Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 168-185 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Проява на фенофази на сортове касис (*Ribes nigrum* L.) в зависимост от системите за поддържане на почвата

Светлана М. Паунович[1]*, Михайло Николич[2], Раде Милетич[1], Мира Милинкович[1], Жаклина Караклаич-Стаич[1], Йелена Томич[1], Марияна Пешакович[1]

[1]Изследователски институт по овощарство, ул. „Краля Петра I" 9, 3200 Чачак, Република Сърбия
[2]Аграрен факултет, Белградски университет, ул. „Неманина" 6, 11081 Белград-Земун, Република Сърбия
**E-mail: svetlana23869@gmail.com*

Occurrence of phenological stages in black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars as dependent on soil management systems

Svetlana M. Paunović[1]*, Mihailo Nikolić[2], Rade Miletić[1], Mira Milinković[1], Žaklina Karaklajić-Stajić[1], Jelena Tomić[1], Marijana Pešaković[1]

[1]Fruit Research Institute, Čačak, Kralja Petra I/9, 32000 Čačak, Republic of Serbia
[2] Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Nemanjina 6, 11081 Belgrade-Zemun, Republic of Serbia

РЕЗЮМЕ

Проведен е експеримент за период от три години за систематично изследване на модели в периодичните събития или фенологичните етапи (начало на разлистване, пълно разлистване, поява на цвят, начало на цъфтеж, пълен цъфтеж, образуване на плоден завръз и узряване на плод) на сортовете касис. В изследването са включени седем сорта касис („Бен Ломонд", „Бен Сарек", „Цема", „Титания", „Чачанска Църна", „Тисел" и „Тибен") и три системи за поддържане на почвената повърхност (угар, мулчиране с дървесни стърготини и с черно фолио). Изследваните сортове показват разлики във фенологичните фази. Фенологичните етапи във всички варианти и години се случват най-рано при „Чачанска църна" и

SUMMARY

An experiment was conducted over a period of three years to systematically examine patterns in the periodic events or phenological stages (beginning of leaf unfolding, full leaf unfolding, inflorescence emergence, beginning of flowering, full flowering, beginning of berry set and berry ripening) of black currant cultivars. Seven black currant cultivars ('Ben Lomond', 'Ben Sarek', 'Tsema', 'Titania', 'Čačanska Crna', 'Tisel' and 'Tiben') and three soil management systems (bare fallow, sawdust mulch and black plastic mulch) were included in the study. The studied cultivars showed differences in the phonological stages. The phenological stages in all treatments and years occurred earliest in

„Тисел". Най-късно разлистване се наблюдава при "Титания" и „Цема", като при сорт „Бен Ломонд" най-късно се случват другите фенологични събития. По отношение на поддържането на почвената повърхност, най-ранното начало на фенологичните етапи е отчетено при сортове касис под черно полиетиленово фолио, а най-късно при тези върху угар. Климатичните фактори, най-вече температурата на въздуха, имат голямо въздействие върху проявата на фенологичните етапи.

Ключови думи: касис, фенологични характерни белези, угар, мулчиране с дървесни стърготини, мулчиране с полиетиленово черно фолио

'Čačanska Crna' and 'Tisel'. The latest leaf unfolding was observed in 'Titania' and 'Tsema', whereas the latest occurrence of the other phenological events was recorded in 'Ben Lomond'. As for treatments, the earliest onset dates of all phenological stages were in black currant cultivars grown under foil mulch, and the latest in those under bare fallow treatment. Climatic factors, particularly air temperature, have a large effect on the occurrence of phenological stages.

Key words: black currant, phenological traits, bare fallow, sawdust mulch, black plastic mulch

УВОД

Касисът (*Ribes nigrum* L.) е дребноплоден овощен вид, който встъпва във вегетация по-рано от други континентални плодови култури (Mišić, 2002). Началото и продължителността на фенологичните етапи са специфични за генотипа и зависят не само от наследствените особености, но и от агроекологичните условия. Продължителността на деня и температурата имат пряко въздействие върху фенологичните стадии като цяло и по-специално върху цъфтежа, поради което сортовете на касиса реагират различно на климатичните условия (Sonsteby et al., 2012). Касисът вирее добре в различни почви и при различни системи за поддържане на почвата. При агроекологичните условия на Сърбия, най-често срещаната система е угар, т.е. непрекъснатата оран. Напоследък мулчирането с дървени стърготини или фолио се използва все по-често при обработка на почвеното покритие на овощните насаждения от касис. Многобройни проучвания показват положителното въздействие на мулчрането с дървесни стърготини или фолио върху фенологичните етапи, вегетативния и размножителен потенциал и химически свойства на плодовете (Robinson, 1991; Dale, 2000; Kivijarvi et al., 2005). Мулчирането на почвите на овощните насаждения с фолио, пряко подпомага ранното узряване на плодовете

INTRODUCTION

Black currant (*Ribes nigrum* L.) is a small fruit crop that enters the growing season earlier than other continental fruit crops (Mišić, 2002). The onset and length of phenological stages are genotype-specific and affected not only by heritable traits but also by agroenvironmental conditions. Day length and temperature have a direct effect on phenological stages in general and flowering in particular, due to which black currant cultivars respond differently to climatic conditions (Sonsteby et al., 2012).

Black currant fares well in a variety of soils and under diverse soil management systems. Under the agroenvironmental conditions of Serbia, the most common soil management system is bare fallow i.e. continuous tillage. More recently, mulching with sawdust or foil has been increasingly used in orchard floor management for black currants. Numerous studies have shown a positive effect of sawdust or foil mulches on phenological stages, vegetative and generative potential, and fruit chemical properties (Robinson, 1991; Dale, 2000; Kivijarvi et al., 2005).

Mulching orchard soils with foil directly promotes early fruit ripening (Larsson, 1997), whereas in peanut plants it increases

(Larsson, 1997), докато при фъстъчените растения то повишава температурата на почвата и следователно води до ранно цъфтене и узряване на плодовете (Devi et al., 1991).

Целта на настоящия експеримент е сравнителен анализ на въздействието на системите за поддържане на почвата при насажденията от черен касис, върху фенологичните етапи на изпитваните сортове.

soil temperature and, hence, results in early flowering and fruit ripening (Devi et al., 1991).

The objective of the present experiment was a comparative analysis of the effect of soil management systems in a black currant planting on the phenological stages of the tested cultivars.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в Изследователски институт по овощарство, Чачак, Западна Сърбия, през периода 2012-2014 г. Насаждението от касис е създадено през пролетта на 2011 с двугодишни растения. Черният касис се отглежда под формата на храсти на разстояние от 3 m между редовете и 1 m в самия ред. Използвани са седем сорта: „Бен Ломонд“, „Бен Сарек“, „Чачанска църна“, „Цема“, „Титания“, „Тибен“ и „Тисел“. Използвани са три системи за обработка на почвата: вариант I – черна угар, т.е. непрекъсната оран, вариант II – мулчиране с дървесни стърготини и обработка вариант III – мулчиране с черно полиетиленово фолио. Експериментът е заложен по рандомизиран блоков модел със седем сорта, три повторения и три системи за поддържане на почвата, при което се получават общо 315 касисови храста.

Таблица 1 показва средната месечна и годишна температура на въздуха. Средните месечни и годишни общи валежи за експерименталния период 2012-2014 г. са дадени в Таблица 2.

MATERIAL AND METHODS

The research was conducted at the Fruit Research Institute, Čačak, Western Serbia, during 2012-2014. The black currant orchard was established in the spring of 2011 using two-year-old plants. Black currants were grown as bushes at a spacing of 3 m between rows and 1 m in the row. Seven cultivars were used: 'Ben Lomond', 'Ben Sarek', 'Čačanska Crna', 'Tsema', 'Titania', 'Tiben' and 'Tisel'. Three soil management systems were employed: treatment I – bare fallow i.e. continuous tillage, treatment II – sawdust mulch, and treatment III – black plastic mulch.

The experiment was laid out in a randomised block design with seven cultivars, three replications and three soil management systems, giving a total of 315 black currant bushes.

Table 1 shows mean monthly and annual air temperatures. Average monthly and annual rainfall totals for the experimental period 2012-2014 are given in Table 2.

Таблица 1. Средни месечни температури на въздуха (°C), средни годишни температури на въздуха (A) и средни температури на въздуха за вегетационния период на растеж (VG)

Table 1. Mean monthly air temperatures (°C), mean annual air temperatures (A) and mean air temperatures for the vegetative growth period (VG)

Година/ месец Year/ month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	**A**	**VG**
2012	1.8	-2.5	6.8	12.2	17.3	24.1	26.6	25.4	20.9	13.8	9.5	1.4	**13.1**	**20.0**
2013	3.5	3.8	6.6	13.2	18.2	20.6	23.3	24.1	17.2	14.5	8.9	2.0	**13.0**	**18.7**
2014	4.0	6.6	10.2	12.8	16.1	21.1	22.7	22.1	17.5	13.5	8.9	3.1	**13.2**	**18.0**

Таблица 2. Средна месечна стойност на валежите (mm m^{-2}), годишни валежи (A) и валежи общо за вегетационния период на растеж (VG)
Table 2. Average monthly rainfall total (mm m^{-2}), annual rainfall total (A) and rainfall total for the vegetative growth period (VG)

Година/ месец Year/ month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	A	VG
2012	60	70	10	47	68	38	22	0	7.2	30	23.7	87.6	**463.5**	**212.2**
2013	51	68	65.7	37	78.5	61.5	10	62.5	87	17.2	40.5	4	**582.9**	**353.7**
2014	21.5	6	52.5	104.5	125	103.5	163	56	101	50	19	90	**892**	**703**

Фенологичните особености са определени, чрез фенологично наблюдение, като се използват международните описания за касиса (CPVO-TP/040/2 – UPOV, 2009). Изследвани са следните фенологични параметри: 1. Период на разлистване – регистрирано като дата на поява на първите листа от зимните пъпки. Въз основа на датата на разгъване на листа, изследваните сортове са класифицирани в ранно, средно и късно разгъване на листата; 2. Период на появяване на съцветия, т.е. дата на първата поява на съцветие от генеративната пъпка; 3. Период на начало на цъфтежа – т.е. момента, в който 10% от общия брой цветове са отворени; пълен цъфтеж – момента, когато 90% от цветовете са отворени. Според периода им на цъфтеж, сортовете се класифицират с ранен, среден и късен цъфтеж. Продължителността на периода на цъфтеж, т.е. периодът между началото на цъфтеж и първия плоден завръз е изразена като брой дни. Според този параметър, сортовете са групирани в сортове с кратък, среден или дълъг период на цъфтеж; 4. Период на първи плоден завръз – отбелязан като дата и 5. Период на зреене на плода, т.е. дата на пълна или беритбена зрялост на плода (дата на прибиране на реколтата), според която сортовете са класифицирани като много ранни, ранни, средни, късно и много късно зреещи. Резултатите са представени в таблична форма.

Phenological traits were determined by phenological observation using international descriptors for black currants (CPVO-TP/040/2 – UPOV, 2009). The following phenological parameters were examined: 1. Time of leaf unfolding – recorded as the date of first leaf emergence from the winter bud. Based on leaf unfolding date, the tested cultivars were classified into early, medium and late leaf unfolding; 2. Time of inflorescence emergence i.e. the date of first inflorescence emergence from the generative bud; 3. Time of beginning of flowering – i.e. the moment when 10% of the total number of flowers were open; full flowering – the moment when 90 % of flowers were open. According to their flowering times, the cultivars were classified into early, medium and late flowering. Length of flowering period i.e. the period between the beginning of flowering and first berry set, expressed as the number of days. According to this parameter, the cultivars were grouped into cultivars with either a short, medium or long flowering period; 4. Time of first berry set – recorded as the date of first berry set, and 5. Time of berry ripening i.e. date of full or harvest maturity of the fruit (harvest date), according to which the cultivars were classified into very early, early, medium, late and very late ripening. The results are presented in tabular form.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

При агроекологичните условия на Сърбия средната дата на разлистване за всички сортове, по варианти и

RESULTS AND DISCUSSION

Under the agroenvironmental conditions of Serbia, the average first leaf unfolding date for all cultivars, treatments and

години е 13 март, докато пълното разлистване се е осъществило средно 5 дни след първия ден на разлистване. Най-краткият период между първото и пълното разлистване е 5 дни през 2013 г., а най-дългият 7 дни през 2012 г. и 2014 г. Данните за датите на разлистване за изследваните сортове касис са представени в Таблица 3.

Изследваните сортове се различават по срок на първото разлистване. Най-ранното разлистване се случва при "Чачанска Черна" и "Тисел" във всички варианти и години, а най-късното при "Титания" и "Цема". Разликата в средната дата на първото разлистване между сортовете с най-ранно и последно встъпване в този фенологичен етап е 13 дни, докато разликата в средната дата на пълното разлистване е 12 дни. При всички варианти и години, периодът между началото на разлистване и пълното разлистване е най-кратък при „Бен Сарек“ (средно 4 дни), а най-дълг при „Чачанска Черна", „Тисел" и „Тибен" (6 дни средно). Най-малката разлика за периода на разлистване през експерименталните години е показана от "Титания" и "Цема" (средно 1 ден), а най-голямата – при "Бен Сарек" (средно 6 дни).

Във всички експериментални години, началото на разлистване и пълно разлистване е най-рано при сортове от варианта мулчиране с черно полиетиленово фолио, а най-късно за тези отглеждани върху черна угар. Разликата в началото на разлистване през 2012 г. между вариантите с черна угар и дървесни стърготини, както и между дървени стърготини и черно полиетиленово покритие, в зависимост от сорта е 1 до 2 дни, докато разликата между вариантите с угар и черно полиетиленово фолио варира от 2 до 4 дни. През 2013 г. разликата е помалка, т.е. 1 ден между мулчирането с дървени стърготини и угар, 1 ден между дървени стърготини и мулчиране с черно полиетиленово фолио и 2 дни между угар и мулчиране с черно полиетиленово фолио.

years was 13 March, whereas full leaf unfolding occurred on average 5 days after the first leaf unfolding day. The shortest period between first leaf unfolding and full leaf unfolding was 5 days in 2013, and the longest 7 days in 2012 and 2014. Data on leaf unfolding dates in the tested black currant cultivars are presented in Table 3.

The studied cultivars differed in the time of first leaf unfolding. The earliest leaf unfolding occurred in ‘Čačanska Crna’ and ‘Tisel’ in all treatments and years, and the latest in ‘Titania’ and ‘Tsema’. The difference in the average date of first leaf unfolding between the cultivars with the earliest and latest entry into this phenological stage was 13 days, whereas the difference in the average date of full leaf unfolding was 12 days. In all treatments and years, the period between beginning of leaf unfolding and full leaf unfolding was the shortest in ‘Ben Sarek’ (4 days on average) and the longest in ‘Čačanska Crna’, ‘Tisel’ and ‘Tiben’ (6 days on average). The lowest variation in the time of leaf unfolding across the experimental years was exhibited by ’Titania’ and ‘Tsema’ (1 day on average) and the highest by ’Ben Sarek’ (6 days on average).

In all experimental years, the beginning of leaf unfolding and full leaf unfolding were the earliest in cultivars under black plastic mulch treatment, and the latest in those under bare fallow. The difference in the beginning of leaf unfolding in 2012 between bare fallow and sawdust treatments and between sawdust and black plastic mulch treatments, depending on cultivar, was 1 to 2 days, whereas the difference between bare fallow and black plastic mulch treatments ranged from 2 to 4 days. In 2013, the difference was smaller i.e. 1 day between bare fallow and sawdust mulch treatments, 1 day between sawdust and black plastic mulch, and 2 days between bare fallow and black plastic mulch treatments.

Таблица 3. Дати за начало на разлистването и пълно разлистване
Table 3. Dates of beginning of leaf unfolding and full leaf unfolding

Сортове Cultivars	Варианти Treatments	Начало на разлистване Beginning of leaf unfolding			Средно за сортовете Average across cultivars	Пълно разлистване Full leaf unfolding			Средно за сортовете Average across cultivars
		2012	2013	2014		2012	2013	2014	
'Ben Lomond'	черна угар bare fallow	19.03.	12.03.	17.03.	**16.03.**	24.03.	15.03.	25.03.	**21.03.**
	стърготини sawdust	18.03.	11.03.	15.03.	**15.03.**	23.03.	14.03.	24.03.	**20.03.**
	полиетилен black plastic	17.03.	10.03.	13.03.	**13.03.**	22.03.	13.03.	23.03.	**19.03.**
'Ben Sarek'	черна угар bare fallow	18.03.	09.03.	16.03.	**14.03.**	22.03.	12.03.	22.03.	**19.03.**
	стърготини sawdust	16.03.	08.03.	13.03.	**12.03.**	21.03.	11.03.	21.03.	**18.03.**
	полиетилен black plastic	14.03.	07.03.	10.03.	**10.03.**	20.03.	10.03.	20.03.	**17.03.**
'Tsema'	черна угар bare fallow	20.03.	22.03.	21.03.	**21.03.**	25.03.	26.03.	26.03.	**26.03.**
	стърготини sawdust	19.03.	21.03.	20.03.	**20.03.**	24.03.	25.03.	25.03.	**25.03.**
	полиетилен black plastic	18.03.	20.03.	19.03.	**19.03.**	23.03.	24.03.	24.03.	**24.03.**
'Titania'	черна угар bare fallow	20.03.	22.03.	21.03.	**21.03.**	25.03.	27.03.	27.03.	**26.03.**
	стърготини sawdust	19.03.	21.03.	20.03.	**20.03.**	24.03.	26.03.	26.03.	**25.03.**
	полиетилен black plastic	18.03.	20.03.	19.03.	**19.03.**	23.03.	25.03.	25.03.	**24.03.**
'Čačanska Crna'	черна угар bare fallow	11.03.	07.03.	08.03.	**09.03.**	21.03.	11.03.	12.03.	**15.03.**
	стърготини sawdust	09.03.	06.03.	05.03.	**07.03.**	20.03.	10.03.	09.03.	**13.03.**
	полиетилен black plastic	07.03.	05.03.	02.03.	**05.03.**	19.03.	09.03.	06.03.	**11.03.**
'Tisel'	черна угар bare fallow	11.03.	07.03.	08.03.	**09.03.**	21.03.	11.03.	12.03.	**15.03.**
	стърготини sawdust	09.03.	06.03.	05.03.	**07.03.**	20.03.	10.03.	09.03.	**13.03.**
	полиетилен black plastic	07.03.	05.03.	02.03.	**05.03.**	19.03.	09.03.	06.03.	**11.03.**
'Tiben'	черна угар bare fallow	20.03.	14.03.	14.03.	**16.03.**	25.03.	19.03.	21.03.	**22.03.**
	стърготини sawdust	19.03.	13.03.	12.03.	**15.03.**	24.03.	18.03.	19.03.	**20.03.**
	Полиетилен black plastic	18.03.	12.03.	10.03.	**13.03.**	23.03.	17.03.	17.03.	**19.03.**
Средно за вариантите Average across treatments	**черна угар bare fallow**	**17.03.**	**12.03.**	**14.03.**	**14.03.**	**23.03.**	**18.03.**	**21.03.**	**20.03.**
	стърготини sawdust	**15.03.**	**11.03.**	**12.03.**	**13.03.**	**22.03.**	**16.03.**	**19.03.**	**19.03.**
	полиетилен black plastic	**13.03.**	**10.03.**	**09.03.**	**11.03.**	**21.03.**	**15.03.**	**17.03.**	**18.03.**
Обща средна стойност за сортове и варианти Overall average across cultivars and treatments		**15.03.**	**11.03.**	**12.03.**	**13.03.**	**22.03.**	**16.03.**	**19.03**.	**19.03.**

Разликите между вариантите през 2014 г. са по-големи, в сравнение с останалите експериментални години, като варират от 1 до 3 дни между угар и мулчиране със стърготини, както и между поддържането с дървени стърготини и черно полиетиленово фолио и 2-6 дни между черна угар и мулчиране с черно полиетиленово фолио. От гледна точка на пълното разлистване през 2012 г. и 2013 г., разликата между поддържането в угар и мулчиране с дървесни стърготини, както и между варианта с дървесни стърготини и черно полиетиленово фолио е 1 ден, а между угар и черно полиетиленово фолио – 2 дни. През 2014 г., разликата между вариантите е същата както в началото на разлистването.

Разлистването е най-рано през 2013 и най-късно през 2012. Датата на първото разлистване между най-ранната и най-късната година показва разлика от 3 дни, а разликата при пълно разлистване е 6 дни.

Въз основа на периода на първото разлистване, сортовете са класифицирани в две групи: 1. средно ранен (6-10 март): „Чачанска Църна", „Тисел" и 2. късни (след 11 март): „Бен Ломонд“, „Бен Сарек“, „Тибен", „Титания", „Цема“.

Появата на съцветия става средно 15 дни след пълното разлистване. За всички сортове, варианти на поддържане и години, средната дата на появата на съцветия е 3 април. Най-краткият период между пълно разлистване и появата на съцветия е 8 дни през 2013 и 2014 г., а най-дългият 17 дни през 2012 г. Данните за датите на появява на съцветия в изследваните сортове са представени в Таблица 4.

Образуването на съцветия във всички експериментални години и варианти на поддържане е най-рано при "Чачанска църна" и "Тисел", а най-късно при „Бен Ломонд“. Разликата в средната дата на поява на съцветия между сортовете с най-ранно и последно влизане в този фенологичен етап е 6 дни. За всички варианти и години, най-кратък период между пълното разлистване и появата на съцветия се наблюдава (средно 13 дни) при

The differences between the treatments in 2014 were larger compared to the other experimental years, and ranged from 1 to 3 days between bare fallow and sawdust mulch, and between sawdust and black plastic mulch treatments, and 2-6 days between bare fallow and black plastic mulch treatments. In terms of full leaf unfolding, in 2012 and 2013, the difference between bare fallow and sawdust mulch, and between sawdust and black plastic mulch treatments was 1 day, and that between bare fallow and black plastic mulch treatments was 2 days. In 2014, the difference between the treatments was the same as in the beginning of leaf unfolding.

Leaf unfolding was the earliest in 2013 and the latest in 2012. The date of first leaf unfolding between the earliest and the latest year showed a difference of 3 days, and the difference in full leaf unfolding date was 6 days.

Based on the time of first leaf unfolding, the cultivars were classified into two groups: 1. medium early (6-10 March): ‘Čačanska Crna’, ‘Tisel’ and 2. late (after 11 March): ‘Ben Lomond’, ‘Ben Sarek’, ‘Tiben’, ‘Titania’, ‘Tsema’.

Inflorescence emergence occurred 15 days on average after full leaf unfolding. For all cultivars, treatments and years, the average date of inflorescence emergence was 3 April. The shortest period between full leaf unfolding and inflorescence emergence was 8 days in 2013 and 2014, and the longest 17 days in 2012. Data on inflorescence emergence dates in the tested cultivars are presented in Table 4.

Inflorescence emergence in all experimental years and treatments was the earliest in ’Čačanska Crna’ and ‘Tisel’ and the latest in ‘Ben Lomond’. The difference in the average date of inflorescence emergence between the cultivars with the earliest and latest entry into this phenological stage was 6 days. In all treatments and years, the shortest period between full leaf unfolding and inflorescence emergence (13 days on average) was observed in ’Titania’ and

"Титания" и "Цема", а най-дългия при "Чачанска Черна" и "Тисел" (средно 17 дни). Най-малката промяна в периода на поява на съцветия през експерименталните години е показана от "Титания" и "Цема" (средно 5 дни), а най-голямата – от "Тибен", "Тисел" и "Чачанска черна" (средно 9 дни).

'Tsema', and the longest in 'Čačanska Crna' and 'Tisel' (17 days on average). The lowest variation in the time of inflorescence emergence across the experimental years was exhibited by 'Titania' and 'Tsema' (5 days on average), and the highest by 'Tiben', 'Tisel' and 'Čačanska Crna' (9 days on average).

Таблица 4. Дати на образуване на съцветия
Table 4. Inflorescence emergence dates

Сортове Cultivars	Варианти Treatments	Образуване на съцветия Inflorescence emergence			Средно за сортовете Average across cultivars
		2012	2013	2014	
'Ben Lomond'	черна угар / bare fallow	08.04.	12.04.	31.03.	**07.04.**
	стърготини / sawdust	07.04.	11.04.	30.03.	**06.04.**
	полиетилен / black plastic	06.04.	10.04.	29.03.	**05.04.**
'Ben Sarek'	черна угар / bare fallow	05.04.	09.04.	29.03.	**04.04.**
	стърготини / sawdust	04.04.	08.04.	28.03.	**03.04.**
	полиетилен / black plastic	03.04.	07.04.	27.03.	**02.04.**
'Tsema'	черна угар / bare fallow	08.04.	12.04.	05.04.	**06.04.**
	стърготини / sawdust	07.04.	11.04.	04.04.	**05.04.**
	полиетилен / black plastic	06.04.	10.04.	03.04.	**04.04.**
'Titania'	черна угар / bare fallow	08.04.	12.04.	05.04.	**06.04.**
	стърготини / sawdust	07.04.	11.04.	04.04.	**05.04.**
	полиетилен black plastic	06.04.	10.04.	03.04.	**04.04.**
'Čačanska Crna'	черна угар / bare fallow	04.04.	06.04.	24.03.	**01.04.**
	стърготини / sawdust	03.04.	05.04.	23.03.	**31.03.**
	полиетилен black plastic	02.04.	04.04.	22.03.	**30.03.**
'Tisel'	черна угар / bare fallow	04.04.	06.04.	24.03.	**01.04.**
	стърготини / sawdust	03.04.	05.04.	23.03.	**31.03.**
	полиетилен / black plastic	02.04.	04.04.	22.03.	**30.03.**
'Tiben'	черна угар / bare fallow	08.04.	09.04.	27.03.	**04.04.**
	стърготини / sawdust	07.04.	08.04.	26.03.	**03.04.**
	полиетилен / black plastic	06.04.	07.04.	25.03.	**02.04.**
Средно за вариантите Average across treatments	**черна угар / bare fallow**	**06.04.**	**09.04.**	**28.03.**	**04.04.**
	стърготини / sawdust	**05.04.**	**08.04.**	**27.03.**	**03.04.**
	Полиетилен / black plastic	**04.04.**	**07.04.**	**26.03.**	**02.04.**
Обща средна стойност за сортове и обработки Overall average across cultivars and treatments		**05.04.**	**08.04.**	**27.03.**	**03.04.**

Най-ранната поява на съцветия е регистрирана при сортове, отглеждани под черно полиетиленово фолио, а най-късно при тези, които са отглеждани върху угар. Разликата в периода на поява на съцветия във всички експериментални години е 1 ден между черна угар и мулчиране с дървесни стърготини, както и между дървесните стърготини и черно полиетиленово фолио, за разлика от 2-дневната разлика между угар и черно полиетиленово фолио.

The earliest beginning of inflorescence emergence was recorded in cultivars grown under black plastic mulch treatment, and the latest in those under bare fallow. The difference in the time of inflorescence emergence in all experimental years was 1 day between bare fallow and sawdust mulch, and between sawdust and black plastic mulch treatments, as opposed to the 2-day difference between bare fallow and black plastic mulch treatments.

Появата на съцветия е най-ранна през 2014 и най-късна през 2013. Разликата в датата между годината с най-ранна поява на съцветия и най-късната е 12 дни.

Началото на цъфтеж е средно 8 дни след появата на съцветия, а пълният цъфтеж е 7 дни след началото на цъфтежа. Данните за датите на цъфтеж за проучваните сортове са дадени в Таблица 5.

