

## **GV-6 – нов перспективен генотип вишна (*Prunus cerasus* L.), селектиран в Изследователски институт по овощарство, Чачак**

Саня Радичевич\*, Ивана Глишич, Сладжана Марич,  
Небойша Милошевич, Милена Джорджевич

*Изследователски институт по овощарство, 32000 Чачак, Република Сърбия*

## **GV-6 – a New Promising Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Genotype Selected at Fruit Research Institute, Čačak**

Sanja Radičević\*, Ivana Glišić, Slađana Marić,  
Nebojša Milošević, Milena Đorđević

*Fruit Research Institute, 32000 Čačak, Republic of Serbia*

*\*E-mail: sradicevic@institut-cacak.org*

*Original scientific paper*

### **РЕЗЮМЕ**

Работата по селекция на вишни (*Prunus cerasus* L.) от естествена популация в Изследователски институт по овощарство, Чачак (FRI) доведе до реализация на пет сорта, както и многобройни обещаващи генотипове, които са в различни фази на процес на оценка.

Специално внимание е обърнато на вишневата зародишна плазма от региона на Западна Сърбия, чиято променливост е богат източник на разнообразие. GV-6 е един от автохтонните генотипове, който след дълги години изпитания в експериментални и промишлени овощни градини е избран за елитен и е в процес на признаване и реализация като нов сорт. В статията са представени резултати от тригодишно (2016-2018г.) изследване за срока на

### **SUMMARY**

The work on sour cherry (*Prunus cerasus* L.) breeding and selection from natural population at Fruit Research Institute, Čačak resulted in realization of five cultivars, as well as in numerous promising genotypes which are under different phases of the evaluation process.

Special attention has been paid to sour cherry germplasm from the West Serbia region, whose variability is an abundant source of diversity.

GV-6 is one of the autochthonous genotypes, which, after many years of testing in experimental and commercial orchards, was selected as elite, and is in the process of being recognized and realized as a new cultivar.

The paper presents results of a three-year (2016-2018) investigation of ripening time, pomological properties

узряване, помологични характеристики (морфометрични и химични) и полска устойчивост спрямо бяла ръжда по черешите (*Blumeriella jaapii*) и кафяво гниене (*Monilinia laxa*) на избраните обещаващи генотипове, в сравнение с характеристиките на сорт Хейманова консервна (Heimanns Konserven Weichsel). Изследването също така включва оценка на само-(не)съвместимостта-експеримент за опрашване, наблюдение на растежа на поленовите тръби *in vivo* (флуоресцентна микроскопия) и плодния завръз при режими на самоопрашване и свободно опрашване. GV-6 е ранно узряващ (първа декада на юни) генотип на вишна с едри плодове с отлично качество и изразена полска устойчивост към причинители на болести по черешите. Той е частично самооплождащ се, като се препоръчва за промишлено отглеждане с подходящ опрашител, покриващ същия период на цъфтеж.

Поради своите положителни помологични и биологични свойства, GV-6 се използва като родители от мъжки/женски пол в рамките на настоящата програма за селекция на вишни във FRI.

**Ключови думи:** *Prunus cerasus* L., автохтонен генотип, качество на плодовете, полева устойчивост, само-(не)съвместимост

## УВОД

Вишната (*Prunus cerasus* L.) е алотетраплоиден овощен вид, широко разпространен в умереноконтиненталната зона, произлизащ от естествена хибридизация между Европейска череша джудже (*Prunus fruticosa* Pall.) и нередуциран прашец от дива череша (*Prunus avium* L.).

Поради полиплоидната природа и продължаващия междувидов генен поток, това е полиморфен вид с много

(morphometric and chemical), and field resistance to cherry leaf spot (*Blumeriella jaapii*) and brown rot (*Monilinia laxa*) of the selected genotype, compared to the properties of Heimanns Konserven Weichsel.

The research also included self-(in)compatibility assessment-pollination experiment, monitoring pollen tubes growth *in vivo* (fluorescence microscopy) and fruit set under self- and open pollination modes.

GV-6 is an early ripening (first decade of June) sour cherry genotype with large and good quality fruits, and pronounced field resistance to causal agents of cherry diseases.

It is partially self-fertile, and is recommended for commercial growing with an adequate polliniser of overlapping flowering time.

Due to its positive pomological and biological properties, GV-6 is used as male/female parent within current sour cherry breeding programme at FRI.

**Key words:** *Prunus cerasus* L., autochthonous genotype, fruit quality, field resistance, self-(in)compatibility

## INTRODUCTION

Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) is an allotetraploid fruit species widely spread in temperate continental zone, originated from natural hybridization between ground cherry (*Prunus fruticosa* Pall.) and unreduced pollen of sweet cherry (*Prunus avium* L.).

Due to the polyploid nature and continued interspecies gene flow, it is a polymorphic species with many variations

вариации в своите морфологични и други биологични свойства. Централна и Източна Европа са определени като целеви места за събиране на зародишна плазма от вишна в селекционната стратегия. (Lezzoni et al., 2017). Редица сортове с добри помологични характеристики и устойчивост на болести са получени чрез селекция на местен сорт и кръстосване въз основа на автохтонни сортове (Apostol et al., 2011; Szügyi et al., 2016; Schuster, 2019).

За подобряване на овощарството в Република Сърбия, вишната е с изключителен потенциал както по икономически, така и по традиционни причини. Заема трето място в общото плодпроизводство и представлява (заедно с малината) най-важният плодов вид за износ на държавата (Radičević et al., 2017).

Производството на плодове от вишна в РС за периода 2011-2020г. е 115 952 тона (Статистическа служба на Република Сърбия, 2021г.), които се изнасят основно замразени.

Селекцията на вишни (*P. cerasus*) в Изследователски институт по овощарство, Чачак (FRI) доведе до реализация на пет сорта (Čačanski Rubin, Šumadinka, Sofija, Nevena и Iskra), както и многобройни обещаващи генотипове, които са в различни фази на процеса на оценка.

Селекционната работа е съобразена с изискванията на съвременното производство на вишни, по отношение на целите и правилния избор на родителски генотипове. Тя има за цел да уеднакви желаните характеристики на генотипове, получени от планираните хибридни популации (домашни и интродуцирани сортове, перспективни хибриди) и от естествените популации (автохтонни генотипи) (Radičević et al., 2020). Висок потенциал за добив, качества на плодовете, подходящи за промишлена преработка и/или прясна консумация

in its morphological and other biological properties. Central and Eastern Europe were identified as target locations for sour cherry germplasm collection in the breeding strategy (Lezzoni et al., 2017).

