

Levitsky A. P., Khodakov I. V., Tkachuk V. V. The comparative estimation of influence of higholeic sunflower and palm oils consumption on the fatty acids content of rat liver lipids. Journal of Education, Health and Sport. 2017;7(2):305-318. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.376811> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/4322>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 02.02.2017. Revised 03.02.2017. Accepted: 05.02.2017.

UDC 612.014.1

THE COMPARATIVE ESTIMATION OF INFLUENCE OF HIGHOLEIC SUNFLOWER AND PALM OILS CONSUMPTION ON THE FATTY ACIDS CON- TENT OF RAT LIVER LIPIDS

A. P. Levitsky¹, I. V. Khodakov¹, V. V. Tkachuk²

¹SE «The Institute of Stomatology and Maxillo-Facial Surgery of the NAMS of Ukraine»

(Odessa, Ukraine) flavan@mail.ru

²Odessa National Medical University

Summary

Aim: To determine of influence of higholeic sunflower and palm oils consumption on the fatty acids content of rat liver lipids.

Materials and methods: The content of liver lipids and fatty acid levels in 2 lipid fractions were determined in 3 groups of rats: 1 – fat free ration, 2 – ration with 15 % higholeic sunflower oil and 3 – ration with 15 % palm oil. The duration of feeding was 40 days. First lipid fraction was triglycerides (TG) + ester cholesterine (EC). Second lipid fraction was free fatty acids (FFA).

Results: Increase of weight was the largest for third group, and the least for second group. The content of lipids in liver was the largest for third group, and the last for first group. The content of FFA was the largest for third group. The content of ω -6 PUSFA was the largest for third group. The content ω -3 PUSFA was the largest for second group.

Conclusion: Palm oil consumption lead to increase sueight, the content of lipids and ω -6 PUSFA or decrease the content of ω -3 PUSFA on liver. Higholeic acid sunflower oil increase the content of ω -3 PUSFA.

Keywords: liver, fat nutrition, higholeic sunflower oil, palm oil, ω -6 PUSFA, ω -6 PUSFA.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВЫСОКООЛЕИНОВОГО И ПАЛЬМОВОГО МАСЕЛ НА ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ ПЕЧЕНИ КРЫС

А. П. Левицкий ¹, И. В. Ходаков ¹, В. В. Ткачук ²

**¹ГУ «Институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Национальной
академии медицинских наук Украины» (г. Одесса, Украина)**

E-mail: flavan@mail.ru

²Одесский национальный медицинский университет

Резюме

Потребление крысами рациона, содержащего 15 % пальмового масла, вызывает развитие стеатоза печени, увеличение содержания СЖК и значительное снижение содержания ω -3 ПНЖК. Потребление рациона с 15 % высокоолеинового подсолнечного масла не вызывает развития стеатоза печени, не увеличивает содержание СЖК и значительно увеличивает содержание ω -3 ПНЖК.

Ключевые слова: печень, жировое питание, высокоолеиновое подсолнечное масло, пальмовое масло, ω -6 ПНЖК, ω -3 ПНЖК.

Введение

В последние десятилетия существенно изменился характер жирового питания населения Украины. Во-первых, значительно увеличилось потребление жиров (около 40 % потребляемой энергии) [1]. Во-вторых, в состав многих жиросодержащих продуктов стали вводить в качестве заменителя сливочного масла пальмовое масло, характеризующееся более высоким содержанием пальмитиновой кислоты [2]. В-третьих, в Украине стали выращивать сорта и гибриды высокоолеинового

подсолнечника, в масле которого содержание олеиновой кислоты превышает ее содержание в оливковом масле [3].

В ряде стран (США, Австралия, Франция и ряд других) высокоолеиновое подсолнечное масло почти полностью вытеснило с рынка и сферы потребления обычное, высоколинолевое подсолнечное масло [4,5]. Такая замена обычного подсолнечного масла на высокоолеиновое продиктована заботой о здоровье людей и технологическими соображениями, поскольку высокоолеиновое масло более стойко к окислению и прогорканию [6].

