

УДК 577.115:546.76

## ВМІСТ ЖИРНИХ КИСЛОТ У М'ЯЗОВІЙ І ЖИРОВІЙ ТКАНИНАХ СВИНЕЙ ЗА ДІЇ ХРОМ ХЛОРИДУ.

Іскра Р.Я.

**Вміст жирних кислот у м'язовій і жировій тканинах свиней за дії хром хлориду.** — Р.Я. Іскра. — Досліджували вміст жирних кислот у м'язовій і жировій тканинах свиней за умови додавання до їх раціону хром хлориду в кількості 400 мкг Cr/kg корму. Встановлено зниження вмісту стеаринової ( $P < 0,05$ ) на тлі зростання міристинової ( $P < 0,001$ ), пальмітоолеїнової, арахідонової, ейкозапентаєнової, докозадієнової, докозатетраєнової, докозагексаєнової ( $P < 0,05$ ) кислот у м'язовій тканині свиней дослідної групи порівняно до контрольної. У жировій тканині свиней за дії хром хлориду вірогідно знижується вміст стеаринової кислоти ( $P < 0,05$ ), а вміст інших насичених, а також моно- і поліненасичених жирних кислот має тенденцію до зростання.

**Ключові слова:** свині, хром хлорид, м'язова тканина, жирова тканина.

**Адреса:** Лабораторія біохімії адаптації та онтогенезу тварин Інституту біології тварин НААН, м. Львів, вул. В. Стуса, 38; e-mail: iskra\_r@ukr.net

**The content of fatty acids in muscle and adipose tissues of pigs under chromium chloride.** — R. Ja. Iskra. — Fatty acid content of muscle and adipose tissues of pigs after addition to their diet of chromium chloride of 400  $\mu\text{g Cr / kg}$  was studied. The decrease of stearic acid content ( $P < 0.05$ ), but increased myristic acid ( $P < 0.001$ ), palmitooleic acid ( $P < 0.05$ ), arachidonic acid, eicosapentenoic, docosadienoic, dokosatetraenoic, docosahexaenoic acid ( $P < 0.05$ ) in m the muscle tissue of pigs of the experimental group compared to the control were observed. In adipose tissue from pigs of chromium chloride significantly reduced the content of stearic acid ( $P < 0.05$ ), and the contents of other saturated and unsaturated fatty acids - increased.

**Key words:** swine, chromium chloride, muscle, adipose tissue.

**Address:** Biochemistry Laboratory Animal adaptation and ontogeny of the Institute of Animal Biology NAAN, V. Stusa str. 38, Lviv, Ukraine; e-mail: iskra\_r@ukr.net

### Вступ

Хром є есенціальним мікроелементом для людини і більшості видів тварин. Це зумовлено тим, що хром входить до складу фактора толерантності глюкози – специфічного білка хроммодуліну, котрий зв'язується з рецепторами інсуліну на поверхні клітин, внаслідок чого забезпечується регуляторна дія гормону [12]. Хром бере участь у підтримці нормального ліпідного обміну в організмі. Однак, якщо в одних дослідженнях не виявлено змін рівня ліпідів у крові здорових людей, до раціону яких додавали хром піколінат [15], то в інших – виявлена здатність цієї сполуки значно знижувати рівень тригліцеролів у інсулін-залежних пацієнтів, хворих на діабет II типу [11]. Хром внаслідок здатності збільшувати чутливість клітин до інсуліну, стимулює ліпогенез і гальмує ліполіз, в результаті чого в крові знижується концентрація неетерифікованих жирних кислот [9].

Поліненасичені жирні кислоти займають центральне положення у неензимній ланці антиоксидантного захисту в організмі. Разом з цим, перекисне окиснення поліненасичених жирних кислот у ліпопротеїдах низької щільності відіграє важливу роль у патогенезі атерогенезу [3]. Проміжні метаболіти біогідрогенізації лінолевої та ліноленової кислот – дієнові кон'югати є біологічно активними сполуками, які виявляють регуляторну дію, попереджують виникнення онкологічних та серцево-судинних захворювань у людини [8].

