

Utjecaj organo mineralne gnojidbe na prinos i mineralni sastav hrena (*Armoracia rusticana* Ph. Garten)

Sažetak

Hren (*Armoracia rusticana* Ph. Garten) je višegodišnja povrtna kultura iz porodice kupusnjača (*Brassicaceae*). Korijen hrena sadrži visoku razinu vitamina C, minerale (kalij, magnezij, kalcij, fosfor, željezo), glukozinolate, glikozide, glukonasturcin, singrin, asparagin, glutamin, oksidaze i peroksidaze. Uzgaja se zbog zadebljanog podanka (rizoma), a jednogodišnji izdanci podanka koriste se za reprodukciju. U istraživanju provedenom na ekološkom gospodarstvu u okolici Varaždina korištena je autohtona čuvana sorta Ludbreški hren. Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj organo mineralnih gnojiva dozvoljenih za primjenu u ekološkoj proizvodnji na prinos i sadržaj minerala u podanku hrena. Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u četiri repeticije i sljedećim varijantama gnojidbe sa organo mineralnim gnojivima dobrog biostimulativnog učinka (Biotech NPK 3:10:5 S+2 MgO u kombinaciji s Grena Biosprint Calcio NPK 9:1:1; Grena Biobase NPK 3:8:8; Grena life NPK 4:6:10 S+2 MgO). Promatrajući sve dobivene rezultate uglavnom je utvrđen pozitivan učinak organo mineralnih gnojiva na istraživane parametre.

ključne riječi: hren, organsko mineralna gnojidba, morfološka mjerenja, mineralni sastav

Uvod

Hren je višegodišnja zeljasta, pri dnu drvenasta trajnica s vretenastim korijenom i uspravnom, u gornjem dijelu razgranjenom stabljikom visokom 0,6-1 m (Grdinić i Kremer, 2009.). Biljka je koja se zbog oštrog, pikantnog okusa koristi više kao dodatak jelima odnosno kao začini. Oštar okus hrenu daje gorušično ulje (128 mg/100g) koje ima i antibiotsko djelovanje (Lešić i sur., 2002., Walters 2021.). Korijen hrena sadrži visoku razinu vitamina C, značajnih minerala (kalij, magnezij, kalcij, fosfor, željezo), glukozinolate, glikozide, glukonasturcin, singrin, asparagin, glutamin, oksidaze i peroksidaze (Kosson i Horbowicz, 2009.). Hren je poznat u medicini kao diuretik, njegov unos u organizam pomaže kod liječenja kamenca (Albrecht i sur., 2007.). Enzim peroksidaza, poznat u hrenu, koristan je za otkrivanje protutijela u molekularnoj biologiji. Također, provode se istraživanja na hrenu u svrhu mogućnosti prevencije karcinoma (Goodman, 2009.). Uzgaja se zbog zadebljanog podanka (rizoma), a jednogodišnji izdanci podanka koriste se za reprodukciju. Korijenov sustav hrena sastoji se od dugog cilindričnog ili konusnog glavnog korijena s nekoliko tankih bočnih podanaka (Agneta i sur., 2013.). Najkvalitetnije reznice nalaze se na krajevima korijena i promjera su 1-2 cm. Prosječno se iz jednog podanka dobiju tri do četiri reznice (Filipović i sur., 2014.). Hren podnosi širok raspon pH tla od 5,5 do 6,8 (Bratsch, 2009.). Također je važna i određena količina organske tvari (Filipović i Jevđović, 2004.). Općenito, za hren, kao i druge korjenaste vrste, najprikladnija gnojiva su ona u kojima je kalij dominantna komponenta (Filipović i sur. 2014.). Iako su potrebe biljke za mikroelementima znatno niže, mikroelementi su bitna hraniva potrebna za rast i razvoj. Manjak mikroelemenata u biljkama najprije rezultira smanjenjem otpornosti na štetne čimbenike okoliša, nakon čega slijedi smanjenje prinosa i kvalitete. Alloway, (2008.), Rutkowska i sur., (2014.) navode da se primjenom stajskog gnoja po-

