

УДК: 636.52/.58/.082.233:637.4.04:591.436

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.4.528

КОНЦЕНТРАЦИИ ЭСТРАДИОЛА, ЭСТРОНА, ЭСТРИОЛА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КУР С РАЗЛИЧНОЙ МАССОЙ ЖЕЛТКА ЯИЦ

Перинек О.Ю. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов с/х птиц (ORCID 0000-0002-8953-7511);
Ширяев Г.В. * – канд. с/х. наук, ученый секретарь (ORCID 0000-0002-4698-3917)

Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

* e-mail: GS-2027@yandex.ru

Ключевые слова: пушкинская порода кур, масса яичного желтка, овуляторный цикл, эстрадиол, эстриол, эстрон, соотношение эстрогенов, фолликул.

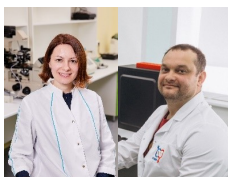
Key words: Pushkin breed of chickens, mass of egg yolk, ovulatory cycle, estradiol, estriol, estrone, estrogen ratio, follicl.

Финансирование: Материалы подготовлены в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 124020200029-4

Поступила: 11.11.2024

Принята к публикации: 02.12.2024

Опубликована онлайн: 16.12.2024



РЕФЕРАТ

Получены данные, биологически подтверждающие целесообразность селекции кур по величине желтка яиц для повышения их пищевой и биотехнологической ценности, в желтках яиц кур III группы (с массой желтка $M+0,5\sigma$) наблюдали преобладание над I группой (с массой желтка $M-0,5\sigma$) и II (с массой желтка $M\pm 0,3\sigma$): триглицеридов – на 24,0% ($p<0,001$) и 12,4%, холестерина – на 37,2% ($p<0,01$) и 13,5% и общего белка – на 22,8% ($p<0,01$) и 5,2%, соответственно. Установлено, что концентрации эстрадиола, эстриола и эстрона в течение 6 часов исследуемого периода овуляторного цикла кур изменяются. Колебания 3-х гормонов в I и III группах не совпадают, во II – совпадают в двух периодах: за 1-0 час до снесения яйца – спад и 1-2 ч – после снесения яйца – подъем. У кур I и II групп изменения отдельных концентраций эстрогенов подвержены частым колебаниям – спадам и подъемам, а у кур III группы уровни гормонов показали постепенные снижения и подъемы. Преобладающим эстрогенным гормоном в сыворотке крови кур 3-х групп в исследованных периодах овуляторного цикла является эстриол ($p<0,001$), концентрация которого составляет в среднем за весь период 1,77...2,30 нмоль/л, тогда как эстрадиола – 1,30...1,47 нмоль/л и эстрона – 0,18...0,23 нмоль/л. Процент отдельных гормонов в сумме эстрогенов по исследуемым периодам имеет разные тенденции, так в среднем за весь период для I группы характерен следующий процент эстрадиола, эстриола и эстрона в сумме эстрогенов: 37,2%, 58,2% и 4,6%, соответственно, для II группы – 39,4%, 53,6% и 7,0%, а для III группы – 36,8%, 57,6% и

5,6%. Следовательно, соотношения эстрогенов в группах кур по периодам овуляторного цикла различны. Полученные различия в концентрациях эстрогенов по периодам, а, следовательно, процента отдельных гормонов к сумме эстрогенов и их соотношений между собой, связаны с различиями в синтезе данных гормонов фолликулярными оболочками ооцитов у кур 3-х исследуемых групп, что сказывается на содержании овогенных веществ желтка в крови, а в дальнейшем на массе желтка яиц кур. Также в организме кур путем изменения концентраций эстрогенов и, следовательно, их соотношений, являющихся исполнительными механизмами в регуляции репродуктивной функции у кур в общей цепи гипоталамус-гипофиз-яичник, происходит в процессе овуляторного цикла переключение синтетических систем, обеспечивающих помимо образования овогенных веществ желтка, формирование белка и минеральных компонентов скорлупы.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

В настоящее время интенсивная селекция на увеличение яичной продуктивности кур, массы яиц и конверсии корма привела к изменению баланса компонентов содержимого яиц. Вследствие этого доля желтка в яйце снизилась с 29–31% до 23–25%, что неблагоприятно отражается на показателях воспроизводства и качестве выведенного молодняка, а также на пищевой ценности яиц и качестве сырья для промышленности, так как яичный желток является богатым источником для экстракции специфических веществ, например, ферментов, гормонов, антител и др. [1].

Известно, что у кур образование веществ желтка происходит в печени с наступлением половой зрелости и одним из ключевых факторов регуляции этого процесса являются эстрогены [2]. Эстрогены стимулируют развитие яйцевода и

синтез в нем белков, регулируют метаболизм кальция для формирования скорлупы яйца [3–5].

