

I. MUŠAC, I. JURIĆ, V. KOVAČEVIĆ, M. SKENDER, I. ŽUGEC

RACIONALIZACIJA GNOJIDBE RATARSKIH KULTURA NA PODRUČJU SLAVONIJE

S A Ž E T A K

Visoki i stabilni prinosi kukuruza i ozime pšenice ostvareni su na području Slavonije i Baranje sjetvom sorata i hibrida velikog potencijala rodnosti, uvođenjem novih agrotehničkih zahvata, a posebno primjenom većih doza mineralnih gnojiva. Dugogodišnjom upotrebom većih doza mineralnih gnojiva došlo je do promjene u stupnju opskrbljenosti tla aktivnim hranivima. Efikasnost ovakve gnojidbe došla je više do izražaja na tlima s reguliranim vodozračnim režimom. Međutim, u zadnje vrijeme postavlja se problem racionalizacije proizvodnje, a time i racionalizacije primjene mineralnih gnojiva na tlima koja su prirodno plodna ili daljnjim radom dovedna na viši stupanj plodnosti. Racionalna gnojidba je kompleksan problem pa ga je potrebno promatrati s više stajališta.

U radu su izneseni podaci o porastu fiziološki aktivnog fosfora i kalija u tlu nakon višegodišnje intenzivne gnojidbe, utjecaju različitih oblika i doza fosfora na sadržaj fiziološki aktivnog fosfora u tlu i na prinos ozime pšenice, kao i o utjecaju različitih načina i sistema gnojidbe na prinos ozime pšenice i kukuruza.

UTJECAJ GNOJIDBE NA NIVO FIZIOLOŠKI AKTIVNOG FOSFORA I KALIJA U TLU

Kada se govori o racionalizaciji upotrebe mineralnih gnojiva u našim uvjetima tada moramo iznijeti neke podatke koji su vezani uz primjenu mineralnih gnojiva u toku razvoja i intenziviranja poljoprivredne proizvodnje ratarskih kultura.

Primjena mineralnih gnojiva ima za osnovni cilj povećanje prinosa ratarskih kultura ili postizanje maksimalnih prinosa. Uvedene su nove sorte koje su zahtijevale i upotrebu većih količina mineralnih gnojiva. Ranije se vodilo mnogo računa o ekonomičnosti primjene i upotrebe mineralnih gnojiva. Zato su postojale i objektivne oklonosti jer su mineralna gnojiva bila registrirana od društva, pa stoga cijena mineralnim gnojivima nije bila značajna stavka u ukupnim troškovima ratarske proizvodnje. U ovom periodu primjenjuju se veće količine fosfornih i kalijevih gnojiva da bi se smanjio

Dr Ivan Mušac, I. Jurić, dipl. inž., V. Kovačević, dipl. inž.,

Marta Skender, dipl. inž. i I. Žugec, dipl. inž.

Biotehnički znanstveno-nastavni centar Osijek, OOUR Poljoprivredni institut Osijek, Odjel za agrotehniku

deficit ovih hraniva u tlu. Pedesetih godina uvode se metode za kontrolu plodnosti tla koje su pokazale da naša tla oskudijevaju na fosforu i kaliju. Na savjetovanju Komisije za ishranu bilja (Ljubljana 1962) dogovoreno je da se u ispitivanju analize tla uvodi Al-metoda (Enger-Riehm-Domingo). Primjena ove metode je korak naprijed u sređivanju i korištenju racionalnije gnojidbe. Ipak poticaj da su tla deficitarna na hranivima navodi proizvođače da se mineralna gnojiva koriste u većim količinama nego što ih biljka iznosi prinosom. Unatoč toga što je došlo do povećanja prinosa primjenom mineralnih gnojiva širom Slavonije, efikasnost gnojidbe je bila različita ovisno o tlu i klimatskim prilikama. Tako se primjenom gnojiva na tlu s reguliranim vodozračnim režimom postižu stabilni i visoki prinosi, a slabije povećanje prinosa ustanovljeno je na nepropusnim tlima. Poznato je da se stabilni visoki prinosi mogu dobiti na plodnim tlima koja su dobro opskrbljena aktivnim hranivima.

