

Bibliid: 0350-2953 (2006) 32: 3-4, p. 167-176
UDK: 631.354:633.11:631.53.02

Originalni naučni rad
Original scientific paper

ŽITNI KOMBAJNI U ŽETVI SEMENSKE PŠENICE **COMBINE HARVESTERS IN SEED WHEAT HARVEST**

Turan J, Mehandžić R, Malinović N,* Kosovac M.**

REZIME

Radom se prezentuju najnovija istraživanja koja je obavila ekipa Departmana za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu u saradnji sa Naučnim institutom za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. U radu se komparativno obrađuju i analiziraju dva kombajna u identičnim uslovima. Bitna odlika kombajna je da su oni opremljeni motorima iste efektivne snage i da se tehnološki razlikuju po tehnološkom nivou opremljenosti, što je posledica njihovih godina proizvodnje.

Ključne reči: semenska pšenica, kombajni, žetva, učinak

SUMMARY

By this paper the newest research which are conducted by the Agricultural Science Department crew at the Agricultural Faculty in Novi Sad in cooperation with Science Institute for field and vegetable crops in Novi Sad are being presented. Two of combines are being processed and analyzed in comparison by this paper in identical conditions. The important character of combines is that they are equipped with the engines of the same effective power and that the combines are technological different in technological equipment level which is consequence of the year of manufacture.

Key words: seed wheat, combines, harvest, output

UVOD

Radom se prezentuju najnovija istraživanja koja je obavila ekipa Departmana za poljoprivrednu tehniku Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu u saradnji sa Naučnim institutom za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. U radu se komparativno obrađuju i analiziraju dva kombajna u identičnim uslovima. Bitna odlika kombajna je da su oni opremljeni motorima iste efektivne snage i da se tehnološki razlikuju po tehnološkom nivou opremljenosti, što je posledica njihovih godina proizvodnje.

*Dr Jan Turan, docent, dr Radojica Mehandžić, docent, dr Nedeljko Malinović, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8.

**Milan Kosovac, dipl. inž, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

MATERIJAL I METOD RADA

Materijal

Ispitivanjem su obuhvaćena dva kombajna u žetvi semenske pšenice sorte "sofija" i "rusija".

Kombajn A:

To je univerzalni žitni kombajn standardne jednostavne i racionalne koncepcije sa značajnim tehničkim i tehnološkim poboljšanjima žetve, vršidbe i separacije. Namenjen je za ubiranje žitarica, jednofaznom i dvofaznom žetvom, a adaptacijom i za ubiranje kukuruza u zrnju, suncokreta, soje, mahunjača, sitno semenskih kultura. Pripada grupi kombajna sa tangencijalnim vršidbenim sistemom.

Hederski sto kombajna je savremeno rešenje žitne varijante. Lako je odvajanje i vezivanje za elevator hedera. Širina hedera iznosi 3,10/3,40 m.

Za automatsko kopiranje terena ispod poda hederskog stola ugrađen je kopirni uređaj, čija se osetljivost i uključivanje obavlja iz kabine. Osetljivost, odnosno brzina reagovanja i drugih radnih organa regulišu se preko tastera na komandnoj tabli. Komande regulacije položaja vitla po horizontali, kao i ukošenost prstiju vitla obavlja se džoiistik palicom.

Vršidbenu komoru kombajna čini bubanj i podbubanj. Bubanj je prečnika 500 mm i dužine 1.110 mm s osam udarnih šina (4 leve i 4 desne) i mogućnošću promene broja obrtaja u zavisnosti od kulture u dijapazonu od 600 do 1.300 o/min.

Ukupna površina podbubnja (korpe) iznosi 0,51 m² i omogućava meku i temeljnu vršidbu. Broj poprečnih šina korpe je 12, a obuhvatni ugao korpe iznosi 105°.

Slamotres je četvorosekcijski sa tri kaskade i ukupnom površinom separacije slame od 4,26 m².

