

И. М. Жарский, профессор; В. Н. Леонтьев, доцент;
В. В. Титок, гл. науч. сотрудник ИГиЦ НАН Беларуси;
В. Г. Лугин, зав. НИЛ ФХМИ; Л. В. Хотылева, зав. лабораторией ИГиЦ НАН Беларуси

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ЛИГНАНЫ ИЗ СЕМЯН ЛЬНА

Article is devoted biologically active lignans of flaxseeds. Mechanisms of biological activity, transformation vegetative lignans in to mammalian lignans by colonic microflora are described. Necessity of work on creation domestic fitopreparation, on a basis lignans of flaxseeds having antioxydant and antiallergenic activity is shown.

Лен масличный (*Linum usitatissimum* L.) – древнейшее культурное растение, обладающее уникальными свойствами семян и волокна, благодаря которым является незаменимым современным сырьем ряда отраслей промышленности. Уникальность льняного масла заключается в высоком содержании полиненасыщенной α -линоленовой кислоты относительно всех других растительных масел и в низком содержании нежелательных для потребления в составе пищевого рациона насыщенных жирных кислот [1]. Кроме того, льняное семя является источником белков, растворимых полисахаридов, фенольных кислот, флавоноидов, фитина, токоферолов, минеральных компонентов, лигнана и др. Состав льняного семени обуславливает его ценность как диетического продукта.

Льняное семя – один из богатейших источников лигнанов, относящихся к классу фитоэстрогенов, т. е. веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме человека. Биологические функции фитоэстрогенов в семенах растений заключаются в регуляции роста и развития, в защите семян от вредных воздействий ультрафиолетового излучения, от поражения растений грибами и другими паразитами, в регуляции активности других вторичных метаболитов. Основными биологически активными лигнанами семян являются секоизоларицирезинола диглюкозид (SDG), метаирезинол, ларицирезинол, изоларицирезинол, секоизоларицирезинол и др. [2]. Наиболее ценным с точки зрения биологической активности, а также удельного содержания в семенах является секоизоларицирезинола диглюкозид, причем его содержание в семенах льна масличного достигает аномально высокого уровня по сравнению с семенами других видов растений. В некоторых сортах льна масличного удельное содержание SDG составляет 1%, тогда как в семенах сои и зерновых культур его уровень не превышает 0,002 и 0,001% соответственно [3]. Особый интерес с точки зрения технологии представляет тот факт, что содержание SDG в различных частях семени колеблется и достигает наибольшего уровня – 2,6% – в оболочках семян льна масличного [4]. Концентрация SDG в семенах льна масличного разных сортов может варьировать от 1 до 2,6%. В пределах одного сорта со-

держание лигнанов также сильно зависит от места произрастания и условий выращивания.

Биологическая активность SDG для млекопитающих обусловлена его метабилизацией микрофлорой кишечника до энтеродиола и энтеролактона, называемых лигнанами млекопитающих (см. рисунок). Эти соединения обладают ярко выраженной антиоксидантной активностью за счет фенольных гидроксильных групп, а кроме того, эти лигнаны связываются с рецепторами женского полового гормона – эстрадиола – и таким образом влияют на секрецию половых гормонов, откуда и происходит название этих растительных лигнанов – фитоэстрогены [5, 6]. Благодаря этим своим свойствам SDG и другие лигнаны повышают иммунитет организма и обладают антиканцерогенным действием, в особенности в тех случаях, когда рак затрагивает половые сферы млекопитающих (рак простаты, молочной железы, шейки матки). Вероятно, лигнаны могут ингибировать некоторые ферменты, вовлеченные в метаболизм половых гормонов, чем и нарушают рост опухолевых клеток половой сферы. Влияние лигнанов на рецепцию эстрадиола может лежать в основе их антиаллергенного и противовоспалительного действия, отмеченного у млекопитающих [5].

Еще одним важным проявлением биологической активности лигнанами является защита от сердечно-сосудистых заболеваний, таких как атеросклероз и коронарная сердечная недостаточность [7]. Причем большинство авторов склоняются к тому, что эта активность обусловлена антиоксидантными свойствами лигнанов.

