

Utjecaj načina obrade tla na prinos i energetska učinkovitost proizvodnje uljane repice

Sažetak

Budući da se osnovna obrada i priprema tla za sjetvu uljane repice obavljaju u sušnom razdoblju godine, vrlo je važno odabrati pravilan način obrade tla za svako područje, odnosno tip tla. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj načina obrade tla na prinos i energetska učinkovitost proizvodnje uljane repice u agroekološkim uvjetima Podravine. U istraživanje su bile uključene dvije varijante obrade tla za uljanu repicu: 1) konvencionalna obrada - plug, integrirani agregat rotodrljača + sijačica; 2) reducirana obrada - ravilo, integrirani agregat rotodrljača + sijačica. Istraživanje je provedeno na lesiviranom tlu na pijescima kod naselja Dinjevac u Podravini tijekom 2017./2018. godine na parceli ukupne površine 3,5 ha. Na jednoj polovici parcele (1,75 ha) obavljena je konvencionalna obrada tla, a na drugoj polovici (1,75 ha) reducirana obrada tla. Za sve radne operacije obrade tla korišten je traktor Fendt 716 Vario snage motora 118 kW s pogonom na sva četiri kotača. Prilikom svih radnih operacija mjerena je potrošnja goriva volumetrijskom metodom te je izračunat utrošak energije. Na svakoj varijanti obrade tla utvrđen je prinos u tri ponavljanja. Način obrade tla nije imao značajan utjecaj na prinos sjemena, udio ulja u sjemenu i prinos ulja. Reduciranom obradom tla ostvarena je ušteda energije od 387 MJ ha⁻¹, odnosno smanjen utrošak goriva za 10 l ha⁻¹. Stoga je reducirani način obrade tla ekološki prihvatljiviji zbog manje emisije CO₂. Reducirana obrada je isplativija i s ekonomskog stajališta jer je u usporedbi s konvencionalnom, ostvaren veći prihod za 282,00 kn ha⁻¹, odnosno 3,42 %.

Ključne riječi: uljana repica, obrada tla, energija, troškovi, prinos

Uvod

Osnovni cilj obrade i pripreme tla za sjetvu svake ratarske kulture, a osobito sitnosjemenne uljarice kao što je uljana repica je stvoriti idealan profil tla za sjetvu. O vremenu i načinu izvođenja osnovne obrade i pripreme tla za sjetvu uljane repice u velikoj mjeri ovisi nicanje, ostvarivanje poželjnih i ujednačenih sklopova za svaki pojedini hibrid te brz i snažan početni porast, što su osnovne pretpostavke uspješne proizvodnje. Uz pravilnu agrotehniku i sortiment u Hrvatskoj se može postići prinos i do 5,0 t ha⁻¹. No za veliki broj proizvođača ovakav prinos je još nedostižan. Kako bi ostvarili visoki prinos, a ujedno što više smanjili troškove proizvodnje, mnogi proizvođači počinju primjenjivati razne sustave reducirane i/ili konzervacijske obrade tla. Po uzoru na današnje trendove u obradi tla teži se sa što manje prohoda postići odgovarajuću pripremu tla za sjetvu. Imajući u vidu da se sjetva uljane repice obavlja u sušnom dijelu godine, obrada tla predstavlja veliki izazov. Nerijetko se događa da je tlo toliko suho da se ne može obaviti pravovremeno i kvalitetno oranje. U tom slučaju se kao alternativno rješenje nameće konzervacijska obrada tla u kojoj nema klasičnog oranja. Energetski gledano, na ovaj način se mogu postići odgovarajuće uštede, ali je potrebna viša razina znanja o odnosu obrada – tlo – biljka te suvremena mehanizacija (Pospšil, 2013). Ovakav sustav nije idealan jer se mogu pojaviti problemi s korovima, puževima, razgradnjom slame, slabijim početnim porastom, itd. Dosadašnja istraživanja su pokazala da se reduciranom obradom tla tj. primjenom rovila, integriranog agregata zvrk drljača + sijačica postiže najveća ekonomičnost, ušteda energije i radnog vremena u proizvodnji ozime pšenice i uljane repice (Grubor i sur., 2015). Birkas i sur.

