

# Interrelationship of Soil Tillage and Fertilizing in Growing Sugar Beet on Lessive Pseudogley of the Lower Podravina

---

Anđelko BUTORAC

Ivica KISIĆ

Jasminka BUTORAC

Josip BARČIĆ

## SUMMARY

---

Three-year investigations of eight different tillage treatments, combined with four mineral fertilizer rates, were carried out on luvic pseudogley in lower Podravina. The results referring to sugar beet are presented in this paper. The following ploughing treatments combined with four mineral fertilizer rates (low, medium, high and very high) were applied: ploughing at 20, 30, 40, 50 and 60 cm, ploughing at 20 cm with subsoiling at 50 and 70 cm, and ploughing at 30 cm with subsoiling at 50 cm. Residual effects of deep ploughing and mineral fertilization were followed up in the second and third trial years, hence both practices were uniform. As a rule, deep ploughing had a positive effect on the yield of sugar beet roots and sugar. Fertilization was generally inefficient in all three years, which particularly holds for higher rates. In accord with the individual effects of ploughing and fertilization, there was rather restricted interaction of these factors, with a more pronounced compensation effect of ploughing.

## KEY WORDS

---

tillage, fertilizing, *lessive* pseudogley, sugar beet, yield

Faculty of Agriculture, University of Zagreb  
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia  
E-mail: ikisic@agr.hr

Received: September 21, 1999

# Međusobni odnosi obrade i gnojidbe tla u uzgoju šećerne repe na *lessive* pseudogleju donje Podravine

---

Anđelko BUTORAC

Ivica KISIĆ

Jasminka BUTORAC

Josip BARČIĆ

## SAŽETAK

---

Na *lessive* pseudogleju donje Podravine provedena su trogodišnja istraživanja osam različitih varijanata obrade u kombinaciji sa četiri varijante mineralne gnojidbe. U ovom se radu iznose rezultati za šećernu repu. Varijante obrade tla u kombinaciji s četiri razine mineralne gnojidbe (niska, srednja, visoka i vrlo visoka) bile su sljedeće: oranje na 20, 30, 40, 50 i 60 cm, te oranje na 20 cm s podrivanjem na 50 i 70 cm i oranje na 30 cm s podrivanjem na 50 cm. Druge i treće godine istraživanja pratio se rezidualni učinak duboke obrade i mineralne gnojidbe, pa su stoga oba zahvata bila uniformna.

Duboka je obrada tla u pravilu pozitivno djelovala na prinos korijena šećerne repe i šećera. Gnojidba je u osnovi bila vrlo neučinkovita u sve tri godine, što posebno vrijedi za više doze. U skladu s pojedinačnim djelovanjem obrade i gnojidbe tla, interakcijsko djelovanje oba čimbenika javilo se u ograničenom opsegu. Pri tome je značajniji bio kompenzacijski učinak obrade.

## KLJUČNE RIJEČI

---

gnojidba, *lessive* pseudoglej, obrada tla, prinos, šećerna repa

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska  
E-mail: ikisic@agr.hr

Primljeno: 21. rujna 1999.

## UVOD

Na području Hrvatske vrlo su zastupljena tla niže i niske aktualne ali značajne potencijalne plodnosti. S tim u vezi nameće se ne samo znanstveni, nego i praktični zadatak problem njihove transformacije u kulturna visokoproduktivna tla. Za ova istraživanja odabran je *lessive* pseudoglej donje Podravine nedovoljne aktualne, ali naglašene potencijalne plodnosti. Puteva i načina da se to postigne ima više. Razumljivo je da su za poljoprivrednu praksu najprikladnija ona rješenja koja jamče visoke i stabilne prinose, da su što jednostavnija i vremenski što kraća, ali u isto vrijeme i ekonomski potpuno opravdana. Polazeći od ovako koncipiranih načela, u istraživanja je uključeno osam varijanata osnovne obrade tla i četiri varijante mineralne gnojidbe u uzgoju tri ratarske kulture (kukuruz, ozima pšenica i šećerna repa) kao test kulture. Imali smo u vidu ranije spoznaje i rezultate istraživanja s istim kulturama na drugim tipovima tala. Ovim istraživanjima želi se trasirati put za agrotehničke melioracije ovih tala.

U radu se iznose rezultati sa šećernom repom u pogledu optimalne dubine osnovne obrade tla i rezidualnog djelovanja duboke obrade, optimalne gnojidbe i interakcijskog odnosno kombiniranog djelovanja obrade i gnojidbe za tu kulturu na prinos korijena i šećera.

Inozemna istraživanja prema svojim se koncepcijama razlikuju od naših, pa ih, uvažavajući i činjenicu da obrada tla ima regionalni karakter, posebno ne ističemo. Šećerna repa u pravilu povoljno reagira na duboku obradu, što su potvrdila istraživanja Mihalića i Butorca (1964), te Mihalića i sur. (1967a), Mihalića i sur. (1967b).