К эстрогенам, которые выделяются кортикальными интерстициальными клетками ткани яичника относятся: эстрадиол, эстриол, эстрон. Эстрогены относятся к стероидным гормонам и несмотря на широкое разнообразие стероидов, пути их синтеза на многих этапах являются общими. Для всех стероидных гормонов предшественником является холестерин. Образование стероидных гормонов происходит путем изменения боковых групп холестерина, что обеспечивается соответствующими ферментами клеток эндокринных желез. Схематический путь биосинтеза важных репродуктивных стероидных гормонов с указанием ферментов, необходимых для их синтеза представлен на рисунке 1.

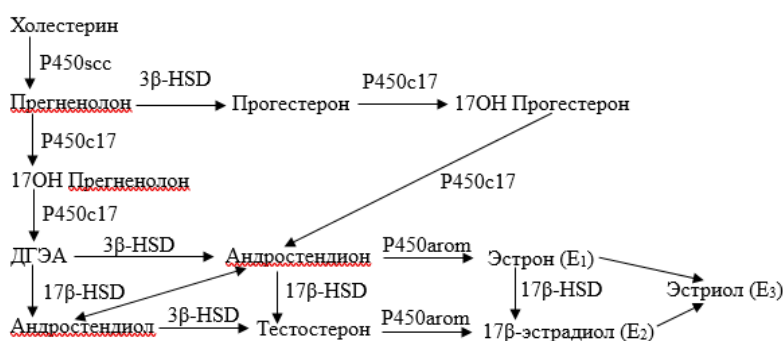


Рисунок 1 – Схематический путь биосинтеза важных репродуктивных стероидных гормонов с указанием ферментов, необходимых для их синтеза (3β-HSD - 3β-гидроксистероид дегидрогеназы; P450c17 – P450 17α-гидроксистероид дегидрогеназа; 17β-HSD-17β – гидроксистероид дегидрогеназы; P450arom – ароматаза цитохрома). (на основе [6])

Эстрон (E_1), важный эстроген, синтезируется из предшественника – андростендиона, может преобразовываться в эстрадиол (E_2), эстрадиол синтезируется путем преобразования тестостерона под действием ароматазы, а они оба – в эстриол (E_3) [6]. Эти половые гормоны тесно связаны между собой и взаимодействуют друг с другом. Поэтому не только E_2 , но также E_1 и E_3 могут вносить вклад в инактивацию синтетических систем, обеспечивающих интенсивность образования вителлогенного материала печенью, и переносом его в развивающиеся фолликулы.

Учитывая, что эстрогены биохимически тесно связаны между собой и в своем действии оказывают существенное влияние на обменные процессы в репродуктивных органах кур, мы поставили цель изучить, как изменяются концентрации эстрадиола, эстриола и эстрона в крови кур в период овуляторного цикла в зависимости от размера желтка яиц.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS

Исследования проведены в условиях ЦКП ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» [7] на курах пушкинской породы (мясояичного направления продуктивности) в возрасте 36 недель и их яйцах для определения в желтках триглицеридов, холестерина и общего белка. Куры содержались в индивидуальных клетках при световом режиме 14 часов света:8 часов темноты. Поение – ниппельное, температура в птичнике и кормление – согласно нормам, принятым в ЦКП ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур». Перед опытом в течение 7 дней яйца 96 голов кур 30-недельного возраста оценивали по массе яйца, желтка, белка, скорлупы – с помощью электронных весов *Mertech M-ER 122ACF(JR)* с точностью до 0,01 г. Массу белка находили по разнице между массой яйца, желтка и скорлупы. Учет и оценка яиц были индивидуальными – от каждой курицы исследовали не менее 3-х последовательно снесенных яиц на следующий

день после сбора. По полученным индивидуальным данным оценки кур по качественным характеристикам яиц, по продуктивности, отобрали 35 голов и сформировали 3 группы кур с массой желтка яиц: $M-0,5\sigma$ (9 гол.), $M\pm 0,3\sigma$ (14 гол.) и $M+0,5\sigma$ (12 гол.).

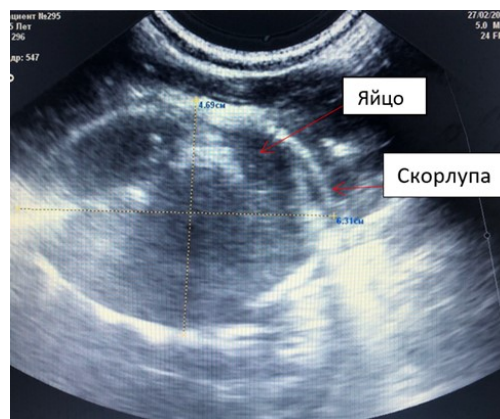


Рисунок 2 – Эхограмма яйца при УЗ-сканировании яйцевода кур (скорлуповый отдел).



Рисунок 3 – Установленный периферический венозный катетер.