1 Josip Spitek, mag.ing.agr., Aleja Antuna Augustinčića 16/1, 10000 Zagreb
2 prof.dr.sc. Milan Pospšil, doc.dr.sc. Igor Kovačev, doc.dr.sc. Igor Bogunović, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Autor za korespondenciju: e-mail: mpospisil@agr.hr

(2014). navode da je kod uljane repice zbog plitke sjetve važno radnim operacijama osigurati zadržavanje vlage u tlu nakon žetve predkulture.

Uzevši u obzir navedene činjenice, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj konvencionalne i reducirane obrade tla na prinos i energetska učinkovitost proizvodnje uljane repice u agroekološkim uvjetima Podravine.

Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na lesiviranom tlu na pijesku (luvisol) kod naselja Dinjevac u Podravini (45° 57' 34" S, 17° 10' 34" I) tijekom 2017./2018. godine. U istraživanje su bile uključene dvije varijante obrade tla za uljanu repicu: 1) Konvencionalna obrada – plug, integrirani agregat rotodrljača + sijačica; 2) Reducirana obrada – rovilo, integrirani agregat rotodrljača + sijačica. Na jednoj polovici parcele (1,75 ha) je obavljena konvencionalna obrada tla, a na drugoj polovici (1,75 ha) reducirana obrada tla. Za sve radne operacije obrade tla korišten je traktor Fendt 716 Vario snage motora 118 kW s pogonom na sva četiri kotača. Prilikom svih radnih operacija mjerena je potrošnja goriva volumetrijskom metodom, a zatim je izračunat utrošak energije na osnovi energetskog ekvivalenta dizel goriva od 38,7 MJ l⁻¹ (Cervinka, 1980). U pokusu je primijenjena uobičajena tehnologija proizvodnje uljane repice za ovo područje. Predkultura uljanoj repici bila je ozima pšenica. Nakon žetve pšenice obavljeno je prašenje strništa (15. 7. 2017.) plošnim kultivatorom na 10 cm dubine. U prvoj varijanti oranje je obavljeno 15. 8. 2017. četverobraznim plugom premetnjakom Lemken, tip Vari-opal 120 na dubinu od 30 cm (Slika 1). Radni zahvat pluga je 205 cm, brzina oranja 7 km h⁻¹, odnosno ostvareni učinak 1,22 ha h⁻¹. U drugoj varijanti, umjesto oranja obavljeno je podrivanje s rovilo Strojometal na dubinu od 40 – 45 cm (Slika 2). Radni zahvat rovila je 210 cm, brzina podrivanja 8 km h⁻¹, odnosno ostvareni učinak 1,43 ha h⁻¹.



Slika 1. Oranje (snimila S. Spitek)
Figure 1. Ploughing (photo S. Spitek)



Slika 2. Podrivanje (snimila S. Spitek)
Figure 2. Chiselling (photo S. Spitek)

Osnovna gnojdba obavljena je s 200 kg ha⁻¹ mineralnog gnojiva NPK 7:20:30 u dva navrata. Dvije trećine ovog gnojiva (133 kg ha⁻¹) primijenjeno je prije oranja/podrivanja, a jedna trećina (67 kg ha⁻¹) neposredno prije sjetve. Prva prihrana uljane repice obavljena je 15. 3. 2018. neposredno prije kretanja vegetacije u proljeće s 230 kg ha⁻¹ KAN-a, a druga 27. 3. 2018. sa 180 kg ha⁻¹ KAN-a. Ukupno je primijenjeno 124,7 kg ha⁻¹ N, 40 kg ha⁻¹ P₂O₅ i 60 kg ha⁻¹ K₂O. Za sjetvu je korišten hibrid Gordon sjemenske kuće KWS. Gustoća sjetve iznosila je 50 klijavih sjemenki m⁻². Predsjetvena priprema tla i sjetva obavljene su 1. 9. 2017. u jednom proходу sjetvenom linijom Amazone (integrirani agregat rotodrljača Amazone, tip KG 302 + sijačica Amazone, tip D9 3000 Special). Zaštita usjeva od korova obavljena je 3. 9. 2017. preparatom Teridox (dimetaklor 500

