

Dr Ivo Mušac
Dr Zvonko Mađarić
Inž. Ivan Jurić
Poljoprivredni institut Osijek

UTJECAJ GNOJIDBE FOSFORNIM GNOJIVIMA NA PRINOS OZIME PŠENICE U UVJETIMA SMEDEG TLA ISTOČNE SLAVONIJE

U jednom stacioniranom pokusu na smeđem tlu u Osijeku vršeno je u periodu od 1964. do 1972. godine ispitivanje djelovanja fosfornih gnojiva razne topivosti na urod ozime pšenice, koja je slijedila u plodoredu iza soje i kukuruza. Ispitivanja su vršena osam godina.

Prvih pet godina ispitivano je djelovanje fosfornih gnojiva razne topivosti, koja se nalaze u upotrebi u proizvodnoj praksi, kao superfosfat, thomasova drozga, pelofos i finofosfat. Fosforna gnojiva su dana u različitim količinama od 60, 120 i 180 kg/ha. Osim toga, uvrštene su dvije kombinacije, u kojima su dodani teže topivi oblici fosfornih gnojiva u osnovnoj obradi (thomasova drozga ili pelofos) u količini od 100 kg/ha, a u površinskoj obradi tla za sjetvu dodan je superfosfat u količini od 20 kg/ha.

Nakon ove prve faze, u naredne tri godine ispitivanja praćeno je produženo djelovanje fosfata različite topivosti na urod ozime pšenice. Rezultati petogodišnjih ispitivanja pokazali su da ne postoje značajne razlike uroda, te se moglo konstatirati da je fertilizacijsko djelovanje ovih gnojiva praktički podjednako, ako se ona primjenjuju na smeđem tlu koje je dobro osigurano fosforom kiselinom.

U toku ispitivanja, kada je praćeno produžno djelovanje fosfata na urod ozime pšenice, bolji rezultati su postignuti dodavanjem dušika. Ustanovljeno je podjednako djelovanje fosforne kiseline bez obzira na njene izvore pa su kao teži i lako topivi oblici fosforne kiseline imale jednaku gnojivobenu vrijednost.

U V O D

Pitanje fosfornih gnojiva u biljnoj ishrani već dugi niz godina privlači pažnju istraživača. Unatoč toga što su na tu temu vršena obilna istraživanja u zemlji i inozemstvu, još uvijek ostaje mnogo nerazjašnjenih i neispitanih problema. Danas se nameće pitanje uloge raznih vrsta fosfornih gnojiva na prinose kultura.

Prema nekim autorima upotreba kiselih fosfornih gnojiva na parapodzolu ograničava proizvodnju dok se bazičnim gnojivima utječe na povećanje proizvodnje. (M. Petković, R. Kovačević — Tatić 1967). Šlender navodi podatke da je moguće samo sa bazičnim fosfornim gnojivima postići zadovoljavajuće rezultate na kiselim tlima, te da se dugotrajnom upotrebom ovih gnojiva mijenja pH vrijednost tla, pa u tom slučaju nije neophodno vršiti kalcifikaciju. Simić i Jelenić 1971. god. navode da teže topive forme fosforne kiseline iz pelofosa i drugih fosfata povećava količinu aktivnih fosfata u tlu i time ujedno poboljšava odnos aktivnih prema okludivnim fosfatima. Neki autori smatraju da je djelovanje fosfata razne topivosti ovisno o sastavu tla, a posebno o kemijskim svojstvima tla kao što je reakcija tla, zatim o teksturi i vodozračnom režimu.

Ovaj problem je od posebnog interesa za proizvodnu praksu i predmet je daljnjih istraživanja. Pored toga, zadatak ovih ispitivanja je utvrditi djelovanje fosfata razne topivosti na prinose ozime pšenice u uvjetima smeđeg tla dobro opskrbljenog s aktivnim hranivima, a posebno s fosforom.

METODA RADA

Ispitivanja su vršena u stacioniranom pokusu na smeđem tlu koji je postavljen na pokusnom objektu Poljoprivrednog instituta u Osijeku. Pokus je vođen osam godina (1964—1972). Prvih pet godina ispitivano je u plodoredu djelovanje različitih fosfata različite topivosti na urod ozime pšenice, a nakon toga praćeno je njihovo produžno djelovanje na urod iste kulture.

U tropoljnom plodoredu kukuruz—soja—strna žitarica, pšenica je redovno dolazila iza soje. Inače cijeli pokus prve godine postavljen je liza pšenice, koja se izmjenjivala s kukuruzom u toku 5 prošlih godina. Od fosfornih gnojiva korištena su ona koja se nalaze u upotrebi u poljoprivrednoj praksi kao što su superfosfat, thomasova drozga, filnofosfat i pelofos. U ispitivanja je uvrštena osim kontrole »negnojeno« i parcela gnojena s NK gnojivima, te kombinacije u kojima je u osnovnoj obradi unešeno jedno teže topivo fosforno gnojivo (thomasova drozga ili pelofos) u količini od 100 kg P_2O_5 /ha, a u vrijeme površinske obrade tla pred sjetvu dodano je u oba slučaja laiko topivo fosforno gnojivo — superfosfat u količini od 20 kg P_2O_5 /ha. Fosforna gnojiva su davana u rastućim količinama od 60, 120 i 180 kg/ha izraženo u čistim hranivima.

