

УДК 664.31

Поступила в редакцию 26.06.2024
Received 26.06.2024**К. И. Жакова, А. В. Пчельникова, В. Н. Бабодей***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА НА
ПОКАЗАТЕЛИ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭМУЛЬСИОННЫХ
ПРОДУКТОВ ПРЯМОГО ТИПА**

Аннотация. В статье представлена информация о динамике окислительной устойчивости эмульсионных продуктов прямого типа (майонезов) в зависимости от применяемых ингредиентов, в том числе жиросодержащего сырья.

Ключевые слова: жировые эмульсионные продукты, окислительная устойчивость, сырье, индукционный период.

Ch. I. Zhakova, A. V. Pchelnikova, V. N. Babodey*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE RECIPE COMPOSITION ON THE
OXIDATIVE STABILITY OF DIRECT TYPE EMULSION PRODUCTS**

Abstract. The article the information on the dynamics of oxidative stability of direct-type emulsion products (mayonnaise) depending on the ingredients used, including fat-containing raw materials are provides.

Keywords: fat emulsion products, oxidative stability, raw materials, induction period.

Введение. Окислительные изменения жиров неизбежны при хранении любого жиросодержащего продукта питания. Майонез и подобные ему соусы являются многокомпонентными продуктами на основе жидких растительных масел с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот и различных вкусовых добавок. Наличие в майонезной продукции жировых, белковых ингредиентов, воды обуславливает возможность параллельного протекания и автокаталитических, и биохимических окислительных реакций.

С точки зрения коллоидной химии майонезы представляют собой вязкую многокомпонентную тонкодисперсную концентрированную эмульсию прямого типа «масло в воде» [1]. Структурная устойчивость эмульсии, ее однородность и стабильность консистенции при длительном хранении, в условиях изменяющихся температурных режимов, при транспортировании определяет не только товарный вид продукта, но и стойкость в отношении окислительных и микробиологических процессов [2].

Стабильность эмульсий, как правило, связана со степенью дисперсности жировой фазы, т.е. уменьшение размера капель масла приводит к увеличению площади поверхности раздела фаз и, соответственно, контакта между жировой и водной фазами, что, в свою очередь, оказывает влияние и на динамику окислительных процессов жировой фазы [2–4]. Кроме того, большое значение имеет фактическая толщина пограничного слоя между каплями — более толстая и более плотная поверхность раздела фаз способна обеспечить большую защиту эмульгированного масла благодаря снижению доступности водорастворимых прооксидантов [2].

Из литературных данных, касающихся исследований динамики процессов окисления жировой фазы пищевых эмульсионных продуктов, известно, что эмульгирующие и стабилизирующие компоненты, которые обеспечивают физическую стабильность, могут влиять и на стойкость готового продукта к окислению [5].

Также значительное влияние оказывает и уровень рН продукта: как правило, самая низкая скорость окисления имеет место при рН около 7, по мере понижения рН усиливается растворение металлов, в результате чего во многих продуктах окисление обычно ускоряется; сдвиг рН в щелочную область в большинстве случаев не ускоряет окисление [6, 7].

Высокая влажность эмульсионных жировых продуктов прямого типа, наличие в них белковых и минеральных веществ способствуют развитию микрофлоры, а, следовательно, интенсивному протеканию процессов биохимического прогоркания. Микроорганизмы, в том числе плесени и дрожжи, вырабатывают ферменты липазу и липоксигеназу. Липаза гидролизует жиры, а образовавшиеся в результате гидролиза свободные жирные кислоты окисляются при участии фермента липоксигеназы [8].

Для производства майонезной продукции используют следующие виды основного сырья:

- ♦ масла растительные рафинированные дезодорированные;
- ♦ яичные и молочные продукты;
- ♦ сахар, соль поваренную пищевую йодированную;
- ♦ регуляторы кислотности, стабилизаторы, загустители, ароматизаторы, вкусоароматические добавки, специи и пряности;
- ♦ воду питьевую.

Сырье, применяемое для изготовления майонезной продукции, должно соответствовать гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, установленным в ТР ТС 021/2011, СанПиН и ГН от 21.06.2013 №52, Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010 г. (глава II, раздел 1), ГН 10-117.

Пищевые добавки и их применение должны соответствовать требованиям ТР ТС 029/2012, СанПиН и ГН от 12.12.2012 №195, Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии таможенного союза №299 от 28.05.2010 г. (глава II, раздел 22).

