

Тийа МЯНД, Уно КАНАРИК

УДК 591.11.04+591.473.04:636.55

ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У БРОЙЛЕРОВ В ПЕРИОД ИНТЕНСИВНОГО РОСТА

Общезвестно, что мясо бройлеров гораздо более ценно и продуктивно, чем мясо всех сельскохозяйственных животных. Бройлерные куры, например, усваивают около 22% растительного протеина, тогда как свиньи — только 16%, а другие сельскохозяйственные животные — значительно меньше. С точки зрения современной теории питания, мясо молодых мясных птиц даже более ценно, чем свинина. Специалисты бройлероводства высказывают мнение, что идеальные бройлеры должны характеризоваться такими показателями как высокая интенсивность роста, большая живая масса, быстрое оперение, хорошая оплата корма, сильная жизнеспособность и хорошие мясные качества.

Высокая интенсивность роста и развития бройлеров осуществляется на основе более высокого уровня обмена веществ, находящегося в прямой зависимости от состояния их нейро-эндокринной системы. Особо важное значение имеет функциональное состояние щитовидной железы (ЩЖ), так как тиреоидные гормоны — тироксин (T_4) и трийодтиронин (T_3) — влияют практически на все органы и ткани организма (Maу, 1980). Основной функцией T_4 и T_3 является стимулирование энергетического метаболизма в других тканях, а недостаток гормонов ЩЖ приводит к понижению уровня основного обмена. Известно, что у птиц секреция T_4 и T_3 более интенсивна, чем у млекопитающих (Slebodzinski, 1975).

В качестве показателя, по которому уже в раннем возрасте животного можно судить о его племенной и продуктивной ценности, большой интерес представляет ферментная система крови. Уровень активности ряда ферментов определяется наследственно (Дребицкас, Доровеевайте, 1974), что указывает на их важную роль в практическом птицеводстве. Поскольку введение в организм тиреоидных гормонов (ТГ) оказывает стимулирующее действие на активность многих ферментов в эритроцитах, лейкоцитах и плазме крови, то выяснение закономерностей ее изменения при интенсивном росте и развитии организма способствует выявлению механизмов биологического действия ТГ. Известно, что организм реагирует на однократное введение ТГ примерно так же, как и на их избыток в крови, а действие ТГ на синтез белка в микросомах вызывает определенные структурные изменения (увеличение числа рибосом) и тесное прилегание эндоплазматического ретикулума к митохондриям. При этом вновь появившиеся рибосомы оказываются более способными к синтезу белка. Установлено, что деиодирование T_4 превращением его в T_3 занимает одно из центральных мест не только в клеточном метаболизме ТГ, но и в механизме регуляции их эффекта на уровне целого организма. Такое превращение необходимо для связывания гормона с рецепторами отдельных субклеточных структур.

Целью нашей работы явилось изучение динамики активности ферментов аспартат- и аланин-аминотрансферазы (АСТ и АЛТ), щелочной и

кислой фосфатазы (ЩФ и КФ), АТФазы эритроцитов, а также печени в условиях интенсивного роста и развития бройлеров в раннем возрасте при более высокой гормональной активности ЩЖ.

Материал и методика

В опытах, проведенных нами с 1979 по 1982 гг., были использованы бройлерные цыплята кросса Бройлер-6, полученные в однодневном возрасте из совхоза «Ранна» Харьковского района Эстонской ССР. Все поголовье содержалось в одинаковых условиях в опытном птичнике на глубокой подстилке, плотностью посадки 14—16 голов на 1 м² пола. Кормили птиц вволю сухим комбикормом по сбалансированным рационам. Для изучения динамики роста бройлеров взвешивали поодиночке через каждые 2 недели. Опытные группы состояли из 100 голов.

