



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Изучение влияния вибрационного воздействия на процесс получения полуфабрикатов ликероводочного производства

Наталья Ю. Качаева*, Никита Н. Малеев, Хаджимурад Э. Качаев

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;
ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

Аннотация. Ликероводочные изделия представлены широким ассортиментом напитков. Несмотря на данное многообразие, все их объединяет использование полуфабрикатов (спиртованные соки, моры и настои) при купажировании. Экстрагирование компонентов растительного сырья является одним из ключевых процессов получения полуфабрикатов ликероводочных изделий. От их состава и качества напрямую зависят качественные показатели готового ликероводочного изделия. Целью данной работы является изучение вибрационного воздействия как физического способа интенсификации процесса экстрагирования вкусо-ароматических соединений плодово-ягодного сырья при получении полуфабрикатов ликероводочного производства (настои и соки). Для изучения влияния вибрационного воздействия на содержание веществ, отвечающих за вкус, были учтены такие технические факторы как частота (f), амплитуда (A) и продолжительность (τ) воздействия. В качестве контролируемых показателей принята массовая концентрация фенольных и красящих веществ. Обработка проводилась на установке, разработанной на базе кафедры технологии виноделия и бродильных производств имени профессора А.А. Мержаниана ФГБОУ ВО «КубГТУ». Исследование проводилось на полуфабрикатах, полученных из малины и вишни, в процессе получения спиртованных компонентов купажа ликероводочных изделий. При этом соотношение компонентов было равным 1:1. Сравнение показателей проводилось с образцом, полученным стационарным настаиванием. Установлено положительное влияние вибрационного воздействия в процесс экстрагирования водно-спиртовыми растворами на показатели качества полуфабрикатов. А также определены оптимальные параметры проведения обработки, позволяющие сократить продолжительность процесса. Полученные данные позволяют судить о целесообразности применения вибрационного воздействия в ликероводочной отрасли в качестве приема ускоряющего настаивание и повышающего качество полуфабрикатов.

Ключевые слова: вибрационное воздействие, настаивание, экстрагирование, пряно-ароматическое сырье, амплитуда, продолжительность, настой, фенольные вещества

Для цитирования: Качаева Н.Ю., Малеев Н.Н., Качаев Х.Э. Изучение влияния вибрационного воздействия на процесс получения полуфабрикатов ликероводочного производства. Новые технологии / *New technologies*. 2023; 19(4): 97-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-97-102>

Studying the influence of vibration on the process of obtaining semi-finished products for distillery production

Natalya Y. Kachaeva*, Nikita N. Maleev, Khadzhimurad E. Kachaev

FSBEI HE «Kuban State Technological University»;
2 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

Abstract. Liquor products are represented by a wide range of drinks. Despite this diversity, they are all united by the use of semi-finished products (alcoholic juices, pestilences and infusions) during blending. Extraction of components of plant raw materials is one of the key processes for obtaining semi-finished alcoholic beverages. The quality indicators of the finished liquor product directly depend on their composition and quality. The purpose of the research is to study the vibration effect as a physical method of intensifying the process of extracting flavoring and aromatic compounds of fruit and berry raw materials when obtaining semi-finished products for distillery production (infusions and juices). To study the effect of vibration exposure on the content of substances responsible for taste, such technical factors as frequency (f), amplitude (A) and duration (τ) of exposure have been taken into account. The mass concentration of phenolic and coloring substances has been taken as controlled indicators. The processing was carried out on the installation developed at the Department of Winemaking and Fermentation Technology named after Professor A.A. Merzhanyan of FSBEI HE «KubSTU». The research was conducted on semi-finished products obtained from raspberries and cherries in the process of obtaining alcoholized components of a blend of liqueurs. In this case, the ratio of components was equal to 1:1. A comparison of the indicators was carried out with a sample obtained by stationary infusion. The positive influence of vibration during the extraction process with aqueous-alcohol solutions on the quality indicators of semi-finished products was established. Optimal processing parameters were also determined to reduce the duration of the process. The data obtained allow us to judge the feasibility of using vibration in the alcoholic beverage industry as a technique that accelerates infusion and improves the quality of semi-finished products.

