Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2019, 22 (1), 197-210
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Ефект от приложението на $CaCl_2$ върху добива и качество на икономически значими ябълкови сортове (*Malus domestica* Borkh.)

Борис Рилак*, Иван Глишич, Милан Лукич, Марияна Пешакович, Светлана М. Паунович, Александра Коричанак

Изследователски институт по овощарство, Чачак, Република Сърбия

Effect of $CaCl_2$ Application on Yield and Quality of Economically Important Apple Cultivars (*Malus domestica* Borkh.)

Boris Rilak*, Ivan Glišić, Milan Lukić, Marijana Pešaković, Svetlana M. Paunović, Aleksandra Korićanac

Fruit Research Institute, 32000 Čačak, Republic of Serbia
**E-mail: brilak@institut-cacak.org*

Original scientific paper

Received: 24.04.2019 *Accepted:* 10.06.2019 *Published:* 28.06.2019

РЕЗЮМЕ

През 2018 г. в Изследователски институт по овощарство в Чачак е проведено изследване за ефекта от приложението на калциев хлорид (CaCl2) върху добива и качеството на плодовете на пет интродуцирани сорта ябълки („‘Gloster 69’, ‘Golden Reinders’, ‘Granny Smith’, ‘Morrens Jonagored’, and ‘Red Chief’). Извършени са четири третирания с разтвор на $CaCl_2$ (на всеки 21 ден от началото на юни до средата на август). В периода на прибиране на реколтата на изследваните сортове са определени морфометричните характеристики на плодовете, твърдост и съдържание на разтворими сухи вещества в плода, както и добив от единица площ Най-висок добив от единица площ е установен при сорт „‘Red Chief’ ” (73.50 t/ha $^{-1}$), а най-нисък при „‘Granny

SUMMARY

During 2018 at Fruit Research Institute in Čačak, a research on sodium chloride ($CaCl_2$) application on the yield and quality of fruit of five introduced apple cultivars (‘Gloster 69’, ‘Golden Reinders’, ‘Granny Smith’, ‘Morrens Jonagored’, and ‘Red Chief’) was conducted. Treatments were performed with $CaCl_2$ solution in four times (each 21 day from the beginning of June until the mid of August).

In harvest period of investigated cultivars, morphometric characteristics of fruit, firmness and soluble solids content in the fruit as well as yield per unit area were determined. The highest yield per unit area was found in cultivar ‘Red Chief’ (73.50 t ha^{-1}), and the lowest in ‘Granny Smith’ (45.83 t ha^{-1}).

Smith" (45.83 t/ha^{-1}). На базата на морфометричните характеристики, плодовете на сорт 'Morrens Jonagored' (тегло на плода 218.92 g; височина и ширина 70.64 mm и съответно 80.97 mm), се открояват като много едри, а сортът "Golden Reinders" има най-ниско тегло (147.25 g) и размери на плода (височина 63.94 mm и широчина 70.55 mm). При всички изследвани сортове е установена по-голяма твърдост на плодовото месо при използване на $CaCl_2$. По отношение на съдържанието на разтворими сухи вещества, с високи стойности се открояват сортове 'Morrens Jonagored' (12.91°Brix) и 'Golden Reinders' (12.61°Brix), докато най-ниско съдържание на разтворими сухи вещества (8.93°Brix) е установено при сорт „'Gloster 69' ".

Ключови думи: ябълки, сорт, $CaCl_2$, добив, качество на плода

Based on morphometric characteristics, cultivar 'Morrens Jonagored' (fruit weight – 218.92 g; height and width – 70.64 mm and 80.97 mm, respectively) singled out as an apple cultivar with large fruits.

On the other hand, cultivar 'Golden Reinders' had the lowest weight (147.25 g) and fruit dimensions (height – 63.94 mm and width – 70.55 mm). In all examined cultivars, application of $CaCl_2$ resulted in greater flesh firmness. In respect of the soluble solids content, cultivars 'Morrens Jonagored' (12.91 ° Brix) and 'Golden Reinders' (12.61 ° Brix) singled out, whereas the lowest soluble solids content (9.05 ° Brix) was determined in the fruit of the cultivar 'Gloster 69'.

Key words: apple, cultivar, $CaCl_2$, yield, fruit quality

УВОД

Общото годишно производство на ябълки в света възлиза на около 83.139.326 t, от които в Република Сърбия се произвежда около 378.644 t, върху приблизително 25.134 ha (Faostat, 2017). В структурата на плодопроизводството в Сърбия, ябълката е на второ място, след сливата, докато в другите европейски страни тя заема 12-то място.

Доброто снабдяване на пазара с разнообразни ябълкови плодове изисква предлагане на плодове с добър външен вид и отлични вкусови качества (O'Rourke, 2003). Sams et al. (2008) посочват, че много физиологични и патологични повреди на ябълковите плодове са свързани със съдържанието на калций (Ca^{2+}) в тъканите на плода. В тази връзка, концентрацията на калций в растителната тъкан има изключително важна роля за поддържане качеството на плодовете след прибиране на реколтата. Прилагането на листен тор на базата на калций влияе положително върху стабилизира-

INTRODUCTION

Total annual production of apple in the world amounts about 83.139.326 t, of which in the Republic of Serbia is produced about 378.644 t on approximately 25.134 ha under apple (Faostat, 2017). In the structure of fruit production in our country, apple is second, right behind plum, while in European production, it takes 12th place.

Good market supply with diverse apple fruits demands an offer of fruits with high external and internal quality characteristics (O'Rourke, 2003). Sams et al. (2008) states that many physiological and pathological disturbances of apple fruits are related to the content of calcium (Ca^{2+}) in the tissue of the fruit.

