Дата публикации: 01.06.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_21
УДК 57.017.3

Publication date: 01.06.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_21
UDC 57.017.3

ДЕЙСТВИЕ ПРОДУКТОВ ПЧЕЛОВОДСТВА НА АДАПТАЦИОННЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА ПРИ СТРЕССЕ

М.А. Шабалин, А.Н. Овчинников, Е.А. Грачева, С.В. Копылова, Ю.А. Старателева
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Целью данной работы являлось исследование действия продуктов пчеловодства на электрофоретическую подвижность эритроцитов и процесс липопероксидации эритроцитов крови крыс, подвергнутых стрессовому воздействию. Экспериментальное исследование было выполнено на 84 белых нелинейных крысах-самках массой 180-200 г. Работа была проведена в 2 серии. В первой серии исследовали действие продуктов пчеловодства (пчелиный яд, маточное молочко, мёд, прополис) на интактный организм. Во второй серии животные были подвергнуты действию иммобилизации. После иммобилизации животным проводили курс терапии продуктами пчеловодства. Продолжительность терапии составляла 7 суток. Забор крови производили из подъязычной вены крыс до и через 15 мин, 1 сутки, и 1 неделю после последнего введения пчелопродуктов. Оценивали изменения электрофоретической подвижности эритроцитов и концентрации малонового диальдегида. Показано, что мёд, маточное молочко, прополис и пчелиный яд вызывали восстановление электрофоретической подвижности эритроцитов и процессов перекисного окисления липидов у животных после иммобилизационного стресса. Наибольший эффект наблюдался при действии маточного молочка.
Ключевые слова: стресс, эритроциты, пчелопродукты, пчелиный яд, маточное молочко, мёд, прополис.

EFFECT OF BEE PRODUCTS ON ADAPTATION RESERVES OF A BODY IN STRESS

M.A. Shabalin, A.N. Ovchinnikov, E.A. Gracheva, S.V. Kopylova, Yu.A. Starateleva
Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The aim of this work is to study the effect of bee products on the electrophoretic mobility of red blood cells and lipid peroxidation process of rats subjected to stress. We used 84 white non-linear female rats weighing 180-200 g for the experimental study. The animals were divided into 2 groups. In group 1, we investigated the effect of bee products (bee venom, royal jelly, honey, propolis) on an intact organism. In group 2, we restrained the animals. After the restraint procedure, the animals were treated with bee products. The therapy took 7 days. We have produced a blood sampling from the hyoid vein of rats before and after 15 minutes, 1 day, and 1 week after the last injection of bee products. Then, we evaluated changes in the electrophoretic mobility of red blood cells and the malondialdehyde concentration. Honey, royal jelly, propolis and bee venom caused the restoration of electrophoretic mobility of red blood cells and lipid peroxidation processes in animals after stress caused by the restraint. Royal jelly had the greatest effect.
Keywords: stress, erythrocytes, bee products, bee venom, royal jelly, honey, propolis.

Введение. В процессе жизнедеятельности человек постоянно подвергается стрессу. Известно, что стресс-реакция является адекватным ответом на раздражитель в условиях чрезвычайной ситуации. По определению Селье [1], стресс представляет собой совокупность всех неспецифических изменений, возникающих под влиянием любых сильных воздействий и сопровождающихся перестройкой защитных систем организма. В зависимости от интенсивности стрессового воздействия в организме развиваются либо адаптационные процессы, либо истощение с развитием

патологического процесса. В связи с отмеченным, особую актуальность на сегодняшний день приобретает проблема повышения устойчивости организма и мобилизации его резервных возможностей и, следовательно, направленный поиск эффективных и безопасных адаптогенов.

Продукты пчеловодства – мёд, прополис, маточное молочко, пчелиный яд представляют собой биологически активные вещества, действующие как биогенные стимуляторы и обладающие ценными лекарственными свойствами. Они повышают работоспособность и выносливость, укрепляют иммунную систему, являются естественными адаптогенами, обладая выраженным лечебным действием [2]. При этом остаётся неизученным вопрос о механизмах их адаптационного действия при снижении резистентности организма, вызванной, в частности, действием стресс-факторов.