В качестве жировой основы для майонезных продуктов используют растительные масла. Все растительные масла, используемые при изготовлении майонезной продукции, должны быть подвергнуты полной рафинации, включая дезодорацию, при этом кислотное число не должно превышать 0,6 мг КОН/г; перекисное число — не более 10 мэкв активного кислорода/кг.

Устойчивость жиров и масел к окислению обусловлена расположением, геометрической конфигурацией и количеством двойных связей. Так, для линоленовой кислоты, имеющей три двойных связи, относительная скорость окисления в два раза выше, чем для линолевой, в молекуле которой две двойных связи, мононенасыщенная олеиновая кислота, имеющая одну двойную связь, наиболее устойчива к окислению из трех рассмотренных жирных кислот [8].

Яичные, молочные ингредиенты, горчичный порошок — природные пищевые поверхностно-активные вещества (ПАВ), представляющие собой белково-липидные комплексы, которые применяются в качестве эмульгаторов при производстве майонезной продукции.

Яичные продукты, с точки зрения химического состава (табл. 1), представляют собой сложную структуру, основой которой является протеиново-фосфолипидный комплекс, при этом протеины являются высокомолекулярными ПАВ, а фосфолипиды — низкомолекулярными [8, 9].

Таблица 1. Химический состав яичных продуктов [9]
Table 1. Chemical composition of egg products [9]

Яичный продукт	Белок, %	Липиды, %	Фосфолипиды, %	Сухие вещества желтка, %
Яичный продукт (сухой меланж)	46,0	37,3	11,7	34,0
Сухой яичный желток	31,1	52,2	16,8	95,0

В молекуле белка имеются участки с ковалентными (растворимыми в масле) и ионными (растворимыми в воде) связями. Белок и желток яйца имеют различный состав протеинов. Белок состоит, в основном, из протеинов, которые обуславливают такие его функциональные свойства при производстве майонезов, как растворимость в водной фазе, способность диспергировать, а также бактерицидное действие (лизоцим). В желтке содержатся как белки (вителлин, липовителлин, ливетин, фосфитин), так и липиды, важнейшим из которых является

ся лецитин, представляющий собой смесь липидов с содержанием минимум 50% полярных липидов (фосфолипидов). Полярные липиды являются активными ингредиентами лецитина и придают ему эмульгирующие свойства [10].

При использовании яичного желтка в промышленном производстве могут возникать проблемы, связанные с его недостаточной температурной и механической устойчивостью, что приводит к нарушению образования эмульсии. Поэтому часто в производстве применяется яичный желток, ферментативно модифицированный фосфолипазой А2, превращающей путем гидролиза лецитин яичного желтка в лизолецитин, что дает возможность в условиях высоких температур получать стойкие эмульсии, обладающие заданной вязкостью, реологией и возможностью длительного хранения. Взаимодействие ферментированного желтка со стабилизаторами, загустителями-структурообразователями, такими как гуаровая и ксантановая камеди, карбоксиметилцеллюлоза, альгинаты и модифицированные крахмалы, происходит в основном по пути синергизма. Это связано с тем, что все вышеперечисленные агенты создают в растворах пространственные решетки с наличием полярных групп, с которыми связываются молекулы лизофосфолипидов желтка, что делает эмульсию более прочной. Поэтому такой эффект позволяет существенно снижать дозировки структурообразователей при применении ферментированного желтка даже для средне- и низкожирных майонезов [11].

Однако не рекомендуется совместное применение ферментированного желтка и эмульгирующих крахмалов, так как велика вероятность возникновения феномена «конкурентного эмульгирования». Это связано с тем, что и лизолецитин, и эмульгирующий крахмал являются сильными эмульгаторами, однако принцип связывания жировых мицелл у них разный, и различны структуры мембран на поверхности раздела фаз эмульсии. На практике это может приводить к неоднородной структуре майонеза, его творожистости [11].

Из молочных продуктов в качестве эмульгаторов используют сухое обезжиренное и цельное молоко, сухие сливки, сухую молочную сыворотку и другие молочные продукты.

Основной фракцией белков молока является казеиновый комплекс (около 80%), остальные белки молока (12–17%) называют сывороточными белками: растворимая фракция — лактальбумин, нерастворимая — лактоглобулин. Протеины молока взаимодействуют с эмульгируемыми жирами с образованием естественного комплекса эмульгаторов липопротеинов [11].