Tabela 1 Porast fiziološki aktivnog fosfora i kalija u tlu nakon višegodišnje gnojidbe (Mađarić, Mušac 1968)

Blok	God. analize	mg/100 g tla		mg/100 g tla		pH KCl
		P ₂ O ₅	±	K ₂ O	±	
I	1962.	16,6	+5,6	11,4	+4,8	7,4
	1967.	22,2		16,2		6,7
II	1962.	13,3	+1,2	13,2	+8,5	6,7
	1967.	24,5		21,7		7,1
III	1962.	21,4	+1,6	10,9	+3,2	7,3
	1966.	23,0		14,1		6,4
IV	1962.	19,4	+1,5	10,4	+3,3	6,5
	1966.	20,69		13,7		6,2
X			+2,5		+3,95	

Višegodišnja primjena većih doza fosfornih i kalijevih gnojiva ima obično za posljedicu i porast nivoa fiziološki aktivnog fosfora i kalija u tlu. U razdoblju od 1962. do 1967. g. na smeđem tlu prosječni porast iznosio je 2,5 mg P₂O₅/100 g tla, a kalija za 4,0 mg K₂O/100 g tla (Mađarić, Mušac 1968).

U vremenu od 1965. do 1969. god. vršili smo ispitivanja utjecaja vrste i količine fosfornih gnojiva na sadržaj fiziološki aktivnog fosfora u tlu i na prinos ozime pšenice (Mušac i sur., 1974). Povećanje nivoa pristupačnog fosfora iznosilo je od 2,80 mg P₂O₅ (superfosfat) do 6,17 mg P₂O₅/100 g tla (finofosfat) što ukazuje na činjenicu da je oblik fosfornih gnojiva imao utjecaja na podizanje nivoa aktivnog fosfora u tlu. Oblik fosfornih gnojiva nije imao udjela u visini prinosa. (Tabela 2).

Unapređivanje poljoprivredne proizvodnje u našim uvjetima zahtijeva i proučavanje rentabilnog korištenja mineralnih gnojiva. Učešće mineralnih gnojiva u ukupnim troškovima proizvodnje iznosi oko 20% što znatno opte-

Tabela 2 Sadržaj P_2O_5 i prinos oz. pšenice usporodbom različith vrsta i količina fosfornih gnojiva (Mušac i sur., 1974)

Gnoj- dba	God. ana- lize	ϕ	NK	NKP ₆₀	NKP ₁₂₀	NKP ₁₈₀	X	\pm	Prinos pšenice 1965-69. q/ha
ϕ	1965.	16,12	—	—	—	—	16,12	-0,37	54,98
	1969.	15,75	—	—	—	—	15,75		
NK	1965.	—	14,75	—	—	—	14,75	+1,38	60,77
	1969.	—	16,13	—	—	—	16,13		
NK + super fosfat	1965.	—	—	16,12	—	16,12	15,83	+2,80	60,44
	1969.	—	—	17,00	—	21,75	18,63		
NK + drozga	1965.	—	—	16,50	—	24,12	19,83	+3,05	60,99
	1969.	—	—	18,00	—	27,13	22,88		
NK + fosfat	1965.	—	—	17,00	19,62	30,00	22,21	+6,17	61,26
	1969.	—	—	21,38	26,50	37,25	28,38		
NK + pelo- fosfat	1965.	—	—	16,00	16,12	20,80	17,66	+5,01	62,53
	1969.	—	—	19,25	22,25	26,50	22,67		

rećuje proizvodnju. Ranije je ozima pšenica bila jedna od najrentabilnijih ratarskih kultura, dok je kukuruz bio na granici rentabiliteta. Danas su troškovi proizvodnje znatno porasli i moramo voditi računa o njejoj racionalizaciji.

