

23. Сідашова, С. О. Вплив тканинного препарату на нормалізацію статевої функції телиць / С. О. Сідашова // Розведення і генетика тварин : міжвід. тем. наук. зб. – К. : Аграрна наука, 2014. – Вип. 49. – С.236-247.

24. Пищан, С. Сервіс-період та рівень молочної продуктивності голштинських корів за 305 діб лактації / С. Пищан, Л. Літвищенко, А. Гончар // НТБ НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. – 2016. – Т. 4. – С. 176-183.

25. Сідашова, С. О. Репродуктивний потенціал ремонтних телиць за різних схем організації відтворення стада промислового молочного комплексу / С. О. Сідашова // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2018. - № 4. – 106-111.

26. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой технологии, изобретений и рационализаторских предложений. – Москва : ВАИИПИ, 1983. – 149 с.

27. Плохинский, Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н. А. Плохинский. – Москва : Колос, 1969. – 256 с.

28. Генезис і перспективи червоної молочної худоби в Україні / М. В. Гладій, Ю. П. Полупан, І. В. Базишина, А. С. Почукалін, Т. П. Коваль, І. М. Безручченко, Н. Л. Полупан, Н. Г. Михайленко // Розведення і генетика тварин міжвід. тем. наук. зб. – К. : Аграрна наука, 2016. – Вип. 51. – С. 41-60.

29. Українська червоно-ряба молочна порода – результат реалізації нової теорії у скотарстві / А. П. Кругляк, О. Д. Бірюкова, Г. С. Коваленко, Т. О. Кругляк // Розведення і генетика тварин міжвід. тем. наук. зб. – К. : Аграрна наука, 2015. – Вип. 50. – С. 48.

Поступила 13.03.2020 г.

УДК 636.5.09:591.1.18

А. А. СТУДЕНОК¹, В. Ф. РАДЧИКОВ², В. А. ТРОКОЗ¹

СОДЕРЖАНИЕ АРГИНИНА И ГИСТИДИНА В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КУР С РАЗНЫМ ТОНУСОМ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

¹*Национальный университет биоресурсов и природопользования
Украины, г. Киев, Украина*

²*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Целью нашего исследования было установить зависимость содержания отдельных аминокислот в крови кур мясного направления продуктивности от тонуса их автономной нервной системы. Установлено, что куры с преобладанием ваготонического тонуса автономной нервной системы имеют самые низкие показатели по содержанию исследуемых аминокислот среди всех групп. Содержание аргинина у ваготоников было ниже на 49,7 % ($P < 0,05$), чем у кур-симпатикотоников и на 43,4 % по сравнению с животными с уравновешенным тонусом автономной нервной системы (нормотоники). Содержание гистидина показало подобную динамику: куры-ваготоники имели наименьший уровень аминокислоты – на 28,0 и 50,7 % ($P < 0,05$) ниже, чем у кур-симпатико- и нормотоников соответственно.

Ключевые слова: куры, автономная нервная система, тонус, вариационная пульсометрия, кровь, аминокислоты.

LEVEL OF ARGININE AND HISTIDINE IN BLOOD SERUM OF HENS WITH DIFFERENT TONUS OF AUTONOMOUS NERVOUS SYSTEM

¹*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine*

²*Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The aim of our study was to determine dependence of specific amino acids level in blood of meat type hens on the tone of their autonomous nervous system.

It has been determined that hens with predominance of vagotonic tone of autonomous nervous system had the lowest rates of the studied amino acids level among all groups. Arginine content in vagotonics was lower by 49.7% ($P < 0.05$) than in sympathicotonic hens and by 43.4% compared with animals with a balanced tonus of autonomous nervous system (normotonics). Histidine level showed similar dynamics as follows: vagotonic hens had the lowest amino acid level – 28.0 and 50.7% ($P < 0.05$) lower than sympathetic and normotonic hens, respectively.

Keywords: hens, autonomous nervous system, tonus, variational pulsometry, blood, amino acids.