Na smeđem tlu na karbonatnom lesu prema istraživanjima Mihalića i sur. (1980) za šećernu repu zadovoljava dubina oranja 30 do 40 cm, ali može zadovoljiti i oranje na 30 cm u kombinaciji s podri vanjem na 40 cm. Mihalić i sur. (1973) i Butorac i sur. (1979a, 1979b, 1981a i 1981b) preporučaju dublju obradu za šećernu repu na pseudogleju, ali su utvrdili na smeđem i lesiviranom smeđem tlu izrazito pozitivnu reakciju šećerne repe na dublju osnovnu obradu tla. Djelovanje stupnjevanih količina mineralnih gnojiva u tim istraživanjima nije u potpunosti definirano, unatoč rezidualnom učinku gnojidbe, dok kombinacije obrade

i gnojidbe ukazuju na stanoviti stupanj interakcije, ravnomjernije izražen druge i treće godine istraživanja. Istraživanja optimalne dubine obrade, te interakcije obrade i gnojidbe tla, (Butorac i sur. 1980) na hipogleju u odnosu na prinos važnijih oraničnih kultura daju rezultate koji ukazuju na potrebu dublje obrade za šećernu repu na ovom tipu tla. Napominjemo da su istraživanja ove problematike bila vrlo opsežna u Hrvatskoj i da su analogni rezultati postignuti i sa drugim važnijim kulturama, ponajviše s kukuruzom i ozimom pšenicom (Mađarić i sur. 1970, Mušac i sur. 1970, Mihalić i sur. 1977a i 1977b, Butorac i sur. 1979, 1980, 1982) i lucernom (Butorac 1967, 1976, Butorac i Mihalić 1971) na različitim tipovima tala.

Istraživanja su pokazala da je optimalna dubina osnovne obrade tla kompleksna kategorija, koja implicira tip tla, klimu, gnojidbu i posebnosti svake kulture, shodno njezinim ekološkim zahtjevima. Doda li se tome gnojidba, problem se usložnjava u smislu njihovog interakcijskog djelovanja, odnosno međusobnog kompenzacijskog učinka oba zahvata.

## MATERIJAL I METODE

Osnivanje pokusa uslijedilo je nakon žetve pretkulture (uljane repice) na lokalitetu Podgorač, rudina Bašće. Tijekom ljeta provedena je vrlo plitka obrada tla (prašenje strništa), dok se u jesen pristupilo osnovnim zahvatima obrade i gnojidbe tla.

U istraživanja su bile uključene slijedeće varijante obrade tla: oranje na 20, 30, 40, 50 i 60 cm, zatim oranje na 20 cm s podri vanjem na 50 i 70 cm i oranje na 30 cm s podri vanjem na 50 cm.

Istodobno su istraživane četiri gradacije mineralne gnojidbe, polazeći od činjenice da u praksi ove dvije agrotehničke mjere čine integralnu cjelinu, kao i velike vjerojatnosti da bi moglo doći do njihovog interakcijskog djelovanja. S tim u vezi gradacije gnojidbe bile su u prvoj godini za pojedine kulture sljedeće:

Pokusi je izveden prema split-blok metodi u četiri ponavljanja, pa, polazeći od ukupnog broja varijanata osnovne obrade tla (8), odnosno gnojidbe (4), proizlazi da su u svakom pokusu bile zastupljene 32 kombinacije. U istraživanjima je korištena sorta *KW Cercomono*.

Razina gnojidbe Level of fertilizing	Kultura Crop	Čistih hraniva-Pure nutrients, kg/ha			Ukupno-Total NPK, kg/ha
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
<b>1. godina – 1 year</b>					
niska – low	ozima pšenica-winter wheat	100	80	100	280
srednja – medium	kukuruz – maize	130	120	150	400
visoka – high	šećerna repa - sugar beet	160	160	200	520
vrlo visoka-very high		190	200	250	640
<b>U drugoj i trećoj godini provodila se uniformna gnojidba za sve tri kulture kako slijedi:</b>					
	ozima pšenica – winter wheat	140	120	110	370
	kukuruz – maize	160	120	140	420
	šećerna repa - sugar beet	140	120	150	410

Za predmetna istraživanja posebno su značajni podaci o granulometrijskom sastavu tla, koji se odnose na dubinu profila do 70 cm, jer su zahvati obrade išli do te dubine. Oranični sloj sadrži 36% praha i 20% gline, pa se, dakle, radi o glinastoj ilovači. Horizonti Bt<sub>1</sub>g i C sadrže nešto manje čestica praha i gline i pripadaju razredu lakih glina. Vrijednosti hidrolitskog aciditeta ( $Y_1$  15,8-14,8) i reakcije tla (pH 4,2-4,0) ukazuju na povećanu kiselost. Tlo je slabo humozno u oraničnom, a vrlo slabo u podoraničnom sloju. U oraničnom sloju tlo sadrži 12,0 mg/100 g tla biljci pristupačnog fosfora i 15,8 mg/100 g tla biljci pristupačnog kalija, što ukazuje na slabu opskrbljenost tla biljci pristupačnim hranivima, odnosno potrebu za povećanjem razine ovih hraniva u tlu.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

### PRINOS KORIJENA ŠEĆERNE REPE

#### Obrada tla

Prinos korijena šećerne repe prema varijantama obrade tla prikazan je u tablici 1. U prvoj godini istraživanja izražena je tendencija njegova rasta s povećanjem dubine oranja do 50 cm. Slijedi zatim osjetan pad prinosa korijena pri oranju na 60 cm. Oranje na 20 cm s podrivanjem na 50 cm gotovo je istovjetno s oranjem na 20 cm. Dolazi zatim do nelogičnog pada prinosa pri podrivanju na istu dubinu s oranjem na 30 cm u usporedbi sa samim oranjem na 30 cm, da bi pad prinosa korijena bio još očitiji pri podrivanju na 70 cm dubine uz oranje na 20 cm u usporedbi s oranjem na istu dubinu. Postignuti rezultati u skladu su s istraživanjima Mušca (1971) i Butorca i sur. (1979b, 1981a), koji su također utvrdili pad prinosa korijena šećerne repe

povećanju dubine oranja s 20 na 30 cm. Od 30 do 40 cm rast je neznatan, a zatim nešto jače raste pri povećanju dubine oranja na 50 cm. Čini se da je ovo i uzgojna granica obrade za šećernu repu, jer pad prinosa koji je zatim očigledan mogao bi se uklopiti u već dato objašnjenje o negativnom djelovanju "svježih" mineralnih slojeva na šećernu repu. Slične rezultate postigli su Mihalić i sur. (1980).

