

УДК: 577.115:612.397.81:599.323.4

## ВПЛИВ РИБ'ЯЧОГО ЖИРУ НА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МОНОАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ І ДИАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ ПЛАЗМИ КРОВІ, ПЕЧІНКИ ТА СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЩУРІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ГІПЕРХОЛЕСТЕРИНЕМІЇ

Дябога Ю.З.

*Вплив риб'ячого жиру на жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів щурів за експериментальної гіперхолестеринемії. — Ю.З. Дябога. — Встановлено, що в жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів щурів з експериментальною гіперхолестеринемією підвищується відносний рівень насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу та мононенасичених жирних кислот родини n-9, але знижується — поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. Жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуваним риб'ячим жиром, за рахунок наведених вище жирних кислот змінюється навпаки. Згодовуваний риб'ячий жир коригує жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів, а також ріст щурів з експериментальною гіперхолестеринемією.*

**Ключові слова:** жирні кислоти, моноацилгліцероли, диацилгліцероли, експериментальна гіперхолестеринемія, риб'ячий жир, щури.

**Адреса:** Інститут біології тварин НААН, вул. В. Стуса, 38, 79034, Львів, Україна. **E-mail:** yulia706@bigmir.net

*Effect of fish oil on fatty acid composition of monoacylglycerols and diacylglycerols of blood plasma, liver and skeletal muscles of rats with experimental hypercholesterolemia. — YU.Z. Dlyaboha. — Found in fatty acid composition of monoacylglycerols and diacylglycerols of blood plasma, liver and skeletal muscles of rats with experimental hypercholesterolemia increases the relative level of saturated fatty acids with even and odd number of carbon atoms in the chain and monounsaturated fatty acids family n-9, but reduced — polyunsaturated fatty acid families of n-3 and n-6. Fatty acid composition of monoacylglycerols and diacylglycerols of blood plasma, liver and skeletal muscles of rats with experimental hypercholesterolemia corrective feeding fish oil, due to the above fatty acids changes the contrary. Feeding fish oil corrective fatty acid composition of monoacylglycerols and diacylglycerols of blood plasma, liver and skeletal muscles and growth of rats with experimental hypercholesterolemia.*

**Key words:** fatty acid, monoacylglycerols, diacylglycerols, experimental hypercholesterolemia, fish oil, rats.

**Address:** Institute of animal biology NAAS, V. Stuse str., 38, 79034, Lviv, Ukraine; E-mail: yulia706@bigmir.net

### Вступ

Одним з найважливіших факторів, з яким пов'язують патогенез атеросклерозу та ішемічне захворювання серця у людини, вважають високий рівень холестеролу в плазмі крові [1, 4, 5, 18, 19]. В останні роки „холестеролова” концепція патогенезу атеросклерозу доповнюється новими дослідженнями, які пов'язані з вивченням порушення поглинання клітинами стінки коронарних судин етерифікованого холестеролу [6, 8, 9].

При вивченні впливу гіперхолестеринемії на розвиток атеросклерозу і способів його попередження широко використовуються лабораторні тварини з гіперхолестеринемією, яку викликають шляхом навантаження холестеролом [15]. При цьому в дослідженнях такого плану основна увага звертається на зміни вмісту холестеролу в окремих класах ліпопротеїнів крові лабораторних тварин [13], а зміни жирнокислотного складу окремих класів ліпідів і, як наслідок, відкладання у судинах і тканинах вивчено значно менше [14].

Важливу роль при гіперхолестеринемії та метаболічних перетвореннях холестеролу в організмі людини і тварин відіграють поліненасичені жирні кислоти родин n-6 і, особливо, n-3, які містяться у риб'ячому жирі та проявляють антихолестериногенну і антиліпогенну дію, що призводить до зменшення концентрації холестеролу і триацилгліцеролів у плазмі крові. Крім того, поліненасичені жирні кислоти в організмі людини та тварин є джерелом для синтезу біологічно активних речовин – ейкозаноїдів [12].

