

УДК 616.33:342.092

В. Л. Васюк¹, И. Г. Топов², И. В. Ходаков², А. П. Левицкий²

ВЛИЯНИЕ ПИТАНИЯ ВЫСОКООЛЕИНЫМ ПОДСОЛНЕЧНЫМ МАСЛОМ НА ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ ПЕЧЕНИ КРЫС

¹Буковинский государственный медицинский университет (г. Черновцы)

²ГУ «Институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии НАМН Украины», г. Одесса

Summary. Vasyuk V. L., Topov I. G., Khodakov I. V., Levitsky A. P. **THE INFLUENCE OF THE HIGH-OLEIC AND SUN-FLOWER OIL NUTRITION ON THE FATTY AND COMPOSITION OF RAT LIVER LIPIDS.** – Bukovinskiy state medical university, Chernovtsy; SE “ Institute for stomatology & facial-maxillar surgery”, Odessa, e-mail: flavan@mail.ru. Aim: To determine influence of the high-oleic and sun-flower oil on the fatty acid composition of liver lipids. Materials and methods: The rats received hife synthetic non-fatty ration to wich added 5 % usual sun-flower oil (group 1) or 5 % high-oleic acid sun-flower oil (group 2) during 30 days. The content of triglycerides (TG) and total cholesterine (TCh) and the fatty-acid composition different fractions of lipids (TG+Ch, phospholipids and free fatty acid (FFA). Results: High-oleic acid sunflower oil depressed in liver of content TG on 10,3 % and TCh on 18,3 %. The content of linoleic acid was depressed in 2,4 times. The content of oleic acid into fraction TG+Ch and ω -3 PUFA and was raised in 1,5-2 times. Into fraction phospholipids content of ω -3 PUFA was raised in 5-25 times, and into fraction FFA. Content of ω -3 PUFA was raised in 2-7 times. Conclusion: High-oleic acid sun-flower oil deprese of steatosis of liver and raise level of ω -3 PUFA.

Key words: high-oleic acid sun-flower oil, liver lipids, ω -6 and ω -3 PUFA.

Реферат. Васюк В. Л., Топов И. Г., Ходаков И. В., Левицкий А. П. **ВЛИЯНИЕ ПИТАНИЯ ВЫСОКООЛЕИНЫМ ПОДСОЛНЕЧНЫМ МАСЛОМ НА ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ ПЕЧЕНИ КРЫС.** Высокоолеиновое подсолнечное масло, содержащее до 80-90 % олеиновой кислоты (C_{18:1}), снижает риск развития ожирения и стеатогепатита, а также увеличивает в липидах печени содержание эссенциальных ω -3 жирных кислот.

Ключевые слова: высокоолеиновое подсолнечное масло, липиды печени, ω -6 и ω -3 ПНЖК.

Реферат. Васюк В. Л., Топов И. Г., Ходаков И. В., Левицкий А. П. **ВПЛИВ ХАРЧУВАННЯ ВИСОКООЛЕЙНОВОЮ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЄЮ НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ЛІПІДІВ ПЕЧІНКИ ЩУРІВ.** Високоолеїнова соняшникова олія, яка містить до 80-90 % олеїнової кислоти (C_{18:1}), знижує ризик розвитку ожиріння і стеатогепатиту, а також збільшує в ліпідах печінки вміст есенціальних ω -3 жирних кислот.

Ключові слова: високоолеїнова соняшникова олія, ліпіди печінки, ω -6 і ω -3 ПНЖК.

Введение. Обычное подсолнечное масло, широко используемое в питании, содержит около 60 % линолевой кислоты (C_{18:2}), содержащей две двойные связи в радикале [1]. Однако потребность человека в линолевой кислоте весьма ограничена (6-8 г/сутки), и она выполняет не энергетическую, а, главным образом, пластическую функцию, входя в состав

мембранных и транспортных липидов [2, 3]. Избыток линолевой кислоты окисляется в пероксисомах до CO_2 и H_2O , не образуя АТФ [3]; часть линолевой кислоты участвует в образовании псевдоэйкозаноидов, обладающих провоспалительными свойствами, или подвергается перекисному окислению с образованием токсичных продуктов пероксидации [4].

