

# Влияние природы сахаросодержащих продуктов на процесс вторичного брожения

ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ  
«ФНЦ пищевых систем  
им. В.М.Горбатова» Российской  
академии наук, Российская Федерация

Л. И. Розина, В. А. Трофимченко

## КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

**Лариса Ильинична Розина**

E-mail: rozina.larisa@yandex.ru

## ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Розина, Л. И., & Трофимченко, В. А.  
(2024). Влияние природы сахаросодер-  
жащих продуктов на процесс  
вторичного брожения. *Хранение и  
переработка сельхозсырья*, 32(4), 45-54.  
[https://doi.org/10.36107/  
spfp.2024.4.590](https://doi.org/10.36107/spfp.2024.4.590)

**ПОСТУПИЛА:** 03.03.2024

**ДОРАБОТАНА:** 12.11.2024

**ПРИНЯТА:** 16.11.2024

**ОПУБЛИКОВАНА:** 27.12.2024

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии  
конфликта интересов.



## АННОТАЦИЯ

**Введение:** Использование белого сахара для приготовления тиражных и экспедиционных ликеров — основных составляющих игристых вин, требует дополнительных производственных затрат, что приводит к повышению себестоимости продукции. Одним из путей решения данной проблемы является поиск альтернативного сахаросодержащего сырья.

**Цель:** Изучение влияния нового вида сахаросодержащего сырья на процесс вторичного брожения при производстве игристых вин классическим бутылочным способом.

**Материалы и методы.** Объектами исследований являлись контрольные образцы тиражных смесей, содержащие тиражный ликер, приготовленный с добавлением белого сахара, и опытные образцы, содержащие тиражный ликер, приготовленный с добавлением глюкозно-фруктозного сиропа (ГФС). В процессе вторичного брожения контролировали давление диоксида углерода в бутылках и микробиологическое состояние тиража.

**Результаты:** Процесс вторичного брожения в образцах протекал с различной интенсивностью и зависел от физико-химического состава исходной тиражной смеси и природы использованного сахаросодержащего сырья. В процессе вторичного брожения наблюдалось постепенное повышение давления диоксида углерода в бутылках. Наиболее интенсивно его рост проходил в опытных образцах, содержащих тиражный ликер, приготовленный с добавлением ГФС. Также установлено, что опытные тиражные смеси забраживали быстрее, концентрация дрожжевых клеток в них была выше в среднем на 10–15 %, а процесс вторичного брожения завершился на 30-е сутки эксперимента. В контрольных образцах прекращение брожения было отмечено на 40-е сутки.

**Выводы:** Использование ГФС при производстве белых игристых вин классическим бутылочным способом приводит к интенсификации процесса вторичного брожения, что позволяет сократить его продолжительность с улучшением качественных характеристик продукции, и тем самым снизит производственные затраты и повысит конкурентоспособность игристого вина.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

игристое вино; белый сахар; глюкозно-фруктозный сироп (ГФС); тиражный ликер; тиражная смесь; вторичное брожение; интенсивность брожения; давление диоксида углерода; микробиологическое состояние тиража; концентрация дрожжевых клеток; себестоимость продукции; классический бутылочный метод

# Influence of the Nature of Sugar-Containing Products on the Secondary Fermentation Process

All-Russian Research Institute of Grain and Products of Its Processing – branch of the Federal Research Centre of Food Systems named after V.M. Gorbатов, Russian Academy of Science, Russian Federation

Larisa I. Rozina, Vladimir A. Trofimchenko

## CORRESPONDENCE:

Larisa I. Rozina,

E-mail: rozina.larisa@yandex.ru

## FOR CITATIONS:

Rozina, L. I., & Trofimchenko, V. A. (2024). Influence of the nature of sugar-containing products on the secondary fermentation process. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(4), 45-54. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.4.590>

RECEIVED: 03.03.2024

REVISED: 12.11.2024

ACCEPTED: 16.11.2024

PUBLISHED: 27.12.2024

## DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



## ABSTRACT

**Introduction:** The use of white sugar for the preparation of tirage and expedition liqueurs, the main components of sparkling wines, requires additional operating costs, which leads to an increase in the cost of production. One of the ways to solve this problem is to search for alternative sugar-containing raw materials.

**Purpose:** To study the influence of a new type of sugar-containing raw materials on the process of secondary fermentation in the production of sparkling wines by the classic bottled method.

**Materials and Methods:** The objects of research were control samples of tirage mixtures containing tirage liquor prepared with the addition of white sugar, and experimental samples containing tirage liquor prepared with the addition of glucose-fructose syrup (GFS). During the secondary fermentation, the pressure of carbon dioxide in bottles and the microbiological state of the circulation were monitored.

