

Въздействие на надморската височина върху физическите характеристики на плодове от синя слива (*Prunus domestica* L.)

Светлана М. Паунович*, Мира Милинкович,
Жаклина Караклаич-Стаич, Йелена Томич, Борис Рилак

Изследователски институт по овощарство, 32000 Чачак, Република Сърбия

Effect of Altitude on Physical Characteristics of Plum (*Prunus domestica* L.) Fruit

Svetlana M. Paunović*, Mira Milinković,
Žaklina Karaklajić-Stajić, Jelena Tomić, Boris Rilak

Fruit Research Institute, 32000 Čačak, Serbia

**E-mail: svetlana23869@gmail.com*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Настоящото изследване е проведено за наблюдение на въздействието на надморската височина върху характеристиките на плодовете и костилките (тегло, дължина, ширина и дебелина) в плодове на девет сорта сини сливи: Боранка, Чачанска ранна, Чачанска лепотица, Тимочанка, Крина, Милдора, Стенлей, Чачанска найболя и Чачанска родна). Експериментът е проведен на две места: 1 Място – (300 m надморска височина) и 2 Място – (550 m надморска височина). По време на тригодишното изследване и на двете височини се наблюдават промени във физическите характеристики на плодовете. Резултатите показват, че теглото на плодовете, както и други изследвани размери се увеличават с покачване на надморската височина.

SUMMARY

This research was conducted to examine the effect of altitude on fruit and stone characteristics (weight, length, width and thickness) in fruits of nine plum cultivars Boranka, Čačanska Rana, Čačanska Lepotica, Timočanka, Krina, Mildora, Stanley, Čačanska Najbolja and Čačanska Rodna).

The experiment was performed at two locations: Location 1 – (300 m altitude) and Location 2 – (550 m altitude).

During the three-year research, at both altitudes, there were changes in physical attributes of fruits.

Results showed that fruit weight, as well as other tested fruit dimensions increased with an increase in altitude.

Средното тегло на плода е по-високо с 9.57% на по-високото място, като дължината, ширината и височината на плодовете са по-високи съответно с 5.97%, 6.37% и 5.78%.

Стойностите за характеристиките на костилката бяха обърнати от стойностите за характеристиките на плодовете. А именно, теглото и размерите на костилката имат по-ниски стойности при плодове, отглеждани на по-голяма надморска височина. Дължината на дръжката е по-къса на най-ниската надморска височина. Също така, сортовете показват доста значителни разлики в изследваните показатели. И при двете надморски височини, най-високи показатели са установени при сорт Тимочанка, а най-ниски при сорт Милдора. Настоящите резултати показват, че надморската височина има значително въздействие върху физическите характеристики на сливовите плодове, което трябва да се има предвид при създаване на търговски сливови градини.

Ключови думи: *Prunus domestica* L., надморска височина, сортове, размери на плода, размери на костилката

УВОД

Синята слива (*Prunus domestica* L.) е смятана за национален плод на Сърбия и преобладава в плодотрошество в Сърбия, както по отношение на броя на дърветата, така и на годишен обем на производство.

Според FAOSTAT (2020г.), Сърбия се нарежда сред най-големите производители на сини сливи в света, заемайки трето място след Китай и Румъния. През последните години обаче се наблюдава увеличение на броя на дърветата на единица площ, което е показател за интензивно производство и създаване на нови насаждения (Milatović et al., 2011).

Плодовете се използват пресни, преработени и сушени, въпреки че

The average fruit weight was higher by 9.57% at the higher altitude location, whereas fruit length, width, and height were higher by 5.97%, 6.37% and 5.78%, respectively.

Values for stone characteristics were reversed from values for fruit characteristics.

Namely, stone weight and dimensions, had lower values in plum fruits grown at higher altitude.

Stalk length was shorter at the lowest-altitude location.

Cultivars also showed highly significant differences in the tested parameters.

In both altitudes, the highest fruit characteristics were determined in cultivar Timočanka, and the lowest in cultivar Mildora.

The present results indicated that altitude had a significant effect on the physical attributes of plum fruits, which should be considered when establishing commercial plum orchards.

Key words: *Prunus domestica* L., altitude, cultivars, fruit dimensions, stone dimensions

INTRODUCTION

Plum (*Prunus domestica* L.) is widely considered as Serbia's national fruit and dominates the fruit production in Serbia both in the number of trees and in annual volume of production.

According to FAOSTAT (2020), Serbia ranks among the world's largest plum producers taking third place, behind China and Romania.