В отличие от линолевой, олеиновая кислота ($\text{C}_{18:1}$), содержащая одну двойную связь, выполняет, главным образом, энергетическую функцию, окисляясь в митохондриях до CO_2 и H_2O с образованием АТФ [5]. Олеиновая кислота не образует эйкозаноидов и значительно более устойчива к перекисному окислению.

Селекционным путем в Украине, а также в ряде зарубежных стран, были созданы сорта и гибриды подсолнечника, содержащие в масле значительное количество (до 90 %) олеиновой кислоты, при существенном снижении других жирных кислот и, прежде всего, линолевой [6]. По жирнокислотному составу высокоолеиновое подсолнечное масло приближается к природному оливковому маслу, однако содержит в 3 раза меньше пальмитиновой кислоты ($\text{C}_{16:0}$), повышенное поступление которой (более 15 %) в организм человека может приводить к развитию атеросклероза [7].

Целью настоящего исследования стало определение влияния питания с использованием высокоолеинового подсолнечного масла на жирнокислотный состав липидов печени, играющей главную роль в жировом обмене.

Материалы и методы исследования

В работе было использовано обычное (высоколинолеовое) подсолнечное масло (масло «Щедрый дар» производства ЧАО «Полтавский масло-экстракционный завод») и высокоолеиновое подсолнечное масло «Оливка» (производитель НПА «Одесская биотехнология». ТУ У 15.4-13903778-36:2002. Заключение МЗУ № 5.10/27499 от 26.07.2002 г.).

Эксперименты по кормлению были проведены на 12 белых крысах линии Вистар (самцы, 5 месяцев, средняя живая масса 235 ± 11 г), распределенных в 2 равные группы: 1-ая получала полусинтетический рацион, содержащий 5 % обычного подсолнечного масла, 2-ая группа получала аналогичный рацион, однако вместо обычного подсолнечного масла она получала высокоолеиновое подсолнечное масло «Оливка». Состав рационов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав рационов для крыс, содержащих высокоолеиновое или высокоолеиновое подсолнечное масло

Компонент	Обычное (высоколинолеовое) подсолнечное масло	Высокоолеиновое подсолнечное масло «Оливка»
Крахмал кукурузный	610	610
Шрот соевый	150	150
Овальбумин	50	50
Сахар	90	90
Минеральная смесь	40	40
Витаминная смесь	10	10
Подсолнечное масло обычное	50	0
«Оливка»	0	50

Жирнокислотный состав обоих масел был исследован с помощью метода газожидкостной хроматографии [8] и представлен в таблице 2, из которой видно, что главной жирной кислотой обычного подсолнечного масла является линолевая (57,12 %), а главной кислотой высокоолеинового подсолнечного масла является олеиновая (84,57 %).

Продолжительность опыта составила 30 дней. Эвтаназию крыс осуществляли под тиопенталовым наркозом (20 мг/кг) путем тотального кровопускания из сердца. Иссекали часть печени, в гомогенате которой определяли содержание триглицеридов (ТГ) и общего холестерина (ОХ) ферментативными методами [9]. Экстракцию фракций липидов печени (триглицериды и эфиры холестерина), фосфолипиды и свободные жирные кислоты (СЖК) осуществляли в соответствии с методическими рекомендациями [8]. Жирнокислотный состав

липидных фракций осуществляли после их перевода в метиловые эфиры и разделения методом газо-жидкостной хроматографии, используя стандартный набор эталонов жирных кислот [8]. Жирнокислотный состав представлен в виде средних величин из трех повторностей.

Таблица 2

Жирнокислотный состав подсолнечных масел (%)

Жирная кислота	Обычное подсолнечное масло	Масло «Оливка»
Миристиновая (C _{14:0})	0,12	0,06
Пальмитиновая (C _{16:0})	6,53	4,15
Пальмитолеиновая (C _{16:1})	0,12	0,13
Стеариновая (C _{18:0})	2,86	2,75
Олеиновая (C _{18:1})	30,29	84,57
Линолевая (C _{18:2})	57,12	6,16
Линоленовая (C _{18:3})	0,08	0,21
Арахидиновая (C _{20:0})	0,26	0,28
Бегеновая (C _{22:0})	0,81	1,06

Результаты и их обсуждение

В таблице 3 представлены результаты определения содержания в печени триглицеридов и общего холестерина. Как видно из этих данных, кормление крыс высокоолеиновым подсолнечным маслом снижает содержание в печени жира на 10,3 %, а холестерина на 28,3 %.