Gnojiva su bila raspoređena tako da je 80% dodano u osnovnoj obradi, a 20% u proljeće za vrijeme površinske pripreme tla za sjetvu.

Konstante u pokusu su N i K. Dušik je dodan u količini od 120 kg/ha, od čega je 50% raspoređeno u osnovnoj obradi, a 50% je korišteno u prihranjivanju. Kalija je dodano 100 kg u obliku K_2O /ha.

Za vrijeme ispitivanja produžnog djelovanja fosfornih gnojiva pokusne parcele su podijeljene na dva jednaka dijela. Na jednom dijelu parcele primijenjen je dušik u količini od 120 kg/ha, a na drugu polovinu dušik nije dodavan. Kao test kultura u pokusu poslužila je sorta ozime pšenice Libelula. Sjetva je vršena na bazi 600 klijavih zrna na 1 m². Pokus je postavljen po metodi randomiziranih blokova sa slučajnim rasporedom parcela u četiri repeticije.

KLIMATSKE PRILIKE ZA VRIJEME IZVOĐENJA POKUSA

U toku našeg ispitivanja (1964—1972) vremenske prilike su se prilično razlikovale po količini oborina i sumi temperatura (tabela 1 i 2). Klimatske prilike su odstupale u pojedinim godinama od višegodišnjeg prosjeka (tabela 1). Prema višegodišnjim podacima vrijeme vegetacije ozime pšenice na podnožju Osijeka padne u prosjeku 550 mm vodnog taloga sa srednjom temperaturom 8,8°C. Takve klimatske prilike stvaraju povoljne uvjete za razvoj ozime pšenice i omogućuju postizanje visokih uroda.

U toku našeg ispitivanja u prvoj godini je bio nepovoljan raspored oborina radi prekomjerne vlažnosti u toku sjetvenih radova. Proljetni period je omogućio normalan razvoj usjeva. U narodnoj 1966. god. klimatske priluke prema rasporedu oborina zadovoljile su potrebe ozime pšenice u toku čitave vegetacije u 1967. god. obilne oborine koje su pale u vrijeme klasi- nja praćene olujnim vjetrovima izazvale su polijeganje usjeva. U toku 1968. god. raspored oborina je bio povoljan dok su obilne oborine u toku žetve 1969. god. omele normalno odvijanje žetvenih radova. Kao vrlo nepovoljna godina za razvoj ozime pšenice bila je 1970, kada je u toku zimskog perioda radi dugotrajnog snježnog pokrivača došlo do oštećenja usjeva od snježne plijesni što se kasnije nepovoljno odrazilo na visinu prinosa. Povoljan raspored oborina u 1971. gd. omogućio je postizanje visokih uroda, dok je u posljednjoj godini ispitivanja nepovoljan period za razvoj usjeva bio u toku cvatnje i zriobe.

Tabela 1 Kretanje temperatura i oborina po mjesecima u predsjetvenom i ve- getacijskom periodu ozime pšenice za razdoblje 1964—1972. god.

| | | Srednje mjesečne temperature (t°C) | | | | | | | |
|-------------|---------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Faze razv. | oz. pšem. Mj. | 1964/65 | 1965/66 | 1966/67 | 1967/68 | 1968/69 | 1969/70 | 1970/71 | 1971/72 |
| Predsjet. | | | | | | | | | |
| period | IX | 16,2 | 17,6 | 17,8 | 18,0 | 16,1 | 17,1 | 15,8 | 14,2 |
| Sjetva | X | 11,6 | 9,9 | 15,7 | 13,1 | 11,4 | 11,1 | 10,0 | 9,2 |
| Zimski per. | XI | 7,4 | 4,1 | 5,3 | 5,9 | 7,1 | 8,4 | 7,6 | 5,2 |
| Zimski per. | XII | 0,7 | 3,5 | 2,1 | 0,3 | 0,8 | 2,5 | 0,7 | 2,6 |
| Zimski per. | I | -0,2 | -3,8 | -3,5 | -1,6 | -3,6 | -1,9 | -1,3 | -0,3 |
| Zimski per. | II | -4,3 | 6,7 | 2,5 | 3,8 | -0,2 | -0,4 | 3,5 | 3,4 |
| Busanje | III | 6,7 | 5,3 | 7,6 | 6,3 | 4,4 | 5,4 | 3,1 | 0,5 |
| Bus.—Vlat. | IV | 9,7 | 13,3 | 10,4 | 13,5 | 10,7 | 10,8 | 12,1 | 12,2 |
| Vlat.—Cvat. | V | 14,8 | 16,7 | 16,5 | 17,7 | 18,9 | 14,1 | 18,2 | 16,5 |
| Zrioba | VI | 19,5 | 19,7 | 19,0 | 20,6 | 18,2 | 20,4 | 19,0 | 21,1 |
| | \bar{X} | 8,2 | 9,3 | 9,3 | 9,8 | 8,4 | 8,6 | 8,9 | 8,5 |