Крім цього, показники біологічної цінності м'ясної продукції свиней залежать від частки в ній ненасичених жирних кислот. При збільшенні ненасичених жирних кислот в тушах свиней покращуються показники стабільності продукції при її зберіганні [1].

Тому метою наших досліджень було з'ясувати вплив хром хлориду на вміст жирних кислот у м'язовій і жировій тканині молодих свиней.

### Матеріал та методи досліджень

Дослід проведено на двох групах свиней великої білої породи 3-місячного віку, по 5 тварин у кожній. З 3- до 5-місячного віку свиням першої (контрольної) групи згодовували стандартний комбікорм, який забезпечував їх потребу в основних елементах живлення, з вільним доступом до води. Тваринам другої (дослідної) групи згодовували цей же комбікорм з добавкою хром хлориду в кількості 400 мкг Сг/кг корму. У 5-місячному віці було проведено забій тварин обох груп з метою дослідження зразків їх тканин. В гомогенатах м'язової та жирової тканин визначали вміст жирних кислот газохроматографічним методом [2]. Одержані цифрові дані опрацьовували статистично за допомогою програми Microsoft EXCEL. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами використовували *t*-критерій Стюдента.

### Результати та обговорення

У дослідженнях встановлено, що за дії хром хлориду відбуваються зміни вмісту насичених жирних кислот загальних ліпідів у м'язовій тканині свиней (табл. 1), зокрема, зростання вмісту міристинової на 27,0% ( $P < 0,001$ ), проте зниження – стеаринової на 7,7% ( $P < 0,05$ ). Крім цього, у м'язовій тканині тварин дослідної групи, стосовно контрольної, відзначено вірогідно вищий вміст ненасичених жирних кислот. Зокрема, вміст мононенасиченої пальмітоолеїнової кислоти вищий на 22,2%

( $P < 0,05$ ), а таких поліненасичених жирних кислот, як арахідонова, ейкозапентоєнова, докозадиєнова, докозатетраєнова, докозагексаєнова, відповідно, на 13,3% ( $P < 0,05$ ), 5,6% ( $P < 0,05$ ), 50,0% ( $P < 0,05$ ), 20,0% ( $P < 0,05$ ) і 14,3% ( $P < 0,05$ ).

Вміст жирних кислот загальних ліпідів у м'язовій тканині свиней дослідної групи зростає за рахунок насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот. Характерно, що вміст насичених жирних кислот підвищується завдяки жирним кислотам з парним (2,28 проти 2,14 г/кг) та непарним (0,013 проти 0,010 г/кг) числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот – за рахунок родини  $\omega$ -7 (0,11 проти 0,09 г/кг) та  $\omega$ -9 (4,88 проти 4,75 г/кг), поліненасичених – за рахунок родини  $\omega$ -3 (0,79 проти 0,73 г/кг) і  $\omega$ -6 (1,85 проти 1,76 г/кг).

Поряд з тим у м'язовій тканині свиней за дії хром хлориду знижується відношення поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 до поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3 (2,36 проти 2,43). Зростання вмісту жирних кислот родини  $\omega$ -3 має позитивний ефект, оскільки вони здатні зменшувати синтез прозапального лейкотрієну В<sub>4</sub>, сприяти змінам активності протеїнкінази С, впливати на характер Т- і В-клітинної відповіді, збільшувати секрецію лімфокінів [7]. Було встановлено, що  $\omega$ -3 жирні кислоти знижували синтез простагландинів Е<sub>2</sub> та F<sub>1 $\alpha$</sub>  та пригнічували перекисне окиснення ліпідів при некрозі підшлункової залози у щурів [10].

