

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Dušica LINTA

**PRIMERJAVA FIZIKALNIH LASTNOSTI PLODOV TREH SORT
LESKE (*Corylus avellana* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**COMPARISON OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF FRUITS OF
THREE HAZELNUT CULTIVARS (*Corylus avellana* L.)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Katedri za kmetijsko mehanizacijo Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Na Oddelku za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani so bile v laboratoriju opravljene meritve velikosti: plodov po višini in premeru ter mase plodov. 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 prof. dr. Rajka BERNIKA in za somentorico doc. dr. Damijano KASTELEC.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja VADNAL
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: doc. dr. Damijana KASTELEC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

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

Dušica LINTA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 634.54:631.526.32:631.361.75:620.17(043.2)
KG leska/kmetijsko strojništvo/morfološke in fizikalne lastnosti/lupina/trenja
KK AGRIS N20
AV LINTA, Dušica
SA BERNIK, Rajko (mentor)/KASTELEC, Damijana (somentorica)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2006
IN PRIMERJAVA FIZIKALNIH LASTNOSTI PLODOV TREH SORT LESKE
(*Corylus avellana* L.)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP IX, 34, [3] str., 8 pregl., 19 sl., 3 pril., 11 vir.
IJ sl
JI sl / en
AI Leska (*Corylus avellana* L.) spada med sadne vrste, ki imajo užitni del shranjen v oleseneli luščini. Čeprav je že dolga leta razširjena po celi državi, pridelovalci še danes trejo plodove ročno. Za diplomsko delo smo se odločili v upanju, da bi posredno vsaj malo pripomogli k lažjemu, hitrejšemu in kakovostnejšemu razvoju naprave za strojno drobljenje plodov ter sortiranje jedrc od lupine. V sklopu raziskave smo ocenjevali tri sorte: 'Istrska dolgoplodna leska', 'Tonda gentile delle langhe' in 'Fertile de coutard'. Za slučajno izbrane vzorce lešnikov smo od morfoloških lastnosti merili velikost ploda po dolžini in širini ter maso. Plodove leske smo drobili s stiskalnim strojem enkrat po dolžini ploda, drugič pa po višini ploda. Pri tem smo merili silo, ki je potrebna, da se lupina lešnika zdrobi, in deformacijo lupine tik pred zdrobitvijo lupine. Na osnovi velikosti deformacije in uporabljene sile smo izračunali delo, potrebno za zdrobitev lupine ploda. Z našo raziskavo smo prišli do zaključka, da so fizikalni pogoji za drobljenje lešnikov odvisni od tega v kakšni smeri deluje sila stiskalnega stroja, in da je to povezano tudi z morfološkimi lastnostmi plodov lešnika. Tako smo pridobili podatke, ki bodo uporabni za teoretično osnovo naprave za strojno drobljenje ter obdelavo plodov leske.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dn
DC UDC 634.54:631.526.32:631.361.75:620.17(043.2)
CX hazelnut/agricultural engineering/morphologic and physical characteristics/shell/cracking
CC AGRIS N20
AU LINTA, Dušica
AA BERNIK, Rajko (supervisor)/KASTELEC, Damijana (co-supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2006
TI COMPARISON OF PHYSICAL CHARACTERISTICS OF FRUITS OF THREE HAZELNUT CULTIVARS (*Corylus avellana* L.)
DT Graduation Thesis (University studies)
NO IX, 34, [3] p., 8 tab., 19 fig., 3 ann., 11 ref.
LA sl
AL sl / en
AB The hazelnut (*Corylus avellana* L.) belongs to fruit species that contain edible part in the woodened shell. Although it has been spread through all the country for years, nowadays producers still crack fruits manually. For that reason we have decided for the graduation thesis in hope to at least indirectly contribute to easier, quicker and more qualitative development of device for mechanical crushing of fruits and separation of kernel from shell. In the research three cultivars were assessed: 'Istrian long-fruit hazel' ('Istrska dolgoplodna leska'), 'Tonda gentile delle langhe', 'Fertile de coutard'. As for the morphologic characteristics of randomly selected fruits of hazelnuts we measured lenght and width of fruit and its weight. The hazelnut fruits were crushed with a squeeze device, once along length and next time along width of fruit. We measured the force needed to crush the hazelnut shell, and the shell deformation right before the shell crushed. The extent of deformation and utilized force were used as a basis for calculation of work needed for fruit shell to be crushed. Our research leads us to the conclusion that physical conditions for hazelnut crushing depend on the force direction of squeeze device, what is connected to the morphologic characteristics of hazelnut fruits. This has been also the main purpose of the graduation thesis because it provided needed information that will be used as a theoretical ground for designing mechanical crushing and processing device for hazelnut fruits.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo slik	VI
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo prilog	IX
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 NAMEN DELA	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RODNOST IN SPRAVILO PRIDELKA	3
2.2 UPORABA RAZLIČNIH METOD PRI TRENJU LEŠNIKOV	6
2.2.1 Stožčasti drobilnik	6
2.2.2 Kamniti drobilnik	7
2.2.3 Centrifugalni drobilnik lešnikov	7
3 MATERIAL IN METODE DELA	9
3.1 MATERIAL	9
3.1.1 Analizirane sorte	9
3.1.2 Čas in lokacija meritev	11
3.2 METODE DELA	12
3.2.1 Vrste meritev in analiz	12
3.2.1.1 Meritve velikosti plodov	12
3.2.1.2 Meritve mase plodov	13
3.2.1.3 Meritve trdnostnih lastnosti lupine	13
3.2.1.4 Statistične metode	14
4 REZULTATI IN MERITVE	15
4.1 MERITVE VELIKOSTI IN MASE PLODOV	15
4.2 MERITVE FIZIKALNIH LASTNOSTI	19
5 RAZPRAVA	29
6 SKLEPI	32
7 POVZETEK	33
8 VIRI	34
ZAHVALA	

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematski prikaz stožčastega drobilnika (Özdemir in Özilgen, 1997).	6
Slika 2: Shematski prikaz kamnitega drobilnika (Özdemir in Özilgen, 1997).	7
Slika 3: Shematski prikaz centrifugalnega drobilnika (Patent drobilnik..., 2000).	8
Slika 4: Plod sorte 'Istrska dolgoplodna leska' (Sancin, 1988: 238).	10
Slika 5: Grm sorte 'Tonda gentile delle langhe' (Tonda..., 2005).	10
Slika 6: Kljunasto merilo (Breuer, 1993: 28)	12
Slika 7: Posebna tlačna stiskalnica (foto: J. Tršelič, 2006).	13
Slika 8: Porazdelitev mase (g) plodov za tri sorte leske letnika 2004.	16
Slika 9: Porazdelitev višine (mm) plodov za tri sorte leske letnika 2004.	17
Slika 10: Porazdelitev premera (mm) plodov za tri sorte leske letnika 2004.	18
Slika 11: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Istrska dolgoplodna leska', sila je delovala po premeru. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.	20
Slika 12: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Istrska dolgoplodna leska', sila je delovala po višini. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.	20
Slika 13: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Tonda gentile delle langhe', sila je delovala po premeru. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.	21
Slika 14: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Tonda gentile delle langhe', sila je delovala po višini. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.	21
Slika 15: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Fertile de coutard', sila je delovala po premeru. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.	22
Slika 16: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Fertile de coutard', sila je delovala po višini. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.	22

- Slika 17: Povprečna maksimalna sila pri posameznih obravnavanjih. Intervali so določeni kot povprečje $\pm$ vzorčni standardni odklon. 24
- Slika 18: Povprečni pomik pri posameznih obravnavanjih. Intervali so določeni kot povprečje $\pm$ vzorčni standardni odklon. 26
- Slika 19: Povprečno delo pri posameznih obravnavanjih. Intervali so določeni kot povprečje $\pm$ vzorčni standardni odklon. 28

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Mediana, povprečje, standardna napaka in intervali zaupanja za maso, višino in premer (črke a, b, c pri povprečju predstavljajo statistično značilne razlike).	15
Preglednica 2: Enosmerna ANOVA za vsako spremenljivko posebej (VKO: vsota kvadriranih odklonov od povprečja, SP: stopnja prostosti, SKO: srednji kvadriran odklon).	18
Preglednica 3: Opisne statistike za maksimalno silo ob delovanju sile po višini in premeru pri treh sortah leske (črke a, b, c predstavljajo statistično značilne razlike).	23
Preglednica 4: ANOVA za spremenljivko maksimalna sila; podatki so transformirani z logaritemsko transformacijo.	23
Preglednica 5: Opisne statistike za pomik ob delovanju sile po višini in premeru pri treh sortah leske (črke a, b, c predstavljajo statistično značilne razlike).	25
Preglednica 6: ANOVA za spremenljivko pomik; podatki so transformirani z logaritemsko transformacijo.	25
Preglednica 7: Opisne statistike za delo ob delovanju sile po višini in premeru pri treh sortah leske (črke a, b, c, d predstavljajo statistično značilne razlike).	27
Preglednica 8: ANOVA za spremenljivko delo; podatki so transformirani z logaritemsko transformacijo.	27

KAZALO PRILOG

- PRILOGA A: Rezultati meritev mase (g), višine (mm) in premera (mm) ter povprečne vrednosti vseh navedenih spremenljivk pri treh sortah leske letnika 2004.
- PRILOGA B: Pomik, maksimalna sila in porabljeno delo pri delovanju sile glede na premer pri 21 naključno izbranih plodovih treh sort leske letnika 2004.
- PRILOGA C: Pomik, maksimalna sila in porabljeno delo pri delovanju sile glede na višino pri 21 naključno izbranih plodovih pri treh sortah leske letnika 2004.

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Lešnik spada med oreške, ki se od drugega sadja razlikujejo po tem, da pri lešniku uživamo semena, ne pa mesnatega ali suhega varovalnega ovoja, čeprav lahko tudi tega uporabimo. Ob uživanju oreškov pravzaprav jemo velika semena, v katerih je veliko beljakovin, rudnin, vitaminov in maščob. Ker je preko 80 % teh maščob nenasičenih, zavzemajo oreški vse pomembnejše mesto v prehranjevalnih navadah razvitega sveta (Solar, 2005). Kljub veliki pomembnosti v prehrani za ljudi, to ni dobro za rastline, saj so v semena vložila veliko surovin in energije. Kljub temu jih zaradi obilne letine nekaj vedno ostane in se nekako razširjajo na nova območja. Drevesom in grmom pri tem najbolj »pomagajo« veverice, saj so znane po tem, da nabrane oreške zakopljejo, potem pa nanje pozabijo. Tudi ptice skrivajo semena na podoben način.

Zelo hranilne oreške z veliko maščob so nabirali že v daljni preteklosti. Zaradi industrijskega razvoja se je povpraševanje po oreških povečalo, saj so dobra surovina za svetilna olja in maziva, margarino, mila in kozmetične izdelke. Ostanki predelanih oreškov so hranilna krma za živino in prav to je v devetnajstem stoletju omogočilo intenzivnejšo rejo domačih živali. Oreški tedaj niso bili več darilo divjine, ampak so jih že v velikem obsegu gojili.

Leska (*Corylus avellana* L.) je naš najpogostejši grm, močne rasti in razvejan. Spomladi nas med prvimi razveseli z rumenimi mačicami in malimi rdečimi ženskimi cvetovi. Plod je lešnik, ki smo ga vsi veseli. Leska s svojim odpadlim listjem izboljšuje gozdna tla. Njeni popki so pozimi pomembna hrana za rastlinojedo divjad.

Za raziskavo smo se odločili v upanju, da bi posredno vsaj malo pripomogli k lažjemu, hitrejšemu in kakovostnejšemu razvoju naprave za strojno drobljenje lešnikov, kar bi posledično pomenilo hitrejšo predelavo lešnikov in s tem mogoče tudi večje zanimanje pridelovalcev za to rastlino.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Lesko (*Corylus avellana* L.) pri nas gojimo predvsem zaradi njenih plodov. Sorte leske lahko razlikujemo tudi po fizikalnih lastnostih plodov; te pa so pomembne tudi pri trenju plodov in njihovi nadaljnji obdelavi. Poznavanje fizikalnih lastnosti lešnikov bomo uporabili pri transportu, sušenju, skladiščenju, drobljenju in drugih opravilih.

1.3 NAMEN DELA

Z raziskavo fizikalnih lastnosti plodov leske želimo pomagati pri konstruiranju strojev za drobljenje lupinarjev, v našem primeru lešnikov, zato bomo primerjali fizikalne lastnosti plodov, ki vplivajo na drobljenje plodov. Proučili bomo tudi povezanost med fizikalnimi in morfološki lastnostmi plodov treh sort leske: 'Istrska dolgoplodna leska', 'Tonda gentile delle langhe' in 'Fertile de coutard'. Za slučajno izbrane vzorce lešnikov bomo od morfoloških lastnosti izmerili velikost ploda po dolžini in širini ter maso. Plodove leske

bomo drobili s stiskalnim strojem na dva načina: v prvem primeru bo sila delovala po višini ploda, v drugem pa po širini ploda. Merili bomo silo, ki je potrebna, da se lupina lešnika zdrobi, in deformacijo lupine tik pred zdrobitvijo lupine. Na osnovi velikosti deformacije in uporabljene sile bomo izračunali delo, potrebno za zdrobitev lupine ploda. Predpostavljamo, da so fizikalni pogoji za drobljenje lešnikov odvisni od tega, v kakšni smeri deluje sila stiskalnega stroja, in da je to lahko povezano z morfološkimi lastnostmi plodov lešnika.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RODNOST IN SPRAVILO PRIDELKA

Leska zarodi razmeroma počasi. Roditi začne navadno v četrtem letu razvoja, ko lahko oberemo do 300 kg lešnikov na hektar. Nato se pridelki zvečujejo do polne rodnosti, v devetem do dvanajstem letu na 1000 kg do 1500 kg plodov na hektar (Žaberl, 1991).

Lešnike lahko uživamo tudi še ne povsem zrele, vendar so ti v tem primeru slabše kakovosti in se slabo ohranjajo v skladišču – dlje časa se ohranijo le zreli. Najbolje bi bilo, če bi jih pustili na leski, dokler ne bi sami odpadli, vendar jih navadno prej poberejo živali. Pri nas nabiramo lešnike avgusta in septembra; odvisno od sorte in podnebnih razmer. Pri isti sorti dozorevajo lešniki postopoma; najprej so zreli plodovi na obodu in v vrhu krošnje, potem še plodovi iz notranjosti krošnje. Lešnike začnemo obirati, ko luščina v spodnjem delu okrog in okrog porjavi. Obiramo jih takrat, ko se lešnik zlahka izlušči iz ovojnice. Pri nekaterih sortah, naprimer 'Istrska dolgoplodna leska' zreli lešniki ne izpadejo iz ovojnice, v takem primeru plodove pobremo skupaj z ovojnicami, ki v času zrelosti porumenijo. Ovojnice je potrebno takoj odstraniti; če se na lešnik prisušijo, jih bomo kasneje odstranili z veliko težavo (Solar, 1994). Zorenje navadno traja, odvisno od sorte, ekoloških in vremenskih razmer ter temperature, 12 do 20 dni, in sicer od sredine avgusta do konca septembra.

