

UTJECAJ KONSTRUKCIJSKIH KARAKTERISTIKA I BRZINE RADA KOMBajNA ZA BERBU GRAŠKA NA KAKVOĆU RADA

THE IMPACT OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS AND WORKING SPEED OF PEA HARVESTER ON THE QUALITY OF WORK

V. Kušec, D. Novotni, M. Stojnović, K. Kamenjak

SAŽETAK

Na površini od 75 ha provedeno je istraživanje utjecaja brzine i konstrukcijskih karakteristika uređaja za ljuštenje (mlatilica) na kakvoću rada u berbi zrna zelenog graška u proizvodnim uvjetima sjeverozapadne Hrvatske.

U berbi graška istraživana su dva kombajna, FMC-879 i BIG DRUM 906 koji se razlikuju prema uređaju za ljuštenje mahuna. Navedeni uređaji istraživani su pri različitim brzinama rada kombajna (2,0; 3,0 i 4,0 km/h) i dvije različite zriobe zrna graška (110 i 140 °TV). Gubici i oštećenja zrna praćeni su za svaki kombajn posebno. Gubici kombajna sistematizirani su kao gubici beračkog uređaja, gubici ljuštilice i ukupni gubici. Iz rezultata istraživanja je vidljivo da su najveći gubici kod oba tipa kombajna i sve 3 brzine rada na beračkom uređaju u kategoriji zrno u otkinutim mahunama, od 3,16 do 7,18 %. Na temelju rezultata istraživanja vidljivo je da veća brzina rada kombajna uvjetuje veći prolaz biljne mase kroz uređaj za ljuštenje, što rezultira manjim vidljivim i nevidljivim oštećenjima zrna dok su gubici i onečišćenja veći.

Ključne riječi: kombajn za grašak, konstrukcijske karakteristike, brzina rada, kakvoća rada

ABSTRACT

A research on the influence of working speed and structural characteristics of pea harvester threshing device on the quality of work in harvesting green

peas was done on the production area of 75 ha in the production conditions of north-western Croatia.

Two pea harvesters were investigated, FMC-879 and BIG DRUM 906, varying in pea pod threshing device. These devices were studied at various operating speeds of pea harvester (2.0, 3.0 and 4.0 km/h) and two different ripening stages of pea (110 and 140⁰ TV). Losses and grain damage were monitored separately for each harvester. Harvester losses were systematized as harvesting device losses, threshing device losses and total losses. Research findings clearly show that the largest losses for both types of pea harvester at all three speeds are harvesting device losses in the category grain in ripped pea pods, from 3.16 to 7.18 %.

Based on the survey results, it is evident that the greater the speed of pea harvester, the higher plant mass flow through the threshing device, which results in less visible and invisible grain damage, while the losses and impurities are increased.

Key words: pea harvester, structural characteristics, working speed, quality of work

UVOD

Grašak (*Pisum sativum* L.) se smatra najvažnijom povrtnom mahunarkom koja se uzgaja radi svježeg zrna. Na važnost proizvodnje graška kao namirnice utječe razvoj tehnologije prerade i konzerviranja. Cilj prerade i konzerviranja svježeg zrna graška je da se u što dužem periodu sačuvaju njegove hranidbene vrijednosti. Kako bi kakvoća zrna za preradu bila odgovarajuća, postupak berbe treba obaviti u optimalnom roku, odnosno u što kraćem vremenu. Mehanizirana berba graška počela je u Francuskoj gdje je konstruiran prvi stroj za ljuštenje zrna graška koji je obavljao rad umjesto 50 radnika. Sve do 1950. g. postupak ljuštenja zrna graška bio je obavljan stacionarnim uređajima. Navedene godine tvrtka IMC iz Belgije proizvela je prvu pokretnu vršalicu za berbu graška. Danas se u svijetu koriste različite konstrukcije vršalice s 2, 3 i 5 mlatilica.

