

## Качество на сливовата ракия в зависимост от специфичните условия на ферментация и съхранение на сливовата каша\*\*

Бранко Попович<sup>1\*</sup>, Нинослав Никичевич<sup>2</sup>, Веле Тешевич<sup>3</sup>,  
Олга Митрович<sup>1</sup>, Иван Урошевич<sup>4</sup>,  
Неманя Милетич<sup>5</sup>, Александра Коричанак<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Изследователски институт по овощарство, Чачак, 32000 Чачак, Сърбия

<sup>2</sup>Белградски университет, Селскостопански факултет, 1  
1080 Белград, Сърбия

<sup>3</sup>Белградски университет, Химически факултет, 11000 Белград, Сърбия

<sup>4</sup>Университет в Биелина, Селскостопански факултет,  
76300 Биелина, Босна и Херцеговина

<sup>5</sup>Университет в Крагуевац, Агрономически факултет, 32000 Чачак, Сърбия

## Quality of Plum Brandy as Influenced by Specific Fermentation and Storage Conditions of Plum Mash\*\*

Branko Popović<sup>1\*</sup>, Ninoslav Nikićević<sup>2</sup>, Vele Tešević<sup>3</sup>, Olga Mitrović<sup>1</sup>,  
Ivan Urošević<sup>4</sup>, Nemanja Miletić<sup>5</sup>, Aleksandra Korićanac<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fruit Research Institute, Čačak, 32000 Čačak, Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, 11080 Beograd, Serbia

<sup>3</sup>University of Belgrade, Faculty of Chemistry, 11000 Beograd, Serbia

<sup>4</sup>Bijeljina University, Faculty of Agriculture, 76300 Bijeljina, Bosnia-Herzegovina

<sup>5</sup>University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, 32000 Čačak, Serbia

\*E-mail: [bpopovic@institut-cacak.org](mailto:bpopovic@institut-cacak.org)

Original scientific paper

### РЕЗЮМЕ

Качеството на сливовата ракия зависи от всички технологични операции, използвани при преработката на плода в ракия. Най-разпространеният начин за производство на сливова ракия в малки, селски, занаятчийски дестилерии в Сърбия включва ферментация на цели несмлени плодове и двойна дестилация в

### SUMMARY

The quality of plum brandy depends on all technological operations used in the plum processing into brandy. The most common way of plum brandy production in small, rural, artisan distilleries in Serbia involves fermentation of whole uncrushed fruits and double distillation in alembic, resulting plum brandy with traditional sensory characteristics (heavy-flavoured plum

алембик, в резултат на което се получава сливова ракия с традиционни сензорни характеристики (сливова ракия с тежък вкус). Този традиционен вид сливова ракия може да е неприемлив за съвременните потребители, които са свикнали на такива с лек аромат. Проблемът се задълбочава, ако новите сортове сливи (Чачанска родна и Стенлей) се използват като суровина за производството на ракия по същия начин като стария сорт Пожегача.

Независимо от това, поради недостатъчни технологични умения и липса на модерно оборудване, малките дестилерии рядко променят някои стъпки от стария производствен процес. Статията показва как незначителни промени в процеса на производство на сливова ракия, които са лесни за изпълнение в малки дестилерии, могат да повлияят на производството на по-качествени сливови ракии. Представени са влиянието на ферментацията на сливовите плодове, които се обработват по различни начини (цели плодове без смачкване, цели смачкани плодове, смачкани плодове без костилки) и продължителността на съхранение на ферментирани каши от натрошени сливи с костилки (дестилация на кашата непосредствено след ферментацията и 15 дни след ферментацията) за качеството на сливовата ракия. Сред анализираните показатели на качеството на сливовата ракия различията в условията на ферментация и съхранение на кашата оказват съществено влияние върху съдържанието на метанол, естери, общи киселини и бензалдехид в сливовата ракия, както и сензорното им качество.

**Ключови думи:** *Prunus domestica* L., преработка на слива, сливова ракия, химичен състав, сензорни характеристики

brandy).

This traditional type of plum brandy may be unacceptable to modern consumers who are accustomed to the light-flavoured ones.

The problem is intensified if new plum varieties (Čačanska rodna and Stanley) are used as a raw material for the production of brandy in the same way as an old cultivar Požegača.

Regardless of that, due to insufficient technological skills and lack of modern equipment, small distilleries rarely change certain steps of the old production process.

The paper shows how minor changes in the process of plum brandy production, which are easy to implement in small distilleries, can affect the production of higher quality plum brandies.

The influence of fermentation of plum fruits that are processed in different ways (whole fruits without crushing, whole crushed fruits, crushed fruits without stones) and storage length of fermented mashes from crushed plums with stones (distillation of the mash immediately after fermentation and 15 days after completed fermentation) on the quality of plum brandy are presented.

