

Inž. Tomo Beštak,
Inž. Luka Lacković,
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

ISPITIVANJE PRIMJENE ROTOMOTIKE U KULTIVACIJI KUKURUZA, ŠEĆERNE REPE I PSENICE

I. UVOD

Primjena rotomotike u plošnoj kultivaciji usjeva je starijeg datuma, a vezana je uz nastojanje da se smanjenjem živog ljudskog rada poveća produktivnost i smanje troškovi proizvodnje ratarskih kultura. Ovo je naročito bilo interesantno za zemlje sa skupom radnom snagom. Otuda i objašnjenje da se rotomotika u našim proizvodnim uvjetima javlja relativno kasno, tj. prije nekoliko godina. Ovom zakašnjenju vjerojatno je pogodovala i činjenica da su kemijski načini suzbijanja korova u međuvremenu toliko napredovali, pa je mehanički način postao manje značajan. Međutim, rotomotikom se ne suzbija samo korov nego naprotiv, primjenom toga oruđa tlo se dovodi u vrlo povoljne proizvodne uvjete. Rotomtika suzbija korov, razbija pokoricu, vrši plitku kultivaciju, čuva vlagu tla u vrijeme vegetacije, a u pripremi tla za sjetvu razbija grude, ravna i mrvi površinski sloj, djelujući istovremeno kao paker, tj. sabija dio potpovršinskog sloja i stvara povoljne uvjete za sjetvu i nicanje usjeva.

II. PODACI IZ LITERATURE

U domaćoj literaturi nema mnogo podataka o primjeni rotomotike, dok su se tim problemom posljednjih godina naročito mnogo bavili sovjetski autori.

Bitna razlika u obradi tla između rotomotike i klinaste drljače prema **Kaplanu (3)** sastoji se u slijedećem: radni organ rotomotike je zvijezda sastavljena od kružne ploče na čijem obodu se nalaze radijalno postavljeni povinuti zupci. Zvijezda se uslijed dodira sa tlom okreće, zupci se zabadaju u tlo, razbijajući pokoricu u radijalnim pravcima, tako da je premještanje obrađenog sloja tla u stranu gotovo nezatno. Klinasta drljača, naprotiv, podiže pokoricu zupcima i premješta je u stranu. Autor, dalje, navodi da je dubina obrade rotomotikom 3—10 cm, a specifični vučni otpor 57—79 kp/m¹.

Karpenko i Polevicki (4) smatraju da se rotomotikom pokorica uspješno razbija a da se ne narušava struktura tla, ako na 1 m² dolazi oko 150 »uboda« zubaca. Ovo ujedno ističu kao vidnu razliku u odnosu na rad klinaste drljače.

Optimalnom radnom brzinom rotomotike u plošnoj kultivaciji usjeva (kukuruz, soja i pamuk) prije i poslije nicanja **Bainer — Kepner i Barger (1)** smatraju brzinu u granicama od 8—9,6 km/h. Kultivacija usjeva nakon nicanja može uslijediti tek kada je usjev dobro zakorijenjen.

Richey—Jacobson i Hall (8) dozvoljavaju i veće radne brzine, tj. od 9,6—12,8 km/h, pri čemu je specifični vučni otpor iznosio 44—89 kp/m¹. Di-

denko i Doltij (2) su, ispitujući usporedno rad klinaste drljače i rotomotike prije i poslije nicanja kukuruza, došli do slijedećih zaključaka: drljanje kukuruza klinastom drljačom prije nicanja, efikasno je ako se izvodi brzinom od 7—8 km/h; težina drljače treba da odgovara tipu tla, ali teža tla zahtijevaju i težu drljaču. Drljanje kukuruza klinastom drljačom poslije nicanja je moguće, ali sa brzinom 4—5 km/h. Kukuruz treba da je u fazi 2—3 lista. Veće brzine uzrokuju jače uništavanje usjeva (2—6,5%). Međutim, kultivacija kukuruza rotomotikom i pri povećanim brzinama znatno manje oštećuje usjev (1—1,5%).

