

# PROCJENA TROŠKOVNE UČINKOVITOSTI PRIMJENE SIDERATA ZA DUŠIČNU ISHRANU KUKURUZA

---

**Martinov, Zvezdan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:460457>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-19**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Zvezdan Martinov, apsolvant  
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo  
Smjer Biljna proizvodnja

**PROCJENA TROŠKOVNE UČINKOVITOSTI PRIMJENE SIDERATA ZA  
DUŠIČNU ISHRANU KUKURUZA**

Diplomski rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Zvezdan Martinov, apsolvant  
Sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo  
Smjer Biljna proizvodnja

**PROCJENA TROŠKOVNE UČINKOVITOSTI PRIMJENE SIDERATA ZA  
DUŠIČNU ISHRANU KUKURUZA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof.dr.sc. Bojan Stipešević, predsjednik
2. Doc.dr.sc. Ranko Gantner, mentor
3. Prof.dr.sc. Ljubica Ranogajec, član

Osijek, 2017.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Cilj istraživanja .....	2
2. PREGLED LITERATURE.....	3
3. MATERIJAL I METODE .....	10
4. REZULTATI .....	12
4.1. Projekcija troškova sideracije korištenjem kupovnog sjemena siderata.....	12
4.2. Projekcija troškova sideracije korištenjem farmerovog sjemena siderata .....	14
4.3. Izvedivost uklapanja siderata u plodored.....	19
4.4. Procjena potrebne površine za proizvodnju sjemena siderata .....	19
5. RASPRAVA.....	21
5.1. Kratkoročni pokazatelji i dugoročni efekti .....	21
5.2. Alternativni siderati .....	21
6. ZAKLJUČAK.....	23
7. POPIS LITERATURE.....	24
8. SAŽETAK.....	26
9. SUMMARY.....	27
10. POPIS TABLICA .....	27

## 1. UVOD

Razina izvorne ponude tla dušikom često ne zadovoljava ambicije suvremenih farmera za postizanjem visokih prinosa po jedinici površine. Naime, ciljani prinosi proizvođača u istočnoj Hrvatskoj su oko 10 t/ha zrna kukuruza, a postižu se intenzivnom gnojidbom. Pri tome se dušik smatra najprinosotvornijim elementom u gnojidbi (Vukadinović, 2003.). Izostavljanje ili skromna dušična gnojidba zasigurno dovode do značajno nižih prinosa u odnosu na ciljane. Tako su Plavšić i sur. (2009.) u trogodišnjem ispitivanju na plodnom tlu u Osijeku, bez dušične gnojidbe postigli prinose zrna tek između 6,1 i 7,5 t/ha. Skromna gnojidba od 50 kg/ha dušika, u Kotoribi (Međimurje), dala je od skromnih 6,6 t/ha pa do relativno visokih prinosa 8,8 t/ha zrna kukuruza (Bensa i sur., 2012.), ovisno o godini istraživanja. Naime, visoki prinos uz skromnu gnojidbu dobiven je u vrlo povoljnoj godini s kišnim ljetom, dok je niži prinos dobiven u godini s ispodprosječnom količinom oborina. Kod obje grupe istraživača, tj., na obje lokacije, intenzivna mineralna gnojidba od 200 kg/ha dušika omogućila je značajno veće prinosa zrna kukuruza: kod Plavšića i sur. (2009.) u Osijeku 8 do 9,5 t/ha, te kod Bense i sur. (2012.) oko 12 t/ha.

Primjena mineralnih dušičnih gnojiva povezana je s troškovima i učincima na prinos zrna. Tako je Vukadinović (2003.) procijenio da 1 kg/ha dodanog mineralnog dušika povećava prinos zrna kukuruza za oko 30 kg/ha. Na temelju rezultata Bense i sur. (2012.), može se procijeniti da mineralna gnojidba dušikom može dati i veće i manje učinke. Naime, u povoljnoj 2008. godini povećanje gnojidbe za 150 kg/ha dušika dovelo je do povećanja prinosa zrna s 8,8 t/ha na 12,2 t/ha, s prosječnim učinkom od oko 23 kg zrna / kg dušika. U manje povoljnoj 2009. godini, povećanje gnojidbe za 150 kg/ha dušika dovelo je do povećanja prinosa zrna sa 6,6 t/ha na 12,2 t/ha, s prosječnim učinkom od 37 kg zrna / kg dušika. Troškovi primjene mineralnog dušika povezani su s direktnim troškovima nabave gnojiva i raspodjele gnojiva po proizvodnoj površini. Ipak, uz direktne troškove, neizbježno se javljaju i indirektni troškovi koje farmeri vrlo teško detektiraju jer se pojavljuju vremenski sporo. Najvažniji među njima jesu smanjenje sadržaja organske tvari u tlu i smanjenje prirodne rezerve dušika u organskoj tvari tla (Mulvaney i sur., 2009.), zatim ispiranje nitrata u podzemne vode (Bensa i sur., 2012.) i emisija stakleničkih plinova tijekom proizvodnje mineralnih dušičnih gnojiva (0,9 do 1,8 kg ugljičnih ekvivalenata CO<sub>2</sub> po kilogramu dušika; Lal, 2004.). Zbog navedenog, istraživači su počeli posvećivati više pažnje alternativama mineralnoj dušičnoj gnojidbi. Biološki fiksiran atmosferski dušik predstavlja potencijalno

održiviju alternativu za poljoprivrednu proizvodnju u odnosu na primjenu kemijski fiksiranoga dušika (Crews i Peoples, 2004.), i u najvećoj mjeri podrazumijeva primjenu siderata iz porodice mahunarki.

Primjena siderata također je povezana s troškovima i učincima na prinos. Troškovi primjene siderata uključuju troškove nabave sjemena, pripreme tla za sjetvu, sjetvu i inkorporiranje siderata u tlo. Osim direktnih troškova i učinaka na prinos, kod siderata se očekuju i indirektni povoljni učinci na plodnost tla koje je teško kvantificirati.

Prije donošenja poslovnih odluka, poduzetnici često nastoje procijeniti i usporediti troškovnu učinkovitost raznih alternativnih metoda proizvodnje. Troškovna učinkovitost prema Luthri (2011.) jest odnos između troškova izraženih u novcu i željenog ishoda.

### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja jest procijeniti i usporediti troškovnu učinkovitost mineralne dušične gnojidbe i njoj alternativne sideracije, kao izvora dušika za dopunu izvorne ponude tla u proizvodnji kukuruza.

## 2. PREGLED LITERATURE

Guiducci i sur. (2004.) su tijekom vegetacijske sezone 2001.-2002., u središnjoj Italiji na glinasto-ilovastom tlu ispitali učinke 12 siderata na prinos zrna kukuruza. Siderati su bili zasijani sredinom listopada 2001., i bili su slijedeći: bob (B), uljana repica (UR), ječam (J), talijanski ljulj (TL), poljski grašak (PG), squarrosum djetelina (SD), grahorica (G), grahorica s polovičnim sklopom ( $G\frac{1}{2}$ ), bob + uljana repica (B+UR), grahorica + ječam (G+J), squarrosum djetelina + uljana repica (SD+UR) i squarrosum djetelina + talijanski ljulj (SD+TL). Primijenili su dvije varijante roka inkorporacije siderata u tlo: 1) 26.03.2002., i 2) 8.4.2002., a rok sjetve kukuruza im je bio 19.4.2002. s gustoćom 9 biljaka po  $m^2$ . U eksperimentu su izmjerili nadzemnu masu siderata prije inkorporacije, ukupni dušik u nadzemnoj masi siderata prije inkorporacije i prinos zrna kukuruza. Usporedo s pokusom siderata provodili su i pokus s mineralnom N-gnojdbom (0, 50, 100, 200 i 300 kg/ha N u obliku uree), te su konačno procijenili troškove kod raznih varijanti (sjeme, sjetva, košnja i inkorporacija za siderate, te gnojivo i razbacivanje za ureu). Najviše dušika doprinijeli su čisti usjevi mahunarki, a najmanje čisti usjevi trava (Tablica 1.). Smjese mahunarki i trava stvorile su malo više biomase nego čiste mahunarke, ali su i najčešće donijele manje dušika. Kasna inkorporacija donijela je više biomase (+54% u prosjeku), ali je povećanje doprinosa dušika bilo manje izraženo (+31% u prosjeku). Trošak sideracije varirao je samo uslijed razlike u nabavnoj cijeni sjemena siderata, dok su troškovi uzgoja i inkorporacije siderata bili konstantni (146 €/ha). Trošak dušika iz sideracije bio je 2 do 6 puta veći od troška dušika iz uree za odgovarajući prinos zrna kukuruza. Prinos kukuruza nakon grahorice, grahorice u polovičnom sklopu, boba i graška nije se značajno razlikovao od prinosa kod gnojdbes s 300 kgN/ha porijeklom iz uree.

