

УДК 612-017.2:613.166/.9]616-003.96:577.118

DOI: 10.12737/21453

**ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ АДАПТОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА К УСЛОВИЯМ НИЗКИХ И  
ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР****Н.В.Коршунова, Е.А.Литовченко, В.А.Доровских**

*Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
675000, г. Благовещенск, ул. Горького, 95*

**РЕЗЮМЕ**

Цель исследования заключалась в изучении возможности использования смеси продуктов из зверобоя продырявленного (ЗП) и родиолы розовой (РР) для стимуляции компенсаторных реакций организма к условиям высоких и низких температур. Эксперименты выполнены на подопытных животных (150 беспородных белых крыс-самцов) по общепринятым методическим подходам. Антиокислительные эффекты в организме лабораторных животных изучены при инициации процессов перекисного окисления липидов введением четыреххлористого углерода. Для оценки антиоксидантного действия определяли продукты перекисного окисления липидов (диеновые конъюгаты, гидроперекиси липидов, малоновый диальдегид) и факторы, препятствующие их накоплению (токоферол) по общепринятым методикам. Изучение холодовых и тепловых адаптационных реакций крыс проведено с использованием модели длительного холодого и теплового воздействия с применением соответствующих климатокамер. Экспериментально установлено, что в дозах 150-300 мг/кг ежедневно изучаемая смесь обладает выраженным антиоксидантным действием в условиях холодого и теплового стресса на теплокровный организм. Проведенные исследования позволяют рекомендовать смесь из ЗП и РР в качестве регулятора адаптационных реакций организма при воздействии низких и высоких температур.

*Ключевые слова: адаптогены, резистентность организма, холодовой стресс, тепловой стресс.*

**SUMMARY****ECOLOGICAL AND HYGIENIC INVESTIGATION  
OF THE ADAPTOGENIC HERBAL PRODUCTS  
TO INCREASE RESISTANCE OF THE  
ORGANISM TO CONDITIONS OF LOW AND  
HIGH TEMPERATURES****N.V.Korshunova, E.A.Litovchenko, V.A.Dorovskikh**

*Amur State Medical Academy, 95 Gor'kogo Str.,  
Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation*

The purpose of this research was to study the possibility of using of food products from a mixture of *Hypericum perforatum* (HP) and *Rhodiola rosea* (RR) for the stimulation of the body's compensatory responses to the conditions of high and low temperatures. Exper-

iments have been conducted on experimental animals (150 white mongrel rats) in accordance with generally accepted methodological approaches. Antioxidant effects in the organism of white rats have been studied at the initiation of the processes of lipid peroxidation by the introduction of carbon tetrachloride. We were determined the products of lipid peroxidation (diene conjugates, hydroperoxides of lipids, malonic dialdehyde) for the evaluation of antioxidant effect in accordance with generally accepted methodological approaches. Researches of cold and heat adaptation reactions of experimental animals have been conducted by using the model of a long cold and heat action with appropriate climatic chambers. It was established experimentally that in doses of 150-300 mg/kg daily of the studied mixture has a strong antioxidant effect in the conditions of cold and heat stress on warm-blooded organism. The research allows to recommend a mixture of HP and RR as a regulator of adaptive reactions of the organism when exposed to low and high temperatures.

*Key words: adaptogens, resistance of organism, cold stress, heat stress.*

Процессы жизнедеятельности человека в климатических условиях холода и жары составляют одну из важнейших проблем современной медико-биологической науки. Суровые климатогеографические условия оказывают существенное влияние на метаболические процессы, характеризуются значительными физиологическими и нервно-эмоциональными перестройками, что, в конечном итоге, снижает резистентность организма и приводит к срыву приспособительных механизмов [5, 6].

Исходя из данных литературы, распространенность холодого и теплового травм в России составляет от 6 до 10%, в Амурской области – от 5,2 до 7,0%, в то время как в районах с умеренным климатом не превышает 1%, что подтверждает необходимость дальнейшего изучения адаптационных реакций организма человека к воздействию климатогеографических нагрузок и поиска новых способов коррекции патогенного воздействия высоких и низких температур [5].

Перспективным направлением в регуляции метаболических процессов в условиях высоких и низких широт является патогенетически оправданное антихолодое и антитеплое профилактическое питание с использованием растительных адаптогенных продуктов, которое можно рассматривать как один из основных факторов, способствующих стимуляции

компенсаторных реакций организма, что в условиях функциональных отклонений является наиболее обоснованным.