Polučeni rezultati u prvoj godini istraživanja ukazuju nadalje na prednost oranja pred podrivanjem odnosno vertikalnim dubinskim rahljenjem, uz nužno respektiranje činjenice da šećerna repa ne podnosi izravne melioracijske zahvate obrade tla.

Prinosi korijena u drugoj godini istraživanja ne samo da su neuobičajeno niski, već se ne pojavljuju ni razlike među varijantama obrade tla. U potpunosti je isključen rezidualni učinak dublje odnosno duboke obrade tla. Uzroci izrazito niskih prinosa neosporno se nalaze u nepovoljnim vremenskim prilikama tijekom vegetacijskog razdoblja. Oborine su već u travnju bile znatno ispod prosječnih višegodišnjih oborina, a svibanj, premda je po ukupnoj količini oborina zadovoljavao, u prvoj je polovici bio izrazito suh. Isto vrijedi i za prvu polovicu lipnja. U to vrijeme potrebe šećerne repe na vodi su vrlo velike. U drugoj polovici lipnja i prvoj polovici srpnja oborine su bile nešto izraženije, ali ih je, dakako, pratila i izdašnija evapotranspiracija, te ponovno jaka suša sve do rujna. Pri ovakvom hidrotermičkom odnosno pluviometrijskom režimu melioracijska obrada *lessive* pseudogleja postaje upitnom.

U trećoj su godini, također pri istraživanju rezidualnog djelovanja obrade, dobiveni niži prinosi nego u prvoj,

**Tablica 1.** Prinos korijena šećerne repe prema varijantama osnovne obrade tla, t/ha  
**Table 1.** Root yield of sugar beet according to the variants of basic soil tillage, t/ha

Godina Year	Osnovna obrada tla - Basic soil tillage							
	Oranje - Ploughing				Oranje s podrivanjem - Ploughing with subsoiling			
	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	20+50cm	30+50cm	20+70cm
1.	47,10	48,81	49,02	49,90	44,19	46,92	42,02	39,98
2.	30,45	30,62	30,52	31,07	30,70	31,01	30,36	31,12
3.	28,84	30,72	32,41	29,17	34,72	36,82	30,67	32,08
$\bar{x}$	35,46	36,72	37,32	36,71	36,54	38,25	34,35	34,39

ako dubina osnovne obrade prelazi 50 cm. Ovo se u slučaju oranja može dovesti u određenu vezu s izbacivanjem "svježih" mineralnih, manje plodnih donjih slojeva na površinu, a kako šećerna repa ima visoke zahtjeve u pogledu plodnosti tla, mogla bi se, naime, označiti "vrtnom kulturom", pad prinosa zapravo ne iznenađuje.

Uzevši u globalu, razina dobivenih prinosa u prvoj godini relativno je povoljna. Međutim, rast prinosa nije proporcionalan dubini osnovne obrade tla. Unutar prve četiri varijante oranja najveći je rast prinosa pri

ali u nekih varijanata viši nego u drugoj godini. Najniži prinos korijena šećerne repe dobiven je pri oranju na 20 cm. Slijedi zatim, izvan očekivanja, oranje na 50 cm. Ni u kojem slučaju ne bi se moglo govoriti o nestabilnom mineralnom tlu zbog duboke obrade, koje šećerna repa eventualno ne bi podnosila nakon prethodne dvije kulture, jer to demantira prinos dobiven pri oranju na 60 cm dubine, već prije o rezidualnom djelovanju duboke obrade kao promjenljivoj, ali i nestalnoj pojavi.

Najveći prinos u varijanata samo s oranjem bilježimo pri oranju na 60 cm, ali je apsolutno najveći prinos u

**Tablica 2.** Prinos korijena šećerne repe prema varijantama gnojidbe, t/ha  
**Table 2.** Root yield of sugar beet according to the variants of fertilizing, t/ha

Gnojidba 1. godina – Fertilizing 1 <sup>st</sup> year																	
niska - low				srednja – medium				visoka – high				vrlo visoka – very high					
N <sub>100</sub>		P <sub>80</sub>		K <sub>100</sub>		N <sub>130</sub>		P <sub>120</sub>		K <sub>150</sub>		N <sub>160</sub>		P <sub>160</sub>		K <sub>200</sub>	
1.	2.	3.	$\bar{x}$	1.	2.	3.	$\bar{x}$	1.	2.	3.	$\bar{x}$	1.	2.	3.	$\bar{x}$		
45,49	30,95	32,85	36,43	46,84	30,72	31,81	36,46	46,50	29,04	31,82	35,79	45,14	32,22	31,23	36,20		

2. i 3. godina uniformna gnojidba - 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year uniform fertilizing N<sub>140</sub> P<sub>120</sub> K<sub>150</sub>

pokusu dobiven pri oranju na 20 cm s podrivanjem na 50 cm. Većina podataka ipak govori o prednosti dubljeg oranja pred plićim, odnosno o njegovom rezidualnom djelovanju. Iako je ovo djelovanje ograničenog dometa, ono očito postoji, pogotovo ako se uspoređuju krajnje vrijednosti dubine oranja, tj. s jedne strane oranje na 20 cm, a s druge oranje na 60 cm. Ima osnove da se govori i o rezidualnom djelovanju podrivanja, premda se, zbog dosta izraženih kolebanja prinosa, uvjetovanih prvenstveno sušom, granice ovog djelovanja ne bi mogle pouzdano definirati, na što već ranije ukazuju Butorac i sur. (1981a).

