

Е. В. Феськова, аспирант; В. Н. Леонтьев, доцент;
В. В. Титок, гл. науч. сотрудник ИГиЦ НАН Беларуси

СЕМЕНА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО СОРТА СОЛНЕЧНЫЙ – ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Flaxseed of 2006 year's harvest Solnechny from the collection of the Institute of Genetics and Cytology of National Academy of Sciences of Belarus and the sample quantity of the biological preparation based on lignans from flaxseed Solnechny were investigated. Quantity of SDG, fatty acids, oil, proteins and mineral components were determined in this flaxseed cultivar. During the research it was shown that flaxseed Solnechny has the optimal ratio of unsaturated fatty acids and SDG. The study of antitumoral activity of the biological preparation was carried out. It was established that the quantity of adenomas in lungs decreased on 24,4% under the action of SDG.

Введение. Семена льна использовали в пищу еще с древних времен. В последние дни к ним возрос интерес в области диетического питания. Льняное семя – один из самых богатых источников α -линоленовой кислоты, растворимых волокон, а также основной источник диетических фенольных соединений, называемых лигнанами. Среди лигнанов секоизоларицирезинола диглюкозид (SDG) (рис. 1) является самым распространенным [1]. SDG – один из основных предшественников лигнанов млекопитающих энтеролактона и энтеродиола, который играет важную роль в защите от гормонозависимых видов рака (рак молочной железы, рак простаты, рак щитовидной железы и т. д.), а также от ряда других заболеваний (атеросклероз, остеопороз, диабет и т. д.).

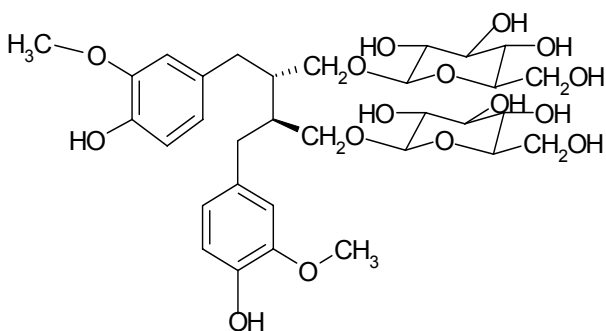


Рис. 1. Структура секоизоларицирезинола диглюкозида

Настоящая работа посвящена анализу льна масличного белорусской селекции сорта Солнечный, а также определению противоопухолевой активности опытной партии фитопрепарата на основе SDG из оболочек семян данного сорта.

Основная часть. Объектом исследования были семена льна масличного сорта Солнечный урожая 2006 г. из коллекции Института генетики и цитологии НАН Беларуси и опытная партия фитопрепарата на основе SDG из семян льна масличного сорта Солнечный.

Состав минеральных компонентов семян льна масличного (табл. 1) определяли в зольном остатке на сканирующем электронном микро-

скопе JSM-5610 LV с системой электронно-зондового энергодисперсионного химического анализа EDX JED-2201 (JEOL, Япония).

Таблица 1

Состав минеральных компонентов льна масличного сорта Солнечный

Элемент	Содержание, мас. %
Mg	7,37 ± 0,18
Al	0,33 ± 0,20
Si	0,18 ± 0,20
P	18,94 ± 0,23
S	0,47 ± 0,23
K	28,33 ± 0,13
Ca	3,24 ± 0,21
Cu	1,44 ± 0,66
Zn	1,40 ± 0,82

Белок в семенах льна масличного определяли термогравиметрическим методом. Данный способ основан на процессе изменения массы образца в зависимости от температуры с выделением газообразных продуктов и заключается в том, что при термодеструкции микрообразцов запасных веществ семядоли с зародышем без кожуры в интервале температур 230–370°C распадаются протеины и по кривым потери массы рассчитывают содержание белка в образце. Термогравиметрический анализ проводили на термоанализаторе TA-4000 (модуль ТГ-50) (Mettler Toledo Instruments, Швейцария) при скорости нагревания 5°C/мин и расходе воздуха 200 мл/мин. Содержание белка в образце вычисляли при помощи программного обеспечения STAR[®]. По данным термогравиметрического анализа в семенах льна масличного сорта Солнечный содержится 24% белка.

Для определения удельного содержания SDG в семенах льна масличного были разработаны методики его выделения, а также идентификации и анализа с помощью хромато-масс-спектрометрии [2].

