

ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

УДК 619:636.59.09:577.125(477.43)
© 2018

В.В. ТРАЧ,
асистент

В.В. ДАНЧУК,
доктор сільськогосподарських наук

С.В. МІДИК,
кандидат ветеринарних наук

В.О. УШКАЛОВ,
доктор ветеринарних наук,
член-кор. НААН України

Подільський державний
аграрно-технічний університет,
Україна –
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
м. Київ
E-mail: trach-vv@ukr.net
вул. Т. Шевченка, 13,
м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл.
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ

УМІСТ ЖИРНИХ КИСЛОТ
У ЖОВТКАХ ЯЄЦЬ ТА ПЕЧІНЦІ
ЕМБРІОНІВ ПЕРЕПЕЛІВ
ЗА РІЗНОГО РІВНЯ
ТОКОФЕРОЛУ В КОРМАХ

Наведено нові наукові дані щодо особливостей жирнокислотного складу жовтка запліднених перепелиних яєць і тканин печінки 14-добових ембріонів перепелів породи фараон (*Coturnix japonica*) м'ясного напрямку продуктивності. Доведено вплив додаткового введення до раціону маточного поголів'я 20 г/т вітаміну Е на жирнокислотний склад тканин печінки ембріонів перепелів. Методом високочутливої газової хроматографії у жовтках перепелиних яєць виявлено та кількісно ідентифіковано 19 жирних кислот. У печінці досліджуваних ембріонів перепелів зареєстровано 15 жирних кислот. Зменшення сумарного вмісту як моно- так і поліненасичених жирних кислот у печінці ембріонів 14-добових перепелів за додаткового введення до раціону маточного поголів'я вітаміну Е супроводжувалося достовірним зростанням відношення суми насичених до суми ненасичених жирних кислот на 10,8 % ($p < 0,05$). Встановлено тенденцію до збільшення частки ω -3 жирних кислот (на 0,09 %) і зменшення частки ω -6 та ω -9 жирних кислот на 0,97–1,07 % у печінці ембріонів перепелів дослідної групи, внаслідок чого відношення ω -6/ ω -3 поліненасичених жирних кислот було на 5,3 % менше відносно контролю.

Ключові слова: перепели, жирні кислоти, жовток, печінка, вітамін Е.

Ліпідний обмін у птиці відіграє важливу роль, особливо під час формування яєць, оскільки більшість попередників жовтка синтезовані в печінці і переносяться у фолікул у вигляді ліпопротеїну дуже низької щільності [1].

Метаболізм ліпідів є важливим аспектом у розвитку ембріонів птиці, оскільки вони отримують понад 90 % калорій від окиснення жирних кислот [2]. Крім того, ембріону необхідні жирні кислоти для синтезу фосфоліпідів, які є складовими клітинних мембран, а також для синтезу тригліцеридів, щоб зберегти енергію [3, 4]. Існують дані, що ліпіди жовтка яєць містять значно більше лінолевої кислоти, ніж ліпіди інших тканин. Потреба птиці в поліненасичених жирних кислотах (ПНЖК) у ранньому віці залежить від їх використання в процесі ембріонального розвитку.

Специфічна дія α -токоферолу на жирнокислотний спектр ліпідів тканин обумовлена його взаємодією із поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК) [5, 6]. У процесі зв'язування з токоферолом ПНЖК накопичуються в фосфоліпідному бішарі клітинних мембран і тим самим стабілізують процеси ПОЛ [3].

Метою даної роботи було визначити вміст жирних кислот у жовтках яєць та печінці ембріонів перепелів за різного рівня токоферолу в кормах.

