

УДК 663

DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0011

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДИСТИЛЛЯТОВ ИЗ РАЗЛИЧНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

© Автор(ы) 2022

SPIN: 4040-8322

AuthorID: 425233

ORCID: 0000-0003-0228-2905

ResearcherID: H-5250-2018

ScopusID: 57208466314

АСФОНДЬЯРОВА Ирина Владимировна, кандидат технических наук,

доцент высшей школы сервиса и торговли, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(193231, Россия, Санкт-Петербург, проспект Большевиков, 3, корп.2, e-mail: ririna25@mail.ru)

SPIN 6169-0210

AuthorID: 299442

ORCID: 0000-0003-0365-4870

ResearcherID: AHB-3397-2022

ScopusID: 57197812408

ГОЛОВКИНА Светлана Ивановна, кандидат экономических наук,

доцент кафедры экономической теории, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(194356, Россия, Санкт-Петербург, Выборгское шоссе, 5, корп.1, лит.А, кв. 605 e-mail: golovkina_si@spbstu.ru)

SPIN: 9775-5131

AuthorID: 671142

ORCID: 0000-0002-2563-6094

ResearcherID: H-5426-2018

ScopusID: 57208469602

ИЛЛАРИОНОВА Ксения Викторовна, кандидат технических наук,

доцент высшей школы сервиса и торговли, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(197373, Россия, Санкт-Петербург, проспект Авиастроителей, 23, e-mail: elkv@mail.ru)

SPIN: 1475-6617

AuthorID: 932539

ORCID: 0000-0002-1175-4508

ResearcherID: AGZ-1250-2022

МУХУТДИНОВ Руслан Рамильевич, старший лаборант

учебной лаборатории «Товароведение и экспертиза потребительских товаров»

высшей школы сервиса и торговли, института промышленного менеджмента, экономики и торговли

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

(194021, Санкт-Петербург, Новороссийская ул., 50, e-mail: Deyredo@list.ru)

Аннотация. В настоящее время научные исследования нацелены на поиск новых ингредиентов в производстве безопасных и высококачественных алкогольных напитков, и их оценку качества. Исследование нового нетрадиционного сырья для производства домашних ферментированных напитков может быть использовано для поддержки местных усилий, направленных на обеспечение продовольственной безопасности и малого бизнеса на уровне сообществ. В статье приведена технология производства дистиллятов, произведённых с помощью оборудования «Миниспиртзавод Симпл 2018 набор «Аутентичный»; представлены результаты оценки качества дистиллятов из разного растительного сырья: винограда, яблок, пшеницы и березового сока по органолептическим: внешний вид (прозрачность, цвет), аромат, вкус и физико-химическим показателям (содержание этилового спирта, массовая концентрация альдегидов и кетонов, сложных эфиров и сивушных спиртов). По результатам исследования установили, что сок из проростков пшеницы, виноградный, яблочный, и березовый соки можно использовать для производства дистиллятов с оригинальным вкусом. Все полученные дистилляты имели высокие органолептические показатели от 9,7 до 8,4 балла. А содержание сивушных спиртов, альдегидов и кетонов, сложных эфиров не превышало требований ГОСТ.

Ключевые слова: ферментированные напитки, виноград, пшеница, березовый сок, яблоки, технология, дистилляты, газовая хроматография, качество, безопасность.

QUALITY EVALUATION OF DISTILLATES FROM VARIOUS PLANT RAW MATERIALS

© The Author(s) 2022

ASFONDIAROVA Irina Vladimirovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the graduate school of service and trade

GOLOVKINA Svetlana Ivanovna, candidate of economic sciences,
associate professor of the department of economic theory

ILLARIONOVA Ksenia Viktorovna, candidate of technical sciences,
associate professor of the graduate school of service and trade

MUKHUTDINOV Ruslan Ramil'evich, senior laboratory assistant of the educational laboratory
«Commodity science and examination of consumer goods» graduate school of service and trade

Institute of Industrial Management, Economics and Trade,

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg

(445020, Russia, St. Petersburg, street Bolshevnikov 3,

e-mails: ririna25@mail.ru, golovkina_si@spbstu.ru, elkv@mail.ru, Deyredo@list.ru)

