

Tea Horvat, Poljak, M., Lazarević, B., Svečnjak, Z., Sanja Slunjski¹

stručni rad

Utjecaj folijarne gnojidbe na sadržaj suhe tvari i koncentraciju mineralnih elemenata u gomolju krumpira

Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj folijarnih gnojiva na sadržaj suhe tvari i koncentraciju mineralnih elemenata u gomolju krumpira. Pokusi s tri tretmana folijarne gnojidbe (Epsa Salt, Drin i Megagreen) te kontrolom (bez primjene folijarnih gnojiva) provedeni su u tri ponavljanja po shemi slučajno-bloknog rasporeda u plasteniku Agronomskog fakulteta tijekom vegetacijskih sezona 2006. i 2007. Folijarna gnojidba provedena je pet puta tijekom vegetacijskih sezona, u intervalima od deset dana, u razdoblju od faze inicijacije gomolja do faze fiziološke zrelosti. Sadržaj suhe tvari značajno se razlikovao pod utjecajem folijarnih tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama. U vegetacijskoj sezoni 2007. značajno veći sadržaj suhe tvari u gomolju ostvaren je kod tretmana Megagreen u odnosu na kontrolu. U 2006. sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira nije bio pod utjecajem folijarnih tretmana. Najveća koncentracija dušika u gomolju utvrđena je kod tretmana Epsa Salt u odnosu na kontrolu. Utjecaj folijarnih tretmana na koncentraciju fosfora, kalija i magnezija u gomolju nije bio značajan. Koncentracija kalcija u gomolju značajno je varirala pod utjecajem folijarnih tretmana u vegetacijskim sezonama. U 2006. najveću koncentraciju kalcija u gomolju ostvarila je kontrola, dok je u 2007. najveća koncentracija kalcija u gomolju utvrđena kod tretmana Epsa Salt.

Ključne riječi: krumpir, folijarna gnojidba, sadržaj suhe tvari, koncentracija mineralnih elemenata u gomolju

Uvod

S obzirom na hranidbenu i zdravstvenu vrijednost, krumpir predstavlja nezaobilaznu namirnicu. Jestivi dio gomolja krumpira sadrži prosječno oko 25% suhe tvari, što ovisi o sorti, trajanju vegetacije, agrotehničkim mjerama i ekološkim čimbenicima uzgoja (Kleinkopf i sur., 1981.; Vreugdenhil i sur., 2008.). Najveći dio suhe tvari čini škrob (oko 18%), a krumpir je također vrijedan izvor bjelancevina, vitamina i minerala (White i sur., 2009.). Od ukupne suhe tvari gomolja, na mineralni sastav otpada oko 1,1%. Najveći udio u mineralnom sastavu gomolja otpada na kalij i fosfor, zatim slijede magnezij i kalcij (Lešić i sur., 2002.; Flis i sur., 2012.). Rivero i sur. (2003.) navode da je mineralni sastav gomolja krumpira pod utjecajem mnogih faktora kao što su sorta, tlo, klima, agrotehničke mjere, gnojidba

i skladištenje. Najvažnija agrotehnička mjera koja utječe na rast i razvoj nadzemne mase, formiranje gomolja i kvalitetu prinosa je gnojidba krumpira. U određenim fazama razvoja, kada krumpir ima povećane potrebe za hranjivima (nalijevanje gomolja), preporučuje se folijarna gnojidba. Folijarna ishrana predstavlja usvajanje hranjiva putem nadzemnih organa (listova i stabljike). Biljke usvajaju hranjiva otopljenom u vodi u određenim koncentracijama. Upotreba folijarnih gnojiva u poljoprivredi sve je više rasprostranjena zato što su ta gnojiva ekološki prihvatljivija i ciljano usmjerena jer se izravno usvajaju u organizam u ograničenim količinama u usporedbi s gnojivima preko tla (Fernandez i Eichert, 2009.). Upotreba folijarnih gnojiva rezultirala je povećanjem prinosa i kvalitete gomolja (Bieluga i Witek, 1996.; Jablonski, 2003.; Ayyub i sur., 2006.). Međutim, postoje istraživanja u kojima folijarna gnojidba nije postigla pozitivne rezultate (Kilpatrick, 1993.; Allison i sur., 2001.). Mineralni sastav sorata koje se uzgajaju u Republici Hrvatskoj kao i utjecaj folijarne gnojidbe na koncentraciju mineralnih elemenata u gomolju krumpira nedovoljno je poznat. Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi utjecaj folijarnih gnojiva na sadržaj suhe tvari i koncentraciju mineralnih elemenata u gomolju krumpira.