Цъфтежът във всички варианти на поддържане и експериментални години е най-ранен при „Чачанска Црна" и „Тисел", а най-късен при „Бен Ломонд“ и „Цема“, с разлика от 9 дни със средна дата на начало на цъфтеж между сортове, които навлизат в този фенологичен етап най-рано и най-късно. Най-краткият период между появата на съцветия и началото на цъфтеж във всички варианти и експериментални години се наблюдава при „Титания" и „Цема“ (средно 5 дни), а най-дългият при „Бен Сарек“ (средно 10 дни). Периодът между началото на цъфтеж и пълния цъфтеж е най-кратък при „Бен Сарек“ (средно 6 дни), а най-дълъг при „Тибен" (средно 8 дни). Разликите в датата на цъфтеж през експерименталните години са най-малки при „Титания" (средно 3 дни), а най-големи при „Тисел" и „Чачанска црна" (средно 10 дни).

Във всички експериментални години, фолиото за мулчиране води до най-ранния цъфтеж, докато черната угар води до на-късния цъфтеж. Разликата в периода на начало на цъфтеж и пълния цъфтеж във всички експериментални години е 1 ден между вариантите на поддържане от тип угар и мулчиране с дървесни стърготини, както и мулчиране с дървесни стърготини и черно полиетиленово фолио, и 2 дни между мулчиране с черно полиетиленово фолио и угар.

Началото на цъфтеж и пълен цъфтеж са най-ранни през 2014 и 2013. Разликата в периода на началото на цъфтеж между най-ранната и късна година е 14 дни, докато разликата в периода на пълен цъфтеж е 10 дни.

Inflorescence emergence was earliest in 2014 and latest in 2013. The difference in inflorescence emergence date between the earliest and the latest year was 12 days.

The beginning of flowering was 8 days on average after inflorescence emergence, and full flowering was 7 days after the beginning of flowering. Data on flowering dates in the tested cultivars are given in Table 5.

Flowering in all treatments and experimental years was the earliest in ‘Čačanska Crna’ and ‘Tisel’, and the latest in ‘Ben Lomond’ and ‘Tsema’, with the difference of 9 days in the average date of the beginning of flowering between the cultivars that entered this phenological stage at the earliest and latest dates. The shortest period between inflorescence emergence and beginning of flowering in all treatments and experimental years was observed in ‘Titania’ and ‘Tsema’ (5 days on average), and the longest in ‘Ben Sarek’ (10 days on average). The period between the beginning of flowering and full flowering was shortest in ‘Ben Sarek’ (6 days on average), and longest in ‘Tiben’ (8 days on average). Variations in flowering date across experimental years were smallest in ‘Titania’ (3 days on average), and largest in ‘Tisel’ and ‘Čačanska Crna’ (10 days on average).

In all experimental years, foil mulching resulted in the earliest flowering, whereas bare fallow treatment led to the latest flowering event. The difference in the time of beginning of flowering and full flowering in all experimental years was 1 day between bare fallow and sawdust mulch treatments, and sawdust and black plastic mulch treatments, and 2 days between black plastic mulch and bare fallow treatments.

The beginning of flowering and full flowering were earliest in 2014 and latest in 2013. The difference in the time of the beginning of flowering between the earliest and the latest year was 14 days, whereas the difference in the time of full flowering was 10 days.

Таблица 5. Дати на начало на цъфтеж и пълен цъфтеж
Table 5. Dates of beginning of flowering and full flowering

Сортове Cultivars	Варианти Treatments	Начало на цъфтеж Beginning of flowering			Средно за сортовете Average across cultivars	Пълен цъфтеж Full flowering			Средно за сортовете Average across cultivars
		2012	2013	2014.		2012	2013	2014	
'Ben Lomond'	черна угар bare fallow	17.04.	21.04.	10.04.	**16.04.**	25.04.	27.04.	18.04.	**23.04.**
	стърготини sawdust	16.04.	20.04.	09.04.	**15.04.**	24.04.	26.04.	17.04.	**22.04.**
	полиетилен black plastic	15.04.	19.04.	08.04.	**14.04.**	23.04.	25.04.	16.04.	**21.04.**
'Ben Sarek'	черна угар bare fallow	13.04.	20.04.	09.04.	**14.04.**	21.04.	25.04.	15.04.	**20.04.**
	стърготини sawdust	12.04.	19.04.	08.04.	**13.04.**	20.04.	24.04.	14.04.	**19.04.**
	полиетилен black plastic	11.04.	18.04.	07.04.	**12.04.**	19.04.	23.04.	13.04.	**18.04.**
'Tsema'	черна угар bare fallow	17.04.	20.04.	10.04.	**16.04.**	25.04.	26.04.	18.04.	**23.04.**
	стърготини sawdust	16.04.	19.04.	09.04.	**15.04.**	24.04.	25.04.	17.04.	**22.04.**
	полиетилен black plastic	15.04.	18.04.	08.04.	**14.04.**	23.04.	24.04.	16.04.	**21.04.**
'Titania'	черна угар bare fallow	11.04.	17.04.	12.04.	**13.04.**	20.04.	22.04.	18.04.	**20.04.**
	стърготини sawdust	10.04.	16.04.	11.04.	**12.04.**	19.04.	21.04.	17.04.	**19.04.**
	полиетилен black plastic	09.04.	15.04.	10.04.	**11.04.**	18.04.	20.04.	16.04.	**18.04.**
'Čačanska Crna'	черна угар bare fallow	09.04.	14.04.	29.03.	**07.04.**	17.04.	20.04.	05.04.	**14.04.**
	стърготини sawdust	08.04.	13.04.	28.03.	**06.04.**	16.04.	19.04.	04.04.	**13.04.**
	полиетилен black plastic	07.04.	12.04.	27.03.	**05.04.**	15.04.	18.04.	03.04.	**12.04.**
'Tisel'	черна угар bare fallow	09.04.	14.04.	29.03.	**07.04.**	17.04.	20.04.	05.04.	**14.04.**
	стърготини sawdust	08.04.	13.04.	28.03.	**06.04.**	16.04.	19.04.	04.04.	**13.04.**
	полиетилен black plastic	07.04.	12.04.	27.03.	**05.04.**	15.04.	18.04.	03.04.	**12.04.**
'Tiben'	черна угар bare fallow	13.04.	17.04.	03.04.	**11.04.**	22.04.	24.04.	11.04.	**19.04.**
	стърготини sawdust	12.04.	16.04.	02.04.	**10.04.**	21.04.	23.04.	10.04.	**18.04.**
	полиетилен black plastic	11.04.	15.04.	01.04.	**09.04.**	20.04.	22.04.	09.04.	**17.04.**
Средно за вариантите Average across treatments	**черна угар bare fallow**	**13.04.**	**18.04.**	**04.04.**	**12.04.**	**21.04.**	**23.04.**	**13.04.**	**19.04.**
	стърготини sawdust	**12.04.**	**17.04.**	**03.04.**	**11.04.**	**20.04.**	**22.04.**	**12.04.**	**18.04.**
	полиетилен black plastic	**11.04.**	**16.04.**	**02.04.**	**10.04.**	**19.04.**	**21.04.**	**11.04.**	**17.04.**
Обща средна стойност за сортове и варианти Overall average across cultivars and treatments		**12.04**	**17.04.**	**03.04.**	**11.04.**	**20.04.**	**22.04.**	**12.04.**	**18.04.**

Според периода на начало на цъфтеж, всички сортове са класифицирани като късни сортове (след 2 април). Въпреки това, тъй като „Чачанска Черна" и „Тисел" навлизат в пълен цъфтеж порано през 2014 г., те са групирани в средно цъфтящи сортове (27 март - 1 април) през тази година. Въз основа на продължителността на периода на цъфтеж, сортовете са групирани в: 1. сортове с кратък период на цъфтеж (до 15 дни): „Бен Сарек“, „Цема“, „Тибен" и 2. сортове със среден период на цъфтеж (16-18 дни): „Бен Ломонд“, „Титания", „Чачанска Черна", „Тисел".

Плодният завръз се образува средно 15 дни след пълен цъфтеж, а зреенето започва средно 50 дни след образуване на плодния завръз. Периодът между пълния период на цъфтеж и образуване на завръз е най-дълъг през 2014 г. (средно 18 дни) и най-кратък през 2013 г. (средно за 12 дни), докато най-дългият период между образуване на завръз и узряването е през 2014 г.(средно 55 дни), а най-краткият през 2012 г. (средно 46 дни). Данните за началните дати на образуване на завръз и узряването на плода при изследваните сортове са представени в Таблица 6.

„Чачанска Черна" и „Тисел" имат най-ранна дата за образуване на плоден завръз, а „Бен Ломонд“ най-късна. Разликата в средната дата за образуване на плоден завръз между най-ранните сортове и тези с късно влизане в този фенологичен етап е 9 дни. Периодът между пълния цъфтеж и образуване на плоден завръз за всички варианти на поддържане на почвата и експериментални години е най-кратък при „Тибен" и „Бен Сарек“ (средно 14 дни), а най-дългият е при „Чачанска Черна" и „Тисел" (средно 18 дни). Разликата в началната дата на образуване на плоден завръз установена през експерименталните години е средно 3 дни при „Бен Ломонд“, „Бен Сарек“, „Цема“ и „Титания" и средно 4 дни при „Чачанска Черна", „Тисел" и „Тибен". Що се отнася до датата на узряване, най-ранната дата е отчетена при „Тисел", а най-късната при „Бен Ломонд“.

According to the time of the beginning of flowering, all cultivars were classified into late flowering cultivars (after 2 April). However, since ‘Čačanska Crna’ and ‘Tisel’ entered full flowering earlier in 2014, they were grouped into medium flowering cultivars (27 March – 1 April) in this year. Based on the length of the flowering period, the cultivars were grouped into: 1. cultivars with a short flowering period (up to 15 days): ‘Ben Sarek’, ‘Tsema’, ‘Tiben’ and 2. cultivars with a medium flowering period (16-18 days): ‘Ben Lomond’, ‘Titania’, ‘Čačanska Crna’, ‘Tisel’.

Berry set occurred 15 days on average after full flowering, and berry ripening started 50 days on average after berry set. The period between full flowering and berry set was the longest in 2014 (18 days on average), and the shortest in 2013 (12 days on average), whereas the longest period between berry set and berry ripening was in 2014 (55 days on average), and the shortest in 2012 (46 days on average). Data on the onset dates of berry set and berry ripening in the tested cultivars are presented in Table 6.

‘Čačanska Crna’ and ‘Tisel’ had the earliest berry set date, and ‘Ben Lomond’ had the latest. The difference in the average berry set date between the cultivars with the earliest and those with the latest entry into this phenological stage was 9 days. The period between full flowering and berry set in all treatments and experimental years was the shortest in ‘Tiben’ and ‘Ben Sarek’ (14 days on average), and the longest in ‘Čačanska Crna’ and ‘Tisel’ (18 days on average). The variation in the onset date of berry set across experimental years was 3 days on average in ‘Ben Lomond’, ‘Ben Sarek’, ‘Tsema’ and ‘Titania’, and 4 days on average in ‘Čačanska Crna’, ‘Tisel’ and ‘Tiben’. As for berry ripening date, the earliest date was recorded in ‘Tisel’, and the latest in ’Ben Lomond’.

Таблица 6. Дати на начало на образуване на плоден завръз и узряване на плода
Table 6. Dates of beginning of berry set and berry ripening

Сортове Cultivars	Варианти Treatments	Образуване на плоден завръз Beginning of berry set			Средно за сортовете Average across cultivars	Узряване Berry ripening			Средно за сортовете Average across cultivars
		2012	2013	2014		2012	2013	2014	
'Ben Lomond'	черна угар bare fallow	12.05.	10.05.	08.05.	**10.05.**	28.06.	25.06.	30.06.	**28.06.**
	стърготини sawdust	11.05.	09.05.	06.05.	**09.05.**	27.06.	24.06.	29.06.	**27.06.**
	полиетилен black plastic	10.05.	08.05.	05.05.	**08.05.**	26.06.	23.06.	28.06.	**26.06.**
'Ben Sarek'	черна угар bare fallow	07.05.	04.05.	03.05.	**05.05.**	18.06.	21.06.	23.06.	**21.06.**
	стърготини sawdust	06.05.	03.05.	01.05.	**03.05.**	17.06.	19.06.	22.06.	**19.06.**
	полиетилен black plastic	05.05.	02.05.	30.04.	**02.05.**	15.06.	17.06.	20.06.	**17.06.**
'Tsema'	черна угар bare fallow	09.05.	06.05.	04.05.	**06.05.**	23.06.	23.06.	25.06.	**24.06.**
	стърготини sawdust	08.05.	05.05.	02.05.	**05.05.**	22.06.	22.06.	24.06.	**23.06.**
	полиетилен black plastic	07.05.	04.05.	01.05.	**04.05.**	20.06.	21.06.	23.06.	**21.06.**
'Titania'	черна угар bare fallow	09.05.	06.05.	04.05.	**06.05.**	23.06.	23.06.	25.06.	**24.06.**
	стърготини sawdust	08.05.	05.05.	02.05.	**05.05.**	22.06.	22.06.	24.06.	**23.06.**
	полиетилен black plastic	07.05.	04.05.	01.05.	**04.05.**	20.06.	21.06.	23.06.	**21.06.**
'Čačanska Crna'	черна угар bare fallow	04.05.	03.05.	28.04.	**02.05.**	14.06.	21.06.	22.06.	**19.06.**
	стърготини sawdust	03.05.	02.05.	26.04.	**30.04.**	13.06.	19.06.	21.06.	**18.06.**
	полиетилен black plastic	02.05.	01.05.	25.04.	**29.04.**	11.06.	17.06.	19.06.	**16.06.**
'Tisel'	черна угар bare fallow	04.05.	03.05.	28.04.	**02.05.**	14.06.	19.06.	21.06.	**18.06.**
	стърготини sawdust	03.05.	02.05.	26.04.	**30.04.**	13.06.	17.06.	20.06.	**17.06.**
	полиетилен black plastic	02.05.	01.05.	25.04.	**29.04.**	11.06.	15.06.	18.06.	**15.06.**
'Tiben'	черна угар bare fallow	05.05.	04.05.	29.04.	**03.05.**	30.06.	24.06.	25.06.	**26.06.**
	стърготини sawdust	04.05.	03.05.	27.04.	**01.05.**	29.06.	23.06.	24.06.	**25.06.**
	полиетилен black plastic	03.05.	02.05.	26.04.	**30.04.**	28.06.	22.06.	23.06.	**24.06.**
Средно за вариантите Average across treatments	**черна угар bare fallow**	**07.05.**	**05.05.**	**02.05.**	**05.05.**	**21.06.**	**22.06.**	**24.06.**	**22.06.**
	стърготини sawdust	**06.05.**	**04.05.**	**30.04.**	**03.05.**	**20.06.**	**21.06.**	**23.06.**	**21.06.**
	полиетилен black plastic	**05.05.**	**03.05.**	**29.04.**	**02.05.**	**18.06.**	**19.06.**	**22.06.**	**20.06.**
Обща средна стойност за сортове и варианти / Overall average across cultivars and treatments		**06.05.**	**04.05.**	**30.04.**	**03.05.**	**20.06.**	**21.06.**	**23.06.**	**21.06.**

Разликата в датата на зреене между „Тисел" и „Бен Ломонд“ е 10 дни. Периодът между образуване на плоден завръз и узряването за всички почвени обработки и експериментални години е най-кратък при „Тисел" и „Бен Сарек“ (средно 48 дни), а най-дългият е при „Тибен" (56 дни средно). Най-малката разлика в експерименталните години е показана от „Титания" и „Цема“ (средно 1 ден), а най-голяма при „Тисел" и "Чачанска черна" (5 дни средно).

Формирането на завръз и зреенето на плода настъпват най-рано при мулчиране с черно полиетиленово фолио, а най-късно при черна угар. Разликата в датата на образуване на плоден завръз през 2012 г. и 2013 г. е 1 ден между угар и мулчиране с дървесни стърготини, както и между мулчиране с дървесни стърготини и черно полиетиленово фолио, и 2 дни между угар и мулчиране с черно полиетиленово фолио.

През 2014 г., разликата е по-голяма, т.е. 2 дни между черна угар и мулчиране на стърготини, 1 ден между мулчиране със стърготини и черно полиетиленово фолио и 3 дни между угар и черно полиетиленово фолио. Що се отнася до узряването на плода, наблюдава се разлика от 1 ден между угар и мулчиране с дървесни стърготини за всички експериментални години. Мулчирането със стърготини и черно полиетиленово фолио показва разлика от 2 дни през 2012 и 2013, и 1 ден през 2014, докато разликата между угар и черно полиетиленово фолио е 3 дни през 2012 и 2013, и 2 дни през 2014.

По отношение на експерименталните години, образуването на плоден завръз се случва най-рано през 2014 г. и най-късно през 2012 г. Разликата в образуването на плоден завръз между най-ранната година и най-късната е 6 дни. За разлика от това, узряването на плода настъпва най-рано през 2012 и най-късно през 2014, с разлика от 3 дни между най-ранната и най-късната година.

Съгласно периода на узряване на плода, изпитваните сортове са определени в три групи: 1. ранен (15-20 юни): „Тисел", „Чачанска Черна"; 2. среден (21-

The difference in berry ripening date between ‘Tisel’ and ‘Ben Lomond’ was 10 days. The period between berry set and berry ripening in all treatments and experimental years was the shortest in ‘Tisel’ and ‘Ben Sarek’ (48 days on average), and the longest in ‘Tiben’ (56 days on average). The smallest variation across experimental years was exhibited by ‘Titania’ and ‘Tsema’ (1 day on average), and the largest by ‘Tisel’ and ‘Čačanska Crna’ (5 days on average).

Fruit set and fruit ripening occurred earliest in black plastic mulch treatment, and latest under bare fallow. The difference in berry set date in 2012 and 2013 was 1 day between bare fallow and sawdust mulch treatments, and between sawdust and black plastic mulch treatments, and 2 days between bare fallow and black plastic mulch treatments.

In 2014, the difference was higher i.e. 2 days between bare fallow and sawdust mulch, 1 day between sawdust mulch and black plastic mulch, and 3 days between bare fallow and black plastic mulch treatments. As regards berry ripening, a 1-day difference was observed between bare fallow and sawdust mulch treatments in all experimental years. Sawdust and black plastic mulch treatments showed a difference of 2 days in 2012 and 2013, and 1 day in 2014, whereas the difference between bare fallow and black plastic mulch was 3 days in 2012 and 2013, and 2 days in 2014.

In terms of experimental years, berry set occurred earliest in 2014 and latest in 2012. The difference in berry set between the earliest and the latest year was 6 days. Conversely, berry ripening was the earliest in 2012 and the latest in 2014, with the difference of 3 days between the earliest and the latest year.

According to berry ripening time, the tested cultivars were designated to three groups: 1. early (15-20 June): ‘Tisel’, ‘Čačanska Crna’; 2. medium (21-25

25 юни): „Бен Сарек“, „Цема“, „Титания", „Тибен"; и 3. късен (26-30 юни): „Бен Ломонд“.

Сравнението на настоящите данни за периода и динамиката на разлистване показва тяхното съответствие с резултатите от Djordjević (2012), получени при агроекологичните условия на Сърбия, но не и с тези на Georgiev et al. (2008) в България, нито с констатациите на Rotundo et al. (1998) в планините на Южна Италия, където касисът встъпва в разлистване в края на март/началото на април. Експерименталните резултати относно периода на цъфтеж и зреене на сортове „Тибен", „Тисел", „Бен Ломонд“, „Бен Сарек“ и „Титания" не са сравними с тези от многобройни проучвания, проведени при условията на Полша (Pluta and Zurawicz, (2002), Дания (Pedersen and Andersen, 2012), Естония (Kaldmae et al., 2013) и Италия (Rotundo et al., 1998). Разликите се дължат на по-студения климат и по-голямата надморска височина, както и на по-късното встъпване във вегетация и следователно на по-късната реколта в тези изследвания. Подобен период на узряване за изследваните сортове са посочени от Djordjević (2012) при условията на Сърбия, Sasnauskas et al. (2012) в Литва и Moyer et al. (2002) в Орегон (САЩ). Периодът между началото на образуване на плоден завръз и узряването в настоящото изследване е 46-55 дни, което е значително различно от установеното от Brennan (1996), Mišić (2002) и Estrella et al. (2007), които съобщават за период от 70 до 100 дни за растежа и развитието на плода, в зависимост от метеорологичните условия. Разликите във фенологичните етапи може да се дължат на климатичните фактори и надморската височина в различни експериментални години.

Анализът на експерименталните данни за класификацията на изследваните сортове, според периода на разлистване и периода на цъфтеж предполага, че данните са частично сравними с класификацията, предоставена от Laugale (2007) и Djordjević (2012). Madry et al. (2010) класифицират „Бен Ломонд“ в групата на късно цъфтящите сортове,

June): ‘Ben Sarek’, ‘Tsema’, ‘Titania’, ‘Tiben’; and 3. late (26-30 June): ‘Ben Lomond’.

Comparison of the present data on the time and dynamics of leaf unfolding suggests their compliance with the results of Djordjević (2012) obtained under the agroenvironmental conditions of Serbia, but not with those of Georgiev et al. (2008) in Bulgaria, nor with the findings of Rotundo et al. (1998) in Southern Italian mountains where currants enter the leaf unfolding stage at the end of March/beginning of April. The experimental results on flowering time and berry ripening in ‘Tiben’, ‘Tisel’, ‘Ben Lomond’, ‘Ben Sarek’ and ‘Titania’ are not comparable with those of numerous studies conducted under the conditions of Poland (Pluta and Zurawicz, 2002; Pluta et al., 2008), Denmark (Pedersen and Andersen, 2012), Estonia (Kaldmae et al., 2013) and Italy (Rotundo et al., 1998). The differences are due to colder climates and higher altitudes, as well as to the later occurrence of the growing season and, hence, later fruit harvest in these studies. Similar berry ripening times in the tested cultivars were reported by Djordjević (2012) under the conditions of Serbia, Sasnauskas et al. (2012) in Lithuania and Moyer et al. (2002) in Oregon (USA). The period between the beginning of berry set and berry ripening in the present study was 46-55 days, which is significantly different from the findings of Brennan (1996), Mišić (2002) and Estrella et al. (2007) who reported a length of 70 to 100 days for berry growth and development, depending on weather conditions. The differences in the phenological stages may be attributed to climatic factors and altitude in different experimental years.

The analysis of the experimental data on the classification of the tested cultivars according to the time of leaf unfolding and time of flowering suggests that the data are partially comparable with the classification provided by Laugale (2007) and Djordjević (2012). Madry et al. (2010) classified ‘Ben Lomond’ into late

„Тибен", „Тисел" и „Титания" са със среден период на цъфтеж, а „Бен Сарек“ с ранен период на цъфтеж, докато Denisow (2004) класифицира „Бен Ломонд“ и „Титания" като сорт със среден период на цъфтеж. Тези данни не съответстват на настоящите данни. Класификацията на изследваните сортове според периода на зреене на плодовете обикновено отговаря на класификацията, направена от Laugale (2007), но не и с тази, предоставена от Mišić (2002), Stanisavljević et al. (2002) и Nikolić и Milivojević (2010), които класифицират „Чачанска Черна" като сорт със среден период на узряване, а „Бен Ломонд“ и „Бен Сарек“ като ранно зреещи.

Мулчирането с черно полиетиленово фолио в експеримента оказва голямо въздействие върху фенофазите на изпитваните сортове. Във всички експериментални години, сортовете касис, отглеждани под черно полиетиленово фолио показват най-ранно встъпване във фенологичните етапи, докато фенофазите на сортовете отглеждани върху угар настъпват най-късно. Поранното встъпване във фенологичните стадии на сортовете отглеждани под черно полиетиленово фолио се дължи на по-бързото затопляне и по-висока влажност на почвата, в рамките на тази система за поддържане на почвената повърхност. Черното полиетиленово фолио има способността да абсорбира по-големи количества слънчева светлина, което директно води до повишаване на температурата в сравнение с черната угар. Мулчирането с черно полиетиленово фолио в овощната градина, както се съобщава от Devi et al. (1991) и Larsson (1997) води до по-ранен период на цъфтеж и узряване на плодовете, което съответства на настоящите резултати.

Значителни разлики се наблюдават в периода на фенологичните етапи през годините. Разлистването е най-рано през 2013 и най-късно през 2012. По време на етапа на разлистване, температурата на въздуха е 2.6 °C по-висока, а количеството на дъжда е 44.7 mm m^{-2} по-голямо през 2013, отколкото през 2012. В сравнение с разлистването, появата на

flowering cultivars, ‘Tiben’, ‘Tisel’ and ‘Titania’ into medium flowering cultivars, and ‘Ben Sarek’ into early flowering cultivars, whereas Denisow (2004) grouped ‘Ben Lomond’ and ‘Titania’ into medium early flowering cultivars. These findings are not in agreement with the present data. The classification of the tested cultivars according to the time of fruit ripening generally complies with the classification made by Laugale (2007), but not with that provided by Mišić (2002), Stanisavljević et al. (2002) and Nikolić and Milivojević (2010) who classified ‘Čačanska Crna’ into medium early ripening cultivars, and ‘Ben Lomond’ and ‘Ben Sarek’ into early ripening.

Black plastic mulching in the experiment had a large effect on the phenological events in the tested cultivars. In all experimental years, the black currant cultivars grown under black plastic mulch showed the earliest entry into the phenological stages, whereas the phenological events in the cultivars under bare fallow occurred at the latest dates.

The earlier entry into the phenological stages in cultivars under black plastic mulch treatment is due to faster soil heating and higher soil moisture under this soil management system.

Black plastic mulch has the capacity to absorb higher amounts of sunlight, which directly leads to an increase in temperature compared to bare fallow. Black plastic mulching in the orchard, as reported by Devi et al. (1991) and Larsson (1997), results in earlier dates of flowering and fruit ripening, which is in agreement with the present results.

Significant differences were observed in the timing of the phenological stages across years. Leaf unfolding was the earliest in 2013, and latest in 2012. During the leaf unfolding stage, air temperature was 2.6^{o}C higher and rainfall amount was 44.7 mm m^{-2} higher in 2013 than in 2012. As compared to leaf unfolding, inflorescence emergence and

съцветия и цъфтежа са най-рано през 2014 г. и най-късно през 2013 г. Температурата на въздуха през първото тримесечие на 2014 г. е с 1.6 °C по-висока, а количеството на валежите е 37.7 mm m^{-2} по-малко от това през 2013 г. Данните съответстват на резултатите на Sonsteby et al. (2012), които откриват, че степен-та на цъфтеж се увеличава няколко пъти с повишаване на температурата. Освен това Nikolić и Milivojević (2010) отбелязват, че цъфтежът зависи от сорта и метеорологичните условия (надморска височина, изложение и температура) и че колкото по-топло е времето в периода на цъфтеж, толкова по-къса е продължителността на цъфтежа и обратно. Образуването на плоден завръз настъпва по-рано през 2014 и най-късно през 2012. Температурата на въздуха през 2014 г. в периода между цъфтеж и образуване на завръз е с 2.8 °C по-висока, а количеството на валежите е с 54.5 mm m^{-2} по-голямо, от това през 2012 година. Това води до ранно формиране на завръз. Плодовете узряват най-рано през 2012, а най-късно през 2014. През периода от образуване на завръз до узряване на плода през 2012 г. се наблюдава повишаване от 4 °C в температурата на въздуха и понижаване с 227 mm m^{-2} в количеството валежи спрямо 2014 г. По-високата температура на въздуха и значително по-ниското количество на валежите през 2012 г. водят до ранно узряване на плодовете при изследваните сортове черен касис.

flowering were the earliest in 2014 and the latest in 2013. Air temperature in the first quarter of 2014 was 1.6^{o}C higher and rainfall amount was 37.7 mm m^{-2} lower than in 2013. The data are in agreement with the reports of Sonsteby et al. (2012) who found that the flowering rate is increased several times with increasing temperature.

