

точных камерах зерно омывается подогретым до $t = 60-70^{\circ}\text{C}$ горячим воздухом, при котором часть влаги ступенчато испаряется при переходе из одной камеры в другую. Создание псевдооживленного слоя интенсифицирует процесс тепло- и массообмена. Зерно, нагревшись до определенной температуры, поступает поочередно в шнековые камеры и транспортируется в режиме «отлеживания», т.е. осциллируется. При этом происходит перемещение влаги из глубины слоев зерна к его наружной поверхности. Режим осцилляции способствует интенсификации процесса сушки [3, 4].

В бункере зерно досушивается за счет СВЧ-энергии, в основе которой лежит диэлектрический нагрев материала. Мощность излучения и время обработки подбираются к каждому злаковому зерну индивидуально в процессе экспериментальных исследований.

Выводы

Таким образом, можно констатировать, что предлагаемая нами сушильная установка для термолабильного увлажненного зерна имеет следующие преимущества:

- сушильная установка по своему назначению многофункциональна и универсальна;
- позволяет высушивать увлажненные сыпучие материалы;
- имеет широкий диапазон регулирования температурно-влажностным режимом сушки;
- комбинирование конвективной сушки в осциллирующем режиме с электрофизическим методом воздействия СВЧ-излучением интенсифицирует процесс сушки зерновых злаков;
- СВЧ-обработка обладает дезинсекцирующим свойством и обеззараживает зерно

от микроорганизмов, а также грибковых, бактериальных и других микрофлор;

- предлагаемая сушильная установка может обеспечить зернообработку в малых и средних зерноводческих и рисоводческих хозяйствах.

Библиографический список

1. Рогов И.А. и др. Микроволновая установка для сушки зерна, круп и других сыпучих продуктов // Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья: матер. науч.-техн. конф. – М., 1989. – 489 с.

2. А.с. СССР № 1562642 SU, F 26 B 17/10. Установка для сушки сыпучих материалов / А.М. Юсупов и др.; опубл. 07.05.1990, Бюл. № 17.

3. Гинзбург А.С. Основные теории и техника сушки пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.

4. Конвейеры: справочник / под ред. А. Пертена. – М.: Машиностроение, 1984. – 387 с.

References

1. Rogov I.A. i dr. Mikrovolnovaya ustanovka dlya sushki zerna, krup i drugikh sypuchikh produktov. Nauchno-tehnicheskaya konferentsiya. «Elektrofizicheskie metody obrabotki pishchevykh produktov i sel'skokhozyaistvennogo syr'ya». – М., 1989. – 489 s.

2. A.s. SSSR № 1562642 SU, F 26 B 17/10. Ustanovka dlya sushki sypuchikh materialov / A.M. Yusupov i dr. opubl. 07.05.1990, byul. № 17.

3. Ginzburg A.S. Osnovnye teorii i tekhnika sushki pishchevykh produktov. – М.: Pishchevaya promyshlennost', 1973. – 528 s.

4. Konveiery. Spravochnik / Pod red. Pertena A. – М.: Mashinostroenie, 1984. – 387 s.



УДК 665.35+637.2

Н.Л. Наумова, А.А. Лукин, А.А. Орлов
N.L. Naumova, A.A. Lukin, A.A. Orlov

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ НА ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ МАЙОНЕЗА В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

EFFECT OF SUCCINIC ACID ON FATTY ACID COMPOSITION
OF THE FAT PHASE OF MAYONNAISE DURING STORAGE

Ключевые слова: майонез, эмульсионные продукты, антиоксиданты, янтарная кислота, срок годности, продукты питания, липиды, обогащающая добавка, пищевая ценность, биологическая ценность.

Keywords: mayonnaise, emulsion products, anti-oxidants, succinic acid, shelf life, food, lipids, enriching supplement, nutritional value, biological value.

