

УДК 612.014:615.274:615.831.4/.6

КОРРЕКЦИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА АРАБИНОГАЛАКТАНОМ В УСЛОВИЯХ
УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

О.Н.Ли, В.А.Доровских, Н.В.Симонова

Амурская государственная медицинская академия, 675000, г. Благовещенск, ул. Горького, 95

РЕЗЮМЕ

O.N.Li, V.A.Dorovskikh, N.V.Simonova

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

Длительное воздействие ультрафиолетового облучения на организм человека индуцирует развитие критического состояния, которое сопровождается истощением энергетических и других резервов, снижением тканевого метаболизма. В экспериментальных условиях исследована возможность коррекции свободнорадикального окисления липидов мембран организма крыс введением арабиногалактана. Животные были разделены на 4 группы, в каждой по 30 крыс: интактные животные, которые содержались в стандартных условиях вивария; контрольная группа, где крысы подвергались ультрафиолетовому облучению в течение 3 минут ежедневно; подопытная группа, где животным перед облучением ежедневно вводили арабиногалактан в дозе 200 мг/кг; подопытная группа, где животным перед облучением ежедневно вводили арабиногалактан в дозе 500 мг/кг. Установлено, что ежедневное ультрафиолетовое облучение в течение трех минут способствует повышению содержания гидроперекисей липидов (на 26-48%), диеновых конъюгатов (на 29-53%), малонового диальдегида (на 40-62%) на фоне снижения активности основных компонентов антиоксидантной системы. Введение крысам арабиногалактана в условиях ультрафиолетового облучения способствует достоверному снижению в плазме крови гидроперекисей липидов на 13-25%, диеновых конъюгатов – на 13-26%, малонового диальдегида – на 12-29% по сравнению с крысами контрольной группы. При анализе влияния арабиногалактана на активность компонентов антиоксидантной системы было установлено, что содержание церулоплазмينا в крови животных было выше аналогичного показателя у крыс контрольной группы на 13-29%, витамина Е – на 17-26%, каталазы – на 34-59%. Таким образом, использование арабиногалактана в условиях воздействия ультрафиолетовых лучей на организм экспериментальных животных приводит к стабилизации процессов пероксидации на фоне повышения активности основных компонентов антиоксидантной системы.

Ключевые слова: арабиногалактан, ультрафиолетовое облучение, перекисное окисление липидов биологических мембран, продукты пероксидации (гидроперекиси липидов, диеновые конъюгаты, малоновый диальдегид), антиоксидантная система.

SUMMARY

THE CORRECTION OF OXIDATIVE STRESS BY
ARABINO GALACTAN IN THE CONDITIONS OF
ULTRAVIOLET RADIATION

Prolonged exposure of the human organism to ultraviolet radiation induces the development of critical condition accompanied by the exhaustion of energy and other reserves, reduction of tissue metabolism. In experimental conditions the possibility to correct free radical lipid oxidation of rats organism membranes was studied with the introduction of arabinogalactan. The animals were divided into 4 groups and each of them had 30 rats: intact animals which were held in standard conditions of vivarium; the control group in which rats were exposed to ultraviolet radiation during three minutes daily; the experimental group in which before ultraviolet radiation animals had a daily intake of arabinogalactan in a dose of 200 mg/kg; the experimental group in which before ultraviolet radiation animals had a daily intake of the arabinogalactan in a dose of 500 mg/kg. It was found out that in the blood of experimental animals a daily ultraviolet radiation during three minutes contributes to the increase of lipid hydroperoxides level (by 26-48%), of diene conjugate (by 29-53%), and of malonic dialdehyde (by 40-62%) against the decrease of antioxidant system activity in the blood of intact animals. The introduction of arabinogalactan to rats in the conditions of ultraviolet radiation contributes to the significant decrease in the blood of lipid hydroperoxides by 13-25%, of diene conjugates by 13-26%, malonic dialdehyde by 12-29% in comparison with the rats of the control group. While analyzing the effect of arabinogalactan on the activity of the components of antioxidant system it was shown that the level of ceruloplasmin in the blood of animals was significantly higher by 13-29%, of vitamin E by 17-26%, of catalase by 34-59% in comparison with the same parameters of the rats of the control group. So, the application of arabinogalactan in the conditions of ultraviolet radiation of the organism of animals under experiment leads to stabilization of the processes of peroxidation against the increase of antioxidant system activity.

Key words: arabinogalactan, ultraviolet radiation, biological membranes lipid peroxidation, products of peroxidation (lipid hydroperoxides, diene conjugates, malonic dialdehyde), antioxidant system.