Zolotov i Suvora (10) su ispitivali primjenu klinaste drljače u suzbijanju korova i došli do zaključka da je za efikasnost te primjene važno vrijeme i broj drljanja. Preporučuju da se drljanje izvodi višekratno i to: prije nicanja kukuruza u fazi 2. do 3. i u fazi 4. do 5. lista. Postotak uništenih biljaka kukuruza bio je u fazi 2. do 3. lista 2,4, a u fazi 4. do 5. lista 4,9. Konstatirali su, nadalje, povećanje sadržaja vlage tla od 11,3% kod trokratno drljane površine u odnosu na kontrolnu. Osim toga, postigli su na drljanim parcelama veće prinose za 2—2,5 mtc/ha.

Radni organi rotomotike se primjenjuju i u međurednoj kultivaciji kukuruza klasičnim kultivatorima za obradu zaštitne zone. **Zijatzetdinov (9)** je ispitivao utjecaj brzine kretanja na stupanj uništenja korova i oštećenja usjeva, te na vučni otpor, kod tri vrste kultivatora za međurednu kultivaciju kukuruza: kultivator bez radnih organa rotomotike, kultivator s uobičajenim radnim organima rotomotike i kultivator s poboljšanom izvedbom radnih organa (zubaca) rotomotike. Kod sva tri kultivatora većom brzinom je postignut veći stupanj uništenja korova, a postotak uništenih biljaka kukuruza kod kultivatora s radnim organima rotomotike povećao se s povećanjem brzine od 2,7 km/h na 12,5 km/h za svega 1,5%, tj. od 0,5 na 2%.

Ovdje ćemo iznijeti rezultate koje su postigli **Malnev i Pivovar (6)**, ispitujući efikasnost primjene radnih organa pljevilice i rotomotike u obradi zaštitne zone kukuruza pri međurednoj kultivaciji klasičnim kultivatorom. Na rastresitom tlu, kada je kukuruz bio visok 12,5 cm, a korov 4,4 cm, kod brzine 5 i 7—8 km/h, radni organi pljevilice su uništili 66,3—76,6% korova i 0,8—2,3% biljaka kukuruza, dok su radni organi rotomotike uništili 63,3—73,2% korova i 0,8—1,9% biljaka kukuruza. Na težim tlama radni organi rotomotike u odnosu na radne organe pljevilice su jednakom efikasnošću uništavali korov, ali su znatno manje oštećivali biljke kukuruza.

Primjenom radnih organa rotomotike za obradu zaštitne zone kukuruza u međurednoj kultivaciji klasičnim kultivatorima **Didenko i Doltij (2)** su postigli uništenje korova od 56,1—61,8% radeći brzinama od 8—13 km/h.

Oblik i dimenzije zubaca rotomotike prema **Mišiću (7)** utječu na kvalitet rada. Rotomotika sa širim zupcima na dijelu koji ulazi u tlo bolje razbija pokoricu i nešto jače uništava korov. Autor je ispitivao rotomotike čiji su radni organi imali oštre zupce pa je i uništenje biljaka bilo relativno veliko (8,7%). Zbog istog razloga efikasnost ispitivanih oruđa u razbijanju pokorice bila je nezadovoljavajuća (40—60%). Najpovoljnijom radnom brzinom autor smatra 7—8 km/ha.

