

УДК 613.1:612.1/8

UDC 613.1:612.1/8

## ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРЫС

## INFLUENCE OF FOOD ADDITIVES ON INDICATORS OF HEART ACTIVITY OF RATS

**Т. А. Кунай,**

*магистр биологических наук;*

**О. А. Ковалёва,**

*кандидат биологических наук, доцент кафедры географии и экологии человека Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка;*

**Р. Н. Ясюченя,**

*кандидат биологических наук, заведующий кафедрой оздоровительной и адаптивной физической культуры ИПКиП БГУФК*

**T. Kunay,**

*Master of Biological Sciences;*

**O. Kovalyova,**

*PhD, Associate Professor of the Department of Geography and Human Ecology of Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank;*

**R. Yasuchenyia,**

*PhD, Head of the department health and adaptive physical culture IATR BSUPC*

Поступила в редакцию 23.01.2024.

Received on 23.01.2024.

В настоящее время исследования в области пищевых добавок и их влияние на здоровье человека являются одним из приоритетных направлений. Поэтому целью нашего эксперимента было изучение особенностей сердечной деятельности крыс разных возрастных групп в норме и при использовании в кормовом рационе пищевых добавок. Установлено, что у крыс разных возрастных групп отмечается сходство в процессах деполяризации и реполяризации, а также распространения электрической волны по миокарду. В то же время зафиксированы отличия амплитудных параметров, что указывает на модификацию процессов возбудимости миокарда и ослабление сократительной функции сердца у крыс старшей возрастной группы. Наряду с этим с возрастом отмечалось увеличение тонуса симпатического звена вегетативной регуляции в работе сердца без изменения других параметров variability сердечного ритма.

Потребление глутамата натрия, бензоната натрия, тартразина в качестве пищевой добавки крысами (в возрасте 1,5 месяца) в течение месяца приводило к снижению частоты сердечных сокращений, уменьшению продолжительности электрической диастолы сердца, сокращению потенциала Р-зубца, увеличению показателей variability сердечного ритма, что указывает на усиление активности холинергических нервных волокон в регуляции сердечной деятельности. Потребление глутамата натрия, бензоната натрия, тартразина крысами (в возрасте 4,5 месяца) в качестве пищевой добавки в течение месяца приводило к снижению частоты сердечных сокращений, уменьшению потенциала Р-зубца, увеличению показателей variability сердечного ритма, что указывает на усиление активности холинергических нервных волокон в регуляции сердечной деятельности. Потребление глутамата натрия вызывало уменьшение величины коэффициента АМо, что свидетельствует о преобладающем влиянии блуждающего нерва на деятельность сердца.

*Ключевые слова:* питание, пищевые добавки, глутамат натрия, бензонат натрия, тартразин, сердечно-сосудистая система, электрокардиограмма, крысы.

In the modern world, research in the field of food additives and their effect on human health is one of the priority areas of applied science. Therefore, the purpose of this study was to study the characteristics of the cardiac activity of rats of different age groups under normal conditions and when using food additives in the diet. It has been established that in rats of different age groups there is a similarity in the processes of depolarization and repolarization, as well as the propagation of an electrical wave throughout the myocardium. At the same time, differences in amplitude parameters were recorded, which indicates a modification of the processes of myocardial excitability and a weakening of the contractile function of the heart in rats of the older age group. Along with this, with age, there is an increase in the tone of the sympathetic link of autonomic regulation in the work of the heart without changing other parameters of HRV (heart rate variability). Consumption of monosodium glutamate, sodium benzoate, tartrazine as a food additive by rats (at the age of 1.5 months) for a month leads to a decrease in heart rate (heart rate), a reduction in the duration of electrical diastole of the heart, a decrease in P-wave potential, an increase in HRV, which indicates increased activity of cholinergic nerve fibers in the regulation of cardiac activity. Consumption of monosodium glutamate, sodium benzoate, tartrazine by rats (at the age of 4.5 months) as a food additive for a month led to a decrease in heart rate, a decrease in P-wave potential, and an increase in HRV, which indicates an increase in the activity of cholinergic nerve fibers in the regulation of cardiac activities. Consumption of monosodium glutamate causes a decrease in the AMo coefficient, which indicates the predominant influence of the vagus nerve on the activity of the heart.

*Keywords:* nutrition, food additives, monosodium glutamate, sodium benzoate, tartrazine, cardiovascular system, electrocardiogram, rats.