Keywords: vibration effect, infusion, extraction, spicy and aromatic raw materials, amplitude, duration, infusion, phenolic substances

For citation: Kachaeva N.Yu., Maleev N.N., Kachaev Kh.E. Studying the influence of vibration on the process of obtaining. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023; 19(4): 97-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-4-97-102>

Введение. Производство и продажа алкогольных напитков в настоящее время является одним из самых емких и доходных бизнесов в России. Алкогольный рынок, как рынок продовольственных товаров, является наиболее устойчивым и динамично развивающимся. Значение алкогольной отрасли в российской экономике трудно переоценить. Именно данный сектор остается по-прежнему одним из самых значимых не только с традиционной социальной точки зрения, но и является одним из важных источников поступления доходов в российский бюджет. Изучение предпочтений потребителей показывает о том, что алкогольные напитки в среднем потребляют около 94% взрослого населения. Разнообразие крепких алкогольных напитков определяется нормативной документацией.

Процесс производства ликероводочных изделий (ЛВИ) состоит из различных этапов. Одним из определяющих свойства и качество готового продукта является получения полуфабрикатов с последующим составлением купажа из них. В качестве полуфабрикатов традиционно используют спиртованные соки, морсы, настои и ароматные спирта, полученные из плодово-ягодного и пряно-ароматического сырья. В основе получения этих полуфабрикатов лежит процесс экстрагирования компонентов растительного сырья водно-спиртовыми растворами с различной концентрацией спирта.

Технологические параметры процесса зависят от природы сырья, степени его измельчения и дальнейшего назначения. Данный процесс

является одним из самых продолжительных при получении ликероводочных изделий различных видов. В связи с этим было предпринято много попыток по интенсификации процесса, с целью сокращения сроков его проведения: биохимические обработки, физическими и электрофизическими способами.

В качестве наиболее простых и доступных способов можно отметить:

- циркуляция среды. В результате механического перемешивания чего продолжительность процесса экстрагирования уменьшается в 2–3 раза. Органолептические свойства таких настоев в сравнении с настоями, приготавливаемыми перемешиванием один раз в сутки, не ухудшаются [1];

- уменьшение размера экстрагируемого сырья (измельчение). Данный прием позволяет увеличить поверхность контакта твердой фазы частиц растительного сырья с экстрагентом и тем самым интенсифицировать процесс диффузии. Однако необходимо отметить, что тонкое измельчение перерабатываемого сырья способствует помутнению полуфабриката. В дальнейшем это усложняет процесс осветления и придания прозрачности [5];

- изменение соотношения системы сырьё – экстрагент. Данный прием позволяет интенсифицировать процесс извлечения веществ за счёт повышения их растворимости, вследствие достижения максимально возможной разности концентраций извлекаемых веществ в сырье и растворе [2];

- увеличение объема экстракционной установки при том же объеме экстрагируемой массы.

Способствует ускорению установления динамического равновесия в системе сырьё – экстрагент за счёт увеличения эффективной поверхности экстракции [7], [2];

– повышение температуры экстрагирования (в допустимых по технологическим условиям пределах) увеличивает скорость теплового движения молекул внутри частиц экстрагируемого вещества и снижает вязкость экстрагента. Однако практика показала, что полуфабрикаты, полученные таким способом, в большинстве своем приобретают несвойственные данному виду настоя (морса) вкус, аромат, прозрачность и цвет [3];

– предварительная ферментативная обработка сырья препаратами пектолитического действия. Позволяет сократить сроки получения полуфабрикатов до нескольких часов и увеличить общий выход экстрактивных веществ за счет разрушения связей, удерживающих их. При этом может быть также предусмотрено воздействие на него препаратами целлюлолитического, протеолитического и амилалитического действия. Необходимо отметить, что при ферментативной обработке изменяется состав полуфабрикатов, что не всегда положительно влияет на их органолептические свойства [7], [4].

Следует отметить и такие способы интенсификации процесса экстрагирования, как экстрагирование под вакуумом, применение низкочастотных механических колебаний и вибрации, применение электромагнитных полей сверхвысоких частот, применение ультразвука.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что при получении полуфабрикатов ликероводочных изделий следует подбирать оптимальные параметры проведения процесса экстрагирования для каждого вида сырья, обращая внимание на технические возможности предприятия, на котором производится продукт.