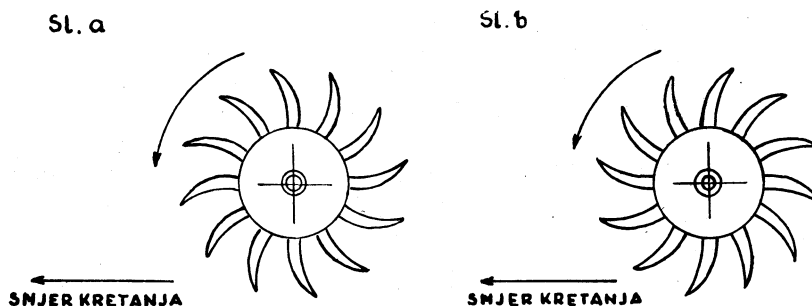
III. VLASTITA ISPITIVANJA

1. Uvjeti ispitivanja

Tokom maja 1964. god. u okolici Rume je izvršeno ispitivanje rotomotike plošnom kultivacijom kukuruza, u fazi sedmog lista. Površina parcele bila je blago valovita, a tip tla černoziem, slabo zamočvaren (pH u vodi 8,1). Ispitivanje je nastavljeno na ekonomiji Poljoprivrednog fakulteta — Zagreb u junu 1964. (kultivacija kukuruza u fazi trećeg lista), aprilu 1965. (kultivacija ozime pšenice u fazi busanja) i junu 1965. (kultivacija kukuruza u fazi trećeg, petog i sedmog lista, te šećerne repe u fazi trećeg i petog lista). Površine na kojima su nastavljena ispitivanja pripadaju tipu smeđeg tla na starijem aluviju (pH u vodi 7,2). Sva ispitivanja su izvršena u normalnim vremenskim prilikama.

2. Rezultati ispitivanja s diskusijom

Ispitivana rotomotika (proizvod tvornice »Majevisa« iz Bačke Palanke) je vučeno oruđe, sastavljeno od sedam sekcija ukupnog zahvata 8,13 m. Svaka sekcija ima okvir sa dvije osovine koje nose radne organe — zvijezde s povinutim zupcima, vrhovi kojih imaju oblik malih žlica. Radni organi su raspoređeni na osovinama naizmjenice, tako da obrađuju tlo u razmaku od 8,3 cm. Sekcije su međusobno gibivo povezane, pa je moguće prilagođavanje neravninama tla po širini. Zvijezde su promjera 44 cm sa 12 zubaca, pa na 1 m² zupci čine 104 »uboda«; okreću se uslijed dodira sa tlom u kojeg prodiru djelovanjem težine oruđa. Zavisno o smjeru okretanja zvijezdi, tj. načinu ulaženja zubaca u tlo, rotomotika djeluje kao kopačica ili kao drljača.



Slika a prikazuje rad rotomotike kao kopačice, jer zupci ulazeći u tlo intenzivnije kopaju površinski sloj, razbijaju pokoricu i jače uništavaju korov. Način rada rotomotike — prikazan na slici b — koristi se za predstjetvenu pripremu tla, jer zupci ulazeći u tlo razbijaju grude, ravnaju i usitnjavaju površinski sloj, djelujući istovremeno i kao paker.

Kvalitet rada rotomotike ocjenjuje se efikasnošću razbijanja pokorice, što manjim oštećenjem i uništavanjem biljaka dotične kulture, te stupnjem uništenja korova. Do koje mjere će taj kvalitet biti ostvaren zavisi u prvom redu o tipu i stanju tla, radnoj brzini, dubini obrade i smjeru okretanja radnih organa.

Razbijanje pokorice

Problem aeracije tla u vrijeme prije i poslije nicanja usjeva aktuelan je naročito na onim tlima (a takvih je kod nas većina) koja su sklona stvaranju pokorice. Ispitivanja su pokazala da uz iste ostale faktore, tip tla ima presudan značaj za efikasnost razbijanja pokorice. **Kultivacijom kukuruza u fazi sedmog lista na slabo zamočvarenom černoze mu pokorica je bila, pri povećanim radnim brzinama (iznad 8 km/h) i prosječnom dubinom obrade od 6,6 cm, ne samo potpuno razbijena, nego su razbijeni dijelovi pokorice bili izmrvljeni i pomiješani s potpovršinskim slojem tla. Plićom obradom i manjim brzinama pokorica je na istom tlu razbijena, ali su na površini ostali, poput ljsaka, kompaktni dijelovi pokorice prosječne veličine 4—8 cm².**

Razbijanje pokorice povećanim radnim brzinama i većom dubinom obrade na smeđem tlu starijeg aluvija, nije bilo tako uspješno i iznosilo je 80—90%. Smanjenjem radne brzine i plićom obradom efikasnost rotomotike u razbijanju pokorice na ovom tlu se smanjila na 70—80%.