g l⁻¹) u količini od 2,0 l ha⁻¹. Za suzbijanje repičinog sjajnika korišten je preparat Karate Zeon (lambda cihalotrin 50 g l⁻¹) u dozi od 0,15 l ha⁻¹. Žetva je obavljena 20. 6. 2018. žitnim kombajnom "Deutz – Fahr M 35 80 H" sa žetvenim uređajem za uljanu repicu (produženi stol i dvije vertikalne kose razdjeljivači otkosa). Na svakoj varijanti obrade tla određen je sklop (biljaka m⁻²) i prinos uljane repice u tri ponavljanja. Površina obračunske parcele u žetvi iznosila je 420 m² (4,2 m zahvat kombajna x 100 m dužine). Nakon vaganja, prinos sjemena preračunat je u t ha⁻¹ na bazi 9 % vlage + 2 % nečistoća (Pospišil i Pospišil, 2013). Udio ulja u sjemenu određen je u n-heksanskom ekstraktu (HRN EN ISO 659:2010) u laboratoriju za tehnologiju ulja i masti Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Prinos ulja je preračunat na apsolutno suhu tvar. Rezultati pokusa statistički su obrađeni računalnim programom SAS (SAS Institute, 2002). Značajnost razlika između istraživanih parametara utvrđena je t-testom na razini vjerojatnosti p=0,05.

Vremenske prilike

Srednje mjesečne temperature zraka i mjesečne količine oborina tijekom vegetacije uljane repice u 2017./2018. godini i višegodišnji prosjek za meteorološku postaju Đurđevac prikazane su u Tablici 1. Tijekom vegetacije uljane repice u 2017./2018. godini prosječna srednja mjesečna temperatura zraka bila je viša u odnosu na višegodišnji prosjek za 0,5 °C. Osobito visoke srednje dnevne temperature zraka zabilježene su u kolovozu i siječnju. Unatoč činjenici da je tijekom vegetacije uljane repice u 2017./2018. godini palo dovoljno oborina (895 mm), njihov raspored nije bio idealan. Nedostatak oborina je zabilježen u kolovozu (18,7 mm) i svibnju (32,5 mm). Iz priloženih podataka razvidno je da je kolovoz 2017. bio suh i topao te tlo nije bilo pogodno za obradu. Na smanjenje prinosa značajan utjecaj imao je nedostatak oborina u svibnju kad je uljana repica završavala cvatnju i prelazila u fazu nalijevanja sjemena. Veća količina oborina uz variranje temperature zraka u fazi zriobe utjecale su na pucanje komuški i osipanje sjemena.

Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka i mjesečne količine oborina tijekom vegetacije uljane repice i višegodišnji prosjek za meteorološku postaju Đurđevac

Table 1. Mean monthly air temperature and total month precipitation during the rapeseed growing season and long-term average for meteorological station Đurđevac

Mjesec / Month	Srednje mjesečne temperature zraka, °C Mean monthly air temperature, °C		Mjesečne količine oborina, mm Total month precipitation, mm	
	2017./2018.	Prosjeak/Average	2017./2018.	Prosjeak/Average
		2009.-2018.		2009.-2018.
Kolovoz / August	22,3	20,9	18,7	62,6
Rujan / September	15,4	16,2	153,9	109,9
Listopad / October	11,3	10,8	92,2	80,7
Studeni / November	6,7	6,7	74,1	69,1
Prosinac / December	3,8	2,0	105,8	58,9
Siječanj / January	4,9	1,0	44,6	66,3
Veljača / February	-0,8	2,0	132,6	74,6
Ožujak / March	4,5	6,8	93,6	48,8
Travanj / April	14,9	12,4	51,4	43,5
Svibanj / May	18,8	16,4	32,5	92,7
Lipanj / June	19,6	20,0	95,6	87,4
Prosjeak / Average	11,0	10,5	-	-
Ukupno / Total	-	-	895,0	789,7