Таблиця 1. Вміст жирних кислот загальних ліпідів у м'язовій тканині свиней за дії хром хлориду, г/кг ( $M \pm m$ ,  $n=5$ )

Table 1. The content of fatty acids of total lipids in muscle tissue of pigs for the actions of chromium chloride, g / kg ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Жирна кислота та її код	Група тварин	
	Контрольна	Дослідна
Лауринова, 12:0	0,01 $\pm$ 0,002	0,01 $\pm$ 0,003
Міристинова, 14:0	0,37 $\pm$ 0,003	0,47 $\pm$ 0,003***
Пентадеканова, 15:0	0,01 $\pm$ 0,001	0,01 $\pm$ 0,003
Пальмітинова, 16:0	1,14 $\pm$ 0,032	1,20 $\pm$ 0,029
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,09 $\pm$ 0,003	0,11 $\pm$ 0,006*
Стеаринова, 18:0	0,52 $\pm$ 0,009	0,48 $\pm$ 0,010*
Олеїнова, 18:1	4,64 $\pm$ 0,099	4,77 $\pm$ 0,096
Лінолева, 18:2	1,34 $\pm$ 0,052	1,39 $\pm$ 0,052
Ліноленова, 18:3	0,34 $\pm$ 0,020	0,35 $\pm$ 0,023
Арахінова, 20:0	0,11 $\pm$ 0,005	0,11 $\pm$ 0,006
Ейкозаєнова, 20:1	0,11 $\pm$ 0,007	0,11 $\pm$ 0,003
Ейкозадиєнова, 20:2	0,13 $\pm$ 0,007	0,13 $\pm$ 0,010
Ейкозатриєнова, 20:3	0,12 $\pm$ 0,006	0,14 $\pm$ 0,007
Арахідонова, 20:4	0,15 $\pm$ 0,003	0,17 $\pm$ 0,006*
Ейкозапентоєнова, 20:5	0,18 $\pm$ 0,003	0,19 $\pm$ 0,003*
Докозадиєнова, 22:2	0,02 $\pm$ 0,002	0,03 $\pm$ 0,003*
Докозатриєнова, 22:3	0,03 $\pm$ 0,003	0,03 $\pm$ 0,003
Докозатетраєнова, 22:4	0,05 $\pm$ 0,003	0,06 $\pm$ 0,003*

Жирна кислота та її код	Група тварин	
	Контрольна	Дослідна
Докозапентаєнова, 22:5	0,07 ± 0,003	0,07 ± 0,003
Докозагексаєнова, 22:6	0,07 ± 0,003	0,08 ± 0,003*
Загальний вміст жирних кислот	9,48	9,91
У т.ч. насичені	2,15	2,29
ненасичені	7,33	7,62
мононенасичі	4,84	4,99
поліненасичені	2,48	2,64
Відношення ω- 6/ ω- 3	2,43	2,36

Примітка: у цій і наступній таблицях вірогідні різниці показників дослідної групи порівняно до контрольної: \* P- <0,05, \*\* - P<0,01, \*\*\* - P<0, 001.

У жировій тканині свиней за дії хром хлориду вірогідно знижується лише вміст стеаринової кислоти на 12,6% (P<0,05), а вміст інших насичених, а також моно- і поліненасичених жирних кислот має тенденцію до зростання (табл. 2).

Вміст жирних кислот загальних ліпідів у жировій тканині зростає за рахунок мононенасичених (280,74 проти 265,84) і поліненасичених (78,79 проти 76,39) жирних

кислот. Необхідно відзначити, що вміст мононенасичених жирних кислот зростає за рахунок родин ω-7 (7,92 проти 7,80) та ω-9 (272,82 проти 258,04), поліненасичених – родин ω-3 (24,82 проти 24,45) і ω-6 (53,97 проти 51,94). Причому в жировій тканині свиней за дії хром хлориду дещо зростає відношення поліненасичених жирних кислот родини ω-6 до поліненасичених жирних кислот родини ω-3 (2,17 проти 2,12).

Таблиця 2. Вміст жирних кислот загальних ліпідів у жировій тканині свиней за дії хром хлориду, г/кг (M±m, n=5)

Table 2. The content of fatty acids of total lipids in adipose tissue of pigs for the actions of chromium chloride, g / kg (M ± m, n = 5)