Materijali i metode

Istraživanje je provedeno u plasteniku Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu tijekom vegetacijskih sezona 2006. i 2007. Sadržaj naklijalih gomolja krumpira sorte *Courage*, provedena je u vegetacijske posude (obujma 25 L) ispunjene mješavinom tla i perlita u masenom omjeru 3:1. Osnovna gnojidba, preračunata po vegetacijskoj posudi, provedena je s 700 kg ha⁻¹ NPK 7:20:30 i 250 kg ha⁻¹ KAN prije sadnje. Tijekom vegetacije provedena je prihrana s 100 kg KAN ha⁻¹. Istraživanje s tri tretmana folijarne gnojidbe (Epsa Salt, Drin i Megagreen) te kontrolom (bez primjene folijarnih gnojiva) u tri ponavljanja provedeno je po shemi slučajno-bloknog rasporeda. Svaki gnojidbeni tretman bio je predstavljen s ukupno šest biljaka u šest vegetacijskih posuda. Epsa Salt predstavlja magnezij-sulfatno gnojivo (16% MgO, 13% SO₄) s 1% B i 1% Mn. Drin je fiziološki biostimulator koji sadrži L-alfa aminokiseline 39% (alanin, arginin, asparginska kiselina, cistein, glutaminska kiselina, metionin, fenilalanin, prolin, serin, treonin, triptofan). Megagreen predstavlja prirodno mineralno gnojivo dobiveno nanotehnološkom aktivacijom kalcita, a sadrži 44% CaO, 9% SiO₂, 2% MgO, 1% Fe₂O₃ te mikroelemente u tragovima. Folijarna gnojidba provedena je 50, 60, 70, 80 i 90 dana nakon sadnje (DNS), tj. od faze inicijacije gomolja do faze fiziološke zrelosti, prema uputama proizvođača (Epsa Salt u dozi od 25 kg ha⁻¹, Drin 0,5 L ha⁻¹ i Megagreen u dozi od 2 kg ha⁻¹) uz utrošak vode od 300 L ha⁻¹ što je bilo preračunato za primjenu po površini posuda. Biljke su navodnjavane sustavom kapanja. Berba pokusa obavljena je 100 DNS. Za određivanje kvalitativnih svojstava gomolja (sadržaja suhe tvari i mineralnog sastava) uzete su tri biljke po tretmanu. Sadržaj suhe tvari gomolja određivan je sušenjem gomolja pri 75°C 48 sati, a zatim na 105°C do konstantne mase. Digestija apsolutno suhog uzorka gomolja provedena je pomoću MLS 1200 mega MICROWAVE sustava. Koncentracija ukupnog dušika u suhoj tvari gomolja određena je Kjeldahl metodom, a sadržaj fosfora spektrofotometrijski. Koncentracija kalija određena je plamenfotometrijski, a koncentracija kalcija i magnezija atomskom apsorpcijskom

¹ dr. sc. Tea Horvat, prof.; dr. sc. Milan Poljak; dipl. ing. Boris Lazarević; prof. dr. sc. Zlatko Svečnjak; dr. sc. Sanja Slunjski; Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

spektrometrijom. Podaci su statistički obrađeni analizom varijance. Za usporedbu prosječnih vrijednosti korišten je LSD test kada je F test bio signifikantan na razini $P \leq 0,05$.