Prema trogodišnjem prosjeku najlošijim su se pokazale kombinacije oranja na 30 cm s podrivanjem na 70 cm, odnosno oranja na 20 cm i podrivanja na 50 cm. Te su, naime, kombinacije bile izrazito lošije u prvoj godini od ostalih varijanata obrade. Suprotno njima, prema trogodišnjem prosjeku najbolja je kombinacija oranja na 20 cm s podrivanjem na 50 cm, a od varijanata samog oranja najbolje je oranje na 40 cm. Do sličnih rezultata došli su Mihalić i sur. (1980) i Butorac i sur. (1977; 1979a).

I pored određenih, dakako, i pozitivnih rezultata, zauzeti čvršći i konačni stav prema osnovnoj obradi za šećernu repu na *lessive* pseudogleju bilo bi preuranjeno iz više razloga. Prvo, razlike između varijanata obrade nisu signifikantne, premda su se približile signifikantnosti u dvije od tri eksperimentalne godine. Drugo, tijekom trogodišnjeg pokusnog razdoblja klimatske aberacije bile su dosta izražene, pa su i one na izvjestan način maskirale stvarno djelovanje obrade. Treće, za istraživanje optimalne dubine osnovne obrade tla i njezinog rezidualnog djelovanja trogodišnje razdoblje očito je kratko zbog klimatskih, agrotehničkih i bioloških razloga.

### Gnojidba tla

Pri nesređenim vodozračnim prilikama u tlu ni gnojidba ne može pokazati svoju učinkovitost. Uklanjanjem ili barem ublažavanjem barijere nepovoljnih fizikalnih svojstava tla melioracijskim zahvatima obrade bilo je za pretpostaviti da će gnojidba doći do jačeg izražaja. To se ipak nije dogodilo čak ni u prvoj godini kada je izravno primijenjena stupnjevanja mineralna gnojidba (tablica 2).

Prinos korijena šećerne repe raste samo od niske prema srednjoj dozi, da bi se zatim neznatno smanjio prema

visokoj, ali značajnije, čak ispod niske doze, pri vrlo visokoj dozi. Signifikantno je djelovanje gnojidbe, dakle, potpuno izostalo ne samo u prvoj, već i u ostale dvije godine.

U drugoj godini najviši prinos zabilježen je pri vrlo visokoj dozi, zatim slijedi niska i srednja, a najlošijom se pokazala visoka doza gnojiva. Prema navodima Butorac i sur. (1980) na istom tipu tla djelovanje gnojidbe nije se također u potpunosti moglo definirati, ali je izvjesna prednost bila na strani viših doza.

Djelovanje gnojidbe ne bi se ni u trećoj godini moglo dovesti u vezu s istraživanjem njenog rezidualnog učinka, budući se nisu javile signifikantno opravdane razlike među dozacijama gnojidbe ni prve godine pri aplikaciji viših doza. Ovogodišnji prinosi pokazuju upravo suprotni učinak gnojidbe od očekivanog. Od najniže prema najvišoj primijenjenoj dozi prinos šećerne repe se smanjuje, pa iako se ovo može smatrati slučajnim jer razlike nisu signifikantne, na određeni je način indikativno. Prinosi su uglavnom na prošlogodišnjoj razini, odnosno znatno zaostaju za prinosisima prve godine istraživanja, premda u sve tri godine ne zadovoljavaju svojom visinom i uglavnom su unutar pojedinih godina izjednačeni, što isključuje i rezidualno djelovanje gnojidbe. Iz svega što je navedeno, uvažavajući aktualnu plodnost na kojem su provedena istraživanja, ima osnove da se zaključi da je primjena viših doza gnojiva imala opravdanje, prije nego što se tlo prevede u viši razred opskrbljenosti uz uvjet da se melioracijskom obradom uklone svi defekti u fizikalnom kompleksu tla.

### Obrada x gnojidba tla

Interakcijsko djelovanje ova dva čimbenika, potpuno je izostalo, što nije u skladu s ranijim istraživanjima Butorac i sur. (1981a) (tablica 3). Iako postoje kombinacije koje visinom prinosa nadilaze i najviše prinose pojedinih varijanata obrade ili gnojidbe, njihova je pojava vrlo nehomogena, pa im ne bi trebalo pridavati suviše veliku važnost. Ističemo ipak da je apsolutno najviši prinos korijena u pokusu dala kombinacija oranja na 50 cm s vrlo visokom gradacijom gnojidbe (53,50 t/ha), što se podudara s rezultatima Mihalića i sur. (1980). Pri ovoj dubini oranja prilično je pravilno izražen rast prinosa s rastom doze gnojiva. No, ima i potpuno obrnutih slučajeva. Kao primjer može se uzeti oranje na 60 cm,

**Tablica 3.** Prinos korijena šećerne repe prema kombinacijama osnovne obrade i gnojidbe tla, t/ha  
**Table 3.** Root yield of sugar beet according to the combinations of basic soil tillage and fertilizing, t/ha