Венозную кровь для анализов брали в 20-, 56- и 70-дневном возрасте, антикоагулянтom служил гепарин. Для определения гормональной активности ЩЖ бройлеров применяли метод, основанный на определении коэффициента связывания эритроцитами *in vitro* меченого иодом ¹³¹три-иодтиронина (131-иод-Т₃) (Вахер и др., 1978; Канарик, Мянд, 1981). При изучении активности ЩЖ использовали и метод определения тироксинсвязывающей способности α -глобулина по Гоффману-Креднеру в модификации В. К. Модестова (Модестов и др., 1964). Показатель функционального состояния ЩЖ — фактор Φ — находили как процентное отношение радиоактивности тироксинсвязывающего α -глобулина к радиоактивности β -глобулина. Метод основан на способности белков сыворотки крови при их электрофоретическом разделении захватывать экзогенный Т₄, меченный 131-иодом.

Активность трансаминаз определяли методом Умбрайтa в модификации Т. С. Пасхиной (1959) и выражали в микрограммах пировиноградной кислоты, приравненных к 1 мг белка. Об общей активности АТФазы эритроцитов судили по приросту количества неорганического фосфора, отщепленного от АТФ за 30 мин инкубации клеток при 40 °С в присутствии ионов магния, калия и натрия и выражали активность в микрограммах Р на 1 г гемоглобина в 1 мин. Эритроциты отделяли центрифугированием, затем трижды промывали 0,9%-ным раствором NaCl. Активность Na-, K-АТФазы в разных органах и тканях выражали в единицах на 1 мг белка (1 ед. фермента — мкмоль Р_n в 1 мин инкубации). Активность ЩФ в сыворотке крови определяли методом Боданского (Джорджеску, Пэунеску, 1963). КФ определяли модифицированным методом Р. П. Нарциссова (1965).

Для анализов от правой стороны печени отрезали три кусочка по 0,5—0,6 г. Первый из них гомогенизировали сразу, остальные — после 3 ч инкубации в физиологическом растворе Кребс-Рингера при температуре 37°. В инкубационную среду второго кусочка печени прибавляли Т₄. В гомогенатах печени определяли активность АЛТ с помощью реактивов, полученных из ФРГ, а содержание белка вычисляли по методу Лаури.

Результаты опытов и обсуждение

Активность АТФазы эритроцитов и мышц. Введение в организм ТГ оказывает стимулирующее действие на активность многих ферментов в форменных элементах крови. Повышенную активность АТФазы лейкоцитов считают диагностически важным показателем гипертиреозидных состояний. При тиреотоксикозе отмечено снижение АТФазной активности крови в целом (Слободянин, Гомарник, 1982).

Изменение активности АТФазы эритроцитов бройлеров при разной активности щитовидной железы

Показатели	Число голов	Активность АТФазы, мг Р/г		Фактор Ф
		1-й месяц	2-й месяц	
Нормальная активность ЩЖ	6	0,82±0,1	1,25±0,1	1,5
Высокая активность ЩЖ	6	1,21±0,1	2,04±0,1	1,1

Таблица 2

Изменение активности Na-, К-АТФазы скелетных мышц у двухмесячных цыплят (мкмоль Р_n на 1 мг белка в 30 мин)

