

УДК 591.1:577.12.056.017.64:636.52

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ГОРМОНОВ И ФОСФОЛИПИДОВ
В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**Е.А. КОЛЕСНИК¹, М.А. ДЕРХО²¹Всероссийский НИИ Ветеринарной санитарии, гигиены и экологии,
Уральский филиал;²Южно-Уральский государственный аграрный университет)

Охарактеризован физиологический баланс адренокортикотропина, соматотропина, тиреоидных гормонов и оси прогестерона с фосфолипидами в гомеостатической регуляции процессов раннего онтогенеза цыплят-бройлеров в технологической среде (в 2010-2014 гг. в условиях ООО «Чебаркульская птица», Челябинская обл., Россия).

В периоды с первой по начало пятой декад постнатального онтогенеза по возрастам P1, P7, P23 и P42 был выявлен ряд подклассов фосфолипидов и гормонов гипофизарно-тиреоидно-адренокортикальной, оси имеющих равновесную стабильную, в том числе прямо и обратнo пропорциональную динамику концентраций.

Была определена балансовая динамика циркуляции гормональных и фосфолипидных элементов, проявляющих взаимные двойные действия антагонистов и синергистов в зависимости от реакционных приспособительных потребностей организма в процессе жизнедеятельности: в частности, прогестерона и фосфатидилинозитола, прогестерона и кортизола, фосфатидилинозитола и кортизола.

Показано, что регуляция неспецифических адаптационных реакций гомеостаза во многом построена на конгруэнтных взаимосвязях функциональных антагонистов и синергистов в общности процессов развития от молекулярно-мембранного до системного уровня у бройлерных цыплят. В их целостном организме характер взаимно поддерживаемого равновесия первичных и вторичных посредников – гормонов и фосфолипидов – определяет уровень адаптаций, наиболее чувствительных нервной и сердечно-сосудистой систем.

Ключевые слова: *гормоны, фосфолипиды, адаптационный гомеостазис, неспецифические адаптационные реакции, онтогенез, бройлерные цыплята.*

В биологических системах как на молекулярном, так и на организменном уровнях, симметрия и асимметрия не противоречат друг другу, но в совокупности являются одной из движущих сил вариаций морфогенеза и функциональности в эволюционном процессе, обеспечивающих фактическую жизнеспособность в условиях воздействия таких же неравновесных факторов среды [1, 9]. При этом во многом одни и те же функциональные звенья с их компонентами обеспечивают целостный ответ организма и на провоспалительные агенты, в том числе иммуногенные [15],

и на нестрессогенные [1], но приводящие к не менее существенным приспособительным изменениям внутренней среды за счёт комплексных неспецифических адаптационных реакций организма к факторам пограничной нормы и патологии [2, 4, 15]. Здесь как первичные, так и последующие изменения в организме будут базироваться как на генетическом коде [1, 18], так и на ресурсно-обменном потенциале – основе адаптационного гомеостаза в онтогенезе [2, 3, 7, 8].

В свою очередь адаптационный гомеостаз напрямую будет определяться балансом анаболизма и катаболизма [7], шириной нормы реакции [1, 18], как следствие – уровнем реагирования организма на экзогенные и эндогенные агенты различной силы. Данное равновесие внутренней среды, как известно, проистекает из соотношения и сопряжённости молекулярно-мембранных клеточных реакций организма в процессе его жизнедеятельности от рождения до смерти [1, 24].

Базовые компоненты данных реакций – это фосфолипиды, одновременно структурные [24], рецепторные и реакционные элементы мембран и плазмы крови [26], являющиеся вторичными посредниками; и иерархическое звено гормонов – первичные посредники искомым клеточных реакций [15], обеспечивающих регуляторное поддержание динамического равновесия внутренней среды организма в онтогенезе [1, 7, 8].

Е. Tvrzicka et al. [29] отмечают, что циркулирующие в кровяном русле фосфатиды близки по своему составу к фосфолипидам клеточных мембран и являются «функциональным бассейном» глицерофосфолипидов и сфингомиелинов. Тем не менее малочисленными являются работы по регулируемому соотношению подклассов фосфолипидов и гормональной оси в реакционном определении нормального или патологического вектора и напряжённости ответа организма на воздействие различных по силе факторов среды [21].

Отмечены единичные и разрозненные сведения по функциональным взаимосвязям гормонов и фосфатидов в организме бройлерных кур. В то же время бройлерные цыплята *Gallus gallus* (Linnaeus, 1758) являются репрезентативной моделью онтогенетических адаптационных реакций гомеостазиса в технологических условиях жизнедеятельности [7].

В связи с этим целью работы явилась характеристика физиологического баланса адренокортикотропина, соматотропина, тиреоидных гормонов и оси прогестерона с фосфолипидами в гомеостатической регуляции процессов раннего онтогенеза цыплят-бройлеров в технологической среде.

Материалы и методы исследований

Экспериментальная часть работы выполнена в условиях Чебаркульской птицефабрики (ООО «Чебаркульская птица», Челябинская обл., Россия) в 2010-2014 гг.

