

UDK: 631.558.1

OPTIMIZACIJA PARAMETARA TEHNIČKIH REŠENJA ZA MAŠINSKO BRANJE KOŠTIČAVOG I JAGODIČASTOG VOĆA

Milan Veljić, Nikola Mladenović, Dragan Marković, Vojislav Simonović

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Sadržaj: Mašinsko branje voća, prvenstveno koštičavog i jagodičastog voća predstavlja zahtevan zadatak zbog mogućeg oštećenja plodova pri kontaktu plodova sa granama, delovima mašine (uredjaja), kao i pri padu na podlogu. U radu su prikazana tehnološka tehnička rešenja za branje višanja, šliva i malina. Analizirane su specifičnosti pri branju i dati prikazi i rezultati otkidanja plodova pri oscilovanju nosećih struktura plodova. Prikazana su i razmatrana tehnološka tehnička rešenja pri mašinskom branju malina.

Ključne reči: voće, tehnologija, tehnička rešenja, otresanje, optimizacija.

UVOD

Branje voća po svojim specifičnostima u mnogome se razlikuje od ubiranja ostalih poljoprivrednih plodova. Razgranatost košnji, brojnost plodova malih dimenzija kod koštičavog voća zahteva znatno angažovanje radne snage, produženje agrotehničkog roka za branje čime se utiče na smanjenje kvaliteta plodova (prezreli plodovi) a samim tim i na cenu plodova pri iznošenju na tržište. Slično je i pri ubiranju jagodičastog voća gde zbog razgranatosti žbunova (razgrtanje pri branju), sitnih plodova, potrebe da se berba obavi u nekoliko navrata, pošto plodovi ne sazrevaju istovremeno, zahteva se veliki udeo radne snage. Ručno branje i jedne i druge vrste voća zbog niske produktivnosti iziskuje visoke troškove pa se tendencija razvoja savremenih visoko proizvodnih tehnologija u poljoprivredi svodi i na primenu mašinskog, odnosno mehanizovanog branja voća putem otresanja. Često obezbeđenje dovoljne radne snage za obavljanje berbe u kratkom vremenskom periodu je ograničavajući faktor daljem razvoju voćarske proizvodnje. Veliki broj stabala voća, visoki prinosi a i gajenje voća na velikim površinama ukazuje ne samo na opravdanost već i na potrebu korišćenja tehničkih rešenja za mašinsku branje voća. Preduslovi za ovakav pristup branja voća je uskladjivanje zasada i tehnologije gajenja mašinama, a sa druge strane uskladjivanje tehničkih sistema, kroz optimizaciju brojnih tehničkih parametara, biljkama odono stablu, žbunu pa i plodu.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA OTRESANJA KOŠTIČAVOG VOĆA

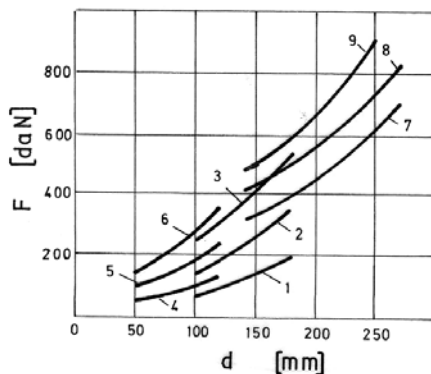
Uspešnost ubiranja koštičavog voća mašinskim putem u mnogome zavisi od uslova gde se primenjuju tresaći a odnose se na:

- teren na kome se gaji voće,
- načine sadnje i rezidbe i
- sortu voća.

Za primenu tresaća značajno je obezbediti veći razmak između redova i način rezidbe kako bi se oblikovala takva kruna, da grane ne budu jedna iznad druge, i da su manje dužine. Značajno je i da su plodovi otporni na udare, da se nalaze na kraćim peteljka sa malom silom veze između ploda i peteljke, kao i da plodovi istovremeno sazrevaju. Najbolji rezultati rada tresaća pri branju (všnje i šljive) su u voćnjacima sa međurednim rastojanjem od 6m i razmakom od 5-6 m stabla od stabla u redu. Prečnik stabla treba da iznosi najviše do 200 mm, a visina debla najmanje 1,2 m.