However, in recent years, there has been an increase in the number of trees per unit of area in Serbia, which are an indicator of intensive production and the initiation of new plantations (Milatović et al., 2011).

Plum fruits are used fresh, processed and dried in Serbia, although

най-голямо количество произведени плодове се преработват в ракия (над 60%). Характеристиките на плодовете могат да бъдат повлияни от различни фактори, като генотип, системи за формиране и резитба, беритбен период, условия на растеж, включително фактори на околната среда и почва (Mitrović et al., 2001; Usenik et al., 2008; Zheng et al., 2009).

Ziogas et al. (2010) посочват, че надморската височина е един от важните показатели, които участват в крайното качество на плодовете.

Промените в надморската височина пряко влияят върху качеството на плодовете (Dong et al., 2011), като се има предвид, че има няколко климатични фактора, свързани с надморската височина, като температура, валежи, слънчева радиация, атмосферно налягане и хранителни вещества в почвата (Körner, 2007; De Frenne et al., 2013).

Поради тази причина, когато се отглеждат сортове сини сливи, е важно да се определи тяхната приспособимост към условията на отглеждане и почвата (Blažek et al., 2004; Ionica et al., 2012).

Като се има предвид това, целта на настоящото изследване бе да се определи въздействието на различната надморска височина върху размерите на плодовете и костилките при девет сорта сини сливи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в Изследователски институт по овощарство, Чачак, Република Сърбия, през 2017–2019 г., на две места с различна надморска височина: Място 1 – Прелинско бърдо (43°54' 33"N, 20°24'32"E, 300 m надморска височина) и Място 2 – Йелица (43°47'34"N, 20°21'36"E, 550 m надморска височина).

Сортовете сливи са присадени върху подложка *Prunus cerasifera* L.

Анализът включва 9 сорта сини

the largest amount of produced fruits is processed into brandy (more than 60%). Fruit characteristics may be affected by various factors, such as genotype, pruning systems, harvesting time, growth conditions including environmental factors, and soil (Mitrović et al., 2001; Usenik et al., 2008; Zheng et al., 2009).

Ziogas et al. (2010) reported that altitude is one of the important parameters that are involved in the final quality of fruits.

Changes in altitude directly affect fruit quality (Dong et al., 2011), considering there are several climatic factors associated with altitude, such as temperature, precipitation, solar radiation, atmospheric pressure and soil nutrients (Körner, 2007; De Frenne et al., 2013).

For that reason, when growing plum cultivars, it is important to determine their adaptability to growing and soil conditions (Blažek et al., 2004; Ionica et al., 2012).

With this in mind, the objective of this study was to determine the effects of different altitudes on the fruit and stone dimensions in nine plum cultivars.

MATERIAL AND METHODS

The research was conducted at the Fruit Research Institute, Čačak, Republic of Serbia, during 2017–2019, at two locations differing in altitude: Location 1 – Preljinsko brdo (43°54'33"N latitude, 20°24'32"E longitude, 300 m altitude) and Location 2 – Jelica (43°47'34"N latitude, 20°21'36"E longitude, 550 m altitude).

Plum cultivars are grafted on rootstock *Prunus cerasifera* L.

The analysis involved 9 plum

сливи (Боранка, Чачанска Ранна, Чачанска Найболя, Чачанска Лепотица, Тимочанка, Милдора, Чачанска Родна, Крина и Стенлей). Всички сортове са представени от пет дървета.

Управлението на овощните градини бе в съответствие със стандартната технология (лятнарезитба, торене, борба с вредители и болести, капково напояване).

Плодовете са подбрани визуално, в един и същ етап на развитие, от дървета от еднакви места. Теглото на плода и на костилката са претеглени на прецизна везна Mettler с точност до 0.01 g. Размерите на плодовете и костилките – височина (mm), ширина (mm) и дебелина (mm) са определени чрез измерване на 25 плода в пет повторения, с помощта на цифров шублер с обхват 300 mm с чувствителност 0.01 cm.

Експерименталните данни, получени в периода на изследване са подложени на статистически анализ с помощта на двуфакторен дисперсионен анализ на Fisher-ANOVA. Значителни разлики между средните стойности на изследваните фактори и средните стойности на взаимодействие са определени чрез LSD тест при нива на значимост $P \leq 0.05$. В статията са представени средните стойности на изследваните показатели за периода на изследване.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Фактори на околната среда, като генотип, местоположение, надморска височина и климатични условия, дължащи се на разликите в силата на слънчевата радиация и температурния диапазон, са от значение за качеството на плодовете (Ziogas et al., 2010; Mikulič-Petkovšek et al., 2012). Резултатите от влиянието на надморската височина върху размерите на плодовете на сини сливи са представени на Фигура 1 и Таблица 1.

cultivars (Boranka, Čačanska Rana, Čačanska Lepotica, Timočanka, Krina, Mildora, Stanley, Čačanska Najbolja and Čačanska Rodna). All cultivars are represented by five trees.