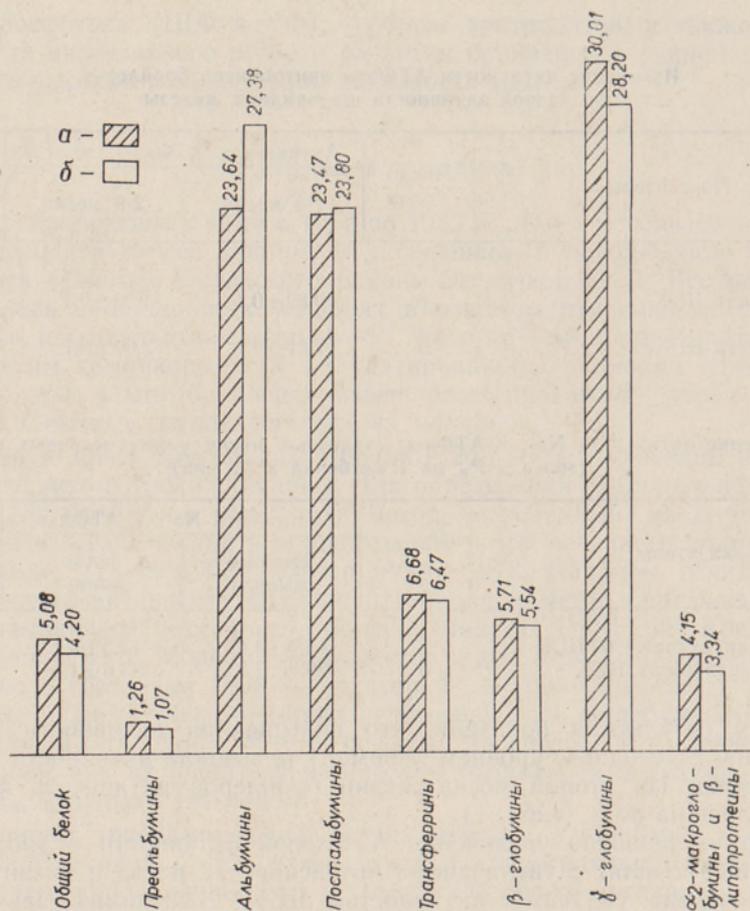
Показатели	Число голов	Активность Na-, К-АТФазы		Фактор Ф
		красные мышцы	белые мышцы	
Нормальная активность ЩЖ	6	13,0±4,4	17,3±4,1	1,6
Высокая активность ЩЖ	6	26,8±5,3	33,6±1,8	1,0

Наши результаты показали, что повышенная активность ЩЖ по сравнению с исходным уровнем (нормой) повышала активность АТФазы эритроцитов. На второй месяц жизни бройлеров активность фермента повышалась на 80% (табл. 1).

Было установлено увеличение АТФазной активности в эритроцитах бройлерных цыплят с увеличением интенсивности роста и развития, что, в свою очередь, связано с активностью ЩЖ. Выяснилась зависимость изменения АТФазной активности эритроцитов от возраста цыплят. Максимальный уровень ферментативной активности, отмеченный в первые 8 дней жизни, был нами принят за биохимическое адаптационное явление, связанное с глубокими внутренними перестройками функций и химического состава эритроцитов в наблюдаемый период. Так как непосредственно после вылупления содержание Т₄ и Т₃ в плазме крови цыплят увеличивалось (Davison, 1976; Thommes, Hylka, 1977), то можно предположить, что указанные гормоны участвовали в регуляции активности АТФазы. Дневная секреция Т₃ у цыплят составляла в среднем 0,02 мг на 1 кг живой массы. С увеличением активности ЩЖ значение фактора Ф понижалось, а со снижением ее активности — повышалось.

Анализ зависимости активности Na-, К-АТФазы от содержания Т₄ (фактор Ф) в крови позволил считать, что роль ТГ в регуляции активности этого фермента белых мышц более выражена, чем красных (табл. 2). Наши данные подтвердили мнение о том, что Т₄ и Т₃ участвуют в регуляции основных функций организма и влияют на степень активности тканевых ферментов (Pitot, Yatvin, 1973). Между активностью Na-, К-АТФазы в скелетных мышцах и повышенной активностью ЩЖ существует положительная корреляция.

Белковые фракции крови разделены методом электрофореза. На рисунке приведены данные о зависимости содержания в крови общего белка и белковых фракций от функциональной активности ЩЖ. Повышение активности ЩЖ приводит к повышению общего белка в крови 56-дневных бройлеров. Высокий уровень функциональной активности ЩЖ существенно влияет лишь на содержание альбуминов и γ-глобулинов: на альбумины отрицательно, а на γ-глобулины положительно. Повышение



Содержание общего белка (г%) и белковых фракций в белке (%) крови бройлеров в зависимости от уровня функциональной активности ЩЖ; а — высокая, б — низкая активность.

