

## ЗМІНИ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ ЗАГАЛЬНИХ ЛІПІДІВ ТА ВМІСТ ПРОДУКТІВ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСЛЕННЯ ЇХ У ТКАНИНАХ ЕМБРІОНІВ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ ВІТАМІНІВ А, D<sub>3</sub> І Е В РАЦІОНІ ГУСЕЙ У РЕПРОДУКТИВНИЙ ПЕРІОД

О. В. МОРАВСЬКА, С. О. ВОВК

*Інститут землеробства і тваринництва Західного регіону України, Львівська область;  
e-mail: elena.moravska@mail.ru*

У статті наведено результати щодо вмісту ретинолу в печінці, залишковому жовтку 25-добових ембріонів і жовтку яєць залежно від рівня вітамінів А, D<sub>3</sub> і Е в раціоні гусей сірої оброшинської породи в репродуктивний період. Встановлено, що вітамін D<sub>3</sub> знижує депонування ретинолу у тканинах ембріонів та в жовтках яєць гусей, а додавання вітамінів А і Е до раціону гусей істотно підвищує рівень ретинолу як у печінці і залишковому жовтку ембріонів, так і в жовтках яєць гусей.

Крім цього, у статті наведено дані щодо змін жирнокислотного спектра загальних ліпідів та вмісту продуктів пероксидного окислення ліпідів у тканинах печінки і скелетного м'яза 25-добових ембріонів залежно від рівня вітамінів А, D<sub>3</sub> і Е в раціоні племінних гусей у період інтенсивної несучості. Встановлено, що введення до складу комбікорму гусей в репродуктивний період вітамінів А – 10 000 МО, D<sub>3</sub> – 3000 МО і Е – 35 МО на 1 кг комбікорму оптимізує жирнокислотний склад загальних ліпідів та рівень продуктів пероксидного окислення в печінці і скелетних м'язах ембріонів.

*Ключові слова:* гуси, ембріони, жиророзчинні вітаміни, жовток яйця, печінка, скелетний м'яз, жирні кислоти, продукти ліпідної пероксидації.

Експериментальні дослідження свідчать про позитивний вплив вітамінів А, D<sub>3</sub> і Е за одночасного застосування їх в оптимальних дозах, що обумовлено забезпеченням максимальної ефективності біологічної дії зазначених вітамінів на різні ланки обміну речовин і фізіологічні функції в організмі тварин і птиці [1].

Встановлено, що специфічна біохімічна дія жиророзчинних вітамінів у тканинах тварин обумовлена їхньою взаємодією з мембранозв'язаними протеїнами [2]. Зокрема, показано, що вітамін А впливає на біосинтез протеїнів за рахунок регуляції активності аміноацил-тРНК-синтетази, а також шляхом регуляції синтезу кортикостероїдів у корі надниркових залоз і синтезу соматотропного гормону, окситоцину в гіпофізі та інсуліну в підшлунковій залозі [2]. Крім того, встановлено, що ретинол виявляє регуляторний вплив на проникність клітинних мембран, що пов'язано з утворенням специфічних глобулярних структур у мембранах та зміною їхнього поверхневого заряду [1, 2]. Показано, що дефіцит вітаміну А у тканинах призводить до порушення гліколізування протеїнів у клітинах, внаслідок чого порушуються структура і функція мембран, і, насамперед, плазматичних мембран епітеліальних клітин кишечника [1].

Важливу і специфічну дію в органах і тканинах тварин та птиці виявляють вітамінні групи D і токоферолі. Зокрема показано [3], що інкубація еритроцитів із вітаміном D<sub>2</sub> супроводжується накопиченням в їхніх мембранах продуктів пероксидного окислення ліпідів та пригніченням АТР-азної активності, що може бути наслідком пероксидації ненасичених жирних кислот (ЖК) еритроцитарної мембрани, а також окисленням SH-груп, які відіграють важливу роль у підтримці функціональної активності цієї ензиматичної системи. Крім цього, існує припущення, що вітаміни групи D є ініціаторами пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ) клітинних мембран, що, у свою чергу, потребує застосування антиоксидантів, основним з яких є  $\alpha$ -токоферол, котрий за рахунок протекторної та мембраностабілізуючої дії забезпечує оптимальні умови перебігу метаболічних процесів в організмі тварин і птиці [3–5]. Специфічна дія токоферолу на регуляцію жирнокислотного спектра ліпідів тканин обумовлена його впливом на  $\Delta^9$ -,  $\Delta^6$ - і  $\Delta^5$ -десатуразну активність у процесі біосинтезу ЖК та взаємодією  $\alpha$ -токоферолу з поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК), і, насамперед, з арахідоновою кислотою (АК), яка відіграє важливу роль у процесах вільнорадикального окислення за учас-

тю ензимів ліпоксигенази і циклооксигенази, внаслідок чого утворюються простагландини, лейкотрієни і тромбокساني, які є регуляторними клітинними метаболітами [6–9]. Показано також, що у процесі зв'язування з токоферолом ПНЖК накопичуються у фосфоліпідному бішарі клітинних мембран і, тим самим, стабілізують процеси ПОЛ, відповідний рівень якого необхідний для фізіологічного перебігу багатьох біохімічних процесів, зокрема індукції апоптозу та формування клітинного імунітету ембріонів [8,9].