Экстракцию и определение жирных кислот осуществляли по модифицированному способу Welch. Микронавески размельченных семян (6–8 мг) помещали в раствор 2%-ной серной кислоты

в абсолютном метаноле. В качестве внутреннего стандарта использовали маргариновую кислоту ($C_{17:0}$; $1,35 \text{ мг/см}^3$). Образцы помещали в стеклянные ампулы (1 см^3), которые запаивали на газовой горелке. Гидролиз липидов с одновременным метилированием жирных кислот вели при $(80 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 4 ч. Затем ампулы охлаждали до комнатной температуры, вскрывали и экстрагировали метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) гексаном ($0,5 \text{ см}^3$). МЭЖК разделяли методом газожидкостной хроматографии (рис. 2) с использованием газового хроматографа HP 4890D (Hewlett-Packard, США), оснащенного пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой HP-Innowax $0,32 \text{ мм} \times 30 \text{ м} \times 0,5 \text{ мкм}$. В качестве неподвижной фазы использовали полиэтиленгликоль. Анализ проводили при скорости потока гелия 26 см/с , температуре колонки 220°C , инжектора и детектора – 250°C . Объем вводимой пробы – 1 мкл . Йодное число оценивали с учетом содержания в пробах пальмитолеиновой, олеиновой, линолевой, α -линоленовой, эйкозеновой и эруковой кислот (табл. 3) [3].

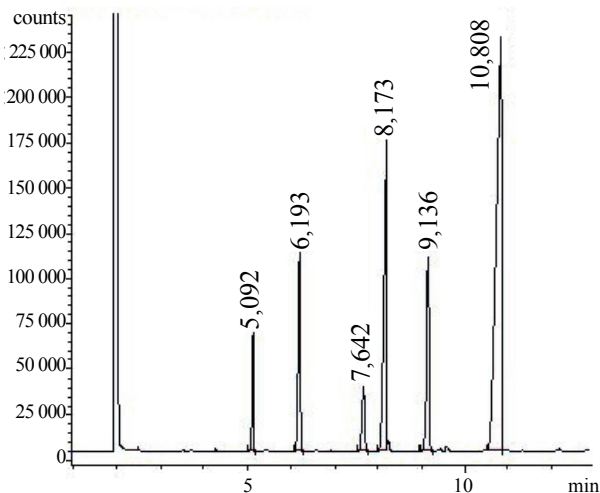


Рис. 2. Хроматограмма разделения метиловых эфиров жирных кислот из масла семян льна масличного сорта Солнечный

Содержание SDG, жирных кислот и масла в семенах льна масличного сорта Солнечный приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что семена льна масличного белорусской селекции сорта Солнечный обладают оптимальным соотношением ненасыщенных жирных кислот и SDG. Данный сорт может быть использован в качестве сырья для получения фитопрепарата, обладающего антиоксидантным и антиаллергенным действием.

Для определения кислотного и перекисного чисел использовали льняное масло, полученное отжимом семян льна масличного сорта Солнечный.

Таблица 2

Содержание SDG, жирных кислот и масла в семенах льна масличного сорта Солнечный

Показатель	Содержание
SDG, мг/г	11,290
Пальмитиновая кислота $C_{16:0}$, %	4,85
Стеариновая кислота $C_{18:0}$, %	4,12
Олеиновая кислота $C_{18:1(n-9)}$, %	23,30
Линолевая кислота $C_{18:2(n-6)}$, %	14,93
α -Линоленовая кислота $C_{18:3(n-3)}$, %	50,14
Масло, %	43,5

Кислотное число определяли по ГОСТ 5476-80 [4], перекисное число – по ГОСТ 26593-85 [5]. В табл. 3 представлены данные о значениях кислотного, перекисного и йодного чисел льняного масла из семян льна масличного сорта Солнечный.

Таблица 3

Показатели качества льняного масла из семян льна масличного сорта Солнечный

Показатель	Значение
Кислотное число, мг КОН/г	1,26
Перекисное число, ммоль/кг ($1/2\text{O}$)	3,20
Йодное число, отн. ед.	182,2

Для определения противоопухолевой активности SDG из семян льна масличного сорта Солнечный была приготовлена опытная партия фитопрепарата, который представлял собой фракции оболочек семян. Содержание SDG в фитопрепарате составляло 1%. Анализ противоопухолевой активности выполняли на базе Института физиологии НАН Беларуси.

Исследования проводились на самках мышей высококорактовой линии Af. Данная линия характеризуется тем, что во второй половине жизни у интактных мышей возникают спонтанные опухоли легких, число которых увеличивается под действием мутагенных и канцерогенных факторов.

