

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ, БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ТА МОРФОЛОГІЧНІ СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТВАРИН

PHYSIOLOGICAL-BIOCHEMICAL AND BIOTECHNOLOGICAL WAYS OF ANIMAL PRODUCTIVITY INCREASING

УДК 636.52/612:015.31:015.32

Бугай А.О.*, кандидат ветеринарних наук
Цвіліховський М.І.*, доктор біологічних наук, академік НААН України
Толстих Р.А.¹, зав. виробництвом ©
andbugay@ua.fm

* - Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
¹ - ПП "Сигма", Дніпропетровська область

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД АПІКАЛЬНИХ МЕМБРАН АБСОРБЦІЙНИХ ЕНТЕРОЦИТІВ ПОРОЖНЬОЇ КИШКИ КУРЧАТ- БРОЙЛЕРІВ ЗА ДІЇ ЛІКОПЕНУ

Досліджено жирнокислотний склад апікальних мембран абсорбційних клітин порожньої кишки курчат-бройлерів за дії лікопену у постнатальному періоді онтогенезу. Встановлено зниження індексу насичені/ненасичені жирні кислоти, зростання вмісту n-6 поліненасичених жирних кислот, олеїнової, арахідонової жирних кислот, що свідчить про підвищення функціонального статусу абсорбційних ентероцитів. На основі отриманих даних висувається гіпотеза щодо стимуляції лікопеном елонгазо-десатуразної системи жирних кислот.

Ключові слова: курчата-бройлери, абсорбційні ентероцити, плазмалема, жирні кислоти.

Вступ. Основним мембраноутворюючим елементом плазмалеми абсорбційних ентероцитів є фосфоліпіди. Від будови полярної частини їх молекул залежать переважно електричні та адсорбційні властивості ліпідного бішару. Жирні кислоти фосфоліпідів зумовлюють не тільки в'язкість мембранного бішару, а й модулюють активність мембранозв'язаних ферментів

[4, 12], експресію генів [8], трансдукцію сигналу, є попередниками у синтезі регуляторів росту клітин, тощо [11]. В той же час, жирнокислотний склад плазмалеми ентероцитів порожньої кишки, особливо її апікального полюсу, характеризується значною варіабельністю в залежності від дії речовин, які поступають в організм через травний канал. Результати проведених нами раніше досліджень [1] показали значний вплив лікопену на інтегральні показники ліпідного складу плазмалеми абсорбційних ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів. Для подальшого встановлення механізму дії лікопену на ентероцити порожньої кишки курчат-бройлерів постає необхідність вивчення жирнокислотного складу їх плазмалеми.

Отже, метою даної роботи було дослідження жирнокислотного складу апікальних мембран абсорбційних ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів впродовж періоду їх вирощування.

Матеріали та методи. Дослідження проводились на кафедрі фізіології та біохімії сільськогосподарських тварин Дніпропетровського державного аграрного університету і на кафедрі терапії і клінічної діагностики Національного університету біоресурсів і природокористування України в травні-липні 2009 р.

Об'єктом дослідження були курчата-бройлери кросу "Конкурент-3" 14-42 добового віку, що утримувались у клітках з 1-добового віку на збалансованому за поживними речовинами раціоні, який змінювався згідно технологічного графіку. Курчатам дослідної групи, починаючи з 5-добового віку, щодоби перорально вводили розчин лікопену в соняшниковій олії (кількість від 0,1 до 0,5 мл) у встановленій оптимальній дозі. Курчатам контрольної групи аналогічним шляхом вводили соняшкову олію. Лікопен отримували методом екстракції органічними розчинниками з рослинної сировини (м'якуш плодів фізалісу і томату). Екстракт концентрували і очищували від супутніх каротиноїдів (каротини, фітоїн, фітофлуїн тощо) на колонці з оксидом алюмінію в системі "тептан-бензол" у співвідношенні 9:1 (за об'ємом). Очищена фракція лікопену мала червоний колір і максимум поглинання світла в гексані при λ 446, 470 і 506 нм.

Для визначення жирнокислотного складу апікальних мембран (АМ) абсорбційних ентероцитів проводили забій курчат у віці 14, 21, 28, 35 та 42 доби. Евтаназію курчат проводили шляхом декапітації, вранці, без попереднього голодування, після чого видаляли порожню кишку, промивали її ізотонічним розчином (NaCl-NEPES, рН 7,4). Абсорбційні ентероцити порожньої кишки отримували хімічним (ЕГТО/цитрат) методом [3]. Апікальні мембрани (АМ) цих клітин отримували диференційним центрифугуванням [2]. Екстракцію ліпідів АМ проводили методом Блая-Дайера, метилові ефіри жирних кислот (ЖК) отримували шляхом обробки ліпідного екстракту метилатом натрію та розчином хлороводню в метанолі. Розділення метилових ефірів жирних кислот здійснювали на газовому хроматографі Shimadzu (програмне забезпечення „Мультихром”) з використанням кварцової капілярної колонки та полум'яно-іонізаційного детектора. Статистичну обробку

результатів дослідження проводили з використанням пакетів програм Excel – 97 і Statistica 6.0.