Объектом исследования служили бройлерные цыплята кросса Hubbard F 15, из которых в цехе выращивания (клеточное содержание) согласно принципу сбалансированных групп сформировали четыре группы (n = 10 в каждой, возраст птицы по группам – P1, P7, P23, P42, сутки постнатального онтогенеза).

Кормление и содержание подопытной птицы осуществляли в соответствии с зооигиеническими нормами [11].

Материалом исследований служила кровь, которую получали путём декапитации птицы в P1- и P7-возрасте с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации, и прижизненно – пункцией, вакуумным методом подкрыльцовой вены у цыплят P23 и P42.

В сыворотке крови определяли содержание подклассов (фракций) фосфолипидов методом тонкослойной хроматографии на пластинах Silufol («Kavalier», Чехия) [17].

Количественное определение концентраций гормонов проводили с помощью коммерческих наборов методом твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА) [26] тест-системами «Сэндвич» типа «Biomerica АКТГ» (Biomerica ATCH ELISA, США) для адренокортикотропного гормона (АКТГ, кортикотропин), «ТТГ-ИФА K201» (ХЕМА Со, Ltd., Россия) – тиреотропного гормона (ТТГ), «Т3-ИФА K211» (ХЕМА Со, Ltd., Россия) – трийодтиронина (Т3), «ГР-ИФА K204» (ХЕМА Со, Ltd., Россия) – гормона роста (СТГ), «ПРОГЕСТЕРОН-ИФА K207» для прогестерона (Pregn-4-ene-3,20-dione, P₄), «17-ОН-ПРОГЕСТЕРОН-ИФА K217» для 17-Гидроксипрогестерона (17-ОНР) и «КОРТИЗОЛ-ИФА K210» (ХЕМА Со, Ltd., Россия) для кортизола, в образцах плазмы крови, взятой в стандартизированные вакуумные пробирки с этилендиаминтетрауксусной кислотой [10].

Для инкубирования образцов плазмы крови в процессе исследования на гормоны применяли термостатируемый шейкер «ELMI Sky Line Shaker ST-3» (ELMI Ltd., Латвия), оптическую плотность измеряли с помощью ридера микропланшетов (фотометр для иммуноферментных тест-систем) – «MINDRAY MR-96A Elisa Microplate Reader» (MINDRAY Ltd., КНР).

Для идентификации возможной латентной структуры взаимосвязей гормональных и фосфолипидных элементов в постнатальном онтогенезе бройлерных цыплят был выполнен факторный анализ (Factor Analysis) нормально распределенных в исследуемой выборке величин исходных параметров согласно выше обозначенной схеме опыта с использованием профессионального пакета программ «STATISTICA, version 8.0». Выделение факторов производили методом Главных компонент (Principal components), методом вращения факторов: Вари-макс (Varimax) [14].

Все цифровые данные представлены средней арифметической и средним квадратичным отклонением. Степень и достоверность различий для полученных результатов вычисляли с помощью параметрического t-критерия Стьюдента в программе «STATISTICA, version 8.0». Уровень значимости различия значений был принят равным 0,05.

Результаты и их обсуждение

Синергизм и антагонизм как амбивалентные количественные и качественные характеристики процессов развития определяют целостность организма, взаимосвязь функциональных систем, обеспечивающих поддержание адаптационного гомеостаза в онтогенезе [1, 9]. Так, за исследуемые периоды с первой по начало пятой декад неонатального онтогенеза по возрастам P1, P7, P23 и P42 был выявлен ряд подклассов фосфолипидов и гормонов гипофизарно-тиреоидно-адренкортикальной оси, имеющих равновесную стабильную, в том числе прямо и обратно пропорциональную динамику концентраций (табл. 1).

Определена балансовая динамика циркуляции гормональных и фосфолипидных элементов, проявляющих взаимные двойные действия антагонистов и синергистов в зависимости от реакционных приспосабливательных потребностей организма в процессе жизнедеятельности [6-8]: в частности, прогестерона и фосфатидилинозитола (ФИ), P₄ и кортизола, ФИ и кортизола (табл. 1).

Динамика гормонов и фосфолипидов в крови бройлерных цыплят кросса Hubbard F15 в постнатальном онтогенезе (n = 10), M ± m

