

УДК 637.28:66.094.3

А.В. Терещук, Т.А. Шишкина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖИРОВЫХ ОСНОВ ДЛЯ СЛИВОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОГО СПРЕДА УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Исследована возможность повышения антиоксидантной устойчивости спредов как в процессе хранения, так и в процессе жарения путем оптимизации жирнокислотного состава их жировых основ. Проанализированы литературные данные, на основании которых стало возможным разработать критерий для количественной оценки антиокислительной устойчивости, названный числом окисления. На основании опытных данных определено оптимально число окисления для жировой основы. Расчетным путем определен жирнокислотный состав жировой основы, позволяющий получить продукт с требуемым числом окисления. Разработан антиоксидантный комплекс на основе компонентов естественного происхождения, повышающий антиоксидантную устойчивость. Сконструировано несколько жировых композиций, жирнокислотный состав которых позволил бы приблизить соотношение жирных кислот в продукте к описанному.

Жирнокислотный состав, жировая основа, антиоксидантная устойчивость, число окисления, конструирование.

Целью нашей работы является разработка сливочно-растительного спреда, который может быть использован как бутербродный для непосредственного употребления в пищу, а так же для использования в домашней кулинарии и в сети общественного питания для жарения и приготовления выпечных изделий.

Изменения его качественных показателей при жарении будут играть важную роль в формировании пищевых и вкусовых достоинств обжаренной пищи. Именно поэтому к продукту предъявляются особые требования в плане стабильности к окислению. При этом продукт должен иметь низкую себестоимость, требуемые структурно-реологические показатели и хорошие органолептические свойства.

Анализ состава и свойств растительных масел, различных жирнокислотных групп и молочного жира позволяет сделать вывод, что в природе не имеется жиров и масел, которые полностью отвечали бы требованиям сбалансированного жирнокислотного состава.

Жидкие растительные масла особенно богаты полиненасыщенными жирными кислотами, при этом в их составе ощутимо недостает насыщенных жирных кислот, количество которых в молочном жире и других животных жирах достаточно велико.

В качестве компонентов жировой основы спреда были апробированы молочный жир, подсолнечное высокоолеиновое масло, рапсовое масло и арахисовое масло, пальмовое масло и продукты его фракционирования [1].

Молочный жир традиционно используется в русской кухне для жарения в виде топленого масла, его использование улучшает структурно-механические и органолептические свойства готового продукта, однако, во-первых, его жирнокислотный состав не удовлетворяет нашим требованиям, а во-вторых, он довольно дорог. Подсолнечное высокоолеиновое масло было выбрано как источник олеиновой кислоты и как альтернатива оливковому (более дорогому) маслу, пальмовое масло и пальмовый стеарин – как консистентные жиры с жирнокислотным составом, свободным от транс-изомеров жирных кислот.

Следует отметить, что пальмовый стеарин имеет довольно высокую температуру плавления, улучшая структурно-механические свойства продукта. Таким образом, комбинирование молочного жира с перечисленными растительными маслами дает возможность приблизить жирнокислотный состав создаваемого продукта к оптимальному с точки зрения термической обработки [2, 3].

На начальном этапе исследований был изучен жирнокислотный состав используемых масел и жиров, так как известно, что глубина окислительных процессов и скорость окисления жировой фазы находится в прямой зависимости от количества входящих в ее состав триацилглицеринов жирных кислот и степени их ненасыщенности, а также то, что жирнокислотный состав одних и тех же масел и жиров может значительно изменяться в зависимости от многих внешних факторов (от анатомического строения и наследственных особенностей сорта, условий его произрастания, технологических факторов переработки для растительных масел, от породы коров и рационов кормления, периода года, региона страны и многих других факторов для молочного жира).

Расчет жирнокислотного состава масел и молочного жира (табл. 1) был произведен на основании хроматограмм метиловых эфиров жирных кислот исследуемых масел.

Вторым этапом исследования стало изучение зависимости скорости окисления жировой фазы от ее жирнокислотного состава как в процессе хранения, так и при термической обработке.

На основании опытных и литературных данных [4] определена потенциальная зависимость антиоксидантной устойчивости жирнокислотного комплекса.

На сегодняшний день не существует общепринятой методики и критериев количественной оценки антиокислительной устойчивости, поэтому для оценки нами предложен показатель «число окисления».

ЧОк – это значение, показывающее во сколько раз данная жировая смесь окисляется быстрее, чем чистый метилстеарат.

