20.Козлов, В. И. Структурно-функциональная организация микроциркуляторного русла в скелетной мышце / В. И. Козлов, Н. Д. Васильева, Ж. Т. Иксакова // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. –1982. –Т. 32, № 1. – С. 7-21.
21. Блинков, С. М. Определение плотности капиллярной сети в органах и тканях человека и животных независимо от толщины микротомного среза / С. М. Блинков, Г. Д. Моисеев //Доклады академии наук СССР. –1961. –Т. 140, № 2. – С. 465-468.

УДК 636.52/.58.087.8; 636.52/.58:612.12

ЭНЗИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ГРУДНЫХ МЫШЦАХ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «РОСС 308» ПРИ ВЫПАИВАНИИ ПРОБИОТИКА «БИЛАВЕТ-С»

Али Омар Хуссейн Али

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28
e-mail:ggau@ggau.by)

Ключевые слова: *пробиотик, «Билавет-С», цыплята-бройлеры, мышцы, ферменты, биохимия.*

Аннотация. *Под влиянием пробиотика «Билавет-С» увеличивается концентрация гликогена в грудных мышцах, повышается активность СДГ (SDG). Под влиянием пробиотика более экономно расходуются энергетические запасы мышц, что способствует активизации роста цыплят-бройлеров.*

ENZYMATIC PROCESSES IN THE PECTORAL MUSCLES OF CHICKENS-BROILERS KROSS 308 WHEN WATING PROBIOTIC BILAVET-C

Ali Omar Hussein Ali

EI «Grodno State Agrarian University»
(Belarus, Grodno, 230008, Tereshkova st., 28
e-mail:ggau@ggau.by)

Key words*: probiotic, bilavet-C, chicken-broilers, muscles, enzymes, biochemistry.*

Summary. *Under influence of probiotic " Bilavet-C" increases glycogen concentration in the thoracic muscles .increases the activity of SDG .under influence of probiotic more economically consumed energy reserves of muscle that helps to activate the growth of chickens broilers.*

(Поступила в редакцию 20.06.2016 г.)

Введение. В процессе фило- и онтогенеза одним из проявлений адаптации организма к окружающей среде является состояние двигательной активности, где за основу взято мышечное сокращение. По

данным литературных источников [1, 2, 3], мышцы являются смешанными и представляют совокупность мышечных волокон с определенными морфофизиологическими и гистохимическими характеристиками. Познание структурно-функциональной организации соматической мускулатуры позволяет более глубоко понять процессы приспособления мышечной системы к различным дестабилизирующим стресс-факторам (например, гиперкинезия, гиподинамия). Данные, полученные В. Ф. Машанским и др. [4], В. И. Шевцовым и др. [5], указывают на непосредственное участие соматической мускулатуры в формировании устойчивости организма к внешним экстермальным факторам.

Ссылаясь на исследования Г. А. Наследова [6], можно констатировать, что в мышечной системе существуют определенные закономерности в сочетании морфофизиологических, гистохимических и ряда других признаков. Естественно, разные количественные сочетания указанных признаков приводят к соответствующим функциональным возможностям мышц [7, 8].

На основании гистохимических исследований было обнаружено три типа мышечных волокон, а именно: белые, красные и промежуточные волокна или типы А, В и С [9, 10]. Можно дать точную характеристику указанных типов волокон: для белых мышечных волокон (А или тип I) свойственна высокая гликолитическая активность, низкая окислительная активность и высокая активность миофибриллярной АТФазы; для красных мышечных волокон (В или тип II) характерна средняя гликолитическая активность, высокая активность окислительных ферментов и миофибриллярной АТФазы; промежуточные мышечные волокна (С или тип III) имеют низкую гликолитическую активность, среднюю окислительную и низкую активность миофибриллярной АТФазы. Следует заметить, что уровень активности миофибриллярной АТФазы отражает скоростные характеристики скелетных мышц.

Как отмечают R. N. Armstrong et al. [11], различные типы мышечных волокон отличаются по наличию энергетических субстратов, а именно липидов и гликогена. Чаще липидные включения контактируют с митохондриями и присущи красным и промежуточным мышечным волокнам, а гранулы гликогена встречаются в виде скоплений между миофибриллами под сарколеммой или же в виде единичных включений.