В связи с ранее полученными нами данными для определения эстрогенов использовали наиболее стабильный период – за 2 часа до снесения яйца [8, 9], а также в течение 4 часов после снесения. За один день до взятий крови у исследуемой группы кур проводили фиксацию времени снесения яиц, УЗ-сканирование яйцевода, что позволило выявить нахож-

дение яйца в яйцеводе, стадию его формирования (рис. 2). Кур, откладывающих яйца после 14:00, на следующий день не брали, т.к. овуляция у них происходила только на следующее утро. Учет данных факторов позволил сформировать из общей исследуемой группы кур часть, исследуемую для взятий крови на следующий день, с таким расчетом, что после снесения формировавшего яйца у нее будет последующая овуляция. Для подтверждения произошедшей овуляции проводили УЗИ и фиксацию снесенного яйца. Для УЗ-сканирования яичника и яйцевода кур использован ультразвуковой переносной аппарат «Раскан» ЭТС-Д-05П (г. Санкт-Петербург). Время снесения яиц контролировали и фиксировали в течение светового дня.

Взятие крови осуществлялось с утра и в течение дня натошак с дальнейшей фиксацией времени снесения данного яйца. Для взятия проб крови курам катетеризировали лучевую вену, в соответствии с нашей методикой [10, рис. 3]. Образцы крови брали с интервалом в 1 ч, начиная за 2 ч до предполагаемого времени снесения яиц и заканчивая через 4 ч после снесения яиц. Образцы крови от каждой курицы отбирались индивидуально с использованием 3 мл вакуумных пробирок с активатором свертывания. Сыворотку отделяли центрифугированием при 3000

об/мин 10 мин, хранили в морозильной камере при -87°C до проведения анализов. Эстрадиол, эстриол и эстрон измеряли методом иммуноферментного анализа с использованием планшетного спектрофотометра FlexA-200 (Китай) и наборов фирмы Хема (Россия).

Морфометрический и биохимический анализ яиц и желтков проводили индивидуально, т.е. от каждой исследуемой курицы оценивали снесенное яйцо. Исследование проводили на следующий день после снесения яйца. Содержание триглицеридов, холестерина и общего белка в желтке яиц определяли энзиматическим колориметрическим методом с набором реагентов фирмы АО «Витал Девелопмент Корпорэйшн» (г. Санкт-Петербург).

Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Достоверность определяли с применением критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Ранее нами была изучена и доказана эффективность селекции кур на повышение величины желтка яиц [11] (табл. 1).

Согласно полученным данным за четыре поколения отбора произошло увеличение массы желтка на +8,4% ($p<0,001$) и доли желтка на +10,1% ($p<0,001$).

Таблица 1 – Средние значения массы яиц и их компонентов у селекционируемой группы кур пушкинской породы по величине желтка в поколениях F_1 , F_2 , F_3 и F_4 (возраст кур 42 недели)

Показатели		Поклоение отбора				Изменения $F_1 \dots F_4$, %
		F_1	F_2	F_3	F_4	
Масса, г	яйца	66,0 $\pm$ 0,2	64,7 $\pm$ 0,2	65,1 $\pm$ 0,3	64,6 $\pm$ 0,2	-2,2
	желтка	17,5 $\pm$ 0,05 ^a	17,7 $\pm$ 0,07	18,5 $\pm$ 0,1	19,1$\pm$0,07^b	+8,4
	белка	42,2 $\pm$ 0,2	40,6 $\pm$ 0,2	40,3 $\pm$ 0,2	38,5 $\pm$ 0,2	-9,6
	скорлупы	6,3 $\pm$ 0,03 ^a	6,4 $\pm$ 0,04	6,3 $\pm$ 0,05	7,0 $\pm$ 0,04 ^b	+10,0
Доля желтка в яйце, %		26,6 $\pm$ 0,08 ^a	27,4 $\pm$ 0,1	28,4 $\pm$ 0,1	29,6$\pm$0,1^b	+10,1

^{a, b} – $p<0,001$; по F_1 – оценено 138 гол. кур и 740 шт. яиц; F_2 – 78 гол. и 343 шт.; F_3 – 58 гол. и 343 шт.; F_4 – 96 гол. и 284 шт.

Таблица 2 – Морфометрическая и биохимическая характеристика яиц кур пушкинской породы в 36-недельном возрасте (Mean±SEM)

Показатели	Группы кур по массе яичного желтка		
	I M-0,5σ (n=9 гол.)	II M±0,3σ (n=14 гол.)	III M+0,5σ (n=12 гол.)
Живая масса, г	2,33±0,12	2,50±0,10	2,50±0,09
Яйценоскость за 3,5 мес., шт.	68±3	65±2	67±2
Масса яйца, г	59,2±1,8 ^c	62,8±0,8	64,5±0,8 ^f
Масса желтка, г	15,5±0,2 ^a	17,2±0,09 ^{b, a}	18,9±0,2 ^b
Масса белка, г	37,7±1,5	39,4±0,7	39,3±0,7
Доля желтка в яйце, %	26,3±0,6 ^a	27,4±0,3	29,3±0,4 ^b
Белок/желток	2,43±0,09 ^c	2,29±0,04 ^c	2,08±0,04 ^d
Масса скорлупы, г	6,0±0,3	6,2±0,1	6,4±0,1
Триглицериды в желтке, г	3,79±0,25 ^e	4,18±0,17	4,70±0,26 ^f
Холестерин в желтке, г	0,43±0,03 ^{c, e}	0,52±0,03 ^f	0,59±0,04 ^d
Общий белок в желтке, г	3,11±0,18 ^{c, e}	3,63±0,18 ^f	3,82±0,07 ^d

a, b – $p < 0,01$; c, d – $p < 0,05$; e, f – $p < 0,001$.