Проблема защиты организма от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды ставит перед практической медициной задачу разработки новых методов профилактики, предупреждающих последствия влияния прооксидантных факторов среды на организм человека [3, 5, 10]. В данном аспекте широкое поле дея-

тельности открывается при апробации фармакологически активных соединений с выраженными антиоксидантными свойствами, расширяющих пределы адаптации организма к экстремальным воздействиям [2, 4]. Актуальность поисковых исследований обусловлена необходимостью пополнения арсенала лекарственных средств более эффективными и менее токсичными препаратами, что подчеркивает целесообразность изучения и внедрения в клинику лекарственных средств растительного происхождения [1, 5, 12]. В связи с этим, особый интерес представляет исследование широко изученной группы природных антиоксидантов, в частности полисахарид лиственницы сибирской – арабиногалактан. Немногочисленный опыт применения арабиногалактана показал, что данное природное соединение обладает способностью значительно повышать устойчивость организма к неблагоприятным факторам окружающей среды [6, 7, 14], а поскольку изучение механизма антиоксидантного действия, дифференцированный подход к применению в условиях различных модельных систем, оптимальный режим дозировок остаются вопросами, требующими детального и тщательного теоретического обоснования, нами было проведено исследование антиоксидантной активности арабиногалактана в разных дозах при окислительном стрессе, индуцированном воздействием ультрафиолетовых лучей.

Цель исследования – изучение влияния арабиногалактана в разных дозах на интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в условиях ультрафиолетового облучения (УФО).

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на кафедре фармакологии Амурской государственной медицинской академии. Эксперимент проводили на 120 белых беспородных крысах-самцах массой 150-200 г в течение 21 дня.

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 проведения эвтаназии (умерщвления животного)». Ис-

следование одобрено Этическим комитетом Амурской государственной медицинской академии.

Облучение проводили ежедневно в условиях ультрафиолетовой камеры [13]. Животные были разделены на 4 группы, в каждой по 30 крыс: 1 группа – интактные крысы, которые содержались в стандартных условиях вивария; 2 группа – контрольная, в которой животные подвергались воздействию УФО в течение 3 минут ежедневно; 3 и 4 группы – подопытные, где животным перед облучением (время экспозиции – 3 минуты) ежедневно внутримышечно вводили арабиногалактан в дозах 200 мг/кг и 500 мг/кг, соответственно. Забой животных путем декапитации производили на 7, 14 и 21 сутки. Интенсивность процессов ПОЛ оценивали, исследуя содержание в крови животных гидроперекисей липидов (ГП), диеновых конъюгатов (ДК), малонового диальдегида (МДА) и компонентов антиоксидантной системы (АОС) – церулоплазмينا, витамина Е, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Гл-6-ФДГ), каталазы по методикам, изложенным в ранее опубликованной нами работе [8]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием критерия Стьюдента (t) с помощью программы Statistica v.6.0. Результаты считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенных исследований было установлено (табл. 1), что воздействие УФО на крыс сопровождается активацией процессов ПОЛ и накоплением продуктов перекисации в крови контрольных животных: увеличением содержания ГП – на 48% (7 день), 46% (14 день) и 26% (21 день эксперимента) в сравнении с аналогичным показателем в группе интактных крыс; ДК – на 49% (7 день), 29% (14 день) и 53% (21 день эксперимента); МДА – на 63% (7 день), 49% (14 день) и 41% (21 день эксперимента), что согласуется с результатами исследований, опубликованных нами ранее [8, 9, 11].

В свою очередь, введение арабиногалактана в условиях УФО сопровождалось достоверным снижением содержания продуктов радикального характера в сравнении с показателями в контрольной группе. На фоне применения арабиногалактана в дозе 200 мг/кг концентрация ГП уменьшилась на 13% (7 день), 20% (14 день) и 13% (21 день эксперимента); ДК – на 13% (7 день), 17% (14 день) и 23% (21 день эксперимента); МДА – на 12% (7 день), 16% (14 день) и 24% (21 день эксперимента). На фоне введения арабиногалактана в дозе 500 мг/кг содержание ГП снизилось на 18% (7 день), 25% (14 день) и 15% (21 день эксперимента); ДК – на 15% (7 день), 23% (14 день) и 26% (21 день эксперимента); МДА – на 29% (7 день), 23% (14 день) и 26% (21 день эксперимента). Указанные изменения согласуются с результатами исследований, опубликованными нами ранее, которыми был показан стресс-протективный эффект арабиногалактана в условиях холодовой экспериментальной модели [7].