Lešnike nabiramo ročno ali s stresanjem grmov. Plodovi popadajo na spodaj postavljene ponjave ali primerne mreže iz sintetičnih vlaken; pridelek kasneje pretresemo v vreče ali zaboje. V eni uri obiralec nabere od 6 do 10 kg lešnikov (Sancin, 1988). Za ročno obiranje in čiščenje lešnikov pri sortah, katerih plodovi ostanejo zaviti v ovojnice, porabimo neprimerno več časa, kot za obiranje sort, pri katerih lešniki sami izpadejo. Če lešniki predolgo ležijo na tleh, se preveč ovlažijo, zaradi česar jih je težje in dražje sušiti, zato priporočajo pobiranje odpadlih plodov redno vsakih pet do sedem dni.

Dandanes, predvsem v večjih nasadih, obiramo leske strojno. Pred zorenjem lešnikov v teh nasadih zemljo plitvo obdelamo, zravnamo in zvaljamo. Grme stresemo s posebnimi samohodnimi stroji ali traktorskimi priključki, plodove pa pobiramo s tal s posebnimi sesalci, ki so lahko samohodni ali pa priključeni na traktor. Ti stroji delujejo na principu sesalne cevi, s katerimi pobiramo plodove, ki pa se nato v stroju očiščeni zbirajo v vrečah. Za sorte, pri katerih ostanejo lešniki zaviti v ovojnicah, so v strojih tudi posebne naprave za čiščenje ovojnic. S strojem in tremi delavci je možno pobrati od 120 do 700 kg lešnikov na uro, odvisno od vrste stroja, izpadanja lešnikov iz ovojnice in količine hektarskega pridelka (Žaberl, 1991). Ker lešniki ne zorijo enakomerno, jih pobiramo dvakrat do trikrat na sezono.

Po obiranju je treba lešnike takoj osušiti, tako da vsebujejo največ 12 % vlage. To dosežemo v toplejših krajih (Primorska) s sušenjem na soncu. Manjše količine lešnikov sušimo na lesenih podih v zračnih prostorih. Plast plodov sme biti debela največ 10 cm. Med sušenjem jih je treba pogosto mešati - v prvih dneh po 2 do 3 krat na dan, kasneje vsaj enkrat na dan (Solar, 1994). V hladnejših klimatskih razmerah lešnike sušimo v posebnih sušilnicah, ki zagotavljajo mešanje lešnikov v toku toplega zraka. Najvišja dopustna

temperatura dovajanega zraka je 40 °C. Pri višjih temperaturah bi prišlo do oksidacije nenasičenih maščobnih kislin v jedrcih, ki bi tako postala žarka (Solar, 1994).

Trg največkrat zahteva le najbolj kakovostna jedrca z ne več kot 6 % vlage. Jedrca pakiramo za prodajo na drobno po 10 dkg v celofanske vrečke, za prodajo na veliko pa v papirnate vreče po 20 kg. Tako pripravljene lešnike hranimo v čistih, suhih in dovolj hladnih prostorih, tudi do dvanajst mesecev. Najuspešneje pa lešnike skladiščimo v hladilnicah pri temperaturi 2 °C z relativno vlago 75 %. (Bunemann in Hansen, 1973, cit. po Žaberl, 1991) navajata, da je v atmosferi s skoraj 100 % dušika možno shranjevati lešnike do dve leti, če je v plodovih manj kot 10 % vlage. Jedrca je težje skladiščiti kot lešnike v luščini, ker na svetlobi hitro postanejo žarki. Običajno jih hranimo v celofanskih vrečkah, temno modre ali zelene barve, ki ne prepuščajo svetlobe.

Med skladiščenjem moramo paziti, da se zračna vlažnost ne poveča preveč, ker postanejo v tem primeru lešniki občutljivi za bolezni. Prevelika relativna vlažnost lahko povzroči razvoj plesni. Paziti moramo tudi na temperaturo, saj se plodovi pri precej nižji temperaturi lahko začnejo čezmerno izsuševati.

Lešnikov ne shranjujemo skupaj z drugim sadjem ali zelenjavo, ker se lahko navzamejo tujega vonja.

Lešnike damo v promet kot lešnike v luščinah in lešnike v jedrcih. Lešniki sodijo med proizvode, za katere je treba sprejeti standarde. V ta namen in zaradi ohranjanja preglednosti na svetovnem trgu je treba upoštevati standard za neoluščene lešnike, ki ga priporoča Delovna skupina za standardizacijo pokvarljivih proizvodov in razvoj kakovosti pri Ekonomski komisiji OZN za Evropo (UN/ECE).

Uporaba teh standardov naj bi s trga odstranila proizvode nezadostne kakovosti, uskladila proizvodnjo z zahtevami potrošnikov in pospešila trgovino, ki bo temeljila na poštenih konkurenci, s čimer bi se pripomoglo tudi k večji donosnosti proizvodnje. Standardi zato veljajo za vse faze trženja (Standard..., 2002).

DOLOČBE GLEDE KAKOVOSTI

Namen tega standarda je opredeliti zahteve glede kakovosti neoluščenih lešnikov po pripravi in pakiranju.

Lešniki vseh razredov, pri čemer za vsak razred veljajo posebne določbe in dovoljena odstopanja, morajo biti:

- glede značilnosti lupine (minimalne zahteve)
 - lepo oblikovani; oblika lupine nima vidnih pomanjkljivosti,
 - celi; rahle površinske poškodbe se ne štejejo kot pomanjkljivost,
 - zdravi; brez pomanjkljivosti, ki vplivajo na naravno ohranjanje kakovosti plodu,
 - brez poškodb, ki jih povzročijo škodljivci,
 - čisti; praktično brez vidnih nečistoč,
 - suhi; brez prekomerne zunanje vlage,
 - brez priraslih ovojkovih listov (ovojkovi listi lahko prekrivajo največ 5 % celotne površine lupine posameznega plodu).

- glede značilnosti jedrca (minimalne zahteve)
 - celi; rahle površinske poškodbe se ne štejejo kot pomanjkljivost,
 - zdravi; jedrca, ki gnijejo ali se kvarijo, tako da niso primerna za uporabo, se izločijo,
 - dovolj razviti; zgrbančena ali izsušena jedrca morajo biti izločena,
 - čisti; praktično brez vidnih nečistoč,
 - brez živega ali neživega mrčesa na katerikoli stopnji razvitosti,
 - brez poškodb, ki jih povzročijo škodljivci,
 - brez plesnivih vlaken, vidnih s prostim očesom,
 - brez žarkosti,
 - brez prekomerne zunanje vlage,
 - brez tujega vonja in/ali okusa,
 - brez madežev (vključno s prisotnostjo črne barve) ali kvarjenja, zaradi katerega ne bi bili primerni za uporabo.

Neoluščeni lešniki morajo biti obrani, ko so povsem zreli. Lešniki ne smejo biti votli. Razvitost in stanje lešnikov morata biti takšna, da ti lahko:

- prenašajo prevoz in ravnanje z njimi ter
- prispejo v namembni kraj v zadovoljivem stanju.

Vsebnost vlage pri lešnikih ne sme presegati 12 % za celotni lešnik in 7 % za jedrce.

RAZVRSITEV

Lešniki se razvrščajo v tri v nadaljevanju opredeljene razrede:

- razred "ekstra"

Lešniki v tem razredu morajo biti najvišje kakovosti. Njihove lastnosti morajo biti tipične za sorto in/ali komercialni tip. Lešniki morajo biti brezhibni, z izjemo zelo rahlih površinskih pomanjkljivosti pod pogojem, da te ne vplivajo na njihov splošni videz, kakovost, skladiščno sposobnost in videz vsebine pakiranja. Najmanjši premer plodov tega razreda mora biti najmanj 16 mm.

- razred I

Lešniki v tem razredu morajo biti dobre kakovosti. Njihove lastnosti morajo biti značilne za sorto in/ali komercialni tip. Dopustne so rahle pomanjkljivosti pod pogojem, da ne vplivajo na splošni videz, kakovost, skladiščno sposobnost in videz vsebine pakiranja. Najmanjši premer plodov mora biti najmanj 14 mm.

- razred II

V ta razred se uvrščajo lešniki, ki ne izpolnjujejo zahtev za vključitev v razred "ekstra" in razred I, izpolnjujejo pa zgoraj navedene minimalne zahteve. Dopustne so rahle pomanjkljivosti pod pogojem, da so ohranjene osnovne značilnosti glede kakovosti, skladiščne sposobnosti in videza vsebine pakiranja. Velikost premera plodov v tem razredu nima omejitve (lahko jo določimo ali ne).

2.2 UPORABA RAZLIČNIH METOD PRI TRENJU LEŠNIKOV

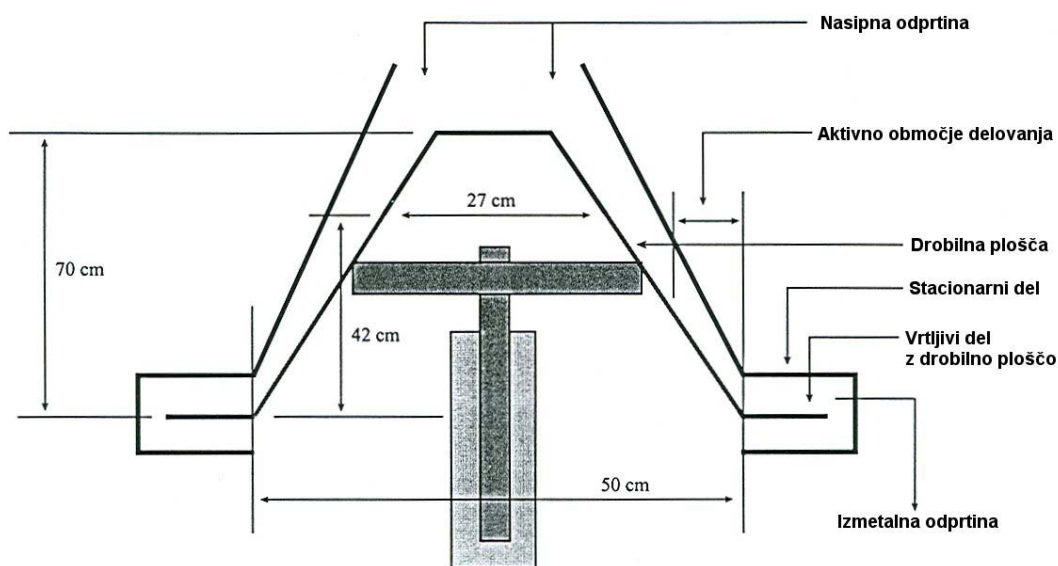
Čeprav je leska že dolga leta razširjena po celi državi, pridelovalci še danes trejo plodove ročno. V Sloveniji do danes še ni izdelanega drobilnika lešnikov. Obstajajo samo različni patenti za izdelavo. Ponekod po svetu uporabljajo idejne izvedbe drobilnikov v omejenem obsegu kakovosti drobljenja lupinarjev. Izvedbe so prirejene iz industrijskih drobilnikov, ki so namenjeni drobljenju drugih trdih materialov (kamenja, trde zemlje, ...).

Lešnik nima enakomerne oblike in je tridimenzionalni objekt s tremi različnimi premeri v vsaki smeri in lahko izstopa iz kalibratorja pri sortiranju skozi različne odprtine. Pogoj za to je, da je površina najmanjšega preseka manjša od odprtine na kalibratorju.

Pri trenju se ugotavlja kakovost izluščenega jedrca. Za nepoškodovano jedrce štejemo vsako jedrce, ki ima poškodovano površino manjšo od 2 mm, globina poškodbe pa je manjša od 1 mm. Podobna pravila so določena tudi za zlomljena jedrca in jedrca, ki po trenju še vedno ostanejo v lupini.

2.2.1 Stožčasti drobilnik

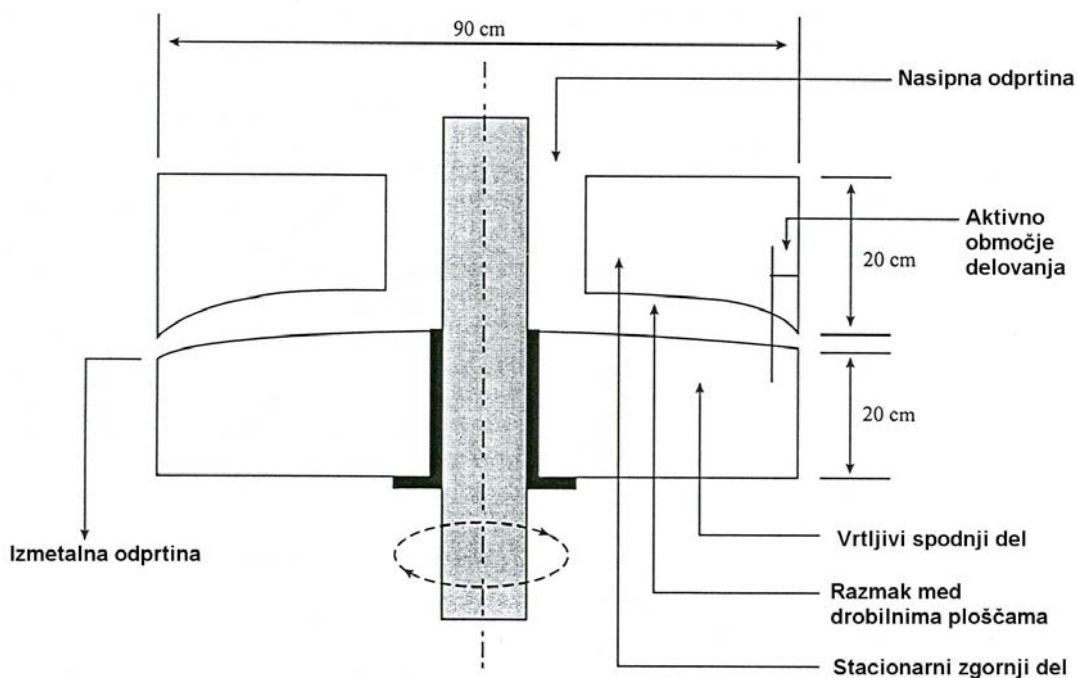
Stožčasti drobilnik je sestavljen iz dveh stožcev (slika 1). Spodnji stožec se nahaja v notranjosti zgornjega, večjega stožca, ki je fiksni (zunanje dimenzije: višina 55 cm, premer na dnu 70 cm). Razmak med stožcema je nastavljiv in se zmanjšuje od vrha proti dnu stožcev. Stožčasti drobilnik je opremljen s ploščami (višina 42 cm, premer na vrhu 27 cm in premer na dnu 50 cm), zato da upočasni premikanje lešnikov skozi drobilnik. Velika plošča ima eliptične izvrtine v velikosti 6 mm x 18 mm in se uporablja za trenje lešnikov s premerom več kot 15 mm, manjša plošča pa ima izvrtine v velikosti 4 mm x 20 mm in se uporablja za trenje lešnikov manjšega premera.