Введение. Сегодня во всем мире куриное мясо является самым дешёвым источником белка животного происхождения для населения. Ежегодно промышленные объёмы производства мяса и яиц птицы увеличиваются. Мировым лидером в производстве мяса бройлеров и индейки являются США. За последние 5 лет ежегодный темп прироста мирового потребления мяса птицы составил около 2 %. Основными потребителями мяса птицы в мире являются США, Китай, Европейский союз, Бразилия. На их долю приходится около 54 % мирового потребления мяса птицы. Кроме низкой цены по сравнению с другими видами мяса оно имеет более ценный аминокислотный и витаминный состав. При сравнении качества белка, содержащегося в мясе бройлеров, с белком мяса млекопитающих установлено, что в белке цыплят-бройлеров количество незаменимых аминокислот достигает 92 %, в белке свинины – 88, баранины – 73 и говядины – 72 %. Содержание неполноценных белков (эластин, коллаген) в мясе птицы составляет 1,5 %, в говядине – 3 и свинине – 5 % [1, 2].

На сегодня все механизмы регулирования белкового обмена и депонирования полезных веществ в продуктах мясного происхождения не известны. Поэтому исследования в этом направлении должны продолжаться. Доказано существенное влияние автономной нервной системы на обмен жиров и углеводов. Доминирующим звеном регуляции деятельности организма животных является функция коры больших полушарий головного мозга. Проведены исследования роли типов высшей нервной деятельности (ВНД) в обмене белков в организме свиней. Было обнаружено, что животные с сильным уравновешенным подвижным, сильным уравновешенным инертным и сильным неурав-

новешенным типами имеют более высокие уровни аминокислотного пула в сыворотке крови, чем свиньи со слабым типом ВНД на 2,9 %, 4,7 и 3,9 % соответственно. Что касается продуктивности этих животных, то у свиней со слабым типом высшей нервной деятельности масса тела была на 14,8 % ($P < 0,01$) ниже, чем у представителей наиболее продуктивного типа – сильного уравновешенного подвижного [3].

Важную роль в регуляции метаболизма играет также автономная нервная система. В частности, доминирование симпатического или парасимпатического отделов влияют на приросты живой массы, что подтверждено в исследованиях на крупном рогатом скоте. У тёлочек с доминированием парасимпатического отдела регистрировалась большая масса тела и размеры приносящих и выносящего трактов левого желудочка сердца, хотя общая его масса была меньше, чем у тёлочек-симпатикотоников. Молокоотдача во время доения у коров джерсейской породы росла с увеличением доминирования симпатического отдела, что ещё раз подтверждает непосредственное влияние автономной нервной системы на продуктивность и развитие организма [4, 5, 6, 7].

Доказано, что иннервация печени симпатическими и парасимпатическими путями непосредственно влияет на метаболизм, синтез новых соединений и отложение в депо питательных веществ корма. В экспериментах с перерезкой блуждающего нерва печени обнаружили, что у подопытных рыб снижаются процессы синтеза и использование глюкозы, липидов, аминокислот. Это вызвано тем, что парасимпатическая нервная система больше не может влиять на АМФ-активируемую протеинкиназу $\alpha 2$ (АМРК $\alpha 2$) в адипоцитах печени через гипоталамус [8].

Полноценный аминокислотный пул, как у животных, так и у человека, играет одну из главных ролей в развитии и росте организма. Недостаточность хотя бы одной незаменимой аминокислоты вызывает значительные нарушения гомеостаза, прекращается набор массы и снижается продуктивность, наблюдается снижение уровня иммунитета и появляется склонность к заболеваниям, что, как следствие, влечёт за собой значительные экономические потери для животноводческих хозяйств.

Аргинин – незаменимая аминокислота для птицы. В отличие от млекопитающих, аргинин не синтезируется в организме птицы. Эта аминокислота является источником в синтезе белков, оксида азота (NO), орнитина и мочевины, которые образуются под действием фермента аргиназы (отсутствует у птиц), полиаминов, пролина, глутамата, креатина, который играет важную роль в энергетическом обмене, и агматина. Оксид азота, образующийся из аргинина, имеет большое значение в функционировании врождённого иммунитета из-за его антимикробных свойств [9, 10]. Аминокислота после преобразования в орнитин участвует в обезвреживании конечных продуктов азотистого

обмена, образующихся при расщеплении аминокислот и других азотистых веществ в организме. Аргинин в больших количествах входит в состав белков протаминов и гистонов, а также белков оперения. Он активно участвует в деятельности парашитовидных желёз [11]. Птица, которая не получала достаточного количества этой аминокислоты в рационе, отличалась низким приростом массы тела, показателем потребления корма и высоким коэффициентом его конверсии. Также у кур, которых кормили рационом с низким содержанием аргинина, была снижена плотность костной и мягких тканей, в частности, мышечной [12].