Показатель	Возраст, сут.			
	1	7	23	42
АКТГ, пг/мл	0,28±0,06	0,59±0,11***	0,80±0,06***	0,90±0,07***
Прогестерон, нмоль/л	63,00±3,59	65,28±2,20	57,13±2,40	51,07±4,28
17-ОНР, нмоль/л	10,76±1,61	19,43±3,40*	17,87±3,36*	8,30±1,42
Кортизол, нмоль/л	2274,31±59,47	2341,42±44,29	2351,38±35,37	2256,00±45,18
ТТГ, мМЕ/л	0,06±0,01	0,08±0,03	0,10±0,03*	0,16±0,08**
ТЗ, нмоль/л	0,87±0,03	0,95±0,03	1,04±0,04**	1,15±0,04***
СТГ, мМЕ/л	1,48±0,21	2,57±0,80**	1,96±0,41*	2,75±0,53***
Фосфатидилхолины (ФХ), ммоль/л	2,56±0,10	1,30±0,12***	1,17±0,13***	1,19±0,13***
Фосфатидилэтанолламины (ФЭ), ммоль/л	0,97±0,08	0,50±0,03**	0,37±0,03**	0,51±0,03***
Фосфатидилинозитолы (ФИ), ммоль/л	0,46±0,04	0,39±0,04	0,39±0,08	0,36±0,03
Лизолецитины (ЛЛ), ммоль/л	0,64±0,09	0,20±0,01**	0,44 ±0,02	0,29 ±0,05*
Кардиолипиды (КЛ), ммоль/л	0,99±0,03	0,62±0,09**	0,51±0,01***	0,33±0,01***
Сфингомиелины (СМ), ммоль/л	0,45±0,03	0,20±0,02***	0,49 ±0,04*	0,40±0,03

*p < 0,05; **p < 0,01; ***-p < 0,001 по t-критерию при сравнении с суточным возрастом.

Фосфатидилинозитол [21], кортизол [26] и, по новым данным, прогестерон [28] и их производные являются адаптационно-регуляторными звеньями на уровне нейромодуляторов в нервной системе. Прогестерон участвует в регуляции обмена фосфатидилиноzitола [12]. При этом метаболиты самого ФИ повышают активность гуанилатциклазы и соответственно уровня циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ) в клетках, таким образом участвуя в регуляции гормональных реакций [22]. В свою очередь такие метаболиты ФИ, как полифосфоинозитиды, повышают продукцию прегненолона, кортикостероидов и в итоге участвуют в стимуляции стероидогенеза под реципрокным воздействием АКТГ и аденилатциклазы на обмен ФИ [19]. По данным авторов, метаболиты ФИ приводят к прогрессивной амплификации сигнала от стероидных и пептидных гормонов гипофизарно-тиреоидно-адренкортикальной оси и таким образом обеспечивают соответствующие физиологические эффекты [15]. В совокупности фос-

фолипиды обеспечивают продукцию арахидоновой кислоты и, следовательно, простагландинов, которые регулируют активность аденилатциклазы и так непосредственно участвуют в определении уровня циклического аденозинмонофосфата (цАМФ) как вторичного посредника, и в итоге – в регуляции биологического действия гормонов [15].

В то же время P_4 и глюкокортикоиды – рецепторные антагонисты, конкуренты в общих рецепторах [25], а также эйкозаноиды (производные арахидоновой кислоты, донорами которой являются фосфолипиды) – антагонисты кортизола [15]. При этом стабильные простагландины в качестве рецепторных нейротрансмиттеров участвуют в регуляции тонуса центрального и вегетативного отделов нервной системы [15].

В связи с этим, учитывая стабильность динамики концентраций фосфатидилинозитола, прогестерона и кортизола за периоды от P1 по P42 (табл. 1), можно констатировать прохождение нормальных адаптационных реакций в онтогенезе бройлерных цыплят по возрастным периодам P1, P7, P23 и P42.

Эти реакции осуществляются рефлекторной деятельностью, значительно обеспечиваемой процессами миелинизации и демиелинизации нервов. Так, прогестерон, непосредственно взаимодействуя с рецепторами синтеза миелина, стимулирует пролиферацию и дифференциацию олигодендроцитов и других глиальных клеток центральной нервной системы и таким образом приводит к миелинизации нервных волокон, репаративной миелинизации нервов [27].

Соматотропный гормон и трийодтиронин [23] стимулируют физиологическую и репаративную миелинизацию нервов путём активации олигодендроцитов при экспрессии соответствующих генов, что также характеризует динамику концентраций ТЗ, имеющую физиологический рост, в соответствии с таковой по ТТГ (табл. 1).

Немаловажна роль тиреоидных гормонов в поддержании регулируемого равновесия в метаболизме фосфолипидов за счёт воздействия на процессы текучести мембран путём изменения соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в составе фосфолипидов мембран и управления активностью ряда ферментов обмена фосфолипидов [26].

Баланс фосфолипидных и гормональных элементов по совокупности наших данных, наблюдался в течение всех исследуемых декад, т.е. с первой по начало пятой (P1-P42) декад постнатального роста и развития цыплят-бройлеров (табл. 1). Однако, учитывая фосфолипидное и гормональное обеспечение, выявленное по главным компонентам факторов в возрасте P1 и P42 (табл. 2) (и ранее полученным данным по кластерному анализу фосфолипидов [6]), можно отметить наибольшее регуляторное уравнивание функциональных взаимосвязей звеньев гипофизарно-тиреоидно-адренкортикальной оси и подклассов фосфолипидов в первой и начале пятой декад постнатального онтогенеза бройлерных кур.