Slika 1: Shematski prikaz stožčastega drobilnika (Özdemir in Özilgen, 1997).

2.2.2 Kamniti drobilnik

Kamniti drobilnik je sestavljen iz dveh kamnitih plošč, obe plošči sta visoki 20 cm s premerom 90 cm (slika 2). Spodnja plošča je rahlo konveksna in se vrti s hitrostjo 135 obr/min. Zgornja konkavna plošča je stacionarna in ima v sredini vdolbino, globoko 5 cm. Razmak med ploščama je nastavljiv.

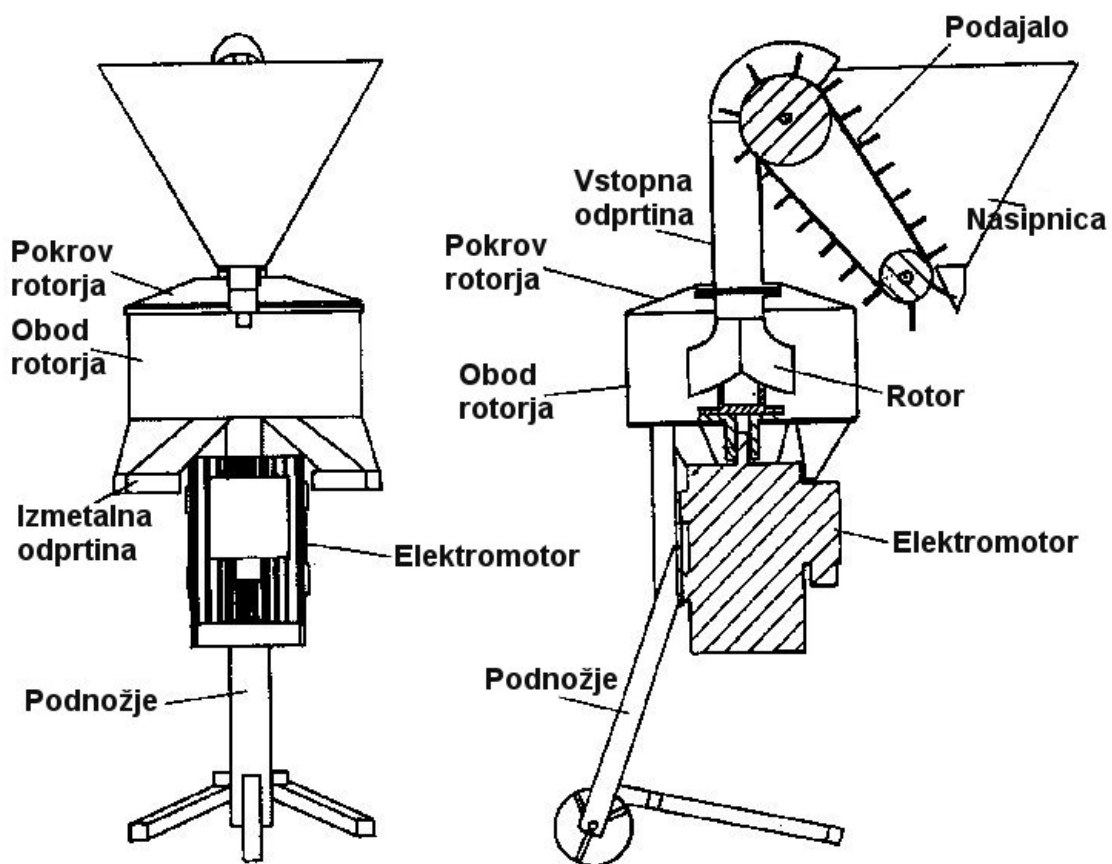


Slika 2: Shematski prikaz kamnitega drobilnika (Özdemir in Özilgen, 1997).

2.2.3 Centrifugalni drobilnik lešnikov

Na Biotehniški fakulteti je prof. dr. Rajko Bernik, predstojnik Katedre za kmetijsko mehanizacijo, prijavil patent centrifugalnega drobilnika orehov in lešnikov. Drobilnik 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 lešnikov, na spodnji strani pa se valj razcepi na dva dela in se razširi v smeri osi vrtenja. Lešnik vstopi v rotor na zgornji strani in zaradi centrifugalne sile z veliko hitrostjo izstopi na spodnji strani ter zadane ob odob rotorja. Za boljši učinek drobljenja so na obod rotorja pritrjeni kotniki.

Za potrebe opravljanja preizkusov je elektromotor na drobilniku opremljen s frekvenčnim regulatorjem, s katerim lahko uravnavamo hitrost vrtenja rotorja. Na Biotehniški fakulteti je bilo s centrifugalnim drobilnikom opravljeno nekaj poskusov.



Slika 3: Shematski prikaz centrifugalnega drobilnika (Patent drobilnik..., 2000).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

3.1.1 Analizirane sorte

V raziskavo fizikalnih lastnosti ploda leske (*Corylus avellana* L.) smo vključili tri sorte:

- 'Istrska dolgoplodna leska' (slika 3),
- 'Tonda gentile delle langhe' (slika 4),
- 'Fertile de coutard'.

'Istrska dolgoplodna leska' je stara populacija leske, ki je najbolj razširjena v zahodni Istri. 'Tonda gentile delle langhe' je italijanska sorta, 'Fertile de coutard' pa je sorta, za katero poreklo ni povsem znano.

- 'Istrska dolgoplodna leska'

Izvor: stara populacija leske, razširjena v zahodni Istri.

Grm: je srednje močne rasti in razvija obilo koreninskih poganjkov. Potrebuje toplejše podnebje, predvsem pa mu ugovajajo vinogradniške lege. Grm je srednje odporen proti brstni pršici (*Phytoptus avellanae*) in manj proti lešnikarju (*Curculio nucum*).

Cvetenje in oploditev: navadno cveti srednje zgodaj. Zelo dobro ga oprašujejo sorte: 'Halska orjaška' in 'Dolga landsberška leska'.

Rodnost: zelo dobro rodi.

Plod: lešniki zorijo srednje zgodaj (avgusta), so debeli do zelo debeli, zelo privlačnega videza, podolgovate oblike, s srednje do debelo luščino. Masa jederc je glede na maso lešnika relativno majhna (42 %). Premer oziroma debelina plodov znaša od 17 do 22 mm. Po praženju pri 125 °C, povrhnjica zlahka odstopa pri več kot 90 % jedrc, kar je zelo ugodno pri pripravi za izdelavo masla ali olja. Lešniki ostajajo ob zorenju zaviti v ovojnico, ki jo je treba dodatno odstraniti – zato jih težje in počasneje obiramo. Zaradi velikih in podolgovatih plodov je strojno luščenje manj uspešno, saj se lomijo jedra, v katerih olja oziroma maščobne kisline hitreje oksidirajo – jedra se kvarijo (Črnko in sod., 1990).



Slika 4: Plod sorte 'Istrska dolgoplodna leska' (Sancin, 1988: 238).

Priporočilo za gojenje: izplen je več kot 45 %. V sadni izbor za Slovenijo je sorta 'Istrska podolgovata (debeloplodna) leska' uvrščena zato, ker je najbolj razširjena v obstoječih nasadih in je zanj mogoče vedno priskrbeti dovolj sadik. Obenem pa je priporočena za sajenje v vrtovih za samooskrbo (Črnko in sod., 1990).

- 'Tonda gentile delle langhe'

Izvor: razširjena je na območju južnega dela Piemonta v Italiji. Potrebuje toplejše podnebje, v primerjavi z drugimi sortami prenese nekoliko bolj alkalna oziroma apnena tla. Manj uspešno se prilagaja drugačnim okoljskim razmeram.

Grm: raste bujno in razvije veliko koreninskih poganjkov. Grmi so neodporni proti brstni pršici (*Phytoptus avellanae*), toda dokaj dobro prenašajo nižje temperature v zimskem času.



Slika 5: Grm sorte 'Tonda gentile delle langhe' (Tonda..., 2005).

Cvetenje in oploditev: moške rese razvija najprej med vsemi sortami, ki jih priporočamo v sadnem izboru. Ženska socvetja cvetijo še precej po končanem prašenju.

Rodnost: rodi v petem do šestem letu rasti in rodi dobro do zelo dobro.

Zorenje: lešniki zorijo razmeroma zgodaj, celo v sredini avgusta - to je odvisno od podnebnih razmer.

Plod: lešnik je srednje debel do srednje droben, skoraj okrogle oblike, s tanko luščino. Izplen je 43 % do 47 %. Plodovi, ki imajo takšne lastnosti, so zelo primerni za predelavo v različne izdelke živilske industrije. Po praženju povrhnjica zlahka odstopa od približno 80 % jedrc (Črnko in sod., 1990).

- 'Fertile de coutard'

Izvor: poreklo sorte ni povsem znano; morda je francoska sorta, morda ameriška, odbrana iz neke španske populacije.

Grm: raste zelo bujno. Je nekoliko bolj občutljiv za lešnikarja (*Curculio nucum*) in malo za brstno pršico (*Phytoptus avellanae*).

Cvetenje in oploditev: cveti in brsti zelo zgodaj. Zanj priporočajo opraševalne sorte 'Negret', 'Tonda gentile delle langhe'.

Rodnost: rodi obilno.

Zorenje: zori sredi septembra.

Plod: plod je velik, široko okroglast z razmeroma debelo luščino, temno kostanjeve barve. Jedrce je okroglo. Izplen jedrca je do 46 %.

Priporočilo za gojenje: primerna je za gojenje v vrtovih in nasadih na vseh območjih Slovenije.

3.1.2 Čas in lokacija meritev

Lešnike smo nabirali na poskusnem polju v okolici Maribora leta 2004. Na Oddelku za lesarstvo, Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani so bile v laboratoriju opravljene meritve velikosti plodov po višini in premeru in mase plodov. Preizkusi trdnostnih lastnosti lupine so bili izvedeni v Laboratoriju za nelinearno mehaniko na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. Meritve so bile opravljene v letu 2005.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Vrste meritev in analiz

Merili, ocenjevali in analizirali smo tiste fizikalne lastnosti lešnikov, ki za naše potrebe najboljše predstavljajo določeno sorto.

Pri slučajno izbranih vzorcih lešnikov smo merili:

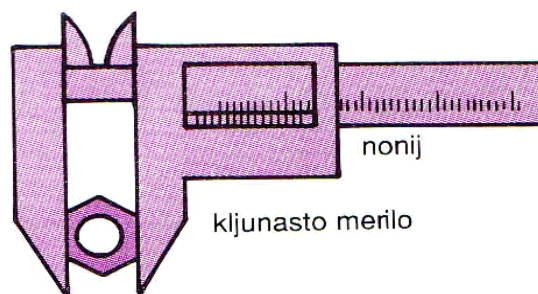
- velikost ploda po dolžini,
- velikost ploda po širini,
- maso ploda,
- silo, ki je bila potrebna, da se lupina lešnika zdrobi,
- deformacijo lupine tik pred zdrobitvijo lupine.

Na osnovi velikosti deformacije in uporabljene sile smo izračunali delo, potrebno za zdrobitev lupine ploda. Razlike med povprečji omenjenih spremenljivk smo ovrednotili na osnovi analize variance.

3.2.1.1 Meritve velikosti plodov

Meritve velikosti plodov po višini in premeru smo opravili s kljunastim oziroma pomičnim merilom (slika 6). Kljunasto oziroma pomično merilo je sestavljeno iz vodilnega ravnila z nepomičnim kljunom in pomičnega dela z nonijem. Za učvrstitev pomičnega 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 dimenzije 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 6: Kljunasto merilo (Breuer, 1993: 28).

3.2.1.2 Meritve mase plodov

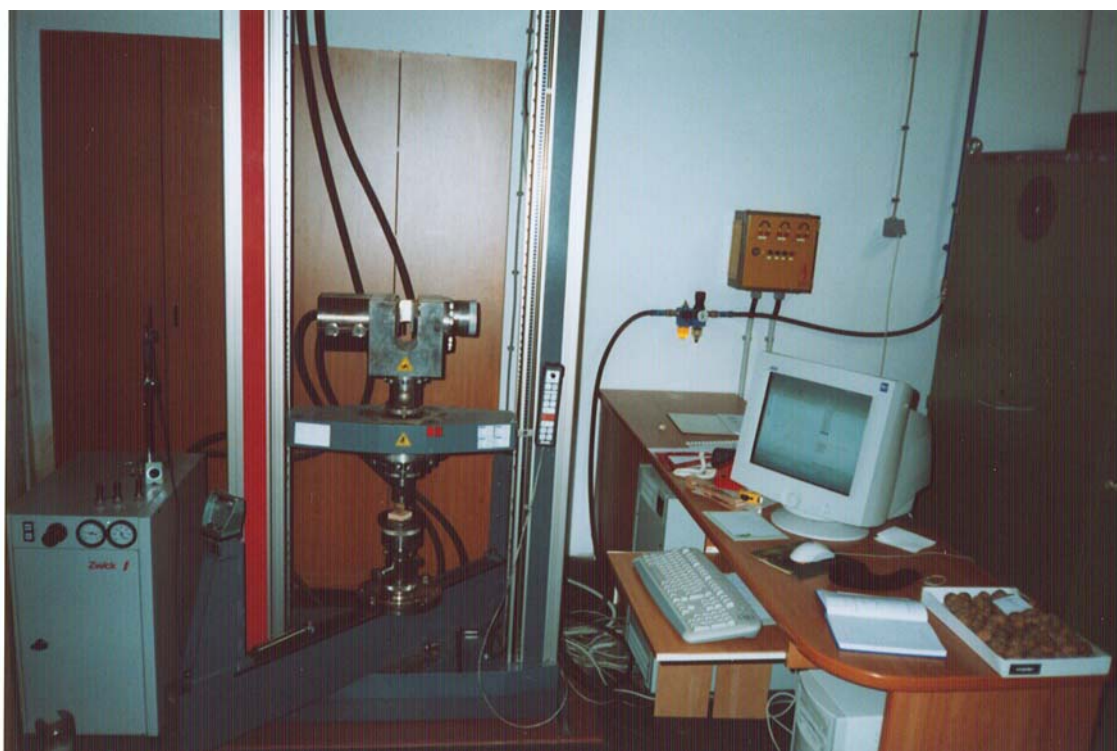
Meritve mase smo vedno začeli z umiritvijo tehtnice. Nato smo nanjo polagali vsak lešnik posebej in odčitali rezultate. Tehtnica, ki smo jo uporabljali, je imela natančnost 0,01 g in zmožnost tehtanja vzorcev do mase enega kilograma. Meritve smo opravljali v nepropustno zaprtem prostoru, ker so se drugače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

3.2.1.3 Meritve trdnostnih lastnosti lupine

Preizkus trdnostnih lastnosti lupine (tlačni preizkus) smo opravili na posebni tlačni stiskalnici (slika 7), in sicer v dveh smereh obremenitve: po višini in premeru lešnika. Merili in opazovali smo silo (N), potrebno za nastanek deformacije lupine.