Separacija zrna se obavlja na gornjem podesivom situ sa nastavkom koji je takođe podesiv i na donjem nepodesivom situ. Gornje sito je površine 1,55 m² a produžetak gornjeg sita za klasove je 0,33 m². Donje sito je površine 1,12 m², odnosno ukupna površina separacije zrna na sitima je 3,0 m².

Kabina kombajna obezbeđuje maksimalnu komforost i preglednost s odgovarajućim uređajima za kontrolu rada. Buka u kabini je ispod dozvoljene granice definisane standardom i iznosi 84 dBA. Kabina je klimatizovana.

Bunker za zrno je kapaciteta 3.000 l. U kombajn je ugrađen motor snage 74 kW i rezervoar za gorivo od 200 l.



Sl. 1. Ispitivani kombajni

Fig. 1. Examed combines

Kombajn B:

Univerzalni žitni kombajn starije generacije je univerzalne namene, standardne jednostavne i racionalne koncepcije. Namenjen je za ubiranje žitarica, jednofaznom i dvofaznom žetvom, a adaptacijom i za ubiranje kukuruza u znu, suncokreta, soje, mahunjača, sitnosemenih kultura. Pripada grupi kombajna sa tangencijalnim vršidbenim sistemom.

Hederski sto kombajna je klasično rešenje žitne varijante. Lako je odvajanje i vezivanje za elevator hedera.

Širina hedera iznosi 4,27 m. Kopiranje terena obavlja se isključivo iz kabine vozača preko ručice hidrauličnog razvodnika. Sam postupak održavanja zadate visine zavisi od rukovaoca kombajna. Promena broja obrtaja vitla obavlja se preko mehaničkog varijatora u dijapazonu 18 do 41 o/min, a podešavanje vitla po visini obavlja se iz kabine vozača.

Tab. 1. Tehničke karakteristike kombajna

Tab. 1. Technical features of combines

	Kombajn A	Kombajn B
Snaga motora - Engine power (kW)	74	73,5
Radni zahvat - Engagement width (m)	3,45	4,27
Širina bubnja - Drum width (mm)	1.110	1.000
Prečnik bubnja - Drum diameter (mm)	500	600
Broj šina bubnja - Number of drum rails	8	8
Broj obrtaja bubnja - Drum revolution (o/min)	600-1.300	550-1.150
Površina slamotresa - Straw shaker surface (m ²)	3	3,9
Površina sita - Sow surface (m ²)	4,26	2,56
Zapremina bunkera - Hopper volume (l)	3.300	3.200
Snaga/radni zahvat - Power / engagement width (kW/m)	21,45	17,21
Površina slamotresa/radni zahvat - Straw shaker surface / engagement width (m ² /m)	0,87	0,91
Površina sita/radni zahvat - Sow surface / engagement width (m ² /m)	1,23	0,6
Zapremina bunkera/radni zahvat - Hopper volume / engagement width (l/m)	956,5	749,4

Vršidbenu komoru kombajna čini bubanj i podbubanj. Bubanj je prečnika 600 mm i dužine 1.000 mm sa osam udarnih šina (4 leve i 4 desne) i mogućnošću promene broja obrtaja u zavisnosti od kulture u dijapazonu od 550 do 1.150 o/min.

Broj poprečnih šina korpe je 12, a obuhvatni ugao korpe iznosi 110°.

Slamotres je šestosekcijski sa četiri kaskade i ukupnom površinom separacije slame od 3,9 m².

Separacija zrna obavlja se na podesivim sitima. Ukupna površina separacije zrna na sitima je 2,56 m². Kabina kombajna nije opremljena savremenim uređajima za kontrolu kvaliteta rada kombajna.

Bunker za zrno je kapaciteta 3.200 l. U kombajnu je ugrađen motor snage 73,5 kW i rezervoar za gorivo od 205 l.

METOD RADA

Radni zahvat

U žetvi semenske pšenice ispitivana su dva kombajna različitog tehnološkog nivoa opremljenosti, što je posledica njihovog veka korišćenja.