Результати дослідження. Результати проведених нами досліджень не показали суттєвої різниці у жирнокислотному складі АМ абсорбційних ентероцитів та загальної фракції епітеліоцитів порожньої кишки курей [7, 9, 17]. Ймовірно, це зумовлено широкою варіабельністю даного показника, який, насамперед, залежить від жирнокислотного складу раціону.

В АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів 14-добового віку виявлено 15 ЖК (табл. 1, 2). Основними ЖК є лінолева ($C_{18:2\ n-6}$), стеаринова ($C_{18:0}$) та пальмітинова ($C_{18:0}$). Слід відмітити присутність серед ЖК АМ абсорбційних клітин $C_{18:2\ n-6t}$, що не описано в літературі [7, 9, 17].

Таблиця 1

Вміст C_{14} - C_{18} жирних кислот в АМ абсорбційних ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів за дії лікопену, % ($M \pm m$, $n=4$)

Жирна кислота	Вік, діб									
	14		21		28		35		42	
	к	досл	к	досл	к	досл	к	досл	к	досл
$C_{14:0}$	0,671± 0,019	0,341± 0,008*	0,64± 0,04	0,730± 0,004*	0,525± 0,017	0,431± 0,005*	0,312± 0,013	0,535± 0,010*	0,296± 0,004	0,570± 0,005*
$C_{14:1}$	0,341± 0,008	0,201± 0,006*	0,350± 0,007	0,215± 0,003*	0,468± 0,007	0,369± 0,006*	0,487± 0,007	0,347± 0,009*	0,499± 0,010	0,319± 0,003*
$C_{16:0}$	20,05± 0,64	19,38± 0,548	21,45± 0,59	20,85± 0,43	25,15± 0,82	22,86± 0,70*	24,13± 0,584	22,63± 0,801	26,65± 0,628	21,93± 0,609*
$C_{16:1}$	1,27± 0,04	1,15± 0,03*	0,778± 0,037	1,045± 0,033*	0,430± 0,021	0,419± 0,010	0,393± 0,008	0,427± 0,005*	0,375± 0,007	0,440± 0,01*
$C_{18:0}$	21,93± 0,93	21,38± 0,46	23,53± 1,12	21,80± 0,44	22,52± 0,86	22,79± 0,85	25,05± 0,40	22,32± 1,37	27,88± 0,926	22,85± 0,307*
$C_{18:1\ n-9}$	16,18± 0,097	13,82± 0,098*	14,40± 0,28	13,45± 0,25*	13,90± 0,25	12,88± 0,37*	14,53± 0,29	14,46± 0,59*	13,63± 0,61	15,75± 0,40*
$C_{18:2\ n-6}$	31,90± 0,574	34,22± 0,980*	31,90± 0,43	34,50± 0,33*	29,04± 0,68	33,36± 1,05*	29,96± 0,28	32,18± 1,23	27,05± 0,55	30,43± 0,64*
$C_{18:2\ n-6t}$	0,057± 0,003	-	0,075± 0,022	0,195± 0,006*	0,264± 0,010	0,300± 0,006*	-	0,355± 0,006	-	0,353± 0,005
$C_{18:3\ n-3}$	0,381± 0,006	0,695± 0,017*	0,379± 0,005	0,613± 0,020*	0,646± 0,011	0,502± 0,009*	0,313± 0,013	0,539± 0,009*	0,228± 0,015	0,548± 0,007*

Примітка: * - дані вірогідні ($P < 0,05$) між показниками контрольної і дослідної груп курчат-бройлерів одного віку

Загальна сума насичених ЖК АМ абсорбційних клітин 14-добових курчат-бройлерів складає $43,57 \pm 0,80\%$, ненасичених – $56,02 \pm 0,86\%$, а співвідношення між ними – $0,779 \pm 0,024$ од (рис. 1). Серед ненасичених ЖК переважають диєнові - $32,27 \pm 0,58\%$, вміст моноєнових складає $17,80 \pm 0,14\%$.

Окремо слід розглядати вміст довголанцюгових ЖК. Відомо [14], що стабільність мембранного бішару, як пласкої міцели напряму, збільшується із збільшенням довжини ацильних ланцюгів фосфоліпідів. Також значну зацікавленість викликають поліненасичені ЖК (ПНЖК) $n-6$ та $n-3$ ряду, для яких передбачається виражена, але відмінна одна від одної фізіологічна активність [10, 12, 15, 16], що призводить до певних протиріч у розгляді їх біологічних властивостей.