Moreover, Nikolić and Milivojević (2010) observed that flowering is dependent on cultivar and weather conditions (altitude, exposition and temperature), and that the warmer the weather during the flowering period, the shorter the length of flowering, and vice versa. Berry set occurred earliest in 2014 and latest in 2012.

Air temperature in 2014 during the period between flowering and berry set was 2.8^{o}C higher and rainfall amount was 54.5 mm m^{-2} higher than in 2012. This gave rise to an early berry set. Berry ripening was the earliest in 2012 and the latest in 2014.

During the period between berry set and berry ripening in 2012, an increase of 4^{o}C in air temperature and a decrease of 227 mm m^{-2} in rainfall amount were observed relative to 2014. The higher air temperature and the significantly lower rainfall amount in 2012 led to early fruit ripening in the tested black currant cultivars.

ИЗВОДИ

Познаването на фенологията на касиса като овощен вид, демонстриращ ранно навлизане във вегетационен период и цъфтеж, е от особено значение при избора на подходящо местоположение, изложение и система за поддържане на почвената повърхност за отглеждане на касис, съответно при направен подходящ избор на сортове.

В равнинни райони при избора на система за поддържане на почвата в насажденията от касис трябва да се отдаде предимство на черната угар, тъй

CONCLUSIONS

Knowledge of the phenology of black currant as a fruit species that demonstrates an early entry into the growing season and flowering is of particular importance when choosing an appropriate location, exposition and soil management system for a black currant planting and, accordingly, when making a proper choice of cultivars.

In lowland areas, when choosing a soil management system for black currant plantings, priority should be given to bare fallow since it postpones the entry of black

като отлага встъпването на касиса във вегетационния период, особено в етапа на цъфтеж, като по този начин се предотвратяват вредните последици от късните пролетни слани.

Климатичните фактори, особено температурата на въздуха, оказват голямо влияние върху встъпването във фенологични етапи. Изследваните сортове са подходящи за отглеждане в агроклиматичните условия на Чачак в Западна Сърбия, като се има предвид тяхното късно навлизане в етапа на цъфтеж, както и тяхната важна характеристика по отношение на предотвратяването на щети от късни пролетни студове.

currant into the growing season, particularly the stage of flowering, thus preventing harmful effects of late spring frosts.

Climatic factors, particularly air temperature, have a large effect on the occurrence of phenological stages. The tested cultivars are suitable for growing under the agroclimatic conditions of Čačak, Western Serbia, given their late entry into the flowering stage as their important characteristic in terms of preventing damage due to late spring frosts.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящето изследване е част от проект № 31093, финансиран от Министерството на образованието, науката и технологичното развитие на Република Сърбия.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is the part of the project No. 31093, financed by Ministry of Education, Science and Technological development of the Republic of Serbia.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Brennan, R. M.**, 1996. Currants and gooseberries. In: Fruit Breeding. Vine and Small Fruits Crops, Janick J. & Moore J. N. (eds). John Wiley and Sons, Inc, New York, 2: 191-295.
2. **Dale, A.**, 2000. Black plastic mulch and between-row cultivation increase black currant yields. *HortTechnology*, 10(2), 307-308.
3. **Devi, D., P. R. Naik and B. N. Dongre**, 1991. Effect of mulching on soil temperature and groundnut yield during rabi-summer season. *Groundnut News*, 3, 4-5.
4. **Denisow, B.**, 2004. The influence of artificial wind blow on the pollination and fructification of blackcurrant (*Ribes nigrum*) cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 3(1), 89-96.
5. **Djordjević, S. B.**, 2012. Proizvodna, nutritivna i antioksidativna svojstva sorti ribizle (*Ribes*cv.). Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1-195 (Sr).
6. **Estrella, N., T. H. Sparks and A**. **Menzel**, 2007. Trends and temperature response in the phenology of crops in Germany. *Global Change Biology*, 13, 1737-1747.
7. **Georgiev, D., H. Dinkova and M. Georgieva**, 2008. Study of newly introduced cultivars of black and red currant. In: Proceedings of International Scientific Conference „Sustainable Fruit Growing: From Plant To Product“, Latvia, pp. 44-53.
8. **Kaldmae, H., A. Kikas, L. Arus and A. Libek**, 2013. Genotype and microclimate conditions influence ripening pattern and quality of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruit. *Zemdirbyste-Agricuture*, 2, 100, 164-174.
9. **Kivijarvi, P., T. Tuovinen and R. Kemppainen**, 2005. Mulches and pheromones - plant protection tools for organic black currant production. In: NJF Report, Nordic Association of Agricultural Scientists, 1, 1, 87-90.

10. **Larsson, L.**, 1997. Evaluation of mulching in organically grown black currant (*Ribes nigrum*) in terms of its effects on the crop and the environment. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Agraria,* 28, 1-26.
11. **Laugale, V.**, 2007. Evaluation of black currant collection in pure horticultural research station, Latvia. Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture, 26(3), 93-101.
12. **Madry, W., S. Pluta, L. Sieczko and M. Studnicki**, 2010. Phenotypic diversity in a sample of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cultivars maintained in the Fruit Breeding Department at the Research Institute of Pomology and Floriculture in Skierniewice, Poland. *Journal of Fruit Ornamental Plant Research*, 18(2), 23-37.
13. **Mišić, D. P.**, 2002. Breeding of fruit crops. Parthenon, Belgrade, pp. 397-408.
14. **Moyer, A. R., E. K. Hummer, E. C. Finn, B. Frei and E. R. Wrolstad**, 2002. Antioxidant compounds in diverse *Ribes* and *Rubus* germplasm. *Acta Horticulturae*, 585, 2, 501-505.
15. **Nikolić, M. and J. Milivojević**, 2010. Small fruit crops. Production technology. Scientific Pomological Society of Serbia, Belgrade, pp. 355-362.
16. **Pedersen, L. H. and L. Andersen**, 2012. Black and red currant cultivars for organic production. 15th International Conference on Organic Fruit-Growing Proceedings to the Conference, Hohenheim, Germany, 215-220.
17. **Pluta, S. and E. Zurawicz**, 2002. Tiben and Tisel - new blackcurrant cultivars released in Poland. *Acta Horticulturae*, 585, 1, 221-223.
18. **Pluta, S., E., Zurawicz, A. Krawiec and Z. Salamon**, 2008. Evaluation of the suitability of Polish blackcurrant cultivars for commercial cultivation. *Journal of Fruit Ornamental Plant Research*, 16, 153-166.
19. **Robinson, M.**, 1991. Mulches - alternatives to peat and their use. The Robinson Garden at Earlscliffe, Baily, Co. Dublin, Ireland. mhtml:file://D:/mulches.mht.
20. **Rotundo, A., G. Bounous, S. Benvenuti, G. Vampa, M. Melegari and F. Soragni**, 1998. Quality and yield of *Ribes* and *Rubus* cultivars grown in Southern Italy hilly locations. *Phytotherapy Research*, 12, 135-137.
21. **Sasnauskas, A., T. Siksnianas, V. Stanys and Č. Bobinas**, 2012. Evaluation of agronomical characters of blackcurrant cultivars and selections in Lithuania. *Acta Horticulturae*, 946, 189-194.
22. **Stanisavljević, M., M. Rakićević, O. Mitrović and J. Gavrilović-Damjanović**, 2002. Biological-pomological properties of some blackcurrant cultivars and selections. *Acta Horticulturae*, 585: 231-235.
23. **Sonsteby, A., N. Opstad and O.M. Heide**, 2012. Effects of summer temperature on growth and flowering in six black currant cultivars (*Ribes nigrum* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87, 157-164.
24. **UPOV**, 2009. Protocol for distinctness, uniformity and stability tests. Blackcurrant (*Ribes nigrum* L.).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 186-196
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Влияние на сорта и системата на отглеждане върху производствените характеристики и качество на плода на ранно зреещи ягодови сортове

Йелена Томич*, Марияна Пешакович, Жаклина Караклаич-Стаич, Раде Милетич, Светлана М. Паунович, Мира Милинкович

Изследователски институт по овощарство, Чачак, Република Сърбия
**E-mail: jtomic@institut-cacak.org*

Effect of cultivar and cultivation system on production characteristics and fruit quality of early ripening strawberry cultivars

Jelena Tomić*, Marijana Pešaković, Žaklina Karaklajić-Stajić, Rade Miletić, Svetlana M. Paunović, Mira Milinković

Fruit Research Institute, Čačak, Republic of Serbia

РЕЗЮМЕ

Статията представя резултати от проучване на влиянието на сорта и системата на отглеждане върху вегетативния и размножителен потенциал, фенологичните характеристики и качество на плода на ранно зреещи сортове ягоди „Клери“ и „Гарда“ през първа година на плододаване. Използвани са два вида системи на отглеждане – на открито и ниски тунели.

Височината на розетката се стимулира чрез взаимодействието между сорт/система на отглеждане, по-специално сорт „Клери“ се отглежда на открито. Значително по-голям брой листа на растение и брой плодове на плодни дръжки е установена при сорт „Клери“. Изследването на фенологичните характеристики показва, че началото на цъфтеж и зреене на двата сорта е по-рано при ниските тунели в сравнение със системата за отглеждане на открито. Анализът на качеството на плодове-

SUMMARY

The paper presents the results of the research into the impact made by cultivar and cultivation system on the vegetative and generative potential, phenological properties and fruit quality of the early ripening strawberry cultivars ‘Clery’ and ‘Garda’ in the first year of fruiting. Two types of cultivation system were applied – the open field and low tunnels.

Rosette height was stimulated by interaction effect cultivar/cultivation system, in particular ‘Clery’ grown in open field. Significantly higher value for number of leaves per plant and number of fruits per fruiting stalks were determined in ‘Clery’ strawberries. The examination of phenological properties show that the onset of flowering and ripening in both cultivars was earlier in low tunels compared to open field system. The analysis of the fruit quality showed that the effect of cultivar and interaction was

те показва, че влиянието на сорта е по-отчетливо отколкото влиянието на системата на отглеждане. Сорт „Гарда“ дава най-добрите стойности относно широчина и твърдост на плода при отглеждане на открито.

Анализът на продуктивните характеристики, фенологичните особености и качество на сортове „Клери“ и „Гарда“ при двете системи на отглеждане показва, че най-добрата продуктивност относно качество на плода е установена при сорт „Гарда“, който би могъл да се препоръча за използване в районите на отглеждане на ягоди. Системата на отглеждане с ниски тунели показва най-голяма ефективност по отношение периодът на цъфтеж и зреене. Следователно, системата на отглеждане в ниски тунели може да се счита като подходяща практика за защита на ягодите от късно пролетно измръзване и осигуряване на ранно ягодово плодопроизводство.

Ключови думи: ягоди, система на отглеждане, вегетативен потенциал, размножителен потенциал, качество на плода

more stressed than effect of cultivation system. When interacting with open field cultivation system, ‘Garda’ gave the highest values in terms of fruit width and firmness.

The analysis of the production characteristics, phenological properties and quality of strawberry ‘Clery’ and ‘Garda’ in two cultivation system suggests that the best performance in terms of fruit quality was exhibited by ‘Garda’, which can be recommended for further promotion and expansion in strawberry growing regions. Low tunnel cultivation system exhibited the highest effectiveness in terms of the time of flowering and ripening. Therefore, low tunnel cultivation system can be considered an appropriate practice to protect strawberry from late spring frost and ensure early strawberry fruit production.

Key words: strawberry, cultivation system, vegetative potential, generative potential, fruit quality

УВОД

Един от важните фактори за високо интензивно производство на ягоди е интродукцията на сортовете, т.е. въвеждането на нови обещаващи сортове с различен период на зреене с цел по-добро и равномерно предлагане на пазара. Асортиментът от ягоди в сръбските насаждения е хетерогенен, като по-специално през последното десетилетие в групата на десертните сортовете се наблюдава известна динамика. Благодарение на ранното си узряване, добра приспособимост към различните технологии за отглеждане, добро качество на плодовете и висока толерантност към заболяванията на корена и листата (Martinelli and Leis, 2012), сортът "Клери" е с преобладаващо значение в сръбското плодопроизводство. През последните няколко

INTRODUCTION

One of significant factors of highly intensive strawberry production is the innovation of varieties, i.e., introduction of new, promising varieties with different ripening times with the aim of better and more balanced market supply. Strawberry assortment in Serbian plantations is heterogeneous, whereby in particular, over the last decade, certain dynamics has been observed in the group of table varieties.

Due to its earliness, good adaptability to different growing technology, a good fruit quality and high tolerance to root and leaf diseases (Martinelli and Leis, 2012), cultivar ‘Clery’ is very dominant in Serbian plant production.

In the last few years in Italy newer

години в Италия са въведени нови сортове ягоди, включително ранен ягоди "Гарда", създаден в рамките на CRA-FRF - Съвет за селскостопански изследвания - Отдел за изследване на плодовите култури, Форли, Италия. При определяне на производствената и целева стойност на внесените сортове, освен влиянието на генотипа, играят важна роля и системата на размножаване, селскостопанските и помо-технологични мерки.

При засаждането на ягодови растения в Сърбия, съществуват различни системи за отглеждане, сред които през последните години доминира технологията за отглеждане върху конструкции, покрити с полиетиленово фолио (PE), със задължителна инсталация на напоителна система. Въпреки това, основавайки се на принципите на съвременната технология за отглеждане на открито, ягодите засадени в оранжерии, представляват само 5-10%. Един от по-новите начини за интензивно производство на ягоди в оранжерии е поставянето на ниски тунели. Основната цел на настоящето изследване е да се изследва въздействието на генотипа и системата на отглеждане върху вегетативния и размножителен потенциал, фенологичните характеристики и качеството на плодовете на ранно-зреещи ягодови сортове.

strawberry cultivars, have been introduced, including early strawberry cultivar 'Garda', created under the CRA-FRF - Agricultural Research Council - Fruit Crop Research Unit Forli, Italy. When defining the production and use value of introduced varieties, apart from the genotype influence, the system of breeding, agricultural and pomo-technical measures play the important role too.

In planting strawberry seedlings in Serbia, there are different systems of growing, among which, in recent years the growing technology on joists covered with a polyethylene foil (PE) is dominant, with obligatory installation of the irrigation system. However, apart from the plants based on the principles of modern growing technology in the open field, strawberries planted in greenhouses accounts for 5−10% only. One of the newer ways of intensive strawberry production in greenhouses is setting low tunnels. The main objective of this research was to examine the effect of genotype and cultivation system on the vegetative and generative potential, phenological properties and fruit quality of the early ripening strawberry cultivars.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е проведено в експериментално ягодово насаждение в Изследователски институт по овощарство в Чакак (43º 53 'N, 20º 20' E, 225 m надморска височина) през 2016 г. Засаждането на растения е извършено през август 2015 г,. под формата на редове покрити с черно полиетиленово фолио с разстояние на засаждане от 30 × 30 cm. Експериментът е с въздействие на два фактора, т.е. анализирани са генотипа и култивационната система. Експериментът е проведен върху два ранно зреещи ягодови сорта "Клери" и "Гарда", в две системи на отглеждане (открито поле и ниски тунели) с 20 растения във всеки вариант в 3 повторения. По време на експеримента,

MATERIAL AND METHODS

The study was performed at the experimental strawberry plantation at the Fruit Research Institute in Čačak (43º 53' N, 20º 20' E, 225 m altitude) in 2016. The planting of frigo plants was performed in August 2015, in the form of the banks, covered in black polyethylene foil with a planting distance 30 × 30 cm. The layout of the experiment was a completely randomized design, with the effect of two factors, viz. genotype and cultivation system, analyzed. The experiment was conducted on 2 early ripening strawberry cultivars 'Clery' and 'Garda', in 2 cultivations system (open field and low tunnels) with 20 plants in each treatment in 3 replications. During the experiment,

насаждението е подложено на стандартни агротехнически мероприятия, включително система за капково напояване.

Определянето на параметрите на вегетативния потенциал се извършва чрез стандартни морфометрични методи и броене. Наблюдавани са следните параметри: височина на розетката (cm), брой розетки и брой листа на розетка.

Размножителният потенциал на ягодата включва следните параметри: брой ластуни на растение, брой плодове на ластуна, брой плодове на растение и добив от растение (g). Измерването е извършено и наблюдавано чрез пребройване и добив от растение, определено чрез измерване на теглото на събраните плодове във всяка реколта и обобщаване на добива от всички реколти.

Качеството на плодовете се определя от следните параметри: тегло на плода (g), дължина на плода (mm), широчина на плода (mm), индекс на плодовата форма, твърдост и съдържание на разтворими сухи вещества. Споменатите параметри се определят чрез стандартни морфометрични методи на проба от 20 плода от повторение (общо 60 плода от реколта, 3 повторения, 20 плодове от всяко) в пълна зрялост. Теглото на плода се определя чрез измерване по аналитичната скала *Mettler* с точност ± 0.01 g. Стойността на показателя за форма на плода се получава чрез изчисление, установяващо съотношение между дължината на плода и широчината, измерени с точност от ± 0.05 mm с дигитален шублер (Carl Roth, Germany). Твърдостта на плода се определя чрез използване на пенетрометър.

Фенологичните характеристики включват фенологична фаза на периода на цъфтеж (начало, край, продължителност) и зреене (начало, край, продължителност). Времето за цъфтене на ягодата е определено чрез отбелязване на началната дата (когато са разтворени 10% от цветовете) и края на цъфтеж (когато венчелистчетата на 90% от цветовете опадват). Фенологична фаза на растеж се определя с отчитане на

the plantation was subjected to standard cultural practices, including a drip-irrigation system.

Determination of the vegetative potential parameters was performed by standard morphometric methods and counting. The following parameters were observed: rosette height (cm), the number of crowns per rosette and the number of leaves per rosette.

Within generative potential of strawberry, the following parameters were monitored: number of fruiting stalks per plant, number of fruits per fruiting stalks, number of fruits per plant and yield per plant (g). Measuring was performed and monitored by counting and yield per plant determined by weight measuring of harvested fruit in every harvest and yield summing of all vintages.

Within fruit quality, the following parameters were monitored: fruit weight (g), fruit length (mm), fruit width (mm), index of fruit shapes, firmness and soluble solids content. The mentioned parameters are determined by standard morphometric methods on the sample of 20 fruit per replication (a total of 60 fruits per a harvest, 3 replications, 20 fruits each) in the full maturity phase. Fruit weight is determined by measuring on analytical scale *Mettler*, with accuracy of ± 0.01 g. The value of fruit shape index is obtained by calculation, establishing relationship between fruit length and fruit width, measured by digital calliper (*Carl Roth, Germany*) accuracy of ± 0.05 mm. Fruit firmness is determined by using a penetrometer.

Within phenological characteristics, phenology phase of flowering time (start, end, duration) and ripening (beginning, end, duration) was tested. Flowering time of strawberry was determined by recording the start date (when open 10% of flowers), and the end of flowering (when 90% of flowers decline coronal leaflets). Growth phenology phase was determined by the recording start date (when ripen 10%) and the end of maturity

началната дата (10% узрели плодове) и края зрелостта (последния ден от прибиране на реколтата). Продължителността на посочените фази се изразява в дни.

Данните, получени в изследването са обработени с вариационен анализ на Фишер (ANOVA, F test) и статистическия софтуер STATISTICA версия 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, САЩ). Анализите са извършени в три повторения и получените стойности са изразени като средна стойност. Извършено е тестване на значимостта на разликите между начините на обработка и ефекта от взаимодействието им, като се използва LSD тест и ниво на значимост от 0.05.

(the last day of the harvest). Duration of the mentioned phases is expressed in days.

The data obtained in the research was processed applying the Fisher model of variance analysis (ANOVA, F test) and the statistics software package STATISTICA version 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). The analyses were performed in three replications and the obtained values were expressed as the mean value. Testing the significance of differences between the means of the treatments and their interaction effects was performed using the LSD test and the significance level of 0.05.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Добивът от ягоди е свързан с вегетативния прираст на растенията, който се постига чрез съвременната технология, осигуряваща най-добро развитие на цялото растение (Pešaković et al., 2015; Tomić, 2016). Chercuitte et al. (1991) посочват, че най-жизнените растения дават най-високи добиви. Таблица 1 показва влиянието на генотипа и системата за отглеждане върху параметрите на вегетативния потенциал в ягодата. Значително по-високи стойности за брой листа на розетка са определени в "Клери" в сравнение с "Гарда". Също така, най-голяма височина на розетката е отчетена при сорт "Клери" и система за производство с ниски тунели (Фигура 1). При сорт "Гарда" няма значителна разлика във височината на растенията в двете изследвани системи за отглеждане. Голямата жизненост, обаче, не винаги води до високи добиви, особено, ако жизненият генотип се комбинира с подходящи агротехнологични мероприятия (Shaw, 1993). По тази причина, при максимално увеличаване на растежния потенциал на ягодите, трябва да се обърне специално внимание на балансираното съотношение между вегетативния растеж и продуктивността (Chercuitte et al., 1991). Високата стой-

RESULTS AND DISCUSSION

Bearing in mind that strawberry yield positively correlates with the development of a plant, it is very important that by modern technology of growing the best possible development of each of the crown in a plant and of the entire plant is obtained (Pešaković et al., 2015; Tomić, 2016). Chercuitte et al. (1991) point out that the most vigorous plants give highest yields. Table 1. shows the impact made by the genotype and cultivation system on the parameters of vegetative potential in strawberry. Significantly higher values for number of leaves per rosette was determined in ‘Clery’ compared to ‘Garda’. Also, the highest rosette height was obtained through the interaction between ‘Clery’ and low tunnels production system (Figure 1). With cultivar ‘Garda’ there was no significant difference in plant height in both cultivation system examined. However, great vigour does not always result in high yields, particularly if the vigorous genotype is combined with agrotechnical practices that further favour vigorous tillers (Shaw, 1993). For this reason, at maximizing the growth potential of strawberries, a particular attention should be paid to a balanced ratio between vegetative growth and productivity. (Chercuitte et al., 1991). A

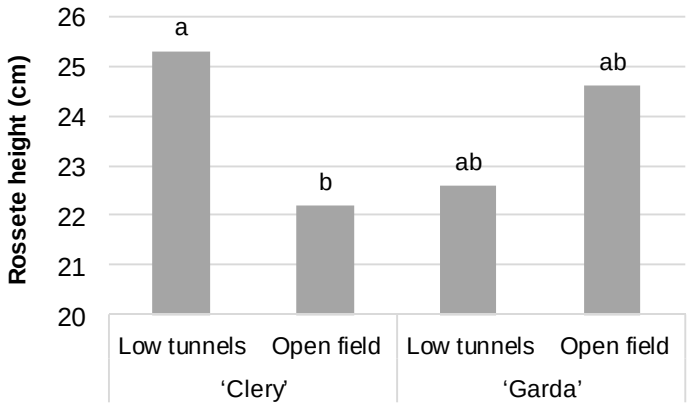
ност на брой плодове на ластуна в сорт "Клери" не води до най-високи добиви от сорта. "Клери" има умерено висока продуктивност, която е близка до тази на сорт "Гарда". Системата за отглеждане и взаимодействие на проучваните фактори (генотип и продуктивна система) не са предизвикали промени в стойностите на параметрите на размножителния потенциал на тестваните сортове плодове (Таблица 2).

high value of the number of fruits per fruiting stalks in cultivar 'Clery' did not result in highest yields of the cultivar. 'Clery' had moderately high productivity, which was close to the productivity of 'Garda'. Cultivation system and interaction of study factors (genotype and production system) have not caused any changes in parameter values of the generative potential of the tested fruit varieties (Table 2).

Таблица 1. Влияние на генотипа и системата на отглеждане върху параметрите на вегетативния потенциал на ягодата
Table 1. Impact made by the genotype and cultivation system on the parameters of vegetative potential in strawberry

		Височина на розетката/Rosette height (cm)	Брой розетки на растение/Number of crowns per rosette	Брой листа на розетка/Number of leaves per rosette
Сорт/Cultivar (A)	'Clery'	23.8 ± 0.9 a	2.5 ± 0.1 a	16.8 ± 1,3 a
	'Garda'	23.6 ± 0.7 a	2.3 ± 0.1 a	8.6 ± 0.4 b
С-ма на отглеждане/Cultivation system (B)	На открито/Open field	23.9 ± 0.9 a	2.5 ± 0.1 a	13.7 ± 2.4 a
	Ниски тунели/Low tunnels	23.4 ± 0.8 a	2.3 ± 0.1 a	11.7 ± 1.5 a
		ANOVA		
A		ns	ns	*
B		ns	ns	ns
A×B		*	ns	ns

Различните малки букви(а) в колоната показват значителни разлики сред средните стойности при P≤0.05 чрез LSD тест
The different small letter(s) in column indicate significant differences among means at P≤0.05 by LSD test



Фиг. 1. Влияние на генотипа и система на отглеждане върху височината на розетката
Fig. 1. Influence of genotype and production system on rosette height

Таблица 2. Влияние на генотипа и система на отглеждане върху размножителния потенциал и продуктивността на ягодите
Table 2. The influence of genotype and production system on the generative potential and productivity of strawberry

		Брой ластуни на растение/Number of fruiting stalks per plant	Брой плодове на ластуна/Number of fruits per fruiting stalks	Брой плодове на растение/Number of fruits per plant	Добив от растение/Yield per plant (g)
Сорт/Cultivar (A)	'Clery'	2.8 ± 0.1 a	8.2 ± 0.4 a	22.4 ± 1.4 a	467.6 ± 38.1 a
	'Garda'	2.8 ± 0.2 a	6.1 ± 0.4 b	24.1 ± 3.0 a	512.5 ± 50.1 a
С-ма на отглеждане/Cultivation system (B)	На открито/Open field	2.8 ± 0.1 a	7.1 ± 0.8 a	21.6 ± 1.8 a	486.6 ± 51.2 a
	Ниски тунели/Low tunnels	2.8 ± 0.2 a	7.2 ± 0.4 a	24.9 ± 2.6 a	493.4 ± 39.2 a
ANOVA					
A		ns	*	ns	ns
B		ns	ns	ns	ns
A×B		ns	ns	ns	ns

Различните малки букви(а) в колоната показват значителни разлики сред средните стойности при P≤0.05 чрез LSD тест.
The different small letter(s) in column indicate significant differences among means at P≤0.05 by LSD test.

Датите за начало, край и продължителност на цъфтежа и зреенето са показани в Таблица 3.

Dates for the beginning, end and duration of flowering and ripening are shown in Table 3.