A number of cultivars with good pomological traits and resistance to diseases were obtained by landrace selection and cross-breeding based on the autochthonous cultivars (Apostol et al., 2011; Szügyi et al., 2016; Schuster, 2019).

For the improvement of fruit growing in the Republic of Serbia, sour cherry is of exceptional potential for both economic and traditional reasons. Ranking third in the total fruit production, it represents (together with raspberry) the country's most important exporting fruit species (Radičević et al., 2017).

Production of sour cherry fruits in RS for the period 2011-2020 was 115.952 tonnes (Statistical Office of the Republic of Serbia, 2021) which are mainly exported frozen.

The work on breeding and selection within *P. cerasus* at Fruit Research Institute, Čačak resulted in realization of five cultivars (Čačanski Rubin, Šumadinka, Sofija, Nevena and Iskra), as well as in numerous promising hybrids which are under different phases of the evaluation process.

The breeding work is in accordance with the requirements of the modern sour cherry production, regarding the objectives, and the proper choice of parental genotypes. It aims to unify the desired characteristics of the genotypes obtained from the planned hybrid populations (domestic and introduced cultivars, promising hybrids) and from the natural populations (autochthonous genotypes) (Radičević et al., 2020).

High cropping potential, fruit-quality traits suitable for industrial processing and/or fresh consumption (fruit size, fruit/stone ratio, a high soluble solids content, as

(размер на плода, съотношение плод/костилка, високо съдържание на разтворими твърди вещества, както и добре балансирано съдържание на захари/киселини) и толерантност към бяла ръжда по черешата (*Blumeriella jaarii* (Rehm.) v. Arx.) и кафявото гниене (*Monilinia laxa*/Ader et Ruhl./Honey ex Whetz.) са сред основните цели на селекцията (Radičević et al., 2018). В допълнение, една от целите е по-ранен срок на зреене, тъй като в търговската мрежа най-важните налични сортове се характеризират с относително кратък период на зреене. Желани характеристики са също самооплождане (вишните се проявяват като несъвместими, частично самосъвместими и самосъвместими; Schuster et al., 2017) и годност за механично прибиране на реколтата (средна сила и изправен растеж, дружно узряване, твърдост на плодовете и устойчивост на натъртвания, лесно отделяща се костилка и липса на изтичане на сок при отделяне на дръжката).

На първо място е обърнато внимание на зародишната плазма от вишни от региона на Западна Сърбия, чиято изменчивост е богат източник на разнообразие – за клонова селекция и използване на автохтонни генотипове като „крайни продукти“ в търговското отглеждане или при конвенционалното отглеждане (като родители в планирана хибридизация). оценени са много от автохтонните генотипове, като някои от тях са избрани за елити.

GV-6 е генотип на вишна, отглеждан в околностите на Чачак (регион Западна Сърбия) и е в процедура за признаване от Министерството на земеделието, горите и водите на Република Сърбия от 2019г.

Настоящото изследване имаше за цел да определи основните

well as well balanced sugars/acids content), and the tolerance to cherry leaf spot (*Blumeriella jaarii* (Rehm.) v. Arx.) and brown rot (*Monilinia laxa*/Ader et Ruhl./Honey ex Whetz.) are among the major breeding goals (Radičević et al., 2018).

In addition, one of the goals is earlier-ripening season, since commercially the most important present cultivars are characterized by the relatively short span in the ripening time.

Desirable traits are also self-fertility (sour cherries behaved as self-incompatible, partially self-compatible and self-compatible; Schuster et al., 2017), and suitability for mechanical harvesting (medium vigour and upright growth, uniform ripening time, fruit firmness and resistance to bruises, easily detachable stone, and absence of juice leakage at stalk separation).

First of all, attention has been paid to sour cherry germplasm from the West Serbia region, whose variability is an abundant source of diversity – for clonal selection and using the autochthonous genotypes as „final products“ in commercial growing, or in conventional breeding (as parents in planned hybridization).

Many of the autochthonous genotypes have been evaluated, and some of them are selected as elite.

GV-6 is sour cherry genotype grown in the vicinity of Čačak (West Serbia region), and is under procedure of recognition at Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia since 2019.

This research was aimed to determine the main agronomically

агрономически важни признаци на генотип GV-6 – период на зреене, качество на плодовете, устойчивост на причинители на болести по черешите и ниво на самофертилност, в сравнение със стандартния сорт вишна Heimanns Konserven Weichsel.

important traits of genotype GV-6 – ripening time, fruit quality, resistance to causal agents of cherry diseases and the level of self-fertility, in comparison to the standard sour cherry cultivar Heimanns Konserven Weichsel.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

### Растителен материал

Експериментът е проведен в продължение на три последователни години (2016-2018) в експериментална вишнева градина в обект „Любич“ на Изследователски институт по овощарство, Чачак, Република Сърбия. Генотип GV-6 и стандартният сорт Heimanns Konserven Weichsel са присадени върху семенна подложка дива череша (*Prunus avium* L.).

Овощната градина е създадена през 2011г., по рандомизиран блоков дизайн с пет дървета в три повторения, на разстояние 4.0 × 2.5 m.

Приложени са конвенционални културни и помотехнически практики, както и контрол на вредители и болести.

Период на зреене и морфометрични характеристики на плодовете

Срокът на зреене се определя в периода на пълна зрялост (етап 89, по скалата BBCH; Meier, 2018).

Използвани са стандартни морфометрични методи за оценка на теглото на плода, костилката и дръжката, размери на плода (височина, ширина и дебелина) и дължина на дръжката на проба от 75 плода (25 плода от повторение).

Формата на плода се определя според показателите за дължина<sup>2</sup> ширина<sup>-1</sup> дебелина<sup>-1</sup>, а съотношението на костилката, като процент от общото тегло на плода.

### Химичен състав на плодовете

Определени са следните показатели: съдържание на разтворими сухи вещества (чрез

## MATERIAL AND METHODS

### Plant material

The experiment was conducted over the three consecutive years (2016-2018) in an experimental sour cherry orchard at „Ljubić“ facility of Fruit Research Institute, Čačak, Republic of Serbia.

The genotype GV-6 and standard cultivar Heimanns Konserven Weichsel were grafted on wild cherry (*Prunus avium* L.) seedling.