Pri optimizaciji parametara tresaća voća pošlo se od osnovnih zahteva koji tresać voća mora da ispuni, kako bi došlo do maksimalnog stepena otresanja plodova (preko 95%) uz vodjenje računa da se ne ošteti kora stabla ili razmrda korenov sistem. Ti se zahtevi prvenstveno odnose na potrebnu silu za otresanje i kinematske parametre vibratara (frekvenciju i amplitudu).

Sila neophodna za prenošenje vibracija preko šipke vibratora na deblo različitog prečnika, za odklon stabla od 20 mm, prikazana je na (slika: 1).



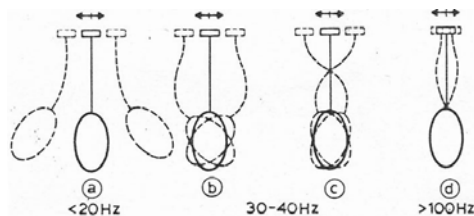
1-3- stablo jabuke i šljive starosti 11 god, pri obuhvatu debla stezačem na visini od 1,2; 0,8; i = 0,5 m od zemlje;

4-6 polužbunaste višnje starosti 17 godina pri hvatanju stezačem na visini od 0,6; 0,4 u 0,3 m od zemlje;

7-9- jabuke i šljive starosti 25 god. pri hvatanju stezačem na visini od 0,7; 0,6 i 0,4 m od zemlje.

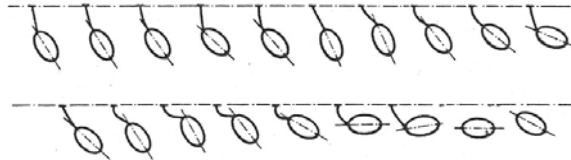
Sl. 1. Zavisnost potrebne sile od prečnika debla

Istraživanja koja su sprovedena pri otresanju maslina imala su za cilj utvrđivanje karaktera kretanja ploda pri različitim frekvencijama (slika: 2). Pokretanje plodova su evidentirana sa više snimaka učinjenih ultra brzo kamerom.



Sl. 2. Karakter kretanja sistema plod-peteljka masline pri različitim frekvencijama

Pri frekvenciji od oko 20 Hz masline su blago oscilovale u vidu njihajućih pokreta, (slika: 3) dok su sa oko 30-40 Hz plodovi oscilovali oko jedne tačke, bez značajnih pomeranja, mada je i u toj fazi došlo do otkidanja plodova. Preko 90-100 Hz plodovi su vidljivo ostali nepokretni, dok je peteljka vibrirala kao uklještena greda na oba kraja.

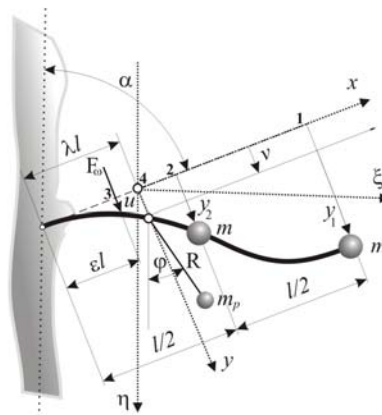


Sl. 3. Različiti položaj ploda pri frekvenciji kada je došlo do otkidanja

Pri istraživanjima koja su vršena na Mašinskom fakultet u Beogradu usvojen je mehanički model u kome je grana predstavljena konzolom približno konstantnog kružnog poprečnog preseka prečnika d , dužine l , konstantne krutosti, pri čemu je njen nagib prema stablu određen uglom α , što je prikazano na (slika: 4). Na osnovu pretpostavki, izloženih u [1] i [2], diferencijalne jednačine kretanja koncentrisanih masa, kojima je grana aproksimirana, imaju oblik:

