

## Раздел 2. Технологии производства и аппаратное оформление новых пищевых продуктов

УДК 664:66.022.32/39

### НОВЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ НА ОСНОВЕ СЕМЕНИ ЛЬНА: ПОЛУЧЕНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

Н.И. Кулешева, Ю.А. Кошелёв

Представлен материал о пищевой ценности семени льна – витаминном, минеральном и аминокислотном составе. Разработана инновационная технология обработки ядер льняного семени инфракрасным излучением. Показана сравнительная эффективность сорбции ионов металлов препаратами семян льна до и после их обработки инфракрасным излучением. Установлены регламентируемые показатели качества биологически активной добавки (БАД) «Лен-баланс», ее эффективность путем включения в рацион больных сахарным диабетом 2 типа и метаболическим синдромом.

Ключевые слова: семена льна, пищевая ценность, БАД, показатели качества, функциональная направленность, оценка эффективности.

Лен – одна из перспективных сельскохозяйственных культур, имеющая научное и практическое значение в производстве продуктов питания общего и специализированного назначения, в том числе БАД к пище.

Льняное семя в среднем содержит, %: 23 белков, 35 жира, 22 безазотистых экстрактивных веществ, 9 клетчатки, 3 золы, 8 воды. Является источником витаминов, макро- и микроэлементов (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание минеральных веществ и витаминов в льняном семени

Элемент		Витамины	
мг/100 г		Водорастворимые, мг/100 г	
Кальций	236	Аскорбиновая кислота	0,50
Медь	1	Тиамин (витамин В1)	0,53
Железо	5	Рибофлавин (витамин В2)	0,23
Магний	431	Ниацин (никотиновая кислота)	3,21
Марганец	3	Пиридоксин (витамин В6)	0,61
Фосфор	622	Пантотеновая кислота	0,57
Калий	831	Водорастворимые мкг/100 г	
Натрий	27	Фолиевая кислота	112
Цинк	5	Биотин	6
мг/100 г		Жирорастворимые, мг/100 г	
Алюминий	3,00	Каротин	Не обнаружено
Барий	2,00	Токоферолы (витамин Е)	
Кадмий	0,25	α-Токоферол	0,55
Хром	1,00	β-Токоферол	Не обнаружено
Кобальт	0,17	δ-Токоферол	0,45
Молибден	0,50	γ-Токоферол	29,70
Никель	1,70	β-Токоферол	Не обнаружено
Свинец	0,25	δ-Токоферол	Не обнаружено
Олово	3,00	γ-Токоферол	Не обнаружено

В состав льняного жира (масло) входит не менее 70 жирных ненасыщенных кислот с двумя и тремя двойными связями, включая такие жизненно важные, как линоленовая (44-66 %), линолевая (8-25 %), олеиновая (22 %), ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3/2 2011

стеариновая (2-4 %) и пальмитиновая (4-7 %).

Наряду с семенами льна нами получены материалы по сравнительному составу полиненасыщенных жирных кислот в образцах различных масел (таблица 2).

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования льняного масла в производстве функциональных продуктов питания, в т.ч. биологически активных добавок.

Установлено, что льняной белок (линулин) обладает полным составом незаменимых аминокислот. Льняные семена превосходят

бобы сои по количеству масла почти в 2 раза и по содержанию в нем биологически активных жирных кислот на 35 %. По содержанию углеводов бобы сои уступают семенам льна в 1,7 раза, а зольности в них меньше в 1,5 раза. Эти сравнительные данные убедительно отражают пищевое превосходство льна над соей и многим другим растительным сырьем.

Таблица 2 – Сравнительное содержание полиненасыщенных жирных кислот в растительных маслах

Наименование масла	Каротиноиды (на $\beta$ -каротин), мг %	Сумма токоферолов (изомеры), мг %	Жирнокислотный состав, %						
			Миристиновая	Пальмитиновая	Пальмитолеиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая
Кедровое	-	40-60 (2)	-	4,3	-	2,5	23,4	45,5	20,2
Зародышей пшеницы	21,9	110-228 (2)	0,11	8,3	1,96	2,52	17,8	37,5	30,8
Семян облепихи	21,9	-	-	8,75	1,68	2,22	17,1	37,17	31,95
Льняное	3,35	66	-	5,5	-	3,4	21,4	17,6	51

Лен является богатым источником природных лигнанов, обладающих антимитотическим, эстрогенблокирующим действием, что обуславливает применение льняного семени при онкологических заболеваниях, связанных с гормональными нарушениями. Они также обеспечивают антибактериальный, антигрибковый и антивирусный эффект.