The orchard was established in 2011, in a randomized block design with five trees in three replications, at a distance 4.0 × 2.5 m.

Conventional cultural and pomotechnical practices, as well as pest and disease control were applied.

Ripening time and morphometric characteristics of fruits

Ripening time was determined in the period of full ripeness (stage 89, according to BBCH scale; Meier, 2018).

Standard morphometric methods were used for the evaluation of fruit, stone and stalk weight, fruit dimensions (height, width and thickness) and stalk length, on a sample of 75 fruits (25 fruits per replication).

Fruit shape ratio was calculated as length<sup>2</sup> width<sup>-1</sup> thickness<sup>-1</sup>, and stone ratio as a percentage of stone in the total fruit weight.

### Chemical composition of fruit

The following parameters were determined: soluble solids content (by a portable refractometer, Hanna

преносим рефрактометър, Hanna Instruments, Германия); съдържание на обща и инвертна захар (според Luff-Schoorl, Egan et al., 1981); общо съдържание на киселини, изразено в ябълчна киселина (чрез титруване на 0,1 N NaOH с фенолфталеин като индикатор); киселинност (с помощта на рН метър CyberScan 510, Eutech Instruments Pte Ltd, Сингапур).

Съдържанието на захароза [(общо съдържание на захари – съдържание на инвертни захари) × 0.95] и индексът на сладост (съотношение общи захари/общо съдържание на киселини) са изчислени ръчно.

Полска устойчивост на болести  
Изследването на полската устойчивост към причинители на бяла ръжда по черешата (*B. jaarii*) и кафяво гниене (*M. laxa*) е проведено по VCU тест, съгласно процедура UPOV (UPOV, 2007). Интензитетът на симптомите се определя по скала от 1 до 9 (1 – няма нападение, 3 – леко нападение, 5 – умерено нападение, 7 – силно нападение и 9 – много силно нападение).

Растеж на поленовите тръби *in vivo* след самоопрашване.

Избрани са двугодишни клонки с цветове в стадий късен бял бутон (непосредствено преди отваряне на цвета) (BBCH етап 61) (избрани клонки съдържат около 80-100 цвята). По този начин са избрани около 1200 цвята, като всяко повторение включва 400 цветове от всички страни на три вишневи дървета. Отстранени са плодниците на цветовете и са защитени с хартиени торбички.

За варианта със свободно опрашване бяха избрани двугодишни клонки в същата фаза на цъфтеж. (1200 цветове, без отстраняване на плодник и опаковане).

Едновременно с това прашниковите торбички на всеки сорт са събрани и са оставени да се отворят

Instruments, Germany); total and inverted sugars contents (according to Luff-Schoorl, Egan et al., 1981); total acids content expressed in malic acid (by titration of 0.1 N NaOH with phenolphthalein as indicator); existing acidity (using the CyberScan 510 pH meter, Eutech Instruments Pte Ltd, Singapore).

Sucrose content [(total sugars – inverted sugars content) × 0.95] and sweetness index (total sugars/total acids content ratio) were calculated manually.

Field resistance to cherry diseases  
The investigation of field resistance to causal agents of cherry leaf spot (*B. jaarii*) and brown rot (*M. laxa*) was conducted according to the VCU test, in compliance with the UPOV procedure (UPOV, 2007). Symptom intensity was determined on a scale from 1 to 9 (1 – no attack, 3 – minor attack, 5 – moderate attack, 7 – strong attack and 9 – very strong attack).

Pollen tubes growth *in vivo* after self-pollination

Two-year old branches with a synchronized population of flowers at late balloon stage (BBCH stage 61) were chosen (selected branches contained about 80-100 flowers). In this manner, about 1.200 flowers were selected, each replication involving 400 flowers from all sides of three sour cherry trees. The flowers were emasculated and protected with paper bags.

Two-year branches at the same stage were also chosen for the open-pollinated variant (1.200 flowers, without emasculation and bagging).

Simultaneously, the anthers of each cultivar were collected and allowed to dehisce for 24-48 hours at 20°C, until

за период от 24-48 часа при 20°C, докато се разтворят и отделят поленови зърна.

Ръчното опрашване на цветове, чиито плодници са отстранени, е извършено в началото на пълен цъфтеж (BBCH етап 65), когато се проявява стигматична секреция.

Самоопрашващите се клонки са изолирани отново с помощта на защитни торбички, които са отстранени за постоянно три седмици след опрашването.

Общо 30 плодника от всеки вариант бяха поставени в FPA (70% етанол, пропионова киселина и формалдехид, 90:5:5 проценти по обем) за 72, 144 и 240 часа след опрашването. Използвано е оцветяване с анилиново синьо (Preil, 1970; Kho and Baër, 1971). Пестиците са отделени от яйчниците, отворени са по протежение на шева и са покрити с обвивка, за да се получи препарат. Яйчниците са разрязани по протежение на шева; външните обвивки (интегументи) на първоначалните яйцеклетки е разрязана надлъжно-тангенциално с бръснач, за да се осигури по-добро наблюдение на проникването на поленова тръба в микропила и нуцелуса (Cerović and Ružić, 1992).

Плодниците са наблюдавани под UV светлина на микроскоп Olympus BX61 и анализирани от софтуер AnalySIS, като е използван Multiple Image Analysis. Поленовите тръби са преброени в основата на пестика (увеличение 200X) и техният брой е представен като средна стойност от три проби за фиксиране. За процент на оплождане се приема общата сума на плодниците с проникване в нуцелуса 144 часа след опрашването.

Плодният завръз е регистриран в началото на периода на зреене (BBCH етап 85), като процент на плодовете към общия брой на опрашените цветове, останали след окончателното фиксиране.

they burst and released pollen grains.

Hand-pollination of emasculated flowers was done at the beginning of full flowering (BBCH stage 65), when stigmatic secretion was evident.

The self-pollinated branches were isolated again using protective bags, which were permanently removed three weeks following the pollination.

A total of 30 pistils of each treatment were fixed 72, 144 and 240 hours after pollination in FPA (70% ethanol, propionic acid and formaldehyde, 90:5:5 percentages by volume). The aniline blue staining was used (Preil, 1970; Kho and Baër, 1971). The styles were separated from the ovaries, opened along the suture and covered with a husk, in order to obtain squash preparations. The ovaries were dissected along the suture; integuments of the primary ovules were cut with a razor blade longitudinally-tangentially, in order to enable better observation of pollen tube penetration in the micropyle and nucellus (Cerović and Ružić, 1992).