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod, 2019./Source: Croatian Meteorological and Hydrological Service, 2019

Rezultati i rasprava

Prosječni sklop uljane repice u žetvi iznosio je 42 biljke m⁻². Variranje ostvarenog sklopa u žetvi nije bilo značajno, a kretalo se u granicama od ±5 % unutar svake varijante. T-testom je utvrđeno da nema značajne razlike između istraživanih varijanti obrade tla u prinosu sjemena, udjelu ulja i prinosu ulja (Tablica 2). Reduciranom obradom tla ostvaren je za 0,125 t ha⁻¹ ili 3,43 % veći prinos sjemena u odnosu na konvencionalnu obradu. U istraživanjima Bonari i sur. (1995) način obrade tla također nije imao značajan utjecaj na prinos sjemena i biomase uljane repice.

Tablica 2. Utjecaj načina obrade tla na prinos sjemena, udio ulja i prinos ulja uljane repice (srednja vrijednost ± standardna devijacija)

Table 2. Impact of soil tillage system on seed yield, oil content and oil yield of rapeseed (Mean ± St.Dev.)

Varijanta / Treatments	Prinos sjemena Seed yield t ha ⁻¹	Udio ulja Oil content % na s.t. / % on d.m.	Prinos ulja Oil yield t ha ⁻¹
Konvencionalna obrada tla Conventional tillage	3,505 ± 0,182	46,23 ± 0,481	1,442 ± 0,090
Reducirana obrada tla Reduced tillage	3,630 ± 0,274	45,79 ± 0,595	1,478 ± 0,093
p-vrijednost	0,5469 n.s.	0,3757 n.s.	0,6535 n.s.

n.s. – nije signifikantno / not significant

Reducirani način obrade tla pokazao je manji utrošak goriva (31 l ha⁻¹) i energije (1199,7 MJ ha⁻¹) u odnosu na konvencionalni (Tablica 3). Najviše goriva/energije utrošeno je za oranje (53,6%), odnosno podrivanje (38,7%). Zimmer i sur. (2014) navode da je najveća energetska rezerva u poljoprivredi racionalizacija pojedinih elemenata proizvodnje. U ratarstvu je to npr. izostavljanje oranja, jer je ispitivanjima dokazano da se bez oranja (koje troši 25 do 35 kg ha⁻¹ dizel goriva, što je polovica ukupne potrebe za rad u polju) može ne samo održavati visoki prinos, već i povećati. U istraživanjima Kovačev i sur. (2016) zamjena pluga s rovilom u primarnoj obradi tla rezultirala je znatno nižim utroškom goriva u odnosu na konvencionalnu obradu, od 17% u pripremi tla za uljanu repicu do 30% za ozimi ječam.

Tablica 3. Utrošak goriva i energije prilikom konvencionalne i reducirane obrade tla

Table 3. Fuel and energy consumption in conventional and reduced tillage systems

Konvencionalna obrada tla / Conventional tillage			Reducirana obrada tla / Reduced tillage		
Radna operacija/ Field operation	Utrošak goriva Fuel l ha ⁻¹	Utrošak energije Energy consumption MJ ha ⁻¹	Radna operacija/ Field operation	Utrošak goriva Fuel l ha ⁻¹	Utrošak energije Energy consumption MJ ha ⁻¹
Prašenje strništa / Stubble cleaning	9	348,3	Prašenje strništa / Stubble cleaning	9	348,3
Oranje / Ploughing	22	851,4	Podrivanje / Chiselling	12	464,4
Sjetva / Sowing	10	387,0	Sjetva / Sowing	10	387,0
Ukupno / Total	41	1586,7	Ukupno / Total	31	1199,7

