

«УТВЕРЖДАЮ»



Заместитель директора
ФРБУ «НИИ питания»
РАМН, д.м.н., профессор

А.К. Батури
А.К. Батурин
« 15 » апреля 2013 г.

ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

по теме: **«Медико-биологическое обоснование возможности использования муки из семян растения Чиа в питании детей старше 3-х лет»**, выполненной в рамках договора №74-д от 17 декабря 2012г.

Руководитель темы

Конь

И.Я. Конь

Ученый секретарь

Алексеева

И.А. Алексеева

Москва, 2013 г.

Медико-биологическое обоснование возможности использования муки из семян растения Чиа в питании детей старше 3-х лет.

Настоящий отчет подготовлен на основании рассмотрения материалов, представленных ООО «Новосибирский пищевой комбинат» («Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the safety of chia (*Salvia hispanica* L.) seed and ground whole chia seed as a novel food ingredient intended for use in bread» (The EFSA Journal (2005) 278, 1-12 [1]); The European Union, “Commission Decision of 13 October 2009 authorizing the placing on the market of Chia seed (*Salvia Hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council [2]; The European Union, Commission Decision of 22 January 2013 authorizing an extension of use of Chia seed (*Salvia hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council”[3], а также публикации в научных журналах - Nutrition Research, Nutrition Rev., Proc Natl Acad Sci USA, Am J Clin Nutr., Lancet, Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids, Eur Neuropsychopharmacol, Neuropsychologia Prog., Neuropsychopharmacol. Biol Psychiatry, Int J Clin Pract. и заключения ФГБУ «НИИ питания» РАМН №72/Э-461/и-12 от 22.03.12).

1. Семена растения Чиа – общая характеристика, использование в питании человека.

Растение Чиа (Чиа белая, или Шалфей испанский, лат. *Salvia hispanica*), является пищевым растением, имеет длительную историю традиционного использования для пищевых целей индейцами Майя и жителями других стран Южной Америки (Мексика, Боливия, Эквадор), которые до сих пор используют в пищу и для приготовления напитков семена и другие части этого растения, в частности, – зелень и масло из семян. В Европе потребление этого растения до настоящего времени не имело широкого распространения. В таблице 1 приведены данные по объему производства в различных регионах мира продуктов, содержащих Чиа.

Таблица 1. "Мировой обзор: Продукты, содержащие семена или масло Чиа" [2].

Компания	WebСайт	Ежемесячное потребление	История	Приложения
1. США и КАНАДА				
Nutraceuticals Holding LLC	www.omega3Chia.com www.researchedproducts.com	1 МТ*/месяц	С 2007	Индустрия пищевых добавок: Семена Чиа и капсулы с маслом Чиа
Valensa International LLC	www.valensa.com	10 МТ/месяц	С 2002	Индустрия пищевых добавок: Семена Чиа в пищевой индустрии: масло Чиа (Tresalbio™)

Greensplus	www.greensplus.com	17 МТ/ месяц	С 2007	Индустрия пищевых добавок: Chia seeds Пищевая промышленность: Детские батончики с Chia
Nature's Path	www.naturespath.com	1 МТ/ месяц	С 2007	Пищевая промышленность: Детские батончики с Chia (Chia Bars); Dr. Weil™ Chia Razz™ Pure Fruit and Nut Bar ИНГРЕДИЕНТЫ: включают органические семена Chia
Ruth's Hempfood	http://www.ruthshempfoods.com/Chia.html	1,5 МТ/ месяц	С 2006	Пищевая промышленность: Зерновые завтраки
Salba	http://www.sourcesalba.com/products.php	300 МТ/год	С 2002	Пищевая промышленность: печенье, зерновые полоски, чипсы семена (все с белыми семенами chia)
2. МЕКСИКА				
Fuente natura, Mexico	www.fuertenatura.cl	500 кг/месяц	С 2006	Индустрия пищевых добавок: семена и масло chia
3. ЧИЛИ				
FPT SA, Chile	www.benexia.com	2 МТ/месяц for its final product (Chia seeds growers, 850 МТ this year, for Food Industry)	С 2005	Индустрия пищевых добавок: семена и капсулы с маслом chia
Empresas Carozzi SA, Chile	www.carozzi.cl	3 МТ/ месяц	С декабря 2007	Макароны (Масло chia) Зерновые завтраки (семена chia)
Другие производители, Чили	www.Chiachile.cl www.supernatural.cl	500 кг/ месяц	С 2006	Индустрия пищевых добавок: семена chia
4. АВСТРАЛИЯ И НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ				
Dovedale Bread, NZ	http://www.dovedalebread.co.nz/index.html	2МТ/ месяц	С 2005	Хлебопекарная промышленность: хлеб с chia
The Chia Company, Австралия	www.theChiaco.com.au	МТ/месяц for its final product (Chia Growers, 1000 МТ this year, for Food Industry)	С 2000	Индустрия пищевых добавок: Семена chia для пищевой промышленности в целом (в том числе, для питания детей)
5. АЗИЯ				
Latina Inc., Japan	http://www.latina-inc.com	2МТ/ месяц	С 2005	Пищевые добавки
K-Squares, Korea	http://www.ksquares.com	500 кг / месяц	С 2006	Пищевые добавки
6. ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ				
Naturkost Uebelhor GmbH & Co. KG, DE	http://www.http://www.saChia.de/home.htm http://www.shop.saChia.de	Данные не доступны	С 2005	Индустрия пищевых добавок:

* - МТ – метрическая тонна (1 МТ = 1000 кг)

Как видно из таблицы, в современном мире использование растения Chia для пищевых целей достаточно широко. Максимальные объемы производства пищевых добавок, зерновых завтраков, кондитерских изделий, в том числе, для детей, наблюдаются в США и Канаде, а также в Австралии и Новой Зеландии. Такой высокий спрос на компоненты растения Chia объясняется ее уникальным химическим составом.

2. Пищевая ценность семян растения Chia.

В ФГБУ «НИИ питания» РАМН было проведено определение ряда показателей пищевой ценности муки из семян Chia, результаты которого приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Содержание пищевых волокон и токоферолов в 2-х образцах муки из семян Chia.