**Tablica 1.** Utjecaj sideracije i mineralne gnojidbe na trošak gnojidbe i prinos zrna kukuruza

Tretman	Stvorena ST nadzemne mase (t/ha)		Ukupni doprinos N (kg/ha)		Trošak gnojidbe (€/ha)	Prinos zrna (t/ha)	
	I rok	II rok	I rok	II rok		I rok	II rok
UR	5,23	9,15	106	127	206	10,7	9,4
B	5,96	8,57	229	295	281	14,0	13,4
B+UR	6,27	9,25	185	261	244	11,9	11,4
TL	3,33	5,08	61	82	221	6,7	6,9
J	5,41	8,75	93	111	218	8,3	7,1
PG	4,07	6,54	185	268	296	14,4	14,3
SD	2,75	4,51	116	163	286	12,0	11,5
SD+UR	5,10	8,44	127	156	246	10,2	10,1
SD+TL	3,59	5,54	89	118	254	9,2	8,5
G	4,59	5,76	210	221	326	14,4	14,9
G ½	4,63	6,27	213	272	236	15,0	14,9
G+J	5,00	8,10	151	241	272	12,1	12,4
N <sub>0</sub>	-	-	0	0	0	7,37	7,37
N <sub>50</sub>	-	-	50	50	38	10,44	10,44
N <sub>100</sub>	-	-	100	100	59	11,47	11,47
N <sub>200</sub>	-	-	200	200	103	13,82	13,82
N <sub>300</sub>	-	-	300	300	146	15,07	15,07

Izvor: Guiducci i sur., 2004.

Cook Justine i sur. (2010.) su u Pennsilvaniji (SAD) na ocjeditoj praškastoj ilovači ispitivali utjecaj pokrovnog usjeva ozime grahorice kao siderata za snabdijevanje susljednog glavnog usjeva kukuruza dušikom na prinos zrna kukuruza u 2007. i 2008.g. Ozima grahorica bila je zasijana prethodnu jesen, te bila uništena totalnim herbicidom pred samu sjetvu kukuruza, i to u tri različita roka smjene pokrovnog usjeva glavnim usjevom: 1) rani – početkom svibnja, 2) srednji – sredinom svibnja, i 3) kasni – krajem svibnja. Nadzemna masa grahorice bila je ostavljena na površini tla kao mrtvi malč koji će tijekom razgradnje oslobađati dušik za ishranu glavnog usjeva. Potom je no-till sijačicom zasijan hibrid kukuruza s dva unesena GMO svojstva: otpornost na totalni herbicid glifosat (Roundup-Ready kultivar) i otpornost na kukuruznog moljca (Bt-zaštita). Paralelno s pokusom sideracije, provedene su i tri kontrolne varijante:



1. bez N-gnojidbe,
2. s dodatkom 84 kg/ha mineralnog dušika u prihrani,
3. s dodatkom 168 kg/ha mineralnog dušika u prihrani.

Klimat u kojem je proveden pokus bio je humidni, s 322 mm kiše tijekom vegetacije u 2007., i s 410 mm kiše tijekom vegetacije u 2008. Istraživanje je u 2007.g. pokazalo (Tablica 2.) da se primjenom grahorice kao siderata u vidu površinskog mrtvog malča postižu prinosi slični onima s maksimalno provedenom gnojdbom (168 kg/ha dušika), dok je u 2008.g. pokazalo da mineralna gnojdba daje veći prinos od najprinosnijeg roka sideracije. Ipak, primjena grahorice kao siderata u vidu mrtvog malča pod no-till kukuruzom uvijek je dala veće prinose u odnosu na dušikom negnojenu kontrolu.

**Tablica 2.** Utjecaj sideracije grahoricom na prinos zrna kukuruza u Pensilvaniji

Godina	Rok sjetve kukuruza	Biomasa grahorice (t/ha ST)	Doprinos dušika (kg/ha)	Mineralna gnojidba (kg/ha N)	Prinos zrna kukuruza (t/ha)	
2007	Rani	1,6	61		7,1	
	Srednji	4,8	211		8,3	
	Kasni	7,4	305		8,8	
	Rani				0	2,9
					84	5,4
					168	6,6
	Srednji				0	3,7
					84	5,6
					168	8,1
	Kasni				0	2,8
					84	6,1
					168	6,9
2008	Rani	3,6	90		5,8	
	Srednji	4,5	131		7,6	
	Kasni	4,9	221		4,4	
	Rani				0	6,3
					84	11,8
					168	10,3
	Srednji				0	6,7
					185	11,2
	Kasni				0	5,1
					84	11,1
					168	9,9

Izvor: Cook i sur., 2010.

Caporali i sur. (2004.) su u središnjoj Italiji, 1992./1993. i 1993./1994. proveli pokus sideracije tla za glavni usjev navodnjavanog kukuruza, unošenjem u tlo nadzemne mase raznih pokrovnih usjeva (talijanski ljulj, podzemna djetelina, dlakava grahorica), s kontrolnom varijantom bez pokrovnog usjeva koja je sadržavala spontano ponikle korove tijekom zime i ranog proljeća. Prinosi zrna kukuruza nakon sideracije mahunarkama bili su za

nijansu veći negoli prinosi varijanti gnojnih mineralnim dušikom (Tablica 3.), i značajno veći od kontrole bez gnojidbe i sideracije talijanskim ljujem. Uzgoj pokrovnih usjeva i sideracija imali su za posljedicu značajno manju zakorovljenost kukuruza u odnosu na kontrolu.

**Tablica 3.** Utjecaj sideracije ozimim pokrovnim usjevima na prinos i zakorovljenost navodnjavanog kukuruza u središnjoj Italiji, prosjek dvije godine

Varijanta	Siderat		Kukuruz	Korovi	
	Nadzemna masa (t/ha ST)	Dušik (kg/ha)	Prinos zrna (t/ha)	Gustoća (n/m <sup>2</sup> )	Nadzemna masa (t/ha)
Talijanski ljuj	5,6	50,6	7,81	148,4	0,34
Podzemna djetelina	6,6	204,1	12,34	156,6	3,97
Dlakava grahorica	5,7	197,4	11,71	160,0	3,43
Korovi			8,96		
Korovi + 100 kg/ha N	2,6	37,7	11,36	277,8	5,71
Korovi + 200 kg/ha N			11,57		

Izvor: Caporali i sur., (2004.)

Relativno visok prinos kukuruza u kontrolnoj varijanti (bez sideracije i bez mineralne N-gnojidbe) kod Caporalija i sur. (2004.) vjerojatno je bio posljedica povoljnih uvjeta uzgoja kukuruza (toplina i dovoljno vode kroz navodnjavanje), koji su izgleda gotovo jednako važni kao i dušična gnojidba za tvorbu prinosa, kako je to bilo i kod Bense i sur. (2012.), ili možda čak i važniji od dušične gnojidbe (akademik Ferdo Bašić, osobna komunikacija, neobjavljeni podaci), jer optimalni uvjeti vlage tla omogućuju povoljnu i intenzivnu mikrobiološku aktivnost koja dostavlja dušik iz mineralizacije organske tvari i iz nesimbiotske fiksacije atmosferskog dušika.

Stute i Posner (1995.) su u dvogodišnjem pokusu u Wisconsinu (SAD, humidni klimat), u sustavu konvencionalne obrade tla, ustanovili da zelena gnojidba i dlakavom grahoricom (*Vicia villosa* Roth) i crvenom djetelinom (*Trifolium pratense* L.), omogućuju prinose zrna kukuruza jednake prinosisima ostvarenim kod mineralne gnojidbe sa 179 kg/ha dušika. Ti prinosi su bili 11,25 t/ha u 1991., i 10,89 t/ha u 1992. godini. Istraživanje je pokazalo da se biljna masa siderata nakon zaoravanja u tlo, razgrađuje dinamikom koja je sukladna

potrebama usjeva kukuruza za ishranu dušikom. Zbog toga su zaključili da pokrovni usjevi iz porodice mahunarki mogu biti učinkoviti izvor dušika za ishranu kukuruza u Wisconsinu.