Rezultati i rasprava

Iz rezultata analize varijance (tablica 1.) vidljivo je da se sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira nije značajno razlikovao u vegetacijskim sezonama i prosječno je iznosio 22,63%.

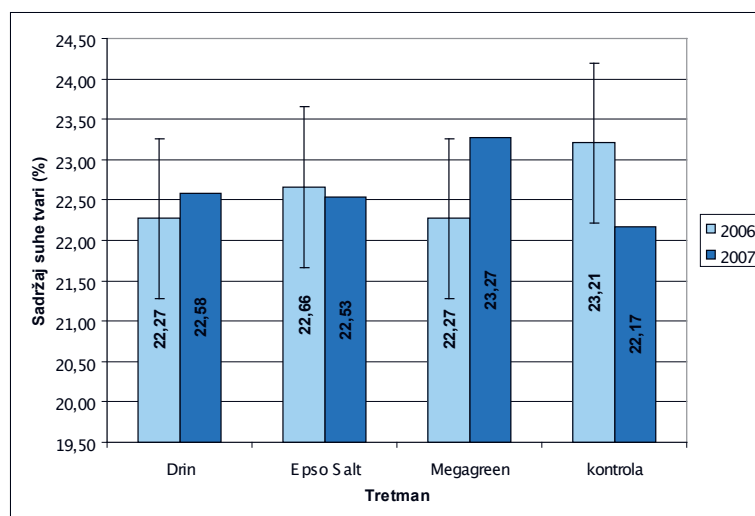
Tablica 1. Rezultati analize varijance za sadržaj suhe tvari i mineralni sastav gomolja krumpira.

Izvori varijabiliteta	n-1	ST	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Vegetacijska sezona (VS)	1	NS	**	NS	NS	**	**
Tretman (T)	3	NS	*	NS	NS	*	NS
VS x T	3	*	NS	NS	NS	*	NS

* signifikantno na razini 0,05; ** signifikantno na razini 0,01; NS nije signifikantno

Istraživani tretmani imali su u prosjeku sličan sadržaj suhe tvari u gomolju. Međutim, dobivena je signifikantna interakcija između vegetacijske sezone i tretmana (tablica 1.), što ukazuje da se sadržaj suhe tvari značajno razlikovao pod utjecajem tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju suhe tvari pod utjecajem tretmana u odnosu na kontrolu (grafikon 1.). U 2007. značajno veći sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira utvrđen je kod tretmana Megagreen u usporedbi s kontrolom. Nije utvrđena značajna razlika u sadržaju suhe tvari u gomolju krumpira između tretmana Drin i Epso Salt u odnosu na kontrolu u vegetacijskoj sezoni 2007.

Grafikon 1. Prosječni sadržaj suhe tvari u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.