**Введение.** Пищевые добавки – это синтетические химические или натуральные вещества, употребляемые в качестве пищевого продукта или обычного компонента пищи, но вводимые в продукты питания, чтобы придать им определенные качества: вкус, консистенцию, цвет, запах, продолжительность хранения, внешний вид. О целесообразности использования пищевых добавок и их влиянии на организм человека в последнее время ведется множество споров [1].

В XIX веке в качестве добавок использовались естественные компоненты, изготовленные из натурального сырья. Развитие химической промышленности привело к производству пищевых добавок искусственным путем. Начали производить такие синтетические добавки, как красители, консерванты, загустители, стабилизаторы, антиокислители [2].

Необходимость применения пищевых добавок связана с повышением конкурентоспособности продукции. Пищевые добавки вносятся для улучшения потребительских качеств продуктов питания. Главным принципом использования пищевых добавок является их безопасность. Под этим понимается отсутствие токсических, канцерогенных и мутагенных свойств [3]. Однако некоторые виды пищевых добавок могут оказывать крайне негативное влияние на организм человека и животных. Они способны вызывать заболевания желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и мочевыделительной систем, вызывать различные дерматиты и т. д. [4–6].

Пищевые добавки начали активно изучать только в XIX–XX веках. Переломным моментом стал именно XIX век, когда люди стали уделять внимание сохранению скоропортящихся продуктов при перевозке. Именно тогда впервые начали использовать ароматизаторы и красители. Все это способствовало появлению большого количества (около 500) разнообразных пищевых добавок.

В 1953 году Европейский союз разработал систему маркировки добавок, с обязательным указанием на упаковке любого продукта. Каждой добавке присвоен трех- или четырехзначный номер с предшествующей буквой E. Наличие ее означает, что продукт (изделие) производится в Европе. Цифры, имеющиеся в названии каждой добавки, используются в сочетании с названиями функциональных классов, отражающих группу пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам), т. е. показывают, к какой группе относится данный вид пищевой добавки. Система одобрена FAO/ВОЗ. Белорусская пищевая промышленность в настоящее время насчитывает около 1000 наименований пищевых добавок [1].

К пищевым добавкам предъявляются следующие требования:

- 1) эффективность;
- 2) безопасность;
- 3) консистенция состава.

Эффективность пищевых добавок определяется технологической целесообразностью введения того или иного вещества в пищевой продукт (улучшение вкуса, цвета, запаха, увеличение срока хранения и т. д.) [1; 2].

Безопасность устанавливается по схеме, аналогичной для лекарственных препаратов. Изначально испытания проводятся на животных, а затем на группе добровольцев, что позволяет установить величину допустимого суточного потребления этой пищевой добавки [1; 2].

Контроль качества пищевых добавок осуществляется на основании структурных спецификаций, которые представляют собой фармакопейные статьи. Спецификации на пищевые добавки разрабатываются Комитетом экспертов FAO/ВОЗ с 1956 года и публикуются в сборнике «Компендиум по спецификациям на пищевые добавки» («Compendium of Food additive specifications»), который периодически обновляется. Запрещенные добавки – это добавки, которые наносят вред здоровью, вызывая различные заболевания.

В последние годы представляется актуальным изучение влияния различных пищевых добавок (красителей, консервантов, усилителей вкуса) на физиологические функции организма животных. Основной упор в проводимых экспериментальных исследованиях сосредоточен на показателях основного обмена, состоянии желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и гормональной систем организма [2–10].

Цель нашей работы – изучить особенности сердечной деятельности крыс разных возрастных групп в норме и при использовании в кормовом рационе пищевых добавок.

**Методы исследований.** В нашем исследовании были проведены 8 серий хронических экспериментов на самцах белых крыс линии Вистар. Возраст животных составлял 1,5 месяца (неполовозрелые) и 4,5 месяца (половозрелые), масса тела  $160 \pm 20$  г и  $250 \pm 12$  г соответственно ( $n = 64$ ).

Экспериментальные группы:

1. Неполовозрелые крысы, потреблявшие глутамат натрия (далее – ГН) ( $n = 8$ ).
2. Неполовозрелые крысы, потреблявшие бензоат натрия (далее – БН) ( $n = 8$ ).
3. Неполовозрелые крысы, потреблявшие тартазин (далее – ТТ) ( $n = 8$ ).
4. Неполовозрелые крысы – контроль ( $n = 8$ ).
5. Половозрелые крысы, потреблявшие ГН ( $n = 8$ ).
6. Половозрелые крысы, потреблявшие БН ( $n = 8$ ).
7. Половозрелые крысы, потреблявшие ТТ ( $n = 8$ ).
8. Половозрелые крысы – контроль ( $n = 8$ ).