Таблиця 2

Вміст довголанцюгових жирних кислот в АМ абсорбційних ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів за дії лікопену, % (M±m, n=4)

Жирна кислота	Вік, діб									
	14		21		28		35		42	
	к	досл	к	досл	к	досл	к	досл	к	досл
C _{20:0}	0,385± 0,008	0,712± 0,004*	0,320± 0,004	0,657± 0,009*	0,293± 0,009	0,288± 0,011	0,120± 0,009	0,442± 0,007*	0,109± 0,010	0,479± 0,008*
C _{20:1}	0,206± 0,007	0,387± 0,007*	0,190± 0,005	0,245± 0,003*	0,160± 0,008	0,126± 0,005*	-	0,184± 0,005	-	0,175± 0,005
C _{20:2}	0,319± 0,003	0,643± 0,012*	0,280± 0,005	0,499± 0,005*	0,138± 0,004	0,214± 0,004*	-	0,438± 0,006	-	0,386± 0,005
C _{20:3 n-3}	-	-	0,203± 0,015	-	0,855± 0,043	0,188± 0,03*	0,535± 0,025	-	0,359± 0,007	-
C _{20:3 n-6}	0,568± 0,015	0,438± 0,005*	0,508± 0,041	0,331± 0,005*	0,407± 0,008	0,261± 0,006*	0,238± 0,009	0,445± 0,008*	0,118± 0,011	0,457± 0,007*
C _{20:4 n-6}	4,803± 0,046	5,098± 0,061*	3,800± 0,061	4,290± 0,050*	3,080± 0,097	3,740± 0,057*	2,480± 0,074	4,580± 0,045	2,478± 0,056	4,320± 0,033*
C _{22:0}	0,135 ± 0,008	0,517 ± 0,005*	0,168 ± 0,005	0,225 ± 0,006*	0,361 ± 0,006	0,210 ± 0,005*	0,243 ± 0,008	0,195 ± 0,006*	0,141 ± 0,005	0,202 ± 0,004*
Сума	6,42± 0,058	7,80± 0,075*	5,47± 0,084	6,25± 0,06*	5,29± 0,135	5,03± 0,087	3,62± 0,109	6,29± 0,042*	3,20± 0,047	6,02± 0,03*

Примітка: * - дані вірогідні (P<0,05) між показниками контрольної і дослідної груп курчат-бройлерів одного віку

Загальний вміст ПНЖК в АМ абсорбційних ентероцитів порожньої кишки 14-добових курчат-бройлерів (табл. 3) складає 38,02±0,63%, серед яких кількість n-6 ПНЖК - 37,32±0,62%, n-3 ПНЖК - 0,381±0,006%. Оскільки n-3 ПНЖК у складі тваринних ліпідів мають рослинне походження, індекс n-6 ПНЖК/ n-3 ПНЖК в АМ ентероцитів порожньої кишки може вказувати на міру інкорпорації аліментарних ліпідів до складу біомембран. Так, індекс n-6 ПНЖК/ n-3 ПНЖК в АМ абсорбційних клітин 14-добових курчат-бройлерів складає 97,98±0,25 од. Вміст арахідонової кислоти, як однієї з найбільш біологічно активних ЖК ліпідного бішару АМ абсорбційних ентероцитів, складає 4,803±0,046% (табл. 2).

Вікова динаміка ЖК складу АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів характеризується поступовим підвищенням співвідношення між насиченими та ненасиченими ЖК (в 1,6 раза, P<0,05) (рис. 1) від 14-ї до 42-ї діб вирощування. Це може бути компенсаторним механізмом підтримання постійного показника в'язкості мембранного бішару АМ внаслідок відміченого у наших попередніх дослідженнях зниження індексу холестерол/фосфоліпід [1]. Так, підвищення індексу насичені/ненасичені ЖК не виявлено лише у період з 28-ї до 35-ї діб розвитку курчат тоді, як в інші періоди зростання складає 14-19% (P<0,05). Встановлені зміни зумовлені поступовим зниженням вмісту в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів віком від 14-ї до 42-ї

діб ненасичених ЖК в 1,3 раза ($P < 0,05$), а саме: лінолевої кислоти ($C_{18:2\ n-6}$) в 1,15 раза ($P < 0,05$), ліноленової ($C_{18:3\ n-3}$) – в 1,4 раза ($P < 0,05$), олеїнової ($C_{18:1\ n-9}$) – в 1,16 раза ($P < 0,05$), пальмітоолеїнової ($C_{16:1}$) – у 3,4 рази ($P < 0,05$). При цьому, найбільш виражене зниження вмісту моноєнових ЖК (на 13 %, $P < 0,05$) встановлено у 21-добових, дієнових (на 10 %, $P < 0,05$) - у 42-добових, триєнових (в 1,4 раза, $P < 0,05$) у 35-добових курчат-бройлерів. Ймовірно, найменші коливання та більш пізні вікове зниження вмісту дієнових ЖК вказує на їх ключову роль у формуванні ацильного оточення білків АМ.

