

Inž. Drago Komunjer,  
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

### ISPITIVANJE PRIMJENE ŽITNIH KOMBAINA U ŽETVI SUNCOKRETA

Potrošnja masnoća, a naročito biljnih ulja, kod nas je u stalnom porastu, pa se zbog toga uzgoju uljarica poklanja sve veće značenje. Radi vrlo visokog sadržaja ulja u sjemenkama i zbog vrlo povoljnih uvjeta uzgoja u našoj zemlji, suncokret je postao jedna od naših najvažnijih uljarica. Unatoč ovolikog značaja uzgoja suncokreta, nisu se dosada povećavale površine pod tom kulturom paralelno s rastućim potrebama odnosno s povećanjem potrošnje ulja. Jedan od glavnih uzroka takvog stanja bio je nedostatak odgovarajuće i efikasne mehanizacije radova oko žetve i sređivanja sjemenki suncokreta.

Žetva suncokreta se donedavno obavljala potpuno ručno. Pored vršidbe na stacionarnim žitnim vršalicama još i danas se primjenjuje kod nas potpuno ručno izmlaćivanje i sređivanje sjemena. Ovakvi zastarjeli načini žetve i vršidbe iziskuju vrlo mnogo ručne radne snage koja je skupa i nema je uvijek dovoljno. To je naročito dolazilo do izražaja na našim socijalističkim gospodarstvima, koja su u većini slučajeva izbjegavala uzgoj ove kulture na imalo većim površinama. Posljedice ovakvog stanja očitovale su se u stalnom povećanju uvoza sirovina za proizvodnju ulja radi podmirenja povećane potrošnje.

U 1960. godini učinjen je značajan napredak u cilju unapređenja proizvodnje suncokreta kod nas. Počelo se uzgajati visokoproduktivne sorte uvežene iz SSSR-a, a istovremeno se javlja i inicijativa za rješavanje problema mehanizacije žetve.

#### STRANA ISKUSTVA

Rješavanju problema mehanizacije žetve suncokreta prišli smo bez ikakvih prethodnih domaćih iskustava i podataka iz literature, osim nekoliko kraćih članaka iz sovjetskih časopisa. Iz ovih članaka vidi se ukratko slijedeće:

1. U SSSR-u suncokret se uzgaja na vrlo velikim površinama (preko 3,5 milijuna hektara) i tamo se već dulje vremena vrše ispitivanja u primjeni mehanizacije u žetvi suncokreta. Ova su ispitivanja dosada vršena uglavnom u 3 pravca:

- a) direktno (jednofazno) kombajniranje primjenom žitnih kombajna;
- b) direktno (jednofazno) kombajniranje primjenom spec. kombajna;
- c) razdjelna (višefazna) žetva primjenom windrowera i kombajna sa specijalnim pick-up uređajem.

2. Osim spremanja sjemenki u SSSR-u je prilično aktuelan i problem sređivanja stabljika jer one služe kao vrijedna sirovina za dobivanje potaše potrebne za proizvodnju optičkih stakala i kao sirovina za proizvodnju furfurola. Ovo je jedan od glavnih razloga za konstrukciju i primjenu specijalnih kombajna s kojima još do sada nije uspjelo postići potpuno zadovoljavajuće rezultate.

3. Razdjelnim kombajniranjem nastoji se izbjeći naknadno dosušivanje sjemenki u rajonima s vlažnijom klimom.

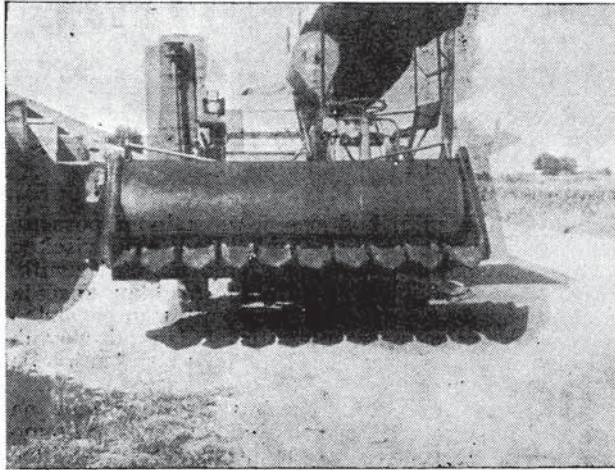
4. Žitni kombajni primjenjuju se opremljeni s raznim specijalnim uređajima za košnju koji zahvataju ili cijele stabljike ili samo cvjetne glave s najvišim dijelom stabljike.