Obrada tla Soil tillage	Gnojidba 1. godina – Fertilizing 1 <sup>st</sup> year															
	niska - low				srednja - medium				visoka - high				vrlo visoka-very high			
	N <sub>100</sub>	P <sub>80</sub>	K <sub>100</sub>	$\bar{x}$	N <sub>130</sub>	P <sub>120</sub>	K <sub>150</sub>	$\bar{x}$	N <sub>160</sub>	P <sub>160</sub>	K <sub>200</sub>	$\bar{x}$	N <sub>190</sub>	P <sub>200</sub>	K <sub>250</sub>	$\bar{x}$
Oranje - Ploughing																
20 cm	50,83	31,59	27,67	36,70	51,63	26,18	32,20	36,67	42,98	32,73	26,87	34,19	43,02	31,30	28,67	34,33
30 cm	46,00	30,59	29,67	35,42	49,05	32,73	30,00	37,26	49,00	29,78	30,14	36,31	51,20	29,41	33,07	37,89
40 cm	45,98	29,76	31,50	35,75	50,63	32,63	32,23	38,49	50,75	27,89	30,94	36,53	48,75	31,93	34,93	38,53
50 cm	48,78	31,79	36,63	39,07	45,78	31,34	27,14	34,75	51,55	26,93	26,21	34,89	53,50	34,24	26,74	38,16
60 cm	50,62	28,94	35,06	38,21	42,85	28,14	32,67	34,55	47,78	28,21	38,76	38,25	35,60	37,52	32,43	35,18
Oranje s podriivanjem – Ploughing with subsoiling																
20+50 cm	42,45	28,89	42,49	37,94	47,30	33,37	38,56	39,74	48,25	28,32	33,27	36,61	49,70	33,48	32,96	38,71
30+50 cm	37,80	34,39	31,87	34,69	42,18	29,88	33,30	35,12	46,40	28,01	31,04	35,15	41,73	29,15	29,70	33,52
20+70 cm	41,60	31,62	31,20	34,81	45,35	31,52	28,40	35,09	35,33	30,62	37,39	34,45	37,63	30,72	31,30	33,22

2. i 3. godina - uniformna gnojidba – 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year - uniform fertilizing N<sub>140</sub> P<sub>120</sub> K<sub>110</sub>

a mogli bi se navesti i drugi primjeri. I u slučaju kombinacija obrade i gnojidbe vidljiv je homogeniji utjecaj varijanata obrade na promjene prinosa od varijanta gnojidbe, što je opet rezultat njihovog pojedinačnog djelovanja.

U pogledu djelovanja kombinacija obrade i gnojidbe ne može se dodati ništa bitno novo ni za drugu godinu. Prinosi doduše pokazuju nešto veći varijabilitet u kombinaciji nego što je to slučaj u same obrade ili same gnojidbe. Raspon se kreće od 28,01 t/ha do 37,52 t/ha. Najniži prinos dobiven je pri oranju na 30 cm s podriivanjem na 50 cm u kombinaciji s visokom dozom gnojidbe, što je suprotno rezultatima Mihalića i sur. (1980). Najviši prinos dala je kombinacija oranja na 60 cm s vrlo visokom dozom gnojidbe. To upućuje na rezidualni učinak duboke obrade i intenzivnije mineralne gnojidbe, što je u skladu s rezultatima Butorca i sur. (1979b).

I treće godine istraživanja u dijela kombinacija nazire se određeni stupanj interakcije. To daje povoda za zaključak da postoji stanoviti kompenzacijski učinak među varijantama obrade i gnojidbe tla, što su već ranije utvrdili Butorac i sur. (1981b). Prema do sada utvrđenom pojedinačnom djelovanju obrade i gnojidbe tla nameće se zaključak da je obrada odigrala važniju ulogu od gnojidbe. To potvrđuje najbolja kombinacija u pokusu – oranje na 20 s podriivanjem na 50 cm i najnižom gnojidbom koja je dala prinos od 42,49 t/ha, što prije svega ukazuje na rezidualni učinak podriivanja. Do sličnih su rezultata došli Mihalić i sur. (1980). To je razvidno i iz ostalih kombinacija, premda ima i obrnutih primjera. Na to upućuju i prosječni trogodišnji prinosi prema kombinacijama obrade i gnojidbe tla, pri čemu bi se decidiraniji stav mogao zauzeti u pogledu dubine obrade nego primijenjene gnojidbe tijekom istraživanja.

## PRINOS ŠEĆERA

### Obrada tla

Prinos šećera prikazan je u tablici 4. Analogno rastu prinosa korijena i prinos šećera u prvoj godini pokazuje blagu tendenciju rasta do dubine oranja na 50 cm, odnosno ima nešto izraženiji rast pri oranju na 30, 40 i 50 cm u odnosu na oranje na 20 cm. Pri oranju na 60 cm prinos šećera pada. I varijante s podriivanjem vladaju se analogno prinosu korijena. Oranje na 30, 40 i 50 cm dalo je signifikantno viši prinos šećera u odnosu na oranje na 20 odnosno 30 cm s podriivanjem na 50 odnosno 70 cm. Takvo djelovanje obrade u pogledu prinosa šećera može se povezati s njezinim djelovanjem na prinos korijena šećerne repe.

U drugoj godini istraživanja dobiveni rezultati su manje više ujednačeni, što isključuje pojavu rezidualnog djelovanja duboke obrade. Oni, naravno, ne zadovoljavaju ni svojom razinom.