Among the analyzed parameters of plum brandy quality, differences in fermentation and storage conditions of mashes significantly influenced the contents of methanol, esters, total acids and benzaldehyde in plum brandy, as well as their sensory quality.

**Key words:** *Prunus domestica* L., plum processing, plum brandy, chemical composition, sensory characteristics

## УВОД

Векове наред, най-разпространеният метод за производство на сливова ракия в малките селски дестилерии в Сърбия е включвал използването на стари сортове сливи (Пожегача и други местни, така наречените ракиени сортове), спонтанна ферментация на цели несмачкани плодове в отворени съдове и двойна дестилация в дестилатор.

Промените в сливовия асортимент и все по-широкото използване на сортове като Стенлей, Чачанска родна и други, характеризиращи се с по-едри и по-твърди плодове в сравнение с традиционно използваните сортове, наложи промяна в метода им на обработка. А именно, при новите сортове алкохолната ферментация на твърди, несмачкани плодове започва бавно и продължава дълго. В практиката се забелязва, че сливовите ракии, произведени от нови сортове по този „старомоден начин“, често се характеризират с множество дефекти на сензорното качество, което е особено изразено, ако ферментиралите каши се съхраняват дълго време.

Освен промените в сливовия асортимент, редица различни подобрения са предложени в технологичния производствен процес с цел подобряване на качеството на сливовата ракия.

Въпреки че благоприятният ефект от ферментацията на сливи в затворени съдове върху качеството на сливовата ракия (Rašić, 1954; Paunović, 1991) е наблюдаван отдавна, в много малки дестилерии все още е налице алкохолна ферментация в отворени съдове.

Независимо от ферментацията в отворени съдове, смилането на плодове от сорт Пожегача допринася

## INTRODUCTION

For centuries, the most common method of plum brandy production in small rural distilleries in Serbia involved the use of old plum cultivars (Požegača and other indigenous, the so-called brandy cultivars), spontaneous fermentation of whole uncrushed fruits in open vessels and double distillation in an alembic.

Changes in plum assortment and ever-increasing use of the cultivars such as Stanley, Čačanska rodna and other, characterized by larger and firmer fruits compared to traditionally used cultivars, demanded a change in the method of plum processing.

Namely, in new cultivars, alcoholic fermentation of firm, uncrushed fruits starts slowly and takes long.

In practice, it has been noticed that plum brandies produced from new cultivars in this “old fashioned way”, are often characterized by numerous defects of sensory quality, which is particularly pronounced if fermented mashes are stored long.

In addition to changes in the plum assortment, a number of different improvements in the technological process of production have been proposed in order to improve the quality of plum brandy.

Although beneficial effect of plum fermentation in closed vessels on quality of plum brandy (Rašić, 1954; Paunović, 1991) has been long observed, in many small distilleries, alcoholic fermentation in open vessels has still been present.

Regardless of the fermentation in open vessels, crushing fruits of Požegača has contributed to a decrease in the

за понижаване на съдържанието на някои компоненти (най-вече естери, киселини и алдехиди) в сливовата ракия (Paunović, 1991). Прекомерни количества от тези елементи могат да имат отрицателно въздействие върху сензорните качества на сливовата ракия (остър мирис на оцет и разтворител и кисел вкус), което я прави неприемлива за съвременния потребител.

Отстраняването на костилките води до понижаване съдържанието на елементи (HCN, бензалдехид, етил карбамат), които в прекомерни концентрации могат да имат отрицателно въздействие върху качеството на сливовата ракия (Paunović and Nikićević, 1989).

Освен това, дестилацията на ферментирала каша веднага след приключване на ферментацията понижава съдържанието на нежелани елементи (предимно метанол, бензалдехид, естер и летливи киселини) и значително подобрява сензорните качества на сливовата ракия в сравнение с ракии, произведени след дълго съхранение (2 месеца и по-дълги) на кашата (Popović et al., 2009).

Като се има предвид промените в сливовия асортимент, както и изисквания на потребителите, предпочитащи сливови ракии с по-лек аромат и същевременно запазен традиционен характер, целта на изследването бе да се прецени дали и до каква степен минималните промени (включително смачкване на плодове, отстраняване на костилките едновременно със смачкването на плодовете, както и краткотрайното съхранение на ферментирала каша) по „стария преработвателен метод за сливи“ може да допринесе за подобряване на сензорните качества на сливовите ракии, произведени от по-нови сортове.

content of some components (mostly esters, acids and aldehydes) in plum brandy (Paunović, 1991).

These components in excessive quantities may have negative effects on sensory quality of plum brandy (sharp vinegar-like and solvent-like odour and sour taste), making it unacceptable for modern consumers.

The removal of stones affects a decrease in contents of the components (HCN, benzaldehyde, ethyl carbamate) which in excessive concentrations may have negative effects on plum brandy quality (Paunović and Nikićević, 1989).

In addition, distillation of fermented mash immediately after fermentation is completed reduces the content of undesirable components (primarily methanol, benzaldehyde, ester and volatile acids) and significantly improves sensory quality of plum brandy in comparison to brandies produced from long-stored (2 months and longer) mashes (Popović et al., 2009).

Having in mind changes in plum assortment, as well consumer demands preferring plum brandies of lighter aroma and at the same time of preserved traditional character, the aim of the work was to assess whether and to what extent minimal changes (which include crushing fruits, removing stones simultaneously with crushing fruits as well as short-term storage of fermented mash) of an “old plum processing method” can contribute to the improvement of sensory quality of plum brandies produced from newer plum cultivars.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Плодовете на сливови сортове Пожегача (ПО), Стенлей (СТ) и Чачанска родна (ЧР) са брани в пълна зрялост в опитната овощна градина на Изследователски институт по овощарство, в местността Прелинско бърдо. Теглото на плода е 17.41 г (ПО), 33.47 г (СТ) и 36.32 г (ЧР). Делът на костилките в плодовете е 4.71% (ПО), 5.83% (СТ) и 3.72% (ЧР).

Съдържанието на разтворимо сухо вещество е 18.40% (ПО), 18.10% (СТ) и 22.60% (ЧР), а рН стойността е 4.02 (ПО), 3.57 (СТ) и 3.75 (ЧР).

В първия експеримент, при алкохолна ферментация в отворени съдове с обем 30 L (3 съда с по 20 kg сливи за всеки вариант) са поставени сравнително 1) цели несмачкани плодове и 2) цели смачкани плодове от сорт Пожегача.

Приложена е спонтанна алкохолна ферментация, предизвикана от местната микрофлора на сливовите плодове.

Кашата е дестилирана веднага след приключване на алкохолната ферментация.

Във втория експеримент, е приложена алкохолна ферментация и при трите сливови сорта (3 съда по 20 kg сливи за всеки вариант), като са използвани 1) смачкани плодове, предварително обезкостени ръчно, 2) цели смачкани плодове с костилки. И в двата случая кашите са дестилирани веднага след завършване на спонтанната ферментация. Освен това във вариант 3), ферментирали каши от цели смачкани плодове се дестилират 15 дни след приключване на спонтанната алкохолна ферментация.

Във всички варианти на експеримента, продължителността и завършването на алкохолната ферментация са контролирани чрез намаляване на съдържанието на разтворимо сухо вещество в сливовата каша (използван е ръчен

## MATERIAL AND METHODS

Fruits of the plum cultivars Požegača (PO), Stanley (ST) and Čačanska rodna (ČR) were picked at full maturity in the experimental orchard of the Fruit Research Institute, at the locality Preljinsko brdo.

The fruit weight was 17.41 g (PO), 33.47 g (ST) i 36.32 g (ČR). The stone share in fruit was 4.71% (PO), 5.83% (ST) and 3.72% (ČR).

The content of soluble dry matter was 18.40% (PO), 18.10% (ST) and 22.60% (ČR), and pH value 4.02 (PO), 3.57 (ST) and 3.75 (ČR).

In the first experiment, on alcoholic fermentation in open vessels of 30 L volume (3 vessels of 20 kg plums per each variant) were placed comparatively 1) whole uncrushed fruits, and 2) whole crushed fruits of Požegača.

Spontaneous alcoholic fermentation caused by indigenous microflora of plum fruits was applied.

The mash was distilled immediately after alcoholic fermentation was completed.

In the second experiment, applied on all three plum cultivars, on alcoholic fermentation (3 vessels of 20 kg plums for each variant) were placed comparatively 1) crushed fruits previously destoned manually, 2) whole crushed fruits with stones. In both cases, mashes were distilled immediately after completion of spontaneous fermentation. Apart from that, in variant 3) fermented mashes from whole crushed fruits were distilled 15 days after spontaneous alcoholic fermentation was completed.

In all variants of the experiment, the duration and completion of alcoholic fermentation were controlled by a decreasing in soluble dry matter content in the plum mash (a manual refractometer 3828 Carl Zeiss was used).

рефрактометър 3828 Carl Zeiss).

Дестилацията на ферментирани каша се извършва по същия начин в опитно-промишлен дестилатор с обем 25 L. Получените първи дестилати съдържат около 28% v/v етанол. По време на втората дестилация (повторна дестилация на първите дестилати) са отделени три фракции: главна (1% от първия дестилат, поставен в дестилатор), пикова (съдържанието на етанол в тази фракция е приблизително 60% v/v) и крайна.

Само пиковата фракция, предварително разрежена с дейонизирана вода до 45% v/v етанол, е използвана за по-нататъшни анализи.

За анализ на основните качествени показатели на сливовите ракии са използвани официални методи (Official gazette of Yugoslavia, 1987г.). Сензорната оценка на сливовите ракии е извършена от 5-членен експертен състав по метода на Буксбаум.

Оценени са цвят (0-1 точки), бистрота (0-1), типичност (0-2), мирис (0-6) и вкус (0-10). Общата оценка на сливовата ракия може да варира от 0 до 20 точки.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Алкохолната ферментация на цели несмачкани плодове от сорт Пожегача отне доста повече време (23 дни) от ферментацията на цели смачкани плодове (13 дни) (Таблица 1). Несмачканите плодове отделят сок по-бавно, което води до по-късно начало и намаляване на скоростта на алкохолната ферментация. Най-вероятно това се дължи на апикулатните дрожди, които преобладават в началото на ферментацията на сливовата каша (Satora and Tuszyński, 2005), които проявяват метаболитна активност по-дълго в сравнение с елипсоидните

Distillation of fermented mashes was performed in the same way in a pilot-plant alembic of 25 L volume.

The obtained first distillates contained approx. 28% v/v ethanol. During the second distillation (re-distillation of first distillates) three fractions were separated: head (1% of the first distillate placed in alembic), heart (ethanol content in this fraction was approx. 60% v/v) and tail.

Only the heart fraction, previously diluted by deionized water to 45% v/v ethanol, was used for further analyses.

For the analysis of basic quality parameters of plum brandies, official methods were used (Official gazette of Yugoslavia, 1987).

Sensory evaluation of plum brandies was performed by an expert 5-member panel, using the Buxbaum method.

Colour (0-1 points), clarity (0-1), typicity (0-2), odour (0-6) and taste (0-10) were evaluated. The overall assessment of plum brandy can range from 0 to 20 points.

## RESULTS AND DISCUSSION

Alcoholic fermentation of whole uncrushed fruits of cultivar Požegača took quite longer (23 days) than fermentation of whole crushed fruits (13 days) (Table 1).

Uncrushed fruits release juice more slowly causing later start and decreasing of alcoholic fermentation rate.

It is most likely due to this that apiculate yeasts, which are predominant at the beginning of plum mash fermentation (Satora and Tuszyński, 2005), express metabolic activity longer compared to ellipsoidal yeasts.

The mash from uncrushed fruits is not compact (with much air space among

дрожди. Кашата от несмачкани плодове не е компактна (с много въздушно пространство между плодовете), което прави средата подходяща за оцетнокисели бактерии (Rašić, 1954). Апикулатните дрожди и оцетнокиселите бактерии произвеждат значително повече етилацетат и оцетна киселина (които са доминиращи в общите естери и киселини), отколкото елипсоидните дрожди. Поради това сливовата ракия, произведена от несмачкани плодове, има значително повече естери (около два пъти) и малко повече киселини, в сравнение със сливова ракия от смачкани плодове, което е в съответствие с резултатите на Paunović (1991). Ароматът на етилацетат е подобен на разтворител, докато оцетната киселина има остра миризма и кисел вкус. В повишени концентрации тези съединения могат да маскират финия сортов плодов аромат на ракия, произведена от сорт Пожегача, което я прави по-малко фина и приятна. Повишеното съдържание на тези компоненти оказва отрицателно влияние върху сензорните характеристики на ракията от несмачкани плодове, която е оценена със значително по-ниска оценка (17.08 – сребърен медал) от ракия от смачкани плодове (18.10 – златен медал). От друга страна, повече метанол, фурфурол и бензалдехид са открити в ракия от смачкани плодове в сравнение с ракия от несмачкани плодове. По-добрият контакт на пектиновите вещества и пектолитичните ензими повлиява повишеното производство на метанол по време на ферментацията на смачкани плодове, което също е установено преди това от Paunović (1991). Най-вероятно по същите причини по време на ферментацията на смачкани плодове настъпва повишено отделяне на пентози, които са предшественици на фурфурол. При

fruits), making such an environment suitable for acetic acid bacteria (Rašić, 1954).

Apiculate yeasts and acetic acid bacteria produce significantly more ethyl acetate and acetic acid (which are dominant in total esters and acids) than ellipsoidal yeasts.

For that reason, plum brandy produced from uncrushed fruits had significantly more esters (about twice) and somewhat more acids, compared to plum brandy from crushed fruits, which is in line with results of Paunović (1991).

Aroma of ethyl acetate is solvent-like, whereas acetic acid has sharp odour and sour taste.

In the increased concentrations, these compounds can mask the fine varietal fruity odour of brandy produced from Požegača making it less fine and pleasant.

The increased content of these components had negative effects on sensory characteristics of brandy from uncrushed fruits that was assessed with significantly lower grade (17.08 – silver medal) than brandy from crushed fruits (18.10 – golden medal).

On the other hand, more methanol, furfural and benzaldehyde was found in brandy from crushed fruits compared to brandy from uncrushed fruits.

A better contact of pectin matters and pectolytic enzymes influenced increased generation of methanol during fermentation of crushed fruits, which was also previously found by Paunović (1991).

Most likely, for the same reasons, during fermentation of crushed fruits there came to an increased release of pentoses, which are precursors of furfural.

In crushed plums stones are not

смачканите сливи, костилките не са напълно покрити с мезокарп, така че има по-лесно освобождаване на продуктите от разграждането (HCN, бензалдеhid) на цианогенния гликозид, произхождащ от костилката – амигдалин. Също така, има по-тесен контакт на цианогенния гликозид от мезокарпа – пруназин и специфични ензими в смачканите плодове, което води до по-лесно генериране на бензалдеhid и преминаването му в ракия.

completely covered with mesokarp, so there is an easier release of the degradation products (HCN, benzaldehyde) of the cyanogenic glycoside originated from stone – amygdalin.

Also, there is a tighter contact of cyanogenic glycoside from mesokarp – prunasin and specific enzymes in crushed fruits, leading to easier generation of benzaldehyde and its transfer into brandy.

**Таблица 1. Качество на сливови ракии от сорт Пожегача (45% v/v етанол), произведени чрез обработка на цели несмачкани плодове с костилки и цели смачкани плодове с костилки**

**Table 1. Quality of plum brandies from Požegača (45% v/v ethanol) produced by processing of whole uncrushed fruits with stones and whole crushed fruits with stones**

Характеристики/ Characteristics	Несмачкани цели плодове/ Uncrushed whole fruits (с костилки/with stones)	Смачкани цели плодове/ Crushed whole fruits (с костилки/with stones)
Продължителност на алкохолна ферментация Duration of alcoholic fermentation (дни/days)	23	13
Метанол Methanol (g/L a.a.)	6.55	7.79
HCN (mg/L a.a.)	6.00	0.97
Висши алкохоли/ Higher alcohols (mg/L a.a.)	1119	1021
Естери Esters (mg/L a.a.)	2188	1123
Общи киселини/Total acids (mg/L a.a.)	1649	1416
Общи алдехиди/ Total aldehydes (mg/L a.a.)	70	70
Фурфурол/Furfural (mg/L a.a.)	n.d.*	12
Бензалдеhid/Benzaldehyde (mg/L a.a.)	24	28
Летливи вещества/ Volatile substances (mg/L a.a.)	5050	3670
Летливи вещ. - Общи киселини/ Volat. substances – T. acids (mg/L a.a.)	3401	2254
Обща екстракция/Total extract (g/L)	0.022	0.019
Сензорна оценка (точки)/ Sensory assessment (points)	17.08	18.10

\*не е отчетено/\*n.d. – no detected

Алкохолната ферментация на смачкани плодове от същия сливов сорт най-често отнема приблизително едно и също време, независимо дали смачканите плодове са ферментирали със или без костилки (Таблица 2),

Alcoholic fermentation of crushed fruits of the same plum cultivar most commonly takes about the same time, whether the crushed fruits fermented with or without stones (Table 2), which is in line with our previous work (Popović et



което е в съответствие с предишното ни изследване (Popović et al., 2006).

Сходните физични характеристики на кашите доведоха до това, че сливовите ракии от смачкани плодове (със и без костилки) съдържат почти еднакви количества метанол.

Ако ферментиралата каша се дестилира 15 дни след завършване на ферментацията се стига до повишено съдържание на метанол в сливовата ракия. Това потвърждава предишните резултати на Paunović (1991), Nikićević and Tešević (2005) и Popović et al. (2009), че деметоксилирането на пектина продължава след завършена ферментация, т.е. по време на съхранение на ферментиралата каша.

При дестилацията на ферментирани каши от същия сливов сорт, непосредствено след завършване на ферментацията (независимо че ферментацията включва плодове с или без костилка) се получават сливови ракии (Таблица 2), които съдържат приблизително същите количества от повечето други анализирани компоненти (по-високи алкохоли, естери, общи киселини, общи алдехиди и общ екстракт). Това се обяснява със сходни условия за развитие на местна микрофлора при ферментация на смачкани плодове от един и същ сливов сорт, както с костилките, така и без тях.

Единственото изключение е съдържанието на бензалдехид и HCN, които, като се има предвид, че дестилацията е извършена непосредствено след ферментацията, са малко по-високи в сливовите ракии, произведени от смачкани плодове с костилки, в сравнение с ракиите, произведени от смачкани плодове без костилки, което също се потвърждава от по-ранни проучвания (Paunović and Nikićević, 1989; Popović et al., 2006).

Поради по-голямата степен на разпадане на плодовете, съдържанието на фурфурол е малко

al., 2006).

Similar physical characteristics of the mashes caused that plum brandies from crushed fruits (with and without stones) contained almost the same methanol quantities.

If the fermented mash is distilled 15 days after completion of fermentation there comes to increased methanol content in plum brandy. This confirms the previous results of Paunović (1991), Nikićević and Tešević (2005) and Popović et al. (2009) that demetoxilation of pectin continues after completed fermentation, i.e. during the storage of fermented mash.

Distillation of the fermented mashes of the same plum cultivar immediately after completed fermentation (regardless of the fact that fermentation included fruits with or without stones) yielded plum brandies (Table 2) which contained approximately the same quantities of most of the other analyzed components (higher alcohols, esters, total acids, total aldehydes and total extract).

It can be explained by similar conditions for development of indigenous microflora during fermentation of crushed fruits of the same plum cultivar, both with and without stones.

The only exception are benzaldehyde and HCN contents, which, considering distillation was performed immediately after fermentation, were just slightly higher in plum brandies produced from crushed fruits with stones compared to brandies produced from crushed fruits without stones, that are also confirmed by earlier studies (Paunović and Nikićević, 1989; Popović et al., 2006).

Due to a larger degree of fruits disintegration, furfural content was somewhat higher in plum brandies

по-високо в сливови ракии, произведени от смачкани плодове без костилки. Съхраняването на ферментирала каша с костилки (за 15 дни в открити съдове) най-често предизвиква повишаване на съдържанието на естери и киселини в сливовите ракии. Причината за това най-вероятно е интензивен растеж на оцетнокисели бактерии върху повърхността на ферментиралата каша. В допълнение, дори сравнително краткотрайно съхранение (15 дни) на ферментирала каша с костилки доведе до повишаване на съдържанието на HCN и бензалдехид в получените сливови ракии поради продължителния контакт на ензимите, участващи в цианогенезата и цианогенния гликозид (амигдалин).

Това увеличение на съдържанието на бензалдехид все още е много по-ниско, отколкото по време на дългото (2 месеца) съхранение на ферментирала сливова каша с костилки, което установихме в предишното ни проучване (Popović et al., 2009).

Съхраняването на ферментирала каша в продължение на 15 дни доведе до повишаване на съдържанието на фурфурол в сливовата ракия, което не е установено по време на 2-месечно съхранение на ферментиралата каша (Popović et al., 2009).

Наличието на костилки в кашата от смачкани сливи, дестилирани непосредствено след завършена ферментация, имаше положително въздействие върху сензорните качества на сливова ракия, произведена от сорт Пожегача, докато обратното беше установено при сортове Чачанска родна и Стенлей (Таблица 2).

Очевидно е, че при сорт Пожегача, ароматът на костилки е съвместим с плодовия аромат, осигурявайки по-добро качество на

produced from crushed fruits without stones.

Storing of fermented mashes with stones (for 15 days in open vessels) most commonly caused increase of the esters and acids contents in plum brandies.

The reason for that is most likely an intensive growth of acetic acid bacteria on the surface of fermented mash.

In addition, even a relatively short-term storage (15 days) of the fermented mash with stones led to an increase of the HCN and benzaldehyde content in the obtained plum brandies due to the prolonged enzyme contact involved in cyanogenesis and cyanogenic glycoside (amygdalin).

This increase of benzaldehyde content was still much lower than during the long (2 months) storage of fermented plum mash with stones, which we found in our previous study (Popović et al., 2009).

Storage of fermented mash for 15 days led to an increase in the content of furfural in plum brandy, which was not determined during 2-month storage of fermented mash (Popović et al., 2009).

The presence of stones in the mashes of crushed plums distilled immediately after completed fermentation had positive effects on sensory quality of the plum brandy produced from cultivar Požegača, while the opposite was found in cultivars Čačanska rodna and Stanley (Table 2).

It is evident that in the case of cultivar Požegača, stone-like aroma is compatible to fruity aroma, providing better quality to distillate, whilst in the

дестилата, докато при сортове Стенлей и Чачанска родна ароматът на костилки скрива финия плодов мирис на дестилата. Тези резултати са в съответствие с наши предишни проучвания (Popović et al., 2006).

case of cultivars Stanley and Čačanska Rodna stone-like aroma covers the fine fruity odour of distillate.

These results are consistent with our previous studies (Popović et al., 2006).

**Таблица 2. Влияние на костилка по време на ферментация на кашата и продължителността на съхранение на ферментиралата каша от смачкани плодове върху качеството на сливовата ракия (45% v/v етанол), получена от сортове Чачанска родна (ЧР), Стенлей (СТ) и Пожегача (ПО)**

**Table 2. Influence of the presence of stone during fermentation of mash and duration of storage of boiling mash from crushed fruits on quality of plum brandy (45% v/v ethanol) obtained from cultivars Čačanska Rodna (ČR), Stanley (ST) and Požegača (PO)**

Сорт/Cultivar	Смачкани плодове без костилки 0 дни съхранение /Crushed fruits without stones/ 0 days storage	Смачкани плодове с костилки/0 дни съхранение Crushed fruits with stones/ 0 days storage	Смачкани плодове с костилки/15 дни съхранение Crushed fruits with stones/ 15 days storage
Продължителност на алкохолната ферментация Duration of alcoholic fermentation (дни/days)			
ЧР/ČR	14	14	14 (+15)*
СТ/ST	11	12	12 (+15)*
ПО/PO	13	13	13 (+15)*
Метанол/ Methanol (g/L a.a.)			
ЧР/ČR	4.62	4.83	5.86
СТ/ST	4.73	4.83	6.89
ПО/PO	7.68	7.79	10.96
HCN (mg/L a.a.)			
ЧР/ČR	0.48	0.96	0.97
СТ/ST	3.90	4.81	9.57
ПО/PO	1.44	0.97	1.92
Висши алкохоли Higher alcohols (mg/L a.a.)			
ЧР/ČR	1392	1362	985
СТ/ST	1083	1337	1035
ПО/PO	1148	1021	1021
Естери/Esters (mg/L a.a.)			
ЧР/ČR	1124	1237	1608
СТ/ST	898	901	467
ПО	1727	1123	3352
Общи киселини/Total acids (mg/L a.a.)			
ЧР/ČR	857	889	1064
СТ/ST	618	550	762
ПО/PO	1385	1416	2493
Общи алдехиди/Total aldehydes (mg/L a.a.)			
ЧР/ČR	84	57	70
СТ/ST	79	106	70
ПО/PO	66	70	79
Фурфурол/Furfural (mg/L a.a.)			
ЧР/ČR	13	4	31
СТ/ST	1	1	8
ПО/PO	18	12	28
Бензалдехид/Benzaldehyde (mg/L a.a.)			
ЧР/ČR	14	15	65
СТ/ST	10	12	41
ПО/PO	20	28	68

Летливи вещества Volatile substances (mg/L a.a.)			
ЧР/СР	3484	3564	3823
СТ/СТ	2689	2907	2383
ПО/ПО	4364	3670	7041
Летливи вещества - Общи киселини Volat. subst. – Total acids (mg/L a.a.)			
ЧР/СР	2627	2675	2759
СТ/СТ	2071	2357	1621
ПО/ПО	2979	2254	4548
Обща екстракция/Total extract (g/L)			
ЧР/СР	0.107	0.032	0.039
СТ/СТ	0.020	0.022	0.018
ПО/ПО	0.021	0.019	0.019
Сензорна оценка/Sensory assessment (точки/points)			
ЧР/СР	17.38	17.11	17.68
СТ/СТ	17.25	16.70	17.65
ПО/ПО	17.65	18.10	16.70

\*числото в скоби е броят на дните за съхранение на ферментиралата каша след приключване на ферментация

\*number in brackets is the number of days of storing fermented mash after fermentation is completed

Въпреки това, ако ферментиралите каши с костилки се дестилат след 15 дни съхранение, ситуацията ще се промени. С други думи, сензорното качество на сливова ракия от сорт Пожегача е значително намалено поради увеличаването на съдържанието на естери и киселини, които намаляват фиността на плодовата нотка на аромата. В сливови ракии от ферментирани каши от сортове Чачанска родна и Стенлей, съхранявани 15 дни в отворени съдове, повишеното съдържание на киселини, естери и бензалдехид има положително влияние върху увеличаването на внушителността на тези доста непретенциозни дестилати, придавайки им приятна свежест на мирис и вкус. Трябва да се подчертае, че техните концентрации не надвишават граничните стойности, над които се появяват сензорни недостатъци, както установихме в сливови ракии, произведени от дълго съхранявани каши (2 месеца) в отворени съдове (Popović et al., 2009).

## ИЗВОДИ

Смачкването на сливови плодове намалява продължителността на алкохолна ферментация и

However, if fermented mashes with stones are distilled after 15 days storage, situation will change.

