

УДК 636.085

UDC 636.085

4.3.1 Технологии машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1 Technologies machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

ОБЗОР И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТАУРИНА В КОМБИКОРМАХ РАЗЛИЧНЫХ ЖИВОТНЫХ И РЫБ

REVIEW AND ANALYSIS OF THE EFFECT OF TAURINE IN COMPOUND FEEDS OF VARIOUS ANIMALS AND FISH

Дорошенко Валентина Александровна
ст. преп.

Doroshenko Valentina Alexandrovna
senior lecturer

РИНЦ SPIN-код: 7160-3796

RSCI SPIN-code: 7160-3796

valy11164@mail.ru

valy11164@mail.ru

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Саркисян Джульетта Славиковна
Инженер

Sarkisian Dzhulietta Slavikovna
engineer

РИНЦ SPIN-код: 7750-6356

RSCI SPIN-code: 7750-6356

juliasarkisyan16@yandex.ru

juliasarkisyan16@yandex.ru

Центра развития территориального кластера «Долина Дона», Ростов-на-Дону

Center for the Development of the territorial cluster "Don Valley, Rostov-on-Don

Саркисян Диана Славиковна
Студент

Sarkisyan Diana Slavikovna
student

РИНЦ SPIN-код: 8500-8112

RSCI SPIN-code: 8500-8112

dengorden00@mail.ru

dengorden00@mail.ru

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Татарова Анастасия Анатольевна
Специалист по учебно-методической работе
РИНЦ SPIN-код: 6197-5851

Tatarova Anastasia Anatolievna
Specialist in educational and methodological work
RSCI SPIN-code: 6197-5851

newyork_61@mail.ru

newyork_61@mail.ru

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Старостин Дмитрий Владимирович
студент

Starostin Dmitry Vladimirovich
student

РИНЦ SPIN-код: 1277-5492

RSCI SPIN-code: 1277-5492

ddmmiitr2004@gmail.com

ddmmiitr2004@gmail.com

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Мартынюк Игорь Олегович
студент

Martyniuk Igor Olegovich
student

РИНЦ SPIN-код:

RSCI SPIN-code:

igor.mart2004@mail.ru

igor.mart2004@mail.ru

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Пехальский Игорь Анатольевич
к.т.н. ведущий научный сотрудник
РИНЦ SPIN-код: 3772-6032

Pekhalskiy Igor Anatolievich
Cand.Tech.Sci., Leading Researcher
RSCI SPIN-code: 3772-6032

dissovet-vim@mail.ru

dissovet-vim@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

Исследование влияния добавок таурина на рост и

A study of the effect of taurine supplements on the

развитие животных, включая птиц, рыб и кошек, показало значительное улучшение метаболизма и антиоксидантной активности. Добавка таурина в корма для цыплят бройлеров (0,25-0,5%) способствовала увеличению массы и снижению затрат кормов. При этом наблюдалось повышение активности антиоксидантных генов, что, в свою очередь, способствовало укреплению защитных систем организма птиц. Поддержание антиоксидантного статуса имеет особое значение для здоровья животных на интенсивных системах выращивания, где они подвержены большему стрессу. В рационе кошек таурин поддерживает здоровье сердечно-сосудистой системы, способствует метаболизму жиров и витаминов, что особенно важно для животных на промышленном питании. Особенно это важно для животных, находящихся на промышленном корме, так как без достаточного поступления таурина кошки могут столкнуться с различными нарушениями здоровья, включая дегенерацию сетчатки и кардиомиопатию. Поскольку кошки не синтезируют таурин в достаточных количествах, его добавление в рацион стало необходимостью для поддержания их здоровья. В рыбоводстве добавление таурина в корма показало положительное влияние на рост, выживаемость и иммунную систему рыб. Таурин способствует улучшению пищеварения и абсорбции питательных веществ, что положительно сказывается на общем состоянии и сопротивляемости к инфекциям. Это особенно важно для аквакультуры, где риск заболеваний повышен. Эти результаты подчеркивают значение таурина как функциональной добавки для улучшения продуктивности и здоровья животных, хотя для выявления оптимальных доз и оценки долгосрочного воздействия требуются дальнейшие исследования