Матеріал і методи досліджень. Експеримент проведено на перепелах породи фараон (*Coturnix japonica*) м'ясного напрямку продуктивності у ФГ "ПП Забігалюк" с. Ісаківці Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Утримання перепелів – кліткове, доступ до кормів і води – вільний. Перепелам згодовували повнораціонний комбікорм. Температурний і світловий режими відповідали рекомендованим нормам. Перепелам контрольної групи згодовували стандартний комбікорм (СК), %: кукурудзи – 31,80 %; пшениці – 25,20; макухи соняшникової – 20; крейди – 8; БВД – 15. Склад БВД: соєвий шрот, м'ясо, кісткове борошно, дріжджі кормові, вапняк, сіль, вітаміни А, Д₃, Е, К, В₂, В₃, В₅, В₆, В₉, В₁₂, мікроелементи, незамінні амінокислоти. Корм

містив обмінної енергії 288,6 ккал, протеїну – 18,8, сирого жиру – 3,27, клітковини – 3,56, кальцію – 3,1, фосфору – 0,83, натрію – 0,32, лізину – 1,12, метіонін+цистин – 0,72. Одна тонна стандартного комбікорму вміщувала вітаміну Е – 20 тис. ІО, вітаміну А – 16 млн ІО, вітаміну D₃ – 3 млн ІО, вітаміну К – 2 г/т. Птиця дослідної групи отримувала той самий комбікорм, але з добавкою 20 г/т вітаміну Е. Матеріалом для досліджень слугували запліднені інкубаційні яйця та 14-добові ембріони перепелів. У жовтку яєць та печінці ембріонів визначали жирнокислотний склад. Лабораторні дослідження проводили в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК НУБіП України. Екстракцію ліпідів з жовтків яєць та печінки проводили за методом Фолча [7]. Наступний етап підготовки проб складався з гідролізу та метилювання жирних кислот ліпідів, отриманих з об'єднаних проб перепелиних жовтків (ДСТУ ISO 5509-2002) [8]. Для аналізу метилових ефірів ЖК використовували газовий хроматограф Trace GC Ultra (США) з полум'яно-іонізаційним детектором. Ідентифікування жирних кислот проводили за допомогою стандартного зразка Supelco 37 Component FAME Mix. Кількісну оцінку спектра жирних кислот ліпідів жовтків здійснювали методом внутрішньої нормалізації, визначаючи їх уміст у відсотках. Дослідження проводили в 3-х паралелях. Експериментальні дані обробляли загальноприйнятими методами варіаційної статистики. Вірогідність різниці показників оцінювали за *t*-критерієм Ст'юдента. Відмінності між показниками, що порівнювалися, вважали вірогідними за рівня значимості $P \leq 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Методом високочутливої газової хроматографії у жовтках перепелиних яєць виявлено та кількісно ідентифіковано 19 жирних кислот: C_{14:0}, C_{14:1}, C_{15:0}, C_{16:0}, C_{16:1}, C_{17:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}, C_{20:1ω9}, C_{20:0}, C_{20:2}, C_{20:4}, C_{20:5ω3}, C_{22:0}, C_{22:2ω6}, C_{22:5ω3}, C_{22:6ω3}. У печінці ембріонів перепелів (рис. 1) зафіксовано 15 жирних кислот; серед наведених не було: C_{14:1}, C_{15:0}, C_{20:0}, C_{20:2}, C_{22:0}, однак наявна ейкозатрієнова кислота (C_{20:3n6}).