Prema tome, može se kazati da je stupanj efikasnosti razbijanja pokorice na istom tlu direktno uvjetovan brzinom rada i dubinom obrade. Ovome treba dodati još i smjer okretanja radnih organa, tj. zupci će jače razbijati pokoricu ako ulaze u tlo na način kao da kopaju.

Oštećenje — uništenje usjeva

Uništenim biljkama smatrane su sve one koje su bile znatnije oštećene. Oštećenja kukuruza snimana su u fazi trećeg, petog, sedmog i devetog lista, — šećerne repe u fazi trećeg i petog lista, a pšenice u fazi busanja.

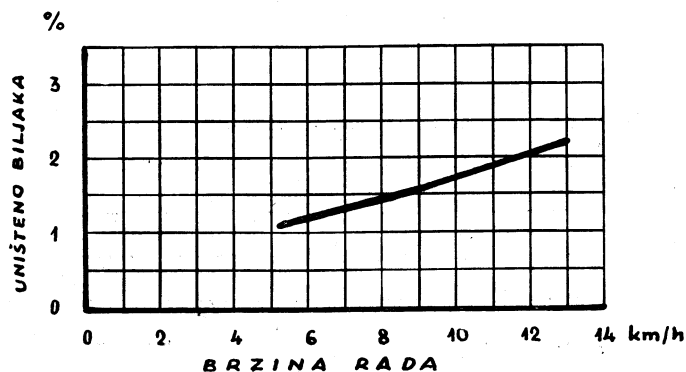
Povećanjem brzine rada, uz istu dubinu obrade kukuruza u fazi trećeg lista, povećavao se postotak uništenih biljaka (graf. br. 1.), a iznad 12 km/h iznosio je preko 2%. U fazi sedmog lista postotak uništenih biljaka također se povećavao brzinom rada, uz prosječnu dubinu 6,6 cm (graf. br. 2).

Povećanjem dubine obrade, a uz konstantnu brzinu, također se povećao postotak uništenih biljaka (graf. br. 3). Na grafikonu br. 4 je prikazan uzajamni utjecaj brzine rada i dubine obrade na postotak uništenih biljaka. **Najveći postotak uništenih biljaka bio je kod povećane brzine rada i kod veće dubine obrade. Prema tome, može se kazati da će postotak uništenih biljaka biti manji kod iste brzine, ako je dubina manja, odnosno taj će postotak kod iste dubine također biti manji, ako je brzina manja. Međutim, u fazi 9. lista kukuruz se ne smije više kultivirati ispitivanom rotomotikom, jer je uništenje usjeva znatno, bez obzira na brzinu rada i dubinu obrade.**

Rad rotomotike u plošnoj kultivaciji šećerne repe (prije prorjeđivanja) prikazan je na graf. br. 5 i 6. Kao i kod kukuruza i ovdje se povećanjem brzine uz istu dubinu povećao postotak uništenih biljaka. Povećanje postotka uništenih biljaka uslijedilo je i zbog povećane dubine obrade uz konstantnu brzinu.

Graf. br. 1.