5. Sva navedena rješenja primjenjuju se u SSSR-u s više ili manje uspjeha, jer ni jedno ne daje potpuno zadovoljavajuće rezultate obzirom na velike gubitke u zrnu i stabljikama. Osim toga, ovakva rješenja ne isključuju potpuno ručni rad.

#### VLASTITA RJEŠENJA

U žetvi 1960. godine pristupilo se kod nas ispitivanju, odnosno rješavanju problema mehanizacije žetve suncokreta, što je nastavljeno u žetvi 1961. godine. Kao baza za rješenje uzeta je upotreba samohodnog žitnog kombajna kao stroja koji istovremeno žanje i vrši, a sastavni je dio opreme gotovo svakog našeg većeg ratarskog pogona. Ovaj stroj je inače u vrijeme žetve suncokreta neiskorištavan (15. VIII—15. IX).

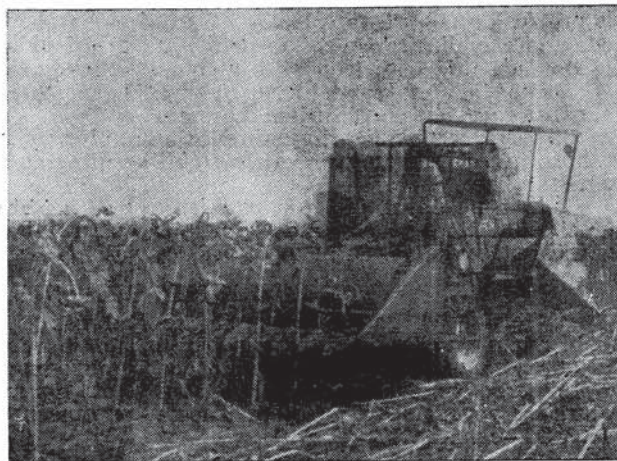




Sl. 1.  
Kombajn  
»Zmaj«-780  
opremljen  
s uređajem  
za suncokret  
(pogled sprijeda)

Da bi se omogućila upotreba kombajna za rad u suncokretu sa što manjim gubicima sjemenki i sa što većim učinkom, konstruiran je i izrađen specijalni dodatni uređaj koji se montira na heder kombajna. Ovaj uređaj omogućuje direktno (bezrazdjelno) kombajniranje suncokreta i to tako, da se hederom zahvataju samo cvjetne glave s kratkim gornjim dijelom stabljike. Cvjetne glave čim budu odrezane kosom dolaze uz pomoć krila motovila do pužnog valjka, a odatle preko elevatora u vršalicu kombajna, gdje se obavi vršenje i odjeljivanje sjemenki od ostale biljne mase na isti način kao i kod vršidbe žitarica. Ostali veći i grublji dio stabljika uopće ne dolazi u vršalicu, nego ostaje neodrezan i povaljan (eventualno slomljen) u smjeru vožnje kombajna. Ovim načinom kombajniranja postiže se znatno veći učinak kombajna, jer kroz vršalicu prolazi samo oko polovina biljne mase nadzemnih dijelova biljaka. Na vršalici kombajna nije potrebno izvršiti nikakve izmjene osim odgovarajućih podešavanja bubnja, ventilatora, rešetka i slično.

1960. godine izrađen je prototip dodatnog uređaja za kombajn »Vistula«-KZB — 3A od 11 stopa, pa su samo s njime vršena ispitivanja u toj godini. U slijedećoj godini već je radilo u žetvi nekoliko ovih kombajna s ovakvim uređajima, a iste godine konstruiran je sličan uređaj za kombajn »Zmaj«-780 od 10 stopa, te je s njim nastavljeno ispitivanje u 1961. god.