Наименование	Показатель	Обнаружено
«Семена ЧИА (<i>Salvia hispanica</i>) молотые «SuperChia»	Содержание пищевых волокон, %	22,6 (декларировано 18 – 30) %
	из них растворимых, %	82,7%
	нерастворимых, %	1,4%
	Содержание токоферолов	11,5 мг/кг
«Семена ЧИА (<i>Salvia hispanica</i>) молотые «NutraChia Low 8»	Содержание пищевых волокон, %	40,3 (декларировано 42,5) %
	из них растворимых, %	81,6%
	нерастворимых, %	5,7%
	Содержание токоферолов	16,4 мг/кг

Таблица 3. Содержание жирных кислот и общего жира в 2-х образцах муки из семян Chia.

Жирнокислотный состав			Обнаружено в образце /декларировано	
			1	2
Пальмитиновая	C16:0		7,4/ 7,0%	9,9/ 7,0%
Пальмитолеиновая	C16:1		0,06/ <0,2%	0,05/ <0,2%
Стеариновая	C18:0		2,9/ 3,0%	4,32/ 3,0%
Олеиновая	C18:1	Омега 9	5,5/ 7,8%	8,6/ 7,8%
Линолевая	C18:2	Омега 6	17,6/ 19,7%	22,2/ 19,7%
α-Линоленовая	C18:3	Омега 3	64,5/ 61,6%	52,2/ 61,6%
Содержание жира			32,9/ 30– 35%	11,0/ 6-12%

Подготовка проб и проведение газохроматографического анализа образца проводили по ГОСТ Р 51483-99. Содержание токоферолов определяли методом ВЭЖХ согласно «Руководству по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище».- М., 2004, Р.4.1.1672-03. Определение нерастворимых и растворимых пищевых волокон проводили согласно AOAC Official Method 2001.03, AOAC Official Method 991.43, AOAC Official Method 985.29, а также «Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище», Р.4.1.1672-03.

Наименование образцов:

Образец 1 - «Семена ЧИА (*Salvia hispanica*) молотые «SuperChia»;

образец 2 - «Семена ЧИА (*Salvia hispanica*) молотые «NutraChia Low 8»

Как видно из таблиц 2 и 3, обнаруженные в представленных образцах уровни изученных показателей соответствуют заявленным. Полученные данные указывают на значительное содержание в муке из семян Chia пищевых волокон (22 – 40%) и токоферолов (11-16 мг/кг). В муке также велико содержание общего жира (до 32%) и альфа-линоленовой кислоты (52-64%).

Сравнительные данные о пищевой ценности семян растения Chia и семян льна, которые достаточно широко использовались в питании населения России, приведены в табл. 4.

Таблица 4. Сравнительная характеристика состава пищевых веществ семян Chia и семян льна* (на 100 г продукта) [*Мартинчик А.Н., Батулин А.К., Зубцов В.В., 2012, 34].

Пищевые вещества	Содержание в семенах Chia	Содержание в семенах льна
Белок, г	20-22	18,3
Жир, г	30-35	42,2
Углеводы, г	25-41	1,6
Пищевые волокна, г	18-30	27,3
Зола, г	4-6	3,7
Насыщенные жирные кислоты, г	3,3	3,7
Ненасыщенные жирные к-ты, г, в том числе ω -3, г	27,0 21,0	20,0 17,5
Минеральные вещества, мг:		
Кальций	536	255
Магний	350,3	392
Натрий	12,2	30
Калий	564,0	813
Фосфор	751	642
Железо	6,3	5,7
Цинк	4,4	4,3
Медь, мкг	1400	1220
Витамины, мг:		
Витамин В1 (тиамин)	0,45	1,6
Витамин В2 (рибофлавин)	0,04	0,16
Витамин В6 (пиридоксин)	0,1	0,473
Витамин В9 (фолиевая), мкг	110	87
Витамин С	5,4	0,6
Витамин Е, (ТЭ), мг	1,16	0,31
Витамин РР (ниациновый эквивалент)	6,13	3,08
Энергетическая ценность, ккал	472	534

Т.о. сравнительная оценка содержания пищевых веществ в семенах Chia и в семенах льна указывает на достаточное сходство основных показателей. Вместе с тем, обращает на себя внимание несколько более высокое содержание белка и меньшее содержание жира в

семенах Chia в сравнении с семенами льна. Заслуживает особого внимания благоприятный жирнокислотный состав семян Chia. В них ниже содержание насыщенных жирных кислот (3,3 против 3,7 г/100 г в семенах Chia и льна, соответственно) и выше содержание ненасыщенных жирных кислот (27 против 20 г/100 г), соотношение которых составляет 9:1 и 6:1 в семенах Chia и льна, соответственно). В семенах Chia выше содержание ω -3 ПНЖК (21 против 17 %).

Семена Chia богаче, чем семена льна, кальцием и содержат меньше фосфора, что ведет к более благоприятному отношению кальция и фосфора. В семенах Chia также выше содержание железа, чем в семенах льна. Сравнение витаминного состава 2-х продуктов показывает, что в семенах Chia ниже содержание витаминов B1, B2 и B6, но выше содержание фолиевой кислоты, значительно выше содержание аскорбиновой кислоты (5,4 мг против 0,6 мг в семенах Chia и льна, соответственно) и, что особенно существенно, выше содержание токоферола. Таким образом, можно заключить, что пищевая ценность семян Chia достаточно близка к пищевой ценности семян льна, которые достаточно широко использовались в питании населения России. В то же время, как было отмечено, особенностью семян Chia является еще более высокое содержание ω -3 жирных кислот, чем в семенах льна, причем одновременно семена Chia содержат существенно больше природного антиоксиданта токоферола, чем семена льна. Можно полагать, поэтому, что семена Chia и масло, получаемое из них, будут в существенно меньшей степени окисляться, что характерно для масла из семян льна. Это особенно важно подчеркнуть, учитывая имеющиеся данные литературы и клинические наблюдения, указывающие на быстрое прогоркание льняного масла с появлением горького вкуса, что служит препятствием для его использования в питании детей, в том числе детей с бронхиальной астмой, нуждающихся в дополнительном количестве ω -3 ПНЖК.

Состав семян Chia может несколько меняться в зависимости от происхождения и даты сбора урожая (табл. 5).

Таблица 5. Состав семян Chia в зависимости от происхождения и даты сбора урожая [2].

