, nato pa se povečujejo. Največji je neparni, vrhnji listič. Po večini so ovalno podolgovati in precej žilnati (Solar, 1992).



Slika 2: Oreho list (Arboretum ..., 2009)

2.3.5 Brsti

Vegetativni brsti se razvijejo v listnih pazduhah. Iz njih se naslednje leto razvijejo listi ali poganjki z listi. V listni pazduhi je tudi rezervni brst, ki se razvije, če glavni pozebe.

Cvetni brsti so kopasti, prekriti z luskami in se nahajajo na enoletnih poganjkih. Iz njih se razvijejo moška socvetja.

Mešani brsti so po večini na vrhu enoletnega lesa. Iz njih pa se v naslednjem letu razvije mladika z več listi in ženskimi cvetovi.

2.3.6 Cvet

Ženski cvetovi nimajo venčnih listov. Plodnica je dvokarpna in porasla z dlačicami, ima samo eno semensko zasnovo in dvodelno brazdo pestiča, poraslo z dlačicami (Ocepek, 1995).



Slika 3: Moški cvetovi (Free images ..., 2009)

Moški cvetovi so mačice, ki imajo lahko 100 do 160 cvetov. Dolga je okoli 10 cm, lahko pa tudi 20 cm. Cvetoči mačice imajo 2 do 12 prašnikov, lahko pa tudi do 30. Večina sort v polni zrelosti oblikuje več mačic kot ženskih cvetov. Mladi orehi začnejo oblikovati ženske cvetove navadno leto prej kot mačice (Ocepek, 1995).

2.3.7 Plod

Plod oreha (slika 4) je koščičast plod in sestoji iz zelenega ovoja, eksokarpa ali lupine, in trdnega svetlo rjavega endokarpa ali olesenele luščine, v kateri tiči seme ali jedrce.



Slika 4: Plod oreha (Waynesworld ..., 2009)

Lupina se razvije iz zunanjega dela plodnice. Debelina lupine je od 3 do 5 mm in je sortno pogojena. V času zorenja plodov tkivo lupine poči in se tako loči od luščine.

Luščina je sestavljena iz dveh simetričnih polovic, ki jih povezuje šiv. Če luščini po šivu nista dobro zaprti, je to pomanjkljivost sorte. Površina luščine ni nikoli povsem gladka, prav tako velja tudi za njen spodnji del. Večja ali manjša razbrazdanost in njena debelina sta odvisni od sorte. Močna razbrazdanost se šteje za pomanjkljivost. Najbolj razbrazzano površino imajo ponavadi plodovi sejancev, iz katerih je zelo težko izluščiti jedrca.

Oblika plodov je lahko različna in je večinoma odvisna od sorte. Lahko je kopasta, okrogla, jajčasta, obrnjeno jajčasta, srčasta, cilindrična ... Tudi vrh in dno ploda sta lahko različnih oblik. Jедrce je sestavljeno iz dveh polovic, ki ju loči krhka tanka olesenela pregrada. Bolj razvita je pri dnu, manj pa pri vrhu jedrca (Ocepek, 1995).

2.4 SORTE OREHA

Poznamo številne sorte oreha. Po nekaterih podatkih naj bi bilo na svetu okoli 3000 različnih sort, ki so plod dolgoletnega dela žlahniteljev (Brus, 1994).

Naše domače selekcije so nastale iz domače populacije orehov. Doslej so se nekatere izkazale kot uspešne in se lahko primerjajo s priznanimi sortami v tujini. Imajo pa naše sorte nekatere prednosti, predvsem to, da so prilagojene na naše podnebne razmere. Vendar se moramo zavedati, da podnebne razmere pri nas niso najbolj ugodne za intenzivno pridelovanje oreha. Najbolj omejujoč dejavnik so pogoste pozabe (Domiter, 1998).

Sadni izbor za Slovenijo priporoča naslednje kultivarje in selekcije (Godec in sod., 2007):

- **Seznam A:** 'Franquette', 'Elit', 'Fernor', 'Fernette', 'Lara', 'G-139'
- **Seznam B:** 'Parisienne', 'Hartley', 'Jupiter', 'MB-24', 'Meylannaise', 'Ronde de montignac', 'Rasna', 'Adams', 'Chandler'.

2.5 OD SPRAVILA DO JEDRCA

2.5.1 Tehnološka zrelost

Oreh je zrel, ko zelena lupina poči in začnejo plodovi odpadati – z lupino ali brez (Bulatović, 1985). Jadrce dozori, pregrade med polovičkama začnejo rjaveti in lesneti. Optimalna zrelost je dosežena, če hkrati dozorita jadrce in zelena lupina. Jadrce hitreje dozori v toplem kot v hladnem vremenu, zelena lupina pa ravno obratno. Pokanje nastopi v hladnem in vlažnem vremenu dosti prej kot v suhem in toplem (Solar, 1995).

2.5.2 Obiranje

Čas obiranja je odvisen od vremenskih razmer in lege plodov na krošnji. Prav lega je razlog, da plodovi dozorevajo postopoma. V velikih plantažah poteka obiranje plodov postopoma, to se pravi večkrat. Prvo obiranje opravijo, ko dozori 80 % plodov, ko pa dozori še preostali del, opravijo še drugo obiranje. Obiranje posameznih dreves opravimo postopoma. V primeru, da so tla zatravljeni, ročno pobiramo odpadle plodove takoj, ko letti padejo na tla. Če pa tla tretiramo s herbicidi, lahko odpadli plodovi ostanejo na tleh do tri dni. V našem okolju je dozorevanje posameznega drevesa raztegnjeno teden do dva. Pri obiranju si lahko pomagamo s tresenjem drevesa, nikakor pa ne s palicami ali kakšnimi drugimi pripomočki, s katerimi lahko poškodujemo plodove in brste (Solar, 1994).

Obiranje lahko opravimo ročno ali strojno. Pri nas se obiranje opravi ročno, le v večjih plantažah v tujini (Francija, Španija, Portugalska, ZDA in Bolgarija) se opravi strojno. Strojno poteka podobno kot pri oljkah. S traktorskim priključkom, ki objame deblo, stresamo drevesa in zreli plodovi odpadejo (Skok, 2003).

2.5.3 Postopki po obiranju

Po obiranju je potrebno orehe očistiti in spraviti v tako obliko, da gredo lahko v prodajo. Vse orehe, ki se prodajajo v luščini, je priporočljivo oprati in obeliti. Te postopki se uporabljam zato, da so orehi vizualno bolj privlačni (Linta, 2006).

2.5.3.1 Pranje plodov

Po opravljenem obiranju se morajo plodovi čim prej osvoboditi zelene lupine. V velikih centrih, kjer se zbirajo plodovi, se orehi brez lupine potopijo v 2 % natrijev hidroksid, šele nato pa se čistijo z vodo. Čiščenje z vodo je priporočljivo opraviti čim prej. S tem se odstranijo posamezni zeleni deli in umazanja. Pranje z vodo mora biti hitro in učinkovito, tako da voda ne prodre do jedrc (Skok, 2003).

2.5.3.2 Beljenje plodov

Zelo pogosto se uporablja tudi beljenje, saj so beljeni orehi vizualno veliko bolj privlačni za kupca oz. potrošnika. Za beljenje se uporablja raztopina klorovega apna in sode. Belimo le orehe, ki imajo dobro zraslo luščino, saj v nasprotnem primeru belilo prizadene okus jedrc. Beljenje sme trajati največ eno minuto. Za večino sort, ki se pridelujejo v Sloveniji

zadostuje že samo pranje. Beljenje se priporoča predvsem za kultivar 'Šejnovo' in 'Šampion', pri katerih je luščina nekoliko temnejša (Solar, 1995).

2.5.3.3 Sušenje plodov

V sušilnicah plodove postavimo v plitve posode z rešetkastim dnom, ki so postavljene tako skupaj, da med njimi ostane dovolj prostora za kroženje zraka. Orehov ni priporočljivo izpostavljati visokim temperaturam (nad cca. 50 °C). Plodovi vsebujejo veliko količino vode, približno do 30 %, zato se ob hitrem sušenju pojavi pokanje plodov po šivih. Optimalna temperatura za sušenje je približno 38 °C (Solar, 1995).

Plodove lahko sušimo tudi na zunanjem zraku tako, da jih razporedimo na posebej za sušenje pripravljenih lesenih podih. Tu lahko ostanejo tudi preko zime, če jih ni preveč.

2.5.3.4 Skladiščenje orehov

Shranjevanje oz. skladiščenje orehov je precej zahtevno. Razmere morajo biti strogo kontrolirane. Hranimo jih v hladilnicah in jih varujemo pred plesnijo in žarkostjo.

Suhe orehe hranimo pri temperaturi 1–4 °C in na cca. 75-odstotni relativni zračni vlagi. Take razmere obvarujejo oreh pred žarkostjo približno leta dni. V kontrolirani atmosferi s 100-odstotnim dušikom pa jih je mogoče shranjevati tudi do 2 let (Skok, 2003).

Nesušene orehe shranjujemo pri temperaturi okoli 0 °C in cca. 70-odstotni relativni zračni vlažnosti. Bolj kot so orehi vlažni, nižja mora biti shranjevalna temperatura (Skok, 2003).

V gospodinjstvu je najboljše, da shranjujemo orehe v luščini v hladilniku, pri temperaturi okoli 1 °C, v polietilenskih vrečkah ali v zamrzovalniku, pri temperaturi od -15 do -20 °C.

2.5.3.5 Luščenje plodov

V komercialno usmerjeni pridelavi se trenje orehov opravlja masovno, s posebnimi stroji za drobljenje. Te stroji zelo dobro trejo orehe, s pomočjo poznavanja fizikalnih lastnosti luščine, s predpostavko, da so plodovi izenačeni po velikosti in trdnosti luščine (kg/cm^2).

Proizvodnja za trenje orehov je konstruirana tako, da v stroj vstopajo plodovi oreha, izstopajo pa pakirana jedrca ustrezne kvalitete in mase. Potek postopka je povsem mehaniziran in avtomatiziran.

V naših razmerah se ne prideluje dovolj oreha, da bi količine zadostovale za avtomatsko izvedbo. Zato poteka trenje orehov ročno. Pri ročnem trenju je potrebno izbrati pravilen tip in težo kladiva, paziti pa je potrebno, da je oreh pravilno obrnjen. Le tako zmanjšamo poškodbe jedrca na minimum. Jedrca se nato razvrščajo v razrede po odstotku celote jedrca in po barvi (Solar in sod., 2004).

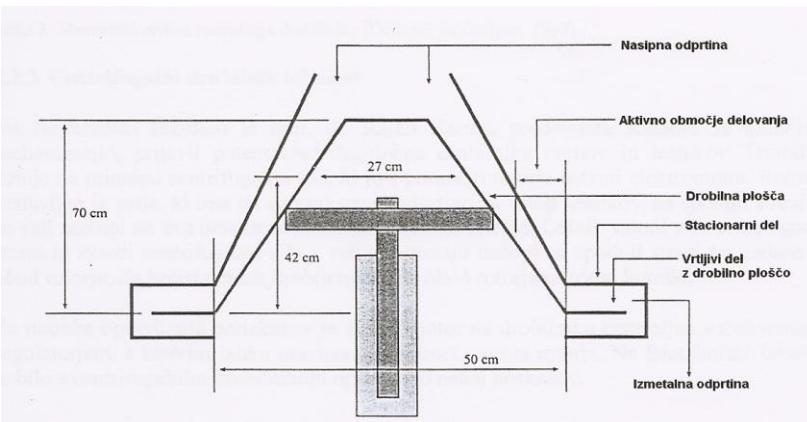
Glede na kvaliteto, se jedrca razvrščajo v tri razrede: ekstra, I in II. V prometu so klaibrirana in neklaibrirana jedrca vseh kvalitetnih razredov. Kalibriranje se opravlja po velikosti maksimalne prečne osi prečnega preseka ali na osnovi razmika na sitih, ki opravljajo ločevanje. Med kalibriranimi jedrci je dovoljeno odstopanje mere za največ 2 mm. Poleg tega se opravlja tudi kalibriranje po masi, po številu jedrc na 100 gramov. Pri tem mora 30 % jedrc v kategoriji ekstra imeti najmanj 14 mm premera po prečni dolžini, in najmanj 50 % s premer po prečni dolžini preko 15 mm (Solar, 1994).

Plodovi se razvrščajo s pomočjo specialnih strojev, nato se pakirajo, skladiščijo ali pa gredo v postopek trenja luščine.

2.5.4 Naprave za drobljenje lupinarjev

2.5.4.1 Stožčasti drobilnik

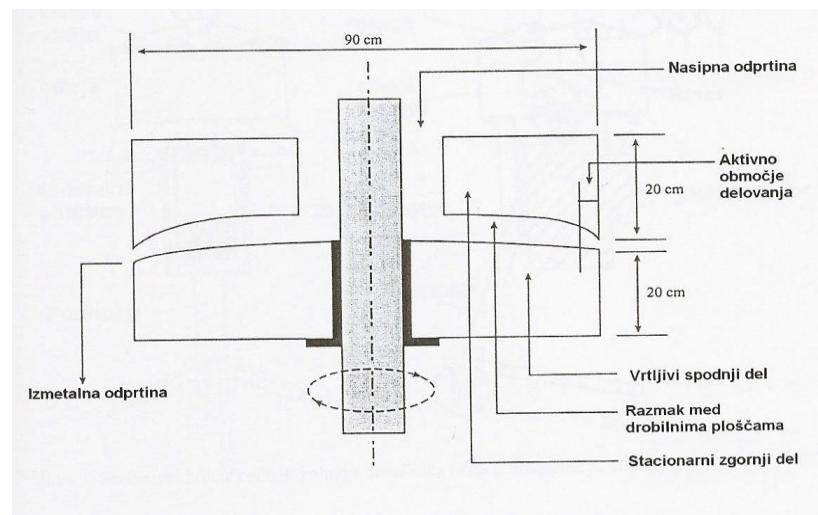
Sestavljen je iz dveh stožcev (slika 5). Spodnji stožec se nahaja v notranjosti zgornjega, večjega stožca, ki je togo pritrjen (zunanje dimenzije: višina 55 cm, premer na dnu 70 cm). Razmak med stožcema je nastavljen in se zmanjšuje od vrha proti dnu stožcev. Stožčasti drobilnik je opremljen s ploščami (višina 42 cm, premer na vrhu 27 cm in premer na dnu 50 cm), zato da upočasni premikanje orehov skozi drobilnik. Velika plošča ima eliptične izvrtine v velikosti 6 mm x 18 mm in se uporablja za trenje orehov s premerom več kot 15 mm, manjša plošča pa ima izvrtine v velikosti 4 mm x 20 mm in se uporablja za trenje orehov manjšega premera (Linta, 2006).



Slika 5: Stožčasti drobilnik (Özdemir in Özilgen, 1997)

2.5.4.1.2 Kamniti drobilnik

Kamniti drobilnik je sestavljen iz dveh kamnitih plošč, obe plošči sta visoki 20 cm s premerom 90 cm (slika 6). Spodnja plošča je rahlo konveksna in se vrta s hitrostjo 135 obr/min. Zgornja, konkavna plošča je stacionarna in ima v sredini vdolbino, globoko 5 cm. Razmak med ploščama je nastavljen (Linta, 2006).

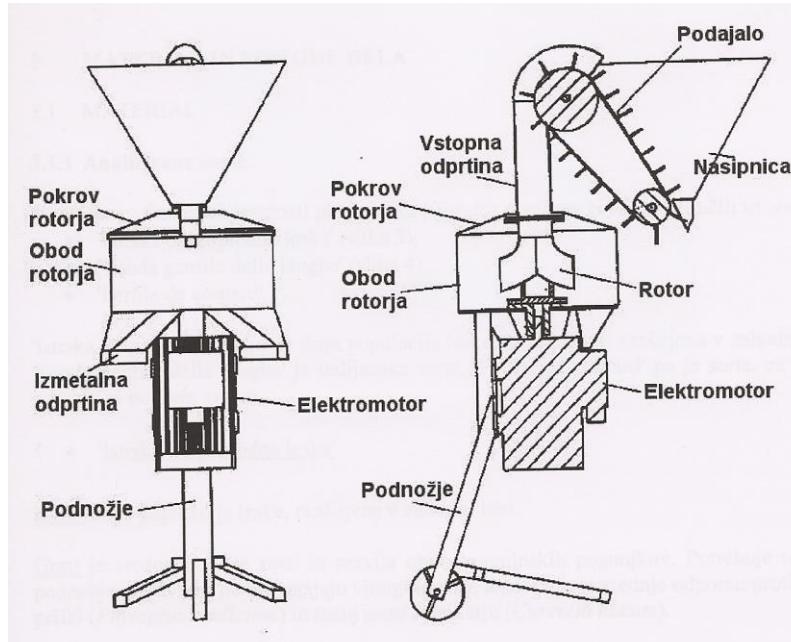


Slika 6: Kamniti drobilnik (Özdemir in Özilgen, 1997)

2.5.4.1.3 Centrifugalni drobilnik

Centrifugalni drobilnik orehov in lešnikov (slika 7), ki ga je patentiral izr. prof. dr. Rajko Bernik, predstojnik Katedre za kmetijsko tehniko, deluje na principu centrifugalne sile, ki jo s pomočjo rotorja ustvari elektromotor. Rotor je sestavljen iz valja, ki ima na zgornji strani odprtino za vstop orehov oz. lešnikov, na spodnji strani pa se valj razcepi na dva dela in se razširi v smeri vrtenja. Oreh vstopi v rotor na zgornji strani in zaradi centrifugalne sile izstopi na spodnji strani ter z veliko silo zadane v obod rotorja. Za boljši učinek so na obod rotorja pritrenjeni kotniki (Linta, 2006).