Radni zahvat kombajna je onaj koji kombajn ostvaruje u datim uslovima za rad. Kod ubiranja pšenice radni zahvat je manji od teoretskog (konstruktivnog) zahvata kombajna.

Radni zahvat (Br) meren je standardnim metodama.

Radna brzina

Radna brzina kombajna je brzina kojom kombajneri rade u redovnoj eksploataciji. Ova brzina uzima se za izračunavanje proizvodnosti žitnih kombajna. Bolje iskorišćenje snage postiže se povećanjem radne brzine ali uz uslov da to ne utiče na povećanje gubitka zrna preko dozvoljene granice. Povećanjem brzine kretanja postiže se veća produktivnost ljudskog i mašinskog rada. Radna brzina je očitavana sa displeja u kabini kombajna. Tačnost očitavanja iznosila je 0,1 km/h.

Vremena smene i učinci

Vreme smene obuhvata sva vremenska stanja kombajna u toku celog radnog dana odnosno smene.

- Površinski učinak izračunat je po formuli:

$$W_{pr} = 0,1 \cdot B_r \cdot v_r \cdot \tau_{pr} \quad (ha/h), \quad (1)$$

gde je:

B_r (m) - radni zahvat

v_r (km/h) - radna brzina

τ_{pr} (-) - koeficijent iskorišćenja proizvodnog vremena.

- Maseni učinak izračunava se iz proizvoda površinskog učinka i mase ubranog prinosa:

$$Q_{pr} = W_{pr} \cdot q_u \quad (t/h) \quad (2)$$

gde je:

q_u (t/ha) - ubrani prinos pšenice.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Tab. 2 . Struktura vremena rada kombajna

Tab. 2. Combine working time structure

Elementi vremena	Sorta "sofija"		Sorta "rusija"	
	A	B	A	B
	%	%	%	%
T ₁	15,9	23	33	38
T ₂	6,9	6,2	9,8	5,6
T ₂₁₁	2,1	1,9	2,1	1,7
T ₂₂₂	4,8	4,3	7,7	3,9
T ₃	8,1	1,1	3,2	0,2
T ₆	10,3	10,1	5,6	5,4
T ₆₃	10,3	10,1	5,6	5,4
T ₇	2,2	-	-	-
T ₇₂	2,2	-	-	-
T ₈	24,1	23,5	26,6	25,4
T ₉	32,5	36,1	21,8	25,4
T ₉₂	1,1	1,1	0,8	0,8
T ₉₂₃	1,1	1,1	0,8	0,8
T ₉₃	7,3	6,8	1,6	1,6
T ₉₃₁	3,4	3,4	0,8	0,8
T ₉₃₃	3,8	3,4	0,8	0,8
T ₉₄	24,1	28,2	19,4	23
T ₀₃	100	100	100	100

Kao i na ostvareni radni zahvat tako i na radnu brzinu utiču mnogi faktori koji se dele na subjektivne i objektivne.

Od subjektivnih faktora najveći uticaj ima radno iskustvo, zatim odgovornost na radu itd. Od objektivnih faktora, pre svega, utiče ostvareni prinos i stanje useva, zatim starost kombajna, pripremljenost kombajna za žetvu, tehničko održavanje.

Prosečna brzina kombajna A je 8, a kombajna B 4 km/h.

Analizom snimljenih rezultata na terenu dobijena je struktura smenskog vremena prikazana u tabeli 2.

T₁ - Tehnološko - korisno vreme

Na tehnološko-korisno vreme u odnosu na ukupno smensko vreme u toku žetve sorte "sofija" na kombajn A otpada 69,5 min (15,9%), a na B 102,5 min (23%). U toku žetve sorte "rusija" na kombajn A otpada 204,5 min (33%), a na B 247,3 min (38%).

