




Исследование влияния рас дрожжей на процесс брожения при производстве безалкогольного сидра




Светлана В. Жуковская	¹	zhu2165@yandex.ru	 0000-0002-2324-6340
Мария В. Бабаева	¹	m-babaeva@mail.ru	 0000-0003-2258-3828
Дмитрий А. Казарцев	¹	kda_79@mail.ru	 0000-0001-6597-2327
Елизавета А. Громова	¹	al.elizaveta-808@mail.ru	

¹ Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, д. 73, г. Москва, 109004, Россия

Аннотация. Исследования влияния рас дрожжей на процесс брожения позволили подобрать чистую дрожжевую культуру для производства безалкогольного сидра, позволяющую получить продукт с органолептическими показателями, приближенными к сидру традиционному. Для получения безалкогольного сидра было проведено исследование процесса брожения яблочного сока прямого отжима из сорта яблок Антоновка различными расами чистых дрожжевых культур. Для исследования подобраны три дрожжевые культуры: Wyeast 4766 Cider, Mangrove Jack's "Cider M02 и Fermentis Saflager S-23 и проанализированы их физические показатели. Процесс брожения контролировался по количеству выделенной углекислоты, по окончании брожения получены физико-химические показатели всех образцов и выявлена дрожжевая культура - Fermentis Saflager S-23, которая позволила получить напиток с показателями, соответствующими задаче исследования. Процесс брожения дрожжевой культурой Fermentis Saflager S-23, был окончен на 5 сутки, содержание этилового спирта составило всего 4% объемных, а аромат и вкус яблочного сусла был характерным и насыщенным. На заключительной стадии исследования были созданы три образца конечного продукта, основным сырьем для которых послужил сброженный яблочный сок каждой из исследуемых культур. Определены их физико-химические и органолептические показатели. Основываясь на полученных данных выявлен лучший образец безалкогольного сидра, который был получен в результате брожения Fermentis Saflager S-23.

Ключевые слова: брожение, дрожжевая культура, яблочный сок, безалкогольный сидр, органолептические показатели, физико-химические показатели.

Study of the influence of yeast races on the fermentation process in the production of non-alcoholic cider

Svetlana V. Zhukovskaya	¹	zhu2165@yandex.ru	 0000-0002-2324-6340
Maria V. Babaeva	¹	m-babaeva@mail.ru	 0000-0003-2258-3828
Dmitry A. Kazartsev	¹	kda_79@mail.ru	 0000-0001-6597-2327
Elizaveta A. Gromova	¹	al.elizaveta-808@mail.ru	

¹ K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University) 73 Zemlyanoy Val street, Moscow, 109004, Russia

Abstract. Studies of the influence of yeast strains on the fermentation process made it possible to select a pure yeast culture for the production of non-alcoholic cider, which makes it possible to obtain a product with organoleptic characteristics close to traditional cider. To obtain non-alcoholic cider, a study was made of the process of fermentation of apple juice of direct extraction from the Antonovka apple variety by various races of pure yeast cultures. Three yeast cultures were selected for the study: Wyeast 4766 Cider, Mangrove Jack's "Cider M02 and Fermentis Saflager S-23, and their physical characteristics were analyzed. The fermentation process was controlled by the amount of carbon dioxide released; at the end of fermentation, physical and chemical parameters of all samples were obtained and a yeast culture was identified - Fermentis Saflager S-23, which made it possible to obtain a drink with indicators corresponding to the task of the study. The fermentation process with the yeast culture Fermentis Saflager S-23 was completed on the 5th day, the ethanol content was only 4% by volume, and the aroma and taste of apple must was characteristic and rich. At the final stage of the study, three samples of the final product were created, the main raw material for which was the fermented apple juice of each of the studied crops. Their physicochemical and organoleptic characteristics have been determined. Based on the data obtained, the best sample of non-alcoholic cider was identified, which was obtained as a result of the fermentation of Fermentis Saflager S-23.