**UTJECAJ BRZINE RADA NA POSTOTAK
UNIŠTENIH BILJAKA KUKURUZA
U FAZI PETOG LISTA
(Prosječna dubina 3 cm)**



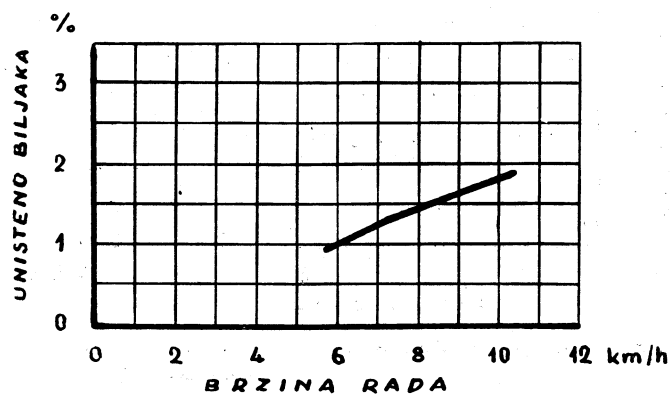
Plošna kultivacija rotomotikom ozime pšenice u fazi busanja izazivala je minimalno uništenje biljaka (0,18—0,62%) sa brzinama 5,2—7,5 km/h, uz prosječnu dubinu 2—5 cm.

Uništavanje korova

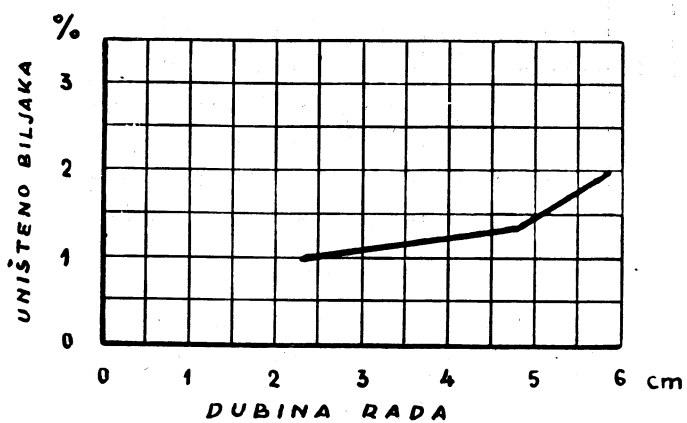
Efikasnost rotomotike u uništavanju korova kod iste dubine obrade povećava se brzinom rada (graf br. 7). Međutim, stupanj uništenja korova zavisi još i o fazi rasta korova, stupnju zakorovljenosti i vrsti korova.

Graf. br. 2

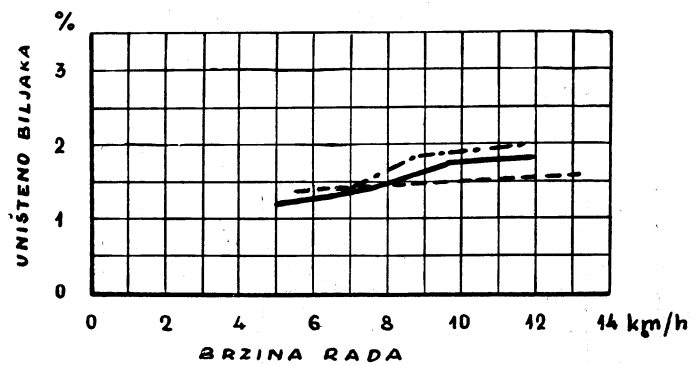
**UTJECAJ BRZINE RADA NA POSTOTAK
UNIŠTENIH BILJAKA KUKURUZA
U FAZI SEDMOG LISTA
(Prosječna dubina 6,6 cm)**



Graf. br. 3
UTJECAJ DUBINE RADA NA POSTOTAK
UNIŠTENIH BILJAKA KUKURUZA
U FAZI TREĆEG LISTA
(v = 11,6 km/h)