Повышение качества продукции и внедрение прогрессивных технологий являются неотложными задачами пищевой промышленности. В последние годы значительно возрос интерес к физико-химическим методам интенсификации технологии алкогольных напитков, позволяющим реализовать поставленные задачи, что является уже традиционным для современной технологии пищевых производств [6].

Значительную часть объектов технологии пищевых производств составляют дисперсные системы с твердыми фазами, основные свойства которых определяют параметры механических воздействий в зависимости от сочетания реологических характеристик и их изменения в ходе технологической операции [6].

Превалирующую роль в технологии пищевых производств занимают технологические процессы и операции, в которых решающее

значение имеют именно механические процессы (смешивание, просеивание, эмульгирование, гомогенизация и др.) [1]

Вибрация занимает особое место среди различных форм механических воздействий на дисперсные системы в массообменных процессах. Вибрационное воздействие – наиболее эффективное средство создания регулируемого динамического состояния дисперсных систем. Главной отличительной особенностью такого воздействия является возможность передачи энергии системе большой удельной мощности при малой амплитуде ее смещения за период колебаний [6].

Возможность регулирования параметров вибрации (частот и амплитуд) в широких пределах позволяет распространить ее действие как на значительные объемы перерабатываемой системы, так и ограничить тончайшим слоем в несколько микрон, непосредственно соприкасающимися с поверхностью, генерирующей механические колебания. По этим причинам вибрация рассматривается как универсальная форма механического воздействия на дисперсные системы вообще и на структурированные системы в особенности [6].

Объекты и методы исследований.

Для проведения данного исследования в работе были использованы:

- Плоды малины (ГОСТ 33915-2016 «Малина и ежевика свежие. Технические условия»);
- Плоды вишни (ГОСТ 33801-2016 «Вишня и черешня свежие. Технические условия»);
- Для получения водно-спиртовой смеси был использован спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья (ГОСТ Р 56389-2015).

Для изучения влияния вибрационного воздействия (ВВ) на качественные характеристики мезги были учтены такие технические факторы как частота (f), амплитуда (A) и продолжительность (τ).

Сравнение проводили с контрольными образцами, не подвергшихся воздействию.

Исследования проводились в лабораторных условиях на базе кафедры технологии виноделия и бродильных производств ФГБОУ ВО «КубГУ» на установке, разработанной на кафедре.

Результаты и их обсуждения.

Фенольные и красящие вещества растительного сырья определяют органолептические показатели напитка [3]. Они отвечают за вкус и окраску. На основании этого контроль за изменением качественных показателей исследуемых образцов проводили на основании данных показателей.

Динамика количественного состава фенольных и красящих веществ малины в результате вибрационного воздействия приведена в таблицах 1, 2.

Полученные данные позволяют оценить влияние ВВ на мезгу малины и

Таблица 1

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов малины
в процессе вибрационного воздействия

Table 1

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from raspberry fruits during vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация, мг/дм³			
		Фенольные вещества		Красящие вещества	
		При продолжительности воздействия, мин			
		15	30	15	30
Контрольный образец		584	887	101,3	105,5
A=1 мм	f=1,6Гц	932	936	231,5	223,6
	f=6,6Гц	874	966	217,4	215,8
	f=23,3Гц	1112	1235	257,6	223,3
A=3 мм	f=1,6Гц	965	1222	118,1	115,6
	f=6,6Гц	721	896	128,9	136,3
	f=23,3Гц	1298	1263	170,5	162,9
A=5 мм	f=1,6Гц	1236	1189	186,1	170,3
	f=6,6Гц	1122	982	184,5	169,8
	f=23,3Гц	963	854	151,3	142,9

