

УДК 598.51:637.344

UDC 598.51:637.344

**ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ
НАНОЭМУЛЬСИЙ НА ОСНОВЕ ЛЕГКОЙ
ВОДЫ И CO₂-ЭКСТРАКТОВ ИЗ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ
СОНОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

**OBTAINING OF COMPLEX
NANOEMULSIONS ON THE BASE OF LIGHT
WATER AND CO₂ – EXTRACTS FROM
VEGETATIVE RAW MATERIAL WITH
ACOUSTIC CHEMISTRY METHOD**

Голованева Татьяна Васильевна

Golovaneva Tatyana Vasilievna

Запорожский Алексей Александрович

Zaporozhsky Alexey Alexandrovich

Редько Мария Геннадьевна
аспирант

Redko Mariya Gennadievna
postgraduate student

Мишкевич Эвелина Юрьевна
аспирант
*Кубанский государственный технологический
университет, Краснодар, Россия*

Mishkevich Evelina Yurievna
postgraduate student
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

В статье рассмотрен способ получения
наноэмульсий сонохимическим способом,
подобрана рецептурная композиция
наноэмульсии. Проведены исследования данной
эмульсии по определению ее стойкости и размера
частиц. Исследован антиоксидантный эффект
полученной эмульсии и определена возможность
использования ее в мясорастительных продуктах

The method of nanoemulsions obtaining with acoustic
chemistry method has been considered in the article,
the nanoemulsion formula has been found. The
researches for emulsion stability and particle sizes
determination have been fulfilled. The antioxidant
effect of the obtained emulsion and a possibility to
use it in meat-vegetable products have been
researched

Ключевые слова: НАНОЭМУЛЬСИЯ, CO₂-
ЭКСТРАКТЫ, СОНОХИМИЯ, МАСЛО ИЗ
ВИНОГРАДНЫХ КОСТОЧЕК, РЕСВЕРАТРОЛ

Keywords: NANOEMULSION, CO₂ – EXTRACTS,
ACOUSTOCHEMISTRY, GRAPES STONES OIL,
RESVERATROL

Непременным условием здорового старения организма человека его работоспособности, бодрости является правильное питание. Создание комплексной серии продуктов геродиетического назначения это очень важная социальная задача, потому как разрешение именно этой проблемы может сильно изменить не только продолжительность жизни человека, но и повысить активный период его жизни, поддержать здоровье, бодрость, трудоспособность до сильной старости.

В настоящее время ассортимент геродиетических продуктов не так велик причем на молочные продукты приходится их основная доля, хотя в мясных продуктах содержатся большие резервы жирового и белкового сырья: крови, сыворотки и плазмы крови, яичных белков и прочих видов сырья, которые имеют повышенную биологическую ценность, дают возможность сбалансировать amino- и жирнокислотный состав, а так же

отслеживать энергетическую ценность и принимать во внимание специфику метаболизма макропитательных веществ в организме лиц определенных групп населения.

Поэтому создание геродиетических продуктов питания является приоритетной задачей сегодняшнего дня и наиболее рационального использования запасов мясной промышленности.

Во всех ведущих странах мира наблюдается тенденция все более широкого использования методов нанотехнологий в пищевой промышленности. Одним из таких методов является производство наноэмульсий [3].

Под наноэмульсиями подразумеваются системы, не имеющие двойного преломления при направлении на них лучей поляризованного света, прозрачные или полупрозрачные, термодинамически устойчивые, состоящие из совершенно мельчайших капель диаметр которых в интервале от 5 до 200 нм, чтобы их сформировать чаще всего используют масло, воду, поверхностно-активное вещество или сурфактант и, иногда добавляют, вспомогательное поверхностно-активное вещество или ко-сурфактант с тщательным подбором оптимального соотношения сурфактанта и ко-сурфактанта, а также их общего количества в системе, этот процесс чаще всего очень сложно и трудоемко [2].

Наноэмульсии представляют собой группу дисперсных частиц, используемых для фармацевтических и биомедицинских пособий, транспортных средств, которые показывают большие перспективы для будущего косметики, диагностики, лекарственной терапии и биотехнологий. Преимуществом наноэмульсий является наличие гораздо большей поверхности соприкосновения и высвобождения энергии, чем макроэмульсии, что делает их эффективной транспортной системой, более высокая стабильность и стойкость к расслаиванию, флокуляции, коалесценции, седиментации по сравнению с макроэмульсиями [1];.