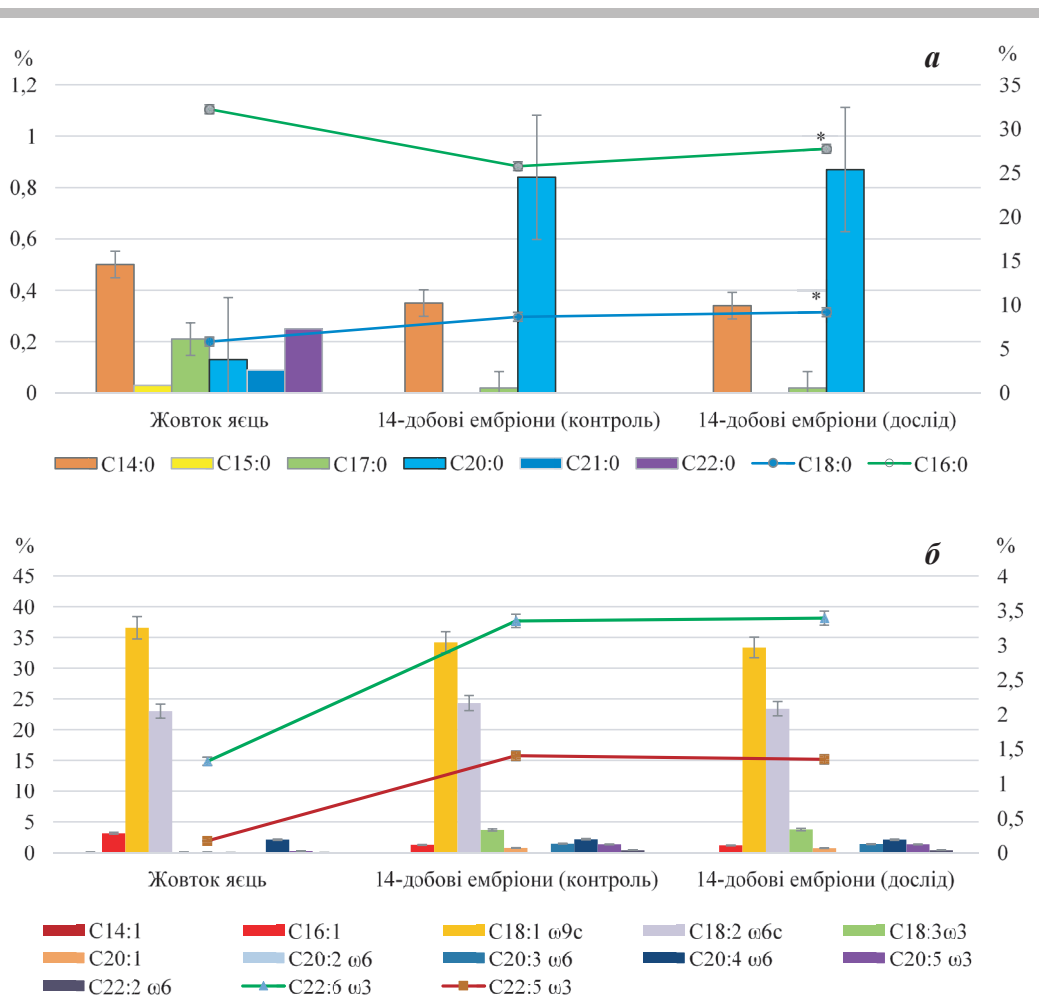


Рис. 1. Уміст жирних кислот у жовтку яєць та печінці 14-добових ембріонів перепелів: а – насичених; б – ненасичених

Примітка: дані на рис. 1 представлено як масова частка жирної кислоти (%) від суми жирних кислот; показники гістограми представлені по основній лінії, графіки – по додатковій; $p < 0,05$ відносно контролю.

Уміст насичених жирних кислот у жовтку яєць та печінці 14-добових ембріонів перепелів істотно різняться. Основними представниками насичених жирних кислот у жовтку запліднених перепелиних яєць та печінці ембріонів були пальмітинова ($C_{16:0}$) та стеаринова ($C_{18:0}$). Якщо у жовтку яєць виявлено більшу частку пальмітинової кислоти ($26,38 \pm 0,37$ проти $17,11 \pm 0,11$ у печінці), то в пе-

чінці більша частка стеаринової ($8,65 \pm 0,30$ проти $5,84 \pm 0,05$ у жовтку). Причому сумарний вміст решти жирних кислот ($C_{14:0}$, $C_{15:0}$, $C_{17:0}$, $C_{20:0}$, $C_{21:0}$ та $C_{22:0}$) у жовтку заплідненого перепелиного яйця не перевищує 1,71 %. Сумарний вміст виявлених насичених жирних кислот печінки ембріонів перепелів, крім $C_{16:0}$ та $C_{18:0}$, ($C_{14:0}$, $C_{17:0}$ та $C_{20:0}$), становив 1,21 %.

