

УДК 664.039.4
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-70-73>

Федосенко Т.В., Пацюк Л.К.,
 Журавская-Скалова Д.В.,
 Медведева Е.А., Филиппович В.П.,
 Кухто В.А., Наринянц Т.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт
 технологии консервирования – филиал
 Федерального государственного бюджетного
 научного учреждения
 «Федеральный научный центр пищевых систем им.
 В.М. Горбатова» РАН
 (ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем
 им. В.М. Горбатова»)
 142703, Россия, Московская область, г. Видное, ул.
 Школьная, д.78
 E-mail: fedosenko@vniitek.ru;
 fedosenko0071@gmail.com

Ключевые слова: яблочное пюре, консистенция,
 обработка ультразвуком, время воздействия, изме-
 нение вязкости, гомогенизация, органолептические
 характеристики.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсут-
 ствии конфликта интересов.

Для цитирования: Федосенко Т.В., Пацюк Л.К.,
 Журавская-Скалова Д.В., Медведева Е.А.,
 Филиппович В.П.,
 Кухто В.А., Наринянц Т.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕ-
 НЕНИЯ КОНСИСТЕНЦИИ ПРОДУКТА ПРИ ЕГО
 ОБРАБОТКЕ УЛЬТРАЗВУКОМ. Овощи России. –
 2019;(2):70-73. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-70-73>

Поступила в редакцию: 31.01.2019
Опубликована: 30.03.2019

Fedosenko T.V., Patsyuk L.K., Zhuravskaya-
 Skalova D.V., Medvedeva E.A., Filippovich V.P.,
 Kuhto V.A., Narinians T.V.

All-Russian Research Institute
 of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov
 Federal Research Center for Food Systems of RAS
 (VNIITeK – Branch of Gorbatov Research Center
 for Food Systems)
 78, Shkolnaya Street, Vidnoe,
 Moscow region, 142703, Russia
 E-mail: fedosenko@vniitek.ru;
 fedosenko0071@gmail.com

Keywords: apple puree, texture, sonication, exposure
 time, viscosity change, homogenization, organoleptic
 characteristics.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of
 interest.

For citation: Fedosenko T.V., Patsyuk L.K., Zhuravskaya-
 Skalova D.V., Medvedeva E.A., Filippovich V.P., Kuhto
 V.A., Narinians T.V. RESEARCH OF THE CHANGE OF
 THE PRODUCT CONSISTENCE DURING HIS ULTRA-
 SOUND PROCESS. Vegetable crops of Russia.
 2019;(2):70-73. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-70-73>

Received: 31.01.2019
Accepted: 30.03.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСИСТЕНЦИИ ПРОДУКТА ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ УЛЬТРАЗВУКОМ



В статье приведены результаты изучения влияния ультразвука на консистенцию продукции. Задача исследования состояла в выявлении возможности применения ультразвука для изменения консистенции продукта из пюреобразной в гомогенизованную. С этой целью изготовленные лабораторные образцы яблочного пюре были подвергнуты периодической обработке на ультразвуковом генераторе на частоте 21,7 кГц, при различной продолжительности воздействия ультразвуком – в течение 1-20 мин. После обработки были проведены измерения физико-химических показателей: массовой доли растворимого сухого вещества, температуры и вязкости. При анализе полученных результатов было установлено, что в зависимости от времени воздействия показатели массовой доли сухого вещества в образцах №1, №2, №3 незначительно повышались относительно контрольного образца – от значения 11,9 до 12,4%. В образце №4, в котором продолжительность воздействия ультразвуком составляла 20 мин, показатель массовой доли сухого вещества увеличился более значительно – до 13,8%. Такая же динамика прослеживается и в полученных значениях вязкости продукта, которая постепенно повышается, пропорционально времени воздействия: от образца №1 до образца №4 (от 4600 сП до 6500 сП). Кроме того, была проведена сравнительная оценка органолептических показателей экспериментальных образцов (вкус, цвет, аромат и консистенция) после их ультразвуковой обработки в зависимости от продолжительности воздействия. Было установлено, что все органолептические характеристики яблочного пюре при увеличении продолжительности обработки продукта ультразвуком с заданным параметром на частоте 21,7 кГц изменялись в зависимости от времени воздействия. Так, консистенция изменялась от «зернистой» структуры (в контрольном образце) до однородной гомогенизированной (в образце №3). В образце №4 (при продолжительности воздействия 20 мин) было получено пюре с тонкоизмельченной кремообразной массой. Следовательно, воздействие ультразвука с заданным значением частоты 21,7 кГц в течение не менее 10 мин позволяет из протёртого продукта с пюреобразной структурой получить гомогенизованное пюре.