PREGLED LITERATURE

Istraživanjem postupka berbe graška bavili su se mnogi znanstvenici, ali i praktičari kako bi riješili osnovni problem, a to je kako osigurati što kraće vrijeme između berbe i prerade. Tehnološko sazrijevanje zrna graška počinje formiranjem mahuna na prvim plodnim koljencima pa prema vršnim. Preporuča se da berba počne kad je 75% mahuna tehnološki zrelo, što određujemo tenderometrom. Matotan (2004), navodi da je optimalna tenderometrijska vrijednost za berbu graška namijenjenog za preradu smrzavanjem 90 – 100 stupnjeva, a za konzerviranje toplom preradom 100 – 130 stupnjeva. Bajkin (1985) ispituje samohodne kombajne za berbu graška tvrtke Herbort, FMC i Ploeger i utvrđuje gubitke zrna na beračkom uređaju koji su se kretali od 4,26 do 7,80%, dok su gubici na vršalici iznosili od 0,36 do 7,76%. On zaključuje da gubici ovise o poravnatosti parcele, stanju usjeva, režimu rada kombajna, sorti i drugim čimbenicima. Zapello i sur. (1989) navode neke talijanske pokuse u trajanju više od 7 godina u berbi graška s nekoliko različitih kombajna s ciljem određivanja ekonomičnijeg rada i smanjenja troškova. Oni zaključuju da će mehanizirana berba graška biti ekonomski isplativa samo ako je dnevni učinak kombajna veći od 9 ha. Oni smatraju da se, u slučaju dobre predsjetvene pripreme tla, optimalnog sklopa biljaka, optimalne brzine kretanja kombajna, gubici mogu svesti na 1 %. Popović i Jeftović (1972), ispitujući kombajne Mather & Platt, pri prolazu biljne mase od 0,98 kg/s, brzini kretanja od 1,18 do 1,30 km/h, broju okretaja bubnja 175 °/min, i tenderometrijske vrijednosti 150 – 160, utvrđuju da se postotak cijelih zrna kreće od 82,0 do 91,0%, a gubici su iznosili 1,51 do 2,71%. Primjese su se kretale od 2,8 do 10,12%. Glancey (1997) ispituje učinak kombajna za berbu zelenog graška kako bi odredio gubitke na beračkom uređaju. Pri tom je pratio brzinu kretanja i broj okretaja vitla. Rezultati su pokazali da je optimalna kombinacija brzine kretanja kombajna 2,1 km/h i 205 °/min. vitla, što rezultira minimalnim gubicima beračkog uređaja od 2,3% od ukupnog prinosa zrna graška. Milojević i Đorđević (1981) ispituju kombajne za berbu zelenog graška sorte Verdo i kod prinosa zrna 5,8 t/ha i tenderometrijske vrijednosti 140 utvrđuju da je učinak kombajna 0,29 ha/h, a gubici su iznosili od 2,79 do 6,07%. Najveći gubici bili su u neoljuštenim mahunama., a ukupna oštećenja zrna bila su od 4,31 do 21,13% dok su se primjese kretale od 1,40 do 3,78%.

METODE RADA

U radu su istraživane dvije različite konstrukcije uređaja za ljuštenje zrna graška. Utvrđivan je radni učinak kombajna, gubici beračkog uređaja i gubici oljuštenog zrna. Utvrđivanje navedenih parametara kod oba kombajna bilo je obavljeno na parceli površine 75 ha i ujednačenog usjeva. Prije početka rada kombajna uzeti su uzorci 1 m² s različitih mjesta kako bi se utvrdio broj biljaka, masa zrna, ukupna masa biljke. Uzimanje uzoraka bilo je obavljeno kod tri radne brzine, 2, 3 i 4 km/h.

Radni učinak kombajna je definiran kao količina rada određene kakvoće u jedinici vremena, a utvrđuje se prema poznatoj jednadžbi:

$$W = B \times v \times 0,1 \text{ [ha/h]} \text{ pri čemu je}$$

B – širina radnog zahvata kombajna u [m]

v – brzina kretanja kombajna u [km/h]

Pri utvrđivanju gubitaka kombajna nisu uzimani u obzir načini sakupljanja i frakcije, nego su rezultati prikazani kao gubici čistog zrna. Rezultati su izraženi u postotku u odnosu na ukupnu masu čistog zrna koji je sakupljan u pokusu. Nakon utvrđivanja kakvoće rada kombajna, gubici su prikazani kao:

- gubici uređaja za otkidanje mahuna
- gubici uređaja za ljuštenje
- i ukupni gubici kombajna (kg/ha, %)

Površine na kojima su uzimani uzorci bile su dužine 10 m i širine 3 m.