Ozimi grašak za voluminoznu krmu također može biti interesantan za zelenu gnojdbu kao donor simbiotski fiksiranog dušika za glavni usjev kukuruza. Naime, Gantner i sur. (2017.) su početkom svibnja (8.5.2015.) u smjesama graška i pšenice, te graška i zobi, ustanovili visoku koncentraciju sirovih bjelančevina: oko 19% u ST, uz prinos ST nadzemne mase oko 8 t/ha kod smjese sa pšenicom i oko 6 t/ha kod smjese sa zobi. Kada se koncentracija sirovih bjelančevina podijeli sa 6,25 dobije se koncentracija ukupnog dušika oko 3% u ST nadzemne mase, koja opet pomnožena s prinosima ST daje procjenu ukupno akumuliranog dušika oko 240 kg/ha kod smjese sa pšenicom, i oko 180 kg/ha kod smjese sa zobi. Takva količina akumuliranog dušika mogla bi biti dostatna za ostvarivanje prinosa zrna kukuruza oko 11 t/ha (Caporalli i sur., 2004.; Guiducci i sur., 2004.). U ranijem roku košnje (27.4.2015.) jedino je smjesa graška sa pšenicom dala značajnu akumulaciju dušika, i to od oko 130 kg/ha dušika (iako je bila visoka koncentracija sirovih bjelančevina, prinos ST nadzemne mase je bio samo oko 4 t/ha). Takav iznos akumuliranog dušika mogao bi biti dostatan za ostvarivanje blizu 8 t/ha zrna kukuruza (Cook i sur., 2010.) ili čak oko 10 t/ha zrna kukuruza (Guiducci i sur., 2004.).

Uzgoj pokrovnih usjeva ima i druge ciljeve osim snabdijevanja glavnog usjeva dušikom. Među najznačajnijim zadaćama pokrovnih usjeva jest i ta da sprečavaju ispiranje hraniva iz zone zahvata korjenovog sistema za vrijeme dok na proizvodnoj nema glavnog usjeva. Tosti i sur. (2014.) su središnjoj Italiji ustanovili da smjesa dlakave grahorice s ječmom bolje hvata lako pokretljive dušične spojeve u svoju biomasu, negoli to čini čista grahorica. Također, zaorana biljna masa smjese grahorice i ječma imala je prikladan C/N omjer koji može omogućiti dinamiku mineralizacije sukladnu s potrebama glavnog usjeva.

Osim izravnog utjecaja sideracije mahunarkama na prinos glavnog usjeva kukuruza, zamijećeni su i drugi povoljni efekti takve sideracije. Naime, Sultani i sur. (2007.) su u Pakistanu ustanovili da tlo nakon primjene siderata ima veću ukupnu poroznost i veću dostupnost vode, što i jedno i drugo omogućuje povoljnije uvjete za rast i razvoj biljaka glavnog usjeva.

Poboljšanje strukture preoranog tla nakon sideracije smjesom talijanskog ljulja i bijele djeteline ustanovio je Breland (1995.) u Norveškoj. U svom pokusu je talijanski ljulj i bijelu djetelinu usijao kao podusjev i jaru pšenicu, koji je nakon žetve pšenice ostao da se razvija na istoj površini, i bio zaoran tijekom listopada. Značajno poboljšanje stabilnosti strukture tla Breland (1995.) je pripisao bujno razgranatoj mreži korijenja talijanskog ljulja u oraničnom sloju tla. Sudeći prema rezultatima pokusa, Breland (1995.) je zaključio da pokrovni usjev ljulja može doprinijeti lakšoj predsjetvenoj pripremi za naredni usjev, i općenito manjoj degradaciji tla u oraničnim sustavima poljoprivredne proizvodnje.

Prema referencama navedenim u poglavlju Pregled literature, ozima grahorica se pokazala najčešće istraživanim sideratom, koji omogućuje postizanje prinosa zrna kukuruza sličnih prinosa koji se ostvaruju uz suvremenu intenzivnu mineralnu gnojidbu dušikom. Prema mogućnosti uklapanja u plodored, ozima grahorica je vrlo kompatibilna s uzgojem kukuruza u istočnoj Hrvatskoj, jer se tlo za kukuruz najčešće ore u jesen, prezimjava golo, i zasijava kukuruzom u proljeće, počevši oko sredine travnja.

### 3. MATERIJAL I METODE

Troškovna učinkovitost u smislu ovog istraživanja podrazumijeva odnos između troškova izraženih u novcu i ostvarenja željenog ishoda (Luthra, 2011.), tj. očekivanog prinosa zrna kukuruza. Prema Ranogajec (2009) troškovi su vrijednosni izraz ulaganja u proizvodnju radi stjecanja koristi.

Ukupni troškovi obje alternative procijenjeni su na temelju projekcije pojedinačnih troškova koji se javljaju u slijedu primjene svake pojedine varijante. Ukupni troškovi kod sideracije procijenjeni su za dva scenarija:

1. primjena sideracije uz korištenje kupovnog sjemena siderata;
2. primjena sideracije uz korištenje farmerovog sjemena siderata.

Svi troškovi i cijene u radu izraženi su bez PDV-a.

Učinci mineralnih dušičnih gnojiva i siderata na prinos kukuruza dobiveni su metodom kompilacije prethodno objavljenih rezultata istraživanja i prikazani su u poglavljima Uvod (za mineralnu N-gnojidbu) i Pregled literature (za sideraciju). Izvedivost uklapanja siderata u plodored procijenjena je na temelju znanja stečenih na Sveučilišnom diplomskom studiju Biljna proizvodnja, Poljoprivrednog fakulteta Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku. Implikacije agrotehničkih mjera primjene siderata procijenjene su na temelju vlastitog iskustva u proizvodnoj praksi poduzeća Anabella d.o.o. iz Duboševice. Trošak primjene mineralnih dušičnih gnojiva procijenjen je na temelju nabavnih cijena poduzeća Anabella d.o.o. i cjenika agrotehničkih operacija iste firme. Izuzetak su cijene sjemena siderata, koje su dobivene putem telefonskog razgovora ili dopisivanja elektroničkom poštom. Trošak zemljišne rente nije uračunat u prikazanim kalkulacijama jer se kod ovog istraživanja pošlo od pretpostavke da farmer uzgaja kukuruz na vlastitom zemljištu. Prihod od eventualnog ostvarenja prava na subvencije nije uračunat u kalkulacije.

Troškovna učinkovitost izvora dušika iskazana je recipročno definiciji Luthre (2011.), a izračunata je prema formuli:

$$C_E \text{ [kg/kn]} = Y \text{ [kg/ha]} / C_N \text{ [kn/ha]}$$

Gdje „ $C_E$ “ simbolizira troškovnu učinkovitost, „ $Y$ “ očekivani prinos zrna kukuruza, a „ $C_N$ “ trošak izvora dušika.

Kod projiciranja očekivanih prinosa zrna kukuruza uz mineralnu N-gnojidbu, odrednica je bila proizvodno iskustvu u tvrtki Anabella d.o.o., dok su za scenarije sideracije (sideracija smjesom grahorice (*Vicia sativa* L.) i ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.), te sideracije smjesom graška (*Pisum sativum* L. var. *arvense*) i ozime pšenice), odrednica bili literaturni podaci o ostvarenju prinosa sličnih prinosa kod optimalne mineralne N-gnojidbe (Guiducci i sur., 2004.; Cook i sur., 2010.; Caporalli i sur., 2004.; Stute i Posner, 1995.).

Smjese gore navedenih ozimih mahunarki s ozimom pšenicom, pri izvođenju projekcija, odabrane su kao povoljnija opcija u odnosu na čiste mahunarke, jer uz dovoljan udio mahunarki u prinosu nadzemne mase omogućuju slične efekte na prinos glavnog usjeva kukuruza kao i čiste mahunarke (Guiducci i sur., 2004.; Tosti i sur., 2014.), dok je posao proizvodnje farmerovog sjemena znatno jednostavniji u slučaju smjesa, negoli u slučaju proizvodnje čistog sjemena mahunarki.

Pretpostavljeni rok sjetve glavnog usjeva kukuruza kod scenarija sideracije je početkom svibnja, umjesto sredinom travnja (kašnjenje oko 20 dana) kod scenarija mineralne N-gnojidbe. U radu se pretpostavilo da isto kašnjenje neće imati za posljedicu smanjenje prinosa zrna u odnosu na usjev zasnovan u ranijem roku sjetve i to zbog očekivanja pozitivnih učinaka sideracije na plodnost tla (intenzivniju životnu aktivnost mikroorganizama i faune tla, bolju poroznost, bolju mogućnost infiltracije i čuvanja oborinske vode, manji otpor prodiranju korijenskog sustava usjeva u dubinu tla).

