

EVALUATION OF FRUIT QUALITY UNDER DIFFERENT IRRIGATION AND FERTIGATION IN GALA AND FUJI APPLES

ZHODNOTENIE KVALITY OVOCIA V RÁMCI RÔZNYCH ZAVLAŽOVACÍCH SYSTÉMOV A FERTIGÁCIE JABĽK GALA A FUJI

¹L. Vašítek, ^{1*}V. Mašán, ¹M. Vaidová, ¹A. Čížková, ²V. Višacki

¹Department of Horticultural Machinery, Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno

* corresponding author: vladimir.masan@mendelu.cz

²Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad

Abstract

The apple orchards are, in a long-term period, one of the most intensive areas when it comes to its production. But due to the climate changes, there have been a huge focus on how to lower the amount of water and fertilizers used in the orchards. This research shows different irrigation and fertigation programs and its influence on quality of the Gala and Fuji apples. Three irrigation programs were applied; Z+F – full irrigation with fertigation; Z – full irrigation without fertigation and BEZ-Z – non-irrigation program with only natural precipitations used. The highest amount of nitrogen, phosphor, and potassium was, according to assumptions, identified in program Z+F, then in program Z, and the lowest amount in program BEZ-Z. Calcium and magnesium were not added by the fertigation and at the both variants of apple tree they were found in a very small amount, while the differences between variants were minimal as well.

Keywords: irrigation, fertilization, apple, orchard, Gala, Fuji

ÚVOD

Gala a Fuji sú z celosvetového hľadiska jedny z najviac pestovaných odrôd jabloní (FAO, 2017, O'ROURKE, 2016). Väčšina produkčných plôch je dnes sústredená do produkčných centier a intenzívnych výsadiieb s hustým sponom, čo neprispieva k prirodzenému kolobehu vody a živín v daných oblastiach. Najmä v sadoch s vysokou hustotou výsadby v kombinácii s plytkým koreňovým systémom slaborastúcich tvarov jabloní je zavlažovanie a hnojenie dôležité, pretože korene stromov si silne konkurujú a súťažia o vodu a živiny (Ucar et al., 2016). Intenzívne výsadby jabloní musia mať riešený systém doplnkovej závlahy a umelo dodávané hnojivá z dôvodu zachovania vysokej produktivity a obchodnej kvality ovocia. (Bennewitz et al., 2015, Bílková et al., 2016). Zavlažovanie vykazuje veľmi pozitívny vplyv výnosu na kvalitu jabĺk, najmä počas suchých rokov (Veverka a Pavlačka, 2012).

Na druhú stranu, zmena klímy a rastúca produkcia plodín zvyšuje dopyt po vode a efektívne využívanie vody v poľnohospodárstve sa stáva čoraz kritickejšim (Fallahi et al., 2007). V mnohých oblastiach pestovania ovocia sa hnojivá aplikujú prostredníctvom zavlažovacieho systému (fertigácie), ktorý umožňuje presne regulovať dávku vody, ale aj živín (Wojcik a Treder, 2006).

Zavlažovací systém na princípe kvapkovej závlahy pokrýva potreby rastlín na vodu a zabezpečuje dobrú vodnú rovnováhu, ktorá je priaznivá pre rast a vývoj rastlín. Navyše táto metóda šetrí minimálne 39% pou-

žitej vody v porovnaní s postrekovacím systémom (Fallahi, 2017, Fallahi a Fallahi, 2017).

Kombinácia nových návrhov sádov s účinnejšími zavlažovacími systémami a hnojením, najmä dusíkom (N), môže prispieť k nižšej spotrebe vody pri produkcii ovocia, či dokonca k jeho vyššej kvalite (Fallahi et al., 2007, Neilsen et al., 2008).

Mnoho autorov dospelo k záveru, že management riadenia závlah vedie k veľkým úsporám vody a zlepšovaniu, prípadne len k minimálnemu zníženiu kvality ovocia a výnosov, ale s pozitívnym efektom na skladovanie plodov. Plody variantov, u ktorých sa uplatňovala redukovaná závlaha, mali len malú stratu vody počas skladovania. Naopak plody vo variantách bez riadenia závlahy s maximálnymi dávkami vody, mali zníženú pevnosť plodov po uskladnení v porovnaní s tými, ktoré dostávali nižšie dávky závlahy. (Fallahi a Fallahi, 2017, Yildirim et al., 2016, Naor et al., 2008).