Таблица 1

Жирнокислотный состав исследуемых масел и жиров*

Жирные кислоты	Содержание, %*					
	Подсолнечное масло	Рапсовое масло	Арахисовое масло	Молочный жир	Пальмовое масло	Пальмовый стеарин
Масла и жиры						
Насыщенные	8,3-14,01	5,14	18,9	61,40	51,84	54,49
в том числе						
масляная С _{4:0}	-	-	-	3,75	-	-
капроновая С _{6:0}	-	-	-	2,25	-	-
каприловая С _{8:0}	-	-	-	2,00	-	-
каприновая С _{10:0}	-	-	-	2,20	-	-
лауриновая С _{12:0}	-	-	-	2,35	0,28	0,11
миристиновая С _{14:0}	-	-	0,2	10,45	1,21	0,78
пальмитиновая С _{16:0}	4,2-4,6	4,3	10,8	28,00	46,91	44,4
стеариновая С _{18:0}	4,1-4,8	0,16	3,4	9,6	3,44	9,2
арахиновая С _{20:0}	До 0,7	-	0,5	0,8	-	-
бегеновая С _{22:0}	-	0,68	4,0	-	-	-
Мононенасыщенные	61,0-70,88	64,76	39,3	33,25	38,43	38,57
в том числе						
капролеиновая С _{10:1}	-	-	-	0,25	-	-
лауролеиновая С _{12:1}	-	-	-	0,3	-	-
миристолеиновая С _{14:1}	-	-	-	2,5	-	-
пальмитолеиновая С _{16:1}	-	0,27	-	3,05	-	-
олеиновая С _{18:1}	61,0-69,8	61,59	39,3	27,15	38,43	38,57
гадолеиновая С _{20:1}	До 0,5	-	-	-	-	-
эруковая С _{22:1}	-	2,9	-	-	-	-
элаидиновая С _{18:1} (транс-изомер олеиновой)	-	-	-	4,0	-	-
Полиненасыщенные	21,9-28,4	30,1	41,8	4,95	9,73	4,43
в том числе						
линолевая С _{18:2}	21,9-28,4	20,0	40,7	3,1	9,73	2,26
линоленовая С _{18:3}	-	10,1	1,1	1,55	-	2,17

Нами предложена следующая формула для определения числа окисления:

$$ЧО_k = \frac{(1 \times a + 11 \times b + 114 \times g + 179 \times d)}{(a + b + g + d)} \quad (1)$$

где α , β , γ и δ – процентное содержание соответственно насыщенных жирных кислот, мононенасыщенных жирных кислот, линолевой и линоленовой жирных кислот.

Используя формулу (1) и данные о жирнокислотном составе масла, можно прогнозировать насколько активно будут протекать в нем процессы окисления.

Варьируя процентное соотношение жирных кислот в продукте, возможно повысить антиоксидантную устойчивость конечного продукта, при условии максимального сохранения его биологической ценности и потребительских качеств.

Нами были рассчитаны ЧО_к для опытных образцов жиров и масел, а также проведена серия опытов по изучению их антиоксидантной активности. Антиоксидантная активность оценивалась по изменению перекисного числа в условиях ускоренного окисления. Результаты приведены в табл. 2.

Расхождение расчетных и экспериментальных данных составило 10-15%, что можно объяснить варьированием жирнокислотного состава исследуемых масел, а также наличием в их составе различных

биологически активных соединений, повышающих устойчивость масел и жиров к окислению.

Таблица 2

Жирнокислотный состав и антиоксидантная активность молочного жира и растительных масел

Наименования жирных кислот	Содержание жирных кислот, г/100 г продукта				
	Молочный жир	Пальмовое масло	Подсолнечное высокоолеиновое	Рапсовое масло	Пальмовый стеарин
Сумма жирных кислот:	99,6	100,0	97,90	100,0	97,45
Насыщенные	61,4	51,84	10,6	5,14	54,49
Мононенасыщенные	33,25	38,43	69,0	64,76	38,57
Полиненасыщенные	4,95	9,73	18,30	30,1	4,43
ЧО _к расчетное	11	13	29	48	11,2
ЧО _к опытное	10	11	34	54	11

Серия проведенных опытов показала, что число окисления для разрабатываемой жировой основы должно быть не более 12-14.

Расчет оптимального соотношения жирных кислот с учетом максимального сохранения биологической ценности продукта был осуществлен с использованием методов линейного программирования – путем нахождения экстремума линейной целевой функции при ограничениях, заданных системой линейных неравенств.

Целевая функция ограничена требуемой величиной числа окисления:

$$ЧО_k = \frac{(1 \times a + 11 \times b + 114 \times g + 179 \times d)}{(a + b + g + d)} \quad \text{® 14}$$

Расчеты производили с учетом следующих ограничений:

- содержание насыщенных жирных кислот не должно превышать 40%;
- содержание линолевой кислоты должно быть более 5%;
- содержание линоленовой кислоты должно быть более 0,1%;
- соотношение линолевой и линоленовой жирных кислот составляет 16:1.