Таблица 2

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов малины в процессе ВВ

Table 2

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from raspberry fruits in the process of vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация, мг/дм³			
		Фенольные вещества		Красящие вещества	
		При продолжительности воздействия, мин			
		15	30	15	30
Контрольный образец		790	1260	123,4	207,6
A=1 мм	f=1,6Гц	1350	1674	231,5	253,3
	f=6,6Гц	1280	1895	217,4	248,7
	f=23,3Гц	1809	2436	257,6	431,1
A=3 мм	f=1,6Гц	1137	1654	118,1	265,7
	f=6,6Гц	925	1886	128,9	286,2
	f=23,3Гц	1835	2553	170,5	307,1
A=5 мм	f=1,6Гц	2435	2312	186,1	367,5
	f=6,6Гц	1745	2713	184,5	313,1
	f=23,3Гц	1737	2756	151,3	337,5

вишни положительно. При этом выявлено, что выделение красящих и фенольных веществ происходит не одинаково. Так оптимальное экстрагирование фенольных веществ достигалось при обработке в режиме A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 30 минут для малины и A=5 мм, f=23,3 Гц в течение 30 минут для вишни. А экстрагирование красящих веществ в режиме A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 15 минут для малины и A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 30 минут для вишни.

Установлено, что увеличение амплитуды колебаний приводит к интенсификации процесса

экстрагирования. Максимальные значения зафиксированы на значении 23,3 Гц.

Процесс экстрагирования является одним из основных физико-химических процессов, протекаемых при получении полуфабрикатов для ликероводочных изделий [4, 5].

Традиционно при получении настоев используют водные растворы этилового спирта. Концентрация раствора зависит от вида растительного сырья, его состояния (сухое или сочное) и степени его измельчения.

Для исследования влияния ВВ на процесс настаивания растительного сырья

Таблица 3

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов малины
в процессе настаивания в условиях ВВ

Table 3

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from raspberry fruits during infusion
under vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	
		Продолжительность, мин	
		60	120
Контроль		726	987
A=1 мм	f=23,3Гц	1135	1268
A=3 мм	f=23,3Гц	1243	1247
A=5 мм	f=1,6Гц	1195	1073

Таблица 4

Динамика извлечения фенольных и красящих веществ плодов вишни
в процессе настаивания в условиях ВВ

Table 4

Dynamics of extraction of phenolic and coloring substances from cherry fruits during infusion
under vibration exposure

Режим ВВ		Массовая концентрация фенольных веществ, мг/дм ³	
		Продолжительность, мин	
		60	120
Контроль		1038	1361
A=1 мм	f=23,3Гц	1112	1235
A=3 мм	f=23,3Гц	1526	1592
A=5 мм	f=1,6Гц	1254	1257

водно-спиртовыми растворами были приготовлены следующие смеси:

1. Смесь мезги малины и водно-спиртового раствора крепостью 45% в соотношении 1:1.

2. Смесь мезги вишни и водно-спиртового раствора крепостью 40% в соотношении 1:1.

Полученные смеси разделили на варианты для определения влияния вибрационного воздействия с разными параметрами и продолжительности.

Полученные результаты представлены в таблицах 3, 4.

Полученные результаты показали, что процесс вибрационного воздействия позволяет интенсифицировать экстрагирование фенольных веществ водно-спиртовыми растворами. Так обработка малины в режиме A=1 мм, f=23,3 Гц в течение 120 минут позволяет повысить эффективность выделения фенольных веществ более чем на 70%, а режим обработки вишни A=3 мм, f=23,3 Гц в течение 120 минут – на 50%.

Установлено, что ВВ оказывает существенное влияние на содержание фенольных соединений в настоях, а также позволяет регулировать интенсивность их выделения в зависимости от

технологического назначения полуфабрикатов ЛВИ. Следовательно, это позволяет регулировать окраску и полноту вкуса готового продукта, полученного с их применением.

Известно, что вибрация приводит к интенсивному движению частиц друг относительно друга в объеме системы к резкому увеличению скорости движения каждой частицы в отдельности относительно ее центра массы. Основная роль вибрации состоит в интенсификации процессов тепло- и массообмена путем быстрого увеличения поверхности взаимодействия участвующих в этих процессах компонентов, повышения скорости конвективной диффузии, понижения вязкости и т.д., что определяет скорость и полноту протекания того или иного процесса [8].

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что вибрационная обработка способствует накоплению фенольных веществ, в том числе красящих. С помощью вибрационного воздействия, возможно, регулировать процесс экстрагирования растительного сырья водно-спиртовыми растворами.

