

## UTICAJ FOSFORNIH ĐUBRIVA NA PRINOS I SADRŽAJ KADMIJUMA U KROMPIRU

*Radoš Pavlović<sup>1</sup>, Ljiljana Bošković Rakočević<sup>1</sup>, Aleksandar Paunović<sup>1</sup>*

**Izvod:** U radu je ispitivan uticaj različitih vrsta i doza fosfornog đubriva na prinos i sadržaj kadmijuma u krompiru, na zemljištu tipa aluvijum, slabo alkalne reakcije. Dobijeni rezultati pokazuju da je primenom monoamonijum-fosfata (poreklom iz Rusije) ostvaren najveći prinos, dok je najmanji prinos postignut sa primenom bugarskog TSP. Najveći sadržaj ukupnog kadmijuma u krtolama krompira utvrđen je primenom bugarskog diamonijum-fosfata, a najmanji primenom ruskog DAP-a.

**Ključne reči:** krompir, MAP, DAP, TSP, prinos, kadmijum

### Uvod

Krompir je kosmopolitska biljna vrsta koja se gaji u oko 150 zemalja sveta. Gaji se od područja i ispod nivoa mora (Holandija) do visokih planinskih područja iznad 1500 metara nad morem. Kod nas se uzgaja od ravničarskih do visokih planinskih područja od preko 1500 metara nadmorske visine.

Prinos krompira pokazuje stalni trend rasta, iako se površine pod krompirom iz godine u godine smanjuju. Najveći problemi u proizvodnji krompira i povećanju prinosa su: mali procenat korišćenja kvalitetnog semenskog sadnog materijala, navodnjavanje, nedovoljno ispitana plodnost zemljišta i primena agrotehničkih mera, neadekvatna kontrola biljnih patogena i štetočina i nedostatak savremenih skladišnih kapaciteta. Smatra se da je prosečna potrošnja krompira po stanovniku kod nas oko 65 kg, a prosečni prinosi su oko 10 t/ha, što znatno zaostaje za drugim evropskim državama.

Krompir zahteva rastresita (laka) zemljišta, slabo kisele reakcije pH 5,3-6,0. Krompir u toku vegetacije zahteva velike količine vode i za postizanje visokih prinosa potrebno je 350-400 mm vode tokom vegetacije.

Krompir ima velike zahteve prema mineralnim materijama, a od osnovnih hranljivih elemenata prema kalijumu. Za prinos od 30 t/ha krompir iznosi iz zemljišta 150 kg N, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 350 kg K<sub>2</sub>O, 90 kg SaO i 30 kg MgO (Beukema and van der Zaag, 1990). Najbolji odnos N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na težim zemljištima je 1:1,2, na lakšim 1:0,8, na peskovitim 1:0,6, a odnos N:K<sub>2</sub>O na lakšim 1:1,7 i na težim 1:2,4.

Đubrenje je neophodno prilagoditi sadržaju hraniva u zemljištu, potrebama gajenih biljaka i agroekološkim uslovima (Džamić i Stevanović, 2000). Visok prinos mogu ostvariti biljke koje imaju visok potencijal rodnosti, koji se može ostvariti pravilnim količinama hraniva, odnosno đubrenjem. Prekomernim đubrenjem u zemljište se mogu uneti i teški metali, koji zagađuju zemljište i predstvljaju potencijalnu opasnost za usvajanje od strane biljaka. Pojedina fosforna đubriva koja vode poreklo od sirovih

<sup>1</sup> Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, Čačak, Srbija ([rados@kg.ac.rs](mailto:rados@kg.ac.rs))

fosfata, pored osnovnog elementa zbog kog se unose u zemljište sadrže kao nusproizvod i neke teške metale (Lambert et al., 2007). Ovo se prvenstveno odnosi na Cd koji je prisutan u fosforim đubrivima, a koji se u sirovim fosfatima nalazi u rasponu od 1 do 100 mg, a sve u zavisnosti od porekla sirovih fosfata (Jiao et al., 2004).