В настоящее время описан ряд методов извлечения лигнанов из растительного сырья, которые основаны на экстракции этих соединений органическими растворителями с последующей хроматографической очисткой целевых компонентов [8, 9]. Причем выход лигнанов у разных авторов значительно колеблется, что обусловлено особенностями как методов выделения, так и методов анализа. Наибольшее доверия заслуживают результаты, полученные с использованием современных методов физико-химического анализа, таких как высокоэффективная жидкостная хроматография, масс-спектрометрия, а также колебательная спектроскопия и ядерный магнитный резонанс.

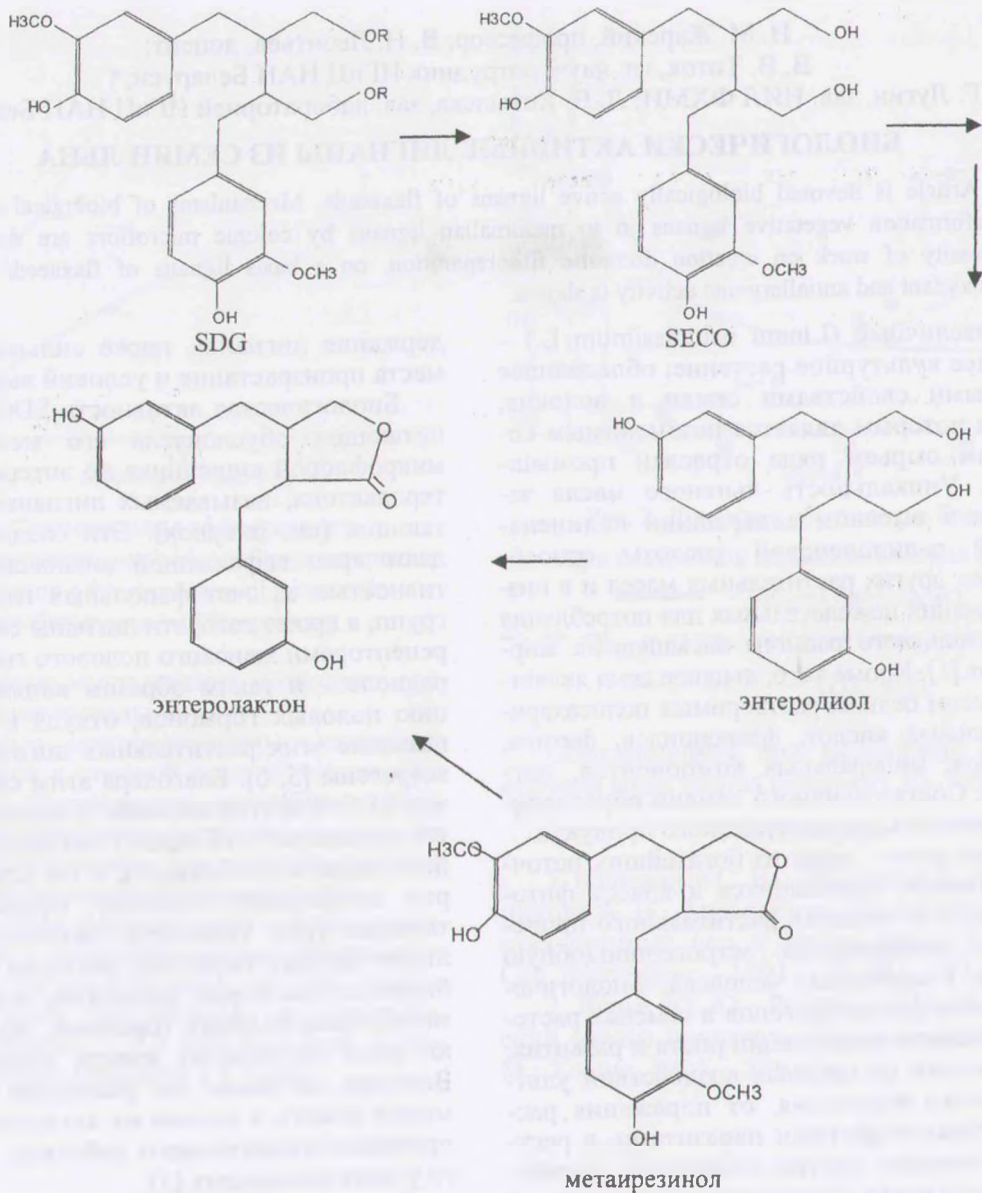


Рисунок. Превращения лигнанов семян льна масличного (секоизоларицирезинола диглюкозид и метаирезинол) в лигнаны млекопитающих (энтеролактон и энтеродиол) микрофлорой кишечника