The pistils were observed under UV light on the Olympus BX61 microscope and analyzed by AnalySIS software, using Multiple Image Analysis. Pollen tubes were counted at the base of the style (magnification of 200X), and their numbers were presented as average of three fixation samples.

The total of pistils with penetration into the nucellus 144 hours after pollination was taken as the fertilization percentage.

The fruit set was recorded at the beginning of ripening (BBCH stage 85), as the percentage of fruits per total number of pollinated flowers remaining after the final fixation.

## Анализ на данните

За измерените показатели е изчислена стандартната грешка.

Данните са анализирани статистически с помощта на двуфакторен дисперсионен анализ (ANOVA). В резултатите, изразени в проценти, са извършени преобразувания на данните от аркуссинус от корен квадратен.

Значимостта на разликите между средните стойности е определена чрез тест на Дънкан Multiple Range Test при  $P < 0.05$ . Анализът на данните е направен с помощта на SPSS статистически софтуерен пакет, версия 8.0 за Windows (SPSS. Inc., Чикаго, Иллинойс).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Период на зреене и качество на плодовете

Срокът на зреене на плодове на GV-6 по години е отчетен съответно на 10 юни, 2 юни и 9 юни и е значително по-ранен (средно 18 дни) от срока на зреене на стандартния сорт (30 юни, 17 юни и 27 юни, съответно).

По-ранният или по-късен срок на зреене, в сравнение с тези на преобладаващите сортове вишна, осигурява по-ефективно използване на труда и оборудването за прибиране и обработка. Асортимент от сортове с удължен период на прибиране на реколтата с акцент върху по-ранното узряване е посочен като цел от няколко селекционни програми (Apostol, 2011; Querro-Garcia et al., 2019; Schuster, 2019; Radičević et al., 2020). В този смисъл, срокът на зреене на плодове на GV-6 е благоприятен, тъй като не съвпада с узряването на повечето от важните в търговско отношение сортове вишни, като Heimanns Konserven Weichsel, Šumadinka, Rexelle, Kelleris 16 и др. (Milatović et al., 2015).

Качеството на плодовете е

## Data analysis

Standard error was calculated for the measured parameters.

The data were statistically analyzed using two-factor analysis of variance (ANOVA).

In the results expressed in percentages, the arcsin square-root data transformations were performed.

The significance of differences among mean values was determined by Duncan's Multiple Range Test at  $P \leq 0.05$ . Data analysis was done by using SPSS statistical software package, Version 8.0 for Windows (SPSS. Inc., Chicago, IL).

## RESULTS AND DISCUSSION

Ripening season and fruit quality

Ripening time of the GV-6 fruits by years was recorded on June 10<sup>th</sup>, June 2<sup>nd</sup> and June 9<sup>th</sup>, respectively, and was significantly earlier (18 days on average) than ripening time of standard cultivar (June 30<sup>th</sup>, June 17<sup>th</sup> and June 27<sup>th</sup>, respectively).

Earlier or later ripening time compared to those of prevailing sour cherry cultivars provides more efficient use of harvesting and processing labour and equipment.

Assortment of cultivars with extended harvesting period with emphasis on earlier ripening has been identified as a goal of several sour cherry breeding programmes (Apostol, 2011; Querro-Garcia et al., 2019; Schuster, 2019; Radičević et al., 2020).

In that sense, ripening time of GV-6 fruits is favourable, because it does not coincide with ripening of majority of commercially important sour cherry cultivars, such as Heimanns Konserven Weichsel, Šumadinka, Rexelle, Kelleris 16 etc. (Milatović et al., 2015).

Fruit quality is a complex trait,



сложна характеристика, включваща не само показатели като привлекателност на плодовете (размер, цвят), но и съотношението сладост/киселинност, сочност, вкус и консистенция.

Статистическият анализ на морфометричните свойства на плодовете на GV-6 показва значително влияние на генотипа, годината и тяхното взаимодействие върху тегло на плода и относителния дял на костилката; дължината на дръжката е повлияна от генотипа и теглото на костилката според годината (Таблица 1).

including not only parameters of fruit attractiveness (size, colour), but also sweetness/acidty correlation, juiciness, flavour and texture.

Statistical analysis of the morphometric properties of GV-6 fruits showed the significant influence of the genotype, year and their interaction on the fruit weight and stone share; stalk length was influenced by genotype and stone weight by year (Table 1).

**Таблица 1. Морфометрични характеристики на плодове на перспективния генотип на вишна GV-6 в агроекологични условия на Чачак (2016-2018)**  
**Table 1. Fruit morphometric characteristics of promising sour cherry genotype GV-6 in agroecological conditions of Čačak (2016-2018)**

ФАКТОР FACTOR		Тегло на плода Fruit weight (g)	Съотно- шение форма на плода Fruit shape ratio	Дължина на дръшка Stalk length (mm)	Тегло на костилка Stone weight (g)	Дял на костилка Stone share (%)	
генотип genotype (A)	GV-6	6.06±0.14 a	0.82±0.02 a	53.29± 0.82 a	0.43±0.01 a	7.14±0.18 b	
	Heimanns K. W.	5.25±0.14 b	0.87±0.01 a	42.41± 0.59 b	0.43±0.01 a	8.27±0.21 a	
YEAR (B)	2016	6.08±0.21 a	0.88±0.03 a	48.06± 2.48 a	0.44±0.01 b	7.22±0.20 c	
	2017	5.42±0.29 b	0.82±0.02 a	47.69± 2.95 a	0.41±0.01 c	7.73±0.45 b	
	2018	5.47±0.09 b	0.84±0.03 a	47.81± 2.30 a	0.45±0.01 a	8.16±0.24 a	
A × B	GV-6	2016	6.53±0.09 a	0.87±0.04 a	53.02± 2.32 a	0.45±0.01 a	6.90±0.11 c
		2017	6.03±0.12 b	0.82±0.03 a	54.18± 0.10 a	0.41±0.01 a	6.87±0.36 c
		2018	5.62±0.10 bc	0.78±0.02 a	52.68± 1.42 a	0.43±0.01 a	7.65±0.08 b
	Heimanns K. W.	2016	5.63±0.13 bc	0.89±0.04 a	43.10± 0.95 a	0.42±0.00 a	7.54±0.24 b
		2017	4.81±0.22 d	0.82±0.02 a	41.20± 1.19 a	0.41±0.01 a	8.59±0.10 a
		2018	5.31±0.10 c	0.90±0.01a	42.93± 0.84a	0.46±0.01 a	8.67±0.09 a
ANOVA							
A		**	ns	**	ns	**	
B		**	ns	ns	**	**	
A × B		**	ns	ns	ns	**	

\* / ns – значителни / незначителни разлики за P 0,05 (F тест); малките букви в колоните показват значителни разлики за P 0.05 според multiple range test на Дънкан

\* / ns – significant / not significant differences for P ≤ 0.05 (F test); small-case letters in columns indicate significant differences for P ≤ 0.05 according to Duncan's multiple range test

Според класификацията на Milatović et al. (2015), плодовете на GV-6 са едри до много едри (6.06 g); стойността на показателя за форма на плода (0.82) показва бъбрековидна форма, която е обичайна за повечето вишни, включително за стандартния сорт.