**Results:** The process of secondary fermentation in the samples proceeded with varying intensity and depended on the physico-chemical composition of the initial batch mixture and the nature of the sugar-containing raw materials used. During the secondary fermentation, a gradual increase in the pressure of carbon dioxide in the bottles was observed. Its growth was most intense in experimental samples containing a tirage liqueur prepared with the addition of GFS. It was also found that the experimental batch mixtures fermented faster, the concentration of yeast cells in them was 10-15% higher on average, and the secondary fermentation process ended on the 30th day of the experiment. In the control samples, fermentation stop was noted on the 40th day.

**Conclusion:** The use of GFS in the production of white sparkling wines by the classic bottled method leads to an intensification of the secondary fermentation process, which reduces its duration with improved product quality characteristics, and thereby reduces production costs and increases the competitiveness of sparkling wine.

## KEYWORDS

sparkling wine; white sugar; glucose-fructose syrup (GFS); tirage liqueur; tirage mixture; secondary fermentation; fermentation intensity; carbon dioxide pressure; microbiological state of the tirage; yeast cell concentration; production cost; traditional bottle-fermentation method

## ВВЕДЕНИЕ

В России и за рубежом игристые вина чаще всего производят путем вторичного брожения вина в резервуарах периодическим способом (метод Charmat) или непрерывным способом, или классическим бутылочным способом (метод Champenoise) (Just-Borràs et al., 2024; Неровных и соавторы., 2017; Неровных и соавт., 2017). Так называемый «метод Асти» представляет собой модифицированную версию метода Charmat, при котором виноградное сусло ферментируют в резервуарах из нержавеющей стали под давлением. При этом вторичное брожение не проводится (Caliari, 2015). Существует также технология производства игристого вина методом перемещения (трансвазирования, бутылочно-фильтрационный способ). Метод схож с классическим, но минуются стадии ремюажа и дегоржажа, а после вторичного брожения в бутылке и короткого периода выдержки игристое вино вместе с осадком перекачивается в резервуар под давлением. Затем вино фильтруется также под давлением и подается на розлив. Обычно этот метод применяют при розливе игристого вина в маленькие бутылки (до 185 мл) и бутылки большого объема (от трех литров) (Cravero, 2023).

Несмотря на различия в перечисленных способах производства игристых вин, во всех, в качестве сахаросодержащего сырья для вторичного брожения и для достижения в готовой продукции кондиции требуемой по сахару, как правило, используют белый сахар, из которого, предварительно готовят тиражный и экспедиционный ликеры (Kemp et al., 2017; Жёди, 2014). Данная технологическая стадия приготовления этих составляющих требует определенных производственных затрат, что, в свою очередь, увеличивает себестоимость готовой продукции (Томгорова & Трофимченко, 2024; Трофимченко и соавт., 2019, Cisilotto et al., 2023). Снизить затраты и оптимизировать технологические процессы при производстве игристых вин возможно путем замены привычного сахаросодержащего сырья перспективными альтернативными источниками. Кроме того, использование белого сахара в технологии игристых вин может оказывать отрицательное влияние на стабильность готовой продукции (Ribéreau-Gayon et al., 2021).

В различных отраслях пищевой промышленности, наряду с белым сахаром, в качестве альтернатив-

ного сахаросодержащего сырья, применяют в том числе глюкозно-фруктозные сиропы (ГФС), получаемые путем глубокой переработки различного крахмалсодержащего природного сырья (Канарская, 2012; Лукин и соавт., 2021; Мамедов & Баранкова, 2020; Кузьмина и соавт., 2022). ГФС получают путем изомеризации части D-глюкозы крахмала в D-фруктозу, поэтому по сладости и питательной ценности они близки к сахарозе (Paulino et al., 2021). В России ГФС широко используют в кондитерской, хлебопекарной, молочной, консервной промышленности, а также при производстве кваса, безалкогольных напитков и в пивоварении (Аксенов, 2012; Зайнуллин и соавт., 2013; Аксенов, 2007; Гольдштейн и соавт., 2018; Андреев и соавт., 2014; Ермолаева & Сапронова, 2012; Чусова и соавт., 2014; Колобаева и соавт., 2017). Рассмотрены перспективы использования ГФС при производстве сидров, пуаре и другой плодовой алкогольной продукции (Панасюк и соавт., 2022a; Панасюк и соавт., 2022b), а также спиртных напитков виноградного происхождения (Песчанская и соавт., 2020; Андриевская и соавт., 2021).