Кровь, как функциональная система, объединяет работу всех физиологических систем организма, поэтому большинство ее гомеостатических параметров позволяют судить о состоянии организма в целом. В свою очередь, ключевая роль в энергетическом и метаболическом обеспечении организма принадлежит эритроцитам, транспортирующим тканям кислород [3]. Полноценное выполнение эритроцитами кислородтранспортной функции возможно лишь в условиях их быстрого и беспрепятственного передвижения по кровеносному руслу благодаря электростатическому отталкиванию клеток друг от друга и от стенок сосудов [4-5]. Первостепенное значение для сохранения суспензионной устойчивости и реологии крови имеет поверхностный заряд эритроцитов, который определяется структурно-функциональным состоянием клеточных мембран [6-7]. Кроме того, неоднократно показано, что анализ электрофоретической подвижности эритроцитов (ЭФПЭ) – показателя, определяющимся поверхностным зарядом эритроцитов, отражает состояние гомеостаза целого организма и позволяет анализировать степень включения симпато-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем [8-9]. Очевидно, что изменения функциональной активности эритроцитов позволят провести анализ воздействия исследуемых факторов на реактивность всего организма. Поэтому целью данной работы является исследование действия продуктов пчеловодства на ЭФПЭ и процесс липопероксидации эритроцитов крови крыс, подвергнутых стрессовому воздействию.

Методы и организация исследования. Экспериментальное исследование было выполнено на 84 белых нелинейных крысах-самках массой 180-200 г (питомник г. Крюково). Содержание животных и проводимые с ними манипуляции осуществляли в соответствии с нормативными документами, представленными в руководстве «Guide for care and use of laboratory animals» и требованиями приказа Министерства здравоохранения РФ от 1 апреля 2016 г. № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики».

Работа была проведена в 2 серии. В первой серии исследовали действие продуктов пчеловодства на интактный организм. Животные были разделены на 5 групп, которым в зависимости от группы проводили курс 7-дневной терапии продуктами пчеловодства: 1-й группе животных внутрибрюшинно вводили пчелиный яд в дозе 0,1 мг/кг; 2-й группе животных вводили per os 50 мк/кг маточного молочка; 3-й группе животных скармливали маточное молочко и мёд в дозе 100 мг/кг (по 50 мг/кг каждого вещества); 4-й группе животных вводили per os мёд и прополис (100 мк/кг по 50 мг/кг каждого вещества); 5-й группе животных вводили per os мёд (100 мк/кг). Контролем служили интактные крысы (6 группа).

Во второй серии животные были подвергнуты действию иммобилизации, создаваемой путем фиксации крыс на фанерных планшетах за 4 конечности на спине (7 группа). После иммобилизации животным проводили курс 7-дневной терапии продуктами пчеловодства: 8-й группе крыс внутрибрюшинно вводили пчелиный яд в дозе 0,1 мг/кг; 9-й группе вводили per os

50 мк/кг маточного молочка; животных 10-й группы кормили маточным молочком и мёдом в дозе 100 мг/кг (по 50 мг/кг каждого вещества); 11-й группе животных вводили per os мёд и прополис (100 мк/кг по 50 мг/кг каждого вещества); 12-й группе животных вводили per os мёд (100 мк/кг).

Забор крови производили из подъязычной вены крыс до и через 15 мин, 1 сутки и 1 неделю после последнего введения пчелопродуктов и оценивали изменения ЭФПЭ и концентрации малонового диальдегида (МДА). ЭФПЭ определяли методом микроэлектрофореза с использованием цитоферометра в нашей модификации [10]. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) определяли по содержанию МДА в эритроцитах. Концентрацию МДА определяли по реакции с тиобарбитуровой кислотой [11].

Полученные данные были обработаны с помощью пакетов прикладных программ BIOSTAT и Microsoft Excel с использованием методов одномерной статистики. Результаты представлены в виде M±m, где M – среднее арифметическое, m – стандартная ошибка среднего. Статистическую значимость результатов оценивали по t-критерию Стьюдента. Нормальность распределения проверялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что как иммобилизация животных, так и внутрибрюшинное введение им пчелиного яда вызывали одинаковое изменение динамики ЭФПЭ: первоначальное снижение с последующим повышением данного показателя (табл. 1).