Заедно с тъмночервената кожица, цветът, размерът и формата значително допринасят за привлекателността на плодовете GV-6.

Плодовете се характеризират с дълга дръжка (>4.6 cm; Milatović et al., 2015), за разлика от дръжката на стандартния сорт, която е със средна дължина (3.6–4.5 cm; Milatović et al., 2015). Въпреки че няма разлики в теглото на костилката сред генотиповете, плодовете на GV-6 имат по-благоприятен дял на костилката от плодовете на Heimanns Konserven Weichsel.

Плодовете на GV-6 имат статистически значимо по-ниски стойности на разтворими сухи вещества и съдържание на киселини (съответно 13.87% и 1.29%) в сравнение с плодовете на стандартния сорт (съответно 15.38% и 1.72%; Таблица 2), което е очаквано предвид по-ранния период на зреене.

Значително по-ниското съдържание на киселини и относително равномерното съдържание на общи захари водят до еднаква стойност на индекса за сладост, въпреки значително по-високото съдържание на разтворими сухи вещества (PCB) в плодовете на стандартния сорт.

Това е в съответствие с предишни резултати (Radičević et al., 2019), според които при някои генотипове вишни с по-ниска стойност на съдържанието на разтворими сухи вещества индексът на сладост е с най-висока стойност. Стойността на pH на плодовия сок, както се очаква, като се има предвид общото съдържание на

According to classification of Milatović et al. (2015), fruits of GV-6 were classified as large to very large (6.06 g); the value of fruit shape index (0.82) indicated kidney-flattened shape, which is common for the most of sour cherries, including standard cultivar.

Along with dark red skin, colour, size and shape significantly contribute to attractiveness of GV-6 fruits.

The fruits were characterized by long stalk (>4.6 cm; Milatović et al., 2015), unlike the stalk of the standard cultivar which was of medium length (3.6-4.5 cm; Milatović et al., 2015).

Although there were no differences between stone weight among the genotypes, fruits of GV-6 had more favorable stone share than fruits of Heimanns Konserven Weichsel.

The fruits of GV-6 had statistically significant lower values of soluble solids and total acids content (13.87% and 1.29%, respectively) than fruits of standard cultivar (15.38% and 1.72%, respectively; Table 2), which was expected given the earlier ripening time.

Significantly lower content of acids and relatively uniform total sugars content resulted in a uniform value of the sweetness index, despite a significantly higher content of SSC in the fruits of the standard cultivar.

This is in accordance with previous results (Radičević et al., 2019), according to which in some of the sour cherry genotypes with lower value of soluble solids content, sweetness index had the highest value.

The pH value of fruit juice, as expected bearing in mind total acids content, was statistically higher in fruits of GV-6 (3.40)

киселини, е статистически по-висока в плодовете на GV-6 (3.40), отколкото в плодовете на Heimanns Konserven Weichsel (3.13). Според Callahan (2003), нивото на киселинност може да повлияе на възприемането на сладостта – плодове с високо съдържание на захар и умерено ниво на киселина могат да се възприемат като сладки, както плодове с умерено съдържание на захар и ниско съдържание на киселини.

than in fruits of Heimanns Konserven Weichsel (3.13).

According to Callahan (2003), acidity level may affect the perception of sweetness – fruits with high sugar content and moderate level of acid can be perceived as sweet as fruits with moderate sugar content and low acids.

**Таблица 2. Химичен състав на плодове на перспективен генотип вишна GV-6 в агроекологични условия на Чачак (2016-2017)**  
**Table 2. Fruit chemical composition of promising sour cherry genotype GV-6 in agroecological conditions of Čačak (2016-2017)**

ФАКТОР /FACTOR	Съдържание на разтворени или сухи вещества / Soluble solids content (%)	Съдържание на захар / Sugar content (%)			Общи киселини / Total acids (%)	pH	Показател на сладост / Sweetness index		
		Общи/ Total	Инвертни/ Inverted	Захароза/ Sucrose					
генотип / genotype (A)	GV-6	13.87±0.22 b	9.56±0.43 a	8.59±0.42 a	0.93±0.36 a	1.29±0.21 b	3.40±0.06 a	7.10±0.63 a	
	Heimanns K. W.	15.38±0.16 a	10.23±0.43 a	9.06±0.37a	1.11±0.28 a	1.72±0.27 a	3.13±0.06 b	6.17±0.57 a	
година / year (B)	2016	14.85±0.22 a	9.81±0.34 a	8.74±0.36 a	1.02±0.26 a	1.48±0.26 a	3.27±0.07 a	6.51±0.68 a	
	2017	14.40±0.40 a	9.98±0.54 a	8.91±0.43 a	1.12±0.41 a	1.53±0.38 a	3.26±0.09 a	6.77±0.59 a	
A × B	GV-6	20	14.40±10.12±	8.95±8.23±	1.12±0.74±	1.32±1.26±	3.41±3.38±	6.91±7.30±	
		16	0.08 b	0.21 ab	0.35 a	0.38 ab	0.27 a	0.03 a	1.06 a
		20	13.33±9.01±	8.23±8.68±	0.74±0.68±	1.26±0.41±	1.26±0.36±	3.38±0.12±	7.30±0.91±
		17	0.20 c	0.75 b	0.68 a	0.41 c	0.36 a	0.12 a	0.91 a
	Heimanns K. W.	20	15.30±9.51±	8.53±8.53±	0.91±0.62±	1.64±0.32±	3.12±0.05±	6.11±1.00±	
		16	0.32 a	0.67 b	0.62 a	0.32 bc	0.35 a	0.05 a	1.00 a
		20	15.47±10.95±	9.59±9.59±	1.30±1.30±	1.81±1.81±	3.14±3.14±	6.23±6.23±	
		17	0.14 a	00 a	0.03 a	0.07 a	0.45 a	0.12 a	0.78 a
ANOVA									
A	**	ns	ns	ns	**	**	ns		
B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
A × B	**	**	ns	**	ns	ns	ns		