Представлены результаты исследования влияния янтарной кислоты на жирно-кислотный состав модельных образцов майонеза при хранении в условиях повышенной температурной нагрузки. Установлено, что на 14-е сут. хранения содержание линолевой кислоты в контроле снизилось на 2,5%, в опыте – на 0,1, линоленовой кислоты – на 25 и 8,3% соответственно; увеличились концентрации насыщенных жирных кислот, %: арахидовой и миристиновой – на 33,3, лигноцереновой – на 12,2, бегеновой – на 7,9, стеариновой – на 7,4, пальмитиновой – на 3,5. В опытных образцах майонеза содержание насыщенных жирных кислот увеличилось незначительно. Внесение в майонез янтарной кислоты позволяет снизить скорость окислительной порчи липидной фракции, стабилизировать изменения жирно-кислотного состава, сохранить пищевую ценность продукции и способствует продлению ее срока годности.

The research of the effect of succinic acid on fatty acid composition of model samples of mayonnaise when stored under high thermal impact is discussed. The following was found: on the 14th day of storage the content of linoleic acid in the control sample decreased by 2.5%, and in the experimental sample by 0.1%; the content of linolenic acid decreased by 25% and 8.3% respectively; the concentrations of saturated fatty acids increased as following: arachidic and myristic acids by 33.3%, lignoceric acid by 12.2%, behenic acid by 7.9%, stearic acid by 7.4%, and palmitic acid by 3.5%. The content of saturated fatty acids in the experimental mayonnaise samples increased insignificantly. Supplementing mayonnaise with succinic acid enables reducing the rate of oxidative damage of lipid fraction, stabilizing the changes of the fatty acid composition, maintaining the nutritional value of the product and extending its shelf life.

Наумова Наталья Леонидовна, к.т.н., доцент, каф. технологии и организации питания, Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Тел. (351) 267-97-33. E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Лукин Александр Анатольевич, к.т.н., доцент, каф. оборудование и технологии пищевых производств, Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Тел.: (351) 267-96-70; (351) 267-98-81. E-mail: lukin321@rambler.ru.

Орлов Алексей Андреевич, студент, Национальный исследовательский Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Тел. (351) 267-97-33. E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Naumova Natalya Leonidovna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Public Catering Technologies and Management, Natl. Research South Ural State University, Chelyabinsk. Ph.: (351) 267-97-33. E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Lukin Aleksandr Anatolyevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Food Processing Equipment and Technologies, Natl. Research South Ural State University, Chelyabinsk. Ph.: (351) 267-96-70; (351) 267-98-81. E-mail: lukin321@rambler.ru.

Orlov Aleksey Andreyevich, student, Natl. Research South Ural State University, Chelyabinsk. Ph.: (351) 267-97-33. E-mail: n.naumova@inbox.ru.

Введение

Среди перспективных жировых продуктов питания определенное место занимают майонезы. Пищевая эмульсия типа «майонез» представляет собой сметанообразную мелкодисперсную эмульсию прямого типа «масло в воде», приготовленную из растительного масла с добавлением эмульгаторов, стабилизаторов, загустителей, вкусовых добавок и пряностей. Моделируя рецептуры майонезов, можно получать эмульсионные продукты с новыми, заданными свойствами.

Растительные масла (подсолнечное, кукурузное и др.), используемые в качестве масложировой фазы эмульсионных продуктов, как правило, не имеют оптимального жирно-кислотного состава, который по современным представлениям определяется не только содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), но и соотношением в нем кислот семейства омега-6 и омега-3, в первую очередь, линолевой и линоленовой, которые не могут синтезироваться в организме человека. Отсутствие или недостаток любой из них вызывает риск развития заболеваний. Уникальный спектр лечебно-профилактических эффектов ПНЖК обусловил широкий диапазон для их применения. Они необ-

ходимы для роста клеток, нормального состояния кожи, обмена холестерина и многих других процессов, протекающих в организме человека. Установлена стимулирующая роль ПНЖК в отношении защитных механизмов организма и, в частности, в повышении его устойчивости к инфекционным заболеваниям. Как показывают результаты исследований последних лет, ПНЖК являются важным эссенциальным фактором питания в связи с их участием в формировании мембран клеток головного мозга, зрительного анализатора и биологических мембран других органов и тканей.

