

UDK: 631/635

Originalni naučni rad
Original scientific paper

MOGUĆNOST PRIMENE VIRTUALNOG ROTIRAJUĆEG ČEŠLJA KOD MEHANIZOVANOG UBIRANJA CVASTI NEVENA (*Calendula officinalis* L.)

**Branislav Veselinov^{*1}, Dušan Adamović², Marko Golub¹,
Miodrag Višković¹, Milan Martinov¹**

¹*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka,
Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, Novi Sad*
²*Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*

Sažetak: Cilj istraživanja bio je da se ispita mogućnost mehanizovanog branja cvasti primenom radnog organa tipa virtualnog rotirajućeg češlja, koji se koristi za ubiranje kamilice.

Ispitan je uticaj koeficijenta R , koji predstavlja odnos dubine ulaska radnog organa u horizont cvasti i prosečne visine raspona najviših i najnižih cvasti na biljkama, na efikasnost ubiranja.

Ustanovljeno je da pri veličini koeficijenta $R = 1,3$ može da se ostvari maksimalan udeo ukupne ubrane mase cvasti u biološkom prinosu cvasti u proseku 90 % (cvasti sa drškom dužine do 2 cm 65 % i preko 2 cm 35 %, obračunato na dužinu do 2 cm). Buduća istraživanja treba da se usmere ka rešavanju mehaničkog postupka separacije cvasti od stabljike i lišća i skraćivanja drški cvasti, kao i utvrđivanja ekonomske opravdanosti mehaničke berbe cvasti nevena prikazanim postupkom.

Ključne reči: *neven (*Calendula officinalis* L.), cvast, ubiranje, mehanizacija, radni organ.*

* Kontakt autor. E-mail: branislavveselinov@uns.ac.rs

Ovaj rad je rezultat istraživanja u okviru projekta TR31025, pod nazivom: "Razvoj novih sorti i poboljšanje tehnologije proizvodnje uljanih biljnih vrsta za različite namene", podržanog od strane Ministarstva za obrazovanje, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

UVOD

Neven (*Calendula officinalis* L.) se direktno seje na razmaku 40–60 cm, od početka aprila, a može i kao postrni usev u julu [1]. Gaji se u plodoredu, a cvasti se uglavnom beru ručno. Posle branja cvasti treba brzo osušiti kako bi se sprečio gubitak njihovog kvaliteta. Prinos suve cvasti je 500–800 kg ha⁻¹, međutim, u zavisnosti od broja i termina branja znatno varira, pa može biti i veći [2], [3].

Ručno branje cvasti obavlja se obično svakih 3 do 5 dana, sa prosečnim učinkom oko 4 kg h⁻¹, što predstavlja intenzivno, pa samim tim i skupo radno opterećenje u procesu proizvodnje nevena, ali obezbeđuje kvalitetan ubrani materijal i nije potrebna naknadna dorada u pogledu separacije cvasti od primesa.

Za velike površine, preko 3 ha, ne isplati se upotreba ljudske radne snage za branje, pa se u takvim slučajevima mora primeniti mehanizovan način branja cvasti

Mogućnosti mehanizovane žetve cvasti kamilice, nevena i kantariona pomoću mašina za branje cvasti, koje imaju radni organ izveden kao rotor sa češljevima malog razmaka između zuba, prikazane su u radovima [4], [5] i [6]. Međutim, u [5] i [7] navodi se mogućnost mehanizovanog branja cvasti kamilice i buhača pomoću mašine, koja ima radni organ u obliku virtualnog rotirajućeg češlja sa zubima širokog razmaka i koja je značajno jevtinija od raznih rešenja sa rotirajućim češljevima malog razmaka zuba. S obzirom da neven ima sličnu građu kao i kamilica, pretpostavljeno je da i cvast nevena može da se ubira mašinom sa istim tipom radnog organa.