Tabela 2 Ukupna količina oborina po mjesecima (U mm/m²)

| Faze razv. oz. pšen. Mj. | | 1964/65 | 1965/66 | 1966/67 | 1967/68 | 1968/69 | 1969/70 | 1970/71 | 1971/72 |
|-----------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Predstjet. | | | | | | | | | |
| period IX | | 74,4 | 9,1 | 21,1 | 72,4 | 138,1 | 19,5 | 37,8 | 48,2 |
| Sjetva X | | 85,1 | — | 50,2 | 22,8 | 5,0 | 5,5 | 48,0 | 24,6 |
| Zimski per. XI | | 58,8 | 120,6 | 50,7 | 25,7 | 57,3 | 38,3 | 30,4 | 54,2 |
| Zimski per. XII | | 102,9 | 88,3 | 49,4 | 47,4 | 25,3 | 150,4 | 44,9 | 24,7 |
| Zimski per. I | | 53,7 | 100,1 | 76,6 | 35,8 | 45,9 | 83,2 | 74,2 | 20,1 |
| Zimski per. II | | 25,0 | 24,0 | 31,6 | 29,1 | 120,5 | 84,9 | 11,1 | 40,7 |
| Busanje III | | 42,6 | 38,3 | 44,2 | 13,1 | 32,1 | 56,0 | 47,8 | 7,5 |
| Bus.—Vlat. IV | | 46,7 | 50,5 | 122,8 | 19,4 | 40,6 | 59,6 | 36,8 | 85,5 |
| Vlat.—Ovat. V | | 56,0 | 26,8 | 53,6 | 49,5 | 42,1 | 65,8 | 56,8 | 42,2 |
| Zrioba VI | | 127,1 | 131,6 | 75,9 | 110,6 | 143,0 | 70,1 | 59,1 | 48,4 |
| UKUPNO X—VI | | 673,0 | 671,2 | 576,1 | 425,8 | 649,9 | 633,3 | 405,3 | 396,1 |

SVOJSTVA TLA

Pokus je vođen na tlu koje je po svojim svojstvima uvršteno među smeđa tla nastala na karbonatnoj lesnoj podlozi. Po mehaničkom sastavu tla u profilu je sadržaj čestica ujednačen. Porozitet je normalan, a dubinom se povećava. Kapacitet tla za vodu je u granicama oko 37%, a kapacitet za zrak je oko 10%. Pokusne površine su dobro opskrbljene aktivnim hranivima te se sadržaj P₂O₅ kreće na razini 16 mg/100 g tla, a kalija 19 mg/100 g tla. Reakcija tla u N KCL je neutralna do slabo kisela i kreće se oko 6—7. Sadržaj humusa je 2%. U toku ispitivanja praćen je sadržajem i promjene P₂O₅ u tlu prema zastupljenim varijantama.

REZULTATI

Pokus je zasnovan iza pšenice koja se u prethodnom razdoblju kroz pet godina izmjenjivala u uskom dvopoljnom plodoredu s kukuruzom. Zato rezultati uroda prve godine ispitivanja (1965) nisu dali neke značajnije prinose kao ni razlike koje bi opravdale gnojidbu bilo kojim gnojivom i u bilo kojoj dozaciji.

Dobra plodnost tla koja je u toku vremena gnojidbom dostignuta, praćena je na kontrolnoj parceli, koja tokom godina u pokusu nije dobila nikakva gnojiva.

Za prvu godinu ispitivanja karakteristično je da je dodavanje gnojiva vrlo slabo djelovalo u odnosu na kontrolu (parcele (44,73 q/ha), te da je prinos u najpovoljnijem slučaju uz dodavanje N₁₂₀K₁₀₀P₀ porastao za svega 1,80 q/ha, a kod najpovoljnije varijante uz dodavanje fosfornih gnojiva u dozi P₁₂₀ nešto niži, tj. za 1,42 q/ha. Ovo depresivno djelovanje fosfornih gnojiva prve godine treba pripisati u dobroj mjeri uskom žitarskom plodoredu, tim prije što je pokus zasnovan na pšeničnom strnjaku, vidi tabelu 3.

