

## ОСОБЛИВОСТІ ЗМІН ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ЛІПІДІВ М'ЯЗОВИХ ТКАНИН ГУСЕЙ В ЕМБРІОНАЛЬНОМУ І РАННЬОМУ ПОСТНАТАЛЬНОМУ ОНТОГЕНЕЗИ

**А. Федорко, О. Яковійчук, Ю. Ніколаєва, О. Данченко**

*Мелітопольський державний педагогічний університет  
імені Богдана Хмельницького  
вул. Гетьманська, 20, Мелітополь 72312, Україна  
e-mail: anastasya.fedorako@i.ua*

Досліджено зміни жирнокислотного складу ліпідів міокарда і скелетних м'язів гусей та їхніх ембріонів з 22-ї доби ембріогенезу до 14-ї доби постнатального періоду. Встановлено, що наприкінці ембріогенезу вміст ненасичених жирних кислот у міокарді залишався сталим, а рівень їхньої ненасиченості достовірно знижувався (на 24,3 %). Жирнокислотний склад ліпідів скелетних м'язів з 22-ї до 28-ї доби ембріогенезу характеризувався стабільним вмістом ненасичених жирних кислот і рівнем їхньої ненасиченості. Достовірні зміни цих показників відбулися тільки при переході до постнатального розвитку в 1-добових гусенят (на 12,0 %, і на 15,2 % відповідно). Отже, найсуттєвіші зміни жирнокислотного складу, спрямовані на гальмування процесів ліпопероксидації під час переходу від ембріонального до постнатального існування, відбуваються у тканинах із високим рівнем споживання кисню. Такою є м'язова тканина серця і, як раніше встановлено, тканини мозку. У скелетних м'язах підтримка цієї рівноваги відбувається за допомогою інших механізмів.

*Ключові слова:* гуси, ембріональний і постнатальний періоди онтогенезу, жирнокислотний склад, ненасичені жирні кислоти, рівень ненасиченості.

Жирнокислотний склад (ЖКС) ліпідів тканин змінюється з віком і залежить від фізіологічного стану організму птиці [6, 7]. Особливе значення мають ненасичені жирні кислоти (НЖК). Згідно зі сучасними уявленнями, ненасичені жирні кислоти в організмі тварин виконують дві основні функції: вони входять до складу структурних ліпідів [5] і є попередниками ейкозаноїдів. Нестача їх у раціоні призводить до зниження інтенсивності росту [11] і резистентності організму [9] та патологічних змін у різних органах [3, 4]. НЖК – головний субстрат ліпопероксидації. Механізми підтримки прооксидантно-антиоксидантної рівноваги у тканинах реалізуються як шляхом активізації антиоксидантних ферментів і вітамінів, так і регулюванням складу жирних кислот і їхньої просторової модифікації [11]. Тому метою роботи було з'ясувати характер змін ЖКС ліпідів посмугованих м'язових тканин гусей та визначення рівня впливу ЖКС ліпідів цих тканин на їх антиоксидантну активність під час переходу від ембріонального до постнатального розвитку.

### Матеріали і методи

Для інкубації відбирали яйця гусей породи «Велика біла» зі середньою масою (150,52 ± 7,53) г. Дослідження ЖКС і процесів пероксидації в ембріогенезі проводили у фізіологічно обґрунтовані терміни: 22 доби – перехід з білкового типу живлення до жовткового, 28 діб – перенесення ембріонів на виведення. У постнатальному періоді дослідження обмежувались 14-добовим віком (період постнатальної адаптації) [3]. Об'єктом дослідження були міокард і скелетні м'язи кінцівок.

Роботу проводили відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах» (Україна, 2001), що узгоджуються з положеннями «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1985).