Za vsako meritve posebej smo plod vpeli v čeljusti primeža, ki služita za vpenjanje in trdno prijemanje vzorca pri meritvi. Nato smo v računalnik, ki je sestavni del naprave za tlačni preizkus, vnesli podatke o lešniku. Tlačni ploskvi stiskalnice z natanko določeno naraščajočo silo (F), pravokotno na površino lešnika v točki dotika iz zgornje in spodnje strani naenkrat, stiskata vzorec. Računalnik hkrati izračunava rezultate, izpisuje preglednice z rezultati in statistiko ter izrisuje diagram o sili (F) in deformaciji (mm) lupine lešnika oziroma spremembi začetne višine ploda.

Odpor, ki ga vzorec vrača, nam kaže njegove lastnosti in obnašanje v nadaljnjih raziskavah in uporabi.



Slika 7: Posebna tlačna stiskalnica (foto: J. Tršelič, 2006).

3.2.1.4 Statistične metode

Za primerjavo povprečnih morfoloških lastnosti med sortami smo naredili multivariatno analizo variance (MANOVA).

Povprečne fizikalne lastnosti lešnikov pri drobljenju v dveh različnih dimenzijah smo ovrednotili z ANOVO za dvofaktorski poskus: en faktor je bila sorta (tri sorte), drugi faktor pa smer drobljenja lešnikov (po višini, po širini). V primeru, da je ANOVA pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med obravnavanji, smo naredili še LSD preizkus mnogoterih primerjav.

4 REZULTATI IN MERITVE

4.1 MERITVE VELIKOSTI IN MASE PLODOV

Rezultati meritev velikosti plodov po širini in dolžini ter mase plodov se nanašajo na 68 plodov 'Istrske dolgoplodne leske', 70 plodov sorte 'Tonda gentile delle langhe' in 67 plodov sorte 'Fertile de coutard' letnika 2004, ki so bili nabrani na poskusnem polju v okolici Maribora.

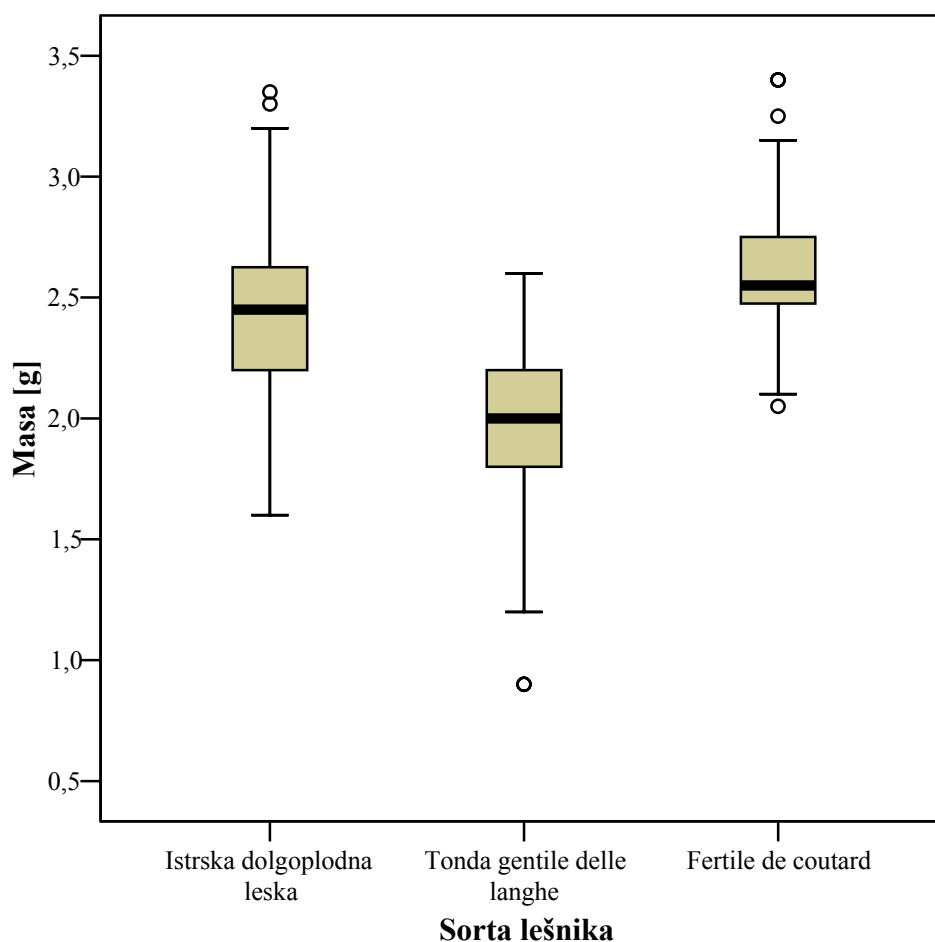
Preglednica 1: Mediana, povprečje, standardna napaka in intervali zaupanja za maso, višino in premer (črke a, b, c pri povprečju predstavljajo statistično značilne razlike).

Odkvisna spremenljivka	Sorta	Mediana	Povprečje	Standardna napaka	95 % interval zaupanja	
					Spodnja meja	Zgornja meja
Masa (g)	'Fertile de coutard'	2,55	2,62 (c)	0,04	2,55	2,70
	'Istrska dolgoplodna leska'	2,45	2,43 (a)	0,04	2,36	2,51
	'Tonda gentile delle langhe'	2,00	1,94 (b)	0,04	1,87	2,02
Višina (mm)	'Fertile de coutard'	20,50	20,67 (b)	0,11	20,45	20,89
	'Istrska dolgoplodna leska'	23,20	23,12 (c)	0,11	22,9	23,33
	'Tonda gentile delle langhe'	16,90	16,74 (a)	0,11	16,53	16,95
Premer (mm)	'Fertile de coutard'	20,30	20,26 (c)	0,11	20,05	20,48
	'Istrska dolgoplodna leska'	17,80	17,71 (b)	0,11	17,5	17,93
	'Tonda gentile delle langhe'	16,80	16,76 (a)	0,11	16,55	16,97

Za grafični prikaz porazdelitve mase, višine in premera plodov leske smo uporabili okvir z ročaji. Iz slike 8 je razviden kvartilni razmik (razlika med prvim in tretjim kvartilom), mediana (srednja vrednost, od katere je polovica vrednosti manjših ali enakih, ter polovica vrednosti enakih ali večjih), minimum (najmanjša vrednost), maksimum (največja vrednost) in osamelci (opazovane vrednosti, ki se znatno razlikujejo od ostalih vrednosti) (Košmelj, 2002).

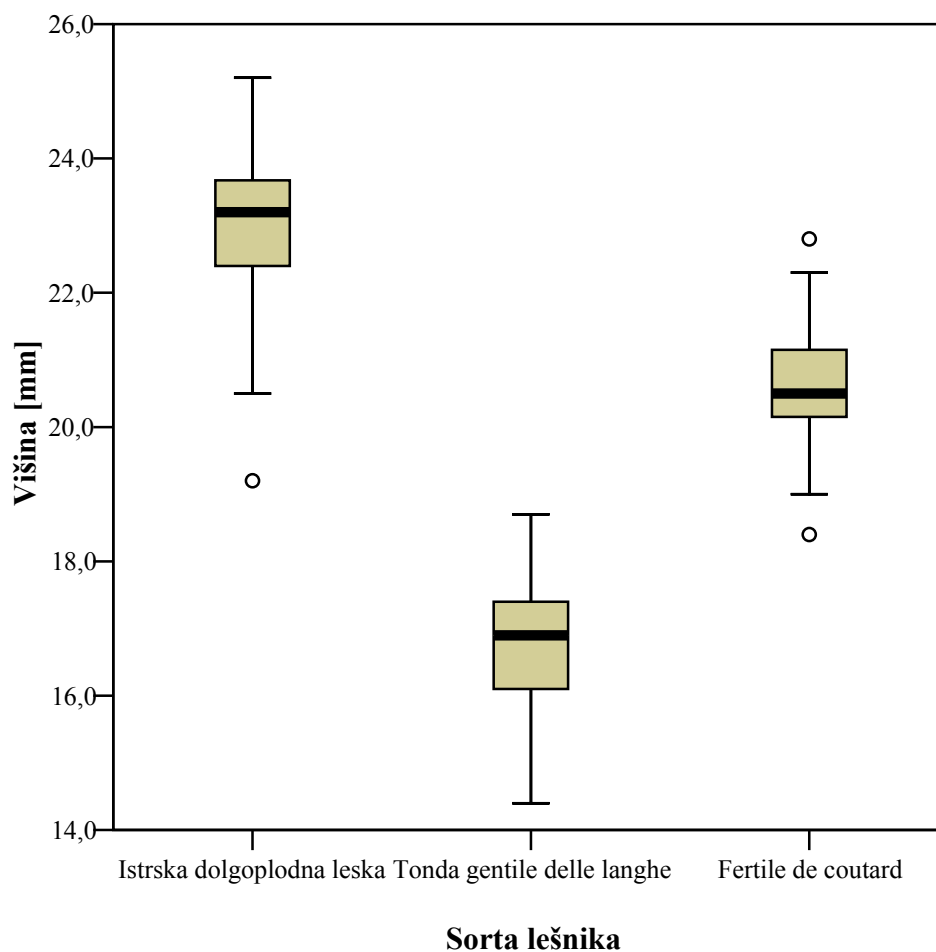
Tri spremenljivke (masa, višina in premer) so pri vseh treh sortah povezane med seboj. Pri ugotavljanju razlik med sortami glede teh treh lastnosti bomo uporabili multivariatno analizo variance (MANOVA), ki v prvi fazi daje odgovor na vprašanje, ali se sorte med seboj razlikujejo po vseh treh spremenljivkah hkrati. MANOVA za naše podatke je pokazala, da se sorte med seboj statistično značilno razlikujejo in nadaljevali smo z enosmerno ANOVO za vsako lastnost posebej (preglednica 2).

Slike 8, 9 in 10 kažejo, da so porazdelitve pri vseh treh sortah lešnika glede na variabilnost podobne, dokaj simetrične, z nekaj osamelci, ki pa zaradi velikosti vzorca ne vplivajo veliko na rezultate. Opazimo razlike med medianami za posamezne sorte, medtem ko je pri posamezni sorti razlika med mediano in povprečjem majhna. Zato bomo kot reprezentativno mero sredine v nadaljevanju vzeli povprečje.



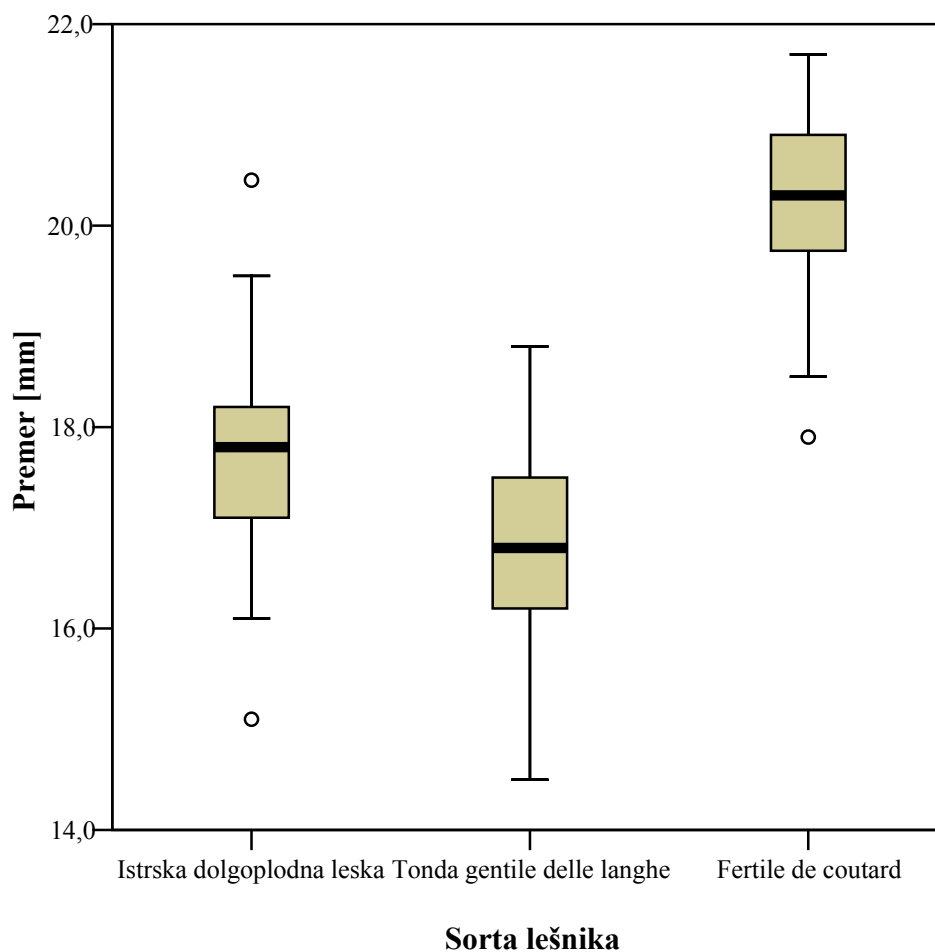
Slika 8: Porazdelitev mase (g) plodov za tri sorte leske letnika 2004.