Daljnje mogućnosti racionalizacije gnojidbe vide se u folijarnoj analizi biljaka. U posljednje vrijeme porastao je interes poljoprivrednih kombinata za kvantitativne analize biljnog materijala po etapama organogeneze. Rješavanje problema racionalne gnojidbe na ovaj način zahtijeva primjenu suvremenih aparata koji imaju veliki učinak (npr. autoanalizatori).

PUTEVI RACIONALNE PRIMJENE MINERALNIH GNOJIVA

Racionalna gnojidba predstavlja skup mjera od proizvodnje mineralnih gnojiva, manipulacije, skladištenja do pojednostavljenja tehnološkog procesa u cilju uštede i ekonomičnosti proizvodnje. Pod racionalnom gnojidbom podrazumijeva se i kompletiranje svih makro i mikro hraniva kojih u tlu nema u optimalnim količinama. Gnojidba mora djelovati na povećanje prinosa, ali i utjecati na podizanje plodnosti tla. Iz ovog proizlazi, a to vrijedi posebno za naše uvjete da racionalizacija mineralnih gnojiva ne ide u pravcu smanjivanja količine, nego naprotiv preraspodjele zahvata i pojednostavljenja tehnološkog procesa. Naša tla su još uvijek siromašna na sadržaj hraniva i po našim mjerilima, a da se ne spominju vrijednosti sadržaja hraniva koje se koriste kao optimalni nivo u drugim zemljama. Tako se za njemačke prilike smatra dobra opskrbljenost oko 25 mg P_2O_5 /100 g tla, a teži se postići 40 mg/100 g tla. Prema navodima literature dobra opskrbljenost lakših tla s kalijem iznosi 15—20 mg/100 g tla, na srednje teškim tlima taj nivo iznosi 20—40 mg/100 g tla, a na teškim tlima od 40—60 mg/100 g tla. (Mihalić, 1967).

Prema tome kod racionalizacije gnojidbe mislimo na pojednostavljenje tehnološkog procesa primjene mineralnih gnojiva. Tu nam stoje na raspolaganju slijedeće mogućnosti:

- pojednostavljivanje i ušteda kod transporta, manipulacije i skladištenja mineralnih gnojiva
- primjena različitih vrsta i koncentracija mineralnih gnojiva
- pojednostavljenje tehnologije i tehnološkog procesa
 - kod primjene mineralnih gnojiva u redovnom tehnološkom procesu
 - sistem primjene mineralnih gnojiva na »zalihe«
- efikasno korištenje proizvodnog prostora kod gnojidbe
- određivanje optimalnih (ekonomskih) doza mineralnih gnojiva

Postoji niz mogućnosti da se racionalizira transport, manipulacija gnojivima i skladištenje. To je u većini slučajeva specifičnost svakog pojedinog kombinata ili potrošača mineralnih gnojiva, kao i umješnost da se mnogi radovi automatiziraju.

Primjenom odgovarajućih vrsta mineralnih gnojiva i korištenjem različitih koncentracija može se doći do smanjenja troškova. Danas imamo na raspo-

laganju mineralna gnojiva koncentracije od 60 do 82% aktivne tvari s kojima smanjujemo troškove transporta, manipulacije i time pojedinih tehnoloških zahvata.

Tabela 3 Prinos kukuruza sa 14% vlage OsSK 215 — različiti načini gnojidbe

Varijante	P r i n o s			
	1973.	1974.	1975.	X
1. ϕ	58,3	74,7	65,7	66,17
2. Urea	62,0	73,7	74,4	70,03
Gnojidba pred oranje				
3. 12:12:12	65,3	81,3	78,1	74,9
4. 9:18:18	63,0	81,3	80,0	74,8
5. 8:16:22	72,2	83,2	74,5	76,6
\bar{x}	66,83	81,9	77,5	75,4
Gnojidba pred sjetvu				
6. 12:12:12	62,7	83,9	74,8	73,8
7. 9:18:18	59,5	82,4	79,8	73,9
8. 8:16:22	61,3	81,1	78,0	73,5
\bar{x}	61,2	82,5	77,5	73,7
Gnojidba pred oranje i pred sjetvu				
9. 12:12:12	63,3	82,6	78,8	74,9
10. 9:18:18	64,0	86,1	74,3	74,8
11. 8:16:22	66,3	86,6	77,8	76,9
\bar{x}	64,5	85,1	76,9	75,5
Frakcionirana gnojidba				
12. 12:12:12	63,1	82,9	70,2	72,1
13. 9:18:18	67,3	84,7	79,1	77,0
14. 8:16:22	65,5	83,4	76,2	75,0
\bar{x}	65,3	83,7	75,2	75,0
P r o s j e k	63,84	81,99	75,84*	74,7
LSD 5%	6,58	1,76	9,23	
1%	8,77	2,34	12,33	