Keywords: fermentation, yeast culture, apple juice, non-alcoholic cider, organoleptic indicators, physical and chemical indicators.

Для цитирования

Жуковская С.В., Бабаева М.В., Казарцев Д.А., Громова Е.А. Исследование влияния рас дрожжей на процесс брожения при производстве безалкогольного сидра // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 4. С. 17–23. doi:10.20914/2310-1202-2022-4-17-23

For citation

Zhukovskaya S.V., Babaeva M.V., Kazartsev D.A., Gromova E.A. Study of the influence of yeast races on the fermentation process in the production of non-alcoholic cider. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 4. pp. 17–23. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-4-17-23

Введение

Сидр – это популярный слабоалкогольный напиток, который обладает тонизирующими свойствами [1]. В состав сидра входит множество органических кислот, макро- и микроэлементов, фенольных соединений и витаминов, поэтому этот напиток оказывает полезное воздействие на организм, способствует улучшению пищеварения. Сидр, как и некоторые столовые вина, способен выводить из организма человека тяжелые металлы и радионуклиды [2].

Исторически сидр является напитком слабоалкогольным. Поскольку в настоящее время спрос потребителей смещается в сторону безалкогольной продукции, что, в первую очередь, обусловлено желанием вести здоровый образ жизни, именно содержание алкоголя является ограничивающим фактором при выборе данного напитка [3]. Поэтому исследования в области производства безалкогольной продукции на основе растительного натурального сырья является актуальным [4].

Получение безалкогольного сидра с органолептическими показателями, приближенными к показателям сидра традиционного, позволит широкому кругу любителей алкогольного сидра, но следящему при этом за здоровьем и питанием, получить достойный аналог любимого напитка, не приносящий вред организму. Создание напитка, именно с максимально схожими органолептическими характеристиками, является главной задачей, поскольку нельзя исключать вкусовые привычки потребителей. Достичь необходимых органолептических характеристик возможно благодаря использованию правильно подобранной дрожжевой культуры.

Процесс брожения при производстве сидра является ключевым этапом производства, поскольку на данном этапе формируются основные ароматические и вкусовые характеристики напитка, они могут сформировать как характерные ноты, так и дополнительные – не характерные, например, существуют специально выведенные дрожжевые культуры, придающие аромат тропических фруктов сидру или пиву. Также дрожжевые культуры имеют ряд основных физических характеристик, которые оказывают прямое влияние на конечный продукт, таким образом, некоторые расы дрожжей будут способствовать полному сбраживанию сахаров, что в следствие приведет к повышенному содержанию алкоголя в конечном продукте, другие же культуры, наоборот, не способны осуществлять полную ферментацию, и в конечном напитке будет отмечено содержание остаточных сахаров [5].

Таким образом, исследование влияния рас дрожжей на процесс брожения при производстве безалкогольного сидра является актуальным, поскольку именно правильно подобранная чистая дрожжевая культура позволит получить безалкогольный сидр с органолептическими показателями, приближенными к показателям сидру традиционному.

Материалы и методы

Для исследования были отобраны яблоки сорта Антоновка по ГОСТ 27572–2017 и три вида чистой культуры дрожжей (ЧДК). В качестве первого образца использовалась чистая дрожжевая культура, специально выращенная для производства сидра – Wyeast 4766 Cider, это дрожжи с большим фруктовым послевкусием [6]. В состав второго образца также вошли сидровые дрожжи расы Mangrove Jack's "Cider M02, они являются штаммом с высоким выделением эфира, открывая полный фруктовый потенциал сока [7]. И в качестве третьего образца, взяты дрожжи, предназначенные для сбраживания пивного сусла – Fermentis Saflager S-23. Более низкая сбраживающая способность данного штамма позволяет делать сидр с более полным вкусом [8].