Slika 1. Traktorom nošena mašina za branje cvasti kamilice sa radnim organom tipa virtuelnog rotirajućeg češlja sa zubima širokog razmaka

Figure 1. Tractor mounted harvester used for mechanical harvest of chamomile inflorescences with virtual rotating comb

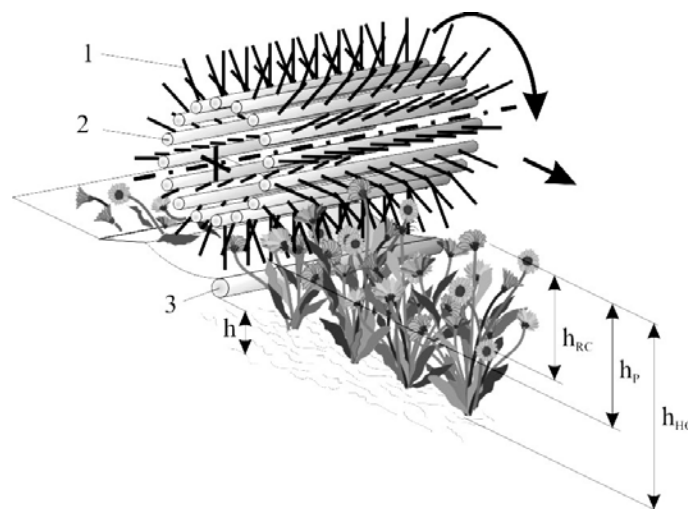
Pri mehanizovanom branju cvasti nevena, međutim, dolazi do smanjenja broja pupoljaka, jer radni organ berača ne razlikuje pupoljak od cvasti, što u određenoj meri utiče na smanjenje prinosa cvasti, a potrebna je i naknadna dorada kako bi se odvojila

stabljika i lišće i dužina drški cvasti svela na dužinu do 2 cm. Zbog toga je postavljen cilj da se istraži mogućnost mehanizovanog branja cvasti nevena primenom mašine namenjene za branje cvasti kamilice, koja ima radni organ tipa virtualnog rotirajućeg češlja sa prstima širokog razmaka (Sl. 1), utvrđivanjem radnih parametara pri kojima se ostvaruju najbolji efekti branja.

MATERIJAL I METOD

Dvogodišnje istraživanje efikasnosti branja cvasti nevena sorte „Gelb Orange“ pomoću mašine sa radnim organom tipa virtualnog rotirajućeg češlja sa zubima širokog razmaka obavljeno je na Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Odeljenju za hmelj, sirak i lekovito bilje, kod Novog Sada. Neven je gajen na parceli površine 0,12 ha. Međuredni razmak bio je 45 cm, a gustina sklopa 300,000 biljaka po hektaru. Primenjena je standardna agrotehnika. Parcela je podeljena na šest delova sa jednakim brojem redova biljaka.

Mašina za branje [8] imala je radni organ radne širine 1.200 mm i prečnika putanje vrhova zuba 720 mm, Sl. 2. Zubi – 1, prečnika 5 mm bili su raspoređeni na 16 cevastih nosača – 2, na međusobnom razmaku 50 mm. Dužina svakog prsta iznosila je 75 mm. Podužni raspored zuba na svakom susednom nosaču je smaknut, tako da se pri obrtanju formira zavojnica. Prevojna cev – 3 bila je postavljena na udaljenosti 10 mm od vrhova zuba. Iza radnog organa nalazio se prijemni sanduk za ubranu masu zapremine oko 1 m³.



Slika 2. Radni organ za branje cvasti tipa virtualnog rotirajućeg češlja sa zubima širokog razmaka
1 – prsti, 2 – cevasti nosači prstiju, 3 – prevojna cev, h – visina prevojne cevi od tla, h_{RC} – raspon najviše i najniže cvasti na biljci, h_P – dubina ulaska virtualnog rotirajućeg češlja u cvetni horizont, h_{HC} – visina horizonta cvasti

Figure 2. Virtual rotating comb type harvester, with wide tines' distance
1 – tine, 2 – tines' carrier, 3 – round tube, h – tube's height, h_{RC} – width of inflorescences band, h_P – depth of working device penetration into the inflorescences horizon, h_{HC} – inflorescences horizon height

Ispitivanje efikasnosti branja obuhvatilo je utvrđivanje vrednosti prosečnog udela ukupne ubrane mase cvasti M_C (cvasti dužine drške do 2 cm i preko 2 cm, obračunato na dužinu drške do 2 cm) u biološkom prinosu cvasti M_{BC} , za različite vrednosti odnosa dubine ulaska radnog organa u horizont cvasti h_p i prosečne visine raspona najviših i najnižih cvasti na biljkama h_{RC} , izraženog pokazateljem (1):

$$R = \frac{h_p}{h_{RC}} \quad (1)$$

gde je:

- R [-] - koeficijent,
 h_p [cm] - dubina ulaska radnog organa u horizont cvasti,
 h_{RC} [cm] - prosečna visina raspona najviših i najnižih cvasti na biljkama.