U cilju pojednostavljenja tehnologije gnojidbe vršili smo ispitivanja s različitim vrstama kompleksnih NPK-gnojiva koje smo dodavali u istim količinama, ali na različite načine (Tabela 3). Gnojidbu smo pojednostavili dodavanjem ukupnih doza u jednom navratu (alternativno: pred duboko oranje, odnosno u predsjetvenoj obradi), zatim kombinirano (pred oranje i pred sjetvu) i uspoređivali s uobičajenim načinom gnojidbe — unošenje u tri navrata (pred oranje, pred sjetvu, prihrana). Prinosi kukuruza i ozime pšenice (trogodišnja ispitivanja) prikazani su tabelama 3, 4 i 5. Ispitivanja su pokazala da načini gnojidbe nisu imali znatnog udjela na visinu prinosa pšenice i kukuruza i da prema tome postoji mogućnost izbora najracionalnijeg načina, bez posljedica za prinos.

Tabela 4 Efikasnost gnojiva na prinos (q/ha)

Gnojivo	K u l t u r a	
	Pšenica	Kukuruz
12:12:12	55,2	74,0
9:18:18	57,0	75,1
8:16:22	57,8	74,6
Ispitivanje načina unošenja gnojiva		
Gnojidba pred oranje	57,0	75,4
Gnojidba pred sjetvu	57,5	73,7
Gnoj. pred oranje i sjetvu	56,1	75,5
Gnojidba u obroke	56,0	75,0

Tabela 5 Prinos pšenice sa 14% vlage — različiti načini gnojidbe

Varijante	P r i n o s			X
	1973.	1974.	1975.	
1. \emptyset	25,9	38,0	17,5	27,1
2. Urea	50,4	60,4	40,5	50,4
Gnojidba pred oranje				
3. 12:12:12	56,1	73,3	40,6	56,7
4. 9:18:18	56,1	69,4	44,9	56,8
5. 8:16:22	58,3	71,0	43,2	57,5
\bar{x}	56,8	71,2	42,9	57,0
Gnojeno pred sjetvu				
6. 12:12:12	53,4	74,3	43,6	57,1
7. 9:18:18	57,9	68,4	46,3	57,5
8. 8:16:22	57,0	70,5	46,2	57,9
\bar{x}	56,1	71,1	45,4	57,5
Gnojidba pred oranje i pred sjetvu				
9. 12:12:12	49,2	66,8	39,7	51,9
10. 9:18:18	56,1	71,4	44,6	57,4
11. 8:16:22	58,3	73,3	45,8	59,1
\bar{x}	54,5	70,5	43,3	56,1
Gnojidba pred oranje, pred sjetvu i prihrana				
12. 12:12:12	52,9	67,0	45,3	55,1
13. 9:18:18	50,5	72,4	45,6	56,2
14. 8:16:22	53,1	71,5	45,8	56,8
\bar{x}	52,2	70,3	45,6	56,0
P r o s j e k	49,3	63,6	39,2	
LSD 5%	8,98	7,24	6,24	
1%	10,65	9,47	6,76	

