

## UPOTREBA FOSFORGIPSA U PROIZVODNJI PŠENICE NA ZEMLJIŠTU TIPA SOLONJEC

Milošev Dragiša, Belić Milovoj, Nešić Ljiljana, Dimitrijević Miodrag,  
Petrović Sofija, Šeremešić Srđan

Poljoprivredni fakultet i Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad

**Izvod:** U radu su prikazani trogodišnji rezultati istraživanja uticaja različitih doza fosforgipsa (0; 50; 100; 150 g po sudu) i azota (0; 0,5; 1,0; 1,5 g po sudu), na morfološke osobine i komponente prinosa ozime pšenice u vegetacionim (Mitscherlichovim) sudovima, korišćenjem sloja 40 do 60 cm tipičnog solonjeca. Ograničavajući faktor uspešne poljoprivredne proizvodnje na zemljištu tipa solonjec je Bt, na horizont koji se nalazi na dubini od 40-60 cm, sadrži velike količine gline, adsorbovanog natrijuma i ima visoku pH vrednost. Rezultati istraživanja pokazuju da rastuće doze fosforgipsa i azota, primenjene na zemljište uzeto iz Bt, na horizonta solonjeca, značajno utiču na povećanje prinosa zrna po sudu ozime pšenice. Istovremeno, utvrđena je pozitivna korelacija između najvažnijih komponenti prinosa i morfoloških osobina usled primene rastućih doza fosforgipsa i azota.

**Cljučne reči:** azot, fosforgips, popravka zemljišta, pšenica, solonjec

### Uvod

Halomorfna zemljišta zauzimaju značajne površine u svetu. U Evropi su zastupljena na preko 20 miliona hektara, a u Vojvodini, zauzimaju oko 163.000 hektara (Rajković, 1995). Sa aspekta poljoprivredne proizvodnje ova zemljišta se odlikuju nepovoljnim fizičkim i hemijskim svojstvima prouzrokovanim visokim sadržajem gline i prisustvom adsorbovanog natrijuma, naročito u Bt, na horizontu.

Vodorastvorljive soli natrijuma imaju veoma štetan uticaj na biljke i to negativno dejstvo se pojačava sa porastom sadržaja soli u zemljišnom rastvoru. Dominacija soli natrijuma u zemljišnom rastvoru ima za posledicu njegovo ulaženje u adsorptivni kompleks, ali i trajnije posledice, jer se adsorbovani natrijum obično zadržava u zemljištu i posle odstranjivanja rastvornih soli. Zbog ovih osobina halomorfna zemljišta su nepovoljna za biljnu proizvodnju, najčešće se koriste kao ekstenzivni pašnjaci (Belić i sar., 2003).

Korišćenju i popravljanju "slatina" u poljoprivredi posvećena je odavno velika pažnja. Tako Abraham (1968) i Szabolcs (1965), navode da su metode popravljanja slanih i alkalnih zemljišta bile poznate već krajem devetnaestog veka. Međutim, širenje ovih mera često je bilo ograničeno nedostatkom finansijskih sredstava. Nejgebauer (1949), Nejgebauer i Kavazov (1949) i Miljković (1958) za uslove Vojvodine predlažu sledeće mere popravke i korišćenja solonjeca: odvodnjavanje, primena hemijskih sredstava za melioraciju, gajenje kamilice, zasnivanje ribnjaka, pošumljavanje, navodnjavanje, podrirvanje, đubrenje organskim đubrivima, kao i unošenje mineralnih (N i P) đubriva.

Pojedinačne mere popravljavanja solonjeca po pravilu su ograničenog dejstva. Zbog toga veći broj autora (Adam, 1983; Egerov i Minashina, 1967; Grinchenko, 1961; Kovda, 1966; Prettenhoffer, 1965; Racz i sar., 1980; Sipos, 1963; Szabolcs, 1971; Milošev i Molnar, 1993; Milošev i Šeremešić, 2006 i Belić i sar., 2006) ističu značaj kompleksnih melioracija, što u zavisnosti od zemljišnih i klimatskih uslova uključuje: potpuno ispiranje soli, cevnu drenažu, primenu hemijskih meliorativnih sredstava (gips, fosforgips, sumpornu kiselinu i dr.), podrivanje, specifične sisteme obrade, đubrenje i gajenje biljnih vrsta.