Na postizanje boljih rezultata nepovoljno je uticalo vreme provedeno u pripremno završnim operacijama, koje je bilo uslovljeno visokom vlagom useva i velikom procentu vremena utrošenom na čišćenje kombajna (rad u drugoj sorti). Drugi razlog je vreme provedeno u praznom hodu.

T₂ - Tehnološko - pomoćno vreme

Udeo tehnološko - pomoćnog vremena u ukupnom vremenu smene u žetvi sorte "sofija" za kombajn A iznosi 30 min (6,9%), a za kombajn B 27,5 min (6,2%). Udeo u žetvi sorte Rusija za kombajn A iznosi 60,9 min (9,8%), a za kombajn B 36,5 min (5,6%).

U okviru ovog vremena zastupljeno je vreme praznohodnog kretanja kombajna, odnosno vreme okretanja kombajna na uvratinama, vreme pražnjenja kombajna i vreme ostalog kretanja kombajna po parceli.

T₃ - Vreme otklanjanja tehnoloških smetnji i grešaka u radu mašine

Uzroci tehnoloških smetnji, odnosno zagušenja, po pravilu bile su povećane radne brzine - odnosno osetljivost senzora A kombajna, takođe na ovo vreme je uticalo dodatno podešavanje sita na parceli i konsultacija sa serviserom. U odnosu na ukupno smensko vreme na ovo vreme je potrošeno u žetvi "sofije" 35,5 min (8,1%) kod kombajna A, a kod kombajna B 5 min (1,1%). U žetvi sorte "rusija" potrošeno je u radu kombajna A 19,55 min (3,2%), a kod kombajna B 1,3 min (0,2%).

T₉ - Pripremno - završno vreme

Ovo vreme zauzima veliki deo ukupnog smenskog vremena. U okviru pripremno - završnog vremena najviše vremena otpada na čišćenje kombajna, koje je posle žetve "sofije" iznosilo 105 min (24,1%) kod kombajna A, a 126 min (28,2%) kod kombajna B. Posle žetve "rusije" ovo vreme je bilo 120 min (19,4%) za kombajn A, a 150 min (23%) za kombajn B. U ovo vreme spada još: uzimanje goriva i zagrevanje motora, kretanje agregata sa jedne na drugu parcelu i kretanje agregata od parcele do mesta parkiranja. Pred žetvu "sofije" ovo vreme iznosi 37 min, a pred žetvu "rusije" 20 min.

Analiza pokazatelja rada žitnih kombajna

Analizom tabele 3. uočava se da su pokazatelji iskorišćenja radnog vremena za oba kombajna značajno različiti.

Tab. 3. Koeficijenti iskorišćenja radnog vremena

Tab. 3. Working time usage quotients

Koeficijenti iskorišćenja	Sorta "sofija"		Sorta "rusija"	
	A	B	A	B
Ciklusnog vremena (τ_c)	0,7	0,79	0,77	0,87
Proizvodnog vremena (τ_{pr})	0,24	0,36	0,42	0,51
Smenskog vremena (τ_{sm})	0,16	0,23	0,33	0,38

a) Koeficijent iskorišćenja vremena tehnološkog ciklusa (τ_c) je visok. Ovo kazuje da je relativno malo vremena izgubljeno na okretanje kombajna na uvratinama (posebno se ovo odnosi na kombajn B), prelazak sa jednog zagona na drugi i na ostala kretanja kombajna po parceli. Kombajn A, usled svoje veće radne brzine, češće se okretao na krajevima parcele pa je stoga i koeficijent iskorišćenja ciklusnog vremena niži kod kombajna A, nego kod kombajna B.

b) Koeficijent iskorišćenja proizvodnog vremena (τ_{pr}) je nizak, zbog nepovoljnih meteoroloških uslova (visoka vlaga).

c) Koeficijent iskorišćenja smenskog vremena (τ_{sm}) je nizak kod oba kombajna i u žetvi "sofije" i "rusije". Na njega je uticao visok gubitak vremena na čišćenje kombajna.

