

## К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОРГАНИЗМ ЖИВОТНЫХ

**В работе дан анализ существующего положения дел по проблеме оценки воздействий биологически активных веществ на организм животных. Предложена и апробирована методика исследований, обеспечивающая получение объективной информации об особенностях действия оцениваемых веществ на живой организм.**

Проблема оценки действия биологически активных веществ (БАВ) на живой организм не может быть решена без учета интенсивности обменных процессов в самом организме, ибо как мы можем видеть на примере исследований В.М. Газдарова и др. (1969), К.М. Солнцева, С.С. Васильченко (1971), Т.Ш. Шарманова (1980), С.А. Мирошникова (2002) и т. д., оценка действия одних и тех же БАВ в одних и тех же дозах на модели одного и того же вида животных, но в различных физиологических состояниях, способно привести к противоположным эффектам и, следовательно, может быть по-разному истолковано.

В этой связи наиболее правильным будет изучение действий БАВ на организм с учетом возрастных изменений в последнем, дабы через понимание ростовых трансформаций в каждый из возрастных периодов жизни организма прийти к объективной оценке влияния на него оцениваемого фактора.

Критически оценивая сложившуюся методическую базу по изучению возрастных изменений в теле, достаточно легко выделить два подхода к данной проблеме. Один из них это традиционный взгляд на данную систему как структуру, изменяющуюся по линейному закону, другой – это рассмотрение всех процессов, происходящих в организме с точки зрения колебательной их природы.

Хронологически формирование теоретического базиса этих направлений в исследовательской работе происходило одно за другим. В начале XX века благодаря исследованиям Н.П. Чирвинского, Дж. Хэммонда и их последователей достоянием науки стали материалы о возрастных (ростовых) изменениях в организме животного. До этого момента наука о росте животных, как таковая, не имела цельной теории, описывающей возрастные изменения. После, с учением Дж. Хэммонда стало ясно, что организм животного, развиваясь как целое, является в то же время совокупностью частей с

разной направленностью и неодинаковой интенсивностью роста, мало того, даже в пределах отдельных частей рост протекает неравномерно, а единые, на первый взгляд образования, такие как скелет животного состоят из фрагментов с разной скоростью роста. Вместе с тем, эта неравномерность в росте частей организма рассматривалась Дж. Хэммондом и его сторонниками в рамках равномерного развития всего тела животного с одной или двумя точками перегиба ростовой кривой («S» – образный изгиб – по S. Brody, 1945). Таким образом рост рассматривался как процесс, свободный от колебательных изменений. Именно поэтому с появлением первых исследовательских работ, указывающих на наличие ритмов в весовых и линейных приростах животных, равно как и в секреторной деятельности пищеварительных и прочих желез, эти факты были отнесены в разряд случайных событий, не связанных напрямую с процессом роста животного (С.Г. Сипачев, 1970). В объяснение этого приводился феномен скользящего суммирования случайностей, получившего название эффекта Слуцкого. Но впоследствии, благодаря работам научных школ А.П. Дмитроченко, П.Д. Пшеничного, К.Б. Свечина, В.И. Федорова и др., было показано, что причины ритмичности роста далеко не случайны и происходят из самой организации организма. Было предложено и объяснение этого явления как смена периодов собственного роста периодами дифференциации в организме (В.И. Федоров, 1973).

Таким образом, ритмичность вошла в науку как одна из закономерностей роста животных. В то же время противоречия в новой теории возрастных изменений не позволили широко использовать ее в практике, ибо даже определив ростовые события в организме сменой актов собственного роста и дифференциации его тканей, оказалось невозможным точно опередиться с зависимостью этих процессов как друг от друга, так и от внешних условий.