Таблица 1

Динамика изменения ЭФПЭ (мкм×см/В×с) при действии продуктов пчеловодства на фоне иммобилизации крыс, M±m

Группы животных (n=8)	Время воздействия		
	15 мин	1 сутки	1 неделя
Иммобилизационный стресс	1,15±0,04*	1,10±0,05*	1,45±0,07
Контроль	1,33±0,04	1,39±0,04	1,35±0,05
Иммобилизационный стресс + пчелиный яд	1,22±0,06*	1,37±0,06#	1,39±0,07
Пчелиный яд	1,25±0,03*#	1,42±0,05#	1,52±0,04*
Иммобилизационный стресс + маточное молочко	1,33±0,08#	1,29±0,10	1,30±0,10
Маточное молочко	1,32±0,10#	1,66±0,10*#	1,47±0,10
Иммобилизационный стресс + мёд + маточное молочко	1,40±0,06#	1,50±0,10	1,51±0,06*
Мёд + маточное молочко	1,44±0,05*#	1,54±0,10*#	1,40±0,10
Иммобилизационный стресс + мёд + прополис	1,38±0,07#	1,40±0,09#	1,40±0,09
Мёд + прополис	1,39±0,10#	1,44±0,09#	1,36±0,09
Иммобилизационный стресс + мёд	1,26±0,05	1,25±0,08*#	1,30±0,08
Мёд	1,30±0,08#	1,34±0,09#	1,36±0,06

Примечание: ЭФПЭ – электрофоретическая подвижность эритроцитов; * – статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) с контролем, # – статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) с иммобилизированными животными. Значения ЭФПЭ интактных животных – 1,36±0,10 (мкм×см / В×с)

Так, к 15 минуте регистрировалось снижение ЭФПЭ при действии иммобилизационного стресса на 8%, при введении пчелиного яда на 10%, однако к 1 суткам эксперимента ЭФПЭ животных после иммобилизации продолжала уменьшаться

относительно контрольной группы, тогда как пчелиный яд определил восстановление данного показателя до значений контроля. Повышение ЭФПЭ при действии пчелиного яда регистрировалось к 1 неделе на 123%. При введении продуктов пчеловодства, таких как маточное молочко, маточное молочко с мёдом и мёда с прополисом, наблюдалось увеличение ЭФПЭ в течение всего срока эксперимента. При скармливании продуктов пчеловодства животным после стресса уменьшение ЭФПЭ, выявленное при действии иммобилизации, не регистрировалось. Уровень ЭФПЭ восстанавливался до значений контрольной группы, а при действии мёда с маточным молочком был повышен до конца эксперимента.

Исследование процесса ПОЛ, традиционно оцениваемого по количеству образования МДА, показало, что через 15 минут после иммобилизационного стресса регистрировался значимый рост концентрации МДА относительно значений контрольной группы и сохранялся повышенным в течение 1 суток после стресса (табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменения концентрации МДА в эритроцитах (нмоль/мл) при действии продуктов пчеловодства на фоне иммобилизации крыс, M±m

Группы животных (n=8)	Время воздействия		
	15 мин	1 сутки	1 неделя
Иммобилизационный стресс	5,41±0,12*	6,06±0,10*	3,46±0,12
Контроль	3,28±0,10	4,73±0,18	3,30±0,22
Иммобилизационный стресс + пчелиный яд	5,32±0,14*	5,64±0,16*#	3,36±0,16
Пчелиный яд	3,71±0,17*#	3,90±0,10*#	3,19±0,10#
Иммобилизационный стресс + маточное молочко	3,52±0,25#	3,76±0,60*#	3,34±0,20
Маточное молочко	3,19±0,17#	3,32±0,52*#	3,17±0,15
Иммобилизационный стресс + мёд + маточное молочко	3,83±0,34*#	3,69±0,12*#	3,27±0,21
Мёд + маточное молочко	3,76±0,40#	3,46±0,31*#	2,97±0,18#
Иммобилизационный стресс + мёд + прополис	3,97±0,37*#	3,51±0,29*#	3,75±0,30
Мёд + прополис	3,08±0,30#	2,95±0,18*#	3,14±0,26
Иммобилизационный стресс + мёд	4,39±0,37*#	4,94±0,29#	3,76±0,30
Мёд	3,68±0,30#	4,22±0,36#	3,74±0,32