У дослідженнях, проведених нами раніше, показано, що рівень вітаміну Е в раціоні гусей в період інтенсивної несучості виявляє виражений вплив на зміни жирнокислотного спектра загальних ліпідів та стабілізує рівень продуктів пероксидного окислення ліпідів у тканинах ембріонів [10,11]. Крім цього, результатами проведених нами досліджень встановлено, що оптимальною дозою, яка впливає як на метаболічні процеси, так і на продуктивну якість птиці, є введення до раціону гусей у репродуктивний період 35 МО вітаміну Е на 1 кг комбікорму.

Виходячи з наведеного вище, метою роботи було дослідити окремих і комплексний вплив вітамінів А, D<sub>3</sub> і Е в раціоні гусей у репродуктивний період на рівень депонування ретинолу у тканинах печінки і залишкового жовтка 25-добових ембріонів та жовтка яєць гусей, а також на зміни жирнокислотного спектра загальних ліпідів і рівень продуктів ПОЛ у печінці і скелетному м'язі 25-добових ембріонів.

### Матеріали і методи

Дослідження було проведено на базі фермерського господарства с. Меденичі Дрогобицького району Львівської області на п'ятьох групах гусей сірої оброшинської породи 3-річного віку аналогічних за живою масою упродовж 90-добового періоду (січень–березень 2009 р.). Утримання гусей – вигульне з вільним доступом до корму і води. У кожній відокремленій групі було 5 гусок і 1 гусак. Гуси контрольної групи отримували упродовж дослідного періоду комбікорм ПК-33-3-89, збалансований за усіма елементами живлення згідно з рекомендованими нормами [12]. Гуси цієї групи у складі кормів А – 5000, D<sub>3</sub> – 700 і Е – 10 МО на 1 кг комбікорму. До комбікорму гусей 1-ї дослідної групи додавали 10 000 МО вітаміну А, до комбікорму 2-ї – 3000 МО вітаміну D<sub>3</sub>, 4-ї – 10 000 МО вітаміну А, 3000 МО вітаміну D<sub>3</sub> і 35 МО вітаміну Е на 1 кг комбікорму.

У дослідженнях використовували «MICROVIT™ А PROMIX 1000», «MICROVIT™ D<sub>3</sub> PROSOL 500» і «MICROVIT™ Е PROMIX 50» французької фірми Adisseo у вигляді добавки до комбікорму з ретельним змішуванням їх.

У процесі дослідів окремо по групах відбирали інкубаційні яйця і на 25-ту добу інкубації від п'яти ембріонів кожної групи отримували зразки скелетного м'яза, печінки і залишкового жовтка для визначення в них вмісту продуктів ПОЛ, рівня вітаміну А та жирнокислотного складу ліпідів.

Вміст вітаміну А у тканинах визначали методом рідинної хроматографії [13]; жирнокислотний склад загальних ліпідів – методом газорідинної хроматографії [14], а кількість дієнових кон'югатів – методом, в основі якого лежить властивість спряжених подвійних зв'язків поглинати випромінювання за довжини хвилі 233 нм [13]. Рівень гідропероксидів ліпідів у тканинах встановлювали за реакцією їх із тіоціанатом амонію після попередньої екстракції ліпідів етанолом [13]. Кількість ТБК-активних продуктів у тканинах визначали реакцією між малоновим діальдегідом та тіобарбітуровою кислотою [13].

Одержані цифрові дані опрацьовували статистично, використовуючи *t*-критерій Стьюдента за допомогою комп'ютерної програми «Microsoft Excel».

### Результати та обговорення

Відомо, що застосування вітамінів групи D у раціонах птиці веде до зменшення рівня депонування вітаміну А в органах і тканинах [1,15]. Як видно із результатів власних досліджень (табл.1), у жовтку яєць, залишковому жовтку ембріонів та печінці ембріонів, одержаних з яєць гусей першої дослідної групи, які отримували добавку вітаміну А до комбікорму, відбувається збільшення вмісту ретинолу порівняно з контрольною групою. Зокрема, рівень депонування ретинолу (1-ша дослідна група) збільшується на 29,98% в жовтках яєць гусей, на 23,45% у печінці ембріонів та на 16,77% у залишковому жовтку ембріонів порівняно з результатами контрольної групи. Аналіз результатів досліджень другої дослідної групи, в якій до раціону гусей додавали вітамін D<sub>3</sub>, показує істотне зменшення вмісту ретинолу як у жовтку яєць гусей, так і в печінці та залишковому жовтку ембріонів порівняно з результатами контрольної групи, що свідчить про інгібуючий вплив вітамінів групи D на депонування ретинолу [15]. Так, вміст ретинолу