With this regard, concentration of calcium in plant tissue has an extremely important role in maintaining the quality of fruits after harvest.

Application of foliar fertilizer based on calcium positively affects cell membrane

нето на клетъчната мембрана и забавя стареенето (Pervaiz et al., 2002; Hossain et al., 2005; Abdi et al., 2006; Misra and Gupta, 2006; Naeem et al., 2009), поддържа плътността на плодовете, намалява появата на Джонатанови петна ("bitter pit") и вътрешно гниене в плодовете (Raese and Drake, 2002; Dierend и Rieken, 2007). Има многобройни листни торове, съдържащи калций, които се използват преди и след прибиране на реколтата, за да се забави стареенето, без вредно въздействие върху потребителите (Lester and Grusak, 2004). Според Gvozdenović (1998) нуждата на ябълковия плод от калций е много малка, но при липсата му всички процеси на стареене в плодовете текат много по-бързо и имат по-нисък капацитет за съхранение. Ефективността на приложението на калций зависи от периода и начина на внасянето му по време на вегетацията. Много по-ефективен за намаляване на Джонатановите петна ("bitter pit") е ранното (Fellahi et al., 2010). Zavalloni et al. (2001) подчертават, че листното приложение на препарат, съдържащ калций в гъсти ябълкови насаждения, води до по-бавно придвижване на калций от листа до плодовете.

Целта на настоящото изследване е да се определи влиянието на приложението на листен тор Stopit, върху добива и качествените характеристики на ябълкови плодове, което би подобрило значително качеството на плодовете по време на съхранение.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е проведено в производствено-експериментална ябълкова градина в района на Доня Трепча на Изследователски институт по овощарство в Чачак. Ябълковата градина е създадена през 2006 г. на надморска височина от 233 m (43°89'40 "N и 20°43'42" E), Дърветата са формирани като вретено. По време на проучването са приложени стандартни агротехнически мерки за поддръжка на насаждението.

stabilization and delays senescence (Pervaiz et al., 2002; Hossain et al., 2005; Abdi et al., 2006; Misra and Gupta, 2006; Naeem et al., 2009), maintains fruit firmness, decreases occurrence of the so called 'bitter pit' and internal rot in fruits (Raese and Drake, 2002; Dierend and Rieken, 2007).

There are numerous foliar fertilizers containing calcium that are used before and after harvest in order to delay senescence with no harmful effect on the consumers (Lester and Grusak, 2004). According to Gvozdenović (1998), need of apple fruit for calcium is very low and in the lack of it all aging processes in the fruit flow much faster and fruits have lower storage capacity.

Calcium application efficiency is determined by the application time in a way that earlier application during vegetative period is far more efficient than the later in terms of reduction of 'bitter pit' (Fellahi et al., 2010). Zavalloni et al. (2001) emphasize that foliar application of a composition containing calcium in thick apple plantations resulted in a slower leaf-to-fruit mobility of calcium.

The aim of this study was to determine the effect of foliar fertilizer Stopit application on yield and qualitative traits of apple fruit, which would significantly improve the quality of fruit during storage.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the production-experimental apple orchard at site Donja Trepča, of the Fruit Research Institute in Čačak. Apple orchard was set up in 2006 and located at an altitude of 233 m (43° 89' 40" N and 20° 43' 42" E). The growing shape is slender spindle. During the study, standard agro-technical and plantation maintenance measures were applied.

Проучването включва пет сорта ябълки: 'Gloster 69', 'Golden Reinders', 'Granny Smith', 'Morrens Jonagored' and 'Red Chief'. Всички сортове са присадени върху подложка M9, а разстоянието между дърветата е 4 m × 1.25 m (2000 дървета на ha^{-1}), с изключение на сорт „'Red Chief'", който е засаден на разстояние 4 x 1 m (2500 дървета на ha^{-1}).

Изследването е проведено през 2018 г. чрез прилагане на течен листен тор Stopit, на основата на калциев хлорид с висока концентрация на калций (160 g L^{-1}).

Този тор се произвежда във фирма Yara във Великобритания и може да се прилага заедно с пестициди. Използва се от началото на цъфтежа до края на фенофаза узряване на плодовете (фазата на пигментация до прибиране на реколтата). Препоръчителното количество е 5-10 L ha^{-1} и последното третиране да е не по-късно от 7 дни преди прибиране на реколтата.

Третирани са по 20 дървета, в четири повторения (общо 80 дървета на третиране). Препарат Stopit е използван в количество от 7.5 L ha^{-1} (150 mL на 10 L вода).

Третиранията с листен тор Stopit са извършени четири пъти на всеки 21 ден в периода от началото на юни до средата на август Първото третиране е проведено на 7 юни, второто на 2 юли, третото на 20 юли и четвърто на 15 август, чрез използване на моторна пръскачка SR 420 (STIHL International GmbH Waiblingen, Германия) с консумация от 1000 L ha-1.

Влиянието на приложението на листен тор Stopit е изследвано въз основа на добива от единица площ (kg ha^{-1}), морфометричните свойства на плода, както и плътност на плода и съдържание на разтворими твърди вещества. Добивът на изследваните сортове се измерва при прибиране на реколтата: за сортове „Gloster 69" и „Morrens Jonagored" на 10 септември; сорт Red Chief' " на 11 септември; сорт

The study included five apple cultivars: 'Gloster 69', 'Golden Reinders', 'Granny Smith', 'Morrens Jonagored' and 'Red Chief'. All cultivars were grafted on the rootstock M9, and the tree spacing was 4 m × 1, 25 m (2,000 trees ha^{-1}), apart from the cultivar 'Red Chief' which was planted at a distance of 4 x 1 m (2,500 trees ha^{-1}).