Исследования показали, что в семенах льна содержится в 100 раз больше лигнанов, чем в других растительных продуктах. Интересно отметить, что в льняном масле они содержатся в незначительном количестве.

Фармакологические свойства льна характеризуются также тем, что он является природным источником жирных кислот семейства омега-3, участвующих в синтезе эйкозаноидов: простагландинов, простациклинов и оказывающих противовоспалительное, регенерирующее, онкопрофилактическое и иммуностимулирующее действие, уменьшают агрегацию тромбоцитов, снижают уровень холестерина и триглицеридов в крови, уменьшают содержание канцерогенных простагландинов и лейкотриенов, подавляя активность липогенеза.

Нами разработана инновационная технология обработки ядер льняного семени инфракрасным излучением. Инфракрасное излучение проникает в зерно, вызывает бы-

стрый внутренний нагрев. При этом разрушается структурный каркас зерна и снижается его прочность, что способствует уменьшению энергозатрат при его дальнейшей обработке (помоле, плющению).

При нагревании зерна до 20 % крахмала переходит в декстрины, которые легче усваиваются человеком. Благодаря малому времени обработки (30-50 сек) полностью сохраняется витаминный комплекс.

Вместе с тем, воздействие высокой температуры снижает микробиологическую обсемененность.

В результате предложенной технологии разработан новый продукт «Лен-Баланс», в котором семена льна приобретают особые вкусовые и функциональные свойства.

На базе института Биохимической физики РАН выполнены исследования физико-химических характеристик семян льна до и после обработки в инфракрасном поле определенной напряженности.

Показано изменение сорбционной емкости в отношении ионов тяжелых металлов для наиболее токсичных и важных на практике элементов с использованием стандартных растворов фирмы «Merck».

Установлена сравнительная эффективность сорбции ионов металлов сорбентами LS (сорбент M22 – обработанные семена) и EM

## НОВЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ НА ОСНОВЕ СЕМЕНИ ЛЬНА: ПОЛУЧЕНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

(сорбент M21 – необработанные семена) из многокомпонентного стандартного раствора с концентрацией элементов 0,5 мг/л (таблица 3).

Показано, что практически все ионы, на-

ходящиеся в многокомпонентной смеси, связывались препаратами из семян льна. Наиболее эффективно удалялись ионы свинца, бария, кадмия и алюминия.

Таблица 3 – Сравнительная эффективность сорбции ионов металлов

Образец:	M <sub>0,5</sub>	Среднеквадратичное отклонение, %	+ LN сорбент №1	Среднеквадратичное отклонение, %	+ LS сорбент №2	Среднеквадратичное отклонение, %	S(LN)	S(LS)
Ag3280	0.42	0.90	0.31	1.11	0.29	0.57	27.90	30.81
Al3961	0.51	0.97	0.30	0.91	0.32	0.67	41.32	37.62
B_2496	0.40	0.41	0.40	1.25	0.40	0.17	0.94	0.94
Ba4554	0.46	0.47	0.26	0.68	0.26	1.59	44.78	44.48
Bi2230	0.27	4.88	0.18	3.89	0.23	2.48	33.02	16.36
Cd2265	0.49	1.98	0.29	2.02	0.29	1.11	41.71	40.41
Co2286	0.50	1.09	0.35	0.86	0.37	0.96	29.87	25.40
Cr2677	0.47	1.27	0.30	0.40	0.31	1.18	37.44	33.94
Cu3247	0.49	0.97	0.42	1.41	0.39	1.09	13.00	20.70
Fe2599	0.44	0.49	0.27	1.06	0.28	0.23	39.72	35.84
Mn2576	0.46	0.77	0.33	0.66	0.34	0.86	28.38	25.84
Ni3216	0.47	0.89	0.38	0.79	0.40	0.99	19.45	15.20
Pb2203	0.479	0.99	0.27	0.60	0.20	1.13	46.19	59.23
Sr3464	0.44	1.82	0.28	1.47	0.29	2.66	35.28	33.16
Zn2138	0.52	1.00	0.40	1.01	0.41	0.24	22.04	21.24

Измерения сорбционной емкости в отношении органических красителей и антиоксидантной активности показали следующие результаты. Сорбционная емкость (осветляющая способность) определялась по органическому красителю метиленовому голубому. Максимальное связывание составляет 54 мг метиленового голубого на 1 г препарата LN и примерно 62 мг/г для препарата LS.