Для устойчивости высокожирных майонезов в отдельных случаях достаточно только эмульгатора, что касается средне- и низкожирных эмульсий, для придания им долговременной устойчивости в рецептуре вводят стабилизаторы — гидроколлоиды. Стабилизаторы представляют собой высокомолекулярные вещества, в составе молекул которых присутствуют гидрофильные группы, взаимодействующие с водой. Вследствие своего строения они связывают воду с образованием трехмерной сетчатой структуры, повышая тем самым вязкость непрерывной водной фазы и препятствуя седиментации.

Технологические свойства основных видов стабилизаторов приведены в табл. 2 [12].

Таблица 2. Свойства стабилизаторов, применяемых в масложировой промышленности [12]

Table 2. Properties of stabilizers used in the oil and fat industry [12]

Свойства	Камеди			Альгинат-натрия	Пропиленгликольальгинат
	ксантан	гуаровая	рождового дерева		
Растворимость в холодной воде	+	+	–	+	+
				(в присутствии Ca ²⁺)	
Термостабильность	+	+	+	+/-	+
pH среды	1-13	2-10	3-10	3-10	2-5
Текстура	Короткая	Длинная липкая	Короткая	Короткая твердая липкая	Короткая текучая

В рецептурах низкожирных соусов, содержащих большое количество воды, для увеличения стабильности эмульсии помимо стабилизаторов используют загустители-структуризаторы, чаще всего модифицированные крахмалы [11]. Модифицированные крахмалы обладают высокой вязкостью, устойчивы к жестким условиям процессов производства, стабильны при низких температурах и при замораживании—оттаивании.

Вкусовые добавки, используемые в майонезах и соусах, включают в себя различные вкусовые, вкусоароматические и пряные вещества.

Горчичный порошок — один из важных компонентов рецептуры майонеза, именно он делает этот соус неповторимым, но его использование в рецептуре имеет ряд ограничений. Известно, что «высокоэфирный» порошок отрицательно влияет на стойкость эмульсии, особенно в майонезах, содержащих крахмал, за счет воздействия фермента мирозиназы на амилазу [13].

Регуляторы кислотности (пищевые кислоты (уксусная, молочная или лимонная)) при добавлении в майонезы являются как вкусовыми добавками, так и консервантами, за счет снижения уровня pH. Регуляторы кислотности вводят в смесь на заключительной стадии процесса во избежание разрушения эмульсии.

Консерванты в майонезной продукции играют очень большую роль, продлевая сроки сохранности продукта, их условно можно разделить на собственно консерванты и вещества, обладающие консервирующим действием, помимо других полезных свойств. Первые, например, соли сорбиновой и бензойной кислот, влияют непосредственно на микроорганизмы, вторые, например, регуляторы кислотности, изменяют условия их роста и размножения (pH среды).

Цель представленной работы заключалась в исследовании влияния рецептурного состава на показатели окислительной устойчивости эмульсионных продуктов прямого типа.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись масло рапсовое по СТБ 1486, масло подсолнечное по ГОСТ 1129, яичный желток ферментированный сухой и яичный порошок по ГОСТ 30363, молоко сухое обезжиренное и молоко сухое цельное по СТБ 1858, порошок горчичный по ТУ 9146-004-52303135.

Индукционный период масел оценивали методом рансиметрии (ускоренного окисления) в соответствии с ГОСТ 31758-2012 (ISO 6886:2006).

Перекисное число определяли по СТБ ГОСТ Р 51487.

Результаты исследований и их обслуживание. Анализируя действующие в Республике Беларусь рецептуры на майонезную продукцию, определен состав усредненной рецептуры майонеза «Провансаль» 67% жирности (табл. 3).

Таблица 3. Рецептурный состав майонеза «Провансаль»
Table 3. Recipe composition of «Provencal» mayonnaise

Наименование сырья	Массовая доля компонентов, %
Масло растительное рафинированное дезодорированное	65,0
Сухой яичный желток (яичный порошок)	3,8(5,0)
Уксус из пищевого сырья спиртовой 9%	4,0
Молоко коровье сухое	2,0
Сахар	1,5
Соль поваренная пищевая йодированная	1,0
Порошок горчичный	0,7
Натрий двууглекислый	0,05
Вода	20,75
Итого	100,0

В соответствии с представленным составом определен перечень жиросодержащего сырья, которое может оказывать непосредственное влияние на окислительную устойчивость масло-жировых эмульсий прямого типа:

- ♦ масла растительные рафинированные дезодорированные (рапсовое и подсолнечное);
- ♦ яичные продукты (яичный порошок (меланж), сухой ферментированный яичный желток);
- ♦ молочные продукты (молоко сухое цельное и обезжиренное);
- ♦ горчичный порошок.