Abstract. Currently, scientific research is aimed at finding new ingredients in the production of safe and high-quality alcoholic beverages, and their quality assessment. The research on new non-traditional raw materials for the production of home fermented drinks can be used to support local food security efforts and small businesses at the community level. The article presents the technology for the production of distillates produced using the equipment "Mini-distillery Simple 2018 set" Authentic "; presents the results of assessing the quality of distillates from various plant materials: grapes, apples, wheat and birch sap according to organoleptic characteristics: appearance (transparency, color), aroma, taste and physical – chemical parameters (ethyl alcohol content, mass concentration of aldehydes and ketones, esters and fusel spirits). According to the results of the study, it was established that it is possible to use plant materials based on grapes, apples, wheat and birch sap for the production of distillates with an original aromatic bouquet and taste. All obtained distillates had high organoleptic indices from 9.7 to 8.4 points. The content of fusel alcohols, aldehydes and ketones, esters did not exceed the requirements of the standard.

Keywords: fermented beverages, grapes, wheat, birch sap, apples, technology, distillates, gas chromatography, quality, safety.

Для цитирования: Асфондьярова И.В. Оценка качества дистиллятов из различного растительного сырья / И.В. Асфондьярова, С.И. Головкина, К.В. Илларионова, Р.Р. Мухутдинов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2022. – Т. 11. – № 2(58). – С. 64-69. – DOI: 10.46548/21vek-2022-1158-0011.

Введение. Алкогольные напитки потребляются на протяжении тысячелетий, что оказывает существенное влияние на развитие общества и здоровье человека. Напитки, полученные в результате процессов ферментации, по-прежнему составляют важную часть глобального продовольственного ландшафта и могут быть приготовлены из различных сахаросодержащих материалов, таких как злаки, фруктовые и овощные соки, чай, молоко и др. [1]

Существует огромное разнообразие алкогольных напитков, которые получают в результате брожения растительного сырья (вино, пиво) и напитков, которые получают разбавлением спиртовых дистиллятов до необходимой концентрации этилового спирта (водка) [2].

Возможным фактором риска является употребление некачественных спиртных напитков, содержащих различные количества летучих веществ, которые могут быть гепатотоксичными [3]. Качественные и количественные профили летучих веществ в алкогольных напитках зависят в основном от качества сырья, дрожжей, используемых для ферментации, и технологии обработки [4-7]. Изменчивый профиль крепких напитков является наиболее важным фактором, так как он может способствовать приятному вкусу.

Безопасность пищевых продуктов включает в себя

контроль на всех этапах их производства, которые должны быть приняты во избежание потенциально опасных рисков для здоровья.

В индустрии дистиллятов отмечается большой интерес к производству новых продуктов из нетрадиционного сырья, которые позволяют приобретать различные вкусы и привлекать новые рынки. Исходя из этого, ряд исследований сосредоточен на поиске потенциального сырья для производства дистиллятов, с последующим изготовлением алкогольных напитков. Сельскохозяйственные остатки, полученные в результате промышленной переработки, являются потенциальным сырьем для этой цели в силу их низкой стоимости, характерного аромата и наличия сахаров, которые можно преобразовать в этанол [8, 9].

Недавно были произведены новые спиртные напитки из побочного продукта ферментации жожобы и мякоти плодов жаботикабы (*Plinia cauliflora Mart.*), а также из остатков, полученных при производстве концентрированного апельсинового сока [10].

Известно широкое применение кукурузы в пищевой промышленности, в том числе и для получения дистиллятов. Однако, кукуруза обладает низкой устойчивостью к засухе, поэтому авторами [11] предлагается заменить кукурузу на сорго как более устойчивое зерно к засухе и для получения высокого качества дистиллята.

Gaglio, R. et al. предлагают использовать для изготовления дистилятов побочные продукты меда [12]. Risner, D. et al. показана возможность использования для получения дистилятов кислые и сладкие молочные сыворотки путем ферментации лактозы в этанол [13].