Gubici uređaja za ljuštenje utvrđeni su uzimanjem uzoraka na izlazu oljuštene mase iz kombajna pomoću folije površine 4 × 3 m. Uzorci su uzimani prolaskom kombajna ukupnom dužinom pokusne površine. Nakon sakupljanja, uzorci su označeni prema pokusnoj površini.

Gubici beračkog uređaja uzimani su nakon prolaska kombajna. Uzorci su sakupljeni pomoću metalnog okvira površine 1m² i PVC vrećica. Nakon uzimanja uzoraka, materijal je bio transportiran do laboratorijskog prostora na daljnje analize.

Oštećenja zrna utvrđena su kemijskom analizom u laboratoriju i to:

- vidljiva oštećenja zrna
- nevidljiva oštećenja zrna

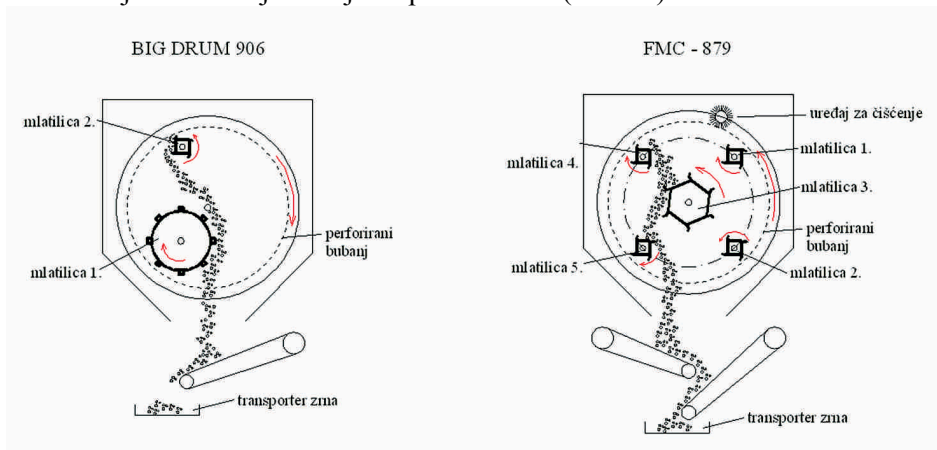
Rezultati izdvojenih frakcija dobiveni su mjerenjem uzoraka na digitalnoj vagi točnosti 0, 01 g. Rezultati su unošeni u tablice kako bi se mogli statistički obraditi. Primjese u uzorcima zrna utvrđivane su ručnim izdvajanjem. Iz uzorka su izdvajane nečistoće, dijelovi stabljike, lišće, mahune, zemlja, kamenje i sl. Usporedbom mase cijelog uzorka i mase primjesa dobiven je postotak nečistoća.

Za utvrđivanje nevidljivih oštećenja zrna graška koristile su se otopine:
- otopina 5 ml gvaicol Flusing – $C_7H_8O_2$ na 1000 ml 50% - tnog etanola
- otopina 2,8 ml vodikovog peroksida H_2O_2 na 1000 ml destilirane vode

Tijekom istraživanja uzimani su uzorci u 5 ponavljanja na sorti graška Hunter. Berba je bila obavljena kombajnima s dvije različite konstrukcije uređaja za ljuštenje zrna i to kod brzina kretanja 2,0; 3,0 i 4,0 km/h.

Konstrukcijske karakteristike uređaja za ljuštenje zrna

Današnji kombajni za berbu merkantilnog zrna graška imaju približno isti princip rada. Osim u beračkom uređaju, razlikuju se i u uređaju za ljuštenje. U praksi se primjenjuju uređaji za ljuštenje s dvije, tri i pet mlatilica. U ovom radu istraživani su uređaji s dvije i s pet mlatilica (slika 1.).



