

KAKOVOST STROJNEGA DROBLJENJA PLODOV PRI RAZLIČNIH SORTAH OREHA

Anita SOLAR¹, Tomaž PLIBERŠEK¹, Franc LOGAR²

POVZETEK

V sušilnici, smo pri temperaturi 25 – 30 °C drobili posušene orehe sort 'MB-24', 'Franquette', 'G-139', 'Elit' in 'Fernette' s priročnim strojem slovenske izdelave, ki drobi orehe v stožčastih žlebih med dvema vrtljivima ploščama. Kakovost drobljenja smo merili z deležem štirih frakcij jedrca: cele polovičke, poškodovane polovičke, cele četrtinke in drobljenec. Primerjali smo rezultate drobljenja suhih plodov in plodov, ki smo jih pred drobljenjem za eno, pet ali deset minut namočili v vodi. Sorte se med sabo statistično značilno razlikujejo v deležu posameznih frakcij, medtem ko namakanje ni statistično značilno vplivalo na uspešnost drobljenja. Skupni delež celih in poškodovanih celih polovičk, ki sta tržno najbolj zanimivi frakciji, je 81 % pri sorti 'Fernette', 71 % pri sorti 'Franquette', 57 % pri sorti 'MB-24', 51 % pri sorti 'Elit' in 46 % pri sorti 'G-139'.

Ključne besede: oreh, *Juglans regia* L., strojno drobljenje, frakcije jedrc

ABSTRACT

THE QUALITY OF MECHANICAL CRACKING IN DIFFERENT WALNUT CULTIVARS

In the drying room, at the temperatures between 25 and 30 °C, the dried walnuts of cv. 'MB-24', 'Franquette', 'G-139', 'Elit' and 'Fernette' were cracked with the hand-operated device made in Slovenia, which cracks the nuts in the cone-shaped grooves between the two rotating plates. The quality of cracking was measured with regard to the shares of four kernel fractions: the undamaged kernel half, the damaged kernel half, the undamaged kernel quarter and the crushed kernel. We compared the results of cracking quality between the dried nuts and those nuts, which had been soaked for one, five or ten minutes, before cracking. The cultivars exhibited statistically significant differences in the shares of kernel fractions, but the soaking did not have a significant impact on the quality of cracking. The total shares of the undamaged and damaged kernel halves, which are the most interesting fractions in the market, are as follows: 81 % in cv. 'Fernette', 71 % in cv. 'Franquette', 57 % in cv. 'MB-24', 51 % in cv. 'Elit' and 46 % in cv. 'G-139'.

Keywords: walnut, *Juglans regia* L., mechanical cracking, kernel fractions

1. UVOD

V tehnologiji pridelave in dodelave orehov predstavlja luščenje plodov enega izmed najzahtevnejših problemov. Okrog tri četrtine vseh orehov, pridelanih v svetu, se še vedno izlušči ročno. Samo v Kaliforniji izdelujejo in uporabljajo specialne stroje, s katerimi zdrobijo luščino oreha in jedrce ločijo od luščine in jedrnih pregrad. Zaradi

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Inštitut za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Lepa pot 13, 3000 Celje, Slovenija

predimenzioniranosti, visoke cene in včasih tudi nezadovoljivega učinka (prevelik lom jedrc), se ameriški stroji drugje po svetu niso uveljavili. V prizadevanjih za uvedbo mehaniziranega luščenja orehov so najdlje Francozi. Izdelali so prototip stroja, ki zunanjo kakovost luščine nadzira z video kamero, notranjo kakovost jedrc pa z magnetno resonanco in X-žarki (Charlot in sod., 1996).

Tudi v Sloveniji si ob stalnem širjenju nasadov sortnih orehov, večjih pridelkih in zamudnem ročnem luščenju nekateri pridelovalci orehov prizadevajo za uvedbo strojnega luščenja plodov. Kar trije priročni drobilniki orehov so doslej rezultat lastnega dela (Klakočar, 2000; Bernik, 2002; Logar, 2003; Logar, 2004). Največ izkušenj imamo z drobilnikom, ki ga je skonstruiral in izdelal Franc Logar iz Celja. Gre za priročen stroj, ki je namenjen manjšim pridelovalcem orehov in tudi porabnikom. Z njim lahko drobimo različno debele plodove brez predhodnega sortiranja po debelini ali obliki plodov. To univerzalnost omogoča posebna izvedba mehanizma, ki je bila zaščitena s patentom.