Гистидин – важнейшая аминокислота для большинства животных. Он входит в состав гемоглобина (до 10 % от его общего количества), активных центров РНК-азы, химотрипсина, транскетолазы. Гистидин проявляет свойства антиоксиданта и ингибитора перекисного окисления липидов, захватывает синглетный кислород и другие свободные радикалы, повышает глутатионовую активность пероксидазы, что, в свою очередь, повышает устойчивость нейронов к гипоксии, уменьшает повреждения митохондрий миокарда, снижает уровень окисления липидов в почках и печени.

Гистидин влияет на синтез соматотропного гормона, увеличивая его выделение, и тем самым вызывает анаболический эффект, также стимулирует секрецию инсулина, активирует гликогенолиз в печени. При недостаточности гистидина в рационе возникают нерегенеративные анемии (тормозится синтез гемоглобина) и нарушается мышечная деятельность [13, 14, 15].

Таким образом, достаточное содержание аминокислот в организме, как человека, так и животных, поддерживает гомеостаз, функционирование всех систем организма и позволяет на высоком уровне противодействовать негативным влияниям внешней и внутренней среды.

Таким образом, изучение регулирующего влияния автономной нервной системы на метаболизм белка, в частности, незаменимых аминокислот, остаётся весьма актуальным и может стать основой для коррекции питания и содержания птицы с целью максимального повышения её продуктивности.

Целью данного исследования было установить уровень незаменимых аминокислот аргинина и гистидина в сыворотке крови кур мясного направления продуктивности с отличиями возбудимости (тонуса) симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы.

Материал и методика исследования. Опыты проводили на 24-х цыплятах-бройлерах породы Кобб-500, 30–60-суточного возраста. Определение тонуса автономной нервной системы (АНС) осуществляли методом вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому [16]. Для

установления доминирующего отдела автономной нервной системы применяли переносной электрокардиограф ЭКЗТ01-«Р-Д» со скоростью записи 50 мм/с и амплитудой 1мВ. Расчёты осуществляли, пользуясь одним из трёх стандартных отведений (I – левая и правая грудные конечности, II – левая грудная и левая тазовая конечности и III – правая грудная и левая тазовая конечности). Запись электрокардиограмм (ЭКГ) проводили в течение 20–30 с в тихом помещении, через 1–2 мин после подключения электродов. Фиксацию птицы осуществляли в спинном положении. Во время записи ЭКГ не использовали седативных препаратов [17]. Тонус (возбудимость) АНС определяли путём подсчёта продолжительности 100 последовательных кардиоциклов (по R–R интервалам). Показателем моды (Mo) считали тот R–R интервал, который чаще всего встречался. Кардиоинтервалы, которые имели нарушения проводимости (экстрасистолы, блокады и т. п.) или нечёткую запись, исключались из подсчёта. Куры-симпатикотоники имели продолжительность моды 0,14–0,16, нормотоники – 0,16–0,17 и ваготоники – 0,18–0,21 с.

В качестве вспомогательного показателя для уточнения типа АНС подсчитывали амплитуду моды (Амо) – процентное соотношение продолжительности моды и продолжительности других R–R интервалов. У симпатикотоников Амо была >45 %, нормотоников – 40–45 %, ваготоников – <40% [16, 18, 19].