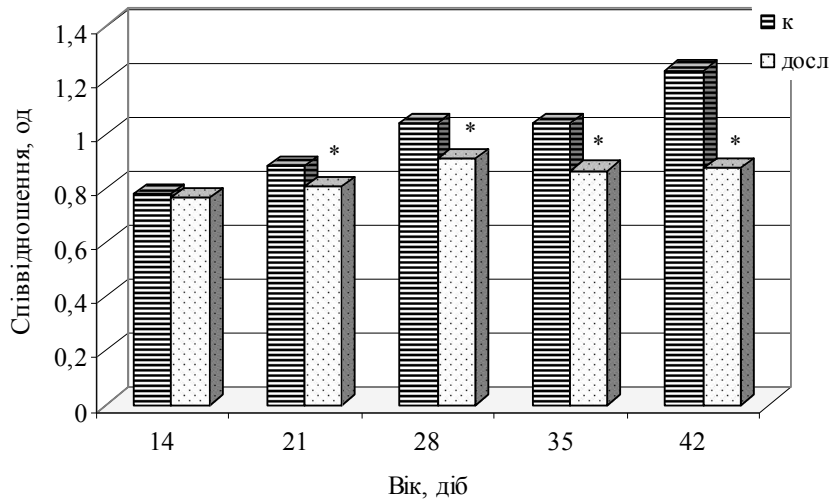


Рис. 1. Співвідношення між насиченими та ненасиченими жирними кислотами в АМ абсорбційних клітин курчат-бройлерів за дії лікопену.

Примітка: * - $P < 0,05$ - дані вірогідні між показниками контрольної і дослідної груп курчат-бройлерів одного віку.

Паралельно з віковим зниженням вмісту ненасичених ЖК в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів від 14-ї до 42-ї діб встановлено підвищення сумарного вмісту насичених ЖК розвитку в 1,25 раза ($P < 0,05$). При цьому, лише у період з 28-ї до 35-ї діб вирощування курчат не було встановлено вірогідних змін цього показника, тоді як в усі інші періоди вміст насичених ЖК в АМ ентероцитів зростав на 7-9 % ($P < 0,05$). Так, за весь період дослідження в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів вміст стеаринової кислоти ($C_{18:0}$) збільшився в 1,3 раза ($P < 0,05$), а пальмітинової ($C_{16:0}$) – в 1,33 раза ($P < 0,05$). В той же час, вміст міристинової кислоти ($C_{14:0}$) знизився в 2,3 рази ($P < 0,05$), що може вказувати на вікове зниження інтенсивності парацелюлярного шляху транспорту речовин [6, 17].

Вікова динаміка загального вмісту ПНЖК в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів характеризується поступовим зниженням від 14-ї до 42-ї діб вирощування в 1,25 раза ($P < 0,05$), що підтверджує передбачення про вікове зниження активності елонгазо-десатуразного комплексу. Слід зазначити, що найбільш виражене зниження загального вмісту ПНЖК в АМ абсорбційних

ентероцитів курчат-бройлерів встановлено у 28- та 42-добових курчат (на 7 %, $P<0,05$) та 9 %, $P<0,05$, відповідно. Так, вікова динаміка вмісту n-6 ПНЖК в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів зумовлена динамікою загальної кількості ПНЖК і характеризується зниженням від 14-ї до 42-ї діб вирощування в 1,3 раза ($P<0,05$). Найбільш виражене зниження цього показника також встановлено у 28- та 42-добових курчат-бройлерів – на 10 % ($P<0,05$). В той же час, вікова динаміка вмісту в АМ абсорбційних ентероцитів n-3 ПНЖК характеризується підвищенням від 14-ї до 42-ї діб вирощування курчат-бройлерів в 1,35 раза ($P<0,05$). При цьому встановлено період значного зростання цього показника від 14-ї до 28-ї діб вирощування курчат (в 3,9 рази, $P<0,05$) та період зниження - з 28-ї до 42-ї доби (в 2,6 рази, $P<0,05$).

Таблиця 3

Вміст поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів за дії лікопену, $M\pm m$, n=4.