Таблица 1

Содержание продуктов ПОЛ в крови экспериментальных животных ($M \pm m$)

Показатели, нмоль/мл	Сроки эксперимента	Интактные крысы	Воздействие УФО	УФО и введение арабиногалактана в дозе 200 мг/кг	УФО и введение арабиногалактана в дозе 500 мг/кг
ГП	7 день	23,8 $\pm$ 2,0	35,3 $\pm$ 0,8*	30,8 $\pm$ 0,9**	29,0 $\pm$ 1,2**
	14 день	24,0 $\pm$ 2,1	35,2 $\pm$ 1,0*	28,1 $\pm$ 1,4**	26,4 $\pm$ 1,2**
	21 день	26,3 $\pm$ 2,4	33,2 $\pm$ 1,4*	28,9 $\pm$ 0,9**	28,3 $\pm$ 1,1**
ДК	7 день	30,5 $\pm$ 3,5	45,5 $\pm$ 2,6*	39,5 $\pm$ 1,7	38,8 $\pm$ 0,9**
	14 день	37,1 $\pm$ 2,0	47,7 $\pm$ 1,0*	39,5 $\pm$ 1,3**	36,8 $\pm$ 1,3**
	21 день	31,3 $\pm$ 3,3	47,9 $\pm$ 3,1*	37,1 $\pm$ 1,5**	35,5 $\pm$ 1,6**
МДА	7 день	4,0 $\pm$ 0,3	6,5 $\pm$ 0,3*	5,7 $\pm$ 0,2**	4,6 $\pm$ 0,2**
	14 день	3,9 $\pm$ 0,3	5,8 $\pm$ 0,3*	4,9 $\pm$ 0,2	4,5 $\pm$ 0,1**
	21 день	4,2 $\pm$ 0,3	5,9 $\pm$ 0,6*	4,5 $\pm$ 0,2	4,4 $\pm$ 0,2**

Примечание: здесь и далее * – достоверность различия показателей по сравнению с группой интактных животных ($p < 0,05$); ** – достоверность различия показателей по сравнению с группой животных, к которым применяли только воздействие УФО ($p < 0,05$).

Активация процессов ПОЛ при воздействии ультрафиолетовых лучей на организм сопровождается напряжением АОС (табл. 2): содержание церулоплазмينا в крови контрольных крыс в сравнении с интактными животными снизилось на 26% (7 день), 34% (14 день) и 28% (21 день эксперимента); витамина Е – на 32% (7 день), 31% (14 день) и 31% (21 день эксперимента); Гл-6-ФДГ – на 14% (7 день), 17% (14 день), 22% (21 день эксперимента); каталазы – на 27% (7 день), 32% (14 день) и 34% (21 день эксперимента), что согласуется с проведенными нами ранее исследованиями [8, 10, 11]. Использование природного полисахарида для коррекции окислительного стресса, индуцированного воздействием УФО, способствовало повышению активности АОС в крови подопытных животных: на фоне введения

арабиногалактана в дозе 200 мг/кг содержание церулоплазмينا выросло на 13% (7 день), 17% (14 день), 26% (21 день эксперимента) по сравнению с аналогичным показателем в группе контрольных крыс; на фоне введения арабиногалактана в дозе 500 мг/кг – на 15%, 27% и 29%, соответственно. Уровень витамина Е при использовании арабиногалактана в дозе 200 мг/кг в эксперименте увеличился на 9% (7 день), на 21% (14 день) и 26% (21 день), при использовании арабиногалактана в дозе 500 мг/кг – на 17-26% относительно контрольных животных. В свою очередь, исследование активности ферментов АОС в условиях коррекции введением природного полисахарида, позволило констатировать повышение активности Гл-6-ФДГ в среднем на 9-27%, каталазы – на 34-59%.

Таблица 2

Содержание компонентов АОС в крови экспериментальных животных ($M \pm m$)

Показатели	Сроки эксперимента	Интактные крысы	Воздействие УФО	УФО и введение арабиногалактана в дозе 200 мг/кг	УФО и введение арабиногалактана в дозе 500 мг/кг
Церулоплазмин, мкг/мл	7 день	27,2 $\pm$ 2,0	20,2 $\pm$ 1,0*	22,9 $\pm$ 0,3**	23,2 $\pm$ 0,8**
	14 день	29,6 $\pm$ 1,7	19,5 $\pm$ 0,8*	22,8 $\pm$ 0,4**	24,7 $\pm$ 0,7**
	21 день	27,0 $\pm$ 1,7	19,4 $\pm$ 0,8*	24,5 $\pm$ 0,7**	25,1 $\pm$ 1,0**
Витамин Е, мкг/мл	7 день	51,9 $\pm$ 3,6	35,5 $\pm$ 1,2*	38,8 $\pm$ 1,5	41,4 $\pm$ 1,1**
	14 день	47,5 $\pm$ 2,2	32,8 $\pm$ 2,2*	39,7 $\pm$ 1,6**	41,3 $\pm$ 1,2**
	21 день	49,5 $\pm$ 2,4	34,1 $\pm$ 1,8*	42,9 $\pm$ 1,4**	42,7 $\pm$ 1,0**
Гл-6-ФДГ, мкмоль НАДФН $\text{л}^{-1}\text{с}^{-1}$	7 день	7,0 $\pm$ 0,2	6,0 $\pm$ 0,4*	6,7 $\pm$ 0,2	7,0 $\pm$ 0,2
	14 день	7,1 $\pm$ 0,2	5,9 $\pm$ 0,4*	6,4 $\pm$ 0,1	7,0 $\pm$ 0,3**
	21 день	7,0 $\pm$ 0,3	5,5 $\pm$ 0,4*	6,8 $\pm$ 0,2**	7,0 $\pm$ 0,2**
Каталаза, мкмоль H_2O_2 $\text{г}^{-1}\text{с}^{-1}$	7 день	100,0 $\pm$ 4,9	73,2 $\pm$ 3,5*	98,4 $\pm$ 4,3**	102,6 $\pm$ 1,8**
	14 день	100,4 $\pm$ 4,1	68,7 $\pm$ 6,0*	104,0 $\pm$ 4,7**	109,4 $\pm$ 3,8**
	21 день	103,2 $\pm$ 4,1	67,7 $\pm$ 6,5*	102,4 $\pm$ 2,8**	104,4 $\pm$ 2,2**