RESEARCH OF THE CHANGE OF THE PRODUCT CONSISTENCE DURING HIS ULTRASOUND PROCESS

This article presents the results of studying the effect of ultrasound on the consistency of products. The task of the study was to identify the possibility of using ultrasound to change the consistency of the product from puree to homogenized. For this purpose, laboratory samples of apple puree were periodically processed on an ultrasonic generator at a frequency of 21.7 kHz, for different duration of exposure to ultrasound from 1 minute to 20 minutes. After processing, measurements of physicochemical parameters were carried out the mass fraction of soluble solids, temperature and viscosity. When analyzing the obtained results, it was found that, depending on the exposure time, the indicators of the mass fraction of dry substances in samples No. 1, No. 2, No. 3 slightly increased relative to the control sample from a value of 11.9 to 12.4 V of sample No. 4, in which the duration of exposure to ultrasound was 20 minutes, the indicator of the mass fraction of dry substances increased more significantly up to 13.8%. The same dynamics is observed in the obtained values of the viscosity of the product, which gradually increases in proportion to the exposure time from sample No. 1 to sample No. 4 (4600-6500 Centipoise (CP)). In addition, a comparative assessment of the organoleptic characteristics of experimental samples (taste, color, aroma and texture) was carried out after their ultrasonic treatment, depending on the duration of exposure. It was found that all the organoleptic characteristics of apple puree with an increase in the duration of ultrasonic treatment with a given parameter at a frequency of 21.7 kHz, changed depending on the time of exposure. Thus, the consistency changed from a "granular" structure (in the control sample) to a homogeneous homogenized (in sample No. 3). In sample No. 4 (with an exposure time of 20 minutes), mashed potatoes were obtained with a fine, finely divided creamy mass. Consequently, the effect of ultrasound with a given frequency of 21.7 kHz for at least 10 minutes allows a pureed product with a puree-like structure to obtain a homogenized puree.

Введение

При определении качества пищевых продуктов подлежат проверке на соответствие требуемым значениям в действующей на них нормативной документации как физико-химические, так и органолептические показатели, такие как вкус, цвет, аромат, консистенция и внешний вид [1].

Для многих видов консервов, например, пюреобразных продуктов для питания детей раннего возраста (до 9 мес.) приводится характеристика консистенции – «однородный по степени измельчения продукт с тонкоизмельченной гомогенизированной мякотью» [2]. Для детей старше 9 мес. продукт может иметь консистенцию протертой массы.

Требованиями, изложенными в техническом регламенте на соковую продукцию ТР ТС 023/2011 установлено, что соковая продукция для детей раннего возраста должна быть обязательно гомогенизированной.

Согласно ГОСТ Р 53029-2008, термину «Гомогенизирование» дано следующее определение: «Гомогенизирование сока и пюре из фруктов [овощей] – технологическая операция интенсивной механической обработки сока с мякотью и пюре из фруктов [овощей] для придания им однородной тонкоизмельченной консистенции за счет повышения степени дисперсности частиц мякоти про-

тертых фруктов [овощей] и с целью предупреждения расслаивания» [3].

Чтобы обеспечить требуемую консистенцию, продукт подвергают финишированию (т.е. двойному протиранию через сито с диаметром отверстий 0,35-0,4 мм) либо гомогенизированию. Процесс гомогенизации осуществляют на гомогенизаторах различных типов. Основные из них: плунжерные (типа ОГБ, ОГА, ОГМ), используемые в основном для гомогенизации пюреобразных мясных и молочных продуктов, роторно-пульсационные (типа РЗ – КИК) и дисковые, используемые для гомогенизации пюреобразных фруктовых и овощных продуктов и соков с мякотью. Гомогенизирование соков с мякотью проводят на коллоидных мельницах с быстровращающимися (до 3000 об/мин) перфорированными корундовыми дисками. Гомогенизация осуществляется за счет возникающих при вращении дисков сил завихрения и кавитации. При установлении в линии 2-х последовательных дисковых мельниц получают продукт с размером частиц около 5 мкм [4].