Также нетрадиционным сырьем для производства дистилятов является березовый сок, который добывают в промышленных масштабах в России, Белоруссии, некоторых областях Украины, Канаде. Сок берёзы – сезонный продукт, его заготавливают в апреле-мае, в зависимости от климатических условий [14]. Однако березовый сок для получения дистилятов в производстве алкогольной продукции используют в ограниченном количестве.

В настоящее время наблюдается растущий интерес к разработке инновационных технологий для производства новых ферментированных напитков, обусловленный рыночным спросом как на новые продукты, так и потребностью в новых способах использования продуктов пищевой и перерабатывающей промышленности. Разработка новых пищевых продуктов, совершенствование имеющихся, создание ресурсосберегающих технологий с целью повышения их качества [15, 16] является актуальным направлением.

Методология. Цель работы – оценить качество дистилятов, полученных из растительного сырья.

В качестве сырья для производства дистилятов были выбраны яблоки сорта «Осеннее полосатое», виноград сорта «Изабелла», озимая пшеница и березовый сок, полученный в апреле-мае из берез, произрастающих в Ленинградской области.

Из 14 кг промытых яблок с помощью соковыжималки получали сок, полученный яблочный сок разбавляли водой в соотношении 1:2,5.

Для получения виноградного сока виноград в количестве 12 кг пропускали через соковыжималку,

полученный виноградный сок разбавляли водой в соотношении 1:4.

Березовый сок использовали в чистом виде, без разбавления.

Полученные соки из яблок и винограда, а также березовый сок помещали в бродильные емкости, добавляли спиртовые дрожжи *Alcotec Fruit (Alcotec Turbo Fruit)* в яблочный и виноградные соки, спиртовые дрожжи «*Double Snake Turbo Yeast C48*» в березовый сок в количестве 60 г, сахар в количестве 4 кг на определенный объем воды, далее проводили процесс ферментации в течение 18, 16 и 14 дней, соответственно.

Из ростков пшеницы (2-3 см) получали сок, который помещали в бродильную емкость, добавляли дрожжи «*Alcotec*» для виски в количестве 73 г, сахар в количестве 5 кг на определенный объем воды, после чего осуществлялся процесс ферментации в течение 23 дней. Окончание процесса ферментации определяли визуально по оседанию осадка, осветления браги и появления горьковатого вкуса.

Расход компонентов осуществлялся согласно инструкции, приведенной в маркировке спиртовых дрожжей.

Температура ферментации была постоянной и составила 26°C, емкости для ферментации были термостированы. После оседания мезги стали проводить первую перегонку. Далее отбирали дистилят. Содержание этилового спирта составляло 65-75%. Первые 8-15% выхода от количества чистого спирта сливали в отдельную емкость. Это вредная фракция, ухудшающая вкус.

Дистиляты были получены с применением оборудования для приготовления спиртовых дистилятов, с ректификационной колонкой «*Миниспирт-завод Симпл 2018 набор «Аутентичный»*», 40 л, 4 кВт, с возможностью удаленного управления с помощью встроенного wi-fi модуля (рис. 1).

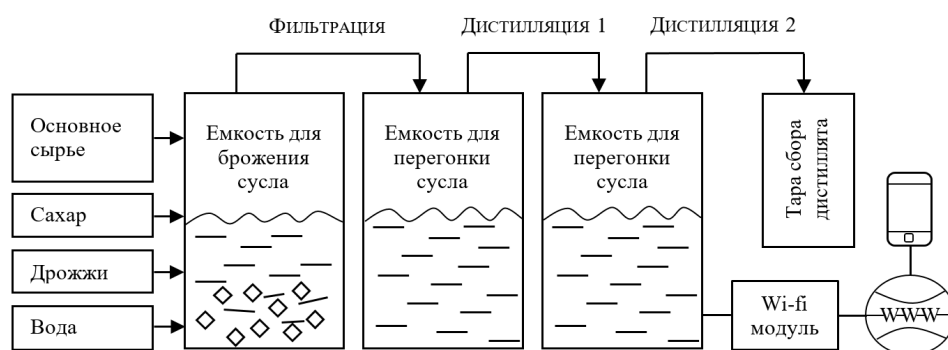


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки по производству дистилятов на растительной основе

Органолептическую оценку проводили по 10-балльной шкале, согласно которой оценивались внешний вид (прозрачность, цвет), аромат и вкус ГОСТ 33817-2016.