Требуемое число окисления будет обеспечено при следующем жирнокислотном составе комплекса: НЖК – 35-40%; МНЖК – 50-55%; ПНЖК – 5-6% (при содержании линоленовой кислоты не более 0,5%).

На следующем этапе исследования был разработан антиоксидантный комплекс на основе лецитина и лимонной кислоты [5,6].

Количество лецитина варьировалось от 0,5 до 1%. Серией предварительных опытов установлено, что увеличение дозы лецитина в данном композиционном составе приводит к ухудшению органолептических показателей готового продукта. Уменьшение количества лецитина также нежелательно, так как негативно влияет на процесс формирования структуры продукта. В данном случае лецитин будет выступать еще и в качестве эмульгатора.

Специфика действия лимонной кислоты заключается в предотвращении процесса окисления, возникающего в результате контакта с ионами металлов. В данном случае лимонная кислота выступает в качестве

ве хелата (комплексообразователя), связывающего металлы и переводящего их в неактивную форму. Лимонная кислота является блокаторм катализаторов окисления, которые всегда присутствуют в масле [7].

На основании опытных данных определено, что количество лимонной кислоты не должно превышать 0,03%, так как при дальнейшем увеличении ухудшаются органолептические свойства готового продукта. Кроме того, при дальнейшем увеличении дозы лимонной кислоты возможно повышение кислотности жировой фазы продукта, которое регламентируется в ГОСТ Р 52100-2003 «Спреды и смеси топленые. Общие технические условия» и не должно превышать 2,5 °К.

Используя методы математического планирования экспериментов определяли влияние процентного содержания лецитина (X_2) и лимонной кислоты (X_3) в продукте на увеличение перекисного числа (Y_1) в процессе жарения, при этом варьировали содержание линолевой кислоты в продукте (X_1).

Коэффициенты определялись методом наименьших квадратов в матричной форме в среде Mathcad. Зависимость перекисного числа (Y_1) от процентного содержания линолевой кислоты (X_1) в жировой фазе и процентного содержания лецитина (X_2) и лимонной кислоты (X_3) в продукте выражается следующим уравнением регрессии.

$$Y_1 = 3.3763 + 0.1732 \times X_1 - 16.6327 \times X_2 \times X_3 \quad (2)$$

Уравнение имеет высокое качество аппроксимации, так как расчетные и фактические значения близки во всей области задания. Анализ полученного уравнения позволяет сделать вывод, что на антиоксидантную устойчивость оказывают влияние все изучаемые факторы.

Анализ графических зависимостей показал, что эффективность антиоксидантного комплекса повышается при одновременном увеличении содержания в нем лецитина и лимонной кислоты. При этом процентное содержание линолевой кислоты в жировой фазе при использовании комплекса может быть увеличено до 10%, однако дальнейшее ее увеличение все же нежелательно. Таким образом, при использовании антиоксидантного комплекса, жирнокислотный состав готового продукта может быть максимально приближен к оптимальной в биологическом отношении формуле сбалансированности жирных кислот: 35-45% насыщенных, 50-60% мононенасыщенных и 5-10% полиненасыщенных жирных кислот.

На заключительном этапе было сконструировано несколько жировых композиций, жирнокислотный состав которых позволил бы приблизить соотношение жирных кислот в продукте к описанному выше. Компонентный состав и свойства данных композиций представлены в табл. 3.

Таблица 3

Компонентный состав разработанных композиций*

Наименование композиции и ее состав	Содержание компонентов, %	Содержание жирных кислот, %					0-3:10-6	Температура плавления, °С	Твердость, г/см	
		НЖК	МНЖК	Лино-левая	Лино-левова	ТИ				
Композиция на основе подсолнечного масла	МЖ	50	47,2	40,8	8,6	0,5	2	18,2	30,0 ± 0,1	69 ± 1,0
	ПМ	25								
	ПС	5								
	ПВМ	20								
Композиция на основе рапсового масла	МЖ	50	47,6	40,2	7,9	2,3	2	3,4	32,3 ± 0,1	85 ± 1,0
	ПМ	25								
	ПС	5								
	РМ	20								
Композиция на основе арахисового масла	МЖ	50	48,7	35,1	13,6	0,6	2	22,1	31,5 ± 0,1	84 ± 2,0
	ПМ	20								
	ПС	5								
	АМ	25								

*Условные обозначения: МЖ – молочный жир; ПМ – пальмовое масло; ПС – пальмовый стеарин; ПВМ – подсолнечное высокоолеиновое масло; РМ – рапсовое масло; АМ – арахисовое масло; НЖК – насыщенные жирные кислоты; МНЖК – мононенасыщенные жирные кислоты; ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты; ТИ – транс-изомеры жирных кислот.