Целью настоящего исследования стало определение влияния высокоолеинового подсолнечного масла и пальмового масла на жирнокислотный состав липидов печени крыс. Выбор печени в качестве объекта исследования не случаен, поскольку именно этот орган является главным местом взаимопревращения жирных кислот [7].

Материалы и методы исследования

Эксперименты были проведены на 21 белой крысе линии Вистар (самцы, 9 месяцев, начальная живая масса $242,1 \pm 13,5$ г), распределенных в 3 равные группы: 1-ая – контроль, получала безжировой рацион (БЖР) (табл. 1), 2-ая – получала рацион с вводом 15 % высокоолеинового подсолнечного масла, 3-я – получала рацион с вводом 15 % пальмового масла.

Таблица 1

Состав рационов для крыс

| Компонент | БЖР <1 % | ЖР Оливка 15 % | ЖР Пальмовое 15 % |
|--------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Крахмал кукурузный | 66 | 51 | 51 |
| Шрот соевый | 15 | 15 | 15 |
| Овальбумин | 5 | 5 | 5 |
| Сахар | 9 | 9 | 9 |
| Минеральная смесь | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Витаминная смесь | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| «Оливка» | 0 | 15 | 0 |
| Пальмовое масло | 0 | 0 | 15 |

Высокоолеиновое подсолнечное масло «Оливка» было получено от НПА «Одесская биотехнология» (ТУ У 15.4-13903778-36-2002. Заключение МЗУ № 5.10/27499 от 26.07.2002 г.). Пальмовое масло Duke's RBD Palm oil, Malaysia.

Жирнокислотный состав масел представлен в таблице 2. Видно, что в масле «Оливка» содержание олеиновой кислоты составляет почти 85 %, а пальмитиновой – около 4 %, тогда как в пальмовом масле олеиновая кислота составляет 42 %, а пальмитиновая – 41 %.

Таблица 2

Жирнокислотный состав использованных масел

| Жирная кислота | «Оливка» | Пальмовое масло |
|-------------------------------------|--------------|-----------------|
| Миристиновая C _{14:0} | 0,06 | 1,16 |
| Пальмитиновая C _{16:0} | <u>4,15</u> | <u>42,02</u> |
| Пальмитоолеиновая C _{16:1} | 0,13 | 0,18 |
| Стеариновая C _{18:0} | 2,75 | 4,87 |
| Олеиновая C _{18:1} | <u>84,57</u> | <u>40,93</u> |
| Линолевая C _{18:2} | 6,16 | 9,49 |
| Линоленовая C _{18:3} | 0,21 | 0,17 |
| Арахидиновая C _{20:0} | 0,28 | 0,47 |
| Бегеновая C _{22:0} | 1,06 | 0,13 |

Кормление крыс продолжалось 40 дней. Крыс взвешивали в первый, 21-й и 40-й день опыта, измеряли длину тела (от носа до основания хвоста) в первый и 40-й день опыта. Умерщвление животных осуществляли под тиопенталовым наркозом (20 мг/кг) путем тотального кровопускания из сердца. Иссекали часть печени для определения липидов.

Использовали экстракционный способ Доула в нашей модификации [8] для экстракции и разделения липидов печени крыс на фракции:

- 1) триглицериды (ТГ) + эфиры холестерина (ЭХ);
- 2) свободные жирные кислоты (СЖК).

Для извлечения ТГ+ЭХ и СЖК из печени крыс использовали трёхкомпонентную жидкую экстракционную смесь (ЭС): гептан–изопропиловый спирт– 1 н. серная кислота, предложенную Dole (1956, 1960) для экстракции СЖК из сыворотки крови, соотношение компонентов которой в данном способе изменили для работы с печенью:

