

Levitsky A. P., Khodakov I. V., Levchenko E. M. Влияние высокожировых рационов с различным жирнокислотным составом на содержание незаменимых жирных кислот в липидах печени = Influence of high fat diets with different composition of fatty acids on the content of essential fatty acids in liver lipids. Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(12):598-607. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.44266>

<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%2812%29%3A598-607>

<http://pbn.nauka.gov.pl/works/687268>

Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011–2014  
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015). 755 Journal of Education, Health and Sport (null) 2391-8306 7

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, 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/3.0/>) 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/3.0/>) 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: 10.12.2015. Revised 15.12.2015. Accepted: 29.12.2015.

УДК 612.397.23+577.16+613.2

## ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЖИРОВЫХ РАЦИОНОВ С РАЗЛИЧНЫМ ЖИРНОКИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ НА СОДЕРЖАНИЕ НЕЗАМЕНИМЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЛИПИДАХ ПЕЧЕНИ

### INFLUENCE OF HIGH FAT DIETS WITH DIFFERENT COMPOSITION OF FATTY ACIDS ON THE CONTENT OF ESSENTIAL FATTY ACIDS IN LIVER LIPIDS

А. П. Левицкий<sup>1</sup>, И. В. Ходаков<sup>1</sup>, Е. М. Левченко<sup>2</sup>

A. P. Levitsky<sup>1</sup>, I. V. Khodakov<sup>1</sup>, E. M. Levchenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГУ «Институт стоматологии НАМН», г. Одесса

<sup>2</sup>КУ «Одесская областная клиническая больница»

<sup>1</sup>SE«The Institute of Stomatology of the National academie of medical science of  
Ukraine», Odessa, Ukraine

<sup>2</sup>Municipal Institution «Odessa Regional Clinical Hospital»

#### Abstract

**Aim:** To determine the effect of high fat diets with different fatty acid composition on the level of essential fatty acids in the liver.

**Materials and Methods:** We used sunflower, olive, palm oil or butter in the amount of 15% for a high fat diet (HFD). The experiment was carried out in rats for 41 days. In the liver there was determined the content of total lipids (TL), free fatty acids (FFA) and the content of essential fatty acids by the chromatographic method.

Results: HFD increases the TL content in the liver (excluding butter) and reduces the level of FFA. HFD reduces the TL content, and it reduces a lot the essential fatty acids' content in FFA, especially linoleic and eicosapentaenoic acids.

Conclusion: Perhaps HFD inhibits lipolysis in the liver and inhibits the synthesis of essential fatty acids.

**Keywords: fatty food, fatty acids, liver.**

### **Резюме**

Дополнительное введение в базовый комбикорм 15 % подсолнечного, оливкового, пальмового или сливочного масла снижает в печени уровень свободных жирных кислот (СЖК) и содержание незаменимых жирных кислот (особенно, линоленовой и эйкозапентаеновой), причем более существенно во фракции СЖК.

**Ключевые слова: жировое питание, жирные кислоты, печень.**

### **Введение**

К незаменимым жирным кислотам относят полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), такие как линолевая (C<sub>18:2</sub>), линоленовая (C<sub>18:3</sub>), арахидоновая (C<sub>20:4</sub>), эйкозапентаеновая (C<sub>20:5</sub>) и докозагексаеновая (C<sub>22:6</sub>) [1]. Эссенциальность этих жирных кислот состоит в том, что они не синтезируются либо синтезируются в очень малых количествах в организме человека [2]. У других животных, в частности, у крысы, незаменимой считается лишь линолевая кислота, из которой могут синтезироваться остальные ПНЖК [3].

В то же время, механизм регуляции биосинтеза ПНЖК и их накопление в организме остаются до конца нераскрытым.

Центральным органом жирового обмена является печень [4, 5]. В ней происходят превращения одних жирных кислот в другие, печень образует липопротеиды очень низкой плотности (ЛПОНП), которые поступают в кровь и обеспечивают высокоэнергетическим субстратом не только мышечную ткань и сердце, но и все остальные ткани и органы (за исключением мозга) [6].

При патологии гепато-билиарной системы (интоксикации, нарушения питания, микробы) наблюдается отложение жира в печени (гепатостеатоз), который со временем переходит в стеатогепатит, а затем в фиброз и цирроз печени [7, 8].

*Целью* настоящего исследования стало определение влияния высокожирового рациона с различным жирнокислотным составом на накопление в печени ПНЖК.

