

УДК 633.521+612.392/.398

Льняное семя, его состав и свойства

В. А. Зубцов, Л. Л. Осипова, Т. И. Лебедева

ВАЛЕРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ЗУБЦОВ — кандидат медицинских наук, академик РАЕН, заместитель директора Всероссийского научно-исследовательского проектно-технологического института механизации льноводства (ВНИПТИМЛ) по научной работе и внедрению в производство. Область научных интересов: органическая химия и биохимия, генная инженерия, биотехнология.

ЛИДИЯ ЛЕОНИДОВНА ОСИПОВА — старший научный сотрудник, заведующая лабораторией ВНИПТИМЛ. Область научных интересов: неорганическая химия, антиоксиданты и пищевые красители.

ТАМАРА ИВАНОВНА ЛЕБЕДЕВА — кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии в льноводстве ВНИПТИМЛ. Область научных интересов: органическая химия, полимеры.

170041 Тверь, Комсомольский просп., д. 17/56, ВНИПТИМЛ, тел. (0822)31-15-37, факс (0822)31-43-96.

Льняное семя начинает играть все большую роль в мировом производстве продовольствия. Начавшееся в 60-е годы движение за употребление натуральных пищевых продуктов (продуктов без консервантов, вкусовых добавок, красителей и др.) в 80-е годы привело к признанию необходимости здорового питания.

Состав льняного семени обуславливает его ценность как диетического продукта. Семена льна богаты протеинами, жирами, клейковиной и клетчаткой. Состав льняного семени канадских сортов, доминирующих в мировом производстве льна, по сухому веществу следующий: жировая составляющая — 41 %, протеины — 21 %, клетчатка — 28 %, ароматические кислоты, лигнин и гемицеллюлоза, сахара — 6 %, зольный остаток — 4 % [1].

Состав льняного семени существенно меняется в зависимости от сорта, среды выращивания и способов переработки льна [2].

Протеины. Аминокислотный состав белков льняного семени аналогичен наблюдаемому в соевых бобках, которые считаются наиболее питательными протеинами растительного происхождения. Протеинами в льняном семени являются альбумин и глобулин. Они отличаются друг от друга растворимостью. Преобладают глобулины высокой молекулярной массы (58–66 %) [2]. Доля альбуминов в общем объеме белковой составляющей — 20–42 % [3, 4]. Пищевая ценность белка из семян льна в бальной оценке (казеин принят за 100) оценивается в 92 единицы [5].

Жиры. Льняное семя богато жирами (41 %) и поэтому весьма ценно. Жиры представляют собой трехзамещенные производные глицерина, или сложные глицериновые эфиры смеси жирных кислот. Льняное масло отличается низким содержанием нежелательных в пищевом рационе насыщенных жирных кислот.

Уникальность льняного масла заключается в очень высоком содержании полиненасыщенной α -линоленовой кислоты (АЛК) — незаменимой жирной кислоты в рационе человека. Растущий интерес медиков

к ней объясняется тем, что АЛК, как и гормоны, способствует осуществлению важных биологических функций в организме человека [6].

Полиненасыщенные незаменимые жирные кислоты (ПНЖК), АЛК и линолевая (ЛК), являются предшественниками длинноцепочечных ПНЖК человеческого организма и входят в состав практически всех клеточных мембран. α -Линоленовая кислота — предшественник эйкозанпентаеновой (ЭПЕ) и докозангексаеновой (ДГЕ) кислот (ЭПЕ участвует в регенерации сосудистой системы человеческого организма, ДГЕ — в росте и развитии мозга [7]). Линолевая кислота метаболирует в организме в арахидоновую. Баланс двух типов ПНЖК (АЛК и ЛК) важен для гомеостаза и нормального развития человеческого организма. На сегодняшний день во многих диетах стран Запада соотношение ЛК : АЛК составляет приблизительно (20–30) : 1 вместо требуемого (1–2) : 1. Исследования показывают [8], что высокое содержание ЛК в диете человека способствует увеличению вязкости крови, вызывает спазмы и сужение сосудов, тогда как АЛК обладает сосудорасширяющими свойствами и оказывает антистрессовое и антиаритмическое действия [9]. Таким образом, введение льняного семени или льняного масла в диету приближает соотношение ЛК : АЛК к жизненно необходимому.

На российском рынке льняное масло является практически единственным продуктом питания из семени льна.

Микроволокна (клетчатка) представляют собой оболочки клеток растения и состоят из полисахаридов, а также крахмала, которые, за исключением последнего, почти не перевариваются в организме человека. Клетчатка включает также нерастворимые полимеры фенольного ряда и лигнины [10].