Fosforgips nastaje kao nusproizvod u proizvodnji fosforne kiseline u takvim količinama da njegovo skladištenje često predstavlja ekološki problem, a odlaganjem u deponijama gubi se plodno poljoprivredno zemljište. Zbog fiziološki kiselog dejstva fosforgips je pogodno hemijsko meliorativno sredstvo za popravljavanje slatina. Njegovom primenom u zemljište se unose i značajne količine fosfora, u čemu su slatine po pravilu slabo obezbeđene. Problem koji može da ograniči upotrebu fosforgipsa u poljoprivredi je prisustvo fluora (Rajković i sar., 2006), koji se efikasno neutrališe dodavanjem materijala sa kojima gradi nerastvorljiva jedinjenja.

Nepovoljna svojstva solonjeca u značajnoj meri ograničavaju njegov proizvodni potencijal i njegovo korišćenje u biljnoj proizvodnji, zbog čega se intenzivno proučavaju načini unapređenja njegovog korišćenja (Belić, 1999; Belić i sar., 2003; Sofija Petrović i sar., 2003). Pšenica, koja je po svojim osobinama tolerantnija na uslove spoljašnje sredine, je veoma pogodna za gajenje na ovakvim slabo produktivnim zemljištima (Belić i sar., 2006), te može uspešno da posluži kao indikator mogućnosti njihovog iskorišćavanja. Međutim, i nakon izvršene popravke solonjeca pokazatelji prinosa pšenice znatno zaostaju u odnosu na prinos dobijen na černozemu, te zbog toga treba nastaviti sa primenom meliorativnih mera, kao i odabirom odgovarajućih genotipova pšenice za njegovo bolje iskorišćavanje (Dimitrijević i sar., 2005).

## Materijal i metod rada

Ogledi u trajanju od tri godine vođeni su u Mitscherlichovim sudovima u polukontrolisanim uslovima vegetacione kuće. Ogljed je postavljen u pet ponavljanja, a ispitivan je uticaj dva tretmana, fosforgipsa i azota, na morfološke osobine, prinos i komponente prinosa ozime pšenice. Kao supstrat upotrebljeno je zemljište "devičanske slatine", lokalitet Kumane u Banatu, sa dubine 40-60 cm (Bt, na horizont). Varijante primene fosforgipsa su sledeće: kontrola; 50 g; 100 g; 150 g po sudu, a varijante primene azota: kontrola; 0,5 g; 1,0 g; 1,5 g po sudu.

Mitscherlichovi sudovi su napunjeni sa oko 7 kg zemljišnog supstrata i odgovarajućom količinom fosforgipsa prema planu izvođenja ogljeda. U vreme optimalnog agrotehničkog roka za setvu, zasejano je 30 zrna po sudu ozime pšenice, a posle setve je površina u sudu prekrivena tankim slojem peska u cilju sprečavanja stvaranja pokorice. Biljke su u fazi 3 lista ušle u zimski period, osim biljaka na varijantama bez fosforgipsa, koje su uvenule u fazi 2-3 lista zbog loših fizičko-hemijskih i bioloških osobina zemljišta. U martu je izvršeno proređivanje na konačni sklop od 15 biljaka po sudu i prihranjivanje azotom po već prikazanim varijantama. Za prihranjivanje je korišćen amonijum-sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , jer je kao fiziološki kiselo đubrivo pogodan za alkalna zemljišta.

Vlažnost zemljišnog supstrata je redovnim zalivanjem održavana na optimalnom nivou, između 70-80% retencionog vodnog kapaciteta zemljišta u sudu.

Žetva je u punoj zrelosti biljaka izvršena sečenjem stabljike do površine zemljišta. Na biljnom materijalu su izvršene analize morfoloških osobina i komponenti prinosa.