(2-га дослідна група) зменшується на 16,67% у жовтках яєць гусей, на 14,32% у печінці ембріонів та на 16,16% у залишковому жовтку ембріонів порівняно з результатами контрольної групи. Сумісне додавання вітамінів А та D<sub>3</sub> до раціону гусей у репродуктивний період (3-тя дослідна група) вірогідно підвищує вміст ретинолу. У жовтку яєць гусей рівень депонування збільшується на 17,39%, у печінці ембріонів – на 15,46% та у залишковому жовтку ембріонів – на 2,42% порівняно з контрольною групою. Слід зазначити, що аналіз результатів досліджень четвертої дослідної групи, де сумісно додавали вітаміни А, D<sub>3</sub>, і Е, свідчить про найвищий рівень депонування ретинолу порівняно з результатами як контрольної групи, так й інших дослідних груп. Зокрема, вміст ретинолу (4-та дослідна група) збільшується в жовтку яєць гусей на 49,46%, у печінці ембріонів – на 58,47% та в залишковому жовтку ембріонів – на 22,63% порівняно з результатами контрольної групи. Такі зміни у разі введення до раціону вітаміну Е, насамперед, можливо пояснюються, антиоксидантною дією  $\alpha$ -токоферолу та позитивним впливом його на активність ензиму  $\beta$ -каротин-15,15'-діоксигенази, який бере участь в ензиматичному окисленні  $\beta$ -каротину за центральним подвійним зв'язком [2]. Також слід зазначити, що найвищий коефіцієнт співвідношення вмісту вітаміну А в жовтку яєць до залишкового жовтка ембріонів спостерігається в четвертій дослідній групі, що доводить активніше використання ретинолу у процесі розвитку ембріонів саме в цій дослідній групі, що зумовлено впливом  $\alpha$ -токоферолу на регуляцію біохімічних про-

цесів за рахунок стимуляції ензиматичних і транспортних систем [1,16].

Аналіз змін жирнокислотного складу загальних ліпідів тканин печінки 25-добових ембріонів показує (табл. 2), що у тканинах печінки ембріонів першої дослідної групи, в якій до раціону гусей додавали вітамін А, спостерігаються незначні зміни, а саме зменшується рівень насичених та мононенасичених ЖК, в основному за рахунок вірогідного зменшення пальмітинової (C<sub>16:0</sub>), стеаринової (C<sub>18:0</sub>) та пальмітоолеїнової (C<sub>16:1</sub>) жирних кислот, та збільшується рівень поліненасичених ЖК, зокрема, істотніше збільшується вміст лінолевої (C<sub>18:2</sub>) ЖК порівняно з результатами в контрольній групі, що можливо пояснюється стимулювальним впливом ретинолу на використання пальмітинової кислоти в біосинтезі ПНЖК [1]. Аналіз жирнокислотного спектра загальних ліпідів печінки ембріонів другої дослідної групи, де до раціону гусей додавали вітамін D<sub>3</sub>, свідчить про вірогідне збільшення вмісту арахідонової ЖК (C<sub>20:4</sub>) на фоні збільшення ейкозадієнової (C<sub>20:2</sub>) та докозадієнової (C<sub>22:2</sub>) ЖК за незначного зниження рівня докозопентаєнової (C<sub>22:5</sub>) та докозагексаєнової (C<sub>22:6</sub>) жирних кислот порівняно з контрольною групою, що може бути наслідком активації Ca<sup>2+</sup>-залежних ензимів [1–3]. Сумісне застосування вітамінів А і D<sub>3</sub> в раціоні гусей (3-тя дослідна група) призводить до зменшення вмісту насичених ЖК за одночасного збільшення рівня поліненасичених ЖК у загальних ліпідах тканин печінки ембріонів, серед яких слід зазначити істотніше збільшення рівня лінолевої (C<sub>18:2</sub>) та арахідонової (C<sub>20:4</sub>) ЖК

Таблиця 1. Вміст вітаміну А в печінці й залишковому жовтку ембріонів та жовтку яєць гусей, (M ± m, n = 5)

Вміст вітаміну А, мкг/г	Контрольна група	Дослідні групи гусей			
		1-ша група, (А)	2-га група, (D <sub>3</sub> )	3-тя група, (А D <sub>3</sub> )	4-та група, (А D <sub>3</sub> Е)
Печінка	45,46 ± 0,31	56,12 ± 0,20***	38,95 ± 0,15***	52,49 ± 0,33***	72,04 ± 0,43***
Залишковий жовток	4,95 ± 0,11	5,78 ± 0,14**	4,15 ± 0,07***	5,07 ± 0,11	6,07 ± 0,06***
Жовток яєць	11,04 ± 0,08	14,35 ± 0,30***	9,20 ± 0,12***	12,96 ± 0,17***	16,50 ± 0,19***
Жовток яєць/ Залишковий жовток	2,23	2,48	2,22	2,56	2,72

Примітка. У цій і наступних таблицях зірочками позначені значення, що статистично вірогідно відрізняються від контрольних (\* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001)

порівняно як з контрольною, так і з першою і другою дослідними групами. Слід відмітити, що ретинол корегує вміст ейкозапентаєнової (C<sub>20:5</sub>), докозапентаєнової (C<sub>22:5</sub>) та докозагексаєнової (C<sub>22:6</sub>) ЖК до рівня зазначених ЖК у контрольній групі, що можливо пояснюється сумісною дією вітамінів, а саме стимулюючим впливом вітаміну D<sub>3</sub> на Ca<sup>2+</sup>-залежні ензими та незначними антиоксидантними властивостями ретинолу [1]. Особливу увагу привертають зміни жирнокислотного спектра загальних ліпідів тканин печінки ембріонів у четвертій дослідній групі, в разі сумісного застосування в раціоні гусей вітамінів А, D<sub>3</sub> і Е, що веде до зменшення рівня насичених та мононенасичених ЖК та збільшення рівня поліненасичених ЖК, в основному за рахунок лінолевої (C<sub>18:2</sub>) та арахідонової (C<sub>20:4</sub>) ЖК на фоні збільшення ейкозапентаєнової (C<sub>20:5</sub>), докозапентаєнової (C<sub>22:5</sub>) та докозагексаєнової (C<sub>22:6</sub>) за вірогідного зменшення ейкозадієнової (C<sub>20:2</sub>) ЖК порівня-

но як з контрольною, так і з іншими дослідними групами. Такі зміни жирнокислотного складу, очевидно, пояснюються впливом α-токоферолу на активність ензиматичних систем та є наслідком взаємодії метильних груп токоферолу із *цис*-подвійними зв'язками ненасичених кислот та їхніх похідних [1, 7–9].