Предварительно оценено влияние отобранных рецептурных ингредиентов на индукционные периоды исследуемых масел. В исследуемые масла вводились рецептурные ингредиенты в количестве 20% от массы масла. Исследования показали, что введение сухого яичного желтка и яичного порошка увеличивает продолжительность индукционного периода рапсового масла в 2,1-1,7 раза соответственно, подсолнечного масла в 1,7-1,5 раза (рис. 1).

Данная зависимость, по-видимому, объясняется составом фосфолипидного комплекса яичных продуктов. Антиоксидантное действие лецитина, как и большинства других пищевых антиоксидантов, связано с подавлением реакций автоокисления непредельных органических соединений, прежде всего ненасыщенных жирных кислот, в составе липидов [14].

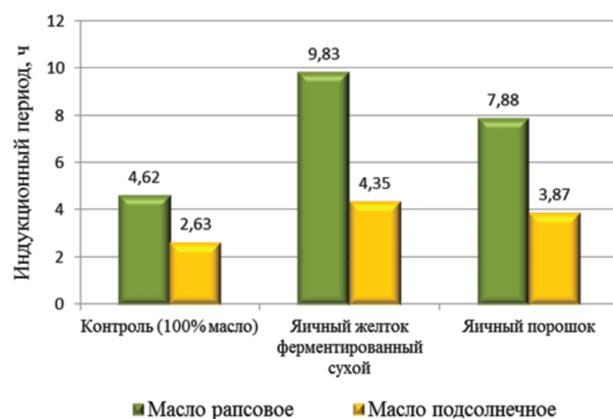


Рис. 1. Индукционный период исследуемых масел при введении яичных продуктов
 Fig. 1. Induction period of the studied oils upon administration egg products

Практически все исследователи отмечают, что значительное антиоксидантное действие лецитинов наблюдалось в присутствии токоферолов, и функция фосфатидилхолина (основного компонента фосфолипидов лецитина яиц) состояла в усилении ингибирующего действия токоферола, возможно, путем его восстановления из продуктов окисления [15–17].

Лецитин может выступать и в качестве синергиста других антиоксидантов, как хелатор поливалентных металлов. Явление синергизма заключается в том, что антиоксидантная активность, полученная при сочетании индивидуальных компонентов, намного превосходит суммарный вклад каждого антиоксиданта в отдельности. Хелатирование поливалентных металлов резко снижает скорость инициации цепей окисления, что при условии присутствия антиоксиданта, способного ингибировать свободные радикалы, приводит к значительному увеличению общей антиоксидантной активности системы [18].

С увеличением массовой доли молочного жира происходит снижение индукционного периода для обоих видов растительных масел (рис. 2).

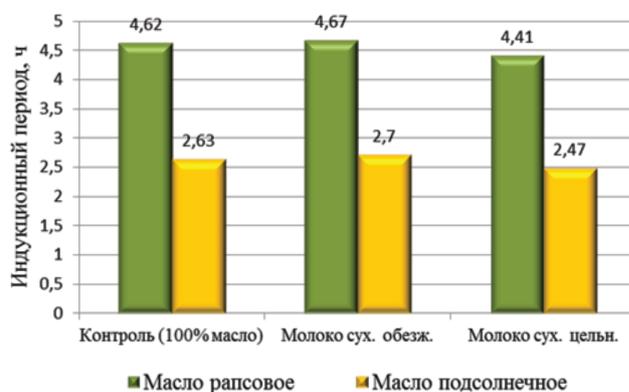


Рис. 2. Индукционный период исследуемых масел при введении молочных продуктов
 Fig. 2. Induction period of the studied oils upon administration dairy products

Так, если при введении обезжиренного молока индукционные периоды исследуемых масел практически не изменились, то при введении цельного молока они сократились на 4,5–6,1%, что, по-видимому, связано с низким содержанием природных антиоксидантов. Высокое содержание свободного жира, солей меди и железа (более 10 мг/кг сухого вещества молока) также способствует окислению [19].