Stroj smo prvič preizkusili na pridelku različnih sort iz leta 2001. Orehi so bili naravno sušeni. Drobljenje je dalo spodbudne rezultate: skupni delež celih polovičk in četrtink jedrc je bil od 76 % pri sorti 'MB-24' do 85 % pri sorti 'Elit'. Pri obeh sortah je bilo več polovičk kot četrtink. Leta 2002 pa so bili rezultati bistveno slabši: sorta 'MB-24' je dala skupaj 68 % polovičk in četrtink, sorta 'Elit' pa 64 %. V obeh primerih je bilo več četrtink kot polovičk. To leto so bili plodovi takoj po pobiranju oprani in v približno 48 urah posušeni v posebni sušilnici pri temperaturi 30 °C. Za sušenje s toplim zrakom je značilno, da močan zračni tok, ki piha skozi plast vlažnih orehov v sušilnem boksu, v zelo kratkem času (približno desetih urah) plodovom odvzame okrog 20 % začetne vlage. Prednost takega sušenja pred naravnim je, da prepreči razvoj plesni na luščini orehov, ki imajo zato boljšo notranjo kakovost, maščobne kisline v jedrcih pa ostanejo stabilne in ne oksidirajo. Taka jedrcja so okusna in aromatična. Hitro posušeni orehi so tudi hitreje na trgu in dosežejo višjo ceno. Slaba stran sušenja s toplim zrakom pa je v tem, da jedrcja in luščine postanejo krhki in s tem bolj občutljivi za pritiske ob luščenju.

Domnevali smo, da je bil slab rezultat drobljenja v drugem letu posledica presušenih luščin in jedrc. K takemu razmišljanju so nas navedli tudi rezultati drobljenja naravno posušenih orehov (v mrežastih vrečah, obešenih pod kozolcem). Pri nespremenjeni nastavitvi stroja so se luščine lepo zdobile, jedrcja pa so ostala nepoškodovana. Bila so še nekoliko prožna, tako da se niso prelomila niti ob odstranjevanju jedrnih pregrad (Logar, 2004). V letu 2003 smo primerjali uspešnost strojnega drobljenja pri petih sortah. Uporabili smo plodove posušene v sušilnici. Drobili smo jih takoj po sušenju. Učinek drobljenja smo merili v deležu posameznih frakcij jedrcja (cele in poškodovane polovičke, cele četrtinke in drobljenec). Da bi ugotovili, ali vsebnost vlage v luščini in posredno v jedrcu vpliva na učinkovitost strojnega drobljenja, smo izvedli še poskus, pri katerem smo plodove posušene v sušilnici pred drobljenjem različno dolgo namakali v vodi.

2. MATERIAL IN METODE

Glavne značilnosti stroja za drobljenje: orehe drobi med dvema vrtljivima ploščama (slika 2). Ob vrtenju plošč je os lomljena za 5 °, kar omogoča drobljenje orehov na območju, kjer se

plošči med vrtenjem približujeta. Ena plošča (1) ima na čelni površini izdelanih 12 prečnih stožčastih žlebov, ki so proti sredini vedno manjši. Površina žlebov je malo valovita za večje trenje. Druga plošča (2) ima samo drobne zobce na površini za večje trenje. Oreh (3) pade v žleb in se ustavi ob dotiku s stožčastim žlebom in površino druge plošče. Stožčasti žlebovi so oblikovani tako, da pritiskajo na oreh v dveh točkah, druga plošča (2) pa pritiska nasproti v eni točki. Debelejši oreh ostane v širšem delu žleba, manjši pa bližje sredini plošče, kjer je žleb bolj ozek in plitek. Stiskanje orehov med drobljenjem je sorazmerno velikosti plodov; na obodu je večje, proti sredini pa manjše in poteka v delu kroga 120° , do točke, ko se plošči najbolj približata. S tem dosežemo, da se enako zdrobi luščina na debelem in drobnem orehu. V naslednjem delu kroga, ko se plošči razmikata, izpadejo zdrobljeni orehi v posodo spodaj. Poleg stiskanja deluje na oreh tudi strižna sila zaradi neenakomernega stiskanja plošč, ki ga povzročata mali ekscentrični jermenici na valju (4). Ti dve jermenici imata premaknjeni osi iz osi valja (4) v nasprotnih smereh 180° . Med stiskanjem oreha nastane strižni zamik zaradi izmeničnega prehitevanja plošče (1) in plošče (2) na vsakih 40° vrtljaja. Ta strižni zamik plošč zagotavlja enakomerno drobljenje luščine na obeh polovičkah oreha. Pogonski motor s polžnim gonilom (6) na prototipu ima 300 W moči. Zmogljivost izdelanega prototipa je do 60 kg žlahtnih orehov v eni uri (Logar, 2004).