### **Материалы и методы исследования**

Для получения высокожирового рациона (ВЖР) были использованы следующие пищевые жиры: подсолнечное масло (Олія соняшникова «Щедрий дар», рафинированная, дезодорированная, вымороженная марки Г; производитель ЧАО «Полтавский масло-экстракционный завод Кернел-Групп», Украина); оливковое масло («Mataluni» класс pure, производитель Industria Olearia «Biagio Mataluni S. R. L.», Италия); пальмовое масло («Баттер», Малайзия); сливочное масло (масло солодковершкове селянське «Попілянське», 72,2 % жира, производитель ООО «Андрушевский маслозавод», Житомирская область, Украина).

В качестве базового корма для животных использовали полнорационный гранулированный комбикорм К-120-4 (производитель НПА «Одесская биотехнология»).

ВЖР получали путем смешивания стандартного комбикорма, предварительно измельченного в мельнице, с 15 % соответствующего масла.

Эксперименты были проведены на 40 белых крысах линии Вистар (самцы, 8 месяцев), распределенных в 5 равных групп: 1-ая получала базовый комбикорм, 2-ая – базовый комбикорм + 15 % подсолнечного масла, 3-я – + 15 % оливкового масла, 4-ая – + 15 % пальмового масла и 5-ая – + 15 % сливочного масла. Корм и воду крысы получали ad libitum. Продолжительность эксперимента составила 41 день. Эвтаназию животных осуществляли под тиопенталовым наркозом (20 мг/кг). Из печени экстрагировали общие липиды по Доулу, выделяли свободные жирные кислоты (СЖК) и определяли жирнокислотный состав этих фракций [9].

Результаты представлены в виде средних из трех определений.

### **Результаты и их обсуждение**

В таблице 1 представлены результаты определения жирнокислотного состава использованных в опыте масел. Видно, что главной жирной кислотой подсолнечного масла является линолевая (почти 59 %), оливкового – олеиновая (почти 70 %), пальмового – пальмитиновая (почти 50 %) и сливочного – пальмитиновая (29 %) и олеиновая (26 %).

Таблица 1

Жирнокислотный состав изучаемых масел (% от суммы жирных кислот)

Жирная кислота	Комбикорм	Масло			
		подсолнечное	оливковое	пальмовое	сливочное
Лауриновая	0	0	0	0,28	2,27*
Миристиновая	0,15	0,12	0	1,12	8,29
Пальмитиновая	10,59	6,53	10,78	41,43	25,12
Пальмитоолеиновая	0,13	0,12	0,81	1,31	1,36
Стеариновая	4,82	2,86	2,89	4,84	14,33
Олеиновая	29,05	30,29	68,32	39,91	28,07
Линолевая	46,45	57,12	15,05	10,33	3,51
Линоленовая	4,52	0,08	0,57	0,15	0,99
Арахидиновая	0,46	0,26	0,53	0,51	0,31
Эйкозеновая	0,26	0,21	0,35	0,17	0,11
Бегеновая	0,65	0,81	0,27	0	0,20
Содержание жира, %	7,16	99,0	99,0	99,0	82,0

Примечание: \* – кислоты C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub> составляют 5-6 %

В таблице 2 показано изменение содержания общих липидов (ОЛ) и СЖК в печени крыс, получавших различные жиры в составе ВЖР. Как видно из этих данных, у крыс на низкожировом рационе довольно высокое содержание СЖК (40,5 % от ОЛ), которое у крыс, получавших ВЖР, снижается в 2,5-3 раза. Возможной причиной такого снижения может быть угнетение активности печеночной липазы под влиянием избыточного поступления жиров в печень.

Таблица 2

Содержание общих липидов (ОЛ) и свободных жирных кислот (СЖК)  
в печени крыс, получавших ВЖР

№№ пп	ВЖР с добавлением масел	ОЛ, г/кг	СЖК	
			г/кг	% от ОЛ
1	Базовый комбикорм	10,04	4,07	40,5
2	Подсолнечное	20,16	2,80	13,9
3	Оливковое	16,60	2,50	17,4
4	Пальмовое	15,27	1,75	17,7
5	Сливочное	9,92	1,53	15,4

На рис. 1 представлены результаты определения содержания линолевой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР с разным жирнокислотным составом. Из этих данных видно, что содержание линолевой кислоты в ОЛ печени крыс, получавших различные ВЖР, мало изменяется, за исключением получавших подсолнечное масло, которое увеличивает ее содержание в 2,5 раза. Что же касается содержания линолевой кислоты во фракции СЖК, то оно снижается в 2-2,2 раза и опять, за исключением получавших подсолнечное масло.