Содержание этилового спирта определяли пикнометрическим методом по ГОСТ 3639-79, массовую концентрацию альдегидов, сложных эфиров и сивушных спиртов – газохроматографическим мето-

дом, в соответствии с ГОСТ 34675–2020, на газо-вом хроматографе *Shimadzu GC-2010 Plus* с пламенно-ионизационным детектором.

Содержание железа определяли согласно ГОСТ 26928 с применением спектрофотометра *Unico 2800*.

Результаты. В качестве объектов исследования были выбраны дистиляты, полученные из виноград-

ного сока (образец 1), березового сока (образец 2), сока ростков пшеницы (образец 3) и яблочного сока (образец 4).

После второй дистилляции содержание этилового спирта в образцах 1-4 составило: 58,0; 65,0; 55,0 и 62,0 об.%. Полученные дистилляты были разбавлены водой, которые далее исследовались на органолептические и физико-химические показатели.

По итогам органолептического анализа дистиллятов было установлено, что все полученные образцы из разного сырья имели общий итоговый балл не ниже 8,4. Все дистилляты были прозрачными с блеском, бесцветные и без дополнительных оттенков (прозрачность и цвет исследуемых дистиллятов оценены на 2,0, соответственно). Наибольшее количество баллов получил дистиллят на основе яблочного сока – 9,7. Дистиллят отличался чистым,

жгучим, характерным для используемого яблочного сырья вкусом и ароматом. Также высокий общий балл получил образец на основе виноградного сока – 9,2. Образец имел чистый жгучий винный вкус и ярко-выраженный фруктовый аромат, характерный для виноградного дистиллята, без постороннего привкуса. Дистилляты на основе пшеницы и березового сока имели достаточно высокие общие баллы: 8,6 и 8,4, соответственно.

Образцы 2 и 3 отличались характерным для перерабатываемого сырья ароматом и несколько резковатым спиртовым вкусом.

Известно, что по химической структуре компонентов, отвечающих за вкус и аромат относят спирты, альдегиды и кетоны, сложные эфиры, поэтому их было целесообразно исследовать, также определяли содержание этанола (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели дистиллятов

Показатели	Образцы			
	1	2	3	4
Объемная доля этилового спирта, %:	43.5	43.2	40.9	42.7
Сивушные спирты, мг/дм ³				
изо-Пропанол	199.6	1.0	—	102.2
н-Пропанол	—	0.4	2.5	9.7
изо-Бутанол	—	0.6	0.2	—
н-Бутанол	10.1	23.1	235.0	24.1
2-Метилбутанол	109.2	150.4	89.3	197.5
3-Метилбутанол	486.7	726.2	417.7	969.0
н-Пентанол	—	—	0.6	—
н-Гексанол	13,1	0,2	—	7,1
2-Фенилэтанол	—	—	7,0	—
СУММА	818,8	902,0	752,3	1309,6
Альдегиды и кетоны, мг/дм ³				
Ацетальдегид	125,1	3,7	2,9	12,7
Ацетон	—	2,1	2,9	—
СУММА	125,1	5,8	5,8	12,7
Содержание органических кислот, мг/дм ³				
Уксусная кислота	1,6	1,5	1,2	—
Пропионовая кислота	4,1	0,7	1,1	0,4
Изомасляная кислота	56,6	14,8	20,3	—
Масляная кислота	35,9	—	—	—
СУММА	98,2	16,9	22,6	0,4
Сложные эфиры, мг/дм ³				
Изоамилацетат	197,9	300,6	149,3	356,1
Этилацетат	476,6	201,8	293,1	—
Этилбутират	311,1	169,3	220,2	316,1
Этилгексаноат	6,6	0,4	1,7	—
Этилкаприлат	1,1	2,5	141,1	2,1
2-Фенилэтилацетат	1,3	0,5	0,7	—
СУММА	994,6	675,0	806,1	674,3
Железо, мг/ дм ³	0,46	0,55	0,24	—

Обсуждение. Как видно из таблицы 1, содержание этилового спирта находилось в пределах 40,9 – 43,5.