### **Osobine korišćenog zemljišta**

Zemljišni supstrat za postavljanje ogleada uzet je sa lokaliteta Kumane. Ispitivani tip zemljišta spada u red halomorfnih zemljišta, klase solonjec, tipa solonjec. Ovaj tip zemljišta se odlikuje manjom koncentracijom soli, a povećanim sadržajem adsorbovanog  $\text{Na}^+$  jona.

U tabeli 1 su prikazane osobine zemljišta sa dubine 40-60 cm tipičnog solonjeca, sa kojeg su uzeti uzorci za zasnivanje ogleada. Ali od značaja su i osobine zemljišta na celoj dubini profila, jer determinišu proizvodne karakteristike ovog zemljišta u prirodnim uslovima.

Tab. 1. Hemijski sastav solonjeca

Tab. 1. Chemical composition of solonetz soil

Dubina Depth (cm)	pH		$\text{CaCO}_3$ (%)	Humus (%)	Ukupan N Total N (%)	$\text{P}_2\text{O}_5$ mg/100g zemljišta mg/100g Soil	$\text{K}_2\text{O}$ mg/100g Soil	Soli Salt (%)
	u KCl	$\text{H}_2\text{O}$						
0-13	4,60	5,90	0,00	6,05	0,406	7,30	87,60	0,03
13-36	6,38	7,86	0,27	1,69	0,103	1,50	17,60	0,14
36-58	6,87	8,20	0,00	1,48	0,073	5,40	23,40	0,19
58-85	7,30	8,93	0,42	0,83	0,061	6,40	28,00	0,13
85-114	7,40	9,31	7,92	0,43	0,050	3,10	20,00	0,13
114-154	7,49	9,38	20,01	0,29	0,034	1,30	15,40	0,14
154-200	7,52	9,40	16,26	0,16	0,019	2,00	12,20	0,11

U površinskom sloju zemljišta nedostaje  $\text{CaCO}_3$ , veoma bitan faktor stabilne strukture zemljišta. Sa dubinom njegov sadržaj se povećava. Sadržaj humusa u površinskom sloju je visok, ali sa porastom dubine drastično opada. Kada posmatramo snabdevenost zemljišta fosforom, vidimo da ono spada u red siromašnih zemljišta. Što se tiče sadržaja kalijuma, on je optimalan. Zemljište ima slabo kiselu reakciju koja sa povećanjem dubine prelazi u alkalnu. Pored nepovoljnih hemijskih osobina, zemljište tipa solonjec sa lokaliteta Kumane, nepogodno je za poljoprivrednu proizvodnju i zbog lošeg vodno-vazdušnog režima, mogućnosti zabarivanja i zbijenosti tokom sušnih perioda.

### **Rezultati i diskusija**

#### **Prinos zrna po sudu**

Prinos zrna po sudu je konačni pokazatelj ostvarenog prinosa pšenice. U našim istraživanjima, prosečan prinos zrna po sudu je iznosio 10.25 g. Najviši

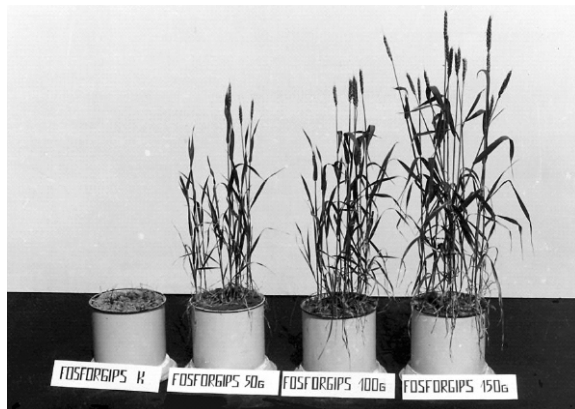
prinos zrna po sudu dobijen je na varijanti sa najvećom količinom fosforgipsa (150 grama) i uz primenu 1.5 grama azota, a iznosio je 17.6 g. Najniži prinos utvrđen je na varijanti sa dodavanjem 50 g fosforgipsa i bez primene N (0.8 g/sudu). Posmatrajući tabelu 2 možemo konstatovati da uticaj različitih doza fosforgipsa na prinos zrna po sudu, statistički nije značajan kod varijanti 50 g i 100 g fosforgipsa, međutim, između njih i varijante sa dodavanjem 150 g fosforgipsa postoji statistički značajna razlika.