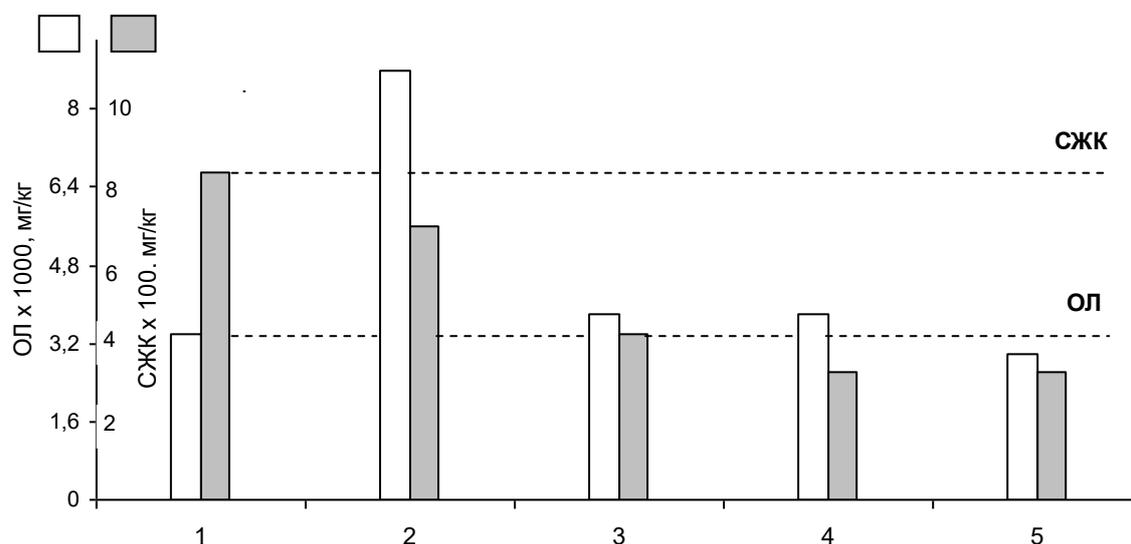


Рис. 1. Содержание линолевой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР

(1 – комбикорм, 7,6 % жира; 2 – +15% подсолнечного масла; 3 – +15% оливкового масла; 4 - +15% пальмового масла; 5 - +15% сливочного масла)

На рис. 2 представлены результаты определения линоленовой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР. Из этих данных видно, что содержание

линоленовой кислоты в десятки раз меньше, чем линоленовой кислоты, причем ВЖР существенно снижает ее содержание как во фракции ОЛ, так и особенно сильно во фракции СЖК (в 3-4 раза). Возможное объяснение этого феномена состоит не столько в угнетении липолиза, сколько в угнетении усилении ее расходования на метаболические и структурно-медиаторные цели.

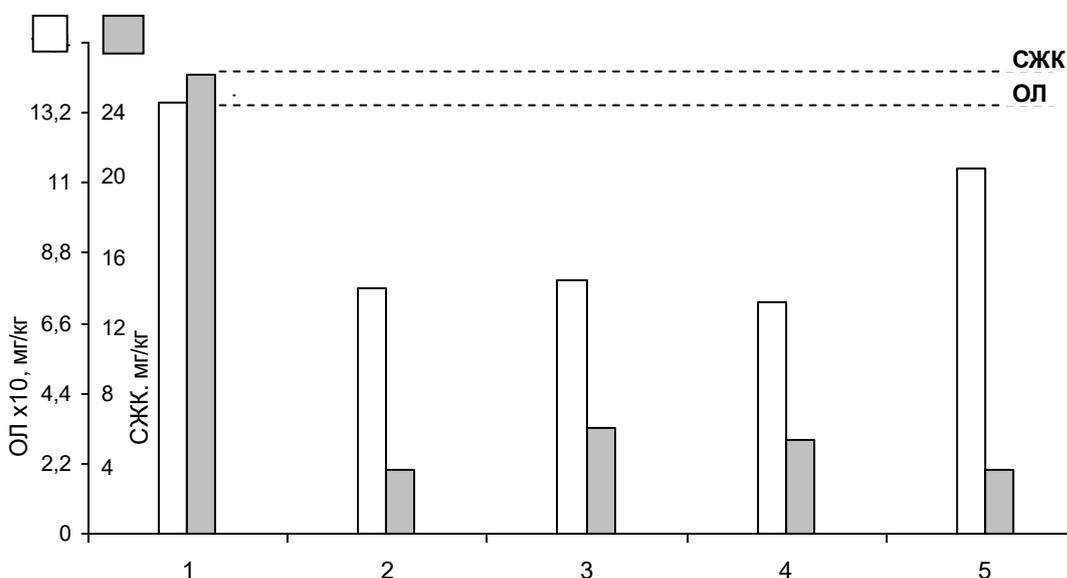


Рис. 2. Содержание линоленовой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР (1-5 – см. рис. 1)