Нутриент	Результат, % Среднее (диапазон колебаний)	Происхождение образцов/дата	Метод/Лаборатория
Сухое вещество	96.0	Австралия, октябрь 2007	АОАС 934.06 & 964.22
	93.2	Боливия, Санта Круз, дек. 2008	SGS Чили, аккредитованный внутренний метод
	92.2 (91.7 - 92.7)	4 партии из Перу	3.5 г образца, высушенного при 100° С в течение ночи; остаточное взвешивание residual weighted
Белок	21.1 (15 - 25)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	АОАС 990.03, 2006
	21.1	Боливия, Санта Круз, дек. 2008	SGS Чили, не аккредитованный внутренний метод

	21.1 (20.8 - 21.3)	4 партии из Перу	Методика Dumas (с использованием LECO FP 2000 анализатора)
Жир	32.8 (30 - 35)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	АОАС 920.39 (А), 2006
	31.5	Боливия, Санта Круз, дек. 2008	SGS Чили, аккредитованный внутренний метод
	32.3 (31.5 - 32.6)	4 партии из Перу	Руководство Tecator 1987-09-28; AN 92/87
Углеводы	37.5 (26 - 41)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	Difference (100-Prot./Ash/Fat/Moisture) (Влажность фиксирована на уровне 4%)
Пищевые волокна*	24.0 (18.0 - 30.0)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	АОАС 978.10, 2006
	19.4	Боливия, Санта Круз, дек. 2008	SGS Чили, не аккредитованный внутренний метод
	27.8 (24.9 - 30.0)	4 партии из Перу	Руководство Manual 1987-03-15; AN 01/78
Зола	4.6 (4 - 6)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	АОАС 942.05, 2006
	5.2	Australia, Oct. 2007	АОАС 923.03 & 900.02
	4.6	Боливия, Санта Круз, дек. 2008	SGS Чили, аккредитованный внутренний метод
	4.8 (4.6 - 5.0)	4 партии из Перу	Образец 3.5 г был помещен в муфель muffle на ночь при 550° C; остаток взвешен

* Грубые волокна - часть волокон, представленных неперевариваемой целлюлозой, пентозанами и лигнином. Указывает на содержание пищевых волокон (АОАС 978.10, 2006), но обычно значительно их недооценивает

Таблица 6. Содержание минералов в семенах Чиа [2].

Минералы	Результаты, мг/100 г Среднее (диапазон колебаний)	Происхождение образцов/дата	Методы
Натрий	0.94 (< 5)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	АОАС 956.01
	12.15	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Кадмий	667 (>500)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	АОАС 956.01
	660	Перу, урожай 2006	Неизвестен
	809.15	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Кальций	557 (>500)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	Атомно-абсорбционная спектроскопия
	770	Перу, урожай 2006	Неизвестен
	679.8	4 партии из Перу	Lab: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Железо	6.3 (> 5)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	Атомно-абсорбционная спектроскопия
	7.9	Перу, урожай 2006	Неизвестен
	9.9	4 партии из Перу	Lab: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Магний	390	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Неизвестен
	380	Перу, урожай 2006	Неизвестен
	326	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	АОАС 985.35 (2000)
	325	Боливия, Санта Круз, урожай, 2008	АОАС 985.35 (2000)
	380	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Фосфор	751 (>600)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005 - 2008	АОАС 966.01
	780	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос

			Айрес, Аргентина
Цинк	< 0.1	Австралия, октябрь 2007	US EPA 3050B
	3.7	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Неизвестен
	4.95	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	АОАС 999.11 (2000)
	4.46	Боливия, Санта Круз, урожай 2008	АОАС 999.11 (2000)
	4.40	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Медь	1.2	Австралия, октябрь 2007	US EPA 3050B
	0.2	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Неизвестен
	1.83	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	Manual ISP (1998) - SGS Chile
	1.94	Боливия, Санта Круз, урожай 2008	Manual ISP (1998) - SGS Chile
	1.70	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Селен	0.006	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	АОАС 986.15 (2000)
	< 0.005	Боливия, Санта Круз, урожай 2008	АОАС 986.15 (2000)
	1.00	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Хром	< 0.1	Австралия, октябрь 2007	US EPA 3050B
	< 0.03	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	SGS Chile
	< 0.03	Боливия, Санта Круз, урожай 2008	SGS Chile
	0.50	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Кобальт	< 0.05	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	Атомная абсорбция
	< 0.05	Боливия, Санта Круз, урожай 2008	Атомная абсорбция
	0.25	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Молибден	0.2 (среднее)	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Неизвестен
	< 0.1	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	Атомная абсорбция
	< 0.1	Боливия, Санта Круз, урожай 2008	Атомная абсорбция
	0.25	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Никель	< 0.02	Боливия, Санта Круз, урожай 2007	Manual ISP (1998) - SGS Chile
	< 0.02	Боливия, Санта Круз, урожай 2008	Manual ISP (1998) - SGS Chile
	0.25	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина
Сера	290	4 партии из Перу	Лаборатория: Food Control S.A., Буэнос Айрес, Аргентина

Таким образом, как видно из представленных данных, пищевая ценность семян растения Чиа связана в основном с уникально высоким содержанием альфа-линоленовой жирной кислоты ω -3 семейства в сочетании с альфа-токоферолом. В связи с этим в следующем разделе будут представлены данные о роли ω -3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в питании детей и взрослых.

3. Основные представления о значении ω -3 ПНЖК в питании взрослых и детей.

ПНЖК, в особенности, ω -3 семейства, являются важным эссенциальным фактором питания, так как оказывают выраженное влияние на организм человека, и, особенно, детей:

- Входят в состав структурных компонентов клеточных мембран, влияя на их проницаемость, текучесть, активность встроенных ферментов.
- Играют особую роль в созревании и функционировании ЦНС у плода и грудных детей, участвуя в процессе миелинизации нервных волокон; обеспечивают нормальное развитие сенсорных, моторных, поведенческих и др. функций за счет

концентрации в синаптических мембранах и модуляции нейротрансмиссии; выполняют важнейшую роль стимулов нейрогенеза, синаптогенеза и миграции нейронов.

- Участвуют в образовании биологически активных веществ - эйкозаноидов [4,5].

Незаменимыми являются линолевая (18:2 семейства ω -6) и альфа-линоленовая (18:3 семейства ω -3) кислоты, различающиеся по положению двойных связей относительно ω -конца молекулы жирной кислоты, и которые организм человека синтезировать не способен. Эти ПНЖК должны поступать с пищей, в противном случае возникают характерные признаки недостаточности эссенциальных ПНЖК (табл. 7).

Таблица 7. Клинико-физиологические проявления недостаточности ω -6 и ω -3 эссенциальных жирных кислот.