Orchard management was consistent with standard cultural practice (summer pruning, fertilization, pest and disease control, drip irrigation).

Fruits were selected visually and were at the same stage of development and from similar locations in the trees. Fruit weight and stone weight were determined on a Mettler precision scale with an accuracy of 0.01 g. The fruit and stone dimensions – height (mm), width (mm) and thickness (mm) were determined by measuring 25 fruits in five replications, using a Digital Caliper within 300 mm with a sensitivity of 0.01 cm.

The experimental data obtained in the research period were subjected to statistical analysis using Fisher's two-factor analysis of variance – ANOVA.

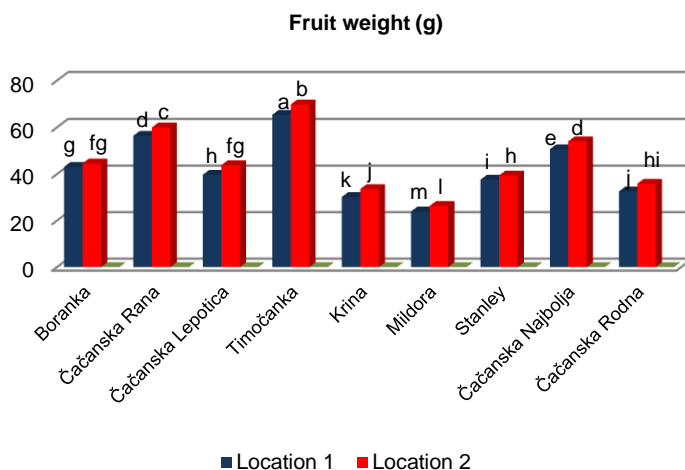
Significant differences between the mean values of the tested factors and the interaction means were determined by LSD test at $P \leq 0.05$ significance levels.

The paper presents the average values of the tested parameters during the study period.

RESULTS AND DISCUSSION

Environmental factors, such as genotype, location, altitude and climatic conditions, due to the differences in the solar radiation intensity and temperature range, contribute to fruit quality (Ziogas et al., 2010; Mikulič-Petkovšek et al., 2012).

The results on the effect of altitude on fruit dimensions in plums are presented in Figure 1 and Table 1.



Фиг. 1. Влияние на надморската височина върху теглото на плода (g) при различни сортове сини сливи
Fig. 1. Effect of altitude on fruit weight (g) in different plum cultivars

Настоящите резултати показват, че физическите характеристики на плодовете са значително повлияни от надморската височина. Теглото на плода е основен количествен наследствен фактор, определящ качеството им и приемливостта им за потребителите (Crisosto et al., 2004). С увеличаване на надморската височина теглото на плода се увеличава при всички изследвани сортове. Средното тегло на плода варира от 42.36 g на по-ниска надморска височина до 46.24 g на по-висока надморска височина.

Разликата в теглото на плодовете между различните надморски височини е 9.57%. Освен това се наблюдава значителна разлика в размера на плодовете при надморските височини.

По-ниските стойности на дължината, ширината и височината на плода са определени на Място 1 (300 m надморска височина) в сравнение с Място 2 (550 m надморска височина).

Резултатите показват, че дължината на плода варира от 41.37 до 53.20 mm, ширината от 31.53 до 47.83 mm и височината от 30.93 до 44.01 mm.

The present results showed that the physical attributes of fruit were highly significantly affected by altitude.

Fruit weight is a major quantitative inherited factor determining fruit quality and consumer acceptability (Crisosto et al., 2004).

As altitude increased, the fruit weight increased in all tested cultivars.

The average fruit weight ranged from 42.36 g at the lower altitude to 46.24 g at the higher altitude.

The difference in fruit weight between altitudes was 9.57%.

Besides, a significant variation in fruit dimensions was observed among altitudes.

The lower values of the length, width, and height of fruit were determined at Location 1 (300 m altitude) in comparison with Location 2 (550 m altitude).

The results showed that the fruit length varied from 41.37 to 53.20 mm, width from 31.53 to 47.83 mm and height from 30.93 to 44.01 mm.

При по-голямата надморска височина се увеличава дължината, ширината и височината на плодовете съответно с 5.97%, 6.37% и 5.78%.