Примечание: МДА – малоновый диальдегид; * – статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) с контролем, # – статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) с иммобилизированными животными. Значения МДА интактных животных – 3,01±0,45 (нмоль / мл)

Пчелиный яд определил рост концентрации МДА к 15 мин с последующим понижением показателя к 1 суткам относительно контроля. Введение маточного молочка, мёда с маточным молочком и мёда с прополисом вызывало снижение концентрации МДА к 1 суткам относительно значений контрольной группы.

При иммобилизационном стрессе продукты пчеловодства, такие как маточное молочко, мёд и прополис, стабилизировали концентрацию МДА, что проявилось в отсутствие роста концентрации МДА, характерного для стрессированных животных. Введение пчелиного яда после перенесенного иммобилизационного стресса восстанавливало уровень концентрации МДА по сравнению с уровнем, регистрируемым у иммобилизационных животных к 1 суткам регистрации.

Выявленные изменения ЭФПЭ при исследуемых видах воздействия согласуются с полученными нами ранее данными для других видов стрессоров и связаны с закономерными изменениями электрокинетических свойств эритроцитов в ответ на развивающуюся в организме стресс-реакцию [8]. Известно, что при стрессовых ситуациях активация симпато-адреналовой системы является первичной [12]. Отмечено, что в реакциях на стресс концентрация адреналина в плазме возрастает в десятки раз уже через несколько минут. Путем сложной цепной реакции катехоламины стимулируют образование и поступление во внутреннюю среду гормонов коры надпочечников [13]. В то время как катехоламины отражают возникновение срочного пускового эффекта, для кортикостероидов характерно долгосрочное действие [14-16].

Регистрируемое в работе первичное уменьшение ЭФПЭ при стрессовых воздействиях связано с активацией выделения эндогенных катехоламинов, вторая фаза – повышение ЭФПЭ определяется нарастанием в крови гормонов коры надпочечников и имеет долгосрочное действие [2]. Соответственно, действие продуктов пчеловодства нивелирует развитие первой фазы за счет относительно продолжительной компенсаторной второй фазы реакции, приводящей к повышению резистентности организма. Процессы ПОЛ, характеризующие функциональное состояние мембран клеток и степень их деструкции, подтверждают данное положение.

Анализируя полученные результаты, можно предположить, что продукты пчеловодства оказывают как непосредственное действие на организм, так и влияние через активацию гипофизарно-надпочечниковой системы. Обсуждая непосредственное действие продуктов пчеловодства, необходимо учитывать их сложный полифункциональный состав. В нативном маточном молочке содержится 60-70% воды, соответственно 30-40% сухого остатка, в котором больше всего белков – 10-25%, а также много углеводов (12-40%) и липидов (2-10%). Кроме того, в значительном количестве содержатся свободные органические и аминокислоты (7-32%), а также минеральные вещества (до 4%) [17]. Прополис содержит флавоноиды, которые обладают антиоксидантным действием [11]. Пчелиный яд – поликомпонентное соединение, включающее углеводы, жиры, пептиды, аминокислоты, биогенные амины, ароматические и алифатические соединения [18]. 80% сухого вещества яда представлена белками и пептидами: к белкам относятся фосфолипаза 2, кислая фосфатаза, альфа-глюкозидаза, лизофосфолипаза, к пептидам – мелиттин, апамин, тертиапин и другие, оказывающее действие на мембранные структуры клеток [17, 19].

Таким образом, исследуемые продукты пчеловодства вызывают развитие адаптационных процессов в организме, по всей видимости, как за счет полифункционального состава компонентов, так и за счет активации гипофизарно-надпочечниковой системы, что обеспечивает приспособление функционального состояния организма в условиях стрессового воздействия на всех уровнях.