Veľmi podobné sú výsledky hnojenia dusíkom, ktoré ukazujú, že po dvoch rokoch bolo ovocie s nižšími dávkami menšie, ale pevné, s vyššou cukrnatosťou (11,8 °Bx) (Swarts et al., 2016).

Napríklad Leib et al. (2006) poukázal, že veľkosť plodov a výnosy jabĺk Fuji pri čiastočnom zavlažovaní boli podobné ako pri konvenčnom zavlažovaní v poliaridnej klíme štátu Washington.

Tento experiment prezentuje výsledky vplyvu rôznych závlahových dávok a fertigácie na obsah základných prvkov, hmotnosť a priemer plodov odrôd

jabloní Gala a Fuji. Experiment bol vykonaný v komerčnom produkčnom sade, v prvom roku po zmene riadenia závlah.

MATERIÁL A METODY

Stanovište

Pokus sa uskutočnil v sade Plantex, s.r.o. (zemepisná šírka: 48 ° 33'4.25 "S, zemepisná dĺžka: 17 ° 43'57.78" V) v obci Veselé pri meste Piešťany na Slovensku v roku 2017. Pôdy v experimentálnej časti pokusu boli charakterizované ako hnedozeme, stredne ťažké. Výsledky z agrochemického skúšania pôd sú nasledovné: pH 7,2 (neutrálny), obsah fosforu 142,0 mg.kg⁻¹ (dobrý), draslíka 441,0 mg.kg⁻¹ (vysoký), horčíka 391,0 mg.kg⁻¹ (vysoký), vápnika 3737,0 mg.kg⁻¹ (vysoký). Klíma v experimentálnej časti pokusu je klasifikovaná ako klima Cfb; teplá, mierne vlhká. Ročné zrážky sa pohybujú od 550 do 600 mm. Priemerná ročná teplota vzduchu sa pohybuje od 9 do 10°C. Nadmorská výška experimentálnej časti pokusu je 161 metrov nad morom. V pokuse sa skúmali 14-ročné jablone odrôd Gala, Schniga a Fuji, Kiku 8 očkované na podpníkoch M9. Stromy boli pestované v tvare štíhleho vretena. Príkmenný pás bol udržiavaný pomocou herbicídov a medziradie bolo zatrávené a pravidelne kosené. Stromy boli vysadené v spon

3,6 × 1 m. Každý riadok pozostával z jednej varianty s desiatimi stromami uprostred radu.

Program závlahy a hnojenia

Rok pred pokusom sa závlaha a fertigácia vykonávali štandardným spôsobom, bežným pre firmu, takže sa mohli zjednotiť všetky varianty. Voda k závlahe bola získaná z vodného zdroju v blízkosti experimentálnej časti pokusu. K závlahe bola použitá kvapková závlaha s kvapkovačmi, ktoré mali prietok 2 l.h⁻¹ a rozteč 750 mm.

V priebehu celej vegetačnej sezóny boli aplikované tri varianty závlahy: variant Z+F - plná závlaha s fertigáciou; variant Z - plná závlaha bez fertigácie; variant BEZ-Z - bez zavlažovania, iba prirodzené zrážky. Celková závlahová dávka je popísaná v Tab. I. Informácie o závlahe boli zozbierané z automatického závlahového systému a informácie o zrážkach z meteorologickej firmy. Použité hnojivá boli od spoločnosti "Haifa Chemicals" (Izrael), konkrétne: síran amónny, cheláty železa 6% EDDHA, Humifirst, KNO₃ MultiK, K₂SO₄ Sulopotasse, MKP. Režim závlahy a hnojenia bol prevádzkovaný automatickým závlahovým systémom s dohľadom príslušného zamestnanca. Všetky stromy vo variante dostali rovnaké množstvo vody.