## 4. REZULTATI

### 4.1. Projekcija troškova sideracije korištenjem kupovnog sjemena siderata

Pri izboru ozimog siderata kao izvora dopunskog dušika za kukuruz, slijed agrotehničkih mjera u proizvodnji kukuruza bi se proširio s agrotehničkim mjerama potrebnim za proizvodnju pokrovnog usjeva smjese ozime grahorice ili graška sa pšenicom, mjerama inkorporacije siderata u tlo, i izmijenjenim mjerama dopunske obrade tla i predstetvene pripreme za kukuruz (Tablica 4.).

**Tablica 4.** Projicirani slijed agrotehničkih mjera kod konvencionalne proizvodnje kukuruza i proizvodnje kukuruza s primjenom smjese mahunarki i pšenice kao siderata.

Agrotehnička mjera	Rok izvođenja	Trošak (kn/ha)	
		Mineralna N-gnojidba	Sideracija
Jesensko oranje	kraj IX – početak X	500,00	500,00
Predstetvena priprema	kraj IX – početak X	-	150,00
Sjetva siderata	kraj IX – početak X	-	170,00
Zatvaranje zim.brazde	Kraj III	150,00	-
Razbacivanje min.gn.	Sredina IV	70,00	-
Predstetvena pripr.	Sredina IV	150,00	-
Sjetva kukuruza	Sredina IV	170,00	-
Zaoravanje siderata	kraj IV – početak V	-	500,00
Tanjuranje	kraj IV – početak V	-	200,00
Predstetvena priprema	kraj IV – početak V	-	150,00
Sjetva kukuruza	kraj IV – početak V	-	170,00
Prskanje herbicida	Kraj IV	80,00	80,00
Međuredna kultivacija	Početak V	17,00	17,00
Međuredna kultivacija	Sredina V	17,00	17,00
Žetva suhog zrna	Kraj IX	600,00	600,00
Odvoz s polja	Kraj IX	200,00	200,00
	Ukupno (kn/ha) =	1.954,00	2.754,00
Razlika ukupnih troškova agrotehnikе (scenario sa sideracijom – scenario s mineralnom N-gnojidbom)=			800,00



Kod primjene ozime smjese grahorice ili graška sa pšenicom kao siderata, ukupni trošak agrotehničkih mjera bi se povećao s 1.954,00 kn/ha na 2.754,00 kn/ha.

U varijanti sideracije smjesom grahorice s pšenicom, ukupni materijalni troškovi bi se povećali s 2.474,79 kn/ha na 2.859,79 kn/ha, dok bi kod sideracije smjesom graška i pšenice porasli još više, na 3.272,69 kn/ha (Tablica 5.).

**Tablica 5.** Projicirani utrošak materijalnih sredstava kod konvencionalne proizvodnje kukuruza i proizvodnje kukuruza s primjenom smjese mahunarki i pšenice kao siderata.

Vrsta materijala	Vrijeme troška	Norma utroška	Trošak (kn/ha)		
			Mineralna N-gnojidba	Sideracija smjesom grahorice i pšenice	Sideracija smjesom graška i pšenice
Sjeme siderata	Kraj IX – poč.X		-	661,00	1073,50
Urea	Sredina IV	150 kg/ha	276,00	-	-
Kalijeva sol	Sredina IV	200 kg/ha	489,80	489,80	489,80
MAP	Sredina IV	150 kg/ha	373,35	373,35	373,75
Sjeme kukuruza	Sredina IV	72.000 sjemenki	960,48	960,48	960,48
Herbicid I	Kraj IV	3,5 l/ha	375,16	375,16	375,16
		Ukupno (kn/ha) =	2.474,79	2.859,79	3.272,69
Razlika ukupnih troškova materijala (scenario sa sideracijom – scenario s mineralnom N-gnojidbom)=				385,00	797,90

\* 25 kg/ha sjemena grahorice (Uher i sur., 2010.) po cijeni od 15 kn/kg (Žibrin, 2017.) + 130 kg/ha sjemena pšenice (2,20 kn/kg)

\*\* 150 kg/ha sjemena graška (5,25 kn/kg) + 130 kg/ha sjemena pšenice (2,20 kn/kg)

Ukupni troškovi proizvodnje, očekivana vrijednost proizvodnje (uz očekivani prinos suhog zrna od 10 t/ha), ekonomičnost, te troškovna učinkovitost tri izvora dušika u proizvodnji zrna kukuruza prikazani su u Tablici 6.

**Tablica 6.** Ukupni troškovi proizvodnje, očekivana vrijednost proizvodnje, ekonomičnost i troškovna učinkovitost tri izvora dušika u proizvodnji zrna kukuruza.

Vrsta troška	Trošak (kn/ha)		
	Mineralna N-gnojidba	Sideracija smjesom grahorice i pšenice	Sideracija smjesom graška i pšenice
Ukupni troškovi (kn/ha)	4.428,79	5.613,79	6.026,69
Troškovi N-gnojidbe (kn/ha)	*418,00	**1.185,00	**1.597,90
Očekivani prinos zrna (t/ha)	10	10	10
Prodajna cijena zrna (kn/kg)	0,80	0,80	0,80
Vrijednost proizvodnje (kn/ha)	8.000,00	8.000,00	8.000,00
Dobit po jedinici površine (kn/ha)	3.571,21	2.386,21	1.973,31
Ekonomičnost proizvodnje (kn/kn)	1,80	1,42	1,32
Trošak N-gnojidbe po jedinici proizvoda (kn/kg)	0,0418	0,1185	0,1598
Troškovna učinkovitost izvora dušika (kg/kn) (prinos z./ troškovi N-gn.)	23,9	8,4	6,3

\* trošak uree + trošak razbacivanja + vrijednost dušika u gnojivu MAP po cijeni od 4 kn/kgN

\*\* razlika u troškovima materijala + razlika u troškovima agrotehnike u odnosu na scenario mineralne N-gnojidbe

Najveća dobit po jedinici površine, najmanji troškovi N-gnojidbe po jedinici proizvoda i najveća troškovna učinkovitost pokazali su se kod scenarija mineralne N-gnojidbe. Sideracija smjesom grahorice i pšenice prema prikazanoj projekciji polučila je nešto bolje učinke nego li sideracija smjesom graška i pšenice.

#### 4.2. Projekcija troškova sideracije korištenjem farmerovog sjemena siderata

Prije sastavljanja kalkulacije troškova, potrebno je procijeniti cijenu koštanja sjemena siderata proizvedenog na samoj farmi. Kod proizvodnje farmerovog sjemena, pretpostaviti će se da će pokrovni usjevi za sideraciju biti:

1. ozima smjesa graška i ozime pšenice
2. ozima smjesa grahorice i ozime pšenice

To će pojednostaviti proizvodnju sjemena siderata na samoj farmi, a izostaviti će potrebu pročišćavanja i dorade sjemena. Projekcije očekivanih troškova agrotehničkih operacija i utroška materijala prikazane su u tablicama 7. i 8.

**Tablica 7.** Projicirani slijed agrotehničkih mjera kod proizvodnje farmerovog sjemena siderata: smjese ozime grahorice sa pšenicom i ozimog graška sa pšenicom.

Agrotehnička mjera	Rok izvođenja	Trošak (kn/ha)	
		Smjesa grahorice i pšenice	Smjesa graška i pšenice
Jesensko oranje	kraj IX – početak X	500,00	500,00
Predsjetvena priprema	kraj IX – početak X	150,00	150,00
Sjetva siderata	kraj IX – početak X	170,00	170,00
Žetva suhog zrna	sredina VII	600,00	600,00
Odvoz s polja do skladišta sjemena		100,00	100,00
Skladištenje (sušenje na podu skladišta)		163,00	163,00
Ukupno (kn/ha)		1683,00	1683,00

**Tablica 8.** Projicirani utrošak materijalnih sredstava kod proizvodnje farmerovog sjemena siderata: smjese ozime grahorice sa pšenicom i ozimog graška sa pšenicom.

Vrsta materijala	Vrijeme troška	Trošak (kn/ha)	
		Smjesa grahorice sa pšenicom	Smjesa graška sa pšenicom
Sjeme mahunarki	Kraj IX – poč.X	375,00	750,00
Sjeme žitarice	Kraj IX – poč.X	286,00	286,00
	Ukupno (kn/ha) =	661,00	1.036,00

Prema projekciji cijene koštanja farmerovog sjemena siderata (Tablica 9.), cijena takvog sjemena se pokazala mnogo nižom za slučaj siderata ozime grahorice sa pšenicom, i malo nižom za slučaj siderata ozimoga graška sa pšenicom, i to u odnosu na cijene sjemena siderata koje bi se nabavljale kupovinom.