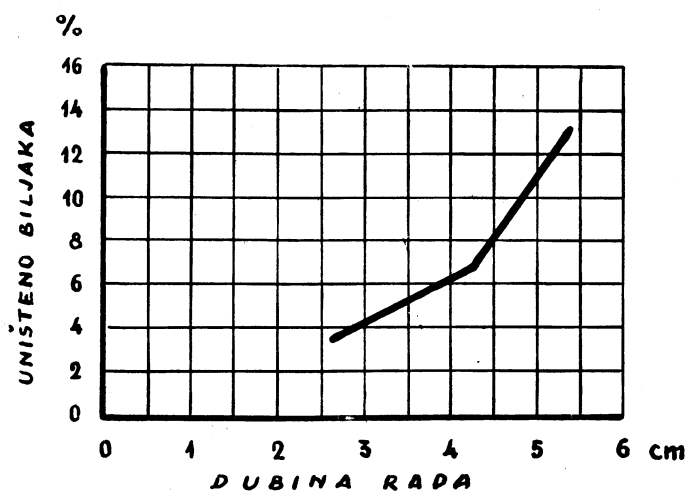
Graf. br. 4
UTJECAJ BRZINE I DUBINE RADA NA POSTOTAK
UNIŠTENIH BILJAKA KUKURUZA
U FAZI TREĆEG LISTA



LEGENDA: Prosječna dubina - - - - 3 cm
 — — — — 5 "
 - · - · - 6 "

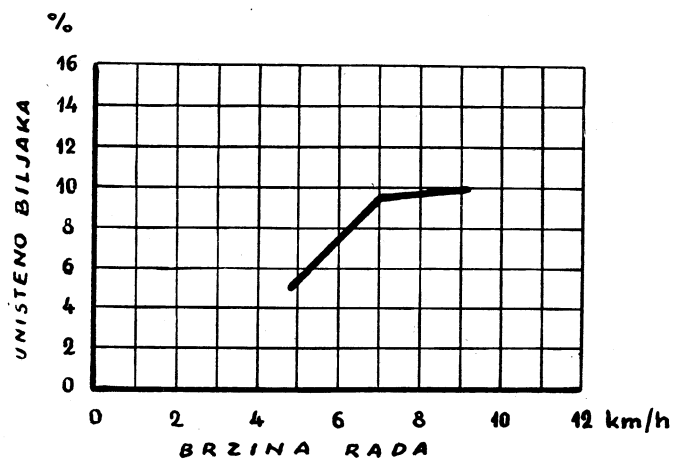
Graf. br. 5

UTJECAJ DUBINE RADA NA POSTOTAK
UNIŠTENIH BILJAKA ŠEĆERNE REPE
U FAZI TREĆEG LISTA
($v = 9,63 \text{ km/h}$)



Graf. br. 6

UTJECAJ BRZINE RADA NA POSTOTAK
UNIŠTENIH BILJAKA ŠEĆERNE REPE
U FAZI PETOG LISTA
(Prosječna dubina 3 cm)



Naime, kada je korov jednogodišnji u fazi rozete, a usjev jako zakorovljen, postotak uništenih korovskih biljaka bit će velik, ali to veći što je brzina rada veća. Obrnuto, taj postotak će biti malen ako prevladava korov koji je prerastao fazu rozete ili je višegodišnji, a usjev nije jako zakorovljen.

Postotak uništenih korovskih biljaka i kod većih brzina relativno je malen (graf. br. 7), zato što je usjev bio slabo zakorovljen (korovskih biljaka: 58 kom/m²), a korov znatno prerastao fazu rozete. Međutim, kultivacijom kukuruza u fazi trećeg lista, brzinom od 7,5 km/h uništeno je 75,5% korovskih biljaka, a kod brzine 11,6 km/h taj postotak je iznosio 85,3%. Ovako visok postotak uništenih korovskih biljaka objašnjava se, osim brzinom rada, još i jakim zakorovljenošću usjeva (broj korovskih biljaka: 932—1018 kom/m²), kao i činjenicom da je većina korovskih biljaka bila u fazi rozete.