Наноэмульсии производят несколькими способами. Традиционно в пищевой промышленности используется гомогенизация. Но этот процесс имеет ряд недостатков: во-первых, стабильность белков эмульсии к нагреванию снижается, а во-вторых это очень энергоемкий процесс.

Повысить качество геродиетических продуктов, увеличить их стойкость, можно за счет обогащения ее омега-3 полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), так как в пожилом организме сокращается количество веществ - антиоксидантов, которые защищают клетки организма от воздействия негативных факторов различного происхождения.

Большое количество ПНЖК содержится в масле из семян винограда, а высокими антиоксидантными свойствами обладают СО₂-экстракты из пряно-ароматического и лекарственного сырья. Виноградное масло имеет приятный запах. Масло, полученное из виноградных косточек, в своем составе имеет высокое содержание полиненасыщенной линолевой кислотой Омега-6 (до 73%). Высокая пищевая ценность, а также огромный спектр лечебно-профилактического действия виноградного масла связано с высокой концентрацией в нем витаминов (Е, А, В1, В2, В3, В6, В9, В12, С), макро- и микроэлементов (калий, натрий, кальций, железо и др.), полиненасыщенных жирных кислот, флавоноидов, фитостеролов, дубильных веществ, фитонцидов, хлорофилла, энзимов. Подготовка УЗ-эмульсий на основе этого масла с малым размером капли представляет особый интерес. Малый размер капель определяет хорошую стабильность эмульсии, приводит к сливочным ощущениям во рту. Кроме того сокращение размеров капель масла ниже 100 нм обеспечивает полупрозрачную эмульсию, которую можно включать в бульоны.

Мы использовали комплексный СО₂-экстракт из лекарственных растений, выращиваемых в Краснодарском крае, а так же СО₂-экстракт из кожицы ягод красного винограда, содержащего ресвератрол. Применение

сырья растительного происхождения в первую очередь объясняется их повышенной биологической активностью и комплексным влиянием на организм.

Ресвератрол относится к природным фитоалексинам, которые выделяются некоторыми растениями для защиты от паразитов. Большое количество данного вещества содержится в кожице и семенах красного винограда. Это очень сильный антиоксидант, его активность намного выше, чем у витамина Е. Ресвератрол выражает эстрогенную активность, соединяясь с теми же самыми рецепторами, что и эстрадиол, один из главных эстрогенов человека. Даже учитывая тот факт, что гормональная активность ресвератрола намного ниже, чем у эстрадиола (3-10 мкМ ресвератрола соответствует 0,1 нМ эстрадиола), в организме его может присутствовать такое количество, что он будет воздействовать даже сильнее, чем эстрадиол в физиологических концентрациях.

Ресвератролом значительно снижает образование в мозгу животных бляшек, характерных для болезни Альцгеймера и других нейродегенеративных заболеваний. Ресвератрол обладает рядом действий:

- противовоспалительное действие;
- кардиопротекторное действие обусловлено рядом свойств ресвератрола:

- 1) ингибирование молекул адгезии клетками сосудов;
- 2) ингибирование пролиферации гладкомышечных клеток сосудов;
- 3) стимуляция активности эндотелиальной синтазы оксида азота;
- 4) замедление избыточной агрегации тромбоцитов;
- 5) ингибирование процессов окисления липопопротеинов пониженной плотности. Таким образом кардиопротекторное влияние ресвератрола может являться элементом профилактики борьбы с сердечно сосудистыми заболеваниями.

- антидиабетическое действие;

- противовирусное действие;

СО₂экстракт из косточек винограда содержит комплекс биофлавоноидов (кверцетин, гесперидин и др.), данные комплексы не синтезируются в организме человека.

Функциональные действия:

- антиоксидант, связывает и выводит из организма человека свободные радикалы;

- регулирует количество липидов (в главной степени холестерина) в крови;

- профилактика раковых заболеваний, задерживает рост раковых клеток и даже может подавлять раковые клетки, в то же время стимулируя и активизируя способность к регенерации нормальных здоровых клеток;

- поддерживает хорошую функциональную способность тромбоцитов, способствует понижению вязкости крови, а благодаря этому, обеспечивает свободный кровоток в сосудах, поддерживая эластичность стенок сосудов;

- оказывает противовоспалительное и антибактериальное действие;

- сохраняет гладкость и эластичность кожи, замедляет ее старение, обладает способностью восстанавливать и стимулировать рост коллагеновых волокон, восстанавливает молодость увядшей кожи;

- оказывает антиаллергическое воздействие, предотвращая выделение гистамина;

- повышает память, увеличивает устойчивость организма к стрессам;

- понижает уровень сахара в крови;

- оказывает положительное влияние на зрение, эффективен при ретинопатии (поражения сетчатки глаза) у больных диабетом и гипертонической болезнью.