1 : 1 : 0,024. Фрагменты печени крыс гомогенизировали в ЭС для предотвращения действия липаз в соотношении печень–ЭС 1 : 17. Оптимальная масса образца печени $6 \pm 0,1$ г. ЭС расслаивали на гептановую фракцию, содержащую ТГ+ЭХ и СЖК, и водно-спиртовую фракции путём добавления воды. Соотношение гептана, изопропилового спирта и воды в такой экстракционной системе 1 : 1 : 0,75. Опытным путём было установлено, что такое соотношение компонентов обеспечивает быстрое и качественное отслоение гептановой фракции без центрифугирования при содержании липидов в этой фракции не более 25 мг/мл. Данная ЭС также позволяет частично извлекать из печени фосфолипиды, которые после отслоения гептановой фракции удерживаются в водно-спиртовой фракции, из которой их можно извлечь гексаном для исследования жирнокислотного состава. Гептановую фракцию смешивали с изопропиловым спиртом и обрабатывали водно-спиртовым раствором NaOH (насыщенный водный раствор NaOH–вода–изопропиловый спирт в соотношении 0,01 : 2 : 4) для омыления СЖК, в результате чего соли данных кислот удерживаются в водно-спиртовой фракции при последующем расслоении после добавления воды. Остальные липиды (ТГ+ЭХ), не взаимодействующие со щёлочью, удерживаются в гептановой фракции. Гептановую фракцию выпаривали, остаток взвешивали для определения содержания ТГ+ЭХ. Водно-спиртовую фракцию обрабатывали водным раствором серной кислоты для восстановления СЖК, которые извлекали добавкой гептана. Отслоенную гептановую фракцию выпаривали, остаток взвешивали для определения содержания СЖК. Полученные остатки фракций липидов в дальнейшем использовали для изучения жирнокислотного состава при помощи газовой хроматографии на хроматографической системе газовый хроматограф GC-17A (Shimadzu) – масс-детектор GCMS-QP5050A (Shimadzu) – колонка TR-Fame (Thermo Scientific) [9].

Результаты и их обсуждение

В таблице 3 представлены результаты определения прироста живой массы. Из этих данных видно, что наибольший прирост живой массы наблюдается у крыс, получавших жировой рацион с пальмовым маслом, а наименьший – у крыс, получавших «Оливку». БЖР сказывается на приросте живой массы примерно так, как и рацион с пальмовым маслом. Это обстоятельство можно объяснить тем, что при БЖР главным источником энергии в организме являются углеводы, из которых в печени образуется пальмитиновая кислота [10], т. е. складывается ситуация, напоминающая ситуацию при потреблении пальмового масла.

Таблица 3

Влияние рационов с разным содержанием жиров на прирост живой массы, ИМТ

| №№ пп | Показатели | БЖР <1 % | ЖР Оливка 15 % | ЖР Пальмовое 15 % |
|----------|---------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| 1 | Прирост живой массы (абсол., г) | | | |
| | за 21 сутки | 59,0±1,5 | 40,7±2,6 | 60,1±3,9 |
| | за 40 суток | 77,7±1,8 | 45,9±2,7 | 80,7±5,7 |
| 2 | Прирост живой массы (относ., %) | | | |
| | за 21 сутки | 29,0±1,9 | 16,7±2,2 | 24,9±2,7 |
| | за 40 суток | 38,2±2,4 | 18,4±1,9 | 33,0±2,6 |

В таблице 4 представлены результаты определения липидов в ткани печени экстракционным методом Доула. Как и ожидалось, высокожировые рационы значительно увеличивают содержание липидов (фракция ТГ + ЭХ) в печени: при потреблении масла «Оливка» в 3 раза, а при потреблении пальмового масла в 6,2 раза, что дает основание говорить о стеатозе печени, возникающем при потреблении пальмового масла. Кроме того, пальмовое масло повышает в печени содержание СЖК, играющих патогенную роль в развитии стеатогепатита [12].

Таблица 4

Содержание липидов в печени крыс, получавших рацион с разными жирами (г/кг)

| №№ пп | Показатели | БЖР <1 % | ЖР Оливка 15 % | ЖР Пальмовое 15 % |
|----------|---------------|-------------|-------------------|----------------------|
| 1 | Фракция ТГ+ЭХ | 27,2 | 80,5 | 168,4 |
| 2 | Фракция СЖК | 2,94 | 2,83 | 4,60 |

Примечания: ТГ – триглицериды, ЭХ – эфиры холестерина, СЖК – свободные жирные кислоты.