Физико-химические показатели сброженного яблочного сока и безалкогольного сидра определяли по ГОСТ: объемную долю этилового спирта по ГОСТ 32095–2013; массовую концентрацию сахаров по ГОСТ 13192–73; массовую концентрацию титруемых кислот по ГОСТ 32114–20013; массовую концентрацию летучих кислот по ГОСТ 32001–2012; массовую концентрацию общего диоксида серы по ГОСТ 32115–13; давление двуокиси углерода в бутылке по ГОСТ 12258–79.

Органолептические показатели сброженного яблочного сока и безалкогольного сидра определяли по ГОСТ 6687.5–86.

Результаты и обсуждение

На первом этапе были изучены и проанализированы характеристики подобранных дрожжевых культур. Основные критерии отображены в таблице 1. Толерантность к алкоголю является одним из главных показателей, поскольку наименьшее содержание спирта по окончании процесса брожения позволит сохранить конечному продукту содержание эфиров, отвечающие за аромат и вкус продукта. Дрожжи Fermentis Saflager S-23 за счет невысокой толерантности в сравнении с другими исследуемыми дрожжевыми культурами предположительно позволят получить меньшее содержание этилового спирта по окончании процесса брожения и обеспечить характерный аромат напитку.

Высокая флокуляция послужит упрощению технологическому процессу-снятия сброженного яблочного сока с осадка и последующему удалению остаточных дрожжей при фильтрации сброженного яблочного сока. Высокий уровень флокуляции у Mangrove Jack's "Cider M02 и Fermentis Saflager S-23 служит потенциалом к получению качественного продукта из обеих дрожжевых культур.

Высокая аттенуация послужит полной ферментации сбраживаемых сахаров, вкус напитка будет сухим, а аромат характерный традиционному сидру. Самый высокий уровень аттенуации отмечен у Wyeast 4766 Cider, что

делает данную дрожжевую культуру конкурентоспособной среди других образцов.

Широкий показатель диапазона температуры брожения позволяет ускорить данный технологический процесс. Наиболее широкий диапазон температур отмечен у Mangrove Jack's Cider M02.

Проанализировав физические показатели, можно отметить, что каждая из дрожжевых культур может послужить основным сырьем для производства безалкогольного сидра, поэтому исследование процесса брожения является необходимым для получения продукта, отвечающего изначальным поставленным задачам.

Таблица 1.

Основные характеристики ЧДК

Table 1.

The main characteristics of the BDC

Наименование ЧДК Name of the PYC	Wyeast 4766 Cider	Mangrove Jack's Cider M02	Fermentis Saflager S-23
Толерантность к алкоголю, % Tolerance to alcohol, %	12	15,5	10,5
Диапазон температуры брожения, °C Fermentation temperature range, °C	15–24	12–28	9–22
Флокуляция Flocculation	Низкая Low	Высокая High	
Аттенуация, % Attenuation, %	85	90	83

Для исследования процесса брожения использовали яблочный сок из сорта яблок Антоновка. Для получения яблочного сока яблоки мыли, измельчали, затем осуществляли процесс прессования яблочной мякоти на корзинном дисковом прессе, далее полученный сок осветляли отстаиванием, снимали с осадка, и направляли на приготовление сула.

На втором этапе исследования осуществлялся процесс брожения, полученного яблочного сока. Динамику брожения яблочного сока контролировали по количеству выделенной углекислоты (рисунок 1). Температура брожения и доза дрожжей соответствовала рекомендациям изготовителя. Пробы с исследуемыми образцами ежедневно взвешивали до постоянного веса [9]. По результатам исследования строили график брожения.

Процесс брожения яблочного сока тремя различными дрожжевыми культурами показал, что дрожжи Fermentis Saflager S-23 быстрее остальных исследуемых культур сбродили сахара в этиловый спирт, содержание спирта при этом составило 4% объемных. В то время как дрожжам Wyeast 4766 Cider понадобилось больше времени на данный процесс, а содержание спирта при этом составило 8% объемных и Mangrove Jack's "Cider M02 завершили процесс

брожения последними, содержание полученного спирта – 10%.