The study was conducted in 2018 by applying a liquid foliar fertilizer 'Stopit', based on calcium chloride with high concentration of calcium (160 g L^{-1}).

The above mentioned fertilizer is produced in the corporation 'Yara' in Great Britain and it can be applied together with pesticides. It is used from the beginning of flowering until the end of fruit maturation phenophase (the phase of pigmentation until harvest). The recommended amount is 5-10 L ha^{-1} and the last treatment is to be done at least 7 days before harvest.

Treatments were applied on 20 trees in four replications (total 80 trees per treatment). 'Stopit' was used in the amount of 7.5 L ha^{-1} (150 mL on 10 L of water).

Treatments with foliar fertilizer 'Stopit' were applied four times on each 21 day during the period from early June to mid-August. The first treatment was conducted on June 7th, second treatment on July 2nd, third on July 20th and fourth on August 15th, by using motor sprayer SR 420 (STIHL International GmbH Waiblingen, Germany) with a consumption of 1,000 L ha^{-1}.

The influence of application of foliar fertilizer 'Stopit' were analysed on the basis of yield per unit area (kg ha^{-1}), morphometric properties of the fruit, as well as the fruit firmness and the soluble solids content. Yield of the tested cultivars was measured at harvest, in cultivars 'Gloster 69' and 'Morrens Jonagored' on 10th of September, in cultivar 'Red Chief' on 11th of September, in cultivar 'Golden Reinders' on 26th of September, and in

„Golden Reinders" на 26 септември; сорт „Granny Smith'" на 9 октомври. Измерването на теглото (g), височината и ширината (mm), плътността на плода (Pa), както и съдържанието на разтворими сухи вещества в плода (° Brix) са извършени с конвенционални морфометрични методи, на проба от 80 плода (четири повторения от 20 плода). Теглото на плода е определено чрез измерване с технически везни (Adventurer Pro AV812M, Швейцария), а дължината и ширината на плодовете чрез дигитален шублер (Carl Roth, Germany). Плътността на плода е определена чрез дигитален пенетрометър (Модел FHT-803, Италия) и получените стойности са изразени в Pa. Съдържанието на разтворими сухи вещества се определя с помощта на бинокулярен рефрактометър (Carl Zeiss, Jena) при стайна температура (20 °C) и стойностите са дадени в °Brix.

Резултатите са представени като ± стандартна грешка на средната (SE). Разликите между средните стойности се сравняват чрез LSD тест, чрез двуфакторен дисперсионен анализ (ANOVA), използвайки статистически компютърен пакет на MSTAT-C (Michigan State University, East Lansing, MI, USA). Разликите с p стойности ≤ 0.05 се считат за незначителни.

cultivar 'Granny Smith' on 9th of October.

Testing of mass (g), height and width (mm), fruit firmness (Pa), as well as the soluble solids content in the fruit (° Brix) was carried out by conventional morphometric methods on a sample of 80 fruits (four replications of 20 fruits). Fruit weight was determined by measuring on a technical scale (Adventurer Pro AV812M, Switzerland), and the length and width of fruit by digital calliper (Carl Roth, Germany).

Fruit firmness was determined by digital penetrometer (Model FHT-803, Italy) and the obtained values were expressed in Pa. Soluble solids content was determined using a binocular refractometer (Carl Zeiss, Jena) at room temperature (20° C) and the values were given in ° Brix.

The results are presented as mean ± standard error of mean (SE). Differences between mean values were compared by LSD test in two-way analysis of variance (ANOVA) using MSTAT-C statistical computer package (Michigan State University, East Lansing, MI, USA). Differences with p values of ≤ *0.05* were considered insignificant.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от изследването, свързани с морфометричните свойства на ябълкови плодове в зависимост от приложението на листен тор Stopit, са показани в Таблица 1.

Морфометричните свойства на ябълковите плодове са статистически значимо повлияни от взаимодействието на сорта и фактора на променливост, определени чрез дисперсионен анализ.

RESULTS AND DISCUSSION

Study results related to the apple fruit morphometric properties depending on the application of foliar fertilizer 'Stopit' are shown in Table 1.

Morphometric properties of apple fruit were statistically significantly influenced by cultivar and variability factor interaction determined by the analysis of variance.

Таблица 1. Въздействие на приложение на тор Stopit върху морфометричните характеристики на ябълкови сортове
Table 1. Effect of application of Stopit on morphometric properties of investigated apple cultivars