$$\begin{aligned} y_1 + m\ddot{y}_1\alpha_{11} + m\ddot{y}_2\alpha_{12} - F_\omega\alpha_{13} &= 0, \\ y_2 + m\ddot{y}_1\alpha_{21} + m\ddot{y}_2\alpha_{22} - F_\omega\alpha_{23} &= 0, \\ u + m\ddot{y}_1\alpha_{31} + m\ddot{y}_2\alpha_{32} - F_\omega\alpha_{33} &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

gde su a_{ij} ($i, j=1,2,3$) uticajni koeficijenti konzole, imajući pri tome u vidu da je $a_{ij}=a_{ji}$, dok su y_1 i y_2 koordinate koncentrisanih masa, a u je pomeranje tačke 3 na mestu hvataljke. U jednačinama (1) veličina F_ω označava intenzitet prinudne sile na mestu dejstva čeljusti uređaja za mehanizovano ubiranje ploda, a m predstavlja polovinu ukupne mase grane i ploda.



Sl. 4. Geometrija grane sa plodom

Ako je kretanje tačke 3 na mestu hvataljke zadato zakonom [3]:

$$u = r \sin(\omega t), \quad (2)$$

pri čemu je r amplituda prinudnih oscilacija tačke na mestu hvataljke uređaja, dok je ω kružna frekvencija prinudnih oscilacija, opšta rešenja sistema (1) glase:

$$\begin{aligned} y_1 &= A_1^{(1)} \cos(k_1 t - \beta_1) + A_1^{(2)} \cos(k_2 t - \beta_2) + C_1 \sin(\omega t), \\ y_2 &= \eta_{21}^{(1)} A_1^{(1)} \cos(k_1 t - \beta_1) + \eta_{21}^{(2)} A_1^{(2)} \cos(k_2 t - \beta_2) + C_2 \sin(\omega t), \end{aligned} \quad (3)$$

vođeći računa da su $\eta_{21}^{(1)}$ i $\eta_{21}^{(2)}$ koeficijenti glavnih oblika oscilovanja. Imajući u vidu poznato stanje sistema u početnom trenutku, mogu se odrediti konstante $A_1^{(1)}$, $A_1^{(2)}$, β_1 i β_2 , što je praktično i urađeno u [2].

Pomeranje proizvoljne tačke vešanja ploda 4 na rastojanju λl ($0 \leq \lambda \leq 1$) od mesta ukleštenja izračunava se na osnovu izraza:

$$v = -m\ddot{y}_1 \alpha_{14} - m\ddot{y}_2 \alpha_{24} + F_\omega \alpha_{34}, \quad (4)$$

pri čemu su uticajni koeficijenti α_{14} , α_{24} i α_{34} izračunati u [2]. Pobudnu silu F_ω moguće je izračunati iz sistema (1), čime je pomeranje v proizvoljne tačke grane u potpunosti određeno.

Pod pretpostavkom da je masa pojedinačnog ploda daleko manja u poređenju sa masom jedne grane ($m_p \ll 2m$), to se uticaj ploda na zakon kretanja tačke vešanja ploda može zanemariti. Koordinate težišta ploda u odnosu na koordinatni sistem $\xi O \eta$, prikazan na sl. 1, iznose:

$$\begin{aligned} \xi_T &= R \sin \varphi + v \cos \alpha, \\ \eta_T &= R \cos \varphi + v \sin \alpha, \end{aligned} \quad (5)$$

Pri čemu je R redukovana dužina peteljke. Diferenciranjem izraza (5) po vremenu mogu se dobiti projekcije brzine težišta ploda na odgovarajuće koordinatne ose, tako da kinetička energija ploda postaje:

$$E_k = \frac{1}{2} m_p (\dot{\xi}_T^2 + \dot{\eta}_T^2) = \frac{1}{2} m_p [R^2 \dot{\varphi}^2 + \dot{v}^2 + 2R\dot{\varphi}\dot{v}\cos(\alpha - \varphi)]. \quad (6)$$