Izbrali smo pet sort orehov, ki se razlikujejo po velikosti, obliki, gladkosti in debelini luščine, po čvrstosti in debelini šiva, ki spaja obe polovički ter po napolnjenosti luščine z jedrcem. Sorta 'MB-24' ima srednje velike, valjaste plodove s široko osnovo in poudarjenim šivom. Luščina je srednje debela, nekoliko razbrazdana in dobro napolnjena z jedrcem, ki se pri ročnem luščenju zlahka izlušči. Sorta 'Franquette' ima srednje velike do velike, podolgovate plodove z izrazito konico in šivom. Luščina je dokaj razbrazdana, tanka in čvrsta. Jedrce dobro napolnjuje luščino in se lahko lušči. Sorta 'G-139' ima srednje velike do velike, široko ovalne plodove. Luščina je tanka, zelo gladka, ima tanek in dobro spojen šiv. Jedrce slabše napolnjuje luščino in se z lahkoto izlušči. Plodovi sorte 'Elit' so ovalne oblike z izrazitim 'rameni' na vrhu. Luščina je gladka, čvrsto spojena na tankem šivu. Jedrce srednje dobro napolnjuje luščino in se pri ročnem luščenju lepo izlušči. Sorta 'Fernette' ima velike, okroglasto podolgovate, rahlo oglate plodove. Luščina je gladka do nagubana, dobro spojena na šivu, ki ni posebej poudarjen. Jedrce lepo zapolnjuje luščino in se pri ročnem luščenju dobro izlušči (Solar, 2003).

V sušilnici posušene plodove smo za eno, pet ali deset minut namočili v vodo. Po namakanju smo luščine obrisali in plodove takoj zdrobili. Za kontrolo smo vzeli suhe plodove. Vsako obravnavanje je vključevalo po 20 plodov. Zdrobljene orehe smo ročno prebrali, ločili delce luščine in jedrne pregrade od jedrc in ločeno stehali jedrca ter luščino s prekati. Izluščena jedrca smo razvrstili v štiri frakcije: cele polovičke (1), poškodovane polovičke - manjka do 1/4 polovičke (2), cele četrtinke (3) in drobljenec - vsi delci jedrca, ki so manjši od četrtinke (4).

Statistično analizo smo opravili z računalniškim programom Statgraphics® 4.0. Medsebojni učinek namakanja in sorte smo testirali z dvosmerno analizo variance, razlike med sortami pa z Duncanovim preizkusom mnogoterih primerjav pri $p \leq 0.05$.

3. REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Učinek drobljenja jedrc

Pri vrednotenju rezultatov poskusa se bomo osredotočili predvsem na delež celih polovičk, saj je ta frakcija iz več razlogov najbolj zaželena. Cele polovičke jedrc so najboljše tržno blago. V Franciji dosežejo tudi do 20 % višjo ceno v primerjavi z lomljenimi jedrci. Po dosedanjih, sicer skromnih slovenskih izkušnjah, prodajo naši pridelovalci cela ali malo poškodovana jedrca približno za 10 % dražje kot lomljena. Cela jedrca, kot navadno rečemo celim polovičkam, pa niso bolj cenjena le zato, ker so lepšega izgleda. Osveščeni potrošniki vedo, da je kakovost in trajnost orehovih jedrc zelo odvisna od tega ali so cela ali poškodovana. Za orehe velja, da vsebujejo

preko 60 % maščobnih kislin. Od tega je več kot 80 % nenasičenih, ki so, zlasti pri dolgotrajnem in neustreznem skladiščenju, podvržene oksidaciji. Na svetlobi in v toplih prostorih orehova jedrca zelo hitro postanejo žarka. Večja, ko je zlomljena površina na jedrcu, hitrejša bo oksidacija maščob, slabše bodo kakovost in trajnost jedrc ter njihova tržna vrednost.