**Tablica 9.** Procjena cijene koštanja sjemena siderata (kao smjesa sjemena mahunarki i pšenice).

Rok izvođenja	Trošak (kn/ha)	
	Smjesa grahorice i pšenice	Smjesa graška i pšenice
Troškovi agrotehničkih mjera	1.683,00	1.683,00
Troškovi materijala	661,00	1.036,00
Troškovi odvajanja pšenice	-	Nepoznato
Oportunitetni trošak dobiti kod proizvodnje zrna kukuruza (kn/ha)	3.571,21	3.571,21
Ukupno (kn/ha) =	5.915,21	***6.290,21
Očekivani prinos sjemena siderata (kg/ha)	Oko 1.500 kg/ha* grahorice + oko 3.500 kg/ha pšenice	Oko 1.500 kg/ha** graška + oko 3500 kg/ha pšenice
Cijena koštanja sjemena siderata (kn/kg)	1.183,00	****4.193,00

\* Prema Uheru i sur. (2010.)

\*\* Prema Popoviću i sur. (2015.)

\*\*\* Bez uračunatih troškova odvajanja sjemena pšenice

\*\*\*\* Cijena izražena samo po kilogramu sjemena graška jer se sjeme pšenice proizvodi u suvišku.

Trošak izdvajanja suvišnog sjemena pšenice iz smjese s graškom nije uračunat jer je nepoznat, a pretpostavlja se da bi mogao biti podmiren iz suviška proizvedenog sjemena pšenice.

Projekcije materijalnih troškova kod scenarija sideracije uz korištenje farmerovog sjemena (Tablica 10.) pokazale su se povoljnijima negoli uz korištenje kupovnog sjemena (Tablica 5.), osobito varijanta s korištenjem smjese ozime grahorice sa pšenicom kao siderata.

**Tablica 10.** Projicirani utrošak materijalnih sredstava kod konvencionalne proizvodnje kukuruza i proizvodnje kukuruza s primjenom smjese mahunarki i pšenice kao siderata. Varijanta s korištenjem farmerovog sjemena siderata.

Vrsta materijala	Vrijeme troška	Norma utroška	Trošak (kn/ha)		
			Mineralna N-gnojidba	Sideracija Smjesom grahorice i pšenice	Sideracija smjesom graška i pšenice
Sjeme siderata	Kraj IX – poč.X		-	218,86 (185 kg/ha smjese)	628,95 (150 kg/ha graška)
Urea	Sredina IV	150 kg/ha	276	-	-
Kalijeva sol	Sredina IV	200 kg/ha	489,80	489,80	489,80
MAP	Sredina IV	150 kg/ha	373,35	373,35	373,35
Sjeme kukuruza	Sredina IV	72.000 sjemenki	960,48	960,48	960,48
Herbicid I	Kraj IV	3,5 l/ha	375,16	375,16	375,16
		Ukupno (kn/ha) =	2.474,79	2.417,65	2.827,74
Razlika ukupnih troškova materijala (scenario sa sideracijom – scenario s mineralnom N-gnojidbom)				-57,14	352,95

U proizvodnoj praksi tvrtke Anabella d.o.o., u proizvodnji zrna kukuruza, tlo se gnoji s 87 kg/ha N, 78 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 120 kg/ha K<sub>2</sub>O.

Ukupna ekonomičnost proizvodnje i troškovna efikasnost projicirali su se boljima korištenjem farmerovog sjemena, osobito u slučaju sideracije smjesom ozime grahorice i pšenice (Tablica 11.), u odnosu na korištenje kupovnog sjemena siderata (Tablica 6.).

**Tablica 11.** Ukupni troškovi proizvodnje, očekivana vrijednost proizvodnje, cijena koštanja zrna kukuruza, te troškovna učinkovitost tri izvora dušika u proizvodnji zrna kukuruza, uz korištenje farmerovog sjemena siderata.

Elementi	Trošak (kn/ha)		
	Mineralna N-gnojidba	Sideracija smjesom grahorice i pšenice	Sideracija smjesom graška i pšenice
Ukupni troškovi (kn/ha)	4.428,79	5.171,65	5.581,74
Troškovi N-gnojidbe (kn/ha)	*418,00	**742,86	**1.152,95
Očekivani prinos zrna (t/ha)	10	10	10
Prodajna cijena zrna (kn/kg)	0,80	0,80	0,80
Vrijednost proizvodnje (kn/ha)	8.000,00	8.000,00	8.000,00
Dobit po jedinici površine (kn/ha)	3.571,21	2.828,35	2.418,26
Ekonomičnost proizvodnje (kn/kn)	1.806	1.547	1.433
Trošak N-gnojidbe po jedinici proizvoda (kn/kg)	0,0418	0,0743	0,1153
Troškovna učinkovitost izvora dušika (kg/kn) (prinos z./ troškovi N-gn.)	23,9	13,5	8,7

\* trošak materijala + trošak razbacivanja

\*\* razlika u troškovima materijala + razlika u troškovima agrotehnike u odnosu na scenario mineralne N-gnojidbe

Uspoređivanjem svih projiciranih varijanti scenarija proizvodnje kukuruza, može se vidjeti slijedeće:

- Najveća dobit po jedinici površine pokazala se kod scenarija mineralne N-gnojidbe (Tablica 12.),
- srednja kod scenarija sideracije smjesom grahorice i pšenice uz korištenje farmerovog sjemena,
- korištenje kupovnog sjemena siderata, te siderata smjese graška sa pšenicom pokazalo kao scenariji znatno niže dobiti.

Suprotno su se kretali troškovi N-gnojidbe: najniži su bili kod mineralne N-gnojidbe, srednji kod sideracije smjesom grahorice i pšenice uz korištenje farmerovog sjemena, a najveći kod korištenja kupovnog sjemena siderata i kod sideracije smjesom graška i pšenice.

Najveća troškovna učinkovitost pokazala se kod scenarija mineralne N-gnojidbe, gdje je po utrošenoj kuni na mineralno N-gnojivo ostvaren prinos od 23,9 kg zrna kukuruza. Slijedila je učinkovitost sideracije ozimom smjesom grahorice s pšenicom uz korištenje farmerovog sjemena, gdje je po utrošenoj kuni na sideraciju ostvaren prinos od 13,5 kg zrna kukuruza.

**Tablica 12.** Usporedba projicirane dobiti po jedinici površine u proizvodnji kukuruza, troškova N-gnojidbe po jedinici proizvoda i troškovne učinkovitosti izvora dušika za sve istraživane scenarije

Scenario	Mineralna N-gnojidba	Korištenje kupovnog sjemena siderata		Korištenje farmerovog sjemena siderata	
		Smjesa grahorice i pšenice	Smjesa graška i pšenice	Smjesa grahorice i pšenice	Smjesa graška i pšenice
Dobit (kn/ha)	3.571,21	2.386,21	1.973,31	2.828,35	2.418,26
Trošak N-gnojidbe po jedinici proizvoda (kn/kg)	0,0418	0,1185	0,1598	0,0743	0,1153
Troškovna učinkovitost N-gnojidbe (kg/kn)	23,9	8,4	6,3	13,5	8,7

#### 4.3. Izvedivost uklapanja siderata u plodored

Autor pretpostavlja da će se ozimi siderati korišteni u projekcijama ovoga istraživanja lako uklopiti u plodored jer im se vegetacija od zasnivanja (početak listopada) pa do zaoravanja (početka svibnja) poklapa s razdobljem kada glavni usjev kukuruza ne mora zauzimati proizvodne površine. Iako usjevi kukuruza često zauzimaju proizvodne površine od sredine travnja do početka listopada, autor smatra da se visoki ciljani prinosi zrna kukuruza mogu ostvariti i uzgojem nešto ranozrelijih hibrida, čiji će se usjevi zasnovati početkom svibnja, a požeti krajem rujna.

#### 4.4. Procjena potrebne površine za proizvodnju sjemena siderata

Kod varijante sjetve siderata farmerovim sjemenom, potrebno je prethodne godine izdvojiti dio površina iz merkantilne proizvodnje za namjenu proizvodnje farmerovog sjemena. Kod proizvodnje smjese grahorice i pšenice, sama smjesa u svom prinosu sjemena daje zadovoljavajući omjer sjemena mahunarke i pšenice, što uz relativno nisku normu sjetve

mahunarke u smjesi, omogućuje veliki koeficijent umnoženja sjemena i posljedično niski udio površina za proizvodnju sjemena siderata (Tablica 13.). Kod proizvodnje farmerovog sjemena graška, javlja se suvišak sjemena pšenice, te je zbog toga potrebno požnjeveni prinos sjemena doraditi, tj. pročistiti od suvišne pšenice. Omjer potrebne površine za proizvodnju sjemena siderata ovdje je izračunat na temelju omjera norme sjetve graška i prinosa sjemena graška, te je mnogo nepovoljniji, te je potrebno više površina žrtvovati za proizvodnju sjemena siderata.