На протяжении 30 суток каждая группа потребляла, в дополнение к рациону, раствор одной из пищевых добавок: 720 мг/кг ГН (мононатриевая соль L-глутаминовой кислоты, MSG; E 621, Sigma Chemical, США), 30 мг/кг БН (E 211, Пять океанов, РБ, Минск), и 45 мг/кг ТТ (E 102, ООО «РОХА ДАЙКЕМ», РФ, СПб.) Максимально допустимые

уровни данных пищевых добавок в продуктах питания установлены для человека в соответствии с единичными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Согласно требованиям безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств (ТР ТС 029/2012 от 20 июля 2012 г. № 58). ГН, БН и ТТ разрешены для применения при производстве пищевой продукции. Дозы добавок для крыс рассчитывались согласно допустимым суточным дозам для человека с использованием соответствующих формул и коэффициентов [8; 11]. Контрольные крысы находились на стандартном рационе. Доступ к воде был не ограничен. После завершения хронического эксперимента все животные были взяты в острый опыт.

В острых опытах проводили регистрацию электрокардиограммы (далее – ЭКГ) [3]. Определяли следующие показатели: частота сердечных сокращений (далее – ЧСС); интервал P-R, R-S, S-T (в мс), сегмент T-P (в мс). Помимо того, измеряли амплитуду (в мкВ) зубцов: P, R и S; T, а также вариабельность сердечного ритма (далее – BCP).

В литературе представлены сведения о том, что стандартное отклонение всех R-R-интервалов (*SDNN*, мс) символизирует общий вклад адрено- и холинергических волокон в регуляцию сердечной деятельности [7]. Квадратный корень суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (*RMSDD*, мс) свидетельствует о влиянии парасимпатического звена на сердце. А коэффициент вариации полного массива кардиоинтервалов (*CV*, %) отражает суммарную активность вегетативного воздействия на ритм сердца. Показатель *Mo* (мс) – это часто встречаемое значение, соответствующее наиболее вероятному для данного периода времени функциональному статусу сердечно-сосудистой системы. *AMo* (%) – доля кардиоинтервалов, соответствующая моде (показатель симпатического влияния на сердце). *MxDMn* (мс) – вариационный размах – разность между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов [6; 7]. Все экспериментальные работы выполнены с соблюдением правил биоэтики.

Полученные данные статистически обрабатывались с помощью программы Statistica 7.0. Нормальность распределения показателей проверялась при помощи теста Шапиро – Уилка. Для межгруппового сравнения использовали непараметрический тест Манна – Уитни.

Результаты представлены в виде средней величины и стандартной ошибки средней ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ). Критический уровень значимости ( $p$ ) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05.

**Результаты исследований.** Анализ результатов ЭКГ показал, что ЧСС у половозрелых крыс составляла  $373,0 \pm 10,3$  уд/мин, а у неполовозрелых –  $417,0 \pm 10,4$  уд/мин, что соответствует критериям нормы для представленных возрастных групп.

Не выявлено различий в показателях кардиоинтервалов при сравнении двух групп животных, что отражает сходство временных показателей ЭКГ и отсутствие модификации процессов электрических систолы и диастолы предсердий и желудочков. Наряду с этим зафиксированы отличия в амплитудных характеристиках ЭКГ. Так, у половозрелых самцов отмечено снижение амплитуды зубцов ЭКГ (P, R, S, T), что означает уменьшение сократительной способности сердца. Однако изменения находятся в пределах нормы для данной возрастной группы особей (таблица 1).