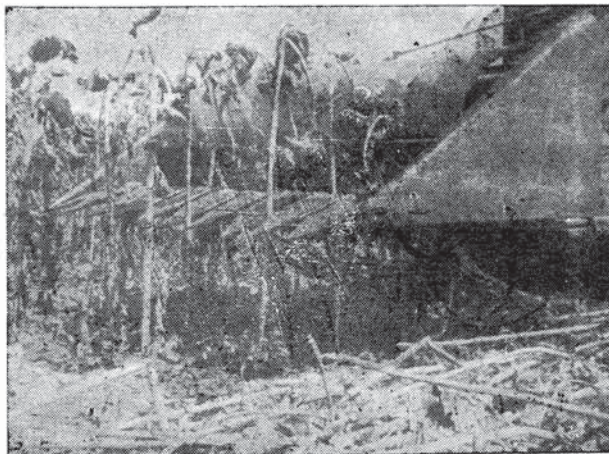


Sl. 2.  
Kombajn  
»Zmaj«-780  
opremljen  
s uređajem  
za suncokret  
u radu



Sl. 3.

Kombajn  
»Zmaj«-780  
opremljen  
s uređajem  
za suncokret  
(pogled  
na uređaj  
u radu)



#### KRATAK OPIS I PRIKAZ RADA DODATNOG UREĐAJA

Osnovni su dijelovi uređaja:

- odgovarajući broj pridržača stabljika (9—12 kom) zavisno o konstruktivnom zahvatu hedera;
- drveno motovilo (promjera 60 cm);
- limeni štitnik motovila;
- unutarnji i vanjski razdjeljivač.

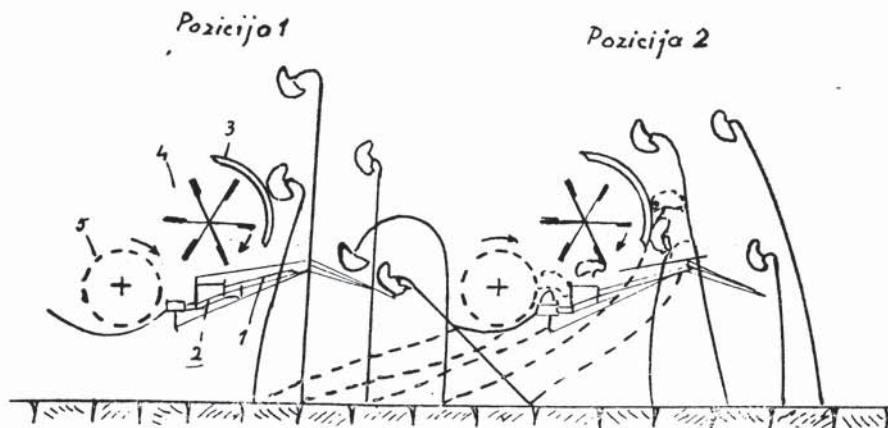
Pridržači stabljika izvedeni su od lima (2,5—3,0 mm) u obliku daski (33×140), koje su na prednjoj strani zašiljene i povijene prema dolje. Sa gornje strane pridržača uz rubove su pričvršćene trouglaste drvene letvice, tako da pridržač izgleda odozgo kao plitko korito. Svi pridržači stabljika pričvršćuju se na sam greben kose iznad prstiju vijcima kojima su inače pričvršćeni sami prsti i pritiskujuće šape kose. Radi boljeg ukrućenja svi pridržači su poduprti podupiračima koji su jednim krajem vezani o donju stranu pridržača, a drugim krajem upiru se o gredicu kojom je sa donje strane pojačan i proširen greben kose. Raspored pridržača je takav, da svaki od njih pokriva po 4 prsta kose, a između njih je međuprostor širok 50 mm za prolaz stabljika suncokreta.

Normalno motovilo kombajna zamijenjeno je motovилом manjeg promjera koje ima drvena krila. Motovilo je smješteno tako, da mu krila prolaze tik iznad letvica pridržača stabljika i 5—6 cm ispred vrhova noža kose.

Štitnik motovila je izrađen kao dio plašta valjka od tankog lima na okviru od kutnog željeza. Smješten je što bliže motovilu koje pokriva s prednje i gornje strane. Razmak između donje ivice štitnika i pridržača stabljika iznosi oko 25 cm i može se mijenjati za vrijeme rada.