Результати досліджень (табл. 3) показують, що додавання до раціону гусей у репродуктивний період вітаміну А (1-ша дослідна група) веде до зменшення рівня продуктів ПОЛ у тканинах печінки досліджуваних 25-добових ембріонів. Так, вміст дієнових кон'югатів у печінці ембріонів першої дослідної групи зменшується на 3,91%, а вміст ТБК-позитивних продуктів – на 14,15% порівняно з результатами контрольної групи, що можливо пояснюється м'якою антиоксидантною дією ретинолу [1, 2, 17]. Що стосується другої дослідної групи, в якій до раціону гусей додавали вітамін D<sub>3</sub>, то тут під впливом цього вітаміну спостерігається

Таблиця 2. Жирнокислотний склад загальних ліпідів печінки 25-добових ембріонів гусей, % (M ± m, n = 5)

Код жирної кислоти	Контрольна група	Дослідні групи гусей			
		1-ша група, (А)	2-га група, (D <sub>3</sub> )	3-тя група, (AD <sub>3</sub> )	4-та група, (AD <sub>3</sub> Е)
C <sub>14:0</sub>	0,30 ± 0,02	0,27 ± 0,02	0,26 ± 0,01	0,24 ± 0,006***	0,21 ± 0,02
C <sub>16:0</sub>	20,85 ± 0,17	19,52 ± 0,11***	19,66 ± 0,10***	19,50 ± 0,37*	17,82 ± 0,22***
C <sub>16:1</sub>	4,29 ± 0,11	3,85 ± 0,13*	4,03 ± 0,19	3,99 ± 0,19	3,75 ± 0,24
C <sub>17:0</sub>	0,72 ± 0,03	0,47 ± 0,01***	0,49 ± 0,03***	0,47 ± 0,01***	0,42 ± 0,03***
C <sub>18:0</sub>	4,93 ± 0,07	4,07 ± 0,07***	3,70 ± 0,04***	3,66 ± 0,07***	3,45 ± 0,25***
C <sub>18:1</sub>	43,78 ± 0,16	42,07 ± 0,56*	42,18 ± 0,17***	41,93 ± 0,31***	41,49 ± 0,21***
C <sub>18:2</sub>	12,97 ± 0,12	14,63 ± 0,17***	13,88 ± 0,52	14,84 ± 0,13***	15,17 ± 0,33***
C <sub>18:3</sub>	0,89 ± 0,03	0,88 ± 0,02	0,87 ± 0,03	0,87 ± 0,04	0,86 ± 0,03
C <sub>20:1</sub>	0,90 ± 0,02	0,85 ± 0,08	0,69 ± 0,03***	0,56 ± 0,03***	0,53 ± 0,03***
C <sub>20:2</sub>	0,28 ± 0,03	0,26 ± 0,02	0,54 ± 0,02***	0,21 ± 0,02	0,20 ± 0,01*
C <sub>20:3</sub>	0,47 ± 0,02	0,40 ± 0,02*	0,54 ± 0,02*	0,39 ± 0,03	0,32 ± 0,02***
C <sub>20:4</sub>	4,95 ± 0,11	5,27 ± 0,07*	6,88 ± 0,11***	7,78 ± 0,38***	10,11 ± 0,39***
C <sub>22:2</sub>	0,24 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,62 ± 0,02***	0,21 ± 0,02	0,20 ± 0,01
C <sub>20:5</sub>	0,24 ± 0,03	0,27 ± 0,02	0,23 ± 0,01	0,30 ± 0,02	0,68 ± 0,05***
C <sub>24:1</sub>	0,32 ± 0,03	0,29 ± 0,01	0,25 ± 0,02	0,23 ± 0,02*	0,20 ± 0,02*
C <sub>22:5</sub>	0,56 ± 0,03	0,53 ± 0,03	0,43 ± 0,02*	0,55 ± 0,03	0,87 ± 0,05***
C <sub>22:6</sub>	0,61 ± 0,04	0,62 ± 0,03	0,46 ± 0,02*	0,64 ± 0,03	1,14 ± 0,06***
H <sub>ЖК</sub>	26,80	24,33	24,11	23,87	21,90
M <sub>НЖК</sub>	49,29	47,06	47,15	46,71	45,97
П <sub>НЖК</sub>	21,21	23,06	24,45	25,79	29,55