A higher altitude increased the length, width, and height of fruit by 5.97%, 6.37% and 5.78%, respectively.

Таблица 1. Влияние на надморската височина върху размерите на плодовете при различни сортове сливи

Table 1. Effect of altitude on fruit dimensions in different plum cultivars

Сорт/Cultivar	Място/Location	Размери на плода/Fruit dimensions (mm)		
		Дължина Length	Широчина Width	Дебелина Thickness
Боранка Boranka	Място 1 Location 1	41.37±2.04 h	39.04±1.39 ef	37.44±2.90 de
	Място 2 Location 2	45.15±1.16 g	42.43±0.76 c	41.77±1.32 b
Чачанска ранна Čačanska Rana	Място 1 Location 1	50.39±2.25 c	41.47±1.35 c	39.84±1.83 cd
	Място 2 Location 2	52.07±2.32 bc	43.33±1.92 b	42.28±2.42 b
Чачанска лепотица Čačanska Lepotica	Място 1 Location 1	42.02±1.65 h	38.20±0.86 fg	36.33±0.94 e
	Място 2 Location 2	44.81±1.28 gh	40.41±1.23 d	39.19±1.65 cd
Тимочанка Timočanka	Място 1 Location 1	49.61±2.61 d	45.18±1.82 ab	42.12±1.50 b
	Място 2 Location 2	53.51±2.34 a	47.83±1.70 a	44.01±1.69 a
Крина Krina	Място 1 Location 1	43.82±1.66 h	34.73±1.45i	32.67±0.88 g
	Място 2 Location 2	44.60±1.31gh	36.67±0.79 h	34.33±1.65 f
Милдора Mildora	Място 1 Location 1	36.74±1.30 j	31.53±1.25 k	30.93±1.18 h
	Място 2 Location 2	39.48±1.35 i	33.73±0.84 j	32.52±0.74 g
Стенлей Stanley	Място 1 Location 1	47.73±1.99 ef	36.44±0.98 h	36.10±1.21 e
	Място 2 Location 2	50.78±2.41 c	37.61±1.53 g	37.00±1.78 de
Чачанска найболя Čačanska Najbolja	Място 1 Location 1	48.29±1.19 de	39.28±1.14 e	39.04±1.68 cd
	Място 2 Location 2	53.20±3.69 ab	42.78±2.08 b	40.20±1.88 c
Чачанска родна Čačanska Rodna	Място 1 Location 1	46.57±1.35 g	36.11±0.69 h	32.48±1.26 g
	Място 2 Location 2	47.03±1.93 fg	39.20±0.72 e	34.49±0.69 f

Средните стойности, последвани от различни букви в редовете, имат значителна разлика при P 0.05 според LSD теста и резултатите от ANOVA (F-тест)

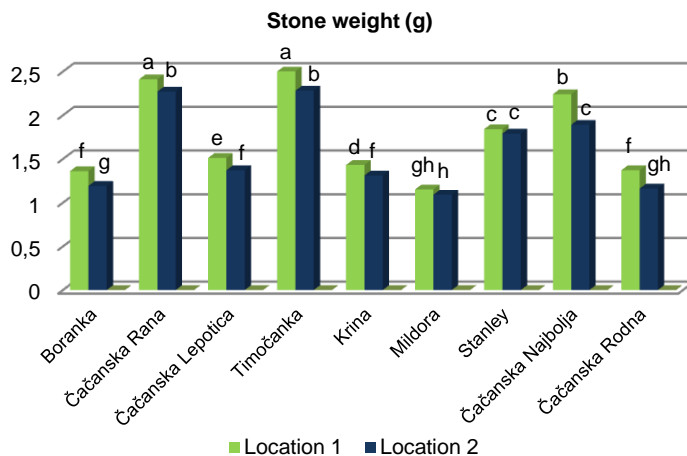
Means followed by different letters within rows are significantly different at P≤0.05 according to LSD test and ANOVA (F-test) results

Стойностите на теглото на костилката са противоположни на тези за теглото на плода. Установено е, че теглото на костилката намалява с увеличаване на надморската височина

Stone weight had values reverse from those for fruit weight.

It was found that the stone weight decreases with increasing altitude (Figure 2 and Table 2).

(Фигура 2 и Таблица 2).



Фиг. 2. Влияние на надморската височина върху теглото на костилката (g) при различни сортове сливи
Fig. 2. Effect of altitude on stone weigh (g) in different plum cultivars

Теглото на костилката варира от 1.16 до 2.50 g и е по-високо средно с 9.29% при плодове, отглеждани на по-ниска надморска височина. Дължината, ширината и височината на плодовете също са по-големи на по-ниска надморска височина в сравнение с по-висока надморска височина.