¹ Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, Križevci, Hrvatska
Autor za korespondenciju: rerhatic@vguk.hr

većavaju koncentracije cinka, bora i željeza u otopini tla. Organska se gnojiva mogu kombinirati sa mineralnim gnojivima i tako prilagoditi formulaciju različitim biljnim vrstama, povećanje produktivnosti usjeva, učinkovitiju iskoristivost dušika i poboljšanje zdravlja tla (Murmu i sur. 2013.). Uporaba organskih gnojiva, poboljšava svojstva tla, posebice strukturu što ima za posljedicu bolji vodozračni odnos te veću raspoloživost svih hraniva (Bohloul i sur., 2016.). Za razliku od organskih gnojiva, organo mineralna gnojiva sadrže hraniva organskog i anorganskog podrijetla. U kemijskom proizvodnom procesu organo mineralna gnojiva proizvedena su miješanjem organskih i anorganskih gnojiva ili kombinacijom organskih i anorganskih spojeva. Djeluju dugotrajno tijekom više godina, jer sprječavaju ispiranje biogenih elemenata iz rizosfere vežući ih na organomineralni koloidni kompleks tla kemijski i polarno (oboje raspoloživo za usvajanje). Umjereno stimuliraju rast bilja u duljem vremenskom periodu. Jačaju otpornost biljaka na pojavu bolesti i štetočina. Primjer proizvodnje organo mineralnog gnojiva je kompostiranje uz dodatak mineralnog (anorganskog) gnojiva uglavnom radi povećanja udjela fosfora ili kalija (Lončarić i Karalić, 2015.).

Materijali i metode

Istraživanje je provedeno 2019. u Vidovcu kraj Varaždina. U istraživanju je korištena sorta hrena pod nazivom Ludbreški hren. Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u četiri repeticije i tri varijante gnojidbe s organo mineralnim gnojivima bogatim aminokiselinama, huminskim i fulvo kiselinama čije korištenje je dozvoljeno u ekološkoj poljoprivredi: Biotech NPK 3:10:5 S+2 MgO u kombinaciji s Grena Biosprint Calcio NPK 9:1:1 G1; Grena Biobase (NPK 3:8:8 S) G2 i Grena life (NPK 4:6:10 S+2 MgO) G3 te varijanta bez gnojidbe (K). Kemijskom analizom uzoraka tla uzetog prije sadnje utvrđeno je da je tlo ekstremno kiselo (pH 3,88), siromašno opskrbljeno fosforom (P₂O₅ 6,88 mg/100 g tla) i kalijem (K₂O 14,33 mg/100 g tla) te jako humuzno (5,31). Sadnja hrena obavljena je 1. svibnja 2019. na dubinu 30 do 40 cm. Gnojidba je izvršena u dva navrata. Prvi puta tijekom sadnje, a drugi sredinom vegetacije u količini 50 g/1,6 m².