ω -6	ω -3
<ul style="list-style-type: none"> ■ Задержка роста ■ Плохое заживление ран ■ Повышенная чувствительность к инфекциям ■ Нарушение репродуктивной функции ■ Дегенерация печени и почек 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Нарушение ответа сетчатки на световой импульс ■ Задержка развития остроты зрения ■ Снижение скорости обработки информации или снижение способности к торможению ■ Полидипсия и полиурия

Попадая в организм, незаменимые жирные кислоты способны метаболизироваться с помощью процессов десатурации и элонгации в более длинноцепочечные и ненасыщенные производные. При этом все ПНЖК - производные линолевой кислоты относят к семейству ω -6, а производные альфа-линоленовой кислоты - к семейству ω -3. Все процессы десатурации и элонгации идут с участием соответствующих ферментов - десатураз и элонгаз - общих для представителей различных семейств жирных кислот, вследствие чего они конкурируют за указанные ферменты, а соотношение в диете и организме ЖК разных семейств определяет преимущественное образование их производных того или иного семейства. Это обстоятельство является важным, поскольку оказывает влияние на проявление присущей ПНЖК регуляторной функции, которая связана с образованием из жирных кислот с 20 углеродными атомами (эйкозановых) биологически активных веществ – эйкозаноидов [6,7].

Синтез эйкозаноидов из ПНЖК может идти по двум основным путям - циклооксигеназному и липоксигеназному. Под действием фермента циклооксигеназы образуются простаноиды (простагландины, простациклины и тромбоксаны), а ферментов липоксигеназ - лейкотриены, гидроксййкозатетроеноаты и липоксины. Предшественниками эйкозаноидов являются дигомо-гамма-линоленовая кислота (ДГК, C20:3 ω -6), арахидоновая (АК, C20:4 ω -6) и эйкозапентаеновая (ЭПК, C20:5 ω -3) кислоты. Из этих жирных кислот образуются эйкозаноиды различных серий. Способность различных ПНЖК образовывать различные классы эйкозаноидов, в свою очередь оказывающих множественные физиологические воздействия на организм взрослых и детей, предопределяет возможность активного влияния ПНЖК рационов на многие физиологические функции в организме [6,7].

Интересно, что простаноиды и лейкотриены различных серий, образованные из разных предшественников, могут выполнять сходные биологические функции, но интенсивность их действия существенно отличается, а иногда оказывается прямо противоположной [6,7]. Так, простагландины вызывают сокращение гладкой мускулатуры, стимулируют или ингибируют адгезию тромбоцитов и вызывают сокращение или расслабление стенок артерий и тем самым влияют на АД, вызывая сокращение стенок артерий; лейкотриены вызывают сокращение гладкой мускулатуры бронхов, кишечника и сосудов, участвуют в образовании в печени положительных реактантов острой фазы воспаления;

- тромбоксан А₂, образующийся из метаболитов семейства ω -6, обладает сильным вазоконстрикторным и агрегирующим действием на тромбоциты;

- тромбоксан А₃, образующийся из метаболитов семейства ω -3 имеет более слабое действие;

- простациклины I₂ и I₃ обладают одинаковым вазодилатирующим эффектом [6].

Таким образом, ЭПК ω -3 – родоначальник эйкозаноидов со слабыми провоспалительными (PGE₃, Pgd₃) и агрегационными (TxA₃) свойствами или противовоспалительным действием (LtB₅, LtC₅, LtD₅, LtE₅). В итоге диета, обогащенная ПНЖК ω -3, изменяя баланс между эйкозаноидами различных классов в сторону повышенного образования TXA₃ и PGI₃, может оказывать вазодилатирующее и антитромботическое действие [6]. Свойства ПНЖК ω -3 позволяют использовать продукты, содержащие эти соединения, в профилактике и комплексной терапии целого ряда заболеваний у детей и у взрослых.

Первые публикации о связи между высоким уровнем потребления жирных сортов рыбы, богатой ПНЖК ω -3, и более низким уровнем триглицеридов в крови

у эскимосов по сравнению с датчанами, появились более 30 лет назад в результате эпидемиологических исследований Bang and Dyerberg, 1972, 1976 [8, 8a] . В 1989 г. В исследовании DART (Burr и соавторы[9]) было показано, что относительно низкие дозы ПНЖК ω -3 снижают риск рецидива сердечно-сосудистых заболеваний. В 1996 г. в обзоре Harris были проанализированы уже 72 плацебо-контролируемых исследования, в которых использовалась комбинация ЭПК и ДГК у пациентов с гиперлипидемией [10].

Терапевтический эффект ПНЖК у взрослых пациентов обусловлен их способностью оказывать следующие воздействия [11,12]:

- гипохолестеринемическое, и, в том числе, с повышением уровня липопротеинов высокой плотности (ЛПВП);
- гипотриглицеридемическое;
- антиатерогенное;
- гипотензивное;
- тромболитическое;
- противовоспалительное.

Возможным объяснением повышения уровня ЛПВП под влиянием ПНЖК ω -3 считают снижение образования крупных липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП) и увеличение менее атерогенных мелких липопротеинов, которые быстрее переходят в ЛПНП, а также повышение экскреции стероидов и желчных кислот с калом.

Предполагают также, что ПНЖК модифицируют ЛПВП, влияя на текучесть их липидов и на движение холестерина внутрь этих частиц, в результате чего облегчается удаление холестерина из клетки и реализуется антиатерогенный эффект[13] .

Возможными механизмами гипотриглицеридемического действия могут быть снижение (более чем на 50%) синтеза хиломикронов в кишечнике, облегчение контакта ненасыщенных хиломикронов с липопротеинлипазой, снижение синтеза триглицеридов в печени [14, 15]. Установлено также, что ПНЖК ω -3 связываются с факторами транскрипции генов PPAR (peroxisome proliferator activated receptor), активирующими окисление жирных кислот, и SREBP (sterol regulatory element binding protein), регулирующего пути синтеза триглицеридов, активируя их, снижая синтез и усиливая катаболизм ЖК. В результате, снижается синтез триглицеридов и выход ЛПОНП из печени в кровоток [13] .

Все это обуславливает известную роль ω -3 ПНЖК и, в первую очередь, ЭПК, в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [16,17].