Ключевые слова: ТАУРИН, КОМБИКОРМ, СТАРЕНИЕ, АКВАКУЛЬТУРА, АМИНОКИСЛОТЫ, ДОБАВКА

growth and development of animals, including birds, fish and cats, showed a significant improvement in metabolism and antioxidant activity. The addition of taurine to feed for broiler chickens (0.25-0.5%) contributed to an increase in weight and reduced feed costs. At the same time, an increase in the activity of antioxidant genes was observed, which, in turn, contributed to strengthening the protective systems of the body of birds. Maintaining the antioxidant status is of particular importance for the health of animals in intensive rearing systems, where they are subject to greater stress. In the diet of cats, taurine supports the health of the cardiovascular system, promotes the metabolism of fats and vitamins, which is especially important for animals on industrial nutrition. This is especially important for animals on industrial feed, since without sufficient taurine intake, cats can face various health problems, including retinal degeneration and cardiomyopathy. Since cats do not synthesize taurine in sufficient quantities, its addition to the diet has become necessary to maintain their health. In fish farming, the addition of taurine to feed has shown a positive effect on the growth, survival and immune system of fish. Taurine helps to improve digestion and absorption of nutrients, which has a positive effect on the general condition and resistance to infections. This is especially important for aquaculture, where the risk of disease is increased. These results highlight the importance of taurine as a functional supplement for improving animal productivity and health, although further research is needed to identify optimal doses and assess long-term effects

Keywords: COMBINE HARVESTER; STRIPPER HEADER; CUTTERBAR; INJURY; CRUSHING; WHEAT; GRAIN

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-203-043>

Введение

По оценкам ООН, к 2050 году мировое население достигнет 9,7 миллиарда человек, что потребует увеличения производства продовольствия на 60 % по сравнению с текущими уровнями. В частности, производство животного белка, включая мясо и молочные продукты, может вырасти почти на 70 %, а аквакультуры — на 90 % для удовлетворения

<http://ej.kubagro.ru/2024/09/pdf/43.pdf>

потребностей мирового спроса. Эти цифры подчеркивают важность повышения эффективности производства белка и кормов для животных [1].

Производство комбикормов также играет ключевую роль в обеспечении животноводства, которое производит продукты питания с высоким содержанием белка, такие как мясо, рыба и молочные продукты. Мировое производство комбикормов оценивается более чем в 1 миллиард тонн в год с оборотом свыше 400 миллиардов долларов, что подчеркивает его экономическое значение. Спрос на комбикорма продолжает расти, особенно в развивающихся странах, где растет потребление белков животного происхождения.

Рост населения и спроса на животные белки стимулируют развитие технологий кормопроизводства и поиск устойчивой сырьевой базы, что особенно важно в условиях ограниченности природных ресурсов. Однако помимо, качественного источника белка, в кормах необходимы добавки, которые ведут к устойчивому приросту массы животного или рыбы, улучшают аминокислотный профиль (в том числе таурин), и которые в свою очередь являются безопасными. Необходимо отметить, что таурин в современном кормопроизводстве применяется уже более 20 лет. Данная аминокислота была получена в 1827 году из бычьей желчи, откуда и получила свое название «*Taurinus*», что в переводе с латыни означает «бык». Таурин может быть восполнен с пищей, но у некоторых видов животных процесс усвоения таурина воссоздания ограничен, что делает важным её присутствие в рационе. Он играет важную роль в поддержании здоровья, особенно для кошек, собак, птиц, рыб и свиней.

Дефицит таурина в раннем возрасте вызывает у животных функциональные нарушения в скелетных мышцах, глазах и центральной нервной системе, связанные с нарушениями, связанными со старением. Старение — сложный процесс, влияющий на все органы. Снижение функций связано с "признаками старения." К основным признакам

старения можно отнести: нестабильность генома, нарушение восприятия питательных веществ, митохондриальная дисфункция, истощение стволовых клеток, накопление стареющих клеток. Ослабление функций органов также связано с изменениями концентраций метаболитов, гормонов и микроэлементов в крови.

Неясно, являются ли эти изменения следствием или причиной старения. Если молекула в крови является движущей силой старения, то коррекция ее уровня в молодости замедлила бы старение и увеличила продолжительность здоровой жизни.

Более того, с возрастом концентрация таурина и его метаболитов в некоторых тканях снижается, а прием добавки таурина у молодых животных улучшает функции некоторых органов.

Были опубликованы многочисленные исследования, касающиеся потребности в таурине у домашних кошек и собак, однако потребность у объектов аквакультуры и сельскохозяйственных животных остается актуальным. Их роль и влияние весьма неоднозначно, поэтому целью настоящего исследования является проведение анализа для систематической оценки использования таурина и его роль в кормлении различных животных и рыб.

Действие таурина на цыплят бройлеров. Исследование добавки в количестве 0,25 % таурина в рацион для цыплят бройлеров способствовало повышению роста и снижению затрат кормов на прирост живой массы цыплят. Добавка 0,50 % таурина имела заметное положительное действие в стартовый период. Помимо этого была проведена комплексная оценка антиоксидантной способности сыворотки и печени. Бройлеры в группах где в кормах содержался таурин показали меньшее содержание гена отвечающего за старение (MDA), причем содержание таурина в кормах 0,5

% повысило активность ген SOD¹, GPX² и GSH³ у бройлеров отвечают за антиоксидантную защиту. Такую же активность показало исследование по снижению липидов при содержании таурина в кормах 2,50, 5,00 и 7,50 г/кг живой массы. Соответственно корма с добавлением таурина повысили метаболизм липидов [2]. Исследования, связанные с лечением хронического воздействие тепла у бройлеров, с добавлением кормового таурина (при его чистоте 98,8 %) в некоторой степени улучшил морфологию кишечника у птиц, подвергнутых хроническому воздействию. Однако экспрессия транспортеров аминокислот в кишечнике снижена за счет этого воздействия, и ввод добавки не привел к положительному результату, что говорит от нарушений работы кишечника [3] и лечение таким образом нецелесообразно. Подобные исследования были проведены в Нанкинском сельскохозяйственном университете (Китай), результаты были аналогичны. Однако противоположный результат был получен в лаборатория Цзянсу (Китай) по производству и обеспечению безопасности продуктов питания животного происхождения. Добавление таурина 5,00 г/кг рациона, улучшил характеристику туши бройлеров, подвергающихся хроническому тепловому стрессу, способствуя липолизу для получения энергии, усиливая синтез белка и подавляя деградацию белка в грудных мышцах [4].

Отечественные исследования были проведены в период 2009-2016 года на базе ФБГОУ ВО КУБГАУ, таурин положительно влиял на рост цыплят, и уменьшение потребления корма, однако при дефиците аминокислот, а именно на несбалансированных рационах выросла сумма аминокислот, мочевины и таурина в печени почти на 1,0-1,15 %, что свидетельствует о напряженных процессах по нейтрализации излишних

¹ Супероксиддисмутаза (SOD) катализирует дисмутацию супероксидного радикала в перекись водорода.

² Глутатионпероксидаза (GPX) катализирует реакцию и восстанавливает перекись водорода до воды, используя восстановленный глутатион в качестве кофактора.

³ Восстановленный глутатион (GSH) входит в состав второго уровня антиоксидантной защиты, который включает витамин Е, глутатион и аскорбиновую кислоту, поглощающие свободные радикалы.

аминокислот. Как следствие влияние таурина на рост и развитие цыплят бройлеров требует дополнительных исследований, и является актуальным направлением.

Влияние таурина в кормах для кошек. Таурин — жизненно важная аминокислота для кошек, которую их организм почти не вырабатывает самостоятельно, поскольку синтез из цистеина ограничен низкой активностью ферментов цистеиндиоксигеназы и цистеинсульфиновокислотной декарбоксилазы. Таурин также участвует в связывании желчных кислот, предотвращая повреждение сосудов, улучшает всасывание жиров и жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К) в кишечнике и снижает уровень холестерина, триглицеридов и липопротеинов низкой плотности, что подтверждает исследования проведенные в университете Шанхая .

Достаточно много исследований было проведено по изучению влиянию таурина на кошек. Проведенное исследование в Румынском Университете медицины и фармации, показал, что таурин и его производные проявляют значительный потенциал как ингибиторы активности тромбоцитов и могут обладать антитромботическими свойствами, что подтверждено исследованиями на животных и человеке *in vivo*, *ex vivo* и *in vitro*. Гетерогенность методов и популяций затрудняет анализ и объединение данных, поэтому требуются дополнительные исследования на животных для валидации существующих выводов [5].

Примером высококачественного корма с таурином является «Prey Model Raw» (Англия), содержащий 80-87% мышечного мяса и субпродукты (5 % печени и прочих органов), что соответствует естественному рациону кошек. Вторым популярным вариантом для поддержания оптимального уровня таурина в рационе кошек является «Franken Prey» (Польша), который имитирует кормовую модель добычи.

В коммерческом сегменте представлен корм «Frank's ProGold» (Нидерланды), сочетающий дегидрированное куриное мясо, злаки и добавки, обогащенные таурином и другими микроэлементами (таурин – 2 г/кг).

Корма, такие как «Friskies» (Россия, Венгрия), также предлагают сбалансированное питание с содержанием таурина (390 мг/кг) и комплекса витаминов и минералов, включая железо, цинк и медь, которые способствуют общему здоровью кошек различных возрастов [6].

По рекомендованным дозировкам добавок таурина, для собак с диагнозом ДКМ дозы составляют примерно 500 мг 3 раза в день для животных весом около 11-14 кг и 1000 мг 3 раза в день для собак весом 23-27 кг. Для кошек рекомендованное количество таурина в промышленном корме составляет от 250 до 500 мг на кг корма. [7].

Таким образом, корм, богатый животными белками, и добавки таурина играют ключевую роль в поддержании здоровья сердечно-сосудистой системы и предотвращении дефицита таурина у питомцев.

Влияние замены метионина таурином и дополнительной добавки таурина на продуктивность и антиоксидантную способность кур-несушек. Таурин, серосодержащая аминокислота, синтезируемая из и цистина. Эффект замены метионина ТАУ оценивали *in vivo* и *in vitro*. Оценивали влияние замены метионина на ТАУ и дополнительной добавки ТАУ на продуктивность и антиоксидантную способность кур-несушек [8]. В дальнейшем использовались первичные гепатоциты и эпителиальные клетки кишечника цыплят, выращенных *in vitro*. На скорость несения, потребление корма, массу яиц и эффективность использования корма не влияли, серосодержащая аминокислота, синтезируемая из метионина и цистина, играет жизненно важную роль в поддержании окислительно-восстановительного баланса, путем замены ТАУ или дополнительной добавки ТАУ [9]. Таким образом, частичная замена таурина метионином

(21-42%) не оказывает влияния на яйценоскость кур. Таурин усиливает антиоксидантную способность гепатоцитов, но не энтероцитов, и может ли таурин оказывать улучшенное действие на антиоксидантную способность, необходимо проверить в условиях окислительного стресса [10]. А также открытым и малоизученным остаётся вопрос форма активного таурина ввода в комбикорм.

Таурин в кормах для рыб. Рыбная мука ценится в аквакормах за высокий уровень белка, качественный аминокислотный состав, усвояемость и полезные микроэлементы. Однако её дефицит и высокая цена стимулируют поиск растительных заменителей, таких как соевый и пшеничный шрот. Но растительные белки ограничены из-за антипитательных веществ и нехватки некоторых аминокислот и микроэлементов. Таурин - это аминосульфоновая кислота, которой богата рыбная мука, но отсутствует в ингредиентах растительного происхождения, и не расщепляется для энергетических целей в тканях рыбы. Количество таурина в рыбной муке в пересчете на сырую массу в среднем составляет около 0,1–1% от сухого вещества (0,125 грамма таурина на 100 г рыбной муки), однако содержание таурина не было обнаружено в муке растительного происхождения (кукурузная, соевая, пшеничная мука и белый рис) [11]

Недавние исследования в области аквакультуры подчеркнули важность пищевого таурина для множества физиологических функций водных животных, включая улучшение зрения у личинок золотоголового морского леща, облегчение всасывания в кишечнике и утилизации пищевых липидов путем конъюгации с желчными кислотами сенегальской камбалы (*Solea senegalensis*), повышение антиоксидантной способности у африканского сома (*Clarias gariepinus*), модулирование иммунной функции кишечника у белого амура (*Stenopharyngodon idella*), повышение

осморегуляторной способности радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*), усиление роста личинки нильской тилапии (*Oreochromis niloticus*) [12].

Различная способность к биосинтезу таурина у разных видов рыб в значительной степени объясняется существенно различной активностью двух ключевых ферментов, участвующих в синтезе таурина *de novo*, включая цистеинсульфинатдекарбоксилазу (CSD) и цистеиндиоксигеназу (CDO). В исследованиях [21] для лососевых рыб (например, радужная форель и атлантический лосось): добавление 0,5–1,5% таурина к диете показало улучшение роста, увеличенную выживаемость и улучшенную усвояемость корма, и повышение усвояемости белка.

Для морского окуня и других хищных рыб, таких как камбала: дозы в пределах 0,5–2,0% таурина показали улучшение роста и здоровья, особенно при низком содержании рыбной муки в рационе [13]. Для морского окуня увеличение массы тела и коэффициента конверсии корма было заметно при добавлении таурина в количестве 15 г/кг диеты (примерно 1,5%).

Для развития полностью функциональной зрительной системы млекопитающих необходимы адекватные уровни таурина. Влияние уровня таурина в рационе на зрительные функции европейского морского окуня (*Dicentrarchus labrax*) были проведены рядом ученых из Центр ветеринарной медицины, Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США, Роквилл, Мэриленд.

Для тилапии и карпа: добавление 0,5–1,0 % таурина к рациону привело к увеличению показателей роста, улучшению усвоения жиров и белков, что было проведено в Департаменте морских наук и наук об окружающей среде, Хэмптон-колледж, Хэмптон, Вирджиния, США. Установлено, что добавление таурина в такой рацион значительно улучшало показатели роста и активность пищеварительных ферментов. Активность ферментов, отвечающих за метаболизм углеводов и липидов,

также увеличивалась, что свидетельствует о лучшей способности перерабатывать углеводы. Оптимальное содержание трибутирин-таурина в рационе для максимального роста оценено в 0,08 %.

Таким образом, добавление соответствующих доз таурина в рацион с низким содержанием рыбной муки может улучшить показатели роста и эффективность корма и соотношение белковой продуктивности.

Метионин и таурин - это аминокислоты (АА), которых обычно не хватает при замене рыбной муки растительными белками при кормлении молоди обыкновенного серебристого горбыля (*Argyrosomus regius*). Исследование показывает, что требуется достаточное количество метионина в рационе на растительной основе, чтобы избежать снижения продуктивности рыбы. Более того, добавки с таурином в рационах не смогли смягчить последствия дефицита метионина. Добавки с большим количеством таурина не улучшили показатели .

Использование таурина в кормах на растительной основе при кормлении молоди чехони (*Anoplopoma fimbria*), показал, что таурин накопился в мышцах до 0,34 % концентрации после добавления его в рацион в количестве до 5 г/кг корма. Достижение этого уровня насыщения может способствовать улучшению функций мышечных клеток, повышению их устойчивости к повреждениям и стрессу. Насыщение мышечной ткани таурином может повышать выносливость и силу мышц. Это подтверждает целесообразность добавления таурина в рацион для достижения физиологических эффектов.

Регулирование и политика. Правила использования таурина отличаются в разных странах. В ЕС допустимая доза для человека — до 100 мг/кг массы тела в день. В Китае таурин используется в детском питании, кормах для рыб и некоторых продуктах с установленными пределами. В Японии он признан безопасным и добавляется в корма для животных без строгих дозировок. В США он не считается безопасным для

человека и регулируется как добавка, разрешен в кормах для кур, но запрещен для рыбы и креветок. В России таурин включен в состав БАД и регулируется для специализированных продуктов.

Выводы. Таким образом, можно отметить, что исследования влияния таурина на организм животных показывают его существенное значение для поддержания физиологического здоровья и повышения продуктивности. В частности, добавка таурина в корма для цыплят бройлеров показала положительное воздействие на рост и антиоксидантную защиту организма, однако его влияние зависит от условий и требует дальнейших исследований. Эксперименты подтвердили, что дозировка таурина может существенно улучшать метаболизм липидов и укреплять антиоксидантные системы, но при этом также выявлены случаи недостаточной эффективности при хронических стрессах и дисбалансе питательных веществ.

Влияние таурина на кошек является критически важным, так как этот компонент поддерживает здоровье сердечно-сосудистой системы, регулирует уровень холестерина и помогает в усвоении жиров и витаминов. Результаты различных исследований и данные о составе коммерческих кормов подтверждают, что достаточное содержание таурина в рационе способствует улучшению общего состояния кошек, снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний и почечных проблем, что особенно важно для домашних питомцев.

В кормах для рыб таурин рассматривается как функционально необходимая добавка, способствующая улучшению роста, выживаемости и качественным характеристикам рыбы, особенно в условиях использования растительных источников белка. Исследования показали, что введение таурина улучшает антиоксидантные свойства и осморегуляцию, а также способствует поддержанию целостности клеток, особенно для видов, которые ограничены в синтезе этого компонента.

Таким образом, включение таурина в корма для различных животных, включая птиц, кошек и рыбу, демонстрирует положительный эффект на их здоровье и продуктивность. Однако для полной оценки эффективности и оптимальных дозировок необходимы дополнительные исследования с учетом видоспецифических особенностей, условий содержания и рациона животных.

Благодарности. Работа проведена в рамках выполнения проекта "Разработка персонафицированных кормов нового поколения с растительными и пробиотическими добавками для повышения выживаемости и улучшения здоровья рыб" (FZNE-2023-0003).

Литература

1. Pexas G, Doherty B and Kyriazakis I (2023) The future of protein sources in livestock feeds: implications for sustainability and food safety. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1188467. doi: 10.3389/fsufs.2023.1188467
2. Шейбак В. М. Биосинтез и обмен таурина/ В. М. Шейбак, Л. Н. Шейбак// Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2005. – № 1(9). – С. 9-12.
3. H.L. Han, J.F. Zhang, E.F. Yan, M.M. Shen, J.M. Wu, Z.D. Gan, C.H. Wei, L.L. Zhang,, T. Wang Effects of taurine on growth performance, antioxidant capacity, and lipid metabolism in broiler chickens, *Poultry Science*, Vol. 99.- 2020.- Pages 5707-5717, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.020>.
4. Xiaofang He, Zhuang Lu, Bingbing Ma, Lin Zhang, Jiaolong Li, Yun Jiang, Guanghong Zhou, Feng Gao, Effects of dietary taurine supplementation on growth performance, jejunal morphology, appetite-related hormones, and genes expression in broilers subjected to chronic heat stress, *Poultry Science*, Vol. 98.- 2019.- Pages 2719-2728, <https://doi.org/10.3382/ps/pez054>.
5. W.S. Habashy, M.C. Milfort, K. Adomako, Y.A. Attia, R. Rekaya, S.E. Aggrey, Effect of heat stress on amino acid digestibility and transporters in meat-type chickens, *Poultry Science*, Vol. 96.- 2017.- Pages 2312-2319, <https://doi.org/10.3382/ps/pex027>.
6. Hafeez, A., Akram, W., Sultan, A., Konca, Y., Ayasan, T., Naz, S., Khan, R. U. Effect of dietary inclusion of taurine on performance, carcass characteristics and muscle micro-measurements in broilers under cyclic heat stress. *Italian Journal of Animal Science*, Vol. 20(1).- 2023.- P. 872–77. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1921627>
7. Larsen, Jennifer A. et al. The Role of Taurine in Cardiac Health in Dogs and Cats *Advances in Small Animal Care*, Vol. 1, 227 – 238.- 2020.- DOI: 10.1016/j.yasa.2020.07.015
8. Baseggio Conrado, A., Capuozzo, E., Mosca, L., Francioso, A., Fontana, M. Thiotaurine: From Chemical and Biological Properties to Role in H2S Signaling. In: Hu, J., Piao, F., Schaffer, S., El Idrissi, A., Wu, JY. (eds) *Taurine 11. Advances in Experimental*

Medicine and Biology, vol 1155. – 2019.- Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8023-5_66

9. Guberman, Úrsula Chaves and Merlini, Natalie Bertelis and Perches, Cintia Sesso and Gandolfi, Micaella Gordon and Nascimento, Bruna Menegate and de Sessa, Mariana and de Sousa, Juliana Marques and Brandão, Cláudia Valéria Seullner, 20230416611, English, Journal article, Brazil, doi:10.22456/1679-9216.126976, 1679-9216,

10. Miyazaki, T., Sasaki, SI., Toyoda, A. et al. Impaired bile acid metabolism with defectives of mitochondrial-tRNA taurine modification and bile acid taurine conjugation in the taurine depleted cats. *Sci Rep* 10, Vol.4915.- 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61821-6>

11. Sun M. et al. Encapsulated crystalline lysine and DL-methionine have higher efficiency than the crystalline form in broilers // *Poultry science*. – 2020. – Т. 99. – №. 12. – С. 6914-6924. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.023>

12. Shen GP, Ding ZN, Dai T, Feng JH, Dong JY, Xia F, Xu JJ, Ye JD. Effect of dietary taurine supplementation on metabolome variation in plasma of Nile tilapia. *Animal*. Vol.15(3).- 2021.- P.100167. doi: 10.1016/j.animal.2020.100167. Epub 2021 Jan 22. PMID: 33495095.

13. Пономарева Е.Н., Григорьев В.А., Гуляева А.Ю., Мазанко М.С., Празднова Е.В., Чистяков В.А., Рудой Д.В., Брень А.Б., Сорокина М.Н., Иванов Ю.А. Влияние кормов с пробиотиками на рост, развитие и поведенческие реакции карпа *cyprinus carpio*, стерляди *acipenser ruthenus* и бестера *huso huso* x *acipenser ruthenus*. *Наука Юга России*. 2024. Т. 20. № 2. С. 83-90. DOI: 10.7868/S25000640240211.

References

1. Pexas G, Doherty B and Kyriazakis I (2023) The future of protein sources in livestock feeds: implications for sustainability and food safety. *Front. Sustain. Food Syst*. 7:1188467. doi: 10.3389/fsufs.2023.1188467

2. Shejbak V. M. Biosintez i obmen taurina/ V. M. Shejbak, L. N. Shejbak// *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. – 2005. – № 1(9). – S. 9-12.

3. H.L. Han, J.F. Zhang, E.F. Yan, M.M. Shen, J.M. Wu, Z.D. Gan, C.H. Wei, L.L. Zhang,, T. Wang Effects of taurine on growth performance, antioxidant capacity, and lipid metabolism in broiler chickens, *Poultry Science*, Vol. 99.- 2020.- Pages 5707-5717, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.020>.

4. Xiaofang He, Zhuang Lu, Bingbing Ma, Lin Zhang, Jiaolong Li, Yun Jiang, Guanghong Zhou, Feng Gao, Effects of dietary taurine supplementation on growth performance, jejunal morphology, appetite-related hormones, and genes expression in broilers subjected to chronic heat stress, *Poultry Science*, Vol. 98.- 2019.- Pages 2719-2728, <https://doi.org/10.3382/ps/pez054>.

5. W.S. Habashy, M.C. Milfort, K. Adomako, Y.A. Attia, R. Rekaya, S.E. Aggrey, Effect of heat stress on amino acid digestibility and transporters in meat-type chickens, *Poultry Science*, Vol. 96.- 2017.- Pages 2312-2319, <https://doi.org/10.3382/ps/pex027>.

6. Hafeez, A., Akram, W., Sultan, A., Konca, Y., Ayasan, T., Naz, S., Khan, R. U. Effect of dietary inclusion of taurine on performance, carcass characteristics and muscle micro-measurements in broilers under cyclic heat stress. *Italian Journal of Animal Science*, Vol. 20(1).- 2023.- P. 872–77. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1921627>

7. Larsen, Jennifer A. et al. The Role of Taurine in Cardiac Health in Dogs and Cats *Advances in Small Animal Care*, Vol. 1, 227 – 238.- 2020.- DOI: 10.1016/j.yasa.2020.07.015

8. Baseggio Conrado, A., Capuozzo, E., Mosca, L., Francioso, A., Fontana, M. Thiotaurine: From Chemical and Biological Properties to Role in H2S Signaling. In: Hu, J.,

Piao, F., Schaffer, S., El Idrissi, A., Wu, JY. (eds) Taurine 11. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 1155. – 2019.- Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8023-5_66

9. Guberman, Úrsula Chaves and Merlini, Natalie Bertelis and Perches, Cintia Sesso and Gandolfi, Micaella Gordon and Nascimento, Bruna Menegate and de Sessa, Mariana and de Sousa, Juliana Marques and Brandão, Cláudia Valéria Seullner, 20230416611, English, Journal article, Brazil, doi:10.22456/1679-9216.126976, 1679-9216,

10. Miyazaki, T., Sasaki, SI., Toyoda, A. et al. Impaired bile acid metabolism with defectives of mitochondrial-tRNA taurine modification and bile acid taurine conjugation in the taurine depleted cats. *Sci Rep* 10, Vol.4915.- 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61821-6>

11. Sun M. et al. Encapsulated crystalline lysine and DL-methionine have higher efficiency than the crystalline form in broilers // *Poultry science*. – 2020. – T. 99. – №. 12. – S. 6914-6924. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.023>

12. Shen GP, Ding ZN, Dai T, Feng JH, Dong JY, Xia F, Xu JJ, Ye JD. Effect of dietary taurine supplementation on metabolome variation in plasma of Nile tilapia. *Animal*. Vol.15(3).- 2021.- P.100167. doi: 10.1016/j.animal.2020.100167. Epub 2021 Jan 22. PMID: 33495095.

13. Ponomareva E.N., Grigor`ev V.A., Gulyaeva A.Yu., Mazanko M.S., Prazdnova E.V., Chistyakov V.A., Rudoj D.V., Bren` A.B., Sorokina M.N., Ivanov Yu.A. Vliyanie kormov s probiotikami na rost, razvitie i povedencheskie reakcii karpa cyprinus carpio, sterlyadi acipenser ruthenus i bestera huso huso x acipenser ruthenus. *Nauka Yuga Rossii*. 2024. T. 20. № 2. S. 83-90. DOI: 10.7868/S25000640240211.