В частности, ФИ и лизолецитин (ЛЛ) в факторной связке (табл. 2) могут отражать высокую уравновешенность в анаболизме и катаболизме нервной системы, что, видимо, необходимо в периоды физиологической подготовки к существенным приспособительным изменениям внутренней среды и всего организма в целом [7, 8], так как ЛЛ индуцирует продукцию фосфолипазы A_2 в макрофагах, которая активирует распад миелиновых оболочек нервных волокон. При этом кортикостероиды могут ингибировать фосфолипазу A_2 , т.е. её синтез макрофагами, и в результате противодействовать фосфолипазной демиелинизации нервов [20, 27].

Факторные нагрузки-корреляции гормональных и фосфолипидных параметров (переменных) с выделенными факторами (главными компонентами)

Показатель	Возраст, сут.				
	1	7	23		42
Фактор	1	1	1	2	1
АКТГ	-0,48	0,72	0,71	0,42	-0,85
Прогестерон	0,80	0,42	-0,19	-0,82	-0,82
17-ОНР	0,16	0,82	0,37	-0,73	0,11
Кортизол	0,66	0,69	0,42	-0,56	-0,59
ТТГ	-0,50	0,45	-0,21	0,20	-0,37
ТЗ	0,49	0,76	0,74	0,07	-0,72
СТГ	-0,81	0,47	-0,84	0,09	0,22
ФХ	-0,75	0,00	0,26	0,58	0,18
ФЭ	-0,19	0,30	0,21	-0,84	0,18
ФИ	-0,84	0,23	0,58	-0,54	-0,71
ЛЛ	-0,85	0,83	0,81	-0,31	-0,71
КЛ	-0,55	0,40	0,68	-0,27	-0,43
СМ	-0,70	0,48	-0,13	0,16	-0,57

Примечание. Метод выделения факторов – Главные компоненты; вращение факторов – Вари-макс; Факторы: 1 – Первый, 2 – Второй. Жирным с подчёркиванием шрифтом обозначены рассчитанные главные компоненты (ведущие элементы) и их абсолютный уровень значимости (корреляции) в каждом идентифицированном факторе.

Фосфатидилинозитол, в отличие от лизофосфатидилхолина, наоборот, проявляет анаболическое влияние на нервную систему [15], метаболит фосфатидилинозитола – диацилглицерол – регулирует активность фосфолипазы и в итоге участвует в репарации миелиновой изоляции нервных волокон, контроле физиологической демиелинизации нервов, поддержании рецепторного тонуса мембран нейронов [15].

В то же время тандем симметричной динамики концентраций сфингомиелинов (СМ) и ЛЛ за периоды с Р1 по Р42 и им обратно пропорциональной динамикой СТГ (табл. 1), вероятно, показывает, во-первых, выраженную функциональную связь СМ и ЛЛ в развитии нервной системы.

Действительно, известно, что СМ принимают непосредственное участие в процессах формирования липидной изоляции мягкотных нервов, и их анаболическое действие в нервных волокнах, видимо, уравновешивается катаболическим влиянием – ЛЛ; во-вторых, данная функциональная пара СМ и ЛЛ регулируется во многом СТГ, в общем плане отражающим структурное значение взаимодействия СМ и ЛЛ в росте и развитии как тканей нервной системы, так и других органов и систем организма, учитывая интеграционную роль СТГ в гипоталамо-гипофизарно-тиреоидно-адрено-кортикальной оси [26, 30].

Было показано, что наиболее интенсивные адаптационные процессы в раннем онтогенезе бройлерных цыплят происходят в период P7-P23 [7, 8]. Так, известно, что существенной ценой адаптации организма кур-бройлеров к интенсивному росту скелетной мускулатуры является гипертрофированное компенсаторное развитие сердечнососудистой системы [5, 13]. При этом в структурно-функциональном механизме компенсации формирования сосудов и сердца вследствие ускоренных метаболических процессов на молекулярно-мембранном уровне может происходить сверхнормальное накопление ионов кальция (Ca^{2+}) и напрямую связанных с этим продуктов обмена ЛЛ, в том числе ферментов сердечного ионно-мембранного кальциевого цикла, что приводит к кардиотоксическим эффектам вплоть до локальных некрозов миокарда [16]. Однако данные последствия приспособлений организма в самой общей функциональной системе гомеостаза, во-первых, частично предупреждаются подготовительными реакциями с активным участием ФИ, его метаболитов диацилглицерола и инозитол-1,4,5-трисфосфата и фосфатидилинозитол-зависимых ферментов, таких, как протеинкиназа С, цАМФ-зависимая протеинкиназа [15], которые регулируют нормализацию возникающих гиперконцентраций ионов Ca^{2+} в сердечно-сосудистой системе [16]. Так, в возрасте P1 ранее был зафиксирован преадаптационный подготовительный этап развития [7], в котором, по нашим данным, в факторной связке фигурируют ФИ с ЛЛ (табл. 2). Во-вторых, такой же скоррелированный тандем ФИ с лизолецитином (табл. 2) установлен в стабилизирующем постадаптационном этапе в возрасте P42 [7].

Таким образом, может восстанавливаться и поддерживаться равновесие между взаимозависимыми гормонально и ферментно-сопряжёнными эффектами в ионно-обменном кальциевом пуле сердечнососудистой системы [15, 16].