Polazeći od navedenih činjenica, cilj ovih istraživanja bio je da se ispita primena različitih količina i vrsta fosforinih đubriva na prinos i sadržaj kadmijuma u suvoj materiji krtola krompira.

### Materijal i metode rada

Uticao različitih fosforinih đubriva na prinos i sadržaj kadmijuma u krompiru ispitivan je tokom vegetacione sezone 2012. godine, na lokalitetu Požege na otvorenom polju. Ogledi su izvedeni na zemljištu tipa aluvijuma, a korišćena je standardna sorta Desiree semenske kategorije original.

Sadnja u dobro pripremljeno zemljište obavljena je 28. marta 2012. godine, na rastojanju 70x30cm, u otvorene brazde, kom prilikom su dodate različite vrste fosforinih đubriva, koje su se razlikovale po poreklu, a samim tim i po sadržaju kadmijuma u njima. Đubriva su dodata zonalno u brazdu, po sledećim varijantama: **I varijanta** - Kontrola, **II varijanta** -150kgP/ha, upotrebom DAP bugarski (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 56.51 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **III varijanta** -250kgP/ha, upotrebom DAP bugarski (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 56.51 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **IV varijanta** - 150kgP/ha, upotrebom DAP ruski (47% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 0.84 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **V varijanta**-250kgP/ha, upotrebom DAP ruski (47% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 0.84 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **VI varijanta**-150kgP/ha, upotrebom MAP ruski (52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 47% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 0.65 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **VII varijanta**-250kgP/ha, upotrebom MAP ruski (52% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 0.65 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **VIII varijanta** -150 kgP/ha, upotrebom MAP prahovo (51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 23.69 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **IX varijanta**-250kgP/ha, upotrebom MAP prahovo (51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 23.69 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **X varijanta**-150 kgP/ha upotrebom TSP bugarski (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 14.02 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), **XI varijanta**-250kgP/ha upotrebom TSP bugarski (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 51% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sadržaj Cd 14.02 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Tokom vegetacionog perioda krompira primenjene su standardne mere nege useva.

Laboratorijski deo ovih istraživanja podrazumevao je analizu zemljišta pre postavljanja ogleda, da bi se utvrdile osnovne agrohemijske sobine zemljišta i početni sadržaj ukupnog Cd. Sadržaj kadmijuma u krtolama krompira urađen je u suvoj materiji, u plamenu acetilen/vazduh nakon kiselinske digestije, očitavanjem na AAS.

### Rezultati istraživanja i diskusija

#### Agrohemijske osobine zemljišta

Osobine zemljišta prikazane su u tabeli 1. i pokazuju da je zemljište slabo alkalne reakcije (pH/KCl 7,15), sa visokim sadržajem pristupačnog fosforoa (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 61,6 mg/100g) i umerenim sadržajem kalijuma K<sub>2</sub>O 24,3mg/100g. Rezultati pokazuju da se radi o slabo humusnom zemljištu 2,62%. Prema sadržaju ukupnog i pristupačnog azota zemljište spada u srednje snadbeveno, a sadržaj karbonata je 1,7%. Sadržaj kadmijuma

je 0,025 mg/kg tako da ne predstavlja opasnost za usvajanje od strane krompira, jer je zemljište slabo alkalno, a sa povećanjem pH vrednosti njegova toksičnost se smanjuje, a time i opasnost od usvajanja od strane biljke krompira.

Tabela 1. Agrohemijske osobine zemljišta

Table 1. Agrochemical soil properties

pH		CaCO <sub>3</sub> (%)	Humus (%)	Ukupni N (%)	Pristupačni N (mg/kg)			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g	Cd mg/kg
H <sub>2</sub> O	MKCl				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Zbir			
8,05	7,15	1,7	2,62	0,181	21,0	21,0	42,0	61,6	24,3	0,025

### Prinos krompira

Primena različitih vrsta i doza fosfornih đubriva pokazuje različit uticaj na visinu prinosa kod ispitivane sorte Desiree (tabela 2), pri čemu je veća doza fosfornog đubriva (250 kg/ha) uticala na postizanje većeg prosečnog prinosa krompira (52.9 t/ha) u odnosu na nižu dozu (150 kg/ha) sa prinostom od 42.5 t/ha.