Про особливості впливу поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6 в організмі, в основному, судять за змінами вмісту та співвідношення окремих класів ліпопротеїнів і вмісту холестеролу в плазмі крові. [16]. Особливості жирнокислотного складу мінорної, але метаболічно дуже активної фракції моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів в організмі людини та тварин залишаються нез'ясованими.

Метою нашої роботи було дослідження впливу згодовуваного риб'ячого жиру на жирнокислотний склад фракції моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів щурів за експериментальної гіперхолестеринемії.

### Об'єкт і методи

Дослідження проводили в умовах віварію на статевозрілих самцях білих щурів живою масою 180-200 г. Було сформовано три групи щурів, аналогів за віком і живою масою. Щури контрольної групи отримували стандартний розсипний комбікорм, а I і II дослідної – такий самий комбікорм, але з добавкою відповідно хімічно чистого холестеролу ("Merck", Німеччина) та суміші цього ж холестеролу з фармакопейним риб'ячим жиром. Кількість холестеролу, який додавали до комбікорму, становила 300 мг/кг живої маси на добу, а риб'ячого жиру – 1,0 мл/кг живої маси. Перед додаванням кристалів холестеролу до комбікорму їх розтирали до борошновидного стану у фарфоровій ступці. Після цього холестерол і риб'ячий жир ретельно перемішували з комбікормом. Тривалість досліду – 90 днів. У кінці досліду визначали живу масу піддослідних щурів і проводили їх забій шляхом декапітації під ефірним наркозом. Отримані від тварин зразки крові, печінки та скелетних м'язів використали для лабораторних досліджень.

Усі втручання та забій тварин проводили з дотриманням вимог "Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються

для експериментальних та інших наукових цілей" (Страсбург, 1985), і ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001).

В отриманих плазмі крові, печінці та скелетних м'язах, за описаними нами методами, визначали жирнокислотний склад триацилгліцеролів [7]. Для цього з досліджуваного біологічного матеріалу за допомогою хлороформ-метанольної суміші (2:1 за об'ємом) екстрагували ліпіди, які далі звільняли від хлороформу та визначали їх масу.

Паралельно готували скляну пластинку з тонким шаром гіпсового розчину силікагелю і термостатували її за температури 105<sup>0</sup>С протягом 30 хвилин. Потім на неї допомогою піпетки з витягнутим носиком наносили приблизно 40 мг ліпідів (у вигляді гексанового розчину), ставили в камеру з хроматографічною системою гександиетиловий ефір-льодова оцтова кислота (70:30:1 за об'ємом). Після хроматографування пластинку звільняли від залишків системи і в ексікаторі проявляли в парах йоду. Виявлену силікагелеву фракцію моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів переносили в пробірку з гексаном, інтенсивно струшували та фільтрували через щільний паперовий фільтр. До пробірки з фільтратом додавали декілька крапель 2 нормального розчину метилату натрію в метанолі та інтенсивно струшували. Після розшарування вмістимого пробірки верхній гексановий шар за допомогою автоматичної піпетки переносили в пробірку з конічним дном і випаровували його до декількох крапель. Далі біля 1 мкл гексанового розчину вводили у випаровувач газорідного хроматографічного апарату.

Для досліджень метилових ефірів жирних кислот використано газорідний хроматографічний апарат "Chrom-5" (Laboratorni pristroye, Praha) з нержавіючою сталеву колонкою довжиною 3700 мм і внутрішнім діаметром 3 мм. Колонка заповнялася Chromaton-N-AW, зерніням 60–80 меш, силанізованим HMDS (гексаметилдисілізаном), покритим полідіетиленглікольадипінатом (нерухомою рідкою фазою) в кількості 10 %. Розхід газу-носія, хімічно чистого та осушеного азоту (рухома фаза) через колонку при вхідному тиску 1,5x10<sup>5</sup> Па склав біля 65 мл/хв. Горіння полум'я забезпечувалося воднем (25 мл/хв) і повітрям (380 мл/хв). Ізотермічний режим роботи набивної колонки з полярною рідкою фазою утримувався на рівні 196<sup>0</sup>С, а випаровувача та детектора – 245<sup>0</sup>С. Детектор – полум'яно-іонізаційний (FID як один із найбільш чутливих [10]). Запис результатів хроматографічного аналізу – диференціальний. Ефективність колонки визначена за Мак-Нейр і Бонеллі для загальноприйнятого середнього піка на

хроматограмі – метилового ефіру пальмітинової кислоти – склала  $1920 \pm 82$  теоретичних тарілок.