В последние годы наметилась явная тенденция создавать новые адаптогенные продукты с добавлением ингредиентов пчеловодства, моря, сои, витаминов и др., которые обладают антиоксидантными и антигипоксантными свойствами и с успехом применяются для коррекции холодового и теплового воздействия [5, 7].

В отношении получения пищевой продукции, обладающей данными свойствами, весьма перспективна смесь из адаптогенов растительного происхождения – зверобоя продырявленного (ЗП) и родиолы розовой (РР). Данная смесь зеленоваго-бурого цвета, со слабым, характерным запахом, горьковато-вяжущим вкусом, заготовлена при влажности не более 13%, представляет собой измельченные листья, стебли, цветки и недозрелые плоды ЗП и корневища и корни РР (1:1) до порошкообразной массы с последующей стерилизацией в автоклаве в течение 30 минут.

Действие смеси данных адаптогенов неспецифично и универсально, под их влиянием возможно повышение устойчивости к действию природных (холод, жара, физическая нагрузка, гипоксия и т.д.) факторов за счет того, что они обладают широким спектром биорегулирующих эффектов, достаточно гармонично воздействуют на различные физиологические процессы в организме [4].

Цель исследования заключается в изучении возможности использования смеси продуктов из ЗП и РР для стимуляции компенсаторных реакций организма к условиям высоких и низких температур.

#### Материалы и методы исследования

Работа выполнена в стандартных условиях вивария Амурской государственной медицинской академии. Эксперимент проводили на 150 беспородных белых крысах-самцах весом 180-200 г.

Протокол экспериментальной части исследования на этапах содержания животных, моделирования патологических процессов и выведения их из опыта соответствовал принципам биологической этики, изложенным в Международных рекомендациях по проведению медико-биологических исследований с использованием животных (1985), Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 1986), Приказе МЗ СССР №755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных», Приказе МЗ РФ №267 от 19.06.2003 «Об утверждении правил лабораторной практики».

При завершении научных исследований выведение животных из опыта проводили путем декапитации с соблюдением требований гуманности согласно приложению №4 к Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных – приложение к приказу МЗ СССР №755 от 12.08.1977 «О порядке про-

ведения эвтаназии (умерщвления животного)». Исследование одобрено Этическим комитетом Амурской государственной медицинской академии.

Для изучения антиоксидантных свойств ЗП и РР были выбраны биохимические методы, позволившие оценить участие исследуемых веществ в процессах перекисного окисления липидов (ПОЛ) в условиях *in vitro* и *in vivo*.

Интенсивность ПОЛ *in vitro* определяли на суспензии липопротеидов куриного желтка [1]. Приготовление суспензии желточных липопротеидов проводилось путем гомогенизации в стеклянном гомогенизаторе Дунса с тефлоновым пестиком в течение 1 минуты желтка куриного яйца в равном объеме 0,1 М фосфатного буфера, pH=7,45, содержащего 105 ММ КСl. Суспензия может храниться в холодильнике в течение 1 недели. Полученную концентрацию желточных липопротеидов разводили в 25 раз тем же буфером. ПОЛ во всех пробах инициировали добавлением ионов железа двухвалентного в конечной концентрации 12 мкМ при температуре 37°C в течение 20 минут, постоянно перемешивая. Реакцию останавливали добавлением трихлоруксусной кислоты. Оценивали накопление малонового диальдегида (МДА) в контрольных и опытных пробах до и после инкубации.

Антиокислительные эффекты в организме лабораторных животных изучены при инициации ПОЛ введением четыреххлористого углерода [3]. В эксперименте животных поделили на 5 групп, по 10 особей в каждой. Группу 1 составили интактные животные. Во 2 группе (контрольной) животным в течение 3-х дней подкожно вводили 50% масляный раствор четыреххлористого углерода (тетра-хлорметан – ССl<sub>4</sub>) в дозе 2 г на 1 кг массы животного 1 раз в день (отравление ССl<sub>4</sub> является классической моделью перекисного повреждения). В 3 и 4 группах (подопытных) животным в течение 3-х дней за 2 часа до введения ССl<sub>4</sub> внутрибрюшинно инъецировали токоферол и ионол, 1 раз в день в дозе 10 мг/кг. В 5 группе (подопытной) животным, предварительно получавшим в рационах питания добавку в корм в виде порошка из смеси ЗП и РР ежедневно в дозе 300 мг/кг в течение 30 дней, на 30-е сутки подкожно вводили ССl<sub>4</sub> в дозе 2 г/кг.