В таблице 5 показано содержание основных жирных кислот во фракции ТГ + ЭХ печени крыс, получавших разные по содержанию жира рационы. Суммарно основные жирные кислоты в этой фракции липидов составляют не менее 90 % всех жирных кислот. У крыс, получавших БЖР, содержание пальмитиновой кислоты значительно

превосходит ее содержание у крыс, получавших высокоолеиновое подсолнечное масло и практически равно ее содержанию у крыс, получавших пальмовое масло. Как и ожидалось, потребление масла «Оливка» значительно увеличивает в липидах печени содержание олеиновой кислоты.

Таблица 5

Содержание основных жирных кислот во фракции ТГ и ЭХ в печени крыс, получавших рационы с разными жирами

| Жирные кислоты | БЖР <1 % | ЖР Оливка 15 % | ЖР Пальмовое 15 % |
|-------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Пальмитиновая C _{16:0} | 27,6 | 16,9 | 27,3 |
| Пальмитоолеиновая C _{16:1} | <u>9,9</u> | 2,3 | 2,4 |
| Стеариновая C _{18:0} | 2,7 | 2,7 | 3,5 |
| Олеиновая C _{18:1} | 36,1 | <u>61,2</u> | 42,4 |
| Вакценовая C _{18:1} | <u>8,6</u> | 1,7 | 3,7 |
| Линолевая C _{18:2} | 8,4 | 8,9 | 13,4 |
| Всего | 90,3 | 90,7 | 92,7 |

В таблице 6 представлены результаты определения содержания основных жирных кислот во фракции СЖК печени.

Таблица 6

Содержание основных жирных кислот во фракции СЖК в печени крыс, получавших рационы с разными жирами

| Жирные кислоты | БЖР <1 % | ЖР Оливка 15 % | ЖР Пальмовое 15 % |
|-------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| Пальмитиновая C _{16:0} | 23,1 | 15,7 | 22,8 |
| Пальмитоолеиновая C _{16:1} | <u>5,7</u> | 1,9 | 2,0 |
| Стеариновая C _{18:0} | 13,3 | 11,2 | 9,8 |
| Олеиновая C _{18:1} | 15,7 | <u>37,9</u> | 27,4 |
| Вакценовая C _{18:1} | <u>7,4</u> | 2,4 | 2,5 |
| Линолевая C _{18:2} | 8,0 | 9,4 | 10,3 |
| Всего | 73,2 | 78,5 | 74,8 |

Видно, что их суммарное количество в этой фракции существенно ниже, чем во фракции ТГ + ЭХ. Превалирующей жирной кислотой СЖК печени крыс, получавших БЖР, является пальмитиновая, у крыс, получавших пальмовое масло, пальмитиновая и олеиновая, тогда как у крыс, получавших «Оливку» превалирует олеиновая кислота.

В таблице 7 представлены результаты определения суммарного содержания ПНЖК ω -6 и ω -3 рядов в липидах печени крыс (фракция ТГ + ЭХ). Видно, что самая большая доля ω -6 ПНЖК наблюдается у крыс, получавших пальмовое масло, тогда как наибольшая доля ω -3 ПНЖК у крыс, получавших высокоолеиновое масло. Поэтому соотношение ω -6/ ω -3 самое низкое у этих крыс: в 2,5 раза ниже по сравнению с крысами, получавшими БЖР, и в 5 раз ниже, чем у крыс, получавших пальмовое масло. Соотношение ω -6/ ω -3 ПНЖК в липидах печени крыс, получавших высокоолеиновое подсолнечное масло, практически соответствует идеальному соотношению ПНЖК этих двух рядов [13-15].