Благодаря высокому содержанию биологически активных лигнанов в семенах льна масличного они могут быть использованы в качестве сырья для целенаправленного создания препаратов с профилактическими и лечебными свойствами. Причем нет необходимости выделять индивидуальные лигнаны для создания фитопрепаратов, поскольку описано синергическое действие лигнанов и других биологически активных компонентов семян льна масличного. Однако данный подход требует изучения химических основ проявляемой биологической активности, которая часто обусловлена действием сложной смеси биологически активных соединений в определенных количествах и пропорциях. Качественный и количественный анализ биологически активных соединений представляет собой важную научную и практическую задачу, реше-

ние которой возможно лишь с использованием современных высокоэффективных и высокоинформативных методов физико-химического анализа. Необходимый уровень качества фитопрепаратов должен быть обеспечен системами контроля качества, соответствующими международным, национальным стандартам страны.

В настоящее время ряд западных фирм – Barlean's (США), NATURE'S LIFE (США), Natrol (Канада), Nature's Way (Канада) и др. – производят биологически активные добавки к пище на основе лигнанов семян льна масличного, имеющие торговые названия Barlean's Lignan Flax Oil, Golden Flaxseed Lignans, Lignan Rich Flax Oil, Flax Oil Super Lignan и среднюю цену за грамм 0,3\$ США. Наблюдается интенсивный рост продаж этих препаратов, обладающих антиаллергенной, антиоксидантной и

противовоспалительной активностью. К сожалению, в странах СНГ, и в частности в Республике Беларусь, такие разработки не проводятся и, тем более, не выпускаются препараты аналогичного назначения, а также не развита сырьевая база для их производства (отсутствуют районированные сорта льна масличного отечественной и зарубежной селекции). Биохимический статус семян льна масличного, определяющий биосинтез лигнанов и других биологически активных компонентов, генетически детерминирован и обуславливает их соотношения. В связи с этим понятно, что эффективность фитопрепарата существенным образом будет зависеть от генетического происхождения семян льна масличного и адаптированности сорта-производителя к климатическим условиям Республики Беларусь.

Литература

1. Леонтьев В. Н., Титок В. В., Курченко В. П., Федоренко И. В., Лайковская И. В., Игнатовец О. С. Хроматографический анализ жирнокислотного состава липидов – метод идентификации биологических объектов // Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология орган. в-в. – 2005. – Вып. XIII. – С. 100–101.

2. Setchell K. D. R., Lawson F. L., Mitchell H., Adlercreutz H. T., Kirk D. N., Axelson M. Lignans in man and animal species. *Nature* 287: 740–742, 1980.

3. Kitts D. D., et al. Antioxidant activity of the flaxseed lignan secoisolariciresinol diglycoside and its mammalian lignan metabolites enterodiol and enterolactone. *Mol Cell Biochem* 1999 Dec;202(1-2):91–100.

4. Prasad K. Antioxidant activity of secoisolariciresinol diglycoside-derived metabolites, secoisolariciresinol, enterodiol, and enterolactone. *Intl J Angiology* 2000 Oct;9(4):220-5.

5. Sung M. K., Lautens M., Thompson L. U. Mammalian lignans inhibit the growth of estrogen-independent human colon tumor cells. *Anticancer Res.* 1996, 18, 1405-8.

6. Rickard S. E., Thompson L. U. Phytoestrogens and lignans: effects on reproduction and chronic disease. In *Antinutrients and Phytochemicals in Food*; Shahidi, F., Ed.; American Chemical Society: Washington, DC, 1997; P. 273–296.

7. Rickard S. E., Thompson L. U. Health effects of flaxseed mucilage, lignans. *Inform*, 8, 1997, P. 860–865.

8. Bannwart C., Adlercreutz H., Wahala K., Brunow G., Hase T. Detection and identification of the plant lignans lariciresinol, isolariciresinol and secoisolariciresinol in human urine. *Clin. Chim. Acta* 1989, 180, 293–302.

9. Appelqvist L. A. Rapid methods of lipid extraction and fatty acid methyl ester preparation for seed and leaf tissue with special remarks on preventing the accumulation of lipid contaminants, *Ark. Kemi* 1968, 28(36), 551–570.