Заключение. Исследуемые продукты пчеловодства: мёд, маточное молочко, прополис и пчелиный яд, вызывали восстановление электрофоретической подвижности эритроцитов и процессов перекисного окисления липидов у животных после иммобилизационного стресса. Наибольший эффект регистрировался при действии маточного молочка. Затем по эффективности следовало влияние прополиса. Пчелиный яд являлся стрессовым агентом, однако нивелировал эффекты иммобилицации на организм крыс.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селье, Г. Стресс без дистресса / Г. Селье. – М.: Прогресс, 1979. – 124 с.
2. Теория и средства апитерапии / Крылов В. Н., Агафонов А. В., Кривцов Н. И. [и др.]. – М.: ГОУ ВПО РязГМУ Росздрава, 2007. – 236 с.
3. Влияние состава и свойств липидов мембран на их проницаемость для кислорода / Гуськова Р. А., Васильев Н. С., Иванов К. И. [и др.] // Актуальные вопросы биологической физики и химии. – 2016. – Т. 1. – № 1. – С. 43-47.
4. Агрегация-дезагрегация и деформируемость эритроцитов при моделировании ишемического инсульта у крыс / Гафарова М. Э., Наумова Г. М., Гуляев М. В. [и др.] // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2015. – Т. 14. – № 2. – С. 63-69.
5. Mechanical fatigue of human red blood cells / Qiang Y., Liu J., Dao M. [et al] // Mechanics of Biological Systems and Materials. – 2019. – № 6. – P.129-134. DOI: 10.1073/pnas.1910336116
6. Электрический заряд клеток крови / Г. И. Козинец, О. В. Попова, М. И. Будник [и др.]. – М.: Практическая медицина, 2007. – 208 с.
7. Муравьев, А. В. Микроциркуляция и гемореология: точки взаимодействия / А. В. Муравьев, П. В. Михайлов, И. А. Тихомирова // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2017. – Т. 16. – № 2. – С. 90-100. DOI: 10.24884/1682-6655-2017-16-2-90-100
8. Дерюгина, А. В. Молекулярно-клеточные механизмы реализации стресс-реакции организма / А. В. Дерюгина, А. А. Мартусевич, Т. А. Веселова // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2015. – № 3. – С. 58-63.
9. Оценка адаптационных возможностей организма при терапии сахарного диабета 1-го и 2-го типа / А. В. Дерюгина, Е. С. Малышева, М. Н. Иващенко, А. Г. Самоделкин // Клиническая лабораторная диагностика. – 2017. – Т. 62. – № 11. – С. 678-681. DOI: 10.18821/0869-2084-2017-62-11-678-681
10.Функционально-биохимические показатели эритроцитов при использовании мексикора в посттравматический период экспериментальной кровопотери и сочетанной черепно-мозговой травмы у крыс / Дерюгина А.В., Шумилова А. В., Филиппенко Е. С. [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – Т. 164. – № 7. – С. 34-37.
11.Действие комплексного препарата на основе маточного молочка пчел и прополиса при отеке легких у крыс / В. Н. Крылов, С. В. Копылова, Ю. А. Старателева, В. П. Смирнов // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2015. – Т. 55. – С. 91-94.
12.Барабой В. А. Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы / В. А. Барабой. – Киев, Фитосоциоцентр, 2006. – 424 с.
13.Ермакова, И. В. Современные представления о механизмах регуляции функции гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы / И. В. Ермакова // Новые исследования. – 2014. – Т. 4. – № 41. – С. 77-86.
14.Мещанинова, В. Н. Влияние нейромедиаторов на перекисное окисление липидов при иммобилизационном стресс-воздействии у крыс разного возраста / В. Н. Мещанинов, Д. Л. Щербаков // Казанский медицинский журнал. – 2015. – Т. 96. – № 5. – С. 843-849. DOI: 10.17750/KMJ2015-843
15.Хужахметова, Л. К. Фармакологическая коррекция перекисного окисления липидов и перекисного гемолиза эритроцитов у половозрелых крыс при иммобилизационном стрессе / Л. К. Хужахметова, Д. Л. Тёплый // Естественные науки. – 2016. – № 2. – С. 66-71.
16.Хужахметова, Л. К. Фармакологическая коррекция окислительной модификации белков и перекисного гемолиза эритроцитов у крыс при стрессе / Л. К. Хужахметова, Л. Г. Сентюрова, Д. Л. Тёплый // Морфология. – 2018. – Т. 153. – № 3. – С. 296-297.
17.Гиноян, Р. В. Продукты пчеловодства и апитерапия / Р. В. Гиноян, А. Е. Хомутов, О. В. Лушникова. – Н. Новгород: НГУ, 2008. – 648 с.
18.Сравнительное изучение цитотоксических свойств альфа-спиральных пептидов chMAP-28 и мелиттина / А. А. Емельянова, Д. В. Кузьмин, П. В. Пантелеев, Т. В. Овчинникова // В кн.: Биотехнологии: состояние и перспективы развития: Материалы международного форума. М.: РЭД ГРУПП, 2018. – С. 180-181.
19.Fratellone, P. M. Apitherapy products for medicinal use / P. M. Fratellone, F. Tsimis, G. Fratellone // Journal of Alternative and Complementary Medicine. – 2016. – Vol. 22. – № 12. – P. 1020-1022. DOI: 10.1089/acm.2015.0346