збільшення вмісту продуктів ПОЛ у печінці ембріонів. А саме, вміст дієнових кон'югатів збільшується на 5,66%, а вміст малонового діальдегіду на 8,22% порівняно з результатами у контрольній групі. Сумісне застосування вітамінів А і D<sub>3</sub> в раціоні гусей (3-тя дослідна група) веде до незначного зниження рівня продуктів ПОЛ у тканинах печінки ембріонів цієї групи, де вміст дієнових кон'югатів зменшується на 1,85%, а вміст ТБК-позитивних продуктів – на 2,86% порівняно із результатами в контрольній групі. Слід зазначити, що за сумісного додавання до раціону гусей вітамінів А, D<sub>3</sub> і Е (4-та дослідна група) спостерігається найінтенсивніше зменшення вмісту продуктів ПОЛ у печінці ембріонів, що пояснюється антиоксидантною дією α-токоферолу. Так, вміст дієнових кон'югатів у печінці ембріонів четвертої дослідної групи зменшується на 7,34%, а вміст малонового діальдегіду – на 32,17% порівняно із результатами в контрольній групі.

Наведені результати наших досліджень, які узгоджуються з даними джерел літератури [1–3], доводять, що вітаміни групи D є ініціаторами переоксидації ліпідів, однією із причин якої може бути збільшення внутрішньоклітинного рівня Ca<sup>2+</sup>, що супроводжується підвищенням активності низки фосфоліпаз, які розщепляють ліпідну та ліпоксигеназну складову мембран, відповідальних за первинне окислення ліпідів. З одержаних нами результатів видно, що додавання ретинолу сумісно з α-токоферолом у фізіологічній дозі до раціону гусей в період інтенсивної несучості, приводить до ефективної стабілізації процесів ПОЛ, в яких основна роль антиоксидантної дії належить α-токоферолу [9, 16, 17].

Зміни жирнокислотного складу ліпідів скелетного м'яза ембріонів у разі використання в раціонах гусей в репродуктивний період

добавок жиророзчинних вітамінів наведено в табл. 4. Як видно, у складі ліпідів скелетного м'яза ембріонів першої, другої, третьої і четвертої дослідних груп, порівняно із контрольною групою, спостерігається зменшення рівня насичених та мононенасичених ЖК, в основному за рахунок пальмітинової (C<sub>16:0</sub>), стеаринової (C<sub>18:0</sub>) та олеїнової (C<sub>18:1</sub>) ЖК та збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот. Аналіз результатів досліджень жирнокислотного спектра загальних ліпідів скелетного м'яза ембріонів першої дослідної групи, в якій до раціону гусей додавали вітамін А, показує вірогідне збільшення лінолевої (C<sub>18:2</sub>) та докозапентаєнової (C<sub>22:5</sub>) ЖК і зменшення ейкозатрієнової (C<sub>20:3</sub>) ЖК порівняно з результатами в контрольній групі, що вказує на вплив ретинолу на процеси біосинтезу ЖК [1]. Що стосується результатів у другій дослідній групі, в якій до раціону гусей додавали вітамін D<sub>3</sub>, то у складі ліпідів скелетного м'яза ембріонів цієї групи нами виявлено збільшення лінолевої (C<sub>18:2</sub>) та арахідонової (C<sub>20:4</sub>) ЖК за одночасного збільшення докозадієнової (C<sub>22:2</sub>) та зменшення докозагексаєнової (C<sub>22:6</sub>) ЖК порівняно з показниками у контрольній групі. Сумісне застосування вітамінів А і D<sub>3</sub> в раціоні гусей у репродуктивний період (3-тя дослідна група) веде до збільшення у складі ліпідів скелетного м'яза ембріонів рівня лінолевої (C<sub>18:2</sub>) та арахідонової (C<sub>20:4</sub>) ЖК і зменшення ейкозатрієнової (C<sub>20:3</sub>) та збільшення ейкозапентаєнової (C<sub>20:5</sub>) кислот порівняно із показниками контрольної групи. Слід зазначити, що найвираженіші зміни жирнокислотного спектра ліпідів скелетного м'яза ембріонів нами виявлено в четвертій дослідній групі, в якій гуси в період інтенсивної несучості отримували у складі комбікорму сумісно вітаміни А, D<sub>3</sub> і Е. У цій групі, очевидно, за рахунок дії α-токоферолу у складі ліпідів скелетного м'яза емб-

Таблиця 3. Вміст продуктів ПОЛ у печінці 25-добових ембріонів гусей, (M ± m, n=5)

Продукти ПОЛ	Контрольна група	Дослідні групи гусей			
		1-ша група, (А)	2-га група, (D <sub>3</sub> )	3-тя група, (А D <sub>3</sub> )	4-та група, (А D <sub>3</sub> Е)
Дієнові кон'югати, мкмоль/г	78,98 ± 0,53	75,89 ± 0,34**	83,45 ± 1,22**	77,52 ± 0,22*	73,18 ± 0,13***
Гідропероксиди ліпідів, E <sub>480</sub> /г	0,79 ± 0,01	0,77 ± 0,01	0,85 ± 0,02*	0,79 ± 0,01	0,62 ± 0,02***
Малоновий діальдегід, мкмоль/г	13,99 ± 0,38	12,01 ± 0,19**	15,14 ± 0,16*	13,59 ± 0,17	9,49 ± 0,31***

ріонів спостерігається інтенсивніше зниження рівня насичених та мононенасичених ЖК із істотним збільшенням поліненасичених ЖК, в основному за рахунок збільшення лінолевої (C<sub>18:2</sub>), арахідонової (C<sub>20:4</sub>), ейкозапентаєнової (C<sub>20:5</sub>), докозапентаєнової (C<sub>22:5</sub>) та докозагексаєнової (C<sub>22:6</sub>) ЖК за зменшення ейкозатрієнової (C<sub>20:3</sub>) та докозадієнової (C<sub>22:2</sub>) порівняно з контрольною групою.