После изучения ЭКГ и определения тонуса АНС сформировали 3 группы птицы: нормотоники, симпатикотоники, ваготоники. Перед убоем (в возрасте 60 суток) у подопытной птицы получали венозную кровь для исследований с подкрыльевых вен после 24-часового периода отдыха и 2-часовой голодной диеты. Сыворотку крови получали путём термостатирования нестабилизированной крови при температуре 38–40 °С в течение 1 часа с последующим центрифугированием при 2000–2500 об/мин в течение 15–20 минут. Готовую сыворотку сливали в чистую сухую пробирку. В сыворотке крови определяли содержание аргинина и гистидина методом капиллярного электрофореза на аппарате «Капель 105М» согласно инструкции по применению. Статистические подсчёты осуществляли в Microsoft Excel, а достоверность различий определяли с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Анализ электрокардиограмм цыплят-бройлеров показал, что работа их сердца по-разному регулируется автономной нервной системой. На основании вычисления показателей моды и амплитуды моды всех животных разделили на 3 группы по тону (возбудимости) автономной нервной системы (таблица 1).

Таблица 1 – Тонус автономной нервной системы у подопытных цыплят-бройлеров, n=8, (возраст 30–35 суток)

Показатели	Тонус автономной нервной системы		
	Симпатикотоники	Нормотоники	Ваготоники
Мода, с	0,150±0,016**	0,164±0,035	0,172±0,067 ⁺
Амплитуда моды, %	53,1±3,9	50,2±4,15	48±2,66

Примечание. **P<0,01 – по сравнению с нормотониками; ⁺P<0,01 – по сравнению симпатикотониками.

Мода и амплитуда моды у кур с преобладанием тонуса симпатического отдела автономной нервной системы повлияло на частоту и амплитуду моды по сравнению с птицей, которая имела сбалансированное и парасимпатическое влияние АНС на организм. Бройлеры-ваготоники и нормотоники отличались более высокими показателями моды на 0,022 и 0,014 с (12,7 %; P<0,01 и 8,5 %; P<0,01) соответственно, что указывает на более низкие уровни метаболизма.

Следовательно, именно этой птице требуется более низкая частота сердечных сокращений для кровоснабжения функциональных систем организма [4, 6]. Амплитуда моды была выше у птицы с доминированием симпатического отдела АНС на 3,1 и 5,1 % по сравнению с нормотониками и ваготониками, что свидетельствует об уравновешенности и ритмичности сердечной деятельности по сравнению с курами других групп.

Нарастание парасимпатического тонуса приводит к большей вариации в частоте сокращений сердца, что позволяет более точно адаптироваться к потребностям организма и изменениям условий окружающей среды [18].

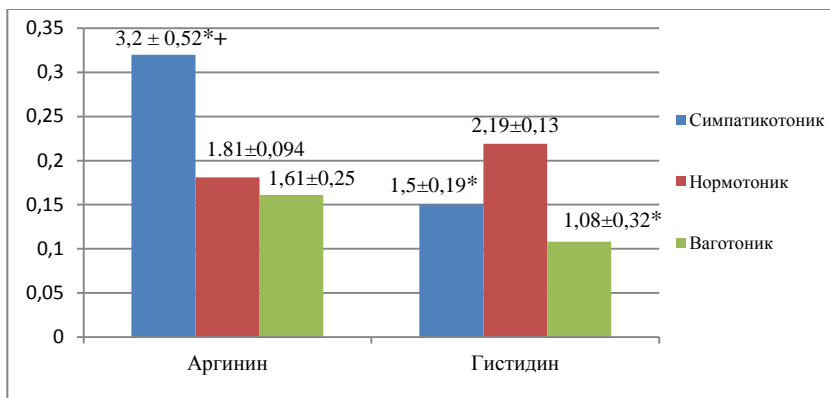
Определение уровня аминокислот в сыворотке крови кур с различным тонусом АНС показало, что содержание аргинина у кур-симпатикотоников на 49,7 % выше, чем у птицы с ваготоническим типом АНС (P<0,05) и на 43,4 %, чем у кур с уравновешенным типом автономной нервной системы (нормотоники) (таблица 2, рисунок 1).

Разница между содержанием аминокислоты у нормотоников и ваготоников составляла 11 % в пользу первых. Это позволяет утверждать, что птица с доминированием симпатического отдела автономной нервной системы имеет повышенный метаболизм аргинина. Высокие уровни его в организме влияют на увеличение питательности мяса, что является одним из основных критериев при выращивании этих бройлеров [4–7].