**Tablica 13.** Omjeri potrebnih površina za proizvodnju sjemena siderata i površina na kojima će se istim sjemenom odraditi sideracija.

Elementi	Smjesa grahorice i pšenice	Smjesa graška i pšenice
Utrošak sjemena mahunarke (kg/ha)	30	150
Utrošak sjemena pšenice (kg/ha)	130	130
Očekivani prinos sjemena mahunarke (kg/ha)	1.500	1.500
Očekivani prinos sjemena pšenice (kg/ha)	3.500	3.500
Prinos sjemena / utrošak sjemena (kg/kg)	27	10
Potrebna površina sjemenskog usjeva za 1 ha sideracije (ha)	0,04	0,1



## **5. RASPRAVA**

### **5.1. Kratkoročni pokazatelji i dugoročni efekti**

Svi rezultati ovoga istraživanja ukazuju da je najekonomičnija i najučinkovitija varijanta N-gnojidbe upravo mineralna N-gnojidba. Ipak, treba imati u vidu da su u istraživanju prikazani kratkoročni pokazatelji dobiti, ekonomičnosti i troškovne učinkovitosti kod projiciranih scenarija proizvodnje kukuruza, i to na temelju izravnih troškova proizvodnje (materijalnih troškova i rada). Gledano na duži rok, od nekoliko godina, za očekivati je smanjenje troškova obrade tla na varijantama gdje se obavlja sideracija, jer sideracija, kao vid organske gnojidbe, vrlo povoljno djeluje na sva fizikalna i biološka svojstva tla. Prema prikazanim projekcijama, agrotehnika (trošak rada bez troška materijala) kukuruza, uz primjenu sideracije, skuplja je za 800,00 kn/ha u odnosu na uzgoj kukuruza samo s mineralnom gnojidbom (Tablica 4.). Smanjenjem otpora tla kod redovite sideracije zasigurno bi se smanjila spomenuta razlika u troškovima agrotehnike. K tome je za očekivati i veću stabilnost prinosa s obzirom da će tlo poboljšanih fizikalnih i bioloških svojstava bolje skladištiti vodu za sušna ljeta. Dakle, gledano na duži rok, od možda već nekoliko godina, za očekivati je da bi pokazatelji ekonomičnosti i troškovne efikasnosti bili više u prilog sideraciji negoli mineralnoj N-gnojidbi.

Prikazani pokazatelji ekonomičnosti dobiveni su uz jednake vrijednosti prijavljenog prinosa zrna kukuruza. Ipak, na duži rok, mogli bi se očekivati veći prinosi uz redovitu sideracije negoli mineralnu N-gnojidbu.

### **5.2. Alternativni siderati**

S obzirom da se i crvena djetelina pokazala kao učinkovit donor dušika za kukuruz (Gentry i sur., 2013.), valjalo bi prodiskutirati i mogućnost njenog uklapanja u plodored. Naime, crvena djetelina zasijana u ranojesenskom roku ima vrlo spor razvoj koji ne bi mogao omogućiti akumuliranje dovoljno dušika do kraja travnja, kada se preporučuje zaoravanje ozimih siderata, i priprema tla za sjetvu glavnog usjeva kukuruza. Kako bi crvena djetelina mogla akumulirati dovoljno dušika u svoju zelenu masu, njen usjev se mora zasnovati mnogo ranije. Pretpostavlja se da čak ni početak ljeta, nakon žetve ozimih žitarica ne bi bio dovoljno rani termin u slučaju sušnoga ljeta. Dakle, crvena djetelina bi trebala dočekati ljeto ukorijenjena, a

uklopljena u plodored tako da ne izuzima proizvodnu površinu iz proizvodnje dohodovnih kultura. Prema Gibsonu i sur. (2006.), crvena djetelina se može usijati tijekom veljače u usjev ozime pšenice, jednostavnom „mrazosjetvom“, tj. razbacivanjem sjemena po smrznutoj površini tla. Sjeme će u kontaktu s tlom, prilikom smjene smrzavanja i odmrzavanja tla, koje se tijekom veljače događa svakodnevno (noć/dan), upasti u pukotine tla, povući vlagu, započeti klijanje, te proći nicanje i ukorjenjivanje prije negoli pšenica potpuno zatvori sklop u proljeće. Nakon žetve ozime pšenice u srpnju, na proizvodnoj površini s razvojem nastavlja ukorijenjena crvena djetelina, koja će akumulirati mnogo više organske tvari i dušika u nadzemnu masu nego li djetelina koja bi bila zasijana početkom ljeta ili jeseni.

## 6. ZAKLJUČAK

Svi rezultati ovoga istraživanja ukazali su da je, gledano na kratki rok, mineralna N-gnojidba najekonomičnija i najučinkovitija varijanta. Projicirana dobit po jedinici površine kod uzgoja kukuruza s mineralnom N-gnojdbom bila je najveća, 3.571,21 kn/ha. Projicirani trošak N-gnojdbje je ovdje bio 0,0346 kn/kg proizvedenog zrna kukuruza, a po uloženoj kuni u N-gnojdbu projiciran je prinos od 23,9 kg zrna kukuruza. Sideracija ozimom smjesom grahorice s pšenicom, uz korištenje farmerovog sjemena siderata, projicirala je drugu po rangu dobit: 2.828,35 kn/ha, s troškom sideracije od 0,0743 kn/kg proizvedenog zrna kukuruza, a po uloženoj kuni u sideraciju projiciran je prinos od 13,5 kg zrna kukuruza. Zatim je slijedila sideracija ozimom smjesom graška i pšenice, također uz korištenje farmerovog sjemena siderata, s projiciranom dobiti od 2.418,26 kn/ha, i troškom sideracije od 0,1153 kn/kg proizvedenog zrna kukuruza, a po uloženoj kuni u sideraciju projiciran je prinos od 8,7 kg zrna kukuruza. Sideracija ozimom smjesom grahorice i pšenice uz korištenje kupovnog sjemena siderata projicirala je još nižu dobit (2.386,21 kn/ha), a sideracija ozimom smjesom graška i pšenice uz korištenje kupovnog sjemena najnižu (1.973,31 kn/ha). Uz nižu dobit zadnje dvije varijante bili su povezane i slabije vrijednosti pokazatelja troškovne efikasnosti sideracije kao izvora dušika. Istraživanje nije obuhvatilo dugoročne efekte sideracije na poboljšanje fizikalnih i bioloških svojstava tla, koji bi mogli u roku od nekoliko godina smanjiti troškove obrade tla (zbog smanjenja otpora tla) u varijantama proizvodnje kukuruza sa sideracijom, te povećati prinose zrna kukuruza i prihode od prodaje zrna kukuruza u sušnim godinama (zbog povećanja kapaciteta tla za vodu). Izvjesno je da bi se parametri dobiti i ekonomičnosti uzgoja kukuruza uz sideraciju, te troškovne efikasnosti sideracije, mogli izjednačiti s parametrima kod proizvodnje kukuruza uz mineralnu N-gnojdbu. Pri tome se računa na izbor ozime smjese grahorice i pšenice kao siderata, uz korištenje farmerovog sjemena siderata.