\* /ns – значителни / незначителни разлики за P 0,05 (F тест); малките букви в колоните показват значителни разлики за P 0,05 според multiple range test на Дънкан

\* /ns – significant / not significant differences for P ≤ 0.05 (F test); small-case letters in columns indicate significant differences for P ≤ 0.05 according to Duncan's multiple range test

Полска устойчивост на гъбни болести

Листните петна, причинени от *B. jaarii* е едно от най-сериозните гъбни

Field resistance to fungal diseases

Cherry leaf spot, caused by *B. jaarii* is one of the most serious fungal

заболявания по вишната, засягащо предимно листата (силно нападнатите дървета могат да бъдат напълно обезлистени до средата на лятото). От друга страна, кафявото гниене, причинено от *Monilinia* spp., предизвиква гниене на цветовете и латорастите, както и гниене на плодовете.

Поради големия брой пръскания, необходими за борба с гъбните заболявания, високите разходи за пръскания и изискванията за намаляване на химически обработки, устойчивостта спрямо бяла ръжда и кафявото гниене са много важни цели при размножаване на черешите (Querro-Garcia et al., 2019)

По отношение на устойчивостта към *B. jaarii*, GV-6 се представя с отлични характеристики, като е почти без симптоми през първата и втората година от изследването (Фигура 1).

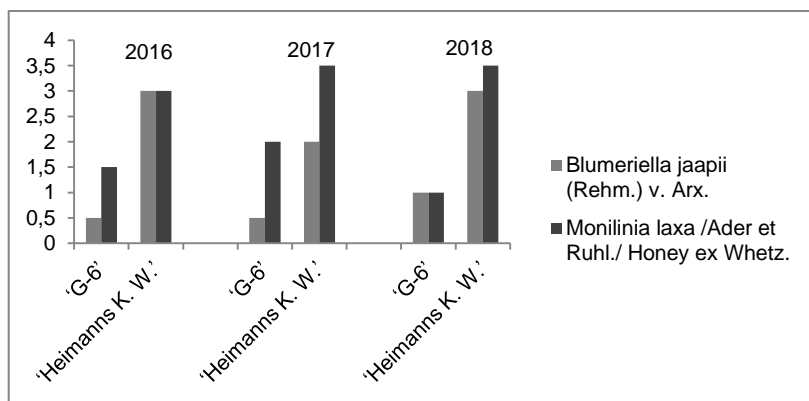
Това се очакваше, като се има предвид, че този генотип е избран, наред с други положителни качества, поради изразената си резистентност към *B. Jaarii*, което е цел на клоновата селекция на вишна във FRI (Radičević et al., 2016).

diseases of sour cherry, mainly affecting the leaves (strongly attacked trees may be completely defoliated by mid-summer). On the other hand, brown rot, caused by *Monilinia* spp., mainly induces blossom and spur blight, as well as fruit rot.

Due to a large number of sprays required to control fungal diseases, high costs of sprays and the requirements for reducing chemical treatments, tolerance to cherry leaf spot and brown rot are very important breeding objectives in cherries (Querro-Garcia et al., 2019).

In terms of resistance to *B. jaarii*, GV-6 performed excellent characteristics, being almost without symptoms in the first and second year of the research (Figure 1).

It is expected, bearing in mind that this genotype is selected, among other positive things, for showing pronounced resistance to cherry leaf spot, which is a goal of sour cherry clonal selection at FRI (Radičević et al., 2016).



**Фиг. 1. Полска устойчивост на перспективен генотип вишна GV-6 към причинители на болести по черешите (2016-2018г.) по скала на UPOV**  
**Fig. 1. Field resistance of promising sour cherry genotype GV-6 to causal agents of cherry diseases (2016-2018)**

Що се отнася до нападението на *M. laxa*, GV-6 показва по-добри резултати в сравнение с Heimanns Konserven Weichsel, с интензитет на симптомите, оценен на максимум 2, което е подобно на получените по-рано резултати (Radičević et al., 2018).

По-голямата част от генотиповете на вишни показват толерантност към едно от гъбните заболявания и не проявяват толерантност към другото. Szódi et al. (2008) препоръчват като родител в селекционни програми местна унгарска селекция Czegody за резистентност към *M. laxa*; едновременно с това има данни, че същият генотип е податлив към *B. jaapii* (Schuster, 2004). Предвид тези факти, особено внимание трябва да се обърне на генотиповете които показват ниско ниво на симптоми и към двата патогена. Като се има предвид периодът за ранно узряване и качеството на плодовете, е ясна причината за включването на GV-6 в настоящата програма за отглеждане на вишни FRI (Radičević et al., 2020).

#### Ниво на самосъвместимост

Плодовитостта при вишните се контролира от система за гаметофитна самонесъвместимост, подобна на други видове *Rosaceae*, но по-сложна, отколкото при диплоидните. Загубата на самонесовместимост при вишните се причинява от генетични промени, а не от самата полиплоидия (Tsukamoto et al., 2010). Ако едно диплоидно поленово зърно от вишна съдържа поне един функционален S-хаплотип, който съвпада с функционален S-хаплотип в пестика, прашецът ще бъде самонесъвместим; в този случай възниква инхибиране в пестика на растежа на поленовите тръби – поленовите тръбички растат нормално и след това растежът им спира на около половината път надолу по пестика.

Анализът на показателите за

As for manifestation of *M. laxa* pressure, GV-6 showed better performance in comparison with the Heimanns Konserven Weichsel, with symptom intensity rated at a maximum of 2, which is similar to previously obtained results (Radičević et al., 2018).

The majority of sour cherry genotypes show tolerance to one of the fungal diseases and do not show tolerance to the other. Szódi et al. (2008) as a parent in breeding programmes recommended local Hungarian selection Czegody for resistance to *M. laxa*; simultaneously, the same genotype was reported as susceptible to *B. jaapii* (Schuster, 2004).

Given these facts, particular attention should be paid to genotypes that show a low level of symptoms of both pathogens.