Таблица 7

Влияние рационов с разными жирами на содержание ω -6 и ω -3 ПНЖК
во фракции ТГ+ЭХ в печени крыс

| Жирные кислоты | БЖР <1 % | ЖР Оливка 15 % | ЖР Пальмовое 15 % |
|---|-------------|-------------------|----------------------|
| Σ ω -6 ПНЖК (C _{18:2} + C _{20:4}) | 9,68 | 9,85 | 15,36 |
| Σ ω -3 ПНЖК (C _{18:3} + C _{20:5} + C _{22:5} + C _{20:6}) | 0,80 | <u>2,01</u> | 0,63 |
| ω -6/ ω -3 ПНЖК | 12,10 | <u>4,90</u> | 24,38 |

Примечание: ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты.

Аналогичные данные представлены в таблице 8 для фракции СЖК печени крыс. Видно, что и в этой фракции липидов печени крыс, получавших масло «Оливка», превалируют ω -3 ПНЖК. Прием пальмового масла снижает их содержание во фракции СЖК печени почти в 3 раза.

Соотношение ω -6/ ω -3 ПНЖК для фракции СЖК липидов печени в 2 раза ниже, чем у крыс, получавших БЖР, и в 3 раза меньше, чем у крыс, получавших пальмовое масло.

Таблица 8

Влияние рационов с разными жирами на содержание ω -6 и ω -3 ПНЖК
во фракции СЖК в печени крыс

| Жирные кислоты | БЖР <1 % | ЖР Оливка 15 % | ЖР Пальмовое 15 % |
|---|-------------|-------------------|----------------------|
| Σ ω -6 ПНЖК (C _{18:2} + C _{20:4}) | 23,23 | 18,46 | 23,07 |
| Σ ω -3 ПНЖК (C _{18:3} + C _{20:5} + C _{22:5} + C _{20:6}) | 4,12 | <u>6,92</u> | 2,69 |
| ω -6/ ω -3 ПНЖК | 5,64 | <u>2,67</u> | 8,58 |

Содержание отдельных ПНЖК ω -3 ряда в липидах печени показано на рис. 1 и 2. Как видно из рис. 1, среди этих кислот в составе фракции ТГ + ЭХ превалирует α -линоленовая кислота, затем следует докозагексаеновая (C_{22:6}). У крыс, получавших масло «Оливка», содержание всех ω -3 ПНЖК значительно превосходит их содержание у крыс, получавших БЖР и, особенно, получавших пальмовое масло.