Branja su obavljena svakih 15 do 20 dana, nakon formiranja cvasti, pri frekvenciji obrtanja radnog organa 130 min^{-1} , sa prosečnom radnom brzinom kretanja mašine $1,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (Sl. 3).



Slika 3. Mašina sa virtualnim rotirajućim češljem pri branju cvasti nevena
Figure 3. Tractor with virtual rotating comb type harvester in marigold inflorescences harvest

U toku obe sezone obavljeno je po 5 branja. Na svakom delu parcele, u toku prve sezone primenjena je drugačija vrednost R , koja je bila u intervalu 1,0–2,4, sa intervalom povećanja 0,1. Kako je, na osnovu rezultata ispitivanja u prethodnoj godini, uočeno da su najbolji efekti branja ostvareni za vrednost $R = 1,3$, druge sezone je primenjena samo ta vrednost. Vrednost R podešavana je na početku svakog dela parcele, podešavanjem visine h prevojne cevi – 3 (Sl. 2), od tla, u skladu sa izrazom (2):

$$h = h_{HC} - (R \cdot h_{RC} + 4,5) \quad (2)$$

gde je:

- h [cm] - visina prevojne cevi od tla,

- h_{HC} [cm] - visina horizonta cvasti,
 4,5 [cm] - zbir prečnika prevojne cevi (3) i udaljenosti vrhova zuba od prevojne cevi (Sl. 2).

Posle svakog prohoda merena je količina ukupne ubrane mase biljke nevena i izračunata vrednost u $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Iz ubrane mase, na slučajan način, izdvojeno je po 5 uzoraka mase oko 1 kg iz kojih su cvasti ručno separisane od stabljike i lišća. Cvasti su klasifikovane u dve grupe, na osnovu dužine drške, do 2 cm (prva klasa) i preko 2 cm i izmerene njihove mase $M_{C\leq 2}$ i $M_{C>2}$, redom. Izračunate su prosečne vrednosti, koje su obračunate u $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Nakon toga obavljeno je ručno skraćivanje drške cvasti druge grupe na dužinu do 2 cm, te izmerene mase cvasti. Odnos mase odsečenih drški i ukupne ubrane mase $M_{C>2}$ predstavlja koeficijent ε . Ukupna ubrana masa cvasti M_C izračunata je pomoću izraza (3):

$$M_C = M_{C\leq 2} + M_{C>2} \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3)$$

gde je:

- M_C [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] - ukupna ubrana masa cvasti nevena,
 $M_{C\leq 2}$ [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] - masa cvasti dužine drške do 2 cm,
 $M_{C>2}$ [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] - masa cvasti dužine drške preko 2 cm,
 ε [-] - koeficijent.

Posle mehanizovanog branja ručno sa 1 m^2 , na slučajan način, sa pet ponavljanja, sakupljene su cvasti, koje su ubrane ali su pale na zemlju, kao i one, koje tokom procesa branja nisu otkinute. Time su ustanovljeni prosečni ukupni gubici cvasti pri branju, M_G , obračunati u $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, svedeni na dužinu drške do 2 cm primenom koeficijenta ε .

Biološki prinos cvasti M_{BC} utvrđen je sabiranjem ubrane mase cvasti M_C i ukupnih gubitaka cvasti pri branju M_G , za svako branje.

Ispitivanje efikasnosti ubiranja, za različite vrednosti pokazatelja R , definisano je sledećim pokazateljima:

- udeo ubrane mase cvasti M_C u biološkom prinosu cvasti M_{BC} , (4):

$$k1 = \frac{M_C}{M_{BC}} \cdot 100 \quad (4)$$

gde je:

- $k1$ [%] - udeo ubrane mase cvasti u biološkom prinosu cvasti,
 M_{BC} [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] - biološki prinos cvasti.

- odnos ubrane mase cvasti dužine drške do 2 cm ($M_{C\leq 2}$) i mase cvasti dužine drške preko 2 cm ($M_{C>2}$) obračunato na dužinu drške do 2 cm (5):

$$k2 = \frac{M_{C\leq 2}}{M_{C>2}} \quad (5)$$

gde je:

- $k2$ [-] - odnos ubrane mase cvasti dužine drške do 2 cm i mase cvasti dužine drške preko 2 cm.