Ліпідні екстракти одержували за методом E.G. Bligh та W.I. Dyer [8] із рекомендаціями F.V. Palmer [12]. Жиринокислотний склад визначали методом газорідної хроматографії. Окрім сумарного вмісту НЖК, розраховували ненасиченість жирних кислот ( $\Sigma N$ ) як сумарну еквівалентну концентрацію НЖК щодо подвійних зв'язків [1], адже саме цей показник більш точно, з урахуванням кількості кратних зв'язків, відображає здатність НЖК до ліпопероксидації. Математична обробка експериментальних даних здійснювалася за допомогою багатофакторного статистичного аналізу, з використанням пакетів комп'ютерних програм MSExcel 2003.

### Результати і їхнє обговорення

Серед усіх м'язових тканин міокард характеризується найвищим рівнем споживання кисню. Головним субстратом біологічного окиснення в серцевих м'язах є жирні кислоти [13]. Аналіз ЖКС ліпідів міокарда гусенят і їхніх ембріонів свідчить, що з 22-ї до 28-ї доби ембріогенезу вміст НЖК у цих м'язах залишається на сталому рівні (див. таблицю). Водночас рівень ненасиченості ЖК достовірно знижувався (на 24,3 %) за рахунок підвищення вмісту олеїнової (18:1) кислоти, при одночасному зменшенні вмісту довголанцюгових ПНЖК, в першу чергу докозатриєнової (22:5) і докозатриєнової (22:3). Отже, під час переходу від гіпоксії кінця ембріонального періоду до гіпероксії початку атмосферного дихання зниження рівня ненасиченості субстрату ліпопероксидації в міокарді сприяє гальмуванню ПОЛ і є одним із біохімічних механізмів генетично запрограмованої адаптації пташенят до умов постнатального розвитку [2]. У 7-добових гусенят на тлі формування адаптивної відповіді їхнього організму на умови постнатального розвитку встановлено найвищий вміст НЖК, що на 10,2 % перевищує відповідний вихідний показник. Збільшення вмісту НЖК відбувається переважно за рахунок зростання вмісту лінолевої (18:2) та ліноленової (18:3) кислот. Ці зміни супроводжувалися ще більшим підвищенням рівня ненасиченості ЖК ліпідів міокарда (на 17,1 %).

Жиринокислотний склад ліпідів скелетних м'язів ембріонів характеризувався достатньо сталим вмістом НЖК і рівнем їхньої ненасиченості. Достовірні зміни цих показників відбулися при переході до постнатального розвитку: в 1-добових гусенят вміст НЖК збільшився на 12,0 %, а ненасиченість – на 15,2%, головним чином за рахунок підвищення вмісту арахідонової кислоти (у 2,16 разу). Жиринокислотний склад ліпідів скелетних м'язів ембріонів характеризувався достатньо сталим вмістом НЖК і рівнем їхньої ненасиченості. Достовірні зміни цих показників відбулися при переході до постнатального розвитку: в 1-добових гусенят вміст НЖК збільшився на 12,0%, а ненасиченість – на 15,2%, головним чином за рахунок підвищення вмісту арахідонової кислоти (у 2,16 разу).

Отже, більш детальними дослідженнями змін ЖКС ліпідів тканин гусей в умовах гіпо- і гіпероксії доведено, що найсуттєвіші їхні зміни, спрямовані на підтримку прооксидантно-антиоксидантної рівноваги, відбуваються у тканинах із високим рівнем споживання кисню. Такими є тканини серця і, як раніше встановлено [10], мозку. Для скелетних м'язів, що характеризуються нижчим рівнем аеробності, підтримка рівноваги ПОЛ – АОА, ймовірно, відбувається шляхом включення інших механізмів, у першу чергу – прямої та опосередкованої активізації високо- і низькомолекулярних антиоксидантів.