В дистиллятах изучено содержание сивушных спиртов. Эти вещества во многом определяют оригинальный вкус и аромат всех вин и дистиллятов, включая коньяки и виски. В нашем исследовании суммарное содержание этих спиртов превышает 1300 мг/дм³ в случае, когда сырьем служит яблочный сок.

Это значимо выше, чем в дистиллятах из виноградного, березового сока и сока пшеницы. Наименьшее количество сивушных спиртов установили в образце 3 (752.3 мг/дм³). Среди сивушных спиртов в дистиллятах по содержанию доминирует 3-метилбутанол (более 950 мг/дм³) в образце 4.

При использовании зернового сырья в полученном нами дистилляте обнаружено максимальное

содержание бутанола (235 мг/дм^3). В дистиллятах из виноградного, березового и яблочного соков бутанола менее 25 мг/дм^3 . Токсичность бутанола относительно невелика (LD_{50} составляет $2290\text{--}4360 \text{ мг/кг}$), но наивысшая среди низших спиртов. При употреблении внутрь чистого бутанола возникает эффект, сходный с эффектом от употребления этанола. Иногда бутанол, полученный из технических жидкостей, используется в качестве суррогатного алкогольного напитка [17].

Суммарно альдегидов и кетонов в дистиллятах содержится в пределах $12.7\text{--}125,1 \text{ мг/дм}^3$. Максимум концентрации отмечен в образце 1 за счет содержания ацетальдегида. Ацетальдегид является по своей природе активным соединением, который метаболически взаимодействует с головным мозгом и опосредует многие психофармакологические свойства этанола [18].

Максимальное количество органических кислот обнаружено в виноградном дистилляте, при этом его профиль состоит из четырёх органических кислот: изоамиловой, масляной, пропионовой и уксусной кислоты. Яблочный дистиллят характеризуется только одной пропионовой кислотой, найденной в следовых количествах. Во всех дистиллятах обнаружена пропионовая кислота с максимальной концентрацией в образце 1. Согласно данным Ormsby M. J. et al, пропионовая кислота не обладает токсичностью и мутагенной активностью, не канцерогенна [19].

В виноградном дистилляте содержится наибольшее количество сложных эфиров ($994,6 \text{ мг/дм}^3$). Среди эфиров по содержанию преобладает этилацетат, $476,6 \text{ мг/дм}^3$ в виноградном дистилляте. Этилацетат является основным компонентом в формировании фруктового аромата [20].

Изоамилацетат является преобладающим компонентом в формировании оригинального фруктового вкуса дистиллятов, что подтверждается полученными данными. В высокой концентрации вещество может оказывать негативное воздействие на центральную нервную систему [21].

Исследованиями выявлено, что виноградный и яблочный дистилляты содержат относительно большое содержание (более 310 мг/дм^3) этилбутирата. Вещество имеет оригинальный фруктовый запах, похожий на ананас, является одним из основных в формировании аромата и вкуса у ряда пищевых продуктов [22, 23].

Дистиллят из пшеницы отличается от других исследуемых дистиллятов относительно высоким содержанием этилкаприлата, более 140 мг/л . Этот эфир встречается в природе во многих плодах, хотя и в более низких концентрациях. Вещество также является одним из характерных в формировании оригинального приятного аромата ряда напитков и пищевых продуктов [24, 25].