Тонкоизмельченную массу соков с мякотью можно получить также и применением непрерывно-действующих фильтрующих центрифуг НВШ-350, НГШ-401К-4, в которой продукт под действием центробежной силы

(скорость вращения 250 об/мин) проходит через отверстия диаметром 0,4-0,7 мм [5].

Все эти аппараты обеспечивают получение однородного гомогенного продукта с тонкоизмельченной мякотью.

Однако в последние годы в нашей стране и за рубежом все больше применение получает развитие инновационная теория механико-химических процессов и создается новое оборудование для кавитационной обработки пищевых продуктов (за счет ультразвукового воздействия [6]). При этом, в зависимости от параметров воздействия, можно получить продукт и с измененной природой дисперсионной среды – с кремообразной или гелевой коллоидной структурой [7].

Целью исследования явилось изучение изменения консистенции пюреобразного продукта в зависимости от времени воздействия на него ультразвуком постоянной частоты 21,7 кГц.

Объекты и методы исследований – экспериментальные образцы яблочного пюре, полученного после финиширования прошпаренных светлокрасных свежих яблок на протирочной машине через сито с диаметром отверстий 0,4 мм.

Физико-химические показатели определяли по стандартизированным

Таблица 1. Физико-химические показатели яблочного пюре после обработки ультразвуком
Table 1. Physical and chemical indicators of applesauce after processing ultrasound

№ п/п	Время воздействия ультразвуком, мин	Массовая доля сухого вещества, %	±Δ, %	Температура продукта, °С	Значение вязкости, сП	±Δ, сП
	Контроль	11,9	0,05	18...20	4600	50
1	1	12,0	0,05	40	4700	50
2	5	12,2	0,05	55	5100	50
3	10	12,4	0,05	70	5600	50
4	20	13,8	0,05	80	6500	50

методикам. Вязкость пюре определяли на вискозиметре «Брукфельда» (BROOKFIED-SVNCHRO-LECTRIC VISCOMETER, США) [8].

Результаты

Для выполнения поставленной цели предварительно были изготовлены экспериментальные образцы яблочного пюре из свежих светлоокрашенных яблок по следующей схеме:

Мойка→шпарка→протирание на протирочной машине с диаметром отверстий сит 1,2 мм→финиширование через сито с диаметром отверстий 0,4 мм.→подогрев до 95°C→фасование в стеклянные баночки вместимостью 100 см³→укупоривание→охлаждение до 25°C.

Полученные экспериментальные образцы были подвергнуты обработке ультразвуком с частотой 21,7 кГц, при периодическом воздействии в течение различных периодов времени на ультразвуковом генераторе. Продолжительность воздействия ультразвуком в каждом образце: №1 – в течение 1 мин; №2 – в течение 5 мин; №3 – в течение 10 мин; №4 – в течение 20 мин. В качестве контроля были исследованы образцы пюре, не подвергавшиеся ультразвуковому воздействию.

В образцах, подвергнутых обработке ультразвуком, проводили измерения физико-химических (массовой доли растворимого сухого вещества, температуры и вязкости) и органолептических показателей (вкус, цвет, аромат, консистенция и внешний вид).

В таблице 1 представлены физико-химические показатели яблочного пюре после его обработки ультразвуком с различными периодами воздействия.

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением времени обработки ультразвуком с постоянной частотой 21,7 кГц яблочного пюре все физико-химические показатели повышались пропорционально времени воздействия.

Так, массовая доля сухого вещества в образце №1 (при воздействии 1 мин) составила 12,0%, т.е. изменилась по сравнению с «контрольным» на 0,1%. В образце №2 (при воздействии 5 мин) этот показатель повышался по сравнению с «контрольным» на 0,3%, а с предыдущим образцом №2 – на 0,2%. В образце №3 (при воздействии 10 мин) показатель массовой доли сухого вещества, по сравнению с предыдущим образцом, увеличился также на

0,2%, т.е. пропорционально времени воздействия. В образце №4 (при удвоенном времени воздействия, т.е. 20 мин) по сравнению с предыдущим образцом №3, массовая доля сухого вещества повысилась скачкообразно до значения 13,8%, т.е. на 1,4%.

Значение вязкости в образцах №1, №2, №3 также повышалось пропорционально времени обработки яблочного пюре ультразвуком с той же частотой 21,7 кГц. И только при увеличении времени воздействия до 20 минут вязкость продукта повысилась до значения 6500 сП, т.е. скачкообразно.