Ідентифікацію піків на хроматограмі проводили методом розрахунку “вуглецевих чисел” [12], а також використанням хімічно чистих, стандартних, гексанових розчинів метилових ефірів жирних кислот. Розрахунок вмісту окремих жирних кислот за результатами газохроматографічного аналізу проводили за формулою [7], яка включає в себе поправкові коефіцієнти для кожної досліджуваної жирної кислоти. Поправкові коефіцієнти знаходили як відношення площ піків (зокрема висот піків) пальмітинової (внутрішня норма та внутрішній стандарт) та досліджуваних жирних кислот при концентрації 1:1 і ізотермічному режимі роботи газорідного хроматографічного апарату.

Отриманий цифровий матеріал оброблено методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента [3]. Розраховували середні арифметичні величини та похибки середніх арифметичних. Зміни вважали вірогідними при  $p < 0,05$ . Для розрахунків використано спеціальну комп'ютерну програму Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

### Результати та їх обговорення

Нашими дослідженнями встановлено, що в плазмі крові щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, порівняно з інтактними щурами, зростає вміст моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів ( $0,64 \pm 0,030$  проти  $0,58 \pm 0,032$  г/л). Одночасно в їх жирнокислотному складі підвищується відносний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот, але знижується – поліненасичених (табл. 1). Причому відносний вміст насичених жирних кислот у моноацилгліцерах і диацилгліцерах зростає за рахунок жирних кислот з парним (25,77 проти 22,66 %) і непарним (0,35 проти 0,29) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, а мононенасичених – жирних кислот родини n-9 (42,08 проти 40,86 %). Рівень поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів знижується за рахунок жирних кислот родин n-3 (12,86 проти 14,54 %) і n-6 (17,14 проти 19,61 %). При цьому не змінюється відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

З даних, представлених у таблиці, видно, що в жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, порів-

няно з інтактними щурами, вірогідно підвищується відносний вміст насичених жирних кислот (капринової, пентадеканової та стеаринової). Разом з тим у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів вірогідно зменшується відносний вміст таких поліненасичених жирних кислот, як лінолева, ейкозациєнова, ейкозатриєнова, ейкозациєнова, докозациєнова, докозатриєнова, докозациєнова, докозациєнова та докозациєнова.

У плазмі крові щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуванням рибацьким жиром, порівняно з інтактними щурами, нормалізується концентрація моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів ( $0,56 \pm 0,034$  проти  $0,58 \pm 0,032$  г/л). Одночасно в їх жирнокислотному складі зменшується відносний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот, але зростає – поліненасичених (табл. 1). Причому відносний вміст насичених жирних кислот у моноацилгліцерах і диацилгліцерах зменшується за рахунок жирних кислот з парним (20,81 проти 22,66 %) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, а мононенасичених – жирних кислот родини n-9 (37,24 проти 40,86 %). Відносний вміст поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів збільшується за рахунок жирних кислот родин n-3 (17,08 проти 14,54 %) і n-6 (22,28 проти 19,61 %). При цьому суттєво зростає відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

У жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуванням рибацьким жиром, порівняно з інтактними щурами, вірогідно зменшується відносний вміст таких насичених жирних кислот, як каприлова, капринова, міристинова, пентадеканова, вірогідно підвищується – мононенасиченої жирної кислоти (пальмітоолеїнової) і таких поліненасичених жирних кислот, як лінолева, ліноленова, ейкозациєнова, ейкозациєнова (арахідонова), ейкозациєнова, докозациєнова, докозациєнова, докозациєнова, докозациєнова та докозациєнова.