Вік, діб	Загальний вміст ПНЖК, %		Вміст n-6 ПНЖК, %		Вміст n-3 ПНЖК, %		Індекс n-6 ПНЖК/ n-3 ПНЖК, од.	
	контроль	дослід	контроль	дослід	контроль	дослід	контроль	дослід
14	38,02± 0,63	41,09± 1,07*	37,32± 0,62	39,75± 1,04*	0,381± 0,006	0,695± 0,017*	97,98± 0,25	57,17± 0,39*
21	37,14± 0,44	40,43± 0,38*	36,28± 0,45	39,32± 0,38*	0,582± 0,011	0,613± 0,020*	62,45± 1,66	64,42± 2,45
28	34,43± 0,74	38,56± 1,10*	32,79± 0,72	37,66± 1,08*	1,50± 0,052	0,69± 0,033*	21,90± 0,68	54,86± 2,25*
35	33,53± 0,37	38,54± 1,27*	32,68± 0,34	37,56± 1,27*	0,848± 0,038	0,539± 0,009*	38,75± 1,44	69,74± 2,60*
42	30,23± 0,51	36,49± 0,65*	29,65± 0,51	35,56± 0,65*	0,587± 0,02	0,548± 0,007	50,70± 1,88	64,97± 1,82*

Примітка: * - дані вірогідні ($P<0,05$) між показниками контрольної і дослідної груп курчат-бройлерів одного віку

Слід відмітити, що підвищення інкорпорації в мембранний бішар n-3 ПНЖК, у даному випадку саме за рахунок $C_{20:3}$ n-3, призводить до посилення пероксидації мембранних ліпідів, а отже і до зниження бар'єрної функції плазмалеми [13, 16].

Внаслідок описаних змін, вікова динаміка індексу n-6 ПНЖК/ n-3 ПНЖК в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів характеризується зниженням від 14-ї до 42-ї діб вирощування в 1,9 раза ($P<0,05$). При цьому встановлено період значного зниження показника – до 28-ї доби (в 4,5 рази, $P<0,05$) та підвищення – від 28-ї до 42-ї діб (у 2 рази, $P<0,05$).

Вікова динаміка вмісту арахідонової кислоти ($C_{20:4}$ n-6) в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів характеризується зниженням від 14-ї до 42-ї діб вирощування в 1,9 раза ($P<0,05$) (рис. 2). Слід зазначити, що вказане зниження цього показника складає 20 % ($P<0,05$) за кожний тижневий період спостереження і лише з 35-ї до 42-ї доби вирощування птиці вміст арахідонової кислоти не змінювався. З огляду на сигнальну роль цієї кислоти, одержані нами дані можуть вказувати на вікове зниження функціональної здатності абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів.

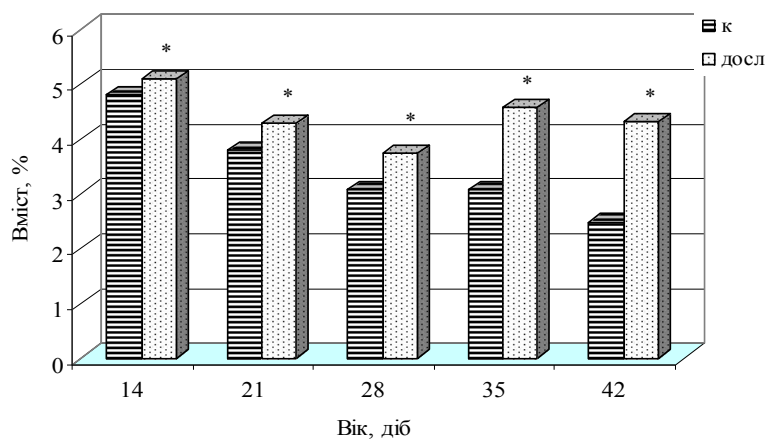


Рис. 2. Вміст арахідонової кислоти ($C_{20:4\ n-6}$) в АМ абсорбційних ентероцитах курчат-бройлерів за дії лікопену.

Примітка: * - $P < 0,05$ - дані вірогідні між показниками контрольної і дослідної груп курчат-бройлерів одного віку.

Застосування лікопену не призводить до змін загального вмісту насичених, ненасичених ЖК та співвідношення між ними в АМ абсорбційних ентероцитах 14-добових курчат-бройлерів (див. рис. 1). Вікова динаміка індексу насичені/ненасичені ЖК, аналогічно контролю, характеризується збільшенням від 14-ї до 42-ї доби вирощування на 10% ($P < 0,05$). Слід зазначити, що відмінність цього показника між контрольною та дослідною групами поступово збільшувалась з віком. Так, у 21-добових курчат вона склала 5 % ($P < 0,05$), у 28-добових – 8 % ($P < 0,05$), у 35-добових – 12 % ($P < 0,05$), а у 42-добових – 20 % ($P < 0,05$). Отримані дані свідчать про збереження досить високої плинності мембранного бішару АМ абсорбційних клітин за дії лікопену і позитивний вплив на транспортні процеси нутрієнтів.