Вариант /Treatment		Тегло на плод/Fruit weight (g)	Широчина на плод/Fruit width (mm)	Дължина на плод/Fruit length (mm)
Приложение на тор Stopit/Application Stopit (A)				
Третиран/Treatment		195.61±6,43	77.48±0.90	69.67±0.95
Контрола/Control		190.13±6.50	76.73±0.99	69.12±0.68
Сорт/Cultivar (B)				
'Gloster 69'		207.32±10.15 b	78.59±1.19 b	71.51±1.52 a
'Golden Reinders'		147.25±2.37 d	70.55±0.52 d	63.94±0.47 c
'Granny Smith'		195.71±3.18 c	79.48±0.34 b	69.73±0.86 bc
'Morrens Jonagored'		218.92±4.57 a	80.97±0.77 a	70.64±0.33 ab
'Red Chief'		195.16±2.62 c	75.93±0.49 c	71.15±0.64 ab
Приложение на тор Stopit x Сорт A (A x B)/ Application Stopit × Cultivar (A ò B)				
Третиран/Treatment	'Gloster 69'	231.78±4.07 a	81.61±0.34 ab	75.18±0.89 a
	'Golden Reinders'	148.84±0.89 fg	70.63±0.37 e	63.43±0.28 e
	'Granny Smith'	188.85±3.43 de	78.92±0.53 c	67.74±0.63 d
	'Morrens Jonagored'	210.19±4.09 b	79.53±0.90 c	69.97±0.28 c
	'Red Chief'	198.40±2.81 bcd	70.69±0.75 d	72.02±0.99 b
Контрола/Control	'Gloster 69'	182.85±8.09 ef	75.57±0.69 d	67.84±0.97 d
	'Golden Reinders'	145.66±4.86 g	70.47±1.06 e	64.45±0.87 e
	'Granny Smith'	202.56±1.99 bc	80.03±0.26 bc	71.72±0.63 bc
	'Morrens Jonagored'	227.65±5.46 a	82.42±0.72 a	71.31±0.35 bc
	'Red Chief'	191.93±4.14 cde	75.16±0.42 d	70.28±0.65 bc
ANOVA				
A		ns	ns	ns
B		*	*	*
A ò B		*	*	*

Стойностите във всяка колона последвани от същата малка бука нямат статистически значима разлика при p≤0.05 съгласно LSD тест, ns – без статистически значими разлики.
Values within each column followed by the same small letter are not significantly different at p≤0.05 by LSD test; ns - non-significant differences.

Средните стойности за масата на плода варират от 145.66 до 231.78 g. Не е установена значима статистическа разлика в теглото на плода по варианти, при прилагане на тор Stopit, макар че по-висока стойност е регистрирана при прилагане на тора. Максимална маса на плода е установена при сорт „Morrens Jonagored" (218.92 g) и е значително по-голяма, в сравнение с другите изследвани сортове. От друга страна, минимално тегло на плода (147.25 g) е установено при сорт „Golden Reinders". При анализ на средна маса на плода във връзка с приложението на тор Stopit спрямо сорта, най-високата стойност е регистрирана

Average fruit mass values of investigated apple fruits ranged from 145.66 to 231.78 g. Between treatments no significant statistically difference in fruit mass was found by applicaion of 'Stopit' though higher value was recorded in treatments with application of the mentioned fertilizer. The maximum fruit mass was determined in cultivar 'Morrens Jonagored' (218.92 g), which was significantly higher compared to other investigated cultivars. On the other side, the minimum apple fruit mass (147.25 g) was recorded in cultivar 'Golden Reinders'. By analyzing the value of the average fruit mass in interaction effect of application 'Stopit'/ cultivar, the highest

при сорт 'Gloster 69' при приложение на листен тор (231.78 g), а най-ниска, при сорт „Golden Reinders“ без приложение на Stopit (145,66 g). Според Mišić (1994), теглото на плода на културните сортове ябълки варира от 70 до 500 g, от които 98% са годни за консумация. Плодовете на сорт „Златна превъзходна" принадлежат към групата от средно едри до едри (120-200 g), а „Глостър" в групата на едри до много едри (180-250g) (Mišić, 2004). Asgharzade et al. (2012) посочват, че при прилагане на разтвор на калциев хлорид в периода на вегетация се получава по-едър плод. Резултатите, получени в тези проучвания, са в съответствие с посочените от Ashour (2000), който установява, че пръскането с разтвор от 0.5% калциев хлорид, влияе положително върху теглото на плода.

Средните стойности на широчината на изследваните плодове варират от 70.47 до 82.42 mm. По-високи стойности на широчината на ябълковите плодове са измерени при листно третираните със Stopit, въпреки че разликите не са статистически значими. Наблюдавано по сортове, най-голямата стойност на този параметър е регистрирана за сорт 'Morrens Jonagored' (80.97 mm), която е значително повисока в сравнение с другите проучвани сортове. Най-малката широчина на плодовете е установена при сорт „Golden Reinders" (70.55 mm). В ефекта на взаимодействие на фактора на променливост, най-голямата широчина на плодовете е регистрирана в случаите без прилагане на листния тор Stopit за сорт 'Morrens Jonagored' (82.42 mm), а най-малка в същия случай при сорт „Golden Reinders“ (70.47 mm). Според Gvozdenović (1998), размерите на плодовете на атрактивните сортове ябълки трябва да бъдат от 65 до 75 mm, което е потвърдено в нашите изследвания.

Средната височина на ябълките варира от 63.43 до 75.18 mm. По-

value of the respective parameter is registered in cultivar 'Gloster 69' with application of foliar fertilizer (231.78 g), and the lowest in cultivar 'Golden Reinders' in the treatment without 'Stopit' application (145.66 g). According to Mišić (1994), fruit mass of domesticated apple cultivars range from 70 to 500 g, of which 98% is edible**.** Fruits of the cultivar 'Golden Delicious' belong to a group of mid-large to large (120-200 g), and 'Gloster' in the group of large to very large (180-250 g) (Mišić, 2004). Asgharzade et al. (2012) indicate that by application of calcium chloride solution during vegetation a higher apple fruit mass is obtained. The results obtained in these studies are consistent with the statements of Ashour (2000) who found that spraying with 0.5% calcium chloride positively affects fruit mass.

Average width values of the investigated apple fruit ranged from 70.47 to 82.42 mm. Higher width values of apple fruit were found in foliar treatment with 'Stopit' though differences were not statistically significant.