содержания γ -глобулинов указывает на рост числа антител в организме, что, в свою очередь, связано с повышением сопротивляемости организма инфекционным болезням (Суйгусаар, Парре, 1974).

АСТ и АЛТ в крови и печени. В реализации адаптивно-компенсаторных процессов большое значение имеют ферменты, находящиеся на пересечении различных путей тканевого метаболизма (Иванов, 1973). К ним в первую очередь относятся АСТ и АЛТ, которые играют важную роль в регуляции обмена белков, действуя как переносчики аминогрупп. С аспартата начинаются пути синтеза ряда аминокислот, т. е. лизина, метионина, изолейцина, аспарагина, так как аланин — один из предшественников биотина. В последнее время определение активности АСТ и АЛТ сыворотки крови приобретает все большее диагностическое значение при многих патологических состояниях организма, в частности тиреотоксикоза и других болезней ЩЖ. Изучение содержания АСТ и АЛТ в печени заслуживает интерес в связи с тем, что метаболизм аминокислот происходит преимущественно в печени. Сами АСТ и АЛТ синтезируются в печени и оттуда переходят в кровообращение.

Применение малых физиологических доз T_4 показало, что основной эффект влияния этого гормона направлен на стимуляцию процессов роста и развития организма в результате действия T_4 на синтез белка (Carlson,

Влияние высокой активности ЩЖ на ферментативную активность трансаминаз в сыворотке крови 70-дневных бройлеров

Показатели	Число голов	АСТ, ед/мл		АЛТ, ед/мл	
		куры	петухи	куры	петухи
Норма	6	82,06±3,3	88,80±3,4	27,60±2,4	26,62±2,8
Высокая активность ЩЖ	6	102,80±6,1	104,42±4,6	26,94±6,3	25,65±2,3

Таблица 4

Влияние высокой активности ЩЖ на активность АСТ и АЛТ в плазме крови и ткани печени у 56-дневных бройлеров

Показатели	Число голов	Активность в плазме крови, ед/мл		Активность АЛТ в печени, мкед. в мг белка	Фактор Ф
		АСТ	АЛТ		
Норма	6	83,80±3,6	26,46±3,9	63,0±4,5	1,6
Высокая активность ЩЖ	6	118,67±13,8	28,15±6,3	128,0±5,8	1,0

1967). Сравнительно хорошо изучено влияние тиреоидных гормонов на активность АЛТ и АСТ в печени, но данные о других органах и тканях организма животного противоречивы. По нашим результатам, повышенная активность ЩЖ увеличивала и активность АСТ в сыворотке крови (табл. 3).

Активность АЛТ под воздействием повышенной активности ЩЖ осталась без изменений, что можно объяснить относительной рефрактерностью этого фермента по отношению к T_4 (Singh и др., 1968; Rotzsch, 1970). Полученные нами данные свидетельствуют о параллелизме между изменениями активности фермента АЛТ в плазме крови и ткани печени во время повышенной активности ЩЖ (табл. 4).

Инкубация срезов печени с тироксином обуславливала увеличение в них активности АЛТ в два раза, а активность в плазме крови не так сильно зависела от активности ЩЖ. Увеличение активности трансаминаз в плазме крови в связи с повышенной активностью ЩЖ составляло для АСТ свыше 40, а для АЛТ лишь 6%, что указывает на более высокую чувствительность АСТ. Таким образом, быстрый рост и развитие бройлеров до двухмесячного возраста обусловлены более высокой гормональной активностью ЩЖ и высокой активностью некоторых ферментов.

ЩФ и КФ. Фосфатазы как ферменты играют важную роль в различных процессах обмена веществ, в частности в обмене углеводов, липидов, нуклеиновых кислот и неорганического фосфора. ЩФ и КФ являются неспецифическими фосфомоноэстеразами и присутствуют в тканях животных. Они отличаются друг от друга оптимумом pH: у КФ 4,0—6,0, а у ЩФ 9,0—10,0. Активность фосфатаз определяют по количеству фосфора, образующегося в процессе ферментативного расщепления фосфорных эфиров. Определение активности КФ и ЩФ широко используется в клинических условиях, например, для диагностики рахита.

Действие высокой активности ЩЖ на ферментативную активность ЩФ и КФ в крови цыплят 56-дневного возраста (в единицах Боданского)

Группа	Число голов	Норма		Высокая активность ЩЖ	
		ЩФ	КФ	ЩФ	КФ
Куры	6	9,68±3,3	0,30±0,30	19,68±7,8	0,38±0,23
Петухи	6	17,64±6,7	0,37±0,14	28,43±5,4	0,75±0,43

Таблица 6

Живая масса 56-дневных бройлеров, г

Группа	Число голов	1981		1982	
		Куры	Петухи	Куры	Петухи
Норма	100	1353	1616	1396	1706
Высокая активность ЩЖ	100	1501 +148	1712 +98	1548 +152	1825 +119

Характерной особенностью действия избытка тиреоидных гормонов в организме является нарушение механизмов окисления и фосфорилирования. Целью нашей работы было исследование возможной роли T_4 в регуляции активности ЩФ и КФ в сыворотке крови и лейкоцитах (табл. 5).

По результатам опытов, при высокой активности ЩЖ наблюдалось увеличение активности исследуемых ферментов. Число лейкоцитов, имеющих более активную ЩФ, увеличивалось у кур на 29, а у петухов — на 60%. Из приведенных в табл. 5 данных видно, что высокая активность ЩЖ вызывала в сыворотке крови цыплят значительное увеличение активности ЩФ, так как активность КФ осталась без существенных изменений. Активность КФ в клетках периферической крови и в сыворотке крови была в общем невелика. Активность ЩФ у петухов оказалась более высокой, чем у кур, тогда как активность КФ существенно не зависела от пола бройлеров. Можно предположить, что увеличение активности ЩФ связано с более интенсивным ростом и развитием бройлерных цыплят, так как по активности КФ этого утверждать нельзя.

Рост и развитие бройлеров. Из табл. 6 видно, что живая масса бройлеров с высокой активностью ЩЖ была наиболее высокой в 56-дневном возрасте. Живая масса бройлеров увеличивалась с лучшим усвоением корма. В развитии внутренних органов и тканей существенных различий не обнаружено, но повышалось содержание минеральных веществ в мышцах, что отражает качество мясной продуктивности бройлеров.

Заключение

На бройлерных цыплятах изучали особенности влияния активности ЩЖ на активность ферментных систем крови и мышц, в частности АТФазы эритроцитов и печени АСТ и АЛТ, ЩФ и КФ сыворотки крови и тканей. Процессы их активации осуществляются через ТГ.

Проведенные исследования позволяют заключить, что быстрый рост и интенсивное развитие бройлеров обусловлены более высокой гормо-

нальной активностью ЩЖ и некоторых ферментов, регулирующих жизненно важные процессы в организме. Поэтому показатели активности некоторых ферментов (АСТ и АЛТ, ЩФ) могут быть использованы для характеристики раннего развития бройлерных цыплят. Повышенная активность ЩЖ обуславливает возрастание активности АТФазы эритроцитов и Na-, K-АТФазы мышц, и приводит к увеличению содержания общего белка в крови бройлеров. При анализе белковых фракций установили увеличение содержания γ -глобулинов в крови в связи с высокой активностью ЩЖ, что связано с повышением сопротивляемости организма инфекционным болезням.

ЛИТЕРАТУРА

- Вахер Ю., Канарик У., Мянд Т., Пярн Т. О корреляции между функциональной активностью щитовидной железы бройлеров и поглощением кислорода эритроцитами *in vitro*. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1978, 27, 223—228.
- Джорджеску П., Пэунеску Е. Биохимические методы диагноза и исследования. Бухарест, 1963.
- Дребицкас В. П., Доровеевайтэ В. В. Влияние иода на активность некоторых ферментов крови. — В кн.: Вопросы эндокринологии. Тарту, 1974, 27—28.
- Иванов В. Ветеринарна ензимодиагностика с основи на молекулярната патология. София, 1973.
- Канарик У. К., Мянд Т. А. Гормональная активность щитовидной железы и продуктивность чистопородных мясных линий и межлинейных кроссов кур. — Вестн. с.-х. н., 1981, 7, 104—110.
- Модестов В. К., Цыганков А. Т., Паухов О. А. Применение меченого тироксина в изучении функций щитовидной железы. — Мед. радиология, 1964, 10, 24—28.
- Нарциссов Р. П. Некоторые цитохимические свойства клеток при лейкозах у детей. Канд. дис. М., 1965, 3—24.
- Пасхина Т. С. Определение глютамино-аспарагиновой и глютамино-аланиновой аминокотрансфераз в сыворотке крови человека. М., 1959.
- Слободянин О. А., Гомарник Л. В. Влияние тиреоидных гормонов на энергетический и витаминный обмен. — В кн.: Актуальные вопросы экспериментальной и клинической эндокринологии. Киев, 1982, 77.
- Суйгусаар М. А., Парре Ю. Ю. Влияние иммунизации на белковый состав сыворотки крови цыплят. — В кн.: Теоретические и практические вопросы ветеринарии. Тарту, 1974, 56—58.
- Davison, T. F. The binding of serum thyroxine in *Gallus domesticus* before and after hatching. — Gen. and Comp. Endocrinol., 1976, 30, 171—174.
- Karlson, P. Wirkungsmechanismen der Hormone. Berlin—Heidelberg—New York, 1967, 668—673.
- May, J. D. Interrelationships of thyroid hormones in chickens. — Zootechn. Int., 1980, 10, 32—34.
- Pitot, H. C., Yatvin, M. B. Mammalian hormones and enzymes. — Physiol. Rev., 1973, 53, 220—225.
- Rotzsch, W. Einführung in die funktionelle Biochemie der Zelle. Leipzig, 1970.
- Singh, A., Reineke, E. P., Ringer, R. K. Comparison of thyroid secretion rates in chickens as determined by (1) goiter prevention, (2) thyroid hormone substitution, (3) direct output and (4) thyroxine degradation methods. — Poultry Sci., 1968, 47, 205—211.
- Slebodzinski, A. Schilddrüse. — In: Veterinärmedizinische Endokrinologie. Jena, 1975, 197—232.
- Thommes, R. C., Hylka, V. W. Plasma iodothyronines in the embryonic and immediate post-hatch chick. — Gen and Comp. Endocrinol., 1977, 32, 417—422.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
13/II 1984

**BIOKEEMILISTE PROTSESSIDE ISEÄRASUSI BROILERITE
INTENSIIVSE KASVU PERIOODIL**

Broilerite intensiivse kasvu ja arengu põhjuseks on kilpnäärme ja mõnede ferment-süsteemide suur hormonaalne aktiivsus. Kilpnäärme normist kõrgem aktiivsus tingis erütrotsüütide ATPaasi ja lihaste Na-, K-ATPaasi aktiivsuse tõusu ning vere üldvalgu hulga ja vere valgufraktsioonidest γ -globuliini sisalduse suurenemise. On näidatud võimalust kasutada mõnede fermentide (aspartaat- jaalaniin-aminotransferaas, leeliseline fosfataas) aktiivsuse näitajaid broilerite varase arengu iseloomustamiseks.

**THE CHARACTERISTICS OF SOME BIOCHEMICAL PROCESSES
DURING THE RAPID GROWTH PERIOD OF BROILER CHICKS**

The results of the present study suggest that the rate of thyroxine and some other hormones secretion may play a role in the determination of the growth intensity in broiler chicks. The high level of ATPase activity in the erythrocytes and in the liver, and the Na and K-ATPase activity in the muscles as well as the blood protein content was determined by a relatively high thyroid activity. There was a conclusion that the activity of some hormones (aspartate and alanine-aminotransferase, alkaline phosphatase) may be used as the characteristics of the early growth rate of broilers.