Таблица 3 Влияние на генотипа и системата на отглеждане върху фенологичните характеристики на ягодата
Table 3. The influence of genotype and production system on the phenological traits of the strawberry

Цъфтеж Flowering	На открито/Open field			Ниски тунели/Low tunnels		
	Начало Beginning	Край End	Продължителност Duration	Начало Beginning	Край End	Продължителност Duration
'Clery'	10.04.	05.05.	25	04.04.	28.04.	24
'Garda'	11.04.	06.05.	25	02.04.	28.04.	26
Средно/Average	11.04.	06.05.	25	03.04.	28.04.	25
Узряване Ripening	На открито Open field			Ниски тунели Low tunnels		
	Начало Beginning	Край End	Продължителност Duration	Начало Beginning	Край End	Продължителност Duration
'Clery'	11.05.	02.06.	22	01.05.	29.05.	28
'Garda'	10.05.	01.06.	22	02.05.	01.06.	30
Средно/Average	11.05.	02.06.	22	02.05.	31.05.	29

Средните стойности показват, че началото на цъфтеж в системата с ниските тунели и за двата сорта е в началото на април (на 4 април за сорт "Клери" и на 2 април за "Гарда"). Цъфтежът в насаж-денията на открито започна средно 8 дни по-късно (на 10 април при "Клери" и на 11 април при "Гарда"), отколкото в ниските тунели, докато средната про-дължителност на цъфтеж е една и съща при двете

The average values show that the onset of flowering in low tunnels system for both cultivars was at the beginning of April (on 4 April in 'Clery' and on 2 April in 'Garda'). Flowering in the open field started at an average of 8 days later (on 10 April in 'Clery' and on 11 April in 'Garda') than in the low tunnels, while the average duration of flowering was the same in both systems of cultivation (25

системи за отглеждане (25 дни). Фенофазата на узряване започва през първата десетдневка на май в системата с ниски тунели (1 май при "Клери" и 2 май при "Гарда"), а през второто десетилетие на май в открито поле (на 11 май при "Клери" и на 10 май при "Гарда").

Сортовете градински ягоди имат плодове с различен размер, който зависи от генотипа, екологичните фактори, системата на отглеждане, възрастта и времето на зреене. Резултатите от физическите характеристики на ягодите зависещи от генотипа и системата на отглеждане са представени в Таблица 4.

days). The ripening stage began in the first decade of May in low tunnels system (on 1 May in 'Clery' and on 2 May in 'Garda'), and in the second decade of May in open field (on 11 May in 'Clery' and on 10 May in 'Garda').

The cultivars of garden strawberry have a fruit with various size, which depending on the genotype, ecological factors, the cultivation system, the age and the time of ripening. The results of physical properties of strawberries depending on the genotype and cultivation system are shown in Table 4.

Таблица 4. Влияние на генотипа и системата на отглеждане върху физическите характеристики на ягодовите плодове
Table 4. The influence of genotype and production system on the physical traits of the strawberry fruit

		Тегло на плода Fruit weight (g)	Дължина на плода Fruit lenght (mm)	Широчина на плода Fruit width (mm)	Индекс на формата Shape index	Твърдост на плода Fruit firmness (N)
Сорт/Cultivar (A)	'Clery'	20.7 ± 1.4 a	39.5 ± 1.2 a	33.1 ± 0.3 b	1.2 ± 0.0 b	10.6 ± 0.6 b
	'Garda'	21.7 ± 1.4 a	39.5 ± 0.8 a	35.3 ± 0.7 a	1.1 ± 0.0 a	15.1 ± 0.9 a
С-ма на отгл./Cultivation system (B)	На открито Open field	22.2 ± 1.2 a	39.8 ± 0.3 a	34.7 ± 0.9 a	1.2 ± 0.0 a	13.6 ± 1.6 a
	Ниски тунели Low tunnels	20.3 ± 0.6 a	39.1 ± 0.7 a	33.7 ± 0.3 b	1.2 ± 0.0 a	12.1 ± 0.6 a
ANOVA						
A		ns	ns	*	*	*
B		ns	ns	*	ns	ns
A×B		ns	ns	*	ns	*

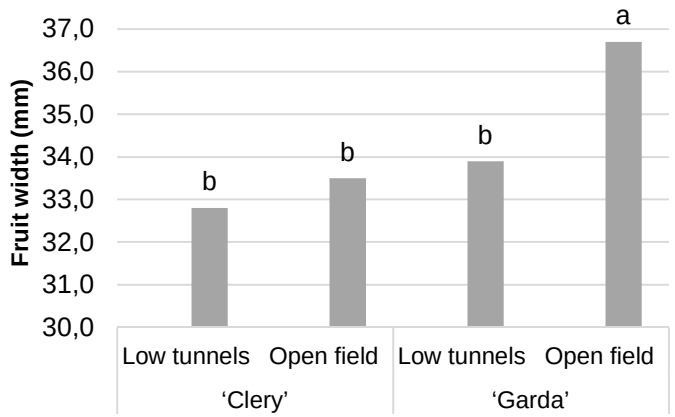
Стойностите във всяка колона, последвани от една и съща буква, не се различават значително при P ≤ 0.05 (LSD тест).
Values within each column followed by the same letter are not significantly different at the P ≤ 0.05 (LSD test).

Въз основа на анализа на получените данни може да се отбележи, че широчината, индексът на формата и твърдостта на плодовете варират под влияние на генотипа, и са били най-високите средни стойности по отношение на гореспоменатите параметри, регистрирани за сорт "Гарда". Ширината на плода варира в зависимост от системите за отглеждане и има значително по-висока стойност в системата на отглеждане на ягоди на открито в сравнение с ниските тунели. В съответствие със значително по-голяма ширина на ягоди отглеждани в поле на открито, значително по-висока стойност на този пара-

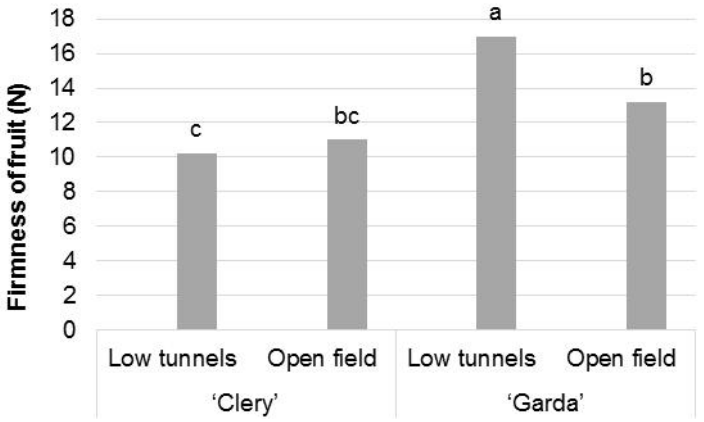
Based on the analysis of the data obtained, it can be seen that the width, shape index and fruit firmness varied under the influence of the genotype, and were the highest average values in respect of aforementioned parameters registered in cultivar 'Garda'. The fruit width varied under the influence of cultivation systems and had significantly higher valuef recorded in the system of cultivation strawberries in the open field as compared to the low tunnels. In accordance with a significantly greater width of strawberries cultivated in an open field, a significant higher value of

метър се наблюдава при взаимодействие на сорт "Гарда" и културационната система на открито във връзка с всички други взаимодействия (Фигура 2). Генотипът оказва значително влияние върху твърдостта на плодовете, докато най-твърд е плода при сорт "Гарда". Освен това, при взаимодействие с ниски тунели, "Гарда" дава най-високи стойности по отношение на твърдостта на плодовете (Фигура 3).

this parameter was observed in the interaction of cultivar 'Garda' and the cultivation system in the open field in relation to all other interaction effects (Figure 2). Genotype had a significant impact on fruit firmness, while the highest fruit firmness was in 'Garda'. Furthermore, when interacting with low tunnels,'Garda' gave the highest values in terms of fruit firmness (Figure 3).



Фиг. 2. Влияние на генотипа и системата на отглеждане върху ширината на плода
Fig. 2. Influence of genotype and production system on fruit width



Фиг. 3. Влияние на генотипа и системата на отглеждане върху твърдостта на плода
Fig. 3. Influence of genotype and production system on fruit firmness

Приемането на ягодовите плодове от потребителите зависи до голяма степен от плодовия вкус, тясно свързан със съдържанието на разтворими сухи вещества (Tulipani et al., 2008). Въз основа на данните, представени в Таблица 5, можем да заключим, че генотипът и системата на отглеждане не са имали значително въздействие върху разтворимите сухи вещества в ягодите. Средните стойности на съдържанието на разтворими сухи вещества варират от 10.7% до 11.0%. Чрез изучаване на сортове/нови селекции с различно време на узряване, Milivojević et al. (2015) установяват значителни различия по отношение на съдържанието на разтворими сухи вещества сред изследваните сортове във всички фази на узряване, с изключение на сортовете с ранно узряване, без да се отбележи значителна разлика.

Consumer acceptance of strawberry fruits depends to a great extent on fruit flavour, closely associated with soluble solids content (Tulipani et al., 2008).

Based on the data presented in Table 5 we can concluded that genotype and production system had not significant effect on soluble solids in strawberry fuit. Average values of soluble solids content ranged from 10.7% to 11.0%.

By studying cultivars/new selections of different ripening time, Milivojević et al. (2015) founded significant variation in respect of soluble solids content among tested cultivars in all ripening stages, except in varieties of early ripening time, whith no significant difference noted.

Таблица 5. Влияние на генотипа система на отглеждане върху разтворимите сухи вещества на ягодовия плод
Table 5. The influence of genotype and production system on the soluble solids of the strawberry fruit

		Разтворими в-ва Soluble solids (%)
Сорт/Cultivar (A)	'Clery'	10.9 ± 0.1 a
	'Garda'	10.8 ± 0.2 a
С-ма на отгл./Cultivation system (B)	На открито/Open field	10.7 ± 0.2 a
	Ниски тунели/Low tunnels	11.0 ± 0.1 a
A		ns
B		ns
A×B		ns

Стойностите във всяка колона, последвани от една и съща буква, не се различават значително при $P \leq 0.05$ (LSD тест).
Values within each column followed by the same letter are not significantly different at the $P \leq 0.05$ (LSD test).

ИЗВОДИ

Като се има предвид, че плодовете от ягоди, отглеждани в ниски тунели, узряват 10 дни по-рано отколкото при полски условия, отглеждането на ягоди в ниски тунели може да се счита за оправдано от гледна точка на получаване на плодове за ранно производство на ягоди.

Освен умерената продуктивност и ранно узряване, промените във физи-

CONCLUSIONS

Taking into consideration that strawberry fruits grown in low tunnels ripen 10 days earlier in relation to open field, growing strawberry in low tunnels can be considered justified from the aspect of obtaining fruits for early strawberry fruit production.

Apart from its moderate productivity and earliness, changes occured in

ческите характеристики на сорт "Гарда" (ширина, индекс на формата и твърдост) показват, че може да се препоръча за по-интензивно разширяване на производството.

physical characteristics of the fruit variety 'Garda' (width, shape index and firmness) indicate that it can be recommended for more intense expansion in the production.

БЛАГОДАРНОСТИ

Изследването в настоящата статия е част от Проект TR - 31064, финансиран от Министерството на образованието, науката и технологичното развитие на Република Сърбия.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study in this paper was part of Project TR - 31064, funded by Ministry of Education, Science and Technological development of the Republic of Serbia.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Chercuitte, L., J.A. Sullivan, Y.D. Desjardins and R. Bedard**, 1991. Yield potential and vegetative growth of summer-planted strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116, 930-936.
2. **Martinelli, A. and M. Leis**, 2012. CIV's breeding program – new trends and challenges in creating strawberry varieties. Zbornik radova i apstrakata 14-og Kongresa voćara i vinogradara Srbije sa međunarodnim učešćem, Vrnjačka banja, Republika Srbija, pp. 40-47 (Sr).
3. **Milivojević, J., D. Radivojević and M. Nikolić**, 2015. Proizvodna svojstva i kvalitet ploda sorti i novih selekcija jagode introdukovanih iz Italije. Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu", tema „Savremena proizvodnja jagode", pp. 65-75 (Sr).
4. **Pešaković, M., J. Tomić, J. and Milivojević**, 2015. Značaj i efekat biofertilizacije u tehnologiji proizvodnje baštenske jagode. Zbornik radova sa 5. Savetovanja „Inovacije u voćarstvu", tema „Savremena proizvodnja jagode", 87-99 (Sr).
5. **Shaw, D.V.**, 1993. Genetic correlations between vegetative growth traits and productivity at different within-season intervals for strawberries (Fragaria X ananassa). *Theoretical and Applied Ge*netics, 85, 1001-1009.
6. StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.
7. **Tomić, J.**, 2016. Effect of microbiological and mineral fertilizers on biological and production characteristics of strawberry (Fragaria ananassa Duch.) cultivars. Doctoral dissertation. Faculty of Agriculture, University of Belegrade, pp. 1-190.
8. **Tulipani, S., B. Mezzetti, F. Capocasa, S. Bompadre, J. Beekwilder, C.H. Ric de Vos, E. Capanoglu, A. Bovy and M. Battino**, 2008. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 696-704.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 197-207
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Продуктивни характеристики на нов сорт синя слива "Нада" отглеждан в три района на Сърбия

Небойша Милошевич*, Ивана Глишич, Бранко Попович, Олга Митрович

Изследователски институт по овощарство, ул. „Краля Петра I“ 9, 32000 Чачак, Република Сърбия
**E-mail: mnebojsa@ftn.kg.ac.rs*

Productive traits of new cultivar ‘Nada’ grown on three localities in Serbia

Nebojša Milošević*, Ivana Glišić, Branko Popović, Olga Mitrović

Fruit Research Institute, Kralja Petra I/9, 32000 Čačak, Republic of Serbia

РЕЗЮМЕ

От основаването на Изследователски институт по овощарство Чачак през 1947 до 2012 са създадени петнадесет сорта сини сливи. Някои от тях, като „Чачанска лепотица", „Чачанска родна" и „Чачанска найболя" са световно известни. Най-новият създаден сорт "Нада" се характеризира с големи, тъмно сини плодове, с много добро качество, с умерена сила на растеж и толерантност към вируса на шарка. Цел на настоящото изследване е да се оценят продуктивните характеристики на този сорт, отглеждан в три месторастения в най-важните райони за сливопроизводството на Сърбия за периода 2014 до 2016. Първите две месторастения – Любич и Бресница, са разположени в областта на Чачак, а третото – Стапар, в района на Валево. Периодът на цъфтеж е еднакъв за трите района и години, но има определени разлики в беритбения период. Най-големи стойности за тегло на плода (51.19 g), тегло на костилка (1.73 g), съотношение на плодово месо (96.61%) и линейни размери на плода (височина, широчина и дебелина) са установени за сорт "Нада", отглеждан в района на

SUMMARY

Since initiation of Fruit Research Institute, Čačak in 1947 until 2012, fifteen plum cultivars were named and released. Some of them, such as ‘Čačanska Lepotica’, ‘Čačanska Rodna’ and ‘Čačanska Najbolja’ are well known worldvide. The latest released cultivar was ‘Nada’ characterized by large, dark blue fruits of very good quality, as well as, moderate vigour and tolerance to Šarka virus. The aim of this study was to evaluate productive traits of this cultivar grown on three localities in the most important plum growing regions in Serbia during the period 2014–2016. The first two localities ‘Ljubić’ and ‘Bresnica’ are situated in area of Čačak, and the third locality ‘Stapar’ was situated in area of Valjevo. Flowering time was similar in all localities and years, but there were some differences in harvesting time. The largest values of fruit weight (51.19 g), stone weight (1.73 g), flesh percentage (96.61%) and linear dimensions of fruit (height, width and thickness) were found in cultivar ‘Nada’ grown on locality ‘Ljubić’, while all these traits were the smallest on

Любич, докато всички тези характерни белези са най-малки в района на Бресница. Най-високият добив от дърво (23.61 g) за единица площ и ефективност на добива (0.12) са наблюдавани при този сорт в района на Стапар. Най-голямото съдържание на разтворими сухи вещества (15.50%), общи захари (11.46%) и захароза (5.58%) и стойност на pH на сока (4.33) са отчетени при сорт "Нада", отглеждан в района на Бресница, докато най-голямо съдържание на инверт-ни захари (7.25%) и количество на общи киселини е установено в сорта отглеждан в района на Любич.

Ключови думи: продуктивни характеристики, "Нада", три местоположения, добив, химически състав

locality ‘Bresnica’.

The highest yield per tree (23.61 kg) and unit area and yield efficiency (0.12) were observed in this cultivar on locality ‘Stapar’. The largest soluble solids content (15.50%), total sugars (11.46%) and sucrose (5.85%) contents and juice pH value (4.33) were recorded in cultivar ‘Nada’ grown on locality ‘Bresnica’, while the highest invert sugars content (7.25%) and amount of total acids were found in this cultivar grown on locality ‘Ljubić’.

Key words: productive traits, ‘Nada’, three localities, yield, chemical composition

УВОД

Сливата е традиционна овощна култура в Сърбия и най-важна от гледна точка на обема на производство. Сърбия се нарежда на първо място в Европа и второ в света, след Китай, с годишно производство на сливи 507.987 тона (средно 2010-2014 г.) от 120000 хектара земя (FAOSTAT, 2016). Сръбското производство на сливи се характеризира с екстензивна технология на отглеждане, ниски нестабилни добиви, нискокачествени плодове, проблеми, предизвикани от вируса на шарка и многобройност на сортовете (Nenadović-Mratinić et al., 2007; Milošević et al., 2012; Milošević et al., 2013). Най-често срещаните сортове са "Чачанска Лепотица", "Чачанска Родна", "Стенлей", "Чачанска Найболя" и "Чачанска Ранна" (Milošević and Milošević, 2012). Paunović et al. (2011) уточняват, че доминираща и практически единствена подложка, използвана за присаждане на слива е семенна от джанка (*Prunus cerasifera* Ehrh.). Развитието на нови сортове сливи с високо качество, висок потенциал за добив и толерантност или резистентност към болести, особено към вируса на шарка, е много важен начин за преодоляване на недостатъците в производството на сливи. От 1979 до 2012 г. петнадесет сливови сорта са създадени в Изследователски институт

INTRODUCTION

Plum is a traditional fruit crop in Serbia, and the most important one in terms of the volume of production. Serbia was ranked first in Europe and second worldwide after China with an annual plum production of 507,987 t (average 2010-2014) on over 120,000 ha land (FAOSTAT, 2016). The Serbian plum production is characterized by extensive growing technology, low unstable yields, low-quality fruit, problems induced by Šarka virus and a multitude of cultivars (Nenadović-Mratinić et al., 2007; Milošević et al., 2012; Milošević et al., 2013). The most common cultivars include ‘Čačanska Lepotica’, ‘Čačanska Rodna’, ‘Stanley’, ‘Čačanska Najbolja’ and ‘Čačanska Rana’ (Milošević and Milošević, 2012). Paunović et al. (2011) specified that myrobalan (*Prunus cerasifera* Ehrh.) seedling is the dominant and practically the only rootstock used for plum grafting. Development of new plum cultivars of high quality, high yielding potential and tolerance or resistance to diseases, particularly to Šarka virus is very important way to overcome disadvantages in plum production. Since 1979 to 2012 fifteen plum cultivars were named and released at Fruit Research Institute, Čačak. Some of these cultivars,

по овощарство, Чачак. Някои от сортовете, като "Чачанска Лепотица", "Чачанска Родна" и "Чачанска Найболя", се отглеждат в най-важните страни, сливопроизводители в Европа. През последните 12 години са създадени седем нови сорта, включително най-новият сорт "Нада". Това проучване е извършено, за да се определят продуктивните характеристики на сорт "Нада", отглеждан в три местности, в най-важните райони за сливопроизводството в Сърбия, за да се препоръчат за отглеждане в нови търговски овощни градини.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Полски опит и растителен материал. Проведени са изследвания на нов сорт "Нада", отглеждан в три местности, в най-важните региони за сливопроизводството в Сърбия за периода 2014-2016 г. Първите две местности "Любич" и "Бресница" са разположени в района на Чачак, а третата местност "Стапар" е разположена в района на Валево. Сорт "Нада" е кръстоска между "Стенлей" × „Сколдус"и като нов сорт е одобрен и признат през 2012 г. Като подложка са използвани семеначета от джанка. И трите овощни градини са създадени през 2004 г. по схема на засаждане 5 x 4 метра с оформена пирамидална корона, при неполивни условия. Проучването се фокусира върху оценката на основните фенологични и помологични признаци, характеристиките на добива, както и химическите свойства на плода.

Измерване на биологични и качествени характеристики на плодовете. Определени са следните фенологични характеристики: начало на цъфтеж (5% от цветовете са цъфнали), пълен цъфтеж (80% от цветовете са цъфнали), край на цъфтеж (90% от цветовете са цъфнали и венчетата са започнали да падат) и дата за прибиране на реколтата (плодовете са достатъчно оцветени и меки, за да бъдат консумирани). За период от три реколтни сезона, са събрани 25 плода от сорта "Нада", от всяка местност, за всяко от двете повторения и плодовата и костилкова маса (g) са отчетени с технически

such as ‘Čačanska Lepotica’, ‘Čačanska Rodna’ and ‘Čačanska Najbolja’ are grown in most important plum growing countries in Europe. In last 12 years, seven new cultivars were named and released, including the newest cultivar ‘Nada’. This study was carried out to determine productive traits of cultivar ‘Nada’ grown on three localities in the most important plum growing regions in Serbia in order to recommend for growing in new commercial orchards.

MATERIAL AND METHODS

Field trial and plant material. Investigations were carried out on new cultivar ‘Nada’ grown at three localities in the most important plum growing regions in Serbia during the period 2014–2016. The first two localities ‘Ljubić’ and ‘Bresnica’ are situated in area of Čačak, and the third locality ‘Stapar’ was situated in area of Valjevo. Cultivar ‘Nada’ was derived from cross combination ‘Stanley’ × ‘Scoldus’ and for new cultivar was named and released in 2012. Myrobalan seedling was used as rootstock. All three orchards were established in 2004 with spacing distance 5 × 4 m and trained as pyramidal crown, under non-irrigated cultural practices. The study focused on estimation of basic phenological and pomological traits, yield characteristics as well as chemical properties of the fruit.

Biological and fruit-quality traits measurement. The following phenological characteristics were determined: flowering onset (5% of flowers have bloomed), full flowering (80% of flowers have bloomed), end of flowering (90% of flowers have bloomed and corollas have begun to fall off) and harvest date (fruits are sufficiently colored and soft to be eaten).

For a period of three harvest seasons, 25 fruits of cultivar ‘Nada’ from every locality of each of two replicates were collected and fruit and stone weight (g) were

везни Ohaus Adventurer (Parsippany, NJ, USA). Добивът от дърво (kg) и хектар (kg ha^{-1}) е измерен в периода 2014-2016 г., чрез електронна везна (ACS System Electronic Scale) (Zhejiang, China). Обиколката на ствола (cm) е измерена в края на сезона на растеж 20 cm над присадката и е използвана за изчисляване на площта на напречното сечение на ствола (TCSA, cm^2). Ефективността на добива (kg cm^{-2}) е изчислена като съотношение между добив от дърво и площта на напречното сечение на ствола (TCSA). За определяне на съотношението месеста част/костилка, плодовете са срязани наполовина хоризонтално с нож от неръждаема стомана и костилките са отстранени и претеглени.

Процентът на месеста част на плода (%) се изчислява чрез изваждане на теглото на костилката от цялото тегло на сливовия плод. За всеки сливов плод се определят три линейни размери: дължина, широчина и дебелина, като е използван цифров шублер Starrett, серия 727 (Athol, NE, USA) с чувствителност 0,01 cm. Съдържанието на разтворими твърди вещества е определено посред-ством ръчен рефрактометър Milwaukee MR 200 (ATC, Rocky Mount, NC, USA) при 20 °C (Brix). Титруемите киселини, като ябълчена (%), е определена чрез титру-ване с 0.1 N разтвор на NaOH. Киселин-ността pH на сока е измерена с помощта на Cyber Scan 510 pH-метър (Nijkerk, The Netherlands). Съдържание на общи захари и инвертни захари е определено с тройни проби по метода на Luff-Schoorl, описан по-рано от Schneider (1979). Съдържанието на захароза е изчислено в зависимост от съотношението: SU = (TS – RS) × 0,95. Резултатите са изразени в % от теглото на свежите плодове. Всички данни от настоящото изследване са подложени на дисперсионен анализ (ANOVA) и средните стойности са определени чрез тест за най-малка значима разлика (LSD test) при $P \leq 0.05$, използвайки софтуера Microsoft Office Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, САЩ).

recorded by Ohaus Adventurer technical scale (Parsippany, NJ, USA). Yield per tree (kg) and hectare (kg ha^{-1}) were measured in period 2014–2016 using an ACS System Electronic Scale (Zhejiang, China). Trunk circumferences (cm) were measured at the end of growing season 20 cm above the graft union and used to calculate the trunk cross-sectional area (TCSA, cm^2). The yield efficiency (kg cm^{-2}) was calculated as the ratio between yield per tree and trunk cross-sectional area (TCSA). For determining flesh/stone ratio fruits were cut in half horizontally with a stainless-steel knife and the stones were removed and weighed.

The flesh percentage (%) was calculated by subtracting the stone weight from the whole plum fruit weight. For each plum fruit, three linear dimensions, length, width and thickness were determined by using a digital caliper Starrett, 727 Series (Athol, NE, USA) with a sensitivity of 0.01 cm. Soluble solids content was defined by Milwaukee MR 200 hand refractometer (ATC, Rocky Mount, NC, USA) at 20ºC (Brix). Titratable acidity, as malic acid (%), were determined by titration with 0.1 N solution of NaOH. The juice pH was assessed by a Cyber Scan 510 pH meter (Nijkerk, The Netherlands). The total sugars and invert sugars content were defined on triplicate samples by the Luff-Schoorl method previously described by Schneider (1979). The sucrose content was calculated according to the relationship: SU = (TS – RS) × 0.95. The results were expressed in % of fresh weight. All data in the present study were subjected by analysis of variance (ANOVA) and means were separated by LSD test at $P \leq 0.05$ using Microsoft Office Excel software (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Фенологичните характеристики на сорт "Нада", отглеждан в три местности, са дадени в Таблица 1. Начало на цъфтеж се наблюдава в средата на април. Най-ранното начало на цъфтеж е наблюдавано в местността "Любич" (14 април), а най-късното в местността "Стапар" (17 април). Пълен цъфтеж е отчетен между 17 април ("Любич") и 21 април ("Стапар"), а край на цъфтежа между 23 април ("Любич") и 27 април ("Стапар"). Времето за цъфтеж на сорт "Нада" и на трите места и години е в рамките на дългосрочната средна стойност за изследваните региони (Ogašanović et al., 2005; Glišić et al., 2013; Glišić et al., 2016). Според класификацията на периода на цъфтеж на европейските сливи, заявена от Neumüller (2010), може да се каже, че сорт "Нада" принадлежи към група от сортове с много късен период на цъфтеж. Късният период на цъфтеж може да бъде важен, тъй като се избягват късните пролетни слани през някои години. Времето за зреене е сходно и за трите местности и години. Средно най-ранното време за узряване е отчетено в местността "Любич" (16 август), а най-късното в местността "Стапар" (20 август). Най-рано срокът на зреене е наблюдаван през 2014 г., а най-късно през 2015 г. Подобен срок на зреене на сорт "Нада" е установен в проучването на Glišić et al. (2015) и Glišić et al. (2016). Тази особеност е установена като характерна за всеки генотип и е количествено онаследена (Dirlewanger et al., 1999).