У половозрелых кур большое количество жирных кислот, триглицеридов и холестерина, синтезируется в печени и собирается в липопротеины, такие как липопротеины очень низкой плотности (VLDL), вителлогенин (VTG), функции которых в основном связаны с транспортом триглицеридов, фосфолипидов и холестерина. VLDL и VTG проходят через базальную мембрану и через промежутки между гранулезными клетками к плазматической мембране ооцита, транспортируются через нее [12] и локализуются в сферах желтка, где происходит протеолитический процессинг катепсином D до фосвитина, липовителлина, триглицеридов, холестерина и фосфолипидов [13]. Средние морфометрические характеристики яиц, биохимические показатели желтка и продуктивность кур представлены в таблице 2.

Изучение биохимического состава желтка яиц у 3-х исследуемых групп кур показало, что вне зависимости от массы яйца и массы желтка, % сухого вещества находится на одном уровне – 52,4... 52,9%, но наблюдается преобладание в

желтках яиц кур III группы (с массой желтка M+0,5σ) над I группой (с массой желтка M-0,5σ) и II (с массой желтка M±0,3σ): триглицеридов – на 24,0% ($p < 0,001$) и 12,4%, холестерина – на 37,2% ($p < 0,01$) и 13,5% и общего белка – на 22,8% ($p < 0,01$) и 5,2% соответственно. Также у кур II группы по сравнению с I достоверно выше содержание в желтках яиц холестерина и общего белка на 20,9% ($p < 0,001$) и 16,7% ($p < 0,001$). Полученные данные биологически подтверждают целесообразность селекции кур по величине желтка яиц для повышения их пищевой и биотехнологической ценности.

В таблицах 3, 4 и 5 представлена концентрация эстрогенов в сыворотке крови 3-х исследуемых групп кур в конце овуляторного цикла – за 2 часа до снесения яйца, и в начале следующего цикла – в течение 4 часов после снесения яйца. Концентрации отдельных эстрогенных гормонов в течение 6 часов исследуемого периода овуляторного цикла изменяются, периодически нарастая и спадая, при этом колебания 3-х гормонов в I и III группах не совпадают, во II – совпадают в двух периодах: за 1-0 час до снесения яйца –

спад и 1-2 ч – после снесения яйца – подъем. При этом у кур I и II групп изменения отдельных концентраций эстрогенов подвержены частым колебаниям – спадам и подъемам, а у кур III группы уровни гормонов показали постепенные снижения и повышения. Куры I группы

демонстрируют частые колебания в уровнях эстрогена, эстрогена (разница не достоверна), эстриола – достоверна между периодами за 1-0 ч до снесения яйца – $2,37 \pm 0,23$ нмоль/л и через 2-3 ч после снесения $1,89 \pm 0,11$ нмоль/л ($p < 0,05$).

Таблица 3 – Концентрация эстрадиола в крови кур (Mean±SEM)

Группа кур	Концентрация эстрадиола, нмоль/л						Средняя за 6 ч
	Временные периоды взятия крови, ч						
	за ... ч до снесения яйца		после снесения яйца через ... ч				
	2-1	1-0	0-1	1-2	2-3	3-4	
I	1,74±0,40	1,38±0,21	1,69±0,36 ^a	1,50±0,23	1,14±0,11	1,82±0,79	1,47±0,11
II	1,41±0,19^a	1,28±0,19	0,92±0,04^b	1,47±0,31	1,51±0,33	1,18±0,22	1,30±0,09
III	1,53±0,20^a	1,39±0,24	1,28±0,13 ^a	1,26±0,22	0,98±0,10	1,30±0,17	1,31±0,08

$a, b - p < 0,05$.

Таблица 4 – Концентрация эстриола в крови кур (Mean±SEM)

Группа кур	Концентрация эстриола, нмоль/л						Средняя за 6 ч
	Временные периоды взятия крови						
	за ... ч до снесения яйца		после снесения яйца через ... ч				
	2-1	1-0	0-1	1-2	2-3	3-4	
I	1,89±0,45	2,37±0,23^a	2,10±0,45	2,35±0,29	1,89±0,11	2,95±0,49 ^a	2,30±0,15
II	1,90±0,22	1,73±0,15 ^b	1,71±0,17	1,98±0,25	1,62±0,21	1,71±0,13 ^b	1,77±0,08
III	1.81±0.24	2.11±0.36	2.05±0.25	2.12±0.27	2.20±0.23	2.04±0.24	2.05±0.11

$a, b - p < 0,05$.