Considering early ripening time and fruit quality, the reason for including GV-6 at the current FRI sour cherry breeding programme (Radičević et al., 2020) is obvious.

#### The level of self-compatibility

Fertility in sour cherry is controlled by a gametophytic self-incompatibility system similar to other *Rosaceae* species, but more complex than in diploid ones. The loss of self-incompatibility in sour cherries is caused by genetic changes, and not polyploidy itself (Tsukamoto et al., 2010).

If a diploid sour cherry pollen grain contains at least one functional S-haplotype that matches a functional S-haplotype in the style, the pollen will be self-incompatible; in that case a stylar inhibition of pollen tube growth occurs – pollen tubes grow normally, and then their growth stops at about half-way down the style.

Analysis of pollen tube growth

ефикасност на растежа на поленовите тръби показва липсата на статистическа значимост между начина на опрашване и сезона на цъфтеж по отношение на броя на поленовите тръбички в основата на пестика (Таблица 3). От друга страна, ефикасността на оплождането е повлияна от взаимодействието на начина на опрашване и годината на изследване (сезонните въздействия се проявяват неравномерно от начините на самостоятелно и открито опрашване). Плодният завръз е повлиян изключително от начина на опрашване.

efficacy parameters showed the absence of statistical significance between pollination mode and flowering season, in terms of the pollen tube number at the base of the style (Table 3).

On the other hand, fertilization efficacy was affected by interaction of pollination mode and year of investigation (the seasonal impacts were manifested unequal by self- and open pollination modes).

The fruit set was influenced by pollination mode exclusively.

**Таблица 3. Ефективност на растежа на поленова тръба в плодниците на обещаващ генотип на вишна GV-6 след самоопрашване (2016-2017)**  
**Table 3. Pollen tube growth efficacy in the pistils of the promising sour cherry genotype GV-6 after self-pollination (2016-2017)**

ФАКТОР FACTOR		Бр. поленови тръби в основата на пестика Pollen tube number at the base of the style	Ефективност на опрашване Fertilization efficacy (%)	Плоден завръз Fruit set (%)	
начин на опрашване pollination mode (A)	Самоопрашване Self-pollination	1.65±0.32 a	43.17±2.53 a	7.24±0.56 b	
	Отворено опрашване Open pollination	2.03±0.16 a	52.50±4.20 a	17.07±1.35 a	
година уеар (B)	2016	2.17±0.30 a	42.50±1.19 a	12.06±2.11 a	
	2017	1.52±0.11 a	53.17±4.68 a	12.26±2.99 a	
A × B	Самоопрашване Self-pollination	2016	2.00±0.63 a	46.67±0.96 a	7.11±0.54 a
		2017	1.30±0.01 a	39.68±5.18 a	7.37±1.23 a
	Отворено опрашване Open pollination	2016	2.33±0.17 a	38.33±0.52 b	17.00±1.62 a
		2017	1.73±0.13 a	66.67±4.22 a	17.14±2.55 a
ANOVA					
A		ns	ns	**	
B		ns	ns	ns	
A × B		ns	**	ns	

ns – значителни / незначителни разлики за P 0,05 (F тест); малките букви в колоните показват значителни разлики за P 0.05 според multiple range test на Дънкан  
 \* / ns – significant / not significant differences for P ≤ 0.05 (F test); small-case letters in columns indicate significant differences for P ≤ 0.05 according to Duncan's multiple range test

Резултатите предполагат, че GV-6 не е самонесъвместим; въпреки че прашецът сам достига успешно до яйцеклетката в някои плодници, той също не е самосъвместим. Според класификацията на Schuster et al.

Results implied that GV-6 is not self-incompatible; although self-pollen successfully reached the ovule in some pistils, it is not self-compatible either. According to the classification of Schuster et al. (2017), partially self-compatible

(2017), частично самосъвместими вишни след самооплождане завръзват плодове в диапазона от 1% до 14%, така че GV-6 (7.24% след самооплождане; Таблица 3) принадлежи към тази категория.

Въпреки че GV-6 не се държи като самонесъвместим, той не трябва да се отглежда като монокултура.

Бъдещите изследвания трябва да бъдат насочени към правилния избор на опрашители за GV-6 в овощни градини с търговски цели, които трябва да включват показатели на растежа на Polenovите тръби *in vivo*, както и припокриване на периода на цъфтеж.

### ИЗВОДИ

Генотип на вишна GV-6, селектиран в Изследователски институт по овощарство, Чачак от естествена популация в региона на Западна Сърбия, се характеризира с ранен срок на зреене, едри плодове с тъмночервена кожа и добро качество, както и с изразена устойчивост към *B. jaapii* и *M. laxa*.

Това е частично самооплождащ се генотип, изискващ съвместими и добре синхронизирани опрашители по отношение на периода на цъфтеж за успешно отглеждане.

Поради положителните си биологични и продуктивни характеристики, генотипът е в процес на признаване и реализация като нов сорт вишна в Република Сърбия.

GV-6 се препоръчва за промишлено отглеждане, както и за селекционна работа, като мъжки/женски родител при разработването на нови сортове вишна.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото проучване е подкрепено от Министерството на образованието, науката и технологичното развитие на Република

sour cherries after selfing set fruits in the range from 1% to 14%, so GV-6 (7.24% after selfing; Table 3) belong to that category.

Although GV-6 did not behave as self-incompatible, it should not be grown as a monoculture.

Future investigation should be directed towards the proper choice of pollenisers for GV-6 in commercial orchards that should include the parameters of pollen tubes growth *in vivo*, as well as flowering time overlap.

### CONCLUSIONS

Sour cherry genotype GV-6, selected at Fruit Research Institute, Čačak from natural population in West Serbia region, is characterized by early ripening time, large fruits of dark red skin and good quality, as well as with pronounced resistance to *B. jaapii* and *M. laxa*.

It is a partially self-fertile genotype, requiring compatible and well synchronized pollenisers regarding flowering time for successful growing.

Due to its positive biological and productive traits, the genotype is under process of being recognized and realized as a new sour cherry cultivar in the Republic of Serbia.