Изучая влияние различных видов сахара (глюкозы, фруктозы и сахарозы) в полусухих игристых винах и игристых винах брют на их аромат и вкус, (McMahon et al., 2017) установили, что вина с фруктозой и сахарозой обладали более выраженными карамельными, медовыми и ванильными ароматами, по сравнению с теми, где была использована глюкоза. (Crompton et al., 2018) показали, что увеличение содержания сахарозы (тростникового сахара) до 31 г/дм<sup>3</sup> в игристых винах способствовало улучшению пенообразования, но снижению их стабильности, возможно, из-за изменения вязкости вина. (Wilson et al., 2022) изучили влияние типа сахара (тростникового и свекловичного) на качественные показатели игристого вина и обосновали, что тип сахара, используемого для вторичного брожения при производстве игристых вин, может оказывать влияние на содержание летучих веществ в вине, но при этом незначительно влияет в целом на его химический состав. Свекловичный сахар увеличил количество некоторых летучих соединений в игристых винах, вероятно, из-за содержащихся в нем жирных кислот, образующихся в процессе его производства. В частности, отмечено увеличение содержания фенилэтилового спирта, обладающего цветочным ароматом с оттенком розы (Ferreira et al., 2000).

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния природы сахаросодержащего сырья на процесс вторичного брожения при производстве игристых вин классическим бутылочным способом.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Объекты исследования

Объектами исследования являлись образцы тиражных смесей на основе обработанных сухих белых виноматериалов Шардоне.

В соответствии с ГОСТ 33311–2015 были приготовлены две серии тиражных смесей с различным содержанием сахаров. В качестве сахаросодержащего продукта в опытных образцах использовали тиражный ликер, приготовленный с добавлением глюкозно-фруктозного сиропа марки «ГФС-70» (О1, О2, О3), в контрольных — тиражный ликер, приготовленный с добавлением белого сахара (К1, К2, К3).

Во все образцы тиражных смесей перед брожением вносили также дрожжевую разводку, приготовленную из препарата активных сухих дрожжей (АСД) «Litto Levure Elegance» (Германия), 20%-ную водную суспензию бентонита до концентрации 0,2 г/дм<sup>3</sup> и питательные вещества для дрожжей в виде препарата «Биоклин» из расчета 0,3 г/дм<sup>3</sup>.

### Методы

Для определения физико-химических показателей тиражных смесей использовали общепринятые в энохимии методы анализа, согласно действующим стандартам и методикам, утвержденным в установленном порядке.

Величину pH и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) определяли с помощью лабораторного pH-метра «pH 211» («HANNA Instruments», Германия). Качественный и количественный состав сахаров определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе «Agilent Technologies 1200 Series» («Agilent», США). Определение аминного азота проводили йодометрическим методом, аммиачного азота — диффузионным методом. Органо-

лептическую оценку исследуемых образцов осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 32051–2013.

Микробиологический контроль осуществляли методами, принятыми в технологии виноделия (Инструкция по микробиологическому контролю винодельческого производства ИК 9170–1128–00334600–07). Микроскопирование проводили с помощью биологического микроскопа «DMBA 300» («Digital Biological Microscope», «Motic», Испания). Для подсчета количества дрожжевых клеток использовали счетную камеру Горяева.

Вторичное брожение проводили при температуре 12–14 °С. Давление двуокиси углерода в бутылках измеряли афрометром.

### Анализ данных

Все испытания проводили не менее трех раз. Результат определяли в виде среднего арифметического полученных значений. Для подтверждения достоверности полученных результатов проводили статистический анализ с использованием пакета программ Statistics. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (p) принимали равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе работы было проведено исследование влияния природы сахаросодержащих продуктов на качественные характеристики тиражных ликеров. Все образцы приготовленные как с добавлением белого сахара, так и ГФС, по нормируемым физико-химическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ 33311–2015.

### Качественные характеристики тиражных смесей, приготовленных с использованием глюкозно-фруктозного сиропа

Сравнительный анализ физико-химических и органолептических показателей опытных и контрольных образцов тиражных смесей не выявил существенных различий по нормируемым показателям.

**Таблица 1**

Качественный и количественный состав сахаров образцов тиражной смеси

**Table 1**

Qualitative and Quantitative Composition of Sugars of Tirage Mixture Samples

| Наименование показателя                            | Образец тиражной смеси |      |      |      |     |      |
|----------------------------------------------------|------------------------|------|------|------|-----|------|
|                                                    | K1                     | O1   | K2   | O2   | K3  | O3   |
| Массовая концентрация сахарозы, мг/дм <sup>3</sup> | 15,0                   | —    | 13,9 | —    | 8,6 | —    |
| Массовая концентрация глюкозы, мг/дм <sup>3</sup>  | 5,0                    | 8,2  | 4,2  | 7,3  | 3,5 | 4,9  |
| Массовая концентрация фруктозы, мг/дм <sup>3</sup> | 4,3                    | 15,4 | 3,6  | 14,8 | 3,2 | 10,6 |

При этом опытные образцы отличались от контрольных по качественному и количественному составу сахаров (Таблица 1)

Так, образцы тиражных смесей, в составе которых был тиражный ликер, приготовленный с добавлением ГФС, содержали значительно большие концентрации фруктозы и не содержали сахарозы. В то время как в контрольных образцах, приготовленных с использованием тиражного ликера с добавлением белого сахара, количество сахарозы составило более 50%. Кроме того, опытные образцы тиражных смесей имели более выраженные цветочные оттенки в аромате и отличались мягкостью во вкусе, по сравнению с контрольными образцами.