Primjena mineralnih gnojiva u zalihe jest drugi vid racionalne gnojidbe. Naša ranija ispitivanja govore da gnojidba na zalihe daje mogućnost pojednostavljivanja primjene gnojidbe. Naime, fosforna i kalijeva gnojiva mogu se dodavati odjednom za višegodišnje potrebe kultura u plodosmjeni dok se dušična gnojiva zbog naglašene dinamike dušika u tlu moraju dodavati po već ustaljenoj tehnologiji. Jednokratna primjena gnojiva na zalihe ograničena je ne samo vrstom hraniva već agroekološkim uvjetima tj. na tla pojedinih fizikalnih i kemijskih svojstava. Ispitivanja različitih sistema gnojidbe provedena su u stacionarnom pokusu na površinama Poljoprivrednog instituta Osijek. Tlo je povoljnih fizikalnih svojstava i dobro opskrbljeno fiziološki aktivnim hranivima. Kao test kultura poslužili su pšenica i kukuruz. Osim standardnog i već uobičajenog načina unošenja gnojiva primjenjuju se rastuće doze mineralnih gnojiva za potrebe u plodoredu. Gnojidba dušikom 100 kg/ha za pšenicu i 140 kg/ha za kukuruz, te jednostruka doza fosfora i kalija (80 kg P_2O_5 i 70 kg K_2O — pšenica; 60 kg P_2O_5 i 120 kg K_2O — kukuruz) dodavana je svake godine na već uobičajeni način. Dvostruke doze fosfora i kalija dodane su odjednom za dvogodišnje potrebe pšenice i kukuruza u plodosmjeni (140 kg P_2O_5 i 90 kg K_2O , a maksimalne doze unijete su za četverogodišnje potrebe (280 kg P_2O_5 i 380 K_2O).

Ispitivanja su provedena u razdoblju 1973—1976. godine i pokazala su da je predloženi sistem racionalizacije gnojidbe potpuno opravdan (Tabela 6). U prosjeku su dobiveni visoki prinosi kukuruza i nema većih odstupanja u prinosima, bilo da se gnojidba vrši po standardnoj metodi svake godine ili da se unose mineralna gnojiva na zalihe. Na isti način reagirala je i pšenica gdje su dobiveni prinosi različiti unutar gnojidbenih varijanata, a slabije unutar varijanata načina unošenja gnojiva (Tabela 7). Sadržaj dušika, fosfora i kalija u zrna pšenice i kukuruza bio je praktički ujednačen primjenom različitih sistema gnojidbe. Veće razlike u visini prinosa konstatirane su u funkciji vremena tj. po godinama ispitivanja što ukazuje na dominantni utjecaj klime (raspored i količina oborina, temperatura) na prinos. Naša ispitivanja pokazuju da je na plodnim smeđim tlima u Slavoniji moguće primijeniti sistem gnojidbe u zalihe ili sistem gnojidbe za kulture u plodoredu. U svakom slučaju potrebno je dalje nastaviti s ispitivanjem radi važnosti ovog problema.

Daljnje mogućnosti racionalizacije gnojidbe mogu se tražiti u boljem korištenju proizvodnog prostora što je povezano sklopom.

Pri tome treba voditi računa ne samo o razmaku biljaka u redu već i o međurednom razmaku. To treba imati posebno u vidu kod uzgoja ranih hibrida kukuruza koji podnose guste sklopove. Pretpostavljamo da bi se proizvodni prostor bolje iskoristio smanjenjem međurednog razmaka što svakako traži i primjenu odgovarajućih strojeva s mogućnošću podnošenja radnih tijela u skladu s razmakom između redova.

Određivanje ekonomski optimalnih doza gnojiva također je jedna od mogućnosti racionalne gnojidbe. U pronalaženju ekonomski optimalnih doza gnojiva važno je uključiti niz proizvodnih faktora kao što su agroekološki uvjeti proizvodnje — pedološki i klimatski pokazatelji, biljku — visinu postignutih prinosa vezano za stanje ishranjenosti (kemijske analize biljaka),

Tabela 6 — Različiti sistemi gnojidbe — prinos zrna i sadržaj N, P i K u zrnu kukuruza — višegodišnji prosjek