Жирна кислота та її код	Група тварин	
	Контрольна	Дослідна
Каприлова, 8:0	3,25 ± 0,2	3,45 ± 0,12
Капронова, 10:0	7,80 ± 0,4	7,87 ± 0,36
Лауринова, 12:0	15,61 ± 1,1	16,0 ± 1,20
Міристинова, 14:0	31,88 ± 2,3	33,12 ± 2,11
Пентадеканова, 15:0	10,41 ± 1,0	9,80 ± 0,98
Пальмітинова, 16:0	180,27 ± 2,4	181,42 ± 3,25
Пальмітоолеїнова, 16:1	7,80 ± 0,30	7,92 ± 0,67
Стеаринова, 18:0	55,97 ± 2,20	48,92 ± 1,26*
Олеїнова, 18:1	255,44 ± 12,5	270,13 ± 10,4
Лінолева, 18:2	37,32 ± 2,57	39,00 ± 2,67
Ліноленова, 18:3	20,17 ± 1,60	20,26 ± 2,17
Арахінова, 20:0	3,38 ± 0,6	3,19 ± 0,43
Ейкозаєнова, 20:1	2,60 ± 0,4	2,69 ± 0,22
Ейкозациєнова, 20:2	5,98 ± 0,3	5,70 ± 0,34
Ейкозатриснова, 20:3	2,60 ± 0,11	2,67 ± 0,14
Арахідонова, 20:4	5,46 ± 0,27	5,98 ± 0,29
Ейкозапентоєнова, 20:5	1,36 ± 0,28	1,64 ± 0,43
Докозациєнова, 22:2	0,58 ± 0,05	0,62 ± 0,08
Докозатриснова, 22:3	0,65 ± 0,07	0,51 ± 0,06
Докозатетраєнова, 22:4	0,78 ± 0,06	0,83 ± 0,09
Докозапентаєнова, 22:5	0,71 ± 0,04	0,76 ± 0,08
Докозагексаєнова, 22:6	0,78 ± 0,05	0,82 ± 0,09
Загальний вміст жирних кислот	650,8	663,3
У т.ч. насичені	308,57	303,77
ненасичені	342,23	359,53
мононенасичі	265,84	280,74
поліненасичені	76,39	78,79
Відношення ω- 6/ ω- 3	2,12	2,17

У дослідженнях інших авторів встановлено, що в жировій тканині свиней, яким до раціону додавали хром піколінат зменшувався загальний вміст ненасичених жирних кислот, зокрема олеїнової кислоти, у той час як насичених – збільшувався, стосовно контрольної групи [6]. Однак, результати наших досліджень свідчать про підвищення вмісту насичених (у м'язовій тканині), моно- і поліненасичених (у м'язовій і жировій тканинах) жирних кислот за дії хром хлориду.

Варто відмітити, що у м'язовій та жировій тканинах свиней за дії хром хлориду знижується рівень шкідливої для організму людини та тварин насиченої жирної кислоти – стеаринової, яка здатна зумовлювати розвиток атеросклерозу у людей [4]. Тоді як лінолева кислота, вміст якої зростає в обох досліджуваних тканинах, має антиатеросклеротичну та антиатеросклеротичну дію [5].

Дослідженнями *in vitro* впливу Cr (III) на ліпогенез у клітинах печінки індичат виявлено, що перетворення глюкози в ацетил-КоА збільшилося у відповідь на дію Cr, в той час як перетворення ацетил-КоА в жирні кислоти не змінилося [14]. Таким чином, на основі цих даних дослідники припускають, що Cr підвищував лише клітинне поглинання глюкози. Однак інші автори експериментально довели вплив хром пропіонату на ліпогенез у жировій тканині молочних корів [7]. Очевидно, активація інсуліну за дії хрому призводить до підвищення активності ліпопротеїнази і, таким чином, полегшує

надходження жирних кислот в клітини жирової та м'язової тканин.

Хоча механізм дії хрому (III) на метаболізм ліпідів повністю ще не вивчений, вважається, що це відбудеться завдяки активації 5-цАМФ-кінази, яка гальмує експресію специфічного білку (SREBP-1) [13]. Цей білок належить до ліпогенних транскрипційних факторів, що безпосередньо беруть участь у індукції більш ніж 30 генів, які визначають синтез холестеролу, жирних кислот, триацилгліцеролів і фосфоліпідів, а також нікотинамідаденіндинуклеотидфосфатів, необхідних для синтезу цих молекул.