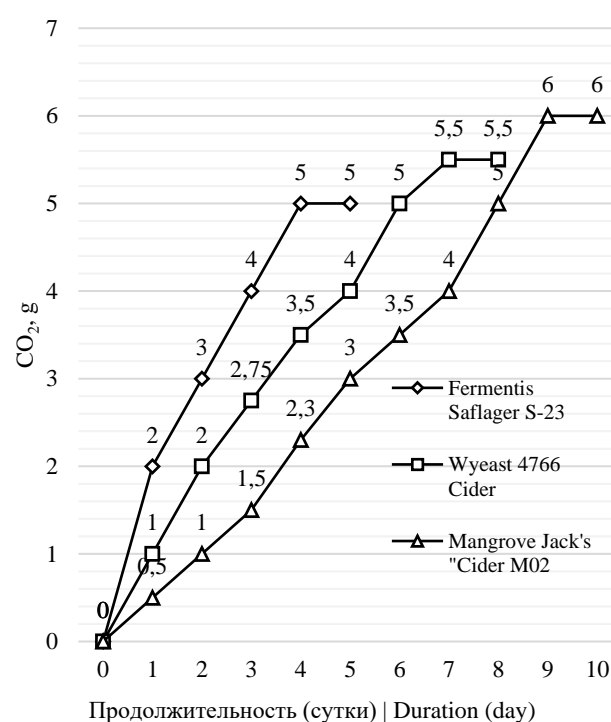


Рисунок 1. Динамика брожения яблочного сока по количеству выделенной углекислоты

Figure 1. Dynamics of fermentation of apple juice by the amount of carbon dioxide released

По окончании процесса брожения после отстаивания сброженного яблочного сока образовался плотный осадок в образцах с ЧДК Mangrove Jack's "Cider M02 и Fermentis Saflager S-23, это облегчило следующие технологические процессы: снятие с осадка и фильтрацию. Дрожжи Wyeast 4766 Cider за счет низкой флокуляции не образовали плотного осадка, тем самым сложнее и дольше отфильтровывались. Данные технологические процессы важны при производстве безалкогольного сидра, поскольку содержание остаточных дрожжей должно быть сведено к минимуму.

По органолептическим показателям, каждый из полученных трех образцов имел характерный аромат сидра традиционного, однако самым полнотелым и насыщенным во вкусе был образец с ЧДК Fermentis Saflager S-23.

Исследование процесса брожения показало, что из данных штаммов дрожжей для усовершенствования технологии безалкогольного сидра лучшим вариантом являются дрожжи Fermentis Saflager S-23, поскольку в результате процесса брожения содержание этилового спирта составило всего 4% объемных, это значительно меньше, чем у других образцов, время процесса брожения также было минимальным, а органолептические показатели выше.

На последнем этапе исследования был произведен безалкогольный сидр из каждого образца, для получения физико-химических и органолептических показателей конечного продукта.

Для получения безалкогольного сидра сброженный яблочный сок, снятый с осадка и отфильтрованный, охладили до температуры близкой к 0 °C и купажировали стабилизированным яблочным соком прямого отжима до содержания этилового спирта не выше 0,5% объемных.

Проанализировав данные конечных трех продуктов, было подтверждено, что подобранные дрожжи расы Fermentis Saflager S-23, благодаря своим физическим показателям, послужат ключевым сырьем, которое позволяет получить безалкогольный сидр с органолептическими показателями максимально приближенному к сидру традиционному (за исключением содержания этилового спирта). Данный штамм дрожжей позволит создать конкурентоспособный товар для алкогольного сидра. Физико-химические и органолептические показатели полученного безалкогольного сидра сравнивали с показателями, прописанными в ГОСТ Р 58011–2017 «Сидры традиционные. Технические условия».

Таблица 2.

Физико-химические и органолептические показатели безалкогольного сидра

Table 2.