Prema visini prinosa šećera rezultati dobiveni u trećoj godini u dijela se varijanata približavaju rezultatima druge godine. S obzirom da među varijantama obrade postoje signifikantne razlike, pouzdano se može reći da se najboljim pokazalo oranje na 20 cm s podriivanjem na 50 cm. Odmah za njim slijedi oranje na 60 cm. Razlika među njima nije signifikantna. U odnosu na sve ostale varijante oranje na 20 cm s podriivanjem na 50 cm signifikantno je bolje. Očito je prinos šećera u vrlo uskoj korelacijskoj vezi s prinosom korijena. Opća, dakle, razina prinosa šećera ne zadovoljava, ali ne kao posljedica nedovoljne koncentracije šećera u korijenu repe, nego kao posljedica nedovoljne visine prinosa korijena.

Prema trogodišnjem prosječnom prinosu razvidno je poravnanje prinosa šećera prema varijantama obrade tla u većine varijanata, što se opet podudara s prinosom korijena. Oba, dakle, pokazatelja, tj. prinos korijena i prinos šećera ne ukazuju na razlike među varijantama

**Tablica 4.** Prinos šećera prema varijantama osnovne obrade tla, t/ha  
**Table 4.** Yield of sugar according to the variants of basic soil tillage, t/ha

Godina Year	Osnovna obrada tla - Basic soil tillage									
	Oranje - Ploughing				Oranje s podrivanjem - Ploughing with subsoiling					LSD
	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	20+50cm	30+50cm	20+70cm		
1.	6,91	7,44	7,43	7,59	6,64	6,83	6,10	5,89	0,12	0,16
2.	5,12	5,37	5,14	5,30	5,11	5,27	5,18	5,29		
3.	5,12	5,30	5,69	5,08	6,08	6,67	5,30	5,52	0,96	0,13
$\bar{x}$	5,72	6,03	6,09	5,99	5,94	6,26	5,22	5,56		

**Tablica 5.** Prinos šećera prema varijantama gnojidbe, t/ha  
**Table 5.** Yield of sugar according to the variants of fertilizing, t/ha

	Gnojidba 1. godina – Fertilizing 1 <sup>st</sup> year															
	niska - low				srednja – medium				visoka – high				vrlo visoka – very high			
	N <sub>100</sub>	P <sub>80</sub>	K <sub>100</sub>	$\bar{x}$	N <sub>130</sub>	P <sub>120</sub>	K <sub>150</sub>	$\bar{x}$	N <sub>160</sub>	P <sub>160</sub>	K <sub>200</sub>	$\bar{x}$	N <sub>190</sub>	P <sub>200</sub>	K <sub>250</sub>	$\bar{x}$
	1.	2.	3.		1.	2.	3.		1.	2.	3.		1.	2.	3.	
	6,81	5,31	5,81	5,98	6,97	5,07	5,51	5,85	6,94	4,99	5,64	5,86	6,69	5,52	5,41	5,87
2. i 3. godina - uniformna gnojidba - 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup> year - uniform fertilizing N <sub>140</sub> P <sub>120</sub> K <sub>150</sub>																

obrade. U slučaju prinosa šećera taj bi utjecaj mogao biti neposredan, tj. kroz promjene u tlu, koje očito nisu bile takve da bi se odrazile na prinos šećera.

#### Gnojidba tla

Praktički se može reći da stupnjevana gnojidba nije dovela do značajnijih razlika u prvoj godini istraživanja (tablica 5). To je sasvim u skladu s njezinim utjecajem na prinos korijena, premda su postojali preduvjeti da do toga dođe zbog različitih količina hraniva primijenjenih u pokusu, posebice kalija i dušika.

O nešto povoljnijoj učinkovitosti gnojidbe, a to znači i o njezinom rezidualnom djelovanju, u drugoj se godini može govoriti samo u slučaju najviše primijenjene količine u pokusu. Takvo se djelovanje gnojidbe manje više podudara s njezinim djelovanjem u prvoj godini istraživanja pri izravnom stupnjevanju primijenjenih količina gnojiva.

Analogno djelovanju gnojidbe na prinos korijena u trećoj godini istraživanja očituje se njezino djelovanje i na prinos šećera. Ne samo da je izostalo produžno djelovanje gnojidbe, već je prinos šećera niži pri većim količinama primijenjenih gnojiva.

Prosječne trogodišnje vrijednosti ukazuju na potpuno poravnanje prinosa šećera prema varijantama gnojidbe, analogno, dakle, prinosu korijena. Sve upućuje na zaključak da *lessive* pseudoglej na kojem su provedena istraživanja zahtijeva intenzivniju mineralnu gnojidbu. Pogrešno bi bilo zaključiti, s obzirom na izjednačene vrijednosti, da bi bila dovoljna i slabija gnojidba, jer su dobiveni prinosi suviše niski. Bilo bi stoga logično za očekivati da bi intenzivnija gnojidba, koja bi se našla u

funkciji povećanja efektivne plodnosti tla, povoljno djelovala na prinos šećera.

#### Obrada x gnojidba tla

Kombinacije obrade i gnojidbe vladaju se vrlo varijabilno u pogledu prinosa šećera (tablica 6). I tu je opet u većoj mjeri izražen kompenzacijski učinak obrade nego gnojidbe, što se obzirom na prirodu tih zahvata čini nelogičnim. Pojedine kombinacije pokazuju i određeni stupanj interakcije, ali opet, zbog izostanka signifikantnosti, ona ima samo relativno značenje i ne može poslužiti kao podloga za sigurnije zaključke. Moglo bi se reći da u pogledu prinosa šećera pri izravnim zahvatima duboke obrade i izravnom stupnjevanju mineralne gnojidbe postoji potpuna analogija s prinosom korijena šećerne repe.