### Висновки

1. За впливу хром хлориду в кількості 400 мкг Cr/kg корму в м'язовій тканині свиней знижується вміст стеаринової ( $P<0,05$ ), проте зростає – міристинової насиченої жирної кислоти ( $P<0,001$ ), пальмітоолеїнової мононенасиченої кислоти ( $P<0,05$ ) і поліненасичених жирних кислот, таких як арахідонова, ейкозапентаєнова, докозадиєнова, докозатетраєнова, докозагексаєнова ( $P<0,05$ ).

2. У жировій тканині свиней за дії хром хлориду вірогідно знижується вміст стеаринової кислоти ( $P<0,05$ ), а вміст інших насичених, а також моно- і поліненасичених жирних кислот має тенденцію до зростання.

3. У м'язовій тканині свиней, на противагу жировій, за дії хром хлориду знижується відношення поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -6 до поліненасичених жирних кислот родини  $\omega$ -3.

1. Эрготропики. Регуляторы обмена веществ и использование кормов сельскохозяйственными животными / [Г. Бокер, Г. Флаховски, Г. Ярайс и др.] — М.: Агропромиздат. — 1986. — 344 с.
2. Ривис И. Ф. Количественный метод определения высокомолекулярных жирных кислот в биологическом материале / И. Ф. Ривис., И. В. Скороход, А. Б. Пидлужный // Доклады ВАСХНИЛ. — 1985. — 8. — С. 33–35.
3. Титов В.Н. Филогенез и становление транспорта жирных кислот / В.Н. Титов // Клин. лаб. диагност. — 1999. — N2. — С. 1–6.
4. Янович В. Г. Обмен липидов у животных в онтогенезе / В. Г. Янович, П. З.Лагодюк. — М. : Агропромиздат, 1991. — 317 с.
5. Dhiman T. R. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat / T. R. Dhiman, S. H. Nam, A. L. Ure // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2005. — Vol. 45, № 6. — P. 463–482.
6. Effect of supplemental levels of chromium picolinate on the growth performance, serum traits, carcass characteristics and lipid metabolism of growing-finishing pigs / T.F. Lien, C.P. Wu, B.J. Wang [et al] // Animal Science 2001. — V. 72: — P.289–296
7. Heller A. Omega-3-Fettsauren als adjuvante Therapie bei inflammatorischen Reaktionen / A. Heller, T. Koch // Anaesthesiologie & Intensivmedizin. — 1996. — V. 10(37). — P. 517–529.
8. Jenkins T. C. Major advances in nutrition: impact on milk composition / T. C. Jenkins, M. A. McGuire // J. Dairy Sci.— 2006. — 89 (4) — P. 1302–1310.
9. Kegley E. B. Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers / E. B. Kegley, D. L. Galloway, T. M. Fakler // J ANIM SCI — 2000. — V. 78: — P.3177–3183.
10. Kilian M. Early inhibition of prostaglandin synthesis by n-3 fatty acids determines histologic severity of necrotizing pancreatitis / M. Kilian, J. Gregor, I. Heukamp [et al] // Pancreas. — 2009. — Vol. 38(4). — P. 436–441.
11. Lee N.A. Beneficial effect of chromium supplementation on serum triglyceride levels in NIDDM. / N.A. Lee, C.A. Reasner // Diabetes Care. — 1994. — V.17(12). — P.1449–52.
12. Lukaski H.C. Chromium as a supplement / H.C. Lukaski // Annu. Rev. Nutr. — 1999. — Vol. 19. — P. 279–302.
13. Peter J. Espenshade SREBPs: sterolregulated transcription factors / J. Peter // Journal of Cell Science. — 2006. — 119. — P.973–976.
14. Steele N.C. Effect of trivalent chromium on hepatic lipogenesis by the turkey poult. / N.C. Steele, R.W. Rosebrough // Poultry Sci. — 1981. — V.60. — P.617–622.
15. Wilson B.E. Effects of chromium supplementation on fasting insulin levels and lipid parameters in healthy, non-obese young subjects/ B.E. Wilson, A. Gony // Diabetes Res Clin Pract. — 1995. — V.28(3). — P.179–84.

Отримано: 11 жовтня 2011 р.

Прийнято до друку: 12 листопада 2012 р.