Physico-chemical and organoleptic characteristics of non-alcoholic cider

ЧДК PYC	Fermentis Saflager S-23	Wyeast 4766 Cider	Mangrove Jack's "Cider M02
Физико-химические показатели Physico-chemical indicators			
Наименование Name			
Массовая концентрация сахаров, г/дм ³ Mass concentration of sugars, g/dm ³	23	24	22
Объемная доля этилового спирта, %об. Volume fraction of ethyl alcohol, % vol.	0,5	0,5	0,5
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³ Mass concentration of titrated acids, g/dm ³	13	10	8
Массовая концентрация летучих кислот, г/дм ³ Mass concentration of volatile acids, g/dm ³	0, 4	1,0	0,9
Массовая концентрация общего диоксида серы, мл/дм ³ Mass concentration of total sulfur dioxide, ml/dm ³	94	168	152
Давление двуокиси углерода в бутылке, кПа, при температуре 20 °C Pressure of carbon dioxide in the bottle, kPa, at a temperature of 20 °C	200	215	250
Органолептические показатели Organoleptic indicators			
Цвет Colour	Бледно-желтый Pale-yellow		
Аромат Smell	Выраженный яблочный и легкий дрожжевой аромат Pronounced apple and light yeast flavor	Выраженный яблочный Pronounced apple	Слабый яблочный Weak apple
Вкус Taste	Характерный сидру традиционному Characteristic of traditional cider	Яблочный, сладкий Apple, sweet	Плоский Flat
Прозрачность Transparency			
CO ₂	Слабогазированный Slightly carbonated	Газированный Carbonated	Сильногазированный Highly carbonated

Заключение

По результатам исследования влияния рас дрожжей на процесс брожения при производстве безалкогольного сидра было установлено, что из каждой ЧДК, участвовавшей в исследовании (Wyeast 4766 Cider, Mangrove Jack's "Cider M02 и Fermentis Saflager S-23) может быть получен безалкогольный сидр с физико-химическими показателями приближенными к сидру традиционному. Однако, опираясь на полученные данные по органолептическим показателям следует отметить, конечный продукт с использованием Wyeast 4766 Cider имеет яблочный аромат без дрожжевого тока, характерного для сидра традиционного. У конечного продукта с использованием

Mangrove Jack's "Cider M02 аромат напитка слабый, а вкус плоский. Конечный продукт полученный с использованием Fermentis Saflager S-23 имеет интенсивный яблочно-дрожжевой аромат и насыщенный свежий яблочный вкус.

В результате исследования влияния различных рас дрожжевых культур на процесс брожения при производстве безалкогольного сидра подобрана дрожжевая культура Fermentis Saflager S-23, которая обеспечивает физико-химические и органолептические показатели, позволяющие получить безалкогольный сидр с ароматическими и вкусовыми характеристиками, приближенными к сидру традиционному.