Заключение

Подводя итоги, можно отметить, что регуляция неспецифических адаптационных реакций гомеостазиса во многом построена на конгруэнтных взаимосвязях функциональных антагонистов и синергистов в общности процессов развития – от молекулярно-мембранного до системного уровня у бройлерных цыплят. В их целостном организме характер взаимно поддерживаемого равновесия первичных и вторичных посредников – гормонов и фосфолипидов – определяет уровень адаптаций наиболее чувствительных нервной и сердечно-сосудистой систем.

Проблема функциональных взаимосвязей и физиологического баланса звеньев гипофизарно-тиреоидно-адренкортикальной оси с подклассами фосфолипидов является актуальной, как и вопросы нормы реакции и цены адаптации бройлерных кур к относительно искусственным факторам жизнедеятельности.

Библиографический список

1. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития (основы негэнтропийного онтогенеза). М.: Наука, 1982. 270 с.
2. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А. Адаптационные реакции и резистентность организма. 2-е изд., доп. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1990. 224 с.
3. Голиков А.Н. Физиологическая адаптация животных // Ветеринария. 1988. № 11. С. 55-58.
4. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Липатенкова А.К. Современная нейроэндокринология // Вестник РАМН. 2012. № 8. С. 7-13.

5. Епихова О.Г., Крикливый Н.Н., Тельцов Л.П., Пронин В.В. Критические периоды развития выделительной и кровеносной системы бройлеров кросса «Смена-7» в раннем постнатальном морфогенезе // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7423> (дата обращения: 15.02.2016).
6. Колесник Е.А., Дерхо М.А. О кластерной системе фосфолипидов в онтогенезе бройлерных цыплят // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 2. С. 217-224 (doi: 10.15389/agrobiology.2015.2.217rus, doi: 10.15389/agrobiology.2015.2.217eng).
7. Колесник Е.А., Дерхо М.А. Комплексная оценка роли гормональных и метаболических факторов в процессах роста и развития у цыплят-бройлеров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2015. № 4. С. 72-81.
8. Колесник Е.А., Дерхо М.А. Оценка адаптационных ресурсов организма бройлерных цыплят // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 1. С. 59-61.
9. Кулаев Б.С. Эволюция гомеостаза в биологическом пространстве – времени / Отв. ред. Л.М. Чайлахян. М.: Научный мир, 2006. 232 с.
10. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / Под ред. И.П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 520 с.
11. Руководство по выращиванию бройлеров Hubbard ISA. Hendrix Genetics Inc. [Электронный ресурс]. URL: <http://hubbardbreeders.com> (дата обращения: 18.01.2010).
12. Сафарова С.А., Красильников М.А. Характеристика синтеза различных фракций фосфолипидов в аденокарциноме матки // Журнал «Здоровье», Баку. 1996. № 1. С. 62.
13. Силенок А.В. Периодичность развития организма и сердца у бройлеров кросса «Смена-7» в условиях ОАО птицефабрика «Снежка» (Брянская область) // Вестник Брянского государственного университета. 2011. № 4. С. 272-275.
14. Сычев С.Н. Применение метода главных компонент (факторного анализа) для анализа хроматографических данных в ВЭЖХ // Сорбционные и хроматографические процессы. 2004. Т. 4. № 2. С. 134-142.
15. Теппермен Дж., Теппермен Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. Вводный курс: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 656 с.
16. Теряева Н.Б. Стресс: метаболические основы адаптации и патология сердечнососудистой системы // Креативная кардиология. 2008. № 1. С. 24-30.
17. Шарипунова М., Шварц В., Михалец С. Тонкослойная хроматография в фармации и клинической биохимии: Пер. со словацкого А.П. Сергеева, А.Н. Ушакова / Под. ред. В.Г. Березкина, С.Д. Соколова. Т. 1. М.: Мир, 1980. 296 с.
18. Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии // Избранные труды. М.: Наука, 1982. 383 с.
19. Farese R.V., Sabir A.M., Vondor S.L., Larson R.E. Are polyphosphoinositides the cycloheximide sensitive mediators in the steroidogenic actions of adrenocorpin and adenosine 3', 5'-monophosphate? // J. Biol. Chem. 1980. № 255. P. 5728-5734.
20. Hussain R., El-Etr M., Gaci O., Rakotomamonjy J., Macklin W.B., Kumar N., Sitruk-Ware R., Schumacher M., Ghoumari A.M. Progesterone and nestorone facilitate axon remyelination: a role for progesterone receptors // J. Endocrinology. 2011. V. 152. № 10. P. 3820-3831 (doi: 10.1210/en.2011-1219).
21. Levy A., Lightman S.L., Hoyland J., Mason W.T. Inositol phospholipid turnover and intracellular Ca²⁺ responses to thyrotrophin-releasing hormone, gonadotrophin-releasing hormone and arginine vasopressin in pituitary corticotroph and somatotroph adenomas // Clinical Endocrinology. 1990. V. 33. № 1. P. 73-79 (doi: 10.1111/j.1365-2265.1990.tb00467.x).
22. Michell R.H. Inositol phospholipids and cell surface receptor functions // Biochim. Biophys. Acta. 1976. V. 415. № 1. P. 81-147 (doi: 10.1016/0304-4157(75)90017-9 Source: PubMed).
23. Neri M., Maderna C., Ferrari D., Cavazzin C., Vescovi A.L., Gritti A. Robust generation of oligodendrocyte progenitors from human neural stem cells and engraftment in experimental demyelination models in mice // J. PLoS ONE. 2010. V. 5. № 4. P. 10145. P. 1-13 (doi: 10.1371/journal.pone.0010145).