Застосування лікопену не змінює тенденцію щодо вікового зниження більшості ненасичених ЖК в АМ абсорбційних клітин курчат-бройлерів від 14-ї до 42-ї доби вирощування. Так, вміст в АМ лінолевої кислоти ($C_{18:2\ n-6}$) зменшився в 1,12 раза ($P < 0,05$), ліноленової ($C_{18:3\ n-3}$) – в 1,27 раза ($P < 0,05$), пальмітоолеїнової ($C_{16:1}$) – в 2,6 рази ($P < 0,05$), тоді як вміст олеїнової кислоти ($C_{18:1\ n-9}$) підвищився в 1,17 раза ($P < 0,05$), чого не було виявлено у контролі. Цей феномен передбачає підвищення функціональної здатності абсорбційних ентероцитів [5]. Вміст моноєнових ЖК в АМ абсорбційних ентероцитах курчат-бройлерів дослідної групи від 14-ї до 42-ї доби вирощування підвищився в 1,1 раза ($P < 0,05$), а вміст диєнових та триєнових ЖК знизився в 1,12 раза ($P < 0,05$). Слід зазначити, що зниження цих показників у тижневі вікові періоди були невірогідними. Лише в період з 14-ї до 21-ї доби вирощування курчат-бройлерів встановлено зниження вмісту триєнових ЖК в АМ абсорбційних ентероцитах в 1,17 раза ($P < 0,05$).

Таким чином, застосування лікопену курчатам-бройлерам призводить до підвищення в АМ абсорбційних ентероцитах вмісту моноєнових ЖК на 4-

15% ($P<0,05$), дисенових ЖК – на 8-15% ($P<0,05$), триєнових ЖК – на 14-50% ($P<0,05$) впродовж всього періоду вирощування. Отриманні дані дають змогу вважати, що десатуразна система ЖК активується за дії лікопену.

Застосування лікопену не призводить до вірогідних змін, у порівнянні з контролем, вмісту стеаринової ($C_{18:0}$) та пальмітинової ($C_{16:0}$) кислот в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів 14-добового віку. За дії лікопену вміст в АМ стеаринової кислоти ($C_{18:0}$) характеризується сталістю, а пальмітинової ($C_{16:0}$) – підвищується від 14-ї до 42-ї доби вирощування птиці на 12% ($P<0,05$). При цьому найбільш виражене підвищення цього показника встановлено з 14-ї до 21-ї доби вирощування – на 8 % ($P<0,05$) та з 21 до 28 доби – на 10% ($P<0,05$).

Вміст міристинової кислоти ($C_{14:0}$) в АМ абсорбційних клітин 14-добових курчат-бройлерів дослідної групи є вищим в 1,3 раза ($P<0,05$) у порівнянні з контролем. Онтогенетична динаміка цього показника за дії лікопену, як і в контролі, характеризується зниженням, проте менш вираженим (в 1,18 раза, $P<0,05$). При цьому встановлено період значного зниження вмісту в мембранному бішарі міристинової кислоти з 14-ї до 28-ї доби - в 2,0 рази ($P<0,05$) та підвищення – з 28-ї до 42-ї діб – в 1,25 раза ($P<0,05$). Таким чином, за дії лікопену в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів впродовж всього періоду вирощування встановлено вищий вміст міристинової кислоти у порівнянні з контролем в 1,14 – 2,0 рази ($P<0,05$) і лише у 28-добової птиці цей показник був нижчим за контроль в 1,18 раза ($P<0,05$). Отримані дані передбачають більшу інтенсивність парацелюлярного транспорту речовин з порожнини кишечника, а також дещо меншу стабільність мембранного бішару. Ймовірно, це є одним з пояснень підвищення вмісту холестеролу в АМ абсорбційних ентероцитів курчат-бройлерів за дії лікопену [1], що стабілізує рідинно-кристалічну фазу мембранного бішару.

Загальний вміст ПНЖК та вміст n-6 ПНЖК в АМ абсорбційних клітин 14-добових курчат-бройлерів за дії лікопену вищий на 8 % ($P<0,05$) у порівнянні з контролем. Слід зазначити, що вікова динаміка n-6 ПНЖК зумовлює й динаміку загального вмісту ПНЖК, що виражається навіть в однакових цифрових змінах даних показників. Так, вікова динаміка цих показників у досліді аналогічна контролю і характеризується зниженням, проте менш вираженим – на 11 % ($P<0,05$) від 14-ї до 42-ї діб. Слід відмітити, що з віком поступово збільшується відмінність між контролем та дослідом щодо загального вмісту ПНЖК. Це є підтвердженням гіпотези щодо стимуляції лікопеном процесів елонгації та десатурації ЖК. Так, на 21-у добу вирощування курчат-бройлерів вміст ПНЖК в АМ абсорбційних ентероцитів за дії лікопену є вищим за контроль на 9 % ($P<0,05$), на 28-у добу – на 12 % ($P<0,05$), на 35-у добу – на 15 % ($P<0,05$), на 42-у добу – на 21 % ($P<0,05$).