Budući da je položaj težišta određen, poznata je i potencijalna energija ploda:

$$E_p = -m_p g \eta_T = -m_p g (R \cos \varphi + v \sin \alpha). \quad (7)$$

Iz relacija (6) i (7), primenom *Lagrange*-ovih jednačina druge vrste, nakon linearizacije za slučaj malih oscilacija, dobija se diferencijalna jednačina relativnog kretanja ploda:

$$\ddot{\varphi} + \frac{g}{R} \varphi = -\frac{\cos \alpha}{R} \ddot{v}, \quad (8)$$

u kojoj veličina φ označava ugao otklona peteljke ploda od vertikalne. Opšte rešenje diferencijalne jednačine relativnog kretanja ploda (8), može se napisati u obliku:

$$\varphi = A \cos\left(\frac{g}{R} t\right) + B \sin\left(\frac{g}{R} t\right) + E_1 \sin(k_1 t) + E_2 \sin(k_2 t) + E_3 \sin(\omega t), \quad (9)$$

gde su E_1 , E_2 i E_3 određeni u radu [2], dok su konstante A i B određene na osnovu poznatih početnih uslova.

Kriterijum otkidanja ploda definisan je uslovom da intenzitet inercijalne sile

$$I_p = m_p R \sqrt{\dot{\varphi}^2 + \varphi^4} \quad (10)$$

nije manji od eksperimentalno određenog intenziteta sile u peteljci S , tj.

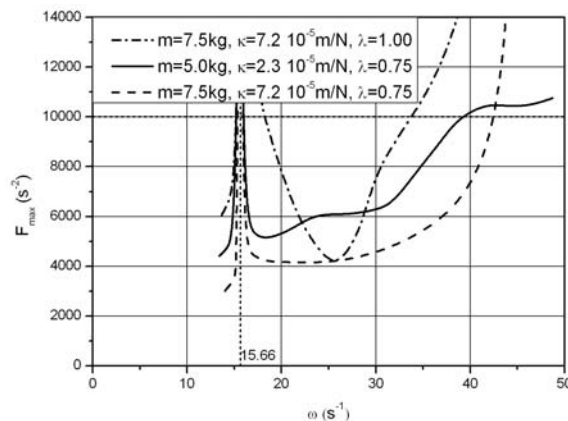
$$S \leq m_p R \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4}. \quad (11)$$

Veličina m_p , prisutna u izrazima (10) i (11) predstavlja masu ploda. Uvođenjem funkcije $F = \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4}$, uz uslov iz literature [4] da je $S = 0.280\text{N}$, dolazi se do zaključka da vrednost pomenute F funkcije mora biti

$$F \geq 10^4 \text{s}^{-2}, \quad (12)$$

da bi došlo do otkidanja ploda, pri čemu je $m_p = 7\text{g}$, a $R = 4\text{ cm}$.

U cilju verifikacije opisanog mehaničkog modela izvedeno je numeričko izračunavanje maksimalne vrednosti funkcije F , tj. $F_{\max} = \max \left| \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4} \right|$. Za razliku od rezultata ostvarenih u slučaju modela sa jednom koncentrisanom masom [1], gde je kriterijum (12) mogao biti zadovoljen samo u slučaju kada je plod lociran na kraju grane ($\lambda=1$), u slučaju modela sa dve koncentrisane mase [2] on je zadovoljen u širem opsegu lokacije ploda ($0.5 \leq \lambda \leq 1$). Razmatranjem rezultata modela sa jednom koncentrisanom masom [1] i poboljšanog modela sa dve koncentrisane mase [2], može se doneti zaključak da uslozňjavanje modela aproksimacijom grane većim brojem koncentrisanih masa dovodi do povećanja njegove tačnosti, približavajući numerička rešenja eksperimentalnim vrednostima.