Таблица 3

Содержание липидов в печени крыс, получавших масло «Оливка»

Показатель	Обычное подсолнечное масло	Подсолнечное масло «Оливка»
Триглицериды, ммоль/кг	15,5±0,8	13,9±1,4 p>0,05
Общий холестерин, ммоль/кг	9,2±1,3	6,6±0,5 p<0,05

В таблице 4 представлен жирнокислотный состав фракции липидов печени, содержащей триглицериды и общий холестерин.

Таблица 4

Жирнокислотный состав фракции ТГ+ЭХ в липидах печени крыс, получавших масло «Оливка» (%) (среднее из 3-х определений)

Жирная кислота	Обычное подсолнечное масло	Подсолнечное масло «Оливка»
Миристиновая	1,05	1,24
Пальмитиновая	21,62	20,66
Пальмитолеиновая	6,08	4,61
Стеариновая	1,69	1,31
Олеиновая	33,37	54,10
Линолевая	27,29	11,27
Линоленовая	0,23	0,31
Арахидиновая	2,69	1,32
Эйкозапентаеновая	<0,01	0,02
Докозапентаеновая	0,09	0,12
Докозагексаеновая	0,13	0,27
ω-6/ω-3	55	17

Видно, что при кормлении высокоолеиновым маслом более чем в 1,5 раза возрастает содержание олеиновой кислоты, а содержание линолевой кислоты снижается в 2,5 раза. Важно отметить заметный рост уровня эссенциальных ω -3 жирных кислот: линоленовой ($C_{18:3}$), эйкозапентаеновой ($C_{20:5}$), докозапентаеновой ($C_{22:5}$) и докозагексаеновой ($C_{22:6}$) кислот при двукратном снижении содержания ω -6 арахидоновой кислоты ($C_{20:4}$). Соотношение суммы ω -6 ПНЖК (линолевой + арахидоновой) и суммы ω -3 ПНЖК (α -линоленовой + эйкозапентаеновой + докозагексаеновой) снижается при потреблении масла «Оливка» почти в 4 раза, приближаясь к физиологическому оптимуму, который равен 3-5 [10, 11].

В таблице 5 представлен жирнокислотный состав фракции фосфолипидов печени. Видно, что при потреблении обычного подсолнечного масла почти 50 % жирных кислот фосфолипидов представлено насыщенными кислотами (пальмитиновой и стеариновой). При потреблении масла «Оливка» содержание насыщенных и линолевой кислот снижается, однако существенно возрастает содержание эссенциальных ПНЖК: линоленовой в 6 раз, эйкозапентаеновой в 10 раз, а докозагексаеновой в 25 раз. При этом соотношение ω -6/ ω -3 ПНЖК снижается почти в 20 раз, соответствуя идеальной норме.

Таблица 5

Жирнокислотный состав фракции фосфолипидов (ФЛ) липидов печени крыс, получавших масло «Оливка» (%) (среднее из 3-х определений)

Жирная кислота	Обычное подсолнечное масло	Подсолнечное масло «Оливка»
Миристиновая	0,37	0,49
Пальмитиновая	24,70	21,34
Пальмитолеиновая	2,98	1,98
Стеариновая	22,14	19,70
Олеиновая	16,07	19,75
Линолевая	14,00	10,79
Линоленовая	0,01	0,06
Арахидоновая	11,96	15,48
Эйкозапентаеновая	<0,01	0,10
Докозапентаеновая	0,09	0,41
Докозагексаеновая	0,13	3,24
ω -6/ ω -3	108	6

В таблице 6 показан жирнокислотный состав СЖК печени.

Таблица 6

Жирнокислотный состав фракции свободных жирных кислот (СЖК) липидов печени крыс, получавших масло «Оливка» (%) (среднее из 3-х определений)

Жирная кислота	Обычное подсолнечное масло	Подсолнечное масло «Оливка»
Миристиновая	0,79	0,78
Пальмитиновая	17,89	17,10
Пальмитолеиновая	4,92	3,25
Стеариновая	7,49	9,31
Олеиновая	24,40	31,85
Линолевая	21,44	11,94
Линоленовая	0,15	0,19
Арахидоновая	14,52	15,65
Эйкозапентаеновая	0,04	0,31
Докозапентаеновая	0,26	0,57
Докозагексаеновая	1,19	2,28
ω -6/ ω -3	22	7,6

Видно, что потребление масла «Оливка» увеличивает содержание олеиновой кислоты

(в 1,3 раза) и в 2 раза снижает содержание линолевой. Вместе с тем возрастает содержание всех ω -3 ПНЖК: линоленовой (в 1,3 раза), эйкозапентаеновой (в 8 раз), эйкозапентаеновой и докозагексаеновой (почти в 2 раза). Соотношение ω -6/ ω -3 ПНЖК падает в 3 раза, приближаясь к физиологическому оптимуму.