Razdjeljivači su smješteni na krajnim pridržačima stabljika. Pričvršćeni su na bočne stranice i zaštitne letve sa strane hedera. Izrađeni su od tankog lima, a funkcija im je ista kao i kod normalnih razdjeljivača.

Na slici je prikazan shematski način rada opisanog uređaja. Kod kretanja kombajna naprijed šiljci pridržača razmiču stabljike i usmjeravaju ih u uske međuprostore između susjednih pridržača koji ih usmjeruju prema kosi ne dozvoljavajući da one padnu u stranu. Zalazeći sve dublje u ove kanale stabljike se oslone na štitnik motovila koji ima zadatak da ih gura prema naprijed i ne dozvoljava da ih zahvati motovilo sve dotle, dok se cvjetne glave ne spuste tako



Sematski prikaz načina rada dodatnog uređaja

nisko da mogu proći ispod štita. U tom trenutku zahvata ih krilo motovila i gura preko kose pod pužasti valjak hedera. Na ovaj način kosi je omogućeno da reže stabljike upravo ispod cvjetnih glava odnosno na najtanjem mjestu stabljike.

Kombajniranje s ovakvim uređajem može se uspješno obaviti u svakom normalnom usjevu suncokreta bez obzira na sortu, prinos, visinu i debljinu stabljika, te nezavisno o razmaku i rasporedu biljaka. Mala i srednja polegnutost, odnosno nagnutost stabljika, neznatno utječe na kvalitet rada kombajna s ovim uređajem, dok veća polegnutost uvjetuje rad s povećanim gubicima u obliku neubranih cvjetnih glava.

#### PODEŠAVANJE VRŠALICE KOMBAJNA

Osim montaže dodatnih uređaja na kombajnama nisu vršene nikakve tehničke izmjene. Izvršena su odgovarajuća podešavanja radnih organa vršalice:

- broj okretaja bubnja smanjen je na 450—500 okr./min;
- razmak između bubnja i podbubnja (korpe) povećan je maksimalno (kod kombajna »Zmaj« skinute su sve čelične letve s bubnja i izvučena je svaka druga žica iz podbubnja);
- jakost zračne struje ventilatora podesi se na 1/2 do 3/4 od maks.;
- gornje podesivo rešetko treba biti otvoreno na 3/4 do potpuno, a donje (promjenljivo) s otvorima promjera 11—12 mm.

#### METODIKA ISPITIVANJA

Žitni kombajni »Vistula«-KZB-3A i »Zmaj«-780 opremljeni dodatnim uređajima za suncokret bili su podvrgnuti ispitivanju u direktnoj žetvi suncokreta u 1960. i 1961. godini na nekoliko mjesta. Glavni dio ispitivanja odnosi se na laboratorijsko-poljska ispitivanja koja su vršena prema metodici za ispitivanje žitnih kombajna prilagođenoj prema specifičnostima u vezi s kulturom.

Ispitivanje se sastojalo od: a) ispitivanja uvjeta rada i b) ispitivanja kvaliteta rada kombajna.

Ispitivanje uvjeta rada obuhvaća uglavnom ispitivanje podataka o usjevu. Ispitivanje kvaliteta rada kombajna obuhvaća određivanje gubitaka prema mjestima i oblicima pojavljivanja te kvalitet obrade ovršenog materijala. Podaci o radu kombajna snimani su na dionicama od 30 m duljine sa 2—6 repeticija.



## REZULTATI ISPITIVANJA

### A. Podaci o usjevu

Podaci o usjevu prikazani su u tabeli I i to prema mjestima ispitivanja koja su označena brojkama I—VI. Podaci u tabeli predstavljaju prosječne vrijednosti za svaku parcelu odnosno mjesto ispitivanja, a dobiveni su mjerenjem velikog broja biljaka na nekoliko mjesta parcele. U tabeli sam nastojao prikazati uglavnom samo one podatke za koje sam smatrao da su imali utjecaja na rad kombajna.

Položaj odnosno stanje biljaka kao i visina cvjetnih glava iznad zemlje detaljnije su prikazani, jer baš ovo stanje ima najveći utjecaj na veličinu gubitaka hedera u obliku nezahvaćenih cvjetnih glava.

Dozrelost odnosno stupanj zriobe usjeva nije bio jednak na svim parcelama ispitivanja. Postotak dozrelih smeđih cvjetnih glava iznosio je oko 70% na svim parcelama, osim na parceli III gdje je bilo još oko 50% žutih i zelenih glava.

Zakorovljenost usjeva bila je vrlo velika na mjestima II, i III, dok je na ostalim mjestima bila neznatna.

Meteorološki uvjeti za vrijeme ispitivanja bili su povoljni odnosno normalni za dotična mjesta i vremenski period. Jedino je bilo nešto kiše (7 mm) na mjestu IV i to dan prije ispitivanja. Usjevi na parcelama IV i V bili su dosta oštećeni od tuče koja ih je zahvatila nakon cvatnje.

T a b. 1 Podaci o usjevu

Mjesto ispitivanja		I	II	III	IV	V	VI
Vrijeme ispitivanja		IX 1960.	IX 1960.	IX 1960.	IX 1960.	IX 1960.	VIII 1961.
Sorta suncokreta		A.	A.	A.	B.	C.	C.
Raspored biljaka (planirani)	cm (kom)	60×40 (1)	70×70 (2)	80×70 (3)	70×60 (2)	60×40 (1)	70×40 (1)
Stvarni broj biljaka (kod žetve)	kom/ha	41000	35000	42500	38000	36500	38000
Biološki prinos zrna	kg/ha	1800	1890	1530	3080	2850	2540
Prosječna težina 100 biljaka	ukupna masa kg	28,40	31,0	23,6	39,8	40,7	53,1
	zrno kg	4,1	5,4	3,6	8,1	7,8	7,5
Položaj (stanje) biljaka	uspravne %	60,1	71,5	70,1	63,0	55,5	95,1
	nagnute %	17,1	15,9	17,2	22,80	20,5	2,1
	povaljane %	14,5	7,0	8,4	6,9	12,3	1,8
	slomljene %	8,3	5,6	4,3	9,5	11,7	1,0
Duljina biljaka	min.-maks. cm	155—268	125—250	125—215	135—240	125—265	102—230
	prosjeck cm	196,5	198,8	175,3	184,7	202,5	168,3
Debljina stabilj- ka	na 20 cm min.-maks. mm	12—28	14—34	12—31	24—45	21—38	18—36
	iznad tla prosjeck mm	21,09	22,46	20,33	31,24	29,47	25,20
	na 15 cm min.-maks. mm	5—21	6—24	4—21	7—31	8—27	8—25
	pod glave prosjeck mm	10,25	12,89	11,60	17,41	16,73	15,80
Visina cvjetnih glava iznad tla (po arealima od 30 cm)	na tlu %	11,5	4,1	4,0	7,2	13,4	1,8
	0—30 cm %	6,8	8,1	2,0	3,6	0,3	0,5
	30—60 cm %	4,5	4,1	7,0	7,9	3,6	1,6
	60—90 cm %	12,5	24,3	28,0	18,8	13,1	10,6
	90—120 cm %	29,5	37,8	37,9	30,8	36,7	30,4
	120—150 cm %	30,7	16,2	18,1	24,6	26,4	35,9
	iznad 150 cm %	4,5	5,4	3,0	7,3	6,4	19,2
	prosjeck cm	92,6	91,2	92,9	99,33	98,19	136,8

Tab. 1. — nastavak

Mjesto ispitivanja		I	II	III	IV	V	VI	
Promjer cvjet- nih glava (po arealima od 6 cm)	6—12 cm	%	22	4	12	3	5	8
	12—18 cm	%	59	52	57	49	59	46
	18—24 cm	%	19	39	29	38	33	44
	više od 24 cm	%	0	5	2	10	3	2
	prosjeck	cm	14,48	17,31	15,50	17,83	16,58	17,20

Na p o m e n a: Mjesto ispitivanja: I, II i III PD Vinkovci — IV i V PD Vuko-  
var — VI ZZ »Sloga« Čalma.

Sorta: A. Novosadski 4 — B. Vniimk 6540 — C. Armavirski 3497.