Таблица 5 – Концентрация эстрогена в крови кур (Mean±SEM)

Группа кур	Концентрация эстрогена, нмоль/л						Средняя за 6 ч
	Временные периоды взятия крови						
	за ... ч до снесения яйца		после снесения яйца через ... ч				
	2-1	1-0	0-1	1-2	2-3	3-4	
I	0,25±0,16	0,14±0,04	0,22±0,08	0,14±0,05	0,22±0,05	0,13±0,05	0,18±0,03
II	0,26±0,04^b	0,13±0,02^a	0,18±0,04	0,31±0,06	0,30±0,05^b	0,24±0,05^b	0,23±0,02
III	0,24±0,06	0,16±0,02	0,20±0,05	0,18±0,03	0,25±0,05	0,16±0,02	0,20±0,02

$a, b - p < 0,05$.

Циркулирующий в крови кур II группы эстрадиол имел тенденцию к резкому снижению в период с 2-1 ч до снесения яйца – $1,41 \pm 0,19$ нмоль/л, до 0-1 ч после снесения яйца – $0,92 \pm 0,04$ нмоль/л ($p < 0,05$), в дальнейшем к его повышению – $1,47 \pm 0,31 \dots 1,51 \pm 0,33$ нмоль/л и снижению к 3-4 ч после снесения яйца – $1,18 \pm 0,22$ нмоль/л. Концентрация эстриола у кур II группы в исследуемом периоде имела частые незначительные колебания,

а уровень эстрогена показал резкое снижение в период с 2-1 ч и 1-0 ч до снесения яйца – с $0,26 \pm 0,04$ нмоль/л до $0,13 \pm 0,02$ нмоль/л ($p < 0,01$), а к 1-2 ч после снесения яйца – к повышению – $0,31 \pm 0,06$ нмоль/л ($p < 0,01$), и далее – к 3-4 ч после снесения яйца, к незначительному снижению – $0,24 \pm 0,05$ нмоль/л.

Уровень эстрадиола в сыворотке крови кур III группы показал его постепенное линейное снижение на протяжении исследуемого периода.

двумя периодами – за 2-1 ч до снесения яйца $1,53 \pm 0,20$ нмоль/л и через 2-3 ч после снесения – $0,98 \pm 0,10$ нмоль/л ($p < 0,05$), затем через 3-4 часа после снесения яйца началось его повышение – $1,30 \pm 0,17$. Концентрации эстриола и эстрогена имели тенденцию к незначительным плавным колебаниям.

Обращает на себя внимание то, что преобладающим эстрогенным гормоном в сыворотке крови кур 3-х групп в исследованных периодах овуляторного цикла является эстриол ($p < 0,001$), концентрация которого составляет в среднем за весь период $1,77 \dots 2,30$ нмоль/л, тогда как эстрадиол – $1,30 \dots 1,47$ нмоль/л и эстрогена – $0,18 \dots 0,23$ нмоль/л. Процент отдельных гормонов в сумме эстрогенов по исследуемым периодам имеет разные тенденции, так в среднем за весь период для I группы

характерен следующий процент эстрадиола, эстриола и эстрогена в сумме эстрогенов: 37,2%, 58,2% и 4,6% соответственно, для II группы – 39,4%, 53,6% и 7,0%, а для III группы – 36,8%, 57,6% и 5,6%. Следовательно, соотношения эстрогенов в группах кур по периодам овуляторного цикла различны. В таблице 6 представлены соотношения эстрогенов за весь период исследования. Соотношения циркулирующих гормонов в крови кур за исследуемый период следующие: эстрадиол у кур I группы выше II и III групп в 1,1 раза, эстрадиол/эстроген преобладает в I группе над II и III в 1,8 раза ($p < 0,05$) и 1,5 раза соответственно, эстриол/эстроген выше в I и III группах над II в 1,6 раза ($p < 0,05$) и 1,5 раза ($p < 0,05$) соответственно.

Таблица 6 – Соотношение эстрогенов в крови кур

Группа кур	Соотношение эстрогенов		
	эстрадиол/эстриол	эстрадиол/эстроген	эстриол/эстроген
I	$0,76 \pm 0,08$	$14,71 \pm 2,93^a$	$16,60 \pm 2,55^a$
II	$0,76 \pm 0,05$	$8,32 \pm 1,17^b$	$10,30 \pm 0,98^b$
III	$0,83 \pm 0,06$	$9,96 \pm 0,95$	$15,03 \pm 2,00^a$

$a, b - p < 0,05$.