Жирнокислотний склад ліпідів тканин міокарда і скелетних м'язів гусенят та їхніх ембріонів ( $\omega$ ,%;  $N$ ,мМоль/г,  $M \pm m$ ,  $n=6$ )

Кислота	Вік, доба											
	22-добові ембріони		28-добові ембріони		1		7		14			
	Міокард	Скел. м'язи	Міокард	Скел. м'язи	Міокард	Скел. м'язи	Міокард	Скел. м'язи	Міокард	Скел. м'язи		
(12:1)	0,24 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,84 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,07 ± 0,001	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	-	0,01 ± 0,00	0,67 ± 0,01	
(14:0)	0,41 ± 0,01	0,86 ± 0,01	0,32 ± 0,01	1,04 ± 0,02	0,31 ± 0,01	0,49 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,38 ± 0,00	0,24 ± 0,01	0,46 ± 0,00	
(14:1)	0,10 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,07 ± 0,00	0,56 ± 0,01	0,01 ± 0,00	0,11 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,29 ± 0,00	
(16:0)	23,86 ± 0,75	26,80 ± 0,89	29,23 ± 1,01	24,56 ± 1,06	27,13 ± 0,95	26,28 ± 1,11	23,45 ± 0,87	28,60 ± 0,19	28,60 ± 0,19	22,32 ± 0,86	18,18 ± 0,05	
(16:1)	1,21 ± 0,02	4,75 ± 0,07	2,93 ± 0,02	5,67 ± 0,11	2,06 ± 0,07	3,26 ± 0,11	3,02 ± 0,03	2,75 ± 0,11	2,75 ± 0,11	1,73 ± 0,04	2,47 ± 0,05	
(18:0)	18,16 ± 0,54	18,37 ± 0,56	14,36 ± 0,26	14,46 ± 0,45	20,54 ± 0,56	14,84 ± 0,37	17,22 ± 0,45	11,04 ± 0,31	11,04 ± 0,31	20,47 ± 0,51	18,55 ± 0,46	
(18:1)	23,01 ± 0,42	29,50 ± 1,01	35,86 ± 1,65	28,68 ± 0,08	31,15 ± 1,03	31,47 ± 1,20	26,94 ± 1,11	35,97 ± 1,28	35,97 ± 1,28	23,78 ± 0,76	20,55 ± 0,61	
(18:2)	4,32 ± 0,04	7,14 ± 0,28	5,67 ± 0,08	8,36 ± 0,24	5,96 ± 0,09	5,71 ± 0,07	17,02 ± 0,29	13,42 ± 0,28	13,42 ± 0,28	12,96 ± 0,45	15,90 ± 0,37	
(18:3)	0,07 ± 0,00	0,43 ± 0,01	0,18 ± 0,00	0,39 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,30 ± 0,00	0,70 ± 0,02	0,62 ± 0,01	0,62 ± 0,01	0,59 ± 0,01	0,70 ± 0,01	
(20:0)	0,66 ± 0,01	0,16 ± 0,00	0,42 ± 0,01	0,29 ± 0,00	0,44 ± 0,01	0,34 ± 0,01	0,47 ± 0,00	0,39 ± 0,00	0,39 ± 0,00	0,74 ± 0,02	0,98 ± 0,02	
(20:1)	0,28 ± 0,00	0,49 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,71 ± 0,03	0,46 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,49 ± 0,00	0,39 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,37 ± 0,00	0,65 ± 0,00	
(21:0)	0,14 ± 0,00	0,25 ± 0,00	0,21 ± 0,00	0,19 ± 0,00	0,21 ± 0,00	0,25 ± 0,00	0,48 ± 0,01	0,19 ± 0,00	0,19 ± 0,00	0,51 ± 0,01	0,66 ± 0,01	
(20:3)	2,44 ± 0,06	-	-	0,03 ± 0,00	-	-	0,26 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	-	
(20:4)	15,48 ± 0,32	7,24 ± 0,13	6,78 ± 0,18	5,19 ± 0,12	8,28 ± 0,13	11,26 ± 1,31	6,11 ± 0,04	3,91 ± 0,11	3,91 ± 0,11	10,65 ± 0,14	9,84 ± 0,24	
(22:0)	0,89 ± 0,02	0,37 ± 0,02	0,45 ± 0,00	0,66 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,78 ± 0,02	0,86 ± 0,01	0,41 ± 0,00	0,41 ± 0,00	1,24 ± 0,02	1,25 ± 0,03	
(22:1)	-	0,16 ± 0,00	0,09 ± 0,00	0,35 ± 0,00	0,09 ± 0,00	0,37 ± 0,00	0,18 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,25 ± 0,00	0,29 ± 0,00	
(22:3)	0,33 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,17 ± 0,00	0,10 ± 0,00	0,21 ± 0,00	0,20 ± 0,00	0,17 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,12 ± 0,00	0,29 ± 0,00	0,29 ± 0,00	
(24:0)	0,42 ± 0,01	0,36 ± 0,01	0,29 ± 0,00	0,34 ± 0,00	0,32 ± 0,00	0,35 ± 0,00	0,29 ± 0,00	0,28 ± 0,00	0,28 ± 0,00	0,27 ± 0,00	0,79 ± 0,02	
(24:1)	0,33 ± 0,00	0,19 ± 0,00	0,42 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,32 ± 0,00	0,16 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,42 ± 0,01	0,40 ± 0,02	
(22:5)	0,81 ± 0,01	0,78 ± 0,02	0,50 ± 0,01	0,49 ± 0,01	0,62 ± 0,02	0,55 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,34 ± 0,00	0,34 ± 0,00	0,59 ± 0,01	0,89 ± 0,01	
(22:6)	-	-	-	-	-	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,01	-	-	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,00	
$\Sigma N$	0,36	0,29	0,28	0,27	0,29	0,33	0,33	0,3	0,3	0,35	0,36	
Вміст НЖК	48,62 ± 0,56	50,83 ± 0,77	53,1 ± 1,05	51,51 ± 0,64	49,5 ± 0,89	53,98 ± 0,57	55,87 ± 0,75	57,83 ± 0,8	57,83 ± 0,8	51,7 ± 0,72	52,98 ± 0,43	

