метилметакрилата. Протестированный катализатор способствует сохранению узкого молекулярно-массового распределения и образованию макромолекул с низким молекулярным весом.

1. Duquesne, E. Nickel-catalyzed supported ATRP of methyl methacrylate using cross-linked polystyrene triphenylphosphine as ligand / E. Duquesne, J. Habimana, Ph. Dege'e, and Ph. Dubois // *Macromolecules*. – 2005 – V. 38 - P. 9999-10006.
2. Moineau, G. Controlled radical polymerization of methyl methacrylate initiated by an alkyl halide in the presence of the Wilkinson catalyst / G. Moineau, C. Granel, Ph. Dubois, R. Jerome, Ph. Teyssie // *Macromolecules*. - 1998, V. 31. – P. 542-544.
3. Wang, J.S. Controlled "Living" Radical Polymerization. Halogen Atom Transfer Radical Polymerization Promoted by a Cu(I)/Cu(II) Redox Process / J.S. Wang, K. Matyjaszewski // *Macromolecules*. – 1995 – V. 28. – P. 7901-7910.
4. Паширова, Т.Н. Агрегационное поведение и каталитические свойства систем на основе аминотетраметиллированных каликс[4]резорцинаронов и полиэтиленгликолей / Т.Н. Паширова, С.С. Лукашенко, Э.М. Косачева, Л.И. Вагапова, А.Р. Бурилов, М.А. Пудовик, Л.А. Кудрявцева, А.И. Коновалов // *ЖОХ*. - 2008. – Т.78, № 3. - С.417-423.
5. Brodsky B.H., Bois J. D. Entrapment of a dirhodium tetracarboxylate unit inside the aromatic bowl of a calix[4]arene: Unique catalysts for C-H amination / B.H. Brodsky, J.D. Bois // *Chem. Commun.* - 2006. - P. 4715-4717.
6. Гусева, Е. В. Кинетика гомогенного дегидрирования муравьиной кислоты в присутствии супрамолекулярного комплекса родия(III) с Р-функционализированным каликс[4]резорцином / Е.В. Гусева, А.В. Потапова, А.М. Сайфутдинов, А.А. Наумова, В.К. Половняк // *ЖОХ*. - 2012. - Т. 82, № 5. - С.719-726.
7. Гусева, Е.В. Взаимодействие трихлорида родия с Р-функционализированными каликс[4]резорцинами в различных средах / Е.В. Гусева, Д.Т. Каримова, В.И. Морозов, А.А. Наумова, Е.Л. Гаврилова, В.К. Половняк, Е.А. Красильникова // *ЖОХ*. - 2010. - Т.80, № 1. - С. 51-63.
8. Методические разработки к практическим работам по синтезу ВМС: в 2 т. Т. 2/сост. В.П. Шибасева, М.Б. Лачинов, Е.В. Черникова. – М.: МГУ, 2002. – 80с.
9. Торопцева, А. М. Лабораторный практикум по химии и технологии высокомолекулярных соединений/А.М. Торопцева, К. В. Белгородская, В. М. Бондаренко. – Лен-д: Химия, 1972. – 416с.
10. Bagatin, I. A. Calix[4]arene Ligands with Phosphorus-Containing Groups Tethered at the Upper Rim / I.A. Bagatin // *Inorg. Chem.* - 1999. - V. 38. - P. 1585-1593.
11. Таруткина, Л.И. Спектральный анализ полимеров / Л.И. Таруткина, Ф.О. Позднякова. – Лен-д.: Химия, 1986. – 248с.
12. Lavnikova, I. V. Polymerization of methyl methacrylate in the presence of N-acetyl-L-aminocaproic acid acetylamide / I. V. Lavnikova, V. F. Zheltobryukhov, A. I. Rakhimov, N. A. Storozhakova // *Russian Journal of Applied Chemistry*. – 2002 - V. 75 - №. 2. - P. 302-304.

Маслыгина А.М., Хабибулина Н.В., Красноштанова А.А.

Оценка возможности использования экструдированного крахмалсодержащего сырья в рецептуре низкожирного веганского майонеза

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-04-2019-253

idsp: ljjournal-04-2019-253

Аннотация

В данной статье рассматриваются этапы разработки майонезного соуса на основе белково-крахмального ингредиента, полученного экструзионным способом, выполняющего в продукте роль эмульгатора, структурообразователя и наполнителя. Кроме того, ввиду отсутствия в составе майонезного соуса продуктов животного происхождения, в частности, яичных и молочных компонентов, его состав отвечает требованиям наиболее строгой формы вегетарианства – веганства.

