

ШЕМАНСКАЯ Е.И., канд. техн. наук, ОСЕЙКО Н. И., д-р техн. наук, профессор
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

ФОСФОЛИПИДНЫЕ ЖИРОВЫЕ ПРОДУКТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Определена теоретическая и практическая основа для создания новой группы фосфолипидных жировых продуктов функционального назначения, которые гарантируют рациональное соотношение омега-3 и омега-6 кислот с учетом норм их потребления. Обосновано использование растительных масел в качестве источников эссенциальной α -линоленовой кислоты и биологически активных веществ. Полученные инновационные фосфолипидные продукты с соотношением омега-3/омега-6 жирных кислот относятся к функциональным продуктам с широким спектром технологических свойств.

Theoretic and practical basis for the formation of the new group of phospholipid fatty products of functional purpose which guarantee the proper correlation of omega-3 and omega-6 fatty acids including recommendations of use has been identified. The use of particular vegetable oils as the sources of essential α -linolenic acid and vitamins in food and oil-and-fat products has been validated. The innovative phospholipid products obtained with correlation of omega-3 and omega-6 fatty acids 1:0,9 – 1:3,5 belong to functional products with the wide range of handling abilities.

Ключевые слова: функциональные жировые продукты, фосфолипиды, эссенциальные омега-3 кислоты, биологическая ценность, жирнокислотный состав, льняное масло, окислительная стабильность.

Производство функциональных продуктов питания и их компонентов является одним из современных направлений развития пищевой промышленности в связи с возрастающим спросом потребителей как в Украине, так и за рубежом. Ежегодно мировой рынок функциональных продуктов увеличивается на 5-20 % [1].

В Японии и Китае в приготовлении пищи издревле использовали пищевые ингредиенты, полученные из природного сырья. Жители восточных стран больше связывают свое здоровье с потреблением продуктов "better for you", которые содержат необходимое количество пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот и других оздоровительных ингредиентов. В 80-х годах в Японии начата работа по стандартизации питания, при этом была выделена особая группа продуктов FOSHU (food for special health use).

Европейцы позже пришли к пониманию важности использования в пищу продуктов с полезными для здоровья ингредиентами, но уже в 1999 г. в Европейском Союзе была образована Европейская Комиссия для действий в рамках науки о функциональной пище [2].

На основании многолетних исследований влияния отдельных ингредиентов пищевых продуктов на жизненно важные функции организма, проводимые во многих странах, установлены группы веществ, повышающие ценность продуктов питания. На современном этапе развития рынка полезных ингредиентов эффективно используются 7 основных видов:

- пищевые волокна;
- витамины;
- минеральные вещества;
- полиненасыщенные жирные кислоты;
- антиоксиданты;
- олигосахариды (пребиотики – субстрат для полезных бактерий);
- пробиотики (полезная микрофлора).

Многочисленными исследованиями доказано, что введение этих веществ в продукты питания в определенных количествах повышает их питательную и физиологическую ценности [3].

Одним из важных сегментов развивающегося рынка функциональных пищевых продуктов могут стать продукты масложировой промышленности. Жировые продукты должны быть не только источником энергии и пластического материала, но и важнейшим поставщиком физиологически функциональных ингредиентов: полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых витаминов, фосфолипидов, других биологически активных компонентов [4].

Сегодня питание населения во многом не отвечает требованиям, предъявляемым к здоровому питанию. Основным растительным маслом, потребляемым в Украине, является подсолнечное масло и продукты его переработки, которые не имеют сбалансированного жирнокислотного состава. По современным критериям оптимальный состав жирных кислот определяется не только содержанием полиненасыщенных жирных кислот, а и соотношением кислот омега-3/омега-6, в первую очередь α -линоленовой и линолевой, которые являются предшественниками в синтезе целого ряда регуляторных соединений в организме человека и, соответственно, функциональными ингредиентами масложировых продуктов здорового питания.

Одним из ключевых направлений решения намеченной проблемы является разработка и внедрение продуктов сбалансированного жирнокислотного состава. В концепции здорового питания прослеживается приоритетная тенденция к увеличению в пищевом рационе доли масел с повышенным содержанием омега-3

полиненасыщенных жирных кислот и разработке производства смесей растительных масел с оптимальным соотношением кислот омега-3/омега-6.

Цель исследований – разработка функциональных жировых продуктов на основе фосфолипидов и эссенциальных жирных кислот, которые обеспечили бы поступление в организм человека полиненасыщенных жирных кислот в количествах, удовлетворяющих его физиологические потребности.