На рис. 3 представлены результаты определения содержания арахидоновой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР. Как видно, уровень арахидоновой кислоты повышается при кормлении ВЖР с высоким содержанием линолевой кислоты, что можно объяснить способностью последней превращаться в арахидоновую. Оливковое и пальмовое масла из-за невысокого содержания линолевой кислоты практически не влияют на уровень арахидоновой. Что же касается фракции СЖК, то здесь очевидно существенное снижение уровня арахидоновой кислоты при всех высокожировых рационах. Возможно, ВЖР тормозит биосинтез арахидоновой кислоты из линолевой, причем наиболее сильно угнетает его сливочное масло, однако, это требует дополнительной проверки.

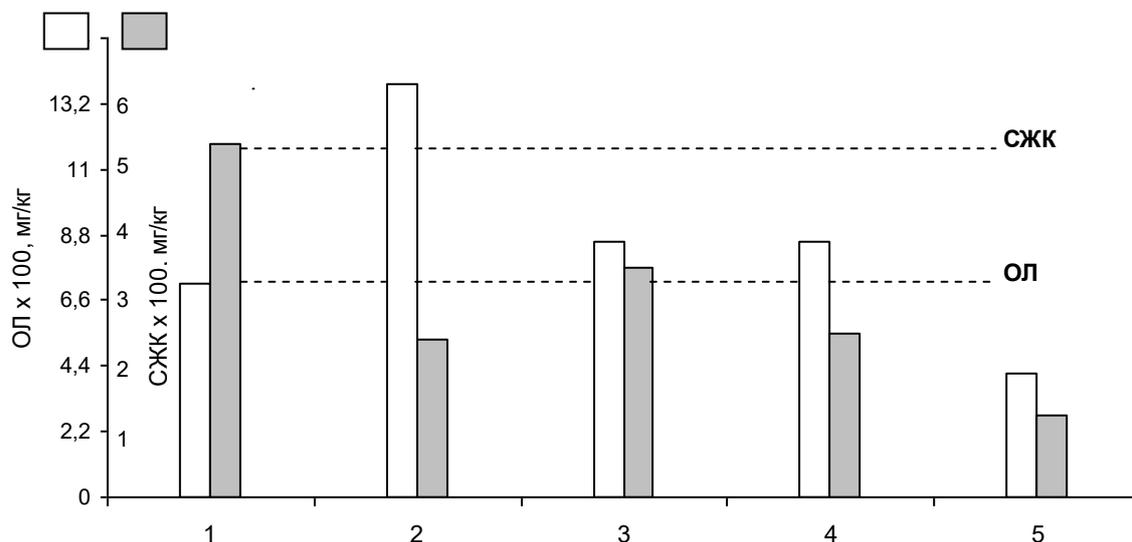


Рис. 3. Содержание арахидоновой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР (1-5 – см. рис. 1)

На рис. 4 представлены результаты определения содержания эйкозапентаеновой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР. Видно, что содержание эйкозапентаеновой кислоты существенно ( в 2 раза) ниже в ОЛ печени крыс, получавших ВЖР. Во фракции СЖК содержание эйкозапентаеновой кислоты в 3 раза ниже контроля, а у крыс, получавших сливочное масло – почти в 10 раз. Скорее всего, это может свидетельствовать об угнетении образования эйкозапентаеновой кислоты под влиянием других жирных кислот.