S strojnimi drobljenjem plodov smo dobili statistično značilno najboljše rezultate pri sorti 'Fernette', ki je dala kar 74 % celih polovičk (tabela 1). Več kot polovico nepoškodovanih polovičk je imela tudi sorta 'Franquette'. Najmanj - komaj slabo tretjino jih je dala sorta 'G-139', sorta 'MB-24' 43 %, sorta 'Elit' pa tretjino. Poškodovanih polovičk je bilo od 7,3 % pri sorti 'Fernette' do 16,6 % pri sorti 'Elit'. Ta sorta je dala tudi največji delež celih četrtink (skoraj tretjino). Podoben odstotek smo ugotovili tudi pri sorti 'G-139', preostale sorte so jih dale okrog 20 %. Drobljenca, frakcije, ki ima najnižjo tržno vrednost, je imela najmanj sorta 'Fernette' (3 %), največ (24 %) pa sorta 'G-139'. Če primerjamo letošnje rezultate z rezultati iz let 2001 in 2002, moramo sešteti cele in poškodovane polovičke. V preteklih dveh letih smo namreč upoštevali samo tri frakcije jedrc, in sicer: polovičke, četrtinke in drobljenec. Sorta 'MB-24' je dala leta 2001 49 % polovičk, leta 2002 pa samo 28 % v primerjavi s 57 % v letu 2003. Podoben rezultat je dala tudi sorta 'Elit': leta 2001 je bilo 48 % polovičk, leto kasneje samo 24 %, leta 2003 pa 51 %. Glede na to, da je bil izplen jedrc (razmerje med težo celega ploda in težo jedrca) v vseh treh letih zelo podoben pri vseh sortah (Solar, 2002, 2003, 2004) izplena ne moremo šteti za dejavnik, ki bi vplival na uspešnost strojnega drobljenja. Boljši rezultat v zadnjem letu bi lahko pripisali nekoliko spremenjenim pogojem sušenja: ob začetku sušenja je bilo v sušilnici 25 °C in do konca postopka ni preseгла 30 °C. V letu 2002 pa smo orehe sušili pri temperaturi 30 °C in zabeležili zelo velik kalo pri drobljenju. Domnevamo, da so se orehi pri visoki temperaturi prehitro posušili, jedrca so postala bolj krhka, manj prožna in so se pri drobljenju bolj lomila.

3.2 Vpliv namakanja plodov na učinek drobljenja

Pri sorti 'MB-24' smo dobili največ celih polovičk pri drobljenju suhih plodov (slika 1). Po eni oz. desetih minutah namakanje je bilo za 12 oz. 6 % manj celih polovičk, najslabši rezultat (za 29 % slabši od kontrole) pa je dalo petminutno namakanje. Suhi plodovi sorte 'MB-24' so dali tudi najmanjši delež drobljenca v primerjavi z vsemi namakanji. Pri sorti 'Franquette' je dalo najboljši rezultat desetminutno namakanje z 78 % celih polovičk. Sledijo kontrolni plodovi s 63 % celih polovičk, eno in petminutno namakanje pa sta dali skoraj 50 % celih polovičk. Pri desetih minutah namakanja je dala sorta 'Franquette' pod 10 % drobljenca, pri ostalih namakanjih pa med 10 in 15 %. Plodovi sorte 'G-139' so se najlepše luščili brez predhodnega namakanja, ko smo dobili dobro tretjino celih polovičk in petino poškodovanih polovičk. Najslabši rezultat je dalo petminutno namakanje – samo četrtino celih polovičk in kar 42 % četrtink. Pri sorti 'Elit' smo zabeležili največji delež celih polovičk (42 %) po enominutnem namakanju in najmanjši delež (27 %), po desetih minutah namakanja. Petminutno namakanje je dalo skupaj 60 % celih in poškodovanih polovičk. Drobljenca je bilo pri vseh obravnavanjih med 13 in 19 %. Sorta 'Fernette' je dala pri vseh obravnavanjih večji odstotek celih polovičk kot vse ostale sorte. Izjema je samo desetminutno namakanje, kjer je bila sorta 'Franquette' boljše, a je imela sorta 'Fernette' še vedno 70 % celih polovičk. Pri tej sorti smo dobili tudi daleč najmanjše deleže drobljenca – v vseh primerih pod 4 %.