Iz slike 8 je razvidno, da ima v povprečju najtežje plodove sorta 'Fertile de coutard' (2,62 g), sledi ji 'Istrska dolgoplodna leska' (2,43 g) in 'Tonda gentile delle langhe' (1,94 g). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha = 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med vsemi sortami.



Slika 9: Porazdelitev višine (mm) plodov za tri sorte leske letnika 2004.

Iz slike 9 je razvidno, da ima največjo povprečno višino plod sorte 'Istrska dolgoplodna leska' (23,12 mm), sledi 'Fertile de coutard' (20,67) in 'Tonda gentile delle langhe' (16,74 mm). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha = 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med vsemi sortami.



Slika 10: Porazdelitev premera (mm) plodov za tri sorte leske letnika 2004.

Iz slike 10 je razvidno, da ima v povprečju največji premer plod sorte 'Fertile de coutard' (20,26 mm), sledi mu sorta 'Istrska dolgoplodna leska' (17,71 mm) in 'Tonda gentile delle langhe' (16,76 mm). S pomočjo ANOVE in LSD preizkusa ($\alpha = 0,05$) smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med vsemi sortami.

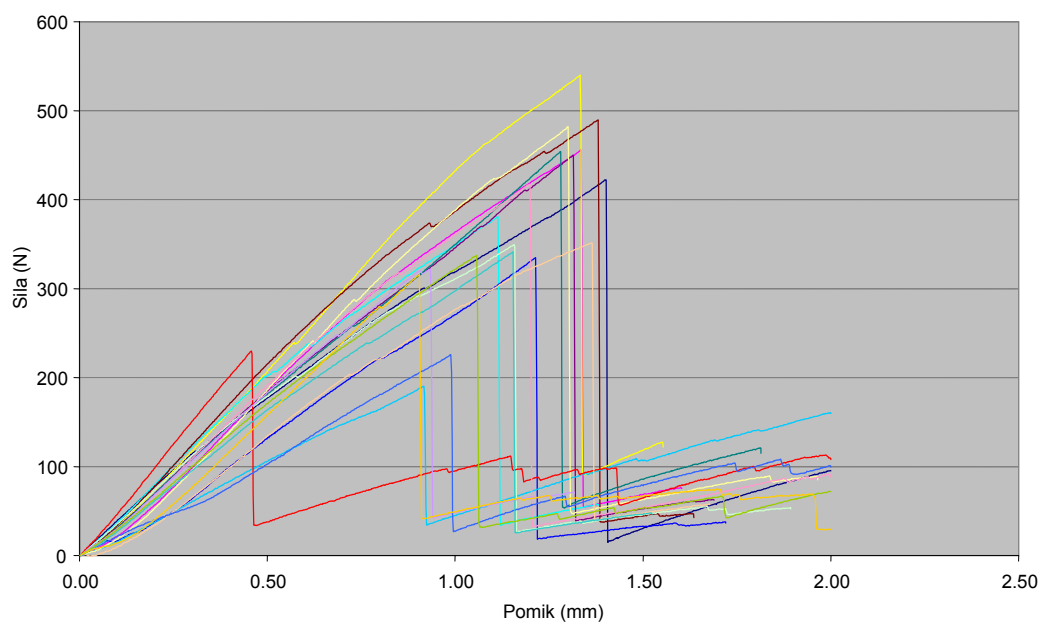
Preglednica 2: Enosmerna ANOVA za vsako spremenljivko posebej (VKO: vsota kvadriranih odklonov od povprečja, SP: stopnja prostosti, SKO: srednji kvadriran odklon).

Odvisna spremenljivka		VKO	SP	SKO	F	F _{tab}	Stopnja značilnosti
Masa (g)	Sorta	17,00	2,00	8,50	84,40	3,63	0,0000
	Ostane	20,34	202,00	0,10			
Višina (mm)	Sorta	1430,87	2,00	715,44	869,69	3,63	0,0000
	Ostane	166,17	202,00	0,82			
Premer (mm)	Sorta	446,51	2,00	223,26	281,05	3,63	0,0000
	Ostane	160,46	202,00	0,79			

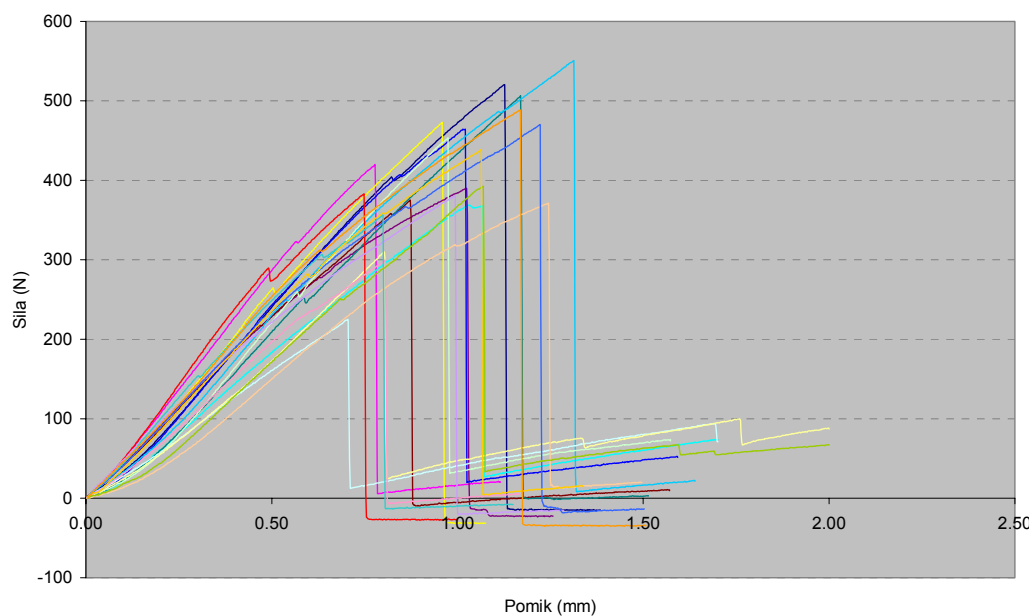
4.2 MERITVE FIZIKALNIH LASTNOSTI

Za vsako sorto posebej smo merili silo v odvisnosti od pomika. V prvem primeru je sila delovala po premeru, v drugem primeru pa je sila delovala po višini. Delo predstavlja ploščino pod krivuljo, če narišemo na y os silo in na x os pomik, in sicer tako, da upoštevamo samo meritve do pomika, pri katerem je padec vrednosti sile očiten. Lešnik se je strl ob očitnem padcu velikosti sile (glej slike 11-16). Sila narašča, dokler se lešnik ne stre, pri maksimalni sili pride do deformacije telesa, lešnikova lupina se stre. Ko začne krivulja padati, se naš stroj, s katerim smo trli lešnike, postavlja na svoje začetno mesto kar je za nas nepomembno.

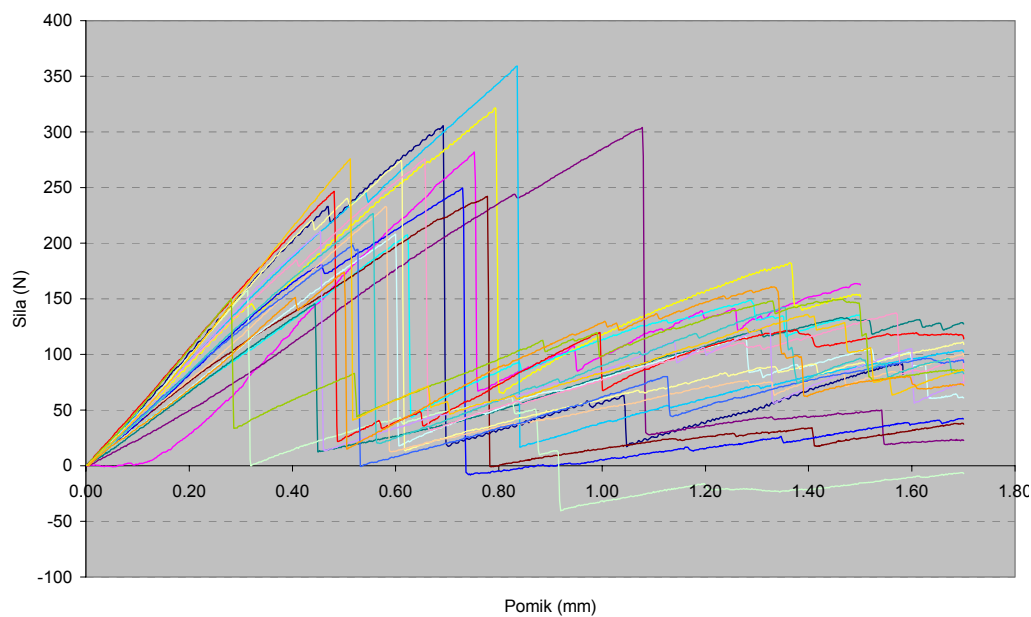
V poskusu smo naključno izbrali 42 lešnikov vsake sorte, od tega smo 21 naključno izbranih strli po višini in 21 po premeru.



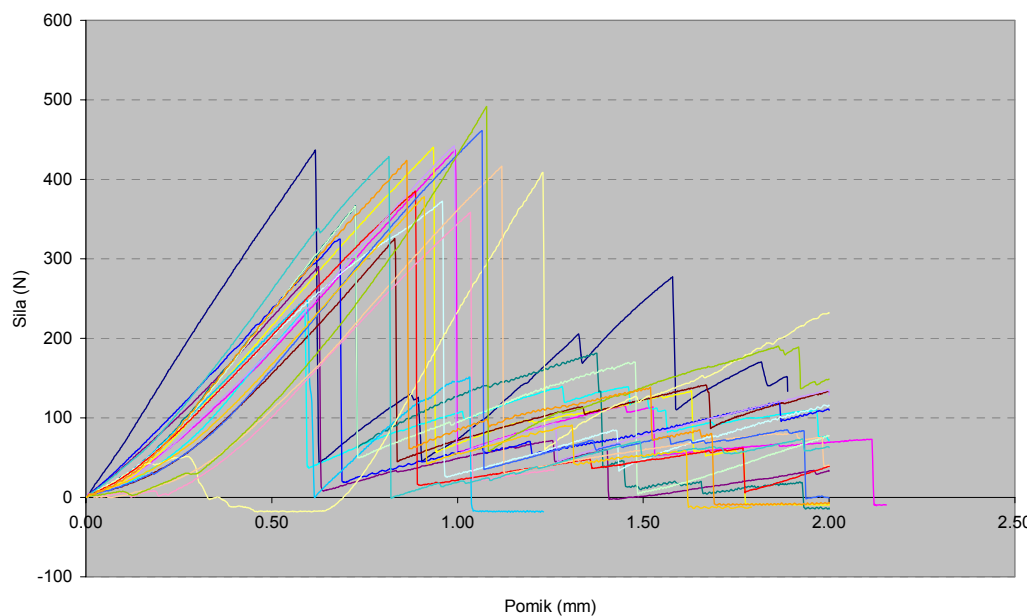
Slika 11: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Istrska dolgoplodna leska', sila je delovala po premeru. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.



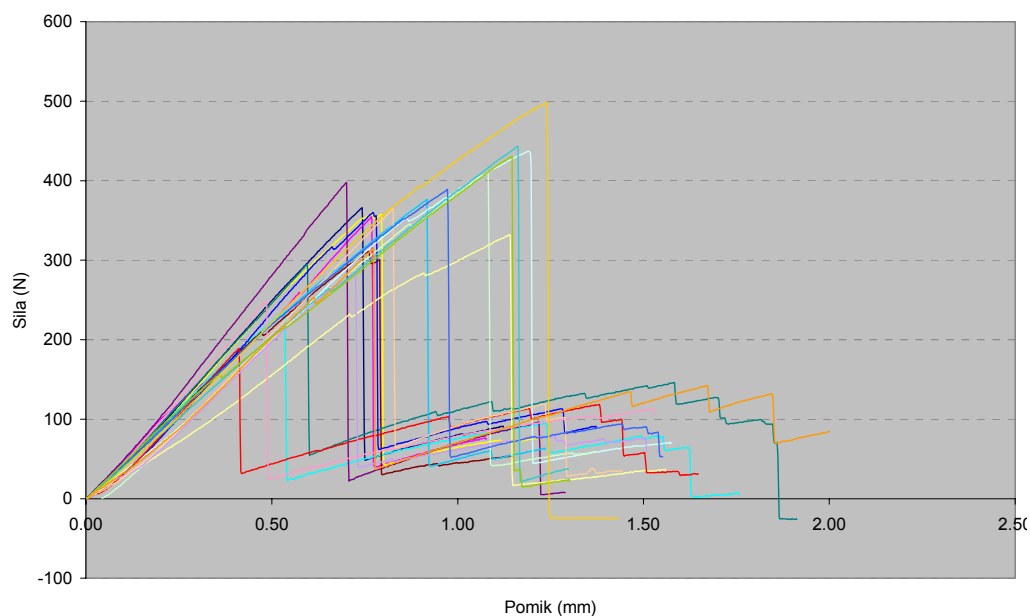
Slika 12: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Istrska dolgoplodna leska', sila je delovala po višini. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.



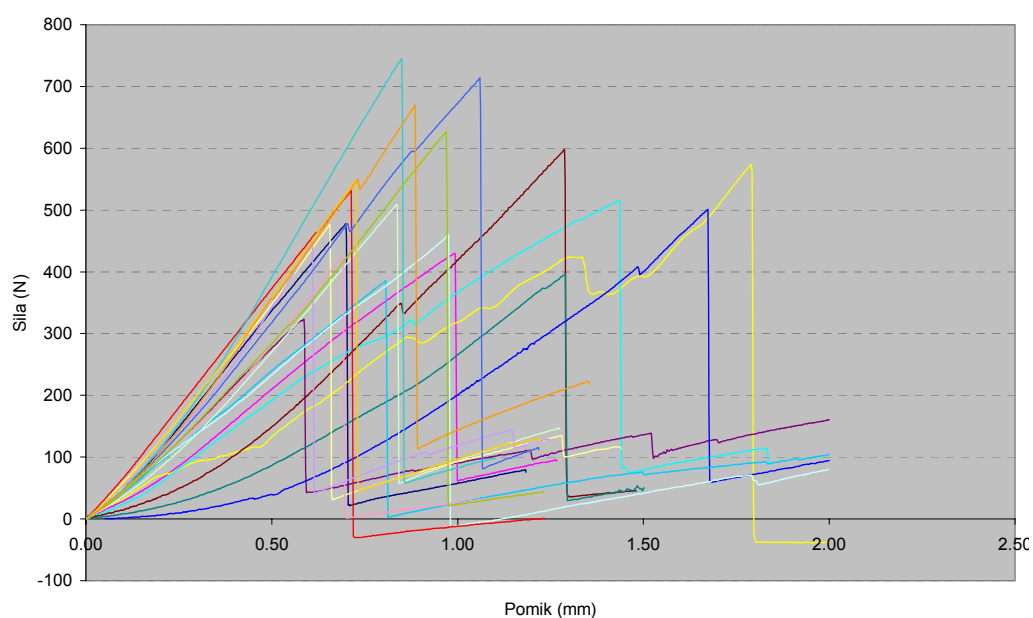
Slika 13: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Tonda gentile delle langhe', sila je delovala po premeru. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.