В таблице 2 представлены органолептические характеристики образцов яблочного пюре после их обработки ультразвуком при различных периодах обработки.

При оценке органолептических показателей экспериментальных образцов яблочного пюре было выявлено, что у показателя «Вкус» произошло улучшение характеристик (от контрольного образца до образца №3) – от «Свойственного» до «Приятного». В образце №4 во вкусе была более ощутима сладость и аромат «Явно выраженный». При оценке показателя «Консистенция» было установлено, что образец

Таблица 2. Органолептические характеристики экспериментальных образцов яблочного пюре после их обработки ультразвуком
Table 2. Organoleptic characteristics of experimental samples of applesauce after ultrasonic treatment

№ п/п	Органолептические характеристики и их оценка в баллах				
	Цвет	Вкус	Аромат	Консистенция и внешний вид	Общая оценка
Контроль	Соответствующий	Свойственный, кисло-сладкий, натуральный	Слабо ощутимый	Соответствует финишированному пюре с «зернистой» структурой	4,0
1	Однородный	Подобный контролю	Слабо ощутимый	Консистенция подобная контрольному образцу	4,0-4,1
2	Однородный, соответствующий	Свойственный	Выраженный	Ощущается начальная степень гомогенности при наличии «зернистости»	4,2-4,3
3	Однородный, соответствующий, незначительно посветлевший	Приятный, свойственный	Более выраженный	Однородная гомогенная структура	4,5-4,7
4	Однородный, более светлый	Приятный, сладость более ощутима	Явно выраженный	Тонкоизмельченная кремообразная масса	4,8-4,9

«Контроль» соответствует пюреобразному финишированному продукту с «Зернистой» структурой.

При сравнительной оценке консистенции было установлено, что все обработанные ультразвуком образцы яблочного пюре являются гомогенизированными в большей или меньшей степени. Образец с маркировкой «контроль» – по структуре соответствует пюре, подвергнутому финишированию (протирацию через сито с диаметром отверстий – 0,4 мм), т.е. с проявлением «зернистости» (ощущением наличия частиц мякоти по всей массе). Образец №1 при обработке пюре в течение 1 мин по консистенции практически не отличается от контрольного, т.е. гомогенизация в нём не ощущается. В образце №2 ощущается небольшая гомогенизированность массы продукта при наличии отдельной «зернистости». При обработке пюре ультразвуком в течении 10 мин (образец №3) получена однородная гомогенизированная структура, что соответствует характеристике органолептической оценки гомогенизированных продуктов. Образец №4 представляет собой тонкоизмельченную, кремообразную массу.

Выводы

1. При сравнении образцов №1, №2, №3 и №4 было установлено, что лучшим по консистенции и другим показателям является образец №3, органолептические характеристики которого соответствуют требованиям гомогенизированного пюре в соответствии с ГОСТ 32218-2013 «Консервы на фруктовой основе для питания детей раннего возраста».

2. В образце №4 вязкость увеличилась более значительно по сравнению с предыдущими образцами, что может быть объяснено действием начальной стадии кавитации, т.е. изменением структуры продукта на клеточном уровне.

Заключение

1. Анализ результатов изучения изменения консистенции яблочного пюре, в зависимости от времени воздействия на него ультразвуком постоянной частоты показывает, что приемлемую структуру, соответствующую гомогенизированному продукту, возможно получить при воздействии на пюреобразный продукт ультразвуком с частотой 21,7 кГц в течение 10 мин. Однако использование обработки с такими

параметрами нецелесообразно, т.к. они, хотя и позволяют получить гомогенизированный продукт требуемой консистенции, но прибор, на котором был проведен эксперимент, требует его доработки для получения возможности обработки продуктов «в потоке» в непрерывно действующем аппарате, с возможностью уменьшения периода воздействия ультразвуком, в том числе и при других параметрах частот.

2. Воздействие на пюре ультразвуком с частотой 21,7 кГц в течение 20 мин позволяет получить продукт с тонкоизмельченной кремообразной консистенцией, которая по дисперсности превосходит характеристику гомогенизированного продукта. С большой долей уверенности можно предположить, что в его структуре появились начальные изменения, присущие кавитационному эффекту, но ещё не соответствует продукту, подвергнутому кавитационной обработке, при которой полностью изменяется структура на клеточном уровне. Для получения кавитационного эффекта необходимо исследовать возможность воздействия на продукт ультразвука с более высокой частотой.

Об авторах:

Федосенко Т.В. – м.н.с. лаб. технологии консервирования
Пацюк Л.К. – вед. н.с. лаб. технологии консервирования
Журавская-Скалова Д.В. – вед. н.с. лаб. качества и безопасности пищевой продукции
Медведева Е.А. – с.н.с. лаб. технологии консервирования
Филиппович В.П. – с.н.с. лаб. процессов и оборудования консервного производства
Кухто В.А. – с.н.с. лаб. процессов и оборудования консервного производства
Наринянц Т.В. – с.н.с. лаборатории технологии консервирования

About the authors:

Fedosenko T.V. – Junior Researcher of lab. of technology of canning
Patsyuk L.K. – Leading researcher of the lab. of canning technology
Zhuravskaya-Skalova D.V. – Leading Researcher of the lab. for food quality and safety
Medvedeva E.A. – Senior researcher of the lab. of canning technology
Filippovich V.P. – Senior researcher of the lab. of canning manufacturing processes and equipment
Kuhto V.A. – Senior researcher of the lab. of canning manufacturing processes and equipment
Narinants T.V. – Senior researcher of the lab. of canning technology

• Литература

1. Пацюк Л.К. Изучение процесса изменения физико-химических показателей продукции за счет применения кавитационной обработки /Л.К. Пацюк, Н.М. Алабина, Л.А. Борченкова, Е.А. Медведева и др.// Материалы научно конференции «Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука». М., МГУПП, 2017. – С.69-71.
2. Консервы гомогенизированные для детского питания. Метод определения качества измельчения. ГОСТ 24283-2014.
3. Процессы переработки фруктов, овощей, грибов, технологические. Термины и определения. ГОСТ Р 53029-2008.
- 4 Самсонова А.Н. Фруктовые и овощные соки /А.Н.Самсонова, В.Б. Ушева// М, «Агропромиздат»,1990. – С.168-171.
5. Харченкова О.В. Производство натуральных плодовых соков с применением непрерывнодействующих фильтрующих центрифуг /О.В. Харченкова, Е.П. Ляченко, Г.А. Клешунова// М., ЦНИИТЭИПищепром, 1981. – С.44.
6. Федоткин И.Н. Использование кавитации в технологических процессах /И.М. Федоткин, А.Ф. Немчин// Высшая школа: К., 1984. – 68 с.
7. Петров А.Н. Получение новых продуктов с применением кавитационной обработки/ А.Н. Петров, Н.С. Шишкина, Л.К. Пацюк и др. //Холодильная технология. – №8. – 2017. – С.54-59.
8. Шрамм Г. Основы практической реологии /Г. Шрамм //раздел: классификация материалов (перевод с английского). М, «Колос», 2003. – С.25-59.
9. Немчин А.Ф. Новые технологические эффекты тепломассообмена при использовании кавитации /А.Ф.Немчин //Промтехника, 1997. – №6. – С.39-42.

• References

1. Patsyuk L.K. The study of the changes in physico-chemical parameters of the products through the use of cavitation treatment /L.K. Patsyuk N.M. Alabin, L.A. Borzenkova, E.A., Medvedev, etc. // Proceedings of the scientific conference "Development of food and processing industry of Russia: people and science". М., MGUPP, 2017. P.69-71.
2. "Homogenized preserves for baby food. The method for determining the quality of grinding". GOST 24283-2014.
3. "The processes of processing of fruits, vegetables, mushrooms, technological. Terms and definitions". GOST R 53029-2008.
- 4 Samsonova A.N. Fruit and vegetable juices /A.N. Samsonov, V.B. Ushva// М., "Agropromizdat", 1990. P.168-171.
5. Kharchenkova O.V. Production of natural fruit juices with pulp with the use of neprerynolityh filtering centrifuges /Kharchenkova O.V., E.P. Lyashchenko, A. Klesunova// М., 1981. P.44.
6. Fedotkin I.N. The use of cavitation in technological processes /I.M. Fedotkin, A.F. Nemchin // Higher school: K., 1984. 68 p.
7. Petrov A.N. Obtaining of new products with application of the cavitation treatment/ A. N. Petrov, N. Shishkin, L.K. Patsyuk // Refrigeration technology. No.8. 2017. P.54-59.
8. Schramm G. the basics of practical rheology /G. Schramm //topic: classification of materials (translation from English). М., 2003. P.25-59.
9. New technological effects of heat and mass transfer when using cavitation. 1997. No.6. P.39-42.