Ukupni prihodi u proizvodnji uljane repice izračunati su prema prosječnom prinosu sjemena za svaku varijantu pokusa i prosječnu otkupnu cijenu u vrijeme žetve ($2,35 \text{ kn kg}^{-1}$). Ukupni troškovi uključuju troškove goriva (plavi dizel = $5,49 \text{ kn l}^{-1}$) kod svake varijante obrade tla. Ostali troškovi ovdje nisu uračunati jer su isti za obje varijante. Kod reducirane obrade tla manji su troškovi goriva za 24 % u odnosu na konvencionalnu obradu tla (Tablica 4). Reduciranom obradom tla ostvaren je veći prihod ($8.530,50 \text{ kn ha}^{-1}$) u odnosu na konvencionalnu obradu tla ($8.248,50 \text{ kn ha}^{-1}$). Navedeni podaci ukazuju da je reducirani način obrade tla s ekonomskog stajališta isplativiji jer su u usporedbi s konvencionalnim troškovi goriva manji za $54,90 \text{ kn ha}^{-1}$, a ukupni prihod veći za $282,00 \text{ kn ha}^{-1}$. Dakle, zamjena operacije oranja (konvencionalna obrada tla) operacijom podririvanja (reducirana obrada tla) na istraživanom području rezultirala je većim prihodom za $282,00 \text{ kn ha}^{-1}$, odnosno 3,42 %.

Tablica 4. Troškovi utrošenog goriva i ostvareni prihod
Table 4. Fuel costs and generated income

Varijanta / Treatments	Troškovi goriva / Fuel costs kn ha^{-1}	Prihod / Income kn ha^{-1}
Konvencionalna obrada tla Conventional tillage	225,09	8.248,50
Reducirana obrada tla Reduced tillage	170,19	8.530,50
Razlika / Difference	54,90	282,00

Kovačev i sur. (2016) također navode da prosječni prinosi u nekonvencionalnim sustavima nisu bili umanjeni smanjenjem obrade tla što bi značilo da nekonvencionalni sustavi obrade nisu slabiji od konvencionalne obrade i mogu biti važan alat za poboljšanje energetske učinkovitosti i produktivnosti u proizvodnji uljane repice i ozimog ječma. Mustapić i Hrust (1988) navode da su prednosti obrade tla rovilom povećanje ukupnog stupnja mrvljenja tla, a time i poboljšanje aeracije i filtracije u tlu, poboljšava se vodozračni odnos u tlu, povećava se vodo-propusnost i akumulacija oborinske vode u dubljim slojevima i značajna je ušteda energije po jedinici obradive površine. Iako ovim istraživanjem nisu praćena svojstva tla, u nekoliko istraživanja utvrđen je veći sadržaj organske tvari, povoljnija struktura tla i manja zbijenost tijekom vegetacijske sezone nakon obrade rovilom u odnosu na oranje (Alvarez i Steinbach, 2009; Bogunović i sur., 2019) što može biti razlog povećanja prinosa test kultura.

Zaključak

Na temelju jednogodišnjih istraživanja utjecaja načina obrade tla na prinos i energetska učinkovitost proizvodnje uljane repice u agroekološkim uvjetima Podravine mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- način obrade tla nije imao značajan utjecaj na prinos sjemena, udio ulja i prinos ulja po hektaru;
- reduciranom obradom tla (rovilo, integrirani agregat rotodrljača + sijačica) smanjen je utrošak goriva za 10 l ha^{-1} , odnosno ostvarena je ušteda energije od 387 MJ ha^{-1} ;
- s ekonomskog stajališta isplativiji je reducirani način obrade tla jer je u usporedbi s konvencionalnim (plug, integrirani agregat rotodrljača + sijačica) ostvaren veći prihod za $282,00 \text{ kn ha}^{-1}$, odnosno 3,42%.