Выводы. По итогам проведенного исследования, установили, что данное сырье пригодно для получения дистиллятов с высоким содержанием этилового спирта от 55 до 65%, которые можно

использовать для производства крепких алкогольных напитков. Полученные дистилляты имели разные биохимические профили, что обуславливают их соответствующие органолептические свойства. Все исследуемые дистилляты имели высокие органолептические показатели от 9,7 до 8,4 балла. А содержание сивушных спиртов, альдегидов и кетонов, сложных эфиров не превышало требований ГОСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Lopes, A., Eda, S., Andrade, R., Amorim, J., Duarte, Whasley. (2019). New Alcoholic Fermented Beverages – Potentials and Challenges. *Fermented Beverages: The Science of Beverages*, 5. – С. 577–603 doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00014-2.
2. Bamforth, S.W., (2014). *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Reference Module in Food Science: Fermented Beverages*. – С. 124–136 <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00154>.
3. Lachenmeier, D. W., Rehm, J., & Gmel, G. (2007). Surrogate alcohol: what do we know and where do we go?. *Alcoholism, clinical and experimental research*, 31(10). – С. 1613–1624. <https://doi.org/10.1111/j.1530-0277.2007.00474.x>.
4. Januszek, M., Satora, P., Wajda, L., & Tarko, T. (2020). *Saccharomyces bayanus* Enhances Volatile Profile of Apple Brandies. *Molecules* (Basel, Switzerland), 25(14). – С. 3127. <https://doi.org/10.3390/molecules25143127>.
5. Mastello, R. B., Capobianco, M., Chin, S. T., Monteiro, M., & Marriott, P. J. (2015). Identification of odour-active compounds of pasteurised orange juice using multidimensional gas chromatography techniques. *Food research international* (Ottawa, Ont.), 75. – С. 281–288. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.014>.
6. Januszek, M., Satora, P., & Tarko, T. (2020). Oenological Characteristics of Fermented Apple Musts and Volatile Profile of Brandies Obtained from Different Apple Cultivars. *Biomolecules*, 10(6). – 853. <https://doi.org/10.3390/biom10060853>.
7. Qin, Z., Petersen, M. A., & Bredie, W. (2018). Flavor profiling of apple ciders from the UK and Scandinavian region. *Food research international* (Ottawa, Ont.), 105. – С. 713–723. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.003>.
8. Grigoriev, S., Illarionova, K., & Shelenga, T. (2020). Hempseeds (*Cannabis* spp.) as a source of functional food ingredients, prebiotics and phytosterols. *Agricultural and Food Science*, 29(5). – С. 460–470. <https://doi.org/10.23986/afsci.95620>.
9. Illarionova K., Grigoryev S., Shelenga T. and Rantakaulio T. Metabolomics approach in digital assessment of fatty acids profile of cottonseed for biological activity improvement of cotton oil. 2020/ IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 940 (2020) 012077 IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/940/1/012077.
10. Lopes, A. C. A., Eda, S. H., Andrade, R. P., Amorim, J. C., & Duarte, W. F. (2019). New Alcoholic Fermented Beverages-Potentials and Challenges. *Fermented Beverages*, 577–603. doi:10.1016/b978-0-12-815271-3.00014-2.
11. Szambelan, K., Nowak, J., Szwengiel, A., & Jeleń, H. (2020). Comparison of sorghum and maize raw distillates: Factors affecting ethanol efficiency and volatile by-product profile. *Journal of Cereal Science*, 91. – 02863. doi:10.1016/j.jcs.2019.102863.
12. Gaglio, R., Alfonzo, A., Francesca, N., Corona, O., Di Gerlando, R., Columba, P., & Moschetti, G. (2017). Production of the Sicilian distillate “Spiritu re fascitrari” from honey by-products: An interesting source of yeast diversity. *International Journal of Food Microbiology*, 261. C. – 62–72. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2017.09.004.
13. Risner, D., Tomasino, E., Hughes, P., & Meunier-Goddik, L. (2018). Volatile aroma composition of distillates produced from fermented sweet and acid whey. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2018-14737.
14. Shikov, A. N., Narkevich, I. A., Akamova, A. V., Nemyatykh, O. D., Flisyuk, E. V., Luzhanin, V. G., Povydysh, M. N., Mikhailova, I. V., & Pozharitskaya, O. N. (2021). Medical Species Used in Russia for the Management of Diabetes and Related Disorders. *Frontiers in pharmacology*, 12 – 697411. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.697411>.
15. Ivanović, S., Simić, K., Tešević, V., Vujisić, L., Ljekoče-

vić, M., & Gođevac, D. (2021). GC-FID-MS Based Metabolomics to Assess Plum Brandy Quality. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(5). – 1391. <https://doi.org/10.3390/molecules26051391>.