REFERENCES

1. Selye H. Stress without distress. Translated from English. Moscow: Progress, 1979, 124 p. (in Russ.)
2. Krylov V.N., Agafonov A.V., Krivtsov N.I., Lebedev V.I., Burmistrova L.A., Oshevenskij L.V., Sokol'skii S.S. Theory and means of apitherapy. Moscow: Ryazan State Medical University, 2007. 236 p. (in Russ.)

3. Gus'kova R.A., Vasil'ev N.S., Ivanov K.I., Belevich N.P., Fedorov G.E., Ivanov I.I. Effect of lipid properties and composition on membrane permeability to dioxygen. *Russian Journal of Biological Physics and Chemisrty*, 2016, vol.1, no.1, pp. 43-47. (in Russ.)
4. Gafarova M.Eh., Naumova G.M., Gulyaev M.V., Koshelev V.B., Sokolova I.A., Domashenko M.A. Erythrocyte (dis)aggregation in stroke model in rats. *Regional blood circulation and microcirculation*, 2015, vol. 14, no. 2. pp. 63-69. (in Russ.)
5. Qiang Y., Liu J., Dao M., Suresh S., Du E. Mechanical fatigue of human red blood cells. *Mechanics of Biological Systems and Materials*, 2019, no. 6, pp. 129-134. DOI: 10.1073/pnas. 1910336116.
6. Kozinets G.I., Popova O.V., Budnik M.I., Shmarov D.A., Pogorelov V.M., Protsenko D.D. Electric charge of blood cells. Moscow, Prakticheskaya medicina Publ., 2007. 208 p. (in Russ.)
7. Murav'yov A.V., Mikhajlov P.V., Tikhomirova I.A. Microcirculation and Hemorheology: points of interaction. *Regional blood circulation and microcirculation*, 2017, vol. 16, no. 2, pp. 90-100. DOI: 10.24884/1682-6655-2017-16-2-90-100 (in Russ.)
8. Deryugina A.V., Martusevich A.A., Veselova T.A. Molecular and cellular mechanisms of stress response realization in the organism. *Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre*, 2015, no. 3, pp. 58-63. (in Russ.)
9. Deryugina A.V., Malysheva E.S., Ivashchenko M.N. Samodelkin A.G. The evaluation of adaptive possibilities of organism under therapy of diabetes mellitus type I and II. *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*, 2017, vol. 62, no. 11, pp. 678-681. DOI: 10.18821/0869-2084-2017-62-11-678-681 (in Russ.)
10. Deryugina A.V., Shumilova A.V., Filippenko E.S., Galkina Ya.V., Simutis I.S., Boyarinov G.A. Functional and biochemical parameters of red blood cells when using Mexicor in the post-traumatic period of experimental blood loss and combined traumatic brain injury in rats. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 2017, vol. 164, no. 7, pp. 34-37. (in Russ.)
11. Krylov V.N., Kopylova S.V., Starateleva Yu.A., Smirnov V.P. Effect of the complex medication made of bee royal jelly and propolis at pulmonary edema of rats. *Bulletin of Physiology and Pathology of Respiration*, 2015, no. 55, pp. 91-94. (in Russ.)
12. Baraboj V.A. Stress: nature, biological role, mechanisms, outcomes. Kiev: Fitosotsiotsentr, 2006, 424 p. (in Russ.)
13. Ermakova I.V. Modern views on the mechanisms of regulation of the function of the hypothalamic-pituitary-adrenal system. *Novye Issledovania*, 2014, vol. 4, no. 41, pp. 77-86. (in Russ.)
14. Meshchaninova V.N., Shcherbakov D.L. Influence of neurotransmitters on lipid peroxidation during immobilization stress exposure in rats of different ages. *Kazan medical journal*, 2015, vol. 96, no. 5, pp. 843-849. DOI: 10.17750/KMJ2015-843 (in Russ.)