Показано, что спиртовые экстракты практически не проявляли никаких сколько-нибудь заметных антиоксидантных свойств. В то же время, водные экстракты (экстракция водным буферным раствором) эффективно ингибировали хемилюминесценцию люминола, уменьшая ее по амплитуде и увеличивая латентный период свечения. При этом антиоксидантная активность препарата LS была в 1,54 раза выше, чем препарата LN.

Таким образом, инфракрасная обработка семян льна увеличивает доступность сорбирующегося красителя к местам связывания и облегчает экстракцию (усиливается способность к экстракции) водорастворимых антиоксидантов.

Полученные материалы могут быть использованы при производстве других форм БАД и специализированных продуктов питания, направленных на коррекцию рациона и здоровья при алиментарных заболеваниях.

Проведены исследования органолептических, физико-химических, микробиологических показателей качества и безопасности, формирующих товароведную оценку разработанного продукта – БАД «Лен-Баланс», определены регламентируемые показатели (таблица 4, 5).

Семена льна широко используются в современной и традиционной медицине с учетом свойств и фармакологической направленности их биологически активных компонентов и действующих начал. Следует в этой связи отметить использование БАД на основе семян льна в профилактике и лечении атеросклероза, сахарного диабета 2 типа и их осложнений, где важное место отводится ω-полиненасыщенным жирным кислотам (ЖК) природного происхождения. Продемонстрирована высокая способность ω-ЖК снижать

смертность у постинфарктных больных, в том числе от фатальных аритмий. В крупном международном исследовании INTERMAP (International Study of Macro – and Macronutrients and Blood Pressure) был установлен гипотензивный эффект  $\omega$ -ЖК. Показана способность  $\omega$ -ЖК положительно влиять на феномен инсулинорезистентности и снижать уровень глюкозы в крови. Как известно, инсулинорезистентность является главным звеном патогенеза метаболического синдрома, сахарного диабета 2 типа, кроме того, оказывает неблагоприятное влияние на течение сердечно-сосудистых заболеваний, способствуя развитию таких осложнений, как инфаркт миокарда и инсульт.

Таблица 4 – Органолептические показатели качества

Наименование показателя	Показатель
Внешний вид	Ядра льняного семени сплюснутые, вытянутой формы, заострённые с одного конца и округлые с другого, неравнобокие, длиной до 6 мм, толщиной до 3 мм. Поверхность семян гладкая, блестящая. Допускается растрескивание плодовой оболочки.
Запах, вкус	Свойственный жареным семенам льна, без затхлого, плесневого, и других посторонних запахов и привкусов
Цвет	От коричневого до тёмно-коричневого

Таблица 5 – Физико-химические показатели качества

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влажности, % не более	13,0
Массовая доля золы обшей, не более %	6,0
Массовая доля серной и масличной примеси (суммарно), %, не более	Не допускается
Массовая доля масличности, %, не менее	25,0

В настоящей работе проведены натурные испытания БАД «Лен-Баланс» в рационе пациентов с метаболическим синдромом. Ис-

следования выполнены на базе отделения эндокринологии ГУЗ «Краевая клиническая больница», г. Барнаул.

Сформирована группы пациентов (45 человек) с клинико-лабораторными признаками указанного заболевания (абдоминальное ожирение, артериальная гипертензия, уровень глюкозы в крови натощак от 6 до 8,5 ммоль/л). Пациенты были разделены на две группы методом случайной выборки (30 человек – основная группа, 15 человек, соответственно, составили группу сравнения).