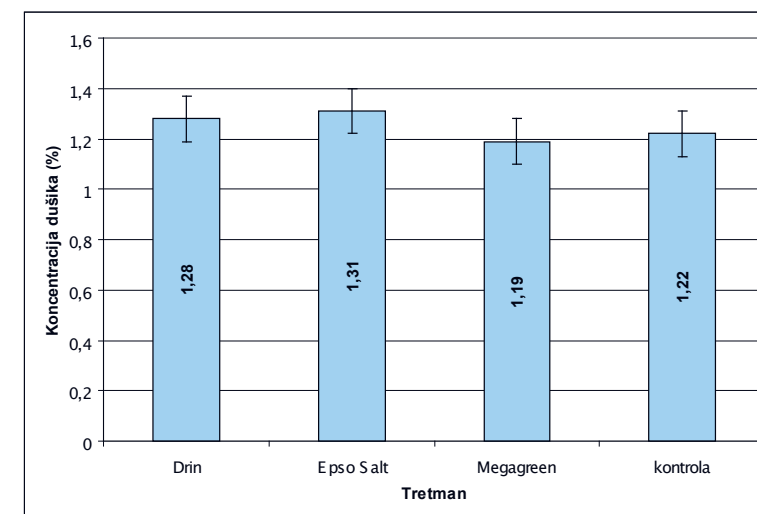


LSD 0,05 = 0,99%, barovi vrijede za usporedbu tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Koncentracija dušika u gomolju krumpira varirala je ovisno o vegetacijskoj sezoni (tablica 1.). Značajno veća koncentracija dušika dobivena je u prvoj vegetacijskoj sezoni istraživanja i u prosjeku je iznosila 1,42% u odnosu na 1,08% utvrđenih u drugoj vegetacijskoj sezoni.

Koncentracija dušika značajno je varirala s obzirom na tretmane primijenjene u istraživanju (tablica 1.). Najveću koncentraciju dušika u gomolju krumpira ostvario je tretman Epso Salt u odnosu na kontrolu (grafikon 2.). Nije utvrđena značajna razlika u koncentraciji dušika između tretmana Megagreen i kontrole. Istraživanjem također nismo utvrdili pozitivan učinak tretmana Drin na koncentraciju dušika u gomolju, a koji u svom sastavu sadrži aminokiseline, tj. dušik. Naime, Orphanos (1980.) je istraživao utjecaj gnojidbe dušikom (63, 126, 189 i 252 kg ha⁻¹) na mineralni sastav gomolja i utvrdio značajno veću koncentraciju dušika u gomolju krumpira pod utjecajem dušične gnojidbe. Koncentracija dušika u gomolju varirala je od 1,30% suhe tvari kod primjene najmanje doze dušika do 1,43% suhe tvari kod primjene 252 kg ha⁻¹ dušika. Utjecaj gnojidbe dušikom (0, 100, 150, 200 i 250 kg ha⁻¹) na mineralni sastav gomolja krumpira istraživali su i Poljak i sur. (2007.). Koncentracija dušika u gomoljima varirala je od 1,62% kod kontrolne varijante bez gnojidbe dušikom do 1,79% kod primjene 250 kg ha⁻¹ dušika. Autori navode da gnojidba dušikom stimulira vegetativni razvoj kao i transport dušika iz listova u gomolje.

Grafikon 2. Prosječna koncentracija dušika u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom.



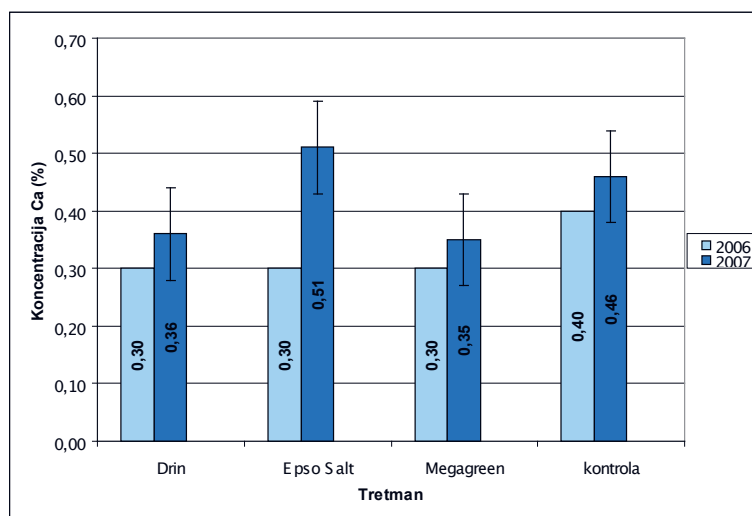
LSD 0,05 = 0,09%

Vegetacijska sezona nije značajno utjecala na koncentraciju fosfora i kalija u gomolju krumpira u berbi (tablica 1.). Prosječna vrijednost koncentracije fosfora u gomolju u obje vegetacijske sezone iznosila je 0,49%, a kalija 1,61%. Nadalje, nije utvrđen utjecaj poje-