## 7. POPIS LITERATURE

- Bensa, A., Sever-Štrukil, Z., Rubinić, V., Ninčević, T. (2012.): Ispiranje nitrata pri gnojidbi kukuruza različitim dozama dušika. Proceedings of the 47th Croatian and 7th International Symposium on Agriculture. Opatija. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Zagreb. str. 35-39.
- Breland, T. A. (1995.): Green manuring with clover and ryegrass catch crops undersown in spring wheat: effects on soil structure. *Soil Use and Management* 11(4):163-167.
- Caporali, F., Campiglia, E., Mancinelli, R., Paolini, R. (2004.): Maize Performances as Influenced by Winter Cover Crop Green Manuring. *Italian Journal of Agronomy* 8(1)37-45.
- Cook, J.C., Gallagher, R.S., Kaye, J.P., Lynch, J., Bradley, B. (2010.): Optimizing Vetch Nitrogen Production and Corn Ni-trogen Accumulation under No-Till Management. *Agronomy Journal* 102(5):1491-1499.
- Crews, T.E., Peoples, M.B. (2004.): Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102:279–297.
- Gantner, R., Bukvić, G., Steiner, Z., Gantner, V., Ronta, M., Zimmer, D., Milošević, A., Nikolić, J. (2017.): Prinos i kvaliteta voluminozne krme raznih smjesa ozimih žitarica i mahunarki. Zbornik radova 52. hrvatski i 12. međunarodni simpozij agronoma, 12.-17. veljače, Dubrovnik Hrvatska. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Stranice 332-336.
- Gentry, L. E., Snapp, S. S., Price, R. F., Gentry, L. F. (2013.): Apparent Red Clover Nitrogen Credit to Corn: Evaluating Cover Crop Introduction. *Agronomy Journal* 105(6):1658-1664.
- Gibson, L., Singer, J., Barnhart, S., Blaser, B. (2006.): Intercropping Winter Cereal Grains and Red Clover. *Agronomy Files 2&3*. Iowa State Iniversity, University Extention.
- Guiducci, M., Bonciarelli, U., Stagnari, F., Benincasa, P. (2004.): Total N supply and profit from several green manure crops. Book of Proceedings of the VIII ESA Congress of the European Society for Agronomy, 11-15 July 2004, Copenhagen, Denmark. Stranice 981-982.
- Lal, R. (2004.): Carbon emission from farm operations. *Environment International* 30:981–990.

- Luthra, V. (2011.): BusinessDictionary. WebFinance Inc. Fairfax. Na Internet adresi: <http://www.businessdictionary.com/definition/cost-effectiveness.html> (posjećeno 3.2.2017. u 9h)
- Mulvaney, R.L., Khan, S.A., Ellsworth, T.R. (2009.): Synthetic Nitrogen Fertilizers Deplete Soil Nitrogen: A Global Dilemma for Sustainable Cereal Production. *Journal of Environmental Quality* 38:2295-2314.
- Plavšić, H., Josipović, M., Andrić, L., Jambrović, A., Beraković, I., Đurkić, H. (2009.): Reakcija hibrida kukuruza na gnojidbu dušikom. Zbornik radova 44. hrvatski i 4. međunarodni simpozij agronoma. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, stranice 619-623.
- Popović, S., Tucak, M., Čupić, T., Krizmanić, G. (2015.): The influence of precipitation on forage pea seed yields. *Poljoprivreda / Agriculture* 21(2):10-14.
- Ranogajec, Lj. (2009.): Računovodstvo u poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet u Osijeku Osijek
- Stute, J. K., Posner, J. L. (1995.): Synchrony between Legume Nitrogen Release and Corn Demand in the Upper Midwest. *Agronomy Journal* 87:1063-1069.
- Sultani, M. I., Gill, M. A., Anwar, M. M., Athar, M. (2007.): Evaluation of soil physical properties as influenced by various green manuring legumes and phosphorus fertilization under rain fed conditions. *International Journal of Environment, Science and Technology* 4(1):109-118.
- Tosti, G., Benincasa, P., Farneselli, M., Tei, F., Guiducci, M. (2014.): Barley-hairy vetch mixture as cover crop for green manuring and the mitigation of N leaching risk. *European Journal of Agronomy* 54:34-39.
- Uher, D., Štafa, Z., Blažinkovi, M., Vidak, M. (2010.): Agronomska svojstva novih genotipova ozime grahorice u smjesi s pšenicom. *Sjemenarstvo* 27(1-2):31-42.
- Vukadinović, V. (2003.): Ekspertni sustav za racionalizaciju gnojidbe. Završni izvješće primijenjenog istraživanja u poljoprivredi. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva RH. <http://www.mps.hr>
- Žibrin, D. (2017.): Sjeme ozime grahorice. E-mail poruka na [ranko.gantner@pfos.hr](mailto:ranko.gantner@pfos.hr), 15. ožujak 2017., u 8:24. D. Žibrin je agronom s Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima. Kontakt e-mail je: [dzibrin@vguk.hr](mailto:dzibrin@vguk.hr)

## 8. SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je procijeniti troškovnu učinkovitost sideracije kao izvora dušika i usporediti je s njoj alternativnom mineralnom gnojidbom za dopunu izvorne ponude tla u proizvodnji kukuruza. Istraživanje je provedeno metodom projekcije troškova kod slijedećih scenarija proizvodnje zrna kukuruza: 1) konvencionalna proizvodnja uz mineralnu N-gnojidbu; 2) primjena siderata ozime smjese grahorice i pšenice, te ozime smjese graška i pšenice kao izvora dušika za usjev kukuruza uz korištenje kupovnog sjemena siderata; i 3) primjena siderata ozime smjese grahorice i pšenice, te ozime smjese graška i pšenice kao izvora dušika za usjev kukuruza uz korištenje farmerovog sjemena siderata. Očekivani prinos zrna kukuruza u konvencionalnoj varijanti s mineralnom N-gnojidbom određen je na temelju vlastitog radnog iskustva autora u tvrtki Anabella d.o.o. iz Duboševice, dok su očekivani prinos korištenjem sideracije kao izvora dušika izjednačeni s prinosima iz konvencionalne agrotehnike i mineralne N-gnojidbe, u skladu s prikazanim referencama u poglavlju Pregled literature.

Svi rezultati ovoga istraživanja ukazali su da je, gledano na kratki rok, mineralna N-gnojidba najekonomičnija i najučinkovitija varijanta. Sideracija ozimom smjesom grahorice s pšenicom, uz korištenje farmerovog sjemena siderata, projicirala je drugu po rangu dobit i troškovnu učinkovitost izvora dušika, a zatim je slijedila sideracija ozimom smjesom graška i pšenice, također uz korištenje farmerovog sjemena siderata. Sideracije uz korištenje kupovnog sjemena pokazale su najnižu projiciranu dobit i najnižu troškovnu učinkovitost izvora dušika. Istraživanje nije obuhvatilo dugoročne efekte sideracije na poboljšanje fizikalnih i bioloških svojstava tla, koji bi mogli u roku od nekoliko godina smanjiti troškove obrade tla (zbog smanjenja otpora tla) u varijantama proizvodnje kukuruza sa sideracijom, te povećati prinose zrna kukuruza i prihode od prodaje zrna kukuruza u sušnim godinama (zbog povećanja kapaciteta tla za vodu). Izvjesno je da bi se parametri dobiti i ekonomičnosti uzgoja kukuruza uz sideraciju, te troškovne efikasnosti sideracije, mogli izjednačiti s parametrima kod proizvodnje kukuruza uz mineralnu N-gnojidbu. Pri tome se računa na izbor ozime smjese grahorice i pšenice kao siderata, uz korištenje farmerovog sjemena siderata.

## 9. SUMMARY

### ESTIMATION OF COST EFFECTIVENESS OF GREEN MANURE APPLICATION FOR NITROGEN NUTRITION OF MAIZE

The goal of this research was to estimate the cost effectiveness of green manuring as a source of nitrogen and to compare it with the alternative mineral nitrogen as a complement of the soil's indigenous nitrogen supply for the corn production. The research was conducted by a cost projection method with the following corn grain production scenarios: 1) Conventional production with mineral N-fertilization; 2) Application of winter green manures (vetch and wheat mixture, and forage pea and wheat mixture) using a bought seeds of green manures; and 3) Application of winter green manures (vetch and wheat mixture, and forage pea and wheat mixture) using a farmer's seeds of green manures. The expected yield of corn grain in a conventional variant with mineral N-fertilization was based on the authors own working experience in the company Anabella d.o.o. from Duboševica, while the expected grain yield by using green manuring as a source of nitrogen was expected to be equal to the yields from conventional agronomy, in line with findings from the literature review.

All of the results of this research have shown that the mineral N-fertilization is, in the short term, the most economic and cost-effective option. The second range option was green manuring with vetch-wheat mixture using the farmer's seed, followed by the green manuring with forage pea – wheat mixture, also with using farmer's seed. Green manuring with using a bought seeds has projected the poorest economic performance. The research didn't include long-term effects of green manuring to the improvement of soil physical and biological characteristics, which could in a several years of application decrease the cost of production due to decrease of soil resistance to tillage, and moreover, to improve the income due to increased yield in drought years, because of expected increase of soil's water storage capacity. It is likely that the economic indicators of green manuring come equal the indicators of mineral nitrogen fertilization in a long run because of a.m. beneficial effects to the components of soil fertility. Using the farmer's seed would be the appropriate option.