Как стало известно, ростовая кривая крайне подвижна и если и зависит от генетической природы организма и его возраста, то в не меньшей степени определяется геомагнитными полями земли, атмосферным давлением (Г.Т. Хайнацкая, 1963; П.Я. Гушин и др., 1996), а главное уровнем кормления животных. Именно поэтому применение периодической смены уровня кормления на практике в подавляющем числе экспериментов приводит к повышению энергии роста животных, независимо от периода смены в 2, 3, 4, 5, 30 и более дней, что трудно объяснить связью с 10-12 – дневным периодом колебаний ростовой кривой.

Эта недосказанность явилась основной причиной того, что учение о ритмичности роста, так заметно изменившее наши взгляды на положение вещей, в то же время крайне мало внесло в теоретические основы такой прикладной дисциплины как зоотехния. И, до сегодняшнего дня в подавляющем числе экспериментов, выполненных в рамках этой науки, рост животных оценивается по традиционным стереотипам как неравномерный, но все-таки поступательно затухающий процесс. Это приводит к вполне определенному искажению действительности и рождает все большее число противоречий в толковании фактов.

Рассмотрим несколько примеров таких противоречий. Так, по рекомендации ARC (1984) энергетическая ценность суточного прироста молодняка крупного рогатого скота ( $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ ) определяется только двумя показателями – массой тела животного ( $m_0$ ) и его среднесуточным приростом ( $m$ ) через уравнение:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = m (6,28 + 0,0188 m_0) / 1 - 0,3m$$

Таким образом, при увеличении значений  $m$  и постоянной  $m_0$  величина энергии прироста неуклонно должна увеличиваться, хотя с учетом ритмических изменений в организме животного это совершенно не так, и существующий экспериментальный материал также это подтверждает. В частности, по работе С.А. Копыл, Н.К. Пивовара, В.В. Прониной (1985) функция, описывающая зависимость чистой энергии от прироста живой массы имеет ярко выраженный колебательный характер и настолько подвижна, что в течение 12-13 дней диаметрально меняет свое направление. Авторы фиксировали получение у одних и тех же животных прироста живой массы тела в 2,05 и 0,12 кг/сут с интервалом в 6-8 дней при одном и том же уровне

чистой энергии в 34,1-34,8 МДж/гол/сут. Тогда как по уравнению ARC (1984) разница в количестве чистой энергии в приросте в данных условиях должна составлять 35-40 раз.

Данное явление могло быть объяснено концепцией ритмичности роста, но судя по доступной литературе, так и не получило непротиворечивого толкования.

Все вышесказанное достаточно красноречиво характеризует несостоятельность традиционного способа анализа возрастных изменений в организме животного, а главное ограниченность самого метода оценки результатов взаимодействий в системе «организм – исследуемый фактор».

Причины этого кроются в изначальном стремлении экспериментатора установить изменения в растущем организме животного при непрерывном во времени воздействии данного фактора, которое продолжается весь главный учетный период.

Ограниченность данного метода познания тем очевиднее, если речь идет об изучении воздействия на организм ферментных препаратов, так как непродолжительный период поступления их в организм через изменение некоторых функций в развивающемся теле способно влиять на последующий ход онтогенеза. Это обстоятельство интересно во временном понимании так, если эксперимент продолжается время «Т», то согласно существующему пониманию роста по В.И. Федорову (1973) этот период подразделяется на более короткие, предельные отрезки времени  $t_0, t_1, t_2 \dots t_n$  за каждый из которых организм проходит через один период ростовой кривой (один полупериод роста + один полупериод дифференциации). В результате под воздействием исследуемого фактора в течение времени « $t_0$ » организм пройдет через акт роста и развития и как бы «запомнит» произведенное на него воздействие, т. к. за этот период появятся «новые» структуры тела и почти полностью обновятся «старые». Белок печени, например, обновляется за 3-4, белок мышц – за 10-15 суток, В.М. Газдаров, Л.В. Решетова, Г.Г. Черепанов, 1974). Это приведет к изменению картины взаимодействия в системе «организм – исследуемый фактор» в последующий за « $t_0$ » период времени « $t_1$ ».