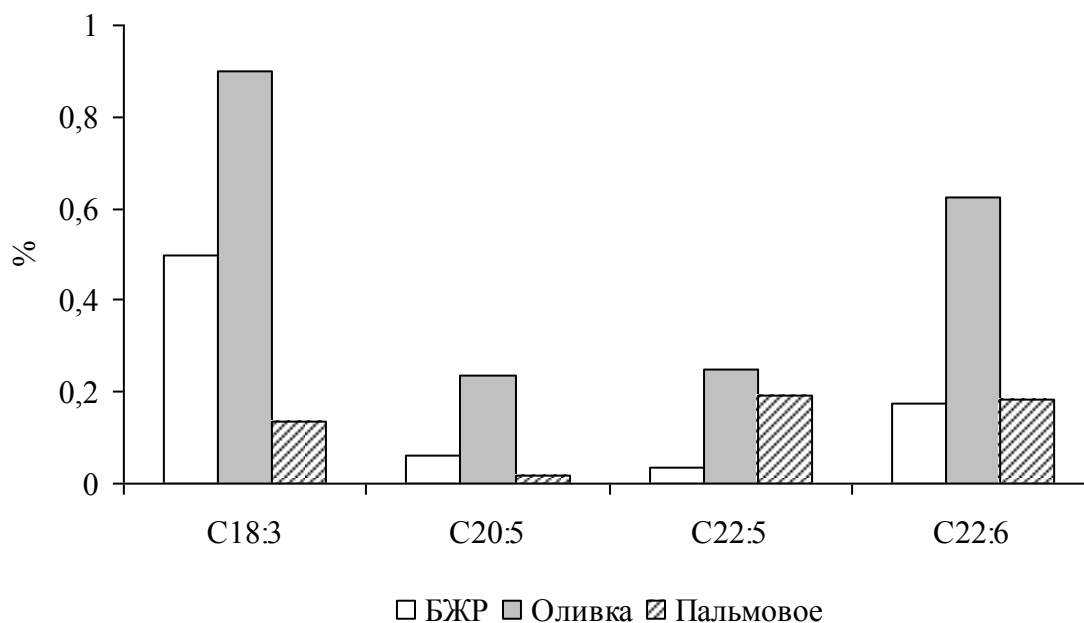


Рис. 1. Содержание ω -3-ПНЖК во фракции ТГ+ЭХ в печени крыс, получавших рацион с разными жирами

Аналогичная ситуация наблюдается и для фракции СЖК печени (рис. 2), только здесь явно проявляется ингибирующее действие пальмового масла и в отношении ω -3 ПНЖК фракции СЖК. На примере этой фракции видно стимулирующее действие высокоолеинового масла на эндогенный биосинтез ω -3 ПНЖК в печени, что может объяснить гепатопротекторный эффект масла «Оливка» [11].

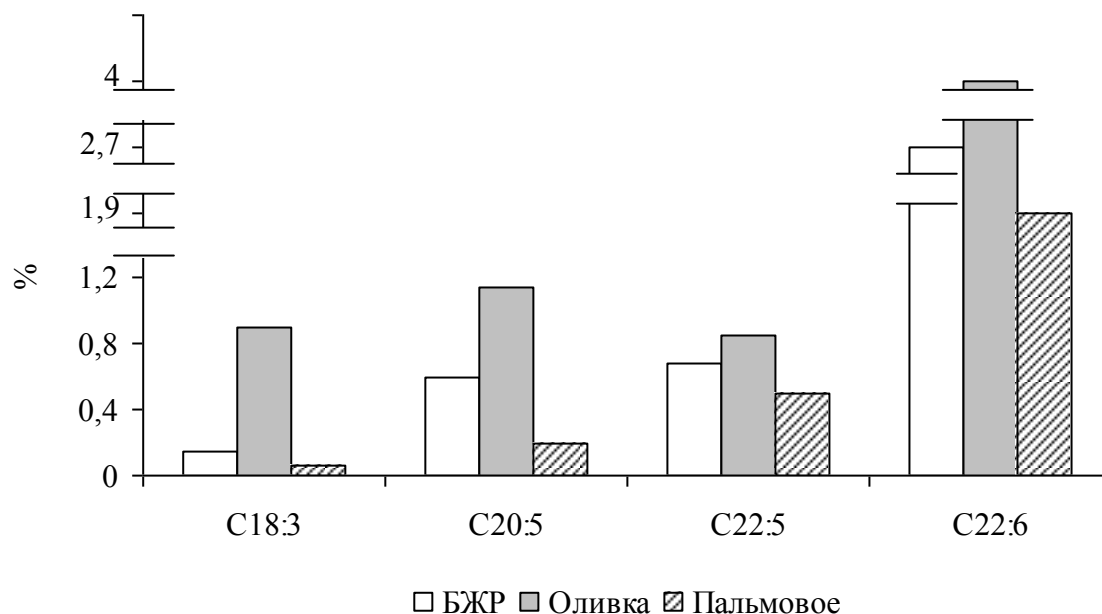


Рис. 2. Содержание ω -3-ПНЖК во фракции СЖК в печени крыс, получавших рацион с разными жирами

Возможно, это обусловлено стимулирующим действием олеиновой кислоты, которой в 2 раза больше в «Оливке», чем в пальмовом масле. Но возможно и другое объяснение: здесь имеет место ингибирующее действие пальмитиновой кислоты, содержание которой в пальмовом масле в 10 раз (!) превосходит содержание этой кислоты в высокоолеиновом подсолнечном масле. В научной литературе есть данные об ингибирующих свойствах пальмитиновой кислоты [16, 17].