Что же касается другого длинноцепочечного производного альфа-линоленовой кислоты - ДГК, то эта жирная кислота является одним из главных компонентов комплексных липидов, участвующих в построении ЦНС и зрительного анализатора. Она составляет 25-30% фосфолипидов серого вещества головного мозга, до 50% всех жирных кислот палочек в мембранах фоторецепторов. Уровень ДГК в мембранах оказывает значительное влияние на такие функции мембран, как мембраносвязанная ферментная активность, функционирование мембранных рецепторов, распознавание антигенов, электрофизиологические свойства мембран, что видимо и определяет необходимость присутствия большого количества ДГК в органах, проявляющих высокую электрофизиологическую активность – в мозге и сетчатке глаза. Кроме того, ДГК в организме может подвергаться ретроконверсии в ЭПК и таким путем принимать участие в реализации ее положительных эффектов, перечисленных выше [18-20].

Пищевыми источниками ДГК являются рыбные жиры, яичный желток, зоопланктон, морские моллюски, динофитовые микроводоросли [21]. При недостатке ДГК семейства ω -3 возникают следующие клинико-физиологические и биохимические проявления недостаточности [18]:

- снижение уровня ДГК в мембранах и фосфолипидах крови,
- нарушение ответа сетчатки на световой импульс,
- задержка развития остроты зрения,
- снижение скорости обработки информации или снижение способности к торможению,
- полидипсия и полиурия.

Установлено, что у детей с различными нарушениями поведения (нарушение развития координации, синдром дефицита внимания/гиперактивности) наблюдалась недостаточность в организме ДЦ ПНЖК как ω -3, так и ω -6 класса. Так, в исследовании Richardson & Montgomery, 2005 [22], было обследовано 117 детей 5-12 лет с нарушениями развития координации, дислексией и диспраксией (нарушения навыков чтения и письма). Прием детьми 6 капсул в день, содержащих 556 мг ЭПК, 174 мг ДГК – ω -3 ДЦ ПНЖК класса и 60 мг гамма линоленовой кислоты – ω -6 класса + 9,6 мг витамина Е приводил к значительному улучшению у них навыков чтения и письма по сравнению с группой плацебо. В более раннем исследовании того же автора Richardson AJ, Puri BK (2002) [23], также был выявлен положительный эффект от приема препарата, содержащего ω -3 и ω -6

ДЦ ПНЖК. Эти выводы подтверждаются и в более поздних исследованиях этих и других авторов Stevens L., Zhang W, Peck et al., (2003) [24], Burgess et al., 2000 [25], Richardson [26].

В собственных исследованиях авторов данного отчета наблюдалось положительное влияние дополнительного приема ω -3 ПНЖК в составе рыбьего жира здоровыми детьми дошкольного возраста на их когнитивные функции, зрение, заболеваемость острыми респираторными заболеваниями [27]. Также было показано улучшение клинических и лабораторных показателей у беременных женщин с гестозами, принимавших капсулы с рыбьим жиром в качестве источника ω -3 ПНЖК [28].

Таким образом, как следует из представленных данных, ω -3 ПНЖК играют важную роль в обеспечении нормального течения многих физиологических процессов в организме взрослых и детей, способствуют правильному формированию центральной нервной системы ребенка и его нормальному развитию и являются, поэтому важным элементом здорового питания человека.

Однако, если источниками ПНЖК семейства ω -6 являются обычные растительные масла (подсолнечное, кукурузное), то источники ПНЖК ω -3 семейства ограничены и, в относительно больших количествах встречаются лишь в рыбе, морепродуктах, яичном желтке, а эссенциальная альфа-линоленовая кислота - в таких растительных маслах, как рапсовое, льняное и соевое (табл. 8).

Таблица 8. Содержание α -линоленовой кислоты в различных пищевых источниках.

α -линоленовая кислота	Пищевой источник	Уровень жирной кислоты в % от суммы жирных кислот
	Соевое	7
	Рапсовое масло (канола)	10
	Льняное масло	54
	Семена Chia (<i>Salvia hispanica</i> L.)	61

Следствием этого является недостаточное потребление ω -3 ПНЖК как взрослыми, так и детьми различных возрастных групп. Действительно, по данным литературы (Uauy R., Castillo C., 2003, [29]), поступление с пищей суммы ω -3 ПНЖК должно составлять не менее 1,5-2% от общей энергоемкости рациона (1800 -1950 ккал) (или 3-4 г/сут); при этом по данным Holub V., 2006 [30], дети от 3 до 7 лет должны получать в среднем около 400 мг суммы ЭПК и ДГК кислот – длинноцепочечных производных альфа-линоленовой кислоты, причем каждая из них должна составлять не менее 1/3 от общей суммы этих кислот (т.е.

не менее 130-140 мг ЭПК и ДГК). Данные по изучению фактического питания, однако, показывают, что потребление детьми этих жирных кислот с рационом находится на гораздо более низком уровне [31]. В связи с этим в настоящее время разработано большое количество биологически активных добавок к пище, содержащих значительное количество ω -3 ПНЖК. В то же время обогащение рациона ω -3 ПНЖК с помощью БАД не всегда удобно, особенно у детей, поскольку дети испытывают определенные трудности в проглатывании капсул, чувствительны к запаху рыбьего жира, могут страдать аллергией на компоненты БАД и т.п. Поэтому использование для этих целей натуральных пищевых продуктов у детей может быть более предпочтительным.

Как видно из таблицы 6, наиболее важными пищевыми источниками α -линоленовой кислоты, наряду с льняным маслом, можно считать семена растения Chia. При этом высокое содержание ПНЖК в льняном масле ведет к быстрой окислительной порче продукта, в то время как семена Chia, благодаря высокому содержанию в них природных антиоксидантов (кверцетина, кэмпферола и альфа-токоферола), обладают значительно большей устойчивостью к окислению, в связи с чем срок годности продуктов из семян Chia достигает 2-х лет. Кроме того, экспертами отмечаются хорошие органолептические качества данного продукта и широкие возможности его использования в пищевой промышленности (добавка к хлебобулочным изделиям, кондитерская промышленность, приготовление напитков, завтраков и др.).

4. Безопасность

Производителем продукта - муки из цельных семян Chia – компанией «ChiaSa 2F SL» Испания (Calle Galotoxa 3, Port Saplaya- 46120- Alboraya-Valencia) представлена декларация, согласно которой продукт произведен по традиционной технологии и не содержит генетически измененных компонентов, генетически измененной ДНК.

Происхождение сырья: Высокогорье Центральной Америки (Мексика, Боливия, Эквадор).