I porastom dubine obrade (graf. br. 8) povećava se postotak uništenih korovskih biljaka. Kultiviran je kukuruz u fazi trećeg lista brzinom 7,5 km/h, korov je bio dijelom još u fazi rozete, usjev dosta zakorovljen (broj korovskih biljaka: 463/m²), pa je i postotak uništenih korovskih biljaka bio relativno visok (76,3%). I ovdje, kao i kod povećane brzine rada, djeluju faktori uzrasta korova, stupnja zakorovljenosti i vrste korova. **Očito je, dakle, da će postotak uništenih korovskih biljaka direktno zavisiti o vrsti i fazi uzrasta korova, stupnju zakorovljenosti, brzini rada i dubini obrade.**

Vučni otpor i učinak

Ukupni radni otpor rotomotike mjeren dinamometriranjem na smeđem tlu starijeg aluvija, kod brzine 7,5 km/h i dubine obrade 3—4 cm, iznosio je 413,5 kp. Budući da je zahvat rotomotike 8,13 m, to je i specifični vučni otpor 50,86 kp/m¹. Eksploatacionim ispitivanjem utvrđen je učinak od 5,50 ha/h bruto radnog vremena, uz koeficijent iskorištenja radnog vremena $\tau = 0,95$, brzinu rada $v = 7,24$ k/h i radni zahvat $Br = 8,0$.

IV. ZAKLJUČCI

Primjenom rotomotike u kultivaciji kukuruza, šećerne repe i pšenice ne zuzbija se samo korov, već se razbija pokorica, vrši plitka kultivacija, čuva vlaga tla u vrijeme vegetacije, a u pripremi tla za sjetvu, razbijaju se grude, te ravna i mrvi površinski sloj tla.

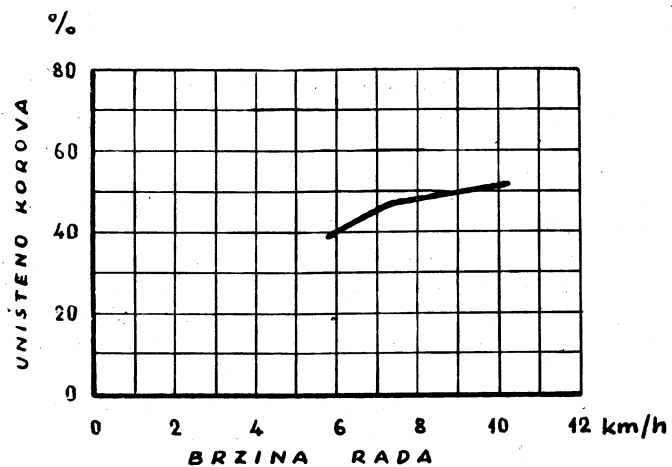
Kvalitet rada zavisi u prvom redu o tipu i stanju tla, radnoj brzini, dubini obrade i smjeru okretanja radnih organa.

1. Razbijanje pokorice rotomotikom je efikasno kod većih brzina i dublje obrade. Međutim, uz istu brzinu rada i dubinu obrade, razbijanje pokorice će biti efikasnije na tlima povoljnijeg mehaničkog sastava.

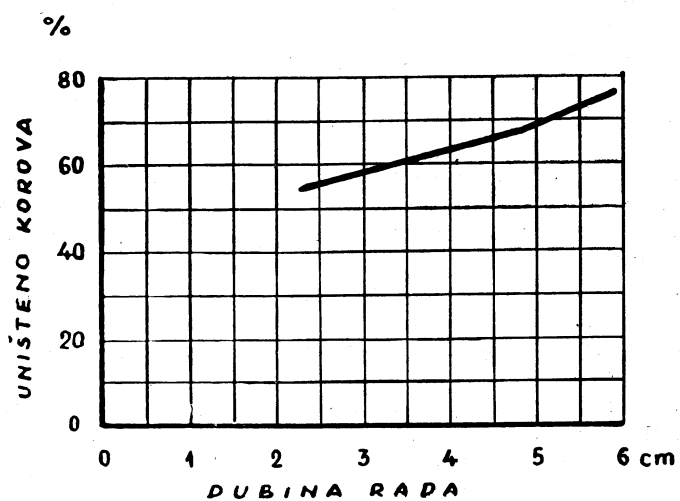
2. Provedena ispitivanja potvrđuju da se rotomotikom može kultivirati kukuruz do faze 8. lista, brzinom do 12 km/h i dubinom obrade do 6 cm, uz neznatna oštećenja usjeva (2—2,5%). Isto to vrijedi za šećernu repu do faze 5. lista i za pšenicu u fazi busanja.