I u drugoj godini istraživanja, kada se pratilo produžno djelovanje duboke obrade i mineralne gnojidbe, rezultati su vrlo varijabilni i kreću se u rasponu od 4,13 t/ha pri oranju na 20 cm sa srednjom dozom gnojidbe do 6,20 t/ha pri oranju na 60 cm s vrlo visokom gnojidbom. I treće je godine, analogno prinosu korijena, izraženiji utjecaj obrade, pa je u tom pogledu prisutna i veća homogenost rezultata, koji su, gledano u cjelini, dosta heterogeni. Nazire se interakcijsko djelovanje obrade i gnojidbe, ali je ono vrlo nesigurno zbog izostanka statističke opravdanosti.

Prosječni trogodišnji prinosi šećera u kombinacija obrade i gnojidbe tla u skladu su s njihovim pojedinačnim djelovanjem. Povoljnije je, dakle, djelovanje obrade od gnojidbe, što znači da je i pri interakcijskom djelovanju obrada učinkovitija od gnojidbe. Dobivene vrijednosti

**Tablica 6.** Prinos šećera prema kombinacijama osnovne obrade i gnojidbe tla, t/ha  
**Table 6.** Yield of sugar according to the combinations of basic soil tillage and fertilizing, t/ha

Obrada tla Soil tillage	Gnojidba 1. godina – Fertilizing 1 <sup>st</sup> year															
	niska - low				srednja - medium				visoka - high				vrlo visoka-very high			
	N <sub>100</sub>	P <sub>80</sub>	K <sub>100</sub>	$\bar{x}$	N <sub>130</sub>	P <sub>120</sub>	K <sub>150</sub>	$\bar{x}$	N <sub>160</sub>	P <sub>160</sub>	K <sub>200</sub>	$\bar{x}$	N <sub>190</sub>	P <sub>200</sub>	K <sub>250</sub>	$\bar{x}$
Oranje - Ploughing																
20 cm	7,07	5,39	5,03	5,83	8,18	4,13	5,73	6,01	6,02	5,53	4,63	5,39	6,40	5,41	5,09	5,64
30 cm	7,27	5,15	5,03	5,81	7,26	5,71	5,13	6,03	7,54	5,34	5,36	6,08	7,68	5,29	5,69	6,22
40 cm	7,45	5,21	5,53	6,06	7,59	5,42	5,39	6,14	7,81	4,71	5,49	6,00	6,87	5,27	6,39	6,18
50 cm	7,32	5,26	6,46	6,35	6,12	5,38	4,59	6,36	7,94	4,70	4,57	5,74	8,24	5,78	4,73	6,25
60 cm	7,68	4,79	6,03	6,16	6,59	4,69	5,83	5,70	7,02	4,78	6,96	6,25	5,27	6,20	5,53	5,67
Oranje s podrivanjem + Ploughing with subsoiling																
20+50 cm	6,03	4,94	8,03	6,33	6,90	5,48	7,06	6,48	6,80	4,79	6,09	5,90	7,61	5,85	5,49	6,32
30+50 cm	5,57	6,04	5,0,6	5,56	5,90	4,72	5,59	5,40	6,96	4,86	5,46	5,76	5,97	5,13	5,09	5,39
20+70 cm	6,12	5,72	5,39	5,74	6,49	5,05	4,83	5,45	5,44	5,25	6,56	5,75	5,53	5,13	5,33	5,33

2. i 3. godina - uniformna gnojidba – 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year - uniform fertilizing N<sub>140</sub> P<sub>120</sub> K<sub>110</sub>

gledane u cjelini dosta su heterogene, pa je i pouzdanije zaključivanje na osnovi njih nesigurno.

## ZAKLJUČCI

Duboka obrada tla u načelu je pozitivno djelovala na prinos korijena šećerne repe i šećera, ali s neznatnim produžnim učinkom. Uzimajući u obzir sve bitne parametre, u melioracijskoj fazi obrade moglo bi se preporučiti oranje na 50 do 60 cm, ali i pliće oranje u kombinaciji s podrivanjem. Izravno oranje za šećernu repu ne bi trebalo prelaziti 40 cm. Za ovu bi se kulturu mogao koristiti rezidualni učinak barem dvije do tri godine nakon njezinog izvođenja, ali i duže, ovisno o dubini melioracijske obrade.

Gnojidba je, posebice više doze, bila vrlo neučinkovita u sve tri godine, što ukazuje na neophodnost njezinog daljnjeg istraživanja, kako u pogledu optimalne količine, tako i u pogledu rezidualnog djelovanja. Dok se ne istraže neka detaljnija pitanja u pogledu gnojidbe, preporuča se gnojidba srednjeg intenziteta, koja će se dijelom naći u funkciji stabilizacije prinosa, a dijelom u funkciji prevođenja tla u viši razred opskrbljenosti odnosno povećanja njegove aktualne plodnosti.

U skladu s pojedinačnim djelovanjem obrade i gnojidbe, interakcijsko djelovanje oba čimbenika javilo se u ograničenom opsegu u sve tri godine. Pri tome je značajniji bio kompenzacijski učinak obrade.