Создание и активное внедрение в структуру питания продуктов массового потребления, к которым относятся и масложировые, полезных для здоровья благодаря наличию в составе физиологически функциональных ингредиентов, а также с отсутствием окислительных изменений жирового компонента, обладающих высокой стойкостью при хранении, является приоритетным направлением развития пищевой отрасли. В связи с этим **целью наших исследований** явилось изучение влияния янтарной кислоты на регулирование жирно-кислотного состава липидной фазы разрабатываемого майонеза.

Янтарная кислота является ингибитором свободнорадикальных процессов перекисного окисления липидов. Нормализуя общий метаболизм в организме, янтарная кислота способствует усилению иммунитета. Поэтому она показана для применения в клинике лечения иммунодефицитов и инфекционных заболеваний. Янтарная кислота стала незаменимой в комплексной терапии хронических заболеваний сердца, мозга, дыхательной системы, снижения побочного действия лекарств. Механизм действия янтарной кислоты определяет, прежде всего, ее антиоксидантные свойства, способность стабилизировать биомембраны клеток, модулировать работу рецепторных комплексов и прохождение ионных токов, усиливать связывание эндогенных веществ, улучшать синаптическую передачу и взаимосвязь структур. Благодаря своему механизму действия янтарная кислота обладает широким спектром фармакологических эффектов и оказывает влияние на ключевые базисные звенья патогенеза различных заболеваний, связанных с процессами свободнорадикального окисления [1-3].

Объекты и методы

Абсолютная безвредность янтарной кислоты и ее солей, ее способность оказывать положительный эффект даже при весьма низких дозировках (10 мг/кг) делают ее весьма ценным компонентом при разработке функциональных продуктов питания.

Расчет закладки янтарной кислоты в рецептуру майонеза проводили исходя из следующих данных:

– в настоящее время янтарная кислота официально признана минорным компонентом пищи (парафармацевтиком), установлены ее адекватный и верхний допустимый уровни потребления: 200 и 500 мг/сут. соответственно [4];

– по рекомендации НИИ питания РАМН количество микронутриента для обогащения пищевых продуктов должно составлять 30-50% от суточной нормы (ГОСТ 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные»: физиологически функциональный пищевой ингредиент – 10-50% от суточной потребности).

С учетом вышесказанного расчет закладки производили исходя из предполагаемого содержания янтарной кислоты: 100 мг/100 г продукта (50% от рекомендуемой суточной нормы).

Подлинность и безопасность янтарной кислоты категории «химически чистая» соответствовали ГОСТ 6341-75 и СанПиН 2.3.2.1293-03 [5, 7]. Массовая доля янтарной кислоты в добавке составляла 99,9%.

Экспериментальная часть

При повышении в разрабатываемых продуктах пищевой плотности путем дополнительного внесения заданных компонентов необходимо балансировать между удовлетворением потребностей в них организма человека и обеспечением заданных потребительских характеристик нового продукта. Поэтому оптимизацию рецептуры майонеза осуществляли по принципу пищевой комбинаторики с применением количественного подбора основного, вспомогательного сырья и янтарной кислоты, которые обеспечивают комплекс заданных органолептических, физико-химических свойств, химического состава, показателей безопасности (табл. 1).

Таблица 1

Рецептура майонеза «Провансаль»

Ингредиенты	Количество на 100 кг
Масло подсолнечное рафинированное	65,5 кг
Яичный порошок	5 кг
Горчица	1 кг
Сухое молоко	12 кг
Уксус 9%	1 кг
Соль поваренная	1,5 кг
Сахар песок	4 кг
Вода	10 л

В настоящее время общепринято, что каталитическое влияние температуры и других факторов в отношении окисления жиров приводит к ускорению процесса, но не изменяет существенно его механизма, поэтому для усиления процессов окислительной порчи жировой фазы разрабатываемого майонеза и усиления эффективности антиоксидантных свойств янтарной кислоты модельные образцы (контроль и опыт) майонеза хранили при температуре 40°C, ОВВ 75%.

Результаты и их обсуждение

В качестве контроля использовали образцы майонеза, приготовленного по традиционной рецептуре, в качестве опыта – с дополнительным внесением янтарной кислоты (табл. 1).