### B. Podaci o radu kombajna

Svi podaci o radu kombajna prikazani su u tabelama II i III te grafičkim prikazima 1. i 2. U tabeli II je prikazana propusnost kombajna, gubici i učinak, a u tabeli III kvalitet rada (čistoća i lom zrna).

Podaci pod I i V se odnose na kombajn »Vistula«, a pod VI na kombajn »Zmaj«.

### DISKUSIJA O REZULTATIMA ISPITIVANJA

U 1960. i 1961. godini vršena su laboratorijsko-poljska (manjim dijelom i eksploataciona) ispitivanja primjene žitnih kombajna (2 tipa) u direktnom kombajniranju suncokreta. Ispitivanja su vršena na nekoliko mjesta u Slavoniji i Srijemu sa 3 različite sorte koje se međusobno bitno razlikuju. Osim toga, ispitivanja su vršena pod sasvim različitim uvjetima: način sjetve, zakorovljenost, prinos, stupanj zriobe i drugo. Obzirom na vrlo visoki postotak polegnutih i polomljenih biljaka (od 8,4 + 4,3% do 12,3 + 11,7%), a što je posljedica obilnih kiša i jakih vjetrova prije žetve, može se reći da su ispitivanja u 1960. godini vršena pod vrlo lošim uvjetima. U 1961. godini ispitivanja su vršena u znatno povoljnijim uvjetima. Kako su kod žetve upotrebljeni kombajni sa dodatnim specijalnim uređajem za suncokret kojim se zahvataju samo cvjetne glave s manjim dijelom stabljike, veličina i uzrast stabljika kao i velika zakorovljenost (parcela III) nisu predstavljali nikakvu otežavajuću okolnost za rad kombajna. Količina biljne mase koja je bila zahvatana hederom kombajna iznosila je samo oko 1/2 ukupne težine biljne mase nadzemnih dijelova biljaka (ne računajući korov).

Brzina kretanja kombajna kod ispitivanja iznosila je 1,81—3,47 km/sat, a uvjetovana je bila količinom biljne mase koja prolazi kroz vršalicu (1,11—1,52 kg/sek). Povećanjem ove količine iznad 1,5 kg/sek naglo se povećavaju gubici na rešetku, tj. s pljevom. Ovo se očituje gotovo kod iste količine mase na oba tipa ispitivanih kombajna, a posljedica je preopterećenosti uređaja za separaciju koji imaju približno jednaku površinu kod oba kombajna.

Ukupni gubici zrna iznosili su u prosjeku 1,30—6,50% odnosno 32,42—166,84 kg/ha. Od toga neznatan dio otpada na gubitke vršalice (maks. 0,33%), a ostalo na gubitke hedera i to uglavnom na sjemenke iz nezahvaćenih cvjetnih glava (0,27—5,44%). Veličina ovih gubitaka ovisna je o broju cvjetnih glava koje su ležale ili dodirivale tlo prije same žetve, premda je uređajem na hederu uspješno zahvatiti i znatan dio ovih glava. Kod žetve pod lošijim uvjetima (I—V) rad kombajna upotpunjava se sa jednom ili dvije radnice koje su idući uz stroj skupljale nezahvaćene glave i ubacivale ih na heder. Uz takav rad ova kategorija gubitaka smanjila se za oko 2/3.