15. Khuzhakhmetova L.K., Teplyj D.L. Pharmacological correction of lipid peroxidation and peroxide hemolysis of red blood cells in mature rats during immobilization stress. *Natural Sciences*, 2016, no. 2, pp. 66-71. (in Russ.)
16. Khuzhakhmetova L.K., Sentyurova L.G., Teplyi D.L. Pharmacological correction of oxidative protein modification and red blood cell peroxide hemolysis in rats under stress. *Morfologiya*, 2018, vol. 153, no. 3, pp. 296-297. (in Russ.)
17. Ginoyan R.V, Khomutov A.E., Lushnikova O.V. Beekeeping Products and Apitherapy. Nizhny Novgorod: NSU Publ., 2008. 648 p.
18. Emel'yanova A.A., Kuz'min D.V., Panteleev P.V., Ovchinnikova T.V. A comparative study of the cytotoxic properties of alpha-helical peptides chMAP-28 and melittin. Biotechnologies: State and Development Prospects: materials of the International Forum. Moscow: RED GRUPP, 2018. pp. 180-181. (in Russ.)
19. Fratellone P.M., Tsimis F., Fratellone G. Apitherapy products for medicinal use. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2016, vol. 22, no. 12, pp. 1020-1022. DOI: 10.1089/ acm.2015.0346.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Михаил Александрович Шабалин – старший преподаватель кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: shabalin-mihail@rambler.ru.

Александр Николаевич Овчинников – доцент кафедры спортивной медицины и психологии факультета физической культуры и спорта, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: kfg.unn@mail.ru.
Елена Александровна Грачева – ассистент кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: kfg.unn@mail.ru.
Светлана Вячеславовна Копылова – кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: gorelaya@mail.ru.
Юлия Андреевна Старателева – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры физиологии и анатомии Института биологии и биомедицины, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: sua13@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Mikhail A. Shabalin – Senior Lecturer of the Department of Physiology and Anatomy, Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: shabalin-mihail@rambler.ru.
Aleksandr N. Ovchinnikov – Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Psychology, Faculty of Physical Culture and Sports, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: kfg.unn@mail.ru.
Elena A. Gracheva – Assistant of the Department of Physiology and Anatomy, Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: kfg.unn@mail.ru.
Svetlana V. Kopylova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Physiology and Anatomy, Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: gorelaya@mail.ru.
Yulia A. Starateleva – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Physiology and Anatomy, Institute of Biology and Biomedicine, Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, e-mail: sua13@mail.ru.

Для цитирования: Действие продуктов пчеловодства на адаптационные резервы организма при стрессе / Шабалин М. А., Овчинников А. Н., Грачева Е. А. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_21

For citation: Shabalin M.A., Ovchinnikov A.N., Gracheva E.A., Kopylova S.V., Starateleva Yu.A. Effect of bee products on adaptation reserves of a body in stress. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_21