

УДК 577.115:636.52/.58

И. В. Котович, О. П. Позывайло, С. Ю. Зайцев

**СОСТОЯНИЕ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА
ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «РОСС 308»
В ПЕРИОД ИНТЕНСИВНОГО РОСТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЖИВОЙ МАССЫ**

Исследовано состояние углеводного обмена 10-дневных цыплят-бройлеров разной живой массы кросса «Росс 308» Смолевичской бройлерной птицефабрики. Установлено, что к концу первой декады периода выращивания организм цыплят характеризуется высокой интенсивностью углеводного обмена. У бройлеров с живой массой, соответствующей технологической норме, отмечаются более высокие значения активности лактатдегидрогеназы, сорбитол-дегидрогеназы в плазме крови и печени и содержания молочной кислоты в плазме крови.

Введение

В птицеводстве наиболее успешным и экономически рентабельным является производство мяса бройлеров. По прогнозам международных организаций, к 2022 году оно будет занимать первое место в мире [1]. В Республике Беларусь бройлерное птицеводство является одной из наиболее перспективных и динамично развивающихся отраслей аграрного сектора экономики. Однако необходимо отметить, что постоянное внедрение новых технологий выращивания высокопродуктивных кроссов нередко сопряжено с изменением метаболического статуса организма птицы и с развитием различных заболеваний (гепатиты, мочекаменный диатез, алиментарная и токсическая дистрофия, гиповитаминозы и др.) [2]. Это приводит к снижению продуктивности бройлеров, ухудшению качества продукции и увеличению затрат на единицу ее производства. Поэтому одной из главных задач птицеводческих предприятий является обеспечение сохранности поголовья птицы и получение здорового и интенсивно растущего молодняка.

В таких условиях первостепенное значение приобретает своевременная оценка физиологического состояния птицы, что позволит своевременно выявлять нарушения протекания метаболических процессов на стадии доклинических проявлений заболеваний, а также проводить необходимые лечебно-профилактические мероприятия и своевременно корректировать кормление и содержание птицы.

В связи с этим весьма актуальной является задача определения референтных величин, позволяющих интерпретировать протекающие в организме птицы обменные процессы в различные периоды ее роста и развития.

В оценке метаболического статуса организма животных важное значение принадлежит изучению интенсивности углеводного обмена. Среди характеризующих его показателей определяют содержание глюкозы и молочной кислоты, а также активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и сорбитолдегидрогеназы (СДГ) в плазме (сыворотке) крови и в тканях [3]–[5].

ЛДГ локализована в цитоплазме клетки и катализирует заключительный этап гликолиза – превращение пирувата в L-лактат. Активность ЛДГ отражает соотношение между аэробным и анаэробным путями метаболизма в тканях и регулирует скорость и направленность интегрального процесса гликолиз-глюконеогенез в тканях живых организмов [6].

Сорбитоловый (полиольный) путь является альтернативным процессом метаболизма глюкозы в организме животных. Ключевой этап данного процесса – обратимое превращение сорбитола во фруктозу – протекает при участии СДГ, также локализованной в цитоплазме клетки. В норме через полиольный путь в среднем превращается 10–15% глюкозы. Он также обеспечивает регуляцию метаболизма клетки в целом [7]–[11].

Сорбитоловый и гликолитический путь метаболизма моносахаридов взаимосвязаны между собой у различных видов животных [12]

ЛДГ и СДГ относятся к индикаторным ферментам, активность которых в сыворотке (плазме) крови отражает функциональное состояние печени [3]–[5], [13], [14].

В литературе имеется достаточно большое количество работ, посвященных исследованию показателей углеводного обмена у птицы. В то же время они проводились, в основном, на фоне использования кормовых добавок, ветеринарных препаратов или экспериментального моделирования различных патологий. Поэтому определенный теоретический и практический интерес представляет исследование показателей углеводного обмена для определения референтных величин, характеризующих состояние метаболизма организма птицы на определенных этапах его онтогенеза.

Целью нашей работы является исследование показателей углеводного обмена у цыплят-бройлеров в период их наиболее интенсивного развития.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- 1) определить содержание глюкозы и молочной кислоты в плазме крови бройлеров 10-дневного возраста с разной живой массой;
- 2) определить активность ЛДГ и СДГ, их соотношение и корреляционную зависимость в плазме крови и печени цыплят данных групп.