**Таблица 1 – Показатели ЭКГ животных разных возрастных групп**

Показатели ЭКГ	Неполовозрелые крысы (1,5 мес.)	Половозрелые крысы (4,5 мес.)
ЧСС, уд/мин	$417,0 \pm 10,4$	$373,0 \pm 10,3^*$
P, мкВ	$145,9 \pm 16,6$	$82,2 \pm 12,6^*$
R, мкВ	$949,6 \pm 120,9$	$492,7 \pm 97,5^*$
S, мкВ	$802,0 \pm 100,6$	$178,3 \pm 25,5^*$
T, мкВ	$185,2 \pm 29,0$	$76,2 \pm 19,8^*$
PR, мс	$49,6 \pm 0,8$	$48,7 \pm 1,2$
RS, мс	$11,3 \pm 0,4$	$11,2 \pm 0,3$
ST, мс	$50,5 \pm 2,0$	$62,2 \pm 4,3$
TP, мс	$41,5 \pm 1,6$	$39,6 \pm 4,6$

Примечание – \*различия достоверны при сравнении животных двух возрастных групп

Анализ показателей BCP выявил, что у половозрелых крыс происходит возрастание активности симпатического звена вегетативной регуляции в деятельности сердца, что подтверждается достоверным более высоким показателем *Mo* (мс) (на 13,4 % по сравнению с неполовозрелыми животными) и *CV* (на 57,8 %) (таблица 2) [4; 5].

В ходе проведенного эксперимента выявлено, что введение в течение месяца в рацион неполовозрелых крыс пищевых добавок ГН, БН или ТТ приводило к снижению ЧСС. Зафиксированы отличия в амплитудных характеристиках ЭКГ – снижение амплитуды зубцов ЭКГ (P, R, S, T) (мкВ), что говорит об уменьшении сократительной способности сердца. Зубец R статистически значимых альтераций не претерпевал (таблица 3).

**Таблица 2 – Показатели BCP животных разных возрастных групп**

Показатели BCP	Неполовозрелые крысы (1,5 мес.)	Половозрелые крысы (4,5 мес.)
<i>SDNN</i> , мс	$1,150 \pm 0,06$	$1,31 \pm 0,05$
<i>CV</i> , %	$0,515 \pm 0,05$	$0,813 \pm 0,06^*$
<i>RMSDD</i> , мс	$1,682 \pm 0,05$	$1,64 \pm 0,04$
<i>MxDMn</i> , мс	$7,32 \pm 0,85$	$8,02 \pm 0,42$
<i>Mo</i> , мс	$141,4 \pm 3,50$	$160,4 \pm 4,6^*$
<i>AMo</i> , %	$34,1 \pm 2,10$	$29,5 \pm 1,18$

Примечание – \*различия достоверны при сравнении животных двух возрастных групп

Потребление пищевой добавки ГН приводило к увеличению значений показателя *MxDMn* (мс) в два раза, что отражает увеличение тонуса эфферентных волокон блуждающего нерва (таблица 3). Одновременно с этим зафиксировано снижение показателя *Амо* на 38,7 %, что свидетельствует об ослаблении эффектов симпатического контура вегетативной регуляции работы сердца (таблица 3). Анализ показателей, отражающих вагосимпатический баланс, выявил возрастание значений *SDNN* (мс) и *CV* (%) (таблица 3). Полученные данные отражают возрастание активности холинергических и одновременное ослабление тонуса адренергических нервных структур, оказывающих влияние на деятельность сердца и превалирование нисходящих регуляторных влияний блуждающего нерва при потреблении ГН [4; 5].

В группе 1,5-месячных крыс, употреблявших БН в течение 30 дней, *RMSSD* (мс) достоверно выше, чем в контрольной группе ( $P < 0,05$ ) (таблица 3), что свидетельствует об ослаблении нисхо-

дящих влияний блуждающего нерва на сердце. В тех же условиях не наблюдали достоверных изменений в показателях активности адренергических структур – *Мо* (мс), *АМо* (%) (таблица 3). Однако, отмечено уменьшение величины показателя *MxDMn* (мс) на 27 %. Анализ показателей ВСП у крыс, потреблявших ТТ, не выявил изменений изучаемых показателей (таблица 3).

В ходе проведенного эксперимента было выявлено, что введение в рацион половозрелым крысам пищевых добавок ГН, БН, ТТ приводило к снижению ЧСС (уд/мин) по сравнению с контрольными животными (таблица 4). Установлены отличия в амплитудных характеристиках ЭКГ. Отмечено достоверное снижение амплитуды Р-зубца, что отражает процесс охвата возбуждением миокарда предсердий и, соответственно, их сокращение. Выявлено увеличение потенциала S-зубца, Зубцы Т и R достоверных альтераций не претерпевали (таблица 4) [4; 5].