Відносний вміст поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів зменшується за рахунок жирних кислот родин n-3 (14,39 проти 15,85 %) і n-6 (19,15 проти 21,48 %). При цьому не змінюється відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

Таблиця 1. Жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові щурів, % (M±m, n=3)

Table 1. Fatty acid composition of monoacylglycerols and diacylglycerols plasma of blood of rats, % (M± m, n=3)

Жирні кислоти та їх код	Групи тварин		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Каприлова, 8:0	0,31±0,01	0,38±0,02	0,24±0,01*
Капринова, 10:0	0,20±0,02	0,28±0,01*	0,13±0,01*
Лауринова, 12:0	0,31±0,01	0,38±0,02	0,29±0,01
Міристинова, 14:0	0,51±0,02	0,60±0,02	0,43±0,01*
Пентадеканова, 15:0	0,29±0,01	0,35±0,01*	0,23±0,01*
Пальмітинова, 16:0	11,66±0,21	13,78±0,88	10,75±0,34
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,39±0,05	1,24±0,02	1,59±0,04*
Стеаринова, 18:0	9,47±0,19	10,07±0,08*	8,84±0,19
Олеїнова, 18:1	40,73±2,10	41,98±0,62	37,06±0,95
Лінолева, 18:2	11,32±0,37	9,87±0,33*	12,89±0,35*
Ліноленова, 18:3	4,32±0,18	3,86±0,08	4,92±0,09*
Арахінова, 20:0	0,20±0,02	0,28±0,02	0,13±0,01
Ейкозаснова, 20:1	0,13±0,01	0,10±0,01	0,18±0,01
Ейкозациєнова, 20:2	0,25±0,01	0,18±0,01*	0,32±0,02*
Ейкозатриєнова, 20:3	1,31±0,08	1,04±0,04*	1,58±0,06
Ейкозатетраєнова (арахідонова), 20:4	4,41±0,01	4,02±0,08	4,89±0,09*
Ейкозапентаєнова, 20:5	0,94±0,07	0,80±0,02*	1,25±0,04**
Докозациєнова, 22:2	0,65±0,02	0,56±0,02*	0,77±0,03*
Докозатриєнова, 22:3	0,81±0,03	0,68±0,02*	0,94±0,02*
Докозатетраєнова, 22:4	2,32±0,07	2,03±0,06*	2,60±0,04*
Докозапентаєнова, 22:5	3,72±0,16	3,22±0,10*	4,76±0,29*
Докозагексаєнова, 22:6	4,75±0,10	4,30±0,11*	5,21±0,07*
Загальний відносний вміст жирних кислот	100,00	100,00	100,00
у т. ч. насичені	22,95	26,12	21,04
мононенасичені	42,25	43,32	38,83
поліненасичені	33,80	30,56	40,13
n-3/n-6	0,74	0,75	0,77

Примітка: \* – p&lt;0,02 – 0,05; \*\* – p&lt;0,01

У жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів печінки щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, порівняно з інтактними щурами, вірогідно зростає відносний вміст таких насичених жирних кислот, як каприлова, капринова, лауринова, міристинова та пентадеканова, а також вірогідно знижується рівень мононенасиченої жирної кислоти (пальмітоолеїнової) і таких поліненасичених жирних кислот, як ліноленова, ейкозациєнова, ейкозатриєнова, ейкозатетраєнова (арахідонова), ейкозапентаєнова, докозатриєнова, докозатетраєнова, докозапентаєнова та докозагексаєнова.