24. Petrovic S., Takic M., Arsic A., Vucic V., Drakulic D., Milosevic M., Glibetic M. Effect of sex hormones on plasma phospholipid fatty acid composition in intact rats and rats with bilaterally occluded carotid arteries // *Physiol. Res.* 2014. № 63. P. 331-339 (PMID: 24564600 [PubMed – indexed for MEDLINE]).

25. Rettenbacher S., Henriksen R., Groothuys T.G., Lepschy M. Corticosterone metabolism by chicken follicle cells does not affect ovarian reproductive hormone synthesis *in vitro* // *General and Comparative Endocrinology.* 2013. № 184. P. 67-74 (doi: 10.1016/j.ygcen.2012.12.013).

26. Scanes C.G. Hormones and Metabolism in Poultry. In: Scanes C.G. Update on Mechanisms of Hormone Action – Focus on Metabolism, Growth and Reproduction. Publisher InTech., 2011. P. 111-132.

27. Schumacher M., Hussain R., Gago N., Oudinet J.-P., Mattern C., Ghomari A.M. Progesterone synthesis in the nervous system: implications for myelination and myelin repair // *J. Frontiers in Neuroscience.* 2012. V. 6. Article 10. P. 1-22 (doi: 10.3389/fnins.2012.00010. PMID: PMC3274763).

28. Tsutsui K. Neurosteroid biosynthesis and function in the brain of domestic birds // *Frontiers in Endocrinology.* 2011. V. 2. № 37. P. 1-14 (doi: 10.3389/fendo.2011.00037).

29. Tvrzicka E., Kremmyda L.-S., Stankova B., Zak A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease-a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions // *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub.* 2011. V. 155. № 2. P. 117-130 (doi: 10.5507/bp.2011.038. PMID: 21804620 [PubMed – indexed for MEDLINE]).

30. Zhang L., Wu S., Wang J., Qiao X., Yue H., Yao J., Zhang H., Qi G. Changes of plasma growth hormone, insulin-like growth factors-I, thyroid hormones, and testosterone concentrations in embryos and broiler chickens incubated under monochromatic green light // *Italian J. of Animal Science.* 2014. V. 13:3266. P. 530-535 (doi: 10.4081/ijas.2014.3266).

ABOUT THE BALANCE OF HORMONES AND PHOSPHOLIPIDS IN EARLY ONTOGENESIS OF BROILER CHICKENS

E.A. KOLESNIK¹, M.A. DERKHO²

(¹All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology,
Ural Branch;

²South Ural State Agrarian University)

In the article physiological balance of adrenocorticotropin, somatropin, thyroid hormones and axis progesterone with phospholipids in the homeostatic regulation of early ontogenesis of broiler chickens was characterized in the technological environment (in 2010-2014 under LLC «Chebarkul bird» Chelyabinsk region, Russian Federation).

In the period from the first to beginning of the fifth day of ten-day period of postnatal ontogenesis according to ages P1, P7, P23 and P42, the number of subclasses of phospholipids and hormones of the pituitary-thyroid-adrenocortical axis was identified having a stable equilibrium, including directly and inversely prorated dynamic of concentrations.

The balancing dynamic of the circulation of hormonal and phospholipid elements was determined having reciprocal double-action as antagonists and synergists based on the reaction of the adaptive needs of the organism in the process of life: in the particular, progesterone and phosphatidylinositol, progesterone and cortisol, phosphatidylinositol and cortisol.

It is shown that the regulation of non-specific adaptive reactions of homeostasis is largely built on congruent interrelation of functional antagonists and synergists in connected developing processes from the molecular-membrane to system level among broiler chickens. In their whole organism the balance of the primary and secondary messengers – hormones and phospholipids determines the level of the most sensitive adaptations in nervous and cardiovascular systems.

Key words: hormones, phospholipids, adaptive homeostasis, non-specific adaptive reactions, ontogenesis, broiler chickens.