Литература

- 1 Жуковская С.В., Бабаева М.В., Казарцев Д.А., Жиров В.М. Исследование динамики химического состава сброженных яблочных соков в процессе уксуснокислой ферментации // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 1–6. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-6
- 2 Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Рейтблат Б.Б. Теория и практика плодового виноделия. М.: Промышленно-консалтинговая группа «Развитие» по заказу ГНУ ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, 2011.
- 3 Кандыбина А.В., Звягинцева М.Г., Комаров А.В., Россихин В.В. Яблочный уксус: приготовление и биологически активные вещества // News of Science and Education. 2017. Т. 3. № 9. С. 026–028.
- 4 Гончаровская И. В., Левон В. Ф. Содержание некоторых биологически активных веществ в яблочном уксусе с разных плодов *Malus Domestica* Borkh // От растения до лекарственного препарата. 2020. С. 217-222.
- 5 Еременко А.С., Синилова Ю.К., Голуб О.В. Оценка качественных характеристик яблочного уксуса // Оценка качества и безопасность потребительских товаров. 2020. С. 49-53.
- 6 Шумская Н.Н., Ломакина С.А., Сердюк В.А., Мальцева Т.А., Куц А.А. Органолептический и сравнительный анализ яблочного и яблочно-грушевого уксусов // Инновационные технологии в науке и образовании (конференция «ИТНО 2020»). 2020. С. 504-507.
- 7 Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Борисова А.Л. Новое направление в производстве пищевого уксуса // Пищевая промышленность. 2017. № 7. С. 58–60.
- 8 Carballo D., Fernández-Franzón M., Ferrer E., Pallarés N. et al. Dietary Exposure to Mycotoxins through Alcoholic and Non-Alcoholic Beverages in Valencia, Spain // Toxins. 2021. V. 13. №. 7. P. 438. doi: 10.3390/toxins13070438
- 9 Rodríguez-Ramos R., Socas-Rodríguez B., Santana-Mayor Á., Rodríguez-Delgado M.Á. A simple, fast and easy methodology for the monitoring of plastic migrants in alcoholic and non-alcoholic beverages using the QuEChERS method prior to gas chromatography tandem mass spectrometry // Analytical and bioanalytical chemistry. 2020. V. 412. №. 7. P. 1551-1561. doi:10.1007/s00216-019-02382-0
- 10 Rascón A.J., Azzouz A., Ballesteros E. Use of semi-automated continuous solid-phase extraction and gas chromatography–mass spectrometry for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in alcoholic and non-alcoholic drinks from Andalucía (Spain) // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. V. 99. №. 3. V. 1117-1125. doi: 10.1002/jsfa.9279
- 11 Jia M., Joyce J.D., Bertke A.S. SARS-CoV-2 survival in common non-alcoholic and alcoholic beverages // Foods. 2022. V. 11. №. 6. P. 802. doi: 10.3390/foods11060802
- 12 Yabaci Karaoglan S., Jung R., Gauthier M., Kincl T. et al. Maltose-Negative Yeast in Non-Alcoholic and Low-Alcoholic Beer Production // Fermentation. 2022. V. 8. №. 6. P. 273. doi: 10.3390/fermentation8060273
- 13 Salanță L.C., Coldea T.E., Ignat M.V., Pop C.R. et al. Non-alcoholic and craft beer production and challenges // Processes. 2020. V. 8. №. 11. P. 1382. doi: 10.3390/pr8111382
- 14 Rezaei H., Moazzen M., Shariatifar N., Khaniki G.J. et al. Measurement of phthalate acid esters in non-alcoholic malt beverages by MSPE-GC/MS method in Tehran city: chemometrics // Environmental Science and Pollution Research. 2021. V. 28. №. 37. P. 51897-51907. doi: 10.1007/s11356-021-14290-x
- 15 Baschali A., Tsakalidou E., Kyriacou A., Karavasiloglou N. et al. Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: A neglected food group // Nutrition Research Reviews. 2017. V. 30. №. 1. P. 1-24.
- 16 Castro-Muñoz R. Membrane technologies for the production of nonalcoholic drinks // Trends in non-alcoholic beverages. 2020. P. 141-165. doi: 10.1016/B978-0-12-816938-4.00005-7
- 17 Lavefve L., Marasini D., Carbonero F. Microbial ecology of fermented vegetables and non-alcoholic drinks and current knowledge on their impact on human health // Advances in food and nutrition research. 2019. V. 87. P. 147-185. doi:10.1016/bs.afnr.2018.09.001
- 18 Díaz-Ufano M.L.L. Consumption estimation of non alcoholic beverages, sodium, food supplements and oil // Nutrición Hospitalaria. 2015. V. 31. №. 3. P. 70-75.
- 19 Suter R., Miller C., Gill T., Coveney J. The bitter and the sweet: a cultural comparison of non-alcoholic beverage consumption in Japan and Australia // Food, Culture & Society. 2020. V. 23. №. 3. P. 334-346. doi: 10.1080/15528014.2019.1679548