На 4-й день животных декапитировали. Биохимические исследования проводили сразу после забоя в крови одновременно во всех группах. Для оценки антиоксидантного действия определяли продукты ПОЛ и факторы, препятствующие их накоплению. Содержание диеновых конъюгатов (ДК), гидроперекисей липидов (ГП), МДА исследовали по методике, разработанной И.Д.Стальной [8]. Об антиокислительной активности судили по содержанию токоферола [2, 9].

Эксперименты по изучению холодовых и тепловых адаптационных реакций лабораторных животных при введении в организм смеси из ЗП и РР с использованием модели длительного холодового и теплового воздействия выполнены на 100 беспородных белых

крысах.

Тепловые адаптационные реакции животных при введении в организм смеси из ЗП и РР изучали на модели длительного теплового воздействия. Ежедневно в ранние утренние часы животных на 5 часов помещали в климатокамеру фирмы «Binder GmbH» (Германия) [5] при температуре +40°C при 50% влажности в течение 28 дней. В работе камеры предусматривался световой режим, стабильная подача воздуха для предупреждения кислородной гипоксии и создавался режим нагревания. В данных условиях происходит стойкое повышение температуры ядра тела и выраженные биохимические изменения, проявляющиеся в колебании содержания перекисных продуктов в соответствии с развитием стадий адаптационного процесса.

Исследование холодовых адаптационных реакций животных проведены на модели длительного холодового воздействия при введении в организм смеси из ЗП и РР. Каждый день утром животных помещали на 3 часа в климатокамеру фирмы «Fentron» (ГДР) [5] при температуре -15°C при 50% влажности в течение 28 дней. В работе камеры предусматривался световой режим, подача воздуха для предупреждения кислородной гипоксии и создавался режим охлаждения. В созданных условиях стойко снижается температура ядра тела и появляются значительные биохимические изменения, проявляющиеся в колебании содержания перекисных продуктов в соответствии с развитием стадий приспособительного процесса.

Статистическую обработку результатов проводили по критерию (t) Стьюдента ( $M \pm m$ ) с использованием программы Statistica 6.0. Результаты считали достоверными при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

Следует отметить, что в результате проведенных нами ранее исследований органолептических свойств смеси из ЗП и РР, изучаемые образцы были охарактеризованы положительно: привкус и запах оценены на 2,0 и 2,2 балла, соответственно. Изучение санитарно-показательных микроорганизмов показало, что количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не выходит за пределы нормы, БГКП, сальмонелл в изучаемых образцах не обнаружено [4]. В острых опытах смесь веществ из ЗП и РР гибели животных не вызывала, остались прежними поведенческие реакции, не обнаружены изменения на тканевом и клеточном уровнях по сравнению с интактными животными [4].

В данном исследовании интенсивность ПОЛ в суспензии липопропротеидов куриного желтка оценивали по накоплению МДА в контрольных (без исследуемых веществ) и опытных (с добавлением смеси из ЗП и РР) пробах при индукции  $Fe^{2+}$  аскорбатзависимой системы ПОЛ. Полученные результаты показали, что *in vitro* в  $Fe^{2+}$  аскорбатзависимой системе ПОЛ в среде желточных липопропротеидов ЗП и РР проявляли антиокислительную активность. При концентрации изучаемых веществ в инкубационной среде  $10^{-4}M$  ЗП и РР «тор-

мозили» ПОЛ на 68,9%. Токоферол блокировал ПОЛ на 95%, а ионол – на 83%. При уменьшении концентрации исследуемых веществ в инкубационной среде до  $10^{-6}M$  антиоксидантная активность ЗП и РР снижалась до 51,7%. Антиокислительная активность ионола несколько снижалась, но все же препарат «тормозил» ПОЛ на 65,3% (табл. 1). Из результатов эксперимента следует, что смесь из ЗП и РР проявляет менее выраженную антиоксидантную активность, чем у известных антиоксидантов (ионола и токоферола), но вместе с тем имеет ее достаточно высокий уровень.