Tab. I: Množstvo závlahovej dávky počas vegetácie

Mesiac	Z+F závlaha s fertigáciou (mm)		Z závlaha bez fertigácie (mm)		BEZ-Z bez závlahy iba prirodzené zrážky (mm)
	Gala	Fuji	Gala	Fuji	
Január	0	0	0	0	14,6
Február	0	0	0	0	32,0
Marec	0	0	0	0	28,8
Apríl	165	129	154	118	45,2
Máj	115	118	115	118	26,5
Jún	148	137	137	120	50,7
Júl	232	241	193	204	52,5
August	230	216	190	188	102,7
September	28	28	28	28	74,4
Október	0	0	0	0	29,2
November	0	0	0	0	53,6
Spolu	869	918	776	817	510,2

Analýzy obsahu prvkov

Plody vybraných piatich stromov z každého variantu boli zozbierané a analyzované. Dátum zberu bol stanovený na základe testov zrelosti ovocia (Gala, 28. augusta 2017 a Fuji, 25. októbra 2017). Zberané ovocie malo veľkosť 55 až 90 mm v priemere, čo predstavuje 1. akosť. Obsah dusíka, fosforu, draslíka, horčíka a vápnika bol stanovený v laboratóriu Agronomickej fakulty Mendelovej univerzity v Brne. Použité metódy na stanovenie obsahu látok boli: mineralizácia rastlinnej hmoty mokrou cestou v mikrovlnnom uzavretom systéme v prostredí H₂SO₄ a H₂O₂ (Zbíral, 2005) v prístroji Ethos 1 (Milestone S.r.l., Sorisole, Italy), stanovenie fosforu kolorimetricky (Zbíral, 2005) na prístroji UV/VIS spektrofotometer ATI Unicam 8625 (ATI Unicam, Cambridge, UK), stanovenie draslíka, vápnika a horčíka atómovou absorpčnou spektrofotometriou (Zbíral, 2005) s atomizáciou v plameni na prístroji ContrAA 700 (Analytik Jena AG) a stanovenie dusíka Kjeldahlovou metódou (Zbíral, 2005).

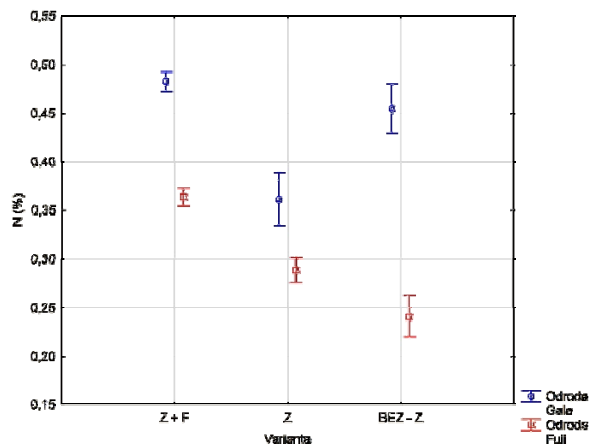
Štatistická analýza

Údaje boli analyzované spoločne pre obe odrody. Bola použitá dvojfaktorová ANOVA s interakciou (P <0,05). Štatistické analýzy boli vykonané softvérom "Statistica 12.0" (StatSoft Inc., USA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah dusíka v plodoch