Elektromotor na drobilniku je opremljen s frekvenčnim regulatorjem, s katerim lahko uravnavamo vrtilno frekvenco izmetalnega rotorja. Uravnavanje frekvence se spreminja glede na trdnost lupine oreha (Linta, 2006).



Slika 7: Centrifugalni drobilnik (Bernik, 2002)

2.5.5 Splošno o merjenju

Merjenje je osnova za kvalitativni in kvantitativni opis procesov in predmetov. Je vedno eksperimentalen proces, pri katerem primerjamo posebno vrednost fizikalne veličine (merilne veličine) z referenčno veličino (Breuer, 1993).

Osnovna pravila merjenja (Breuer, 1993):

- Merjena veličina mora biti nedvoumno definirana. Pri fizikalnih veličinah to vedno velja.
- Referenčna veličina mora biti nedvoumno definirana. Pri fizikalnih veličinah to dosegajo z uporabo mednarodnih enotnih sistemov in ustreznih materializiranih mer ter merilnih naprav. Kontrolni postopki za kontrolo pomembnih tehnoloških veličin so standardizirani.

Meroslovje ali metrika je nauk o merjenju. Služi kot znanstvena podlaga pri razvoju merilnih naprav in postopkov (Breuer, 1993).

Merilna tehnika omogoča prenos znanstvenih spoznanj meroslovja v tehniko merilnih sredstev in njihovo uporabo. Proizvodna merilna tehnika je del merilne tehnike, ki omogoča uporabo merilnih sredstev in postopkov v okolju proizvodnega procesa (Ačko, 1999).

Fizikalna veličina je v fiziki in tehniki izsledek meritve, njeno vrednost ponavadi izrazimo kot zmnožek številske vrednosti in fizikalne enote. Pri tem se večinoma uporabljajo standardne enote SI oz. mednarodni sistem enot.

Osnovne enote SI so: dolžina, masa, čas, tok, temperatura, množina snovi in pa svetilnost.

Preglednica 1: Osnovne enote mednarodnega sistema enot (SI – systeme international) (Wikipedia, 2007)

Fizikalna količina	Oznaka	Ime osnovne enote SI	Oznake enote SI
Dolžina	l	meter	m
Masa	m	kilogram	kg
Čas	t	sekunda	s
Tok	I	amper	A
Temperatura	T	kelvin	K
Množina snovi	N	mol	mol
Svetilnost	I_s	kandela	cd

Vse ostale enote se imenujejo izpeljane enote SI in izhajajo iz sedmih osnovnih enot navedenih v preglednici.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

3.1.1 Čas in lokacija meritev

Vzorce smo nabrali v selekcijskem nasadu Biotehniške fakultete v Mariboru, leta 2007. Nabrani sta bili dve sorte ('G-139' in 'Franquette') ter en kultivar ('Domači oreh'). Meritve so potekale v laboratoriju Katedre za kmetijsko tehniko na Biotehniški fakulteti in v laboratoriju na ljubljanski Fakulteti za strojništvo. Meritve so bile opravljene v letu 2008.

3.1.2 Rastlinski material

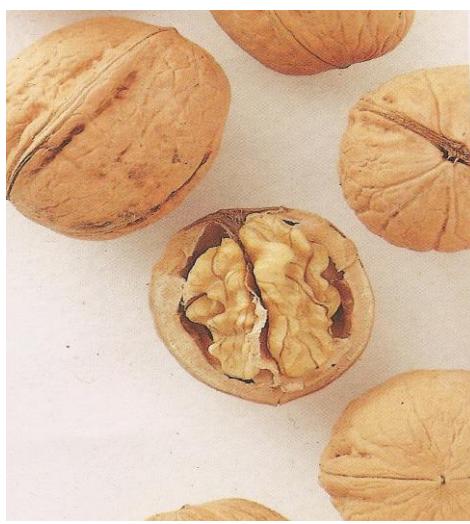
V poskuse smo vključili plodove dveh sort 'Franquette' in 'G-139' ter plodove kultivarja 'Domači oreh'.

3.1.2.1 'G-139'

Je nemška selekcija z razmeroma kratko vegetacijo. Drevo ima srednje močno rast. Odžene in cveti zgodaj. Dobro ga opršujejo sorte 'Petovio', 'Jupiter', 'Mayette' in 'Franquette'. Je srednje pozna, zarodi pa zgodaj in obilno.

Plod (slika 8) je široko ovalne oblike, velik, težak okoli 12 g (Ocepek, 1995). Luščina je srednje debela, skoraj gladka in dobro zaprta. Jedrca se srednje lahko izluščijo, izplen pa je 48 %.

Sorta je primerna za sajenje v nasadih kot tudi za posamično sajenje.



Slika 8: 'G-139' (Ocepek, 1995)

3.1.2.2 'Franquette'

Je ena najbolj razširjenih sort na svetu. Izhaja iz okolice Grenobla v Franciji. Drevo je počasne rasti in ni zelo bujno. Odžene in cveti pozno, zato sorta ni dovetna za

spomladanske pozebe. Oprševelke so 'Elit', 'MB-24', 'G-286', 'G-26', 'Melannasie' in 'Ronde de montignac'. Je zgodnja sorta, rodi pa srednje obilno.

Plod (slika 9) je podolgovat, koničast, debel, težak nekje med 9,5 in 12 grammi (Ocepek, 1995). Luščina je tanka, čvrsta, brazdasta in dobro zaprta. Lušči se zlahka, izplen je 48 %.

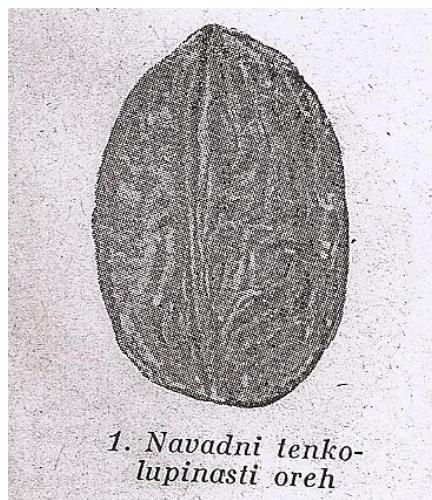
Sorta je pomembna oprševelka in dobro uspeva na vinogradniških legah.



Slika 9: 'Franquette' (Ocepek, 1995)

3.1.2.3 'Domači oreh'

V primeru kultivarja 'Domači oreh' ne gre za priznano sorto, pač pa za odoran sejanec z izkazanimi pozitivnimi lastnostmi. Že v preteklosti so se pod istim imenom pojavljali opisi kakovostnih odbranih sejancev. V knjigi Sadjar in vrtnar (Kafol, 1945) je 'Domači oreh' ali 'Laški oreh' imenovan tudi 'Navadni podolgovati tenkolupinasti oreh' (slika 10). Plodovi so srednje debeli, podolgovati, špičasto okrogli, z mehko lupino 3 cm dolgi in 2 in pol cm visoki. Ta kultivar je za naše kraj in za lege, kjer dobro uspevajo orehi, najboljša in najpriporočljivejša (Kafol, 1945).



1. Navadni tenko-lupinasti oreh

Slika 10: 'Domači oreh' (Kafol, 1945)

3.2 METODE DELA

3.2.1 Vrste meritev in analiz

Merili, ocenjevali in analizirali smo tiste fizikalne lastnosti orehov, ki smo ji potrebovali za analizo in so se nam zdele pomembne za nadaljnje raziskave.

Pri slučajno izbranih vzorcih orehov smo merili:

- velikost ploda po višini,
- velikost ploda po širini,
- velikost ploda po debelini,
- maso ploda,
- volumen celotnega oreha,
- volumen lupine,
- volumen jedrca,
- volumen zraka.

Na osnovi podatkov smo izračunali razlike med povprečji omenjenih spremenljivk in jih ovrednotili na osnovi analize variance.

3.2.1.1 Meritve velikosti plodov

Meritve velikosti plodov po višini, širini in debelini smo opravili s kljunastim oz. pomicnim merilom (slika 11). Kljunasto oz. pomicno merilo je sestavljeno iz vodilnega ravnila z nepomicnim kljunom in pomicnega dela z nonijem. Za učvrstitev pomicnega dela je v našem primeru namenjen zaporni vzvod. Meritve so potekale tako, da smo plodove, ki smo jih merili, vpeli med gibljive čeljusti in odčitali rezultate. Na ta način smo izmerili dimenzijs z relativno napako, približno stotine odstotka.

Napake, ki se pojavljajo pri ocenjevanju delcev milimetra, odpravimo z uporabo *nonija* (angl. Vernier, izumil ga je Pierre Vernier, leta 1631). Nonij je pomožno merilo, s katerim odčitamo desetino dela skale na kljunastih merilih. Določimo črtico na noniju, ki se pokriva s črtico na merilu.



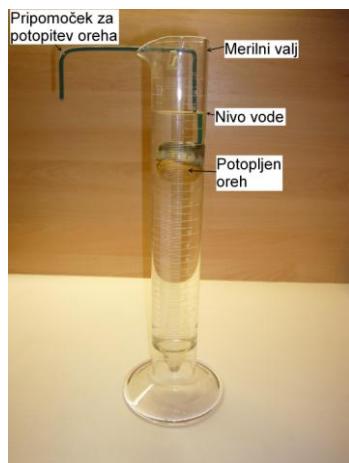
Slika 11: Merjenje s kljunastim merilom (Foto: P. Majcen, 2007)

3.2.1.2 Meritve mase plodov

Meritve mase smo vedno začeli z umiritvijo tehtnice. Nato smo nanjo polagali vsak oreh posebej in odčitali rezultate. Tehnica, ki smo jo uporabljali, je imela natančnost 0,01 g in zmožnost tehtanja vzorcev do mase enega kilograma. Meritve smo opravljali v nepropustno zaprtem prostoru, ker so se drugače pojavila odstopanja od realne mase zaradi prepiha in izdihanega zraka.

3.2.1.3 Meritev volumnov plodov

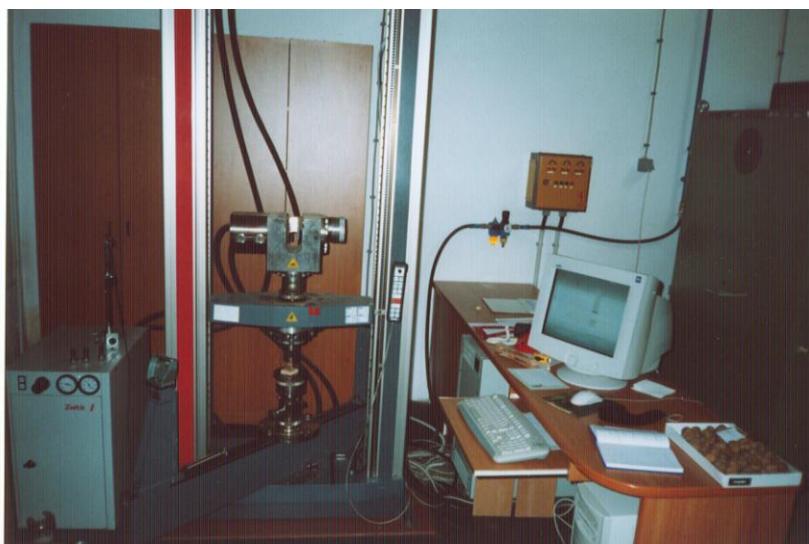
Merili smo volumen celotnega ploda oreha, volumen lupine ter volumen jedrca. Iz dobavljenih parametrov pa smo izračunali tudi volumen zraka. Meritve smo izvedli s potopitvijo ploda, lupine ali jedrca v vodo, ki smo jo imeli v merilnem valju (slika 12). Za potopitev smo uporabili poseben pripomoček, za katerega smo že predhodno izračunali kolikšen volumen zavzame, ko je potopljen v vodo. Razlika v višini spremembe vodnega stolpca v merilnem valju je bila osnovni parameter za izračun skupnega volumna. Od skupnega volumna, smo nato odšteli volumen našega pripomočka in s tem dobili rezultat – dejanski volumen ploda, lupine oz. jedrca.



Slika 12: Merjenje volumna oreha (Foto: P. Majcen, 2007)

3.2.1.4 Preizkus trdnostnih lastnosti lupine

Obsegal je dva dela. Prvi del je potekal s posebno tlačno stiskalnico (slika 13) v laboratorijsih Strojne fakultete, kjer smo merili pomik in silo, potrebno za deformacijo lupine. Za vsako meritve posebej smo plod vpeli v čeljusti primeža, ki služita za trdno prijemanje vzorca pri meritvi, nato pa smo v računalnik, ki je sestavni del naprave za tlačni poskus, vnesli podatke o orehu. Merili in opazovali smo potrebno silo, pri kateri se lupina oreha zdrobi. Podatke smo nato grafično prikazali (slike 25 – 28).



Slika 13: Tlačna stiskalnica (Foto: J. Tršelič, 2006)

Drugi del pa smo opravili na centrifugalnem drobilniku (slika 7). Skozi drobilnik smo pri določeni vrtilni frekvenci spustili posamezen oreh, nato pa smo analizirali mesto udara in deformiranost jedrca.

3.2.1.5 Statistične metode

Povprečne fizikalne lastnosti orehov pri drobljenju smo ovrednotili z ANOVO. V primeru, da je ANOVA pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med obravnavanji, smo naredili še LSD preizkus mnogoterih primerjav s 95 % intervalom zaupanja.

4 REZULTATI IN MERITVE

4.1 MERITVE MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIK PLODA OREHA

Rezultati meritev osnovnih karakteristik plodov se nanašajo na 103 plodove sorte 'G-139', 60 plodov kultivarja 'Domači oreh' in 30 plodov sorte 'Franquette'.

Merili smo maso, višino, širino, debelino ter volumne celotnega oreha, lupine in jedrca. Iz dobljenih meritev smo izračunali volumen zraka.

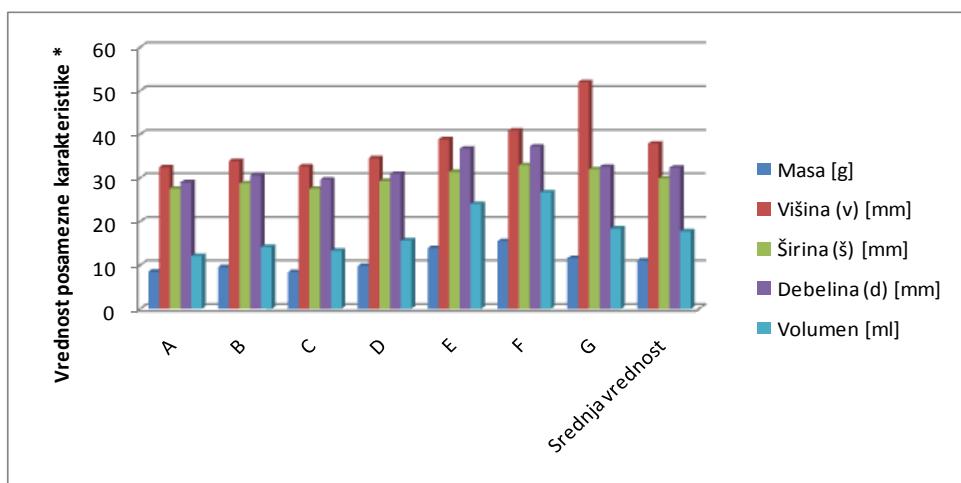
Plodove smo po sortah oz. kultivarju razporedili v skupine (glej priloge) glede na maso, saj smo predvidevali, da se bodo pri trenju orehi z različno maso tudi različno obnašali.