dinih tretmana kao ni signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana, što znači da su u obje vegetacijske sezone tretmani ostvarili slične međusobne odnose u vrijednostima koncentracije fosfora i kalija u gomolju krumpira. Horvat i sur. (2013.) u poljskim pokusima također nisu utvrdili značajne razlike u koncentraciji fosfora i kalija u gomolju pod utjecajem folijarnih tretmana Drin i Epso Salt. Nasuprot tome, Eleiwa i sur. (2012.) u svojim istraživanjima o utjecaju folijarne gnojidbe preparatom Folifertile (22% N, 21% P₂O₅, 17% K₂O, 0,2% S, 0,1% Mg s mikroelementima) utvrdili su značajno veću koncentraciju fosfora i kalija u gomolju krumpira u odnosu na kontrolu.

Rezultati istraživanja pokazali su značajno variranje koncentracije kalcija u gomolju krumpira u pojedinim vegetacijskim sezonama (tablica 1.). U 2007. koncentracija kalcija u gomolju iznosila je 0,42% u odnosu na 0,30% u 2006.

Grafikon 3. Prosječna koncentracija kalcija u gomolju krumpira nakon primjene folijarnih tretmana u usporedbi s kontrolom u vegetacijskim sezonama 2006. i 2007.



LSD 0,05 = 0,08%, barovi vrijede za usporedbu tretmana unutar iste vegetacijske sezone.

Koncentracija kalcija značajno je varirala s obzirom na tretmane primijenjene u istraživanju (tablica 1.). Najveća koncentracija kalcija u gomolju krumpira ostvarena je kod tretmana Epso Salt te kontrole i u prosjeku je iznosila 0,26%. Značajno manju koncentraciju kalcija u odnosu na kontrolu ostvarili su tretmani Drin i Megagreen. Signifikantnost interakcije između vegetacijske sezone i tretmana (tablica 1.) ukazuje na zaključak da je koncentracija kalcija u gomolju značajno varirala pod utjecajem tretmana u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. značajno najveća koncentracija kalcija u gomolju krumpira utvrđena je kod kontrole u odnosu na folijarne tretmane primijenjene u istraživanju (grafikon 3.). U 2007. značajno veća koncentracija kalcija u gomolju dobivena je kod tretmana Epso Salt i kontrole i u prosjeku je iznosila 0,49%. Taakacs-Hajos i sur. (2007.) istraživali su

utjecaj magnezij-sulfata (Epso Salt) na mineralni sastav korijena šećerne repe i utvrdili da primjena Epso Salta nije rezultirala u povećanju koncentracije kalija i kalcija u korijenu repe. Nadalje Boliglowa i Dzienia (1999.) svojim istraživanjem o utjecaju kompleksnog, folijarnog gnojiva Agrosol K na bazi dušika i magnezija s mikroelementima u dozi od 1,5 L ha⁻¹ nisu utvrdili značajne razlike u koncentracijama kalcija ni ostalih makroelemenata u gomolju u usporedbi s kontrolnom varijantom. Značajno manju koncentraciju kalcija u gomolju krumpira ostvarili su tretmani Drin i Megagreen u usporedbi s kontrolom. U našem istraživanju izostao je pozitivan učinak tretmana Megagreen na bazi kalcija na koncentraciju kalcija u gomolju. Naime, Dong i sur. (2004.) navode da se folijarnom aplikacijom kalcija tijekom cvatnje i u fazi starosti plodova od tjedan dana značajno povećala koncentracija kalcija u plodu rajčice. Povećanje koncentracije kalcija u gomolju krumpira te poboljšanje kvalitete gomolja u vidu smanjenja internih defekata zbog gnojidbe kalcijem navode i Clough (1994.); Kleinhenz i sur. (1999.) te Karlsson i sur. (2006.).