Observed by cultivars, the greatest value of the above mentioned parameter was recorded in cultivar 'Morrens Jonagored' (80.97 mm) being significantly higher in comparison with other studied apple cultivars. The smallest fruit width was found in cultivar 'Golden Reinders' (70.55 mm). In interaction effect of variability factor, the greatest fruit width was recorded in treatment without application of foliar fertilizer 'Stopit' in cultivar 'Morrens Jonagored' (82.42 mm), and the smallest in the same treatment in cultivar 'Golden Reinders' (70.47 mm).

According to Gvozdenović (1998), dimensions of fruits of attractive apple cultivars should be from 65 to 75 mm, which has been confirmed in our studies, accordingly.

The average height of apples varied in the range 63.43 to 75.18 mm.

високи стойности са установени при варианта с листно прилагане на тор Stopit, за разлика на стойностите, установени в случая без третиране. Най-голяма височина е регистрирана за сорт „'Gloster 69'“ (71.51 mm), който значително се различава в сравнение със сортове „Golden Reinders“ и „Granny Smith'“, които са с най-ниски стойности (63.94 и 69.73 mm, съответно). В следствие на взаимодействието между препарат "Stopit" и сорта, най-високата средна стойност на височината на плода (75.18 mm), е установена при 'Gloster 69' третиран с листния тор "Stopit" докато най-ниската стойност при същото третиране е установена за сорт 'Golden Reinders' (63.43 mm) (Таблица 1). Морфометричните свойства на ябълковия плод са генетично обусловени, въпреки че колебанието им в значителна степен може да е обусловено от факторите на околната среда (Krgović, 1990; Krpina et al., 2004). От друга страна, Amiri et al. (2008) посочват, че листното приложение на някои торове може да бъде по-ефективно по отношение на морфометричните свойства на плода, в сравнение със стандартния метод на торене.

В Таблица 2 са представени резултатите от въздействието на листен тор Stopit върху плътността на плода и съдържанието на разтворими сухи вещества в изследваните сортове ябълки.

Според вариационния анализ е установен статистически значим ефект от приложението на листен тор Stopit и твърдостта на плода и съдържанието на разтворими сухи вещества.

Higher values of the mentioned parameter were determined in the treatment with foliar application of fertilizer 'Stopit', in relation to the values recorded in the treatment without application. By analyzing values of the investigated apple fruit height, the greatest value is registered in cultivar 'Gloster 69' (71.51 mm) which significantly differed in comparison with cultivars 'Golden Reinders' and 'Granny Smith', which had the lowest values (63.94 and 69.73 mm, respectively). In interactive effect of application 'Stopit' / cultivar, the highest average value of apple fruit height was found in treatment with foliar fertilizer application 'Stopit' in cultivar 'Gloster 69' (75.18 mm), whereas the lowest value in the same treatment in cultivar 'Golden Reinders' (63.43 mm) (Table 1). Morphometric properties of apple fruit are genetically conditioned although their variation to a considerable extent can be conditioned by environmental factors (Krgović, 1990; Krpina et al., 2004). On the other hand, Amiri et al. (2008) point out that foliar application of some fertilizers can be more efficient in terms of morphometric properties of a fruit compared to standard fertilization method.

In Table 2 are shown the results of studying foliar fertilizer 'Stopit' effect on fruit firmness and soluble solids content of investigated apple cultivars.

According to the variance analysis, statistically significant effect of foliar fertilizer 'Stopit' application and variability factor interaction on fruit firmness and soluble solids content in apple fruit was determined.

Таблица 2. Въздействие на приложението на тор Stopit върху твърдост на плода и съдържание на разтворими сухи вещества при изследваните ябълкови сортове

Table 2. Effect of application of Stopit on fruit firmness and soluble solids content of investigated apple cultivars

Вариант /Treatment		Твърдост на плод/Fruit firmness (Pa)	Съдържание на разтв. сухи вещ./Soluble solids content (°Brix)
Приложение на Stopit (A)/Application Stopit (A)			
третиран /Treatment		14.41±0.22 a	11.58±0.49 a
Контрола/Control		13.08± 0.29 b	10.77±0.24 b
Сорт/Cultivar (B)			
'Gloster 69'		13.68±0.35 ab	9.05±0.12 d
'Golden Reinders'		12.86±0.48 b	12.61±0.38 a
'Granny Smith'		14.54±0.42 a	11.50±0.11 b
'Morrens Jonagored'		13.10±0.32 b	12.91±0.52 a
'Red Chief'		14.53±0.49 a	9.81±0.24 c
Приложение на тор Stopit x Сорт A (A x B) / Application Stopit × Cultivar (A ò B)			
	'Gloster 69'	14.34±0.44 abc	9.18±0.21 e
	'Golden Reinders'	13.96±0.28 bcd	13.59±0.12 b
Третиран /Treatment	'Granny Smith'	15.39±0.48 a	11.64±0.19 c
	'Morrens Jonagored'	13.49±0.44 bcd	14.23±0.28 a
	'Red Chief'	14.86±0.30 ab	9.28±0.24 e
	'Gloster 69'	13.02±0.28 cde	8.93±0.09 f
	'Golden Reinders'	11.76±0.46 e	11.63±0.19 c
Контрола/Control	'Granny Smith'	13.69±0.33 bce	11.36±0.10 c
	'Morrens Jonagored'	12.72±0.44 de	11.59±0.18 c
	'Red Chief'	14.20±0.98 abc	10.34±0.12 d
ANOVA			
A		*	*
B		*	*
A ò B		*	*

Стойностите във всяка колона последвани от същата малка бука нямат статистически значима разлика при p≤0.05 съгласно LSD тест, ns – без статистически значими разлики
Values within each column followed by the same small letter are not significantly different at p≤0.05 by LSD test; ns - non-significant differences.