RESULTS AND DISCUSSION

Phenological characteristics of cultivar ‘Nada’ grown on three localities are given in Table 1. Flowering onset was recorded in mid-April. The earliest flowering onset was observed at locality ‘Ljubić’ (April 14), and the latest at locality ‘Stapar’ (April 17). Full flowering was assessed between April 17 (‘Ljubić’) and April 21 (‘Stapar’), and end of flowering between April 23 (‘Ljubić’) and April 27 (‘Stapar’). Flowering time of cultivar ‘Nada’ on all three localities and years was within the long-term average for examined regions (Ogašanović et al., 2005; Glišić et al., 2013; Glišić et al., 2016). According the classification of flowering time of European plum cultivars, stated by Neumüller (2010), it can be said that cultivar ‘Nada’ belongs to group of cultivars with very late flowering time. Latter blooming period could be important to avoid late spring frosts in some years. Ripening time was similar on all three localities and years. The earliest averaged ripening time was found at locality ‘Ljubić’ (August 16), and the latest at locality ‘Stapar’ (August 20). The earliest ripening time was observed in 2014, and the latest in 2015. Similar ripening time of cultivar ‘Nada’ was found in study of Glišić et al. (2015) and Glišić et al. (2016). This trait has been established as characteristic of each genotype, and quantitatively inherited (Dirlewanger et al., 1999).

Таблица 1. Осреднен срок на цъфтеж на сорт "Нада", отглеждан в три местности за периода 2014-2016 г.

Table 1. Averaged flowering time of cultivar ‘Nada’ grown on three localities in period 2014-2016

Местност Locality	Период на цъфтеж Flowering time			Период за прибиране на реколтата Harvesting time
	Начало Onset	Пълен Full	Край End	
Любич / Ljubić	14.04.	17.04.	23.04.	16.08.
Бресница / Bresnica	16.04.	20.04.	26.04.	18.08.
Стапар / Stapar	17.04.	21.04.	27.04.	20.08.

Средните стойности на теглото на плодовете и костилките и процентът на плодовото месо, се различават значително, в зависимост от изследваните местности и години (Таблица 2). Най-голямо тегло на плодовете и костилките, както и процент на месестата част на плода на сорт "Нада", се наблюдават в местността "Любич", докато най-малки стойности са отчетени в местността "Бресница". Тези параметри имат най-високи стойности през 2016 г. Тези резултати са в съответствие с констатациите на Glišić et al. (2015) и Glišić et al. (2016) при подобни условия. Различията между местностите могат да бъдат обяснени с различни климатични и почвени условия. Като се има предвид, че средното тегло на плодовете на този сорт от всички местности е било над 40 g, "Нада" може да бъде класифицирана като слива с плодове с големи размери, според сходни данни, получени от Blažek и Pištěková (2009) за някои сортове. Според Depypere et al. (2007) теглото на костилката се счита за стабилна специфична за сорта характеристика. В нашето изследване е установено положително съотношение между теглото на плодовете и костилките, което е потвърдено от резултатите на Okut and Akca (1995). Предишни изследвания върху сливата са показали, че процентът на месото на плода е много важна характеристика на сливата и зависи от сорта (Nenadović-Mratinić et al., 2007). По отношение на това качество, резултатите ни са в съответствие с резултатите, получени от Glišić et al. (2015) при подобни условия. Сорт "Нада", отглеждан в местността Любич, показва най-високи стойности на височина, ширина и дебелина на плодовете. Тези параметри са най-малки, когато този сорт се отглежда в местността Бресница (Таблица 2). Размерите на плодовете могат да се използват за определяне размера на отворите и компонентите на машините, особено при механично събиране на реколтата (Jannatizadeh et al., 2008).

The average values of fruit and stone weight and the flesh percentage differed significantly depending on the examined localities and years (Table 2).

The largest fruit and stone weight as well as flesh percentage of cultivar ‘Nada’ were observed at locality ‘Ljubić’, while the smallest these values were found at locality ‘Bresnica’.

These parameters had the highest values in 2016. These results were in accordance with findings of Glišić et al. (2015) and Glišić et al. (2016) in similar conditions. Differences among localities can be explained with different climatic and soil conditions. Considering that fruits of this cultivar had averaged fruit weight on all localities higher than 40 g, ‘Nada’ could be classified as plum with large-size fruits according to similar data obtained by Blažek and Pištěková (2009) for some cultivars.

According to Depypere et al. (2007) the stone weight is considered to be stable cultivar-specific characteristic. In our study, the positive correlation between the fruit and the stone weight was found, which was confirmed by results of Okut and Akca (1995). Previous works in plum showed that flash percentage is a very important characteristic of plum and depends on cultivar (Nenadović-Mratinić et al., 2007).

Regarded to this trait, our results are in accordance with results obtained by Glišić et al. (2015) in similar conditions. Cultivar ‘Nada’ grown on locality ‘Ljubić’ showed the largest values of fruit height, width and thickness. On the other hand, these parameters were the smallest when this cultivar was grown at locality ‘Bresnica’ (Table 2). The fruit dimensions can be useful in determining size of apertures and components of machines especially for mechanical harvesting (Jannatizadeh et al., 2008).

Таблица 2. Характеристики на плода на сорт "Нада", отглеждан в три местности в периода 2014-2016 г.

Table 2. Fruit characteristics of cultivar 'Nada' grown on three localities in period 2014-2016

Местност Locality	Година Year	Тегло на плода Fruit weight (g)	Тегло на костилката Stone weight (g)	Процент на месестата част Flesh percentage (%)	Височина на плода Fruit height (mm)	Широчина на плода Fruit Width (mm)	Дебелина на плода Fruit thicknes (mm)
Любич Ljubić	2014	45.76±0.27 c	1.74±0.05 a	96.51±0.09 b	50.28±0.22 b	41.65±0.25 b	40.01±0.48 a
	2015	50.36±0.29 b	1.71±0.06 b	96.33±0.12 b	53.38±0.32 a	40.86±0.28 b	39.97±0.46 a
	2016	54.45±0.25 a	1.74±0.05 a	96.99±0.12 a	53.84±0.30 a	44.48±0.22 a	39.18±0.44 a
Средно / Average		51.19±0.27 A	1.73±0.06 A	96.61±0.11 A	52.50±0.28 A	42.33±0.25 A	39.72±0.46 A
Бресница Bresnica	2014	36.26±1.00 c	1.52±0.05 b	96.02±0.12 b	45.10±0.49 c	31.28±0.37 c	34.99±0.53 b
	2015	40.12±1.01 b	1.54±0.06 a	95.90±0.12 b	47.68±0.41 b	39.84±0.41 b	34.97±0.50 b
	2016	42.54±0.99 a	1.56±0.05 a	96.74±0.12 a	50.11±0.48 a	43.54±0.45 a	39.48±0.53 a
Средно / Average		39.64±1.00 C	1.54±0.06 B	96.22±0.12 B	47.63±0.46 B	38.22±0.41 B	36.48±0.52 B
Стапар Stapar	2014	40.76±0.54 a	1.62±0.02 b	96.12±0.07 a	47.21±0.2 b	39.18±0.30 b	37.45±0.23 c
	2015	42.65±0.52 a	1.64±0.01 b	95.87±0.07 b	45.14±0.22 b	37.92±0.28 c	38.54±0.21 b
	2016	44.45±0.62 a	1.69±0.04 a	96.34±0.10 a	51.38±0.22 a	41.49±0.32 a	39.18±0.22 a
Средно / Average		42.62±0.56 B	1.65±0.02 A	96.11±0.08 B	47.91±0.22 B	39.53±0.30 B	38.39±0.22 A

Различните букви в колоните показват значителни разлики между средните стойности от LSD теста при $P \leq 0.05$

The different letters in columns showed significant differences among means by LSD test at $P \leq 0.05$

Растежът на дърветата от 2014 г. до 2016 г. бавно се увеличава със значителни разлики между годините, с изключение на местността Любич. Различията между всички местности са значителни, най-голямото напречно сечение на ствола (TCSA) е определено в местността Стапар, най-малкото в местността Любич (Таблица 3). Подобни резултати за различни сортове сливи в сръбски условия са получени от Nenadović-Mratinić et al. (2007). Данните в таблица 3 показват, че при сорт "Нада" се установяват значителни различия за годините и местностите, по отношение на добив от дърво. Най-голям добив е отчетен в местността Стапар, а най-малък в местността Бресница. По отношение на изследваните години, най-голям добив е отчетен през 2016 г. Като се има предвид ефективността на добива, няма значителни разлики между местностите и годините. Като цяло, ефективността на добива е по-малка от тази, получена от Milošević et al. (2009) и Milošević et al. (2011) за различни сортове в сръбски условия. Това вероятно се дължи на високата жизненост и високите стойности на TCSA в нашето изследване, повлияни от семенната подложка джанка.

Tree growth from 2014 to 2016 slowly increased with significant differences among years except locality 'Ljubić'. Differences among all localities were significant, and the highest trunk cross sectional area (TCSA) was determined at locality 'Stapar' and the smallest at locality 'Ljubić' (Table 3). Similar results for different plum cultivars in Serbian conditions were obtained by Nenadović-Mratinić et al. (2007). Data in Table 3 showed that significant differences among years and localities are presented in cultivar 'Nada' regarding to yield per tree. The largest yield was found at locality 'Stapar' and the smallest at locality 'Bresnica'. Regarding examined years, the largest yield was assessed in 2016. Considering the yield efficiency, there were no significant differences among localities and years. Generally, yield efficiency was smaller than obtained by Milošević et al. (2009) and Milošević et al. (2011) for different cultivars in Serbian conditions. This is probably due to high vigour and high values of TCSA in our study likely caused by Myrobalan seedling as a rootstock.

Таблица 3. Параметри на добива на сорт "Нада", отглеждан в три местности за периода 2014-2016 г.

Table 3. Yield parameters of cultivar 'Nada' grown on three localities in period 2014-2016

Местност Locality	Година Year	Добив от дърво Yield per three (kg)	TCSA (cm^2)	Ефективност на добива Yield efficiency ($kg\ cm^{-2}$)
Любич Ljubić	2014	21.72±0.27 b	201.48±7.55 b	0.11±0.00 a
	2015	21.44±0.29 b	203.42±6.88 a	0.10±0.00 a
	2016	23.11±0.25 a	204.88±5.82 a	0.11±0.01 a
Средно / Average		22.09±0.28 B	203.26±6.75 A	0.11±0.00 A
Бресница Bresnica	2014	18.88±0.30 c	187.77±4.73 b	0.10±0.00 b
	2015	20.12±0.31 b	189.14±5.41 b	0.11±0.00 b
	2016	22.08±0.32 a	191.53±6.45 a	0.12±0.01 a
Средно / Average		20.36±0.31 C	189.48±5.53 A	0.11±0.00 A
Стапар Stapar	2014	24.44±0.26 a	196.57±8.70 c	0.12±0.00 c
	2015	20.94±0.30 b	197.52±8.38 b	0.11±0.01 b
	2016	25.45±0.31 a	199.01±9.32 a	0.13±0.01 a
Средно / Average		23.61±0.29 A	197.70±8.80 A	0.12±0.01 A

Различните букви в колоните показват значителни разлики между средните стойности от LSD теста при $P \leq 0.05$

The different letters in columns showed significant differences among means by LSD test at $P \leq 0.05$

Данните в Таблица 4 показват съществуването на значителни промени в химическите свойства на плодовете на сорт "Нада" в изследваните местности и години.

Data in Table 4 showed the existence of significant variations among fruit chemical properties of cultivar 'Nada' in examined localities and years.

Таблица 4. Химичен състав на сорта "Нада", отглеждан в три местности за периода 2014-2016 г.

Table 4. Chemical properties of cultivar 'Nada' grown on three localities in period 2014-2016

Местност Locality	Година Year	Разтворими твърди вещества Soluble solids (°Brix)	Общи захари Total sugars (%)	Инвертни захари Invert Sugars (%)	Захароза Sucrose (%)	Общо киселини Total acids (%)	pH
Любич Ljubić	2014	13.74±0.06 b	9.86±0.05 c	6.92±0.05 b	3.28±0.22 b	0.33±0.01 b	4.17±0.00 a
	2015	14.36±0.08 b	11.71±0.04 a	6.94±0.05 b	3.38±0.32 a	0.36±0.01 b	3.97±0.01 a
	2016	15.61±0.07 a	10.74±0.05 b	7.89±0.05 a	3.84±0.30 a	0.48±0.01 a	3.38±0.01 b
Средно / Average		14.57±0.07 B	10.77±0.04 B	7.25±0.05 A	3.68±0.03 C	0.39±0.01 A	3.84±0.01 C
Бресница Bresnica	2014	15.75±0.11 a	12.28±0.09 a	5.25±0.07 b	5.10±0.49 c	0.28±0.00 c	4.54±0.01 a
	2015	14.61±0.12 b	11.54±0.09 a	5.20±0.06 b	4.68±0.41 b	0.32±0.01 b	3.97±0.01 b
	2016	16.14±0.13 a	10.56±0.10 b	6.74±0.07 a	5.11±0.48 a	0.36±0.01 a	4.48±0.01 a
Средно / Average		15.50±0.13 A	11.46±0.09 A	5.73±0.07 C	5.85±0.05 A	0.32±0.01 B	4.33±0.01 A
Стапар Stapar	2014	13.17±0.11 a	10.94±0.04 b	6.38±0.06 a	4.21±0.2 b	0.31±0.00 c	4.15±0.01 a
	2015	14.02±0.10 a	10.04±0.05 b	6.87±0.07 a	4.14±0.22 b	0.35±0.00 b	3.74±0.01 b
	2016	15.41±0.09 a	11.69±0.04 a	6.34±0.06 a	5.38±0.22 a	0.45±0.00 a	4.02±0.02 a
Средно / Average		14.20±0.10 B	10.89±0.05 B	6.53±0.06 B	4.21±0.03 B	0.37±0.00 A	3.97±0.01 B

Различните букви в колоните показват значителни разлики между средните стойности от LSD теста при $P \leq 0.05$

The different letters in columns showed significant differences among means by LSD test at $P \leq 0.05$

Най-високо съдържание на разтворими твърди вещества, общо съдържание на захари и захароза, както и стойност на pH на сока са отчетени за сорта, отглеждан в местността "Бресница", докато най-голямо количество инвертирани захари и общи киселини са отчетени в местността "Любич". По отношение на изследваните години, най-високите стойности на химичните показатели са получени през 2016 г. Сливи със съдържание на разтворими твърди вещества ≥ 12,0% имат ~ 75% одобрение от консуматорите, независимо от общите киселини (Crisosto et al., 2004).

Различните органични киселини и тяхното относително съдържание влияят различно, върху нивото на захарите (Colarič et al., 2005). Hajagos et al. (2012) съобщава, че основно наличието на разтворими твърди вещества се дължи на сорта, но подложките и климатичните условия също могат да окажат силно въздействие върху тази особеност. Нашите резултати по отношение на общите и инвертните захари, захарозата и общите киселини са подобни на резултатите от Nenadović-Mratinić et al. (2007); Dinkova et al. (2007) и Družić et al. (2007) за някои сортове сливи, което може да бъде обяснено със сходни климатични и почвени условия, културни практики, етап на зрялост към датата на прибиране на реколтата и използваната подложка, както са получени преди това и от Crisosto et al. (2004). Също така, нашите резултати по отношение на сорт "Нада", отнасящи се за химическите свойства на плодовете, са потвърдени от предишни резултати на Glišić et al. (2016) в сръбски условия. Стойностите на pH на сока се различават значително за различните райони и години, подобно на резултати отчетени за различни сортове, отгледани в подобни условия (Milošević and Milošević, 2011; Milošević et al., 2012).

The highest soluble solids, total sugars and sucrose content, as well as juice pH value were recorded in this cultivar grown at locality ‘Bresnica’, while the largest amount of invert sugars and total acids were assessed at locality ‘Ljubić’. Regarding examined years, the highest values of chemical properties were obtained in 2016.

Plums with soluble solids content ≥ 12.0% had ~75% consumer acceptance, regardless of total acids (Crisosto et al., 2004).

Therewith, various organic acids and their relative contents differ in the level they have an effect on sugars (Colarič et al., 2005). Hajagos et al. (2012) reported that basically soluble solids content is caused by cultivar, but rootstock and climatic conditions can also have a strong impact on this trait.

Our results regarding to total and invert sugars, sucrose and total acids are similar with results of Nenadović-Mratinić et al. (2007); Dinkova et al. (2007) and Družić et al. (2007) for some plum cultivars, which can be explained by similar climatic and soil conditions, cultural practices, maturity stage at harvest date and rootstocks used, as previously obtained by Crisosto et al. (2004). Also, our results, regarding the cultivar ‘Nada’ considered to chemical properties of fruit was confirmed by previous results of Glišić et al. (2016) in Serbian conditions. The juice pH was significantly different among localities and years and this interval range agreed with those reported from different cultivars grown in similar conditions (Milošević and Milošević, 2011; Milošević et al., 2012).

ИЗВОДИ

Периодът на цъфтеж на сорт "Нада", отглеждан в три различни местности в Западна Сърбия, е отчетен в средата на април, а времето на зреене е сходно за всички местности и години и е

CONCLUSIONS

Flowering time of cultivar ‘Nada’ grown at three different localities in western Serbia during period 2014–2016 was recorded in mid-April, whereas

установено в средата на август. Най-високи стойности на параметрите на плодовете са установени в сорт "Нада", отглеждан в местността Любич. Най-голям добив от дърво и ефективност на добива са получени, когато този сорт е отглеждан в местността Стапар. Най-високи стойности на разтворими твърди вещества, общо съдържание на захари и захароза, както и стойността на pH на сока се определят, когато сорт "Нада" се отглежда в местността "Бресница", докато най-високи стойности на инвертните захари и общите киселини се откриват, при отглеждането му в местността "Любич". Като цяло може да се каже, че сорт "Нада" показва много добри резултати, отглеждан във всички изследвани местности и години и може да бъде много интересен като сорт в нови търговски овощни градини в Сърбия.

ripening time was similar on all localities and years and was established in mid-August. The highest values of fruit parameters were found in cultivar 'Nada' grown at locality 'Ljubić'. The largest yield per tree and yield efficiency were obtained when this cultivar was grown at locality 'Stapar'. The highest values of soluble solids, total sugars and sucrose content, as well as juice pH value were determined when cultivar 'Nada' was grown at locality 'Bresnica', while the highest values of invert sugars and total acids were found when this cultivar was grown at locality 'Ljubić'. Generally, it can be said that cultivar 'Nada' showed very good results grown at all examined localities and years and could be very interesting as a cultivar in new commercial orchards in Serbia.

БЛАГОДАРНОСТИ

Тази работа се подкрепя от безвъзмездната помощ на Министерството на образованието и науката на Република Сърбия, проект TR 31064.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work is supported by the grant of Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, Project TR 31064.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Blažek, J. and I. Pištkova**, 2009. Preliminary evaluation results of new plum cultivars in a dense planting. *Horticultural Science,* 36, 45-54.
2. **Colarič, M., R. Veberič, F. Štampar and M. Hudina**, 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 85, 2611-2616.
3. **Crisosto, C.H., D. Garner, G.M. Crisosto and E. Bowerman,** 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindley) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology,* 34, 237-244.
4. **Depypere, L., P. Chaerle, K. van der Mijnsbrugge and P. Goetghebeur**, 2007. Stony endocarp dimension and shape variation in *Prunus* section *Prunus*. *Annals of Botany,* 100, 1585-1597.
5. **Dinkova K., K. Dragoiski and B. Stefanova**, 2007. Tegera and Elena – new plum cultivars in Bulgaria. *Journal of Pomology,* 41 (157-158), 25-30.
6. **Dirlewanger, E., A. Moing, C. Rothan, L. Svanella, V. Pronier, A. Guye, C. Plomion and R. Monet**, 1999. Mapping QTLs controlling fruit quality in peach [*P. persica* (L.) Batsch]. *Theoretical and Applied Genetics*, 98, 18-31.
7. **Družić, J., S. Voća, Z. Čmelik, N. Dobričević, B. Duralija and M. Skenderović Babojelić**, 2007. Fruit quality of plum cultivars 'Elena' and 'Bistrica'. *Agriculturae Conspectus Scientificus,* 72, 307-310.
8. FAOSTAT, 2016. Available at http://www.faostat.fao
9. **Glišić I.S, D. Milatović, N. Milošević, M. Đorđević and M. Lukić**, 2016. Biološko-pomološke osobine novih genotipova šljive (*Prunus domestica* L.) iz Instituta za voćarstvo, Čačak. *Journal of Pomology,* 50 (195-196), 83-91 (Sr).

10. **Glišić I.S., D. Milatović, N. Milošević and M. Lukić**, 2015. Biological and pomological properties of promising plum hybrids created at the Fruit research Institute-Čačak. In: Book of Proceedings of Sixth International Scientific Agricultural Symposium 'Agrosym 2015', Jahorina, Republic of Srpska, pp. 424-429.
11. **Glišić, I.P., I.S. Glišić, M. Mitrović and T. Milošević**, 2013. Biološko-pomološke i proizvodne osobine sorte 'Timočanka'. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 19 (5), 29-38 (Sr).
12. **Hajagos, A., A. Spornberger, P. Modl and G. Vegvari**, 2012. Th e effect of rootstocks on the development of fruit quality parameters of some sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars, 'Regina' and 'Kordia', during the ripening process. *Acta Universitatis Sapientiae, Agriculture and Environment,* 4, 59-70.
13. **Jannatizadeh, A., M. Naderi-Boldaji, R. Fatahi, M. Ghasemi-Varnamkhasti and A. Tabatabaeefar**, 2008. Some postharvest physical properties of Iranian apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit. *International Agrophysics,* 22, 125-131.
14. **Milosevic, T. and N. Milosevic**, 2011. Growth, fruit size, yield performance and micronutrient status of plum trees (*Prunus domestica* L.). *Plant, Soil and Environment,* 57 (12), 559-564.
15. **Milosevic, T., I. Glisic and N. Milosevic**, 2009. Dense planting effect on the productive capacity of some plum cultivars. *Acta Horticulturae*, 825, 485-490.
16. **Milošević, N., E. Mratinić, I.S. Glišić and T. Milošević**, 2012. Precocity, yield and postharvest physical and chemical properties of plums resistant to sharka grown in Serbian conditions. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 11, 23-33.
17. **Milošević, T. and N. Milošević**, 2012. Main physical and chemical traits of fresh fruits of promising plum hybrids (*Prunus domestica* L.) from Čačak (Western Serbia). *Romanian Biotechnological Letters,* 17, 7358-7365.
18. **Milošević, T., N. Milošević and I. Glišić**, 2013. Agronomic properties and nutritional status of plum trees (*Prunus domestica* L.) influenced by different cultivars. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition,* 13, 706-714.
19. **Nenadović-Mratinić, E., D. Milatović and D. Djurović**, 2007. Biological characteristics of plum cultivars with combined traits. *Journal of Pomology,* 41 (157-158), 31-35.
20. **Neumüller M.**, 2010. Fundamental and applied aspects of plum (*Prunus domestica* L.) breeding. In: Flachowsky H., Hanke V.M. (Eds.), 'Methods in temperate fruit breeding', Fruit, vegetable and cereal science and biotechnology, Global Science Books, Kagawa, Japan, 5 (1), 139-154.
21. **Ogašanović, D., M. Ranković, S. Paunović, O. Mitrović and S. Stamenković,** 2005. Mildora – nova sorta šljive za sušenje. *Journal of Pomology,* 39 (153), 49-55 (Sr).
22. **Okut H. and Y. Akca,** 1995. Study to determine the causal relations between fruit weight and certain important fruit characteristics with using a path analysis. *Acta Horticulturae*, 384, 97-102.
23. **Paunović S., R. Cerović, I.S. Glišić, M. Đorđević and N. Milošević**, 2011. New plum cultivars and promising hybrids developed at Fruit Research Instutute, Čačak. Programme and book of abstracts of II symposium on plum in Serbia with international participation, Čačak, Serbia, 24-26 August, pp. 24-25.
24. **Schneider, F.**, 1979. Sugar Analysis. Official and Tentative Methods Recommended by the International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. ICUMSA, Peterborough, 41-73.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 208-214
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Биологични и помологични характеристики на обещаващи генотипове орехи

Раде Милетич*, Светлана М. Паунович, Жаклина Караклаич-Стаич, Йелена Томич, Мира Милинкович, Марияна Пешакович

Изследователски институт по овощарство, ул. „Краля Петра I“ 9, 3200 Чачак, Република Сърбия
**E-mail: rmiletic@institut-cacak.org*

Biological and pomological characteristics of promising wallnut genotypes

Rade Miletić*, Svetlana M. Paunović, Žaklina Karaklajić-Stajić, Jelena Tomić, Mira Milinković, Marijana Pešaković

Fruit Research Institute Kralja Petra I/9, 32000 Čačak, Republic of Serbia

РЕЗЮМЕ

През периода между 2008 и 2016 е проведено изследване на главните характеристики на 28 генотипа орехи, които преди това са били селекционирани в района на Източна Сърбия. С по-нататъшно присаждане, групиране и култивиране при същите условия в района на Чачак, са селектирани пет обещаващи генотипа. Генотип CV/3 се характеризира със средно тегло на плода от 13.6 g, с процентно съотношение на ядката от 55.0%. Плодът е овален на форма, с гладка черупка, която е светло кафява и се счупва леко. Ядката е средно релефна, светло кафява на цвят и с отличен вкус. Генотип CV/4 е много голям, с плодно тегло от 16.8 g и процентно съотношение на ядката от 55.0%. Кръгъл по форма, с тънка и светла на цвят черупка, светло жълта ядка с много добър вкус. Генотип CV/11 се характеризира с голям плод, голямо тегло от 15.5 g и съотношение на ядката от 52.2%. Плодът е продълговат, леко неравен,

SUMMARY

In the period between 2008 and 2016, research was conducted into major characteristics for 28 walnut genotypes, which had previously been selected in the region of East Serbia. By further grafting, grouping and cultivation under same conditions in the Čačak region, five promising genotypes were selected. Genotype CV/3 is characterised by an average fruit weight of 13.6 g and kernel ratio of 55.0%. The fruit is oval in shape, with a smooth shell, which is coloured light brown and breaks easily.

The kernel is medium-rough, light brown in colour and of an excellent taste. Genotype CV/4 is very large, with the fruit mass of 16.8 g and kernel ratio of 55.0%. It is round in shape, with a thin and light-coloured shell, light-yellow kernel and a very good taste. Genotype CV/11 is characterised by a large fruit, having a weight of 15.5g and kernel ratio of 52.2%. The fruit is elongated, mildly rough, light brown in colour. The kernel is medium-

светло кафяв на цвят. Ядката е средно релефна, с добър вкус. CV12 се характеризира със средно тегло на плода от 18 g и съотношение на ядката от 52.0%. Плодът е продълговат, средно релефна с тънка, светла на цвят черупка. Ядката е светло жълта, лесно се отделя от черупка, с много добро качество. Генотип 2 има плодно тегло в границите между 16.5 и 22.0 g и обичайно съотношение на ядката между 50% и 52%. Тя е кръгла по форма, с тънка черупка, която е почти напълно гладка с тъмен цвят. Ядката е светло кафява на цвят, средно релефна с много добро качество.

Ключови думи: орех, генотип, плод, тегло, ядка, съотношение на ядката

rough, with a good taste. CV/12 is characterised by an average fruit weight of 18 g and kernel ratio of 52.0%. The fruit is elongated, mildly rough and of thin, light-colour shell. The kernel is light yellow, easily separated from the shell and of a very good quality. Genotype 2 has a fruit weight in the range between 16.5 and 22.0 g and the usual kernel ratio between 50% and 52.0%. It is round in shape, with a thin, which is almost completely smooth, and of a darker colour. The kernel is light-brown, medium-rough and of a very good quality.