Выводы

1. Потребление пальмового масла вызывает стеатоз печени и увеличение в ней содержания СЖК при существенном снижении содержания ω -3 ПНЖК.
2. Потребление высокоолеинового подсолнечного масла не вызывает стеатоза печени и не увеличивает в ней содержание СЖК, однако значительно увеличивает содержание ω -3 ПНЖК.

3. Возможно, что пальмитиновая кислота ингибирует эндогенный биосинтез ω -3 ПНЖК.

Литература

1. Сердюк А. М. Профілактика неінфекційних захворювань, що пов'язані зі способом життя, особливостями харчування та фізичною активністю, – вагомий напрям національної стратегії охорони здоров'я населення України / А. М. Сердюк, Н. С. Полька, М. П. Гуліч // Журнал АМН України. – 2010. – т. 16, № 2. – С. 299-306.

2. Титов В. Н. Высокое содержание пальмитиновой жирной кислоты в пище – основная причина повышения уровня холестерина липопротеинов низкой плотности и атеросклероза интимы артерий / В. Н. Титов // Клиническая лабораторная диагностика. – 2013. – № 2. – С. 3-10.

3. Кириченко В. В. Гібриди соняшнику селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН / В. В. Кириченко, Є. С. Бондаренко, С. І. Святченко // Науково-практичний збірник «Агрономія соняшника». – 2014. – т. 2. – С. 3-8.

4. Olive oil, diet and colorectal cancer. An ecological study and a hypothesis / M. Stoneham, M. Goldacre, V. Seagroatt [et al.] // J. Epidemiol. And Community Health. – 2000. – 54, № 10. – P. 756-760.

5. Dietary unsaturated fatty acids in type 2 diabetes. Higher levels of postprandial lipoprotein on linoleic acid-rich sunflower oil diet compared with an oleic acid-rich olive oil diet / C. Madigan, M. Ryan, D. Owens [et al.] // Diabetes Care. – 2000. – 23, № 10. – P. 1472-1477.

6. Levitsky A. P. Fatty food, fatty acids, Healthy sunflower olive / A. P. Levitsky, I. L. Potapova // Intern. Journ. Food a Nutrition sciences. – 2015. – v. 4, iss. 3. – P. 15-20.

7. Единение патогенеза синдрома резистентности к инсулину и неалкогольной жировой болезни печени. Нарушение метаболизма жирных кислот и триглицеридов / В. Н. Титов, К. В. Иванова, П. П. Малышев [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2012. – № 11. – С. 3-12.

8. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов / М. Кейтс. – М.: Мир, 1975. – 334 с.

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

10. 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.

11. Levchenko Ye. M. Hepatoprotective and antidysbiotic effects of high oleic sunflower oil (experimental investigation) / Ye. M. Levchenko // Journal of Education, Health and Sport. – 2015. – v. 5, № 11. – P. 735-744.

12. Вельков В. В. Свободные жирные кислоты – фактор риска инсулинорезистентности и ишемии: перспективы для оценки рисков и диагностики / В. В. Вельков // Лабораторная диагностика. – 2009. – № 3(49). – С. 55-70.

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

14. Simpoulos A. P. Omega-6/omega-3 essential fatty acid ration and chronic diseases / A. P. Simpoulos // Food Rev. Int. – 2004. – 20, № 1. – P. 77-90.

15. Inflammatory cytokine release is modified by the ratio of omega-3 to omega-6 polyunsaturated fatty acid in human alveolar cells / P. Cotogni, G. Muzio, A. Trombetta [et al.] // Nutritional Therapy and Metabolism. – 2008. – v. 26, № 1. – P. 36-44.

16. Maternal dietary supplementation with saturated, but not monounsaturated or polyunsaturated fatty acids, leads to tissue-specific inhibition of offspring Na^+ , K^+ -ATPase / J. A. Armitage, S. Gupta, C. Wood [et al.] // J. Physiol. – 2008. – v. 586, № 20. – P. 5013-5022.