Дължината, ширината и височината на костилката варират съответно от 21.7 до 30.8 mm, 12.3 до 17.6 mm и 7.82 до 10.9 mm.

Получените стойности за размерите на костилката са по-високи с 9.03% за дължината, с 9.12% за ширината и със 7.96% за височината ѝ.

Също така, са установени значителни разлики в дължината на дръжката повлияни от надморската височина. Дължината на дръжката е по-къса с 5.41% на мястото, разположено на надморска височина 300 m, в сравнение с мястото на 550 m. Като цяло може да се допусне, че разликите в изследваните показатели

Stone weight varied from 1.16 to 2.50 g and was higher by 9.29% on average in the fruits of plum grown at a lower altitude. The length, width, and height of fruit also were greater at lower altitude in comparison with higher altitude.

The length, width, and height of stone ranged from 21.7 to 30.8 mm, 12.3 to 17.6 mm and 7.82 to 10.9 mm, respectively.

The obtained values were higher by 9.03% for length of stone, by 9.12% for width of stone and by 7.96% for height of stone.

Also, significant differences were found between altitudes for stalk length.

Stalk length was shorter by 5.41% at the location situated at an altitude of 300 m in comparison with the locations at 550 m.

In general, it can be assumed that differences in the studied parameters

се дължат на съчетание от климатични фактори (температура, влажност, валежи и т.н.), които са повлияли на размерите на плодовете и костилките от различна надморска височина.

were due to a combination of climatic factors (temperature, humidity, precipitation etc.), which affected the fruit and stone dimensions at different altitudes.

Таблица 2. Влияние на надморската височина върху размерите на костилката при различни сортове сливи

Table 2. Effect of altitude on stone dimensions in different plum cultivars

Сорт/Cultivar	Място/Location	Размери на костилката Stone dimensions (mm)			Дължина на дръжката Stalk length (mm)
		Дължина Length	Широчина Width	Дебелина Thickness	
Боранка Boranka	Място 1 Location 1	24.8±1.13 g	16.7±0.45 c	10.2±0.68 c	9.61±0.33 j
	Място 2 Location 2	22.8±0.82 ij	15.5±0.43 d	9.04±0.48 ef	11.03±0.47 ij
Чачанска ранна Čačanska Rana	Място 1 Location 1	29.9±1.44 bc	16.8±0.47 c	10.9±0.27 a	19.11±1.29 cd
	Място 2 Location 2	28.2±1.49 d	16.3±0.50 c	10.1±0.31 ab	20.02±1.94 bc
Чачанска лепотица Čačanska Lepotica	Място 1 Location 1	24.5±0.83 g	14.1±0.46 gh	9.12±0.59 e	13.20±0.63 hi
	Място 2 Location 2	22.0±1.03 j	13.8±0.58 hi	8.72±0.44 fg	14.31±0.74 gh
Тимочанка Timočanka	Място 1 Location 1	31.7±2.09 a	17.6±1.16 a	10.3±0.47 bc	15.94±0.78 fg
	Място 2 Location 2	28.1±0.72 d	16.7±0.60 c	9.77±0.64 d	16.82±1.01efg
Крина Krina	Място 1 Location 1	27.4±0.97 de	15.2±0.59 d	8.57±0.45 gh	16.37±1.00 efg
	Място 2 Location 2	24.3±1.80 g	13.5±0.75 i	7.67±0.28 j	17.03±0.91 ef
Милдора Mildora	Място 1 Location 1	23.1±1.06 hi	12.9±0.58 j	7.39±0.26 jk	10.01±0.37 j
	Място 2 Location 2	21.7±0.73 j	12.3±0.34 j	6.31±1.14 k	10.67±0.39 ij
Стенлей Stanley	Място 1 Location 1	30.6±1.54 b	15.4±0.44 d	9.66±0.32 d	19.25±1.27 cd
	Място 2 Location 2	27.8±1.50 de	14.3±0.41 fg	8.73±0.49 fg	20.80±2.08 bc
Чачанска найболя Čačanska Najbolja	Място 1 Location 1	30.8±2.37 ab	17.3±0.96 ab	10.8±0.61 a	18.78±1.16 de
	Място 2 Location 2	25.7±1.65 f	15.9±0.44 c	9.59±0.27 d	19.07±1.24 cd
Чачанска родна Čačanska Rodna	Място 1 Location 1	27.2±1.37 e	14.8±0.81 ef	8.13±0.33 hi	22.21±2.08 ab
	Място 2 Location 2	24.1±1.32 gh	14.0±0.46 gh	7.82±0.23 ij	23.34±2.02 a