В настоящее время растение и продукты из него разрешены в США (USDA, FDA). На основании результатов проведенных исследований и существующей длительной практики безопасного использования растения Chia в питании человека и пищевой промышленности в США, комиссия США по контролю пищевых и лекарственных веществ (FDA) не считает целесообразным дополнительное получение статуса GRAS («В целом считается безопасным») для растения Chia.

В Европе возможность использования семян Chia в качестве нового пищевого ингредиента была впервые рассмотрена ACNFP (Великобритания) по заявке компании R. Craig & Sons [M] Ltd. в 2003 году [32]. Комиссия отметила, что согласно Novel Food

Regulation (EC) No. 258/97 цельные семена Chia и все растение целиком принадлежат к Классу 2.2 (“complex novel food from a non-GM source”: “the source of the novel food has no history of use in the community”). У комиссии остались вопросы относительно возможности загрязнения сырья при транспортировке и возможной аллергенности семян.

Позднее в 2005 году Европейским управлением по контролю безопасности продуктов питания EFSA было принято решение относительно возможности использования семян Chia в качестве компонента при выпечке хлеба («Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the safety of chia (*Salvia hispanica* L.) seed and ground whole chia seed as a novel food ingredient intended for use in bread» (The EFSA Journal (2005) 278, 1-12 [1]). При этом, согласно расчетам компании - заявителя и заключению U.K. Advisory Committee for Novel Foods and Processes (Annual Report 2003), предложившей использовать при выпечке хлеба до 5% муки из семян Chia, ежедневное потребление Chia в составе хлебобулочных изделий будет составлять – для детей от 1,5 до 4,5 лет до 3,2 г в сутки, для детей от 4,5 до 18 лет - до 4,3 г/сутки ЕС ("Commission Decision of 13 October 2009 authorizing the placing on the market of Chia seed (*Salvia hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council") [2].

С учетом опыта безопасного использования в последующие годы растения Chia в питании населения (в том числе детского) США, Канады, Австралии, Европы, решением EFSA от 22 января 2013 г. было разрешено расширение использования семян Chia в продуктах массового потребления, в том числе хлебе и выпечке, а также в зерновых завтраках, фрукто-орехово-зерновых смесях с 5 до 10%, а расфасованных семян Chia как таковых – до 15 г в день [3].

Декларированные показатели безопасности сырья для изготовления муки из семян Chia [2] приведены в таблице 9:

Таблица 9. Аналитические данные по микотоксинам и микробиологическому загрязнению семян Chia.

Микотоксины	Результаты (ppb)	Происхождение образцов/дата	Методы
Охратоксин А	n.d. ^(a) DL ^(b) : 3	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
	n.d. DL: 5	4 consignments from Peru	UKAS accredited lab, non-accredited method
Афлатоксин В1	n.d. DL: 2	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
	< 0.5 (DL)	Боливия, Санта Круз, апрель 2008	SGS Belgium, 0008-LC
Афлатоксин В2	n.d. DL: 4	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
	< 0.5 (DL)	Боливия, Санта Круз, апрель 2008	SGS Belgium, 0008-LC
Афлактоксин	n.d.	Боливия, Санта Круз, урожай	Lab: CER Hormonologie, Belgium

G1	DL: 2	2005	
	< 0.5 (DL)	Боливия, Санта Круз, апрель 2008	SGS Belgium, 0008-LC
Афлатоксин G2	n.d. DL: 4	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
	< 0.5 (DL)	Боливия, Санта Круз, апрель 2008	SGS Belgium, 0008-LC
Сумма афлатоксинов B1B2G1G2	n.d. DL: 2	4 consignments from Peru	UKAS accredited lab, non-accredited method
Тосин Т-2	n.d. DL: 20	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
	n.d. DL: 50	4 consignments from Peru	UKAS accredited lab, non-accredited method
Токсин НТ-2	n.d. DL: 300	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
Фумонизин В1	n.d. DL: 100	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
Фумонизин В2	n.d. DL: 100	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
Деоксиниваленол	n.d. DL: 200	4 consignments from Peru	UKAS accredited lab, non-accredited method
	< 70 (DL)	Боливия, Санта Круз, апрель 2008	SGS Belgium, HPLC method
Зеараленон	n.d. DL: 75	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	Lab: CER Hormonologie, Belgium
	n.d. Detection limit: 50	4 consignments from Peru	UKAS accredited lab, non-accredited method

Бактериальные загрязнения	Результат	Samples origin/date	Methods
Общее аэробное число (37°C)/г	< 10	Bolivia, Santa Cruz Apr. 2008	ISO 4833 modified, ISO 17025 accredited
Общее аэробное число (30°C)/г	2000 240	4 consignments from Peru analysed in 2 composite samples	Lab: Anser Lab. Ltd, N-Ireland
Дрожжи и плесени (25°C)/г	< 10	Bolivia, Santa Cruz Apr. 2008	ISO 7954 modified, ISO 17025 accredited
	1100 120	4 consignments from Peru analysed in 2 composite samples	Lab: Anser Lab. Ltd, N-Ireland
Staph. Aureus (37°C)/г	< 100	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	ISO 6888-1 modified, ISO 17025 accredited
Bacillus cereus (30°C)/г	< 100	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	ISO 7932 modified, ISO 17025 accredited
Энтеробактерии (37°C)/г	< 10	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	ISO 21528-2 modified, ISO 17025 accredited
Сальмонеллы (37°C)/25 г	absent	Боливия, Санта Круз, урожай 2005	ISO 21528-2 modified, ISO 17025 accredited

^(a) n. d. = not detected
^(b) DL. = Detection Limit

Декларированные показатели безопасности муки из семян Чиа:

КМАФанМ, КОЕ/г – не более 10000

БГКП, в 0,1 г - отсутствует

E.coli, в 1 г – отсутствует

Сальмонеллы, в 25 г – отсутствует

Срок годности – 24 месяца.

Упаковка – крафт-мешки по 20 кг (на паллете с 25 мешками)

Заявленные производителем показатели качества и безопасности соответствуют требованиям Таможенного союза ЕврАзЭС «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», включая показатели безопасности для использования в пищевой промышленности для производства пищевых продуктов для детей старше 3-х лет.