Površinski učinak kombajna

Iz tabele 4. se vidi da je proizvodnost kombajna A znatno veća od kombajna B. Glavni razlog tome je veća radna brzina kombajna A. Brzina ne bi trebalo da bude velika, jer to uslovljava i lošiji kvalitet rada.

Tab. 4. Pokazatelji površinske proizvodnosti žitnih kombajna

Tab. 4. Combine harvester field output index's

Kombajn	Sorta	v (km/h)	B_r (m)	W_c (ha/h)	W_{pr} (ha/h)	W_{sm} (ha/sm)
A	"sofija"	8	3,3	1,85	0,63	3,05
B		4	4,1	1,30	0,59	2,82
A	"rusija"	8	3,3	2,03	1,11	8,99
B		4	4,1	1,43	0,84	6,72

a) Vrednost tehnološko-ciklusne proizvodnosti u žetvi sorte "sofija" je za kombajn A 1,85 ha/h, a za kombajn B 1,30 ha/h. U žetvi sorte "rusija" ova vrednost iznosi za A 2,03 ha/h, a za B 1,43 ha/h.

b) Vrednost poljske proizvodnosti u žetvi sorte "sofija" za kombajn A je 0,63 ha/h, a za kombajn B je 0,59 ha/h. U žetvi sorte "rusija" ova vrednost iznosi za kombajn A 1,11 ha/h, a za kombajn B je 0,84 ha/h.

c) Vrednost smenske proizvodnosti u žetvi sorte "sofija" je za kombajn A 3,05 ha/sm, a za kombajn B je 2,82 ha/sm. U žetvi sorte "rusija" ova vrednost iznosi za kombajn A 8,99 ha/sm, a za kombajn B 6,72 ha/sm.

Maseni učinak kombajna

Iz tabele 5 se vidi da su maseni učinci veći kod kombajna A u odnosu na kombajn B. Prinos sorte "sofija" ove godine je iznosio 5,345 t/ha, a sorte "rusija" 5,394 t/ha.

Tab. 5. Pokazatelj masene proizvodnosti žitnih kombajna

Tab. 5. Combine harvester mass output index's

Kombajn	Sorta	v_r (km/h)	B_r (m)	Q_c (t/h)	Q_{pr} (t/h)	Q_{sm} (t/sm)
A	"sofija"	8	3,3	9,88	3,37	16,3
B		4	4,1	6,95	3,15	15,07
A	"rusija"	8	3,3	10,95	5,98	48,49
B		4	4,1	7,71	4,53	36,25

Produktivnost ljudskog rada

Iz tabele 6 se vidi da je utrošak ljudskog rada po jedinici površine i jedinici mase u žetvi sorte "sofija" za kombajn A niži u odnosu na stari kombajn B u obe sorte.

Tab. 6. Produktivnost ljudskog rada po kombajnim

Tab. 6. Productivity of men work by combines

Kombajn	Korta	H_{ha} (min/ha)	H_t (min/t)
A	"sofija"	59,4	11,1
B		60	11,4
A	"rusija"	33,6	6
B		48,6	9

Produktivnost mašinskog rada

Snaga motora kombajna A je 74 kW, dok je snaga motora kombajna B 73,5 kW.

Iz tabele 7 očitava se vrednost utroška mašinskog rada po jedinici površine (po jedinici ubrane mase) u žetvi obe sorte niži kod novog kombajna A u odnosu na stari kombajn B.

Tab. 7. Produktivnost mašinskog rada po kombajnim

Tab. 7. Productivity of machine work by combines

Kombajn	sorta	M_{ha} (kWh/ha)	M_t (kWh/t)
A	"sofija"	73,26	13,7
B		73,5	13,75
A	"rusija"	41,44	7,68
B		59,55	11,04

Utrošak goriva

Iz tabele 8 se vidi da je smenska potrošnja goriva u žetvi sorte "sofija" za kombajn A i kombajn B na nivou od 10,5 do 11,5 l/ha, odnosno oko 2 l/t.