Средните стойности, последвани от различни букви в редовете, имат значителна разлика при P 0.05 според LSD теста и резултатите от ANOVA (F-тест)

Means followed by different letters within rows are significantly different at P≤0.05 according to LSD test and ANOVA (F-test) results

Настоящите резултати са сравними с получените от Būyüksolak

The present results are comparable to those obtained by

et al. (2020), които установяват, че височината, ширината, дължината и теглото на орех са по-високи с увеличаване на надморската височина. Също така, Olmez et al. (2006) съобщават, че само един от три изследвани сорта кайсии показва намаляване на размера на плода с увеличаване на надморската височина, докато при другите два сорта размерът на плода се увеличава с увеличаване на надморската височина. Освен това Trad et al. (2013) и Silvanini et al. (2014) измерват значително по-големи размери на плода при смокиня и кестен с увеличаване на надморската височина. За разлика от тях Gülergüz et al. (1999) отбелязват, че сортове кайсии, отглеждани на различна надморска височина, имат по-малък размер на плодовете на по-висока надморска височина. Naryal et al. (2020) посочват, че на всеки 100 m увеличение на надморската височина, теглото на кайсията намалява с 0.5 g, докато Faniadis et al. (2010) и Rokaya et al. (2016) отбелязват, че при черешите и мандарините не е открита връзка между теглото на плода и надморската височина.

Представените резултати показват значителни разлики между сортовете независимо от надморската височина. И при двете надморски височини, повечето от изследваните сортове се характеризират с едри плодове (повече от 30 g), изключение прави само сорт Милдора, който има средно едри плодове. Средното тегло на плода и костилката е най-високо при сорт Тимочанка (съответно 67.55 g и 2.37 g), а най-малко при сорт Милдора (съответно 25.12 g и 1.12 g).

Също така, високо тегло на плода и костилката е установено при Чачанска ранна (съответно 58.1 g и 2.34 g) и Чачанска найболя (съответно 52.3 g и 2.06 g). От друга страна, въз основа на данните, представени на

Büyüksolak et al. (2020), who found that height, width, length and weight in walnut were higher with increasing altitude.

Also, Olmez et al. (2006) reported that only one out of three apricot cultivars studied showed decreasing fruit size with increasing elevation, while in the two other cultivars, fruit size increased with increasing altitude.

Besides, Trad et al. (2013) and Silvanini et al. (2014) measured significantly higher fruit dimensions in fig and chestnut with increasing altitude.

In contrast, Gülergüz et al. (1999) recorded that apricot cultivars grown at different altitudes had smaller fruit size at higher elevation.

Namely, Naryal et al. (2020) reported that at every 100 m increase in altitude the fruit weight in apricot decreased by 0.5 g, while Faniadis et al. (2010) and Rokaya et al. (2016) observed that in sweet cherry and mandarin, no relation was found between fruit weight and altitude.

Presented results demonstrated significant differences among cultivars regardless of altitude.

In both altitudes, most of the studied cultivars were characterized by large fruit (more than 30 g), exceptions are only cultivar Mildora, that had medium large fruit.

The average fruit and stone weight were the highest in cultivar Timočanka (67.55 g and 2.37 g, respectively) and the lowest in cultivar Mildora (25.12 g and 1.12 g, respectively).

Also, the high fruit and stone weight were detected in Čačanska Rana (58.1 g and 2.34 g, respectively) and Čačanska Najbolja (52.3 g and 2.06 g, respectively). On the other hand, based on the data presented in Figures 1 and 2,

Фигури 1 и 2, е видно, че по-ниско средно тегло на плода е регистрирано при сортове Чачанска родна (34.17 g), Стенлей (38.75 g) и Krina (31.84 g), докато най-ниско тегло на костилката е установено при сортове Чачанска родна (1.23 g) и Боранка (1.27 g). Като цяло стойностите на теглото на плода и костилката са в съответствие със специфичните за сорта характеристики.