Введение горчичного порошка не оказывает существенного влияния на индукционный период исследуемых масел.

Следует учесть тот факт, что данные исследования по определению влияния рецептурных ингредиентов на показатели индукционных периодов растительных масел проводились без учета изменений, которые могут происходить в результате первичной или вторичной бактериальной обсемененности сырья.

Яичные и молочные продукты, горчичный порошок представляют наибольшую опасность с точки зрения бактериальной обсемененности сырья. Наличие в майонезных продуктах воды, белковых, жировых ингредиентов обуславливает возможность параллельного протекания наряду с автокаталитическими окислительными реакциями микробиологических, гидролитических процессов, приводящих к активизации биохимического окисления.

Сахар также может служить источником бактериальной обсемененности. Соль при добавлении в эмульсии может, с одной стороны, вызвать замедление роста микроорганизмов, а с другой — инфицировать готовый продукт.

Поэтому соблюдение санитарно-гигиенических условий с целью недопущения заражения микрофлорой сырья и готовой продукции — неотъемлемая часть любого производства продуктов питания.

С целью определения влияния рецептурных ингредиентов на показатели окислительной устойчивости в лабораторных условиях были изготовлены образцы эмульсий. В качестве жирового компонента использовалось рапсовое масло в количестве 65%. Кроме исследуемых ингредиентов для предотвращения микробиологической порчи в состав эмульсии вводили уксус спиртовой 9%, в качестве стабилизатора и загустителя — компаунд Гелеон 110С (смесь ксантановой, гуаровой камеди и камеди рожкового дерева, пр-ва «Союзснаб», РФ). Состав исследуемых эмульсий представлен в табл. 4.

Таблица 4. Состав экспериментальных эмульсий
Table 4. Composition of experimental emulsions

Наименование сырья	Массовая доля компонентов по вариантам рецептуры, %					
	Контроль	1	2	3	4	5
Масло рапсовое рафинированное дезодорированное	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
Гелеон 110С	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Яичный желток ферментированный сухой	-	3,6	-	-	-	-
Яичный порошок	-	-	5,0	-	-	-
Молоко сух. обезж.	-	-	-	2,0	-	-
Молоко сух. цельн.	-	-	-	-	2,0	-
Порошок горчичный	-	-	-	-	-	0,7
Уксус спиртовой 9%	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Вода	30,5	26,9	25,5	28,5	28,5	29,8
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

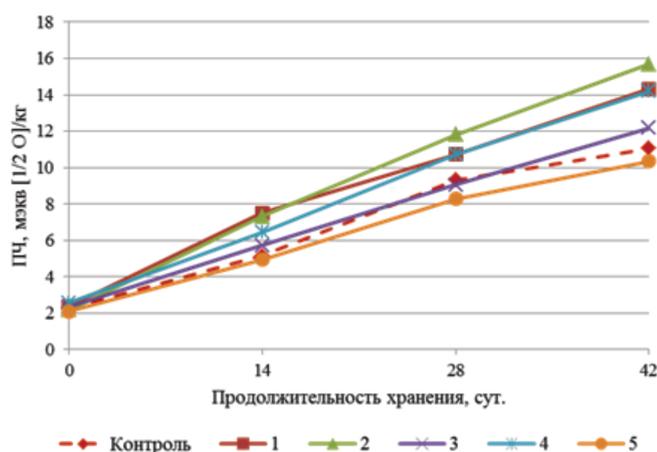


Рис. 3. Динамика перекисного числа жировой фазы экспериментальных эмульсий при 8±2°C
Fig. 3. Dynamics of the peroxide value of the fat phase of experimental emulsions at 8±2°C

Приготовление экспериментальных эмульсий осуществляли с помощью перемешивающего устройства ПЭ-8300 (скорость вращения — 350 об/мин). Исследуемый ингредиент смешивали с водой до получения однородной пасты, в которую постепенно вводили масло с размешанным в нем стабилизатором до образования стабильной эмульсии (время переме-

шивания 5 мин.). После этого добавляли уксус и продолжали перемешивание еще 5 минут. Показатель pH готовых эмульсий составил 3,9–4,1. Приготовленные эмульсии переносили в стерильные банки с завинчивающимися крышками и помещали для хранения в холодильник (температура хранения $8 \pm 2^\circ\text{C}$).

В полученных эмульсиях с периодичностью 2 недели определяли перекисное число. Продолжительность экспериментального хранения определялась по достижению или превышению у всех образцов значения перекисного числа жировой фазы равного 10 мэкв [S O]/ кг.