На первом этапе исследований был изучен жирно-кислотный состав липидной фракции свежеработанных модельных образцов майонеза. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Исследования жирно-кислотного состава майонеза свидетельствуют о том, что состав жирных кислот очень разнообразен. В нем присутствуют насыщенные, мононенасыщенные, полиненасыщенные жирные кислоты с числом углеродных атомов от 13 до 24. Наибольшую долю жирных кислот майонеза составляют ненасыщенные ЖК, в т.ч. линолевая кислота семейства ω-6 – 63,2%, а также олеиновая – 24,77%. Линоленовая кислота

семейства ω-3 обнаружена на относительно низком уровне – 0,12%. ПНЖК семейства ω-3 и ω-6 играют важную роль в происходящих в организме человека обменных и строительных процессах и относятся к эссенциальным физиологически функциональным ингредиентам питания. Биологическая роль ПНЖК состоит в обеспечении структурно-функциональных характеристик биологических мембран. Линоленовая кислота – предшественник эйкозапентаеновой и докозагексаеновой эссенциальных ЖК, которые участвуют в регенерации сосудистой системы человеческого организма, росте и развитии мозга.

Баланс двух типов ПНЖК семейств ω-3 и ω-6 важен для нормального развития организма. На сегодняшний день в питании большей части населения России соотношение ω-3 и ω-6 ЖК не соответствует рекомендуемому для поддержания нормального функционирования организма. Эти кислоты относятся к легко окисляющимся, поэтому сохранение их

количества в процессе хранения майонеза – актуальная задача для сохранения его качества и пищевой ценности, что делает необходимым исследование жирно-кислотного состава продукта на фоне применения антиоксиданта.

В небольшом количестве в майонезе содержатся насыщенные жирные кислоты, %: пальмитиновая – 6,19, стеариновая – 3,25, а также бегеновая – 0,38, лигноцериновая – 0,25, арахидовая – 0,24, миристиновая – 0,09. Присутствуют также мононенасыщенные жирные кислоты: пальмитолеиновая – 0,16%, гондоиновая – 0,15%.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния янтарной кислоты как фактора, способствующего торможению окислительных процессов в жировой фазе майонеза, для чего был исследован жирно-кислотный состав продукта в процессе хранения. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 2

Жирно-кислотный состав липидной фракции свежесырьевых модельных образцов майонеза

Жирная кислота	Содержание, %*	Результаты исследований, %	
		контроль	опыт
Миристиновая	0,0-0,2	0,09	
Пальмитиновая	5,6-7,6	6,19	
Пальмитолеиновая	0,0-0,3	0,16	
Стеариновая	2,7-6,5	3,25	
Олеиновая	14-39,4	24,77	
Линолевая	18,3-74,0	63,20	
Линоленовая	0,0-0,3	0,12	
Арахидовая	0,2-0,4	0,24	
Гондоиновая	0,0-0,2	0,15	
Бегеновая	0,5-1,3	0,38	
Лигноцериновая	0,2-0,3	0,25	

Примечание. * И.М. Скурихин [6].

Таблица 3

Жирно-кислотный состав липидной фракции модельных образцов майонеза в процессе хранения

Жирная кислота	Содержание, %*	Результаты исследований (7/14 сут.), %	
		контроль	опыт
Миристиновая	0,0-0,2	0,09/0,12	0,09/0,10
Пальмитиновая	5,6-7,6	6,23/6,41	6,19/6,27
Пальмитолеиновая	0,0-0,3	0,15/0,15	0,16/0,15
Стеариновая	2,7-6,5	3,37/3,49	3,25/3,35
Олеиновая	14-39,4	24,52/24,50	24,77/24,73
Линолевая	18,3-74,0	62,97/61,62	63,20/63,15
Линоленовая	0,0-0,3	0,10/0,09	0,12/0,11
Арахидовая	0,2-0,4	0,27/0,32	0,24/0,26
Гондоиновая	0,0-0,2	0,14/0,14	0,15/0,14
Бегеновая	0,5-1,3	0,39/0,41	0,38/0,39
Лигноцериновая	0,2-0,3	0,27/0,28	0,25/0,26

Примечание. * И.М. Скурихин [6].