Сред изследваните сортове най-къса дължина на дръжката е регистрирана при Боранка (10.26 mm), а най-дълга при Чачанска родна (22.38 mm). Характеристиките на плода и костилката за някои сортове в настоящото изследване са до голяма степен в съответствие с констатациите на много автори (Sosna, 2010; Miletić et al., 2011; Glišić et al., 2016; Tomić et al., 2019). Размерите на плода и костилката при сортове, отглеждани в Изследователски институт по овощарство в Чачак, са по-високи от тези, измерени в проучванията на Milatović et al. (2016) при подобни условия, докато Božović et al. (2017) отчитат по-ниски стойности на теглото и размера на плодовете в Черна гора, което може да се отдаде на въздействието на климатичните фактори на изследваните сортове сливи.

ИЗВОДИ

Познаването на влиянието на надморската височина върху качеството на плодовете е много важно при създаването на търговски сливови овощни градини, за да се подобри качеството им. Резултатите от настоящото изследване показват, че надморската височина има значително въздействие върху увеличаването на размера на плода. Въпреки това, поради взаимодействията между различни фактори на околната среда, е необходимо допълнително изследване, за да се разбере по-добре

it is evident that the lower average fruit weight was recorded by cultivars Čačanska Rodna (34.17 g), Stanley (38.75 g) and Krina (31.84 g), while the lowest stone weight was established in cultivars Čačanska Rodna (1.23 g) and Boranka (1.27 g). In general, the fruit and stone weight values were in agreement with cultivar-specific traits.

Among studied cultivars, the shortest stalk length was recorded in Boranka (10.26 mm), and the longest in Čačanska Rodna (22.38 mm).

The fruit and stone characteristics for some cultivars in the present study are mostly in agreement with the findings by many authors (Sosna, 2010; Miletić et al., 2011; Glišić et al., 2016; Tomić et al., 2019).

The fruit and stone dimensions in the cultivars bred at the Fruit Research Institute in Čačak was higher than those measured in studies of Milatović et al. (2016) in similar conditions, while Božović et al. (2017) recorded lower values on the mass and dimensions of fruit in Montenegro, which can be attributed to the effect of climatic factors of the studied plum cultivars.

CONCLUSIONS

Knowledge of altitude effect on fruit quality is very important when establishing commercial plum orchards in order to improve fruit quality.

The results of this research showed that altitude has a significant effect on the increase in fruit dimensions.

However, due to interactions between different environmental factors, additional investigation is necessary to better understand the altitude effects on plum fruit quality characteristics.

въздействието на надморската височина върху качествените характеристики на сливовите плодове.

Въз основа на оценените физични характеристики на плодовете, изследваните сортове показват добри резултати и заслужават да намерят място в интензивни сливови градини.

Based on the evaluated physical characteristics of fruits, the examined cultivars showed good results and deserve to find a place in intensive plum orchards.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото проучване е подкрепено от Министерството на образованието, науката и технологичното развитие на Република Сърбия, Договор № 451-03-68/2022-14/200215.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, Contract No. 451-03-68/2022-14/200215.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. **Blažek, J., R. Vávra and J. Pišteková**, 2004. Orchard performance of new plum cultivars on two rootstocks in a trial at Holovousy in 1998-2003. *Horticultural Science*, 31 (2), 37–43.
2. **Božović, Dj., B. Bosančić, A. Velimirović, S. Ercisli, V. Jaćimović and H. Kele**, 2017. Biological characteristics of some plum cultivars grown in Montenegro. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16 (2), 35–45.
3. **Büyüksolak, N.Z., M.A. Aşkın, I. Kahramanoğlu and V. Okatan**, 2020. Effects of altitude on the pomological characteristics and chemical properties of 'Chandler' walnuts: a case study in Uşak province. *Acta Agrobotanica*, 73 (3), 7333.
4. **Crisosto, C.H., D. Garner, M.G. Crisosto and E. Bowerman**, 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindley) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology*, 34, 237–244.
5. **De Frenne, P., J.B. Graae, F. Rodríguez-Sánchez, A. Kolb, O. Chabrerie, G. Decocq, H. Kort, A. Schrijver, M. Diekmann, O. Eriksson, R. Gruwez, M. Hermy, J. Lenoir, J. Plue, A.D. Coomes and K. Verheyen**, 2013. Latitudinal gradients as natural laboratories to infer species' responses to temperature. *Journal of Ecology*, 101, 784–795.
6. **Dong, J., X. Ma, Q. Wei, S. Peng and S. Zhang**, 2011. Effects of growing location on the contents of secondary metabolites in the leaves of four selected superior clones of *Eucommia ulmoides*. *Industrial Crops and Products*, 34 (3), 1607–1614.
7. **Faniadis, D., D.P. Drogoudi and M. Vasilakakis**, 2010. Effects of cultivar, orchard elevation, and storage on fruit quality characters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 125, 301–304.
8. **FAOSTAT** **FAO** **Statistics** **Division**. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, 2020.
9. **Glišić I., N. Milošević, M. Lukić, O. Mitrović, B. Popović and M. Đorđević**, 2016. Phenological and pomological properties of new plum cultivars from Čačak intended for processing. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 19 (3), 114–130.
10. **Güteryüz, M., S. Ercişli and A. Eşitken**, 1999. A study on characteristic features of apricot grown in Erzincan, Malatya and Iğdir Province. *Acta Horticulturae*, 488, 165–169.
11. **Ionica, M.E., V. Nour and I. Trandafir**, 2012. The influence of aero-ionized