У печінці щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодуюваним риб'ячим жиром, порівняно з інтактними щурами, також не змінюється вміст моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів (6,54±0,159 проти

6,61±0,162 г/кг). Однак в їх жирнокислотному складі зменшується відносний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот, але зростає – поліненасичених (табл. 2). Причому рівень насичених жирних кислот у моноацилгліцерилах і диацилгліцерилах знижується за рахунок жирних кислот з парним (21,52 проти 23,26 %) і непарним (0,22 проти 0,30) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, а мононенасичених – жирних кислот родини n-9 (34,96 проти 37,01). Відносний вміст поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів збільшується за рахунок жирних кислот родин n-3 (17,30 проти 15,85 %) і n-6 (23,39 проти 21,48 %). При цьому не змінюється відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

Таблиця 2. Жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів печінки щурів, % (M±m, n=3)

Table 2. Fatty acid composition of monoacylglycerols and diacylglycerols of liver of rats, % (M± m, n=3)

Жирні кислоти та їх код	Групи тварин		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Каприлова, 8:0	0,27±0,02	0,37±0,02*	0,21±0,01
Капринова, 10:0	0,19±0,02	0,26±0,01*	0,13±0,01*
Лауринова, 12:0	0,32±0,02	0,44±0,02*	0,23±0,02*
Міристинова, 14:0	0,51±0,02	0,62±0,02*	0,41±0,02*
Пентадеканова, 15:0	0,30±0,02	0,39±0,02*	0,22±0,02*
Пальмітинова, 16:0	12,83±0,32	13,48±0,09	11,95±0,12
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,52±0,05	1,28±0,04*	1,67±0,05
Стеаринова, 18:0	8,97±0,13	9,30±0,07	8,49±0,11
Олеїнова, 18:1	36,84±1,34	39,34±0,36	34,68±0,31
Лінолева, 18:2	12,04±0,39	10,91±0,13	12,92±0,09
Ліноленова, 18:3	4,43±0,11	4,03±0,06*	4,68±0,06
Арахідова, 20:0	0,17±0,02	0,26±0,02	0,10±0,01
Ейкозаснова, 20:1	0,17±0,02	0,11±0,01	0,28±0,02*
Ейкозадиснова, 20:2	0,26±0,01	0,17±0,02*	0,31±0,01
Ейкозатриєнова, 20:3	1,67±0,09	1,28±0,08*	1,96±0,06
Ейкозатетраснова (арахідонова), 20:4	4,77±0,07	4,39±0,07*	5,12±0,08*
Ейкозапентаснова, 20:5	1,07±0,05	0,86±0,03*	1,30±0,05*
Докозадиснова, 22:2	0,75±0,03	0,61±0,03	0,94±0,05*
Докозатриєнова, 22:3	0,91±0,02	0,76±0,03*	1,07±0,04*
Докозатетраснова, 22:4	2,74±0,09	2,40±0,05*	3,08±0,05*
Докозапентаснова, 22:5	4,16±0,08	3,88±0,05*	4,50±0,07*
Докозагексаснова, 22:6	5,28±0,10	4,86±0,09*	5,75±0,08*
Загальний відносний вміст жирних кислот	100,00	100,00	100,00
у т. ч. насичені	23,56	25,12	21,74
мононенасичені	38,53	40,73	36,63
поліненасичені	38,08	34,15	41,63
n-3/n-6	0,74	0,75	0,74

Примітка: \* – p&lt;0,02 – 0,05

Аналізуючи результати, висвітлені в таблиці 2, видно, що в жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів печінки щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуванням риб'ячим жиром, порівняно з інтактними щурами, вірогідно знижується відносний рівень таких насичених жирних кислот, як капринова, лауринова, міристинова та пентадеканова. При цьому вірогідно зростає відносний вміст мононенасиченої жирної кислоти (ейкозасенової) і таких поліненасичених жирних кислот, як ейкозатетраснова (арахідонова), ейкозапентаснова, докозадиснова, докозатриєнова, докозатетраснова, докозапентаснова та докозагексаснова.

Таким чином, у печінці щурів за експериментальної гіперхолестеринемії змінюється жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів в сторону зростання відносного вмісту насичених жирних кислот, але

зменшення – поліненасичених. Одночасно в печінці щурів підвищується рівень етерифікованого холестеролу, але зменшується – фосфоліпідів. У кінцевому рахунку це призводить до жирового переродження печінки щурів.