Tabela 3 Petogodišnji rezultati djelovanja fosfornih gnojiva razne topivosti na urod ozime pšenice q/ha

| Predusjev pšenica kg/ha P ₂ O ₅ | unod pšenice q/ha | | | | | \bar{X} | Sred. vrij. |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------------|
| | 1965. | 1966. | 1967. | 1968. | 1969. | | |
| ϕ | 44,73 | 54,40 | 61,93 | 51,64 | 51,95 | 54,98 | — |
| N P K ₀ | 46,53 | 65,64 | 62,29 | 58,84 | 56,32 | 60,77 | 57,93 |
| NK + super fosfat 60 | 44,06 | 68,75 | 61,18 | 60,22 | 55,05 | 61,30 | |
| 120 | 44,34 | 64,05 | 55,67 | 60,73 | 53,87 | 58,55 | |
| 180 | 44,43 | 72,05 | 55,56 | 62,98 | 55,30 | 61,48 | |
| NK + thomaso- va dro- zga | | | | | | | 57,33 |
| 60 | 46,38 | 86,48 | 58,89 | 62,04 | 53,03 | 60,61 | |
| 120 | 44,19 | 69,55 | 59,73 | 60,49 | 55,30 | 61,26 | |
| 180 | 44,77 | 69,50 | 59,89 | 61,64 | 53,30 | 61,09 | |
| NK + fino- fosfat | | | | | | | 57,80 |
| 60 | 43,35 | 69,43 | 60,80 | 59,07 | 54,64 | 60,98 | |
| 120 | 44,81 | 70,30 | 58,60 | 60,24 | 54,24 | 60,85 | |
| 180 | 44,45 | 69,43 | 57,77 | 64,49 | 56,20 | 61,97 | |
| NK + pelo- fos | | | | | | | 57,86 |
| 60 | 45,13 | 65,95 | 58,46 | 59,11 | 55,76 | 59,82 | |
| 120 | 46,15 | 72,27 | 60,51 | 60,91 | 54,59 | 62,07 | |
| 180 | 44,62 | 70,57 | 62,84 | 64,20 | 65,64 | 65,81 | |
| | | | | | | | 59,16 |
| NK + thom. droz. + super- fosfat | | | | | | | |
| | 44,85 | 66,36 | 59,24 | 60,26 | 54,55 | 60,10 | 57,26 |
| NK + pelofos+ NK (super- fosf. | 44,75 | 69,31 | 55,93 | 62,89 | 53,43 | 60,39 | 57,05 |
| \bar{X} | 44,85 | 66,56 | 59,33 | 60,55 | 55,20 | | |

Duljim ponavljanjem žitarica u zemljištu se nakupi štetna mikroflora, koja izaziva razne bolesti biljaka ((fusarium sp., helminthosporium, ophiobolus g. itd.) koje su u posljednje vrijeme sve češći uzročnici slabih prinosa pšenice u nas. Iz lužine korijena pšenice (šećeri, organske kiseline) pomažu razmnažanje mikroorganizama antagonista koji potiskuju razvoj azotifikatora i ostalih stimulatora rasta korijena.

Obratno djeluju izlučine korištena leguminoza (aminokiseline i dr.) koji produžuju razmnožavanje azotofiksatora kao i mikrobioloških bakterija, koje u nastavljaju patogene mikroorganizme tla razmnožene uskim žitarskim plodoredom ili ponovljenom sjetvom pšenice. (N. A. Krasiljnikov, 1948. G. W. Cooke, 1967).

Slika djelovanja fosfornih gnojiva naglo se promijenila u drugoj kao i slijedećim godinama, kada je pšenica ušla u plodored iza soje, kao svog stalnog predusjeva u pokusu. Već na kontrolnoj parceli urod pšenice skočio je u prosjeku za 4 godine ispitivanja na 54,98 q/ha ili za preko 10 q/ha, s oscilacijom tokom 4 godine između 51,84—61,93 q/ha. Očito je dakle, da je već soja kao predusjev biološki aktivirala zalihe hraniva u tlu, koje gnojidba čistim mineralnim gnojivima nije uspjela pokrenuti u uskom dvopoljnom plodoredu.

Ne, ne samo da je soja aktivirala postojeće zalihe tla, nego je ona uspjela pozitivno djelovati i na intenziviranje korištenja dodanih mineralnih gnojiva, pa je već sama NK gnojidba povećala prinos za daljnjih 5,79 q/ha ili u prosjeku za četiri godine ispitivanja povećala urod na 60,77 q/ha, a oscilacijom prinosa po godinama od 56,32—65,64 q/ha zrna.

Djelovanje raznih doza fosfata dolazilo je više do izražaja u klimatski povoljnijim godinama za pšenicu, jer je njihovo primanje od strane biljaka u znatnoj mjeri ovisno o vlažnosti, temperaturi, povoljnoj strukturi i biološkoj aktivnosti tla, pa je iz godine u godinu njihovo djelovanje bilo različito (Nosatovski 1965, Gericke 1950, Cooke 1971). Tako je npr. 1966. a dobrim dijelom i 1968. god. djelovanje fosfata došlo do punog izražaja, pa se u tim godinama može vršiti procjena i efikasnost pojedine vrste i doze gnojiva.