References

1. *Arshavsky I.A.* Fiziologicheskie mekhanizmy i zakonomernosti individual'nogo razvitiya (osnovy negentropiyogo ontogeneza) [Physiological mechanisms and mechanism of personal development (non-gentropy onthogenesis). M.: Science, 1982. 270 p.
2. *Garkavy L.Kh., Kvakina E.B., Ukolova M.A.* Adaptatsionnye reaksii i rezistentnost organizma [Adaptive reactions and resistance of an organism]. 2d edit., comp. Rostov-on-Don: Rostov University publishing, 1990. 224 p.
3. *Golikov A.N.* Fiziologicheskaya adaptatsiya zhivotnykh [Physiological adaptation of animals] // *Veterinary science*. 1988. Issue 11. Pp. 55-58.
4. *Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Lipatenkova A.K.* Sovremennaya endokrinologiya [Modern endocrinology]. // *Vestnik RAMS*. 2012. Issue 8. Pp. 7-13.
5. *Epikhova O.G., Krikliiv N.N., Tel'tsov L.P., Pronin V.V.* Kriticheskie periody razvitiya vydelitel'noy i krovenosnoy sistemy broilerov krossa «Smena-7» v rannem postnatal'nom morfogeneze [Critical periods in development of excretory and blood-vascular systems among broilers "Smena-7" in early postnatal morphogenesis] // *Modern problems in science and education*. 2012. Issue 6; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=7423> (date: 15.02.2016).
6. *Kolesnik E.A., Derkho M.A.* O klasternoy sisteme fosfolipidov v ontogeneze broilernykh tsiplyat [About phospholipid cluster system in onthogenesis of broiler chickens] // *Farming biology*. 2015. V. 50. Issue 2. Pp. 217-224 (doi: 10.15389/agrobiology.2015.2.217rus, doi: 10.15389/agrobiology.2015.2.217eng).
7. *Kolesnik E.A., Derkho M.A.* Kompleksnaya otsenka roli gormonal'nykh i metaboli-cheskikh faktorov v protsessakh rosta i razvitiya u tsiplyat-broilerov [Complex evaluation of the role of hormonal and metabolic factors in growing and developing processes among broiler chickens] // *Biological problems of productive animals*. 2015. Issue 4. Pp. 72-81.
8. *Kolesnik E.A., Derkho M.A.* Otsenka adaptatsionnykh resursov organizma broilernykh tsiplyat [Evaluation of adaptive resources in broiler chickens' organisms] // *AIC Achievements of science and technology*. 2016. V. 30. Issue 1. Pp. 59-61.
9. *Kulaev B.S.* Evolutsiya gomeostazisa v biologicheskom prostranstve – vremeni [Homeostasis evolution in biological space-time] / Editor-in-chief L.M. Chailakhyan. M.: Scientific world, 2006. 232 p.
10. *Metody veterinarnoy klinicheskoy laboratornoy diagnostiki* [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostic: Reference material] / Edited by I.P. Kondrakhina. M.: KolosS, 2004. 520 p.
11. *Rukovodstvo po vyrashchivaniyu broilerov Hubbard ISA* [Manual on growing broilers Hubbard ISA] Hendrix Genetics Inc. [Electronic resource]. URL: <http://hubbardbreeders.com> (date: 18.01.2010).
12. *Safarova S.A., Krasil'nikov M.A.* Kharakteristika sinteza razlichnykh fraktsiy fosfolipidov v adenokartsenome matki [Characteristics of synthesis of different phospholipid fractions in dam adenocarcinoma] // *Journal «Health»*, Baku. 1996. Issue 1. P. 62.
13. *Silenok A.V.* Periodichnost razvitiya organizma i serdtsa u broilerov krossa «Smena-7» v usloviyakh OAO ptitsefabrika «Snezhka» (Bryanskaya oblast') [Periodicity in organism and heart development among broilers «Smena-7» under the conditions of poultry plant OAO «Snezhka» (Bryansk region)] // *Vestnik Bryansk State University*. 2011. Issue 4. Pp. 272-275.

14. Sychev S.N. Primenenie metoda glavnykh komponentov (faktornogo analiza) dlya analiza khromatograficheskikh dannykh v VEZHKKH [Major components method usage (factor analyses) for chromatographic data analysis in HPLC] // Sorption and chromatographic processes. 2004. V. 4. Issue 2. Pp. 134-142.

15. Tepperman G., Tepperman H. Fiziologiya obmena veshchestv i endokrinnoy sistemy [Physiological metabolism and endocrine system]. Introductory course: transl. from Engl. M.: Mir, 1989. 656 p.

16. Teryaeva N.B. Stress: metabolicheskie osnovy adaptatsii i patologiya serdechnosudistoy sistemy [Stress: metabolic bases of adaptation and pathology of cardiovascular system] // Creative cardiology. 2008. Issue 1. Pp. 24-30.

17. Sharshunova M., Shvarts V., Mikhalez S. Tonkosloinaya khromatografiya v farmatsii i klinicheskoy biokhimi [Thin-layer chromatography in pharmacy and clinical biochemistry]: trans. from Slovak A.P. Sergeeva, A.N. Ushakova / edited by V.G. Berezkin, S.D. Sokolov. V. 1. M.: Mir, 1980. 296 p.

18. Shmal'gauzen I.I. Organizm kak tseloe v individual'nom i istoricheskom razviti [Organism as the whole in individual and historical development] // Selected works. M.: Science, 1982. 383 p.