Додаткове задавання до раціону маточного поголів'я α -токоферолу в дозі 20 г/т істотно не впливало на вміст насичених жирних кислот у тканині печінки ембріонів перепелів. Відзначимо лише вірогідне збільшення частки пальмітинової (на 1,44 %; $p < 0,05$) та стеаринової (на 0,52 %; $p < 0,05$) кислот у зразках печінки ембріонів дослідної групи, порівняно з контролем.

Уміст ненасичених жирних кислот у жовтку запліднених яєць та тканині печінки досліджуваних ембріонів перепелів дещо відрізнявся. Так, уміст олеїнової кислоти у жовтку яєць більший на 2,35 % ($p < 0,05$), а пальмітолеїнової кислоти – у 2,5 рази ($p < 0,001$), ніж у досліджуваних тканинах ембріонів. Задавання до раціону маточного поголів'я токоферолу в дозі 20 г/т вірогідно не впливало на вміст насичених жирних кислот у тканині печінки. Підкреслимо тенденцію щодо меншої частки ненасичених жирних кислот (крім $C_{18:3\omega3}$ та $C_{22:6\omega3}$) у печінці ембріонів, зокрема $C_{18:1\omega9c}$ і $C_{18:2\omega6c}$ – на 0,85–0,91 % відносно показників, виявлених у перепелів контрольної групи.

Отже, активність поліферментних систем, що беруть участь в обміні жирних кис-

лот у печінці ембріонів перепелів, певною мірою залежать від рівня α -токоферолу в кормах батьківського поголів'я. Сумарний вміст насичених жирних кислот у печінці ембріонів перепелів, за додаткового додавання до раціону маточного поголів'я перепелів вітаміну Е, був більшим від показників контрольної групи на 1,98 % ($p < 0,05$) за відповідного зменшення вмісту ненасичених жирних кислот (рис. 2,а). Причому в однаковій мірі зменшується як вміст полі-, так і мононенасичених жирних кислот (на 0,98–1,0 %).

Відомо, що поліненасичені жирні кислоти є компонентами фосфоліпідів усіх клітинних мембран, від яких залежить передача імпульсів і робота рецепторів, та попередниками для синтезу ліпідних медіаторів (ейкозаноїдів), які беруть участь у регулюванні низки фізіологічних процесів [9]. Встановлено більший на 6,44 % вміст ненасичених жирних кислот у печінці ембріонів перепелів відносно до їх умісту в яєчному жовтку, до того ж зростання відбувається в основному за рахунок поліненасичених жирних кислот (на 9,98 %); уміст мононенасичених жирних кислот дещо нижчий (на 3,53 %).