Одним из путей решения проблемы здоровья и питания населения является производство и широкое использование масел с повышенным содержанием омега-3 кислот, которые являются источниками незаменимых полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и других жизненно необходимых для организма человека биологически активных соединений. Преимущества использования растительного масла для коррекции недостаточности эссенциальных жирных кислот перед содержащими их лекарственными препаратами заключается в том, что растительное масло является традиционным пищевым продуктом, который не дает осложнений и побочных реакций в организме. Большое разнообразие масличных культур, особенности жирнокислотного состава, огромные запасы сырья обуславливают предпочтение растительных масел перед жирами морских и наземных животных. Перспективными источниками нетрадиционного сырья в этом отношении являются семена льна, рыжика, конопли, грецкие орехи, зародыши пшеницы.

Исследован состав и биологическая ценность отдельных растительных масел холодного прессования (табл. 1). Состав жирных кислот масел анализировался на газовом хроматографе Agilent 6890 с пламенно-ионизационным детектором. При анализе жирнокислотного состава критериями биологической ценности приняты соотношение полиненасыщенных, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот, а также омега-3 и омега-6 эссенциальных кислот.

Таблица 1

Жирнокислотный состав растительных масел холодного прессования

Растительные масла	Содержание жирных кислот, %					Соотношение омега-3/омега-6 жирных кислот
	Насыщенные	Мононенасыщенные		Полиненасыщенные		
		омега-9 (олеиновая)	другие МНЖК	омега-6 (линолевая)	омега-3 (α-линоленовая)	
Подсолнечное	11,34	24,61	C _{20:1} - 0,17	62,58	0,09	1:695
Соевое	15,64	21,36	C _{16:1} - 0,1	55,60	5,73	1:10
Рапсовое	6,86	58,99	C _{20:1} - 1,46 C _{22:1} - 0,77	18,68	9,13	1:2
Кукурузное	11,31	43,1	C _{16:1} - 0,27 C _{20:1} - 0,13	44,90	0,65	1:69
Оливковое	15,53	72,06	C _{16:1} - 0,93 C _{24:1} - 0,38	7,12	0,59	1:12
Льняное	10,24	17,30	C _{16:1} - 0,05	14,31	57,26	1:0,25
Рыжиковое	9,96	15,99	C _{20:1} - 14,12 C _{22:1} - 2,69	19,26	33,85	1:0,6
Конопляное	10,74	13,53	C _{20:1} - 0,33	55,40	15,32	1:3,6
Горчичное	4,87	33,53	C _{20:1} - 9,44 C _{22:1} - 25,7	10,96	11,25	1:1
Амарантовое	17,83	23,97	C _{16:1} - 0,36 C _{20:1} - 0,32	53,75	1,31	1:41
Кунжутное	11,31	38,0	C _{16:1} - 0,11 C _{20:1} - 0,17	40,71	0,34	1:130
Кедровое	7,54	26,08	C _{16:1} - 0,04 C _{20:1} - 1,19	44,14 C _{18:3n6} - 18,81	0,24	1:262
Тыквенное	19,71	21,47	C _{16:1} - 0,11 C _{20:1} - 0,09	58,38	0,14	1:417
Масло грецкого ореха	8,21	16,56	C _{16:1} - 0,10 C _{20:1} - 0,18	61,35	13,58	1:4,5
Масло зародышей пшеницы	18,24	14,86	C _{16:1} - 0,16 C _{20:1} - 1,35	57,03	6,69	1:8,5
Масло плодов облепихи	29,32	5,82	C _{16:1} - 34,32 C _{17:1} - 1,27	16,84	4,94	1:3,4
Масло виноградных косточек	11,51	19,6	C _{16:1} - 0,1 C _{20:1} - 0,17	68,15	0,45	1:151

Соотношение омега-3/омега-6 полиненасыщенных жирных кислот – важный показатель. Полиненасыщенные жирные кислоты могут поступать в организм с рационом в разных количествах, но реализация их биологического действия возможна только при соблюдении конкретного соотношения омега-3 и

омега-6 кислот. Оптимальное соотношение между омега-3 и омега-6 жирными кислотами не установлено, эта проблема активно обсуждается в научной литературе. Разные авторы рекомендуют соотношение в пределах 1:4 – 1:10, однако следует стремиться к увеличению доли омега-3 жирных кислот в пищевом рационе. Согласно рекомендациям института питания РАМН на эссенциальные жирные кислоты должно приходиться 4 – 6 % энергетической ценности пищевого рациона взрослого человека, и соотношение омега-3 к омега-6 ПНЖК должно составлять 1:10, а в случаях нарушения липидного обмена – 1:5 и даже 1:3.