На клетчатку приходится примерно 28 % сухой массы не обезжиренного льняного семени. Содержание растворимых и нерастворимых волокон варьируется обычно в пределах 20 : 80 — 40 : 60 [11–13]. Нерастворимая фрак-

Содержание элементов и витаминов в льняном семени

Элемент		Витамины	
мг/100 г		Водорастворимые, мг/100 г	
Кальций	236	Аскорбиновая кислота	0,50
Медь	1	Тиамин (витамин В ₁)	0,53
Железо	5	Рибофлавин (витамин В ₂)	0,23
Магний	431	Ниацин (никотиновая кислота)	3,21
Марганец	3	Пиридоксин (витамин В ₆)	0,61
Фосфор	622	Пантотеновая кислота	0,57
Калий	831	Водорастворимые, мкг/100 г	
Натрий	27	Фолиевая кислота	112
Цинк	5	Биотин	6
мг/кг		Жирорастворимые, мг/кг	
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	α-Токотриенол	Не обнаружено
Свинец	0,25	δ-Токотриенол	Не обнаружено
Олово	3,00	γ-Токотриенол	Не обнаружено

ция клетчатки состоит из углеводов, таких как целлюлоза, и сложных полимерных соединений, таких как лигнин. Водорастворимой фракцией клетчатки льняного семени является, в первую очередь, растительная клейковина (7–10 %) [14]. Обе формы клетчатки ценны в качестве пищевых компонентов из-за их физиологического действия (способствуют работе кишечника, уменьшают атеросклероз и липодемические отложения) [15].

Институт онкологических исследований (США) определил норму потребления клетчатки в 25–35 г в день [16].

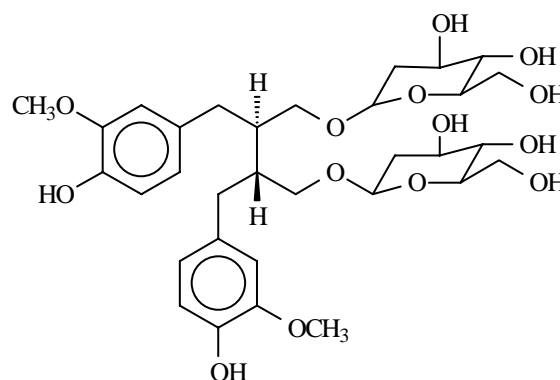
Фитохимические соединения. Фенольные кислоты. Фенольные кислоты относятся к так называемым «растительным химикатам», которые химически связаны с материалом клетчатки (оболочки растительных клеток). Некоторые из них могут играть благоприятную для здоровья человека роль [17].

Среди сложных фенольных кислот, входящих в состав обезжиренной муки льняного семени, присутствуют феруловая, транс-синаповая, транс-кумариновая и транс-кофеиновая [18]. Общее содержание фенольных кислот в льняном семени составляет от 7,9 до 10,3 мг/г для восьми различных сортов льна, выращиваемых в четырех районах в течение трех лет [18]. Сезонные особенности оказывают более заметное влияние на содержание фенольных кислот, чем район выращивания или сорт льна.

Лигнаны. Растительные лигнаны — это фенольные соединения, в частности димеры, содержащие дибензобутановую группу [17].

Льняное семя — один из богатейших источников лигнанов, относящихся к классу фитоэстрогенов, т. е. веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме человека [19].

Установлено [19, 20], что физиологическое действие фитоэстрогенов в растениях заключается в регуляции роста и размножения, защите растений от вредных воздействий ультрафиолетового излучения, от поражения растений грибами и другими паразитами, в контроле действия других биологически активных соединений. Первые сообщения о выделении лигнана из семян льна относятся к 1956 г. [21]. Это дигликозид 2,3-бис(3-метокси-4-гидроксифенилен)бутан-1,4-диола или дигликозид секоизоларицирезинола (SDG):



Этот лигнан наряду с метайретинолом является предшественником лигнанов организма млекопитающих, в том числе и человека — энтеродиола и энтеролактона. Концентрация SDG в льне разных сортов колеблется от 13,6 до 32,1 мг/г. В пределах одного сорта содержание соединения зависит от сезонных условий выращивания [22].

Исследования целебных свойств льняного семени и, в частности, SDG обобщены в книге проф. Томпсон [23].

В опытах на животных показано, что SDG оказывает целебное действие на различных стадиях канцерогенеза [24]. Вероятно, лигнаны ингибируют некоторые энзимы, вовлеченные в метаболизм гормонов, снижая доступность эстрогена и нарушая рост опухолевых клеток [25]. Положительный эффект оказывает этот препарат и при лечении почечной волчанки [26, 27]. Есть сведения, что лигнан семян льна можно использовать и в качестве антиаллергена [28].

Помимо этого SDG обладает мощным антиоксидантным действием [29–32]. В этом отношении он подобен синтетическому антиоксиданту — бутилированному гидроксианизолу. На этом свойстве SDG основано его использование в лечении атеросклероза и коронарной сердечной недостаточности.

Цианогенные гликозиды. Цианогенные соединения — естественно откладывающиеся в льняном семени токсические вещества, основными из которых являются линамарин, линустатин, лотаустралин и неолинустатин [33]. Их количества весьма малы (0,4%), а в случае моногликозидов даже не обнаружимы. Уровень цианогенов больше зависит от сорта растения, нежели от условий выращивания, что облегчает селекционерам выведение сортов льна с низким уровнем природных токсикантов [34].