### Сравнительный анализ результатов вторичного брожения тиражных смесей, приготовленных на основе глюкозно-фруктозного сиропа и белого сахара

Одним из важных компонентов тиражной смеси является дрожжевая разводка. Анализ ее микробиологического состояния перед внесением в тиражную смесь показал, что она соответствовала требованиям, предъявляемым к дрожжевой разводке: количество дрожжевых клеток составляло не менее  $80 \times 10^6$  в 1 см<sup>3</sup>, из них почкующихся было — не менее 30%, мертвых — не более 5%; посторонние микроорганизмы (дикие дрожжи, уксуснокислые и молочнокислые бактерии) не обнаружены.

В процессе вторичного брожения каждые 10 дней осуществляли контроль давления диоксида угле-

рода в бутылках и микробиологического состояния бродящей тиражной смеси. Продолжительность процесса вторичного брожения составила 30–40 суток. Окончание брожения фиксировали по прекращению изменения величины давления диоксида углерода в бутылке.

В ходе вторичного брожения наблюдалось постепенное повышение давления в бутылках, причем в течение первых 20 суток оно росло наиболее интенсивно (Рисунок 1).

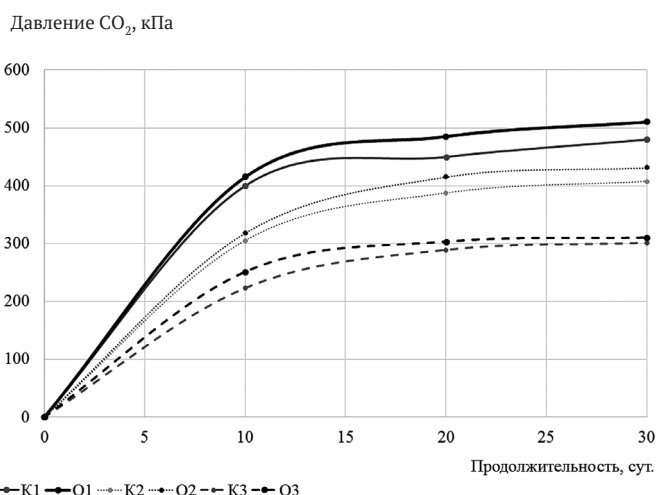
Затем отмечалось снижение интенсивности его роста, что обусловлено практически полным по-

**Рисунок 1**

Изменение давления диоксида углерода в бутылках в процессе вторичного брожения опытных и контрольных образцов тиражных смесей

**Figure 1**

Changes in Carbon Dioxide Pressure in Bottles during Secondary Fermentation of Experimental and Control Tirage Mixture Samples



треблением дрожжами сахаров, содержавшихся в кюве, и повышением давления диоксида углерода в бутылке. Наиболее интенсивно рост давления диоксида углерода проходил в опытных образцах, содержащих в составе тиражный ликер, приготовленный с добавлением глюкозно-фруктозного сиропа.

Таким образом тиражные смеси, в состав которых входил тиражный ликер с ГФС, забраживали быстрее, накопление диоксида углерода проходило более интенсивно, процесс вторичного брожения завершился на 30-е сутки проведения эксперимента, что во многом обусловлено качественным составом сахаров тиражной смеси. В контрольных образцах прекращение брожения было отмечено на 40-е сутки.

Микробиологический контроль  
стадии вторичного брожения

Анализ результатов микробиологического контроля тиражных смесей показал, что во всех образцах (как в контрольных, так и в опытных) винные дрожжи присутствовали в достаточном количестве для обеспечения процесса вторичного брожения и полного сбраживания сахаров (Таблица 2).

В опытных образцах, содержащих в составе тиражный ликер, приготовленный с добавлением глюкозно-фруктозного сиропа, концентрация дрожжевых клеток была выше в среднем на 10–15 %.