У скелетних м'язах щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, порівняно з інтактними щурами, не змінюється рівень моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів (2,45±0,108 проти 2,38±0,109 г/кг). Одночасно в їх жирнокислотному складі збільшується відносний вміст мононенасичених і, особливо, насичених жирних кислот, але зменшується – поліненасичених (табл. 3). Причому відносний вміст насичених жирних кислот у моноацилгліцерах і диацилгліцерах зростає за рахунок жирних кислот з парним (28,43 проти 25,86 %) і непарним (0,36 проти 0,28) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, а мононенасичених – жирних кислот родини n-9 (38,28 проти 37,90 %).

Таблиця 3. Жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів скелетних м'язів щурів, % (M±m, n=3)

Table 2. Fatty acid composition of monoacylglycerols and diacylglycerols of skeletal muscles of rats, % (M± m, n=3)

Жирні кислоти та їх код	Групи тварин		
	контрольна	I дослідна	II дослідна
Каприлова, 8:0	0,12±0,01	0,17±0,01*	0,08±0,01*
Капринова, 10:0	0,24±0,02	0,32±0,01	0,17±0,01
Лауринова, 12:0	0,25±0,01	0,31±0,01*	0,19±0,01*
Міристинова, 14:0	0,46±0,02	0,55±0,01	0,37±0,02
Пентадеканова, 15:0	0,28±0,02	0,36±0,02*	0,20±0,01
Пальмітинова, 16:0	11,49±0,48	12,71±0,09	10,40±0,13
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,10±0,06	0,92±0,03	1,30±0,04
Стеаринова, 18:0	13,00±0,28	14,00±0,27	12,20±0,09
Олеїнова, 18:1	37,72±1,75	38,15±2,48	36,99±0,59
Лінолева, 18:2	8,77±0,14	8,43±0,08	8,91±0,07
Ліноленова, 18:3	4,52±0,10	4,14±0,07*	4,84±0,05*
Арахінова, 20:0	0,30±0,02	0,37±0,01	0,23±0,01*
Ейкозаєнова, 20:1	0,18±0,01	0,13±0,01*	0,24±0,01*
Ейкозадиснова, 20:2	0,34±0,02	0,26±0,02	0,42±0,01*
Ейкозатриєнова, 20:3	1,82±0,07	1,48±0,07*	1,95±0,03
Ейкозатетраснова (арахідонова), 20:4	4,52±0,10	4,17±0,07	4,89±0,06*
Ейкозапентаєнова, 20:5	1,10±0,06	0,98±0,03	1,42±0,12
Докозадиснова, 22:2	1,13±0,05	0,96±0,03	1,37±0,07
Докозатриєнова, 22:3	1,12±0,05	0,95±0,03	1,40±0,09
Докозатетраснова, 22:4	2,41±0,11	2,11±0,04	2,80±0,07*
Докозапентаєнова, 22:5	4,13±0,08	3,89±0,04	4,46±0,08
Докозагексаєнова, 22:6	5,00±0,09	4,64±0,06*	5,17±0,05
Загальний відносний вміст жирних кислот	100,00	100,00	100,00
у т. ч. насичені	26,14	28,79	23,84
мононенасичені	39,00	39,20	38,53
поліненасичені	34,86	32,01	37,63
n-3/n-6	0,89	0,89	0,91

Примітка: \* – p&lt;0,02 – 0,05

Відносний вміст поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів їх скелетних м'язів зменшується за рахунок жирних кислот родин n-3 (14,60 проти 15,87 %) і n-6 (16,45 проти 17,86%). При цьому не змінюється відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

З таблиці 3 видно, що в жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів скелетних м'язів щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, порівняно з інтактними щурами, вірогідно підвищується відносний вміст таких насичених жирних кислот, як каприлова, лауринова та пентадеканова, але при цьому

вірогідно зменшується відносна концентрація такої мононенасиченої жирної кислоти, як ейкозаєнова, і таких поліненасичених жирних кислот, як ліноленова, ейкозатриєнова та докозагексаєнова.