**Таблица 3 – Изменение показателей ЭКГ и ВСП у 1,5-месячных крыс после введения в рацион ГН, БН, ТТ в течение 30 дней**

Анализируемые показатели	Контроль (n = 10)	Животные, потреблявшие глутамат натрия (n = 10)	Животные, потреблявшие бензоат натрия (n = 10)	Животные, потреблявшие тартразин (n = 8)
Показатели ЭКГ				
ЧСС, уд/мин	417,0±10,4	343,3±14,6*	368,6±6,9*	354,8±14,1*
P, мкВ	145,9±16,6	117,4±9,8	115,9±10,9	103,6±6,4*
R, мкВ	949,6±120,9	858,0±42,0	701,7±40,5	750,3±15,9
S, мкВ	802,0±100,6	594,2±87,8	537,2±43,6	529,2±55,3*
T, мкВ	185,2±29,0	142,9±13,2*	119,0±12,2*	55,2±3,1*
P-R, мс	49,6±0,8	104,5±1,8*	103,5±0,9*	107,3±1,7*
R-S, мс	11,3±0,4	19,4±0,3*	19,1±0,3*	19,0±0,3*
S-T, мс	50,5±2,0	59,4±1,4*	58,2±2,5*	62,1±2,3*
T-P, мс	41,5±1,6	142,9±7,1*	119,0±5,2*	129,5±8,5*
Показатели ВСП				
<i>SDNN</i> , мс	1,15±0,06	3,16±0,97*	1,28±0,28	1,34±0,15
<i>RMSSD</i> , мс	0,52±0,05	4,64±1,35*	1,10±0,10*	1,34±0,19
<i>CV</i> , %	1,68±0,05	2,19±0,89*	1,00±0,28	0,82±0,08
<i>MxDMn</i> , мс	7,32±0,85	15,58±2,60*	5,33±0,70*	6,05±0,60
<i>Мо</i> , мс	141,40±3,50	164,76±5,27*	143,10±6,47	155,15±7,04
<i>АМо</i> , %	34,10±2,10	20,90±2,18*	39,10±4,9	29,00±2,79

Примечание – \*достоверное отличие в сравнении с показателями контрольной группы

**Таблица 4 – Изменение показателей ЭКГ и ВСП у 4,5-месячных крыс после введения в рацион ГН, БН, ТТ в течение 30 дней**

Анализируемые показатели	Контроль (n = 10)	Животные, потреблявшие глутамат натрия (n = 10)	Животные, потреблявшие бензоат натрия (n = 10)	Животные, потреблявшие тартразин (n = 10)
Показатели ЭКГ				
ЧСС, уд/мин	373,0±10,3	351,5±17,5	315,7±12,7*	301,0±9,7*
P, мкВ	82,2±12,6	83,4±5,5	42,8±2,9*	49,7±4,2*

Анализируемые показатели	Контроль (n = 10)	Животные, потреблявшие глутамат натрия (n = 10)	Животные, потреблявшие бензоат натрия (n = 10)	Животные, потреблявшие тартразин (n = 10)
R, мкВ	492,7±97,5	283,7±3,2	234,0±5,8	227,3±11,2
S, мкВ	178,3±25,5	301,1±41,4*	497,3±31,8*	504,3±44,8*
T, мкВ	76,2±19,8	151,6±5,2	205,2±49,1	206,3±23,5
P-R, мс	48,7±1,2	99,4±3,00*	96,8±9,6*	102,7±2,7*
R-S, мс	11,2±0,3	21,00±0,3*	19,6±0,2*	19,8±0,4*
S-T, мс	62,2±4,3	57,2±2,3	40,9±1,7*	42,9±1,9*
T-P, мс	39,6±4,6	151,6±15,3*	205,2±14,5*	206,3±12,4*
Показатели ВСР				
SDNN, мс	1,31±0,05	2,47±0,17*	2,20±0,49	1,85±0,34
RMSSD, мс	0,813±0,06	3,64±0,27*	1,58±0,32	1,57±0,23
CV, %	1,64±0,04	0,10±0,11*	1,18±0,23	0,99±0,16
MXDMn, мс	8,02±0,42	13,63±1,17*	9,96±1,62	11,37±2,89
Mo, мс	160,4±4,6	147,75±9,78	184,43±7,32*	182,03±7,27*
AMo, %	29,5±1,18	18,3±2,10*	23,8±3,31	27,2±3,14

Примечание – \* достоверное отличие в сравнении с показателями контрольной группы

Измерение длительностей интервалов и сегментов ЭКГ, отражающих процессы деполяризации предсердий (P-R) и желудочков (R-S), показало достоверное увеличение зафиксированных показателей после введения в рацион ГН, БН, ТТ в течение 30 дней 4,5-месячным крысам (таблица 4). Однако процессы реполяризации (S-T) сердца были достоверно ниже у животных, потреблявших БН и ТТ.