Literatura

- Alvarez, R., Steinbach, H. S. (2009) A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. *Soil and Tillage Research*, 104(1), 1-15.
- Birkas, M., Jug, D., Kisić, I. (2014) *Book of Soil Tillage*. Szent Istvan University Press. Gödöllő
- Bogunović, I., Kovacs, P. G., Dekemati, I., Kisić, I., Balla, I., Birkas, M. (2019) Long-term effect of soil conservation tillage on soil water content, penetration resistance, crumb ratio and crusted area. *Plant, Soil and Environment*, 65(9), 442-448.
- Bonari, E., Mazzoncini, M., Peruzzi, A. (1995) Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a sandy soil. *Soil and Tillage Research*, 33 (2), 91-108.
- Cervinka, V. (1980) Fuel and energy efficiency. *Handbook of energy utilization in agriculture*. Pimentel, D. (Ed), Boca Raton, USA
- Grubor, M., Maletić, I., Lakić, J., Kovačev, I., Košutić, S. (2015) Ekonomičnost proizvodnje pšenice i uljane repice s različitim sustavima obrade tla. In: *Proceedings of the 43th International Symposium on Agricultural Engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering*, Opatija, Hrvatska, str. 265-274.
- HRN EN ISO 659:2010 Uljarice - određivanje udjela ulja (Referentna metoda). *Internacionalni standard*. Hrvatski zavod za norme, Zagreb, Hrvatska
- Kovačev, I., Čopec, K., Fabijanić, G., Košutić, S., Filipović, D. (2016) Energy and labour efficiency of tillage systems in oilseed rape and barley production. In: *Proceedings of the 44th International Symposium on Agricultural Engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering*, Opatija, Hrvatska, str. 195-203.
- Mustapić, Z., Hrust, V. (1988) Utjecaj suvremenih agrotehničkih mjera na uspješnu proizvodnju uljane repice. *Agrohemija* 2: 141-148.
- Pospišil, A., Pospišil, M. (2013) *Ratarstvo - praktikum*. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb
- Pospišil, M. (2013). *Ratarstvo II. dio – industrijsko bilje*, Zrinski, Čakovec
- SAS Institute (2002) *SAS/STAT User's guide*. Ver. 9.1, SAS Inst., Cary, NC, USA
- Zimmer, R., Košutić, S., Kovačev, I., Zimmer, D. (2014) *Integralna tehnika obrade tla i sjetve*. Poljoprivredni fakultet, Osijek

Napomena

Ovaj rad je izvod iz diplomskog rada obranjenog 27. 09. 2019.

Prispjelo/Received: 10.1.2020.

Prihvaćeno/Accepted: 6.4.2020.

Professional paper

Impact of soil tillage on yield and energy efficiency of rapeseed production

Abstract

Considering that primary tillage and soil preparation for the sowing of rapeseed is conducted during dry season, it is very important to choose the correct system of tillage for each area or soil type. This research aimed to determine the impact of soil tillage on yield and energy efficiency of rapeseed production under agro-ecological conditions of region Podravina. The study included two systems of tillage for rapeseed: 1) conventional tillage - mouldboard plough, rotary harrow integrated with seed drill; 2) reduced tillage - chisel plough, rotary harrow integrated with seed drill. The study was carried out on leached soil on sands in year 2017/2018 on a plot with a total surface area of 3.5 ha. Conventional tillage was carried out on one half of the plot (1.75 ha), and reduced tillage on the other half (1.75 ha). Fendt 716 Vario 118 kW, an all-wheel-drive tractor, was used for all tillage operations. During all work operations, fuel consumption was measured by volumetric method and energy consumption was subsequently calculated. Yield was determined on each variant of tillage in three replications. The system of tillage did not have a significant effect on seed yield, oil content in seed and oil yield. Reduced tillage resulted in energy savings of 387 MJ ha⁻¹, i.e. reduced fuel consumption by 10 l ha⁻¹. Therefore, reduced tillage is more environmentally friendly due to lower CO₂ emissions. From an economic point of view, a reduced cost of tillage is more profitable, as compared to conventional tillage, because a higher income of 282.00 kn ha⁻¹, that is 3.42 %, has been achieved.

Key words: rapeseed, tillage, energy, costs, yield