Slika 14: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Tonda gentile delle langhe', sila je delovala po višini. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.



Slika 15: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Fertile de coutard', sila je delovala po premeru. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.



Slika 16: Sila (N) v odvisnosti od pomika (mm) pri trenju lešnikov sorte 'Fertile de coutard', sila je delovala po višini. Z različnimi barvami so označeni poteki meritev pri različnih lešnikih.

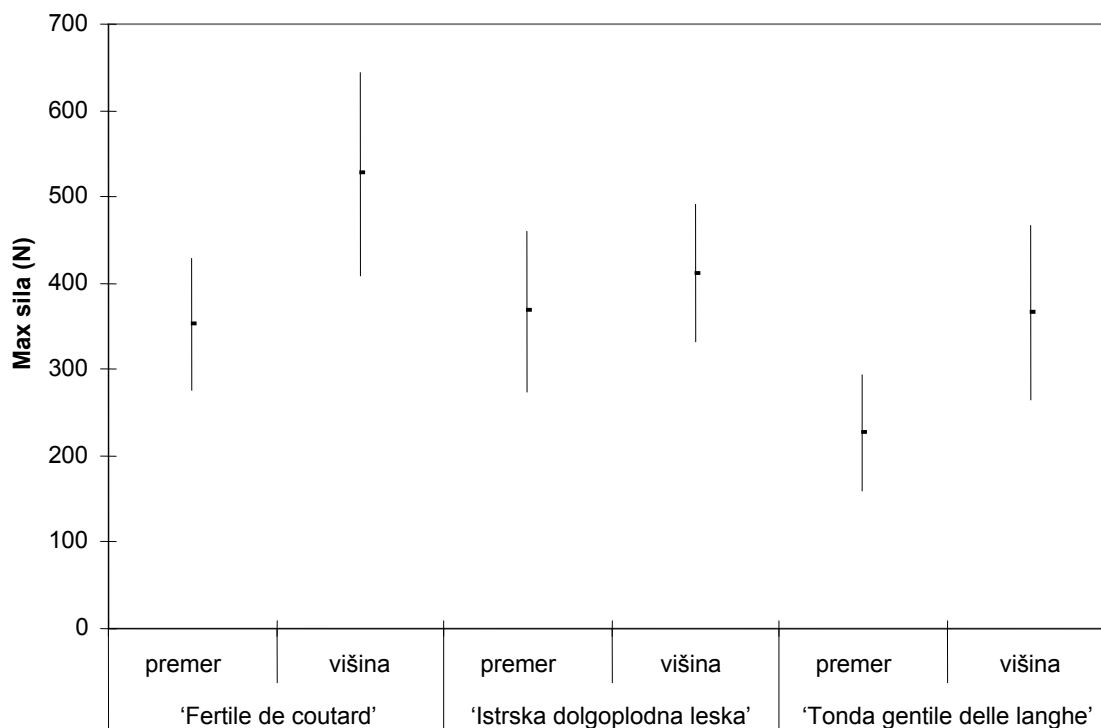
Iz danih meritev smo odčitali in analizirali tri vrednosti: silo (N), pri kateri je prišlo do trenja lupine (maksimalna sila), pomik (mm), pri katerem je prišlo do trenja lupine in uporabljeno delo (J) – ploščina pod krivuljo do točke trenja (integracija).

Preglednica 3: Opisne statistike za maksimalno silo ob delovanju sile po višini in premeru pri treh sortah leske (črke a, b, c predstavljajo statistično značilne razlike).

Sorta lešnika	Izračunane vrednosti po višini	Izračunane vrednosti po premeru
Sila (N) 'Istrska dolgoplodna leska'		
Povprečje	(b) 411,36	(b) 367,04
Std.napaka	17,38	20,19
Mediana	392,67	349,47
Minimum	225,22	190,38
Maksimum	551,05	540,21
'Tonda gentile delle langhe'		
Povprečje	(b) 365,36	(a) 227,47
Std.napaka	21,95	14,69
Mediana	378,27	226,82
Minimum	40,35	105,77
Maksimum	491,85	359,25
'Fertile de coutard'		
Povprečje	(c) 526,15	(b) 352,04
Std.napaka	25,77	16,45
Mediana	508,76	364,59
Minimum	303,61	189,32
Maksimum	745,18	498,09

Preglednica 4: ANOVA za spremenljivko maksimalna sila; podatki so transformirani z logaritemsko transformacijo.

Odvisna spremenljivka	VKO	SP	SKO	F	Stopnja značilnosti
A:Sorta	440363,00	2,00	2201852,00	26,86	0,0000
B:Sila po	444350,00	1,00	444350,00	54,21	0,0000
AB: Interakcija	94203,30	2,00	47101,60	5,75	0,0041
Ostanek	983635,00	120,00	8196,96		
Skupaj	1962551,30	125,00			



Slika 17: Povprečna maksimalna sila pri posameznih obravnavanjih. Intervali so določeni kot povprečje $\pm$ vzorčni standardni odklon.

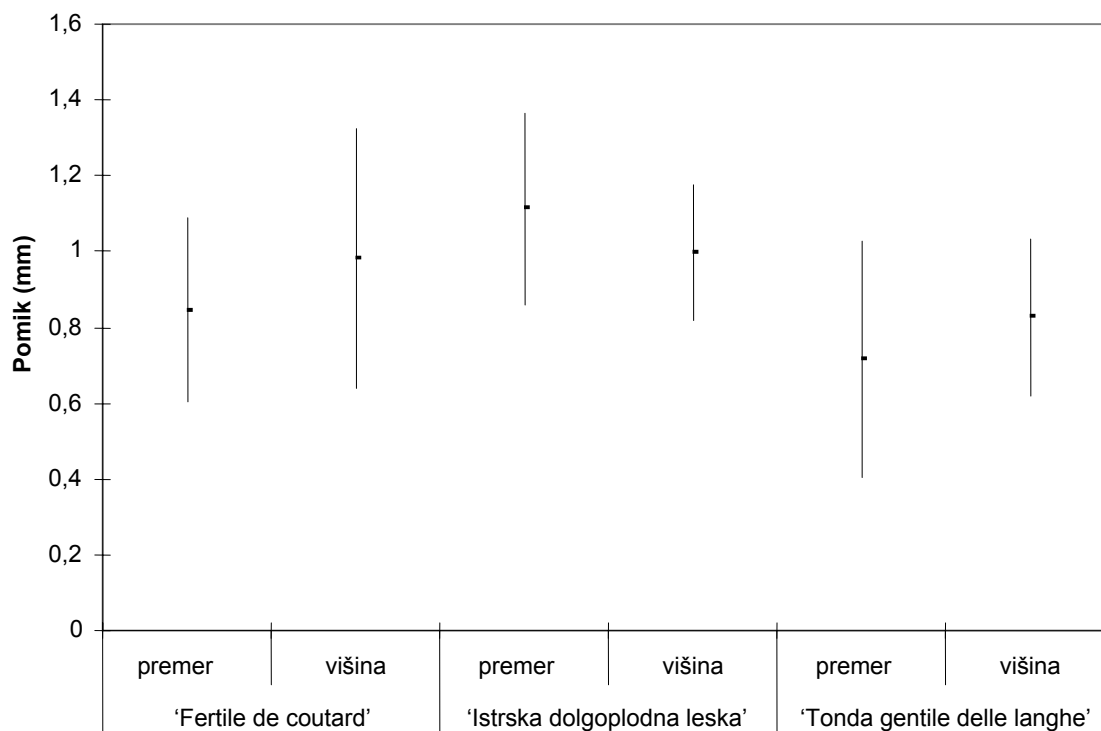
Tabela ANOVA za maksimalno silo (preglednica 4) pokaže, da obstaja medsebojni vpliv med sorto in načinom delovanja sile (interakcija je statistično značilna $p=0,0041$). Razlike v povprečni maksimalni sili med sortami so statistično značilne ($p=0,0000$), prav tako je statistično značilna razlika v povprečni sili med načinoma delovanja sile ($p=0,0000$). Če tremo po višini, je v povprečju potrebna večja sila, kot če tremo po premeru (pri sorti 'Istrska dolgoplodna leska' ni značilnih razlik med premerom in višino). Če lešnike tremo po višini izstopa le sorta 'Fertile de coutard' (v povprečju je potrebna večja maksimalna sila za strtje lešnika, 526,2 N), medtem ko pri sortah 'Istrska dolgoplodna leska' in 'Tonda gentile delle langhe' statistično značilnih razlik ni (preglednica 3). Če sila deluje po premeru izstopa sorta 'Tonda gentile delle langhe' (v povprečju potrebna manjša sila za strtje lešnika, 227,5 N), medtem ko statistično značilnih razlik med sortama 'Istrska dolgoplodna leska' in 'Fertile de coutard' ni.

Preglednica 5: Opisne statistike za pomik ob delovanju sile po višini in premeru pri treh sortah leske (črke a, b, c predstavljajo statistično značilne razlike).

Sorta lešnika		Izračunane vrednosti po višini	Izračunane vrednosti po premeru
Pomik (mm) 'Istrska dolgoplodna leska'	Povprečje	(a, b) 1,00	(a) 1,11
	Std.napaka	0,04	0,05
	Mediana	1,02	1,16
	Minimum	0,70	0,46
	Maksimum	1,31	1,40
'Tonda gentile delle langhe'	Povprečje	(b, c) 0,83	(c) 0,72
	Std.napaka	0,05	0,07
	Mediana	0,86	0,62
	Minimum	0,29	0,31
	Maksimum	1,12	1,52
'Fertile de coutard'	Povprečje	(a, b) 0,98	(b, c) 0,85
	Std.napaka	0,07	0,05
	Mediana	0,89	0,79
	Minimum	0,59	0,41
	Maksimum	1,79	1,24

Preglednica 6: ANOVA za spremenljivko pomik; podatki so transformirani z logaritemsko transformacijo.

Odvisna spremenljivka	VKO	SP	SKO	F	Stopnja značilnosti
A:Sorta	1,69	2,00	0,85	12,36	0,0000
B:Sila po	0,06	1,00	0,06	0,86	0,3548
AB: Interakcija	0,40	2,00	0,20	2,94	0,0568
Ostanek	8,20	120,00	0,07		
Skupaj	10,36	125,00			



Slika 18: Povprečni pomik pri posameznih obravnavanjih. Intervali so določeni kot povprečje $\pm$ vzorčni standardni odklon.

Tabela ANOVA za pomik do deformacije (preglednica 6) pokaže, da je interakcija mejno značilna ($p=0,0568$). Razlike med pomikom med sortami so statistično značilne ($p=0,0000$). Če sila deluje po višini, ne naletimo na statistično značilne razlike, če pa sila deluje po premeru, opazimo statistično značilne razlike med sortama 'Istrska dolgoplodna leska' in 'Fertile de coutard' ter med sorto 'Istrska dolgoplodna leska' in 'Tonda gentile delle langhe'. Med sortama 'Tonda gentile delle langhe' in 'Fertile de coutard' statistično značilnih razlik ni. Statistično značilne razlike ni pri povprečnem pomiku med načinoma delovanja sile ($p=0,3548$).

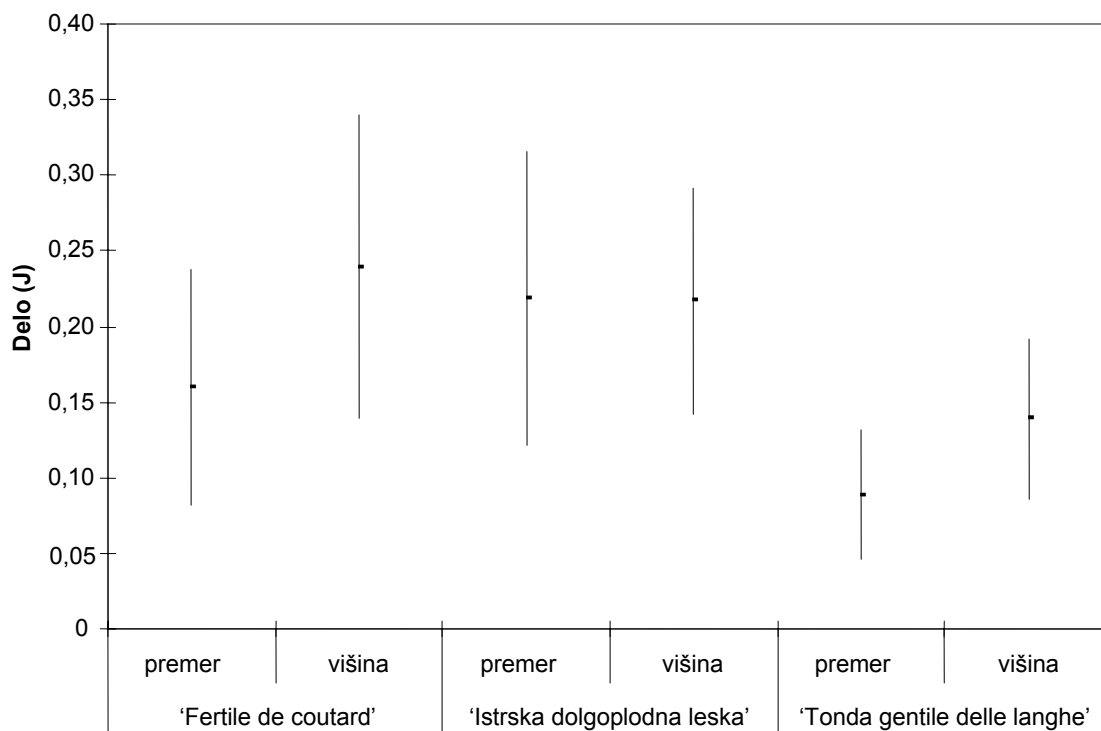
Največji pomik pri trenju lešnikov po višini opazimo pri sorti 'Istrska dolgoplodna leska' (1,00 mm), sledi sorta 'Fertile de coutard' (0,98 mm) in sorta 'Tonda gentile delle langhe' (0,83 mm) (preglednica 5, slika 8). Po premeru ravno tako zasledimo največji pomik pri plodu sorte 'Istrska dolgoplodna leska' (1,11 mm), sledi 'Fertile de coutard' (0,85 mm) in 'Tonda gentile delle langhe' (0,72 mm).