Tab. 2. Uticaj različitih količina fosforgipsa i azota na prinos zrna po sudu

Tab. 2. The effects of phosphogypsum and nitrogen on grain yield per pot

	Kontrola Control	Azot 0,5g Nitrogen 0.5g	Azot 1,0g Nitrogen 1.0g	Azot 1,5g Nitrogen 1.5g	Prosek fosforgips Phosphogypsum average
Fosforgips 50 Phosphogypsum 50 g	0.8	10.7	11.3	14.6	9.4
Fosforgips 100 Phosphogypsum 100g	1.7	9.7	11.1	14.7	9.3
Fosforgips 150 Phosphogypsum 150g	1.1	12.9	16.4	17.6	12.0
Prosek za azot Nitrogen average	1.2	11.1	13.0	15.7	10.25
LSD		1%		5%	
FAKTOR A (fosforgips) Factor A (Phosphogypsum)		3.08		2.03	
FAKTOR (Factor) B (azot) Factor B (Nitrogen)		2.58		1.91	
INTERAKCIJA (Interaction) AxB		4.47		3.31	

Što se tiče uticaja azota na prinos zrna po sudu, vidimo da postoji statistički značajna razlika između kontrole i ostalih tretmana (Tab. 2). Poređenjem varijante sa 0.5 g N po sudu i 1.0 g N po sudu nije utvrđena statistički opravdana razlika.



Sl. 1. Izgled biljaka pšenice u fazi formiranja zrna  
Fig. 1. Winter wheat in grain formation stage

Analizom korelacionih odnosa između pokazatelja prinosa i morfoloških osobina pšenice (Sl. 1), nakon primene fosforgipsa i N utvrđen je visok stepen pozitivne zavisnosti prinosa od visine biljaka, broja zrna po klasu, apsolutne mase 1000 zrna, prinosa slame i dužine klasa (Tab. 3). Dobijene visoke vrednosti međusobne zavisnosti, proizilaze iz polukontrolisanih uslova gajenja u vegetacionoj kući i dodavanja rastućih doza fosforgipsa i N. Značaj asimilacione površine za postizanje visokih prinosa, možemo sagledati iz pozitivnog korelacionog odnosa prinosa slame po sudu sa prinosom zrna po sudu, brojem zrna po klasu i apsolutnom masom 1000 zrna (Milošev, 2000). Žetveni indeks se smanjuje sa povećanjem prinosa, brojem zrna po klasu, apsolutne mase 1000 zrna i dužine klasa.

Tab. 3. Korelacioni koeficijenti komponenti prinosa i morfoloških pokazatelja  
Tab. 3. Correlation coefficient among yield and morphological parameters of wheat

	Prinos zrna po sudu (g) <i>Grain yield per pot (g)</i>	Visina biljke (cm) <i>Plant height (cm)</i>	Broj zrna u klasu <i>Grain numer per spike</i>	Masa 1000 zrna <i>Mass of 1000 grain</i>	Žetveni indeks % <i>Harvest in- dex %</i>	Prinos slame (g) <i>Straw yield (g)</i>	Dužina klasa (cm) <i>Spike length (cm)</i>
Prinos zrna po sudu (g) <i>Grain yield per pot (g)</i>	1	0.95**	0.97**	0.88**	-0.60**	0.97**	0.80**
Visina biljke (cm) <i>Plant height (cm)</i>	-	1	0.93**	0.92**	0.62**	0.92**	0.67**
Broj zrna u klasu <i>Grain numer per spike</i>	-	-	1	0.84**	-0.59**	0.95**	0.78**
Masa 1000 zrna <i>Mass of 1000 grain</i>	-	-	-	1	-0.80**	0.40*	0.31*
Žetveni indeks % <i>Harvest index %</i>	-	-	-	-	1	0.49*	-0.42*
Prinos slame (g) <i>Straw yield (g)</i>	-	-	-	-	-	1	0.84**
Dužina klasa (cm) <i>Spike length (cm)</i>	-	-	-	-	-	-	1