Key words: walnut, genotype, fruit, mass, kernel, kernel ratio

УВОД

Индивидуалният положителен подбор на популацията е световен метод, използван предимно за получаване на нови генотипове на орех. Изключение правят малък брой генотипове, получени чрез планирана хибридизация (САЩ, Франция) (Mitrović et al., 2007). Новите орехови сортове трябва да имат редовна и интензивна плодовитост, плодове подредени в групи и латерални пъпки. Значими цели при разпространението на орехите са също така високото съотношение на ядката и качеството на ядката, устойчивостта към късни пролетни слани и обилен сняг, както и толерантност към паразитите (за предпочитане толерантни/устойчиви към *Gnomonia leptostylai* и *Xanthomonas juglandis*) (Germain, 1883; Korać et al., 1990; Mitrović et al., 2005).

При продължителните си изследвания, Miletic (1994) проследява популация от орехи в Източна Сърбия, като през това време отделя и описва голям брой селекции, Miletić et al. (2003). След няколко години тестване, събиране, при същите условия в района на Чачак, тази статия представя най-важните качества на обещаващи генотипове на орех, които да се присъединят към процедурата за регистрация на сортове.

INTRODUCTION

Individual positive selection of the population is a worldwide method mainly used to obtain new genotypes of walnut. Exeptions are a small number of genotypes obtained through planned hybridization (USA, France) (Mitrović et al., 2007). New walnut cultivars should have regular and vigorous birth rate, fruitting in clusters and on latteral buds. Significant objectives of walnut breeding are also high kernel ratio and kernel quality, resistance to late spring frosts and heavy snow, as well as tolerance to parasites (preferably tolerant/resistant to *Gnomonua leptostylai* and *Xanthomonas juglandus*) (Germain, 1883; Korać et al., 1990; Mitrović et al., 2005).

In his long research, Miletic (1994) studied a population of walnuts in Eastern Serbia during which time he separated and described a larger number of selections, Miletić et al. (2003). After several years of testing, collection, under the same conditions in the region of Cacak, this paper presents the most important qualities of promising genotypes of walnut in line to join the procedure for the registration of varieties.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследванията са извършени в колекционно насаждение от орехови генотипи, засадени в Изследователски институт по овощарство в Чачак през 2008 г. Всички засадени генотипове (28) произхождат от региона на Източна Сърбия. Според всички показатели са избрани пет обещаващи генотипа с най-благоприятни свойства. За всеки генотип на ореха в периода от 2010 до 2016 г. са наблюдавани фенологични характеристики, както и чувствителност към зимни и късни пролетни слани. Определени са грапавост на плода, продно тегло и процентно съотношение на ядката. Всички характеристики на плода и ядката са оценени, както и податливост към вредители *Gnomonia leptostyla*.

Всички гореспоменати характеристики са оценени в съответствие с Описание на ореха (IPGRI). Размерите на плода се определят чрез измерване на цифровия плуващ критерий с дигитален шублер с разделителна способност 0.01 mm, и тегло с техническа везна (*Mettler*).

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Избраните орехови генотипове се характеризират с ранно начало на вегетационния сезон. Средно периодът обхваща началото на сезона, т.е. края на март (28 март) до началото на април (4 април). Разпръскването на прашеца, в зависимост от генотипа, се случва през втората половина на април или началото на май. Средното време на цъфтеж на женските цветове е третата десетдневка на април или началото на май. Поради тези причини, ореховите генотипове се характеризират с мъжки цветове. Изключение прави генотип CV/11, който се характеризира с женски. Плодовете узряват през втората половина на септември, докато падането на плода или края на вегетационния сезон е през първата седмица на ноември (Таблица 1).

MATERIAL AND METHODS

Examinations were carried out in a collection of walnut genotypes planted at the Fruit Research Institute in Cacak in 2008. All planted genotypes (28) originated from the region of Eastern Serbia. According to all indicators, five promising genotypes with the most favourable properties were singled out. For each walnut genotype in the period 2010 to 2016 phenological characteristics were monitored, as well as susceptibility to low winter and late spring frosts. Fruit coarseness, weight and kernel ratio were determined. All characteristics of fruit and kernel were assessed as well as susceptibility to pests *Gnomonia leptostyla*.

All the above features were evaluated according to the Descriptors for Walnut (IPGRI). The dimensions of the foetus were determined by measuring the digital floating criterion digital caliper with a resolution of 0.01 mm, and weight with a technical scale (*Mettler*).

RESULTS AND DISCUSSION

Selected walnut genotypes are characterized by early beginning of the growing season. The average time from the beginning of the season is the end of March (28th March) until the beginning of April (4th April). Pollen shedding, depending on the genotype happens in the second half of April or early May. Average time of flowering of female flowers is the third decade of April or early May. For these reasons, walnut genotypes are characterized by protrandry type of flowering. The exception is genotype CV/11, which is characterized by protogyny. The fruits ripen in the second half of September, while shedding or the end of the growing season is in the first week of November (Table 1).

Таблица 1. Фенологични характеристики на орехови генотипове
Table 1. Phenological characteristics of walnut genotypes

Генотип Genotype	Начало на разлистване Leafing onset	Разпръскване на прашец Pollen shedding	Цветове за оплождане Flowers for fertilization	Тип на цвета Flowering type	Начало на узряване Ripening Onset	Падане на ореха Shedding
CV/3	31.03.	15.04.	20.04.	Мъжки/Protradry	25.09.	05.11.
CV/4	28.03.	25.04.	18.04.	Мъжки/Protradry	22.09.	05.11.
CV/11	04.04.	17.04.	20.04.	Женски/Protogyny	18.09.	10.11.
CV/12	04.04.	17.04.	01.05.	Мъжки/Protradry	15.09.	08.11.
Genotype 2	28.03.	5.05.	01.05.	Мъжки/Protradry	25.09.	05.11.

Плодовете на избраните генотипове са големи и много големи, с тегло 13.6 g (CV/3 до 18.0 g (CV/12). Теглото на ядката е от 7.5 g до 9.4 g. Ето защо добивът във всички случаи е над 50.0%, т.е. от 52.0 до 55.0% (Таблица 2).

The fruits of the selected genotypes are large and very large, of weight 13.6 g (CV/3 to 18.0 g (CV/12). The kernel weight is from 7.5 g to 9.4 g. Therefore, the yield in all cases is over 50,0%, that is from 52.0 to 55.0% (Table 2).

Таблица 2. Тегло на плода
Table 2. Fruit weight

Генотип Genotype	Дължина Length (mm)	Широчина Width (mm)	Дебелина Thickness (mm)	Плодно тегло Fruit weight (g)	Тегло на ядката Kernel weight (g)	% съотн. на ядката Kernel content (%)
CV/3	38.2	32.4	33.1	13.6	7.5	55.0
CV/4	43.2	39.4	39.5	16.8	9.2	55.0
CV/11	47.3	36.6	34.0	15.5	8.1	52.2
CV/12	49.2	36.4	39.4	18.0	9.4	52.0
Генотип 2 Genotype 2	53.0	36.1	37.4	16.5	8.6	52.0

Според фактора на формата на плода, плодовете на избраните генотипове са закръглени или продълговат. Горният шев е слабо изразен или изразен. Черупката е гладка или леко набръчкана, тънка или средна. Цветът на черупката е светъл или светло кафяв, докато в генотип 2 е тъмен. Черупката на плода обикновено е лесно да се счупи (Таблица 3).

According to shape factor, fruits of selected genotypes are rounded or elongated. The top seam is poorly expressed or expressed. The shell is smooth or slightly wrinkled, thin or medium. Shell colour is bright or light brown, while in genotype 2 dark. The shell of the fruit is generally easy to break (Table 3).

Таблица 3. Важни характеристики на плодовете
Table 3. Important fruit characteristics

Генотип Genotype	Фактор на формата Shape factor	Горен шев Top seam	Шев Seam	Черупка/Shell appearance	Дебелина на черупка/Shell thickness	Цветови нюанси/Colour scales	Сила при чупене/Breaking strength
CV/3	Овална Oval	Слабо изразен Poorly expressed	Силен Strong	Гладка/Smooth	Средна/Medium	Светло червен Bright red	Лесно/Light
CV/4	Кръгла Round	Слабо изразен Poorly expressed	Среден Medium	Слабо нагъната Slightly wrinkled	Тънка/Thin	Светъл/Bright	Лесно/Light
CV/11	Елипсовидна Elliptic	Изразен/Expressed	Силен Strong	Гладка/Smooth	Средна/Medium	Светъл Bright red	Лесно/Light
CV/12	Елипсовидна Elliptic	Изразен/Expressed	Силен Strong	Слабо нагъната Slightly wrinkled	Тънка/Thin	Светъл/Bright	Лесно/Light
Генотип 2 Genotype 2	-	-	Силен Strong	Гладка/Smooth	Тънка/Thin	Тъмен/Dark	Средно/Medium

Ядката във всички случаи е светла, жълто или светло кафява, средно или много грапава. Може лесно да се отдели от черупката. Неговото качество е отлично, много добро или добро. Характерна е с това, че първичната мембрана е тънка, което също влияе върху лекотата при отстраняване на ядката и по-доброто процентно съотношение на ядката (Таблица 4).

Kernel is in all cases bright, yellow or light brown, medium or coarse rough. It can be easily separated from the shell. Its quality is excellent, very good or good. It is characteristic that the primary membrane is thin which also affects the ease of removing kernel and a better kernel ratio (Table 4).

Таблица 4. Основни характеристики на ядката
Table 4. Main characteristics of the kernel

Генотип Genotype	Първична мембрана/Primary membrane	Цвят на ядката Kernel colour	Грапавина на ядката/Kernel roughness	Вадене на ядката Extraction of kernel	Вкус на ядката Kernel taste
CV/3	Средна/Medium	Светло кафяв Light brown	Средна/Medium	Лесно/Easy	Отличен Excellent
CV/4	Тънка/Thin	Жълт/Yellow	Средна/Medium	Лесно/Easy	Много добър Very good
CV/11	Тънка/Thin	Светло кафяв Light brown	Средна/Medium	Лесно/Easy	Добър/Good
CV/12	Тънка/Thin	Светло кафяв Light brown	Средна/Medium	Лесно/Easy	Много добър Very good
Генотип 2 Genotype 2	Тънка/Thin	Жълт/Yellow	Средна/Medium	Лесно/Easy	Отличен Excellent

Най-високата плодовитост има при генотип 2 и CV/11, малко по-слаба е при генотипове CV/4 и CV/12, докато най-ниска плодовитост показва генотип CV/3, който по-късно навлиза в периода на плодовитост. Изключително ниски температури между -20 и -25 °C имаше най-вече през януари 2012 г. и 2017 г., но те не повлияха значително върху увреждането на пъпките и намаляването на плодовитостта.

Късните пролетни студове настъпват през три години от периода на проучването, но не оказват значително влияние върху намаляването на плодовитост. Очевидно е, че избраните генотипове се характеризират с по-изразена устойчивост на ниски температури на въздуха. В зависимост от началото на сезона на вегетация и валежите, генотиповете без прилагане на пестицид показват слаба податливост към *Gnomonia leptostyla*. Податливостта е много слаба и слаба, докато при генотип CV/4, средна (Таблица 5).

The highest birth rate was expressed by genotype 2 and CV/11, slightly lower by genotypes CV/4 and CV/12 while the lowest birth rate showed genotype CV/3, which later entered the fertility period. Extremely low temperatures between -20 and -25 °C were particularly expressed in January 2012 and 2017, but did not significantly affect bud damage and decrease in fertility.

Late spring frosts occurred in three years during the study period, but the effects did not significantly affect the decrease in fertility. It is obvious that the selected genotypes were characterized by more expressive resistance to low air temperatures. Depending on the beginning of growing season and rainfall, the genotypes without application of pesticide showed a low sensitivity to *Gnomonia leptostyla*. Sensitivity was very low and low, while in the genotype CV/4, medium (Table 5).

Таблица 5. Продуктивни и биологични качества
Tabel 5. Productive and biological properties

Генотип Genotype	Плодовитост Birth rate	Ниски зимни температури Low winter temperatures (0-5)	Късни пролетни слани Late spring frosts	Податливост на Gnomonia Susceptibility to Gnomonia (1-9)
CV/3	++	5	++++	3/слаба/small/
CV/4	+++	4	++++	5/средна/medium/
CV/11	++++	5	+++	3/слаба/small/
CV/12	+++	5	++++	3/слаба/small/
Генотип 2 Genotype 2	++++	4	+++	1/много слаба/very small/

Гореспоменатите генотипове според тяхното тегло на ядката и процентно съотношение на ядката са на същото ниво или малко по-добри от стандартния местен сорт "Шампион", специална селекция на "Расна", която описва Korac et al. (1998). Според същите качества, те са по-добри от сортовете орехи от Източна Сърбия, описани от Miletic et al. (2002a; 2002b), както и от Mitrovic et al. (2007) за територията на Централна Сърбия. По много характеристики те надминават сортовете, описани от Džuvinov et al. (2013) в България. Въпреки това, според началото на вегетацията и периода на падане на плода и цъфтеж, те са малко по-ранни, отколкото всички известни и описани сортове. Благоприятна особеност на плодовете и ядката, добивът и устойчивостта на ниски зимни температури и паразити са предимствата на тези генотипове, когато става въпрос за тяхното търговско отглеждане.

Aforementioned genotypes according to their size and kernel weight and kernel ratio were at the same level or slightly better than the standard domestic varieties Champion, a special selection of Rasna, which described Korac et al. (1998). According to the same properties, they were better than varieties of walnuts of the Eastern Serbia described by Miletic et al. (2002a; 2002b), as well as Mitrovic et al. (2007) from the territory of Central Serbia. By many characteristics, they surpass the varieties described by Džuvinov et al. (2013) in Bulgaria. However, according to the beginning of vegetation and the time of shedding and flowering, they were slightly earlier than all known and described varieties. An advantageous feature of the fruit and the kernel, yield and resistance to low winter temperatures and parasites were the advantages of these genotypes when it came to their commercial cultivation.

ИЗВОДИ

Генотип CV/3 се характеризира с средно плодно тегло 13.6 g и процентно съотношение на ядката 55.0%. Формата е овална, с гладка черупка, светло кафяв цвят, лесно чуплива Ядката е средно грапава, светлокафяв, с отличен вкус.

Генотип CV/4 е наистина голям, с тегло 16.8 грама и процентно съотношение на ядката 55.0%. Кръгла форма, тънка и лека черупка, ядката е ярко жълта, с много добър вкус.

Генотип CV/11 се характеризира с голям плод с тегло 15.5 g и процентно

CONCLUSIONS

Genotype CV/3 is characterized by the fruit of average weight of 13.6 g and kernel ratio of 55.0%. The shape is oval, with a smooth shell, light brown colour, easily breakable. The kernel is medium rough, light brown colour, of an excellent flavour.

Genotype CV/4 is really large, with a weight of 16.8 g and kernel ratio of 55.0%. Round in shape, thin and light shell, kernel is bright yellow, of a very good taste.

Genotype CV/11 is characterized by a large fruit with the weight of 15.5 g

съотношение на ядката 52.2%. Плодът е продълговат, леко грапав, светло кафяв на цвят. Ядката е средно грапава, с добър вкус.

Генотип CV/12 се характеризира с тегло от 18 g и със средно процентно съотношение на ядката 52.0%. Плодът е продълговат, леко грапав, ярки цветове и тънка черупка. Ядката е светло жълта, средно грапава, лесно се отделя от черупката, с много добро качество.

Генотип 2 тежи 16.5 и 16.5 до 22.0 g. Процентно съотношение на ядката е между 50 и 52.0%. Формата е закръглена, почти гладка и тънка черупка, с по-тъмни цветове. Ядката е светло кафява, средно грапава, с много добро качество.

and kernel ratio of 52.2%. The fruit is elongated, slightly rough, light brown in colour. The kernel is medium rough, of a good taste.

Genotype CV/12 is characterized by the weight of 18 g and an average kernel ratio of 52.0%. The fruit is elongated, slightly rough, bright colours and thin shell. The kernel is light yellow, medium rough, easily singled out from shell, of a very good quality.

Genotype 2 weighs 16.5 and 16.5 to 22.0 g. Kernel ratio is mostly between 50 and 52.0%. The shape is rounded, almost smooth and thin shell, darker in colour. The kernel is light brown, medium rough, of a very good quality.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящето изследване е част от проект № 31093 и № 46008, финансиран от Министерството на образованието, науката и технологичното развитие на Република Сърбия.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is the part of the projects No. 31093 and No. 46008, financed by Ministry of Education, Science and Technological development of the Republic of Serbia.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Džuvinov, V., S. Gandev, K. Kumanov and V**. **Arnaudov**, 2013. Walnut. Biofrut BG-EOOD, Plovdiv (Bg).
2. **Germain, E., P. Jalinat, P. Leglise, A. Masseron, C. Tronel and A. Charter**, 1983. Resultas de 20 ans d´experimentation (1re partie). Le noer, 356, 55-60.
3. **Korać, M., S. Cerović and B. Gološin**, 1998. Orah. Prometej, Novi Sad (Sr).
4. **Korać, M., S. Cerović, B. Gološin and R. Miletić**, 1990. Population of domestic walnut and selection results. *Jugoslovensko voćarstvo*, 24(93), 3-10.
5. **Miletić, R.**, 1994. Izučavanje populacije oraha na području Timočke krajine. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1-124 (Sr).
6. **Miletić, R., M. Korać and R. Pretrović**, 2002a. Važnije pomološko-tehnološke osobine plodova sorti oraha gajenih u Timočkoj krajini. *Jugoslovensko voćarstvo*, 36(137-138), 3-10.
7. **Miletić, R., M. Korać and R. Pretrović**, 2002b. Biološke osobine i rodnost sorti oraha u Timočkoj krajini. *Jugoslovensko voćarstvo*, 36(139-140), 127-135.
8. **Miletić, R., M. Žikić, N. Mitić and R. Nikolić**, 2003. Biological and pomological characteristics of superior walnut selections. *Genetica*, 35(2), 123-130.
9. **Mitrović, M., R. Miletić, S. Cerović, J. Ninić-Todorović, B. Gološin and Č. Oparnica**, 2007. Perspektivne sorte i podloge jezgrastih vrsta voćaka. Zbornik radova, “Perspektivne sorte i podloge voćaka“, Čačak, 33-38 (Sr).
10. **Mitrović, M., S. Cerović, B. Gološin, J. Ninić-Todorović and R. Miletić**, 2005. Selekcija oraha i leske u Srbiji tokom poslednje dve decenije. *Voćarstvo*, 150, 187-195 (Sr).

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 215-224
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Технологични изследвания за получаване на антоцианини от плодове арония (*Aronia melanocarpa*)

Светла Дянкова*, Мария Донева, Габриела Маринова

Институт по криобиология и хранителни технологии, бул.Черни връх 53, 1407 София, България
**E-mail: svetla.diankova@ikht.bg*

Technological investigations for obtaining anthocyanins from black chokeberry (*Aronia melanocarpa*)

Svetla Dyankova*, Maria Doneva, Gabriela Marinova

Institute of Cryobiology and Food Technologies, 53 Cherni Vrah Blvd., 1407 Sofia, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Плодовете на аронията са ценен източник на биоактивни съединения, които могат да бъдат използвани в производството на нови функционални храни и напитки. Счита се, че сокът от арония има благоприятен ефект при редица заболявания – хипертония, атеросклероза, диабет и др. Този ефект основно се дължи на съдържащите се в него антоцианини, полифеноли и витамини.

Целта на проучването, е да се направи сравнителен анализ на съдържанието на антоцианини в плодови сокове и пресовки от арония. Проведени са технологични опити за ултразвукова екстракция с водно-етанолни смеси в съотношение материал:екстрагент – 1:1 и 1:2. Изследвано е влиянието на два фактора – концентрация на етанола и продължителност на процеса върху добива на антоцианини. Установено е, че общото количество извлечени антоцианини е по-голямо при хидромодул 1:2. При тези условия, най-висок добив на антоцианини се наблюдава за

SUMMARY

The fruits of chokeberry are a valuable source of bioactive compounds that may be used in the production of new functional foods and beverages. It is believed that chokeberry juice has a beneficial effect in many diseases - hypertension, atherosclerosis, diabetes and the like. This effect is mainly due to anthocyanins, polyphenols and vitamins contained in it.

The aim of the study is to make a comparative analysis of the content of anthocyanins in the fruit juices and pulps from chokeberry. Technological researches for ultrasonic extraction were carried out with water-ethanol mixtures at a ratio of material:solvent – 1:1 and 1:2. The influence of two factors was studied: the concentration of ethanol and the duration of the process on the extraction of anthocyanins. It was found that the total quantity of extracted anthocyanins is greater in hydro modul 1:2. Under these conditions, the highest yield of anthocyanins was observed for the

екстрагент 75 % етанол. Анализът за антиоксидантна активност (радикалулавяща способност) на получените екстракти показа много високи стойности – до 64 882,5 mmol/l еквиваленти на Vit. C.

Ключови думи: арония, екстракция, антоцианини, антиоксидантна активност

solvent – 75 % ethanol. The analysis of antioxidant activity (radical scavenging activity) of the produced extracts showed very high – up to 64 882,5 mmol/l equivalents of Vit. C.

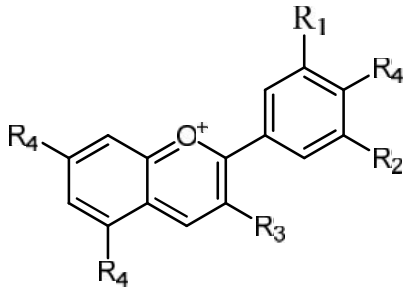
Key words: chokeberry, extraction, anthocyanins, antioxidant activity

УВОД

Антоцианините са едни от най-важните растителни пигменти. Те принадлежат към широко разпространен клас фенолни съединения – флавоноиди. Антоцианините са гликозиди на полихидрокси- или полиметокси производни на 2-фениленбензопирилиеви (флавилиеви) соли, каквито са агликоните, наречени антоцианидини (Фигура 1).

INTRODUCTION

Anthocyanins are among the most important plant pigments. They belong to a widespread class of phenolic compounds called flavonoids. Anthocyanins are glycosides of polyhydroxy or polymethoxy, derivatives of 2-phenylenebenzopyrylium (flavillium) salts (Figure 1).



Фиг. 1. Флавилиев катион. С R_1 и R_2 се означават H, OH или OCH_3; R_3 – гликозил или H; R_4 – гликозил или OH

Fig. 1. The flavillium cation. R1 and R2 stand for H, OH or OCH3; R3 is glycosyl or H; R4 is OH or glycosyl

Разликите между отделните антоцианини се отнасят до броя на хидроксилните групи, вида и броя на захарите, прикрепени към молекулата, позицията на свързване на захарните остатъци и вида и броя на алифатните или ароматни киселини, свързани със захарите в молекулата (Castaneda-Ovando et al., 2009; Scotter, 2011). Към днешна дата са открити 17 вида антоцианидини или агликони и над 400 антоцианидинови гликозиди. Най-често срещаните антоцианидини при висшите растения са – пеларгонидин (Pg), пеонидин (Pn), цианидин (Cy), малвидин (Mv), петунидин (Pt) и делфинидин (Dp). Гликозидите на трите неметили-

The differences between the individual anthocyanins are based on the number of hydroxyl groups, the type and number of sugars, attached to the molecule, the position of the bound of sugar residues and the type and number of aliphatic or aromatic acids, bound to the sugars in the molecule (Castenada-Ovando et al., 2009; Scotter, 2011). To date, 17 types of anthocyanidins or aglycons and over 400 anthocyanidin glycosides have been detected. The most common anthocyanidins in higher plants are - pelargonidin (Pg), peonidin (Pn), cyanidin (Cy), malvidin (Mv), petunidin (Pt) and delphinidin (Dp). The glycosides of the three non-methylated

рани антоцианидини (Cy, Dp и Pg) са най-разпространени в природата и присъстват в 80% от пигментираните листа, 69% от плодовете и 50% от цветята (Kong et al., 2003).

Предполага се, че антоцианините оказват благоприятно действие при затлъстяване, диабет, сърдечно-съдови заболявания и имат положителен ефект върху когнитивната функция (Tsuda, 2012). Тези ефекти се дължат основно на техния висок антиоксидантен капацитет. Консумацията на храни, богати на антоцианини, намалява кръвното налягане и инсулиновата резистентност и повишава устойчивостта на капилярите.

Родът Aronia (семейство Rosaceae) включва два вида храсти, произхождащи от Източна Северна Америка и Източна Канада: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell., известен като черна арония и *Aronia arbutifolia* (L.) Pers.– червена арония (Kokotkiewicz et al, 2010; Kulling and Rawel, 2008). *Арония prunifolia* (виолетова арония) е хибрид между *A. melanocarpa* и *A. arbutifolia* (Kokotkiewicz et al., 2010). Плодовете от вида *A. melanocarpa* се използват за производството на сок, сироп, конфитюр и вино. Те са богат източник на антоцианини, проантоцианидини, хлорогенова и неохлорогенова киселина и показват висока антиоксидантна активност (Bräunlich et al.,2013). Общото количество антоцианини в пресни плодове от арония варира в диапазона от 357 до 1790 mg/100 g прясно тегло (FW). В сравнение с други плодове, аронията има по-еднообразен антоцианинов състав – основно гликозиди на цианидина (цианидин-3-арабинозид, цианидин-3-галактозид, цианидин-3-глюкозид и цианидин-3-ксилозид) (Oszmianski и Wojdylo, 2005).

Целта на проучването, е да се направи сравнителен анализ на съдържанието на антоцианини в плодови сокове и пресовки от арония и да се установят технологичните параметри на екстракция, при които се получава най-висок добив от единица растителен материал.

anthocyanidins (Cy, Dp and Pg) are the most common in nature and are present in 80% of the pigmented leaves, 69% of the fruit and 50% of the flowers (Kong et al., 2003).

It is believed that anthocyanins have a beneficial effect on obesity, diabetes, cardiovascular diseases and also on cognitive function (Tsuda, 2012). These effects are mainly due to their high antioxidant capacity. Consumption of foods rich in anthocyanins reduces blood pressure and insulin resistance and increases the resistance of capillaries.

The Aronia genus (Rosaceae family) includes two species of shrubs, originating from East North America and eastern Canada: *Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell., known as black chokeberry and *Aronia arbutifolia* (L.) Pers. - red chokeberry (Kokotkiewicz et al., 2010; Kulling and Rawel, 2008). *Aronia prunifolia* (purple chokeberry) is a hybrid between *A. melanocarpa* and *A. arbutifolia* (Kokotkiewicz et al., 2010). *A. melanocarpa* fruits are used to produce juice, syrup, jam and wine. They are a rich source of anthocyanins, proanthocyanidins, chlorogenic and neochlorogenic acids and exhibit high antioxidant activity (Bräunlich et al., 2013). The total amount of anthocyanins in fresh fruit of aronia, range from 357 to 1790 mg/100 g of fresh weight (FW). Compared to other fruits, chokeberry has a more uniform anthocyanin composition – mainly cyanidin glycosides (cyanidin-3-arabinoside, cyanidin-3-galactoside, cyanidin-3-glucoside and cyanidin-3-xyloside) (Oszmianski and Wojdylo, 2005).

The aim of the study is to make a comparative analysis of the anthocyanin content in fruit juices and pomace from chokeberry and to establish the technological extraction parameters that result in the highest yield per unit of plant material.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Материали:

Обект на изследването бяха плодове от черна арония – *Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell., събрани от района на гр. Берковица, България през месец август 2016 г. След измиване, свежите плодове бяха разпределени в опаковки от полиетиленово фолио, замразени при (-20ºС) и съхранявани във фризер до момента на анализа.