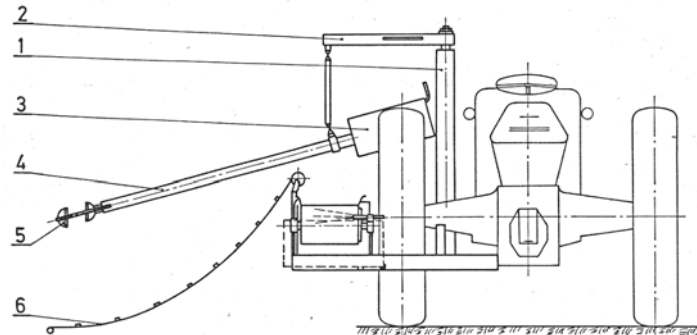


Sl. 5. Dijagram zavisnosti F_{\max} od kružne frekvencije ω

Vrednosti funkcije $F_{\max} = \max \left| \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4} \right|$, za različite kombinacije fizičkih i geometrijskih veličina ($m, \kappa = l^3 / 3\mathbf{B}, \lambda$) prikazani su dijagramom na (slika: 5), u dovoljnom širokom opsegu kružne frekvencije ω pobudne sile.

Osim dobijenih i primenjenih kinematskih i dinamičkih parametara pri osvajanju traktorskog tresača voća pošlo se od toga da traktorista, osim upravljanja traktorom preuzima i ulogu rukovanja sa vibratorom tresača. Zahtevi koji su morali da budu ispunjeni su u tome da se komande za rukovanje tresačem (vibratorom) nalaze na dohvat ruke traktoriste i da pri radu traktorista ima pregled rada pojedinih delova sistema tresača i uređaja za prikupljanje.

Tresač voća sa uređajem za prikupljanje, (slika: 6), je razvijen na Mašinskom fakultetu u Beogradu, a realizovan u fabrici mašina "Morava" iz Požarevca.

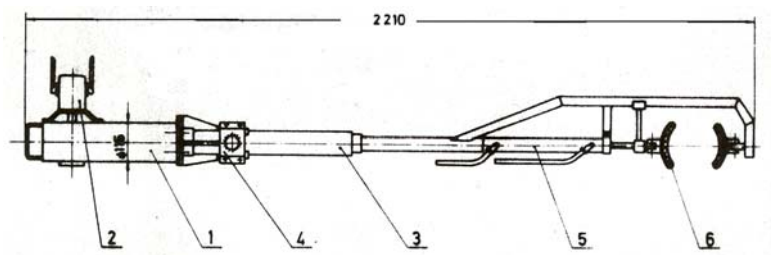


Sl. 6. Šematski prikaza tresača voća sa platnom za prikupljanje plodova "Morava"

1-vertikalni nosač-stub; 2-obrtni horizontalni nosač; 3-vibrator;
4-strela; 5-hvatač debla ili grana; 6-sabirno platno.

Vibrator 1. sa zamajcem i klipnim mehanizmom (slika: 7) pogon dobija od hidromotora 2. Tresač prenosi silu na stablo ili granu u pravcu strele. Hvatač 6. je sa nepokretnom i pokretnom čeljusti obloženoim gumom da bi se sprečilo oštećenje kore stabla ili grane. Pokretna čeljust se pomera pomoću hidrocilindra 5. koji ima zadatak da stegne stablo ili granu. Na strelji 3. nalazi se priključak za vešanje tresača 4. za obrtni horizontalni nosač 2 (slika: 6).

Hvatač vibratora u tehnološkom procesu rada u prvoj fazi obuhvata i steže stablo i oscilacije od vibratora prenosi na stablo. Rezultati oscilovanja vibratora u drugoj fazi rada je otkidanje plodova od grane na mestu najslabije veze peteljke i ploda. U sledećoj fazi otršeni plodovi se prihvataju specijalnim uređajima za prikupljanje ranije postavljenim ispod krošnje. Da bi došlo do otkidanja plodova neophodno je zadati frekvenciju i amplitudu oscilovanja vibratora tako da parametri oscilovanja na mestu obuhvatanja stabla (grane) obezbede ubrzanje ploda neophodno za otkidanje peteljke ili ploda.