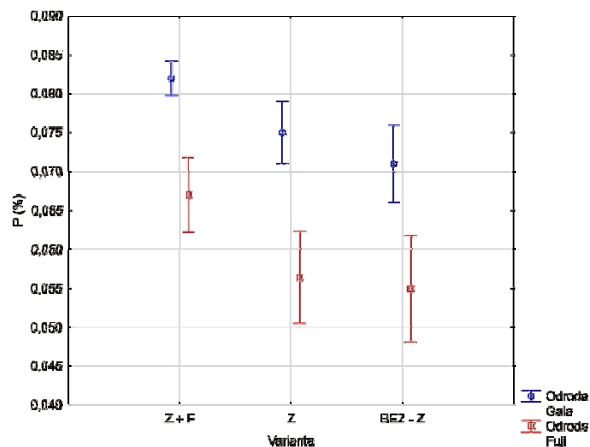
Obsah dusíka v plodoch odrody Gala vo variante Z+F bol 0,483% v absolútnej sušine. Varianta BEZ-Z obsahovala v absolútnej sušine 0,457% dusíka. Najmenej dusíka v plodoch obsahovala varianta Z, jeho obsah bol v absolútnej sušine na úrovni 0,320%. Je to spôsobené pohyblivosťou dusíka v pôde a závlahovou vodou, ktorá dusíku umožnila rýchlejší pohyb v pôde (Ivičič, 1985). Malaguti et al., (2006) uvádzajú vyšší obsah dusíka vo všetkých variantách, čo je ako v našom prípade dôsledok vyššieho hnojenia dusíkom. Potvrdilo sa však to, že v odrode Gala bol nameraný vyšší obsah dusíka ako v odrode Fuji. Odroda Fuji mala najviac dusíka vo variante Z+F následne varianta Z, čo je však opakom ako pri odrode Gala, a aj v rozpore s tvrdením Ivičiča (1985). Variant Z mal obsah dusíka v absolútnej sušine 0,298% a varianta BEZ-Z 0,223% (Graf 1). Nižší obsah dusíka je spôsobený zrejme neskorším zberom oproti odrode Gala (Blažek, 2001). Štatisticky preukázateľné rozdiely boli zistené pri odrode Fuji vo všetkých variantách.



Graf 1: Obsah dusíka v plodoch podľa odrody a varianty

Obsah fosforu v plodoch

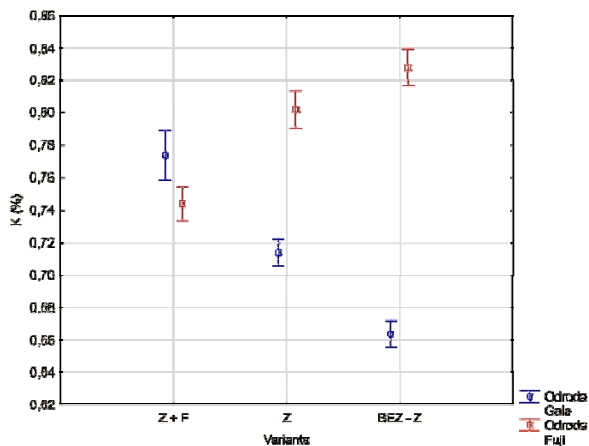
Obsah fosforu v plodoch odrody Gala bol najvyšší vo variante Z+F, keďže počas vegetácie bol pridávaný v hnojive MKP. Obsah fosforu bol v absolútnej sušine na úrovni 0,082%. Varianta Z mal obsah fosforu v absolútnej sušine 0,075% a najmenej fosforu obsahovala varianta BEZ-Z, a to 0,071% v absolútnej sušine. Obsah fosforu v práci Malagutiho et al., (2006) je o niečo nižší a rozdiely vo variantách sú minimálne. Dôvodom je zrejme nízka potreba príjmu tohto prvku (Ivičič, 1985). Najvyšší obsah fosforu v absolútnej sušine mal varianta Z+F 0,066%, následne varianta Z 0,057% a varianta BEZ-Z 0,055% (Graf 2). Rozdiel v obsahu fosforu medzi jednotlivými variantmi sa štatisticky preukázal iba pri odrode Gala vo variante Z+F.



Graf 2: Obsah fosforu v plodoch podľa odrody a varianty

Obsah draslíka v plodoch

Obsah draslíka sa pohybuje spomedzi sledovaných prvkov na najvyšších hodnotách. Je to spôsobené vysokou potrebou príjmu draslíka jablňami (Ivičič, 1985). Najvyšší obsah draslíka pri odrode Gala bol vo variante Z+F na úrovni 0,774% v absolútnej sušine, nasledoval varianta Z s hodnotou 0,714% v sušine a najmenší obsah draslíka v sušine mala varianta BEZ-Z 0,664%. Ako v našom prípade, tak aj v práci Malagutiho et al., (2006) bol obsah draslíka na vysokej úrovni a v rovnakom poradí variant. Odroda Fuji mala vyšší obsah draslíka než odroda Gala. To je spôsobené najmä väčšími dávkami hnojenia draslíkom oproti odrode Gala. Najvyšší obsah draslíka v absolútnej sušine vo variante BEZ-Z 0,828%, následne vo variante Z 0,802% a najnižší vo variante Z+F 0,744% (Graf 3), je zrejme spôsobený skreslením výsledkov nakoľko sa pokus realizoval v prvom roku po odstavení štandardného spôsobu zavlažovania. Malaguti et al., (2006) uvádza najvyšší obsah draslíka vo variante Z+F, pričom obsah v ďalších variantách postupne klesá. Obsah draslíka sa štatisticky preukázal pri oboch odrodách vo všetkých variantách, avšak odroda Fuji má obrátené výsledky a najvyšší obsah draslíka má vo variante BEZ-Z.