Вміст n-3 ПНЖК в АМ абсорбційних клітин 14-добових курчат-бройлерів за дії лікопену збільшився, у порівнянні з контролем, в 1,8 раза ($P<0,05$). Вікова динаміка цього показника, у порівнянні з контролем, характеризується зниженням в 1,3 раза ($P<0,05$). Тому, до 21-ї доби вирощування птиці цей показник є вищим в досліді (в 1,05 – 1,8 раза), а після

21-ї доби – в контролі (1,07-1,5 раз). Отримані дані потребують подальшого дослідження, проте можна передбачити, що вікове зниження вмісту n-3 ПНЖК в АМ абсорбційних клітин курчат-бройлерів зменшує інтенсивність пероксидації мембранних ліпідів, яка зростає з віком [13].

Описана динаміка складу n-6 та n-3 ПНЖК апікального мембранного бішару абсорбційних клітин курчат-бройлерів за дії лікопену зумовлює й певні зміни індексу n-6 ПНЖК/n-3 ПНЖК.

Так, за дії лікопену індекс n-6 ПНЖК/n-3 ПНЖК в АМ абсорбційних ентероцитів 14-добових курчат-бройлерів збільшився в 1,4 рази ($P < 0,05$) у порівнянні з контролем. Вікова динаміка цього індексу за дії лікопену, на противагу контролю, характеризується збільшенням в 1,12 рази ($P < 0,05$). При цьому, індекс n-6 ПНЖК/n-3 ПНЖК в АМ абсорбційних клітин курчат-бройлерів дослідної групи є нижчим за контроль лише на 14-у добу вирощування, на 21-у доби вірогідна різниця відсутня, а на 28-у, 35-у та 42-у доби – вищим в 2,0 ($P < 0,05$), 1,8 ($P < 0,05$) та 1,2 ($P < 0,05$) рази, відповідно.

Ще одним доказом підвищення функціонального статусу ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів за дії лікопену є підвищення вмісту в АМ арахідонової кислоти ($C_{20:4\ n-6}$). Так, вже у 14-добової птиці дослідної групи вміст цієї сполуки є вищим на 6 % ($P < 0,05$) (див. рис. 2). Вікова динаміка вмісту арахідонової кислоти за впливу лікопену, аналогічно контролю, характеризується зниженням, проте менш значним (в 1,18 рази, $P < 0,05$) від 14-ї до 42-ї діб вирощування. При цьому, вміст арахідонової кислоти в мембранному бішарі апікального полюсу абсорбційних ентероцитів курчат дослідної групи є вищим за контроль впродовж всього періоду вирощування, причому, з віком ця відмінність збільшувалась – від 12 % ($P < 0,05$) у 21-добової і до 85 % ($P < 0,05$) у 35-добової птиці. Тобто, вікова динаміка вмісту арахідонової кислоти в АМ абсорбційних клітин курчат-бройлерів дослідної групи має ту ж тенденцію, що і динаміка вмісту загальної суми ПНЖК та n-6 ПНЖК.

Висновки.

Проведені дослідження розкривають окремі механізми дії лікопену на організм курчат-бройлерів. Застосування лікопену призводить до змін у жирнокислотному складі апікальної мембрани абсорбційних ентероцитів, а саме: зниження індексу насичені/ненасичені жирні кислоти; підвищення вмісту олеїнової, міристинової та арахідонової кислот; підвищення вмісту моноенових, диенових та триенових жирних кислот загальної суми поліненасичених жирних кислот та n-6 поліненасичених жирних кислот; зниження вмісту n-3 поліненасичених жирних кислот.

Таким чином, результати проведених досліджень передбачають зростання плинності мембранного бішару та підвищення функціональної активності АМ ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів за дії лікопену. Отримані дані гіпотетично вказують на стимуляцію лікопеном елонгазо-десатураційної системи жирних кислот та його опосередкований антиоксидантний ефект.