Таблица 2  
Микробиологический контроль процесса шампанизации белых вин  
Table 2  
Microbiological Control of the Champagnization Process of White Wines

| Образец | Продол-<br>жительность<br>процесса, сут. | Показатель                    |                                      |                          |                      |
|---------|------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------|
|         |                                          | конц. дрожжей,<br>кл./см³×10⁶ | клеток дрожжей<br>в поле зрения, шт. | почкующиеся<br>клетки, % | мертвые<br>клетки, % |
| К1      | 10                                       | 9,7                           | 36                                   | 13                       | 8                    |
|         | 20                                       | 4,2                           | 17                                   | 5                        | 15                   |
|         | 30                                       | 2,5                           | 10                                   | 0                        | 50                   |
| О1      | 10                                       | 10,0                          | 40                                   | 16                       | 6                    |
|         | 20                                       | 4,6                           | 20                                   | 0                        | 12                   |
|         | 30                                       | 2,3                           | 9                                    | 0                        | 48                   |
| К2      | 10                                       | 14,6                          | 50                                   | 23                       | 11                   |
|         | 20                                       | 4,2                           | 15                                   | 8                        | 16                   |
|         | 30                                       | 3,5                           | 14                                   | 0                        | 36                   |
| О2      | 10                                       | 18,3                          | 63                                   | 25                       | 28                   |
|         | 20                                       | 6,6                           | 24                                   | 0                        | 35                   |
|         | 30                                       | 1,9                           | 8                                    | 0                        | 37                   |
| К3      | 10                                       | 6,4                           | 27                                   | 12                       | 18                   |
|         | 20                                       | 2,1                           | 8                                    | 10                       | 20                   |
|         | 30                                       | 1,3                           | 5                                    | 0                        | 60                   |
| О3      | 10                                       | 8,7                           | 33                                   | 18                       | 34                   |
|         | 20                                       | 2,5                           | 10                                   | 0                        | 38                   |
|         | 30                                       | 1,2                           | 3                                    | 0                        | 67                   |

Использование глюкозно-фруктозного сиропа в составе тиражного ликера не оказало отрицательного влияния на микробиологическое состояние кюве: опытные образцы, также, как и контрольные, не содержали клеток посторонней микрофлоры (диких дрожжей, УКБ и МКБ).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты, полученные в ходе проведенных экспериментов, подтвердили перспективность применения альтернативных источников сахаросодержащего сырья, таких как глюкозно-фруктозный сироп (ГФС), для приготовления тиражных смесей в технологии производства игристых вин. Эти данные находятся в согласии с выводами предыдущих исследований (Cravero, 2023). В частности, Саришвили & Рейтблата (2000) установили, что высокая концентрация сахарозы оказывает негативное влияние на интенсивность развития дрожжей и замедляет процесс брожения при шампанизации. На основании этих исследований в рамках нашего эксперимента было обосновано использование ГФС, которое продемонстрировало отсутствие отрицательного влияния на качественные показатели тиражной смеси. Более того, исключение сахарозы из состава опытных образцов оказалось положительным фактором, что подтверждается результатами стадии вторичного брожения. Так, продолжительность брожения в образцах с использованием ГФС сократилась на 10 суток по сравнению с контрольными образцами, содержащими белый сахар.

Биохимический состав игристых вин подробно изучался в работах Martínez-Rodriguez et al. (2001) и Ubeda et al. (2019). Установлено, что в процессе ферментации под действием дрожжевых ферментов в вине возрастает концентрация таких компонентов, как аминокислоты, жирные кислоты, витамины, а также летучие соединения, ответственные за формирование аромата и вкуса. Результаты нашего исследования показали, что в опытных образцах, приготовленных с использованием ГФС, наблюдалась повышенная концентрация дрожжевых клеток, что способствовало интенсификации процесса вторичного брожения и улучшению органолептических характеристик готового продукта. Это согласуется с выводами зарубежных исследований, свидетельствующих о том, что сокращение

длительности брожения способствует улучшению качества продукции, снижению производственных затрат и повышению конкурентоспособности игристого вина.

Дополнительным преимуществом использования ГФС стало отсутствие посторонней микрофлоры в образцах кюве. Этот эффект связан с особенностями технологии производства сиропа, включающей многоступенчатую очистку до и после изомеризации, что обеспечивает минимальное содержание примесей (Лукин и соавт., 2017).

Все исследованные образцы игристых вин соответствовали требованиям ГОСТ 33336–2015. Органолептическая оценка показала некоторое преимущество образцов, изготовленных с использованием ГФС, что подчеркивает его потенциал как качественного сахаросодержащего компонента.

В перспективе целесообразно проведение дополнительных исследований, направленных на изучение возможности применения ГФС в качестве сырья для приготовления экспедиционного ликера, добавляемого после шампанизации, с целью производства игристых вин различных категорий по массовой концентрации сахаров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования была показана возможность использования глюкозно-фруктозного сиропа при производстве игристых вин классическим бутылочным способом. Замена белого сахара на глюкозно-фруктозный сироп в составе тиражного ликера оказывает положительное влияние на качественные характеристики тиражных смесей, и не оказывает отрицательного влияния на их микробиологическое состояние. Отмечено положительное влияние ГФС на органолептические свойства готовой продукции: более сложный аромат, хорошо выраженные пенистые и игристые свойства, большая мягкость во вкусе. На следующем этапе работы целесообразно исследовать возможность использования ГФС в качестве сахаросодержащего сырья при приготовлении экспедиционного ликера, а также для получения игристых вин разных категорий.