Varijante gnojidbe	Prinos zrna (q/ha)	Sadržaj zrna u (% aps. suhe tvari)		
		N	P	K
∅	94,15	1,33	0,31	0,32
N	102,93	1,41	0,36	0,33
NP ₁	105,31	1,57	0,35	0,31
NP ₂	102,85	1,46	0,34	0,31
NP ₃	104,31	1,49	0,36	0,30
NK ₁	104,17	1,43	0,37	0,30
NK ₂	103,92	1,49	0,35	0,29
NK ₃	104,73	1,49	0,34	0,30
NP ₁ K ₁	104,96	1,45	0,34	0,31
NP ₂ K ₂	108,03	1,46	0,35	0,32
NP ₃ K ₃	107,37	1,52	0,35	0,33
P r o s j e k	103,88	1,48	0,35	0,30
1973. god.	110,34	1,59	0,59	0,51
1974. god.	98,78	1,49	0,33	0,25
1975. god.	103,12	1,39	0,34	0,27
1976. god.	101,30	1,38	0,20	0,29

Tabela 7 — Različiti sistemi gnojidbe — prinos zrna i sadržaj N, P i K u zrnu pšenice — višegodišnji prosjek

Varijante gnojidbe	Prinos zrna (q/ha)	Sadržaj zrna u (% aps. suhe tvari)		
		N	P	K
∅	34,03	1,77	0,33	0,41
N	54,61	2,06	0,34	0,45
NP ₁	58,72	2,08	0,33	0,44
NP ₂	59,45	2,16	0,36	0,44
NP ₃	61,04	2,11	0,36	0,46
NK ₁	56,91	2,11	0,34	0,44
NK ₂	56,40	2,15	0,36	0,45
NK ₃	55,95	2,08	0,35	0,48
NP ₁ K ₁	58,71	2,02	0,31	0,44
NP ₂ K ₂	58,54	1,59	0,34	0,44
NP ₃ K ₃	60,39	2,00	0,36	0,46
P r o s j e k	55,89	2,04	0,345	0,45
1973. god.	59,44	1,94	0,33	0,32
1974. god.	66,02	2,05	0,38	0,31
1975. god.	37,77	2,24	0,36	0,57
1976. god.	55,51	1,95	0,31	0,61

što na sadašnjem stupnju razvoja znanosti i tehnike otvara mogućnost za kompjutorsku obradu podataka i na osnovu takvih rezultata programiranje tehnološkog procesa.

ZAKLJUČAK

U cilju racionalnije primjene mineralnih gnojiva vršena su višegodišnja ispitivanja različitih načina gnojidbe fosforom i kalijem. Ispitivanja su provedena u uvjetima istočne Slavonije na tlima visoke aktualne plodnosti. Naša ispitivanja pokazala su slijedeće:

1. Ispitivanja različitog načina gnojidbe (pred oranje, pred sjetvu, kombinirano i standardni način uključujući prihranu) nisu pokazala bitne razlike u visini prinosa pšenice i kukuruza. Pri tome vrsta kompleksnog gnojiva također nije imala značajnog utjecaja.

2. Usporedba standardne gnojidbe s gnojidbom »na zalihe« također pokazuje da različiti sistem gnojidbe nije bio od utjecaja na prinos ovih osnovnih ratarskih kultura. Također nije bilo razlike u sadržaju dušika, fosfora i kalija u zrnu.

3. Na osnovu priloženih rezultata dobili smo utisak da postoje mogućnosti racionalnije gnojidbe pojednostavljenjem broja operacija.

Takvi načini gnojidbe ograničeni su na faktor i kalij, odnosno na plodna tla i povoljne agroekološke uvjete.

L I T E R A T U R A

Mušac I., Mađarić Z., Jurić I., (1974): Utjecaj gnojidbe fosforom i kalijem na prinose ozime pšenice u uvjetima smeđeg tla istočne Slavonije. Agrokemija, br. 7—8, 1974.

Mađarić Z., Mušac I., (1968): Informacije o praktičnoj primjeni gnojiva korištenjem AL-metode na ratarskim kulturama Slavonije. Agronomski glasnik br. 7—8.

Mihalić V., (1976): Opća proizvodnja bilja. »Skolska knjiga« — Zagreb