3. U pogledu uništavanja korova najbolji efekat je postignut u suzbijanju jednogodišnjeg korova u fazi rozete, ali to bolji što je veća brzina rada i veća dubina obrade.

Graf br 7
 UTJECAJ BRZINE RADA NA POSTOTAK
 UNIŠTENOG KOROVA
 (Kultivacija kukuruza u fazi sedmog lista)



Graf. br. 8
 UTJECAJ DUBINE RADA NA POSTOTAK
 UNIŠTENOG KOROVA
 (Kultivacija kukuruza u fazi trećeg lista)



4. Pored navedenih odlika, veliki učinak i mogućnost primjene rotomotike u pripremi tla za sjetvu, daju ovom oruđu još veći značaj.

INVESTIGATION OF ROTARY HOE IN CULTIVATION OF MAIS, SUGER BEET AND WINTER WHEAT

By Ing Beštak Tomo,
Ing. Lacković Luka,
Faculty of agriculture, Zagreb

The field tests in the cultivation of mais, suger beet, and winter wheat with rotary hoe, which has been carried out in the seasons 1964. and 1965. are proved, that rotary hoe does a very good job, breaking crust and killing weeds, without serious injury of plants.

The quality of work depends on type of soil, working speed, depth of tillage, and on direction of wheels rotation.

The mais can be cultivated at working speed up to 12 km/h and the depth about 6 cm, without serious destruction of plants (1,5—2%), only when the crop is not higher than 25 cm. The same is, with suger beet in five leaves stage of growth, and with winter wheat in the period of early spring harrowing.

The crust breaking is more efficient at higher speeds, and deeper tillage. But, at the same speed and depth the crust breaking with rotary hoe will be more efficient if the soil is lighter.

The best performance in killing weeds is achieved when they are in the earliest stage of growth (small seedlings). The better performances were obtained the higher speeds and deeper tillage were used.

Great acreages which can be covered by rotary hoe per day, and its use as a good seedbed-finishing implement, make that tool even more important.

LITERATURA

1. Bainer R., Kepner R. A. i Barger E. L.: Principles of Farm Machinery — New York, 1955.
2. Didenko N. K. i Doltij L. P.: Mašini dlja borbi s sornjakami »Kukuruza« br. 5, 1964.
3. Kaplan S. M.: Kompleksna mehanizacija vozdelivanja i uborki kukuruza — Moskva, 1961.
4. Karpenko A. N.: Seljskohozjastvenije mašini i orudija — Moskva, 1960.
5. Kovšer V. P.: Čto daet borovanie? — »Kukuruza« br. 4, 1963.
6. Malnjev P. P.: Prispoblenija dlja obrabotki zaščitnih zon — »Kukuruza« br. 6, 1963.
7. Mišić V.: Prikaz rezultata ispitivanja rotacionih kopačica — »Poljoprivredna tehnika« br. 4, 1964.
8. Richey C. B., Jacobson P. i Hall C. W.: Agricultural Engineers Handbook, 1961.
9. Zijatzetdinov R. F.: Sparennie igolčatije diski na meždurjadnoj obrabotke — »Kukuruza« br. 5, 1964.
10. Zolotov V. I. i Suvora V. P.: O srokah i kratnosti borovanija — »Kukuruza« br. 5, 1964.