## LITERATURA

- Butorac A. (1967). Agrotehnička melioracija pseudogleja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj s aspekta uvođenja lucerne. Disertacija, Zagreb.
- Butorac A. (1976). Promjene glavnih fizikalnih svojstava nekih varijeteta pseudogleja pod utjecajem agrotehničkih melioracija i introdukcije lucerne. Polj. znan. smotra, 36/46:81-101.

- Butorac A., Lacković L., Beštak T., Đurđica Vasilj, Seiwerth V. (1979a). Istraživanje sistema reducirane i konvencionalne obrade tla u kombinaciji s mineralnom gnojidbom za glavne oranične kulture na hipogleju srednje Podravine. Zbornik radova: Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede, str. 129-145, Poreč.
- Butorac A., Lacković L., Beštak T., Đurđica Vasilj, Seiwerth V. (1979b). Interrelationship of soil tillage nad fertilizing in growing main filed crops on hypogley. 8<sup>th</sup> Inter. Conf. of ISTRO, Hohenheim, p. 2/359-364.
- Butorac A., Lacković L., Beštak T., Đurđica Vasilj, Seiwerth V. (1981a). Efikasnost reducirane i konvencionalne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojidbom u plodosmjerni ozima pšenica-šećerna repa-kukuruz na lessive pseudogleju. Polj. znan. smotra, 54/5-30.
- Butorac A., Lacković L., Beštak T., Đurđica Vasilj, Seiwerth V. (1981b). Proučavanje uzajamnog djelovanja minimalizacije obrade tla i mineralne gnojidbe na lesiviranom smeđem tlu. Polj. znan. smotra, 55/137-156.
- Butorac A., Lacković L., Beštak T., Đurđica Vasilj, Seiwerth V. (1980). Uzajamni odnosi obrade i gnojidbe tla u uzgoju glavnih oraničnih kultura na hipogleju. Polj. znan. smotra, 51/239-247.
- Butorac A., Ljiljak N., Kulaš Milka. (1982). Uzajamno djelovanje obrade i gnojidbe tla na prinos kukuruza na lessive - pseudogleju donje Podravine. Zemljište i biljka, Acta Biologica, 31/1:56-67.
- Butorac, A., Mihalić V. (1971). Ispitivanje optimalne dubine obrade u interakciji s mineralnom gnojidbom za lucernu na oligotrofnom pseudogleju zaravni. Savremena poljoprivreda, XIX(1-2), 55-66.
- Butorac A., Mihalić V., Folivarski I. (1977). Rezultati istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla i rezidualnog djelovanja duboke obrade u kombinaciji s mineralnom gnojidbom na ozimu pšenicu na smeđem tlu na karbonatnom lesu. Agronomski glasnik, br. 6.
- Mađarić Z., Mušac, I., Mundweil J., Martinović B. (1970). Produžno djelovanje duboke obrade lesiviranog smeđeg tla Podravine u interakciji s gnojidbom na prinos kukuruza. Savremena poljoprivreda, br. ".



- Mihalić V., Butorac A. (1964). Utjecaj dubine oranja i doza mineralnih gnojiva na neka fizička svojstva parapodzola i lesiviranog smeđeg tla na lesnoj podlozi. *Zemljište i biljka*, 13/2/391-402.
- Mihalić V., Butorac A., Bišof. R. (1967a). Duboka obrada na lesiviranom smeđem tlu istočne Slavonije. *Zemljište i biljka*, 16/1-3/97-104.
- Mihalić V., Butorac A., Bišof. R. (1967b). Obrada tla u meliorativnoj fazi na pseudogleju zaravni u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. *Zemljište i biljka*, vol. 16/1-3/463-469.
- Mihalić V., Butorac A., Lacković L., Beštak T., Seiwerth V. (1973). The Value of Subsoiling on the brown soil on carbonate loess, by comparison to ploughing. 6<sup>th</sup> Inter. Conf. of ISTRO, p. 1-28. Wageningen.
- Mihalić, V., Butorac A. Mušac I. (1976). Agronomic aspects of residual effect of deep cultivation for main field crops. The 7<sup>th</sup> Inter. Conf. of ISTRO, p. 25:1-8, Upsala.
- Mihalić V., Butorac A. Folivarski I. (1977a). Istraživanje optimalne dubine osnovne obrade tla i rezidualnog djelovanja duboke obrade u kombinaciji s mineralnom gnojibom za kukuruz na smeđem tlu na karbonatnom lesu. *Zemljište i biljka*, 26/1-1-15.
- Mihalić V., Butorac A. Folivarski I. (1977b). Rezultati istraživanja optimalne dubine osnovne obrade tla i rezidualnog djelovanja duboke obrade u kombinaciji s mineralnom gnojibom za ozimu pšenicu na smeđem tlu na karbonatnom lesu. *Agronomski glasnik*, br. 6/511-528.
- Mihalić V., Butorac A. Folivarski I. (1980). Neki rezultati osnovne obrade tla ta šećernu repu u semihumidnoj klimi. *Polj. znan. smotra*, 51/231-237.
- Mušac I. (1971). Ispitivanje produžnog djelovanja dubine obrade smeđeg tla iza šećerne repe na prinose nekih ratarskih kultura u uvjetima Slavonije. *Zbornik radova Poljoprivrednog instituta Osijek*, br. 1. Osijek.
- Mušac I., Mađarić Z. Jurić, I. (1970). Produžno djelovanje duboke obrade smeđeg tla istočne Slavonije u intreakciji s gnojibom na prinos ozime pšenice. *Savremena poljoprivreda*, br. 1-2.

---

acs65\_18