Полученные различия в концентрациях эстрогенов по периодам, а, следовательно, процента отдельных гормонов к сумме эстрогенов и их соотношений между собой, возможно связаны с различиями в синтезе данных гормонов фолликулярными оболочками ооцитов у кур 3-х исследуемых групп, что сказывается на содержании пластических элементов желтка в крови, а в дальнейшем и на массе желтка яиц кур. Исследователями установлено, что концентрация предшественников желтка (вителлогенина, липопротеинов) в сыворотке крови кур тесно связана с эстрогенной активностью фолликулярных оболочек развивающихся ооцитов [14]. Также ученые, рассматривая непосредственно взаимодействие эстрогенов между собой, отметили, что в организме между отдельными эстрогенами существует конкуренция за связывание с рецепторным белком. Так, например, предвари-

тельно введенный эстриол уменьшает количество связанного с белками эстрадиола [15]. Из этого следует, что эстрогенные гормоны влияя на многие участки обмена веществ выступают между собой как антагонисты или агонисты, то есть организм, по-видимому, изменяя их соотношение, может в какой-то мере регулировать те или иные процессы, связанные с формированием яйца во время овуляторного цикла.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

Изучение биохимического состава яичного желтка у кур 3-х исследуемых групп показало преобладание в желтках яиц кур III группы (с массой желтка $M + 0,5\sigma$) над I группой (с массой желтка $M - 0,5\sigma$) и II (с массой желтка $M \pm 0,3\sigma$): триглицеридов – на 24,0% ($p < 0,001$) и 12,4%, холестерина – на 37,2% ($p < 0,01$) и 13,5% и общего белка – на 22,8% ($p < 0,01$) и 5,2% соответственно. Полученные дан-

ные биологически подтверждают целесообразность селекции кур по величине желтка яиц для повышения их пищевой и биотехнологической ценности.

При изучении концентрации эстрогенных гормонов в течение 6 часов исследуемого периода овуляторного цикла кур установили, что они изменяются, периодически нарастая и спадая, при этом колебания 3-х гормонов в I и III группах не совпадают, во II – совпадают в двух периодах: за 1-0 час до снесения яйца – спад и 1-2 ч – после снесения яйца – подъем. У кур I и II групп изменения отдельных концентраций эстрогенов подвержены частым колебаниям – спадам и подъемам, а у кур III группы уровни гормонов показали постепенные снижения и повышения. Преобладающим эстрогенным гормоном в сыворотке крови кур 3-х групп в исследованных периодах овуляторного цикла является эстриол ($p < 0,001$), концентрация которого составляет в среднем за весь период 1,77...2,30 нмоль/л, тогда как эстрадиола – 1,30...1,47 нмоль/л и эстрона – 0,18...0,23 нмоль/л.

Процент отдельных гормонов в сумме эстрогенов по исследуемым периодам имеет разные тенденции, так в среднем за весь период для I группы характерен следующий процент эстрадиола, эстриола и эстрона в сумме эстрогенов: 37,2%, 58,2% и 4,6% соответственно, для II группы – 39,4%, 53,6% и 7,0%, а для III группы – 36,8%, 57,6% и 5,6%. Следовательно, соотношения эстрогенов в группах кур по периодам овуляторного цикла различны.

Полученные различия в концентрациях эстрогенов по периодам, а, следовательно, процента отдельных гормонов к сумме эстрогенов и их соотношений между собой, связаны с различиями в синтезе данных гормонов фолликулярными оболочками ооцитов у кур 3-х исследуемых групп, что сказывается на содержании овогенных веществ желтка в крови, а в дальнейшем на массе желтка яиц кур. Также в организме кур путем изменения концентраций эстрогенов и, следовательно, их соотношений, являющихся исполнительными механизмами в регуляции

репродуктивной функции у кур в общей цепи гипоталамус-гипофиз-яичник, происходит в процессе овуляторного цикла переключение синтетических систем, обеспечивающих помимо образования овогенных веществ желтка, формирование белка и минеральных компонентов скорлупы.

CONCENTRATIONS OF ESTRADIOL, ESTRONE, ESTRIOL IN THE BLOOD SERUM OF CHICKENS WITH DIFFERENT EGG YOLK WEIGHTS

Perinek O. Yu. – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Genetics, Breeding and Conservation of Genetic Resources of Agricultural Poultry (ORCID 0000-0002-8953-7511); **Shiryayev G.V.*** – Candidate of Agricultural Sciences Senior Researcher, Scientific Secretary (ORCID 0000-0002-4698-3917).

Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of FSBSI «Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst»

* GS-2027@yandex.ru

ABSTRACT

The obtained data biologically confirm the feasibility of breeding chickens by the size of the egg yolk to increase their nutritional and biotechnological value. In the yolks of eggs of chickens of group III (with a yolk weight of $M+0.5\sigma$), the prevalence of triglycerides over group I (with a yolk weight of $M-0.5\sigma$) and II (with a yolk weight of $M\pm 0.3\sigma$) was observed: by 24.0% ($p < 0.001$) and 12.4%, cholesterol by 37.2% ($p < 0.01$) and 13.5% and total protein by 22.8% ($p < 0.01$) and 5.2%, respectively. It was established that the concentrations of estradiol, estriol and estrone change during the 6-hour period of the ovulatory cycle of chickens under study. The fluctuations of the 3 hormones in groups I and III do not coincide, in group II they coincide in two periods: 1-0 hours before laying an egg - a decline and 1-2 hours after laying an egg - an increase. In hens of groups I and II, changes