V tabelah, ki so v prilogah A, B, C, D, E, F, G, H in I, so podatki meritev razdeljeni v skupine po sorti oz. kultivarju in po masi.. Za rezultate se načeloma zajame podatke 21-ih orehov. Meritve so bile vedno opravljene na več kot 21-ih orehih, zato smo lahko tiste, ki preveč odstopajo od posamezne skupine, izločili in obravnavali le tistih 21 orehov, ki najbolj spadajo v posamezno skupino (npr. 8 g).

Izračunali smo posamezne povprečne karakteristike po skupinah (preglednica 2) in jih tudi grafično prikazali (slika 14).

Preglednica 2: Povprečna masa, višina, širina, debelina in volumen celotnega oreha po posameznih skupinah (glej priloge).

Oznaka skupine	Masa [g]	Višina (v) [mm]	Širina (š) [mm]	Debelina (d) [mm]	Volumen celotnega oreha [ml]
A	8,45	32,41	27,52	29,01	12,09
B	9,51	33,84	28,75	30,62	14,15
C	8,4	32,61	27,51	29,61	13,26
D	9,81	34,5	29,29	30,95	15,62
E	13,89	38,85	31,37	36,73	24,02
F	15,5	40,87	32,94	37,18	26,67
G	11,62	51,94	31,98	32,52	18,4
Povprečje	11,03	37,86	29,91	32,37	17,74



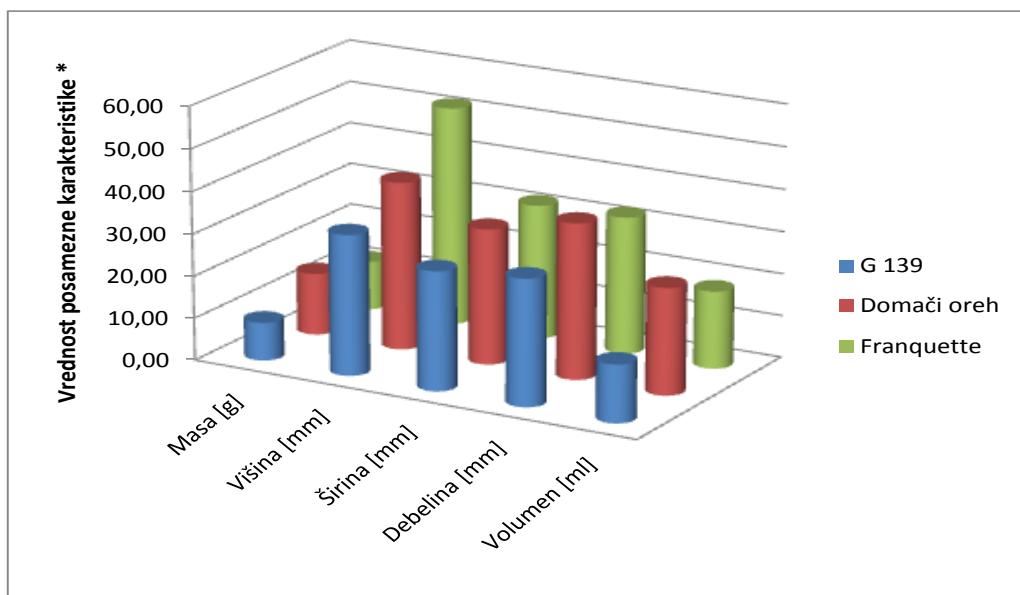
* Vrednost mase je ponazorjena v gramih, višine, širine in debeline v milimetrih in volumna v mililitritih

Slika 14: Srednje vrednosti posameznih karakteristik po skupinah (razlaga skupin - glej priloge) in skupna srednja vrednost vseh skupin.

Naredili smo izračune povprečnih karakteristik po posameznih sortah oz. kultivarju (preglednica 3), ter jih grafično ponazorili. Tako lahko jasno odčitamo razlike med sortama in kultivarjem (slika 15).

Preglednica 3: Povprečna masa, povprečna višina, povprečna širina, povprečna debelina in povprečen volumen po posameznih sortah oz. kultivarju

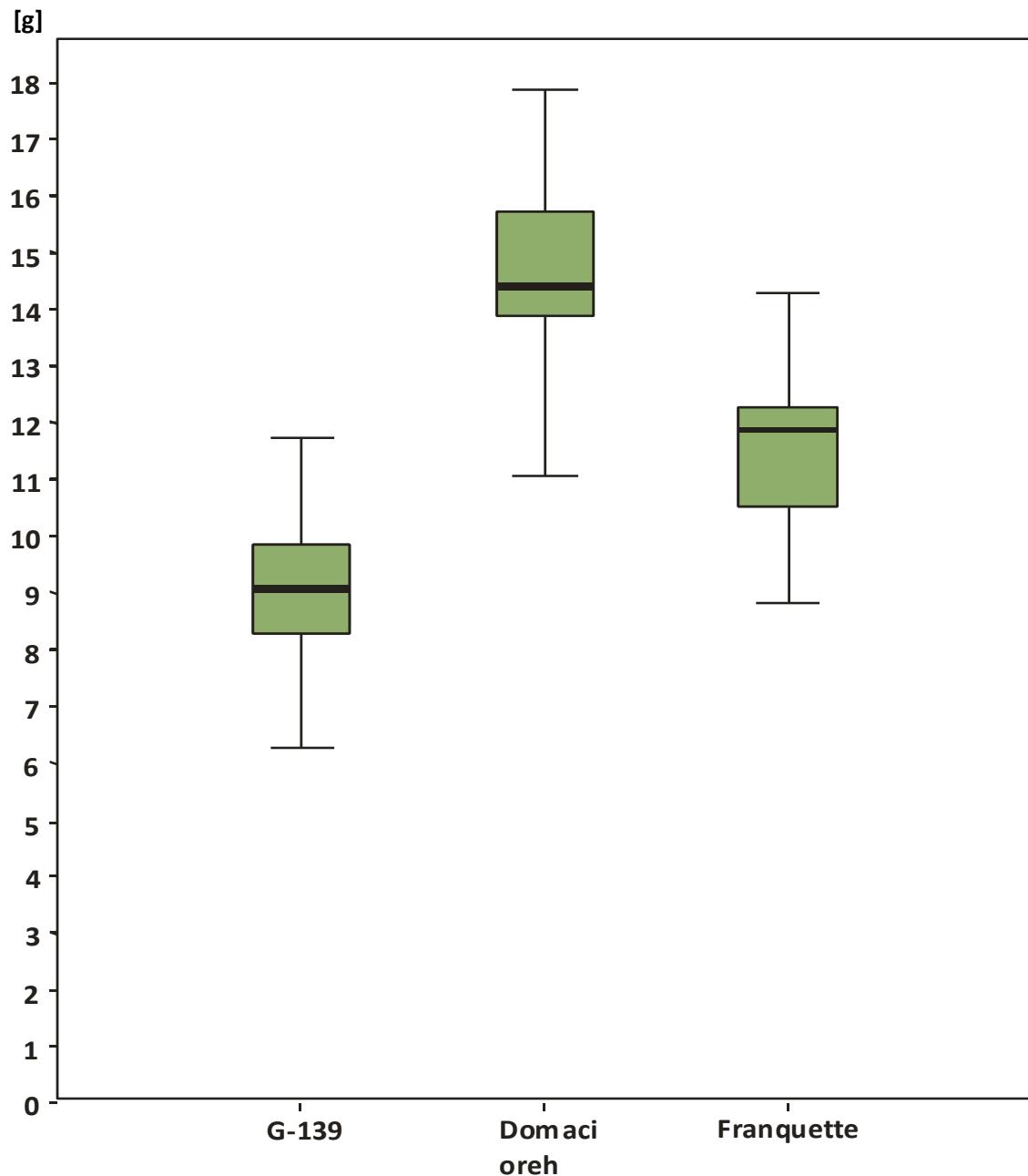
Sorta oz. kultivar	Masa [g]	Višina [mm]	Širina [mm]	Debelina [mm]	Volumen [ml]
'G – 139'	9,04	33,33	28,26	30,03	13,75
'Domači oreh'	14,70	39,86	32,15	36,95	25,34
'Franquette'	11,62	51,94	31,98	32,52	18,40



* Vrednost mase je ponazorjena v gramih, višine, širine in debeline v milimetrih in volumna v mililitritih

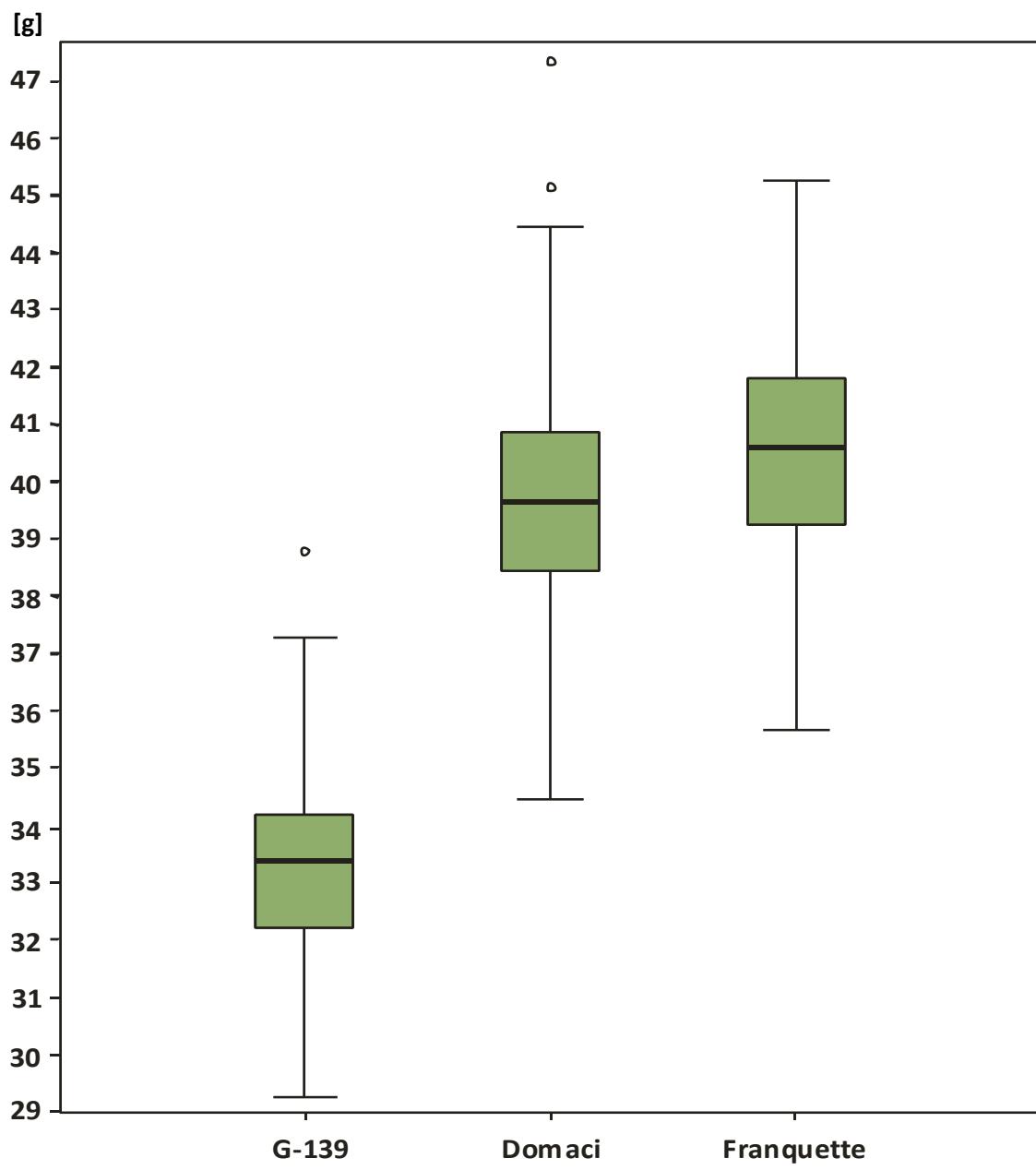
Slika 15: Primerjava srednjih vrednosti posameznih karakteristik med sortama in kultivarjem oreha

Za grafičen prikaz porazdelitev karakteristik smo med seboj združili vse skupine iste sorte oz. kultivarja, tako da smo dobili 3 večje skupine. Porazdelitve nam namreč prikazujejo razlike med sortama in kultivarjem. Za prikaz smo uporabili okvir z ročaji (slike 16-21).



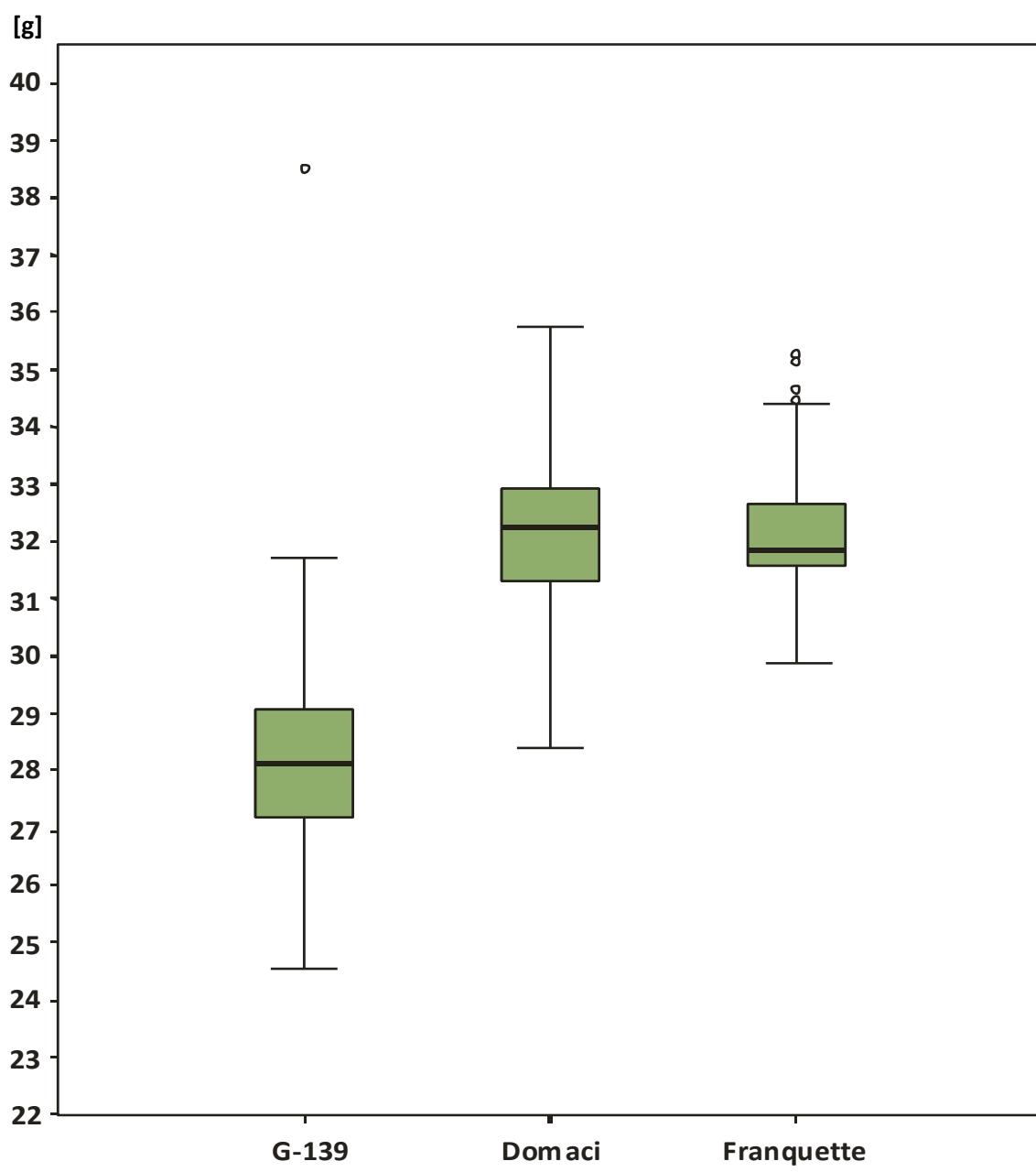
Slika 16: Porazdelitev mase (g) za dve sorte in kultivar oreha

Iz slike 16 je razvidno, da je največja povprečna masa pri kultivaju 'Domači oreh' (14,60 g), sledi ji sorta 'Franquette' (11,67 g) in sorta 'G139' (9,05 g). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med obema sortama in kultivarjem.