\*\*obeležene vrednosti su statistički visoko značajne ( $P < 0.01$ ) - *Marked values are statistically highly significant at  $P < 0.01$*

\*obeležene vrednosti su statistički značajne ( $P < 0.05$ ) - *Marked values are statistically significant at  $P < 0.05$*

## Zaključak

U radu je ispitivana mogućnost upotrebe fosforgipsa za popravljavanje "slatinastih zemljišta", uz primenu različitih količina azota gajenjem pšenice u vegetacionim sudovima. Rezultati pokazuju da dodavanje fosforgipsa sloju od 40 do 60 cm tipičnog solonjeca značajno poboljšava njegova proizvodna svojstva, što se manifestuje na morfološke osobine i komponente prinosa ozime pšenice. Tokom naših istraživanja utvrđeno je da je došlo do povećanja prinosa zrna po sudu na tretmanima sa rastućim dozama fosforgipsa i azota. Utvrđeno je da postoji visok stepen korelacije posmatranih komponenti prinosa i morfoloških svojstava pšenice pri rastućim dozama fosforgipsa i N, što govori u prilog njihovom pozitivnom uticaju na ova svojstva.

Dobijeni rezultati istraživanja mogu se iskoristiti u praksi u cilju unapređenja tehnologije proizvodnje, na zemljištima sa ograničenom produktivnošću, tipa solonjec.

## Literatura

- Abraham, L., 1968: Problems of utilization and amelioration of solonchak-solonetz soils in Danube Valley. *Agrokémia és talajtan*, 17, 283-296.
- Adam, M., 1983: Salt-affected and salinized-alkalized soils of Slavonia and Baranja. Research and practice in agriculture and food technology. Year XIII. Vol.
- Belić, M., 1999: Uticaj meliorativnih mera na adsorptivni kompleks solonjeca. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Novi Sad
- Belić, M., Dimitrijević, M., Hadžić, V., Petrović, Sofija, Nešić, Ljiljana, 2003: Uticaj meliorativnih mera na promenu svojstava solonjeca i varijabilnost prinosa različitih genotipova pšenice. Naučno-stručno savetovanje agronoma Republike Srpske, Teslić, 2003.
- Belić, M., Nešić, Ljiljana, Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Pejić, B., 2006: Uticaj promena vodno fizičkih svojstava solonjeca primenom fosforgipsa na prinos i komponente prinosa pšenice. Monografija "Mineralne sirovine i mogućnost njihove upotrebe u poljoprivrednoj proizvodnji i prehrambenoj industriji", Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Srbije i Geoinstitut Beograd, Beograd, 165-178.
- Dimitrijević, M., Petrović, Sofija, Belić, M., Kraljević-Balalić, Marija, Nešić, Ljiljana, Kapor, Z., Beljanski, N., Vuković, Nataša, 2005: Genetska varijabilnost sorti pšenice na solonjecu u uslovima popravke zemljišta. Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, Godina 29, Br. 1, 100-112.
- Egorov, V.V., Minashina, N.G., 1967: Amelioration of salt-affected soils and meliorative soils in the Soviet Union. *Počvovedenie*, 11, 3-18.
- Grinchenko, A.M., 1961: Gypsum as fertilizer and its effect on different soils of the Ukraine. *Nauč. trudi. ukr. Naučno-ised. Inst. Inst. Pochv.*, 5, 3-25.
- Kovda, V.A., 1966: Scientific principles of soil amelioration in the Soviet Union. *Počvovedenie*, 11, 14-29.
- Miljković, N., 1953: Iskorišćavanje i popravljavanje slatina. Zadržna knjiga, Beograd.
- Milošev, D., 2000: Izbor sistema ratarenja u proizvodnji pšenice. Zadužbina Andrejević, Beograd, 1-166.
- Milošev, D., Molnar, I., 1993: Proučavanje produžnog dejstva fosforgipsa u tri sloja solonjeca na prinos ozime pšenice. *Sav. poljoprivreda* XLI, br. 6, 387-388.
- Milošev, D., Šeremešić, S., 2006: Mogućnost popravke solonjeca primenom fosforgipsa. Monografija "Mineralne sirovine i mogućnost njihove upotrebe u poljoprivrednoj proizvodnji i prehrambenoj industriji", Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Srbije i Geoinstitut Beograd, Beograd, 135-145.
- Nejgebauer, K.V., 1949: Mogućnost poljoprivrednog iskorišćavanja sodnih slatina Banata. Radovi poljoprivrednih naučno-istraživačkih ustanova. Knjiga I, Beograd.
- Nejgebauer, K.V., Kavazov, K., Vig, Đ., 1949: O mogućnosti gajenja pirinča na slatinama Vojvodine. Radovi poljoprivrednih naučno-istraživačkih ustanova. Knjiga I, Beograd.
- Petrović Sofija, Dimitrijević M., Belić, M., Hadžić, V., Nešić, Ljiljana, 2003: Varijabilnost osobina klasa pšenice na degradiranom zemljištu. Zbornik sažetaka Drugog Simpozijuma za oplemenjivanje organizama, Vrnjačka Banja.
- Prettenhoffer, I., 1965: Amelioration of non calcareous and sodic solonetz soils with sodic subsoil in the Transstia region. *Kísérleti közlemény*, 58A (1), 99-139.
- Racz, Z., Bogunović, M., Perković, I., 1980: Contribution of the study of salt-affected soils in Slavonia and problems their reclamation. VI Congress of the In SSS Book II, Novi Sad.
- Rajković, M., Lačnjevac, Č., Stanojević, D., Tošković, D., 2006: Mogućnost upotrebe fosforgipsa u poljoprivredi i za dobijanje amonijum-sulfata. Monografija "Mineralne sirovine i mogućnost njihove upotrebe u poljoprivrednoj proizvodnji i prehrambenoj