- stream on the storage capacity of plums. *Acta Horticulturae*, 968, 205–210.
12. **Körner, C.**, 2007. The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution*, 22, 569–574.
 13. **Mikulič-Petkovšek, M., V. Schmitzer, A. Slatnar, F. Štampar and R. Veberič**, 2012. Composition of sugars, organic acids and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. *Journal of Fruit Science*, 77, 1064–1070.
 14. **Milatović, D., D. Đurović and G. Zec**, 2011. Ispitivanje stonih sorti šljive na području Beograda. *Voćarstvo*, 45, 101–108 (Sr).
 15. **Milatović, D., D. Đurović, G. Zec. and M. Radović**, 2016. Phenological traits, yield and fruit quality of plum cultivars created at the Fruit Research Institute in Čačak, Serbia. Book of Proceedings of VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", 789–795.
 16. **Miletić, R., M. Pešaković, J. Luković, S.M. Paunović and Ž. Karaklajić-Stajić**, 2011. Ocena kvaliteta plodova nekih sorti šljive prema kriterijumima krupnoće i mase. Zbornik radova XVI savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak (Republika Srbija), 16 (18), 287–292 (Sr).
 17. **Mitrović, M., O. Mitrović and M. Blagojević**, 2001. Tehnologija gajenja Čačanske rodne. Tematski zbornik Jugoslovenskog savetovanja sa međunarodnim učešćem "Proizvodnja, prerada i plasman šljive i proizvoda od šljive", Koštunici, 91–96 (Sr).
 18. **Naryal, A., D. Dolkar, A. K. Bhardwaj, A. Kant, P.O. Chaurasia and T. Stobdan**, 2020. Effect of altitude on the phenology and fruit quality attributes of apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits. *Defence Life Science Journal*, 5 (1), 18–24.
 19. **Olmez, H. A., B. E. Ak. and R. Gülcan**, 2006. The relationship between stomata density and fruit quality of some apricot varieties growing in different altitudes in Malatya Province. *Acta Horticulturae*, 701, 163–166.
 20. **Rokaya, R.P., D.R. Baral, D.M. Gautam, A.K. Shrestha and K.P. Paudyal**, 2016. Effect of altitude and maturity stages on quality attributes of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *American Journal of Plant Sciences*, 7, 958–966.
 21. **Silvanini, A., C. Dall'Asta, L. Morrone, M. Cirilini, F. Beghé, A. Fabbri and T. Ganino**, 2014. Altitude effects on fruit morphology and flour composition of two chestnut cultivars. *Scientia Horticulturae*, 176, 311–318.
 22. **Sosna, I.**, 2010. Effect of pruning time on yielding and fruit quality of several early ripening plum cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 9, 37–44.
 23. **Tomić, J., F. Štampar, I. Glišić and J. Jakopič**, 2019. Phytochemical assessment of plum (*Prunus domestica* L.) cultivars selected in Serbia. *Food Chemistry*, 299, 125113.
 24. **Trad, M., B. Gaaliche, C.M.G.C. Renard and M. Mars**, 2013. Inter- and intra-tree variability in quality of figs. Influence of altitude leaf area and fruit position in the canopy. *Scientia Horticulturae*, 162, 49–54.
 25. **Usenik, V., D. Kastelec, R. Veberič and F. Štampar**, 2008. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry*, 111(4), 830–836.
 26. **Zheng J, B. Yang, S. Tuomasjukka, S. Ou and H. Kallio**, 2009. Effects of latitude and weather conditions on contents of sugars, fruit acids, and ascorbic acid in black currant (*Ribes nigrum* L.) juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (7), 2977–2987.
 27. **Ziogas, V., G. Tanou, A. Molassiotis, G. Diamantidis and M. Vasilakakis**, 2010. Antioxidant and free radical-scavenging activities of phenolic extracts of olive fruits. *Food Chemistry*, 120, 1097–1103.