16. Asfondiarova, I., Illarionova, K., Kravtsova, E., Demchenko, V. (2019) Digital technologies for providing the quality of food products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 497: 012106. DOI:10.1088/1757-899X/497/1/012106.

17. Teeguarden, J. G., Deisinger, P. J., Poet, T. S., English, J. C., Faber, W. D., Barton, H. A., Corley, R. A., & Clewell, H. J., 3rd (2005). Derivation of a human equivalent concentration for n-butanol using a physiologically based pharmacokinetic model for n-butyl acetate and metabolites n-butanol and n-butyric acid. *Toxicological sciences : an official journal of the Society of Toxicology*, 85(1). – C. 429–446. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfi103>.

18. Correa, M., Salamone, J. D., Segovia, K. N., Pardo, M., Longoni, R., Spina, L., Peana, A. T., Vinci, S., & Acquas, E. (2012). Piecing together the puzzle of acetaldehyde as a neuroactive agent. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 36(1). – C. 404–430. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.07.009>.

19. Ormsby, M. J., Johnson, S. A., Carpena, N., Meikle, L. M., Goldstone, R. J., McIntosh, A., Wessel, H. M., Hulme, H. E., McConnachie, C. C., Connolly, J., Roe, A. J., Hasson, C., Boyd, J., Fitzgerald, E., Gerasimidis, K., Morrison, D., Hold, G. L., Hansen, R., Walker, D., Smith, D., ... Wall, D. M. (2020). Propionic Acid Promotes the Virulent Phenotype of Crohn's Disease-Associated Adherent-Invasive *Escherichia coli*. *Cell reports*, 30(7). – C. 2297–2305.e5. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2020.01.078>.

20. Fan, G., Teng, C., Xu, D., Fu, Z., Liu, P., Wu, Q., Yang, R., & Li, X. (2019). Improving Ethyl Acetate Production in Baijiu Manufacture by *Wickerhamomyces anomalus* and *Saccharomyces cerevisiae* Mixed Culture Fermentations. *BioMed research international*. – 2019. – 1470543. <https://doi.org/10.1155/2019/1470543>.

21. Ando, H., Kurata, A., & Kishimoto, N. (2015). Antimicrobial properties and mechanism of volatile isoamyl acetate, a main flavour component of Japanese sake (Ginjo-shu). *Journal of applied microbiology*, 118(4). – C. 873–880. <https://doi.org/10.1111/jam.12764>.

22. Krüsemann, E., Havermans, A., Pennings, J., de Graaf, K., Boesveldt, S., & Talhout, R. (2021). Comprehensive overview of common e-liquid ingredients and how they can be used to predict an e-liquid's flavour category. *Tobacco control*, 30(2). – C. 185–191. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2019-055447>.

23. Jo, Y., Benoist, D. M., Ameerally, A., & Drake, M. A. (2018). Sensory and chemical properties of Gouda cheese. *Journal of dairy science*, 101(3). – C. 1967–1989. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13637>.

24. Zhang, Q., Sun, Q., Tan, X., Zhang, S., Zeng, L., Tang, J., & Xiang, W. (2020). Characterization of γ -aminobutyric acid (GABA)-producing *Saccharomyces cerevisiae* and coculture with *Lactobacillus plantarum* for mulberry beverage brewing. *Journal of bioscience and bioengineering*, 129(4). – C. 447–453. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2019.10.001>.

25. Li, S., Li, Y., Du, Z., Li, B., Liu, Y., Gao, Y., Zhang, Y., Zhang, K., Wang, Q., Lu, S., Dong, J., Ji, H., & Li, Y. (2021). Impact of NSLAB on Kazakh cheese flavor. *Food research international* (Ottawa, Ont.). – 144 – 110315. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110315>.

Статья поступила в редакцию 22.04.2022

Статья принята к публикации 20.06.2022