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Данченко О. О., Калитка В. В., Колесник Д. М. Онтогенетичні особливості змін жирнокислотного складу ліпідів печінки гусей як головного субстрату пероксидації // Укр. біохім. журн. 2003. Т. 75. № 3. С. 124-129.
2. Здоровцева Л. М., Хромішев В. О. Жирнокислотний склад ліпідів мозку і серця гусей в умовах гіпо-гіпероксії // Біол. вісник Мелітоп. держ. пед. ун-ту. 2012. № 3. С. 9-18.
3. Іонов І. А. Фізіологічний статус птаці в ембріогенезі та постнатальному онтогенезі в залежності від її А-, Е- та К-вітамінної забезпеченості: автореф. дис. ... д-ра. с.-г. наук: 03.00.13. Х. 1997. 32 с.
4. Кирилів Б. Я. Ліпідний та жирнокислотний склад тканин курей, ембріонів та добових курчат за різного складу раціону: дис. ... канд. с. г. наук.: 03.00.04. Львів, 2004. 16 с.
5. Покровский А. А. Влияние липидов пищи на структуру и функции биологических мембран // Липиды. Структура, биосинтез, превращения и функции. М.: Наука, 1977. С. 118-130.
6. Седлик А. А., Янович В. Г. Вплив віку на синтез ліпідів в органах і тканинах курей // Біологія тварин. 2000. Т.2. № 2. С. 106-110.
7. Batal A. B., Parsons C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets // Poult Sci. 2002. 81. № 3. P. 400-407.
8. Bligh E. G., Dyer W. I., Can. J. A rapid method of total lipids extraction and purification // Biochem. Physiol. 1959. V.37. P. 911-917.
9. Dvorak B., Stepankova R. Effects of dietary essential fatty acid deficiency on the development of the thymus and immune system // Prostagland. Leuk. Essent. Fatty Acids. 1992. 46. № 3. P. 183-190.
10. Fedorko A. S., Danchenko O. O. Fatty acid composition of tissue lipids goslings and gosse-embryos // Біологія тварин. 2015. Т. 17. №1. С. 132-139.
11. Huang Y. S., Horrobin D. F., Barlett M. E. et al. Effects of dietary linoleic acid on growth and liver phospholipid fatty acid composition in intact and gonadectomized rats // Biochem. Arch. 1990. 6. № 1. P. 47-54.
12. Palmer F. B. The extraction of acidic phospholipids in organic solvent mixtures containing water // Biochim. Biophys. Acta: Lipids and Lipid Metabolism. 1971. Vol. 231. № 1. P. 134-144.
13. Stanley W. C., Recchia F. A., Lopaschuk G.D. Myocardial substrate metabolism in the normal and failing heart // Physiol. Rev. 2005. 85. № 3. P. 1093-1129.