## 10. POPIS TABLICA

<b>Tablica 1.</b> Utjecaj sideracije i mineralne gnojidbe na trošak gnojidbe i prinos zrna kukuruza	4
<b>Tablica 2.</b> Utjecaj sideracije grahoricom na prinos zrna kukuruza u Pensilvaniji (Cook i sur., 2010.)	6
<b>Tablica 3.</b> Utjecaj sideracije ozimim pokrovnim usjevima na prinos i zakorovljenost navodnjavanog kukuruza u središnjoj Italiji, prosjek dvije godine (Caporali i sur., 2004.)	7
<b>Tablica 4.</b> Projicirani slijed agrotehničkih mjera kod konvencionalne proizvodnje kukuruza i proizvodnje kukuruza s primjenom smjese mahunarki i pšenice kao siderata.	12
<b>Tablica 5.</b> Projicirani utrošak materijalnih sredstava kod konvencionalne proizvodnje kukuruza i proizvodnje kukuruza s primjenom smjese mahunarki i pšenice kao siderata.	13
<b>Tablica 6.</b> Ukupni troškovi proizvodnje, očekivana vrijednost proizvodnje, ekonomičnost i troškovna učinkovitost tri izvora dušika u proizvodnji zrna kukuruza.	14
<b>Tablica 7.</b> Projicirani slijed agrotehničkih mjera kod proizvodnje farmerovog sjemena siderata: smjese ozime grahorice sa pšenicom i ozimog graška sa pšenicom.	15
<b>Tablica 8.</b> Projicirani utrošak materijalnih sredstava kod proizvodnje farmerovog sjemena siderata: smjese ozime grahorice sa pšenicom i ozimog graška sa pšenicom.	15
<b>Tablica 9.</b> Procjena cijene koštanja sjemena siderata (kao smjesa sjemena mahunarki i pšenice).	16
<b>Tablica 10.</b> Projicirani utrošak materijalnih sredstava kod konvencionalne proizvodnje kukuruza i proizvodnje kukuruza s primjenom smjese mahunarki i pšenice kao siderata. Varijanta s korištenjem farmerovog sjemena siderata.	17
<b>Tablica 11.</b> Ukupni troškovi proizvodnje, očekivana vrijednost proizvodnje, cijena koštanja zrna kukuruza, te troškovna učinkovitost tri izvora dušika u proizvodnji zrna kukuruza, uz korištenje farmerovog sjemena siderata.	18
<b>Tablica 12.</b> Usporedba projicirane dobiti po jedinici površine u proizvodnji kukuruza, troškova N-gnojidbe po jedinici proizvoda i troškovne učinkovitosti izvora dušika za sve istraživane scenarije	19
<b>Tablica 13.</b> Omjeri potrebnih površina za proizvodnju sjemena siderata i površina na kojima će se istim sjemenom odraditi sideracija.	20



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Sveučilišni diplomski studij, smijer Biljna proizvodnja

### PROCJENA TROŠKOVNE UČINKOVITOSTI PRIMJENE SIDERATA ZA DUŠIČNU ISHRANU KUKURUZA

Zvezdan Martinov

**Sažetak:** Cilj istraživanja bio je procijeniti troškovnu učinkovitost sideracije kao izvora dušika i usporediti je s njoj alternativnom mineralnom gnojidbom za dopunu izvorne ponude tla u proizvodnji kukuruza. Istraživanje je provedeno metodom projekcije troškova kod slijedećih scenarija proizvodnje zrna kukuruza: 1) konvencionalna proizvodnja uz mineralnu N-gnojidbu; 2) primjena siderata ozime smjese grahorice i pšenice, te ozime smjese graška i pšenice kao izvora dušika za usjev kukuruza uz korištenje kupovnog sjemena siderata; i 3) primjena siderata ozime smjese grahorice i pšenice, te ozime smjese graška i pšenice kao izvora dušika za usjev kukuruza uz korištenje farmerovog sjemena siderata. Očekivani prinos zrna kukuruza u konvencionalnoj varijanti s mineralnom N-gnojidbom određen je na temelju vlastitog radnog iskustva autora u tvrtki Anabella d.o.o. iz Duboševice, dok su očekivani prinos korištenjem sideracije kao izvora dušika izjednačeni s prinosima iz konvencionalne agrotehnike i mineralne N-gnojidbe, u skladu s prikazanim referencama u poglavlju Pregled literature. Svi rezultati ovoga istraživanja ukazali su da je, gledano na kratki rok, mineralna N-gnojidba najekonomičnija i najučinkovitija varijanta. Sideracija ozimom smjesom grahorice s pšenicom, uz korištenje farmerovog sjemena siderata, projicirala je drugu po rangu dobit i troškovnu učinkovitost izvora dušika, a zatim je slijedila sideracija ozimom smjesom graška i pšenice, također uz korištenje farmerovog sjemena siderata. Sideracije uz korištenje kupovnog sjemena pokazale su najnižu projiciranu dobit i najnižu troškovnu učinkovitost izvora dušika. Istraživanje nije obuhvatilo dugoročne efekte sideracije na poboljšanje fizikalnih i bioloških svojstava tla, koji bi mogli u roku od nekoliko godina smanjiti troškove obrade tla te povećati prinose zrna kukuruza i prihode od prodaje zrna kukuruza u sušnim godinama. Izvjesno je da bi se parametri dobiti i ekonomičnosti uzgoja kukuruza uz sideraciju, te troškovne efikasnosti sideracije, mogli izjednačiti s parametrima kod proizvodnje kukuruza uz mineralnu N-gnojidbu.

**Rad je izrađen pri:** Poljoprivredni fakultet u Osijeku

**Mentor:** Doc.dr.sc. Ranko Gantner

**Broj stranica:** 30

**Broj grafikona i slika:** 0

**Broj tablica:** 13

**Broj literaturnih navoda:** 21

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Ključne riječi:** dušik, sideracije, troškovna učinkovitost, prinos, kukuruz

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof.dr.sc. Bojan Stipešević
2. doc.dr.sc. Ranko Gantner, mentor
3. prof.dr.sc. Ljubica Ranogajec

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, Sveučilište u Osijeku, Kralja Petra Svačića 1d.

**BASIC DOCUMENTATION CARD****Josipa Jurja Strossmayera Univerzity of Osijek****Graduate thesis****Faculti of Agriculture****Univerzity Graduate Studies, Plant production, course Plant production****ESTIMATION OF COST EFFECTIVENESS OF GREEN MANURE APPLICATION FOR NITROGEN  
NUTRITION OF MAIZE**

Zvezdan Martinov

**Abstract:** The goal of this research was to estimate the cost effectiveness of green manuring as a source of nitrogen and to compare it with the alternative mineral nitrogen as a complement of the soil's indigenous nitrogen supply for the corn production. The research was conducted by a cost projection method with the following corn grain production scenarios: 1) Conventional production with mineral N-fertilization; 2) Application of winter green manures (vetch and wheat mixture, and forage pea and wheat mixture) using a bought seeds of green manures; and 3) Application of winter green manures (vetch and wheat mixture, and forage pea and wheat mixture) using a farmer's seeds of green manures. The expected yield of corn grain in a conventional variant with mineral N-fertilization was based on the authors own working experience in the company Anabella d.o.o. from Duboševica, while the expected grain yield by using green manuring as a source of nitrogen was expected to be equal to the yields from conventional agronomy, in line with findings from the literature review. All of the results of this research have shown that the mineral N-fertilization is, in the short term, the most economic and cost-effective option. The second range option was green manuring with vetch-wheat mixture using the farmer's seed, followed by the green manuring with forage pea – wheat mixture, also with using farmer's seed. Green manuring with using a bought seeds has projected the poorest economic performance. The research didn't include long-term effects of green manuring to the improvement of soil physical and biological characteristics, which could in a several years of application decrease the cost of production due to decrease of soil resistance to tillage, and moreover, to improve the income due to increased yield in drought years, because of expected increase of soil's water storage capacity.

**Thesis performed at:** Faculty of Agriculture in Osijek**Mentor:** Doc.dr.sc. Ranko Gantner**Number of pages:** 30**Number of figures:** 0**Number of tables:** 13**Number of references:** 21**Number of appendices:** 0**Original in:** Croatian**Key words:** nitrogen, green manuring, cost effectiveness, yield, corn**Thesis defended on date:****Reviewers:**

1. prof.dr.sc. Bojan Stipešević
2. doc.dr.sc. Ranko Gantner
3. prof.dr.sc. Ljubica Ranogajec

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agriculture in Osijek, Josip Juraj Strossmayer Univerzity of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d.