Preglednica 7: Opisne statistike za delo ob delovanju sile po višini in premeru pri treh sortah leske (črke a, b, c, d predstavljajo statistično značilne razlike).

Sorta lešnika		Izračunane vrednosti po višini	Izračunane vrednosti po premeru
Delo [J] 'Istrska dolgoplodna leska'	Povprečje	(a) 0,22	(a, b) 0,22
	Std.napaka	0,02	0,02
	Mediana	0,21	0,22
	Minimum	0,08	0,05
	Maksimum	0,38	0,37
'Tonda gentile delle langhe'	Povprečje	(c) 0,14	(d) 0,09
	Std.napaka	0,01	0,01
	Mediana	0,15	0,09
	Minimum	0,01	0,02
	Maksimum	0,21	0,17
'Fertile de coutard'	Povprečje	(a) 0,24	(b,c) 0,16
	Std.napaka	0,02	0,02
	Mediana	0,21	0,14
	Minimum	0,09	0,04
	Maksimum	0,48	0,33

Preglednica 8: ANOVA za spremenljivko delo; podatki so transformirani z logaritmsko transformacijo.

Odvisna spremenljivka	VKO	SP	SKO	F	Stopnja značilnosti
A:Sorta	12,13	2,00	6,07	21,67	0,0000
B:Sila po	3,01	1,00	3,01	10,74	0,0014
AB: Interakcija	1,07	2,00	0,54	1,92	0,1512
Ostanek	33,59	120,00	0,28		
Skupaj	49,81	125,00			



Slika 19: Povprečno delo pri posameznih obravnavanjih. Intervali so določeni kot povprečje $\pm$ vzorčni standardni odklon.

Tabela ANOVA za delo (preglednica 8) pokaže, da ni medsebojnega vpliva med sorto in načinom delovanja sile ($p=0,1512$). Razlike v povprečno porabljenem delu med sortami so statistično značilne ($p=0,0000$), prav tako je statistično značilna razlika v povprečno porabljenem delu med načinoma delovanja sile ($p=0,0014$). Če tremo po višini, je v povprečju potrebno večje delo, kot če tremo po premeru, z izjemo sorte 'Istrska dolgoplodna leska', kjer je v povprečju porabljeno delo enako, ne glede na to, ali tremo lešnik po premeru ali višini (ni statistično značilne razlike). Če primerjamo povprečno porabljenega dela po načinu delovanja sile, ugotovimo, da v kolikor sila deluje po premeru, med sortami 'Istrska dolgoplodna leska' in 'Fertile de coutard' statistično značilne razlike ni, izstopa le sorta 'Tonda gentile delle langhe', kjer je v povprečju potrebno značilno manj dela za strtje lešnika. Če sila deluje po višini, izstopa pri primerjanju povprečno porabljenega dela sorta 'Tonda gentile delle langhe', kjer je za strtje lešnika v povprečju porabljenega najmanj dela, statistično značilne razlike med 'Istrsko dolgoplodno lesko' in 'Fertile de coutard' ne opazimo (preglednica 7, slika 19).

5 RAZPRAVA

Lastnosti plodov, kot so velikost plodov, masa plodov in trdnostne lastnosti lupine, so odvisne od lastnosti posameznih sort, vendar pa se vsako leto poznajo odstopanja od njihovih povprečnih vrednosti zaradi rastnih in vremenskih razmer ter tehnologije pridelave.

Vzorci plodov treh sort smo med seboj primerjali po morfoloških in fizikalnih lastnostih ter proučevali, ali obstaja povezanost med fizikalnimi in morfološkimi lastnostmi plodov.

V letu 2005 smo opravili meritve pri treh sortah leske: 'Istrska dolgoplodna leska', 'Tonda gentile delle langhe' in 'Fertile de coutard', ki smo jih nabrali na poskusnem polju v okolici Maribora leta 2004.

Pri primerjanju porazdelitev mas (g) pri treh sortah leske letnika 2004 smo ugotovili, da ima v povprečju najtežje plodove sorta 'Fertile de coutard' (2,62 g), sledi ji 'Istrska dolgoplodna leska' (2,43 g) in 'Tonda gentile delle langhe' (1,94 g). S pomočjo LSD preizkusa ($\alpha = 0,05$) in ANOVE smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med vsemi tremi proučevanimi sortami v masi plodov, kar je tudi sortna značilnost plodov.

Pri porazdelitvi višin (mm) pri treh sortah leske letnika 2004 smo ugotovili, da ima največjo povprečno višino plod sorte 'Istrska dolgoplodna leska' (23,11 mm), sledi 'Fertile de coutard' (20,67 mm) in 'Tonda gentile delle langhe' (16,74 mm). LSD preizkus ($\alpha = 0,05$) in ANOVA sta pokazala, da obstajajo med vsemi proučevanimi sortami statistično značilne razlike v višini plodov.

Pri primerjanju porazdelitev premerov (mm) pri treh sortah leske letnika 2004 smo ugotovili, da ima v povprečju največji premer plod sorte 'Fertile de coutard' (20,26 mm), sledi mu 'Istrska dolgoplodna leska' (17,71 mm) in 'Tonda gentile delle langhe' (16,76 mm). S pomočjo LSD preizkusa ($\alpha = 0,05$) in ANOVE smo ugotovili, da obstajajo statistično značilne razlike med vsemi sortami v premeru ploda.

Poleg morfoloških lastnosti smo ugotavljali razlike tudi pri fizikalnih lastnostih za vsako sorto posebej.

Pri 21 naključno izbranih lešnikih smo za vsako sorto posebej merili silo (porušitveno silo) v odvisnosti od pomika. V prvem primeru je sila delovala po premeru, v drugem pa po višini. Na podlagi podatkov smo analizirali maksimalno silo, pomik in delo, potrebno za strtje lešnika.

Tabela ANOVA za maksimalno silo je pokazala, da obstaja medsebojni vpliv med sorto in načinom delovanja sile (interakcija je statistično značilna $p = 0,0041$). Ko smo lešnike trli po višini, je izstopala le sorta 'Fertile de coutard' (v povprečju je bila potrebna večja maksimalna sila za strtje lešnika, 526,2 N), medtem ko pri sortah 'Istrska dolgoplodna leska' in 'Tonda gentile delle langhe' statistično značilnih razlik ni bilo. Razlike v povprečni maksimalni sili med sortami so statistično značilne ($p = 0,0000$), prav tako je statistično značilna razlika v povprečni sili med načinoma delovanja sile ($p = 0,0000$). Ko

smo trli lešnike po višini, je v povprečju bila potrebna večja sila, kot če smo lešnike trli po premeru; izjema je bila sorta 'Istrska dolgoplodna leska', kjer razlike ni bilo.

Najbolj primerna je tista sorta, ki ima izenačeno silo z vseh strani lešnika, in sicer zaradi tega, ker je sila drobljenja na stroju konstantno naravnana. V našem primeru je to sorta 'Istrska dolgoplodna leska', kjer nismo opazili razlik v sili, ne glede na to, ali smo trli po višini ali po premeru.

Pri trenju vseh lupinarjev (v našem primeru lešnikov) bi bilo najboljšje, da imamo za porušitev lupine čim manjšo silo, zato ker je pri veliki sili možnost poškodbe plodu tudi večja. Z naravnavanjem stroja za najmanjšo silo drobljenja nastane možnost neporušenih lupin in s tem povečanje ročnega dela.

Tabela ANOVA za pomik do deformacije je pokazala, da je interakcija mejno značilna ($p=0,0568$). Pri povprečnem pomiku med načinoma delovanja sile ni statistično značilnih razlik ($p=0,3548$). Razlike med pomikom med sortami so statistično značilne ($p=0,0000$). Če je sila delovala po premeru, smo opazili statistično značilne razlike med sortama 'Istrska dolgoplodna leska' (1,11 mm) in 'Fertile de coutard' (0,85 mm) ter med 'Istrska dolgoplodna leska' (1,11 mm) in 'Tonda gentile delle langhe' (0,72 mm). Med sortama 'Tonda gentile delle langhe' (0,72 mm) in 'Fertile de coutard' (0,85 mm) statistično značilnih razlik ni, medtem ko je sila delovala po višini, nismo naleteli na statistično značilne razlike ('Istrska dolgoplodna leska' 1,00 mm, 'Fertile de coutard' 0,98 mm, 'Tonda gentile delle langhe' 0,72 mm).

Tabela ANOVA za delo je pokazala, da ni medsebojnega vpliva med sorto in načinom delovanja sile ($p=0,1512$). Razlike v povprečno porabljenem delu med sortami ($p=0,0000$) in v povprečno porabljenem delu med načinoma delovanja sile ($p=0,0014$) so statistično značilne. Pri primerjanju povprečno porabljenega dela po načinu delovanja sile smo ugotovili, da v kolikor je sila delovala po premeru, med sortami 'Istrska dolgoplodna leska' (0,22 J) in 'Fertile de coutard' (0,14 J) statistično značilne razlike ni, izstopala je le sorta 'Tonda gentile delle langhe' (0,12 J), kjer je bilo v povprečju porabljenega manj dela za strtje lešnika. Pri primerjanju povprečno porabljenega dela, ko je sila delovala po višini je izstopala sorta 'Tonda gentile delle langhe' (0,009 J), kjer je za strtje lešnika bilo v povprečju porabljenega najmanj dela, statistično značilne razlike med sorto 'Istrska dolgoplodna leska' (0,22 J) in 'Fertile de coutard' (0,16 J) nismo opazili.

Izmerjene velikosti potrebnih porušitvenih sil so pokazale razlike med mehanskimi lastnostmi med posameznimi sortami. Ugotovljene razlike med potrebnimi silami za trenje lešnikov posameznih sort so temeljnega pomena za načrtovanje osnovnih parametrov stroja za drobljenje lupinarjev. Napravo, katere konstrukcijska značilnost naj bi bila učinkovito drobljenje lupin lupinarjev, pri tem pa ne poškodovanje jedrca, je izredno težko skonstruirati. Naravnanje porušitvene sile je eden od prvih parametrov, ki jih mora stroj izpolnjevati glede na tehnični nivo izdelave stroja. Običajno je pri enostavnejših konstrukcijskih izvedbah stroja porušitvena sila konstantna, oziroma se jo da spreminjati samo v omejenem razponu. Iz raziskave sledi, da je porušitvena sila odvisna od sorte lešnika, zato je podatek o porušitveni sili pri ostalih parametrih (masa, premer, ...) nujno potreben za učinkovito in kakovostno trenje. V našem primeru smo rezultate pridobili

eksperimentalno in jih analitično ovrednotili ter s tem dokazali različnost sort glede na fizikalne mehanične lastnosti ob znanih robnih pogojih preizkusa (pogojih, pri katerih preizkus poteka).

6 SKLEPI

Do zdaj izvedene naprave za drobljenje lupinarjev so običajno prirejene iz naprav, ki so služile drobljenju kamenja, trde zemlje, ... Tu je bil edini kriterij zdrobljenost mase. Pri drobljenju lupinarjev pa je pomembno, da jedro kljub drobljenju lupine ostane nepoškodovano. Nepoškodovano jedro lupinarja namreč predstavlja vrednost in izkupiček pri pridelovanju lupinarjev.

Na podlagi rezultatov opravljenih meritev, preizkusov ter analiz plodov leske nabranih leta 2004, lahko sklepamo, da je:

- sorta z največjo povprečno maso plodov 'Fertile de coutard' (2,62 g),
- sorta z največjo povprečno višino plodov 'Istrska dolgoplodna leska' (23,12 mm),
- sorta z največjim povprečnim premerom plodov 'Fertile de coutard' (20,26 mm),
- maksimalno silo za strtje lešnika po višini smo odčitali pri sorti 'Fertile de coutard' (526,15 N),
- maksimalno silo za strtje lešnika po premeru smo odčitali pri sorti 'Istrska dolgoplodna leska' (367,04 N),
- največji pomik pri trenju lešnikov po višini opazimo pri sorti 'Istrska dolgoplodna leska' (1,00 mm),
- največji pomik pri trenju lešnikov po premeru opazimo pri sorti 'Istrska dolgoplodna leska' (1,11 mm),
- največ dela za strtje lešnika po višini smo potrebovali pri sorti 'Fertile de coutard' (0,24 J),
- največ dela za strje lešnika po premeru smo potrebovali pri sorti 'Istrska dolgoplodna leska' (0,22 J).

Glede na pridobljene rezultate in njihovo analizo sklepamo, da je za strojno drobljenje najprimernejša sorta 'Istrska dolgoplodna leska'. Pri tej sorti je, četudi z nekoliko večjo maksimalno silo za porušenje glede na druge proučevane sorte, odločilna prednost to, da ni značilnih razlik pri načinu delovanja sile (ni razlike, če tremo po višini ali premeru).

7 POVZETEK

Leska (*Corylus avellana* L.) spada med sadne vrste, ki imajo užiten del shranjen v oleseneli luščini. Čeprav je že dolga leta razširjena po celi državi, pridelovalci še danes trejo plodove ročno.

Za raziskavo smo se odločili v upanju, da bi posredno vsaj malo pripomogli k lažjemu, hitrejšemu in kakovostnejšemu razvoju naprave za strojno drobljenje lešnikov, kar bi posledično pomenilo hitrejšo predelavo lešnikov in s tem mogoče večje zanimanje pridelovalcev za to rastlino.

V sklopu raziskave smo ocenjevali tri sorte: 'Istrska dolgoplodna leska', 'Tonda gentile delle langhe' in 'Fertile de coutard'. Vzorce plodov smo med seboj primerjali po morfoloških in fizikalnih lastnostih ter proučevali, ali obstaja povezanost med fizikalnimi in morfološkimi lastnostmi plodov. Za slučajno izbrane vzorce lešnikov smo od morfoloških lastnosti merili velikost ploda po dolžini in širini ter maso. Plodove leske smo drobili s stiskalnim strojem enkrat po dolžini ploda, drugič pa po višini ploda. Pri tem smo merili maksimalno silo v odvisnosti od pomika. Na osnovi velikosti pomika in porabljene sile smo izračunali delo, potrebno za zdrobitev lupine ploda.