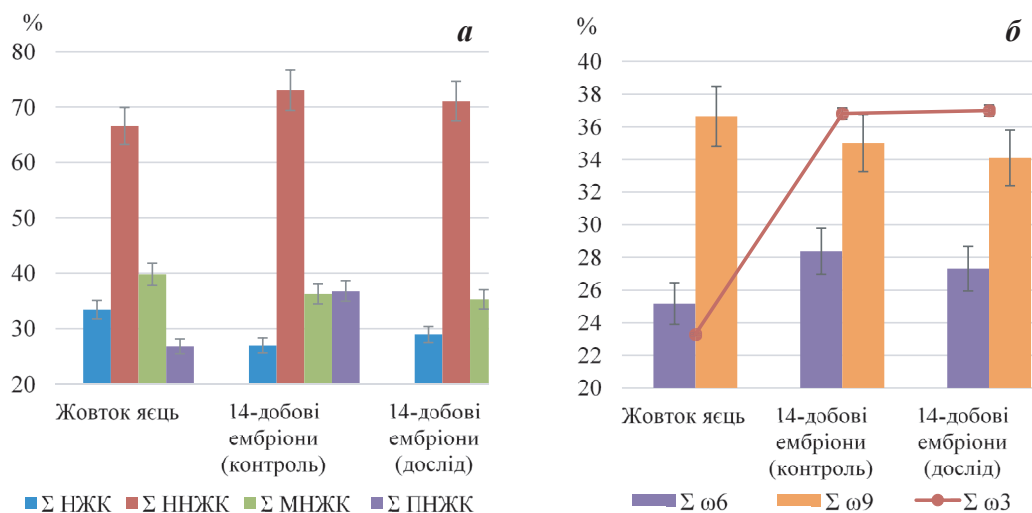


Рис. 2. Сумарний вміст жирних кислот (а) та ω -жирних кислот (б) у жовтку яєць та печінці 14-добових ембріонів перепелів

Наразі з'являється все більше даних щодо користі ω -жирних кислот для організму людини і тварин [10]. Визначено, що у жовтку запліднених перепелиних яєць лише 1,64 % ω -3 жирних кислот, тоді як у печінці 14-добових ембріонів 8,4 %. Уміст ω -6 та ω -9 жирних кислот у жовтку яєць та печінці ембріонів перепелів істотно не відрізняється (25,2 % проти 28,4 та 36,6 % проти 35,0).

Додаткове задавання до раціону маточного поголів'я вітаміну Е вірогідно не впливало на сумарний вміст ω -жирних кислот у печінці досліджуваних ембріонів перепелів (рис. 2,б).

Співвідношення ω -6: ω -3 поліненасичених жирних кислот у жовтку запліднених перепелиних яєць становить 15,3:1, тоді як у печінці ембріонів 3,2–3,4:1. Відмітимо лише незначне збільшення частки ω -3 жирних кислот (на 0,09 %) і зменшення частки ω -6: ω -9 жирних кислот на 0,97–1,07 % у печінці ембріонів перепелів дослідної групи, внаслідок чого відношення ω -6/ ω -3 поліненасичених жирних кислот у печінці перепелів дослідної групи було на 5,3 % менше, ніж у контролі. Відомо, що ω -6 і ω -3 жирні кислоти конкурують за перетворення ферментними системами і можуть заміщувати одна одну [11]. За наявності достатньої кількості ω -3 жирних кислот вони швидко етерифікуються у фосфоліпідів та частково заміщують жирні кислоти родини ω -6 у мембранах клітин. Існують дані, що перетворення ω -6 на ω -3 жирні кислоти здійснюється за допомогою ферменту ω -3 ацилдесатурази [12].

Зменшення сумарного вмісту як моно-, так і поліненасичених жирних кислот у печінці ембріонів 14-добових перепелів за додаткового введення до раціону маточного поголів'я вітаміну Е супроводжується достовірним зростанням відношення суми насичених до суми ненасичених жирних кислот (НЖК / ННЖК) на 10,8 % ($p < 0,05$). Водночас відношення C18:0+C18:1/C16:0 (стеаринова кислота + елаїдинова кислота + олеїнова кислота / пальмітинова кислота), яке використовують під час моделювання впливу різних ксенобіотиків на здоров'я людей і тварин [12], достовірно не змінюється, хоча і встановлено тенденцію до зниження (на 8,5 %) у печінці ембріонів перепелів дослідної групи.

Таким чином, визначено особливості жирнокислотного складу жовтка запліднених перепелиних яєць і тканин печінки 14-добових ембріонів перепелів.