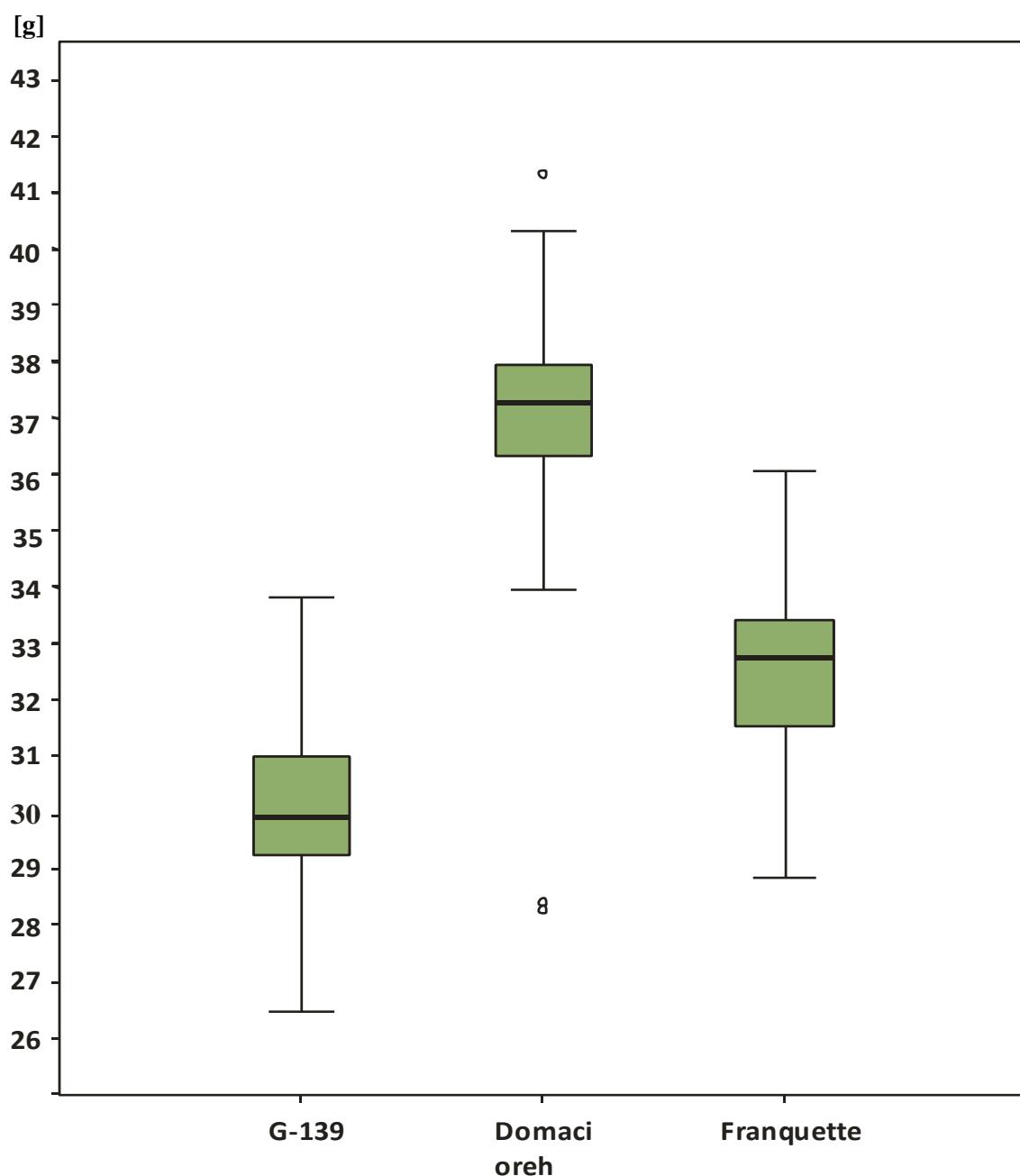
Slika 17: Porazdelitev višine (cm) za dve sorte in kultivar oreha

Iz slike 17 je razvidno, da največjo povprečno višino dosega sorta 'Franquette' (40,65 mm), sledi ji kultivar 'Domači oreh' (39,67 mm) in sorta 'G139' (33,40 mm). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med sorto 'G139' in kultivarjem 'Domači oreh', ter med sortama 'G-139' in 'Franquette'. Med kultivarjem 'Domači oreh' in sorto 'Franquette' ni statistično značilnih razlik.



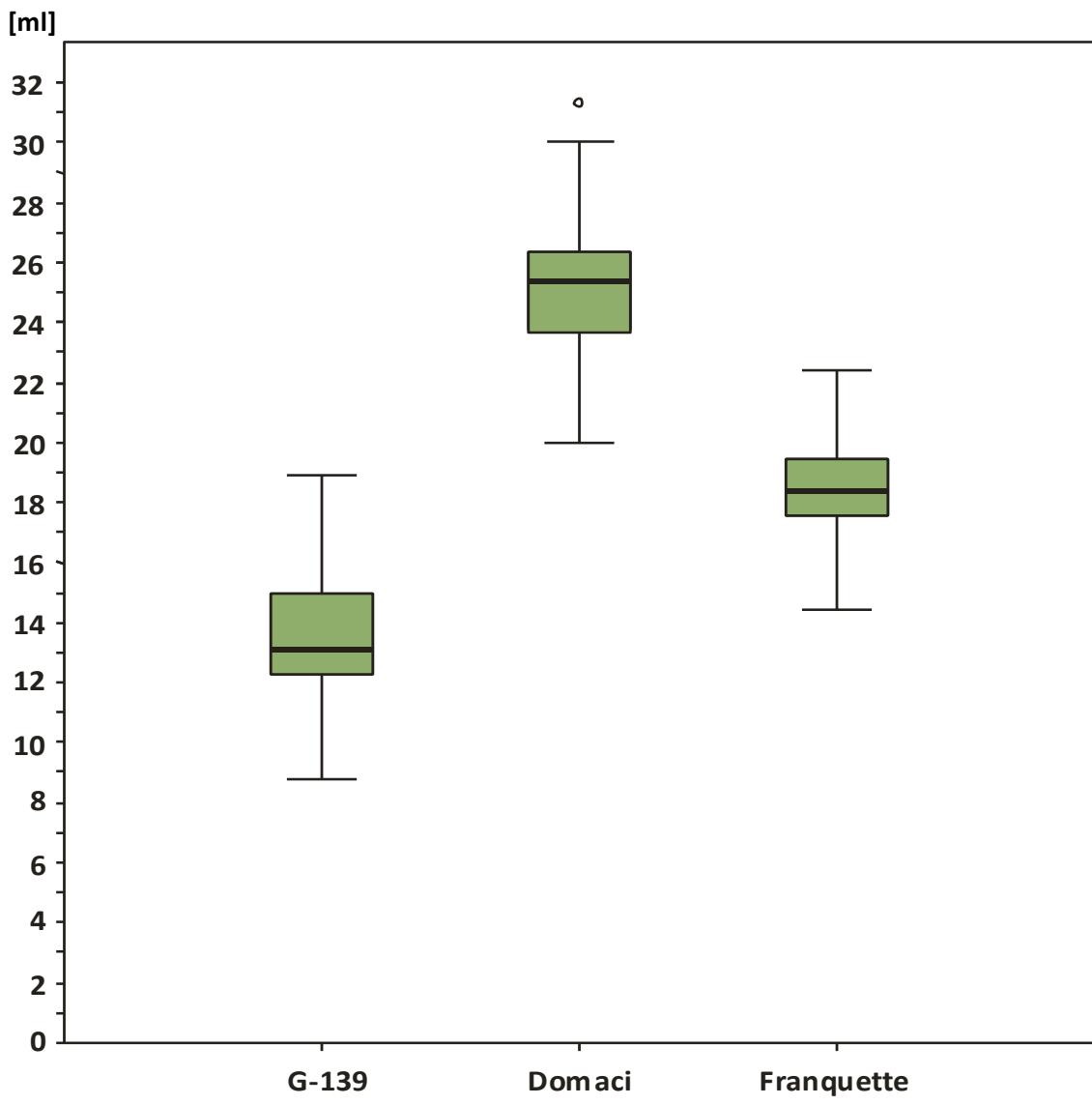
Slika 18: Porazdelitev širine (cm) za dve sorte in kultivar oreha

Iz slike 18 je razvidno, da ima največjo povprečno širino kultivar 'Domači oreh' (32,1 mm), sledita ji sorti 'Franquette' (31,92 mm) in 'G139' (28,15 mm). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med sorto 'G139' in kultivarjem 'Domači oreh', ter med sortama 'G-139' in 'Franquette'. Med kultivarjem 'Domači oreh' in sorto 'Franquette' ni statistično značilnih razlik.



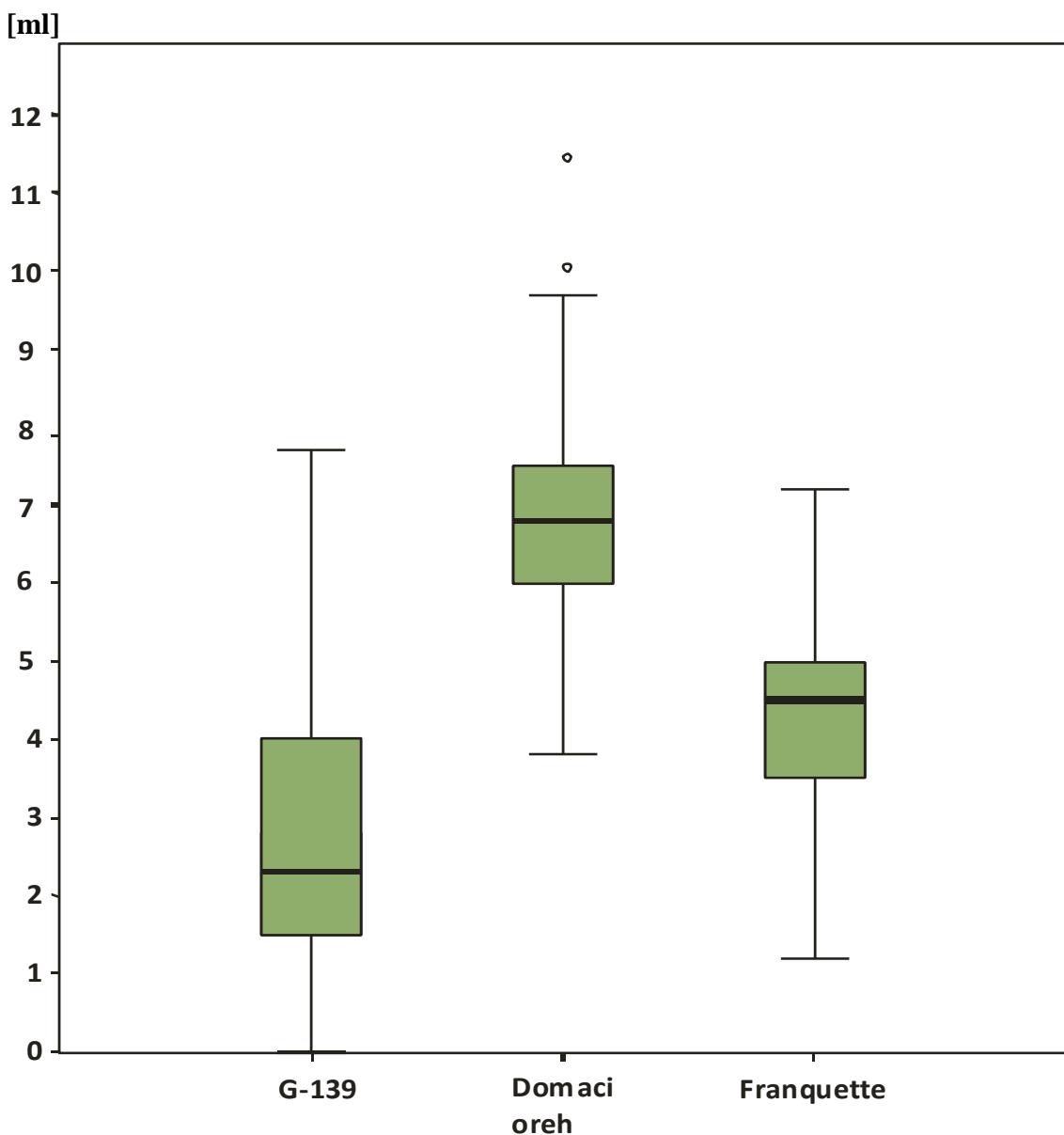
Slika 19: Porazdelitev debeline (cm) za dve sorte in kultivar oreha

Iz slike 19 je razvidno, da ima največjo povprečno debelino kultivar 'Domači oreh' (37,25 mm), sledi ji sorta 'Franquette' (32,57 mm) in sorta 'G139' (30,00 mm). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med sortama in kultivarjem.



Slika 20: Porazdelitev volumna (ml) za dve sorte in kultivar oreha

Iz slike 20 je razvidno, da ima največji volumen kultivar 'Domači oreh' ($25,25 \text{ cm}^3$), sledita ji sorta 'Franquette' ($18,50 \text{ cm}^3$) in 'G139' ($13,50 \text{ cm}^3$). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med obema sortama in kultivarjem.



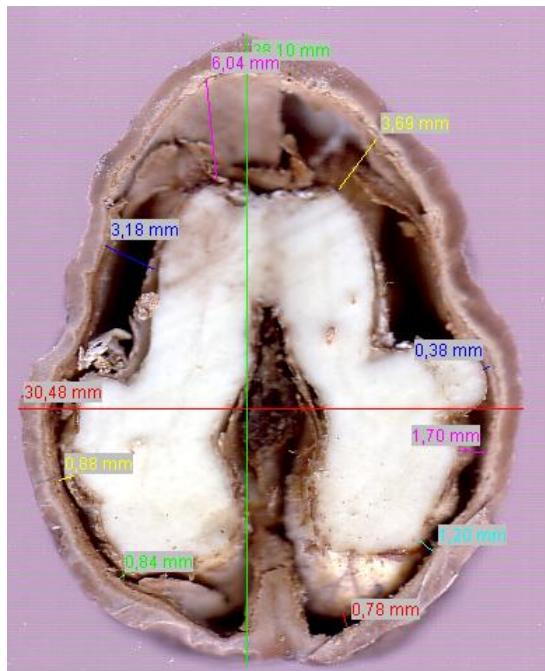
Slika 21: Porazdelitev volumna zraka (ml) za dve sorte in kultivar oreha

Iz slike 21 je razvidno, da ima največji povprečni volumen zraka kultivar 'Domači oreh' (6,75 ml), sledi ji sorta 'Franquette' (4,5 ml) in sorta 'G139' (2,25 ml). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med obema sortama in kultivarjem.

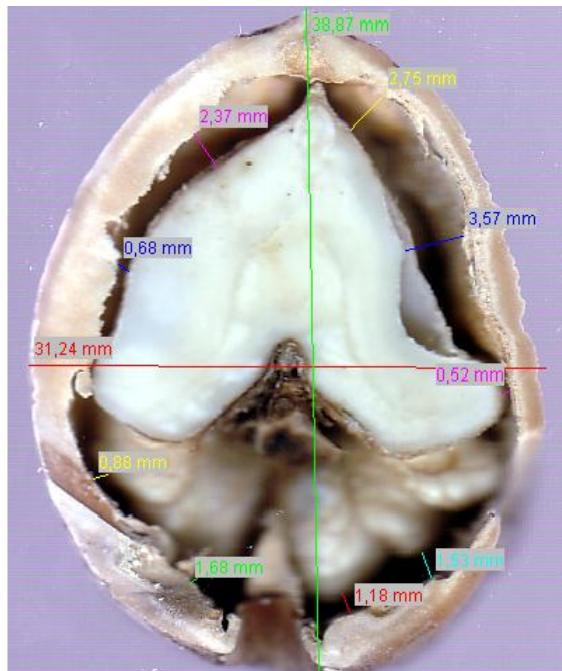
Preglednica 4: Enosmerna ANOVA za vsako spremenljivko posebej (VKO: vsota kvadriranih odklonov od povprečja, SP: stopnja prostosti, SKO: srednji kvadrirani odklon)

Odvisna spremenljivka		VKO	SP	SKO	F	F _{tab}	Stopnja značilnosti
Masa (g)	Sorta/kultivar	1221,56	2	610,78	789,29	3,04	0,0000
	Ostanek	147,03	190	0,77			
Višina (mm)	Sorta/kultivar	2212,55	2	1106,27	383,86	3,04	0,0000
	Ostanek	547,57	190	2,88			
Širina (mm)	Sorta/kultivar	706,45	2	353,22	177,1	3,04	0,0000
	Ostanek	378,96	190	1,99			
Debelina (mm)	Sorta/kultivar	1815,08	2	907,54	385,11	3,04	0,0000
	Ostanek	447,75	190	2,36			
Volumen (mm)	Sorta/kultivar	5095,95	2	2547,98	768,58	3,04	0,0000
	Ostanek	629,88	190	3,32			
Volumen zraka (ml)	Sorta/kultivar	228,37	2	114,18	48,83	3,14	0,0000
	Ostanek	149,64	64	2,34			

Pri trenju oreha ima velik pomen delež jedrca glede na celoten oreh in delež zraka (praznega prostora) v orehu. Zelo pomembna je oddaljenost jedrca od lupine na posameznih mestih, kot je prikazano na slikah 22 in 23.