Методи:

Пробите от арония се размразяваха на стайна температура и пресоваха за отделяне на сока от пулпа. Екстракцията бе проведена с 10 варианта екстрагенти: водно-етанолни разтвори при концентрация от 45 до 95% об./об. и съотношение растителен материал : екстрагент 1:1 и 1:2. Пробите се поставяха в ултразвукова вана (Model 7652 Ultrasonic System) и се обработваха с ултразвук за 20 минути, след което се оставяха на тъмно, при стайна температура, в продължение на 24 до 96 часа. Получените екстракти се филтруваха през стъклен филтър с големина на порите 100-160 μm.

Съдържание на сухо вещество – Съдържанието на сухо вещество в растителната суровина бе измерено с влагомерна везна Sartorius Thermo Control YTC 01L.

Количествено съдъжание на антоцианини в екстрактите

Общото съдържание на мономерни антоцианини в екстрактите бе определено спектрофотометрично по pH – диференциалния метод (Lee et al., 2005).

Принцип на метода: Мономерните антоцианинови пигменти обратимо променят цвета си при промяна на pH. При pH 1.0 те съществуват в оцветена оксониева форма, а при pH 4,5 – преобладава безцветна хемикетална форма. Разликата в абсорбцията на пигментите при 520 nm е пропорционална на концентрацията им. Полимерните антоцианини са резистентни на промяната на pH и не се включват в измерването. Изчисленията са по следната формула:

MATERIAL AND METHODS

Materials:

The subject of current research was black chokeberry fruit - *Aronia melanocarpa* (Michx.) Ell. The fruits were collected from the Berkovitsa region of Bulgaria in August 2016. After washing, the fresh fruit was distributed in polyethylene bags, frozen at (-20 ° C) and kept in a freezer until the time of analysis.

Methods:

The chokeberry samples were unfrozen at room temperature and pressed to separate the juice from the pulp. The extraction was carried out with 10 variants of solvents: water-ethanol solutions at a concentration of 45 to 95% v/v, and a plant material: solvent ratio of 1:1 and 1:2. The samples were placed in an ultrasonic bath (Model 7652 Ultrasonic System) and were sonicated for 20 minutes, then left in the dark at room temperature for 24 to 96 hours. The resulting extracts were filtered through a glass filter with a pore size of 100-160 μm.

Dry matter content - The dry matter content of the plant raw material was measured with a Sartorius Thermo Control YTC 01L balances.

Quantitative content of anthocyanins in the extracts

The total content of monomeric anthocyanins in the extracts was determined spectrophotometrically by the pH-differential method (Lee et al., 2005).

Principle of the method: Monomeric anthocyanin pigments reversibly change their color when changing the pH. At pH 1.0 they exist in stained oxonium form, and at pH 4.5, a colorless hemiketal form prevails. The difference in absorption of pigments at 520 nm is proportional to their concentration. Polymeric anthocyanins are resistant to pH change and are not included in the measurement. The calculations are according to the following formula:

$$\text{Anthocyanin pigment } (cyd\ eq\ mg/l) = \frac{A \,.\, Mw \,.\, DF \,.\, 10^3}{\varepsilon \,.\, l} \qquad (1)$$

където A = (A_{520nm} - A_{700nm}) pH 1.0 - (A_{520nm}- A_{700nm}) pH 4.5; Mw = 449.2 g/mol за цианидин-3-глюкозид (cyd-3-glu); DF - фактор на разреждане; l = дебелина на слоя в cm; ε = 26900, моларен екстинционен коефициент за cyd-3-glu и 10^3 = фактор за преминаване от g на mg.

Резултатите са представени като еквиваленти цианидин-3-глюкозид (cyd eq mg/l).

Определяне на тотален антиоксидантен капацитет

Антиоксидантната способност (радикалулавяща способност) е определена чрез спектрофотометричен метод с DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical) и резултатите са представени като еквивалент на витамин С (mmol/l) по калибрационна крива и коефициента на разреждане на пробите (Marinova and Batchvarov, 2011).

Статистически анализ

Статистическата обработка на данните бе извършена с помощта на Microsoft Excel 2013. Данните са представени като средна стойност ± стандартно отклонение (SD) на три независими експеримента. Данните бяха анализирани чрез еднофакторен ANOVA. Разликите се приемат за статистически значими, при p по-малко от 0.01.

where A = (A_{520nm} - A_{700nm}) pH 1.0 - (A_{520nm} - A_{700nm}) pH 4.5; Mw = 449,2 g/mol for cyanidin-3-glucoside (cyd-3-glu); DF - dilution factor; l = path length, cm; ε = 26900, molar extinction coefficient for cyd-3-glu, and 10^3 = factor for conversion from g to mg.

The results are presented as equivalents of cyanidin-3-glucoside (cyd eq mg/l).

Determination of total antioxidant capacity

Antioxidant ability (radical scavenging activity) is determined by a DPPH (2,2-difenyl-1-picrylhydrazyl radical) spectrophotometric method and the results are presented as the equivalent of vitamin C (mmol / l) by calibration curve and the sample dilution factor (Marinova and Batchvarov, 2011).

Statistical analysis

The statistical processing of data was done with the help of Microsoft Excel 2013. Data represent mean ± standard deviation (SD) of three independent experiments. The data were analyzed by one-way ANOVA. Differences were considered statistically significant when the p level was less than 0.01.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

След размразяване, плодовете бяха пресовани за отделяне на сока от пулпа, които бяха третирани отделно, т.е. бяха изследвани два варианта – сок и пулп. Анализът за съдържание на сухо вещество в пробите от арония показа следните резултати: сок – 18,66 ±1,50 g/100g; пулп – 30,70±4,56 g/100g.

Поради високото влагосъдържание на суровините, началните опити за екстракция бяха проведени с 95 % етанол, при съотношение суровина: екстрагент – 1:1. Установеното количество на мономерни антоцианини в

RESULTS AND DISCUSSION

After unfreezing, the fruits were pressed to separate the pulp and juice, which were then treated separately, i. e. two options were examined – juice and pulp. The analysis of dry matter content in the chokeberry samples showed the following results: juice – 18,66 ± 1,50 g/100g; pulp – 30,70 ± 4,56 g/100g.

Due to the high moisture content of the raw materials, the initial extraction experiments were carried out with 95% ethanol, with a raw material: extract ratio of 1: 1. The observed amount of monomeric anthocyanins in fruit juice is

плодовия сок е 403,83±19,64 cyd eq mg/l. Екстрактите от плодови пресовки са с над 5 пъти по-високо съдържание на антоцианини, съответно 2230,97± 60,70 cyd eq mg/l. Подобни резултати са цитирани и от други автори (Oszmiański and Lachowicz, 2016). Въз основа на получените резултати, при технологичните експерименти за оптимизиране на екстракцията, бе използван плодов пулп. На Таблици 1 и 2 са представени данните за съдържание на общи мономерни антоцианини във варианти екстракт при съотношение суровина : екстрагент - 1:1 и 1:2, съответно. Статистическият анализ на резултатите показва достоверни различия в количеството екстрахирани антоцианини в зависимост от концентрацията на използвания етанол.

403,83 ± 19,64 cyd eq mg/l. Fruit pulp extracts have a more than 5 times higher concentration of anthocyanins, respectively 2230.97 ± 60.70 cyd eq mg/l. Similar results have been cited by other authors (Oszmiański and Lachowicz, 2016). Based on the results, fruit pulp was used in the experiments to optimize extraction. Tables 1 and 2 present the data for total monomer anthocyanin content in extract variants with a raw material: solvent ratio of 1:1 and 1:2, respectively. The statistical analysis of the results shows reliable differences in the amount of anthocyanins extracted depending on the concentration of the ethanol used.

Таблица 1. Общо съдържание на мономерни антоцианини в екстракти от арония при съотношение материал:разтворител – 1:1. Резултатите са представени като средна стойност ± SD (n = 3)
Table 1. Total content of monomeric anthocyanins in chokeberry extracts at material:solvent ratio – 1:1. The results are presented as means ± SD (n = 3)

Концентрация на етанола (%) Ethanol concentration (%)	Съдържание на антоцианини в екстракта (cyd eq mg/l) Anthocyanins content in extracts (cyd eq mg/l)			
	24 h	48 h	72 h	95 h
45	1665,1± 165,1	1723,3±83,5	1758,3±25,0	1619,8±28,2
50	1725,2± 205,2	1592,4±42,7	1756,5±100,0	1817,2±127,7
55	1863,7±273,7	1846,2±74,1	1847,1±26,5	1571,0±261,8
60	1852,0±252,0	1987,6±193,2	2140,9±15,0	2404,4±251,7
65	2097,2±197,2	2274,1±73,8	2182,5±38,5	2506,1±23,4
70	2177,3±177,3	2438,0±283,9	2339,4±50,1	1386,0±136,9
75	1853,2±296,8	2680,5±229,1	2124,2±38,5	2711,8±50,1
80	2267,4±177,4	2822,1±63,5	2785,4±20,3	2888,8±226,9
85	2185,5±85,5	2705,6±154,0	2775,3±20,9	2941,9±287,0
95	2316,0±416,0	2813,8±128,6	2798,7±11,5	2474,8±125,3

*Статистическата значимост бе определена чрез еднофакторен ANOVA; значима разлика между средните стойности ($p < 0.01$ за всички варианти)
Statistical significance was determined by one-way ANOVA; significant differences between mean values ($p < 0.01$ for all variants)

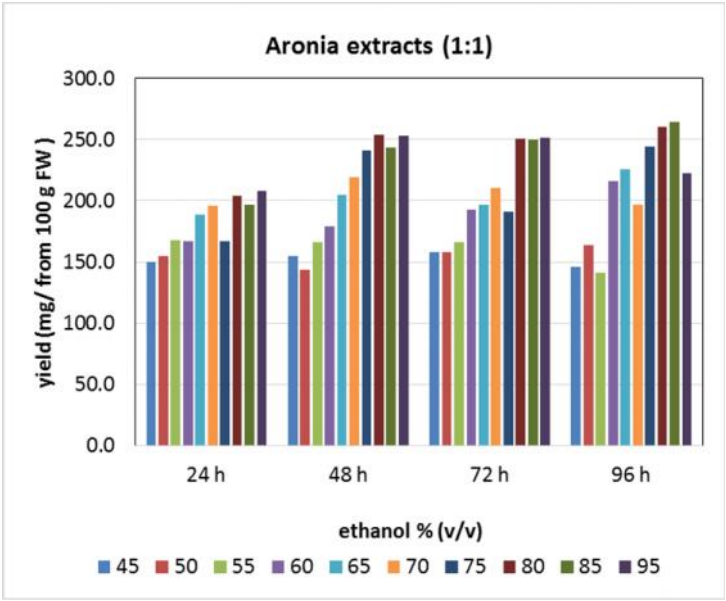
Таблица 2. Общо съдържание на мономерни антоцианини в екстракти от арония при съотношение материал:разтворител – 1:2. Резултатите са представени като средна стойност ± SD (n = 3)
Table 2. Total content of monomeric anthocyanins in chokeberry extracts at material:solvent ratio – 1: 2. The results are presented as means ± SD (n = 3)

Концентрация на етанола (%) Ethanol concentration (%)	Съдържание на антоцианини в екстракта (cyd eq mg/l) Anthocyanins content in extract (cyd eq mg/l)			
	24 h	48 h	72 h	95 h
45	815,9±14,3	980,2±71,8	1245,7±66,8	1279,1±33,4
50	1266,9±36,5	1428,9±18,6	1885,2±76,9	1923,7±38,5
55	1438,8±13,2	1594,8±97,7	1842,2±60,8	1922,6±19,6
60	1068,3±141,8	1505,8±33,2	2255,2±275,5	2392,9±137,7
65	1777,5±50,0	2504,4±14,4	3029,0±53,3	3155,7±126,6
70	1444,9±153,2	2087,7±64,4	2620,0±56,0	2792,0±172,0
75	1450,9±201,2	2034,1±141,7	3091,5±281,0	3232,0±140,5
80	1228,8±100,0	1847,7±1,5	2129,6±213,0	2223,1±93,5
85	1387,9±90,2	1977,0±10,7	2571,6±204,6	2673,9±102,3
95	1078,7±38,2	1931,9±342,2	1895,3±128,6	1959,6±64,3

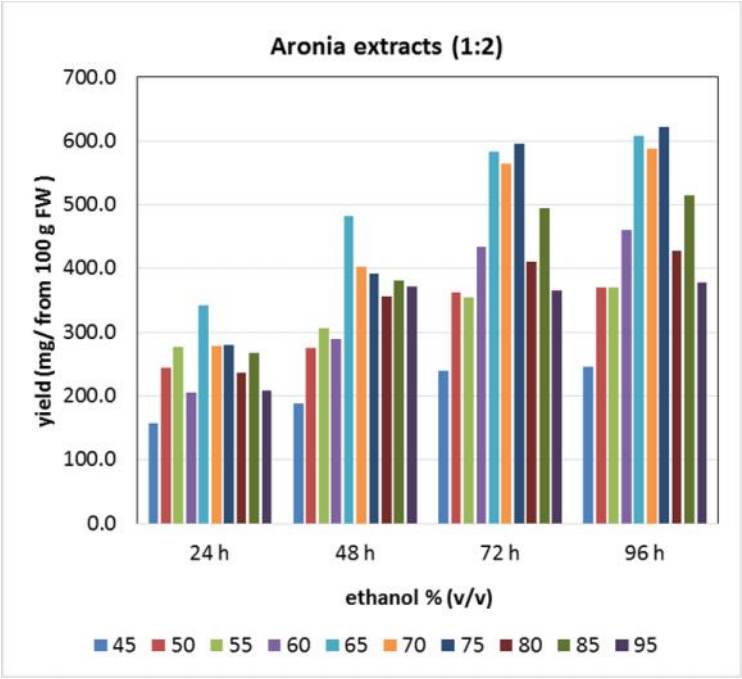
*Статистическата значимост бе определена чрез еднофакторен ANOVA; значима разлика между средните стойности ($p < 0.01$ за всички варианти)
Statistical significance was determined by One-Way ANOVA; significant differences between mean values ($p < 0.01$ for all variants)

На Фигури 2 и 3 графично са показани резултатите за добива на антоцианини от 100 g свежа суровина при различните варианти на екстракция. При съотношение 1:1 най-високи стойности бяха наблюдавани при концентрация на етанола от 80 до 95% и продължителност на процеса 48 h. При хидромодул 1:2 най-добра екстракция на антоцианините бе получена при концентрация на етанола от 65 до 75% и продължителност – 72 h. При тези условия добивът на антоцианини достига 600 mg. Съдържанието на антоцианини в екстракта остава непроменено при по-голяма продължителност на процеса.

Figures 2 and 3 graphically show the results for the yield of anthocyanins of 100 g of fresh raw material in the different extraction variants. At a 1: 1 ratio, the highest values were observed at an ethanol concentration of 80 to 95% and a process duration of 48 hours. At a 1: 2 ratio, the best extraction of anthocyanins was obtained at an ethanol concentration of 65 to 75% and a duration of 72 hours. Under these conditions, the yield of anthocyanins reaches 600 mg. The content of anthocyanins in the extract remains unchanged for a longer duration of the process.



Фиг. 2. Общ добив антоцианини от 100 g свежа суровина при различните варианти на екстракция, съотношение:суровина екстрагент – 1:1
Fig. 2. Total yield of anthocyanins from 100 g of fresh raw material in the different extraction variants, ratio raw material:solvent – 1:1



Фиг. 3. Общ добив антоцианини от 100 g свежа суровина при различните варианти на екстракция, съотношение:суровина екстрагент – 1:2
Fig. 3. Total yield of anthocyanins from 100 g of fresh raw material in the different extraction variants, ratio raw material:solvent – 1:2

Екстрактите с най-високо съдържание на антоцианини бяха изследвани за антиоксидантна активност по метода с DPPH. При този анализ се измерва способността на екстракта да отдава електрон и да улавя DPPH радикала. Полученият резултат – 64882,5 mmol/l Vit. C еквиваленти е показателен за силно антиоксидантно действие. Класическото определение за антиоксиданти е дадено от английския учен Barry Halliwell – вещества, които в ниски концентрации забавят или предотвратяват окислението на налични окисляем субстрати (Halliwell et al., 1995). Както витамини С и Е, много фитохимикали, особено полифеноли, имат способността да уловят свободните радикали преди те да атакуват биологично важните молекули. По този начин действат и антиоксидантните вещества в екстракта от арония (Denev et al., 2012; Hwang et al., 2014).

Extracts with the highest anthocyanin content were tested for antioxidant activity by the DPPH method. This analysis measures the ability of the extract to transfer electron and to scavenge the DPPH radical. The result obtained – 64882.5 mmol/l Vit. C equivalents are indicative of a strong antioxidant action. The classic definition of antioxidants is given by British scientist Barry Halliwell – substances, which in low concentrations inhibit or prevent oxidation of available oxidizable substrates (Halliwell et al., 1995).

Like vitamins C and E, many phytochemicals, especially polyphenols, have the ability to capture free radicals before they attack biologically important molecules. Thus, the antioxidant substances in the chokeberry extract act (Denev et al., 2012; Hwang et al., 2014).

ИЗВОДИ

Изследвано е влиянието на два фактора – концентрация на етанола и продължителност на процеса върху добива на антоцианини от плодове от черна арония. Установено е, че общото количество извлечени антоцианини е по-голямо при хидромодул 1:2. При тези условия, най-висок добив на антоцианини се наблюдава за екстрагент 75 % етанол – 600 mg/100 g свежа суровина.

Анализирана е радикалулавящата способност на получените водно-етанолни екстракти от арония и е установено е, че те показват висока антиоксидантна активност, дължаща се не само на голямото съдържание на антоцианини, но и на съпътстващите фитохимикали. Тези резултати доказват потенциала на изследваните екстракти да бъдат използвани като източник на антиоксиданти.

Плодовият пулп останал след производството на сок от арония, пред-

CONCLUSIONS

The influence of two factors – ethanol concentration and duration of the process on the yield of anthocyanins from black chokeberry fruit - has been investigated. It was found that the total amount of anthocyanins extracted was greater in the 1:2 ratio (raw material:solvent). Under these conditions, the highest yield of anthocyanins was observed for 75% ethanol – 600 mg/100 g of fresh raw material.

The radical scavenging capacity of the aqueous-ethanolic chokeberry extracts was analyzed and found to show high antioxidant activity due not only to the high content of anthocyanins but also to the accompanying phytochemicals. These results demonstrate the potential of the tested extracts to be used as a source of antioxidants.

The fruit pulp left after the production of aronia juice is an

ставлява евтин и достъпен източник на ценни биологичноактивни вещества.

inexpensive and affordable source of valuable biologically active substances.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Bräunlich, M., R. Slimestad, H. Wangensteen, C. Brede, K.E. Malterud and H. Barsett**, 2013. Extracts, anthocyanins and procyanidins from *Aronia melanocarpa* as radical scavengers and enzyme inhibitors. *Nutrients,* 5, 663-678.
2. **Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández M., Páez-Hernández M. E., Rodríguez J. A. and C. A. Galán-Vidal**, 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review.
3. **Denev, P. N., C. G. Kratchanov, M. Ciz, A.Lojek and M. G.Kratchanova**, 2012. Bioavailability and antioxidant activity of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenols: *in vitro* and *in vivo* evidences and possible mechanisms of action: A Review .*Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(5), 471-489.
4. **Halliwell, B, R.Aeshbach, J. Löliger and O. Aruoma**, 1995. The characterization of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 33 (7), 601-661.
5. **Hwang, S. J., W. B. Yoon, O.Lee, S. J. Cha, and J. D.Kim**, 2014. Radical-scavenging-linked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea, *Food Chemistry,* 146, 71-77.
6. **Kokotkiewicz, A., Z. Jaremicz and M.Luczkiewicz**, 2010. Aronia plants: a review of traditional use, biological activities, and perspectives for modern medicine. *J. Med. Food*, 13(2), 255-69.
7. **Kong, J.M., L.S. Chia, N.K. Goh, T.F. Chia and R.Brouillard**, 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins.*Phytochemistry*, 64(5), 923-33.
8. **Kulling, S.E. and H.M. Rawel**, 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) - A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med.,* 74(13), 1625-34.
9. **Lee, J., R. W. Durst and R. E. Wrolstad**, 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 88 (5), 1269-1278.
10. **Marinova, G. and V. Batchvarov**, 2011. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(1), 11-24.
11. **Oszmianski, J. and A. Wojdylo**, 2005. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol*., 221, 809-813.
12. **Oszmiański, J. and S.Lachowicz**, 2016. Effect of the production of dried fruits and juice from chokeberry (*Aronia melanocarpa* l.) on the content and antioxidative activity of bioactive compounds, *Molecules,* 21.8, 1098, doi:10.3390/molecules 21081098.
13. **Scotter, MJ**, 2011. Methods for the determination of European Union-permitted added natural colours in foods: a review, *Food Additives and Contaminants*, 28(5), 527-596
14. **Tsuda, T.**, 2012. Dietary anthocyanin-rich plants: biochemical basis and recent progress in health benefits studies. *Mol. Nutr. Food Res.,* 56(1), 159-70.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2017, 20 (5), 225-234
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Антибактериална активност на плодове от *Chaenomeles* sp. срещу фитопатогенни бактерии

Мария Стоянова[1]*, Мирослава Вълкова[1], Теодора Михова[2], Невена Богацевска[1]

[1]Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров", ул. „Шосе Банкя" 7, 1331 София, България
[2]Институт по планинско животновъдство и земеделие, ул. „Васил Левски" 281, 5600 Троян, България
**E-mail: mistoyanova@abv.bg*

Antibacterial activity of *Chaenomeles* fruits against plant pathogenic bacteria

Mariya Stoyanova[1]*, Miroslava Valkova[1], Teodora Mihova[2], Nevena Bogatzevska[1]

[1]Institute of soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection "Nikola Pushkarov", 7 "Shose Bankya" Str., 1331 Sofia, Bulgaria
[2]Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, 281 Vasil Levski Str., 5600 Troyan, Bulgaria

РЕЗЮМЕ

Целта на настоящето изследване е да се определи наличието или липсата на антибактериална активност на екстракт от плодовете на шест генотипа на *Chaenomeles* sp. срещу патогени по домати и пипер – *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* и *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Замразените плодове от шест генотипа са екстрахирани с метанол в прибор на Сокслет и получените екстракти са концентрирани във вакуум изпарител. Изследването е проведено in vitro по метода дифузия в агар в три повторения. Изчислени са средния диаметър на образуваните зони и стандартното отклонение. Всички получени екстракти показват активност срещу тестваните патогени. Диаметърът на стерилните зони при 5% водни разтвори на екстрактите на

SUMMARY

The aim of this study was to test the effect of fruit extract of six genotypes of *Chaenomeles* sp. against phytopathogenic bacteria of tomato and pepper – *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* and *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Freezed fruits from six genotypes were Sohxlet extracted with methanol and obtained extracts were concentrated in a vacuum vaporizer.

Study was conducted in vitro by agar diffusion method in triplicate. Average diameter of inhibitory zones and standard deviation were calculated. All extracts possessed antibacterial activity against all tested bacteria. The diameter of sterile zones formed by 5% water solutions of the extracts on 24th hour was between 10

24-ия час се движи между 10 и 21 mm, като най-чувствителен е видът *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* (инхибиторни зони 15-21 mm в диаметър), следван от *P. syringae* pv. *tomato* (зони 12-18 mm в диаметър). Най-устойчиви са щамовете на *X. euvesicatoria* (зони 11-14 mm в диаметър). При *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* се наблюдава относително преодоляване на антибактериалния ефект на екстрактите до 72-ия час (зони при плътен растеж – 12-14 mm). Тестваните генотипове на *Chaenomeles sp.* показват различия в антибактериалната си активност срещу патогените. С най-слабо изразена активност се характеризират екстрактите от генотипове 3p8h и 6'. Най-добре изразени антибактериални свойства имат генотипове 22 и 29, които са с най-едри и тежки плодове. Концентрацията на дъбилни вещества в тези плодове е най-ниска в сравнение с останалите, което дава основание да твърдим, че установените антибактериални свойства се дължат на различни от тези съединения.

Ключови думи: *Chaenomeles*, антибактериална активност, екстракт, фитопатогени, домати, пипер, *Xanthomonas*, *Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*

and 21 mm.

C. michiganensis subsp. *michiganensis* was most sensitive with zones between 15-21 mm followed by *P. syringae* pv. *tomato* (inhibitory zones 12-18 mm). Most resistant were the strains of *X. euvesicatoria* with zones between 11 and 14 mm. *C. michiganensis* relatively overcome the antibacterial effect of the extracts up to 72 hours after incubation (sterile zones 12-14 mm). The tested genotypes of *Chaenomeles* sp. showed different antibacterial activity against the pathogens. Lowest activity was observed for genotypes 3p8h and 6'. Genotypes 22 and 29, which were characterized by the largest and heaviest fruits, showed the highest activity. The concentration of tanning substances in these fruits was the lowest compared to the others which presumes that the established antibacterial properties were due to different substances.

Key words: *Chaenomeles*, antibacterial activity, extract, phytopathogens, tomato, pepper, *Xanthomonas, Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*

УВОД

Японската дюля (*Chaenomeles* sp. Lindl), наричана още ябълче или планински лимон, е многогодишен декоративен храст от сем. *Rosaceae*. Произхожда от Източна Азия. В Япония, Корея и Китай се отглежда от векове за храна, медицински и декоративни цели. Като културно растение е познато и в редица северни страни, като Канада, Швеция, Норвегия, Латвия, Литва, Беларус, Украйна и Русия, но се отглежда също и в Австралия. В Средна Европа се култивира от края на 18 век. У нас японската дюля е пренесена като плододаващо растение преди около 40 г. Като декоративно растение е широко разпространена в цялата страна заради красивите си цветове (Mihova-

INTRODUCTION

Japanese quince (*Chaenomeles* sp. Lindl) is a perennial decorative shrub from family *Rosaceae*. The plant originates from Eastern Asia. In Japan, Korea and China the plant has been grown from centuries for food, medicinal and ornamental purposes. As a crop chaenomeles is known also in many Northern countries like Canada, Sweden, Norway, Latvia, Lithuania, Belarus, Ukraine, and Russia but it is also grown in Australia. In Middle-Eastern Europe the plant was cultivated from the end of 18th century. Japanese quince was imported in Bulgaria as a fruit plant four decades ago. Since then, the plant has been widely distributed in the country as an ornamental because of its beautiful

Chavdarova, 2016).

Видът е описан за първи път от Thunberg през 1784. Днес *Chaenomeles* sp. е род от подсем. *Maloideae* и е най-родствен с родовете *Cydonia* (дюля), *Malus* (ябълка) и *Pyrus* (круши) (Rumpunen, 2002). Някои автори считат, че родът включва два подрода с общо четири вида, а според Phipps et al. (1990) към рода спадат четири вида и четири междувидови хибрида. В момента няма достатъчно информация за морфологично разграничаване между видовете и хибридите *Chaenomeles*, особено за *Chaenomeles japonica* и *Chaenomeles superba*.

Растенията хеномелес формират златисти ароматни плодове, които поради богатия си химичен състав намират приложение в медицината и кулинарията в Източна Азия и Древна Елада. Плодовете са средноедри със средно тегло 20-50 g, при някои форми могат да достигнат до 70-80 g. Съдържат органични киселини, фенолни съединения и флавоноиди, проантоцианидинови олигомери, макро- и микроелементи, витамини от групата В. Характеризират се с високо съдържание на витамин С, но са негодни за консумация в сурово състояние поради прекалено киселия си вкус и твърда консистенция (Mihova-Chavdarova, 2016).