Kao optimalna u 1966. god. pokazala se doza P₁₂₀, koja je naročito bila efikasna kod teže topivih gnojiva (69,55—77,27 q/ha), dok je superfosfat dostigao ovakav rezultat tek kod doze P₁₈₀. U nešto slabijoj 1968. god. najbolja se pokazala doza P₁₈₀, kod koje je opravdana razlika uroda značajna za sva četiri gnojiva, s tim da su teže topivi fosfati pokazali izvjesnu prednost. Ovdje je i prosjek uroda za sve četiri godine ispitivanja bio najveći (65,81 q/ha).

U ostale dvije godine 1967. i 1969. god. utjecaj različitih doza fosfata nije došao do pozitivnog izraza, nego je dolazilo obratno do depresije uroda. Rezultati uroda se pretežno nalaze u granicama statističke pogreške u odnosu na NK gnojidbu, ili su niži.

NAKNADNO DJELOVANJE OSTATAKA FOSFATA NA UROD PŠENICE

U slijedeće tri godine (1970—1972) vršena su ispitivanja naknadnog djelovanja petogodišnje gnojidbe raznim vrstama i dozama fosfata na urod pšenice. Za praćenje naknadnog djelovanja ostatka fosfora prekinuta je gnojidba s bilo kakvim fosfornim gnojivima. To je isto učinjeno s kalijem i djelomično s dušikom. Dušikom je nalime tretirano samo polovina svake parcele, kako bi se potaknulo bolje primanje fosfornih gnojiva čiji metabolizam u velikoj mjeri ovisi o prisustvu dušika u biljkama. Druga polovina svih parcela ostavljena je nepognojena.

Tropoljni plodored u kome je pšenica dolazila iza soje zadržan je i u slijedeće tri godine.

a) Naknadno djelovanje fosfata na parcelama bez gnojidbe dušikom

Dijelovi parcela koji nisu dobili dušično gnojivo dali su u prosjeku za tri godine urod pšenice od 44,41 q/ha, dok je kontrolna parcela dala 42,46 q/ha, što govori da ostaci fosfata nisu bitno utjecali na povišenje uroda pšenice nego visoka plodnost tla na kome je pokus postavljen. Oscilacije uroda prema vrstama i dozama fosfata kretale su se u uskim granicama, naročito ako ih se uspoređuje s varijantom koja je bila u prethodnom razdoblju gnojena sa NK, čiji je prinosa na razini većine varijanata gnojjenih fosfatima.

Veće razlike nastupile su u pojedinim pokusnim godinama.

Tabela 4 Trogodišnji rezultati naknadnog djelovanja ostataka fosfornih gnojiva na urod ozime pšenice

a) Varijanta bez ikakve gnojidbe

| Način predhodne gnojidbe | 1970. | 1971. | 1972. | x | Relat. % | Sred. vrijed. pojed. gnojiva |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|-------|----------|------------------------------|
| ∅ | 25,07 | 52,55 | 49,76 | 42,46 | 100 | — |
| N K | 29,91 | 57,62 | 46,47 | 44,66 | 105,1 | 44,46 |
| NK + superfosfat | | | | | | |
| 60 | 30,20 | 58,94 | 50,70 | 46,62 | 109,8 | |
| 120 | 27,60 | 59,49 | 51,54 | 46,21 | 108,8 | |
| 180 | 28,40 | 56,68 | 46,82 | 43,96 | 103,5 | 45,60 |
| NK + thomasova drozga | | | | | | |
| 60 | 26,58 | 53,16 | 47,83 | 42,52 | 100,1 | |
| 120 | 28,44 | 58,55 | 49,41 | 45,46 | 107,1 | |
| 180 | 27,29 | 59,57 | 47,69 | 44,83 | 105,5 | |
| NK + finofosfat | | | | | | 44,26 |
| 60 | 27,02 | 58,51 | 47,83 | 44,45 | 104,7 | |
| 120 | 29,51 | 58,04 | 46,15 | 44,56 | 104,9 | |
| 180 | 29,42 | 55,32 | 49,50 | 44,75 | 105,4 | |
| NK + pelofos | | | | | | 44,59 |
| 60 | 26,84 | 57,15 | 49,41 | 44,46 | 104,7 | |
| 120 | 26,49 | 56,17 | 47,69 | 43,35 | 102,3 | |
| 180 | 26,80 | 60,55 | 48,59 | 45,13 | 106,3 | |
| NK + thomasova drozga + superfosfat | | | | | | 44,35 |
| 22,98 | 22,98 | 57,32 | 49,50 | 45,26 | 106,5 | 45,26 |
| NK + pelofos + superfosfat | | | | | | 44,29 |
| 28,62 | 28,62 | 55,66 | 48,59 | 44,29 | 104,3 | 44,29 |
| \bar{X} | 27,95 | 57,20 | 48,59 | 44,41 | 104,6 | |
| LSD za gnojidbu P | 1 % = 3,74 | | | | | |
| | 5 % = 2,77 | | | | | |
| LSD za godinu P | 1 % = 1,58 | | | | | |
| | 5 % = 1,18 | | | | | |