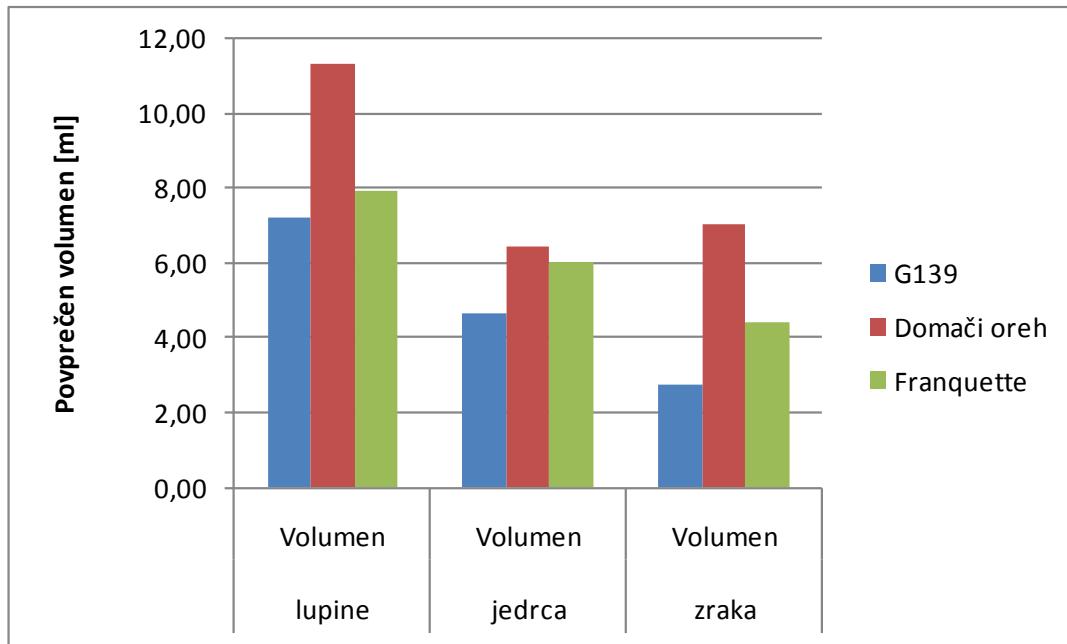
Slika 22: Oddaljenost jedrca od lupine (sorta Elite) (foto B. Turk; 2003)



Slika 23: Oddaljenost jedrca od lupine (sorta G139) (foto B. Turk; 2003)

Manj kot je vmesnega prostora med jedrcem in lupino, večja je verjetnost, da se jedrce poškoduje ob deformaciji lupine. Torej več kot je praznega prostora oz. zraka v

posameznem orehu, večja je verjetnost, da bo ob deformaciji lupine jedro ostalo čim bolj nedotaknjeno, saj ima jedro pri večjem razmaku od lupine, več prostora za umik deformirani lupini. Zato smo primerjali razliko med povprečnim volumnom lupine, jedrca in zraka za posamezno sorto oz. kultivar (slika 24). Kot je razvidno iz slike, ima največji povprečen volumen vseh treh karakteristik sorte 'Franquette', najmanjše pa sorte 'G-139'.



Slika 24: Primerjava povprečnega volumna lupine, jedrca in zraka v mililitrih med sortama in kultivarjem

Izračunali smo razmerje med povprečnim volumnom jedrca in zraka za posamezno sorto oz. kultivar (preglednica 5). Rezultati so nam pokazali, da je pri sorti 'G-139' razmerje 1 proti 0,59, pri kultivarju 'Domači oreh' je razmerje 1 proti 1,10 in pri sorti 'Franquette' 1 proti 0,74.

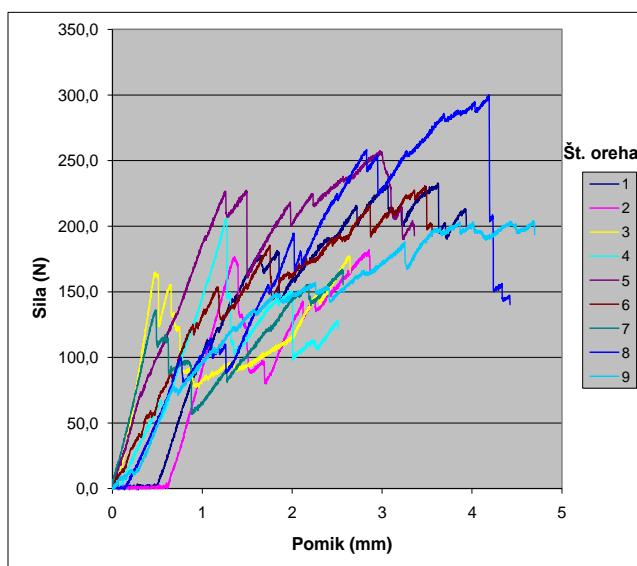
Preglednica 5: Povprečni volumen oreha [ml], povprečni volumen lupine [ml], % volumna lupine, povprečni volumen jedrca [ml], % volumna jedrca, povprečni volumen zraka [ml], % volumna zraka ter razmerje med procentom volumna jedrca in procentom volumna zraka

Sorta oz. kultivar	'G-139'	'Domači oreh'	'Franquette'
Povprečni volumen oreha [ml]	14,66	24,78	18,42
Povprečni volumen lupine [ml]	7,22	11,31	7,94
% volumna lupine	49,25 %	45,62 %	43,13 %
Povprečni volumen jedrca [ml]	4,67	6,42	6,03
% volumna jedrca	31,85 %	25,90 %	32,75 %
Povprečni volumen zraka [ml]	2,77	7,06	4,44
% volumna zraka	18,90 %	28,48 %	24,12 %
Razmerje med % jedrca in % zraka	1 : 0,59	1 : 1,10	1 : 0,74

4.2 MERITVE FIZIKALNIH LASTNOSTI S TLAČNO STISKALNICO

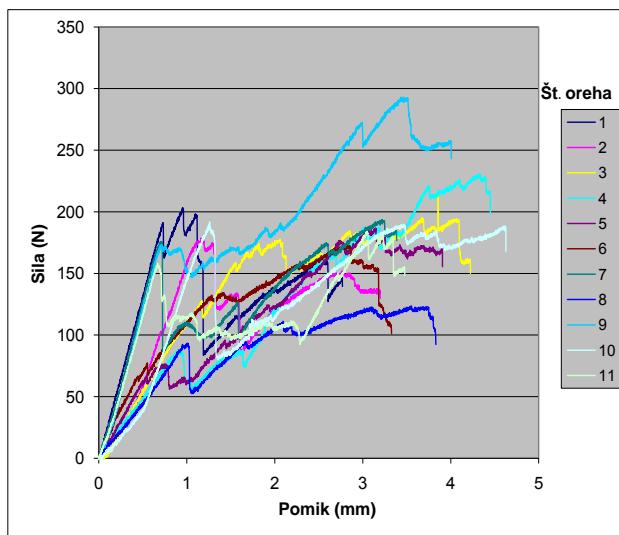
Na posebni tlačni stiskalnici smo izvedli tlačni poskus trdnostnih lastnosti lupine. Opravili smo meritve sile v odvisnosti od pomika, ki je potrebna za deformacijo lupine pri kultivarju 'Domači oreh' (parjeni 5 in 15 minut) in sorti 'Franquette' (zračno suhi in parjeni 15 min).

Na slikah 25 – 28 je prikazana sila, ki je bila potrebna za strje lupine. Vsaka barvna črta prikazuje silo potrebno za strje posameznega oreha. Najvišja točka na grafu, predstavlja silo, pod katero se je lupina oreha zdrobila.



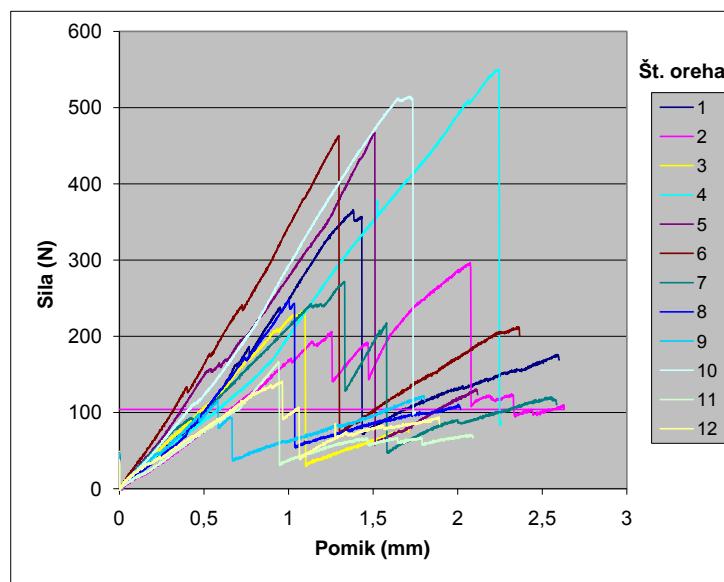
* Vsaka barvna črta predstavlja meritve za posamezen testiran oreh.

Slika 25: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha za kultivar 'Domači oreh' (parjen 5 minut)



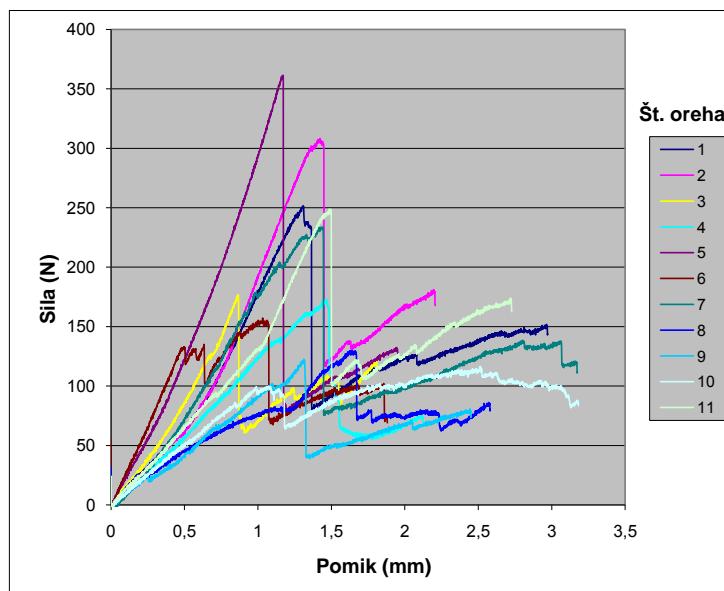
* Vsaka barvna črta predstavlja meritve za posamezen oreh.

Slika 26: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha za kultivar 'Domači oreh' (parjen 15 minut).



* Vsaka barvna črta predstavlja meritve za posamezen oreh.

Slika 27: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha, sorte 'Franquette' (zračno suh).



* Vsaka barvna črta predstavlja meritve za posamezen oreh.

Slika 28: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju oreha, sorte 'Franquette' (parjen 15 minut)

4.2.1 Potrebno delo za drobljenje uparjene lupine

Če primerjamo podatke ('Domači oreh') za 5 in 10 min uparjene lupine, ne ugotovimo nobenih signifikantnih razlik med medianama "dela" (povprečja ne moremo primerjati, ker variabilnosti podatkov nista enaki). Prav tako ni signifikantnih razlik pri 'Franquette' (zračno suh in 15 min naparjanja).

Preglednica 6: Podatki o potrebnem delu (Nm) in osnovni statistični podatki pri drobljenju s tlačno stiskalnico.

Oreh	Uparjeni 5 min	Uparjeni 15 min	Zračno suh	Uparjeni 15 min
	'Domači oreh'		'Franquette'	
	Delo (Nm)	Delo (Nm)	Delo (Nm)	Delo (Nm)
1	0.119	0.070	0.231	0.154
2	0.067	0.100	0.125	0.190
3	0.039	0.074	0.131	0.067
4	0.107	0.046	0.568	0.132
5	0.151	0.035	0.324	0.187
6	0.093	0.023	0.285	0.034
7	0.034	0.065	0.186	0.170
8	0.062	0.047	0.117	0.109
9	0.375	0.055	0.034	0.077
10		0.097	0.434	0.067
11		0.051	0.069	0.161
12			0.073	
Povprečje	0.116	0.060	0.215	0.122
standardni odklon	0.104	0.024	0.162	0.055
koeficient variacije (KV(%))	89.6 %	40.0 %	75.5 %	44.7 %
Mediana	0.093	0.055	0.159	0.132

Za 15 min naparjanja je variabilnost že precej manjša (bolj ugodno), vendar bi bilo potrebno vzeti v vzorec okoli 70 orehov, če bi želeli s 95-odstotnim zaupanjem dobiti povprečje potrebnega dela ocenjeno s 10-odstotno relativno napako. Če predpostavimo variabilnost, ki smo jo dobili pri orehih, naparjanih 5 min, je potrebna velikost vzorca okoli 300 orehov (zaradi velike variabilnosti).

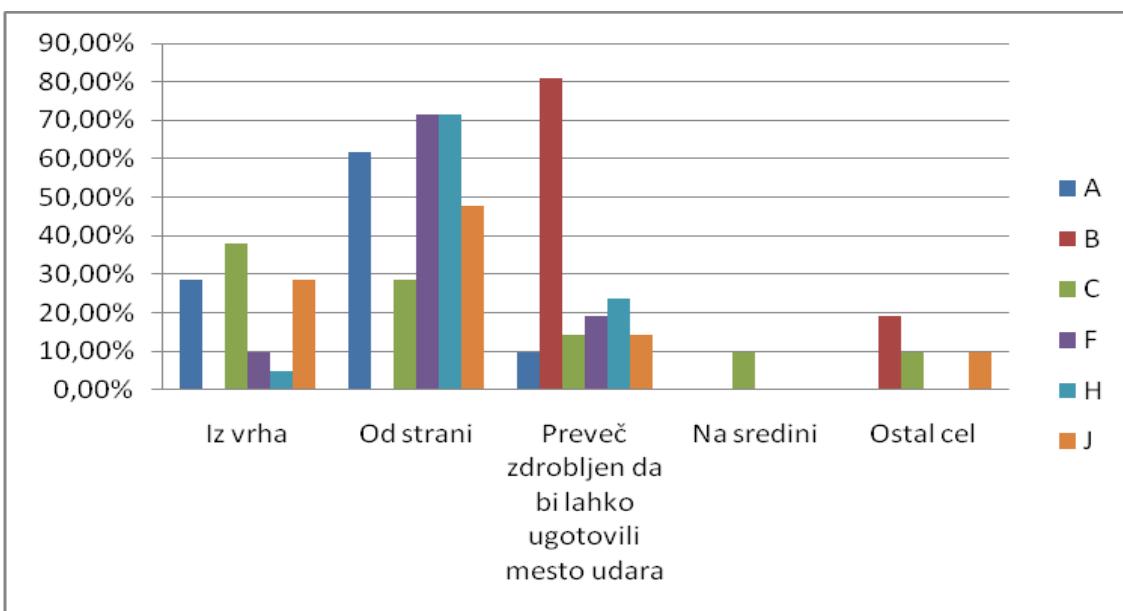
4.3 TRENJE OREHOV S CENTRIFUGALNIM DROBILNIKOM

S centrifugalnim drobilnikom, ki ga je patentiral izr. prof. dr. Rajko Bernik, smo drobili dve sorti in en kultivar oreha ('Franquette', 'Domači oreh' in 'G-139'), ki smo jih pred tem razporedili v smiselne skupine po teži in sorti (glej priloge A, B, C, F, H, J). Pred vsakim drobljenjem smo prilagodili vrtilno odprtino glede na velikost orehov in nastavili vrtilno frekvenco glede na vlagu lupine.