Ключевые слова: майонез, модифицированный крахмал, экструзия, эмульсия

Abstract

This article discusses the stages of mayonnaise sauce development based on protein-starch ingredient, obtained by extrusion method, playing the role of emulsifier, amendment agent and filler in the product. In addition, due to the absence of animal products in the mayonnaise sauce, in particular, egg and dairy components, its composition meets the requirements of the most strict form of vegetarianism - veganism.

Keywords: mayonnaise, modified starch, extrusion, emulsion

В традиционном понимании майонез представляет собой эмульсию типа «вода в масле», стабилизированную смесью гидроколлоидов и крахмалов, с содержанием масла более 65%. Это позволяет определить майонез как продукт высокой жирности [4, с.2]. Однако на сегодняшний день большинство потребителей озабочены калорийностью продукции, употребляемой в пищу, и стараются следовать стандартам здорового образа жизни.

Масложировая отрасль является одной из наиболее востребованных, а потому активно развивающихся в пищевой промышленности. Большие возможности развития ассортимента майонезов и майонезных соусов связаны с увеличением их пищевой и снижения энергетической ценности благодаря направленному изменению рецептурного состава – совершенствованию жировой фазы, введению витаминов, минеральных веществ и других физиологически функциональных пищевых ингредиентов [1, с.3]

Также все актуальнее становится такое направление в питании, как вегетарианство, которое исключает потребление продуктов животного происхождения, заменяя и восполняя все необходимые организму минералы, витамины и незаменимые аминокислоты из растительной пищи.

Для получения майонезного продукта, соответствующего требованиям основной массы потребителей, а также способствующему сохранению здоровья и отвечающему международным уровню качества и безопасности, необходима разработка низкокалорийного продукта, в составе которого отсутствуют компоненты животного происхождения.

Снижение калорийности майонеза может быть достигнуто снижением концентрации растительного масла в продукте с получением майонезного соуса. Однако, для получения привычной для потребителя текстуры продукта, требуется введение загустителей в майонезные соусы, так как низкое содержание жировой фазы приводит к образованию неплотной, растекающейся консистенции. Для потребителя такой продукт будет непривлекательным.

При разработке веганского майонеза из рецептуры необходимо исключить яичный порошок и/или сухое обезжиренное молоко. Но в этом случае требуется найти заменитель этих ингредиентов, который может служить эмульгатором и загустителем в составе майонеза.

Этим ингредиентом могут служить крахмалы, обладающие свойствами загустителя, эмульгатора, гелеобразователя и наполнителя [3, с.56]. Наличие крахмала в пищевом продукте положительно сказывается на его текстуре и консистенции. Его использование позволяет значительно уменьшить синерезис, что способствует возможности более длительного хранения, улучшает водосвязывающую способность, повышает сочность.

Но при этом нативный крахмал обладает рядом недостатков (склонность к синерезису, низкая стабильность при хранении, перемешивании и температурном воздействии, невозможность получения систем требуемой вязкости и гелей требуемой прочности). Модификация позволяет улучшить функционально-технологические свойства крахмала [3], поэтому есть смысл в рецептуре майонеза использовать именно модифицированный крахмал.

В связи с этим целью исследования явилась оценка возможности использования экструдированного крахмалсодержащего сырья в рецептуре низкожирного веганского майонеза.

В качестве объектов исследования были выбраны модифицированные экструзионным способом крахмалосодержащие продукты, выработанные из гороха (65% крахмала и 15% белка). Указанные модифицированные продукты получены полностью без применения химических агентов, что согласуется с трендом «зеленых технологий». Среди объектов исследования присутствовали два ингредиента, полученный в жестком режиме экструзии, и два – в мягком.

На основе выбранных ингредиентов готовили майонезные соусы, в рецептуру которых также входили подсолнечное масло, соль, сахар, столовый уксус и вода питьевая. Жирность экспериментальных майонезных соусов составляла 35%.

Органолептическую оценку, оценку консистенции, кислотности, pH, стойкости эмульсий проводили согласно ГОСТ 31761-2012 [2].

Кинематическую вязкость определяли с использованием вискозиметра ВПЖ-2, для чего предварительно готовили клейстер изучаемого образца, а затем отмечали время истечения через капилляр объема жидкости из измерительного резервуара.