Tabela 2. Prinos krompira

Table 2. The yield of potatoes

Vrsta đubriva <i>Fertilizer</i>	Doza primene <i>Doses of application</i>		Prosek-Average t/ha	Indeks <i>Index</i>
	150kg/ha	250kg/ha		
Kontrola	25.6	25.6	25.6	100
DAP <sub>bugarski</sub> 46%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43.2	55.2	49.2	192.2
DAP <sub>ruski</sub> 47%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	44.7	58.6	51.6	201.6
MAP <sub>ruski</sub> 52%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50.4	62.0	56.2	219.5
MAP <sub>prahovo</sub> 51%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	49.6	61.5	55.5	216.8
TSP <sub>bugarski</sub> 46%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41.4	54.4	47.9	187.1
Prosek- Average	42.5	52.9	47.7	

U okviru doze primene od 250 kg/ha najveći prinos ostvaren je kod ruskog MAP-a (62.0 t/ha), a zatim MAP (Prahovo), dok je najmanji prinos ostvaren primenom bugarskog trostrukog superfosfata (54.4 t/ha). Ista tendencija ostvarenog prinosa uočena je i kod primene različitih doza fosfornih đubriva u dozi od 150 kg/ha, ali sa nižim prinostima.

Generalno, najveći prosečni prinos ostvaren je na varijanti gde je primenjen ruski MAP (56.2 t/ha), što je povećanje u odnosu na kontrolu od 119.5%. Najmanje povećanje u odnosu na kontrolu utvrđeno je primenom bugarskog TSP (87.1%).

Do sličnih rezultata sa primenom rastućih doza fosfornih đubriva došao je Šušić (1991), koji je u svojim istraživanjima sa sortom Desiree najbolje rezultate ostvario primenom 180 kg/ha fosfora.

### Sadržaj Cd u krtolama krompira

Sadržaj ukupnog kadmijuma u krtolama krompira (tabela 3), na ispitivanim varijantama se kretao u intervalu od 0.025 mg/kg do 0.110 mg/kg i kod svih primenjenih đubriva se povećao u odnosu na kontrolu.

Tabela 3. Sadržaj Cd u krtolama krompira (mg/kg suve materije)

Table 2. Cd content in potato tubers

Đubrivo <i>Fertilizer</i>	Doza primene (kg/ha) <i>Doses of application</i>		Prosek- <i>Average</i>
	150	250	
Kontrola - <i>Control</i>	0.025	0.025	0.025
DAP <sub>bugarski</sub> 46%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 56.51 mg/kg Cd	0.098	0.110	0.104
DAP <sub>ruski</sub> 47%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0.84 mg/kg Cd	0.037	0.050	0.044
MAP <sub>ruski</sub> 52%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 0.65 mg/kg Cd	0.050	0.062	0.056
MAP <sub>prahovo</sub> 51%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 23.69 mg/kg Cd	0.084	0.095	0.090
TSP <sub>bugarski</sub> 46%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 14.02 mg/kg Cd	0.075	0.085	0.080
Prosek- <i>Average</i>	0.062	0.071	0.066

Upotrebom različitih fosfornih đubriva, utvrđeno je da je na povećanje sadržaja kadmijuma u krtolama krompira najveći uticaj imao bugarski diamonijum-fosfat u obe doze (0,098 mg/kg i 0.110 mg/kg), što se moglo i očekivati, s obzirom da ovo đubrivo u sebi sadrži i najveću količinu kadmijuma. Manji sadržaj Cd u đubrivu MAP (Prahovo) i TSP (Bugarska) uticao je i na manju akumulaciju ovog elementa u krtolama krompira. Najmanji sadržaj kadmijuma utvrđen je primenom ruskog diamonijum-fosfata i monoamonijum-fosfata, pošto su ova đubriva sa neznatnim sadržajem Cd u njima. Primenom veće doze (250 kg/ha) kod svih fosfornih đubriva utvrđena je tendencija povećanja akumulacije kadmijuma u krtolama krompira u odnosu na manju dozu (150 kg/ha).