**Таблица 1**  
**Антиоксидантная активность (АОА) смеси из ЗП и РР, токоферола, ионола (концентрация в инкубационной среде  $10^{-4}M$  и  $10^{-6}M$ ) в системе неферментативного ПОЛ желточных липопропротеидов (в %)**

Вещество	$10^{-4}M$ АОА	$10^{-6}M$ АОА
Смесь из ЗП и РР	68,9	51,7
Ионол	83,0	65,3
Токоферол	95,0	93,6

Однако наличие антиоксидантных свойств в экспериментах *in vitro* не является доказательством того, что в теплокровном организме вещества будут действовать аналогичным образом. Отравление четыреххлористым углеродом (тетра-хлорметаном –  $CCl_4$ ) является классической моделью перекисного повреждения, также обеспечивает высокую избирательность действия яда и возможность точной количественной дозировки. В этой связи мы провели серию экспериментов, в которых ПОЛ инициировали введением тетра-хлорметана с целью подтвердить эффективность антиоксидантного действия смеси из ЗП и РР (табл. 2).

По результатам экспериментов при остром токсическом поражении тетра-хлорметаном установлено достоверное увеличение содержания ГП, ДК, МДА в крови крыс. Из табл. 2 видно, что количество ГП возросло в 2 раза, содержание ДК увеличилось на 31%, МДА – на 160%. Проведенные опыты демонстрируют, что наиболее значительно накапливается ГП, в то же время накопление ДК происходит менее интенсивно.

Изучение антиоксидантной активности смеси из ЗП и РР в сравнении с ионолом и токоферолом при остром отравлении  $CCl_4$  показывает, что исследуемое соединение влияет на накопление того или иного продукта ПОЛ в крови, т.е. активно вмешивается в процесс активации ПОЛ под действием  $CCl_4$ . При воздействии ионола на фоне отравления  $CCl_4$  отмечалось достоверное снижение всех продуктов ПОЛ в крови крыс. Так, содержание ГП уменьшилось в 2,5 раза и составило  $6,54 \pm 0,2$  нМоль/мл ( $p < 0,05$ ). Предварительное введение ионола предотвращало накопление ДК на 29%. Накопление МДА при введении ионола уменьшилось на 42%. Предварительное введение токоферола при остром отравлении  $CCl_4$  способствовало достоверному снижению ГП с  $12,4 \pm 0,4$  до  $7,2 \pm 0,4$  нМоль/мл ( $p < 0,05$ ).

На фоне применения токоферола при остром отравлении  $CCl_4$  отмечалось достоверное снижение МДА в крови подопытных животных на 26%. Количество остальных продуктов ПОЛ при применении токоферола не отличалось от таковых при остром отравлении  $CCl_4$ , ионол значительно превосходил токоферол по способности препятствовать накоплению продуктов ПОЛ. Предварительное вскармливание животных в течение 30 дней смеси из ЗП и РР в дозе 300 мг/кг в день, а затем острое отравление крыс  $CCl_4$ , способствовало повышению антиоксидантной активности крови животных. При введении смеси из ЗП и РР отмечалось уменьшение ГП на 43%, а так же снижалось накопление МДА на 32%, что говорит о выраженной антиоксидантной активности.

Об антиоксидантном действии смеси из ЗП и РР мы также судили по изменению содержания продуктов ПОЛ в крови крыс, подвергающихся длительному тепловому воздействию. Исследуемое вещество добавляли в небольшом количестве корма крысам в дозах 30,

150 и 300 мг/кг перед помещением животных в климатикамеру. Одновременно исследовали 5 групп животных, по 10 особей в каждой: 1 – интактная группа животных находилась в стандартных условиях вивария; 2 – контрольная группа, в которой крысы подвергались нагреванию; 3, 4 и 5 – подопытные группы, где перед помещением животных, подвергавшихся нагреванию, в климатикамеру, в небольшое количество корма добавляли смесь из ЗП и РР в виде порошка в дозе 30, 150 и 300 мг/кг, соответственно. Всего в опытах было использовано 50 беспородных крыс массой 180-200 г. Исследование биохимических показателей крови проводили на 7, 14, 21, 28 дни теплового воздействия. Результаты экспериментальных исследований показали, что при длительном действии тепла на теплокровный организм наблюдалось увеличение содержания в крови всех продуктов перекисных реакций (табл. 3).