В состав лекарственного сырья входят различные биологически активные вещества разнообразного фармакологического действия:

алкалоиды, витамины, минеральные вещества, гликозиды, гликоалкалоиды, дубильные вещества, жирные масла, кумарины, пектиновые вещества, камеди, органические кислоты, липиды, пигменты, стероиды, ферменты, фитонциды, флавоноиды, экдизоны, эфирные масла.

В процессе изучения лекарственного сырья мы обратили внимание на такие растения как: плоды китайского лимонника, листья оливкового дерева, плоды расторопши пятнистой, корни радиолы розовой, листья смородины, и в которых содержатся основные соединения, обеспечивающие антиоксидантный эффект. Антиоксиданты предотвращают разрушающее действие свободных радикалов на клетки, и тем самым замедляют процесс старения живых организмов.

В качестве водного компонента была использована легкая вода, полученная методом замораживания. Этот метод экономически более выгоден, чем классический метод получения легкой воды. Данная вода имеет сниженное содержание дейтерия в своем составе. Такая вода увеличивает скорость химических процессов, повышает стойкость эмульсии, а фаршу придает повышенную влагосвязывающую способность.

К сожалению, масло семян винограда на воздухе быстро окисляется и не только теряет свои положительные свойства, но и приобретает отрицательные. CO_2 -экстракты в свою очередь очень капризны при хранении, они имеют достаточно ограниченный срок годности, даже при соблюдении всех правил хранения, также составляет неудобство их количество вводимое в продукт, так как это количество очень мало. Эти проблемы можно решить с помощью наноэмульсий с использованием этих продуктов на водной основе.

Для сохранения эмульсии мы использовали природный лецитин.

Использование сонохимических методов для образования наноэмульсий хорошо известно только в масштабах лабораторий и

большинство работ на сегодняшний день сосредоточено на подготовке синтетических эмульсий.

Сонохимическое эмульгирование проходит следующим образом, применение акустического поля производит межфазные волны, которые становятся неустойчивыми, и происходит извержение масляной фазы в водной среде в виде капель. Использование ультразвука приводит к уменьшению себестоимости, более стабильной и менее полидисперсной эмульсии, которую можно использовать в пищевой промышленности.

В результате получаем прозрачную или слегка опалесцирующую наноэмульсию типа масло в воде. С соотношением: вода 86,8%, виноградное масло 12%, комплексный CO₂-экстракт из растительного сырья 0,20%, лецитин 1%.

Для определения времени обработки и частоты ультразвука мы брали диапазон времени от 2 до 7 мин., а диапазон ультразвука от 100 до 1300 КГц при этом исследовали размер частиц и проверяли стойкость эмульсии. Стойкость оценивали визуально в течении 35 суток при температуре 15⁰С. Данные исследований представлены на графиках (Рисунки 1, 2).