У жовтках перепелиних яєць виявлено та кількісно ідентифіковано 19 жирних кислот. У печінці 14-добових ембріонів перепелів – 15 жирних кислот. Додаткове введення до раціону маточного поголів'я токоферолу в дозі 20 г/т сприяє збільшенню в тканинах печінки ембріонів частки пальмітинової жирної кислоти на 1,44 % ($p < 0,05$) та стеаринової – на 0,52 % ($p < 0,05$). Згодовування маточному поголів'ю вітаміну Е супроводжується збільшенням відношення суми насичених до суми ненасичених жирних кислот на 10,8 % ($p < 0,05$).

Бібліографія

1. Бреславець В.О. Вплив розчинів гіпохлориту натрію та оцтової кислоти на ембріональний розвиток та виводимість яєць курей / В.О. Бреславець, Н.В. Шоміна, Ю.Р. Князєв // Птахівництво: міжвід. темат. наук. зб. – Харків, 2005. – Вип. 56. – С. 25–35.
2. Scott T.A. Screening sanitizing agents and methods of application for hatching eggs I. Environmental and user friendliness / T.A. Scott, C. Swetnam // Journal of Applied Poultry Research. – 1993. – Т. 2, № 1. – Р. 1–6.
3. Khyzhnyak S.V. Fatty acids composition of inner mitochondrial membrane of rat cardiomyocytes and hepatocytes during hypoxia – hypercapnia / S.V. Khyzhnyak, S.V. Midyk, S.V. Sysoliatin // The Ukrainian Biochemical Journal. – 2016. – № 88(3). – Р. 92–98.
4. Жирнокислотний склад сосисок торгівельних мереж м. Київ / С.В. Мідик, В.О. Ушкалов, В.В. Данчук, С.В. Сисолятин, А.П. Нікітова // Ветеринарна біотехнологія. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 373–382.
5. Динаміка рухової активності свиней за впливу аквананохелатів та міцелярної форми токоферолу / В.В. Данчук, М.Р. Ключук, Т.І. Приступа, Л.Б. Савчук // Науковий

вісник НУБіП України. – 2017. – № 265. – С. 93–99.

6. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / *J. Folch et al.* // *J. Biol. Chem.* – 1957. – Т. 226. – № 1. – С. 497–509.

7. Жири тваринні і рослинні та олії. Приготування метилових ефірів жирних кислот: ДСТУ ISO 5509-2002 / *Г. Єресько, М. Яцюта, Г. Насирова, М. Міщенко, О. Козаченко.* – Увед. вперше; чинний від 2003-10-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 22 с.

8. Alterations in the fatty acid composition of rat brain cells (neurons, astrocytes, and oligodendrocytes) and of subcellular fractions (myelin and synaptosomes) induced by a diet devoid of n-3 fatty acids / *J.M. Bourre, G. Pascal, G. Durand, M. Masson, O. Dumont, M. Piciotti* // *Journal of neurochemistry.* – 1984. – № 43(2). – С. 342–348.

9. Смолянінов К.Б. Біологічна роль поліненасичених жирних кислот / *К.Б. Смолянінов, Р.П. Параняк, В.Г. Янович* // *Біологія тварин.* – 2002. – Т. 4, № 1–2. – С. 16–29.

10. *Sumegi B.* Kinetic advantage of the interaction between the fatty acid β -oxidation enzymes and the complexes of the respiratory chain / *B. Sumegi, Z. Porpaczy, I. Alkonyi* // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism.* – 1991. – Т. 1081. – № 2. – С. 121–128.

11. *Los D.A.* Murata Norio Structure and expression of fatty acid desaturases / *D.A. Los* // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) Lipids and Lipid Metabolism.* – 1998. – № 1394(1). – P. 3–15. doi:10.1016/S0005-2760(98)00091-5. PMID 9767077.

12. *Banskalieva V.* Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review / *V. Banskalieva, T. Sahlu, A.L. Goetsch* // *Small Ruminant Research.* – 2000. – V. 37. – P. 255–268.