Таблица 2

**Влияние смеси из ЗП и РР на содержание продуктов ПОЛ (нМоль/мл) в крови при остром отравлении  $CCl_4$**

Группы животных	ГП	ДК	МДА
Интактные (n=10)	7,23±0,3	49,5±1,9	1,34±0,23
Контрольная группа – получавшие $CCl_4$ (n=10)	12,4±0,4*	69,8±2,5*	3,93±0,5*
Получавшие ионол + $CCl_4$ (n=10)	6,54±0,2*	48,6±1,7**	2,13±0,3**
Получавшие токоферол + $CCl_4$ (n=10)	7,2±0,4**	68,4±1,8**	2,8±0,2**
Получавшие смесь из ЗП и РР (в дозе 300 мг/кг в день в течение 30 дней) + $CCl_4$ (n=10)	7,1±0,2**	63,6±2,0**	2,6±0,4**

Примечание: здесь и далее \* и \*\* – различия, достоверные по отношению к интактной (\*) и контрольной (\*\*) группам животных (p<0,05).

Таблица 3

**Содержание ГП, ДК, МДА в крови крыс при длительном тепловом стрессе на фоне применения смеси из ЗП и РР (по 10 животных в каждой группе)**

Показатели, нМоль/мл	Сроки эксперимента	Интактная группа	Контрольная группа	Подопытная группа: тепло + 30 мг/кг смеси	Подопытная группа: тепло + 150 мг/кг смеси	Подопытная группа: тепло + 300 мг/кг смеси
ГП	7 день	19,16±0,25	26,99±0,16*	26,13±0,53	24,32±0,27**	22,03±0,19**
	14 день	20,12±0,12	30,03±0,25*	28,09±1,4	23,37±0,6**	20,51±0,16**
	21 день	19,67±0,32	27,83±2,2*	27,92±3,3	24,63±2,5**	20,84±0,15**
	28 день	19,49±0,37	30,67±0,27*	30,54±0,53	23,84±1,3**	18,08±0,53**
ДК	7 день	88,21±3,3	107,7±2,6*	106,27±2,5	97,4±1,6**	87,2±2,5**
	14 день	87,16±1,3	102,14±1,6*	102,22±2,4	96,41±1,3**	89,45±2,2**
	21 день	82,3±0,9	104,66±1,3*	103,23±3,7	97,38±2,2**	90,55±1,8**
	28 день	88,2±1,4	100,93±1,5*	100,06±2,8	95,02±1,7**	90,16±1,7**
МДА	7 день	0,55±0,15	2,19±0,12*	2,01±0,21	1,18±0,11**	0,85±0,24**
	14 день	0,66±0,07	2,22±0,1*	2,23±0,04	1,33±0,14**	0,81±0,3**
	21 день	0,87±0,5	2,58±0,14*	1,93±0,17	0,83±0,04**	1,15±0,3**
	28 день	0,99±0,3	2,45±0,14*	2,44±0,1	1,21±0,14**	1,03±0,26**

При анализе данных таблицы видно, что действие тепла достоверно увеличивает содержание ГП, ДК и МДА на 7, 14, 21 и 28 дни эксперимента. Введение смеси из ЗП и РР в дозе 30 мг/кг существенно не меняет содержание продуктов ПОЛ в крови у подопытных животных, а в дозах 150 и 300 мг/кг приводит к их снижению во все сроки исследования. Так, содержание ГП при тепловом воздействии более всего уменьшилось на 28 день и составило  $18,08 \pm 0,53$  нМоль/мл ( $p < 0,05$ ). Таким образом, при вскармливании крысам смеси из ЗП и РР в период длительного теплового стресса отмечалось повышение уровня адаптационных реакций теплокровного организма, что выражалось в снижении образования продуктов ПОЛ в крови подопытных животных.

Действие холода также влияет на повышение продуктов ПОЛ в крови крыс. Одновременно исследовали 5 групп животных, по 10 особей в каждой: 1 – интактная группа животных; 2 – контрольная группа, в которой крысы подвергались охлаждению; 3, 4 и 5 – подопытные группы, где перед помещением животных, подвергавшихся охлаждению, в климатокамеру, в небольшое количество корма добавляли смесь из ЗП и РР в виде порошка в дозе 30, 150 и 300 мг/кг, соответ-

ственно. Исследование биохимических показателей крови проводили на 7, 14, 21, 28 дни холодного воздействия.