## АВТОРСКИЙ ВКЛАД

**Лариса Ильинична Розина:** руководство и проведение исследований; обработка результатов экспериментов, валидация результатов; редактирование рукописи.

**Владимир Александрович Трофимченко:** проведение исследования, первичная обработка полученных данных, создание черновика рукописи.

## AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Larisa Il. Rozina:** project administration; investigation; formal analysis; validation; writing-review & editing.

**Vladimir Al. Trofimchenko:** investigation; data curation; writing-original draft.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Аксенов, В.В. (2007). Комплексная переработка растительного крахмалсодержащего сырья в России. *Вестник КрасГАУ*, (4), 213–218.
- Aksenov, V.V. (2007). Complex processing of vegetable starch-containing raw materials in Russia. *Bulletin KrasSAU*, (4), 213–218. (In Russ.)
- Аксенов, В.В. (2012). Внедрение инновационных технологий в переработку зернового сырья. *Вестник КрасГАУ*, (2), 208–212.
- Aksyonov, V.V. (2012). Innovative technology introduction into grain raw material processing. *Bulletin KrasSAU*, (2), 208–212. (In Russ.)
- Андреев, Н.Р., Лукин Н.Д., & Папахин, А.А. (2014). Глубокая переработка зерна озимой ржи. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*, 6(43), 9–12.
- Andreev, N.R., Lukin, N.D., & Papahin, A.A. (2014). Deep processing of rye grain. *Agrarian Science of Euro-North-East*, 6(43), 9–12. (In Russ.)
- Андриевская, Д.В., Захаров, М.А., Ульянова, Е.В., & Ободеева, О.Н. (2021). Изучение влияния сахаросодержащего сырья на качественные характеристики коньяков. *Ползуновский вестник*, (1), 34–43. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.005>
- Andrievskaya, D.V., Zakharov, M.A., Ulyanova, E.V., & Obodeeva, O.N. (2021). Research of the influence of sugar-containing raw materials on qualitative characteristics of cognacs. *Polzunovskiy Vestnik*, (1), 34–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.005>
- Гольдштейн, В.Г., Куликов, Д.С., & Страхова, С.А. (2018). Перспективы глубокой переработки зерна пшеницы. *Пищевая промышленность*, (7), 14–19.
- Goldstein, V.G., Kulikov, D.S., & Strakhova, S.A. (2018). Prospects of deep processing of wheat grain. *Food Industry*, (7), 14–19. (In Russ.)
- Ермолаева, Г.А., & Сапронова, Л.А. (2012). Сахар и сахаристые продукты в производстве напитков. *Пиво и напитки*, (3), 36–39.
- Ermolaeva, G.A., & Saproнова, L.A. (2012). Sugar and sugary foods in the manufacture of beverages. *Beer and Beverages*, (3), 36–39. (In Russ.)
- Зайнуллин, Р.А., Кунакова, Р.В., & Кирсанова, В.Ю. (2013). Влияние глюкозно-фруктозного сиропа на особенности брожения дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. *Пиво и напитки*, (6), 46–48.
- Zaynullin, R.A., Kunakova, R.V., & Kirsanov, V.Y. (2013). The influence of glucose and fructose syrup on fermentation of yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Beer and Beverages*, (6), 46–48. (In Russ.)
- Канарская, З.А., & Демина, Н.В. (2012). Тенденции в производстве сахарозаменителей. *Вестник Казанского технологического университета*, 15(9), 145–153.
- Kanarskaya, Z.A., & Demina, N.V. (2012). Trends in the production of sweeteners. *Herald of Technological University*, 15(9), 145–153. (In Russ.)
- Колобаева, А.А., Котик, О.А., Королькова, Н.В., & Бутова, С.В. (2017). Разработка технологии кваса диетического назначения. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 3(54), 151–157. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2017.3.151>
- Kolobaeva, A.A., Kotik, O.A., Korolkova, N.V., & Butova, S.V. (2017). Development of dietary kvass production process. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 3(54), 151–157. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2017.3.151>
- Кузьмина, Е.И., Егорова, О.С., Акбулатова, Д.Р., Свиридов, Д.А., Ганин, М.Ю., & Шилкин, А.А. (2022). Новые виды сахаросодержащего сырья для производства пищевой продукции. *Пищевые системы*, 5(2), 145–156. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-145-156>
- Kuzmina, E.I., Egorova, O.S., Akbulatova, D.R., Sviridov, D.A., Ganin, M.Yu., & Shilkin, A.A. (2022). New types of sugar-containing raw materials for food production. *Food Systems*, 5(2), 145–156. (In Russ.) <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-145-156>
- Лукин, Н.Д., Серегин, С.Н., Сидак, М.В., & Сысоев, Г.В. (2021). Глубокая переработка крахмалсодержащего сырья: современное состояние и перспективы устойчивого развития. *Пищевая промышленность*, (11), 30–41. <https://doi.org/10.52653/PPI.2021.11.11.011>