Vegetacijska godina 1969/70. bila je vrlo nepovoljna za pšenicu jer je u zimskom periodu obilovala snijegom, a duboki snježni pokrivač se zadržao dugo na oranicama, pa je iznunjio usjeve pšenice, naročito one dobro razvijene. Uslijed toga je došlo do jakog napada snježne plijesni (*Fusarium nivale*). Pored toga velike zimske oborine izazvale su ispiranje nitrata iz tla što je izazvalo jaku opterećenost i protijeđenost usjeva i imalo za posljedicu vrlo niske urode pšenice, naročito na površinama koje nisu prihranjivane dušikom u proljeće.

Prihranjivanje dušikom je znatno popravilo stanje usjeva, ali te godine prinosi po pojedinim varijantama ne daju pravu sliku djelovanja dostignutih zalihâ hranjiva u tlu, jer je došlo do ravnopravnosti prinosa na razinu 27,95 q/ha bez gnojidbe dušikom odnosno 41,19 q/ha na parcelama koje su dobile dušik (tabela 4 i 5).

Tek godina 1971. bila je povoljnija za razvoj pšenice i razlike na pojedinim varijantama su došle više do izražaja. Soja kao predusjev ispoljila je ponovo svoje pozitivno djelovanje, pa je kontrolna parcela dala 52,55 q/ha zrna, dok su sve ostale varijante ostvarile prosječni prinos od 57,20 q/ha. Ovdje je došlo do izražaja jače produžno djelovanje NK gnojidbe, koje je značajno povećalo urod pšenice tj. za 5,07 q/ha ili 9,1 % u odnosu na kontrolnu parcelu.

Produžno djelovanje ostataka raznih vrsta fosforâ gnojiva kao i različitih doza P_2O_5 na urod pšenice kretalo se u prosjeku za sve tri godine ispitivanja u granicama 2,3 — 9,8 %, dok je povećanje prinosa uslijed naknadnog djelovanja NK gnojiva iznosilo 5,1 %, tako da su se doze nekih fosfata našle ispod ove razine. Pozitivno naknadno djelovanje pokazali su ostaci srednjih doza (P_{120}) superfosfata i thomsove drozge (8,8 — 7,1 %) i njihova kombinacija (6,5 %) kao i najmanja doza P_{60} superfosfata (9,8 %). Ovo stimulatívno djelovanje ostataka manjih količina superfosfata treba pripisati djelomično i svojstvima tla na kojim je pokus postavljen.

b) Produžno djelovanje ostataka fosfata uz gnojidbu dušikom

Drugi dio parcela dobio je samo gnojidbu dušikom u količini od 120 kg N/ha. Dušična gnojiva su dijelom zaorana (50 %), a dijelom dodana u prihranjivanjima na standardni način (50 %).

Uspoređujući produžno djelovanje ostataka fosforâ na parcelama koje su dobivale dušik s parcelama koje dušik nisu dobile dolazi se do zaključka da se odnosi u djelovanju ostataka pojedinih vrsta i doza fosfata nisu bitno promijenili iako je urod pšenice povećan u prosjeku za sve tri godine pokusa za 9,33 q/ha ili 20,1 %.

Jedino su ostaci najmanje doze superfosfata (P_{60}) ispoljili značajnu prednost povećanjem uroda za 9,8 %, što je uočeno i kod varijante koja nije dobila dušik (tabela 4.).

Isto tako ustanovljeno je stimulatívno djelovanje ostataka male doze superfosfata dodanog kod sjetve u količini od 20 kg (P_2O_5) ha u kombinaciji s thomsovom drozgom koja je dodana kod osnovne obrade. Povećanje prinosa i ovdje je bilo 9,4 % veće od kontrole ili za 3,6 više od varijante pognojene sa NK gnojivom.

Općenito se može reći da je djelovanje ostataka raznih vrsta fosfata bilo prilično ujednačeno. Dobro i ujednačeno djelovanje pokazali su ostaci srednje doze od 120 kg P₂O₅/ha dok su najveće doze (180 kg superfosfata/ha) ispoštjile depresivno djelovanje na urod pšenice.

Gledanu u trogodišnjem prosjeku nije se moglo ustanoviti bitnije djelovanje ostataka fosfata na pšenicu niti po dozama niti po vrstama fosfata.

Do sličnih rezultata o djelovanju ostataka fosfata (superfosfat) na pšenicu došao je G. W. Cooke (1967).