Tab. 2

## Podaci o radu kombajna

Mjesto ispitivanja		I	II	III	IV	V	VI
Broj ponavljanja		2	4	5	6	5	6
Radni zahvat hedera	redova	5	4	4	4	5	4
	m	3,0	2,8	3,2	2,8	3,0	2,8
Površina dionice isp.	m <sup>2</sup>	90	84	96	84	90	84
Prosij. brzina rada komb.	km/sat	3,07	3,47	3,47	2,11	2,11	1,81
Količina biljne mase koja je prošla kroz vršalicu na dionici ispitivanja	zrno	kg	15,3	15,42	13,92	25,15	21,29
	ostalo	kg	32,0	24,22	27,74	36,90	43,02
		kg	47,3	39,64	41,66	62,05	68,78
	ukupno	kg/sek	1,52	1,37	1,44	1,22	1,35
Vlažnost zrna	%	15,22	15,48	17,35	15,64	14,76	15,09
zrno neza hvaćenih glava	kg/ha	90,20	53,35	39,06	132,63	155,08	6,90
	%	5,0	2,82	2,55	4,30	5,44	0,27
Gubici hedera	slobodno (ispalo) zrno	kg/ha	23,90	15,17	7,30	33,01	28,54
		%	1,32	0,83	0,48	1,07	1,00
ukupno	kg/ha	114,10	68,52	46,36	165,64	183,62	24,11
	%	6,32	3,65	3,03	5,37	6,44	0,97
Gubici vršalice	na rešetku	kg/ha	2,1	4,17	1,82	0,77	0,88
	na slamo tresu	kg/ha	1,1	1,57	0,68	0,43	0,16
		kg/ha	3,2	5,75	2,50	1,20	1,04
	ukupno	%	0,18	0,30	0,16	0,04	0,04
Ukupni gubici kombajna	kg/ha	117,28	74,27	48,86	166,84	184,66	32,49
	%	6,50	3,94	3,19	5,41	6,48	1,30
Učinak kombajna na sat glavnog rada (tG)	ha	0,92	0,97	1,11	0,59	0,63	0,51
	kg zrna	1564	1780	1609	1770	1803	1295

Tab. 3

## Kvalitet rada (čistoća i lom sjemenki)

Mjesto ispitiv.	Zrno suncokreta					Primjese		
	normalno %	prazno %	oljušt. %	lomljeno iljuske %	ukupno %	ostaci cvijeta %	dijel. stablj. %	ostalo %
II	93,04	1,29	0,69	0,47	95,49	0,37	3,10	1,04
IV	89,54	3,55	0,65	1,42	95,16	0,47	3,14	1,23
V	90,20	2,90	0,75	0,95	95,70	0,16	3,80	1,24
VI	88,83	1,79	3,19	2,61	96,42	3,16	0,41	0,01

Na parceli IV nekoliko dana ranije obavljena je i ručna žetva s ubacivanjem glava korpama na heder kombajna, te je ustanovljeno, da su kod ovakvog polumehaniziranog načina žetve i vršidbe ukupni gubici iznosili u prosjeku od 4,20 do 7,15%.

Iz tabele III se vidi da je postotak oštećenih zrna kod II—V vrlo nizak (1,16—2,07%) iako se radi o sjemenkama koje su vrlo osjetljive na vršidbu. Kod VI ovaj je postotak znatno veći (5,80%), a tome su vjerojatno uzrok konstrukcijske osobine kombajna »Zmaj«-780. Količina primjesa (nečistoća) kreće se ispod 5%, međutim povećanjem opterećenja vršalice iznad 1,5 kg/sek naglo se povećava i postotak nečistoća (čak i preko 10%), a to jako otežava daljnju manipulaciju zrnom.

O učinku kombajna ne mogu se za sada dati potpuno tačni podaci, jer do sada nisu vršena opsežnija eksploataciona ispitivanja, međutim podaci navedeni u tabeli II potvrđeni su u praksi te čak i premašeni u žetvi suncokreta 1961. i 1962.

#### ZAKLJUČAK

Površine pod suncokretom ne povećavaju se ravnomjerno s povećanjem potreba njegovih sjemenki za proizvodnju ulja. Nedostatak odgovarajuće mehanizacije za žetvu ove kulture jedan je od glavnih uzroka ovakvog stanja.

U 1960. i 1961. god. vršena su ispitivanja primjene samohodnih žitnih kombajna opremljenih dodatnim uređajem za žetvu suncokreta i postignuti su vrlo dobri rezultati. Ovakav dodatni uređaj omogućuje direktno kombajniranje kod čega kroz vršalicu kombajna prolazi samo oko polovina biljne mase usjeva.

Ukupni gubici kod ispitivanja iznosili su u prosjeku 1,30 do 6,50%. Opterećenjem vršalice iznad 1,5 kg/sek ukupne biljne mase dolazi do naglog povećanja gubitaka na rešetku za pljevu i do naglog povećanja primjesa sa zrnom.

Kod ispitivanja su postignuti učinci od 1295—1803 kg zrna na sat čistog rada.