*Стаття: надійшла до редакції 12.07.16  
доопрацьована 29.09.16  
прийнята до друку 1.09.16*

## LIPID FATTY ACID COMPOSITION AND THEIR CLOTH GEESE EMBRYOS

**A. Fedorko, O. Yakoviichuk, Y. Nikolaev, O. Danchenko**

*Melitopol State Pedagogical University named after Bohdan Khmelnytsky  
20, Hetman St., Melitopol 72312, Ukraine  
e-mail: anastasya.fedorko@i.ua*

It was investigated the changes the fatty acid composition of lipids in infarction and skeletal muscle geese and their embryos from the 22nd day of embryogenesis to the 14th

day of postnatal period. It was established that during the period from 22 to 28 days of embryogenesis the content of unsaturated fatty acids in the myocardium remains constant, and the level of unsaturated fatty acids significantly reduced (by 24.3%). Fatty acid composition in lipids of skeletal muscle from the 22nd to the 28th day of embryogenesis characterized by stable content of unsaturated fatty acids and their level of unsaturation. Significant changes of these indicators occurred only during the transition to the postnatal development of 1-day geese (on 12.0% and 15.2% respectively). Consequently, the most substantial changes in fatty acid composition directed at the inhibition of lipid peroxidation processes during the transition from embryogenesis to postnatal existence occur in tissues with high oxygen consumption. This is muscle tissue of heart and as stated earlier tissue of brain. In skeletal muscles support of this balance is through other mechanisms.

*Keywords:* geese, embryonic and postnatal periods of ontogenesis, fatty acid composition, unsaturated fatty acids, the level of unsaturation.

## ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ ГУСЕЙ В ЭМБРИОНАЛЬНОМ И РАННЕМ ПОСТНА- ТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

А. Федорко, А. Яковейчук, Ю. Николаева, Е. Данченко

*Мелитопольский государственный педагогический университет  
имени Богдана Хмельницкого  
ул. Гетьманская, 20, Мелитополь 72312, Украина  
e-mail: anastasya.fedorko@i.ua*

Исследованы изменения жирнокислотного состава липидов миокарда и скелетных мышц конечностей гусей и их эмбрионов с 22-х суток эмбриогенеза до 14-ти суток постнатального периода. Установлено, что с 22-х до 28-ми суток эмбриогенеза содержание ненасыщенных жирных кислот в миокарде остается постоянным, а уровень ненасыщенности жирных кислот достоверно снижается. Жирнокислотный состав липидов скелетных мышц эмбрионов с 22-х до 28-ми суток характеризовался достаточно устойчивым суммарным содержанием ненасыщенных жирных кислот и уровня их ненасыщенности. Достоверные изменения этих показателей наблюдались только при переходе к постнатальному развитию у 1-суточных гусят (на 12,0 %, и на 15,2 % соответственно). Итак, существенные изменения жирнокислотного состава, направленные на торможение процессов липопероксидации при переходе к постнатальному существованию происходят в тканях с высоким уровнем потребления кислорода. Таковы ткани сердца и, как было ранее установлено, мозга. В скелетных мышцах поддержка этого равновесия происходит с помощью других механизмов.

*Ключевые слова:* гуси, эмбриональный и постнатальный периоды онтогенеза, жирнокислотный состав, ненасыщенные жирные кислоты, уровень ненасыщенности.