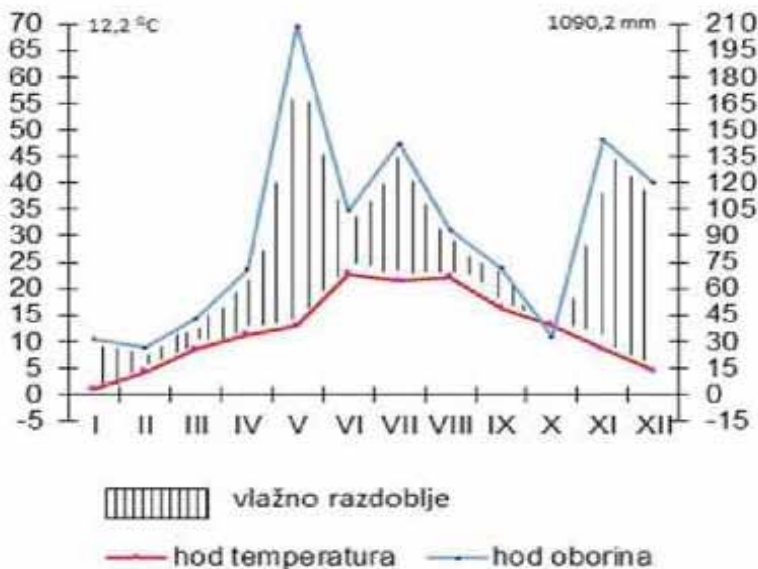
Slika 1. Sadnja hrena

Picture 1. Planting horseradish

Izvor/Source: Elizabeta Trglačnik

Tijekom vegetacije mjerena je visina biljke i broj listova: 20.5, 25.6., 25.7., 25.8., 25.9.2019. (Slika 2). Berba je izvršena 4. prosinca 2019. godine. U vrijeme berbe određena je masa podanka te izračunat ukupan prinos, mjerena je dužina glavnog korijena te broj postranih izdanaka. Uzimanje uzoraka podanka za kemijske analize izvršeno je u berbi. Uzorci podanka su osušeni i pripremljeni za daljnje analize. Nakon digestije sa smjesom kiselina (1/3 HNO₃+2/3 HCl) u Microwave uređaju, fosfor je određen spektrofotometrijski, kalij na plamenom fotometru, a kalcij, magnezij, željezo, mangan, cink i bakar određeni su na atomsko apsorpcijskom spektrometru (AAS). Mjesečne količine oborina i temperature zraka za područje Varaždina u vegetacijskom razdoblju prikazane su u Grafikonu 1. Odmah nakon sadnje hrena u svibnju, zabilježena je srednja mjesečna temperatura zraka 13°C. Tijekom faze intenzivnog rasta hrena u lipnju zabilježen je i porast srednje mjesečne temperature što je i ujedno najviša zabilježena srednja temperatura zraka tijekom vegetacije (22,8°C). Tijekom vegetacijskog razdoblja najveća količina oborina zabilježena je u svibnju (209,1 mm). Podaci su obrađeni statistički analizom varijance (TIBCO Statistica 13.5.0, 2018.). Srednje vrijednosti istraživanih parametara između tretmana testirane su t-testom.

Varaždin, 2019.



Grafikon 1. Klimatski dijagram pema Walteru
Graph 1. Climate diagram according to Walter

Izvor/Source: DHMZ



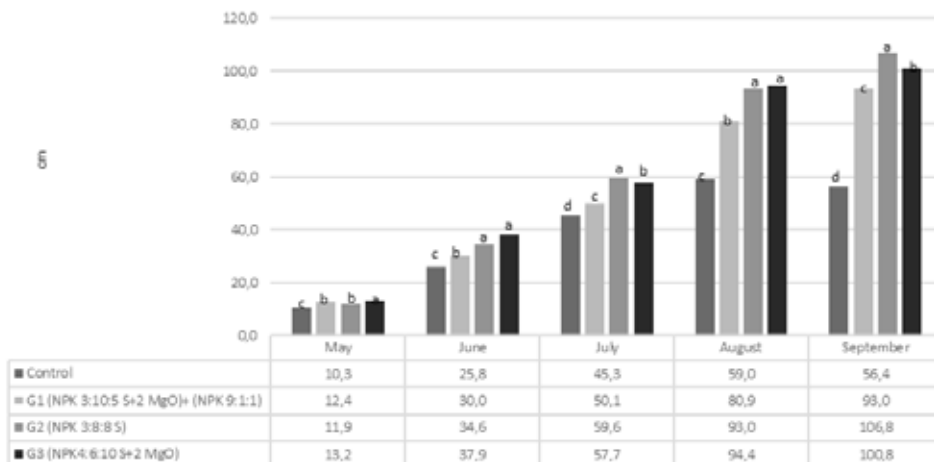
Slika 2. Nasad hrena

Picture 2. Horseradish in the field

Izvor/Source: Elizabeta Trglačnik

Rezultati i rasprava

Visina biljaka hrena tijekom vegetacijskog razdoblja prikazana je u Grafikonu 2. Promatrajući visinu biljaka i broj listova tijekom vegetacije zabilježen je kontinuiran porast od svibnja do rujna. Značajno najviše biljke hrena u svim mjerenjima tijekom vegetacije zabilježene su pri uzgoju na varijantama gnojidbe G2 i G3, dok su najmanje na kontroli. Slične vrijednosti visine biljaka hrena navode Filipović i sur. (2014.) u drugoj godini uzgoja (60 do 120 cm).