Кроме того, куры с доминирования симпатического отдела автономной нервной системы имеют более высокую плотность костной ткани [12].

Таблица 2 – Содержание аминокислот в плазме крови кур, мг/100 мл, n=4, (возраст 60 суток)

№ животного в опыте	Содержание аргинина по группам		
	Симпатикотоники	Нормотоники	Ваготоники
1	4,1	1,79	1,14
2	2,42	2,1	2,41
3	2,3	1,8	1,49
4	3,96	1,51	1,4
№ животного в опыте	Содержание гистидина по группам		
	Симпатикотоники	Нормотоники	Ваготоники
1	1,08	1,77	1,7
2	1,28	2,22	0,6
3	1,68	2,38	0,6
4	1,93	2,38	1,47



Примечание. *P<0,05 по сравнению с нормотониками; +P<0,05 по сравнению с ваготониками, симпатикотониками.

Рисунок 1 – Содержание аминокислот в сыворотке крови кур с различным тоном автономной нервной системы, мг/100мл, M±m, n=4, (возраст – 60 суток).

Гистидин, как и предыдущая аминокислота, был на самом низком уровне в сыворотке крови кур с преобладанием возбудимости парасимпатического отдела АНС. Содержание этой аминокислоты было на 28,0 и 50,7 % (P<0,05) ниже, чем у кур-симпатико- и нормотоников соответственно. Куры с уравновешенным типом АНС имели более высокий уровень гистидина по сравнению с симпатикотониками (на 31,5 %; P<0,05).

Таким образом, полученные результаты указывают на то, что куры с ваготоническим типом АНС имеют по сравнению с другими более низкие уровни исследованных аминокислот и могут отличаться низким уровнем депонирования в организме указанных метаболитов. Это

может быть связано со снижением интенсивности обмена белка и других питательных веществ. Известно, что парасимпатическая система влияет на активность организма, стимулирует накопление питательных веществ в тканях и органах [4, 6, 12, 20, 21].

Заключение. Влияние автономной нервной системы на организм птицы зависит от степени возбудимости её отделов – симпатического или парасимпатического. Все процессы, которые происходят и подлежат её влиянию, взаимосвязаны и влияют друг на друга. Так, у птицы с доминированием симпатического отдела АНС частота сокращения сердечной мышцы статистически ниже по сравнению с бройлерами-парасимпатикотониками и нормотониками на 0,022 и 0,014 с (12,7; $P < 0,01$ и 8,5 %; $P < 0,01$ соответственно), а амплитуда моды – наоборот, выше. Это указывает на то, что метаболизм в организме животного ускоряется от парасимпатикотонии к симпатикотонии, а адаптационные возможности работы синусового узла сердца повышаются, позволяя ему более точно приспособлять сердечный ритм к потребностям организма. У кур, которые отличаются доминированием тонуса симпатического отдела АНС, содержание аргинина и гистидина превышает содержание этих аминокислот у птицы с повышенной возбудимостью парасимпатического отдела на 49,7 % ($P < 0,05$) и 28,0 % соответственно, что указывает на более интенсивные процессы метаболизма в организме бройлеров, большие резервы аминокислотного пула и меньшую подверженность воздействиям внешней среды.

Уровень гистидина самый высокий у кур-нормотоников – на 31,5 % ($P < 0,05$) и 50,7 % ($P < 0,05$) выше по сравнению с симпатико- и ваготониками. Это указывает на повышенный метаболизм этой аминокислоты у животных с уравновешенным типом АНС.

Результаты проведённых исследований дают возможность регулировать аминокислотное питание птицы с различной возбудимостью отделов автономной нервной системы.

Литература

1. Зеленев, Г. Н. Переработка мяса птицы / Г. Н. Зеленев, В. В. Наумова. – Ульяновск : УГСХА, 2008. – 72 с.
2. Жадаева, Е. В. Анализ рынка мяса птицы / Е. В. Жадаева // Молодой учёный. – 2019. – № 22. – С. 516-519.
3. Василів, А. П. Роль типів вищої нервової діяльності в обміні білків у організмі свиней : автореф. дис. ... канд. вет. наук: 03.00.13 – Фізіологія людини і тварин / А. П. Василів. – К., 2017. – 24 с.
4. Демус, Н. В. Закономірності росту і розвитку теличок залежно від типу автономної регуляції серцевого ритму / Н. В. Демус // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Жицького. – 2010. – № 2(44), т. 12. – С. 54–59.
5. Демус, Н. В. Морфометрія внутрішніх структур лівого шлуночка серця теличок залежно від типу автономної регуляції / Н. В. Демус // Вісник ЖНАЕУ. – 2013. – № 2, т. 1. – С. 129–136.