Таким образом, питание высокоолеиновым подсолнечным маслом оказывает положительное действие на жировой обмен в печени, снижая накопление липидов в этом органе (профилактика стеатоза) и увеличивая содержание ПНЖК ω -3 ряда, играющих чрезвычайно важную роль в регуляции метаболизма и оказывающих профилактический эффект при многих заболеваниях [12].

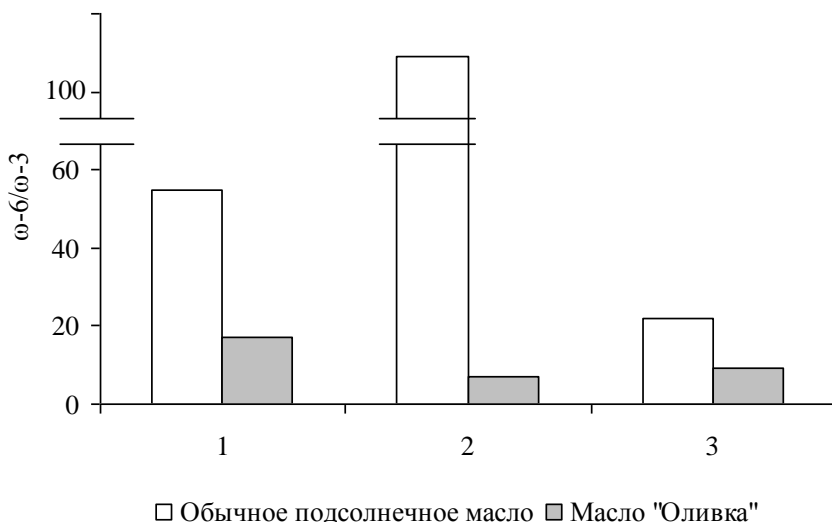


Рис. Влияние масла «Оливка» на соотношение ω -6/ ω -3 ПНЖК в липидах печени (1 – ТГ+ЭХ; 2 – ФЛ; 3 – СЖК)

Выводы

1. Высокоолеиновое подсолнечное масло, содержащее до 80-90 % олеиновой кислоты ($C_{18:1}$), снижает риск развития ожирения и стеатогепатита.
2. Высокоолеиновое подсолнечное масло увеличивает содержание в липидах эссенциальных кислот.

Литература:

1. Титов В. Н. Жирные кислоты. Физическая химия, биология и медицина / В. Н. Титов, Д. М. Лисицын. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2006. – 672 с.
2. Levitsky A. P. Fatty food, fatty acids, Healthy sun-flower olive / A. P. Levitsky, I. L. Potarova // Journ. Food a Nutrition. Sciences. – 2015. – v. 4, iss. 3. – P. 15-20.
3. Коткина Т. И. Иные представления о β -окислении жирных кислот в пероксисомах, митохондриях и кетоновые тела. Диабетическая, ацидотическая кома как острый дефицит ацетил-КоА и АТФ / Т. И. Коткина, В. Н. Титов, Р. М. Паркинович // Клиническая лабораторная диагностика. – 2014. – № 3. – С. 14-23.
4. Folco G. Eicosanoid Transcellular biosynthesis: from cell-cell interactions to in vivo tissue responses / G. Folco, R. C. Murphy // Pharmacological reviews. – 2006. – v. 58, № 3. – P. 375-388.
5. Роль високоолеїнової соняшникової олії у вирішенні проблеми жирового забезпечення сільськогосподарських тварин та птиці / А. П. Левицький, А. П. Лапінська, І. В. Ходаков [та ін.] // Зернові продукти і комбіорма. – 2016. – т. 62, № 2. – С. 38-43.
6. Применение высокоолеинового подсолнечного масла «Оливка» для профилактики неинфекционных заболеваний: методические рекомендации / А. П. Левицкий, О. А. Макаренко, И. А. Селиванская [и др.]. – Одесса: КП ОГТ, 2016. – 15 с.
7. Роль пальмитиновой жирной кислоты в инициации гипертриглицеридемии, гиперхолестеринемии, атеросклероза и атероматоза / В. Н. Титов, Т. А. Рожкова,

В. А. Амелюшкина [и др.] // Международный медицинский журнал. – 2015. – т. 21, № 2(82). – С. 5-14.