Способ применения и дозы. В основной группе пациентов назначался препарат «Лен-баланс» 3 раза в день (утром, днем и вечером). Семя льна предварительно измельчалось в кофемолке (15-20 сек). Измельченное семя в объеме 1 столовой ложки с верхом добавлялось в стакан 1 % кефира, перешивалось и выпивалось. Пациенты из группы сравнения «Лен-баланс» не получали.

На время поведения исследования пациентам основной группы и группы сравнения была рекомендована единая диета, ограничивающая потребление высококалорийных продуктов и исключая прием рафинированных углеводов. Все пациенты, вошедшие в основную и контрольную группу, не получали сахароснижающие таблетированные препараты.

Влияние препарата оценивали по динамике уровня глюкозы в крови, улучшению общего самочувствия, отсутствию побочных эффектов.

В таблице 6 представлены содержание глюкозы в крови исследуемых пациентов.

Таблица 6 – Влияние БАД «Лен-баланс» на уровень глюкозы в крови у пациентов с метаболическим синдромом (M $\pm$ n)

Группы обследованных пациентов	Количество (n)	Уровень Глюкозы в крови (ммоль/л)	
		Исходный уровень	После 2-х месячного приема «Лен-баланс»
Основная группа	30	7,4 $\pm$ 0,56	5,7 $\pm$ 0,44*
Группа сравнения	15	6,9 $\pm$ 0,78	7,4 $\pm$ 0,60

Примечание: \* – P <0,05 по сравнению с соответствующим показателем в группе сравнения.

Установлено, что на фоне приема препарата «Лен-баланс» по описанной схеме в течение 2 месяцев, наблюдается достовер-

## НОВЫЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ НА ОСНОВЕ СЕМЕНИ ЛЬНА: ПОЛУЧЕНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА

ное снижение уровня глюкозы в крови. В группе сравнения концентрация глюкозы в крови в течение указанного периода наблюдения достоверно не изменялась. Аллергических и иных неблагоприятных реакций во время приема препарата не наблюдалось.

В основной группе пациентов улучшение общего самочувствия отметили 26 человек (86 %).

В группе сравнения улучшение общего самочувствия за период наблюдения отметили 4 пациента (26%).

Пациенты основной группы отметили, что на фоне приема препарата «Лен-баланс», наблюдается повышение работоспособности, улучшение эмоционального настроения.

Таким образом, профилактический прием БАД «Лен-баланс» способствует снижению глюкозы в крови у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и метаболическим синдромом.

Аллергических и иных побочных эффектов при назначении препарата не выявлено.

Можно заключить, что БАД оказывает положительное влияние на уровень гипергликемии, не обладает побочными эффектами и может быть рекомендован к широкому клиническому применению.

Разработана и утверждена техническая документация, получено санитарно-эпидемиологическое заключение. Промышленное производство нового продукта организовано на базе предприятий фармацевтической компании «Алтайвитамины» (г. Бийск).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Позняковский, В.М. Пищевые и биологически активные добавки / В.М. Позняковский, А.Н. Австриевских, А.А. Вековцев. – 2-е изд. испр. и доп. – М.; Кемерово: Издательское объединение «Российские университеты»: «Кузбассвуиздат: АСТШ», 2005. – 275 с.

2. Myz, S.A. Syntesis of co-crystals of meloxicam with carboxylic acids by grinding / S.A. Myz, T.P. Shakhtshneider, K. Fucke, A.P. Fedotov, E.V. Boldyreva, V.V. Boldyrev, N. I. Kuleshova // Mendeleev communications. All rights reserved, 2009. – № 19. – С. 272-274.

3. Кулешева, Н.И. Новые технологические подходы, формирующие функциональные показатели качества цельных семян льна «Лен-баланс» // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сб. научных трудов КемТИПП. – вып. 20. – Кемерово, 2009. – С. 152-154.

**Кулешева Н.И.** Заместитель директора по развитию фармацевтической компании ОАО «Алтайвитамины», г. Бийск, соискатель кафедры «Товароведение и управление качеством» ГОУ ВПО КемТИПП, тел. 8(3842) 39-68-53.

**Кошелев Ю.А.** доктор фармацевтических наук, профессор, генеральный директор фармацевтической компании ОАО «Алтайвитамины», г. Бийск, тел. 8(3842) 39-68-53.