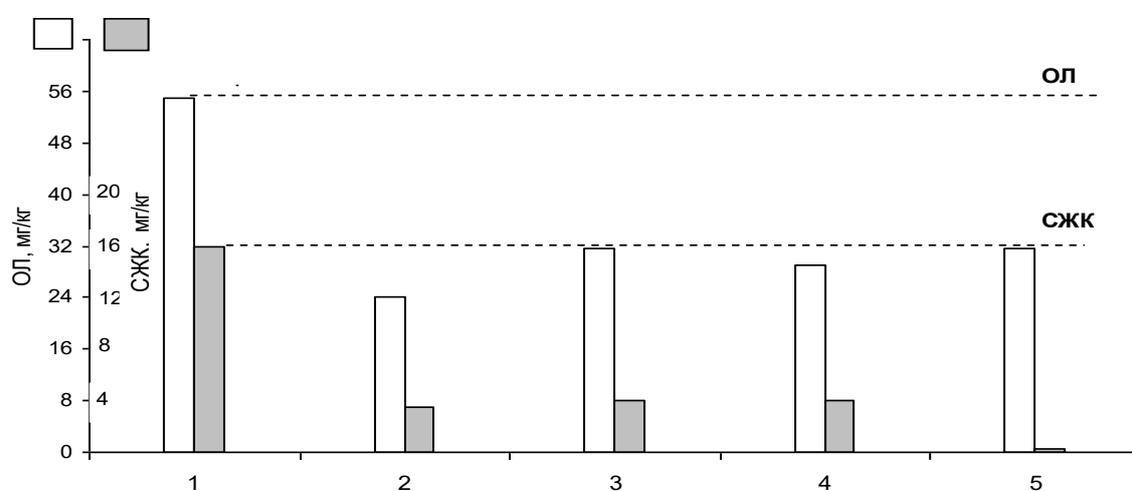


Рис. 4. Содержание эйкозапентаеновой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР (1-5 – см. рис. 1)

На рис. 5 представлены результаты определения содержания в липидах печени докозагексаеновой кислоты. Видно, что ее накопление существенно снижено под влиянием сливочного масла: в ОЛ в 2,5 раза, в СЖК в 6 раз, однако мало изменяется под влиянием оливкового и пальмового масел.

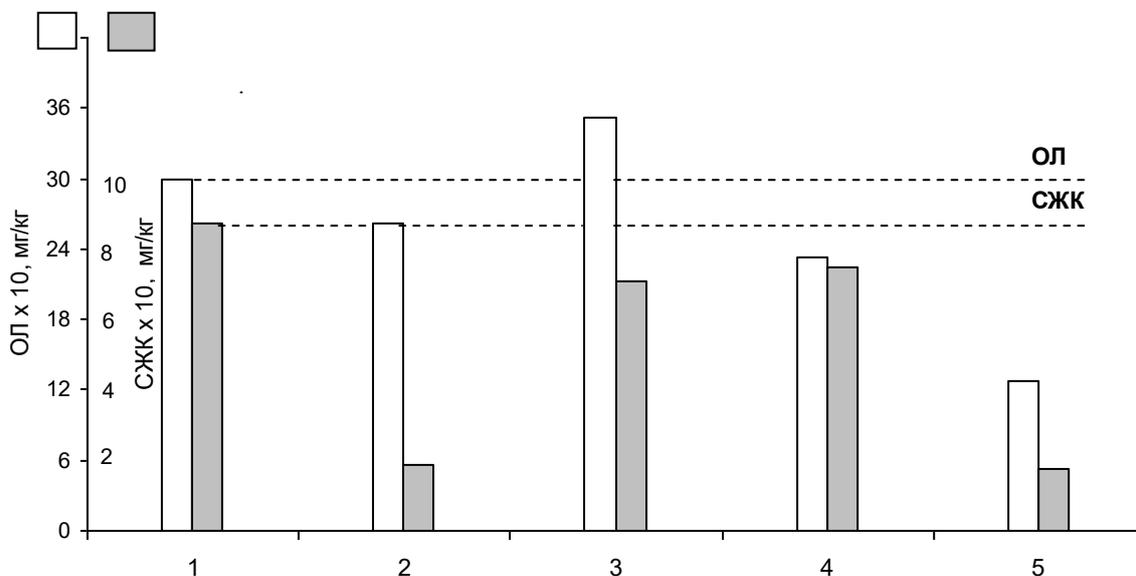


Рис. 5. Содержание докозагексаеновой кислоты в липидах печени крыс, получавших ВЖР (1-5 – см. рис. 1)

Таким образом, проведенные нами исследования жирнокислотного состава липидов печени крыс, получавших ВЖР с разным жирнокислотным составом, показали, что ВЖР:

- 1) увеличивает накопление липидов в печени (за исключением сливочного масла);
- 2) снижает содержание СЖК (возможно, за счет угнетения липолиза либо за счет повышения их утилизации);
- 3) снижает содержание ПНЖК (особенно, линоленовой и эйкозапентаеновой), возможно, за счет угнетения их биосинтеза из кислот-предшественников

Эти результаты дополняют ранее полученные данные о неблагоприятном влиянии ВЖР на накопление жира в печени и в сыворотке крови, а также о развитии во многих органах дисбиотических и даже воспалительных явлений [10].