Существенные изменения жирно-кислотного состава липидной фракции модельных образцов майонеза произошли на 14-е сут. хранения. ПНЖК в липидах контрольных образцов майонеза окислились с большей скоростью, чем в опытных образцах, чем и обусловили большие потери своего состава. Так, содержание линолевой кислоты в контроле снизилось на 2,5%, в опыте – на 0,1, линоленовой кислоты – на 25 и 8,3% соответственно. Значительные потери линоленовой кислоты объясняются наличием большего числа двойных связей. Сложившаяся ситуация свидетельствует о том, что часть указанных кислот в процессе хранения образцов майонеза превратилась в пероксидные и карбонильные соединения (формируют специфический неприятный запах и привкус).

Изменения произошли и в количественном составе мононенасыщенных жирных кислот: содержание олеиновой кислоты в контроле снизилось на 1,1%, в опыте – на 0,16%, при этом пальмитолеиновая и гондоиновая кислоты, присутствующие в образцах майонеза, содержащих янтарную кислоту, оказались более устойчивы к окислительной порче.

На фоне снижения количества ПНЖК в липидах контрольных образцов майонеза произошло увеличение концентрации насыщенных жирных кислот, %: арахисовой и миристиновой – на 33,3, лигноцереновой – на 12,2, бегеновой – на 7,9, стеариновой – на 7,4, пальмитиновой – на 3,5. В опытных образцах майонеза содержание насыщенных жирных кислот увеличилось незначительно.

Заключение

Таким образом, внесение в майонез янтарной кислоты позволяет снизить скорость окислительной порчи липидной фракции, стабилизировать изменения жирно-кислотного состава, тем самым сохранив пищевую ценность продукции, благодаря повышенному содержанию полиненасыщенных жирных кислот и способствует продлению ее срока годности.

Библиографический список

1. Ивницкий Ю.Ю., Головкин А.И., Софронов Г.А. Янтарная кислота в системе средств метаболической коррекции функционального состояния и резистентности организма. – СПб.: Лань, 1998. – 82 с.

2. Коваленко А.Л., Белякова Н.В. Янтарная кислота: фармакологическая активность и лекарственные формы // Фармация. – 2000. – № 5-6. – С. 40-43.

3. Люк Э., Ягер Р. Консерванты в пищевой промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 236 с.

4. Методические рекомендации МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ». – М.: ФЦГСЭН Минздрава России, 2004. – 36 с.

5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы (СанПиН 2.3.2.1293-03) «Гигиенические требования по применению пищевых добавок». – М.: Омега-Л, 2007. – 274 с.

6. Скурихин, И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

7. ГОСТ 6341-75. Янтарная кислота. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 9 с.

References

1. Ivnitskii Yu.Yu., Golovko A.I., Sofronov G.A. Yantarnaya kislota v sisteme sredstv metabolicheskoi korrektsii funktsional'nogo sostoyaniya i rezistentnosti organizma. – SPb.: Lan', 1998. – 82 s.

2. Kovalenko A.L., Belyakova N.V. Yantarnaya kislota: farmakologicheskaya aktivnost' i lekarstvennyye formy // Farmatsiya. – 2000. – № 5-6. – S. 40-43.

3. Lyuk E., Yager R. Konservanty v pishchevoi promyshlennosti. – SPb.: GIORD, 2000. – 236 s.

4. Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.1915-04 «Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv». – M.: FTs GSEN Minzdrava Rossii, 2004. – 36 s.

5. Sanitarno-epidemiologicheskie pravila i normy (SanPiN 2.3.2.1293-03) «Gigienicheskie trebovaniya po primeneniyu pishchevykh dobavok». – M.: Omega-L, 2007. – 274 s.

6. Skurikhin I.M., Tutel'yan V.A. Tablitsy khimicheskogo sostava i kaloriinosti rossiiskikh produktov pitaniya. – Spravochnik. – M.: DeLi print, 2007. – 276 s.

7. GOST 6341-75. Yantarnaya kislota. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Izd-vo standartov, 1989. – 9 s.