REZULTATI I DISKUSIJA

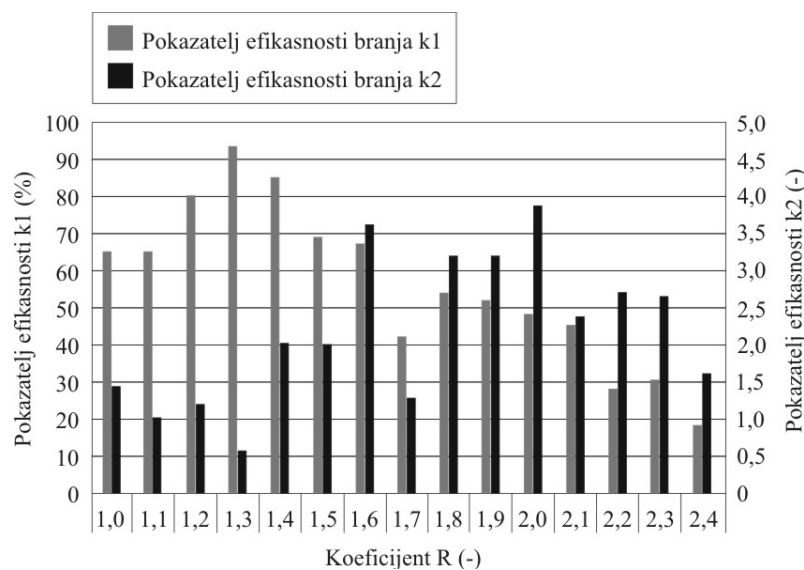
Tokom obe godine istraživanja, vrednosti prosečne visine horizonta cvasti i raspona najviših i najnižih cvasti imali su približno konstantan pad (prve godine: 52 - 39 cm i 18 - 8 cm redom, a druge godine: 46 - 28 cm i 15 - 8 cm redom). Takođe je vrednost udela cvasti u masi biljke imala trend opadanja (prve godine: 18 - 14,5 cm, a druge godine: 15 - 12,7 cm, redom).

Prosečan prinos cvasti tokom prve godine branja imao je stohastičan karakter. Značajno najveći prosečan biološki prinos cvasti bio je pri prvom branju, $4.157 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, a potom se smanjivao u narednim branjima, tako da je kod petog branja iznosio oko 24 % prinosa pri prvom branju ($994 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Druge godine, prosečan prinos cvasti kretao se u granicama $1.200 - 1.750 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, bez tendencije smanjenja u odnosu na prvo branje.

Udeo mase odsečenih drški cvasti, koje su duže od 2 cm, u ukupnoj masi ubranih cvasti, koje imaju drške dužine preko 2 cm, tokom dve godine branja, u proseku je iznosio 33,6 %.

Najveći udeo prosečne ukupne ubrane mase cvasti M_C u prosečnom prinosu cvasti M_{BC} , prve godine branja, iznosio je $k1 = 93 \%$ i ostvaren sa vrednošću $R = 1,3$, a najmanji, $k1 = 18 \%$, sa $R = 2,4$. Najveća vrednost odnosa prosečne mase ubranih cvasti dužine drške do 2 cm, $M_{C\leq 2}$, i preko 2 cm, obračunato na dužinu drške do 2 cm, $M_{C>2}$, iznosila je $k2 = 3,9$ i ostvarena je pri $R = 2,0$, a najmanja, $k2 = 0,6$, pri $R = 1,3$ (Sl. 4).



Slika 4. Pokazatelji $k1$ i $k2$ za različite vrednosti koeficijenta R , prve godine ispitivanja branja
Figure 4. Indicators $k1$ and $k2$ for different values of coefficient R , first season of testing

Pri vrednosti $R = 2,3$ i $2,4$ značajno su izraženi ukupni gubici cvasti, u odnosu na biološki prinos cvasti, 70 i 82 % redom. Pri tome se gubici u najvećem procentu odnose na neubrane cvasti, čak 97 %, odnosno 98 %, redom, dok je bilo svega 2 - 3 % cvasti

koje su pri branju pale na zemlju, redom. Značajno manji gubici ostvareni su pri vrednosti $R = 1,3$, u proseku 3 %, od čega je gubitak u cvastima, koje su pale na zemlju, iznosio 45 %, a neubranih cvasti 54 %.

Druge godine su potvrđeni rezultati ocena efikasnosti branja cvasti dobijeni u prvoj godini, s obzirom na podešenost visine rada radnog organa $R = 1,3$. Može se konstatovati da ovakav rezultat utvrđivanja ocene efikasnosti branja ukazuje na činjenicu da dubina ulaska prstiju virtualnog rotirajućeg češlja u horizont cvasti treba da bude 30–40 % veća od prosečnog raspona najviših i najnižih cvasti. Na taj način može da se postigne da odnos količine ubranih cvasti i prinosa cvasti bude najveći. Takođe, u ubranj masi biljke može da se ostvari odnos cvasti sa drškom dužine do 2 cm i preko 2 cm približno 2:1.