Slika 1. Shematski prikaz uređaja za ljuštenje zrna zelenog graška
Figure 1. Schematic representation of pea harvester threshing device

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Rezultati istraživanja dobiveni su postavljanjem trofaktorijskog pokusa na površini zasijanoj graškom sorte Hunter po split-split-plot metodi s pod uzorcima.

Rezultati radnog učinka kombajna FMC-879 i BIG DRUM 906 pri različitim radnim brzinama nalaze se na tablici 1.

Tablica 1. Radni učinak kombajna u berbi graška (ha/h)

Table 1. Performance of pea harvester (ha/h)

Tip kombajna / Type of pea harvester	radni zahvat / Working width (m)	brzina rada / working speed (km/h)		
		2	3	4
FMC	3,3	0,66	0,99	1,32
BIG DRUM	3,2	0,64	0,96	1,28

Iz rezultata je vidljivo da kombajn FMC-879 ima veći radni učinak, što je posljedica većeg radnog zahvata beračkog uređaja. Rezultati gubitaka pri radu oba kombajna nalaze se na tablicama 2 i 3.

Tablica 2. Prosječni gubici kombajna FMC – 879

Table 2. Average losses of FMC – 879 pea harvester

Tenderometrijska vrijednost /Tenderometric value	Brzina rada / Working speed (km/h)	Prinos zrna / Grain yield (kg/ha)	FMC - 879					
			gubici beračkog uređaja / Harvesting device losses		gubici ljuštalice / Threshing device losses		ukupni gubici / Total losses	
			kg	%	kg	%	kg	%
110	2	6540	207	3,16	49,2	0,75	256	3,91
	3	6540	216	3,3	56,2	0,86	271	4,14
	4	6540	183	2,8	83,8	1,28	265	4,05
140	2	6985	383	5,49	34,2	0,49	418	5,98
	3	6985	449	6,43	38	0,54	487	6,97
	4	6985	502	7,18	106	1,52	608	8,7

Tablica 3. Prosječni gubici kombajna BIG DRUM 906

Table 3. Average losses of BIG DRUM 906 pea harvester

Tenderometrijska vrijednost Tenderometric value	Brzina rada Working speed (km/h)	Prinos zrna Grain yield (kg/ha)	BIG DRUM 906					
			gubici beračkog uređaja / Harvesting device losses		gubici ljuštilice / Threshing device losses		ukupni gubici / Total losses	
			kg	%	kg	%	kg	%
110	2	6540	207	3,17	53,8	0,82	261	3,99
	3	6540	240	3,67	94,2	1,44	335	5,11
	4	6540	251	3,83	105	1,61	356	5,44
140	2	6985	327	4,69	81,2	1,16	409	5,85
	3	6985	353	5,05	119	1,7	472	6,75
	4	6985	421	6,02	215	3,07	635	9,09

Gubici beračkog uređaja

Analizirajući ukupne gubitke beračkog uređaja kod oba kombajna, kod sve tri radne brzine i kod tenderometrijske vrijednosti 110. utvrđeni su gotovo isti rezultati. Gubici kod tenderometrijske vrijednosti 140. kod oba tipa kombajna povećanjem radne brzine rastu i to kod frakcija otkinutih mahuna i oljuštenog zrna. Iz toga se može zaključiti da se povećanjem tenderometrijske vrijednosti (tehnološke zrelosti) zelenog zrna graška mahune lako oslobađaju od stabljika i padaju na tlo, te ih berački uređaj ne uspije uvući do uređaja za ljuštenje.

Gubici uređaja za ljuštenje

Pri radu kombajna FMC-879, za sve tri brzine rada i tenderometrijske vrijednosti 110 gubici ljuštilice iznosili su od 0,75 do 1,28%. Kod tenderometrijske vrijednosti 140, gubici ljuštilice iznosili su od 0,49 do 1,52%.

Pri radu kombajna BIG DRUM 906, za sve tri radne brzine i tenderometrijske vrijednosti 110 gubici ljuštilice iznosili su od 0,82 do 1,61%. Kod tenderometrijske vrijednosti 140 gubici ljuštilice iznosili su od 1,16 do 3,07%.