Če primerjamo skupni delež celih in poškodovanih polovičk, je rezultat naslednji: enominutno namakanje je dalo najboljši rezultat pri sortah 'MB-24' (62 %) in 'Fernette' (85 %). Po petih minutah namakanja so se najlepše luščili plodovi sorte 'Elit' z 61 % prve in druge frakcije. Desetminutno namakanje je bilo najboljšo za sorto 'Franquette' - 84 % celih in poškodovanih polovičk. Brez namakanja pa je bil rezultat drobljenja najboljši pri sorti 'G-139' s 57 % prve in druge frakcije jedrc.

Namakanje sicer vpliva na kakovost drobljenja, vendar se deleži posameznih frakcij jedra pri nobeni izmed vključenih sort niso statistično značilno spremenili v odvisnosti od časa namakanja. Vpliv namakanja ni tolikšen, da bi lahko z dovolj veliko verjetnostjo napovedali, da bo dalo določeno obravnavanje pri katerikoli izmed petih sort v kateremkoli letu enake rezultate, kot smo jih dobili v poskusu.

Del slovenskih nasadov sortnih orehov, ki so bili posajeni v zadnjih dvajsetih letih, je začel dobro roditi, precejšnji del jih vstopa v rodnost, preostali so še v juvenilni dobi. Ročno luščenje orehov je zamudno in drago, saj je težko najti delovno silo. Zaposlitvena struktura pridelovalcev pa je takšna, da niti danes in verjetno niti v prihodnje ne bo omogočala, da bi se pridelani orehi ročno izluščili tam, kjer bodo pridelani, z domačo delovno silo. Zato je nadaljnje delo na izpopolnitvi opreme za strojno drobljenje oz. luščenje orehov nujno. Glede na to, da so naši nasadi v primerjavi z drugimi evropskimi državami, kjer pridelujejo orehe, majhni, ekonomika pridelave tudi v polni rodnosti nasadov ne bo dopuščala investicij v veliko in drago opremo, ki bo v nekaj letih zagotovo na evropskem tržišču. Zato je domači nadaljnji razvoj še toliko pomembnejši. Vzporedno s temi prizadevanji morajo potekati preverjanja različnih postopkov v sami pridelavi, spravilu, sušenju, ki vplivajo na končno uspešnost in učinkovitost drobljenja in luščenja.