Результаты экспериментальных исследований показали, что при длительном действии холода на теплокровный организм наблюдалось увеличение содержания всех продуктов перекисных реакций на 7, 14, 21 и 28 день. Введение смеси из ЗП и РР в дозах 150 и 300 мг/кг снижает содержание продуктов ПОЛ во все сроки исследования, а в дозе 30 мг/кг достоверных изменений в содержании продуктов ПОЛ не происходит. Наиболее выраженное снижение содержания ГП установлено на 14 день холодного воздействия, при введении смеси из ЗП и РР в дозе 300 мг/кг, и составило  $19,93 \pm 0,92$  нМоль/мл; ДК – на 28 день при введении в пищу крысам смеси в дозе 300 мг/кг; МДА – во все дни исследований, особенно на 21 день эксперимента. Таким образом, при вскармливании экспериментальным животным смеси из ЗП и РР в период длительного холодного стресса происходит снижение образования продуктов ПОЛ в крови крыс, при этом уровень адаптационных реакций увеличивался. Биохимические показатели данного эксперимента представлены в таблице 4.

Таблица 4

Содержание ГП, ДК, МДА в крови крыс при длительном холодном стрессе на фоне применения смеси из ЗП и РР (по 10 животных в каждой группе)

Показатели, нМоль/мл	Сроки эксперимента	Интактная группа	Контрольная группа	Подопытная группа: тепло + 30 мг/кг смеси	Подопытная группа: тепло + 150 мг/кг смеси	Подопытная группа: тепло + 300 мг/кг смеси
ГП	7 день	$17,63 \pm 0,46$	$31,13 \pm 0,81^*$	$30,26 \pm 0,63$	$27,82 \pm 0,91^{**}$	$23,83 \pm 1,5^{**}$
	14 день	$18,09 \pm 0,39$	$29,15 \pm 1,0^*$	$28,5 \pm 1,3$	$28,85 \pm 2,5^{**}$	$19,93 \pm 0,92^{**}$
	21 день	$17,03 \pm 0,51$	$30,25 \pm 0,9^*$	$30,10 \pm 1,02$	$26,12 \pm 2,2^{**}$	$22,97 \pm 0,41^{**}$
	28 день	$17,9 \pm 0,56$	$28,6 \pm 2,6^*$	$28,4 \pm 2,3$	$25,3 \pm 3,2^{**}$	$20,71 \pm 0,67^{**}$
ДК	7 день	$91,77 \pm 1,6$	$112,77 \pm 2,3^*$	$113,12 \pm 5,3$	$106,71 \pm 6,5^{**}$	$89,16 \pm 2,39^{**}$
	14 день	$90,52 \pm 1,0$	$124,63 \pm 1,6^*$	$120,46 \pm 2,5$	$116,52 \pm 3,5^{**}$	$99,42 \pm 2,6^{**}$
	21 день	$86,6 \pm 0,5$	$119,56 \pm 1,4^*$	$119,45 \pm 2,6$	$109,22 \pm 1,7^{**}$	$95,42 \pm 2,1^{**}$
	28 день	$89,11 \pm 1,2$	$120,9 \pm 3,3^*$	$119,16 \pm 5,3$	$106,41 \pm 2,1^{**}$	$94,1 \pm 3,8^{**}$
МДА	7 день	$0,7 \pm 0,9$	$2,72 \pm 0,18^*$	$2,43 \pm 0,05$	$1,8 \pm 0,1^{**}$	$1,0 \pm 0,07^{**}$
	14 день	$0,97 \pm 0,15$	$3,15 \pm 0,31^*$	$3,08 \pm 0,13$	$2,47 \pm 0,3^{**}$	$1,49 \pm 0,08^{**}$
	21 день	$1,13 \pm 0,1$	$4,57 \pm 0,12^*$	$3,8 \pm 0,52$	$3,3 \pm 0,3^{**}$	$1,74 \pm 0,01^{**}$
	28 день	$1,17 \pm 0,2$	$3,25 \pm 0,31^*$	$3,25 \pm 0,52$	$2,61 \pm 0,35^{**}$	$1,13 \pm 0,33^{**}$

Таким образом, нами в экспериментах *in vivo* установлено выраженное антиоксидантное действие смеси ЗП и РР в дозах 150-300 мг/кг при активации процессов ПОЛ в организме лабораторных животных четыреххлористым углеродом и влиянием низких и высоких температур, что реализуется предотвращением накопления ДК, ГП, МДА. Проведенные исследования позволяют рекомендовать изучаемую смесь в качестве регулятора адаптационных реакций организма при воздействии низких и высоких температур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова И.Г., Федорова Т.Н., Тревисани М., Сейфулла Р.Д., Тревисани К., Ким Е.К. Влияние L-карнитина и ацетил-L-карнитина на перекисное окисление липидов сыворотки крови *in vitro* // Экспериментальная и клиническая фармакология. 1992. Т.55, №3. С.29–30.
2. Киселевич Р.Ж., Скварко С.И. Определение витамина Е в сыворотке крови // Лабораторное дело. 1972. №8. С.473–475.