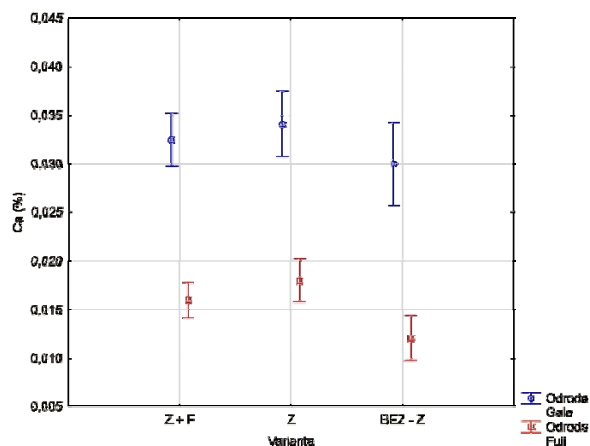


Graf 3: Obsah draslíka v plodoch podľa odrody a varianty

Obsah vápnika v plodoch

Vápnik sa do pôd, v ktorých sa pestujú jablone, dostáva základným hnojením pred založením ovocného sadu, a následne sa v 5 – 10 ročných intervaloch prihnojuje do pôdy, ale nepridáva sa pomocou fertigácie (Ivičič, 1985). Výsledkom sú nízke obsahy vápnika v plodoch v takmer vyrovnaných hodnotách. Najvyšší obsah pri odrode Gala mal varianta Z 0,033% v sušine, následne

variante Z+F 0,031% v absolútnej sušine a variante BEZ-Z 0,030% vápnika. Keďže vápnik nebol fertigáciou dodávaný k stromom, nemožno očakávať veľké rozdiely medzi jednotlivými variantmi. Potvrdilo sa však tvrdenie Failla et al., (1990), že viac vápnika obsahujú varianty so závlahou než tie, ktoré trpia suchom. Najvyššie zastúpenie vápnika pri odrode Fuji v absolútnej sušine je vo variante Z 0,018%, nasledovala varianta Z+F 0,016% a varianta BEZ-Z 0,012% (Graf 4). Štatisticky sa nepodarilo preukázať rozdiely medzi odrodami a jednotlivými variantmi.