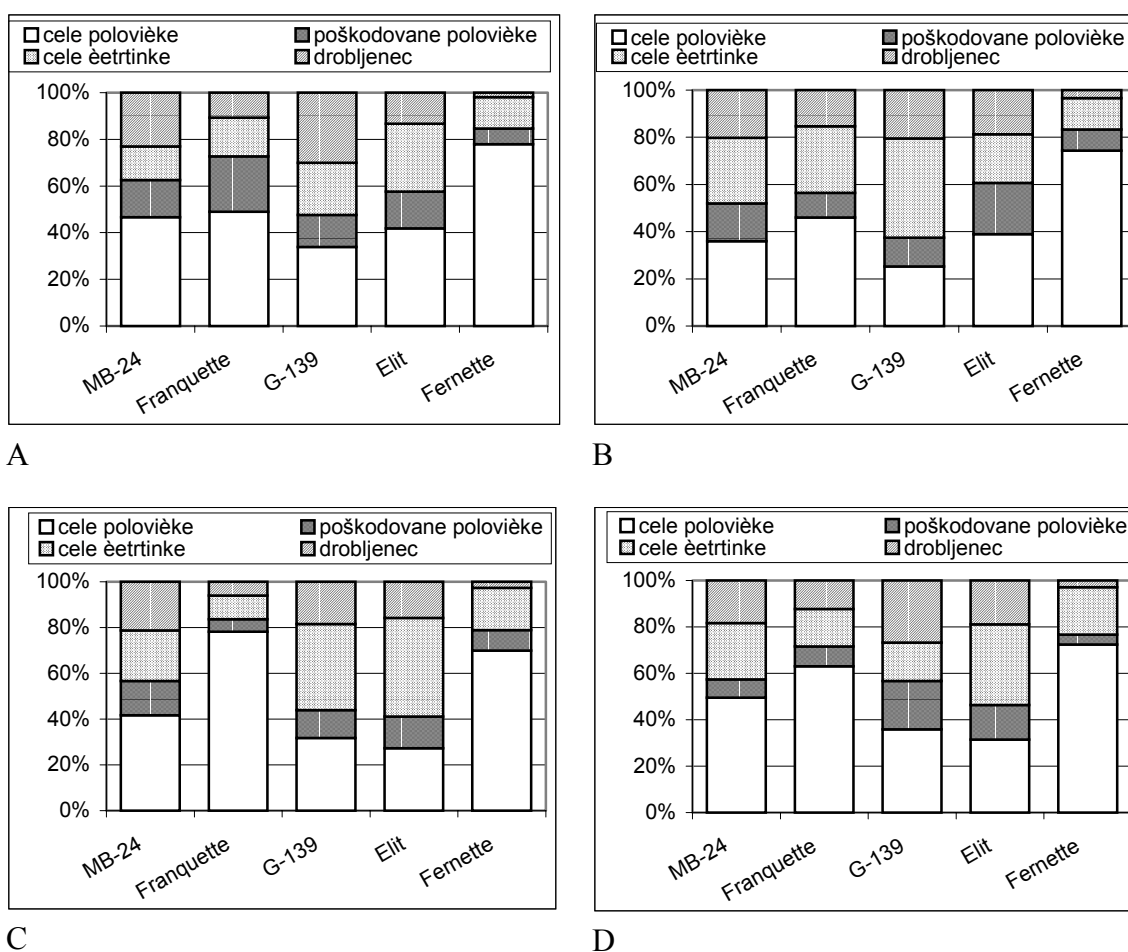
4. Literatura

- Charlot, G., Prunet, J.P., Lagrue, C., Aleta, N. 1996. Noix et cernaux: Qualité et consommation. C.T.I.F.L., Paris: 166 s.
- Bernik, R. 2002. Stroj za drobljenje plodov oreha: patent št. SI 20617. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino.
- Klakočar V. 2000. Predstavitev drobilnika za orehe. Krško.
- Logar, F. 2003. Drobilnik orehov: patent št. 21060/30.4.2003. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino.
- Logar, F. 2004. Drobilnik orehov. Shema, zgradba in delovanja stroja. Celje, 2 s.
- Solar, A. 2002. Lupinarji. V: Ambrožič Turk, B. (ur.), *Introdukcija in selekcija sadnih rastlin v letu 2001 (Prikazi in informacije, 230)*. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 56-74.
- Solar, A. 2003. Lupinarji. V: Ambrožič Turk, B. (ur.), *Introdukcija in selekcija sadnih rastlin v letu 2002 (Prikazi in informacije, 239)*. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 54-74.
- Solar, A. 2003. Oreh. V: Godec, B. (ur.), *Sadni izbor za Slovenijo 2002*. Krško: Revija SAD: 111-117.
- Solar, A. 2004. Lupinarji. V: Ambrožič Turk, B. (ur.), *Introdukcija in selekcija sadnih rastlin v letu 2003 (Prikazi in informacije, 239)*. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, v tisku.