Iz rezultata je vidljivo da su gubici pri radu uređaja za ljuštenje kod oba kombajna relativno mali, što ukazuje na dobru podešenost i rad strojeva bez preopterećenja.

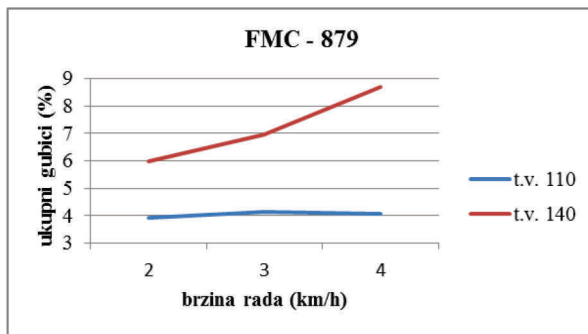
Pri radu kombajna BIG DRUM 906, povećanje radne brzine za posljednicu ima veće gubitke ljuštilice i to kod obje tenderometrijske vrijednosti u odnosu na rad kombajna FMC – 879. Iz toga je vidljivo da sistem ljuštilica s dva bubnja (mlatilice) kod kombajna BIG DRUM 906 slabije obavlja postupak ljuštenja zbog bržeg prolaza mase kroz uređaj za ljuštenje.

Ukupni gubici u postupku mehanizirane berbe zrna graška

Ukupni gubici pri radu kombajna FMC-879 za sve tri brzine kretanja kod tenderometrijske vrijednosti 110 iznose od 3,91 do 4,14 %, dok kod tenderometrijske vrijednosti 140, ukupni gubici iznose od 5,98 do 8,7 %. Treba uzeti u obzir da se veći dio gubitaka odnosi na berački uređaj, a ne na uređaj za ljuštenje.

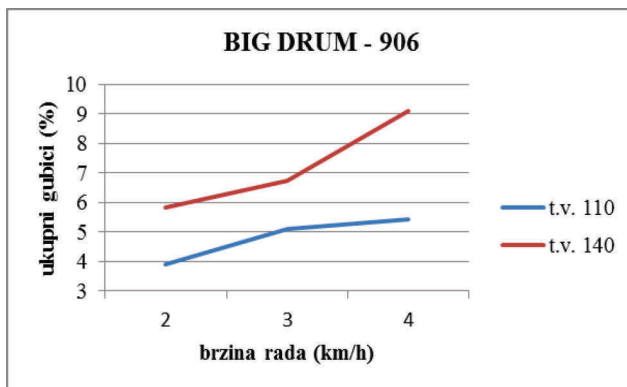
Ukupni gubici pri radu kombajna BIG DRUM 906 za sve tri brzine kretanja a povećanjem tenderometrijske vrijednosti rastu od 3,99 do 9,09 %.

Utjecaj tenderometrijske vrijednosti i brzine rada na ukupne gubitke u postupku berbe zrna graška s različitim konstrukcijama ljuštilica prikazan je u grafikonu 1 i 2.



Grafikon 1. Ukupni gubici pri radu kombajna FMC – 879

Graph 1. Total losses of FMC - 879 pea harvester



Grafikon 2. Ukupni gubici pri radu kombajna BIG DRUM – 906

Graph 2. Total losses of BIG DRUM-906 pea harvester

Istraživanjem gubitaka pri ubiranju zrna graška bavili su se i drugi autori. Bajkin i suradnici (1973) navode gubitke od 4,26 do 7,80%. Čizmić (1978) utvrđuje ukupne gubitke od 4,70 do 10,3%. Glancey (1997) navodi gubitke od 2,90 do 12,0%. Ako se usporede njihovi rezultati s istraživanim kombajnama, vidljivo je da su gubici kod istraživanih kombajna manji. Treba uzeti u obzir da su u njihovim istraživanjima brzine kretanja manje, a i tenderometrijske vrijednosti su bile različite.

Konstrukcija uređaja za ljuštenje kod kombajna BIG DRUM 906 je specifična i malo je podataka drugih autora koji se mogu usporediti s istraživanjima.