Пищевая ценность и биологические свойства растительных масел не ограничиваются только жирнокислотным составом. Большое значение имеет содержание в масле сопутствующих веществ, среди которых особая роль принадлежит антиоксидантам – токоферолам и каротиноидам, которые не только защищают масло от окислительной порчи, а также являются природными источниками поступления в организм витаминов Е и А. Суточная потребность в токоферолах составляет 15 мг, а каротиноидах - 1000 мкг. При увеличении в рационе полиненасыщенных жирных кислот класса омега-3 необходимо дополнительное введение 5 мг витамина Е.

Содержание токоферолов и каротиноидов определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [5, 6]. Для исследований использован жидкостный хроматограф Hewlett-Packard 1100 с флуоресцентным и диодно-матричным детекторами.

В результате исследований установлено, что льняное масло является не только безусловным лидером среди растительных масел по содержанию незаменимой α -линоленовой кислоты, а также источником других ценных биологически активных веществ – токоферолов (116 мг %) и каротиноидов (380 мкг %), что свидетельствует о высокой физиологической ценности и целесообразности использования масла в качестве липидной добавки для обогащения омега-3 кислотой пищевых продуктов.

С целью улучшения жирнокислотного состава и биологической ценности подсолнечного масла, а также продуктов его переработки, предложено направление создания функциональных жировых продуктов на основе фосфолипидов, которые имеют высокую физиологическую ценность и широкий спектр функционально-технологических характеристик и растительных масел как источника полиненасыщенных жирных кислот и витаминов. Разработан способ экстрагирования этиловым спиртом подсолнечного фосфатидного концентрата обогащенного липидной добавкой, в частности нерафинированным льняным маслом холодного прессования [7]. Исследованы технологические условия экстрагирования этиловым спиртом фосфатидного концентрата, который содержит 10 %, 30 % и 50 % льняного масла при гидромодуле 1:1 и температуре 50 °С с последующим разделением фаз центрифугированием. Предложенный инновационный способ позволяет усовершенствовать технологию извлечения фосфолипидов из фосфатидного концентрата при одновременном улучшении биологической ценности и показателей качества полученного липофильного продукта.

В процессе экстрагирования получены фосфолипидные жировые продукты – липофильная фаза, нерастворимая в спирте, обогащенная эссенциальными α -линоленовой (омега-3) и линолевой (омега-6) жирными кислотами. Выполнена комплексная оценка показателей состава, качества и биологической ценности фосфолипидных жировых продуктов, а также исходного подсолнечного фосфатидного концентрата (табл.2).

Таблица 2

Показатели состава, качества и биологической ценности подсолнечного фосфатидного концентрата и фосфолипидных жировых продуктов

Показатели	Подсолнечный фосфатидный концентрат	Фосфолипидные жировые продукты		
		ФЛЖ - 1	ФЛЖ -3	ФЛЖ -5
Массовая доля, %:				
влаги и летучих веществ	0,3	0,4	0,3	0,5
масла	31,3	38,4	51,3	70,1
фосфолипидов	66,9	60,3	47,8	28,9
веществ, нерастворимых в этиловом эфире	1,5	0,9	0,6	0,5
Кислотное число, мг КОН/г	11,9	3,7	2,8	3,4
Пероксидное число, ммоль ½ O /кг	6,4	5,0	3,9	3,0
Цветное число, мг йоду	10	8	7	7
Массовая доля токоферолов, мг %:	49,9	60,5	57,1	51,8
α -токоферол	46,1	48,0	25,6	17,6
β -токоферол	3,8	12,5	31,5	34,2
γ - та δ -токоферол	-	-	-	-
Состав жирных кислот, %:				
насыщенные (НЖК)	17,9	17,1	14,1	12,6
ненасыщенные (ННЖК) в том числе:	82,1	76,9	80,2	79,9
полиненасыщенные (ПНЖК)	67,0	62,5	64,6	64,4
мононенасыщенные (МНЖК)	15,1	14,4	15,6	15,5
Соотношение омега-3/омега-6	1 : 445	1 : 3,5	1 : 1,5	1 : 0,9

Соответственно данным табл. 2 полученные фосфолипидные жировые продукты имеют меньшее, чем фосфатидный концентрат, содержание сопутствующих веществ – свободных жирных кислот, продуктов окисления и веществ, нерастворимых в диэтиловом эфире. После обработки этиловым спиртом цветность фосфолипидных жировых продуктов понижается на 20...30 % от начального значения. Продукты характеризуются повышенным содержанием β-токоферолов, которые имеют антиоксидантные способности.