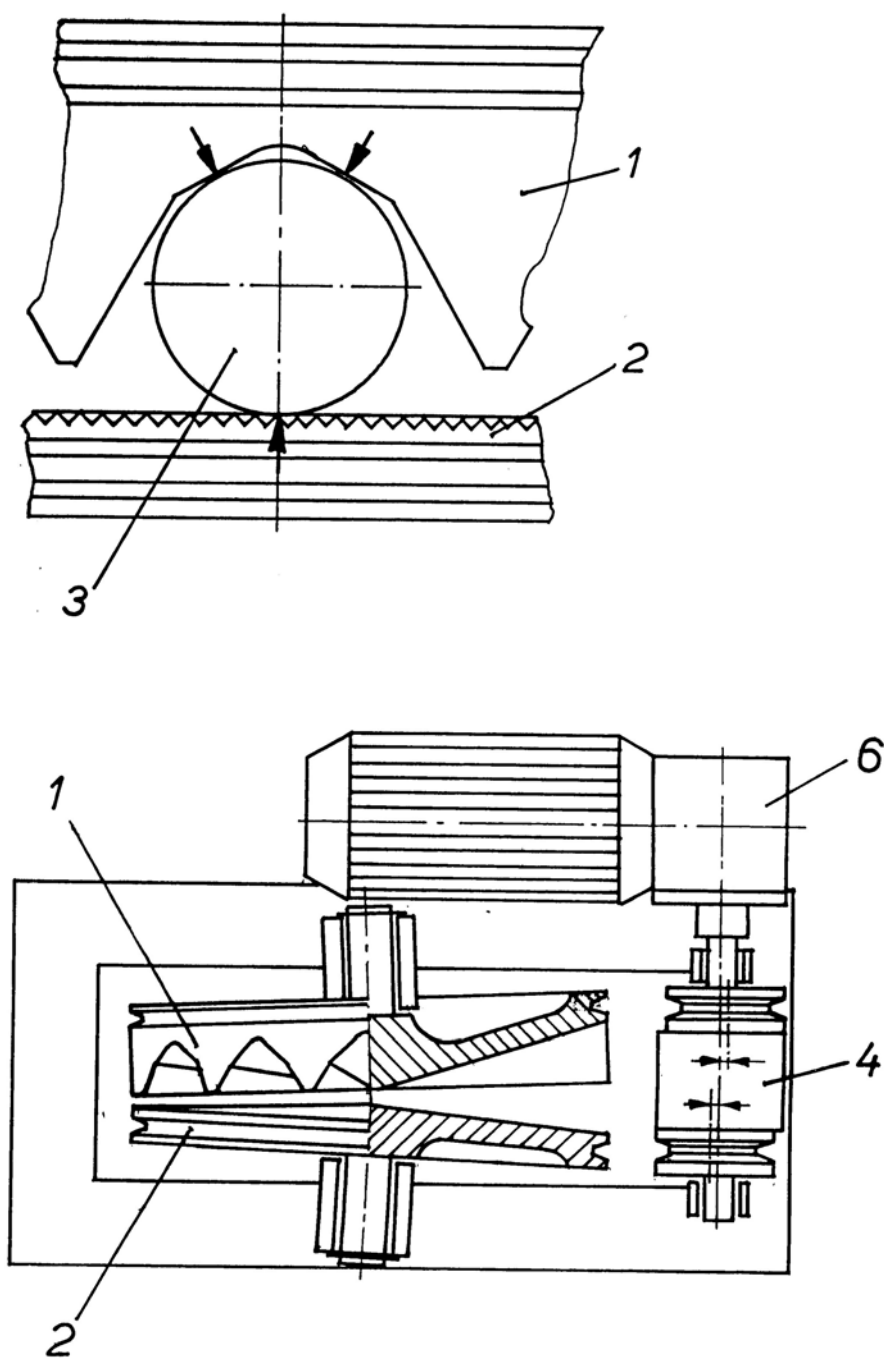
Tabela 1: Odstotek različnih frakcij jedra pri petih sortah oreha.

Sorta	Frakcija (%)			
	Cele polovičke	Poškodovane polovičke	Cele četrtinke	Drobljenec
MB-24	43,4 a	13,7 a	22,2 a	20,7 a
Franquette	59,0 b	12,1 a	17,8 a	11,1 cd
G-139	31,7 a	14,7 a	29,6 a	24,0 ab
Elit	34,8 a	16,6 a	31,8 a	16,8 abc
Fernette	73,6 c	7,3 a	16,3 a	2,8 d

* vrednosti, označene z različnimi črkami, se med sabo statistično značilno razlikujejo (Duncan; $p \leq 0.05$).



Slika 1: Odstotek različnih frakcij jedra po enominutnem (A), petminutnem (B) in desetminutnem (C) namakanju plodov ter kontroli (D) pri petih sortah oreha.



Franc LOGAR
Logardue

Slika 2: Shema stroja za drobljenje orehov (Logar, 2004).

Legenda: 1 - vrtljiva plošča s prečnimi stožčastimi žlebi, 2 - vrtljiva plošča z zobci, 3 - oreh, 4 - valj, 6 - polžno gonilo.