Grafikon 2. Visina biljaka hrena

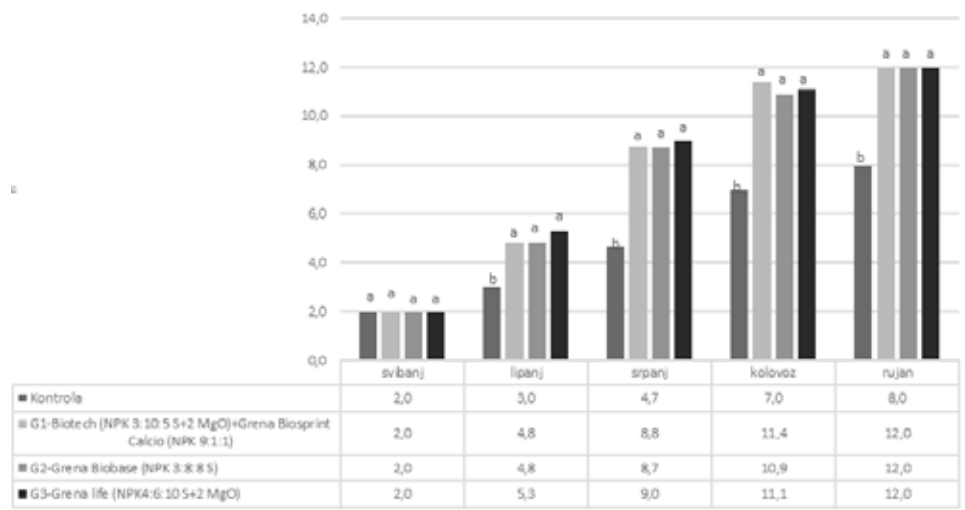
Graph 2. Plant height of horseradish

Izvor/Source: Elizabeta Trglačnik

*vrijednosti u stupcima označene različitim slovima značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

*values in the columns identified by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Značajno najveći broj listova na biljkama hrena u svim mjerenjima utvrđen na varijanti gnojidbe G3, a najmanji na kontroli (Grafikon 3.). Broj listova ovog istraživanja pokazuje nešto manje prosječne vrijednosti u odnosu na broj listova hrena uzgajanog u konvencionalnom uzgoju koje su utvrdili tijekom vegetacije (16 do 39) Rivelli i De Maria (2019.).



Grafikon 3. Broj listova po biljci hrena

Graph 3. Leaf number of horseradish

Izvor/Source: Elizabeta Trglačnik

*vrijednosti u stupcima označene različitim slovima značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

*values in the columns identified by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Morfološka mjerenja podanka hrena izvršena su tijekom berbe. U tablici 1. vidljive su statistički značajne razlike svih mjerenih parametara podanka ovisno o varijanti gnojidbe. Značajno veći prinos podanka u odnosu na kontrolu zabilježen je uzgojem na varijantama gnojidbe G1 i G3 (6,5 i 6,3 t/ha). Rivelli i De Maria (2019.) navode veći prinos podanka hrena u prvoj godini istraživanja (10,9 i 12,0 t/ha). Filipović i sur. (2015.) navode da prinos hrena najviše ovisi o tehnologiji proizvodnje i sortama, te ističe da su prosječni prinosi ruskih sorata do 30 t/ha, američkih 15 do 20 t/ha, a europskih oko 25 t/ha. Biljke značajno najdužeg podanka u odnosu na sve ostale varijante zabilježene su uzgojem na varijanti gnojidbe G3 (56,6 cm). Slične vrijednosti dužine podanka navode i Filipović i sur. (2015.) kod vrlo raširene sorte hrena Atlant (20 do 50 cm). To je sorta srednjeg rasta, ne cvjetajuća, s vegetativnim rastom od 86 do 129 dana. Značajno veći broj postranih izboja korijena po biljci u odnosu na varijante gnojidbe G1 (7,6) i G3 (8,0) zabilježen uzgojem na kontroli (9,6). Rivelli i sur., 2016., navode u vrijeme kasne jeseni prosječan broj postranih izboja podanka hrena (12,2) što je nešto više od vrijednosti dobivenih ovim istraživanjem.