Слід зазначити, що зростання вмісту ненасичених ЖК відбувається, в основному, за рахунок арахідонової ЖК, важливого субстрату для утворення багатьох регуляторних ейкозаноїдів, які відіграють провідну роль у процесах формування тканин ембріонів [6, 9].

Результати досліджень, наведені в табл. 5, показують, що в першій групі, в якій до раціону гусей у період інтенсивної яйцекладки додавали вітамін А, спостерігається зменшення рівня продуктів ПОЛ у скелетних м'язах ембріонів. Зокрема, вміст дієнових кон'югатів

зменшується на 2,56%, а вміст ТБК-позитивних продуктів – на 3,16% порівняно з результатами контрольної групи. Проте у другій дослідній групі, в якій до раціону гусей додавали вітамін D<sub>3</sub>, спостерігається збільшення вмісту продуктів ПОЛ, а саме рівень дієнових кон'югатів збільшується на 4,53%, а вміст маленового діальдегіду – на 34,21% порівняно з показниками, одержаними в контрольній групі. У разі сумісного додавання вітамінів А і D<sub>3</sub> до раціону племінних гусей (3-тя дослідна група) спостерігається незначне зниження вмісту продуктів ПОЛ у скелетних м'язах ембріонів. Так, вміст дієнових кон'югатів у цьому м'язі ембріонів гусей зменшується на 0,79%, а вміст маленового діальдегіду на 1,37% порівняно з контрольною групою. Найінтенсивніше зменшення вмісту продуктів ПОЛ, очевидно за рахунок впливу α-токоферолу, спостерігається у скелетних м'язах ембріонів четвертої дослідної групи, в якій до раціону гусей суміс-

Таблиця 4. Жирнокислотний склад загальних ліпідів скелетного м'яза 25-добових ембріонів гусей, % (M ± m, n = 5)

Код жирної кислоти	Контрольна група	Дослідні групи гусей			
		1-ша група, (А)	2-га група, (D <sub>3</sub> )	3-тя група, (AD <sub>3</sub> )	4-та група, (AD <sub>3</sub> E)
C <sub>14:0</sub>	0,31 ± 0,02	0,27 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,26 ± 0,01	0,23 ± 0,01**
C <sub>16:0</sub>	15,17 ± 0,33	12,75 ± 0,07***	12,97 ± 0,12***	12,57 ± 0,21***	11,47 ± 0,11***
C <sub>16:1</sub>	4,07 ± 0,07	3,62 ± 0,23	3,72 ± 0,19	3,57 ± 0,17*	3,23 ± 0,13***
C <sub>17:0</sub>	0,52 ± 0,03	0,49 ± 0,03	0,47 ± 0,01	0,45 ± 0,02	0,39 ± 0,03*
C <sub>18:0</sub>	4,11 ± 0,05	3,75 ± 0,24	3,85 ± 0,13	3,23 ± 0,13***	3,04 ± 0,13***
C <sub>18:1</sub>	54,08 ± 0,23	52,69 ± 0,21**	52,48 ± 0,21***	49,63 ± 0,25***	47,62 ± 0,27***
C <sub>18:2</sub>	6,34 ± 0,13	8,18 ± 0,10***	7,64 ± 0,24**	9,03 ± 0,12***	10,82 ± 0,40***
C <sub>18:3</sub>	0,73 ± 0,04	0,70 ± 0,02	0,72 ± 0,03	0,70 ± 0,08	0,69 ± 0,03
C <sub>20:1</sub>	0,70 ± 0,02	0,61 ± 0,02*	0,68 ± 0,06	0,51 ± 0,02***	0,46 ± 0,04***
C <sub>20:2</sub>	0,16 ± 0,02	0,11 ± 0,02	0,21 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,11 ± 0,02
C <sub>20:3</sub>	0,51 ± 0,03	0,42 ± 0,01*	0,69 ± 0,03**	0,41 ± 0,02*	0,27 ± 0,02***
C <sub>20:4</sub>	6,36 ± 0,19	6,61 ± 0,21	7,09 ± 0,07**	9,03 ± 0,12***	10,11 ± 0,39***
C <sub>22:2</sub>	0,21 ± 0,01	0,18 ± 0,08	0,73 ± 0,04***	0,18 ± 0,01	0,11 ± 0,01***
C <sub>20:5</sub>	0,27 ± 0,02	0,32 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,33 ± 0,01*	0,62 ± 0,02***
C <sub>24:1</sub>	0,24 ± 0,02	0,18 ± 0,09	0,21 ± 0,01	0,17 ± 0,01*	0,14 ± 0,02**
C <sub>22:5</sub>	0,51 ± 0,03	0,61 ± 0,02*	0,53 ± 0,03	0,54 ± 0,02	0,68 ± 0,05*
C <sub>22:6</sub>	0,59 ± 0,02	0,62 ± 0,02	0,42 ± 0,03**	0,49 ± 0,02**	0,93 ± 0,05***
НЖК	20,11	17,26	17,58	16,51	15,13
МНЖК	59,09	57,10	57,09	53,88	51,45
ПНЖК	15,68	17,75	18,33	20,84	24,34