20 Bellut K., Michel M., Zarnkow M., Hutzler M. et al. Screening and application of *Cyberlindnera* yeasts to produce a fruity, non-alcoholic beer // *Fermentation*. 2019. V. 5. №. 4. P. 103. doi: 10.3390/fermentation5040103

References

- 1 Zhukovskaya S.V., Babaeva M.V., Kazartsev D.A., Zhirov V.M. Study of the dynamics of the chemical composition of fermented apple juices in the process of acetic acid fermentation. *Proceedings of VSUET*. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 1–6. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-6 (in Russian).
- 2 Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Reitblat B.B. Theory and practice of fruit winemaking. Moscow, Industrial consulting group "Razvitie" commissioned by the State Scientific Institution All-Russian Research Institute of the brewing, non-alcoholic and wine industry, 2011. (in Russian).
- 3 Kandybina A.V., Zvyagintseva M.G., Komarov A.V., Rossikhin V.V. Apple cider vinegar: preparation and biologically active substances. *News of Science and Education*. 2017. vol. 3. no. 9. pp. 026–028. (in Russian).
- 4 Goncharovskaya I. V., Levon V. F. The content of some biologically active substances in apple cider vinegar from different fruits of *Malus Domestica* Borkh. From a plant to a drug. 2020. pp. 217-222. (in Russian).
- 5 Eremenko A.S., Sinilova Yu.K., Golub O.V. Evaluation of the qualitative characteristics of apple cider vinegar. Quality assessment and safety of consumer goods. 2020. pp. 49-53. (in Russian).
- 6 Shumskaya N.N., Lomakina S.A., Serdyuk V.A., Maltseva T.A., Kuts A.A. Organoleptic and comparative analysis of apple and apple-pear vinegar. *Innovative technologies in science and education (conference "ITNO 2020")*. 2020. pp. 504-507. (in Russian).
- 7 Panasyuk A.L., Kuzmina E.I., Borisova A.L. A new direction in the production of food vinegar. *Food Industry*. 2017. no. 7. pp. 58–60. (in Russian).
- 8 Carballo D., Fernández-Franzón M., Ferrer E., Pallarés N. et al. Dietary Exposure to Mycotoxins through Alcoholic and Non-Alcoholic Beverages in Valencia, Spain. *Toxins*. 2021. vol. 13. no. 7. pp. 438. doi: 10.3390/toxins13070438
- 9 Rodríguez-Ramos R., Socas-Rodríguez B., Santana-Mayor Á., Rodríguez-Delgado M.Á. A simple, fast and easy methodology for the monitoring of plastic migrants in alcoholic and non-alcoholic beverages using the QuEChERS method prior to gas chromatography tandem mass spectrometry. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2020. vol. 412. no. 7. pp. 1551-1561. doi:10.1007/s00216-019-02382-0
- 10 Rascón A.J., Azzouz A., Ballesteros E. Use of semi-automated continuous solid-phase extraction and gas chromatography–mass spectrometry for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in alcoholic and non-alcoholic drinks from Andalucía (Spain). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. vol. 99. no. 3. pp. 1117-1125. doi: 10.1002/jsfa.9279
- 11 Jia M., Joyce J.D., Bertke A.S. SARS-CoV-2 survival in common non-alcoholic and alcoholic beverages. *Foods*. 2022. vol. 11. no. 6. pp. 802. doi: 10.3390/foods11060802
- 12 Yabaci Karaoglan S., Jung R., Gauthier M., Kincl T. et al. Maltose-Negative Yeast in Non-Alcoholic and Low-Alcoholic Beer Production. *Fermentation*. 2022. vol. 8. no. 6. pp. 273. doi: 10.3390/fermentation8060273
- 13 Salanță L.C., Coldea T.E., Ignat M.V., Pop C.R. et al. Non-alcoholic and craft beer production and challenges. *Processes*. 2020. vol. 8. no. 11. pp. 1382. doi: 10.3390/pr8111382
- 14 Rezaei H., Moazzen M., Shariatifar N., Khaniki G.J. et al. Measurement of phthalate acid esters in non-alcoholic malt beverages by MSPE-GC/MS method in Tehran city: chemometrics. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. vol. 28. no. 37. pp. 51897-51907. doi: 10.1007/s11356-021-14290-x
- 15 Baschali A., Tsakalidou E., Kyriacou A., Karavasiloglou N. et al. Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: A neglected food group. *Nutrition Research Reviews*. 2017. vol. 30. no. 1. pp. 1-24.
- 16 Castro-Muñoz R. Membrane technologies for the production of nonalcoholic drinks. *Trends in non-alcoholic beverages*. 2020. pp. 141-165. doi: 10.1016/B978-0-12-816938-4.00005-7
- 17 Lavefve L., Marasini D., Carbonero F. Microbial ecology of fermented vegetables and non-alcoholic drinks and current knowledge on their impact on human health. *Advances in food and nutrition research*. 2019. vol. 87. pp. 147-185. doi:10.1016/bs.afnr.2018.09.001
- 18 Díaz-Ufano M.L.L. Consumption estimation of non alcoholic beverages, sodium, food supplements and oil. *Nutrición Hospitalaria*. 2015. vol. 31. no. 3. pp. 70-75.
- 19 Suter R., Miller C., Gill T., Coveney J. The bitter and the sweet: a cultural comparison of non-alcoholic beverage consumption in Japan and Australia. *Food, Culture & Society*. 2020. vol. 23. no. 3. pp. 334-346. doi: 10.1080/15528014.2019.1679548
- 20 Bellut K., Michel M., Zarnkow M., Hutzler M. et al. Screening and application of *Cyberlindnera* yeasts to produce a fruity, non-alcoholic beer. *Fermentation*. 2019. vol. 5. no. 4. pp. 103. doi: 10.3390/fermentation5040103