При приложение на листен тор Stopit е установена по-голяма плътност на плода (14.41 Pa) и съдържание на разтворими сухи вещества вещества (11.58°Brix), в сравнение с варианта без тор (13.08 Pa и 10.77 °Brix). Наблюдавано по сортове, най-голямата средна стойност за твърдост на плода е установена при сорт "'Granny Smith" (14.54 Pa), а най-високо съдържание на разтворими сухи вещества в сорт "Morrens Jonagored" (12.91°Brix). Най-ниските средни стойности за плътност на плода са регистрирани при сорт "Golden Reinders" (12.86 Pa) и в съдържанието на разтворими сухи вещества в сорт " Gloster 69" (9.05°Brix).

Според променливия фактор на

In application with foliar fertilizer 'Stopit', greater fruit firmness (14.41 Pa) and soluble solids content were found in apple fruit (11.58 ° Brix) compared to the treatments without the fertilizer (13.08 Pa and 10.77 ° Brix). Observed by cultivars, the greatest average value of fruit firmness was found in cultivar 'Granny Smith' (14.54 Pa), and the highest soluble solids content in cultivar 'Morrens Jonagored' (12.91 ° Brix).

The lowest average values of fruit firmness were recorded in cultivar 'Golden Reinders' (12.86 Pa) and of soluble solids content in cultivar 'Gloster 69' (9.05 ° Brix).

In interaction variable factor effect

ефекта на взаимодействие (приложение на „Stopit“/сорт), най-високи средни стойности за плътност на плода са регистрирани при ‘Granny Smith" (15.39 Pa) с приложение на листния тор, докато съдържанието на разтворими сухи вещества е най-високо при същия вариант за сорт "Morrens Jonagored" (14.23 ° Brix). В случаи без прилагане на листен тор "Stopit", най-ниски стойности са установени и за двата изследвани параметъра - твърдост на плода за сорт "Golden Reinders" (11.76 Pa), както и за съдържание на разтворими сухи вещества за сорт " Gloster 69" (8.93°Brix). Резултатите от настоящото изследване, са в съответствие с данни от Asgharzade et al. (2012), според които предварителното третиране с калциев хлорид значително повлиява твърдостта на плода.

Siddiqui и Bangerth (1995) посочват, че положителното въздействие на приложението на калциев хлорид върху увеличаване на плътността на плода е свързано със съдържанието на калций във фракции на ковалентно свързания пектин. Подобни резултати са постигнати от Benavides et al. (2002) и Casero et al. (2004), които посочват положителната корелация между твърдостта на плода и съдържанието на калций в ябълкови плодове. Освен това, калцият влияе върху стабилизацията на клетъчната мембрана и може съответно да предотврати физиологичните повреди (Saure, 2005). Съдържанието на разтворими сухи вещества е един от ключовите параметри, определящи качеството и приемливостта на плодовете от консуматорите. Съдържанието на разтворими сухи вещества се покачва при зреенето на плода и е основен показател за качество и зрялост. Ако е по-голямо от 11.0%, то се счита за приемливо за плодопроизводството; следователно колкото по-високи са стойности на посочения показател (по-голям от 13.5%), толкова по-добре е приет от потребителите.

(application ‘Stopit’/Cultivar), the greatest average values of apple fruit firmness were recorded in tretment with foliar fertlizer application in cultivar ‘Granny Smith’ (15.39 Pa), whereas soluble solids content was highest in the same treatment in cultivar ‘Morrens Jonagored’ (14.23 ° Brix). In treatments without foliar fertilizer ‘Stopit’ application, the lowest values were found in both studied parameters, for apple fruit firmness in cultivar ‘Golden Reinders’ (11.76 Pa), and for soluble solids content in cultivar ‘Gloster 69’ (8.93 ° Brix).

Study results obtained in this work are in compliance with the reports of Asgharzade et al. (2012) that preharvest calcium chloride treatment significantly affect flesh firmness.

Siddiqui and Bangerth (1995) report that positive effects of calcium chloride application on fruit firmness increase is connected with the calcium content in fractions of covalently linked pectin.

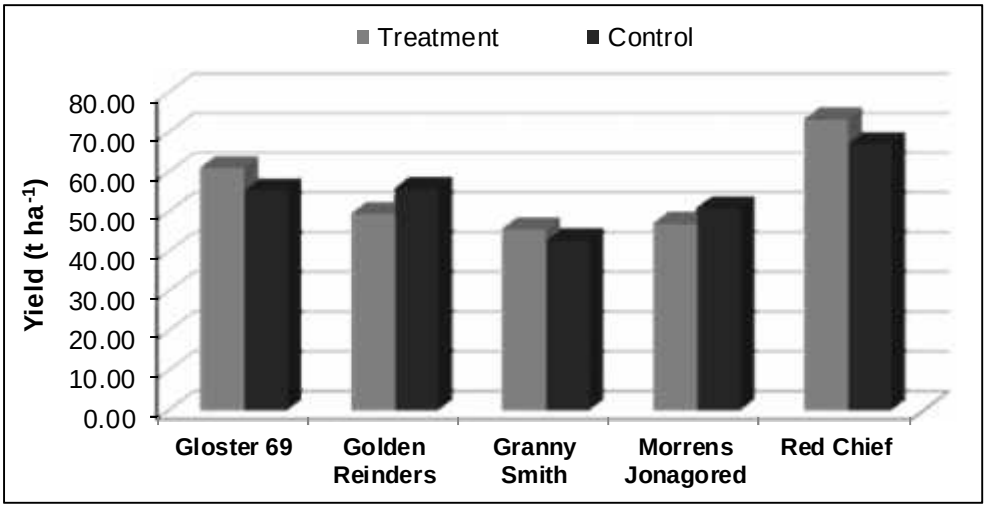
Similar results were reached by Benavides et al. (2002) and Casero et al. (2004) who point to the positive correlation between fruit firmness and calcium content in apple fruit. Moreover, calcium affects cell membrane stabilization and may accordingly prevent physiological disorders (Saure, 2005).