Таблиця 5. Вміст продуктів ПОЛ у скелетних м'язах 25-добових ембріонів гусей, ( $M \pm m$ ,  $n = 5$ )

Продукти ПОЛ	Контрольна група	Дослідні групи гусей			
		1-ша група, (А)	2-га група, (D <sub>3</sub> )	3-тя група, (А, D <sub>3</sub> )	4-та група, (А D <sub>3</sub> Е)
Дієнові кон'югати, мкмоль/г	78,51 ± 0,22	76,50 ± 0,21***	82,07 ± 0,49***	77,89 ± 0,20	75,58 ± 1,66
Гідропероксиди ліпідів, E <sub>480</sub> /г	0,89 ± 0,02	0,84 ± 0,02	0,95 ± 0,02	0,88 ± 0,009	0,69 ± 0,03***
Малоновий діальдегід, мкмоль/г	9,47 ± 0,17	9,17 ± 0,15	12,71 ± 0,29***	9,34 ± 0,06	8,08 ± 0,28**

но додавали вітаміни А, D<sub>3</sub> і Е, а саме вміст дієнових кон'югатів відбувається на 3,73%, за зменшення вмісту малонового діальдегіду на 14,68% порівняно із результатами контрольної групи.

Підсумовуючи результати проведених нами досліджень щодо змін жирнокислотного спектра ліпідів та рівня продуктів ПОЛ у тканинах ембріонів другої групи, в якій до раціону гусей у репродуктивний період додавали вітамін D<sub>3</sub>, слід зазначити, що вони очевидно спричинені інгібуванням Са-транспортної АТР-ази, інактивація якої супроводжується різким збільшенням концентрації Са<sup>2+</sup> в цитозолі, і, як наслідок, активацією низки Са-залежних ензимів, а саме фосфоліпази А<sub>2</sub>, вплив якої може збільшувати гідроліз мембранних фосфоліпідів, змінювати проникність мембран та іонний гомеостаз, що, у свою чергу, може призвести до збільшення вмісту продуктів ПОЛ у тканинах [1–3]. Додавання вітаміну А до раціону гусей в період інтенсивної яйцекладки як окремо, так і сумісно з вітаміном D<sub>3</sub>, збільшує вміст ретинолу та корегує рівень продуктів ПОЛ і жирнокислотний спектр у тканинах ембріонів, що можливо пояснюється незначними антиоксидантними властивостями ретинолу та стимулюючим впливом його на використання пальмітинової кислоти у процесах біосинтезу ПНЖК [1, 2, 16, 17].

Особливої уваги, заслуговує застосування комплексу вітамінів А, D<sub>3</sub>, і Е в раціоні племінних гусей в репродуктивний період (4-та дослідна група). У тканинах ембріонів, одержаних із яєць гусей цієї групи, спостерігається істотне збільшення рівня депонування ретинолу, оптимізація жирнокислотного спектра ліпідів печінки і скелетного м'яза та інтенсивніше зниження вмісту продуктів ПОЛ у зазначених тканинах, що свідчить про те, що α-токоферол активно впливає на захист фос-

фоліпідів клітинних мембран від деструктивної дії продуктів ПОЛ і стабільно регулює перехід дієнових кон'югатів у малоновий діальдегід та стабілізуючи активність мембранозв'язуючих ензимів, виступає в ролі ефектора, спричинюючи в мембранах зміни структури ліпідного бішару, що значно полегшує проникнення ензимів у ліпідну фазу і зв'язування їх із субстратами [1,4,5,9].

В цілому, на основі одержаних результатів, можна дійти висновку про те, що додавання в репродуктивний період у складі комбікорму для племінних гусей сірої оброшинської породи на голову на добу 3300 МО вітаміну А, 990 МО вітаміну D<sub>3</sub> та 11,55 МО вітаміну Е підвищує рівень депонування ретинолу в жовтку яєць і тканинах ембріонів, оптимізує жирнокислотний склад ліпідів печінки і скелетного м'яза ембріонів та стабілізує процеси ПОЛ.

#### ИЗМЕНЕНИЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ОБЩИХ ЛИПИДОВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСЛЕНИЯ В ТКАНЯХ ЭМБРИОНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ВИТАМИНОВ А, D<sub>3</sub>, Е В РАЦИОНЕ ГУСЕЙ В РЕПРОДУКТИВНЫЙ ПЕРИОД

*Е. В. Моравская, С. О. Вовк*

Институт земледелия и животноводства Западного региона Украины, Львовская область;  
e-mail: elena.moravska@mail.ru

В статье приведены данные о содержании ретинола в печени, остаточном желтке 25-суточных эмбрионов и желтке яиц в зависимости от уровня витаминов А, D<sub>3</sub> и Е в рационе гусей серой оброшинской породы в репродуктивный период. Установлено, что витамин D<sub>3</sub> снижа-

ет уровень депонирования ретинола в тканях эмбрионов и желтках яиц гусей, а добавление витаминов А и Е к рациону гусей повышает уровень ретинола как в печени и остаточном желтке эмбрионов, так и в желтках яиц гусей.