Література

1. Бугай, А. Інтегральні показники ліпідного складу плазмолемі абсорбційних ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів за дії лікопену впродовж періоду їх вирощування / А. Бугай, М. Цвіліховський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Збірник наукових праць ХДЗВА. – 2010. – В. 21, Ч. 2, Т. 1. – С. 46-54.
2. Бугай, А.О. Отримання апікальних та базолатеральних мембран абсорбційних ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів для вивчення транспортних властивостей плазмолемі / А.О. Бугай // Науковий вісник ЛНАВМТБТ ім. С.З. Гжицького. – 2009. – Т. 12, № 5 (40), Ч. 2. – С. 27-33.
3. Бугай, А.О. Отримання ізольованих абсорбційних ентероцитів порожньої кишки курчат-бройлерів для вивчення транспортних властивостей плазмолемі / А.О. Бугай, М.І. Цвіліховський // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: Збірник наукових праць ХДЗВА. – 2009. – Вип. 20, Ч. 2, Т. 2. – С. 57-67.
4. Annaba, F. Modulation of ileal bile acid transporter (ASBT) activity by depletion of plasma membrane cholesterol: association with lipid rafts / F. Annaba, Z. Sarwar, P. Kumar // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* – 2008 – V. 29. – P. 489-497.
5. Bateman, P. Differences in cell morphology, lipid and apo B secretory capacity in caco-2 cells following long term treatment with saturated and monounsaturated fatty acids / P. Bateman, K. Jackson, V. Maitin et al. // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2007. – V. 1771 (4). – P. 475-485.
6. Cano-Cebrián, M. Intestinal absorption enhancement via the paracellular route by fatty acids, chitosans and others: a target for drug delivery / M. Cano-Cebrián, T. Zornoza, L. Granero et al // *Curr. Drug Deliv.* – 2005. – V. 2 (1). – P. 9-22.
7. Carriga, C. Regional differences in transport, lipid composition and fluidity of apical membranes of small intestine of chicken / C. Carriga, C. Vazquez, V. Ruiz-Gutierrez et al. // *J. Poultry science.* – 2002. – V. 81. – P. 537-545.
8. Collett, E. n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids differentially modulate oncogenic Ras activation in colonocytes / E. Collett, A. Laurie, L. Davidson et al. // *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* – 2001. – V. 280. – P. 1066-1075.
9. Ferrer C., Pedragosa E., Torras-Llort M., et al. Dietary lipids modify brush border membrane composition and nutrient transport in chicken small intestine // *J. Nutr.* – 2003. – V. 133. – P. 1147-1153.
10. Gabler, N. In utero and postnatal exposure to long chain (n-3) PUFA enhances intestinal glucose absorption and energy stores in weanling pigs / N. Gabler, J. Spencer, D. Weibel et al. // *J. Nutr.* – 2007. – V. 137. – P. 2351-2358.
11. Gu, R. Arachidonic acid inhibits K channels in the basolateral membrane of the thick ascending limb / R. Gu, W. Wang // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* – 2002. – V. 314. – P. 152-182.
12. Haag, M. Polyunsaturated fatty acids inhibit Mg^{2+} -ATPase in basolateral membranes from rat enterocytes / M. Haag, F. Vermeulen, O. Magada et al // *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids.* – 1999. – V. 61 (1). – P. 25-27.

13. Hulbert, A. Life and death: metabolic rate, membrane composition, and life span of animals / A. Hulbert, R. Pamplona, R. Buffenstein et al. // *Physiol. Rev.* – 2007. – V. 87. – P. 1175-1213.

14. Israelachvili, S. Physical principles of membrane organization / S. Israelachvili, S. Marcelja, R. Horn // *Quart. Rev. Biophys.* – 1980. – V. 13. – P. 121-200.

15. Le Foll, C. Long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids dissociate phosphorylation of Akt from phosphatidylinositol 3'-kinase activity in rats / C. Le Foll, C. Corporeau, V. Le Guen et al. // *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* – 2007. – V. 292. – P. 1223-1230.

16. Palozza, P. n-3 Fatty acids induce oxidative modifications in human erythrocytes depending on dose and duration of dietary supplementation / P. Palozza, E. Sgarlata, C. Luberto et al. // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1996. – V. 64. – P. 297-304.

17. Vazquez, M. Developmental changes in glucose transport, lipid composition, and fluidity of jejunal BBM / M. Vazquez, N. Rovira, V. Ruiz-Gutierrez et al. // *Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol.* – 1997. – V. 273. – P. 1086-1093.

Summary

A. Bugay^{*}, M. Tsvilichovsky^{*}, R. Tolstyh¹

^{*} - National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;

¹ - PE "Sigma", Dnipropetrovs'k region, Ukraine

FATTY ACIDS COMPOSITION OF BROILER CHICKEN ABSORPTIVE CELLS APICAL MEMBRANE UNDER LYCOPENE ACTION

Fatty acids composition of broiler chicken absorptive cells apical membrane under lycopene action during postnatal period of ontogenesis was researched. Decreasing of saturated/unsaturated fatty acid index, rate increasing of n-6 polyunsaturated fatty acids, oleic, arachidonic acids were stated that sign to absorptive cells functional status increasing. Obtained data are background for hypothesis of lycopene stimulates elongase-desaturase system of fatty acids.

Key words: broiler chicken, absorptive cells, plasma membrane, fatty acids.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2010