Методы исследования. Экспериментальные исследования были проведены на двух группах 10-дневных цыплят-бройлеров кросса «Росс 308» Смоленской бройлерной птицефабрики. В данный возрастной период птица характеризуется высокими темпами роста. Первая группа бройлеров имела живую массу ($M \pm \sigma$), соответствовавшую производственным технологическим показателям ($206,00 \pm 18,841$ г), а у второй группы цыплят живая масса была ниже нормативных критериев ($151 \pm 21,331$ г).

Для получения плазмы крови в качестве антикоагулянта использовали динатриевую соль этилендиаминтетраацетата (ЭДТА- Na_2).

В плазме крови определялись следующие показатели:

– содержание глюкозы и молочной кислоты с использованием наборов НТК «Анализ-Х» (Республика Беларусь), «Ольвекс Диагностикум» и «Витал Диагностикс СПб» (Российская Федерация);

– активность ЛДГ (КФ 1.1.1.27) и СДГ (КФ 1.1.1.14) [3], [15], [16]. Об активности ферментов судили по убыли в реакционной смеси НАДН, которую регистрировали на спектрофотометре СФ-46 при длине волны 340 нм.

В печени была определена активность вышеуказанных ферментов. Для этой цели были приготовлены гомогенаты с использованием 0,1 М трис-НСI-буфера (рН = 7,45) с предварительным разведением ткани 1:49.

Между активностью ЛДГ и СДГ печени и плазмы крови были рассчитаны соответствующие энзимные соотношения, а также корреляционные зависимости.

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась с использованием программ «Биолстат» и «Microsoft Excel».

Результаты исследования и их обсуждение

Первая декада выращивания цыплят-бройлеров характеризуется высокой интенсивностью их роста. Поэтому несомненную теоретическую и практическую ценность в данный период имеет изучение метаболического статуса организма птицы. Одной из составляющих его оценки является изучение активности ферментов углеводного обмена. Среди исследованных нами ферментов наиболее высокая активность установлена для ЛДГ (таблица 1). Активность данного фермента оказалась выше у цыплят, живая масса которых соответствует производственным нормативам: в плазме крови – на 20,61%, а в печени – на 30,97% ($P < 0,001$) соответственно. Это свидетельствует о более интенсивном характере окислительно-восстановительных процессов у данной группы бройлеров в 10-дневном возрасте.

Таблица 1 – Активность ферментов углеводного обмена и коэффициенты энзимных соотношений ($M \pm \sigma$) в плазме крови и в печени 10-дневных бройлеров кросса «Росс 308» с разной живой массой

Исследованные показатели	Плазма крови		Печень	
	1-я группа цыплят	2-я группа цыплят	1-я группа цыплят	2-я группа цыплят
ЛДГ, нкат/л	12700,96 ± 643,087	10530,55 ± 284,210***	3385,78 ± 138,215	2585,21 ± 210,666***
СДГ, нкат/л	209,00 ± 22,915	196,94 ± 26,202	778,08 ± 42,937	712,22 ± 29,998*
ЛДГ/СДГ	61,54 ± 9,258	54,41 ± 8,965	4,36 ± 0,355	3,64 ± 0,411*

Примечание: активность ферментов в печени выражена в нкат/г ткани.

*P < 0,05; ***P < 0,001 по отношению к цыплятам 1-й группы.

Сходная тенденция была обнаружена И. В. Котовичем (2004) и для цыплят-бройлеров кросса «Смена» [15]. Однако активность ЛДГ у цыплят кросса «Росс 308» значительно выше. Так, в печени бройлеров данного кросса, имевших живую массу, соответствующую нормативным технологическим критериям, активность ЛДГ оказалась выше на 30,81% ($P < 0,01$) по сравнению с птицей кросса «Смена». У бройлеров сравниваемых кроссов, которые имели низкую живую массу, активность ЛДГ также была более высокой (16,86%) у цыплят кросса «Росс 308», но она оказалась недостоверной ($P > 0,05$). Указанные различия в активности можно объяснить тем, что бройлеры кросса «Росс 308» имеют более высокие темпы роста.

Проведенный сравнительный анализ активности СДГ у исследованных групп цыплят кросса «Росс 308» показал, что сорбитоловый путь превращения глюкозы наиболее активен у бройлеров с более высокой живой массой. Однако разница по сравнению с гликолитическим путем здесь менее существенная. Так, активность СДГ у цыплят 1-й группы в печени лишь на 9,25% ($P < 0,05$), а в плазме крови – на 6,12% ($P > 0,05$) выше в сравнении с бройлерами, имевшими живую массу, не соответствующую технологическим нормативам. Также следует отметить, что сорбитоловый путь обмена углеводов у цыплят кросса «Росс 308» несколько выше по сравнению с птицей кросса «Смена». При этом более значительной (19,35%, $P < 0,05$) оказалась разница у цыплят, имевших низкую живую массу.

Поскольку ЛДГ и СДГ для своего функционирования используют кофермент НАД, определенный интерес представлял расчет соотношения их активностей и корреляционных связей между ними. Соотношение ЛДГ/СДГ показывает доминирование гликолитического пути превращения глюкозы над полиольным. У бройлеров с более высокой живой массой данный показатель в печени оказался выше на 19,78% ($P < 0,05$), а в плазме крови – на 13,10% ($P > 0,05$).

Корреляционная зависимость между ЛДГ и СДГ в печени и плазме крови носила отрицательный характер ($r_1 = -0,37$ и $-0,66$ в 1-й группе цыплят и $r_2 = -0,60$ и $-0,81$ во 2-й группе бройлеров соответственно).

Сравнение соотношения активности исследованных ферментов в печени к их активности в плазме крови показывает ярко выраженную специфичность СДГ (таблица 2). Данный показатель для СДГ в среднем в 14–15 раз выше по отношению к ЛДГ.

Таблица 2 – Соотношение активности ферментов углеводного обмена печени к активности ферментов плазмы крови у бройлеров 10-дневных бройлеров кросса «Росс 308» с разной живой массой

Показатели	1-я группа цыплят ($M \pm \sigma$)	2-я группа цыплят ($M \pm \sigma$)
ЛДГ _{печени} /ЛДГ _{плазмы}	266,87 ± 11,562	245,36 ± 16,608*
СДГ _{печени} /СДГ _{плазмы}	3742,57 ± 242,810	3655,48 ± 373,711

Примечание – *P < 0,05 по отношению к цыплятам 1-й группы.

Помимо расчета активности ферментов, мы определили также концентрацию глюкозы и молочной кислоты в плазме крови цыплят (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание глюкозы и молочной кислоты в плазме крови бройлеров 10-дневных бройлеров кросса «Росс 308» с разной живой массой

Показатели	1-я группа цыплят (M ± σ)	2-я группа цыплят (M ± σ)
Глюкоза, ммоль/л	7,55 ± 0,211	8,12 ± 0,259**
Молочная кислота, ммоль/л	1,90 ± 0,086	1,64 ± 0,103**

Примечание – **P < 0,01 по отношению к цыплятам 1-й группы.

Уровень глюкозы у бройлеров 1-й группы оказался на 7,02% (P < 0,01) ниже, а молочной кислоты – на 15,85% (P < 0,01) выше по сравнению с цыплятами, имевшими живую массу, не соответствовавшую технологическим нормативам. Это свидетельствует о том, что у бройлеров с более высокой живой массой глюкоза как энергетический субстрат более интенсивно вовлекается в обменные процессы. В определенной степени это подтверждается и более высокими отрицательными значениями коэффициентов корреляции между содержанием глюкозы и активностью ЛДГ в плазме крови ($r_1 = -0,36$ в 1-й группе цыплят против $r_2 = -0,29$ во 2-й группе). Между содержанием глюкозы и уровнем молочной кислоты также выявлена обратная зависимость ($r_1 = -0,75$ и $r_2 = -0,48$ соответственно). При этом между активностью ЛДГ и содержанием молочной кислоты отмечалась прямая взаимосвязь ($r_1 = 0,88$ и $r_2 = 0,56$).

Выводы

Проведенные нами исследования по изучению состояния углеводного обмена у цыплят-бройлеров 10-дневного возраста кросса «Росс 308» позволяют сделать следующие выводы:

1. У цыплят, имеющих живую массу, соответствующую плановым производственным показателям, отмечается более высокая активность ЛДГ и СДГ в печени и плазме, а также более высокое содержание молочной кислоты в плазме крови. Более низкий уровень глюкозы в плазме крови цыплят этой группы свидетельствует об активном вовлечении ее в тканях в метаболические процессы.

2. Установлен характер взаимосвязи альтернативных путей превращения глюкозы у цыплят-бройлеров в период их наиболее интенсивного роста. Гликолитический путь метаболизма глюкозы преобладает над сорбитоловым (полиольным) путем. При этом между активностью ключевых ферментов данных процессов (соответственно ЛДГ и СДГ) отмечается ярко выраженная отрицательная корреляция.

3. Определение активности индикаторных ферментов (ЛДГ и СДГ), а также содержания глюкозы и молочной кислоты в плазме крови в комплексе с другими клинико-биохимическими показателями может быть использовано для оценки метаболического статуса организма цыплят-бройлеров разной живой массы в период их активного роста.

Літаратура

1. Груздев, К. Н. Ветеринарные проблемы в промышленном производстве России / К. Н. Груздев // 1-й Междунар. ветеринар. конгресс по птицеводству, Москва, 18–22 апр. 2005 г. – С. 1–5.
2. Бессарабов, Б. Ф. Незаразные болезни птиц / Б. Ф. Бессарабов. – М. : КолосС, 2007. – 175 с.
3. Методические указания по контролю за состоянием обмена веществ у цыплят-бройлеров / Б. Я. Бирман [и др.]; НАН Респ. Беларусь, М-во сельского х-во и продовольствия Респ. Беларусь, Ин-т эксперимент. ветеринарии НАН РБ, Витебская гос. акад. ветеринар. медицины. – Минск, 2003. – 23 с.
4. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / И. П. Кондрахин [и др.]; под ред. И. П. Кондрахина. – М. : КолосС, 2004. – 520 с.
5. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермолаев. – Минск : Ураджай, 1988. – 168 с.
6. Горбач, З. У. М₄-ізаформа лактатдэгідрогеназы печані: рН-залежныя змены кінетычных параметраў / З. У. Горбач, Я. Я. Сазонаў // Весці акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – Мінск, 1995. – № 1. – С. 61–66.
7. Жармухамедова, Т. Ю. Некоторые физико-химические и кинетические свойства сорбитдегидрогеназы : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04 / Т. Ю. Жармухамедова; Рос. Акад. Наук. Ин-т почвоведения и фотосинтеза. – Пушкино, 1995 – 17 с.
8. Козицкий, З. Я. Нікотинамідні нуклеотиды в регуляції поліолового шляху обміну глюкозы / З. Я. Козицкий, М. М. Великий, Ю. В. Хмельевський // Укр. біохім. журнал. – 2002. – Т. 74, № 4а (додаток 1). – С. 10.
9. Судовцов, В. Е. Гетерогенность сорбитолдегидрогеназы из цитоплазмы клеток мозга млекопитающих / В. Е. Судовцов, А. Л. Асланиди // Биол. науки. – 1990. – № 2. – С. 35–41.
10. Судовцов, В. Е. Влияние сахаров на активность сорбитолдегидрогеназы из цитоплазмы клеток печени быка / В. Е. Судовцов, Т. Ю. Жармухамедова // Известия Акад. наук СССР. Серия биологическая. – 1990. – № 4. – С. 612–615.
11. Tulsiani, D. R. P. Resolution and Partial Characterization of Two Aldehyde Reductases of Mammalian Liver / D. R. P. Tulsiani, O. Touster // J. Biol. Chem. 1977. – V. 252. – P. 2545–2550.
12. Головацкий, И. Д. Сорбитоловый, гликолитический и пентозофосфатный пути метаболизма моносахаридов у различных видов животных, их единство и взаиморегуляция / И. Д. Головацкий, Е. М. Макух // Биохимия с.-х. животных и Прод. программа. Всесоюзный симпозиум : тез. докл. / Укр. с.-х. акад. – Киев, 1989. – С. 20–21.
13. Комаров, Ф. И. Биохимические исследования в клинике / Ф. И. Комаров, Б. Ф. Коровкин, В. В. Меньшиков. – Элиста : АПП «Джангар», 1999. – 250 с.
14. Хазанов, А. И. Функциональная диагностика болезней печени / А. И. Хазанов. – М. : Медицина, 1988. – 304 с.
15. Котович, И. В. Индикаторные ферменты сыворотки крови и тканей цыплят-бройлеров в возрастной динамике и при патологии печени : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.04 / И. В. Котович ; ВГАВМ. – Витебск, 2004. – 20 с.
16. Gerlach, U. Sorbitol dehydrogenase / U. Gerlach // Methods of Enzymatic Analysis. – Third Edition. – Verlag Chemie, 1983. – V. III. – P. 112–117.

Summary

The study of carbohydrate metabolism of ten days old broiler chickens «Ross 308» (Smolevichi poultry farm) of different weight is conducted. It's revealed that growing of broiler chickens is characterised by the intersivity of carbohydrate metabolism.

Поступила в редакцию 13.12.11.