Препарат из оболочек семян льна масличного вводили мышам перорально за 5–6 ч до основного кормления в течение 1,5 мес. из расчета $0,2 \text{ г}$ на мыш, что соответствует терапевтической дозе [6, 7]. Контрольным мышам препарат не вводили. Исследовали воздействие SDG при индуцированном и спонтанном канцерогенезе. В качестве канцерогена использовали этилкарбамат (уретан), вызывающий аденомы легких у мышей. Латентный период возникновения опухолей легких у мышей под влиянием уретана короток (видимые опухолевые узлы обнаруживаются уже через 2 мес. в легких у мышей высокочувствительной линии Af) [8–10]. Канцероген вводили мышам в дозе $1,5 \text{ мг}$ на 1 г веса внутрибрюшинно. Через 4 мес. после введения уретана и через 7 мес. после начала эксперимента со спонтанным

канцерогенезом определяли среднее количество аденом легких на мышь.

В ходе исследования было установлено, что под действием SDG количество аденом в легких уменьшилось на 24,4% ($7,69 \pm 0,96$ аденом на легкие одной мыши и $10,46 \pm 1,93$ аденом на легкие одной мыши в опытной и контрольной сериях соответственно) (рис. 3).

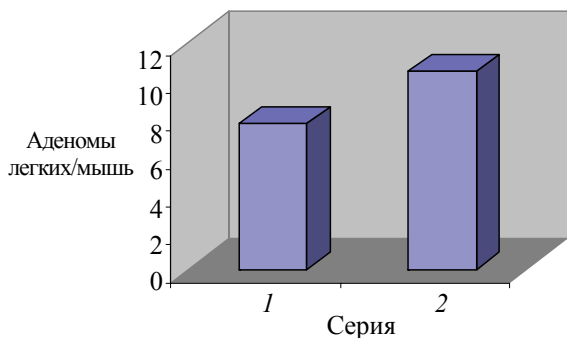


Рис. 3. Влияние SDG из оболочек семян льна на индуцированное опухолеобразование у мышей:
1 – аденомы в легких мышей, получавших SDG с кормом;
2 – контроль (аденомы интактных мышей)

При спонтанном опухолеобразовании у мышей линии Af не было выявлено различий в уровне образования аденом легких в опытной и контрольной сериях.

Полученные данные свидетельствуют о том, что фитопрепарат на основе SDG оказывает благоприятное воздействие на организм мышей высокоракетной линии Af, подавляя индуцированное канцерогеном опухолеобразование.

Заключение. Таким образом, был проведен анализ льна масличного отечественной селекции сорта Солнечный. Исследования показали, что данный сорт обладает оптимальным соотношением ненасыщенных жирных кислот и SDG. Фитопрепарат на основе SDG оказывает благоприятное воздействие на организм мышей высокоракетной линии Af,

подавляя индуцированное канцерогеном опухолеобразование.

Литература

1. Meagher, L. P. Assessment of data on the lignan content of foods / L. P. Meagher, G. R. Becher // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2000. – Vol. 13, № 6. – P. 935–947.
2. Биологически активные добавки на основе секоизолярицирезинола диглюкозида из семян льна масличного / Е. В. Феськова [и др.] // *Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология орган. в-в*. – 2008. – Вып. XVI. – С. 181–183.
3. Welch, R. W. A micro-method for the estimation of oil content and composition in seed crops / R. W. Welch // *J. Sci. Food Agr.* – 1977. – Vol. 28, № 4. – P. 635–638.
4. Масла растительные. Методы определения кислотного числа: ГОСТ 5476-80. – Введ. 01.07.1981. – Минск: Госстандарт Беларуси, 1981. – 7 с.
5. Масла растительные. Метод измерения перекисного числа: ГОСТ 26593-85. – Введ. 01.01.1986. – Минск: Госстандарт Беларуси, 1986. – 5 с.
6. Flaxseed and its lignan and oil components reduce mammary tumor growth at a late stage of carcinogenesis / L. U. Thompson [et al.] // *Carcinogenesis*. – 1996. – Vol. 17. – P. 1373–1376.
7. Wang, C. Phytoestrogen concentration determines effects on DNA synthesis in human breast cancer cells / C. Wang, M. S. Kurzer // *Nutr. Cancer*. – 1997. – Vol. 28. – P. 236–247.
8. Prediction of carcinogenic potency from toxicological data / C. C. Travis [et al.] // *Mutat. Res.* – 1990. – Vol. 241. – P. 21–36.
9. Genotoxicity of ethyl carbamate (urethane) in Salmonella, yeast and human lymphoblastoid cells / P. Hubner [et al.] // *Mutat. Res.* – 1997. – Vol. 390. – P. 11–19.
10. Платонова, Г. М. Влияние тимина на возникновение аденом в легких мышей при действии уретана и N-гидроксиуретана / Г. М. Платонова, Е. Е. Погосянц // *Вопросы онкологии*. – 1969. – Т. 15, № 2. – С. 66–71.