in individual estrogen concentrations are subject to frequent fluctuations - declines and increases, and in hens of group III, hormone levels showed gradual decreases and increases. The predominant estrogen hormone in the blood serum of hens of the 3 groups in the studied periods of the ovulatory cycle is estriol ($p < 0.001$), the concentration of which is on average 1.77 ... 2.30 nmol / l for the entire period, while estradiol is 1.30 ... 1.47 nmol / l and estrone is 0.18 ... 0.23 nmol / l. The percentage of individual hormones in the sum of estrogens in the studied periods has different trends, so on average for the entire period for Group I the following percentage of estradiol, estriol and estrone in the sum of estrogens is characteristic: 37.2%, 58.2% and 4.6%, respectively, for Group II - 39.4%, 53.6% and 7.0%, and for Group III - 36.8%, 57.6% and 5.6%. Consequently, the ratios of estrogens in the groups of hens by periods of the ovulatory cycle are different. The obtained differences in the concentrations of estrogens by periods, and, consequently, the percentage of individual hormones to the sum of estrogens and their ratios to each other, are associated with differences in the synthesis of these hormones by the follicular membranes of oocytes in hens of the 3 studied groups, which affects the content of ovogenic substances of the yolk in the blood, and subsequently on the weight of the yolk of hens' eggs. Also, in the body of chickens, by changing the concentrations of estrogens and, consequently, their ratios, which are the executive mechanisms in the regulation of reproductive function in chickens in the general chain hypothalamus-pituitary-ovary, a switching of synthetic systems occurs during the ovulatory cycle, which ensure, in addition to the formation of ovogenic substances of the yolk, the formation of protein and mineral components of the shell.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Станишевская О. И. Диаметр желтка куриных яиц как селекционный критерий для повышения их пищевой и энергетической ценности / Е. С. Федорова, О. И. Станишевская // Генетика и разведение

животных. – 2015. - № 1. – С. 21-26
2. Перинек О. Ю. Эстрогенный профиль крови в овуляторном цикле кур / О. Ю. Перинек // Генетика и разведение животных. – 2024. - № 2. – С. 12-19.
3. Shen X. Chicken oocyte growth: Receptor-mediated yolk deposition / X. Shen, E. Steyrer, H. Retzek, E. J. Sanders, W. J. Schneider // Cell Tissue Res. – 1993. – № 272. – P. 459–471. doi: 10.1007/BF00318552
4. Retzek H. Molecular cloning and functional characterization of chicken cathepsin D, a key enzyme for yolk formation / H. Retzek, E. Steyrer, E. J. Sanders, J. Nimpf, W. J. Schneider // DNA Cell Biol. – 1992. – № 11 (9). – P. 661–672. doi: 10.1089/dna.1992.11.661
5. Hansen K. K. Estrogen receptor- α populations change with age in commercial laying hens / K. K. Hansen, R. J. Kittok, G. Sarath, C. F. Toombs, N. Caceres, M. M. Beck // Poult. Sci. – 2003. – №82. – P. 1624–1629. doi: 10.1093/ps/82.10.1624.
6. Джафаров М. Х., Зайцев С. Ю., Максимов В. И. Стероиды: строение, получение, свойства и биологическое значение, применение в медицине и ветеринарии: Учебное пособие / под ред. Проф. В. И. Максимова. – СПб.: Издательство Лань, 2010. – 288.
7. ЦКП ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» [Электронный ресурс] // <https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-i-ischezayushhix-porod-kur/> (дата обращения 14.06.2024 г.).
8. Перинек О. Ю. Прогнозирование величины желтка яиц у кур мясо-яичной породы на основе уровня эстрадиола в сыворотке крови / О.Ю. Перинек, Г.В. Ширяев // Птица и птицепродукты. 2022. № 4. С. 28-31. DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-4-28-31.
9. Перинек О. Ю. Влияние концентрации эстрадиола и вителлогена в сыворотке крови кур мясо-яичной породы на яичную продуктивность / О. Ю. Перинек, Г. В. Ширяев // Генетика и разведение животных. – 2021. - № 4. – С. 114-120.
10. Перинек О. Ю. Применение перифери-