Sl. 7. Prikaz sklopova ruke tresača voća

1-vibrator; 2-hidromotor; 3-strela; 4-priključak za vešanje tresača;
5-hidrocilindar i 6-hvatač debla ili grana

Ispitivanja tresaća su obavljena na plantažu višanja "Džervin" u Knjaževcu. Vršeno je otresanje višanja "Hajman" starosti stabala oko 10 godina, visine do 3 m i prečnika stabla od 90 do 130 mm. Zasad višanja je sa rastojanjem voćaka u redu 3 m, a između redova 4 m. Prinos višanja po hektaru (oko 830 stabala) je iznosio 20000 kg. Frekvencija i amplituda trešenjasu bile u granicama vrednosti koje su predviđene proračunom i to: frekvencija je iznosila do 15Hz, a amplituda oko 35mm. Pri ispitivanju su bila angažovana 3 radnika i traktorista. Proizvodnost tresaća je bila 20 stabala na sat (prosečna vrednost nakon 20 dana ispitivanja) što znači da je u proseku ubrano od 500 do 550 kg višanja na sat. Za 2 do 5 sekundi oko 95% plodova višanja je bilo otrešeno. Mali procenat plodova višanja koji je ostao na voćkama nalazio se na dugačkim i visokim granama.

PARAMETRI MAŠINA ZA BRANJE JAGODIČASTOG VOĆA

Za mašinsko branje jagodičastog voća potrebno je obezbediti određene preduslove prvenstveno pri planiranju budućih sorti zasada i to:

- da se gaje sorte kod kojih se lako odvajaju plodovi bez snažnog protresanja,
- da se kalkuliše količina nezrelih plodova, odnosno da se ne gaje sorte gde lako otpadaju i plodovi u nezrelom stanju kao i zreli,
- da plodovi imaju čvrstinu kako ne bi došlo do gnječenja plodova pri mašinskom branju,
- da se gaje biljke sa zgusnutim žbunovima koji se lakše beru nego sa proređenim stabljikama,
- da se gaje biljke koje imaju uspravan model rasta koje se lakše beru od biljaka niskog rasta ili rasta u širinu.

Pri primeni mašina za berbu preporučuje se podizanje leja iznad tla za gajenje zasada. Biljke treba da su na maloj udaljenosti, u formi žive ograde, ali nikako grupisane. Za okretanje mašine na kraju reda za ulazak u drugi red potreban je prostor širine od 7,5 do 9 m.

Za bolje širenje stabljika pri vrhu preporuka je korišćenje visokih oslonaca (drvenih ili metalnih) visine 1.8 m, prečnika oko 8cm. Za održavanje novih stabljika u vertikalnom položaju koriste se dve žice za zatezanje čije su kuke zakačene na pritke na visini od oko 80 cm i na 160 cm, s tim što donja žica ne sme biti na manjoj visini od 75 cm. Osim ovih zahteva potrebno je orezivanjem eliminisati nizak rast koji je najteži za berbu, eliminisati žbunastu zbijenost, suve grančice i bolesne delove i proređivati bočne izdanke koji leže na niskim delovima grana. Oblikovan grm treba da odgovara mašinskoj berbi odnosno krošnja treba da je uska, a biljke koje leže do zemlje treba orezivati nisko, ispod 40 cm.