Tablica 1. Prinos i morfometrijski pokazatelji podanka hrena
Table 1. Yield and morphometric indicators in the horseradish rhizome

| Gnojdbeni tretmani/ Treatments of fertilization | Dužina podanka/Length of main root (cm) | Broj postranih izdanaka korijena/Number of lateral roots | Prinos/Yield (t/ha) |
|--|---|--|---------------------|
| K | 44,9 ^c | 9,6 ^a | 4,4 ^b |
| G1 | 50,3 ^b | 7,6 ^b | 6,5 ^a |
| G2 | 39,1 ^d | 8,2 ^{ab} | 5,3 ^{ab} |
| G3 | 56,6 ^a | 8,0 ^b | 6,3 ^a |

Izvor/Source: Elizabeta Trglačnik

*vrijednosti u stupcima označene različitim slovima značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

*values in the columns identified by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Prosječni sadržaj makroelementa u podanku hrena prikazan je u tablici 2. Usporedivši sadržaj makroelemenata u podanku hrena statistički značajne razlike zabilježene su jedino u sadržaju fosfora. Najveće vrijednosti fosfora (0,58 %; 0,55 %) zabilježene su na varijantama gnojidbe G3 i G1, dok je najveća vrijednost magnezija (0,14 %) zabilježena na varijanti gnojidbe G3. Najveća vrijednost dušika (2,51 %) zabilježena je uzgojem na varijanti gnojidbe G1. Nešto veće vrijednosti kalija (1,74 %; 1,75 %) zabilježene su uzgojem na varijanti gnojidbe G1 i G2, a kalcija na kontroli i varijanti gnojidbe G2.

Tablica 2. Sadržaj suhe tvari i makroelemenata u podanku hrena (%)
Table 2. Dry matter content and the macroelements in the horseradish rhizome (%)

| Gnojdbeni tretmani/ Treatments of fertilization | Suha tvar/ Dry matter | N | P | K | Ca | Mg |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| K | 29,76 ^a | 1,95 ^a | 0,47 ^b | 1,69 ^a | 3,61 ^a | 0,13 ^a |
| G1 | 28,79 ^a | 2,51 ^a | 0,55 ^a | 1,74 ^a | 3,54 ^a | 0,13 ^a |
| G2 | 29,72 ^a | 1,98 ^a | 0,47 ^b | 1,75 ^a | 3,61 ^a | 0,13 ^a |
| G3 | 29,92 ^a | 2,18 ^a | 0,58 ^a | 1,67 ^a | 3,33 ^a | 0,14 ^a |

Izvor/Source: Elizabeta Trglačnik

*vrijednosti u stupcima označene različitim slovima značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

*values in the columns identified by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

U Tablici 3. prikazan je sadržaj mikroelemenata u podanku hrena. U sadržaju mikroelemenata u podanku hrena nisu utvrđene značajne razlike ovisno o gnojdbi. Najveće vrijednosti željeza ($420,75 \text{ mg/kg}^{-1}$), bakra ($7,82 \text{ mg/kg}^{-1}$) i cinka ($86,85 \text{ mg/kg}^{-1}$) u podanku hrena zabilježene su uzgojem na varijanti gnojidbe G3, dok je najveća vrijednost mangana ($27,85 \text{ mg/kg}^{-1}$) zabilježena uzgojem na varijanti gnojidbe G2. Utvrđene su nešto više

vrijednosti mangana, bakra i cinka u podanku hrena usporedivši s vrijednostima (Cu 4,96 mg/kg⁻¹, Mn 11,22 mg/kg⁻¹, Zn 30,2 mg/kg⁻¹) dobivenih u istraživanju (Bella Kovacs, 2010.).