Graf 4: Obsah vápnika v plodoch podľa odrody a varianty

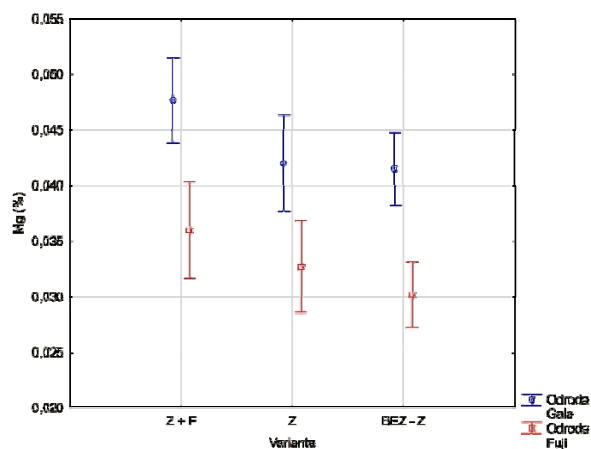
Obsah horčíka v plodoch

Horčík, podobne ako vápnik, sa do pôdy dodáva hlavne ako základné vyhnojenie pôdy pred založením ovocného sadu (Ivičič, 1985). Obsah horčíka bol o čosi vyšší ako obsah vápnika, avšak vo variantách takmer rovnaký. Vyšší obsah horčíka v absolútnej sušine pri odrode Gala mala varianta Z+F 0,048% a varianta Z s variantou BEZ-Z mali obsah 0,042%. Malaguti et al., (2006) uvádzajú hodnoty horčíka vo variantách približne na rovnakej úrovni a rozdiely sú minimálne, ako aj v našom prípade. Pri odrode Fuji mal najvyšší obsah v absolútnej sušine varianta Z+F 0,036%, následne varianta Z 0,032% a varianta BEZ-Z 0,027% (Graf 5). Malý rozdiel v jednotlivých variantách potvrdilo aj pozorovanie Malagutiho et al. (2006). Podobne ako pri vápniku, ani pri horčíku sa nepodarilo štatisticky preukázať rozdiely medzi odrodami a variantmi.

ZÁVER

Výsledky získané týmto pokusom poukazujú na potrebu závlahy a fertigácie v ovocných sadoch,

čo pozitívne vplýva na kvalitatívne parametre plodov odrôd Gala a Fuji. Rozdiely po prvom roku sledovania



Graf 5: Obsah horčíka v plodoch podľa odrody a varianty

ale neboli priepastné, ako by sa predpokladalo. Je možné uvažovať o dostatočnej zásobe živín a vlhky v pôde z minulých rokov, alebo o zbytočnom prehnojovaní sadu a zavlažovaní vo vysokých dávkach. Výsledky experimentu tak naznačujú i potenciálny priestor na zvyšovanie efektivity využitia hnojív a hospodárnejšie nakladanie s vodou.

Výsledky analýz obsahu prvkov N, P, a K v podstate kopírovali predpoklad, že najvyšší obsah bude u varianty Z+F, následne Z, a najnižší obsah bude u varianty BEZ-Z. Odroda Gala mala v plodoch obsah dusíka o 25% a obsah fosforu približne o 22% vyšší než odroda Fuji. Naopak odroda Fuji obsahovala o 11% viac draslíka v plodoch oproti odrode Gala.

Vápnik a horčík nebol dodávaný ferigáciou a v oboch odrodách sa nachádzal vo veľmi malom množstve, pričom rozdiely medzi variantami boli minimálne. Obsah vápniku v odrode Gala bol o 50% vyšší ako v odrode Fuji a obsah horčíka bol o 28% vyšší v odrode Gala ako v odrode Fuji.

LITERATÚRA

BENNEWITZ, Á., ALFREDO, E., COOPER, T. et. al. 2015. Effect of decreasing levels of N amendments on organic "Granny Smith" apple trees. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 15(4): 79-90.

BLAŽEK, J. 2001. *Pěstujeme jabloně*. Praha: Brázda. 255 s.

FAILLA, O., TRECCANI, C. P., MIGNANI, I. 1990. Water status, growth and calcium nutrition of apple

trees in relation to bitter pit. *Scientia Horticulturae*. 42(1-2): 55-64.

FALLAHI, E., FALLAHI, B., SHAFII, B. et. al. 2007. Water use, tree growth, and leaf mineral nutrients of young 'Fuji' apples as influenced by different irrigation systems. *Acta Hort.* 721: 63-70.

FALLAHI, E., NEILSEN, D., NEILSEN, G. H. et. al. 2010. Efficient Irrigation for Optimum Fruit Quality and Yield in Apples. *Hort. Sci.* 45: 1616-1625.

FALLAHI, E. 2017. Long-Term Influence of Irrigation Systems on Postharvest Fruit Quality Attributes in Mature 'Autumn Rose Fuji' Apple Trees. *International Journal of Fruit Science*. 18(2): 177-187.

FALLAHI, E., FALLAHI, B. 2017. Changes in water requirement, yield, and quality under various irrigation and nitrogen levels in 'Fuji' apples. *Acta Hort.* 1177: 301-306.

FALLAHI, E., FALLAHI, B., KIESTER, M. J. 2018. Evapotranspiration-based Irrigation Systems and Nitrogen Effects on Yield and Fruit Quality at Harvest in Fully Mature 'Fuji' Apple Trees over Four Years. *HortScience*. 53(1): 38-43.

FAO, 2017. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Database.