У скелетних м'язів щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуваним риб'ячим жиром, порівняно з інтактними щурами, рівень моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів також не змінюється (2,31±0,099 проти 2,38±0,109 г/кг). Одночасно в їх жирнокислотному складі зменшується відносний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот, але підвищується – поліненасичених (табл. 3). Причому відносний вміст насичених жирних кислот моноацилгліцеролів і

диацилгліцеролів зменшується за рахунок жирних кислот з парним (23,64 проти 25,86 %) і непарним (0,20 проти 0,28) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, а мононенасичених – жирних кислот родини n-9 (37,23 проти 37,90 %). Відносний вміст поліненасичених жирних кислот у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів скелетних м'язів збільшується за рахунок жирних кислот родин n-3 (17,29 проти 15,87 %) і n-6 (18,97 проти 17,86 %). При цьому зростає відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6.

У жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів скелетних м'язів щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуваним рибачим жиром, порівняно з інтактними щурами, вірогідно зменшується відносний вміст таких насичених жирних кислот, як каприлова, лауринова та арахідова. При цьому вірогідно підвищується відносний рівень такої мононенасиченої жирної кислоти, як ейкозаєнова, і таких поліненасичених жирних кислот, як ліноленова, ейкозадєєнова, ейкозатетраєнова (арахідонова) та докозатетраєнова.

Отже, у скелетних м'язах щурів за експериментальної гіперхолестеринемії змінюється жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів внаслідок зростання відносного вмісту насичених жирних кислот, але зменшення – поліненасичених. Разом з тим в їх скелетних м'язах підвищується концентрація етерифікованого холестеролу та зменшується – фосфоліпідів. Наведене вище стає причиною ожиріння скелетних м'язів щурів.

Переважаючий відносний вміст насичених і мононенасичених жирних кислот у жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові щурів за гіперхолестеринемії може вказувати на сповільнення процесів їх обміну. В результаті цього моноацилгліцероли та диацилгліцероли легко перетворюються в триацилгліцероли та

відкладаються на стінках кровоносних судин. Навпаки, переважаючий відносний вміст поліненасичених жирних кислот у моноацилгліцеролах і диацилгліцеролах плазми крові щурів за гіперхолестеринемії, коригованої згодовуваним рибачим жиром, може свідчити про посилення їх метаболізму. Синтезовані з них триацилгліцероли, які містять у своєму складі велику кількість поліненасичених жирних кислот, легко піддаються окисненню в тканинах організму тварин [2,17].

Проведеними нами дослідженнями також відзначено, що щури інтактні, з експериментальною гіперхолестеринемією та з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуваним рибачим жиром, за період досліду (90 днів) збільшили свою живу масу відповідно в 1,04 (192±4 проти 191±4 г), 1,24 (200±6 проти 237±7 г;  $p < 0,05$ ) і 1,08 (193±4 проти 208±6 г) рази.

### Висновки

1. У жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів щурів з експериментальною гіперхолестеринемією підвищується рівень насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу та мононенасичених жирних кислот родини n-9, але знижується – поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6. У жирнокислотному складі моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів щурів з експериментальною гіперхолестеринемією, коригованою згодовуваним рибачим жиром, за рахунок наведених вище жирних кислот, відзначено обернені закономірності.

2. Згодовуваний рибачий жир коригує жирнокислотний склад моноацилгліцеролів і диацилгліцеролів плазми крові, печінки та скелетних м'язів, а також ріст щурів з експериментальною гіперхолестеринемією.