Pri mašinskom branju jagodičastog voća pristup žbunovima je istovremeno sa obe strane, odnosno tehnička rešenja su tunelskog tipa. Otresanje plodova se vrši pri kontinualnom kretanju mašine u pravcu ose zasada. Firma "Korvan" u proizvodnom programu ima mašine za branje jagodičastog voća (maline i borovnice), za branje kafe i za berbu grožđa. Mašina za branje malina i borovnica "Korvan" 930 (slika: 8) je vučena mašina dok su ostale mašine iste firme samohodne i većeg kapaciteta. Za vuču i pogon mašine koristi se traktor minimalne snage od 23 kW, sa vučnom silom od 1200 daN i sa brojem obrtaja priključnog vratila od 540 min⁻¹. Gabaritna dužina berača je 5.5 m, širina 3.1 m, visina 2.82, dok se pri transpotru zbog skupljanja bočnih platformi – krila širina

svodi na 2.62 m. Masa berača je 2300 kg. Dimenzije operativne jedinice su širina 152 cm, visina 190 cm, dužina radnog dela mehanizma za branje 243 cm, sa propusnim otvorom mehanizma za branje od 63 cm. Beračica je opremljena hidrauličnim sistemom sa pumpa koja ima ulazni broj obrtaja od 300 do 900 min^{-1} . Cilindri mehanizma za nivelisanje imaju mogućnost nivelisanja zglobnog kraka sa hvataljkama. Tanjiri služe za prihvatanje voća i ne smeju se pri radu kretati unazad jer može doći do oštećenja. Ako se tanjiri senzorski vođeni nagnu na jednu stranu dolazi do nepravilnog rada. Takođe ukoliko je žica na manjoj visini od tla od 75 cm može da utiče na kvalitet rada pomerljivih tanjira, a u slučaju zapadanja žice pod lopatice ventilatora i do zastoja.



*Sl. 8. Mašina za branje malina i borovnica "Korvan" 930
a) prednji izgled i priključivanje za traktor; b) zadnji izgled*

Beračica mora često da se podešava. Obično se to obavlja prema prioriteta, tj. kada je brzina od najvećeg značaja, ili kada je kvalitet ubranog voća, klimatski uslovi, veličina radne ekipe, stepen isplativosti, tradicija berbe visoko plasirani prioriteta.

Postoje 6 osnovnih varijanti podešavanja i to:

- brzina rada tresilice (vibracije),
- podešavanje mehanizma glave tresilice,
- osnovna brzina kretanja,
- učestanost berbe,
- podešavanje vibratora,
- brzina kretanja transportnih traka,
- podešavanje ugla nagiba platforme za prihvatanje voća.

Podešavanje jedne funkcije utiče na rad ostalih funkcija. Brzina rotacija tresilice se za maline kreće od 400 do 650 min^{-1} (najčešće 500 min^{-1}). Brzina određuje količinu plodova za branje. U početku sezone brzina rotacije treba da je manja nego u sredini ili na kraju sezone. Za probu utvrđivanja optimalne brzine tresilice povećava se brzina dok su 2% obranih plodova od ukupne količine voća zeleni (1 nezreo plod na 40 ili 50 plodova).

Ako se upotrebljavaju šipke tresaća (pipci hvatača) od najlona brzina rotacije tresilice ne bi trebalo da pređe vrednost od 650 min^{-1} . Ako je potreban veći broj obrtaja od naznačenog moraju se upotrebiti šipke od fiberglasa. Moguće je doći do nagnječenja voća u slučaju preopterećenja trakastog transportera. Takođe na kvalitet obranog voća utiče i rad ventilatora koji se treba često čistiti.

Veoma precizan automatski sistem upravljanja sledi liniju centra žbunova. Automatski upravljanja je tako programiran da, ukoliko red zasada nije odgovarajući, prelazi u manuelni sistem upravljanja. Kretanje tresilice van centra zasada makar za samo 5 cm može uticati na rad tresilice i na dodatne gubitke voća.

Beračica bere voće po zrelosti, a ne po boji što često kod korisnika dovodno do zabune, Prvu berbu treba započeti kada neki plodovi padnu na zemlju. I tada ne treba gledati na boju plodova već na zrelost. Pri sledećem prohodnom beračica treba da se kreće u istom smeru kao u prethodnom prohodnom.