Z raziskavo smo prišli do sklepa, da je sila odvisna od sorte lešnika, zato je podatek o sili pri ostalih parametrih nujno potreben za učinkovito in kakovostno trenje. S pomočjo rezultatov smo dokazali različnost sort glede na fizikalne mehanske lastnosti ob znanih pogojih preizkusa.

Od proučevanih sort je za strojno drobljenje, kjer je sila na stroju konstantno naravnana, najbolj primerna sorta 'Istrska dolgoplodna leska', kjer nismo opazili razlik v sili, ne glede na to ali smo trli lešnike po višini ali po premeru.

8 VIRI

- Breuer H. 1993. Atlas klasične in moderne fizike. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 400 str.
- Črnko J., Lekšan M., Smole J., Oblak M., Peric V., Solar A., Modic d., Vesel V., Adamič F. 1990. Naš sadni izbor: najustreznejše sorte za vaš sadovnjak. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 244 str.
- Drobnik lupinarjev: Patent št. P-200500303, prof. dr. Rajko Bernik, 2000
- Košmelj K. 2001. Uporabna statistika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 249 str.
- Özdemir M., Özilgen M. 1997. Comparison of quality of hazelnuts unshelled with different sizing and cracking systems. Journal agricultural Engineering Research, 67: 219-227
- Sancin V. 1988. Sadje z našega vrta. Trst, Založništvo tržaškega tiska: 376 str.
- Solar A. 1994. Spravilo orehov in lešnikov. Kmečki glas, 38: 11
- Solar A. 2005. V luščini skrita hranila. Moj mali svet, 10: 62-63
- Standard za neoluščene lešnike. Ur. l. L 187, 16/07/2002
[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:187:0014:01:SL:HTML\(30.11.2006\)](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:187:0014:01:SL:HTML(30.11.2006))
- Tonda gentile delle langhe. 2005
<http://www.comunedineive.it/images/enogas2.jpg> (12.okt.2005).
- Žaberl T. 1991. Pridelovanje lešnikov. Krško, Videm Papirkonfekcija: 32 str.

ZAHVALA

Za številne napotke, nasvete in vsestransko pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju prof. dr. Rajku BERNIKU in somentorici doc. dr. Damijani KASTELEC ter vsem neimenovanim, ki ste mi pri delu pomagali in mi stali ob strani.

PRILOGA A

Rezultati meritev mase (g), višine (mm) in premera (mm) ter povprečne vrednosti vseh navedenih spremenljivk pri treh sortah leske letnika 2004.

Vzorec št.	`Istrsko dolgoplodna leska`			`Tonda gentile delle langhe`			`Fertile de coutard`		
	Masa (g)	Višina (mm)	Premer (mm)	Masa (g)	Višina (mm)	Premer (mm)	Masa (g)	Višina (mm)	Premer (mm)
1	2,20	22,70	18,50	2,05	16,90	17,90	3,10	20,80	21,20
2	2,65	24,15	18,20	2,10	18,00	17,60	3,15	20,90	20,90
3	2,60	22,20	16,50	2,10	17,10	17,40	2,70	21,00	21,60
4	2,55	23,50	19,00	2,50	17,50	17,50	2,50	20,70	19,50
5	3,20	24,40	18,60	2,25	18,20	17,50	3,25	21,20	21,60
6	2,20	22,30	16,10	2,05	17,00	16,80	2,60	20,40	20,30
7	2,65	23,40	18,60	2,10	16,20	16,95	2,35	20,90	20,30
8	2,50	22,40	17,50	1,90	16,30	16,90	2,90	20,00	21,20
9	2,10	22,40	16,80	2,00	15,90	16,90	2,80	20,40	20,30
10	2,20	22,95	16,45	2,10	16,35	16,40	2,65	20,50	19,90
11	2,70	22,70	18,00	1,80	15,20	16,40	2,65	20,00	19,10
12	2,50	21,80	17,30	1,80	16,90	16,80	2,20	18,40	20,00
13	2,80	23,70	18,70	2,50	17,00	18,70	2,70	20,00	20,00
14	2,40	24,50	18,10	1,60	15,50	15,95	2,50	20,30	20,10
15	2,45	25,20	16,90	2,15	17,50	17,40	2,55	20,30	20,30
16	2,70	25,10	18,40	1,80	16,60	16,00	2,50	21,20	18,80
17	2,50	23,65	18,15	2,30	17,75	17,20	2,50	20,90	21,00
18	2,00	23,20	16,20	2,00	16,90	17,60	2,40	22,20	19,80
19	2,20	22,40	16,90	1,90	17,10	16,90	2,50	20,70	20,40
20	2,40	24,40	18,20	1,90	16,60	16,40	2,50	19,90	19,60
21	2,50	23,65	17,85	1,50	15,10	15,20	2,90	20,90	21,00
22	2,30	23,30	18,10	1,70	15,30	16,20	2,55	20,00	20,90
23	2,30	23,40	17,10	1,50	16,10	16,20	3,05	21,80	20,80
24	1,60	22,30	17,80	2,25	17,40	18,30	2,50	20,00	19,50
25	2,20	22,10	17,40	2,25	17,40	16,95	2,60	20,50	20,70
26	2,75	23,50	17,50	1,60	15,50	16,00	3,15	22,80	19,60
27	2,45	23,90	18,10	1,80	16,00	17,50	2,60	20,00	21,30
28	1,65	22,60	17,20	2,30	17,60	17,40	2,70	20,50	20,05
29	2,40	22,20	17,80	2,10	16,90	17,40	2,55	19,70	20,30
30	2,80	24,65	17,45	1,50	15,60	14,80	2,35	20,50	19,70
31	2,80	23,85	19,25	2,10	17,40	16,70	2,60	21,30	20,20
32	2,30	24,00	17,30	0,90	17,80	15,95	2,70	20,20	20,00
33	2,50	22,80	18,10	1,50	16,20	15,60	2,35	21,10	20,00
34	2,15	21,45	16,30	1,95	17,00	16,40	2,40	20,40	20,40
35	2,05	23,10	16,85	2,10	17,10	18,00	2,45	20,70	20,40
36	2,40	23,20	17,60	2,05	16,80	16,70	2,40	20,80	20,50
37	2,70	23,50	17,20	2,00	16,50	16,10	2,60	21,10	20,20
38	2,10	22,70	16,20	2,20	17,40	17,50	2,25	20,90	21,50

Se nadaljuje

»Nadaljevanje«									
Vzorec št.	`Istrsko dolgoplodna leska`			`Tonda gentile delle langhe`			`Fertile de coutard`		
	Masa (g)	Višina (mm)	Premier (mm)	Masa (g)	Višina (mm)	Premier (mm)	Masa (g)	Višina (mm)	Premier (mm)
39	2,50	22,40	19,00	2,10	17,40	17,00	2,50	22,30	18,50
40	2,30	22,60	17,90	2,20	16,50	16,50	2,70	21,20	19,50
41	2,45	24,00	16,50	2,60	18,40	18,80	2,80	21,50	21,05
42	2,60	22,40	17,00	0,90	14,40	14,50	2,80	20,20	20,70
43	2,45	23,50	17,80	2,30	17,90	18,10	2,55	20,50	21,05
44	2,50	23,40	17,85	1,70	15,40	16,20	2,80	20,70	20,90
45	2,20	22,95	17,50	1,60	18,70	16,20	2,40	21,30	19,40
46	2,55	23,50	18,00	1,90	16,10	16,00	2,40	20,10	20,30
47	2,80	23,65	18,20	1,85	16,30	16,85	2,70	21,00	20,90
48	2,10	23,40	16,90	1,80	15,50	15,00	2,55	21,30	19,30
49	2,40	19,20	19,40	2,40	18,00	18,00	2,50	20,40	20,00
50	2,90	22,90	18,75	2,25	16,80	16,90	2,10	20,50	19,60
51	2,40	24,90	18,70	1,65	17,10	15,90	2,90	21,05	20,30
52	2,75	24,60	18,70	2,25	17,30	17,70	2,45	19,60	19,60
53	2,70	20,50	17,60	1,20	16,40	17,00	2,55	19,00	17,90
54	2,50	23,60	17,70	2,30	18,00	17,90	2,50	19,95	19,30
55	1,95	22,70	16,80	1,85	16,00	16,40	2,35	21,30	21,10
56	2,40	22,80	17,10	1,80	15,85	15,50	2,60	21,30	20,80
57	3,30	22,85	19,50	1,90	17,30	16,40	2,05	19,90	19,30
58	2,80	23,60	18,10	2,00	16,30	17,00	2,55	20,50	20,00
59	1,90	21,85	16,85	2,30	17,10	17,40	2,80	20,40	20,40
60	2,20	22,15	17,30	2,35	17,80	17,60	3,40	21,50	21,60
61	1,70	24,00	17,10	2,20	16,90	17,60	2,70	19,90	21,10
62	2,45	22,10	18,25	1,50	17,00	15,10	2,90	21,70	21,70
63	2,50	23,50	17,80	1,75	17,00	16,50	3,40	21,70	20,80
64	2,30	21,60	15,10	2,05	16,50	18,70	3,00	20,20	20,25
65	2,50	24,75	18,60	1,65	15,40	14,90	2,50	19,55	20,40
66	2,40	22,90	17,80	1,95	17,50	16,40	2,30	20,00	19,00
67	3,35	23,90	20,45	1,65	15,60	15,80	2,20	22,30	19,80
68	2,20	22,45	18,10	2,05	16,75	16,30			
69				1,80	16,00	15,90			
70				1,90	16,90	16,80			
Povprečje	2,42	23,11	17,67	1,94	16,75	16,77	2,63	20,65	20,29

PRILOGA B

Pomik, maksimalna sila in porabljeno delo pri delovanju sile glede na premer pri 21 naključno izbranih plodovih treh sort leske letnika 2004.

Vzorec	`Istrska dolgoplodna leska`			`Tonda gentile delle langhe`			`Fertile de coutard`		
	Pomik (mm)	Max sila (N)	Delo (J)	Pomik (mm)	Max sila (N)	Delo (J)	Pomik (mm)	Max sila (N)	Delo (J)
P1	1,40	422,17	320,59	0,69	305,74	114,04	0,74	366,01	134,73
P2	1,34	455,77	319,20	0,75	282,10	87,87	0,74	366,01	134,77
P3	1,33	540,21	371,67	0,79	321,56	132,38	0,79	357,84	149,56
P4	1,11	380,93	230,48	0,62	207,44	64,27	0,54	237,14	64,19
P5	1,31	450,26	303,17	1,08	303,97	165,17	0,70	397,83	135,44
P6	1,38	489,90	373,62	0,78	149,67	102,05	0,79	300,42	132,79
P7	1,28	453,82	289,77	0,44	145,41	32,42	0,59	294,73	85,72
P8	1,21	334,90	195,52	0,73	249,57	99,88	0,78	356,24	137,87
P9	0,93	190,38	86,80	0,84	359,25	155,86	0,92	376,32	179,74
P10	0,64	301,12	90,77	0,60	207,98	63,21	1,20	435,52	279,54
P11	1,16	349,47	222,61	0,31	157,67	23,93	1,08	410,81	225,98
P12	1,30	482,08	316,07	0,61	274,28	89,40	1,14	332,06	199,82
P13	0,46	230,02	51,99	0,48	246,55	60,49	0,41	189,32	35,07
P14	1,20	417,55	263,01	0,66	275,70	94,94	0,48	248,69	58,34
P15	0,93	322,10	155,63	0,45	210,82	48,53	0,72	283,53	99,59
P16	1,36	351,25	246,67	0,58	232,15	67,12	0,83	364,59	139,80
P17	0,99	225,75	105,39	0,53	194,29	55,45	0,97	388,95	199,77
P18	1,15	341,29	204,61	0,56	226,82	64,39	1,16	443,34	265,97
P19	1,06	337,56	184,45	1,50	146,29	141,87	1,15	430,54	259,06
P20	0,91	315,70	129,42	1,52	105,77	156,42	1,24	498,09	329,78
P21	0,91	315,70	129,42	0,50	173,85	44,07	0,77	314,82	116,86

PRILOGA C

Pomik, maksimalna sila in porabljeno delo pri delovanju sile glede na višino pri 21 naključno izbranih plodovih pri treh sortah leske letnika 2004.

Vzorec	`Istrska dolgoplodna leska`			`Tonda gentile delle langhe`			`Fertile de coutard`		
	Pomik (mm)	Max sila (N)	Delo (J)	Pomik (mm)	Max sila (N)	Delo (J)	Pomik (mm)	Max sila (N)	Delo (J)
V1	1,13	520,65	299,62	0,62	436,92	135,52	0,70	477,81	158,89
V2	0,78	420,04	168,16	1,00	436,77	193,28	0,99	428,92	206,93
V3	0,96	473,01	230,39	0,93	440,50	188,85	1,79	573,97	481,32
V4	1,07	368,14	203,44	0,59	236,07	55,31	1,44	515,31	377,15
V5	1,02	390,18	223,98	0,63	290,46	85,54	0,59	303,61	91,38
V6	0,87	375,07	169,75	0,83	325,65	108,99	1,29	597,79	317,36
V7	1,17	506,43	285,38	0,73	367,07	117,68	1,29	395,68	198,37
V8	1,02	464,30	243,32	0,68	324,94	108,96	1,67	501,09	292,78
V9	1,31	551,05	378,50	0,59	248,86	68,05	0,81	385,57	154,32
V10	0,70	225,22	77,89	0,96	372,76	179,46	0,98	460,05	223,08
V11	0,97	453,64	207,10	0,72	366,00	116,01	0,84	508,76	190,89
V12	0,80	309,83	111,79	0,29	40,35	9,58	0,66	476,58	147,37
V13	0,75	383,25	153,74	0,89	385,2	159,70	0,71	531,87	187,68
V14	0,81	299,70	121,98	1,03	358,71	138,36	0,69	426,28	132,17
V15	0,99	380,40	208,38	0,99	442,26	195,08	0,61	449,03	118,87
V16	1,24	371,16	235,85	1,12	416,49	180,18	1,06	713,72	363,67
V17	1,22	469,99	318,20	1,07	461,10	209,35	1,06	713,72	363,67
V18	0,80	356,58	153,42	0,82	428,75	167,86	0,85	745,18	283,54
V19	1,07	392,67	197,24	1,08	491,86	185,24	0,97	626,61	277,43
V20	1,06	438,53	250,82	0,91	378,27	145,49	0,73	547,69	185,95
V21	1,17	488,66	315,14	0,86	423,60	169,34	0,89	669,81	275,03