Tablica 3. Sadržaj mikroelemenata u podanku hrena (mg/kg⁻¹)

Table 3. Microelements content in the horseradish rhizome (mg/kg⁻¹)

| Gnojidbeni tretmani/ Treatments of fertilization | Fe | Mn | Cu | Zn |
|---|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| K | 296,20 ^a | 25,20 ^a | 6,32 ^a | 83,25 ^a |
| G1 | 355,95 ^a | 27,70 ^a | 5,96 ^a | 81,15 ^a |
| G2 | 383,50 ^a | 27,85 ^a | 5,99 ^a | 86,80 ^a |
| G3 | 420,75 ^a | 27,55 ^a | 7,82 ^a | 86,85 ^a |

Izvor/Source: Elizabeta Trglačnik

*vrijednosti u stupcima označene različitim slovima značajno se razlikuju ($p < 0,05$)

*values in the columns identified by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

Zaključak

Promatrajući sve dobivene rezultate ovog istraživanja, u određenim varijantama organo mineralne gnojidbe može se utvrditi pozitivan utjecaj organo mineralnih gnojiva u odnosu na kontrolu. Najveći prinos podanka utvrđen je na varijantama gnojidbe G1 (Biotech NPK 3:10:5 S+2 MgO u kombinaciji s Grena Biosprint Calcio NPK 9:1:1) i G3 (Grena life NPK 4:6:10 S+2 MgO), dok je najveća dužina podanka utvrđena također na varijanti gnojidbe G3. Temeljem prikazanih rezultata djelomično se može potvrditi činjenica da organo mineralna gnojiva dobrog biostimulativnog učinka s dodatkom aminokiselina, huminskih i fulvo kiselina stimuliraju rast biljaka i povećavaju nutritivnu vrijednost hrena. Tijekom vegetacije nije primijećen napad bolesti i štetnika što se također može povezati s pozitivnim utjecajem organo mineralnih gnojiva na obrambeni sustav biljaka. Da bi se mogao potvrditi biostimulativan učinak organo mineralnih gnojiva u duljem vremenskom periodu što je svako korisno u ekološkoj proizvodnji, potrebno je nastaviti s istraživanjem.

Literatura

Agneta, R., Moellers C., Rivelli, A. (2013) Horseradish (*Armoracia rusticana*), a neglected medical and condiment species with a relevant glucosinolate profile: a review. Genet resour Crop Evol 60 (7): 1923-1943.

Albrecht, U., Goos K.H., Schneider, B. (2007) A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of herbal medicinal product containing Tropaeoli majors herba (Nasturtium) and Armoraciae rusticanae radix (horseradish) for the prophylactic treatment of patients with chronically recurrent lower urinary tract infections. Current Medical Research Opinions 23, 2415-2422.

Alloway, B.J. (2008) Micronutrient Deficiencies in Global Crop Production. Springer Science, Business Media, B.V., Dordrecht, 370.

Bella Kovacs, A. (2010) Studies of the effects of N fertilizers and Microbian UNC biofertilizer on microelement content of horseradish (*Armoracia rusticana*). Acta Agraria Debreceniensis, (38), 41-45, <https://ojs.lib.unideb.hu/actaagrar/article/view/2758> Pristupljeno 27.9.2020. Bratsh, (2009) Speciality Crop profile. Horseradish, Virginia Cooperative Extension publication, 438-104.

Bohloul, A., Parizad, M., Mehdi, M. (2016) Dry Matter and Essential Oil Yield Changes of *Lavandula officinalis* under Cowmanure and Vermicompost Application. Journal of Medicinal Plants and By-products. 1, 97-104.