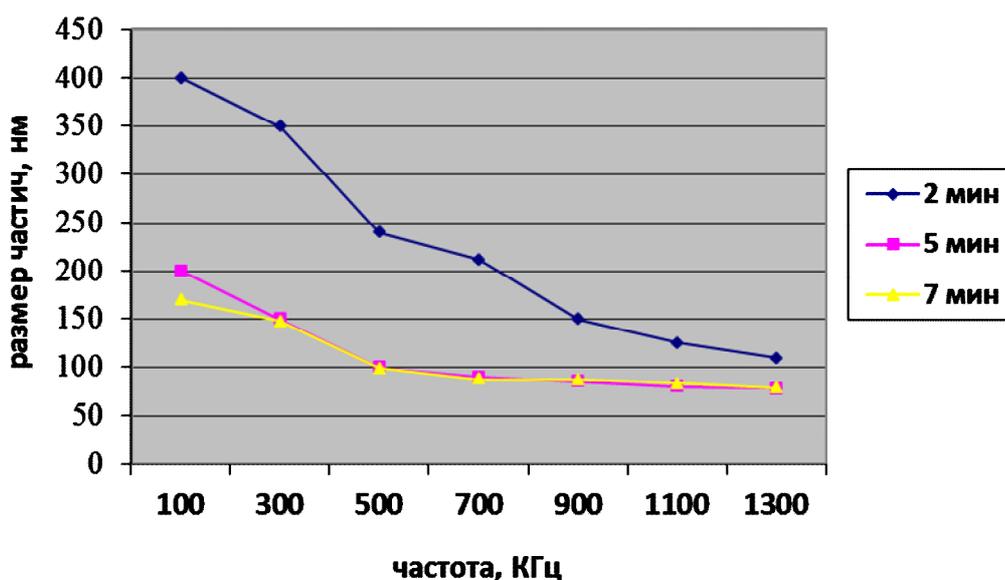


Рисунок 1 - изменение стойкости наноэмульсии в зависимости от изменения частоты ультразвука и продолжительности процесса обработки.

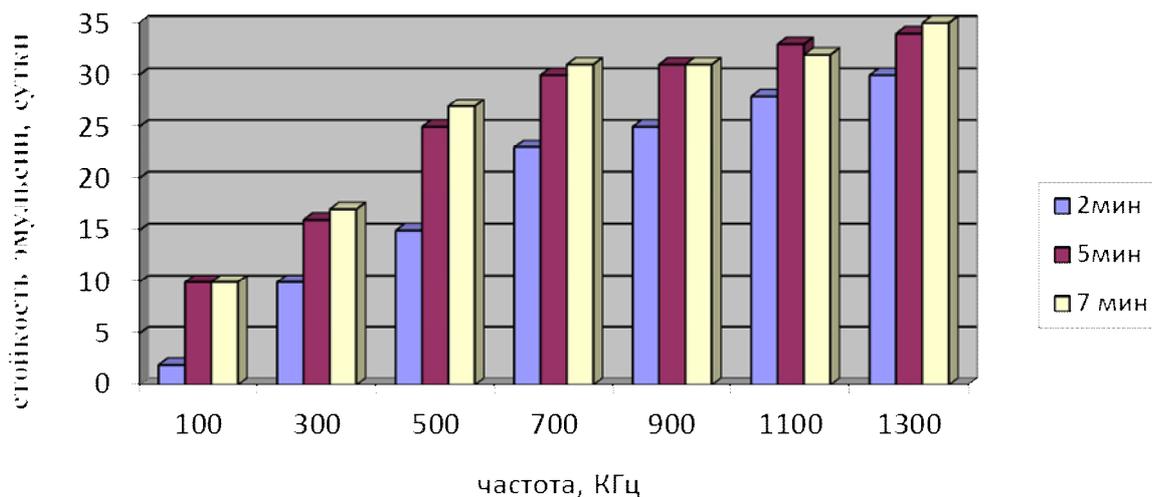


Рисунок 2 - изменение стойкости наноэмульсии в зависимости от изменения частоты ультразвука и продолжительности процесса обработки.

Таким образом, мы определили, что наиболее предпочтительная частота обработки является 700 КГц, а оптимальное время обработки 5 мин. Дальнейшее увеличение времени и частоты является не целесообразным, так как уменьшение размера частиц и увеличение стойкости наноэмульсии незначительно.

Полученную эмульсию использовали в производстве мясорастительных рубленых полуфабрикатах геродиетического назначения, с целью улучшения ее химических и функциональных свойств, продлить срок годности продукта и улучшить органолептические показатели.

В работе проведена оценка влияния наноэмульсии на скорость окисления липидов в мясном фарше. С помощью применяемых методов фиксировали изменения показателей тиобарбитурового числа (ТБЧ), характеризующего накопление вторичных продуктов окисления липидов – малонового диальдегида (МДА).

Основной показатель активности антиоксидантов - разница значений ТБЧ у проб с добавлением наноэмульсии и контрольного образца без антиоксиданта.

Известно, что наибольшую активность наноэмульсия в виде антиокислителя проявляет в определенной концентрации, поэтому мы определяли и оптимальное количество введения наноэмульсии в фарш.

На Рисунке 3 представлена динамика накопления вторичных продуктов окисления в модельных фаршах, содержащих наноэмульсию и контрольный образец без добавления наноэмульсии. Образцы исследовали в течении пяти суток, в охлажденном состоянии (1-5⁰С).