17. Saturated fatty acids produce an inflammatory response predominantly through the activation of TLR4 signaling in hypothalamus implications for the pathogenesis obesity / M. Milanski, G. Degasperi, A. Coope [et al.] // J. Neurosci. – 2009. – v. 29, № 2. – P. 359-370.

References

1. Serdjuk A. M., Pol'ka N. S., Gulich M. P. The prophylaxis of non-infections diseases dependent on life mode, peculiarity of nutrition and physical activity – the ponderable trend of the national strategy of public health of the Ukraine. Zhurnal AMN Ukrai'ny. 2010; 16(2): 299-306.

2. Titov V. N. High content of palmitinic acid in food - the basic reason of increased levels of cholesterol lipoproteins of low density and atheromatosis of the arterial system. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. 2013; 2: 3-10.

3. Kirichenko V. V., Bondarenko E. S., Svyatchenko S. I. Sunflower gibrides of Juriew Plant ground institute NAAS. Zbirnyk «Agronomika sonjashnyka». 2014; 2: 3-8.

4. Stoneham M., Goldacre M., Seagroatt V. [et al.]. Olive oil, diet and colorectal cancer. An ecological study and a hypothesis. *J. Epidemiol. And Community Health*. 2000; 54(10): 756-760.
5. Madigan C., Ryan M., Owens D. [et al.]. Dietary unsaturated fatty acids in type 2 diabetes. Higher levels of postprandial lipoprotein on linoleic acid-rich sunflower oil diet compared with an oleic acid-rich olive oil diet. *Diabetes Care*. 2000; 23(10): 1472-1477.
6. Levitsky A. P., Potapova I. L. Fatty food, fatty acids, Healthy sunflower olive. *Intern. Journ. Food a Nutrition sciences*. 2015; 4(3): 15-20.
7. Titov V. N., Ivanova K. V., Malyshev P. P. [et al.]. The unity of the patogenesis of syndrome of non-sensitivity to insulin and the non-alcoholic fatty liver disease. The breach of fatty acids and triglycerides metabolism. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2012; 11: 3-12.
8. Keyts M. *Methods of lipidology. Receiving, analise and identification of lipids*. M., Mir, 1975: 334.
9. Levitsky A. P., Makarenko O. A., Khodakov I. V. *Methods to investigate fats and oils*. Odessa: KP OGT, 2015. – 32 p.
10. 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.
11. Levchenko Ye. M. Hepatoprotective and antidysbiotic effects of high oleic sunflower oil (experimental investigation). *Journal of Education, Health and Sport*. 2015; 5(11): 735-744.
12. Velkov V. V. The free fatty acids vere the factor to non-sensitivity to insulin and ischemia risk: the perspectives for estimation of risks and diagnostics. *Laboratornaia diagnostika*. 2009; 3(49): 55-70.
13. Blank C., Neumann M. A., Makrides M. [et al.]/ Optimizing DHA levels in piglets by lowering the linolenic acid to α -linolenic acid ration. *J. Lipid Res*. 2002; 43: 1537-1543.
14. Simpoulos A. P. Omega-6/omega-3 essential fatty acid ration and chronic diseases. *Food Rev. Int*. 2004; 20(1): 77-90.
15. Cotogni P., Muzio G., Trombetta A. [et al.]. Inflammatory cytokine release is modified by the ratio of omega-3 to omega-6 polyunsaturated fatty acid in human alveolar cells. *Nutritional Therapy and Metabolism*. 2008; 26(1): 36-44.

16. Armitage J. A., Gupta S., Wood C. [et al.]. Maternal dietary supplementation with saturated, but not monounsaturated or polyunsaturated fatty acids, leads to tissue-specific inhibition of offspring Na^+, K^+ -ATPase. *J. Physiol.* 2008; 586(20): 5013-5022.
17. Milanski M., Degasperi G., Coope A. [et al.]. Saturated fatty acids produce an inflammatory response predominantly through the activation of TLR4 signaling in hypothalamus implications for the pathogenesis obesity. *J. Neurosci.* 2009; 29(2): 359-370.