In other words, sensory quality of the plum brandy from Požegača is significantly decreased due to the increase in the esters and acids contents that are reducing the fineness of the fruity note of aroma.

In plum brandies from fermented mashes of cultivars Čačanska Rodna and Stanley, 15 days stored in open vessels, increased contents of acids, esters and benzaldehyde had positive effects on increasing impressiveness of these quite non-impressive distillates giving them pleasant freshness of odour and taste.

It should be emphasized that their concentrations do not exceed the limit values above which manifestation of sensory defects occurs, as we found in plum brandies produced from long stored mashes (2 months) in open vessels (Popović et al., 2009).

## CONCLUSIONS

Crushing plum fruits reduces duration of alcohol fermentation and contributes to obtaining plum brandies

допринася за получаване на сливови ракии с по-добри сензорни характеристики.

В сравнение с кашата от сливи без костилки, наличието на костилки от смачкани сливи не оказва съществено влияние нито върху продължителността на алкохолната ферментация, нито върху съдържанието на повечето от анализираните компоненти в сливовите ракии, ако кашите се дестилират веднага след ферментация. В зависимост от сорта, наличието на костилка в кашата може да има положително (Пожегача) или отрицателно (Чачанска родна, Стенлей) влияние върху сензорните качества на сливовата ракия.

Съхраняването на ферментирала каша с костилки в продължение на 15 дни влияе върху увеличаването на съдържанието на метанол, HCN, бензалдехид, фурфурол, киселини и естери в сливовите ракии. Краткосрочното (15 дни) съхранение на ферментирала каша с костилки може да има отрицателно (Пожегача) или положително (Чачанска родна, Стенлей) въздействие върху сензорните качества на сливовата ракия.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото проучване е подкрепено от Министерството на образованието, науката и технологичното развитие на Република Сърбия, (Договор № 451-03-9/2021-14/200215).

with better sensory characteristics.

Compared to the mash of plums without stones, the presence of stones in the mash from crushed plums has no significant effects, neither on duration of alcohol fermentation nor the contents on most of the analyzed components in plum brandies, if the mashes are distilled immediately after fermentation.

Depending on the cultivar, the presence of stone in the mash may have positive (Požegača) or negative (Čačanska Rodna, Stanley) effects on sensory quality of plum brandy.

The storage of fermented mash with stones during 15 days affects the increase in the content of methanol, HCN, benzaldehyde, furfural, acids and esters in plum brandies.

A short-term (15 days) storage of fermented mash with stones may have negative (Požegača) or positive (Čačanska Rodna, Stanley) effects on sensory quality of plum brandy.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia (Contract number: 451-03-9/2021-14/200215).

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. **Nikićević, N. and V. Tešević**, 2005. Possibilities for Methanol Content Reduction in Plum Brandy. *Journal of Agricultural Sciences*, 50 (1), 49–60.
2. **Official Gazette of Yugoslavia**, 1987. Rulebook on methods of taking samples and performing chemical and physical analyses of alcoholic beverages, 70, 16461–663 (Sr).

3. **Paunović, R.**, 1991. Influence of the Yeasts and Conditions of Alcoholic Fermentation of Fruit Mash on the Composition of Fruit Brandies. *Journal of Scientific Agricultural Research*, 67 (2), 171–176 (Sr).
4. **Paunović, R. and N. Nikićević**, 1989. Origin of Hydrocyanic Acid, Benzaldehyde and Ethyl Carbamate in Fruit Brandies. *Review of Research Work at the Faculty of Agriculture*, 34 (591), 109–124 (Sr).
5. **Popović B., N. Nikićević, J. Gavrilović-Damnjanović, O. Mitrović and D. Ogašanović**, 2006. Characteristics of Plum Brandies Produced from Plum Cultivars Developed in Čačak. *Journal of Pomology*, 40 (3), 263–271 (Sr).
6. **Popović B., N. Nikićević, J. Gavrilović-Damnjanović, O. Mitrović, M. Srečković and D. Ogašanović**, 2009. Quality of Plum Brandy as Affected by the Timing of Distillation of Fermented Plum Mash. *Journal of Pomology*, 43 (3-4), 107–118 (Sr).
7. **Rašić, J.**, 1954. Contribution to the Study of Alcoholic Fermentation of Plums During their Processing into Plum Brandy. *Review of Research Work at the Faculty of Agriculture*, 1, 33–48 (Sr).
8. **Satora, P. and T. Tuszynski**, 2005. Biodiversity of Yeasts During Plum Wegierka Zwyczajla Spontaneous Fermentation. *Food Technology and Biotechnology*, 43 (3), 277–282.