Минеральные вещества и витамины. Содержание элементов и витаминов в льняном семени приведено в таблице [35]. Семена льна особенно богаты калием, которого в них содержится примерно в семь раз больше, чем в бананах в пересчете на сухую массу. Жирорастворимый токоферол (витамин Е) представлен в льняном семени главным образом γ -токоферолом, который является природным биоантиоксидантом.

Лен — традиционная культура для России. Состав льняного семени свидетельствует о его неоспоримой биологической ценности и необходимости его широкого внедрения в диету населения России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Duke J. A. Handbook of Phytochemical Constituents of GRAS Herbs and other Economic Plants. Boca Raton: CRC Press, 1992.
2. Bhatti R. S. Flaxseed in Human Nutrition. Ed. by S. C. Cunnane and L. U. Thompson. AOAC Press. Champaign, IL., 1995, p. 22–42.
3. Madhusudhan K. T., Singh N. // Phytochem. 1985. V. 24. P. 2507–2509.
4. Youle R. J., Huang A. H. C. // Am. J. Botany. 1981. V. 68. P. 44–48.
5. Sarwar G., Sosulski F. W., Bell J. M. // Adv. Exp. Med. Biol. 1978. V. 105. P. 415–441; C. A. 1979. V. 90. P. 21194g.
6. Johnston I. M., Johnston J. R. Flaxseed Oil and the Power of Omega-3. Keats Pub. New Canaan, 1990.
7. Simpopoulos AP. // Am. J. Clin. Nutr. 1993. V. 54. P. 438–463.
8. Spectrum Essentials, Petahima, California.
9. Horrobin D. F. Clinical Uses of Essential Fatty Acids. London: Eden Press, 1992.
10. Theander O., Westerlund E., Aman P. // Cereal Foods World. 1993. V. 38. P. 135–141.
11. Carter I. F. Ibid. 1993, V. 38. P. 753–759.
12. Ratnayake W. M. N., Behrens W. A., Fisher P. W. F. e. a. // J. Nutr. Biochem. 1992. V. 3. P. 232–240.
13. Hadley M., Lacher C., Mitchell-Fetch J. // Fiber in flaxseed. Proc. Flax Inst. 1992. V. 54. P. 79–83.
14. Mazza G., Biliaderis C. G. // J. Food Sci. 1989. V. 54. P. 1302–1305.
15. Kritchevsky D. In [2], p. 174–186.
16. National Institutes of Health. 1984. Diet. Nutrition and cancer prevention. A guide to foods choices. Washington, DC: Publication NCI 85–2711.
17. Harris R. K., Hagerty W. J. // Cereal Foods World. 1993. V. 38. P. 147–151.
18. Drabowski K. J., Sosulski F. W. // J. Agric. Food Chem. 1984. V. 32. P. 128–130.
19. Ayres D. C., Loike J. D. // Chemistry and Pharmacology of Natural Products. // Ed by J. C. Phillipson, D. C. Ayres, H. Baxter. Cambridge University Press, 1990, p. 402.
20. Barrett J. R. // Environ Health Persp. 1996. V. 104. P. 478–482.
21. Bakke J. E., Klosterman J. H. // Proceedings of the North Dakota Academy of Sci. 1956. V. 10. P. 18–22.
22. Westcott N. D., Muir A. D. // Proc. Flax Inst. 1996. V. 56. P. 77–80.
23. Cunnane C., Thompson L. U. Flaxseed in Human Nutrition. Hardhound, 1995.
24. Thompson L. U. e. a. // Carcinogenesis. 1996. V. 17. P. 1373–1376.
25. Aldercreutz H. // Scand. J. Can. Lab. Invest. 1990. V. 50. P. 3–23.
26. Clark W. F., Muir A. D., Nestcott N. D., Parbtani A. // Am. Soc. Nephrology. 1999. P. 1–8.
27. Clark W. F., Parbtani A. M.U.S. Pat. 5837256, 1998.
28. Kotani Y., Iwamoto S., Nishizawa Y. e. a. Pat. 04290822, 1992.
29. Kozłowska H., Zadernowski R., Sosulski F. W. // Nahrung. 1983. V. 27. P. 449–453.
30. Prasad K. // Mol. Cell. Biochem. 1997. V. 168. P. 117–123.
31. Prasad K. U. S. Patent 5846944, 1998.
32. Kits D. D., Yuan Y. Y., Wijewickreme A. N., Thompson L. U. // Mol. Cell. Biochim. 1999. V. 202. P. 91–100.
33. Yarga T. K., Diosady L. L. // J. Am. Chem. Soc. 1994. V. 71. P. 603–607.
34. Oomah B. D., Mazza G., Kenaschuk E. O. // J. Agric. Food Chem. 1992. V. 40. P. 1346–1348.
35. Flax Council of Canada (1997). Winnipeg, M.B. Contractual analyses.