GV-6 is recommended for commercial growing, as well as for breeding work, as a male/female parent in developing new sour cherry cultivars.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This research was conducted under the support of Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia,

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Apostol, J.**, 2011. Breeding of Sweet and Sour Cherry in Hungary. In: Proceedings of the III Conference 'Innovations in Fruit Growing - Improving the Production of Cherries' (D. Milatović, Ed.). Belgrade, Republic of Serbia, pp. 49-57.
2. **Callahan, A.**, 2003. Breeding for Fruit Quality. In: Proceedings of the XXVI International Horticultural Congress: Genetics and Breeding of Tree Fruits and Nuts (J. Janick, Ed.). Toronto, Canada. *Acta Horticulturae*, 622, 295-302.
3. **Cerović, R. and Đ. Ružić**, 1992. Pollen Tube Growth in Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) at Different Temperatures. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 67, 333-340.
4. **Egan, H., R. Kirk and R. Sawyer**, 1981. The Luff School Method. Sugars and Preserves. In: Pearson's Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone, Edinburgh, pp. 152-153.
5. **Iezzoni, A. F., A. Wünsch, M. Höfer, D. Giovannini, M. Jensen, J. Quero-García, J. A. Campoy, A. Vokurka and T. Barreneche**, 2017. Biodiversity, Germplasm Resources and Breeding Methods. In: Cherries: Botany, Production and Uses (J. Quero-García, A. Iezzoni, J. Puławska, G. Lang, Eds.). CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 36-59.
6. **Kho, Y. O. and J. Baër**, 1971. Fluorescence Microscopy in Botanical Research. *Zeiss Information*, 76, 54-57.
7. **Meier, U.**, 2018. Growth Stages of Mono- and Dicotyledonous Plants: BBCH Monograph. Open Agrar Repository. doi: 10.5073/20180906-074619.  
[https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00016780/BBCH%20ENGLISCH\\_%20.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00016780/BBCH%20ENGLISCH_%20.pdf).
8. **Milatović, D., M. Nikolić and N. Miletić**, 2015. Sweet and Sour Cherry, 2<sup>nd</sup> Edition. Scientific Pomological Society of Serbia, Čačak, Republic of Serbia, 540 p. (Sr).
9. **Preil, W.**, 1970. Observing of Pollen Tube in Pistil and Ovarian Tissue by Means of Fluorescence Microscopy. *Zeiss Information*, 75, 24-25.
10. **Quero-García J., A. Iezzoni, G. López-Ortega, C. Peace, M. Fouché, E. Dirlewanger and M. Schuster**, 2019. Advances and Challenges in Cherry Breeding. In: Achieving Sustainable Cultivation of Temperate Zone Tree Fruits and Berries (Lang G.A., Ed.). Burleigh Dodds Science Publishing Limited, Cambridge, UK, pp. 1-34.
11. **Radičević, S., R. Cerović, S. Marić and M. Đorđević**, 2016. Cherry Breeding Work at Fruit Research Institute – Čačak (Republic of Serbia). In: Book of Proceedings of VII International Scientific Agriculture Symposium 'Agrosym 2016' (D. Kovačević, Ed.). Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, pp. 472-478.
12. **Radičević, S., D. Milatović, V. Ognjanov, Z. Keserović and M. Fotirić-Akšić**, 2017. Modern Production of Sweet and Sour Cherries. In: Conference 'Contemporary Fruit Production', 02-03 November 2017, Banja Koviljača, Republic of Serbia (Abstracts), 27-30 (Sr).
13. **Radičević, S., R. Cerović, S. Marić, N. Milošević, I. Glišić, O. Mitrović and A. Koričanac**, 2018. Biological Properties of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Genotypes Newly Developed at Fruit Research Institute, Čačak. *Journal of Pomology*, 52 (202), 59-66.



14. **Radičević, S., S. Marić, R. Cerović, N. Milošević and S. M. Paunović**, 2019. *In situ* Characterization of Some Sweet and Sour Cherry Autochthonous Genotypes in West Serbia Region. In: Proceedings of III International Symposium on Horticultural Crop Wild Relatives (S. Gandev, V. Bozhkova, Ed.). Plovdiv, Republic of Bulgaria. *Acta Horticulturae*, 1259, 81-90.
15. **Radičević, S., S. Marić and R. Cerović**, 2020. Cherry Breeding Work at Fruit Research Institute, Čačak – Past, Present and Future. *Journal of Pomology*, 54 (207/208), 33-40.
16. **Schuster, M.**, 2004. Investigation on Resistance to Leaf Spot Disease (*Blumeriella jaapi*), in Cherries. *Journal of Fruit Ornamental and Plant Research*, 12, 275-279.
17. **Schuster, M.**, 2019. Sour Cherries for Fresh Consumption. In: Proceedings of the VIII International Cherry Symposium (K. Beppu, H. Bessho, T. Haji, H. Yaegaki, D. Matsumoto, Eds.). Yamagata, Japan. *Acta Horticulturae*, 1235, 113-118.
18. **Schuster M., J. Apostol, A.F. Iezzoni, M. Jensen and D. Milatović**, 2017. Sour Cherry Varieties and Improvement. Quero-García J. et al. (eds.). In: Cherries: Botany, Production and Uses (J. Quero-García, A. Iezzoni, J. Puławska, G. Lang, Eds.). CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 95-116.
19. **Statistical Office of the Republic of Serbia**, 2021.  
<https://data.stat.gov.rs/Home/Result/130102?languageCode=sr-Cyrl>
20. **Szódi, S.Z., Zs. Rozsnay, E. Rózsa and G.Y. Turóczi**, 2008. Susceptibility of Sour Cherry Cultivars to Isolates of *Monilia laxa* (Ehrenbergh) Saccardo et Voglino. *International Journal of Horticultural Science*, 14, 83-87.
21. **Szügyi, S., J. Apostol, Zs. Rozsnay, G. Bujdosó and É. Sárdi**, 2016. Examination of Disease Resistant Sour Cherry Genotypes Bred in Hungary. In: Proceedings of Third Balkan Symposium on Fruit Growing (D. Milatović, J. Milivojević, D. Nikolić, Eds.). Belgrade, Republic of Serbia. *Acta Horticulturae*, 1139, 13-18.
22. **Tsukamoto, T., N. R. Hauck, R. Tao, N. Jiang and A. F. Iezzoni**, 2010. Molecular and Genetic Analyses of Four Nonfunctional S-haplotype Variants Derived from a Common Ancestral S-haplotype Identified in Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.). *Genetics*, 184 (2), 411-427.
23. **UPOV**, 2007. Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) and Duke Cherry (*Prunus × gondouini* (Poit. & Turpin) Rehder). Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability.  
<http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg230.pdf>.