Исследования показали, что пищевые эмульсии масло/вода, сильно подвержены окислению. При этом введение яичных продуктов, сухого цельного молока наряду с кислой средой еще более активизирует данные процессы (рис. 3).

Так перекисное число эмульсий с введением ферментированного желтка увеличилось на 42 день хранения в 6 раз, с введением яичного порошка — в 7,2 раза. Это на 23–47% превосходит изменения, наблюдающиеся в контрольной эмульсии.

По мнению многих исследователей, низкий уровень pH, запускает процессы высвобождения железа из комплекса фосфитин-железо в яичном желтке, в результате разрушения ионных мостиков между железом и белками яичного желтка. Ионы железа становятся активными инициаторами окисления липидов, что приводит к появлению свободных радикалов и снижению окислительной устойчивости пищевых эмульсий прямого типа [20].

Высокое содержание солей меди и железа в сухом молоке также способствует быстрому окислению, хоть и в меньшей степени, чем яичные продукты. Перекисное число эмульсий с введением обезжиренного и цельного молока увеличилось в 5,2–5,6 раза, что на 6–13% превосходит изменения в контроле. Введение горчичного порошка не выявило существенных изменений, что возможно связано с его малой дозировкой.

Заключение. Таким образом, прогнозирование окислительных процессов в пищевых эмульсиях прямого типа затруднено с учетом множества факторов, влияющих на окисление липидов в этих системах, таких как pH, взаимодействие компонентов и т. д.

Исследования показали отсутствие однозначных результатов в оценке влияния жиросодержащих рецептурных ингредиентов на индукционные периоды растительных масел и перекисное число эмульсий. В результате изменения условий протекания реакций, в том числе pH дисперсионной среды, изменяется характер взаимодействий компонентов дисперсной фазы.

Так, введение сухого яичного желтка и яичного порошка увеличивает продолжительность индукционного периода рапсового масла в 2,1–1,7 раза соответственно, подсолнечного масла — в 1,7–1,5 раза, что связано с антиоксидантной активностью фосфолипидов лецитина. В то же время низкий уровень pH (около 4) прямых эмульсий запускает процессы высвобождения железа из комплекса фосфитин-железо во введенных яичных продуктах, в результате чего ионы железа становятся активными инициаторами окисления липидов в прямых эмульсиях. Перекисное число эмульсий с введением ферментированного желтка увеличилось на 42 день хранения в 6 раз, с введением яичного порошка — в 7,2 раза, что на 23–47% превосходит изменения, наблюдающиеся в контрольной эмульсии.

Обезжиренное молоко практически не изменяет индукционный период исследуемых масел; цельное молоко сокращает его на 4,5–6,1%, что, по-видимому, связано с низким содержанием природных антиоксидантов.

Кроме того, высокое содержание солей меди и железа в сухом молоке инициирует процесс быстрого окисления эмульсий, перекисное число эмульсий при этом увеличивается в 5,2–5,6 раза, что на 6–13% превосходит изменения в контроле; горчичный порошок не выявил достоверных изменений, что можно объяснить его малой дозировкой в проводимых исследованиях.

Список использованных источников

1. *Восканян, О. С.* Научные основы производства эмульсионных продуктов / О. С. Восканян, В. Х. Паронян, С. В. Круглов, Г. И. Козырина. — М.: Пищепромиздат, 2003. — 55с.
2. *Тарасова, Л. И.* Пищевые волокна SenseFi - стабилизаторы структуры и качества / Л.И. Тарасова, Т.Г. Тагиева, И.М. Завадская // Пищевая промышленность. — 2015. — №10. — С. 50-52.
3. Effects of droplet size on the oxidative stability of oil-in-water emulsions / K. Nakaya [et al.] // *Lipids*. 2005. Vol. 40. №5. P. 501-507.
4. *Katsuda, M.S.* Physical and oxidative stability of fish oil-in-water emulsions stabilized with p-lactoglobulin and pectin M.S. Katsuda [sr a/.] *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56. №14. — P. 5926-5931.
5. *Тарасова, Л.И.* Пищевые волокна — влияние на окислительную устойчивость майонезной продукции / Л.И. Тарасова, Т.Г. Тагиева, И.М. Завадская // Вестник всероссийского научно-исследовательского института жиров. — 2017. — №1–2. — С. 39–42.