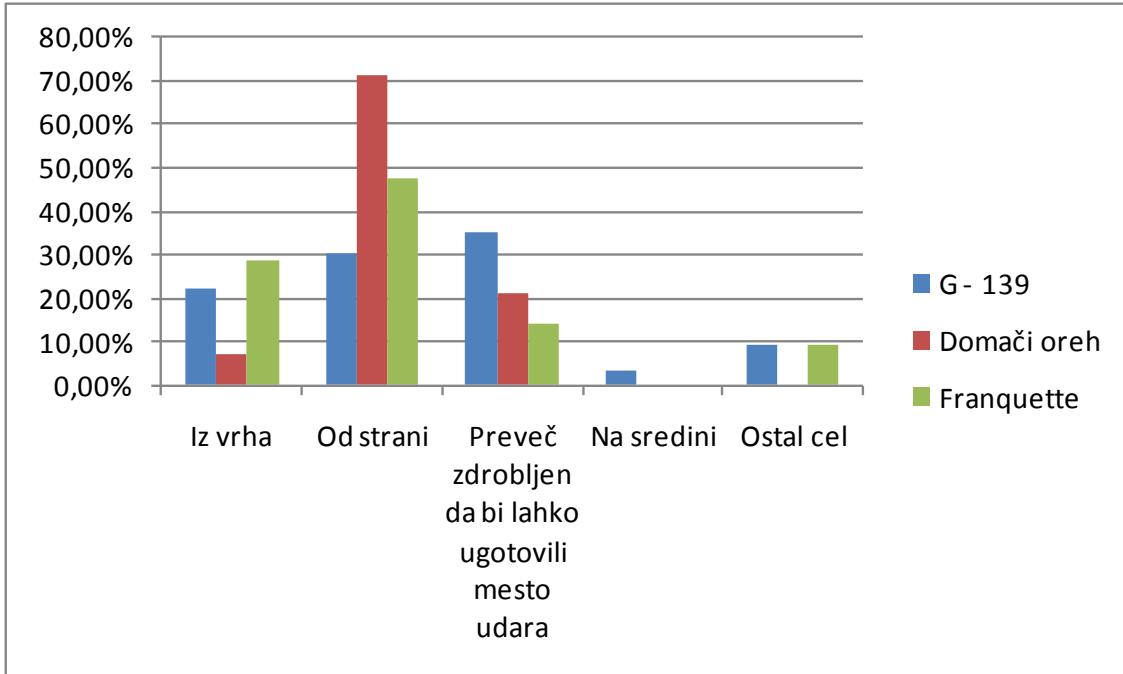
Po opravljenem drobljenju smo v vsaki skupini razdelili zdrobljene orehe glede na mesto, kjer je prišlo do udarca, ki je povzročil deformacijo lupine. Nato smo v vsaki skupini iztehtali količino nepoškodovanih polovic, količino delno poškodovanih polovic in količino ostankov. Izmere smo v odstotkih grafično prikazali (slika 29).

Preglednica 7: Vrtilna frekvanca, vlagu lupine, delež orehov, za katere je bilo za popolno izluščenje potrebno uporabiti še nožek in kladivo, delež mase poškodovanih polovic, odstotek skupne mase delno poškodovanih jedrc in delež skupne mase ostankov, po posameznih skupinah. Skupine A, B in C predstavljajo sorto 'G-139', skupini F in H kultivar 'Domači oreh', ter skupina I sorto 'Franquette' (za podatke o posamezni skupini glej priloge A, B, C, F, H in I)

Skupina orehov	Vrtilna frekvanca [obr./min]	Vlagu lupine	Delež orehov za katere je bilo za popolno izluščenje potrebno uporabiti še nožek in kladivo	Delež mase nepoškodovanih polovic	Odstotek skupne mase delno poškodovanih jedrc (četrtine)	Delež skupne mase ostankov
A	1740	22,00 %	40,74 %	33,61 %	62,36 %	4,03 %
B	1450	12,20 %	26,92 %	13,39 %	62,43 %	25,18 %
C	1740	23,80 %	60,00 %	40,98 %	57,29 %	1,73 %
F	1740	27,00 %	42,86 %	56,86 %	37,42 %	5,72 %
H	1740	27,00 %	19,05 %	52,26 %	39,84 %	7,90 %
J	1740	27,00 %	4,76 %	74,62 %	22,15 %	3,23 %



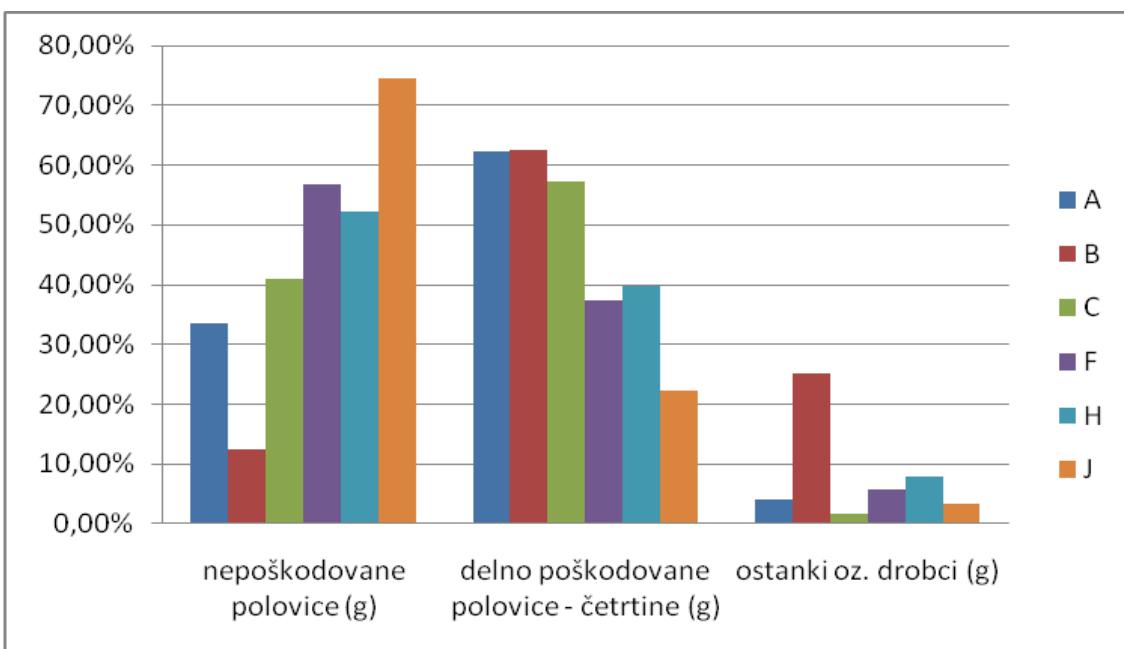
Slika 29: Delež orehov glede na mesto udara in zdrobljenost po skupinah (Glej priloge A, B, C, F, H, J)



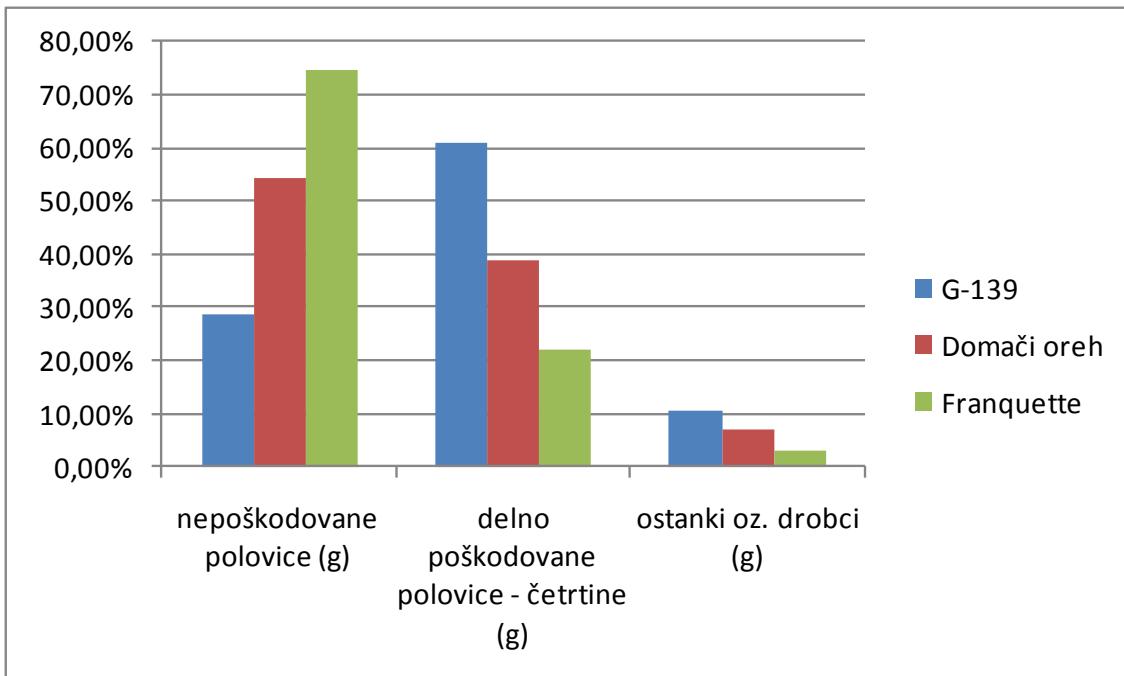
Slika 30: Mesto udara v odstotkih glede na sorto oz. kultivar

Iz slike 29 je razviden delež orehov v pozamezni skupini, glede na mesto udara, ki je povzročilo deformacijo. Iz slike 30 je razviden delež orehov posamezne sorte oz. kultivarja, glede na mesto udara, ki je povzročilo deformacijo.

Slika 31 nam prikazuje delež ostankov glede na poškodovanost jedrc v posamezni skupini.



Slika 31: Odstotek ostankov glede na poškodbe po skupinah (Glej priloge A, B, C, F, H, J)



Slika 32: Procent ostankov glede na poškodbe pri dveh sortah in kultivarju oreha

Glede na poškodovanost jedrc po trenju s centrifugalnim drobilnikom, smo ugotovili, da je v povprečju najbolj ugodna za trenje sorta 'Franquette', ker največji delež jedrc ostane v obliki nepoškodovanih polovic, kar je seveda cilj našega trenja. Kar 74,62 % celotne teže strtih orehov sorte 'Franquette' ostane v obliki nepoškodovanih polovic (slika 32).

5 RAZPRAVA

Na fizikalne lastnosti plodov vpliva veliko različnih dejavnikov. Razlike se ne pojavljajo samo zaradi razlike med posameznima sortama oz. kultivarjem, vendar tudi zaradi vrste drugih dejavnikov kot so vremenske razmere, tehnologija pridelave in rastne razmere. Nabrane vzorce smo med seboj primerjali po morfoloških in fizikalnih lastnostih in jih ovrednotili, tako da smo določili optimalne parametre, ki bodo v prihodnje lahko v pomoč za razvoj in nadgradnjo strojev za drobljenje lupinarjev.

Meritve na dveh sortah in enemu kultivarju orehov ('Domači oreh', 'G-139' in 'Franquette'), nabranih na poskusnem polju v okolici Mariboru leta 2006, smo opravili v študijskem letu 2007/2008.

Rezultati porazdelitve mas kažejo, da ima v povprečju najtežje plodove kultivar 'Domači oreh', in sicer 14,70 g. Sledi mu sorta 'Franquette', s povprečno maso 11,62 g, najlažji pa so v povprečju plodovi sorte 'G-139', in sicer 9,04 g. V literaturi smo našli podatke samo za sorto 'G-139' in 'Franquette'. Korać (1987) navaja povprečno vrednost mase plodov za sorto 'G-139' od 12 do 13 g, za sorto 'Franquette' pa od 11 do 12 g. Bulatović (1985) navaja povprečno vrednost mase za sorto 'G139' od 8,5 do 12 g. Črnko in sod. (1990) navajajo povprečno vrednost mase plodov sorte 'G-139' okrog 12g in sorte 'Franquette' od 11 do 12 g. Po Ambrožič Turk in sod. (2001) so navedeni podatki povprečne vrednosti mase plodov sorte 'G-139' 9,9 g prav tako pa tudi 9,9 g za sorto 'Franquette'. Skok (2003) navaja povprečne vrednosti mas za sorto 'G-139' 10,93 g ter za sorto 'Franquette' 10,49 g. S pomočjo LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) in ANOVE smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med obema sortama in kultivarjem, kar je seveda posledica sortne raznolikosti.

Pri porazdelitvi višin rezultati kažejo, da ima v povprečju najvišje plodove sorta 'Franquette', in sicer 51,94 mm. Sledi mu kultivar 'Domači oreh', s povprečno višino 39,86 mm, nato pa še sorta 'G-139', s povprečno višino 33,33 mm. Ambrožič Turk in sod. (2001), navajajo za povprečno višino oz. velikost za sorto 'G-139' 33,0 mm, za sorto 'Franquette' pa 36,8 mm. Skok (2003) poroča, da ima sorta 'G-139' povprečno višino 36,11 mm (orehi nabrani 2001), ter 36,75 mm (orehi nabrani 2002), sorta 'Franquette' pa 38,56 mm (letnik 2001) ter 38,73 mm (letnik 2002). S pomočjo LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) in ANOVE smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med sorto 'G-139' in kultivarjem 'Domači oreh', ter sorto 'G-139' ter sorto 'Franquette'. Med kultivarjem 'Domači oreh' in sorto 'Franquette' ni statistično značilnih razlik.

Pri porazdelitvi širin rezultati kažejo, da ima v povprečju statistično najširše plodove kultivar 'Domači oreh', in sicer 32,15 mm. Sledi mu sorta 'Franquette', s povprečno širino 31,98 mm, statistično najožje plodove pa ima sorta 'G-139' s povprečno širino 28,26 mm. Ambrožič Turk in sod. (2001) navajajo za povprečno širino plodov sorte 'G-139' navajajo 29,5 mm, za sorto 'Franquette' pa 29,2 mm. Skok (2003) navaja povprečne vrednosti širine za sorto 'G-139' (letnik 2001) 31,41mm, ter 33,38 mm (letnik 2002), za sorto 'Franquette' pa 30,14 mm (letnik 2001), ter 31,55 mm (letnik 2002). S pomočjo LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) in ANOVE smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med sorto 'G-139'

in kultivarjem 'Domači oreh', ter sorto 'G-139' in sorto 'Franquette'. Med kultivarjem 'Domači oreh' in sorto 'Franquette' pa ni statistično značilnih razlik.

Pri porazdelitvi debelin rezultati kažejo, da ima v povprečju najdebelejše plodove kultivar 'Domači oreh', in sicer 36,95 mm. Sledi mu sorta 'Franquette', s povprečno debelino 32,52 mm, nato pa še sorta 'G-139', s povprečno debelino 30,03 mm. Ambrožič Turk in sod. (2001) navajajo za sorto 'G-139' 31,8 mm za sorto 'Franquette' pa 29,4 mm. Vrednosti za povprečno debelino plodov v literaturi Skok (2003) so za sorto 'G-139' 32,49 mm (letnik 2001) in 33,90 (letnik 2002), za sorto 'Franquette' pa 30,55 mm (letnik 2001) in 31,33 (letnik 2002). S pomočjo LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) in ANOVE smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike tako med sortama, kot tudi kultivarjem, kar je seveda posledica sortne značilnosti plodov.

Rezultati porazdelitve volumna celega oreha (ml) kažejo, da ima v povprečju volumsko največje plodove kultivar 'Domači oreh', in sicer 25,34 ml. Sledi mu sorta 'Franquette', s povprečnim volumnom 18,4 ml, plodovi sorte 'G-139' pa zavzemajo v povprečju volumen 13,75 ml. Skok (2003) navaja povprečen volumen za sorto 'G-139' 20,30 ml, za sorto 'Franquette' pa 18,90 ml. S pomočjo LSD preizkusa ($\alpha \leq 0,05$) in ANOVE smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike tako med sortama, kot tudi kultivarjem, kar je seveda posledica sortne značilnosti plodov.

Povprečna porazdelitev prostornine lupine je največja pri kultivarju 'Domači oreh' in sicer 11,31 ml (45,62 %), sledi ji sorta 'Franquette' s povprečno maso 7,94 ml (43,13 %), najmanjšo povprečno prostornino lupine pa ima sorta 'G-139', 7,22 ml (49,25 %). Po navedbah Skok (2003) ima sorta 'G-139' povprečno prostornino lupine 7,35 ml oz. 36,21 %, 'Franquette' pa 5,85 ml oz. 30,95 %.

Povprečna porazdelitev prostornine jedrca je največja pri kultivarju 'Domači oreh' in sicer 6,42 ml (25,90 %), sledi ji sorta 'Franquette' s povprečno maso 6,03 ml (32,75 %), najmanjšo povprečno prostornino jedrca pa ima sorta 'G-139', 4,67 ml (31,85 %). Po navedbah Skok (2003) ima sorta 'G-139' povprečno prostornino jedrca 5,25 ml oz. 25,86 %, 'Franquette' pa 5,37 ml oz. 28,41 %.