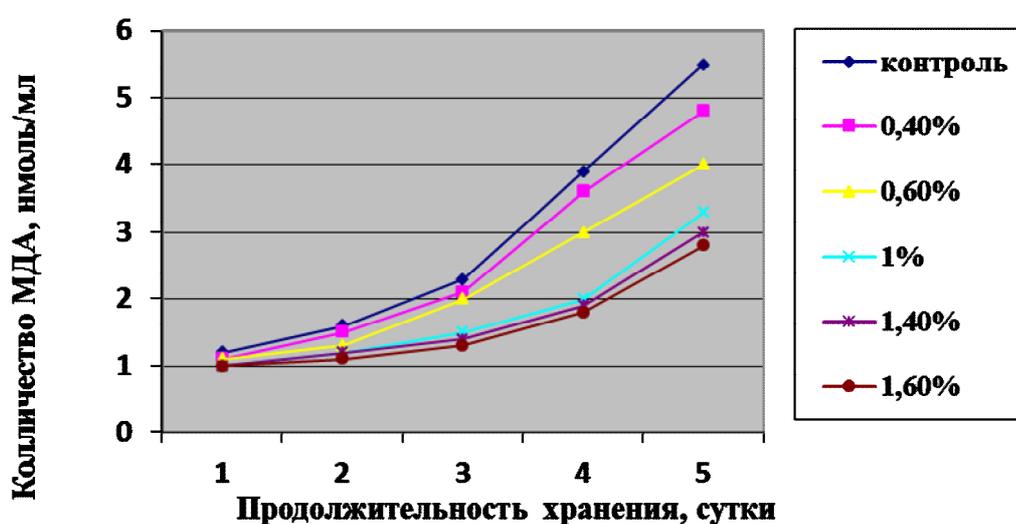


Рисунок 3 - динамика накопления вторичных продуктов окисления в мясных фаршах с добавлением комплексной наноэмульсии в различной концентрации.

Показатель количества МДА в данном опыте обратно пропорционален показателю активности антиоксиданта. Таким образом, низкий уровень продуктов окислительного распада липидов свидетельствует о сильном действии антиоксиданта.

При сравнении результатов измерений образцов с добавлением наноэмульсии с результатами, полученными при исследовании мясного фарша без добавок (Рисунок 3), видно, что у всех образцов с наноэмульсией содержание продуктов окисления значительно ниже

контроля, что свидетельствует о ее антиоксидантной активности и эффективности в широком диапазоне концентраций. Рациональная концентрация для наноэмульсии - 1 %.

Введение комплексной наноэмульсии обогащает и облагораживает пищевые продукты. Органами Роспотребнадзора РФ наноэмульсии допущены и рекомендованы для геродиетического питания.

Таким образом, разработка технологии мясорастительных продуктов, обогащенных комплексными наноэмульсиями из растительного сырья позволит значительно расширить ассортимент пищевой продукции функционального назначения и снизить ее себестоимость.

Литература

1. Бабак В.Г. Высококцентрированные эмульсии. Физико-химические принципы получения и устойчивость // Успехи химии. 2008. Т. 77. № 8. С. 729-756
2. Королева М.Ю., Леошкевич И.О., Юртов Е.В. Флокуляция капель внутренней фазы в обратных эмульсиях: Эксперимент и математическое моделирование//Коллоид. журн. 2011. Т. 73. № 1. С. 50-56
3. Шаяхметов Р.И., Королева М.Ю., Юртов Е.В. Фрактальный анализ наноэмульсий // Сб. науч. трудов "Успехи в химии и химической технологии". 2006. Т. 20. № 8 (66). С. 107-110

References

1. Babak V.G. Vysokokoncentrirovannye jemul'sii. Fiziko-himicheskie principy poluchenija i ustojchivost' // Uspehi himii. 2008. T. 77. № 8. S. 729-756
2. Koroleva M.Ju., Leoshkevich I.O., Jurtov E.V. Flokuljacija kapel' vnutrennej fazy v obratnyh jemul'sijah: Jeksperiment i matematicheskoe modelirovanie//Kolloid. zhurn. 2011. T. 73. № 1. S. 50-56
3. Shajahmetov R.I., Koroleva M.Ju., Jurtov E.V. Fraktal'nyj analiz na-nojemul'sij // Sb. nauch. trudov "Uspehi v himii i himicheskoi tehnologii". 2006. T. 20. № 8 (66). S. 107-110