6. *Jacobsen, C.* Oxidation in fish oil enriched mayonnaise : Ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration. / *Jacobsen, Charlotte; Timm Heinrich, Maike; Meyer, Anne S.* — Journal of Agricultural and Food Chemistry. — Vol. 49. — №. 8.— 2001. — P. 3947-3956.
7. *Kim, J.Y., Yi, B., Lee, C. et al.* Effects of pH on the rates of lipid oxidation in oil–water system. *Appl Biol Chem* 59.— 2016. — P. 157–161.
8. Пищевая химия / А.П. Нечаев [и др.]; под ред. А.П. Нечаева. — СПб.: ГИОРД, 2007.— 640 с.
9. *Старовойтова, К.В.* Разработка рецептур майонеза с учетом основных тенденций совершенствования ассортимента / *К.В. Старовойтова, Л.В. Терещук* // Техника и технология пищевых производств. — т. 48.— №. 1.— 2018.— С. 91-98.
10. Майонезы / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, И. Н. Нестерова. — СПб.: ГИОРД, — 2000. — 80 с.
11. Некоторые особенности применения ферментированного яичного желтка в производстве майонеза [Электронный ресурс] / *Масла и жиры.* — Режим доступа: <http://www.oilbranch.com/publ/view/15.html>. Дата доступа: 24.05.2024.
12. *Дорожкина, Т. Н.* Зеленые линии — ваш надежный партнер / *Т. Н. Дорожкина* // Масложировая промышленность. — 2002. — №3.— С.28–29.
13. Ароматизатор горчицы для майонезов и соусов [Электронный ресурс] / *Тейст дизайн.* — Режим доступа: <https://td-ukraine.com.ua/news/aromatizator-gorchicy-dlya-majonezov-i-sousov>. — Дата доступа: 24.05.2024.
14. Основные группы пищевых ПАВ [Электронный ресурс] / НПО «Альтернатива». — Режим доступа: <https://alternativa-sar.ru/spravochnik/171-osnovnye-gruppy-pishchevykh-pav>. — Дата доступа: 24.05.2024.
15. *Насонова, В. В.* Сравнительные исследования эффективности анти окислителей / *В. В. Насонова, Е. К. Туничева* // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. — 2019. — Т. 9.— № 3. — С. 563–569.
16. *Judde A., Villeneuve P., Rossignol-Castera A., Le Guillou A.* Antioxidant effect of soy lecithins on vegetable oil stability and their synergism with tocopherols. *JAOCS*. 2003. —Vol. 80. —№. 12. — P. 1209– 1215.
17. *Doert M., Jaworska K., Moersel J.-Th., Kroh L.W.* Synergistic effect of lecithins for tocopherols: Lecithin based regeneration of α -tocopherol. *European Food Research and Technology*. 2012. —Vol.— 235. Issue 5. — P. 915–928.
18. *Саркисян, В.А.* Синергические взаимодействия антиоксидантов в жировых продуктах / *В.А Саркисян, Е.А. Смирнова, А.А. Кочеткова, В.В Бессонов*// Пищевая промышленность. — 2013. — №. 3.— С. 14-17.
19. *Радаева, И. А.* Окисление липидов и порча молочных продуктов [Электронный ресурс]/Переработка молока. — Режим доступа: <https://www.milkbranch.ru/publ/view/439.html?ysclid=lx6ktjhf9343797297>. — Дата доступа: 24.05.2024.
20. *Jacobsen, C., Timm, M., Meyer, A. S.* (2001) ‘Oxidation in fish oil enriched mayonnaise: Ascorbic acid and low pH increase oxidative deterioration, *J. Agric. Food Chem.* 49. — P. 394–3956.

Информация об авторах

Жакова Кристина Ивановна, кандидат технических наук, ученый секретарь РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: zhakova@belproduct.com

Пчельникова Анна Владимировна, научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: 2945684@mail.ru

Бабодей Валентина Николаевна, начальник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: 2945684@mail.ru

Information about authors

Zhakava Christina Ivanovna, PhD (Technical), scientific secretary of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: zhakova@belproduct.com

Pchelnykova Anna Vladimirovna, researcher of the department of technology confectionery and fat-and-oil products of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: 2945684@mail.ru

Babodey Valentina Nikolaevna, head of the department of technology confectionery and fat-and-oil products of the RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: 2945684@mail.ru