Выводы

Выявлено положительное влияние вибрационного воздействия на извлечение фенольных и красящих веществ из сырья при получении ягодных соков;

Экспериментально установлены оптимальные режимы вибрационной обработки в

зависимости от амплитуды, частоты и продолжительности воздействия.

Доказана целесообразность и эффективность регулирования процессов экстрагирования фенольных веществ из растительного сырья в процессе настаивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Качаева Н.Ю., Бирюков А.П., Стрибизева Л.И. и др. Новое в технологии водки. Краснодар; 2018.
2. Бабенкова М.А. Совершенствование технологии производства винных напитков и ликерных вин типа Кагор из перспективных сортов винограда Краснодарского края: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Краснодар: КубГТУ; 2013.
3. Григорьева Р.З. Современные технологии хранения пищевых продуктов: учебное пособие для студентов. Кемерово: КТИПП; 2003.
4. Качаева Н.Ю., Стрибизева Л.И., Струкова В.Е. Технология спирта, водки и ликероводочных изделий. Краснодар; 2017.
5. Бачурин П.Я., Смирнов В.А. Технология ликеро-водочного производства. М.: Пищевая промышленность; 1975.
6. Ткаченко Р.Н. Обоснование и разработка технологии производства виноматериалов с использованием вибрационного воздействия: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Краснодар: КубГТУ; 2010.
7. Бурачевский И.И. Основы биотехнологии: плодово-ягодное и растительное сырье [Электронный ресурс]. URL: https://studme.org/391510/agropromyshlennost/osnovy_biotehnologii_plodovo-yagodnoe_i_rastitelnoe_syre
8. Христюк В.Т. Теоретическое обоснование и разработка инновационных технологий производства вин и напитков с использованием физико-химических технологических приемов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01. Краснодар: КубГТУ; 2013.

REFERENCES:

1. Kachaeva N.Yu., Biryukov A.P., Stribizheva L.I. et al. New in vodka technology. Krasnodar; 2018.
2. Babenkova M.A. Improving the technology for the production of wine drinks and liqueur wines of the Cahors type from promising grape varieties of the Krasnodar Territory: dis. ...Cand. of Tech. Sciences: 05.18.01. Krasnodar: KubSTU; 2013.
3. Grigorieva R.Z. Modern food storage technologies: a textbook for students. Kemerovo: KTIPI; 2003.
4. Kachaeva N.Yu., Stribizheva L.I., Strukova V.E. Technology of alcohol, vodka and liquor products. Krasnodar; 2017.
5. Bachurin P.Ya., Smirnov V.A. Technology of distillery production. M.: Food industry; 1975.
6. Tkachenko R.N. Justification and development of technology for the production of wine materials using vibration influence: dis. ...PhD (Eng.): 05.18.01. Krasnodar: KubSTU; 2010.
7. Burachevsky I.I. Fundamentals of Biotechnology: fruit, berry and plant raw materials [Electronic resource]. URL: https://studme.org/391510/agropromyshlennost/osnovy_biotehnologii_plodovo-yagodnoe_i_rastitelnoe_syre
8. Khristyuk V.T. Theoretical substantiation and development of innovative technologies for the production of wines and drinks using physical and chemical technological methods: dis. ... Dr Sci. (Eng.): 05.18.01. Krasnodar: KubSTU; 2013.

Информация об авторах / Information about the authors

Наталья Юсуповна Качаева, к.т.н., доцент кафедры Технологии виноделия и бродильных производств, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»
9284278434@mail.ru

Никита Нилович Малеев, студент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Хаджимурад Эминович Качаев, студент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Natalya Y. Kachaeva, Ph. D (Engineering), Associate Professor, the Department of Winemaking and Fermentation Technologies, FSBEI HE «Kuban State Technological University»
9284278434@mail.ru

Nikita N. Maleev, Student, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Khadzhimurad E. Kachaev, Student, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

Поступила в редакцию 06.10.2023; поступила после рецензирования 08.11.2023; принята к публикации 09.11.2023

Received 06.10.2023; Reviewed 08.11.2023; Accepted 09.11.2023