В ходе работы была исследована антиоксидантная устойчивость полученной жировой основы в процессе жарения при высоких температурах (200°C) и интенсивном доступе воздуха и в процессе хранения на воздухе с доступом света при температуре 20°C (срок хранения 10 дней). Контроль качества исследуемых образцов осуществляли определением органолептических показателей, перекисного и кислотного числа. В качестве контрольных образцов использовали подсолнечное мало, применяемое для изготовления продукта и композицию 1, состоящую из разработанной жировой основы с добавлением синтетического жирораство-

римого антиоксиданта «GRINDOX™ 204». Значения перекисных чисел исследуемых образцов представлены на диаграмме (рис. 1).

Как видно из диаграммы (рис. 1), разработанный нами комплекс имеет высокую антиоксидантную активность как в процессе хранения, так и в процессе термической обработки. Важно отметить, что при этом он не изменяет органолептических показателей продукта и имеет природное происхождение.

Кроме того, используемая в составе комплекса лимонная кислота может выступать также в качестве консерванта, тем самым увеличивая сроки хранения готового продукта.

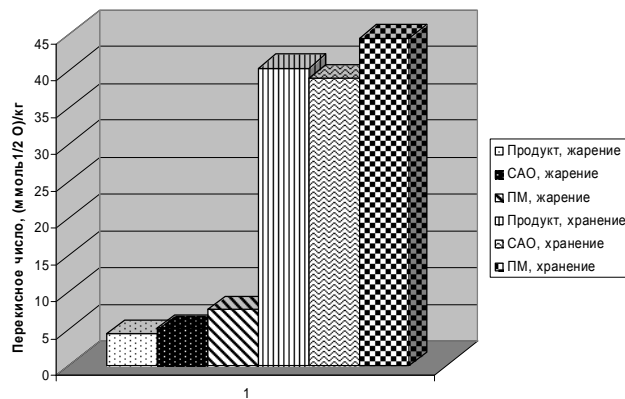


Рис. 1. Интенсивность окисления масел

Список литературы

1. Зобкова, З.С. Растительные жиры в молочных продуктах [Текст] / З.С. Зобкова, С.К. Кутилина // Молочная промышленность, 1999. – № 1. – С. 6-8.
2. Лисицын А.Н., Григорьева В.Н., Алымова Т.Б., Журавлева Л.Н. Окислительная деструкция растительных масел под воздействием высоких температур [Текст] / А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева, Т.Б. Алымова, Л.Н. Журавлева // Масложировая промышленность. – 2007. – № 4. – С. 10-13.
3. Журавлева Л.Н. Изучение окисления растительных масел при высокотемпературном нагреве во фритюре и разработка способов повышения их стабильности : автореф. дис. ... канд. техн. наук : защищена 19.02.2009 [Текст] / Л.Н. Журавлева. – Санкт-Петербург, 2009. – 24 с.
4. Терещук Л.В., Каменских А.В., Мулозьянова Т.Л. Оптимизация состава жировых композиций для спредов / Л.В. Терещук, А.В. Каменских, Т.Л. Мулозьянова // Молочная промышленность. – 2007. – № 9. – С. 67-68.
5. Марченко, В.В. Природный антиоксидант для сливочного масла [Текст] / В.В. Марченко, Т.В. Парфенова, Л.В. Ленцова // Сыроделие и маслоделие. – 2004. - № 4. – С. 29.
6. Терещук, Л.В. Природные антиоксиданты в производстве комбинированных масел [Текст] / Л.В. Терещук // Сыроделие и маслоделие. – 2001. – № 1. – С. 39.
7. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок [Текст] / Л.А. Сарафанова. – СПб. : Гиорд, 1999. – 80 с.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, бульвар Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 74-42-32

SUMMARY

L. Tereshuk, T. Shishkina

Fatty bases designing for cream-and – vegetative spread of universal purpose

**Kemerovo Technological Institute of Food Industry 650056, Kemerovo City, Bulvar Stroiteley, 47,
Tel./fax: (3842)74-42-32; e-mail:food@kemtipp.ru**

It's been investigated the opportunity of increasing of spreads' antioxidative stability as in storage process as in roasting by optimization of fatty-acid composition of their fat base. The literary data have been analyzed due to which it's been possible to develop a criterion for quantitative estimate of antioxidant stability named by oxidant number. On the base of test data it's been defined an optimal oxidation number for fatty base. With help of the calculated method a fatty-acid composition of fatty base has been defined allowed to get a product with a required oxidation number. It's been developed an antioxidative complex on the base of natural components of natural origin increasing antioxidative stability. There were constructed several fatty-acid composition of which would bring near ratio of fatty acid to the product described above.

Fatty-acid composition, fat(ty) base, antioxidative stability, oxidation number, designing.