ZAKLJUČCI

Istraživanjem kakvoće rada dva različita kombajna pri ubiranju zrna zelenog graška može se zaključiti:

Prinosi zrna graška čija se vrijednost kretala od 6540 do 6985 kg/ha kao i stanje usjeva znatno su utjecali na kakvoću rada istraživanih uređaja. To je vidljivo iz rezultata rada kod niže tenderometrijske vrijednosti (110), gdje porastom radne brzine, ovisno o usjevu, rastu gubici i oštećenja zrna. Kod tenderometrijske vrijednosti 140, gubici i oštećenja su manji.

U radu oba kombajna povećanjem radne brzine, bez obzira na tenderometrijsku vrijednost, gubici zrna graška rastu, ali ne prelaze vrijednost od 10%.

Utvrđeni gubici u postupku ljuštenja zrna kod kombajna s 5 mlatilica (FMC-879) iznose od 0,75 – 1,52%, a kod kombajna s 2 mlatilice (BIG DRUM 906) od 0,82 – 3,07% iz čega se može zaključiti da uređaj s više mlatilica ima manje gubitaka u radu.

Iz dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti da veća brzina rada kombajna povećava količinu biljne mase koja prolazi kroz uređaj za ljuštenje, a što rezultira manjim vidljivim oštećenjima zrna graška (makrooštećenja) i manjim nevidljivim oštećenjima zrna graška (mikrooštećenja). Suprotno navedenom, veći su gubici i onečišćenja zrna graška zbog udarne sile mlatilica u uređaju za ljuštenje.

Iz rezultata istraživanja vidljivo je da, osim brzine rada i konstrukcijskih karakteristika kombajna, na kakvoću rada utječu i drugi čimbenici kao što su sortno svojstvo i dr., što bi trebalo istražiti u daljnjim istraživanjima.

LITERATURA

1. Bajkin, A. (1985): Proizvodna ispitivanja kombajna „Herbort“- 461 (462) na PD „Semberija“ Novi Sad.
2. Bajkin, A. (1990): Mašine za berbu zelenog graška. Agrotehničar, br. 6/36-40.
3. Čizmić, M., (1978): Novija istraživanja u mehanizovanoj berbi graška. Savjetovanje o aktualnim problemima mehanizacije poljoprivrede. Split.
4. FMC Corporation Training Course Manual (1993): Pea and Bean Harvester, Model 879. Fakenham FMC Corporation.
5. Glancey, J.L., (1997): Analysis of header from pod stripper combines in green peas. Journal of Agricultural Engineering Research Volume 68 No 1, 1-10 (EN, 9 ref.) University of Delaware, Department of Bioresources Engineering, Newark, DE 19717, USA.
6. Matotan, Z., (2004): Suvremena proizvodnja povrća, Nakladni zavod Globus, Zagreb.

7. Milojević, D., Đorđević, S., (1981): Izvještaj o ispitivanju linija mašina „Hodgep“ za ubiranje zelenog graška, Poljoprivredni fakultet Zemun.
8. Popović, D., Jeftović, T., (1972): Ispitivanje radnih karakteristika kombajna za zeleni grašak Mither & Platt. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
9. Vasilj Đurđica, (2000): Biometrika i eksperimentiranje u bilinogojstvu, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
10. Zappello, G., Biondi, P., Monarca, D., (1989): The mechanical harvesting of French beans and fresh peas. Tera e sole 44 p 643-651. Italy.

Adrese autora - Authors' addresses:

mr. sc. Vlado Kušec,
e-mail: vkusec@vguk.hr

mr. sc. Miomir Stojnović,
e-mail: mstojnovic@vguk.hr

Kruno Kamenjak, student
e-mail: kkamenjak@gmail.com
Visoko gospodarsko učilište u Križevcima,
M. Demerca 1, 48260 Križevci

mr. sc. Darko Novotni,
e-mail: darkonovotni@gmail.com
Srednja gospodarska škola u Križevcima,
M. Demerca 1, 48260 Križevci

Primljeno – Received:

15.10.2012.