В качестве образцов сравнения были также приготовлены майонезные соусы, содержащие традиционные компоненты – меланж либо меланж с химически модифицированным крахмалом (E1422), а также майонезный соус «Легкий» («Московский провансаль»).

Таблица 1.

Качественный анализ свойств майонезов

№	Наименование	Консистенция	Вязкость, мПа*с	Кислотность, %	Стойкость эмульсий, %	pH
1	Жесткий режим (1)	>1 минуты	3,65	0,77	95,1	3,61
2	Жесткий режим (2)	>1 минуты	5,31	0,73	75,7	3,56
3	Мягкий режим (1)	>1 минуты	5,05	0,73	90,8	3,59
4	Мягкий режим (2)	>1 минуты	4,12	0,77	99,4	3,61
5	Меланж	2 секунды	1,61	0,86	66,4	3,86
6	Меланж + E1422	>1 минуты	4,12	0,76	100	3,83
7	«Легкий»	>1 минуты	5,36	0,23	100	3,70

Как видно из данных таблицы, консистенция всех майонезных соусов, исключая №5 (на основе меланжа без введения дополнительных агентов), соответствует ГОСТ. pH всех майонезных соусов находится в пределах 3,56-3,85, однако, по показателю титруемой кислотности коммерческий образец является менее кислым. Следует отметить, что по ГОСТ для майонезных соусов допустима кислотность до 1,0, однако, повышение данного показателя в сравнительной оценке может приводить к негативному восприятию продукта рядом потребителей, предпочитающих более нейтральный вкус. Данный показатель может быть подвергнут корректировке путем снижения количества органических кислот в составе продукта.

Образец, приготовленный с применением только меланжа, отличается низкой вязкостью и наиболее текучей консистенцией, что связано с отсутствием в его составе каких-либо дополнительных загущающих или стабилизирующих. Майонезный соус, полученный с применением горохового крахмалосодержащего сырья, модифицированного в жестком режиме (1), также демонстрирует относительно низкую вязкость, что может быть обусловлено с низким уровнем введения воды при экструзии и, как следствие, повышенной декстринизацией крахмала с образованием менее вязких продуктов. Остальные исследованные образцы имеют близкую вязкость.

Стойкость эмульсии является одним из наиболее важным показателей, характеризующим эмульсионные системы. Следует отметить, что отсутствие в рецептуре стабилизаторов отрицательно сказывается на эмульсионной стабильности – так, эмульсия майонезного соуса с меланжем стабильна лишь на 66%. Среди исследованных крахмальных образцов наилучшие показатели, допустимые по ГОСТ, отмечены для образца, проэкструдированного в мягком режиме (2).

По результатам проведенной физико-химической оценки и органолептического анализа, рецептуру скорректировали по концентрации модифицированного крахмала и столового уксуса с использованием образца, проэкструдированного в мягком режиме (2). Для итоговой дегустации были отобраны два экспериментальных образца, рецептуры которых приведены в таблице 2, а также коммерческий образец «Легкий». Для анализа вкусоароматических и текстурных характеристик майонезных соусов дегустационной комиссии (общее число дегустаторов – 27 человек) нужно было оценить по десятибалльной шкале эмоциональной оценки такие показатели, как цвет, запах, вкус, послевкусие, консистенцию, намазываемость и подвести итог общим впечатлением от продукта. В табл. 3 приводится усредненная, общая оценка в баллах испытуемых, а также наиболее частые словесные комментарии общего впечатления от предлагаемых продуктов.

Таблица 2.

Содержание компонентов в составе майонеза на 100 г продукта

Ингредиент	Меланж + E1422	Мягкий режим (2)
масло подсолнечное	35	35
меланж	6	-
горчица	2,5	2,5
сахар	3	3
соль	2	2
уксусная кислота	6,5	3,25
E 1422	1,5	-
вода	43,5	48,25
экструзионный гороховый крахмальный ингредиент	-	6

Исходя из полученных результатов дегустационного анализа, у экспериментальных образцов отмечен недостаточно насыщенный цвет, непривычный для потребителей коммерческого майонеза, что связано с отсутствием красителя в продуктах. Чаще всего в качестве красителя используется каротин (E160) – натуральный краситель, который является провитамином А и антиоксидантом. Он придает майонезу кремовый оттенок.

Также испытуемые отметили, что опытные образцы недостаточно густые по консистенции, что можно объяснить отсутствием в составе майонезов дополнительных (помимо модифицированных крахмалов) компонентов, которые вводятся в продукт для поддержания нужной консистенции и структуры. Например, в составе майонезного соуса «Легкий» указаны, помимо крахмала E1422, также ксантановая и гуаровая камеди.