6. Степура, Е. Е. Анализ показателей variability сердечного ритма коров джерсейской породы / Е. Е. Степура // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 11(211). – С. 110–114.

7. Морфометрия сердца телок черно-пестрой породы в зависимости от типа автономной регуляции сердечного ритма / Л. П. Горальский [и др.] // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск, 2018. – Том 54, вып. 2. – С. 12–15.

8. Hypothalamic AMPK α 2 regulates liver energy metabolism in rainbow trout through vagal innervation / C. S. Marta [et al.] // American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. – 2020. – № 318(1). – P. 122–134. – <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00264.2019>.

9. Dual role of arginine metabolism in establishing pathogenesis / M. Gogoi, A. Datey, K. T. Wilson, D. Chakravorty // Current opinion in microbiology. – 2016. – № 29. – 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2015.10.005>.

10. Wu, G. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond / G. Wu, S. M. Morris // Biochemical Journal. – 1998. – Vol. 336(1). – P. 1–17. - <https://doi.org/10.1042/bj3360001>.

11. Ибатуллин, И. И. Рост цыплят-бройлеров при разных уровнях аргинина в рационе / И. И. Ибатуллин, И. И. Ильчук, Н. Я. Кривенок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. – 2014. – Т. 217.1. – С. 102–109

12. L-Arginine supplementation enhances growth performance, lean muscle, and bone density but not fat in broiler chickens / F. L. S. Castro, S. Su, H. Choi, E. Koo, W. K. Kim // Poultry science. – 2019. – № 98 (4). – P. 1716–1722. <https://doi.org/10.3382/ps/pey504>.

13. Кононский, А. И. Биохимия животных : учебник для вузов / А. И. Кононский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1992. – 522 с.

14. Stifel, F. B. Histidine metabolism / F. B. Stifel, R. H. Herman // *The American Journal of Clinical Nutrition* – 1971. – № 24 (2). – 207–217. - <https://doi.org/10.1093/ajcn/24.2.207>.

15. Хлыбова, С. В. Свободный L-гистидин как один из регуляторов физиологических процессов / С. В. Хлыбова, В. И. Циркин // Вятский медицинский вестник. – 2006. – С. 44–50.

16. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кириллов, С. В. Клецкин. – Москва : Наука, 1984. – 219 с.

17. Мифтахутдинов, А. В. Особенности интерпретации результатов электрокардиографических исследований цыплят с разной стрессовой чувствительностью / А. В. Мифтахутдинов // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2012. – № 1(13). – С. 12–16.

18. Тибінка А. М. Особливості варіаційно-пульсометричних показників курей / А. М. Тибінка // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2011. – № 4(50), т. 13, ч. 1. – С. 446–449.

19. Обмін білків у організмі курей залежно від тонуусу автономної нервової системи / А. А. Студенок, Е. О. Шнуренко, В. І. Карповський, В. О. Трокоз // Ukrainian Journal of Veterinary Sciences. – 2019. – Vol. 10, № 4. – P. 123–129. - <https://doi.org/10.31548/ujvs2019.04.016>.

20. Role of autonomic nervous system and orexinergic system on adipose tissue / G. Messina [et al.] // Frontiers in physiology. – 2017. – № 8. – P. 137. - <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00137>.

21. Yokota, S. I. Acetylcholinesterase (AChE) inhibition aggravates fasting-induced triglyceride accumulation in the mouse liver / S. I. Yokota, K. Nakamura, M. Ando // FEBS open bio. – 2014. – № 4. – P. 905–914. - <https://doi.org/10.1016/j.fob.2014.10.009>.

Поступила 24.03.2020 г.