Povprečna porazdelitev prostornine zraka je največja pri kultivarju 'Domači oreh' in sicer 7,06 ml (28,48 %), sledi ji sorta 'Franquette' s povprečno maso 4,44 ml (24,12 %), najmanjšo povprečno prostornino zraka pa ima sorta 'G-139', 2,77 ml (18,90 %). Po navedbah Skok (2003) ima sorta 'G-139' povprečno prostornino zraka 7,58 ml oz. 37,34 %, 'Franquette' pa 7,95 ml oz. 42,06 %.

Pri kultivarju 'Domači oreh' in sorti 'Franquette' smo merili tudi silo in izračunali delo (Nm), ki ga je potrebno opraviti, da pride do deformacije plodov. Primerjali smo potrebno delo za deformacijo orehov, parjenih 5 in 15 minut. Ugotovili smo, da med medianama ni nobenih signifikantnih razlik, medtem ko povprečja ne moremo primerjati, ker variabilnosti podatkov nista enaki. Do enake ugotovitve smo prišli tudi pri sorti 'Franquette', kjer smo primerjali zračno suhe in orehe, parjene 15 minut.

V skupini sorta 'G-139', z maso 8 g in majhno vlogo (glej prilogo A), je 28,75 % orehov dobilo udarec z vrha, 61,90 % od strani, 9,52 % pa je bilo preveč zdrobljenih, da bi lahko ugotovili mesto udara. V skupini sorta 'G-139', z maso 10 g (glej prilogo B), je bilo 80,95 % orehov preveč zdrobljenih, da bi lahko ugotovili mesto udara, medtem ko je 19,05 % ostalo celih. V skupini sorta 'G-139', z maso 8 g in večjo vlažnostjo (glej prilogo C), je 38,09 % orehov dobilo udarec z vrha, 28,58 % od strani, 14,29 % je bilo preveč zdrobljenih da bi lahko ugotovili mesto udara, udarec na sredini je dobilo 9,52 % orehov, prav tako pa je 9,52 % orehov ostalo celih. V skupini kultivar 'Domači oreh', z maso 14 g (glej prilogo F), je 71,43 % orehov dobilo udarec od strani, 19,05 % pa je bilo preveč zdrobljeni, da bi lahko ugotovili mesto udara, 9,52 % pa je dobilo udarec z vrha. V skupini kultivar 'Domači oreh', z maso 16 g (glej prilogo H), 4,76 % orehov dobilo udarec z vrha, 71,43 % jih je dobilo udarec od strani, 23,81 % pa je bilo preveč zdrobljenih, da bi lahko ugotovili mesto udara. V skupini sorta 'Franquette', z maso 13 g (glej prilogo J), je 28,57 % orehov dobilo udarec z vrha, 47,62 % od strani, 14,29 % je bilo preveč poškodovani, da bi lahko ugotovili mesto udara, 9,52 % pa je ostalo celih.

Primerjava poškodbe jedra po posamezni sorti oz. kultivarju, nam pove, da ostane največji delež nepoškodovanih polovic pri sorti 'Franquette' (74,62 %), sledita ji kultivar 'Domači oreh' (54,56 %) ter sorta 'G-139' z (28,99 %) nepoškodovanih polovic. Največji delež delno poškodovanih polovic (to se pravi četrtin jedrca) ostane pri sorti 'G-139' (60,69 %), sledita ji kultivar 'Domači oreh' (38,63 %) ter sorta 'Franquette' (22,15 %).

6 SKLEPI

Najpomembnejše pri drobljenju lupinarjev je, da jedrce ostane po drobljenju čim bolj celo, ob tem pa mora biti lupina čim bolj deformirana. Nedeformiranost jedra je ena izmed ključnih zadev, ki so pomembne za končno ceno lupinarjev. Obstojče naprave za drobljenje lupinarjev so prirejene iz naprav, ki služijo drobljenju trdnih delcev (npr. kamenja, zemlje ipd.).

Na podlagi rezultatov opravljenih meritev, preizkusov ter analiz plodov oreha, nabranih leta 2006, lahko sklepamo, da je:

- kultivar z največjo povprečno maso celih plodov 'Domači oreh' (14,70 g)
- sorta z največjo povprečno višino plodov 'Franquette' (51,94 mm)
- kultivar z največjo povprečno širino plodov 'Domači oreh' (32,15 mm)
- kultivar z največjo povprečno debelino plodov 'Domači oreh' (36,95 mm)
- kultivar z največjim povprečnim volumnom plodov 'Domači oreh' (24,78 ml)
- kultivar z največjim povprečnim volumnom lupine 'Domači oreh' (11,31 ml)
- kultivar z največjim povprečnim volumnom jedrca 'Domači oreh' (6,42 ml)
- kultivar z največjim povprečnim volumnom zraka 'Domači oreh' (7,06 ml)
- največ dela za strteje oreha bilo opravljeno v povprečju pri zračno suhih orehih sorte 'Franquette' (0,215 Nm), najmanj pa pri 15 minut parjenih orehov kultivarja 'Domači oreh' (0,060 Nm).
- kultivar z najugodnejšim razmerjem med deležem zraka in deležem jedrca 'Domači oreh' (1:1,10)
- sorta z največjim deležem nepoškodovanih polovic 'Franquette' (74,62 %)

Po opravljenih meritvah smo prišli do zaključka, da je najbolj ugodna sorta za trenje s centrifugalnim drobilnikom, ki ga je patentiral izr. prof. dr. Rajko Bernik, sorta 'Franquette', čeprav razmerje med odstotkom volumna jedrca ter odstotkom volumna zraka ni najbolj ugodno, ker znaša 1 : 0,74, kar je slabše razmerje, kot ga ima kultivar 'Domači oreh' (1:1,10). Prav tako smo s tlačno stiskalnico opravili največ dela za strteje lupine prav pri sorti 'Franquette', vendar je za nas pomembno predvsem to, kakšna je deformacija jedrca.

Naš predlog za vse nadaljnje poskuse v zvezi s proučevanjem učinkovitosti stroja za trenje orehov pa je nadaljnje preučevanje faktorjev, ki vplivajo na izid:

- vrtilna frekvenca,
- vlažnost orehove lupine,
- velikost oreha (primerjava med maso in volumnom),
- sorta oz. kultivar oreha.

Pri isti vrtilni frekvenci, isti vlažnosti lupine, isti velikosti oreha in sorti oz. kultivarju oreha je potrebno narediti čim več ponovitev. Koliko različnih obravnavanj oz. kombinacij različnih frekvenc, vlažnosti lupine, velikosti in sort orehov je smiselno vzeti, je stvar raziskave.

Patentirana naprava nam prihrani ogromno dela, ob pravilnih nastavivah za posamezno sorto oz. kultivar, pa pripomore tudi k temu, da so jedrca po trenju bolj cela, kot pri ročnem trenju.

7 POVZETEK

Navadni oreh (*Juglans regia* L.) spada med najbolj razširjeno lupinasto sadje. Zanj je značilno, da ima užitni del – jedrce, shranjeno v oleseneli luščini. Povpraševanje po orehu je pri nas večje od pridelave, kar je posledica ročnega trenja plodov in ločevanja jedrca in lupine.

Za raziskavo smo se odločili, da bi lahko pripomogli h kakovostnemu razvoju in izdelavi naprave za strojno drobljenje plodov lupinarjev, ter s tem zmanjšali čas in napor pri ročnem trenju. Posledično pa upamo, da bi to lahko vplivalo na povečanje pridelave oreha pri nas.

V raziskavo smo vključili dve sorti in en kultivar oreha, nabrane v selekcjskem nasadu Biotehniške fakultete v Mariboru: sorta 'Franquette', kultivar 'Domači oreh' ter sorta 'G-139'. Slučajno izbranim vzorcem smo izmerili nekatere morfološke značilnosti in jih analizirali.

Pri kultivarju 'Domači oreh' in sorti 'Franquette' smo se lotili drobljenja s posebno tlačno stiskalnico v laboratorijih Strojne fakultete. Tlačna stiskalnica je bila priklopljena na računalnik, ki je v posebnem programu beležil sile, ki so delovale na oreh. Iz podatkov smo lahko jasno razbrali silo, ki je na oreh delovala v trenutku stretja lupine.

Sorti 'Franquette', 'G-139' in kultivar 'Domači oreh' smo drobili tudi s centrifugalnim drobilnikom, ki ga je patentiral izr. prof. dr. Rajko Bernik. Centrifugalni drobilnik smo nastavili na dve različni vrtilni frekvenci in opazovali mesto udarca, deformacijo lupine in deformacijo jedrca posameznega oreha.

Dobljene rezultate smo analizirali in primerjali. Tako smo pridobili in strnili podatke, ki so uporabni za nadaljnje raziskave ter za izboljšavo obstoječe naprave za drobljenje lupinarjev.

Z raziskavo smo prišli do sklepa, da se fizikalne lastnosti med sortama ('G-139', in 'Franquette') ter kultivarjem ('Domači oreh') razlikujejo in je upoštevanje le-tega nujno potrebno za kakovostno in učinkovito trenje orehov.

Za trenje z že obstoječo napravo, ki jo je patentiral izr. prof. dr. Rajko Bernik, se je med testiranimi sortama in kultivarjem, kot najbolj primerna izkazala sorta 'Franquette', katere jedrca so bila ob zaključku trenja najmanj deformirana. Vsekakor pa je naprava dobrodošel pomoček pri trenju orehov, saj nam prihrani ogromno fizičnega dela, poleg tega pa jedrca po trenju orehov s patentirano napravo, ob pravilnih nastavitevah za določeno sorto oz. kultivar, ostanejo bolj cela, kot pri ročnem trenju.

8 VIRI

Ačko B. 1999. Proizvodne meritve: zbrano gradivo. Maribor, Fakulteta za strojništvo: 140 str.

Adamič F. 1995. Oreh: pridelovanje in poraba. Moj mali svet, 27, 11: 39

Arboretum Volčji potok 2009

<http://www.arboretum-vp.si/admin/assetmanager/images/juglans%20regia%20-%20vl.jpg> (26.9.2009)

Bernik R. 2002. Stroj za drobljenje plodov oreha: patent št. SI 20617, podeljen z odločbo št. 600-221/01-MJ-6 z dne 04.03.2002 : datum objave 28.02.2002 : številka prijave P-200100221, datum prijave 22.08.2001. Ljubljana, Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino

Breuer H. 1993. Atlas klasične in moderne fizike. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 400 str.

Brus R. 1994. Navadni oreh, Gea, 4, 7: 54-55

Bulatović S. 1985. Orah, lešnik i badem. Beograd, Nolit: 368 str.

Dkimages.com, the image encyclopaedia. 2009.

<http://www.dkimages.com/discover/previews/944/45010828.JPG> (26. 9. 2009)

Domiter F. 1998. Razpoznavanje orehovih kultivarjev (*Juglans regia* L.) z analizo izoenzymov v listih. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 59 str.

Fito-info. 2008. Biotehniška fakulteta

<http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/cirsium/FITOINFO/takson.asp?CODE=EA129E90-C39D-43F1-9FB1-E1AC3412FE0B> (15. 8. 2008)

Free images from Bulgaria. 2009

http://imagesfrombulgaria.com/d/69991-4/Juglans_regia_1.JPG (26. 9. 2009)

Godec B., Hudina M., Usenik V., Fajt N., Koron D., Solar A., Ambrožič Turk B., Vesel V., Vrhovnik I. 2007. Sadni izbor za Slovenijo 2006. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 72 str.

Kafol F. 1945. Sadimo več orehov po načrtu. Sadjar in vrtnar: glasilo sadjarskega in vrtnarskega društva za Slovenijo, 9: 26-30

Korać M. 1987. Orah (sorte, kalemljenje, podizanje i nega zasada). Beograd, Nolit: 162 str.

Linta D. 2006. Primerjava fizikalnih lastnosti plodov treh sort leske (*Corylus avellana* L.).

Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 34 str.

Ocepek R. 1995. Oreh: pridelovanje in uporaba. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 98 str.

Özdemir M., Özilgen M. 1997. Comparison of quality of hazelnuts unshelled with different sizing and cracking systems. Journal of agricultural Engineering Research, 67: 219-227

Skok D. 2003. Fizikalne lastnosti ploda oreha (*Juglans regia* L.). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 92 str.

Solar A. 1992, Identifikacija kultivarjev oreha (*Juglans regia* L.) na osnovi morfoloških značilnostiin elektroforetskih analiz izoencimov. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 66 str.

Solar A. 1994. Spravilo orehov in lešnikov. Kmečki glas, 38: 11

Solar A. 1995. Zorenje, bratev in sušenje orehov. SAD, 6, 9: 12-14

Solar A. 2000. Izbor morfometrijskih in polmoloških kazalnikov za žlahtnenje oreha (*Juglans regia* L.). Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 156 str.

Solar A., Pliberšek T, Logar F. 2004. Kakovost strojnega drobljenja plodov pri različnih sortah oreha. V: Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 24.-26. marec 2004. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 311-317.

Stančević A. 1983. Orah, leska i badem. Beograd, Nolit: 64 str.

Waynesworld. 2009.

<http://waynesword.palomar.edu/images/jugreg1c.jpg> (27.10.2009)

Wikipedia. 2007.

http://sl.wikipedia.org/wiki/Osnovna_enota_SI (23.6.2007)

ZAHVALA

Za vse napotke, nasvete in vsestransko pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju prof. dr. Rajku Berniku. Za pomoč pri laboratorijskem delu pa velja posebna zahvala Jožetu Tršeliču.

PRILOGA A

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri sorti "G-139" z maso okoli 8 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina (v) [mm]	Širina (š) [mm]	Debelina (d) [mm]	Volumen [mm]	Mesto udara
1A	8,85	31,95	28,25	30,05	13,0	Iz vrha
2A	8,20	31,80	26,50	28,30	12,0	*
3A	7,80	30,80	26,80	29,45	11,0	Od strani
4A	8,35	34,10	27,50	29,45	13,0	Od strani
5A	8,95	32,80	27,55	29,05	13,0	Od strani
6A	8,35	32,20	27,25	29,45	12,0	*
7A	8,50	31,20	27,55	29,90	12,0	Od strani
8A	8,30	32,25	27,00	28,05	11,5	Od strani
9A	7,40	31,35	26,55	29,20	12,0	Od strani
10A	8,25	33,30	27,05	30,00	12,5	Iz vrha
11A	7,65	31,00	25,70	27,20	10,5	Iz vrha
12A	8,00	30,75	26,95	28,60	11,0	Od strani
13A	9,70	34,65	29,90	30,55	14,5	Od strani
14A	8,35	32,00	26,65	27,45	11,0	Od strani
15A	8,25	34,05	28,55	29,55	13,5	Od strani
16A	8,40	32,20	28,40	28,45	11,5	Iz vrha
17A	8,80	31,65	27,95	28,60	12,0	Iz vrha
18A	8,65	32,60	27,15	28,15	10,5	Od strani
19A	8,30	32,30	26,80	27,45	10,5	Od strani
20A	9,05	34,40	28,55	29,45	12,0	Iz vrha
21A	9,25	32,40	28,05	30,25	12,5	Od strani
22A	8,70	31,95	27,40	29,10	12,0	**
23A	8,25	33,50	28,90	29,90	13,5	**
24A	7,50	32,20	25,70	27,85	11,0	**
25A	9,00	33,80	28,45	29,75	13,0	**
26A	8,85	32,00	29,05	30,00	13,5	**
27A	8,40	31,75	27,00	28,10	12,0	**
Povprečje	8,45	32,41	27,52	29,01	12,09	