Таблица 3.

Результаты дегустационной оценки майонезных соусов

Образец	Комментарий
«Легкий»	Общая оценка: 8,7 (10) Хорошо намазывается, наиболее густой образец; приятный классический цвет и запах без резких или ярко-выраженных ощущений во рту; вкус пресноват; выраженное послевкусие подсолнечного масла
Меланж + E1422	Общая оценка: 7,1 (10) Кисловатый вкус и послевкусие; выражен запах уксуса; плохая намазываемость, растекается, недостаточно густая консистенция; очень легкий; имеет выраженную приятную остроту и соленость; цвет с желтоватым подтоном, темнее, чем классический майонез; идеален для заправки салатов
Мягкий режим (2)	Общая оценка: 7,0 (10) Легкий, воздушный; по консистенции недостаточно густой, текучий, сразу впитывается; пикантное приятное послевкусие; цвет ненасыщенный, нежный; присутствует приятная горчинка во вкусе; в меру соленый и кислый

Кисловатость вкуса, отмеченную в образце с меланжем, можно регулировать концентрацией уксусной кислоты, которую добавляли в качестве консерванта и усилителя вкуса. В коммерческие образцы чаще всего добавляют целый комплекс консервантов таких, как сорбат калия E202, бензонат натрия E211, которые препятствуют быстрой порче майонеза, подавляя развитие дрожжей и плесневых грибов.

Необходимо подчеркнуть, что экспериментальные образцы получили одинаковую общую оценку, несмотря на присутствие в составе одного привычных и традиционных ингредиентов в виде меланжа и химически модифицированного крахмала E1422, в то время как в рецептуру второго экспериментального образца был введен новый продукт. В продуктах питания для веганов потребители часто отмечают непривычные привкусы, текстуру, ощущения при потреблении, чего в настоящем исследовании отмечено не было.

Таким образом, были выполнены комплексные исследования, позволившие теоретически и экспериментально обосновать эффективность и целесообразность применения горохового крахмалопродукта в качестве технологически функционального ингредиента при создании майонезных соусов. На основании результатов этих исследований были сделаны следующие выводы:

1. Выявлено, что майонезный соус, приготовленный на основе модифицированного крахмалопродукта, полученного в мягком режиме экструзии (2), обладает стойкостью эмульсий, близкой к 100%, в то время как эмульсия на основе одного лишь меланжа имеет процент стойкости - 66%. Эти данные говорят о возможности полноценной замены яйца в пользу крахмалопродукта как эмульгатора и стабилизатора;
2. По вязкости образец майонезного соуса, полученный из крахмалопродукта, обработанного в мягком режиме (2), на 23% уступает коммерческому образцу (майонезный соус «Легкий» от «Московский провансаль»), что связано с присутствием в рецептуре коммерческого образца агентов с высокой вязкостью – ксантановой и гуаровой камедей в дополнение к модифицированному крахмалу. Внесение камедей в разработанный майонезный соус однозначно позволит получить консистенцию, идентичную коммерческому образцу.
3. По результатам дегустационного анализа можно сделать заключение, что ни один из дегустаторов не отметил наличия в испытываемом продукте «нетрадиционного» ингредиента, не было также отмечено появления посторонних привкусов и запахов. Члены дегустационной комиссии отметили легкость, воздушность майонеза на основе крахмалопродукта, а также его высокие вкусовые характеристики.

1. Гаврилова Д.В. Разработка и товароведная оценка майонеза и майонезного соуса для здорового питания с пектином: Автореф. дис. канд. тех. наук: 05.18.5: защищена 25.06.14/Гаврилова Дарья Викторовна-М.: Москва.-2014.-25 С.
2. ГОСТ 31761-2012 Майонезы и соусы майонезные. Правила приемки и методы испытаний.-Введ. 13-07-01.-М.:Стандартинформ,2014.-44 С.
3. Пищевые технологии: исследования, инновация, маркетинг: сб.ст. Первой национальной научно-практической конференции.-Симферополь,2018.-180с. Маслыгина А.М., Хабибулина Н.В, Красноштанова А.А. Модификация свойств крахмалосодержащего сырья микроволнами // тезисы докл. Всероссийск. конф. - (1-3 окт.,2018).-Керчь, 2018.- С.56-58.
4. Molback Anders How to make a low or a fat reduced mayonnaise/Palsgaard technical paper,2010.-P. 2 -4