Потребление пищевой добавки ГН приводило к увеличению показателя *MxDMn* (мс) почти в два раза, что связано с возрастанием тонуса эфферентных волокон блуждающего нерва (таблица 4). Вместе с тем в группе половозрелых животных зафиксировано снижение показателя *AMo* (%) на 37,97 %. Это говорит об ослаблении эффектов симпатического контура вегетативной регуляции работы сердца (таблица 4).

Анализ показателей, отражающих вагосимпатический баланс, выявил возрастание *SDNN* (мс) и снижение показателя *CV* (%) (таблица 4). Следует отметить достоверное увеличение показателя *RMSSD* (мс) (таблица 4), что свидетельствует об ослаблении нисходящих влияний блуждающего нерва на сердце у 4,5-месячных крыс.

Полученные данные свидетельствуют о возрастании активности холинергических и одновременном ослаблении тонуса адренергических нервных структур, оказывающих влияние на деятельность сердца и превалирование нисходящих регуляторных влияний блуждающего нерва у половозрелых крыс после введения в рацион ГН.

В группе 4,5-месячных крыс, употреблявших БН и ТТ в течение 30 дней, *Mo* (мс) достоверно выше, чем в контрольной группе ( $P < 0,05$ )

что говорит об активности адренергических структур. В тех же условиях не наблюдали достоверных изменений в показателях *SDNN* (мс), *CV* (%), *RMSSD* (мс), *MxDMn* (мс), *AMo* (%) (таблица 4).

**Заключение.** В ходе проведенных исследований установлено, что у крыс разных возрастных групп отмечается сходство в процессах деполяризации и реполяризации, а также распространения электрической волны по миокарду. В то же время зафиксированы отличия амплитудных параметров. Это указывает на модификацию процессов возбудимости миокарда и ослабление сократительной функции сердца у крыс старшей возрастной группы. Вместе с тем у половозрелых крыс отмечается увеличение тонуса симпатического звена вегетативной регуляции в работе сердца без изменения других параметров ВСР [4; 5].

Потребление ГН, БН, ТТ в качестве пищевой добавки крысами (в возрасте 1,5 месяца) в течение месяца приводило к снижению ЧСС, сокращению продолжительности электрической диастолы сердца, уменьшению потенциала Р-зубца, увеличению показателей ВСР, что указывает на возрастание активности холинергических нервных волокон в регуляции сердечной деятельности [4; 5].

Потребление ГН, БН, ТТ половозрелыми крысами в качестве пищевой добавки в течение месяца приводило к снижению ЧСС, уменьшению потенциала Р-зубца, увеличению показателей ВСР, что указывает на усиление активности холинергических нервных волокон в регуляции сердечной деятельности. Потребление ГН вызывало уменьшение величины коэффициента *AMo* (%), что свидетельствует о преобладающем влиянии блуждающего нерва на деятельность сердца [4; 5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп взрослого населения Республики Беларусь, утв. Постановлением главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 11.11.2005 г N 173 // Сборник санитарных правил и норм по гигиене питания. – Минск, 2006. – С. 4–21.
2. Благовещенская, Д. Б. Исследование токсических свойств распространенных современных консервантов / Д. Б. Благовещенская, А. С. Мерзляков // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. XXI. – № 45. – С. 43–48.
3. Донскова, Л. А. Пищевые добавки в мясной индустрии: идентификация опасностей и скрининговый анализ риска / Л. А. Донскова // Управление. – 2014. – № 3 (49). – С. 62–67.
4. Особенности перекисного окисления белков и антиоксидантной защиты в сыворотке крови крыс разных возрастных групп в норме и при использовании в кормовом рационе пищевых добавок / Т. А. Кунай [и др.] // Вести БГПУ. Серия 3. – 2023. – № 3. – С. 12–19.
5. Динамика массы тела половозрелых крыс после 60-дневного введения бензоата натрия или тартразина в различных дозах / В. И. Лузин [и др.] // Мир медицины и биологии. – 2013. – Т. 9, № 4 – 2 (42). – С. 84 – 86.
6. Рощевская, И. М. Кардиоэлектрическое поле теплокровных животных и человека / И. М. Рощевская. – СПб. : Наука, 2008. – 250 с.
7. Искусных, А. Ю. Влияние гистамина на функциональные свойства нейтрофилов и интенсивность процесса перекисного окисления нейтрофилов в крови доноров / А. Ю. Искусных, О. В. Башарина, В. Г. Артюхов // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2008. – № 1. – С. 93–96.
8. Задачи и перспективы разработки продуктов функционального питания / В. Г. Цыганков [и др.] // Труды БГУ. – 2009. – Т. 4, Ч. 1. – С. 60–67.
9. Malik, V. B. T. Studies on effect of monosodium glutamate (MSG) on various fractions of lipids and certain carbohydrate metabolic enzymes in liver and blood of adult mice. / V. B. T. Malik, P. Ahluwalia // Toxicol. Lett. – 2011. – Vol. 74. – P. 69–77.
10. Impact of transient correction of increased adrenocortical activity in hypothalamo-damaged, hyperadipose female rats / G. Moreno [et al.] // International Journal of Obesity. – 2006. – Vol. 30. – P. 73–82.
11. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ // под ред. Р. У. Хабриева. – М. : Медицина, 2005. – 832 с.