3. Клебанов Г.И., Бабенкова И.В., Теселкин Ю.О., Комаров О.С., Владимиров Ю.А. Оценка антиоксидантной активности плазмы крови с применением желточных липопротеидов // Клиническая лабораторная диагностика. 1988. №5. С.59–62.

4. Литовченко Е.А. Токсиколого-гигиеническая оценка пищевой смеси из зверобоя продырявленного и родиолы розовой // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2016. Вып.59. С.54–58.

5. Невмывако Е.Е., Доровских В.А., Коршунова Н.В., Шаповаленко Н.С. Токсиколого-гигиеническая оценка биологической активности адаптогенных продуктов животного и растительного происхождения при холодом и теплом воздействии на организм // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011. Вып.41. С.31–34.

6. Павлов А.С. О физиологической тяжести гипертермии различной этиологии для человека // Физиология человека. 2006. Т.32, №4. С.110–115.

7. Саенко, А.Г. Гигиеническая оценка рационов питания с использованием продуктов моря и адаптогенов для повышения резистентности организма человека к низким температурам: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Л., 1990. 23 с.

8. Стальная И.Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот // Современные методы в биохимии / под ред. В.Н.Ореховича. М.: Медицина, 1977. С.63–64.

9. Taylor S.L., Lamden M.P., Tappel A.L. Sensitive fluorometric method for tissue tocopherol analysis // *Lipids*. 1976. Vol.11, №7. P.530–538.

#### REFERENCES

1. Borisova I.G., Fedorova T.N., Trevisani M., Seifulla R.D., Trevisani C., Kim E.K. The effect of L-carnitine and

acetyl-L-carnitine on blood serum lipid peroxidation in vitro. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya* 1992; 55(3):29–30 (in Russian).

2. Kiselevich R.Zh., Skvarko S.I. Determination of vitamin E in blood serum. *Laboratornoe delo* 1972; 8:473–475 (in Russian).

3. Klebanov G.I., Babenkova I.V., Teselkin Yu.O., Komarov O.S., Vladimirov Yu.A. The estimation of antioxidant activity of blood plasma with the application of vitelline lipoproteins. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika* 1988; 5:59–62 (in Russian).

4. Litovchenko E.A. Toxicological and hygienic evaluation of food mixture from *Hypericum perforatum* and *Rhodiola rosea*. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* 2016; 59:54–58 (in Russian).

5. Nevmyvako E.E., Dorovskikh V.A., Korshunova N.V., Shapovalenko N.S. Toxicological and hygienic assessment of biological activity of adaptogenic products of zoologic and vegetative origin under conditions of heat and cold influence on organism. *Bülleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* 2011; 41:31–34 (in Russian).

6. Pavlov A.S. Physiological Burden of Hyperthermia of Various Etiologies in Humans. *Fiziologiya cheloveka* 2006; 32(4):110–115 (in Russian).

7. Saenko A.G. Hygienic assessment of diets using products of the sea and adaptogens to increase resistance of human organism to low temperatures: abstract of PhD thesis (Med. Sci.). Leningrad; 1990 (in Russian).

8. Stal'naya I.D. The method for determination of diene conjugation of unsaturated higher fatty acids. In: Orekhovich V.N., editor. *Modern methods in biochemistry*. Moscow; 1977. pp.63–64 (in Russian).

9. Taylor S.L., Lamden M.P., Tappel A.L. Sensitive fluorometric method for tissue tocopherol analysis. *Lipids* 1976; 11(7):530–538.

Поступила 05.02.2016

Контактная информация

Наталья Владимировна Коршунова,

доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой общей гигиены,

Амурская государственная медицинская академия,

675000, г. Благовещенск, ул. Горького, 95.

E-mail: korshunova1957@yandex.ru

Correspondence should be addressed to

Natalia V. Korshunova,

MD, PhD, DSc, Professor, Head of Department of General Hygiene,

Amur State Medical Academy,

95 Gor'kogo Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation.

E-mail: korshunova1957@yandex.ru