Общее содержание полиненасыщенных жирных кислот в составе фосфолипидных жировых продуктов составляет 62...64 %, что свидетельствует о их высокой физиологической ценности. Следует отметить высокое содержание омега-3 кислот и сбалансированное соотношение омега-3/омега-6 кислот в составе фосфолипидных жировых продуктов. Учитывая известные рекомендации по соотношению омега-3/омега-6 кислот в пищевом рационе, полученные инновационные фосфолипидные продукты с соотношением 1:3,5 – 1:0,9 относятся к функциональным продуктам с широким спектром технологических свойств.

С целью торможения окислительной порчи липидов изучено влияние антиоксидантной добавки КТИОЛ-ДТК на окислительную стабильность льняного масла и фосфолипидного жирового продукта при разных режимах хранения и термической обработке. Определение окислительной стабильности проведено ускоренным методом «активного кислорода» согласно ДСТУ ISO 6886-2003 [8].

Использование добавки дает возможность уменьшить процесс окисления в льняном масле в 3-4 раза при термической обработке (200 °С), в 2-3 раза при ускоренном окислении масла (80 ± 2 °С) и в 1,5 раза при ускоренном окислении фосфолипидного жирового продукта (80 ± 2 °С). Выявлено явление синергизма антиоксидантного действия фосфолипидов и добавки при концентрациях 0,1...0,5 % в модельных образцах льняного масла.

Определены гарантийные сроки хранения фосфолипидного жирового продукта при температуре 20 °С до 120 суток, а при температуре 5 °С до 160 суток. Введение антиоксидантной добавки КТИОЛ-ДТК продлевает срок хранения фосфолипидного жирового продукта повышенной биологической ценности до 150 и 200 суток.

Установлено, что фосфолипидный жировой продукт имеет повышенную биологическую ценность и окислительную стабильность и может быть использован в смежных отраслях пищевой промышленности. На основании этого разработанный продукт был введен в рецептуру майонеза. Предложенная рецептура предполагает полную замену яичного порошка, как холестеролсодержащего и микробиологически нестойкого компонента традиционных майонезов, на фосфолипидный жировой продукт с целью оптимизации жирнокислотного состава, а также обогащения комплексом биологически активных веществ.

В результате экспериментальных исследований разработана технология функциональных жировых продуктов на основе фосфолипидов и эссенциальных жирных кислот, которая дает возможность повысить биологическую ценность и обеспечить окислительную стабильность продукта в процессе производства и хранения. Полученные фосфолипидные жировые продукты с улучшенными качественными показателями и сбалансированным соотношением омега-3/омега-6 кислот могут быть рекомендованы для производства оздоровительно-профилактических пищевых продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаппаров М.Г. Функциональные продукты питания / М.Г. Гаппаров // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 6-7.
2. Амброзевич, Е. Г. Особенности европейского и азиатского подходов к ингредиентам для продуктов здорового питания / Е. Г. Амброзевич // Пищевая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 12-13.
3. Кочеткова, А. А. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А. А. Кочеткова [и др.] // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – С. 7-10.
4. Тутельян В.А. Функциональные жировые продукты в структуре питания / В.А Тутельян, А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – 2009. – № 6. – С. 6-9.
5. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення вмісту токоферолів і токотриенолів методом рідинної хроматографії високороздільної здатності (ISO 9936:1997, IDT) : ДСТУ ISO 9936:2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 8 с. – (Національний стандарт України).
6. Продукти харчові. Визначення вмісту вітаміну А методом рідинної хроматографії високороздільної здатності. Частина 2. Визначення вмісту β-каротину (EN 12823-2:2000, IDT) : ДСТУ EN 12823-2:2006. – [Чинний від 2007-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 11 с. – (Національний стандарт України).
7. Пат. на винахід 89725 Україна МПК C07F 9/10 (2008.01) Спосіб виділення фосфоліпідів із фосфатидного концентрату / Осейко Микола Іванович (UA), Шеманська Євгенія Іванівна (UA); заявник і патентовласник Нац. ун-т харчових технологій. – № a200811587; заявл. 29.09.08; опубл. 25.02.10, Бюл. № 4.
- 8 Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення стійкості до окиснювання (Прискорена проба на окиснюваність) (ISO 6886:1996, IDT) : ДСТУ ISO 6886:2003. – [Чинний від 2004-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 14 с. – (Національний стандарт України)