industriji", Savez poljoprivrednih inženjera i tehničara Srbije i Geoinstitut Beograd, Beograd, 75-88.

Rajković, M.B., 1995: Fosfogips sa aspekta njegove primene. II Jugoslovenska konferencija "Teorija i tehnologija sinterovanja", TEOTES ž95, Srpska Akademija nauka i umetnosti, Čačak, 5-8. septembar, 1995. godine, P-26

Sipos, S., 1963: Optimum and economic Depth of sub-soil loosening on heavy meadow and salt-affected soils. *Kísérleti közlemény*, 55A (2), 3-22.

Szabolcs, I., 1971: European solonetz soil and their reclamation. *Akadémiai Kiadó*, Budapest.

## **THE APPLICATION OF PHOSPHOGYPSUM IN THE WINTER WHEAT PRODUCTION ON SOLONETZ SOIL**

*Milošev Dragiša, Belić Milovoj, Nešić Ljiljana, Dimitrijević Miodrag, Petrović Softja, Šeremešić Srđan*

Faculty of Agriculture and Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

**Summary:** The paper presented tree years study in vegetation shed carried out in the Mitschelich pots with different quantity of phosphogypsum (0; 50; 100 and 150 g per pot) and nitrogen (0; 0,5; 1,0 and 1,5 g per pot) added to typical layer of solonjec soil (40-60cm) on yield parameters and morphological properties of winter wheat. Phosphogypsum is by product of phosphoric acid synthesis which can cause an environmental and ecological problem. The main problem related with solonietz is Bt<sub>na</sub> horizon which is positioned at 40-60cm depth, with high clay content, presence of adsorbed Sodium and high pH value. Obtained result showed that higher doses of phosphogypsum and nitrogen strongly influenced grain yield per pot which could be utilized as a management strategy for the amelioration of salt affected soil accross our country.

**Key words:** Nitrogen, photogypsum, soil ametioration, wheat, solonetz.