Приведены данные об изменении жирнокислотного спектра общих липидов и о содержании продуктов пероксидного окисления липидов в тканях печени и грудных мышц 25-суточных эмбрионов в зависимости от уровня витаминов А, D<sub>3</sub> и Е в рационе племенных гусей в период интенсивной яйцекладки. Установлено, что введение в состав комбикорма гусей в репродуктивный период витамина А в количестве 10 000 МЕ, витамина D<sub>3</sub> – 3000 МЕ и витамина Е – 35 МЕ на 1 кг комбикорма оптимизирует жирнокислотный состав общих липидов и уровень продуктов пероксидного окисления липидов в печени и грудных мышцах эмбрионов.

Ключевые слова: гуси, эмбрионы, жирорастворимые витамины, желток яиц, печень, скелетные мышцы, жирные кислоты, продукты липидной пероксидации.

**CHANGES OF FATTY-ACID STRUCTURE OF COMMON LIPIDS AND CONTENTS OF PEROXIDATION PRODUCTS IN TISSUES OF EMBRYOS DEPENDING ON THE LEVEL OF VITAMINS A, D<sub>3</sub> AND E IN A DIET OF GEESSE DURING THE REPRODUCTIVE PERIOD**

O. V. Moravska, S. O. Vovk

Institute Agriculture and Animal Breebing of the Western Region, Lviv, Ukraine;  
e-mail: elena.moravska@mail.ru

**S u m m a r y**

Results concerning the contents of retinol in the liver, residual yoke of 25-day embryos and yoke of eggs depending on the level of vitamins А, D<sub>3</sub> and Е in the diet of geese by grey Obroshin breeds in reproductive period are presented in the paper. It is established, that vitamin D<sub>3</sub> reduces the level of retinol deposition in the tissues of embryos and yoke of eggs of geese, and addition of vitamins А and Е to a diet of geese raises the level of retinol both in the liver and residual yoke of embryos, and in yokes of geese eggs.

Besides the data about changes of fatty-acid spectrum of common lipids and contents of lipid peroxidations products in tissues of the liver and pectoral muscles of 25-day embryos are presented in the paper depending on the level of vitamins А, D<sub>3</sub>

and Е in geese diet during their reproductive period. Introduction of vitamin А – in quantity of 10000 IU, vitamin D<sub>3</sub> – in quantity of 3000 IU, in the composition of mixed fodder of geese during the reproductive period and vitamin Е in quantity 35 IU on 1 kg to mixed fodder optimizes fatty-acid structure of the common lipids and the level of peroxidations lipids products in the liver and pectoral muscles of embryos.

Key words: geese, embryos, fat-soluble vitamins, yoke of eggs, liver, pectoral muscle, fatty acids, POL products.

1. Куртяк Б. М., Янович В. Г. Жиророзчинні вітаміни у ветеринарній медицині і тваринництві. – Львів: Тріада плюс, 2004. – 426 с.
2. Халмуратов А. Г., Тоцкий В. Н., Чаговец Р. В. Транспорт жирорастворимых витаминов. – К.: Наук. думка, 1980. – 216 с.
3. Чаговец Р. В. и др. Витамины VI: Химия и биохимия витамина D и его применение. – К.: Наук. думка, 1971. – 217 с.
4. Lass A., Sohal R. S. // FASEB J. – 2000. – 14. – P. 87–94.
5. Wang X., Quinn P. J. // Mol. Memb. Biol. – 2000. – 17, N 3. – P. 143–156.
6. Гула Н. М., Маргіміч В. М. Жирні кислоти та їх похідні при патологічних станах. – К.: Наук. думка, 2009. – 333 с.
7. Galobart, J., Barroeta A. C., Cortinas L. et al. // Poult. Sci. – 2002. – 81. – P. 11873–1876.
8. Евстигнеева Р. П., Волков И. М., Чудинова В. В. // Биологические мембраны. – 1998. – 15, № 2. – С. 119–135.
9. Капралов А. А., Донченко Г. В., Петрова Г. В. // Усп. соврем. биол. – 2003. – 123, № 6. – С. 573–589.
10. Моравська О. В., Вовк С. О. // Вісн. Львівського ун-ту. Серія біологічна. – 2009. – Вип. 51. – С. 218–222.
11. Моравська О. В., Вовк С. О. // Наук. вісн. ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. – 2009. – 11, № 3(42), частина 2. – С. 135–142.
12. Кирилів Я. І., Ратич І. Б. Методи контролю повноцінності комбикормів та оцінка кількості і якості продукції. – Львів, 2004. – 185 с.
13. Андреева Л. В., Вербицкий П. І., Влізло В. В. та ін. Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. – Львів, 2004. – 399 с.
14. Немировський В. І., Терещук О. М., Гнатів В. І., Скорохід В. Й. Визначення органічних кислот у біологічному матеріалі



- методом газохроматографічного аналізу // Методичні рекомендації. – Львів, 1984. – 40 с.
15. *Маслиева О. И.* Витамины в кормлении птицы. – М.: Колос, 1975. – 208 с.
16. *Tesoriere L., Bongiorno A., Pintaudi A. M. et al.* // Arch. Biochem. Biophys. – 1996. – **326**, N 1. – P. 57–63.
17. *Ciaccio M., Valenza M., Tesoriere L. et al.* // Ibid. – 1993. – **302**, N 1. – P. 103–109.

Отримано 08.02.2010