Особенностью мышечной системы является тот факт, что к моменту рождения животного заканчивается основная дифференциация клеточных элементов и формируются мышечные волокна, хотя поперечнополосатая исчерченность слабо выражена. Дальнейший процесс миогенеза тесно связан с рождением и, следовательно, с резкой сменой условий его развития и содержания [12]. Изучение морфофизиологиче-

ских механизмов, лежащих в основе локомоторных процессов, важно не только с физиологической и биологической, но и с практической точки зрения [13]. Таким образом, исследование структурно-функциональной организации мышц позволит более полно раскрыть адаптационные процессы, происходящие в мышечной системе животных при воздействии экзо- и эндогенных факторов.

Широкомасштабная компания по ограничению использования кормовых и терапевтических антибиотиков при выращивании животных и птицы послужила широкому применению пробиотиков. Актуальность использования пробиотиков в рационах птицы является средством профилактики сальмонеллеза, колибактериоза, кампилобактериоза без использования антибиотиков. Пробиотики в отличие от антибиотиков не вызывают привыкания со стороны условно патогенных микроорганизмов [14, 15].

В поддержании постоянства внутренней среды организма важную роль играет местная и общая защита пищеварительного тракта. Среди неспецифических факторов местной защиты одно из ведущих мест принадлежит нормальной микрофлоре. В результате использования антибиотиков из кишечника элиминируются, наряду с патогенными микробами, и представители нормальной микрофлоры, обусловливающие наличие колонизационной резистентности желудочно-кишечного тракта. Деконтаминация кишечника приводит к образованию свободной от микробов экологической ниши, которая заселяется экзогенными микроорганизмами сразу же после прекращения антибиотикотерапии [16].

До настоящего времени мы не имеем четких представлений об особенностях структурно-функциональной организации скелетной мускулатуры разной функциональной специализации у птиц разного продуктивного направления при применении пробиотиков. В настоящее время для наращивания мышечной массы, стимуляции постнатального миогенеза, восстановления поврежденной мышечной ткани применяются различные методические приемы. Например, одним из таких приемов является электрическая или механическая стимуляция активности спинномозговых ганглиев, иннервирующих скелетные мышцы, применение фармакологических препаратов, биологически ак-тивных добавок, соответствующей диеты и факторов, стимулирующих постнатальный миогенез.

Учитывая важное общебиологическое значение обсуждаемой проблемы, концептуальным является исследование взаимосвязи между особенностями структурной организации скелетных мышц и их функциональной специализацией у птиц, а также определение тонкой, субмикроскопической морфологии, лежащих в основе реализации адапта-

ционно-компенсаторных и метаболических процессов при использовании пробиотика «Билавет-С».

Цель работы: изучить энзиматические показатели грудных мышц цыплят-бройлеров кросса «РОСС 308» при выпаивании отечественного пробиотического препарата «Билавет-С».

Материал и методика исследований. Для проведения оценки ферментативных процессов в грудных мышцах (поверхностная большая грудная мышца – m. pectoralis superficialis major, глубокая грудная (надкоракоидная, подключичная) – m. pectoralis (supracoracoideus) использовали цыплят-бройлеров кросса «РОСС; ROSS 308» 35-дневного возраста по 5 голов из контрольной и опытной групп. Цыплятам опытной группы выпаивали пробиотик в дозе 1-2 мл на голову, с содержанием жизнеспособных клеток в 1,0 г препарата не менее $1x10^7$. Пробиотик выпаивали с 2 по 8 день, с 15 по 20 день и с 30 по 35 день.

Для приготовление гомогената мышц образцы ткани разрушали в 5 объемах 50 мМ К-фосфатного буфера, рН 7,6, в стеклянном гомогенизаторе при $t+4^0C$. Экстракты получали центрифугированием гомогенатов в течение 60 мин при 2000 g при $t+4^0C$. Определяли активность лактатдегидрогеназы (ЛДГ), (КФ 1.1.1.27), каталазы (КФ 1.11.1.6), сукцинатдегидрогеназы (СДГ), (КФ 1.3.99.1), скорость гликолиза и растворимы белок по методу G. L. Peterson [17]. Активность ферментов определяли на спектрофотометре Specord M 500 с использованием центрифуги Sigma 4K15.

Определение активности ЛДГ. В состав реакционной смеси входили 50 мМ К-фосфатный буфер, рН 7,2, 1,6 мМ пируват и 0,2 мМ НАДН в объеме 3,0 мл. После преинкубации в течение 3 мин при $t+37^0C$ реакцию запускали добавлением исследуемого экстракта мышц и измеряли убыль поглощения при длине волны 340 нм в течение 2 мин [18].

Определение каталазы. В опытной пробе к 1,0 мл 0,03% H_2O_2 на 10 мМ трис-HCl буфере, рН 7,4, добавляли 10,0 мкл экстракта. Реакционную смесь инкубировали 10 мин при $t+37^0C$, реакцию останавливали добавлением 0,5 мл 4%-го раствора молибдата аммония. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре при длине волны 410 нм в кювете 1 см. Контрольная проба не содержала H_2O_2. В «холостой» пробе 1,0 мл 0,03% H_2O_2 вместо экстракта добавляли 10,0 мкл H_2O. Активность фермента рассчитывали, исходя из коэффициента молярного поглощения окрашенного продукта $\varepsilon = 2220$ [19].

Определение СДГ. Активность СДГ определяли по снижению оптической плотности раствора при длине волны 600 нм в результате восстановления 2,6-ДХФИ в присутствии феназинметасульфата. Реак-

ционную смесь объемом 2,0 мл, состоящую из 25 мМ К-фосфатного буфера, pH 7,2, 25 мМ сукцината натрия, 1 мМ феназинметасульфата, 2,5 мМ цианида калия и 0,05 мМ 2,6-ДХФИ, инкубировали в течение 3 мин при t+37^{0}C, реакцию запускали внесением образца белка (50 мкл гомогената) и регистрировали изменение оптической плотности в течение 2 мин [20].

Определение скорости гликолиза. Скорость гликолиза определяли в реакционной смеси объемом 0,2 мл, содержащей 5 мМ К-фосфатного буфера, pH 7,4, 10 мМ глюкозу, 10 мМ $MgCl_2$, 8 мМ АТФ, 1 мМ NAD^+и 0,1 мл экстракта. Реакцию проводили в течение 30 мин при t+37^{0}C и останавливали, добавляя $HClO_4$ до конечной концентрации 3%. Контрольные пробы не содержали NAD^+. Концентрацию глюкозы определяли с помощью набора реактивов «Глюкоза ФС «ДДС» (ЗАО «Диакон-ДС»[18].

Определение растворимого белка. К 0,5 мл раствора с содержанием белка 1-50 мкг приливали 1,0 мл реагента А, перемешивали и оставляли смесь на 10 мин при комнатной температуре (+20^{0}C). Затем добавляли 0,25 мл реагента В, перемешивали и через 30 мин считывали поглощение при длине волны 750 нм. Количество белка в пробах находили по калибровочному графику, построенному с использованием БСА в качестве стандарта. Для получения реагента А смешивали равные объемы СТС-раствора (10% Na_2CO_3, 0,2% тартрат Na, 0,1% $CoSO_4$), 10%-го ДСН, 0,8N NaOH и воды. Реагент Б получали смешиванием 2 N фенольного реагента Фолина-Чокальтеу и воды в соотношении 1:5 [17].

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе постнатального онтогенеза скелетные мышцы претерпевают ряд последовательных циклов ростовых и дифференцировочных процессов, что в конечном итоге приводит к формированию дефинитивной структуры, обладающей широким спектром метаболических возможностей. Параллельно совершенствуются регуляторные механизмы на всех уровнях организации. Все это вместе обеспечивает резкое расширение функционального диапазона, повышение надежности функционирования и работоспособности, т.е. адаптационных возможностей скелетных мышц. В полном согласии с морфологией развиваются энергетические механизмы мышц.

Таким образом, повышение надежности физиологических систем и адаптационных возможностей скелетных мышц в ходе онтогенеза является следствием возрастного расширения их функционального диапазона.

Поперечнополосатые мышцы бывают красными (богатыми миоглобином), белыми (лишенными миоглобина) и промежуточных типов.

Как правило, красные мышцы сокращаются более медленно и не так быстро утомляются, как белые. Кровоток в красных мышцах в покое может быть в три раза интенсивнее, чем в белых, но при работе возрастает сильнее в белых, чем в красных. По составу ферментов белые мышцы лучше приспособлены к анаэробному гликолизу, а красные – к окислительному обмену (таблица).

Таблица – Сравнительная физиологическая и биохимическая характеристика мышц

Красные мышцы	Белые мышцы
Много крупных митохондрий	Мало митохондрий
Имеется запас липидов	Нет запаса липидов, но много гликогена
Высокая активность фосфорилазы	Низкая активность фосфорилазы
Высокая активность цитохромоксидазы и большое количество НАД● Н	Высокая активность мышечной лактатдегидрогеназы
Высокая активность сукцинатдегидрогеназы	Низкая активность сукцинатдегидрогеназы
Окислительный обмен	Анаэробный гликолиз
Утомляется медленно	Утомляется быстро

Для развития и функционирования мышечной системы необходимо обеспечение энергетическими запасами. В анаэробных условиях это осуществляется за счет фосфагенной и гликолитической систем. Скоростные свойства мышц зависят от высокого анаэробного потенциала (большие запасы АТФ, креатин фосфата, гликогена). Известно, что основным источником энергии для мышечной деятельности являются жирные кислоты, углеводы (в основном глюкоза) и аминокислоты. Энергозатраты, превышающие окислительные возможности мышц, активизируют гликолиз, в этом случае глюкоза становится незаменимым источником энергии. Глюкоза запасается организмом в основном в виде гранул гликогена.

Как свидетельствуют наши данные, в опытных группах цыплят отмечалось более экономное и менее энергозатратное использование гликогена. В частности, гликолиз в контрольной группе достигал 0,152±0,011 мкмоль/мин./г ткани, в опыте – 0,113±0,020 мкмоль/мин./г ткани. Можно также считать, что цыплята в эксперименте были более устойчивы к стресс-факторам, что в итоге отражалось на продуктивности птицы.

Известно, что ЛДГ содержится в мышцах в двух формах, одна из них характерна для сердца и адаптирована к высокому уровню кислорода и к окислительному обмену, другая характерна для скелетных мышц и адаптирована к низкому содержанию кислорода. Содержание ЛДГ в грудных мышцах в контроле достигало 9,89±2,32 мкмоль/мин/г ткани, в опыте – 6,24±1,02 мкмоль/мин/г ткани. ЛДГ – гликолитический фермент, катализирующий обратимую реакцию восстановления

пировиноградной кислоты в молочную кислоту. Оптимальный синтез ЛДГ под влиянием пробиотика позволяет контролировать содержание молочной кислоты в мышцах, что естественно сказывается на их функциональной деятельности. Следовательно, снижаются затраты энергии на энзиматические процессы в организме цыплят-бройлеров.

СДГ – фермент, локализуется на внутренних мембранах митохондрий, занимает центральное место в цикле Кребса и является индикатором аэробного метаболизма. Анализ активности СДГ в грудных мышцах показывает, что активность фермента в опыте превышает контрольный показатель на 81,91% ($P<0,01$). Активизируется белковый синтез, о чем свидетельствует увеличение концентрации растворимого белка в опытных образцах на 26,40% ($P<0,05$). Исходя из проведенного анализа, можно представить следующую схему влияния пробиотика на функциональную деятельность мышц цыплят-бройлеров (рисунок).

Рисунок – Функциональное состояние соматической мускулатуры цыплят-бройлеров под влиянием пробиотика.
Схема (по: В. В. Малашко и др., 2015)

Заключение. Ранний миогенез грудных мышц обусловлен главным образом делением так называемых «саттелитных» клеток и их слиянием с мышечными волокнами. В грудных мышцах цыплят-бройлеров, особенно кросса «РОСС 308», содержится значительно больше саттелитных клеток по сравнению с более медленно растущими кроссами. Скелетные мышцы являются объектом воздействия не только физических нагрузок, но и других факторов, таких как электрическая или механическая активация, применение ростостимулирующих средств.

В результате проведенных исследований обнаружена связь высокой интенсивности метаболизма грудных мышц на фоне использования пробиотика «Билавет-С» при выращивании цыплят-бройлеров. Изложенная в этой статье трактовка результатов может оказаться перспективной для более глубокого исследования влияния пробиотических препратов на функциональные системы организма животных и птицы.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ НАН Беларуси, проект № МС 15-020.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршавский, И. А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И. А. Аршавский. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
2. Appell, H. I. The fiber composition of the semitendinosus muscle of the rabbit / H.I . Appell, F. Hammersen // Cell and Tissues Res. – 1979. – Vol. 196, №3. – P. 531-540.
3. Stein, I. M. Histochemical classification of individual skeletal muscle fibres of the rat / I. M. Stein, H. A. Padykula // Amer. J. Anat. –2002. –Vol. 110. – P. 103-123.
4. Машанский, В. Ф. Ранние реакции клеточных органоидов / В. Ф. Машанский, И. М. Рабинович. – Л.: Наука, 1987. – 120 с.
5. Шевцов, В. И. Мышечные веретена при удлинении конечности: проприорецептивный конфликт или дефицит активности? / В. И. Шевцов, М. С. Сайфутдинов, Н. К. Чикорина // Бюл. эксперим. биол. и мед. – 2008. – Т. 146, № 7. – С. 114-116.
6. Наследов, Г. А. Тоническая мышечная система позвоночных / Г. А. Наследов. – Л.: Наука, 1980.– 187с.
7. Малашко, В. В. Развитие скелетных мышц телят в постнатальном онтогенезе при использовании препарата Гамавит / В. В. Малашко, И. П. Лишик (И.П. Белых)// Весці Нацыянальнай акадэміі навук, серыя аграрных навук. – 2012. – № 1. – С. 63-69.
8. Малашко, В. В. Цитологические и метаболические перестройки в организме телят под воздействием низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) / В. В. Малашко, И. П. Лишик (И. П. Белых) // Настоящее и будущее биотехнологии в решении проблем экологии, медицины, сельского, лесного хозяйства и промышленности: сб. науч. тр. – Ульяновск, 2011. – С. 120-124.
9. Ogata, T. Histochemical study of ocidative enzymes in verterbral muscle / T. Ogata, M. Mori // J. Histochem. – 2004. – Vol. 12, № 3. – P. 171-182.
10. Romanul, F.C. Enzymes in muscle. A histochemical studies of enzymes in individual muscle fibres / F.C. Romanul // Arch. Neurol. –2004. – Vol. 11. –P. 355-368.
11. Armstrong, R. N. Distribution of the fiber types in locomotory muscles of dogs / R. N. Armstrong, C. W. Saubert, H. I. Seehrman // Amer. J. Anat. – 1982. – Vol. 163. – P. 87-97.
12. Davey, D. F. Morphometric analysis of rat extensor digitorum longus and soleus muscles / D. F. Davey, S.V.P. Wong // Austral. J. Exp. Biol. Med. Sci. – 2010. – Vol.58, pt. 3. – P. 213-230.

13. Шишкин, М. А. Закономерности эволюции онтогенеза / М. А. Шишкин // Ж. общей биологии. – 2001. – Т. 62. – С. 38-54.
14. Михалюк, А. Н. Производственные испытания пробиотической кормовой добавки «Бацинил-К» в составе кормов для выращивания птицы / А. Н. Михалюк, А. В. Малец, А. А. Сехин // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун–т; В.К. Пестис (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2015. – Т. 30. – С. 158-167.
15. Шарипова, А. Ф. Влияние пробиотической добавки "Ветоспорин-актив" на эффективность выращивания цыплят-бройлеров / А. Ф. Шарипова // Ученые записки Казан.гос. акад. ветеринар. медицины им. Н. Э. Баумана. - Казань, 2015. - Т. 221(1). -С. 253-258.
16. Бабина, М. П. Иммунная реактивность цыплят-бройлеров в онтогенезе и ее коррекция микробными препаратами / М. П. Бабина. – Витебск, 2002. – 114 с.
17. Peterson, G. L. A simplification of the protein assay method of Lowry et al which is more generally applicable / G. L. Peterson // Anal. Biochem. – 1977. – Vol. 83. – P. 346-356.
18. Северин, С. Е. Практикум по биохимии: учеб. пособие / С. Е. Северин, Г. А. Соловьева. – М.: Изд–во МГУ, 1989. – С. 273-274.
19. Королюк, М. А. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк, Л. И. Иванова, И. Т. Майорова // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16-19.
20. Орехович, В. Н. Современные методы в биохимии / В. Н. Орехович. - М.: Медицина, 1977. – С. 44-46.

УДК 637.2:619:618.14

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛЮКОЗО-СОЛЕВОГО РАСТВОРА И КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «ГАЛЕКТРО-ПЛЮС» В ПОСЛЕРОДОВЫЙ ПЕРИОД У КОРОВ

Д. В. Воронов, Ю. Н. Бобёр, А. А. Долгий, А. П. Харитонов

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь
(230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: *коровы, новотельный период, болезни, профилактика.*

Аннотация. *В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности глюкозо-солевого раствора и кормовой добавки «Галектро-плюс» при профилактике послеродовой патологии у коров. Установлено, что «Галектро-плюс» эффективно нормализует показатели крови у новотельных коров, способствуя быстрому (на 30% по сравнению с контролем) восстановлению животных после отёла.*

D. U. Voranau, Y. N. Babior, A. A. Douhi, A. P. Horitonov

Grodno State Agrarian University
(Belarus, Grodno, 230008, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: *dairy cow, blood, an after calving period, morbidity.*

Summary. *Results of researches on an assessment of efficiency of dextrose-salt solution and "Galektro-plus" feed additive at prevention of postnatal pathology*