Filipović, V., Jevdović, R. (2004) Influence of vegetative areae upon horseradish grown using methods of organic production. 3 rd International ECO-Conference "Safe food" Ecological movement of Novi Sad, Thematic proceedings, Book II: 67-72.

Filipović, V., Popović, V., Aćimović, M. (2015) Organic Production of Horseradish (*Armoracia rusticana* Garten Mey., Scherb.) in Serbian Metropolitan Regions Science. Science Direct. Procedia Economics and Finance 22, 105 – 113.

Goodman, S. (2009) Horseradish-protection against cancer and more. <https://www.thefreelibrary.com/Horseradish%3A+protection+against+cancer+and+more-a0214895801>.

- Grdinić, V, Kremer, D. (2009) Ljekovito bilje i ljekovite droge. Farmakoterapijski, botanički i farmaceutski podaci. Hrvatska ljekarnička komora Zagreb.
- Kosson, R., Horbowicz, M. (2009) Effect of Long Term Storage on Some Nutritive Components and Isothiocyanates Content in Roots of Two Horseradish Types. *Vegetable Crops Research Bulletin*. Vol (69). Issue 1: 155-164.
- Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002) Povrčarstvo. Zrinski d.d. Čakovec.
- Lončarić, Z., Karalić, K. (2015) Mineralna gnojiva i gnojidba ratarskih usjeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
- Murmu, K., Swain, D.K., Ghosh, B.C. (2013) Comparative assessment of conventional and organic nutrient management on crop growth and yield and soil fertility in tomato-sweet corn production system. *Aust J Crop Sci*. 7 (11): 1617-1626.
- Rivelli, A.R., Lelario, F., Agneta, R., Mollers, C., Maria, S. De. (2016) Variation of glucosinolates concentration and root growth of horseradish as affected by nitrogen and sulphur supply. *Plant Soil Environ*. Vol. 62, No 7: 307-313.
- Rivelli, A.R., De Maria, S. (2019) Exploring the physiological and agronomic response of *Armoracia rusticana* grown in rainfed Mediterranean conditions. *Italian Journal of Agronomy*. Volume 14: 1445.
- Rutkowska, B., Szulc, W., Sosulski, T., Stepien, W. (2014) Soil micronutrient availability to crops affected by long-term inorganic and organic fertilizer applications. *Plant soil Environ*. 60 (5): 198-203.
- Walters, S.A. (2021) Horseradish: A Neglected and Underutilized Plant Species for Improving Human Health. *Horticulturae*, 7, 167.

Prispjelo/Received: 10.2.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 28.2.2022.

Original scientific paper

Influence of organo mineral fertilizers on yield and mineral composition of horseradish (*Armoracia rusticana* Ph. Gärtten, B. Mey et Scherb)

Abstract

Horseradish (Armoracia rusticana Ph. Garten) is a perennial plant of the family Brassicaceae. The root contains high levels of vitamin C, important minerals such as potassium, magnesium, calcium, phosphorus and iron, but also glucosinolates, glycosides, gluconasturtiin, sinigrine, asparagine, glutamine, oxidases and peroxidases. It is being cultivated for its rhizome, and the annual sprouts are used for reproduction. Plant biostimulators are non-toxic substances mostly of natural origin which contribute to the stimulation of physiological processes inside the plant. In our research we used an autochthonous variety Ludbreški horseradish, the aim of the study was to determine the impact of organic mineral fertilization on plant growth and the yield and mineral content in the horseradish rhizome. The experiment has been set randomly in blocks, in four repetitions using various types of organic mineral manures of good biostimulating effect (Biotech NPK 3:10:5 S+2 MgO and combined with Grena Biosprint Calcio NPK 9:1:1 aminoacids; Grena Biobase NPK 3:8:8; Grena life NPK 4:6:10 S+2 MgO). Observing all the obtained results of this research, in certain variants of organo-mineral fertilization, a positive influence of organo-mineral fertilizers in relation to the control can be determined.

Key words: horseradish, organic mineral fertilization, morphological measurements, mineral composition