4. ZAKLJUČAK

Za racionalnu berbu koštičavog voća porebno je primeniti mašinsko branje kako bi se u odnosu na ručno branje skratilo vreme izvođenja operacije, smanjio broj radnika potrebnih za ručno branje, povećala proizvodnost i smanjili troškovi od 1,5 do 2,5 puta zavisno od vrsta voća, sorti, vrsta zasada nitd. Osvajanje tresaća voća bilo je bazirano na utvrđivanju parametara vibratora potrebnih za otresanje voća. Oscilovanje grana plodova, pri protresanju vibratorom je razmatran kao mehanički sistem konzole sa dve koncentrisane mase i na osnovu analiza dobijenih rezultata može se zaključiti da je dobijeno poklapanje numeričkog rešenja sa eksperimentalnim podacima.

Analiza postojećih koncepcija mašinskog berača jagodičastog voća ukazuju na veliki broj faktora koji utiču na kvalitet rada, odnosno na kvalitet ubranih plodova. Može se zaključiti da dalji rad na razvoju berača jagodičastog voća treba da se odnosi na razvoj robusnijih mašina koje omogućavaju rad i sa širim dijapazonom razlike u dimenzijama, obliku i načinu sadjenja i rezidbe žbunova.

LITERATURA

- [1] Veljić, M., Čović, V., Bojanić, Z., *Određivanje optimalne frekvencije uređaja za otkidanje plodova*, Savremena poljoprivredna tehnika, No.3, Novi Sad, 1983, pp.145-149.
- [2] Čović, V., Lukačević, M., Veljić, M., Bojanić, Z., *Određivanje frekvencije uređaja za mehanizovano ubiranje plodova*, "Tehnika", Mašinstvo 32 (10), Beograd, 1983, pp. 1441-1444.
- [3] Tuguz, M., *Vibracioni sjem jabolk trosovim ustroistvom*, Mehanizacija i elektrifikacija soc. Sel. Hoz-va, br. 3, 1980.
- [4] Bošnjaković, A., Đukić, N., Karadžić, B., *Fizičko-mehaničke osobine plodova višanja u vezi sa mehanizovanim berbom potresanjem*, Savremena poljoprivredna tehnika, br. 4, Novi Sad, 1980.
- [5] Veljić M., Živković D. *Prilog određivanja ekonomičnosti tresaća voća*, 31 "Jupiter" konferencija, Zlatibor 2005. MF u Beogradu, Zbornik radova, pp. 4.33-4.38.
- [6] Živković D., Veljić M., Pozhidaeva V., *Determination of economic indicator for mechanized harvesting of plumbs*, 7th International conference AMO'2006, Technical University of Sofija, Sozopol – Bulgaria, pp. 104-108.
- [7] Veljić M., Marković D., *Development technological and technical solutions for mechanical harvester od stone fruit*, Mechanical design 2009, FTN Novi Sad. pp. 193-196.

Ovaj rad je rezultat projekta TR – 14210A "Razvoj mašina i opreme za proizvodnju i preradu voća" koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije

**OPTIMIZATION OF PARAMETAR OF TECHNICAL SOLUTIONS
FOR MECHANICAL HARVEST OF STONE AND BERRY FRUIT**

Milan Veljić, Nikola Mladenović, Dragan Marković, Vojislav Simonović

Faculty of Mechanical Engineering - Belgrade

mveljic@mas.bg.ac.rs; nmladenovic@mas.bg.ac.rs; dmarkovic@mas.bg.ac.rs

Abstract: Mechanical harvest of fruit, primarily stone and berry fruit is desired task toward possibility defect of product which is in contact with limbs, part of machines as well as when fruit fall on the ground. In this paper is shown technology-tehnical solution for harvest of sheries, plums and raspberry. It is analysed specifics in harvest and shown results tweak products in oscilation stalk of fruit. It is shown technology – technical solution for mechanical harvest of raspberry.

Key words: *fruit, techology, technical solutions, shake, optimization.*