Сведения об авторах

Светлана В. Жуковская к.х.н., доцент, кафедра технологии виноделия, броидильных производств и химии имени Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПГУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, zhu2165@yandex.ru


 <https://orcid.org/0000-0002-2324-6340>

Information about authors


Svetlana V. Zhukovskaya Cand. Sci. (Chem.), associate professor, technology of winemaking, fermentation industries and chemistry named after G.G. Agabalyants, K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Zemlyanoy Val street 73, Moscow, 109004, Russia, zhu2165@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2324-6340>

Мария В. Бабаева к.т.н., доцент, кафедра технологии виноделия, броидильных производств и химии имени Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, m-babaeva@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0003-2258-3828>

Дмитрий А. Казарцев к.т.н., доцент, кафедра технологии виноделия, броидильных производств и химии имени Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, kda_79@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0001-6597-2327>

Елизавета А. Громова магистрант, кафедра технологии виноделия, броидильных производств и химии имени Г.Г. Агабальянца, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), ул. Земляной вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, al.elizaveta-808@mail.ru

Maria V. Babaeva Cand. Sci. (Chem.), associate professor, technology of winemaking, fermentation industries and chemistry named after G.G. Agabalyants, K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Zemlyanoy Val street 73, Moscow, 109004, Russia, m-babaeva@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-2258-3828>

Dmitry A. Kazartsev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology of winemaking, fermentation industries and chemistry named after G.G. Agabalyants, K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Zemlyanoy Val street 73, Moscow, 109004, Russia, kda_79@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6597-2327>

Elizaveta A. Gromova master student, technology of winemaking, fermentation industries and chemistry named after G.G. Agabalyants, K. G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management, Zemlyanoy Val street 73, Moscow, 109004, Russia, al.elizaveta-808@mail.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/10/2022	После редакции 10/11/2022	Принята в печать 28/11/2022
Received 20/10/2022	Accepted in revised 10/11/2022	Accepted 28/11/2022