Soluble solids content represents one of the key parameters determining quality and consumer acceptability of fruits.

Soluble solids content is increased by fruit maturity and it is a basic indicator of quality and ripeness. If it is greater than 11.0%, it is consideered aceptable in fruit production; therefore the higher values of the mentioned fruit quality indicator (greater than 13.5%), the better consumer acceptability.

Добивът на изследваните сортове ябълки, в зависимост от листния тор Stopit е показан на Фигура 1.

Yield of investigated apple cultivars depending on foliar fertilizer Stopit appplication is shown in Figure 1.



Фиг. 1. Въздействие на приложението на тор Stopit върху добива на изследваните ябълкови плодове
Fig. 1. Effect of application of Stopit on yield of investigated apple cultivars

При сравняване на различните варианти с приложение на листен тор Stopit е установен по-висок добив от единица площ при сортовете 'Golden Reinders' и "Morrens Jonagored", а най-висок добив при двата варианта е регистриран за сорт „'Red Chief" (73.50 t ha^{-1} с приложение на Stopit; 67.37 t ha^{-1} без прилагане на Stopit), следван от сорт „Gloster 69" (61.25 t ha^{-1} при приложение на тор Stopit; 55.65 t ha^{-1} без приложение на "Stopit"). От друга страна, за сортове "Golden Reinders" и "Morrens Jonagored" е регистриран по-нисък добив без прилагане на листен тор "Stopit" (съответно 56.00 t ha^{-1}, 51.10 t ha^{-1}), спрямо прилагане на тор (49.70 t ha^{-1}, съответно 47.25 t ha-1). При анализ на резултатите от всички варианти, най-нисък добив от единица площ е отчетен при сорт „Granny Smith", както при прилагане на листния тор Stopit (45.83 t ha^{-1}), така и без прилагане на тор (43.05 t ha^{-1}). Jafarpour и Poursakhi (2011) посочват,

Comparing treatments with application of foliar fertilizer 'Stopit', higher yield per unit area is found in application, and the highest yields in both treatments are recorded in cultivars 'Red Chief' (73.50 t ha^{-1} with 'Stopit' application; 67.37 t ha^{-1} without Stopit application). The same trend in terms of yield per unit area is also observed in cultivar 'Gloster 69' (61.25 t ha^{-1} with 'Stopit' application; 55.65 t ha^{-1} without Stopit application). On the other hand, in cultivars 'Golden Reinders' and 'Morrens Jonagored' a lower yield in treatment without application of foliar fertilizer 'Stopit' is registered (56.00 t ha^{-1}, 51.10 t ha^{-1}, respectively), in relation to the treatment with application of fertilizer (49.70 t ha^{-1}, 47.25 t ha^{-1} respectively). By analyzing results in all treatments, the lowest yield per unit area is found in cultivar 'Granny Smith', both in treatment with application of foliar fertilizer 'Stopit' (45.83 t ha^{-1}), as well as in treatment with no fertilizer application (43.05 t ha^{-1}).

че прилагането на листен тор на основата на калций има положително въздействие върху увеличаването на добива на плодове; установена е положителна корелация между броя на приложенията и добива. Най-добри резултати от приложението на калциев хлорид се получават чрез комбинация от листно приложение и стандартен метод на торене (Amiri et al., 2008).

Jafarpour and Poursakhi (2011) report that application of foliar fertilizer based on calcium has positive effect on increasing fruit yield; a positive correlation between the number of applications and the yield was found. The best results of the application with calcium chloride are obtained by combination of foliar application and standard fertilization method (Amiri et al., 2008).

ИЗВОДИ

Един от начините за подобряване на качеството на ябълковите плодове е третирането с листен тор Stopit, съдържащ калциев хлорид. Листното приложение на съответния тор влияе положително върху най-важните показатели за качеството на плодовете на изследваните сортове ябълки. Според потвърденото положително въздействие от приложението на калциев хлорид, върху някои качествени характеристики на ябълките, могат да се дадат някои насоки на производителите на ябълки за употребата на тор Stopit, с цел да се подобри качеството и възможността за съхранение на ябълковите плодове.

CONCLUSIONS

One of the ways for improvement of apple fruit quality is treatment with foliar fertilizer 'Stopit' containing calcium chloride. Foliar application of the respective fertilizer positively affected the most important fruit quality indicators of investigated apple cultivars.