U sličnim istraživanjima (Jiao et al., 2004) utvrdili su da se primenom monoamonijum-fosfata i diamonijum fosfata kod durum pšenice i kod lana povećava sadržaj ukupnog kadmijuma u biljnom tkivu u odnosu na kontrolu.

He and Singh (1994) je utvrdio da se kadmijum iz kompleksnih đubriva akumulira u zemljištu na dubini oko 10cm, uglavnom u obliku izmenljivih katjona pri čemu je tada najpristupačniji biljkama. U sličnim proučavanjima (Bogdanović i sar., 1999) su ispitivali stepen kontaminacije zemljišta kadmijumom pri dugotrajnoj upotrebi đubriva koja sadrže fosfor. Ostvareni rezultati pokazuju da pri dugogodišnjoj primeni visokih doza kompleksnih đubriva, uočava se blago povećanje lakopristupačnog kadmijuma, a što sve može uticati na povećano usvajanje i akumulaciju ovog elementa u jestivim delovima biljaka.

### Zaključak

Na osnovu postavljenog cilja istraživanja, mogu se izvesti sledeći zaključci:

Na ispitivanom zemljištu, pre postavljanja ogleada, utvrđena je slabo alkalna reakcija zemljišta sa sadržajem kadmijuma u okviru maksimalno dozvoljene količine.

Primena fosfornih đubriva ispoljila je različit uticaj na povećanje prinosa kod krompira. Najbolji efekat na povećanje prinosa krompira sorte Desiree pokazala je primena monoamonijum-fosfata (poreklom iz Rusije), a najslabiji primena bugarskog TSP.

Najveći sadržaj ukupnog kadmijuma u krtolama krompira utvrđen je primenom bugarskog diamonijum-fosfata, a najmanji primenom ruskog DAP-a.

Na osnovu navedenog može se zaključiti da, i pored činjenice da primena različitih fosfornih đubriva utiče na povećanje prinosa, treba optimizirati i kontrolisati njihovu primenu, u cilju smanjenja opasnosti od akumulacije kadmijuma.

### Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta TR 31059 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

### Literatura

- Beukema, H.P., Zaag, D.E, van der (1990): Introduction to potato production, Pudoc, Wageningen.
- Bogdanovic D., Ubavic M., Cuvardic, M. (1999): Effect of phosphorus fertilization on Zn and Cd contents in soil and corn plants. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 54, 49-56.
- Džamić, R. Stevanović, D. (2000): *Agrohemija*, Paternon, Beograd.
- He, Q. B., Singh, B. R.,(1994): [Crop uptake of cadmium from phosphorus fertilizers: II. Relationship with extractable soil cadmium](#), *Water, Air, Soil Pollution*, 74(3-4), 267-280.
- Jiao, Y., Grant, A., Bailey, L. (2004): Effects of phosphorus and zinc fertilizer on cadmium uptake and distribution in flax and durum wheat, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (8), 777–785.
- Lambert, R., Grant, C., Sauv e, S. (2007) : Cadmium and zinc in soil solution extracts following the application of phosphate fertilizers. *Science of the Total Environment*, 378, 293-305.
- Šušić, S. (1991): Uticaj rastućih doza fosforne kiseline i rokova vađenja na prinos krompira sorte Desiree. *Zbornik radova Sv. 2-3*, Guča.

## EFFECT OF PHOSPHORUS FERTILIZERS ON YIELD AND CADMIUM CONTENT OF POTATO

*Radoš Pavlović, Ljiljana Bošković Rakočević, Aleksandar Paunović*

### Abstract

This study evaluated the effect of different types and rates of phosphorus fertilizers on yield and cadmium content of potato on a slightly alkaline alluvium soil. Results show that the highest yield was obtained under treatment with monoammonium phosphate (manufactured in Russia) and the lowest under Bulgarian TSP treatment. The highest total cadmium was found in potato tubers treated with Bulgarian diammonium phosphate, in contrast to the lowest measured values under Russian DAP treatment.

**Key words:** potato, MAP, DAP, TSP, yield, cadmium