Tab. 8. Pokazatelji ekonomičnosti utroška goriva u žetvi semenske pšenice

Tab. 8. Economy fuel consumption index's in the seed wheat harvest

Kombajn	Sorta	G_{sm} (l/sm)	W_{sm} (ha/sm)	Q_{sm} (t/sm)	$q_{g(ha)}$ (l/ha)	$q_{g(t)}$ (l/t)
A	"sofija"	35,52	3,05	16,30	11,65	2,18
B		29,49	2,82	15,07	10,46	1,96
A	"rusija"	100	8,99	48,49	11,12	2,06
B		73,75	6,72	36,25	10,97	2,03

ZAKLJUČAK

Ispitivani kombajni manje su snage, što je diktirano specifičnošću semenske proizvodnje na oglednim parcelama semenske pšenice Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima.

Analizirajući i upoređujući podatke ova dva kombajna zaključuje se sledeće:

- Kombajn A ima manji radni zahvat od kombajna B, ali im je iskorišćenost teoretskog radnog zahvata ista.

-Radna brzina kombajna A je dvostruko veća.

-Stepen iskorišćenja smenskog i proizvodnog vremena je mali kod oba kombajna (kombajn B ima malo veći), zbog velikog gubitka vremena u čišćenju kombajna i meteoroloških uslova.

- Površinski i maseni učinak je osetno viši kod kombajna A, zbog dvostruko veće brzine i kraćeg vremena potrebnog za čišćenje (pogodnije tehničko rešenje za čišćenje).

- Produktivnost ljudskog rada kod oba kombajna je zadovoljavajuća i izjednačena na manjim parcelama, dok na većim do izražaja dolazi kombajn A sa većom radnom brzinom. Utrošak mašinskog rada je osetno niži kod kombajna A.

- Utrošak goriva je na nivou od 11 l/ha za oba kombajna u uslovima žetve obe sorte.

- Celokupno gledajući savremeni kombajn A se pokazao kao bolje i pouzdanije tehnološko rešenje u odnosu na kombajn B iz prethodne generacije, prema tome postoji

tehničko-eksploatacioni rezon prelaska na tehnologiju žetve novim savremenim kombajnima.

LITERATURA

1. Ćorić S. i sar. 1988. Troškovi rada žitnih kombajna. XV Naučno-stručni skup "Poljoprivredna tehnika" Opatija, 85-90.
2. Hermann Kreich F. i sar. 2001. Six-walker harvesters on the blocks - and they're off!, Profi International, (1), 24-31.
3. Jeftić S. 1992. Posebno ratarstvo. Nauka, Beograd, 605.
4. Lazić V, Manojlović V. 1991. Efektivnost sistema za žetvu pšenice. Savremena poljoprivredna tehnika, 17(3), 116-121.
5. Mehandžić R, Malinović N. 2003. Dostignuća i razvoj univerzalnih žitnih kombajna. Savremena poljoprivredna tehnika, 29(3), 90-97.
6. Mehandžić R, Malinović N. 2004. Komandno kontrolni sistemi savremenih žitnih kombajna u funkciji proizvodnosti i gubitaka, Savremena poljoprivredna tehnika, 30(1-2), 79-85.
7. Turan J. 2003. Optimizacija tehničko-tehnološke strukture žetvenog sistema, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 141.
8. Turan J, Lazić V. 2002. Maseni učinak kombajna u žetvi pšenice i kukuruza. Savremena poljoprivredna tehnika, 28(3-4), 61 – 69.
9. Turan J, Lazić V. 2003. Racionalizacija rada žitnih kombajna. Savremena poljoprivredna tehnika, 29(1-2), 35-41.
10. Živković Ž. 1989. Novi vršidbeni sistemi kombajna, Savremena poljoprivredna tehnika, 15 (3), 69-74.

Primljeno: 06.01.2006.

Prihvaćeno: 09.01.2006.