Tabela 5 Trogodišnji rezultati naknadnog djelovanja ostataka fosfornih gnojiva na urod ozime pšenice

b) Varijanta gnojidbe samo sa dušikom

| Način gnojidbe predhodne | g/ha zrna pšenice | | | x | Relat. % | Sred. vrijed. pojed. gnojiva |
|---|-------------------|-------|-------|-------|----------|---------------------------------|
| | 1970. | 1971. | 1972. | | | |
| ϕ | 38,08 | 63,32 | 53,35 | 51,28 | 100 | — |
| N K | 41,87 | 67,15 | 53,71 | 54,26 | 105,8 | 54,26 |
| NK + superfosfat | | | | | | |
| 60 | 43,24 | 68,04 | 56,43 | 55,90 | 109,00 | |
| 120 | 40,80 | 66,68 | 56,70 | 54,72 | 106,7 | |
| 180 | 42,58 | 62,38 | 52,90 | 52,62 | 102,6 | |
| NK + thomasova drozga | | | | | | 54,41 |
| 60 | 41,11 | 66,00 | 57,11 | 54,48 | 106,2 | |
| 120 | 42,02 | 64,21 | 58,06 | 54,76 | 106,8 | |
| 180 | 39,42 | 66,09 | 56,20 | 53,90 | 105,1 | |
| NK + finofosfat | | | | | | 54,37 |
| 60 | 41,47 | 57,87 | 54,12 | 51,15 | 106,7 | |
| 120 | 40,62 | 62,64 | 52,12 | 51,79 | 101,0 | |
| 180 | 39,78 | 64,21 | 58,02 | 54,00 | 105,3 | |
| NK + pelofos | | | | | | 53,50 |
| 60 | 40,36 | 63,11 | 55,57 | 53,01 | 103,4 | |
| 120 | 42,00 | 65,36 | 53,39 | 53,58 | 104,5 | |
| 180 | 42,53 | 66,51 | 52,71 | 53,91 | 105,1 | |
| NK + thomasova drozga + super- fosfat | | | | | | 53,50 |
| 41,11 | 67,32 | 59,93 | 56,12 | 109,4 | 56,12 | |
| NK + pelofos + superfosfat | 42,13 | 63,15 | 52,11 | 52,46 | 102,2 | 52,46 |
| \bar{X} | 41,19 | 65,25 | 55,15 | 53,74 | 104,8 | |

LSD za gnojidbu 5 % = 2,87

1 % = 3,87

LSD za godinu 5 % = 1,24

1 % = 1,68

PROMJENE U SADRŽAJU AKTIVNE FOSFORNE KISELINE U TLU
NASTALE GNOJIDBOM

Da bismo mogli dobiti dublji uvid u promjene koje su nastale u tlu pri-
mjenom različitih vrsta i doza fosfata, izvršili smo analizu tla na sadržaj ak-
tivnog P_2O_5 nakon prve i četvrte godine pokusa. (tabela 6.).

Tabela 6 Promjene u sadržaju P_2O_5 (mg 100/g tla) ovisno o intenzitetu gnojidbe
i o vrsti fosfornih gnojiva (Ostijek — smeđe tlo)

| Vrsta gnojiva | god. anal. | ϕ | način gnojidbe | | | | X |
|----------------------------|---------------|--------|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------|
| | | | NK | NKP ₆₀ | NKP ₁₂₀ | NKP ₁₈₀ | |
| ϕ | 1965. | 16,12 | — | — | — | — | 16,12 |
| | 1969. | 15,75 | — | — | — | — | 15,75 |
| NK | 1965. | — | 14,75 | — | — | — | 14,75 |
| | 1969. | — | 16,13 | — | — | — | 16,13 |
| NK+superfosf. | 1965. | — | — | 16,12 | 15,25 | 16,12 | 15,83 |
| | 1969. | — | — | 17,00 | 17,13 | 21,75 | 18,63 |
| NK+thom. droz. | 1965. | — | — | 16,50 | 18,87 | 24,12 | 19,83 |
| | 1969. | — | — | 18,00 | 23,50 | 27,13 | 22,88 |
| NK+finofos. | 1965. | — | — | 17,00 | 19,62 | 30,00 | 22,21 |
| | 1969. | — | — | 21,38 | 26,50 | 37,25 | 28,38 |
| NK+pelofos | 1965. | — | — | 16,00 | 16,12 | 20,80 | 17,66 |
| | 1969. | — | — | 19,25 | 22,25 | 26,50 | 22,67 |
| \bar{X} | 1965. | 16,12 | 14,75 | 16,40 | 17,47 | 22,77 | 17,73 |
| | 1969. | — | — | 18,91 | 22,35 | 28,16 | 20,74 |
| NK+thom. droz. | 1965. | — | — | 18,50 | 18,50 | — | 18,50 |
| | 1969. | — | — | — | 20,38 | — | 20,38 |
| NK+pelofos+ superfosfat | 1965. | — | — | — | 15,75 | — | 15,75 |
| | 1969. | — | — | — | 20,63 | — | 20,63 |