Таким образом, исследуемый фактор определяя процесс формирования тканей организма в период времени « $t_0$ », уже тем самым предопределяет рост и развитие организма в пери-

од « $t_1$ », также как затем « $t_0$ » и « $t_1$ » будут определять характер роста в период времени « $t_2$ » и т. д. В итоге к концу опыта экспериментатор фиксирует состояние организма после «п» – числа периодов смены актов роста и развития живого тела и прямое действие фактора перемещивается с последствием настолько, что понять причины происходящего не всегда бывает возможным.

В этой связи наиболее оптимальным представляется в традиционную, (идеальную) схему двух обязательных групп – контрольной, не получающей БАВ, и опытной, получающей его на протяжении всего опыта, введение еще одной или более групп, получающих БАВ в рационе кратковременно. Последнее позволит рассмотреть изменения в организме животного, связанные с исследуемым фактором по двум градиентам между показателями.

Для иллюстрации высокой информативности предложенного метода можно привести результаты исследований, выполненных на модели цыплят-бройлеров при исследовании воздействия ферментного препарата Авизим 1200. Авизим 1200 содержит бета-глюканазу (IUB № EC 3.2.1.6), ксиланазу (IUB № EC 3.2.1.8), и протеазу (IUB № EC 3.4.2.4. 28) с активностью 100, 2600, 800 М. ед./ч, соответственно

Для проведения опыта было отобрано 90 недельных цыплят кросса «Смена II», которые по принципу аналогов были разделены на три группы, и в течение подготовительного периода находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Начиная с 3-недельного возраста они были переведены на режим основного учетного периода, предполагавшего для контрольной группы дачу основного рациона. Опытная птица дополнительно получала ферментный препарат в дозе 0,1% от массы корма, соответственно, в I опытной группе в течение

Таблица 1. Динамика живой массы подопытных бройлеров, г

Неделя учетного периода	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Начало периода	521,0±4,83	514,0±7,66	515,0±7,95
1	766,0±6,27	793,3±6,99***	801,4±9,20***
2	1117,3±8,42	1207,8±8,35***	1210,0±14,31***
3	1324,0±8,93	1432,2±7,93***	1497,1±15,55***
4	1539,3±10,96	1661,1±13,20***	1818,6±17,08***
5	1823,0±12,00	1976,0±18,59***	2087,5±18,69***
6	2146,0±17,99	2351,0±2,54***	2357,5±20,69***

Примечание: \* – P<0,05; \*\* – P<0,01; \*\*\* – P<0,001

первых двух недель учетного периода во II опытной на протяжении всех исследований.

Контроль за ростом и развитием подопытных птиц осуществлялся путем индивидуального взвешивания ежедневно.

Переваримость питательных веществ изучалась по рекомендациям А.И. Овсянникова (1976), ВНИТИПа (1999).

Включение ферментного препарата в рацион подопытных бройлеров оказало непосредственное влияние на рост и развитие подопытных бройлеров. В частности, скармливание препарата уже после первой недели эксперимента обусловило достоверное на 4,0% (P<0,001) превосходство II опытной группы над контрольной по живой массе (табл. 1).

В последующем данная разница ещё больше увеличилась, достигнув 8,3% (P<0,001) в конце второй, 13,1% (P<0,001) – в конце третьей и 18,1% (P<0,001) – по окончании четвертой недели опыта. При этом максимальные расхождения между контрольной и II опытной группой по рассматриваемому показателю отмечались на 32 день учетного периода и составляли 20,4% (P<0,001).

Между тем в последующем наблюдалось снижение относительной скорости роста подопытных бройлеров II опытной группы. Это выражалось в уменьшении превосходства последних над контрольной группой по живой массе до 14,3% (P<0,001), к концу 5 недели опыта и до 9,9% (P<0,001) в конце шестой недели.

При оценке динамики живой массы подопытных бройлеров I опытной группы было установлено, что исключение из рациона ферментных препаратов не указало отрицательного действия на динамику живой массы подопытной птицы. Напротив, превосходство последней над контрольной по живой массе отмечалось нами на протяжении всего учётного периода и составляло для I опытной группы 8,2% в конце третьей, 7,9% – в конце четвертой, 8,4 – в конце пятой и, наконец, 9,6% – в конце 6 недели опыта. Причём во всех случаях различия по живой массе были высокодостоверными (P<0,001).

В тоже время нельзя сказать, что исключение энзимов из рациона совершенно не повлияло на интенсивность роста птицы. Последнее всё же оказало депрессирующее действие на уровень приростов в I опытной группе.

При проведении исследований одним из основных методов оценки влияния ферментных

препаратов на организм подопытной птицы являлось изучение трансформации обмена энергии в живом теле (табл. 2).

Как показывают результаты исследований, скармливание цыплятам ферментных препаратов способствовало увеличению чистой энергии в теле бройлеров. В частности, за 3-6 неделю эксперимента в теле птицы I опытной группы было отложено 15176 кДж/гол чистой энергии, что составило 18,9% от объема валовой энергии, поступившей с кормом за этот период. Птица II опытной группы на 3,6% лучше сверстников из контрольной группы использовала энергию корма.

Так, доля чистой энергии в валовой по контрольной группе составила только 17,3%. Столь незначительная величина определялась наибольшими в контрольной группе потерями энергии с пометом – 38,8% от валовой энергии, и достаточно значительным выделением энергии с теплопродукцией – 43,9%. При этом действие энзимов распространялось и на межклеточный обмен. Так, под действием мультиэнзимного комплекса доля энергии, теряемой с теплопродукцией, составила во II опытной группе только 42,6% ВЭ, что на 1,3% было ниже, чем в контроле.

Анализ показателя потери энергии с теплопродукцией в I опытной группе позволяет установить, что данный показатель был наибольшим – 45,1% ВЭ, также и потери энергии с пометом в III опытной группе.

По результатам исследований можно отметить, что кратковременная дача ферментных препаратов (2 недели) определяет ряд изменений во всем организме птицы, затрагивая при этом как пищеварение, так и межклеточный обмен.

Оценка эффективности межклеточного обмена показывает, что в группах, получавших ферментные препараты непрерывно, значения КПИ ОЭ неуклонно увеличивались с 0,450 до 0,547 по II опытной.

Уровень соответствия всосавшихся метаболитов оказался наилучшим за весь опыт, ибо

переход на рацион с содержанием 16-17% протеина при норме 20-21% (ВНИТИП, 1999) обусловил падение значение коэффициента соответствия до 0,027 в 3-4 неделю опыта. За данный период во II опытной группе отмечено повышение данного показателя до 0,037.

Динамика коэффициента соответствия находилась в обратной зависимости от концентрации обменной энергии.

Исключение ферментного препарата из рациона бройлеров I опытной группы сопровождалось нормализацией эффективности межклеточного обмена. Данный способ позволяет в короткое время определить механизмы взаимодействия организма с энзимами, большая их часть кроется в механизмах пищеварения.

Одним из следствий применения ферментных препаратов явилось перераспределение меди в организме подопытных бройлеров. Так, уже после двух недель скармливания энзимов нами отмечалось достоверное повышение содержания меди в мякоти тушки птицы II опытной группы, составлявшее 32,5%.

Аналогичное действие отмечалось и для крови – 10,9% ( $P < 0,05$ ), смеси тканей костной и центральной нервной системы – 40,9% ( $P < 0,01$ ). В тоже время содержание меди в коже и переподопытной птицы под действием ферментных препаратов снизилось, соответственно, на 27,3% ( $P < 0,05$ ), 52,7% ( $P < 0,001$ ) в I опытной группе.

Несложно заметить, что через скармливание энзимов удалось переместить медь из тканей с низкой метаболической активностью в ткани с высокой интенсивностью обменных процессов. В принципе, это вполне закономерно, если иметь в виду, что в опытных группах птица росла быстрее, следовательно, метаболизм у нее протекал с большей интенсивностью.

Изучение обмена меди дает возможность рассмотреть те процессы, которые лежат в основе изменения эффективности межклеточного обмена в организме в постэнзимный период.

Таблица 2. Баланс энергии в организме подопытных бройлеров за 3-6 неделю учетного периода

Группа	Валовая энергия корма (ВЭ), кДж/гол	Потери энергии с пометом, % от ВЭ	Обменная энергия, кДж/гол	Потери энергии теплопродукцией, % от ВЭ	Чистая энергия прироста	
					кДж/гол	% от ВЭ
Контрольная	81984	388	50180	43,9	14188	17,3
I опытная	80365	36,1	51381	45,1	15176	18,9
II опытная	74790	36,4	47538	42,6	15662	20,9

Таким образом, более объективные данные о влиянии БАВ на организм животных, в общем, и мультиэнзимных комплексов, в частности, можно получить, используя схему исследо-

ваний включающую, как минимум, три группы животных – контрольную и две опытные, соответственно кратковременно и получающих БАВ.

---

**Список использованной литературы:**

1. ВНИТИП. Определение обменной энергии в кормах. Методические рекомендации // Имангулов Ш.А., Егоров И.А., Паньков П.Н. и др. – Сергиев Посад, 1999. – 23 с.
2. Газдаров В.М., Минеев В.С., Нечипуренко Л.И. и др. Влияние возраста и продолжительности скармливания на эффективность ферментных добавок в организме цыплят // Бюл. ВНИИ физиологии и биохимии питания. 1969. Вып. 2(10). – С. 37-40.
3. Газдаров В.М., Решетов Л.В., Черепанов Г.Г. Ферментативные адаптации метаболизма азотистых веществ у с.-х. животных к условиям протеинового питания // Тр. ВНИИФБиП с.-х. животных. – Боровск, 1974. – Т. XIII. – С. 112-119.
4. Гушин П.Я., Лукманов И.Ф. Некоторые итоги и пути дальнейшего изучения закономерностей биологической ритмичности // Научные труды Башкирского НИПТИЖК и Башкирского ГАУ. – Уфа, 1996. – С. 233-236.
5. Копыл С.А., Пивовар Н.К., Пронина В.В. Некоторые закономерности прироста живой массы, отложения энергии энергетической обеспеченности растущих телок при разном уровне кормления // Пути интенсификации производства молока и говядины на Украине / Тезисы докл. науч.-техн. конфер. – Киев, 1985. – С. 31-32.
6. Мирошников С.А. Действие мультиэнзимных композиций на обмен веществ и использование энергии корма в организме птицы // Автореф. дисс... на соискание учёной степени доктора биологических наук. – Оренбург, 2002. – 35 с.
7. Мирошников С.А., Малюшин Е.Н. Влияние ферментных препаратов на использование питательных веществ и рост животных // Тр. ВНИИМС. – 2000. – № 53. – С.408-411.
8. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 302 с.
9. Солнцев К.М., Васильченко С.С. Динамика привесов цыплят при скармливании ферментных препаратов // Сб. науч. трудов Белорусской СХА. – Т. 90. – Горки, 1971. – С.71-77.
10. Федоров В.И. Рост, развитие и продуктивность животных. – М.: Колос, 1973. – 272 с.
11. Хайнацкая Г.Т. Рост и газообмен у цыплят // Сб. науч. работ молодых ученых Всеросс. НИИ птицеводства. – М., 1963.
12. Шарманов Т.Ш. Витамин А и белковое питание. – М.: Медицина, 1980. – 231 с.
13. ARC XVI Techn. review by an Agr. research council working party Common Royal, CAB, London 1984.
14. Brody S. Bioenergetics and Growth – New York, Reinhold, 1945.