* Orehi so bili preveč poškodovani, da bi se dalo ugotoviti mesto udara

** Orehi so bili uporabljeni za merjenje volumna jedrca in lupine (glej prilogo E)

PRILOGA B

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri sorti 'G-139' z maso okoli 10 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina (v) [mm]	Širina (š) [mm]	Debelina (d) [mm]	Volumen [mm]	Mesto udara
1B	9,30	34,10	27,55	29,80	13,5	*
2B	9,90	34,00	29,50	31,70	15,5	*
3B	10,70	34,15	29,65	30,95	14,5	*
4B	9,90	34,10	29,70	30,60	13,5	*
5B	10,15	33,90	29,60	31,15	13,5	*
6B	8,90	33,55	27,85	29,10	13,5	*
7B	9,70	34,90	29,25	31,25	16,0	*
8B	9,75	34,45	28,85	30,90	14,0	Ostal cel**
9B	8,30	33,10	27,70	29,80	12,5	*
10B	9,95	35,70	28,70	30,35	14,0	*
11B	10,25	33,70	29,35	30,95	14,5	Ostal cel**
12B	9,40	32,75	28,20	29,35	13,5	*
13B	9,00	34,30	30,40	32,25	16,0	*
14B	9,95	33,65	28,00	31,70	15,5	*
15B	9,20	32,60	29,05	30,40	14,5	*
16B	9,50	33,25	28,80	30,05	13,5	Ostal cel**
17B	10,45	36,85	28,80	32,05	15,5	*
18B	9,10	34,15	30,70	31,90	16,5	*
19B	9,00	33,55	29,00	31,00	14,5	*
20B	9,05	33,30	26,55	29,35	13,0	Ostal cel**
21B	9,05	31,95	27,75	30,40	13,5	*
22B	8,85	32,20	28,60	30,00	13,0	*
23B	9,25	33,80	28,95	29,65	13,5	*
24B	9,60	33,60	27,80	29,80	13,0	*
25B	9,90	35,30	29,45	31,40	14,5	*
26B	9,20	32,85	27,65	30,35	13,0	*
Povprečje	9,51	33,84	28,75	30,62	14,15	

* Orehi so bili preveč poškodovani, da bi se dalo ugotoviti mesto udara

** Orehi so bili uporabljeni za merjenje volumna jedrca in lupine (glej prilogo E)

PRILOGA C

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri sorti 'G-139' z maso okoli 8 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina (v) [mm]	Širina (š) [mm]	Debelina (d) [mm]	Volumen [mm]	Mesto udara
1C	9,30	34,20	27,25	30,70	15,5	Ostal cel
2C	8,45	32,50	27,15	29,30	12,5	Iz vrha
3C	8,75	30,95	27,10	29,45	13,5	Od strani
4C	9,10	32,50	28,40	29,65	14,0	Iz vrha
5C	7,90	30,65	26,70	28,25	12,0	Ostal cel
6C	8,20	34,30	28,15	30,05	14,0	*
7C	7,20	30,30	25,30	27,20	10,5	Iz vrha
8C	8,25	31,85	26,35	29,45	12,5	Na sredini
9C	8,15	31,90	29,50	30,15	14,0	Iz vrha
10C	7,90	33,45	26,55	29,70	12,0	Na sredini
11C	8,45	33,60	27,90	28,90	13,5	Od strani
12C	9,00	32,95	28,55	31,60	14,0	Od strani
13C	8,30	32,00	28,60	31,70	14,0	Od strani
14C	8,65	31,90	27,30	29,40	13,0	Iz vrha
15C	9,20	32,85	28,7	30,10	14,0	Iz vrha
16C	8,05	33,00	27,65	29,10	13,5	Od strani
17C	8,60	32,60	26,00	28,90	11,5	*
18C	8,10	33,05	27,75	29,15	12,5	Iz vrha
19C	8,00	31,30	26,25	28,70	10,5	Iz vrha
20C	8,95	33,65	29,80	32,00	16,0	Od strani
21C	8,70	34,70	27,80	29,90	14,0	*
22C	8,30	33,40	29,65	31,15	16,0	**
23C	7,60	32,30	25,50	27,20	12,0	**
24C	9,20	32,70	28,00	29,55	14,0	**
25C	7,70	32,75	25,90	29,10	12,5	**
Povprečje	8,40	32,61	27,51	29,61	13,26	

* Orehi so bili preveč poškodovani, da bi se dalo ugotoviti mesto udara

** Orehi so bili uporabljeni za merjenje volumna jedrca in lupine (glej prilogo E)

PRILOGA D

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen celotnega oreha pri sorti 'G-139' z maso okoli 10 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [mm]	Širina(š) [mm]	Debelina (d) [mm]	Volumen [ml]	Volumen lupine [ml]	Volumen jedrca [ml]	Zrak [ml]	Zrak [%]
1D	9,7	34,3	28	31	15,5	7,5	6	2	12,90
2D	9,9	35,25	29,35	31,75	18	7,5	5	5,5	30,56
3D	10	32,1	38,5	31,05	14	8	4,5	1,5	10,71
4D	11,1	38,8	30,4	31,95	17,5	8	5	4,5	25,71
5D	10,05	34,15	29,3	31,25	16,5	8	5,5	3	18,18
6D	10,05	36,65	30,75	32,6	18,5	8	5,5	5	27,03
7D	9,55	35,55	27,9	30,25	14,5	7,5	4	3	20,69
8D	10,9	34,15	29,75	32,1	16,5	8,5	4	4	24,24
9D	9,9	32,2	28,8	30,75	15,5	7	4,5	4	25,81
10D	9,4	34,4	26,85	30,75	15	6,5	4	4,5	30,00
11D	9,7	34,9	28,2	30,65	14,5	6,5	6	2	13,79
12D	7,8	34,55	30,3	32,4	17	7	3,5*	6,5	38,24
13D	10,3	35,05	29	30,95	16,5	8,5	4,5	3,5	21,21
14D	9,8	33,6	29,65	31,2	15,5	8	5,5	2	12,90
15D	9,8	33,4	28,8	30,95	14,5	7,5	6	1	6,90
16D	10	34,4	29,8	31,3	16	8	6	2	12,50
17D	9,85	34,6	30	32,05	17	7,5	4,5	5	29,41
18D	9,4	35	27,5	29,3	13,5	7	4	2,5	18,52
19D	10	35	29,15	29,35	15,5	7,5	4,5	3,5	22,58
20D	10,2	33,15	28,75	31,5	14	7	5	2	14,29
21D	10	34,1	29,65	30,65	14	7	5,5	1,5	10,71
22D	9,6	35,4	27,65	31,8	15	8,5	5,5	1	6,67
23D	9,5	33,2	27,95	29	13,5	8	5	0,5	3,70
24D	9,3	33,4	28,05	30,4	17	8,5	5,5	3	17,65
25D	9,4	35,25	28,25	28,75	15,5	7,5	4	4	25,81
Povprečje	9,81	34,5	29,29	30,95	15,62	7,62	4,98	3,08	19,72

PRILOGA E

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen celotnega oreha pri sorti 'G-139' z maso 8 do 10 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [mm]	Širina(š) [mm]	Debelina(d) [mm]	Volumen [ml]	Volumen lupine [ml]	Volumen jedrca [ml]	Zrak [ml]	Zrak [%]
22A	8,7	31,95	27,4	29,1	12	5,5	5	1,5	12,50
23A	8,25	33,5	28,9	29,9	13,5	8	4	1,5	11,11
24A	7,5	32,2	25,7	27,85	11	6	3,5	1,5	13,64
25A	9	33,8	28,45	29,75	13	5,5	5,5	2	15,38
26A	8,85	32	29,05	30	13,5	6,5	5	2	14,81
27A	8,4	31,75	27	28,1	12	7	4	1	8,33
8B	9,75	34,45	28,85	30,9	14	7,5	4,5	2	14,29
11B	10,25	33,7	29,35	30,95	14,5	7	5,5	2	13,79
16B	9,5	33,25	28,8	30,05	13,5	8	4	1,5	11,11
20B	9,05	33,3	26,55	29,35	13	7	3,5	2,5	19,23
5C	7,9	30,65	26,7	28,25	12	6	3	3	25,00
22C	8,3	33,4	29,65	31,15	16	6	5,5	4,5	28,13
23C	7,6	32,3	25,5	27,2	12	6,5	3,5	2	16,67
24C	9,2	32,7	28	29,55	14	6,5	4,5	3	21,43
25C	7,7	32,75	25,9	29,1	15,5	5,5	3	4	25,81
Povprečje	8,66	32,78	27,72	29,41	13,3	6,57	4,27	2,27	17,07

Glej priloge A, B in C

PRILOGA F

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 14 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [mm]	Širina(š) [mm]	Debelina(d) [mm]	Volumen [mm]	Mesto udarca
1E	13,45	38,85	31,30	36,30	26,0	Od strani
2E	14,45	39,65	31,35	36,10	25,0	Iz vrha
3E	13,80	38,40	32,40	35,95	23,0	Od strani
4E	13,80	37,50	31,25	36,60	24,0	Od strani
5E	13,20	38,10	30,75	35,80	23,5	Od strani
6E	14,05	38,65	31,10	36,95	26,0	Od strani
7E	13,50	39,50	31,50	36,30	23,5	Od strani
8E	14,05	40,70	30,60	37,55	27,0	Od strani
9E	14,10	38,10	32,70	38,40	25,5	*
10E	14,10	40,10	30,5	37,65	24,0	Od strani
11E	13,00	39,20	30,60	36,10	23,5	Od strani
12E	14,35	39,50	30,85	37,40	24,5	Iz vrha
13E	13,80	36,15	31,25	36,80	23,5	*
14E	14,00	38,25	31,80	36,30	23,5	*
15E	15,30	43,80	33,25	36,70	27,5	*
16E	13,85	39,55	32,20	35,30	24,5	Od strani
17E	14,50	40,80	32,75	37,45	26,0	Od strani
18E	14,20	39,00	30,40	37,10	23,5	Od strani
19E	14,10	40,45	32,10	36,20	24,0	Od strani
20E	14,00	38,05	29,70	36,60	23,5	Od strani
21E	13,70	40,15	31,00	36,75	24,0	Od strani
Povprečje	13,97	39,26	31,40	36,68	24,55	

*Orehi so bili preveč poškodovani, da bi se dalo ugotoviti mesto udara

PRILOGA G

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml, volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen celotnega oreha pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 14 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [mm]	Širina(š) [mm]	Debelina(d) [mm]	Volumen [ml]	Volumen lupine [ml]	Volumen jedrca [ml]	Zrak [ml]	Zrak [%]
22E	13,85	35,55	31,7	38	24	12	6	6	25,00
23E	14,1	40	30,9	36	23	10	7	6	26,09
24E	13,3	36,65	30,9	37,85	22	11,5	6	4,5	20,45
25E	13,3	38,1	31	35,55	22	9,5	6	6,5	29,55
26E	14,7	40,25	32,3	37	24	10	6,5	7,5	31,25
27E	12,9	37,3	30,8	36,6	22,5	10,5	5,5	6,5	28,89
28E	14,45	37,3	31,9	37,9	23,5	10	6	7,5	31,91
29E	13,4	37,2	31,7	36,4	22	10	5,5	6,5	29,55
30E	13,5	38,6	30,4	36,3	22	10,5	5,5	6	27,27
Povprečje	13,72	37,88	31,29	36,84	22,78	10,44	6	6,33	27,79

PRILOGA H

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm] in volumna [ml] ter povprečne vrednosti pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 16 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [cm]	Širina(š) [cm]	Debelina(d) [cm]	Volumen [ml]	Mesto Udarca
1F	16,55	41,60	32,20	39,30	30,0	Od strani
2F	15,30	37,30	35,30	37,65	26,0	Od strani
3F	15,90	39,00	33,35	38,80	28,0	Od strani
4F	15,45	39,35	32,50	38,65	28,0	Od strani
5F	15,00	39,75	31,40	37,05	24,5	*
6F	14,85	40,40	31,25	37,50	26,0	*
7F	15,90	40,60	32,40	37,90	26,5	*
8F	15,35	38,15	33,35	37,25	25,5	Od strani
9F	15,25	42,20	33,70	38,80	27,5	Od strani
10F	15,85	45,25	35,20	35,45	28,5	Od strani
11F	15,80	41,95	33,90	38,75	28,0	Od strani
12F	15,00	38,90	32,65	37,20	24,5	Od strani
13F	15,45	39,70	32,90	38,50	28,0	*
14F	15,90	40,00	33,10	38,50	26,0	*
15F	15,30	39,20	32,60	37,00	26,0	Iz vrha
16F	14,50	40,25	33,00	36,40	25,0	Od strani
17F	14,85	41,15	31,45	35,00	24,5	Od strani
18F	14,90	43,35	32,00	36,40	25,5	Od strani
19F	15,70	41,35	33,65	38,65	29,0	Od strani
20F	15,80	40,40	32,70	41,40	28,0	Od strani
21F	13,90	39,65	31,10	36,90	24,0	Od strani
Povprečje	15,36	40,45	32,84	37,76	26,62	

*Orehi so bili preveč poškodovani, da bi ugotovili mesto udara

PRILOGA I

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen celotnega oreha pri kultivarju 'Domači oreh' z maso okoli 16 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [mm]	Širina(š) [mm]	Debelina(d) [mm]	Volumen [ml]	Volumen lupine [ml]	Volumen jedrca [ml]	Zrak [ml]	Zrak [%]
22F	15,55	41,1	33,1	37,8	26	10	6	10	38,46
23F	15,6	42,2	32,65	28,5	27,5	12	6,5	9	32,73
24F	16,7	40,5	32,1	28,2	26	15	7	4	15,38
25F	14,8	40,85	33,3	37,45	26	12	7	7	26,92
26F	17	47,3	34,4	37,85	31,5	12,5	7,5	11,5	36,51
27F	15,5	37,95	31,2	39,2	24	11	7	6	25,00
28F	15,45	41,15	32,95	39,3	26	12	6,5	7,5	28,85
29F	15,5	43	33,95	37,05	26	12,5	6,5	7	26,92
30F	16,35	42,4	34,7	36,9	28	12,5	7,5	8	28,57
Povprečje	15,83	41,83	33,15	35,81	26,78	12,17	6,83	7,78	29,05

PRILOGA J

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml] ter volumna zraka [ml] pri sorti 'Fanquette' z maso okoli 13 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [mm]	Širina(š) [mm]	Debelina(d) [mm]	Volumen [mm]	Mesto udara
1G	12,35	43,10	32,05	32,20	19,5	*
2G	12,20	41,20	31,75	32,70	17,5	Ostal cel
3G	10,55	38,55	31,20	30,75	16,5	Iz vrha
4G	11,65	41,40	32,45	34,00	19,0	Od strani
5G	12,75	43,20	32,65	34,30	20,0	Iz vrha
6G	12,50	41,40	32,50	33,90	19,5	Iz vrha
7G	11,70	40,45	32,70	32,55	19,5	Od strani
8G	12,15	42,20	31,75	33,40	18,5	Od strani
9G	11,50	39,60	31,85	31,40	18,0	Od strani
10G	11,40	40,70	31,70	31,60	18,5	Od strani
11G	12,60	38,75	32,70	33,80	20,0	*
12G	11,05	38,90	31,85	31,60	18,5	Od strani
13G	12,65	41,05	33,30	33,60	20,0	Od strani
14G	11,30	40,60	31,40	32,75	17,5	Od strani
15G	10,30	37,20	29,65	30,20	16,5	Iz vrha
16G	12,25	41,40	33,05	32,30	18,5	Od strani
17G	10,90	39,20	31,25	30,75	15,5	*
18G	10,40	37,85	31,15	31,10	17,0	Iz vrha
19G	12,40	41,75	31,60	33,40	18,0	Ostal cel
20G	11,90	39,35	32,25	32,30	19,0	Od strani
21G	12,20	42,65	32,70	33,05	19,5	Iz vrha
Povprečje	11,75	56,72	31,98	32,46	18,40	

*Orehi so bili preveč poškodovani, da bi se dalo ugotoviti mesto udara

PRILOGA K

Rezultati meritev mase [g], višine [mm], širine [mm], debeline [mm], volumna celega oreha [ml], volumna lupine [ml], volumna jedrca [ml], volumna zraka [ml] ter količina zraka v odstotkih glede na volumen celotnega oreha pri sorti 'Franquette' z maso okoli 13 g

Oznaka oreha	Masa [g]	Višina(v) [mm]	Širina(š) [mm]	Debelina(d) [mm]	Volumen [ml]	Volumen lupine [ml]	Volumen jedrca [ml]	Zrak [ml]	Zrak [%]
22G	11,95	40,4	32,75	35,75	18,5	8,5	7,5	2,5	13,51
23G	11,65	39,55	31,8	32,45	17,5	7,5	7	3	17,14
24G	10,9	40,55	32,65	31,8	18	7,5	7	3,5	19,44
25G	11,35	42,3	31,2	33,3	18	8	6,5	3,5	19,44
26G	12	42	32,45	32,4	19,5	8	6,5	5	25,64
27G	10,9	39,6	31,5	32,6	17,5	7	5,5	5	28,57
28G	10,85	41,7	33,9	33,5	20	10	3,5*	6,5	32,50
29G	12,3	42	32	32,2	20	8	5,5	6,5	32,50
30G	10	38,8	29,55	29,85	16,5	7	5	4,5	27,27
Povprečje	11,32	40,77	31,98	32,65	18,39	7,94	6,31	4,44	24,14

*suho jedrce