1. Журавлева М. В. Коррекция нарушений липидного обмена / М. В. Журавлева // *Consilium medicum*. – 2010. – № 5. – С. 113 – 118.
2. Калачнюк Л. Молекулярні механізми регулювання синтезу, метаболізму й секреції ліпопротеїдів у клітинах печінки / Л. Калачнюк, Д. Мельничук, Г. Калачнюк // *Вісник Львів. ун-ту. Сер. Біол.* – 2004. – Вип. 38. – С. 3 – 20.
3. Лопач С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях Excel / С. Н. Лопач., А. В. Губенко., П. Н. Бабич. – К.: Мартон, 2001. – 410 с.
4. Митченко Е. И. Дислипидемия как фактор развития сердечно-сосудистых заболеваний / Е. И. Митченко // *Укр. кардіол. журнал.* – 2004. – Додаток 1. – С. 28 – 39.
5. Мітченко О. І. Дисліпідемія: діагностика, профілактика та лікування / О. І. Мітченко, М. І. Лупай. – К.: Четверта хвиля, 2007. – 56 с.
6. Перова Н. В. Коррекция нарушений липопротеидного спектра крови как фактора развития атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний / Н. В. Перова, В. А. Метельская // *Здравоохранение*. – 2011. – № 1. – С. 31 – 46.
7. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих класів ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук. – Львів: Сполом, 2010. – 109 с.
8. Таласва Т. В. Системний характер порушень обміну ліпопротеїдів крові як основа патогенезу атеросклерозу / Т. В. Таласва, В. В. Амброскіна, Т. Ф. Крячок, В. В. Братусь // *Журнал АМН України*. – 2007. – Т. 13. – № 1. – С. 45 – 64.

9. Титов В. Н. Атеросклероз – патология полиеновых жирных кислот / В. Н. Титов // Клиническая лабораторная диагностика. – 2001. – № 1. – С. 3 – 8.
10. Уден П. К. Детектирование в количественной газовой хроматографии / П. К. Уден // Количественный анализ хроматографическими методами. – М.: Мир, 1990. – С. 84 – 128.
11. Цап М. М. Жирнокислотний склад ліпідів печінки та скелетних м'язів коропів при додаванні до раціону продуктів олійного виробництва: дис. ... канд.с.- г. наук: 03.00.04 / М.М. Цап. – Львів, 2009; 146 с.
12. Цюпко В. В. Структура та значення поліненасичених жирних кислот в обміні речовин людини і тварини / В. В. Цюпко. – Режим доступу до журн.: [http // www. nbuv. gov. ua / portal / gol--gum / znpknpu – boil / 2008 – 10/16. html](http://www.nbuv.gov.ua/portal/gol--gum/znpknpu-boil/2008-10/16.html)
13. Adipose tissue is required for the antidiabetic, but not for the hypolipidemic, L. effect of thiazolidinediones / L. Chao, B. Marcus-Samuels M. M. Mason [et al]. // J. Clin. Invest. – 2000. – V. 106. – P. 1221– 1228.
14. Dietschy J. M. Control of Cholesterol Turnover in the Mouse / J. M. Dietschy, S. D. Turley // J. Biol. Chem. – 2002. – V. 277. – P. 3801 – 3804.
15. Fernandez M. L. Mechanisms by which dietary fatty acids modulate plasma lipids / M. L. Fernandez, K. L. West // J. Nutr. – 2005. – V. 135. – P. 2075 – 2078.
16. Okuyama H. High n-6 to n-3 ratio of dietary fatty acids rather than serum cholesterol as a major risk factor for coronary heart / H. Okuyama // European Journal of Lipid Science and Technology. – 2001. – V. 103. – № 418 – P. 418 – 422.
17. Scislawski V. Dietary linoleic acid- induced hypercholesterolemia and accumulation of very light HDL in steers / V. Scislawski, D. Durand, D. Gruffat, D. Bauchart // Lipids. – 2004. – Vol. – 39. – P. 125 – 133.
18. Weggemans K. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis / K. Weggemans // Am. J. Clin. Nutr. – 2001. – V.73. – P. 885 – 891.
19. Weltzman D. The significance of various blood pressure indices for long-term stroke, coronary heart disease, and all-cause mortality in men. The Israel Ischemic Heart Disease Study / D. Weltzman, U. Goldbourt // Stroke. – 2006. – V. 37. – P. 358 – 362.

Отримано: 11 березня 2011 р.

Прийнято до друку: 12 листопада 2012 р.