19. Farese R.V., Sabir A.M., Vandro S.L., Larson R.E. Are polyphosphoinositides the cycloheximide sensitive mediators in the steroidogenic actions of adrenocorpin and adenosine 3', 5'-monophosphate? // J. Biol. Chem. 1980. Issue 255. Pp. 5728-5734.

20. Hussain R., El-Etr M., Gaci O., Rakotomamonjy J., Macklin W.B., Kumar N., Sitruk-Ware R., Schumacher M., Ghomari A.M. Progesterone and nestorone facilitate axon remyelination: a role for progesterone receptors // J. Endocrinology. 2011. V. 152. Issue 10. Pp. 3820-3831 (doi: 10.1210/en.2011-1219).

21. Levy A., Lightman S.L., Hoyland J., Mason W.T. Inositol phospholipid turnover and intracellular Ca²⁺ responses to thyrotrophin-releasing hormone, gonadotrophin-releasing hormone and arginine vasopressin in pituitary corticotroph and somatotroph adenomas // Clinical Endocrinology. 1990. V. 33. Issue 1. Pp. 73-79 (doi: 10.1111/j.1365-2265.1990.tb00467.x).

22. Michell R.H. Inositol phospholipids and cell surface receptor functions // Biochim. Biophys. Acta. 1976. V. 415. Issue 1. Pp. 81-147 (doi: 10.1016/0304-4157(75)90017-9 Source: PubMed).

23. Neri M., Maderna C., Ferrari D., Cavazzin C., Vescovi A.L., Gritti A. Robust generation of oligodendrocyte progenitors from human neural stem cells and engraftment in experimental demyelination models in mice // J. PLoS ONE. 2010. V. 5. Issue 4. Pp. 10145. P. 1-13 (doi: 10.1371/journal.pone.0010145).

24. Petrovic S., Takic M., Arsic A., Vucic V., Drakulic D., Milosevic M., Glibetic M. Effect of sex hormones on plasma phospholipid fatty acid composition in intact rats and rats with bilaterally occluded carotid arteries // Physiol. Res. 2014. Issue 63. Pp. 331-339 (PMID: 24564600 [PubMed – indexed for MEDLINE]).

25. Rettenbacher S., Henriksen R., Groothuis T.G., Lepschy M. Corticosterone metabolism by chicken follicle cells does not affect ovarian reproductive hormone synthesis *in vitro* // General and Comparative Endocrinology. 2013. Issue 184. Pp. 67-74 (doi: 10.1016/j.ygcen.2012.12.013).

26. Scanes C.G. Hormones and Metabolism in Poultry. In: Scanes C.G. Update on Mechanisms of Hormone Action – Focus on Metabolism, Growth and Reproduction. Publisher InTech., 2011. Pp. 111-132.

27. Schumacher M., Hussain R., Gago N., Oudinet J.-P., Mattern C., Ghomari A.M. Progesterone synthesis in the nervous system: implications for myelination and myelin repair // J. Frontiers in Neuroscience. 2012. V. 6. Article 10. Pp. 1-22 (doi: 10.3389/fnins.2012.00010. PMID: PMC3274763).

28. Tsutsui K. Neurosteroid biosynthesis and function in the brain of domestic birds // Frontiers in Endocrinology. 2011. V. 2. Issue 37. Pp. 1-14 (doi: 10.3389/fendo.2011.00037).

29. Tvrzicka E., Kremmyda L.-S., Stankova B., Zak A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease-a review. Part 1: classification, dietary sources and

biological functions // Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub. 2011. V. 155. Issue 2. Pp. 117-130 (doi: 10.5507/bp.2011.038. PMID: 21804620 [PubMed – indexed for MEDLINE]).

30. *Zhang L., Wu S., Wang J., Qiao X., Yue H., Yao J., Zhang H., Qi G.* Changes of plasma growth hormone, insulin-like growth factors-I, thyroid hormones, and testosterone concentrations in embryos and broiler chickens incubated under monochromatic green light // Italian J. of Animal Science. 2014. V. 13:3266. Pp. 530-535 (doi: 10.4081/ijas.2014.3266).

Колесник Евгений Анатольевич – кандидат биологических наук, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, Уральский филиал, Россия, 454106, Челябинск, Свердловский тракт, 18 «А»; e-mail: evgeniy251082@mail.ru; тел.: +79525283329.

Дерхо Марина Аркадьевна – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой органической, биологической и физколлоидной химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Южно-Уральский государственный аграрный университет, Россия; 457100, Челябинская обл., г. Троицк, ул. Гагарина, 13, e-mail: derkho2010@yandex.ru.

Kolesnik Evgeniy Anatolyevich – Candidate of Biological Sciences, Research Worker, All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology, Ural Branch, Chelyabinsk; 454106, Sverdlovsk tract, 18 «A»; Russian Federation; e-mail: evgeniy251082@mail.ru.

Derkho Marina Arkadyevna – Doctor of Biological Sciences, professor, Head of the Department of organic, biological, physical and colloid chemistry, South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk Region, Troitsk; 457100, Gagarin str., 13, Russian Federation; e-mail: derkho2010@yandex.ru.