## REFERENCES

1. Normy fiziologicheskikh potrebnostej v pishchevyh veshchestvah i energii dlya razlichnyh grupp vzroslogo naseleniya Respubliki Belarus', utv. Postanovleniem glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Respubliki Belarus' ot 11.11.2005 g N 173 // Sbornik sanitarnyh pravil i norm po gigiene pitaniya. – Minsk, 2006. – S. 4–21.
2. Blagoveshchenskaya, D. B. Issledovanie toksicheskikh svojstv rasprostranennyh sovremennyh konservantov / D. B. Blagoveshchenskaya, A. S. Merzlyakov // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2011. – T. XXI. – № 45. – S. 43–48.
3. Donskova, L. A. Pishchevye dobavki v myasnoj industrii: identifikaciya opasnostej i skringovyj analiz riska / L. A. Donskova // Upravlenec. – 2014. – № 3 (49). – S. 62–67.
4. Osobennosti perekisnogo okisleniya belkov i antioksidantnoj zashchity v syvorotke krovi krysv raznyh vozrastnyh grupp v norme i pri ispol'zovanii v kormovom racione pishchevyh dobavok / T. A. Kunaj [i dr.] // Vesti BGPU. Seriya 3. – 2023. – № 3. – S. 12–19.
5. Dinamika massy tela polovozrelykh krysv posle 60-dnevnogo vvedeniya benzoata natriya ili tartrazina v razlichnyh dozah / V. I. Luzin [i dr.] // Mir mediciny i biologii. – 2013. – T. 9, № 4 – 2 (42). – S. 84 – 86.
6. Roshchevskaya, I. M. Kardioelektricheskoe pole teplokrovnyh zhivotnyh i cheloveka / I. M. Roshchevskaya. – SPb. : Nauka, 2008. – 250 s.
7. Iskusnyh, A. Yu. Vliyanie gistamina na funkcional'nye svojstva nejtrofilov i intensivnost' processa peroksidnogo okisleniya nejtrofilov v krovi donorov / A. Yu. Iskusnyh, O. V. Basharina, V. G. Artyuhov // Vestnik VGU, Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. – 2008. – № 1. – S. 93–96.
8. Zadachi i perspektivy razrabotki produktov funkcional'nogo pitaniya / V. G. Cygankov [i dr.] // Trudy BGU. – 2009. – T. 4, Ch. 1. – S. 60–67.
9. Malik, V. B. T. Studies on effect of monosodium glutamate (MSG) on various fractions of lipids and certain carbohydrate metabolic enzymes in liver and blood of adult mice. / V. B. T. Malik, P. Ahluwalia // Toxicol. Lett. – 2011. – Vol. 74. – P. 69–77.
10. Impact of transient correction of increased adrenocortical activity in hypothalamo-damaged, hyperadipose female rats / G. Moreno [et al.] // International Journal of Obesity. – 2006. – Vol. 30. – R. 73–82.
11. Rukovodstvo po eksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniyu novyh farmakologicheskikh veshchestv // pod red. R. U. Habrieva. – M. : Medicina, 2005. – 832 s.