- ческого венозного катетера у кур / О. Ю. Перинек, Г. В. Ширяев, А. Е. Рябова // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. – 2023. – № 4. – С. 115-118. doi: 10.52419/issn2782-6252.2023.4.115
11. Перинек, О.Ю. Эффективность селекции кур на повышение массы и доли желтка в яйце / О.Ю. Перинек // Птицеводство. – 2023 – №4. – С. 13-18. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-4-13-18
12. Bluhm C. K. Serum levels of luteinizing hormone (LH), prolactin, estradiol, and progesterone in laying and nonlaying canvas-back ducks (*Aythya valisineria*) / C. K. Bluhm, R. E. Phillips, W. H. Burke // General and Comparative Endocrinology. – 2003. – №52 (1). – P. 1-16. doi: 10.1016/0016-6480(83)90152-1
13. Zilli, M. Molecular mechanisms of endocrine resistance and their implication in the therapy of breast cancer. / M. Zilli, A. Grassadonia, N. Tinari, A. Di Giacobbe, S. Gildetti, J. Giampietro, S. Iacobelli // Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Reviews on Cancer. – 2009. – № 1795 (1). – P. 62–81. doi:10.1016/j.bbcan.2008.08.003
14. Циновий В. И. Вителлогенез и гуморальная регуляция метаболизма в репродуктивных органах кур: диссертация ... доктора биологических наук: 03.00.13. - Харьков, 1982. - 436 с.
15. Brecher P. I. Competition between estradiol for and organ receptor proteins / P. I. Brecher, H. H. Wotir // Steroids. – 1967. – № 9 (4). – P. 431-442. doi: 10.1016/0039-128x(67)90030-x/
- REFERENCES**
1. Stanishevskaya O. I. The diameter of the yolk of chicken eggs as a selection criterion for increasing their nutritional and energy value / E. S. Fedorova, O. I. Stanishevskaya // Genetics and animal breeding. - 2015. - No. 1. - P. 21-26
2. Perinek O. Yu. Estrogen profile of blood in the ovulatory cycle of chickens / O. Yu. Perinek // Genetics and animal breeding. - 2024. - No. 2. - P. 12-19.
3. Shen X. Chicken oocyte growth: Receptor-mediated yolk deposition / X. Shen, E. Steyrer, H. Retzek, E. J. Sanders, W. J. Schneider // Cell Tissue Res. – 1993. – No. 272. – P. 459–471. doi: 10.1007/BF00318552
4. Retzek H. Molecular cloning and functional characterization of chicken cathepsin D, a key enzyme for yolk formation / H. Retzek, E. Steyrer, E. J. Sanders, J. Nimpf, W. J. Schneider // DNA Cell Biol. –1992. – No. 11 (9). – P. 661–672. doi: 10.1089/dna.1992.11.661
5. Hansen K. K. Estrogen receptor- α populations change with age in commercial laying hens / K. K. Hansen, R. J. Kittok, G. Sarath, C. F. Toombs, N. Caceres, M. M. Beck // Poult. Sci. - 2003. - №82. - P. 1624-1629. doi: 10.1093/ps/82.10.1624.
6. Dzhaferov M. Kh., Zaitsev S. Yu., Maksimov V. I. Steroids: structure, production, properties and biological significance, application in medicine and veterinary science: Textbook / edited by Prof. V. I. Maksimov. – SPb.: Lan Publishing House, 2010. – 288.
7. Collective Collection Center of the All-Russian Research Institute of Poultry Farming “Genetic Collection of Rare and Endangered Chicken Breeds” [Electronic resource] // <https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-ischeyayushhix-porod-kur/> (accessed on June 14, 2024).
8. Perinek O. Yu. Prediction of the size of egg yolk in meat and egg breed chickens based on the level of estradiol in the blood serum / O. Yu. Perinek, G.V. Shiryayev // Bird and poultry products. 2022. No. 4. pp. 28-31. DOI 10.30975/2073-4999-2022-24-4-28-31.
9. Perinek O. Yu. Effect of estradiol and vitellogenin concentration in the blood serum of meat-and-egg breed chickens on egg productivity / O. Yu. Perinek, G. V. Shiryayev // Genetics and animal breeding. - 2021. - No. 4. - P. 114-120.
10. Perinek O. Yu. Use of a peripheral venous catheter in chickens / O. Yu. Perinek, G. V. Shiryayev, A. E. Ryabova // Normative and legal regulation in veterinary medicine. - 2023. - No. 4. - P. 115-118. doi: 10.52419/issn2782-6252.2023.4.115
11. Perinek, O. Yu. Efficiency of breeding chickens to increase the weight and propor-

- tion of yolk in eggs / O. Yu. Perinek // Poultry farming. - 2023 - No. 4. - P. 13-18. doi: 10.33845/0033-3239-2023-72-4-13-18
12. Bluhm C. K. Serum levels of luteinizing hormone (LH), prolactin, estradiol, and progesterone in laying and nonlaying canvas-back ducks (*Aythya valisineria*) / C. K. Bluhm, R. E. Phillips, W. H. Burke // General and Comparative Endocrinology. - 2003. - No. 52 (1). - P. 1-16. doi: 10.1016/0016-6480(83)90152-1
13. Zilli, M. Molecular mechanisms of endocrine resistance and their implication in the therapy of breast cancer. / M. Zilli, A. Grassadonia, N. Tinari, A. Di Giacobbe, S. Gildetti, J. Giampietro, S. Iacobelli // Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Reviews on Cancer. - 2009. - № 1795 (1). - P. 62-81. doi:10.1016/j.bbcan.2008.08.003
14. Tsinovy V. I. Vitellogenesis and humoral regulation of metabolism in the reproductive organs of chickens: dissertation ... doctor of biological sciences: 03.00.13. - Kharkov, 1982. - 436 p.
15. Brecher P. I. Competence between estradiol for and organ receptor proteins / P. I. Brecher, H. H. Wotir // Steroids. - 1967. - No. 9 (4). - P. 431-442. doi: 10.1016/0039-128x(67)90030-x/