According to the confirmed positive effect of calcium chloride application on certain qualitative apple fruit properties, apple producers can be given some guidelines for 'Stopit' use in cultivation in order to improve quality and storage potential of apple fruits.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящето изследване е част от проект № 31 064, финансиран от Министерството на образованието и науката на Република Сърбия. С настоящото изразяваме искрената си благодарност за подкрепата.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is the part of the project No. 31 064 financed by Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia. We hereby express our sincere gratitude for the support.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abdi, G. H., M. Khosh-Khm and S. Eshghi**, 2006. Effects of Natural Zeolite on Growth and Flowering of Strawberry. *International Journal Agricultural Research,* 1 (4), 384-389.
2. **Amiri, M. E., E. Fallahi and A. Golchin**, 2008. Influence of Foliar and Ground Fertilization on Yield, Fruit Quality, and Soil, Leaf, and Fruit Mineral Nutrients in Apple. *Journal Plant Nutrition,* 31 (3), 515-525.
3. **Asgharzade, A., G. Ali Valizade and M. Babaeian**, 2012. Effect of Calcium Chloride (CaCl2) on Some Quality Characteristic of Apple Fruits in Shirvan Region. *African Journal of Microbiology Research,* 6 (9), 2000-2003.

4. **Ashour, N. N.**, 2000. Effect of Environmental Factors, Calcium and Potassium Fertilization on Yield and Quality of Apple. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture Mansoura University Egypt, 4, 59-76.
5. **Benavides, A., I. Recasens, T. Casero, Y. Soria and J. Puy**, 2002. Multivariate Analysis of Quality and Mineral Parameters on Golden Smoothee Apples Treated before Harvest with Calcium and Stored in Controlled Atmosphere. *Food Science Technology International,* 8, 139-145.
6. **Casero, T., A. Benavides, J. Puy and I. Recasens**, 2004. Relationships between Leaf and Fruit Nutrients and Fruit Quality Attributes in Golden Smotthee apples using multivariate regression techniques. *Journal Plant Nutrition,* 27, 313-324.
7. **Dierend, W. and S. Rieken**, 2007. Postharvest treatment of apples with Ca chloride. *Erwerbs–Obstbau* 49, 51-56.
8. Faostat, 2017. http//www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Available 11th April, 2019.
9. **Fellahi, E., B. Fellahi, G. H. Nielsen, D. Nielsen and F. J. Peryea**, 2010. Effects of Mineral Nutrition on Fruit quality and Nutritional Disorders in Apples. *Acta Horticulturae*, 868, 49-60.
10. **Gvozdenović, D.**, 1998. The apple. Faculty of Agriculture, Novi Sad (Sr).
11. **Hossain, A. K. M., H. Koyama and T. Hara**, 2005. Sugar Compositions and Molecular Mass Distributions of Hemi Cellulosic Polysaccharides in Wheat Plants under Aluminum Stress at Higher Level of Calcium Supply. *Asian Journal Plant Science,* 4 (1), 11-16.
12. **Jafarpour, M. and K. Poursakhi**, 2011. Study of Concurrent Effect of Using Nutrients Through Soil and Foliar Application on Yield and Quality of the "Red Delicious" Apple. *International Conference on Life Science and Technology,* 3, 87-96.
13. **Krgović, Lj.**, 1990. Important Pomological and Technological Characteristics of Fruit Varieties of Apples Cultivated in Polimlje. Yugoslav Fruit Growing, 94, 29−33 (Sr).
14. **Krpina, I., J. Vrbanek, A. Asić, M. Ljubičić, F. Ivković and T. Čosić**, 2004. Fruit Production. Nakladni zavod Globus. Zagreb (Hr).
15. **Lester, G. E. and M. A. Grusak**, 2004. Postharvest Application of Calcium and Magnesium to Honeydew and Netted Muskmelons: Effects on tissue ion concentrations, quality and senescence. *Journal American Society Horticultural Science,* 124, 545-552.
16. **Mišić, P.**, 1994. The Apple. Nolit. Beograd, pp. 446−448 (Sr).
17. **Mišić, P. D.**, 2004. The apple. Nolit. Beograd (Sr).
18. **Misra, N. and A. Gupta**, 2006. Interactive Effects of Sodium and Calcium on Proline Metabolism in Salt Tolerant Green gram Cultivar. *American Journal Plant Physiology,* 1 (1), 1-12.
19. **Naeem, M., M. Masroor, A. Khan and J. B. Morris**, 2009. Agro Botanical Attributes Nitrogen Fixation, Enzyme Activities and Nutraceuticals of Hyacinth Bean *(Lablab purpureus* L.): A Bio-Functional Medicinal Legume. *American Journal Plant Physiology,* 4 (2), 58-69
20. **O'Rourke, D.**, 2003. Major Trends in U.S. and World Apple Markets. *Compact Fruit Tree,* 36 (3), 74−78.
21. **Pervaiz, Z., M. Afzal, S. Xi, Y. Xiaoe and L. Ancheng**, 2002. Physiological Parameters of Salt Tolerance in Wheat. *Asian Journal Plant Science,* 4, 478-481.
22. **Raese, J. T. and S. R. Drake**, 2002. Ca Spray Materials and Fruit Ca Concentrations Influence Apple Quality. *Journal American Pomological Society,* 56, 136-143.

23. **Sams, E. C., W. R. Trentham and E. W. Conway**, 2008. Histological Effects of Calcium Chloride in Stored Apples. *Journal American Society Horticultural Science,* 133 (4), 487-491.
24. **Saure, M. C.**, 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. *Science Horticulture,* 105, 65-89.
25. **Siddiqui, S. and F. Bangerth**, 1995. Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples. Influence of fruit size. *Journal Horticultural Science,* 70, 263-269.
26. **Zavalloni, C., B. Marangoni, D. Scudellari and M. Tagliavini**, 2001. Dynamics of uptake of calcium, potassium and magnesium into apple fruit in high density planting. *Acta Horticulturae,* 564, 113-122.