- Lukin, N.D., Seregin, S.N., Sidak, M.V., & Sysoev, G.V. (2021). Deep processing of starch-containing raw materials: Current state and prospects for sustainable development. *Food Industry*, (11), 30–41. (In Russ.) <https://doi.org/10.52653/PPI.2021.11.11.011>
- Лукин, Н.Д., Пучкова, Т.С., & Пихало, Д.М. (2017). Ионнообменная очистка сиропов из кукурузного крахмала. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (11), 21–25.
- Lukin, N.D., Puchkova, T.S., & Pihalo, D.M. (2017). Ion exchange purification of corn starch syrups. *Storage and Processing of Farm Products*, (11), 21–25. (In Russ.)
- Мамедов, Э.Р., & Баракова, Н.В. (2020). Применение сахаристых крахмалопродуктов в рецептурах ликероводочных изделий. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств»*, (2), 41–48. <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2020-10-2-41-48>
- Mamedov, E.R., & Barakova, N.V. (2020). Addition of starch-derived sweeteners to a liqueur blend. *Scientific Journal NRU ITMO. Series "Processes and Food Production Equipment"*, (2), 41–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2020-10-2-41-48>
- Неровных, Л.П., Агеева, Н.М., & Даниелян, А.Ю. (2017). Влияние биологических средств на процесс вторичного брожения виноматериалов резервуарным способом. *Виноделие и виноградарство*, (6), 11–16.
- Nerovnykh, L.P., Ageeva, N.M., & Danielyan, A.Yu. (2017). Influence of biological agents on the process of secondary fermentation of wine materials by reservoir method. *Viticulture and Winemaking*, (6), 11–16. (In Russ.)
- Неровных, Л.П., Агеева, Н.М., & Даниелян, А.Ю. (2017). Влияние биологических средств на процесс вторичного брожения виноматериалов бутылочным способом. *Виноделие и виноградарство*, (3), 9–15.
- Nerovnykh, L.P., Ageeva, N.M., & Danielyan, A.Yu. (2017). Influence of biological agents on the process of secondary fermentation of wine materials in a bottle way. *Viticulture and Winemaking*, (3), 9–15. (In Russ.)
- Панасюк, А.Л., Кузьмина, Е.И., Егорова, О.С., & Акбулатова, Д.Р. (2022a). Особенности биохимического состава грушевых сброженных материалов, полученных с использованием ГФС. *Пиво и напитки*, (1), 38–41. <https://doi.org/10.52653/PIN.2022.01.01.008>
- Panasjuk, A.L., Kuz'mina, E.I., Egorova, O.S., & Akbulatova, D.R. (2022a). Features of the biochemical composition of pear fermented materials obtained using GFS. *Beer and Beverages*, (1), 38–41. (In Russ.) <https://doi.org/10.52653/PIN.2022.01.01.008>
- Панасюк, А.Л., Кузьмина, Е.И., Розина, Л.И., Акбулатова, Д.Р., & Егорова, О.С. (2022b). Перспективы использования сиропов из зернового сырья в производстве плодовой алкогольной продукции. *Пищевая промышленность*, (9), 8–11. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.9.9.001>
- Panasjuk, A.L., Kuz'mina, E.I., Rozina, L.I., Akbulatova, D.R., & Egorova, O.S. (2022b). Prospects for the use of syrups from grain raw materials in the production of fruit alcoholic beverages. *Food Industry*, (9), 8–11. (In Russ.) <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.9.9.001>
- Песчанская, В.А., Андриевская, Д.В., & Ульянова, Е.В. (2020). Перспективы использования глюкозно-фруктозных сиропов при производстве спиртных напитков. *Пиво и напитки*, (3), 13–16. <https://doi.org/10.24411/2072-9650-2020-10033>
- Peschanskaya, V.A., Andrievskaya, D.V., & Ulyanova, E.V. (2020). Prospects for the use of glucose-fructose syrups in the production of alcoholic beverages. *Beer and Beverages*, (3), 13–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2072-9650-2020-10033>
- Саришвили, Н.Г., & Рейтблат, Б.Б. (2000). Микробиологические основы технологии шампанизации вина. Москва: Пищевая промышленность.
- Sarishvili, N.G., & Rejtlat, B.B. (2000). Microbiological foundations of wine champagnification technology. Moscow: Food Industry. (In Russ.)
- Томгорова, С.М., & Трофимченко, В.А. (2024). Исследование влияния природы сахаросодержащего сырья на качественные показатели тиражного и экспедиционного ликеров. *Пищевая промышленность*, (4), 23–26. <https://doi.org/10.52653/PPI.2024.4.4.004>
- Tomgorova, S.M., & Trofimchenko, V.A. (2024). Study of the influence of the nature of sugar-containing raw materials on the quality indicators of tirage and expedition liqueurs. *Food Industry*, (4), 23–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.52653/PPI.2024.4.4.004>
- Трофимченко, В.А., Осипова, В.П., Махрова, И.В., & Ротару, И.А. (2019). Оптимизация физико-химического состава тиражной смеси при производстве игристых вин в бутылках. *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*, (6), 16–22.
- Trofimchenko, V.A., Osipova, V.P., Makhrova, I.V., & Rotaru, I.A. (2019). Optimization of the tirage mixture physical-chemical composition for producing sparkling wines in bottles. *Technology and the Study of Merchandise of Innovative Foodstuffs*, (6), 16–22. (In Russ.)
- Чусова, А.Е., Романюк, Т.И., Агафонов, Г.В., Алексеева, Н.И., & Баймашова, Н.С. (2014). Напиток для диабетиков. В *Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья: Материалы международной научно-практической конференции* (с. 129–134). Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий.
- Chusova, A.E., Romanyuk, T.I., Agafonov, G.V., Alekseeva, N.I., & Bajmashova, N.S. (2014). Drink for diabetics. In *Innovative solutions in the production of food from vegetable raw materials: Materials of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 129–134). Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies. (In Russ.)
- Caliari, V., Pretto Panceri, C., Rosier, J. P., & Bordignon-Luiz, M. T. (2015). Effect of the traditional, charmat and Asti method production on the volatile composition of Moscato Giallo sparkling wines. *LWT—Food Science and Technology*, 61(2), 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.11.039>