Хеномелесът се отличава с повишена студо- и сухоустойчивост. Развива се и плододава добре върху богати на органично вещество, добре структурирани, глинести и песъчливо-глинести почви, но се приспособява и към по-каменисти и чакълести почви. Тези свойства на растението го определят като вид с висока адаптивна способност в условията на променящият се климат и с потенциал за разширяване на насажденията (Mihova-Chavdarova, 2016).

През последните 20 години са изучавани химичният състав и фармакологичната активност на растенията хеномелес, основно в Китай. Частично е проучван и потенциалът за клинични приложения (Mihova-Chavdarova, 2016). Установена е антибактериална активflowers (Mihova-Chavdarova, 2016).

The plant was described for the first time from Thunberg in 1784. *Chaenomeles* sp. is from subfamily *Maloideae* and is most related to *Cydonia* (quince), *Malus* (apple) and *Pyrus* (pear) (Rumpunen, 2002). According to some authors the genus includes two subgenera with overall four species but Phipps et al. (1990) refers four species and four interspecies hybrids to genus *Chaenomeles.* There is no enough information about the morphological differences among the species and hybrids especially between *Chaenomeles japonica* and *Chaenomeles superba*.

Chaenomeles plants form golden in color aromatic fruits which due to their rich chemical composition have been used in medicine and gastronomy in Eastern Asia and Ancient Greece. The fruits are middle-sized with average weight of 20-50 g but some varieties can reach 70-80 g. The fruits contain organic acids, phenols, flavonoids, proanthocyanic oligomers, macro- and micro-elements, vitamins from B-group. Vitamin C is of notably high concentration but the fruits are not eatable due to the too acidic taste and hard texture.

Chaenomeles plants are characterized by resistance to drought and cold. They grow well on rich of organic matter, well structured, clay and clay-sandy soils. However, the plants can adapt to more rocky and gravel soils. These features describe chaenomeles as adaptive species in the changing soil-climatic conditions and with potential for widening of their distribution (Mihova-Chavdarova, 2016).

The chemical composition and pharmacological activity of the fruits have been studied in the past two decades, mainly in China. The potential for clinical applications was partly investigated (Mihova-Chavdarova, 2016). The antibacterial properties of essential oil

ност на етерично масло от сушени плодове на *Chaenomeles speciosa* срещу *Staphylococcus* sp*., Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Enterococcus faecalis, Enterobacter cloacae, Proteus mirabilis* и *Klebsiella pneumoniae* (Xie et al., 2007). Въпреки това данните за антимикробна активност са оскъдни, т.к. понастоящем растението се отглежда главно за целите на хранително-вкусовата промишленост.

Целта на настоящето изследване е да се установят антибактериалните свойства на екстракти от различни генотипове на *Chaenomeles* sp. срещу фитопатогенни бактерии по доматите и пипера.

from dry fruits of *Chaenomeles speciosa* against *Staphylococcus* sp*., Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Enterococcus faecalis, Enterobacter cloacae, Proteus mirabilis,* and *Klebsiella pneumoniae* has been established (Xie et al., 2007). However, the data of chaenomeles' antibacterial properties are only partially known as the plants have been grown mainly for the purposes of food industry.

The aim of this study was to test the effect of fruit extract of different genotypes of *Chaenomeles* sp. against phytopathogenic bacteria of tomato and pepper.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Растителен материал: Свежите плодове *Chaenomeles* са събрани от четири опитни полета на територията на ИПЖЗ, Троян, България (Mihova-Chavdarova, 2016). Плодовете са замразени при -10°C преди екстракция. В изследването са включени шест генотипа хеномелес. Основните характеристики (отръняване, тегло на плодовете, сухо вещество, съдържание на общи захари, пектин, органични киселини, витамин С и дъбилни вещества) са определени както е описано от Mihova et al. (2012).

Бактериални щамове: Антибактериалният ефект на екстрактите е тестван срещу *Xanthomonas gardneri* (2 щама, изолирани от домати), *Xanthomonas vesicatoria* (4 щама, изолирани от домати и 6 щама, изолирани от пипер), *Xanthomonas euvesicatoria* (3 щама от пипер), *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (3 щама) и *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (1 щам) от колекцията на проф. дсн Н. Богацевска, ИПАЗР „Н. Пушкаров".

Екстракти: Плодовете са екстрахирани с метанол в прибор на Сокслет при 80 °C за 5 часа и разтворителят е сепариран във вакуум изпарител при 55°C, 300 mbar. Получени-

MATERIAL AND METHODS

Plant material: Fresh fruits were collected from four fields on the territory of Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan, Bulgaria (Mihova-Chavdarova, 2016). Plant materials were used freezed at -10 °C before extraction. Six genotypes of *Chaenomeles* were used in this study. Major characteristics were determined as described by Mihova et al. (2012): presence/lack of thorns, weight of fruits, dry matter, concentration of total carbohydrates, pectins, organic acids, vitamin C, and tanning substances.

Bacterial strains: Test bacteria were *Xanthomonas gardneri* (2 strains, isolated from tomato), *Xanthomonas vesicatoria* (4 strains, isolated from tomato и 6 strains, isolated from pepper), *Xanthomonas euvesicatoria* (3 strains from pepper), *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (3 strains), and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (1 strain) from the collection of Prof. DSci N. Bogatzevska, ISSAPP "N. Pushkarov".

Extractions: Extractions were prepared with methanol in Soxhlet extractor at 80°C for 5 hours and solvent was separated in vacuum vaporizer at 55°C, 300 mbar. Extracts were further

те екстракти са концентрирани при намаляващо налягане до 72 mbar, 70°C. Екстрактите са съхранявани при 18°C в тъмни шишета и разтваряни във вода (%, w/v) 1 час преди изследването.

Тест за антибактериална активност: Изпитването за антибактериална активност е проведено in vitro по метода дифузия в агар върху хранителен агар с 0.2% глюкоза в три повторения. Инокулумът е под форма на бактериални суспензии от по 100 µl, $1.5x10^7$ cfu/ml, приготвени от 24-часови култури. Екстрактите са тествани в количество 50 µl разтвор/ямка. Тест-петритата са оставени за 2 часа при стайна температура за дифундиране на разтворите преди инкубация при 28ºC за 24-48 h. Резултатите са отчетени като диаметър на стерилните зони в mm на 24-ия, 72-ия и 120-ия час. Изчислени са средния диаметър на образуваните зони и стандартното отклонение.

concentrated at decreasing pressure to 70°C, 72 mbar. The extracts were stored at 18°C in air tight brown bottles. Water solutions (%, w/v) were freshly prepared 1 h before the assay.

Antibacterial assay: The *in vitro* test for antibacterial activity was completed by the agar diffusion method on Nutrient agar with 0.2% glucose. Bacterial suspensions of 100 µl, $1.5x10^7$ cfu/ml from 24-hour bacterial cultures were used for inoculums. The wells were filled with 50 µl of each substance and left for 2 h prior to incubation. Incubation was held at 28ºC for 48 h. The antibacterial activity was assessed by measuring the inhibition zones in millimetre (diameter) on the 24^{th}, 72^{nd} and 120^{th} hour. The experiments were performed in triplicate and the standard deviation was calculated.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Изледваните генотипове *Chaenomeles* sp. се различават по отръняване, тегло на плодовете, съдържание на захари, органични киселини, дъбилни вещества, пектин и витамин С (Таблица 1).

RESULTS AND DISCUSSION

The genotypes of *Chaenomeles* sp. differ in presence or lack of thorns, fruit weight and concentration of total carbohydrates, organic acids, tanning substances, pectin, and vitamin C (Table 1).

Таблица 1. Генотипове *Chaenomeles* sp., включени в изследването
Table 1. Tested genotypes of *Chaenomeles* sp.

Characteristics Характеристики / Genotype Генотипове	Plantation Насаждение	Thorns Отръняване	Weight Тегло (g)	Dry matter Сухо вещество (Re%)	Total carbohydrates Общи захари (%)	Pectin Пектин (%)	Acids Киселини (%)	Vitamin C Витамин С (mg)	Tanning substances Дъбилни вещества (%)
3p8h	2	+	39,00	11,50	4,85	0,890	2,51	73,92	0,810
Tch	3	+	49,13	10,00	3,70	0,280	2,45	100,32	0,582
6'	1	-	37,90	11,50	2,40	0,430	2,27	149,60	0,763
22	4	-	62,60	13,00	2,25	1,580	2,54	96,80	0,580
27	2	+	58,08	15,00	6,85	1,360	2,36	136,40	1,073
29	2	+	60,23	12,00	2,10	0,990	2,74	140,80	0,392

Всички получени екстракти показват активност срещу тестваните патогени. Диаметърът на стерилните

All tested extracts have antibacterial activity against the pathogens of tomato and pepper. The

зони при 5% водни разтвори на екстрактите след 24 часа се движи между 10 и 21 mm.

Най-големи инхибиторни зони на 24-ия час са отчетени при вида *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* – между 15 и 21 mm в диаметър, следван от *P. syringae* pv. *tomato* (зони между 12 и 18 mm) (Таблица 2). Най-устойчиви са щамовете на *X. euvesicatoria* с инхибиторни зони между 11 и 14 mm в диаметър. Инхибиторните зони при видовете *X. vesicatoria*, *X. gardneri* и *P. syringae* pv. *tomato* са с относително близки стойности между 14 и 17 mm (Таблица 2).

diameter of sterile zones formed by 5% water solutions of the extracts on 24th hour was between 10 and 21 mm.

The *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* was most sensitive with zones between 15-21 mm (Table 2) followed by *P. syringae* pv. *tomato* (inhibitory zones 12-18 mm). Most resistant were the strains of *X. euvesicatoria* with zones between 11 and 14 mm. *C. michiganensis* relatively overcome the antibacterial effect of the extracts up to 72 hours after incubation (sterile zones 12-14 mm). The inhibitory zones of *X. vesicatoria*, *X. gardneri*, and *P. syringae* pv. *tomato* are relatively close in size between 14 and 17 mm (Table 2).

Таблица 2. Антибактериална активност на екстракти от плодове на *Chaenomeles* sp. срещу патогени от род *Xanthomonas* по домати и пипер, *P. syringae* pv. *tomato* и *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* по домати (инхибиторни зони в мм ± стандартно отклонение)

Table 2. Antibacterial activity of extracts from *Chaenomeles* sp. against pathogens from genus *Xanthomonas* of tomato and pepper, *P. syringae* pv. *tomato* and *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* of tomato (mean values of the inhibitory zones in mm ± standard deviation)

Genotype / Strain	Tch	3p8h	6'	22	27	29
X. gardneri 66t	13.67 ± 0.58	12.33 ± 0.58	12.67 ± 1.15	14.33 ± 1.53	12.67 ± 0.58	16.67 ± 0.58
X. gardneri 73t	14.33 ± 0.58	12.67 ± 0.58	12.67 ± 1.15	15.00 ± 1.00	13.33 ± 1.53	16.33 ± 0.58
X. vesicatoria 31t	14.00 ± 0.00	13.00 ± 0.00	13.67 ± 1.15	15.00 ± 1.00	14.33 ± 0.58	17.67 ± 0.58
X. vesicatoria 39t	12.67 ± 0.58	12.00 ± 0.00	12.00 ± 0.00	13.67 ± 0.58	11.67 ± 0.58	14.33 ± 1.15
X. vesicatoria 53t	13.00 ± 1.00	11.33 ± 0.58	11.67 ± 0.58	14.33 ± 0.58	12.67 ± 1.15	16.67 ± 0.58
X. vesicatoria 58t	14.33 ± 1.53	12.33 ± 1.15	13.00 ± 1.00	14.33 ± 1.53	16.33 ± 1.53	17.67 ± 1.53
X. vesicatoria 1б	16.00 ± 1.00	13.33 ± 1.15	15.67 ± 2.08	17.33 ± 0.58	14.00 ± 1.73	17.33 ± 1.53
X. vesicatoria 8б	14.33 ± 1.53	12.00 ± 0.00	13.00 ± 1.00	15.67 ± 0.58	12.33 ± 0.58	16.67 ± 0.58
X. vesicatoria 14б	16.00 ± 0.00	13.33 ± 0.58	13.67 ± 0.58	17.00 ± 1.00	15.00 ± 1.00	18.33 ± 0.58
X. vesicatoria 19б	12.67 ± 1.53	11.33 ± 1.15	12.33 ± 1.15	14.33 ± 0.58	13.00 ± 0.00	16.00 ± 1.00
X. vesicatoria 53б	14.33 ± 0.58	13.00 ± 0.00	13.33 ± 0.58	15.33 ± 1.15	13.33 ± 0.58	17.00 ± 1.00
X. vesicatoria 44M	14.67 ± 1.15	13.00 ± 0.00	14.00 ± 0.00	15.67 ± 1.53	13.33 ± 0.58	17.33 ± 0.58
X. euvesicatoria 5б	11.00 ± 0.00	10.33 ± 1.53	12.67 ± 1.53	14.33 ± 1.15	12.00 ± 0.00	13.00 ± 0.00
X. euvesicatoria 10б	11.33 ± 1.15	11.00 ± 1.00	11.33 ± 0.58	13.33 ± 1.53	11.33 ± 2.52	14.33 ± 0.58
X. euvesicatoria 61M	12.67 ± 0.58	12.00 ± 1.00	11.67 ± 2.08	15.00 ± 1.00	12.00 ± 1.00	14.33 ± 0.58
P.syringae pv. *tomato* R0 - 1	15.33±0.58	12.00±0.00	13.57±0.58	16.33±0.58	14.00±1.00	17.00±1.00
P.syringae pv. *tomato* R0 - 2	15.33±0.58	12.33±0.58	13.33±0.58	16.67±1.15	14.33±0.58	17.33±0.58
P.syringae pv. *tomato* R1	15.67±0.58	13.00±1.00	14.33±0.58	16.33±1.15	15.00±0.00	17.67±0.58
C. michiganensis subsp. *michiganensis* (24th hour/24 час)	18.67±0.58	15.00±1.00	15.33±2.08	21.33±1.15	17.33±0.58	19.67±1.53
C. michiganensis subsp. *michiganensis* (72nd hour/72 час)	14.00±1.00	13.00±0.00	12.33±0.58	14.00±0.00	13.00±0.00	14.00±0.00

До 72 час не се отчитат промени в размера на стерилните зони при щамовете от *X. vesicatoria*, *X. euvesicatoria*, *X. gardneri* и *P. syringae* pv. *tomato*. При *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* се наблюдава относително преодоляване на антибактериалния ефект на екстрактите. Стерилните зони при плътен растеж на патогена при различните генотипове хеномелес варират между 12 и 19 mm (Таблица 2).

Антибактериалният ефект на метаноловите екстракти от плодове на хеномелес спрямо патогените по домати и пипер е както следва:

P. syringae pv. *tomato* > *X. vesicatoria* > *X. gardneri* > *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* > *X. euvesicatoria,* където най-силен ефект се отчита при *P. syringae* pv. *tomato*, а най-слаб – при *X. euvesicatoria.*

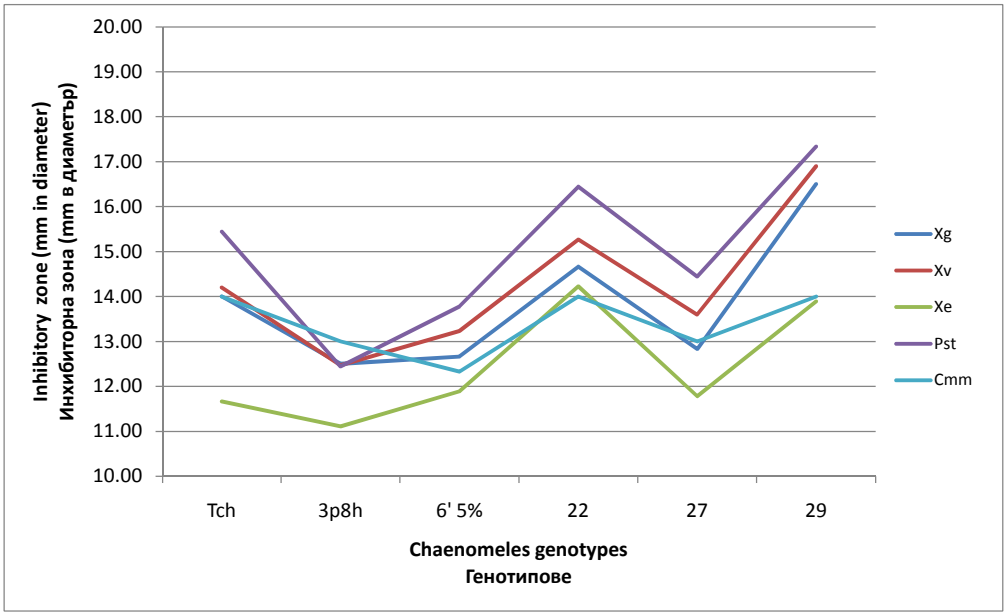
Тестваните генотипове на *Chaenomeles* sp. показват различия в антибактериалната си активност срещу патогените (Фигура 1 и 2).

Up to 72nd hour changes in the sizes of inhibitory zones of *X. vesicatoria*, *X. euvesicatoria*, *X. gardneri,* and *P. syringae* pv. *tomato* were not observed. *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* relatively overcame the antibacterial activity of the extracts. The sterile zones at full growth of the pathogen varied between 12 and 19 mm (Table 2).

The antibacterial activity of methanol extracts of chaenomeles fruits against the pathogens of tomato and pepper was as follows:

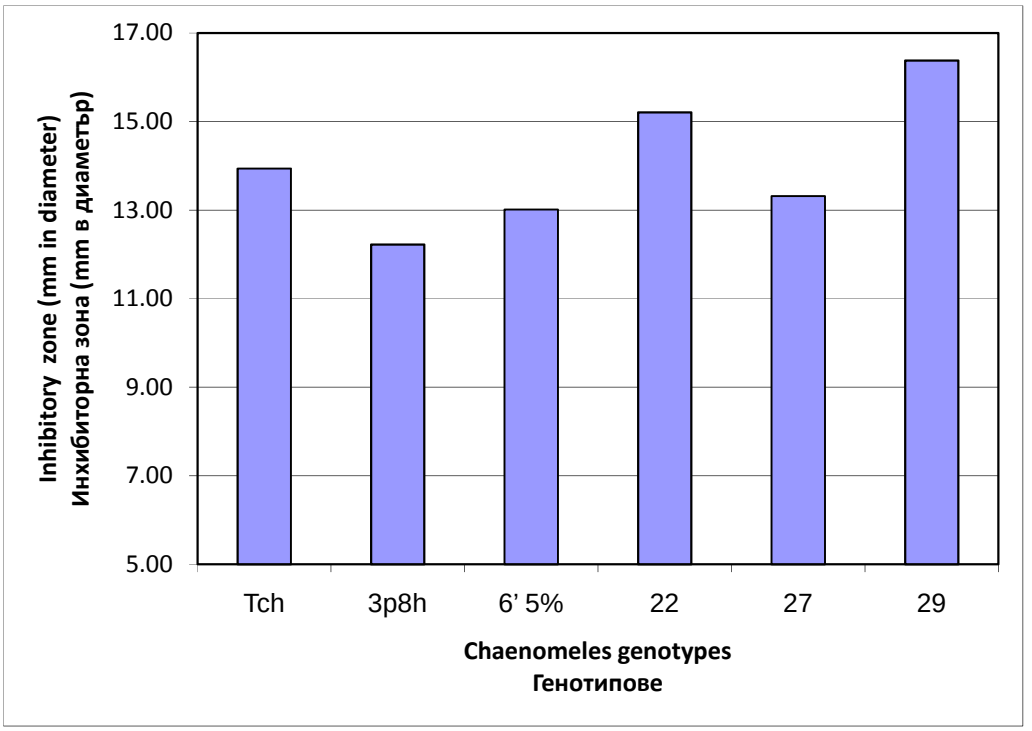
P. syringae pv. *tomato* > *X. vesicatoria* > *X. gardneri* > *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* > *X. euvesicatoria* where the best activity was observed against *P. syringae* pv. *tomato* and lowest against *X. euvesicatoria.*

The tested genotypes of *Chaenomeles* sp. showed different antibacterial activity against the pathogens (Figure 1 and 2).



Фиг. 1. Средни стойности на инхибиторни зони (mm в диаметър) при различните видове патогени, формирани от екстрактите от различни генотипове *Chaenomeles* sp.

Fig. 1. Average values of inhibitory zones (mm in diameter) of different pathogenic species formed by the extracts from different genotypes



Фиг. 2. Средни стойности на инхибиторни зони (mm в диаметър) при екстрактите от различни генотипове *Chaenomeles* sp.
Fig. 2. Average values of inhibitory zones (mm in diameter) of the extracts from different genotypes *Chaenomeles* sp.

С най-слабо изразена активност се характеризират екстрактите от генотипове 3p8h и 6'. Най-добре изразени антибактериални свойства имат генотипове 22 и 29, които са с най-едри и тежки плодове. Концентрацията на дъбилни вещества в тези плодове е най-ниска в сравнение с останалите, което дава основание да твърдим, че установените антибактериални свойства се дължат на различни от тези съединения. Останалите показатели като сухо вещество, захари, пектин и витамин С нямат отношение към антибактериалната активност, т.к. могат да бъдат хранителни субстрати за патогените.

През последните години е установена антимикробната активност на органичните киселини и малки молекули срещу *Escherichia coli, Salmonella*

Lowest activity was observed for genotypes 3p8h and 6'. Genotypes 22 and 29, which were characterized by the largest and heaviest fruits, showed the highest activity. The concentration of tanning substances in these fruits was the lowest compared to the others which presumes that the established antibacterial properties were due to different substances. The rest fruit features like dry matter, concentration of total carbohydrates, pectin, and vitamin C do not have relation to the antibacterial activity as these can be themselves nutrition substrates for the pathogenic bacteria.

In the past years antimicrobial effects were established for organic acids and small molecules against *Escherichia coli, Salmonella sp, Clostridium*

sp, Clostridium perfringens, Listeria monocytogenes, Campylobacter sp. (Brul and Coote, 1999) – съединения, които се съдържат в плодовете на хеномелеса. Алкалоиди от *Chaenomeles speciosa* показват активност срещу *Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli* и *Salmonella typhi* (Gan et al., 2015). Етеричното масло от плодове показва активност срещу 10 микроорганизма като по-чувствителни са Грам-отрицателните бактерии (Xie et al., 2007). Поради тези свойства, има открит патент за употреба на плодовете от хеномелес в устойчиви на плесен мазилки за строителството (CN 1261085 AGoogle Patents).

Видовете от род *Chaenomeles* се характеризират с висока адаптивност и способност да бъдат отглеждани при различни почвено-климатични условия. Някои форми и хибриди се отличават с висока родовитост (Rumpunen, 2002; Mezhenskyj, 2004). Растенията не изискват специални грижи, поради което имат потенциал за отглеждане в промишлени условия.

Същевременно, използваните до момента средства за контрол на фитопатогенните бактерии от род *Xanthomonas* и *P. syringae* pv. *tomato* по домати и пипер са медни препарати в комбинация с агротехнически мероприятия. За съжаление, поради масовото им използване, сред много от патогенните щамове се наблюдава развитие на резистентност към медните катиони (Vancheva et al., 2014). До сега не са открити подходящи средства за борба с *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* по домати.

Морфологичните и биологични характеристики, високата екологична пластичност на видовете хеномелес и установените в настоящето изследване антибактериални свойства на плодовете срещу икономически важните фитопатогени по домати и пипер разкриват добри перспективи за разработване на средства за борба, базирани на екстракти от плодовете на растенията.

perfringens, Listeria monocytogenes, Campylobacter sp. (Brul and Coote, 1999) – all of which are present in the fruits of chaenomeles. Alkaloids from *Chaenomeles speciosa* showed activity against *Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli,* and *Salmonella typhi* (Gan et al., 2015). The essential oil of fruits had activity against 10 micro-organisms, the Gram-negative bacteria being more sensitive (Xie et al., 2007). These characteristics of chaenomeles fruits made possible the construction of antimicrobial mold putty powder used in building (CN 1261085 AGoogle Patents).

Chaenomeles sp. are characterized with high adaptability and ability to be grown at different soil-climatic conditions. Some varieties and hybrids show high fruit yield (Rumpunen, 2002; Mezhenskyj, 2004). The plants do not require special cares which makes them suitable for industrial cultivation.

At the same time, the means of control of the plant pathogenic bacteria of tomato and pepper from genus *Xanthomonas* and *P. syringae* pv. *tomato* that are used now are copper-based products in combination with agrotechnical measures. Unfortunately, because of their extensive use many of the pathogenic strains have developed resistance to copper ions (Vancheva et al., 2014). Up to now, there are no known means of control of *C. michiganensis* subsp. *michiganensis* of tomato.

The morphological and biological characteristics, the high ecological plasticity of the *Chaenomeles* sp. and the established in this study antibacterial properties of the fruits against the economically important phytopathogens of tomatoes and pepper reveal good perspectives for the development of means of control based on plant fruit extracts.

ИЗВОДИ

Метаноловите екстракти от замразени плодове на шест генотипа хеномелес показват антибактериална активност срещу икономически важните патогени по домати и пипер – *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* и *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. С най-добра активност се характеризират екстрактите от генотипове 22 и 29.

CONCLUSIONS

The methanol extracts from freezed fruits of six genotypes chaenomeles possess antibacterial activity against the pathogens of tomato and pepper - *Xanthomonas vesicatoria*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato,* and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Best activity possess the extracts from genotypes 22 and 29.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване беше осъществено с помощта на Фонд „Научни изследвания”, дог. ДФНИ Б02/4.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the National Science Fund of Bulgaria for the support of this study under contract No DFNI Б02/4.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Brul, S. and P. Coote**, 1999. Preservative agents in foods, mode of action and microbial resistance mechnismes. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 1-17. PMID 10488839
2. **Gan, X., Yan Zhang, Chaoying Wang, Chao Zhao and Xin Zhou**, 2015. Extraction and antibacterial activity of total alkaloids from *Chaenomeles speciosa*. Guizhou Agricultural Sciences, 08.
3. **Google Patents CN 1261085**, 2000. Broad-spectrum antibacterial mildew-resistant high-strength putty powder for building.
4. **Mihova, T., V. Kondakova and P. Mondeshka**, 2012. Investigations of *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. in the region of Central Balkans. *Banat's Journal of Biotechnology*, 3(6), 43-48.
5. **Mihova-Chavdarova, T.**, 2016. Characterization of genetic resources of Japanese quince *(Chaenomeles sp.).* Dissertation, Troyan, Bulgaria (Bg).
6. **Mezhenskyj, V.M.**, 2004. Structure and usage of non-traditional fruit crops collections 1. Japanese quince (*Chaenomeles* Lindl.). Genetic resources of plants, №1, universal code 634.19:631.52:581.5 (Ukr).
7. **Phipps, J.B., K.R. Robertson, P.G. Smith and J.R. Rohrer**, 1990. A checklist of the subfamily *Maloideae* (*Rosaceae*). Canadian Journal of Botany 68, 2209-2269.
8. **Rumpunen, K.**, 2002. *Chaenomeles*: Potential new fruit crop for Northern Europe. In: Trends in new crops and new uses. (J. Janick and A. Whipkey, eds). ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 385-392.
9. **Vancheva, T., M. Stoyanova, M. Tatyozova, N. Bogatsevska and P. Moncheva**, 2014. Sub-species diversity of *Xanthomonas euvesicatoria* Bulgarian and Macedonian strains from pepper. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 28(4), 592-601.
10. **Xie, X.F., X.Q. Cai, S.Y. Zhu and G.L**. **Zou**, 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Chaenomeles speciosa* from China. *Food Chemistry*, 100, 1312-1315.