Potrebno je da se reše postupci za separaciju ubrane zelene mase i skraćivanje drški ubranih cvasti, koje imaju dužinu preko 2 cm, na dužinu do 2 cm. Jedno od rešenja načina skraćivanja drški moglo bi da bude primena uređaja, koji se za istu namenu primenjuje u doradi cvasti kamilice [9].

ZAKLJUČAK

Na osnovu dvogodišnjeg istraživanja mogućnosti mehanizovanog branja cvasti nevena može da se zaključi:

- Mašina, sa radnim organom tipa virtualnog rotirajućeg češlja, sa zubima širokog razmaka, mogla bi efikasno da bere cvasti nevena. Pri tome može da se ostvari najveći udeo ukupne ubrane mase cvasti u prinosu cvasti 84–93 % (računato sa dužinom drške do 2 cm), pri 30 do 40 % većoj dubini zadiranja radnog organa u horizont cvasti od prosečnog raspona najviših i najnižih cvasti.
- Kao posledica oštećenja pupoljaka, naredno branje ostvaruje se nakon 15 do 20 dana, u zavisnosti od meteoroloških uslova.
- Potrebno je da se reši separacija ubranih cvasti od stabljike i lišća, kao i postupak skraćivanja drški cvasti, koje su duže od 2 cm na dužinu do 2 cm.

LITERATURA

- [1] Adamović, D. 2011. Variranje prinosa cvasti i sadržaja ukupnih karotenoida u zavisnosti od vremena berbe u postnoj organskoj proizvodnji nevena. *Bilten za alternativne biljne vrste*, 43, 84: 43-47.
- [2] Kišgeci, J., Adamović, D. 1994. *Gajenje lekovitog bilja*. Nolit, Beograd: s. 199.
- [3] Adamović, D. 2010. Variranje agrobioloških osobina i sadržaja karotenoida različitih genotipova nevena u zavisnosti od vremena berbe. *Bilten za alternativne biljne vrste*, 42, 83: 40-45.
- [4] Mohr, T. 2002. Untersuchung und Weiterentwicklung einer Erntemaschine für Heilpflanzen, *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*; 7(Sonderausgabe): 96-202.
- [5] Zimmer, S., Müller, J. 2004. Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen, *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow*: s. 100.
- [6] Brabandt, Hanna, Ehlert D. 2011. Chamomile harvesters: A review, *Industrial Crops and Products*, 34: 818-824

- [7] Martinov, M., Adamović, D. 2002. Mehanizovana žetva buhača (*Pyrethrum cinerariaefolium* Trev.) – Rezultati prvih testova. *Medicinal Plant Report*. 9(9): 23–27.
- [8] Veselinov, B., Adamović, D., Martinov, M. 2008. Istraživanje mogućnosti mehanizovanog branja cvasti nevena. *Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje*. 81(40): 22-33.
- [9] Martinov, M., Oluški, L. 1998. Mašine i oprema za proizvodnju kamilice – dvadeset godina posle. *Medicinal Plant Report*. 5(5): 37–49.

**POSSIBLE APPLICATION OF VIRTUAL ROTATING COMB IN
MECHANIZED HARVESTING OF MARIGOLD INFLORESCENCES
(*Calendula officinalis* L.)**

**Veselinov Branislav¹, Adamović Dušan², Golub Marko¹,
Višković Miodrag¹, Martinov Milan¹**

¹*University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Environmental Engineering and Occupational Safety and Health, Novi Sad*

²*Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad*

Abstract: The objective of the investigation was to examine possibility of mechanized harvesting of marigold inflorescences by applying a virtual rotating comb type chamomile harvester.

The impact of coefficient R, relation between the working device penetration into the inflorescences horizon and the average value of highest and lowest inflorescences span-width of inflorescences band, on harvest yield, was tested. It was found that for coefficient R value 1.3, in average 90 % of the inflorescences' yield can be harvested.

Future investigation should be directed towards solving the mechanical separation of the inflorescences from the harvested mass and process of shortening the inflorescences' stems and determination of economic viability of mechanized harvest with proposed procedure.

Key words: *marigold (Calendula officinalis L.), inflorescence, mechanized, harvest, rotating comb.*

Prijavljen: 22.07.2013.
Submitted:
Ispravljen:
Revised:
Prihvaćen: 02.10.2013.
Accepted: