

УДК 591.132

## СТРУКТУРА ХИМУСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТРЕССА

*Макаева Виктория Игоревна, аспирант кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, makaeva@rgau-msha.ru*

*Мурадян Екатерина Андреевна, аспирант кафедры физиологии, этологии и биохимии животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, muradyan@rgau-msha.ru*

**Аннотация:** В данной работе приведены теоретические аспекты вопроса структуры химуса у цыплят-бройлеров на основе анализа источников литературы отечественных и зарубежных авторов.

**Ключевые слова:** химус, цыплята-бройлеры, кишечник, стресс

Целью данного обзора литературы является изучение структуры химуса цыплят-бройлеров в условиях технологического стресса.

На основании поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- 1) изучить механизм, с помощью которого длительный стресс отрицательно влияет на прирост мяса у птицы;
- 2) изучить различные методы установления потребности в перевариваемых аминокислотах у бройлеров во время физиологического стресса;
- 3) изучить потенциал питательных веществ или режимов питания для смягчения негативного воздействия стресса.

Бройлерная промышленность как отрасль птицеводства в первую очередь ориентирована на производство белого мяса. Одной из проблем, которую производитель должен преодолеть для достижения этой цели, являются потенциальные стрессоры, которые цыплята-бройлеры могут испытывать в течение периода выращивания. Несомненно, птица ежедневно испытывает различные стрессоры: это может быть как кратковременный стресс, который обычно вызывает незначительные изменения во внутренней среде организма, так и долговременный, или хронический, стресс, несущий значительные последствия для данной отрасли птицеводства [2].

Прежде чем исследовать влияние стресс-факторов на птицу, важно понять основные последствия длительного стресса для животных. Эффекты хронического стресса можно разделить на иммунологические и метаболические [3].

За последние годы исследования показывают, что кортикостероиды ингибируют некоторые функции иммунной системы у различных видов животных, включая пролиферацию лимфоцитов, продукцию иммуноглобулинов, продукцию цитокинов, цитотоксичность и противовоспалительные агенты. У птиц, получавших АКТГ, наблюдалось снижение количества циркулирующих лимфоцитов. Эффектом такого снижения количества лимфоцитов является увеличение соотношения циркулирующих гетерофилов и лимфоцитов, что, вероятно, является наиболее заметным симптомом стресса у домашней птицы. Причина такого снижения числа лимфоцитов, вероятно, связана с регрессией лимфоидной ткани, вызванной присутствием циркулирующего гормона стресса в течение длительного периода времени. Регрессия тимуса, бурсы и селезенки была продемонстрирована у цыплят после введения АКТГ [5].

Вышеупомянутые изменения в иммунной системе могут привести к иммуносупрессии. Исследования *in vitro* показали, что кортизол связывается со специфическими рецепторами лимфоидных клеток, что приводит к изменению функции фермента, образованию нуклеиновой кислоты и снижению синтеза белка. Введение глюкокортикоидов подавляет продукцию и секрецию лейкоцитарных цитокинов интерлейкина-1, интерлейкина-2,  $\gamma$ -интерферона и МНС-II. Снижение количества этих цитокинов и присутствия антигена МНС-II может вызвать нарушение иммунного ответа и устойчивости к болезням, поскольку они играют важную роль как в клеточном врожденном, так и в гуморальном адаптивном иммунитете [4].

Однако наиболее выраженным последствием хронического стресса является изменение метаболической функции. В первую очередь метаболические изменения, вызванные стрессом, сосредоточены на мобилизации или производстве глюкозы для получения энергии, необходимой для поддержания гомеостаза в присутствии стрессора. Было высказано предположение, что во время стресса животные адаптируются, создавая иерархию приоритетов тканей, согласно которой питательные вещества распределяются между определенными тканями в зависимости от их важности. Например, одна гипотеза утверждает, что животные, подвергшиеся стрессу, распределяют питательные вещества по следующим тканям, в порядке от большей к меньшей: нервной, висцеральной, костной, мышечной и жировой [5].

Когда птица первоначально подвергается стрессу, нейрогенная система активизируется и высвобождаются катехоламины – адреналин и норадреналин. Из них адреналин, по-видимому, играет наибольшую роль в изменении метаболизма. Адреналин связывается с  $\beta$ -адренергическими рецепторами на клеточной мембране. Когда это происходит, основным результатом является активация ферментов, в первую очередь активация определенных протеинкиназ, которые сигнализируют организму о необходимости гликогенолиза и глюконеогенеза. Вероятно, основная функция норадреналина во время стресса — индуцировать несократительный термогенез для

обеспечения энергией из жировой ткани скелетных мышц, поскольку большая часть энергии глюкозы передается другим тканям [4].

После активации гипоталамо-гипофизарно-корковой системы и последующей секреции кортизола происходят дальнейшие метаболические изменения, направленные на продукцию и мобилизацию глюкозы. Одной из главных метаболических функций кортизола является содействие глюконеогенезу путем высвобождения из тканей организма субстратов, необходимых для эндогенной продукции глюкозы. С точки зрения производства мяса наиболее вредным эффектом этого действия является катаболизм структурного белка до свободных аминокислот для использования в качестве глюконеогенных субстратов. Имеются доказательства того, что производство глюкозы происходит за счет структурного белка: у птиц, получавших кортизол или АКТГ, наблюдалось увеличение небелкового азота, снижение включения углерода глюкозы в белок и увеличение экскреция мочевой кислоты. Кроме того, присутствие кортизола вызывает так называемый «разрешительный эффект» на действие катехоламинов и глюкагона по мобилизации глюкозы, а также на действие жирных кислот для получения энергии во время стресса. Кроме того, кортизол активирует глюконеогенные ферменты [4, 5].

Помимо влияния на углеводный обмен, кортизол влияет на метаболизм белка. Например, введение кортикостероидов крысам привело к снижению синтеза ДНК и РНК. Этот результат был также отмечен в исследованиях на мышечной ткани крыс и кур: синтез белка в этих тканях снижался при введении глюкокортикоидов. Это снижение синтеза белка происходит именно за счет ткани скелетных мышц, поскольку было показано, что кортикостероиды стимулируют синтез белка в печени. Кроме того, исследования показали, что сердечная мышца не подвержена катаболизму, индуцированному глюкокортикоидами [3].

Секреция глюкокортикоидного гормона также влияет на минеральный обмен. Кортикостероиды напрямую вовлечены в развитие остеопороза у животных, подвергшихся стрессу. Вероятно, это вызвано нарушением кишечной абсорбции кальция за счет ингибирования синтеза белков-переносчиков. Кроме того, глюкокортикоиды поддерживают действие катехоламинов, которые, как было показано, увеличивают экскрецию кальция с мочой и натрия [2].

Высокая плотность посадки и температура окружающей среды являются одними из основных факторов технологического стресса в птицеводстве. Стресс-факторы снижают потребление корма, продуктивность и качество мяса, а также увеличивают уровень смертности цыплят-бройлеров. Растущее число исследований подтверждает участие микробиома кишечника в ряде физиологических процессов, жизненно важных для здоровья и продуктивности птицы, включая энергетический гомеостаз, обмен веществ, здоровье эпителия кишечника, иммунологическую активность и нейроповеденческое развитие. Стресс снижает целостность кишечного барьера и приводит к снижению

усвоения питательных веществ у растущих бройлеров и кур-несушек, что может быть связано с дисбалансом микробиома кишечника [3].

Некоторые исследования с использованием технологий высокопроизводительного секвенирования подтверждают, что тепловой стресс изменяет структуру химуса и состав микробиоты подвздошной кишки и слепой кишки у цыплят-бройлеров. Однако до сих пор неизвестно, как тепловой стресс влияет на микробиоту кишечника [1, 3].

Подавление потребления кормов могло стать основной причиной снижения продуктивности. Однако повышение температуры в боксах с высокой плотностью посадки влияет на пищеварительные процессы и как следствие – на усвоение корма, а также секрецию гормонов, что может напрямую влиять на продуктивность, даже если цыплята-бройлеры потребляли одинаковое количество корма [1, 2].

За исключением исследований теплового стресса, было проведено очень мало исследований, направленных на решение проблемы негативного воздействия стресса на птицу с помощью различных режимов питания. Одной из возможных стратегий улучшения в этой области является проведение исследований в области питания с использованием модели, которая вызывает физиологический стресс у бройлеров без использования конкретного стрессора. Если бы у исследователей были знания о питательном веществе или комбинации питательных веществ, которые потенциально могут смягчить пагубные последствия физиологического стресса, тогда будущие исследования, связанные с питанием и более конкретными стрессорами, могли бы проводиться более эффективно [5].

Другой стратегией борьбы со стрессом с помощью питания было бы установление потребности в аминокислотах во время стрессовых состояний. Если бы было известно больше о потребностях в перевариваемых аминокислотах во время стрессовых состояний, отраслевые диетологи, возможно, могли бы корректировать минимумы аминокислот или коэффициенты переваримости в рационах бройлеров, чтобы более адекватно удовлетворять потребности бройлеров в питании при возникновении известных стрессоров [4].

Во время стресса наблюдается небольшое увеличение потребления корма, сопровождающееся значительным снижением переваривания валовой энергии, углеводов и белков. В период стресса в большей степени снижается переваривание питательных веществ, но не их всасывание в кишечнике [5].

В заключении по исследованиям, представленных выше, становится очевидным, что стресс-факторы играют ключевую роль в определении здоровья и продуктивности цыплят-бройлеров. Хронический стресс, способный привести к значительным изменениям в иммунологической и метаболической системах птиц, является одной из основных проблем современного промышленного птицеводства. Управление стрессовыми факторами на протяжении всего периода выращивания цыплят-бройлеров становится важной задачей для обеспечения их здоровья и максимальной продуктивности. Внедрение

подходов, направленных на минимизацию стресса, таких как улучшение условий содержания, правильное питание и применение адаптогенных добавок, может значительно повысить устойчивость цыплят-бройлеров к неблагоприятным факторам и улучшить конечные результаты промышленного производства.

### **Библиографический список**

1. Косогор, А. В. Эффективность использования суспензии хлореллы в кормлении сельскохозяйственных животных / А. В. Косогор, А. С. Заикина // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : МАТЕРИАЛЫ 74-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Рязань, 20 апреля 2023 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 392-396.

2. Ксенофонтов, Д. А. Применение гидроксизина и аскорбиновой кислоты при выращивании цыплят-бройлеров / Д. А. Ксенофонтов, Е. А. Мурадян, В. И. Макаева // Материалы Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна "Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры" : сборник статей, Москва, 14–17 ноября 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 127-131.

3. Lyte J. M. et al. Cold stress initiates catecholaminergic and serotonergic responses in the chicken gut that are associated with functional shifts in the microbiome //Poultry Science. – 2024. – Т. 103. – №. 3. – С. 103393.

4. Rostagno M. H. Effects of heat stress on the gut health of poultry //Journal of animal science. – 2020. – Т. 98. – №. 4. – С. skaa090.

5. Xing S. et al. Changes in the cecal microbiota of laying hens during heat stress is mainly associated with reduced feed intake //Poultry science. – 2019. – Т. 98. – №. 11. – С. 5257-5264.

УДК 598.28/.29 (470-25)

### **БИОТОПИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДРОЗДА РЯБИННИКА (*TURDUS PILARIS*) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГОРОДА ЗЕЛЕНОГРАДА**

*Маловичко Любовь Васильевна – доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии Российского государственного аграрного университета –*