Проведенные 2012 г. в ФГБУ «НИИ питания» РАМН исследования подтвердили соответствие заявленных показателей качества и безопасности требованиям Таможенного союза ЕврАзЭС, включая показатели безопасности для использования в пищевой промышленности для производства пищевых продуктов для детей старше 3-х лет (пункт 13.2 требований Таможенного союза ЕврАзЭС) (таблицы 9, 10).

Результаты санитарно-химических исследований муки из семян Chia приведены в таблице 10 (согласно протоколам №№ 193/17, 193/14, 193/10, 193/14):

Таблица 10. Результаты санитарно-химических исследований семян растения Chia.

Показатель	Содержание в образцах, мг/кг	ПДК*, мг/кг
Токсичные элементы		
Свинец	0,009	0.35
Кадмий	<0,001	0.07
Мышьяк	<0,1	0.15
Ртуть	<0,01	0.015
Пестициды		
Сумма ГХЦГ и его изомеров	<0,001	0.01
Сумма ДДТ и его метаболитов	<0,001	0.01
Гептахлор	<0,001	
Алдрин	<0,001	
Микотоксины		
Афлатоксин В1	<0,001	< 0.00015

* - По исследованным показателям, представленный образец соответствует требованиям Таможенного союза ЕврАзЭС «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», п. 13.2, СанПиН 2.3.2.1078-01.

Результаты санитарно-микробиологических исследований муки из семян Chia представлены в таблице 11.

Исследования образцов проводили по методам изложенным в ГОСТ 9225-84, 10444.1-89, Р 50474-93, Р 50480-93, 10444.2-94, 10444.12-88. (согласно протоколу № 193/11):

Таблица 11. Результаты санитарно-микробиологических исследований муки из семян растения Chia.

Показатель	Обнаруженное содержание в образце	Норматив
КМАФАнМ, КОЕ/г	не более 100	не более 1×10^3
БГКП в 0,1 г	не обнаружены в 0,1 г	не допускаются
E.coli в 1 г	не обнаружены в 1,0 г	
S.aureus, в 1.0 г		не допускаются
Патогенные МО, в т.ч. сальмонеллы, в 25 г	не обнаружены	не допускаются
Плесени, КОЕ/г	Менее 10	не более 50

Таким образом, проведенные в ФГБУ «НИИ питания» РАМН в 2012 г. санитарно-химические и санитарно-микробиологические исследования показали, что мука из семян Chia производства «ChiaSa 2F SL» Испания (Calle Galotxa 3, Port Saplaya- 46120- Alboraya- Valencia) **соответствует** действующим законодательным актам и нормативным требованиям к качеству и безопасности, установленных для данного вида пищевой продукции в Российской Федерации и нормативно-технической документации изготовителя и требованиям «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» Таможенного союза ЕврАзЭС, в том числе для детей старше 3-х лет (п. 13.2).

В настоящий момент, в рамках проекта по ω -3 ПНЖК, направленного на искоренение детского недоедания в Африке и Латиноамериканских странах компания ChiaSa 2F S.L. обратилась в UNICEF (фонд ООН помощи детям) и Всемирную организацию здравоохранения с предложениями по созданию продуктов для детского питания, включая адаптированные смеси для искусственного вскармливания детей, содержащих компоненты растения Chia в качестве источников ω -3 ПНЖК (<http://chiasagroup.com/eng/index.php/sectores-productos-y-aplicaciones/vision-general-sobre-joomla.html> [33]).

Таким образом, приведенные данные позволяют прийти к следующим выводам:

1. Растение Chia принадлежит к числу натуральных продуктов, в течение многих лет традиционно использовавшихся в питании населения латиноамериканских стран (Мексики, Боливии, Эквадора).
2. Семена Chia содержат растительные белки и пищевые волокна. Важной особенностью продукта является высокое содержание ω -3 ПНЖК в

сочетании со значительным уровнем природного антиоксиданта альфа-токоферола.

3. Продукты с использованием семян Чиа в течение многих лет используется в питании населения США и Канады, в том числе, детского.
4. Безопасность продуктов Чиа подтверждена решением Европейского управления по контролю безопасности продуктов питания EFSA и в последние годы используется в питании населения стран ЕС.
5. Исследования, проведенные в ФГБУ «НИИ питания» РАМН, подтвердили, что по всем изученным показателям безопасности, в том числе, микробиологическим, мука из семян Чиа соответствует требованиям ЕврАзЭС и российским гигиеническим стандартам, в том числе по показателям безопасности для детей старше 3-х лет.

На основании приведенных данных можно заключить, что мука из семян Чиа является важным источником ω -3 ПНЖК, безопасна для детей старше 3-х лет и с гигиенических позиций ее использование в питании детей старше 3-х лет не вызывает возражений.

Включение в состав продуктов (в том числе, хлебобулочных изделий) муки из семян растения Чиа в количестве 5% от массы продукта обеспечивает поступление в организм 0,6 - 0,8 г ω -3 ПНЖК, что может удовлетворить 30-40% от суточной потребности детей в этих нутриентах.

Учитывая, что семена Чиа не являются традиционными для питания населения России, при разработке продуктов из муки и масла из семян Чиа в каждом случае необходимо проведение гигиенической экспертизы в установленном законодательством РФ порядке.

Список использованной литературы:

1. EC («Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the safety of chia (*Salvia hispanica* L.) seed and ground whole chia seed as a novel food ingredient intended for use in bread» //The EFSA Journal (2005) 278, 1-12.
2. EC "Commission Decision of 13 October 2009 authorizing the placing on the market of Chia seed (*Salvia hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council"//The EFSA Journal (2009) 996, 16-26.