8. Левицкий А. П. Методы исследования жиров и масел / А. П. Левицкий, О. А. Макаренко, И. В. Ходаков. – Одесса: КП ОГТ, 2015. – 32 с.

9. Энциклопедия клинических лабораторных тестов. Под ред. Н. У. Тица. – М.: Лабинформ, 1997. – С. 128, 459-460.

10. Effects of different dietary ω -6/ ω -3 polyunsaturated fatty acid rations on boar reproduction / Y. Lin, X. Cheng, J. Mao [et al.] // Lipids Health. Dis. – 2016. – № 15(31). – P. 1-10.

11. Optimizing DHA levels in piglets by lowering the linolenic and to α -linolenic and ration / C. Blank, M. A. Neumann, M. Makrides [et al.] // J. Lipid Res. – 2002. – v. 43. – P. 1537-1543.

12. Гладышев М. И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека / М. И. Гладышев // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2012. – т. 4, № 5. – С. 352-386.

References

1. Titov V. N., Lisitsyn D. M. Zhyrnye kisloty. Fizicheskaya khimiya, biologiya i meditsyna [Fat acids. Physical chemistry, biology and medicine]. Tver, Triada, 2006: 672.

2. Levitsky A. P., Potapova I. L. Fatty food, fatty acids, Healthy sun-flower olive. Journ. Food a Nutrition. Sciences. 2015; 4(3): 15-20.

3. Kotkina T. I., Titov V. N., Parkinovich R. M. The new idea about β -oxidation of fatty acids in peroxisomes, mitochondriae and ketone bodies. Diabetic, acidotic coma as the acute deficiency of Acetyl-CoA and ATP. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2014; 3: 14-23.

4. Folco G., Murphy R. C. Eicosanoid Transcellular biosynthesis: from cell-cell interactions to in vivo tissue responses. Pharmacological reviews. 2006; 58(3): 375-388.

5. Levitsky A. P., Lapins'ka A. P., Khodakov I. V. [et al.]. The role of high-oleic acid sunflower oil in the determination of problem agricultural animals and ponetry ensuring. Zernovi produkty i kombikormy, 2016; 62(2): 38-42.

6. Levitsky A. P., Makarenko O. A., Selivanskaya I. A. [et al.]. Primenenie vysokooleinovogo podsolnechnogo masla «Olivka» dlya profilaktiki neinfektsionnykh zabolevaniy: metodicheskie rekomendatsii [The application of high olein sunflower oil “Olivka” for the prevention of noninfectious diseases: the guidelines]. Odessa, KP OGT, 2016: 15.

7. Titov V. N., Rozhkova T. A., Amelyushkina V. A. [et al.]. Role of palmitic fatty acid in initiation of hypertriglyceridemia, hypercholesterolemia, atherosclerosis and atheromatosis. Mezhdunarodnyy meditsinskiy zhurnal. 2015; 21(2(82)): 5-14.

8. Levitsky A. P., Makarenko O. A., Khodakov I. V. Metody issledovaniya zhirov i masel [Methods to investigate fats and oils]. Odessa: KP OGT, 2015: 32.

9. Entsiklopediya klinicheskikh laboratornykh testov [The encyclopedia of clinical laboratoric tests]. Red. N. U. Tica. Moskva: Labinform, 1997: 128, 459-460.

10. Lin Y., Cheng X., Mao J. [et al.]. Effects of different dietary ω -6/ ω -3 polyunsaturated fatty acid rations on boar reproduction. Lipids Health. Dis. 2016; 15(31): 1-10.

11. Blank C., Neumann M. A., Makrides M. [et al.]. Optimizing DHA levels in piglets by lowering the linolenic and to α -linolenic and ration. J. Lipid Res. 2002; 43: 1537-1543.

12. Gladyshev M. I. Essential polyunsaturated fatty acids and their sources for men. Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya.. 2012; 4(5): 352-386.

Работа поступила в редакцию 28.11.2016 года.

Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования