

## Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические показатели кваса

Вера А. Демченко	<sup>1</sup>	dem8484@gmail.com
Анастасия С. Образцова	<sup>1</sup>	nasta165921@mail.ru
Мария А. Иванова	<sup>2</sup>	tpp@unecon.ru

<sup>1</sup> кафедра технологические машины и оборудования, Университет ИТМО, ул. Ломоносова д.9, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> учебный отдел, Техникум пищевой промышленности, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Большая Морская, 8, Санкт-Петербург, Россия

**Реферат.** В данной работе для интенсификации процесса производства кваса предлагается использовать установку «Волна-М» УЗТА-1/22-ОМ для обработки продукта ультразвуком. Целью эксперимента являлось исследование влияния обработки технологической воды и дрожжевой суспензии ультразвуком при изготовлении кваса. Для достижения поставленной задачи на кафедре Технологических машин и оборудования Университета ИТМО была разработана экспериментальная установка. В процессе проведения опыта изучалось влияние ультразвуковой обработки на физико-химические показатели готового напитка, изготовленного по различным рецептурам, в зависимости от разноразмерного воздействия ультразвука. Была проведена органолептическая оценка продукта, измерена активная кислотность и количество сухих веществ в готовом напитке. При обработке кваса ультразвуком мощностью 60 и 90 Вт при дегустации в продукте стал заметен приятный карамельный привкус. Благодаря этому эффекту возможна замена на производстве безалкогольных напитков дорогостоящего оборудования, применяемого для варки колеровочного сахарного сиропа в сироповарочных, колеровочных котлах, более дешевой ультразвуковой установкой. Кислотность исследуемых образцов повышалась в пределах допустимых норм. На количество сухих веществ в квасе ультразвуковая обработка существенно не влияет. Для увеличения срока хранения напитка применяется микрофильтрация. Предполагается ускорение процесса получения квасов брожения в 2 раза. Показано, что фильтрация с применением дозируемого ультразвука при изготовлении кваса позволяет не только снизить затраты на оборудование и убрать некоторые традиционные технологические процессы, но и обеспечить при этом холодную стерилизацию кваса с повышением его показателей качества.

**Ключевые слова:** квас, ультразвук, дрожжи, вода, интенсификация

## Effect of ultrasonic treatment on the physico-chemical parameters of kvass

Vera A. Demchenko	<sup>1</sup>	dem8484@gmail.com
Anastasia S. Obratsova	<sup>1</sup>	nasta165921@mail.ru
Maria A. Ivanova	<sup>2</sup>	tpp@unecon.ru

<sup>1</sup> technological machines and equipment department, University ITMO, Lomonosov str., 9, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> educational department, College food industry, Saint Petersburg State University of Economics, Bolshaya Morskaya str, 8, St. Petersburg, Russia

**Summary.** In this paper, for the intensification of production kvass process are encouraged to use the installation "Wave-M" UZTA-1/22-OM sonication product. The aim of the experiment was to study the effect of treatment of process water and the yeast suspension with ultrasound in the production of kvass. To achieve its objectives for the Department of technological machinery and equipment ITMO University experimental setup was designed. In the course of the experiment we studied the effect of ultrasonic treatment on the physico-chemical characteristics of the finished beverage, made in different formulations, depending on the tiered effect of ultrasound. Organoleptic evaluation of the product was carried out, and active acidity measured amount of dry matter in the finished beverage. When processing kvass ultrasound power of 60 and 90 W at a tasting in the product became noticeable pleasant caramel flavor. Due to this effect may be replaced in the production of soft drinks expensive equipment used for cooking in sugar syrup tinting siropovarochnykh, kolerovarochnykh boilers cheaper ultrasonic unit. The acidity of the samples increased within acceptable limits. On the amount of solids in kvass ultrasonic treatment did not significantly affected. To increase the shelf life of the beverage used microfiltration. Anticipated acceleration of the process of obtaining fermented kvass 2 times. It is shown that the filtration using the dosing of ultrasound in the production of kvass not only reduce the cost of the equipment and remove some of the traditional processes, but also provide with the cold sterilization of kvass with higher quality indicators.

**Keywords:** kvass, ultrasound, yeast, water, intensification

### Введение

Хлебный квас является продуктом незаконченного спиртового и молочнокислого брожения. Квасное сусло подвергается сбраживанию комбинированной культурой квасных дрожжей и молочнокислых бактерий. В результате брожения получается приятный, освежающий напиток коричневого цвета с характерным хлебным ароматом. Максимальная доля этилового спирта в квасе составляет 1,2% об. Основным сырьем для производства кваса является ферментированный и неферментированный ржаной солод, ржаная мука, вода, сахар.

Для образования ароматических и красящих веществ ферментированный солод подвергается термообработке нагретым воздухом. Вкус готового ржаного солода обусловлен меланоидинами, образующимися в результате взаимодействия сахаров и аминокислот [10, 12].

Рациональный способ получения квасного сусла характеризуется следующими стадиями: запаривание дробленого ржаного ферментированного солода и ржаной муки (при повышенном давлении); клейстеризация и разжижение крахмала; гидролиз крахмала и частично белка [6, 8].

Для цитирования

Демченко В. А., Образцова А. С., Иванова М. А. Влияние ультразвукового воздействия на физико-химические показатели кваса // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 18–21. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-18-21

For citation

Demchenko V. A., Obratsova A. S., Ivanova M. A. Effect of ultrasound on physical and chemical kvass. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 18–21. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-18-21

В квасоварении применяют сушеные квасные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* М, 131-К, С-2, винные, Штейберг 6, Киевские низового брожения, Днепропетровские 6 и хлебопекарные. Также применяют молочнокислые гетероферментные бактерии рас 11 и 13 [7].

В процессе спиртового брожения в квасе накапливается 0,3–0,5% (по объему) спирта и углекислого газа. Кроме того, образуются продукты гетероферментативного молочнокислого брожения – молочная и уксусная кислоты, этиловый спирт, углекислый газ, летучие ароматические вещества (диацетил и этилацетат), которые создают специфический аромат и вкус пива [9].

Благодаря своему химическому составу, включающему большое количество витаминов (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, D), органические кислоты, аминокислоты, ферменты и микроэлементы, при регулярном употреблении хлебный квас оказывает благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему, регулирует обменные процессы в организме человека, способствует нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта. Также квас является профилактическим и диетическим напитком, способствующим снижению усталости и стимуляции работоспособности [4, 5].

Употребление данного напитка противопоказано лицам с нарушениями функций печени, желудка, страдающим гипертонической болезнью и целиакией.

За последние десятилетия в безалкогольном и слабоалкогольном направлениях производства напитков произошли значительные изменения. Достигнуты большие успехи в совершенствовании оборудования и технологии изготовления квасоварения [3, 11]. Практически все производство кваса переведено на индустриальный метод: напиток готовят из концентрата квасного сусла (ККС) и концентрата кваса, что позволяет существенно улучшить качество продукта, уменьшить потери экстрактивных веществ, значительно понизить экономические затраты [2].

Квасные хлеба являются одним из видов сырья для приготовления хлебного кваса. Их получают в результате выпечки теста, приготовленного из ржаного солода (64,5%), ржаной муки (25%) и ячменного солода (10,5%). Ржаной и ячменный солод перерабатывается в размолом виде [1].

Получение концентратов квасного сусла позволяет увеличить сезонный выпуск хлебного кваса; а также дает возможность упростить технологию приготовления квасного сусла. Концентрат квасного сусла (ККС) представляет собой вязкую густую жидкость темнокоричневого цвета кисло-сладкого вкуса с характерным ароматом свежеспеченного ржаного хлеба. Содержание сухих веществ в концентрате квасного сусла  $70 \pm 2\%$  [3].

Основными стадиями производства кваса являются: приготовление квасного сусла (настоящий

способ, с применением ферментных препаратов, путем разбавления ККС); сбраживание квасного сусла; купаживание кваса; розлив кваса.

Целью проводимого исследования являлись: изучение возможностей совершенствования технологии приготовления кваса с применением ультразвука; изучение влияния ультразвуковой обработки на физико-химические показатели готового напитка; интенсификация оборудования производства кваса.

Материалы и методы исследования: квас, изготовленный из сухого концентрата; квас, изготовленный по «классическому» рецепту; квас, изготовленный из концентрата квасного сусла; ультразвуковая установка.

Оценку качества контрольных и обработанных ультразвуком образцов проводили в лаборатории Техникума пищевой промышленности, г. Санкт-Петербург по общепринятым стандартным методикам в безалкогольной промышленности.

Нами были исследованы физико-химические показатели изготовленных по различным рецептурам образцов кваса в зависимости от разноразмерного воздействия ультразвука; органолептические показатели; активная кислотность продукта (рН) и количество сухих веществ.

Посредством органолептической оценки между образцами кваса «классического» (1), изготовленного из сухого концентрата (2) и изготовленного из концентрата квасного сусла (3) для дальнейшего исследования были выбраны два последних варианта, так как первый не прошел органолептическую оценку по внешнему виду и вкусо-ароматическим показателям.

Далее два выбранных образца подвергались обработке ультразвуком.

На рисунке 1 представлена лабораторная установка с ультразвуковым генератором.



Рисунок 1. Внешний вид экспериментальной установки для исследования влияния ультразвукового излучения на формирование органолептических и физико-химических показателей кваса

Figure 1. External view of the experimental setup to study the effect of ultrasonic radiation on the formation of organoleptic and physico-chemical parameters of kvass

В емкость экспериментальной установки помещали готовый напиток объемом 250 мл, с помощью зажима на штативе регулировали оптимальный уровень погружения насадки ультразвукового устройства марки «Волна» и обрабатывали жидкостную среду разной мощностью воздействия от  $30 \pm 1,0$  до  $90 \pm 1,0$  Вт, шагом 15 единиц в течение 60 секунд. Плотность звуковой энергии  $15 \cdot 10^3$ – $20 \cdot 10^3$  кДж/м<sup>3</sup>.

Органолептические показатели исследуемых образцов кваса, изготовленного из сухого концентрата (СК)  
 Table 1.

Органолептические свойства / Organoleptic characteristics						
Мощность, Вт Power, W	без обработки without treatment	30	45	60	75	90
Контроль Control	яркий хлебный bright bread	–	–	–	–	–
Образец СК Sample SC	–	умеренный хлебный moderate bread	Слабый горь- кий хлебный weak bitter bread	Умеренный хлебный moderate bread	Сильный горь- кий хлебный strong bitter bread	Ярко выраженный горький хлебный pronounced bitterbread

Органолептические показатели исследуемых образцов кваса, изготовленного из концентрата квасного сусла (ККС)  
 Table 1.

Органолептические свойства / Organoleptic characteristics						
Мощность, Вт Power, W	без обработки without treatment	30	45	60	75	90
Контроль Control	яркий хлебный bright bread	–	–	–	–	–
Образец СК Sample SCC	–	умеренный хлебный moderate bread	слабый хлебный weak bread	слабый карамельный weak caramel	умеренный карамельный moderate caramel	ярко выраженный карамельный pronounced caramel

Как видно из таблицы 1 органолептические исследования показали, что контрольный образец имел ярко-выраженный хлебный вкус, а в образцах при обработке ультразвуком, начиная с 45 Вт, стал появляться слабый горьковатый привкус хлеба и при обработке 90 Вт перешел в сильный горький хлебный вкус, что недопустимо по нормам.

В таблице 2 показано, что контрольный образец, изготовленный из концентрата квасного сусла, также имел ярко-выраженный хлебный вкус, а начиная с обработки ультразвуком мощностью 60 Вт стал заметен приятный карамельный привкус и при обработке в 90 Вт продукт имел ярко-выраженный карамельный вкус. Такого эффекта в промышленном производстве кваса добиваются путем варки колеровочного сахарного сиропа в сироповарочных, колеровочных котлах.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антуфьев В.Т., Демченко В.А., Казаков Ю.Р. Экспериментальный стенд питателя для оценки воздействия ультразвуковых колебаний на процесс истечения круп // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 2. С. 155–161.
- 2 Балюбаш В.А., Алешичев С.Е., Пастухов А.С. Формирование алгоритмов многоканального управления в процессах производства пищевых продуктов // Современная наука и инновации. 2016. № 2(14). С. 79–85.
- 3 Иванова М.А., Понедельченко А.А. Разработка экспериментальной ультразвуковой установки с керамическими мембранными элементами для обработки вина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 1. С. 56–61.

### Заключение

Благодаря применению ультразвука на производстве кваса дорогостоящие котлы могут быть заменены на более дешевое оборудование, в частности, ультразвуковую установку, что существенно сократит расходы производства.

Кислотность исследуемых образцов кваса повышалась в интервале мощности ультразвука от 45 до 60 Вт на 0,2 единицы, с последующим ее понижением до 4 единиц при мощности ультразвука 90 Вт, что не превышает показателей нормы, представленных в торговой сети.

В ходе эксперимента было установлено, что на количество сухих веществ готового кваса ультразвуковая обработка существенно не влияет.

- 4 Коротких Е.А., Востриков С.В., Новикова И.В. Хлебный квас на основе порошкообразного полисолодового экстракта / Пиво и напитки. 2011. № 4. С. 26–27.
- 5 Коротких Е.А., Новикова И.В., Агафонов Г.В., Хрипушин В.В. Квас специального назначения // Вестник ВГУИТ. 2013. № 2. С. 134–140.
- 6 Помозова В.А. Производство кваса и безалкогольных напитков. Учебное пособие. СПб: ГИОРД. 2006. 192 с.
- 7 Скиба Е.А., Шаврыкина Н.А., Ламберова М.Э. Основы промышленной микробиологии. Учебное пособие. Бийск: Алтайский гос. техн. ун-т, 2013. 110 с.
- 8 Смотраева И.В., Баланов П.Е., Третьяков Н.А. Применение ультразвука при переработке растительного сырья // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2014. № 37. С. 264–267.

9 Часовщиков А.Р., Помозова В.А. и др. Состав органических кислот напитков на зерновом сырье // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 4. С. 1–5.

10 Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Артемова Я.А., Тихомирова Н.А. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка // Молочная Промышленность. 2011. № 5. С. 39–43.

11 Berenguer M., Vegara S., Barrajón E., Saura D. et al. Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains // Food Chemistry. 2015. №190. P. 848–855.

12 Chandrapala J., Oliver C., Kentish S., Ashokkumar M. Ultrasonics in food processing – Food quality assurance and food safety // Food Science and Technology. 2012. № 26 (2). P. 88–98

## REFERENCES

1 Antuf'ev V.T., Demchenko V.A., Kazakov Y.R. Experimental stand feeder to assess the impact of ultrasonic vibrations on the process of the expiration of the croup. *Nauchnyi zhurnal ITMO* [Scientific Journal ITMO. Series: Processes and devices of food manufactures] 2015, no. 2, pp. 155–161. (in Russian)

2 Balyubash V.A., Aleshichev S.E., Pastukhov A.S. Formation of a multi-channel control algorithms in food production processes. *Sovremennaya nauka i innovatsii* [Modern Science and Innovation] 2016, no. 2 (14), pp. 79–85. (in Russian)

3 Ivanova M.A., Ponedelchenko A.A., Development of an experimental ultrasonic device with ceramic membrane elements for processing wine. *Nauchnyi zhurnal ITMO* [Scientific Journal ITMO. Series: Processes and devices of food manufactures] 2015, no. 1, pp. 56–61. (in Russian)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Вера А. Демченко** к.т.н, старший преподаватель, кафедры технологические машины и оборудования, Университет ИТМО, ул. Ломоносова д.9, г. Санкт-Петербург, Россия, dem8484@gmail.com

**Анастасия С. Образцова** магистрант, кафедра технологические машины и оборудования, Университет ИТМО, ул. Ломоносова д.9, г. Санкт-Петербург, Россия, nasta165921@mail.ru

**Мария А. Иванова** Зав. отделением 19.02.03 Технология бродильных производств и виноделия, учебный отдел, Техникум пищевой промышленности, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, ул. Большая Морская, 8, Санкт-Петербург, Россия, tpp@unecon.ru

## КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Вера А. Демченко** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Анастасия С. Образцова** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент

**Мария А. Иванова** консультация в ходе исследования, корректировка текста рукописи

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 29.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

4 Korotkikh E.A., Vostrikovs S.V., Novikova I.V. Bread kvass based poly-solod powdered extract. *Pivo i napitki* [Beer and beverages] 2011, no. 4, pp. 26–27. (in Russian)

5 Korotkikh E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Khripushin V.V. Kvass special purpose. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET] 2013, no. 2, pp. 134–140. (in Russian)

6 Pomozova V.A. Proizvodstvo kvasa I bezalkogol'nykh napitkov [Production of kvass and soft drinks] Saint-Petersburg, GIORD, 2006. 192 p. (in Russian)

7 Skiba E.A., Shavrykina N.A., Lamberova M.E. Osnovy promyshlennoi mikrobiologii [Fundamentals of Industrial Microbiology] Biisk, Altai state tech. univ, 2013. 110 p. (in Russian)

8 Smotraeva I.V., Balanov P.E., Tretyakov N.A., The use of ultrasound in the processing of vegetable raw materials. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo aagrarnogo universiteta* [Proceedings of the Saint-Petersburg State Agrarian University] 2014, no. 37, pp. 264–267. (in Russian)

9 Chasovshchikov A.R., Pomozova V.A. et al. The composition of organic acids in the grain beverage raw materials. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Engineering and technology of food production] 2011, no. 4, pp 1–5. (in Russian)

10 Shestakov S.D., Krasulia O.N., Artemova Ya.A., Tikhomirov N.A. Ultrasonic sonochemical water treatment. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy Industry] 2011, no. 5, pp. 39–43. (in Russian)

11 Berenguer M., Vegara S., Barrajón E., Saura D. et al. Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Food Chemistry*, 2015, no. 190, pp. 848–855.

12 Chandrapala J., Oliver C., Kentish S., Ashokkumar M. Ultrasonics in food processing – Food quality assurance and food safety. *Food Science and Technology*, 2012, no. 26 (2), pp. 88–98.

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Vera A. Demchenko** candidate of technical sciences, senior lecturer, technological machines and equipment department, University ITMO, Lomonosov str., 9, St. Petersburg, Russia, dem8484@gmail.com

**Anastasia S. Obratsova** master student, technological machines and equipment department, University ITMO, Lomonosov str., 9, St. Petersburg, Russia, nasta165921@mail.ru

**Maria A. Ivanova** Head of the Division of 19.02.03 Fermentation Technology and Wine, educational department, College food industry, Saint Petersburg State University of Economics, Bolshaya Morskaya str, 8, St. Petersburg, Russia, tpp@unecon.ru

## CONTRIBUTION

**Vera A. Demchenko** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Anastasia S. Obratsova** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment

**Maria A. Ivanova** consultation during the study, correction of the manuscript text

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.29.2016

ACCEPTED 1.12.2016