3. The European Union, Commission Implementing Decision of 22 January 2013 authorizing an extension of use of Chia seed (*Salvia hispanica*) as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council"// Official Journal of the European Union. 24.1.2013
4. Шилина Н.М., Конь И.Я. Современные представления о физиологических и метаболических функциях полиненасыщенных жирных кислот// Вопросы детской диетологии –2004 - т.2 - №6 – стр. 25-30.
5. Конь И.Я., Шилина Н.М, Вольфсон С.Б. ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты в профилактике и лечении болезней детей и взрослых// Лечащий врач, 2006, №4, 55-60
6. Nettleton J.A. Omega-3 fatty acids and health. N.Y.: Chapman&Hall, 1994, 355 p.
7. Carlson S.E. Long chain polyunsaturated fatty acids in infants and children/In: Dietary fats in infancy and childhood // Annales Nestle.-1997.-V.55, N2.-P.52-62.
8. Bang H.O. and Dyerberg J. Plasma lipids and lipoproteins in greenlandic west coast eskimos // Acta Med Scand. 1972;192(1-2):85–94.
- 8a. Bang H.O., Dyerberg J., Hjorne N. The composition of food consumed by Greenland Eskimos // Acta Med Scand. 1976;200(1-2):69-73.
9. Burr M.L., Fehily A.M., Gilbert J.F., Rogers S., Holliday R.M., Sweetnam P.M., Elwood P.C., Deadman N.M. Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART) //Lancet, 1989;30;2(8666):757-61
10. Harris W.S. n-3 fatty acids and lipoproteins: comparison of results from human and animal studies// Lipids, 1996;31(3):243-52.
11. Kromhout D. Diet and cardiovascular diseases // J Nutr Health Aging. 2001;5(3):144-9.
12. Djousse L, Folsom AR, Province MA et al Dietary linolenic acid and carotid atherosclerosis: the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study// Am J Clin Nutr. 2003 Apr;77(4):819-25.
13. Coniglio J. How does fish oil lower plasma triglycerides?// Nutr. Rev. -1992-v.50 N 4.- p.21-29.
14. Norrum H. Dietary fat and blood lipids// Nutr. Rev. -1992-v.50 N 4.- p.30-37.
15. Погожева А.В. Сердечно-сосудистые заболевания, диета и ПНЖК ω -3, Москва, 2000, 320 с.
16. Singh RB, Dubnov G, Niaz MA, et al. Effect of an Indo-Mediterranean diet on progression of coronary artery disease in high risk patients (Indo-Mediterranean Diet Heart Study): a randomised single-blind trial//Lancet 2002;360:1455–61
17. Mozaffarian D, Bryson CL, Lemaitre RN, Burke GL, et al. Fish intake and risk of incident heart failure//J Am Coll Cardiol.(2005);45:2015-21.

18. Carlson S.E., Ford A.J., Werkman S.H. et al. Visual acuity and fatty acid status of term infants fed human milk and formulas with and without docosahexaenoate and arachidonate from egg yolk lecithin//*Pediatr. Res.*-1996.-V. 39.-P. 882-888.
19. Koletzko B. Agostoni C. Carlson S. et. al. Long chain polyunsaturated fatty acid (LC-PUFA) and perinatal development// *Acta Paediatr Scand* 2001.-90.-P. 460-5.
20. Farquharson J., Cockburn F., Patrick W.A. Infant cerebral cortex phospholipid fatty-acid composition and diet//*The Lancet.*- 1992.-V. 340.-P. 810-813.
21. Назаров Е., Мягкова Г.И., Гроза Н.В. Полиненасыщенные жирные кислоты как универсальные эндогенные биорегуляторы//*Вестник МИТХТ.*-2009.-Т.4, 5.- Стр.3-18.
22. Richardson A.J., Montgomery P. The Oxford-Durham study: a randomized, controlled trial of dietary supplementation with fatty acids in children with developmental coordination disorder. *Pediatrics.* 2005 May;115(5):1360-6.
23. Richardson A.J., Puri B.K. A randomized double-blind, placebo-controlled trial of the effects of supplementation with highly unsaturated fatty acids on children with specific learning difficulties// *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 2002;26(2):233-9.
24. Stevens L., Zhang W, Peck et al. EFA supplementation in children with inattention, hyperactivity, and other disruptive behaviors// *Lipids*, 2003;38(10):1007-21.
25. Burgess J.R., Stevens L., Zhang W., Peck L. Long-chain polyunsaturated fatty acids in children with attention-deficit hyperactivity disorder//*Am J Clin Nutr.*, 2000;71(1 Suppl):327-30.
26. Richardson AJ. Omega-3 fatty acids in ADHD and related neurodevelopmental disorders//*Int Rev Psychiatry.* 2006 .-V. 18, N.2-P.155-172.
27. Шилина Н.М., Конь И.Я., Гусева М.Р., Хаценко И.Е., Яшкова А.Е., Коростелева М.М., Буданцева С.В. Рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование влияния рыбьего жира как источника ω -3 полиненасыщенных жирных кислот на когнитивные и зрительные функции, антропометрические показатели и острую респираторную заболеваемость у дошкольников 5-6 лет//*Вопросы детской диетологии*, 2008, том 6, №4, с. 10-17.
28. Шилина Н.М. Изучение биомаркеров метаболизма ω -3 и ω -6 полиненасыщенных жирных кислот у детей и беременных женщин. Автореферат дисс. докт. биол. наук. М.-2012, 48 с.
29. Uauy R., Castillo C. Lipid requirements of infants: implications for nutrient composition of fortified complementary foods// *J. Nutr.*-2003.-V.133.- P. 2962-2972.
30. Bruce J. Holub. Clinical nutrition: 4. Omega-3 fatty acids in cardiovascular care// *CMAJ.* 2002;5; 166(5): 608–615.

31. Конь И.Я., Коростелева М.М., Шилина Н.М. Характеристика липидного компонента рациона питания детей дошкольного возраста// Вопросы детской диетологии, 2008, том 6, №3, с. 5-8.
32. Full applications submitted to the UK Competent Authority// Advisory Committee on Novel Foods and Processes – Annual report 2008
33. <http://chiasagroup.com/eng/index.php/sectores-productos-y-aplicaciones/vision-general-sobre-joomla.html>
34. Мартинчик А.Н., Батурин А.К., Зубцов В.В., Молофеев В.Ю. Пищевая ценность и функциональные свойства семян льна// Вопросы питания.-2012.-№3.-Стр.4-10.

Исполнители:

Руководитель лаборатории детского питания
ФГБУ «НИИ питания» РАМН, д.м.н., профессор

Конь И.Я.

Ведущий научный сотрудник лаборатории
детского питания ФГБУ «НИИ питания» РАМН, к.б.н.

Шилина Н.М.

Старший научный сотрудник лаборатории детского питания
ФГБУ «НИИ питания» РАМН, д.м.н.

Гмошинская М.В.

Руководитель лаборатории химии пищевых продуктов
ФГБУ «НИИ питания» РАМН, д.б.н.

Бессонов В.В.

Руководитель лаборатории технологии новых
специализированных продуктов профилактического
действия ФГБУ «НИИ питания» РАМН, д.т.н.

Кочеткова А.А.

Младший научный сотрудник лаборатории детского
питания ФГБУ «НИИ питания» РАМН

Гурченкова М.А.