Koncentracija magnezija u gomolju krumpira značajno je varirala s obzirom na vegetacijsku sezonu (tablica 1.). U 2006. dobivena je značajno veća koncentracija magnezija u gomolju i prosječno je iznosila 0,160%, što je bilo za 29% više u odnosu na 0,114% dobivenih u 2007. Koncentracija magnezija nije varirala pod utjecajem primijenjenih tretmana iako je tretman Epso Salt ostvario neznatno veći postotak magnezija od 0,148% u odnosu na kontrolu (0,134%). Štoviše, nije utvrđena ni značajna razlika u koncentraciji magnezija između vegetacijske sezone i tretmana, što znači da su tretmani slično reagirali u ostvarenim vrijednostima koncentracije magnezija u 2006. i 2007. (tablica 1.).

Zaključak

Sadržaj suhe tvari značajno se razlikovao pod utjecajem folijarnih tretmana u vegetacijskim sezonama. U 2007. značajno veći sadržaj suhe tvari u gomolju utvrđen je kod tretmana Megagreen u odnosu na kontrolu. U 2006. nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju suhe tvari pod utjecajem folijarnih tretmana u odnosu na kontrolu. Značajno najveća koncentracija dušika u gomolju krumpira utvrđena je kod tretmana Epso Salt u odnosu na kontrolu. Koncentracije fosfora, kalija i magnezija u gomolju nisu bile pod utjecajem folijarne gnojidbe. Koncentracija kalcija u gomolju krumpira značajno je varirala pod utjecajem folijarne gnojidbe u pojedinim vegetacijskim sezonama. U 2006. izostao je pozitivan učinak folijarne gnojidbe na koncentraciju kalcija u gomolju, dok je u 2007. najveća koncentracija kalcija u gomolju utvrđena kod tretmana Epso Salt.

Literatura

- Allison, M.F., Fowler, J.H., Allen, E.J. (2001.): Effects of soil-and foliar-applied phosphorus fertilizers on the potato (*Solanum tuberosum*) crop. *Journal of Agricultural Science* 137: 379-395.
- Ayyub, C.M., Amjad, M., Ahmed, W., Ziaf, K., Khan, M.I. (2006.): Response of potato to nitrogen application methodologies. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 43: 45-49.
- Bieluga, B., Witek, A. (1996.): Ecological technology of foliar nutrition of potato crop. In: Kaminski E (ed) 3rd International Symposium: Mechanization of fertilizing, plant protection and soil cultivation in ecological aspects,

Warszawa, Poland, 89-93.

Boliglowa, E., Dzienia, S. (1999.): Impact of foliar fertilisation of plant on the content of macroelements in potato. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 2 (2)

Clough, G.H. (1994.): Potato tuber yield, mineral concentration and quality after calcium fertilization. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119(2):175-179.

Dong, C.X., Zhou, J.M., Fan, X.H., Wang, H.Y., Duan, Z.Q., Tang, C. (2004.): Application methods of calcium supplements affect nutrient levels and calcium forms in mature tomato fruits. *Journal of Plant Nutrition* 27 (89): 1443-1455.

Eleiwa, M.E., Ibrahim, S.A., Mohamed, M.F. (2012.): Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (*Solanum tuberosum* L.). *African Journal of Microbiology Research* 6(24): 5100-5109.

Fernandez, V., Eichert, T. (2009.): Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Science* 28: 36-68.

Flis, B., Zimnoch-Guzowska, E., Mańkowski, D. (2012.): Correlations among yield, taste, tuber characteristics and mineral contents of potato cultivars grown at different growing conditions. *Journal of Agricultural Science* 4 (7): 197-207.

Horvat, T., Poljak, M., Lazarević, B., Svečnjak, Z., Ilić-Dreven, J., Slunjski, S., Čosić, T., Karažija, T. (2013.): Utjecaj folijarnih gnojiva na mineralni sastav gomolja krumpira (*Solanum tuberosum* L.). Objavljeno u: Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, Marić S., Lončarić, Z. (ed.), 78-82. Osijek, Hrvatska: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Jablonski, K. (2003.): Efficiency of foliar and „to soil“ fertilization of potatoes the urea-ammonium-nitrate solution (UAN 32). *Acta Agrophysica* 85:125-135.