## **Выводы**

1. Высокожировые рационы увеличивают содержание липидов в печени, но снижают содержание свободных жирных кислот (СЖК).
2. Высокожировые рационы снижают содержание полиненасыщенных жирных кислот в липидах печени, особенно, во фракции СЖК.

## **Литература**

1. Левицкий А. П. Оливка: уникальное подсолнечное масло, аналог оливкового / А. П. Левицкий. – Одесса: КП ОГТ, 2013. – 28 с.
2. Plourde M. Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements / M. Plourde, S. C. Cunnane // *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* – 2007. – v. 32. – P. 619-634.
3. Титов В. Н. Жирные кислоты. Физическая химия, биология и медицина / В. Н. Титов, Д. М. Лисицын. – Тверь: Триада, 2006. – 672 с.
4. Metabolism and functions of highly unsaturated fatty acids: An update / M. T. Nakamura, H. P. Cho, J. Xu [et al.] // *Lipids.* – 2001. – 36, № 9. – С. 961-964.
5. Anderson N. Molecular mechanisms and therapeutic targets in steatosis and steatohepatitis / N. Anderson, J. Borlak // *Pharmacol Rev.* – 2008. – v. 60, № 3. – P. 311-357.
6. Титов В. Н. Конформация апоВ-100 в филогенетически и функционально разных липопротеинах низкой и очень низкой плотности. Алгоритм формирования фенотипов гиперлипопротеинемии / В. Н. Титов, В. А. Амелюшкина, Т. А. Рожкова // *Клиническая лабораторная диагностика.* – 2014. – № 1. – С. 27-38.
7. Махов В. М. Жировая дистрофия печени и стеатогепатит – возможность смешанного варианта / В. М. Махов, А. А. Соколова // *РМЖ.* – 2011. – т. 19, № 5. – С. 282-287.
8. Research advances in the relationship between nonalcoholic fatty liver disease and atherosclerosis / X. Xu, L. Lu, Q. Dong [et al.] // *Lipids in Health and disease.* – 2015. – v. 14, № 158. – P. 1-8.
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. Левченко Е. М. Влияние незаменимых жирных кислот на жировой обмен и микробиоценоз у животных на безжировом рационе / Е. М. Левченко // *Journal of Education, Health and Sport.* – 2015. – т. 5, № 19. – С. 73-83.

## References

1. Levitsky A. P. Olivka: unikalnoye podsolnechnoye maslo, analog olivkovogo [Olivka: the unique sunflower oil, the analogue to olive oil]. Odessa, KP OGT, 2013: 28.
2. Plourde M., Cunnane S. C. Extremely limited synthesis of long chain polyunsaturates in adults: implications for their dietary essentiality and use as supplements. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 2007; 32: 619-634.
3. Titov V. N., Lisitsyn D. M. Zhyrnye kisloty. Fizicheskaya khimiya, biologiya i meditsyna [Fat acids. Physical chemistry, biology and medicine]. Tver: Triada, 2006: 672.
4. Nakamura M. T., Cho H. P., Xu J. [et al.]. Metabolism and functions of highly unsaturated fatty acids: An update. *Lipids.* 2001; 36(9): 961-964.
5. Anderson N., Borlak J. Molecular mechanisms and therapeutic targets in steatosis and steatohepatitis. *Pharmacol Rev.* 2008; 60(3): 311-357.
6. Titov V. N., Amelyushkina V. A., Rozhkova T. A. The conformation of apoB-100 in phylogenetically and functionally different lipoproteins of low and very low density. The algorithm for generating phenotypes of hyperlipoproteinemia. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika.* 2014; 1: 27-38.
7. Makhov V. M., Sokolova A. A. Hepatic steatosis and steatohepatitis - the possibility of a mixed variant. *RMZh.* 2011; 19(5): 282-287.
8. Xu X., Lu L., Dong Q. [et al.]. Research advances in the relationship between nonalcoholic fatty liver disease and atherosclerosis. *Lipids in Health and disease.* 2015; 14(158): 1-8.
9. 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 p.
10. Levchenko E. M. Influence of essential fatty acids on fat metabolism and microbiocenosis in animals fed with lean diet. *Journal of Education, Health and Sport.* 2015; 5(12): 73-83.