Iz analiza tla prikazanih na tabeli 6 uočava se u prvom redu da su na-
kon četiri godine tretiranja raznim oblicima fosfornih gnojiva nastupile os-
jetne razlike u sadržaju aktivnih hraniva. Nadalje se može konstatirati da
teže topivi oblici fosfornih gnojiva povećavaju sadržaj fosforne kiseline u

tlu. To je došlo naročito do izražaja na parcelama gdje je unešena u tlo finofosfat, thomasova drozga i pelofos, slabije kod superfosfata. U toku četiri godine tretiranja povećan je P_2O_5 za čitav pokus u prosjeku za 3,01 mg/100 g tla. Superfosfat je utjecao na povećanje sadržaja P_2O_5 u tlu za 2,80 mg/100 g tla, thomasova drozga za 3,05, pelofos za 5,01, a najviše finofosfat za 6,17 mg/100 g tla.

Sadržaj P_2O_5 u tlu je ovisio o unijetim količinama gnojiva što je naročito došlo do izražaja kod posljednje analize. Postupnim povećanjem količina fosfornih gnojiva linearno raste sadržaj aktivnog P_2O_5 od 15,75—28,16 mg/100 g tla.

Već početni sadržaj fosforne kiseline ukazuje na dobru opskrbljenost ispitivanog smeđeg tla ovim hranivom, pa je već samo dodavanje $N_{100}K_{100}$ upozorilo na deficitarnost ovih hraniva u ovim godinama ispitivanja. Može se pretpostaviti da se obzirom na sadržaj kalija od 19 mg/100 g tla deficit odnosi prvenstveno na dušik, naročito u godinama s iznimno bogatim oborinama, ali ne može se isključiti u ovom slučaju ni povoljno djelovanje kalija, naročito ako se uzme u obzir da su se u plodoredu izmjenjivale kulture koje troše dosta kalija.

Kako primanje fosfornih kiselina ovisi u velikoj mjeri od uvjeta okoline, a u prvom redu stanja vlažnosti tla i temperatura, a zatim od strukture tla i njegove aeriranosti, naknadno djelovanje ostataka rastućih doza fosfata variralo je po godinama i vrstama gnojiva neovisno o njihovoj količini. Biljke pšenice su očito koristile prvenstveno fosfornu kiselinu iz postojećih zaliha tla.

ZAKLJUČAK

Djelovanje rastućih doza fosfata različite topivosti na ozimnu pšenicu u prvoj godini pokusa (1964), iza dugotrajnog žitarskog plodoreda, bilo je pretežno depresivno, a u najboljem slučaju neutralno.

Utvrđenjem leguminoze u plodored (soje) došla je u klimatski povoljnim godinama (1966. i 1968) i kod dobre strukture tla, do jačeg izražaja gnojivna rastućim dozama svježe dodanih fosfata.

U klimatskim nepovoljnim godinama za apsorpciju fosforne kiseline (1967. i 1969) ustanovljeno je depresivno djelovanje svježe dodanih fosfata na urod pšenice.

Produžno djelovanje ostataka fosfornih gnojiva na pšenicu nije ustanovljeno kod postojećeg stanja zaliha fosforne kiseline u tlu.

Primijećeno je da su ostaci manjih doza superfosfata dodanih kod sjetve značajno povećali prinos pšenice.

LITERATURA

1. Leskošek M.: Ascrtiman fosfornih gnojiva u vezi njihove upotrebe i dejstva na različitim tipovima zemljišta, *Agrohemija* 1, 1961.
2. Jekić M.: Uporedna vrijednost raznih fosfornih đubriva, *Agrohemija* 1, 1961

3. Popović Ž.: Neki problemi asortimana fosfornih đubriva, *Agrohemija* 1, 1961.
4. Mancejlović S.: Neki problemi primjene fosfornih đubriva u APV, *Agrohemija* 10—12 1961.
5. Pešić B.: Mobilizacija i produžno dejstvo fosforne kiseline u raznim tipovima zemljišta, *Zemljište i biljka* Vol. 13 No 3, 1964.
6. Simić S., Jelenić B.: Mobilnost fosfora u pseudoglejnom zemljištu đubrenim raznim oblicima fosfornih đubriva, *Zemljište i biljka* Vol. 20, No 1—3 1971.
7. Mađarić Z., Mrašac I.: Utjecaj različitih količina fosfora i kalija i njihovo produžno djelovanje na prinost ozime pšenice u jednom stacionarnom pokusu, *Zemljište i biljka* Vol. 16. No 1—3, 1967.
8. Krasiljnikov N. A.: Mikrobiološke osnove bakterijskih đubriva, prijevod, Beograd 1958.
9. Cocke G. W.: The control of soil fertility (prijevod na ruski), London 1967.