IVIČIČ, L., JEKEL, J., JÍLEK, R. 1985. *Ovocinárstvo*. Bratislava: Príroda. 418 s.

LEIB, B. G., CASPARI, H. W., REDULLA, C. A. et. al. 2006. Partial root zone drying and deficit irrigation of 'Fuji' apples in a semi-arid climate. *Irrig. Sci.* 25: 541-552.

MALAGUTI, D., ROMBOLA, A. D., QUARTIERI, M., LUCCHI, A., INDERST, C., MARANGONI, B., TAGLIAVINI, M. 2006. Effects of the rate of nutrients by fertigation and broadcast application in 'Gala' and 'Fuji' apple. *Acta Horticulturae*. 721:165-172.

NAOR, A., S. NASCHITZ, PERES, M. et. al. 2008. Responses of apple fruit size to tree water status and crop load. *Tree Physiology*. 28(8): 1255-1261.

NEILSEN, D., NEILSEN, G. H., GREGORY, D. et. al. 2008. Drainage losses of water, N and P from micro-irrigation systems in a young, high density apple planting. *Acta Hort.* 792: 483-490.

O'ROURKE, D. 2016. *World apple review*. Washington: Belrose, Inc. Available at: <http://www.e-belrose.com/>. [Accessed: 2018, February 7].

SWARTS, N. D., HARDIE, M., CLOSE, D. C. 2016. Precision nitrogen fertigation and irrigation

- management for improved apple quality. *Acta Hort.* 1130: 485-490.
- UCAR, Y., KADAYIFCI, A., AŞKIN, M. A. et al. 2016. Effects of Irrigation Frequency on Yield and Quality Parameters in Apple c.v. 'Gala, Galaxy'. *Erwerbs-Obstbau*, 58(3): 169-175.
- VEVERKA, V., PAVLAČKA, R. 2012. The effect of drip irrigation on the yield and quality of apples. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 60(8): 247-25.
- WOJCIK, P., TREDER, W. 2006. Effect of drip boron fertigation on yield and fruit quality in a high-density apple orchard. *Journal of plant nutrition*, 29(12): 2199-2213.
- YILDIRIM, F., VURAL, E., UÇAR, Y. et al. 2016. Interaction of Crop Load and Irrigation on Yield, Fruit Size, Color and Stem-end Splitting Ratio of Apple c.v. 'Gala, Galaxy'. *Erwerbs-Obstbau*. 58(2): 103-111.
- ZBÍRAL, J. 2005. *Analyza rostlinného materiálu: jednotné pracovní postupy*. Vyd. 2., rozš. a přeprac. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

Abstrakt

Jabloňové sady dlhodobo patria medzi najintenzívnejšie produkčné plochy. Z dôvodu klimatických zmien sa preto hľadajú možnosti zníženia spotreby vody a hnojív. Tento výskum ukazuje rôzne programy zavlažovania a fertigácie a ich vplyv na kvalitu plodov jabloní odrody Gala a Fuji. Boli použité tri zavlažovacie programy; Z+F - plné zavlažovanie s fertigáciou; Z - plné zavlažovanie bez fertigácie a BEZ-Z - bez zavlažovania, iba prirodzené zrážky. Najvyšší obsah prvkov dusík, fosfor, a draslík bol podľa predpokladov identifikovaný vo variante Z+F, následne Z, a najnižší vo variante BEZ-Z. Vápnik a horčík nebol dodávaný fertigáciou a v oboch odrodách sa nachádzal vo veľmi malom množstve, pričom rozdiely medzi variantami boli minimálne.

Kľúčová slova: zavlažovanie, hnojenie, jablko, sad, Gala, Fuji

Kontaktní adresa:

Ing. Vladimír Mašán, Ph.D.

Tel.: +420775977841

vladimir.masan@mendelu.cz

Ing. Michaela Vaidová, BA

Ing. Alice Čížková

Lukáš Vašík

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta

Ústav zahradnické techniky

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Vladimír Višacki

Department of Agricultural Engineering

Faculty of Agriculture, University of Novi Sad

Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

vladimir.visacki@polj.uns.ac.rs

Recenzovali: Ing. J. Frydrych, Ing. J. Matoušek, Ph.D.