Karlsson, B.H., Palta, J.P., Crump, P.M. (2006.): Enhancing tuber calcium concentration may reduce incidence of blackspot bruise injury in potatoes. In: *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science* 41(5):1213-1221.

Kilpatrick, J. B. (1993.): Effects of foliar applications of mono-ammonium phosphate grown at three levels of seedbed phosphate. *Annals of applied Biology* 122 (Supplement 14, Tests of Agrochemicals and Cultivars): 106-107.

Kleinhenz, M.D., Palta, J.P., Gunter, C.C., Kelling, K.A. (1999.): Impact of source and timing of calcium and nitrogen applications on "Atlantic" potato tuber calcium concentrations and internal quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124 (5): 498-506.

Kleinkopf, G.E., Westermann, D.T., Dwelle, R.B. (1981.): Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. *Agronomy Journal* 73: 799-802.

Lešić, R., Borošić, J., Buturac, I., Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002.): Površarstvo. Zrinski d.d., Čakovec

Orphanos, P.I. (1980.): Dry matter content and mineral composition of potatoes grown in Cyprus. *Potato Research* 23: 371-374.

Poljak, M., Herak-Čustić, M., Horvat, T., Čoga, L., Majić, A. (2007.): Effects of nitrogen nutrition on potato tuber composition and yield. *Cereal Research Communications* 35: 937-940.

Rivero, R.C., Suarez Hernandez, P., Rodriguez, E., Martin, J.D., Romero, C.D. (2003.): Mineral concentrations in cultivars of potatoes. *Food Chemistry* 83: 247-253.

Takacs-Hajos, M., Szabo, L., Racz, I., Mathe, A., Szoke, E. (2007.): The effect of Mg-leaf fertilization on quality parameters of some horticultural species. *Cereal Research Communications* 35(2): 181-1184.

Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Govers, F., MacKerron, D.K.L., Taylor, M.A., Ross, H.A. (2008.):

Potato biology and biotechnology. Advances and perspectives. Elsevier Ltd, Amsterdam

White, J.P., Bradshaw, J.E., Dale, M.F.B., Ramsay, G., Hammond, J.P., Broadley, M.R. (2009.): Relationships between yield and mineral concentrations in potato tubers. *HortScience* 44 (1): 6-11.

surveying study

Effect of foliar fertilization on dry matter content and concentration of mineral elements in potato tuber

Summary

The aim of this study was to determine the effect of foliar fertilizers on dry matter content and concentration of mineral elements in potato tubers. The experiments with three foliar fertilization treatments (Epsa Salt, Drin and Megagreen) and control (without application of foliar fertilizers) were carried out in three replications and arranged in a randomized complete block design. The experiments were conducted in the greenhouse of Faculty of Agriculture during the vegetation seasons 2006 and 2007. Foliar fertilization was carried out five times during the vegetation seasons in ten-day intervals, in the period from the beginning of tuber formation to the stage of full tuberization. Dry matter content differed significantly under the influence of foliar treatments in different vegetation seasons. Significantly higher dry matter content in potato tubers was achieved in 2007 by Megagreen treatment compared to control. In 2006, dry matter content in potato tubers was not affected by foliar treatments. Significantly the highest concentration of nitrogen in tubers was found in Epsa Salt treatment compared to control. The effect of foliar treatments on concentration of phosphorus, potassium and magnesium in tubers was not significant. The concentration of calcium in tubers significantly varied under the influence of foliar treatments in vegetation seasons. In 2006 the highest concentration of calcium in tubers achieved control, while in 2007 the highest concentration of calcium in tubers was determined in Epsa Salt treatment.

Keywords: potato, foliar fertilization, dry matter content, concentration of mineral elements in tubers