- Cisilotto, B., Scariot, F. J., Schwarz, L. V., Rocha, R. K. M., Delamare, A. P. L., & Echeverrigaray, S. (2023). Are the characteristics of sparkling wines obtained by the traditional or charmat methods quite different from each other? *OENO One*, 57(1), 321–331. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2023.57.1.7313>
- Cravero, M. C. (2023). Innovations in sparkling wine production: A review on the sensory aspects and the consumer's point of view. *Beverages*, 9(3), 80. <https://doi.org/10.3390/beverages9030080>
- Crumpton, M., Rice, C. J., Atkinson, A., Taylor, G., & Marangon, M. (2018). The effect of sucrose addition at dosage stage on the foam attributes of a bottle-fermented English sparkling wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98, 1171–1178. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8570>
- Ferreira, V., Lopez, R., & Cacho, J. F. (2000). Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1659–1667. [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(20000901\)80:11%3C1659::AID-JSFA693%3E3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/1097-0010(20000901)80:11%3C1659::AID-JSFA693%3E3.0.CO;2-6)
- Just-Borràs, A., Alday-Hernández, M., García-Roldán, A., Bustamante, M., Gombau, J., Cabanillas, P., Rozès, N., Canals, J. M., & Zamora, F. (2024). Assessment of physicochemical and sensory characteristics of commercial sparkling wines obtained through ancestral and traditional methods. *Beverages*, 10(4), 103. <https://doi.org/10.3390/beverages10040103>
- Martínez-Rodríguez, A., Carrascosa, A., & Polo, M. (2001). Release of nitrogen compounds to the extracellular medium by three strains of *Saccharomyces cerevisiae* during induced autolysis in a model wine system. *International Journal of Food Microbiology*, 68, 155–160. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00486-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00486-X)
- McMahon, K. M., Diako, C., Aplin, J., Mattinson, D. S., Culver, C., & Ross, C. F. (2017). Trained and consumer panel evaluation of sparkling wines sweetened to brut or demi sec residual sugar levels with three different sugars. *Food Research International*, 99, 173–185. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.020>
- Paulino, B. N., Molina, G., Pastore, G. M., & Bicas, J. L. (2021). Current perspectives in the biotechnological production of sweetening syrups and polyols. *Current Opinion in Food Science*, 41, 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.004>
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., Lonvaud, A., Darriet, P., & Towey, J. (2021). *Handbook of enology. Vol. 2; The chemistry of wine stabilization and treatments*. John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119588320>
- Ubeda, C., Kania-Zelada, I., del Barrio-Galán, R., Medel-Marabolí, M., Gil, M., & Peña-Neira, Á. (2019). Study of the changes in volatile compounds, aroma, and sensory attributes during the production process of sparkling wine by traditional method. *Food Research International*, 119, 554–563. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.032>
- Wilson, A., Charnock, H., Xu, S., & Kemp, B. (2022). Influence of cane and beet sugar for second fermentation on “fruity” aromas in Auxerrois sparkling wines. *OENO One*, 56, 125–134. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.2.4864>