В целом, экспериментально подтверждены антиоксидантные свойства арабиногалактана в условиях окислительного стресса, индуцированного УФО, объяснение которым возможно на основании нескольких предположений. Во-первых, снижение концентрации продуктов ПОЛ возможно в результате адсорбции молекулами арабиногалактана первичных продуктов перекисидации (по принципу ловушки). Во-вторых, механизм действия арабиногалактана может быть обусловлен взаимодействием последнего с клеточными рецепторами, что позволяет ему, как полисахариду, взаимодействовать своими гидроксильными группами с углеводами гликокаликса клеток, усиливая защитные свойства гликокаликса и препятствуя взаимодействию рецепторов цитолеммы с токсичными продуктами обмена и распада (это предположение согласуется с данными ученых Иркутского медицинского института, которые признали роль арабиногалактана в стабилизации биомембран в условиях стресса). В-третьих, макромолекула арабиногалактана имеет галактановое звено. Каждое галактозное звено основной цепи макромолекулы полисахарида содержит две, а концевые звенья и звенья боковых цепей – три незамещенные гидроксильные группы. Все они потенциально способны участвовать в химических реакциях, в частности, в реакциях комплексообразования с ионами металлов. На основании этого экспериментально показано, что арабиногалактан способен выступать в качестве лиганда: в частности, в реакциях с ионами меди происходит комплексообразование, а в реакциях с солями железа (двух и трехвалентного) он, подобно другим полисахаридам, проявляет свойства стабилизатора гидрофобных коллоидных систем, в частности оксидов железа. При этом арабиногалактан, адсорбируясь на поверхности коллоидных частиц, препятствовал их агрегации [6, 14]. Таким образом, химические свойства природного полисахарида в реакциях с солями металлов многогранны: с одной стороны арабиногалактан способен участвовать в процессах комплексообразования, проявляя свойства лиганда, с другой стороны он может выполнять функции стабилизатора коллоидных систем. Для подтверждения наших предположений нами была проведена серия экспериментов в условиях *in vitro*, результаты которой отразили способность арабиногалактана сорбировать ионы железа, необходимого для запуска реакции свободнорадикального окисления: арабиногалактан в зависимости от используемой дозы сорбировал большую часть Fe^{2+} – от 70 до 80%, что указывает на антиоксидантную активность полисахарида.

Таким образом, впервые экспериментально подтверждена и обоснована возможность коррекции процессов ПОЛ биомембран, индуцированных воздействием ультрафиолетовых лучей, введением арабиногалактана.

Выводы

1. УФО способствует формированию окислительного стресса в условиях накопления продуктов ПОЛ и

снижения уровня основных компонентов АОС в крови крыс.

2. Введение арабиногалактана лабораторным животным снижает интенсивность процессов ПОЛ, индуцированных воздействием УФО, что подтверждается уменьшением содержания продуктов перекисидации на фоне достоверного увеличения активности компонентов АОС.

3. В условиях окислительного стресса установлена прямая дозозависимость арабиногалактана, базируемая на статистически значимых различиях изменений показателей продуктов ПОЛ и компонентов АОС: с увеличением дозы до 500 мг/кг выраженность антиоксидантного эффекта возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптогены растительного происхождения в профилактике заболеваний органов дыхания у детей ясельного возраста / В.А.Доровских, Н.В.Симонова, И.В.Симонова, М.А.Штарберг // Дальневост. мед. журн. 2011. №1. С.41–44.
2. Влияние сукцинатсодержащих препаратов на интенсивность процессов перекисидации в условиях холодового воздействия / В.А.Доровских, О.Н.Ли, Н.В.Симонова, В.Ю.Доровских, М.А.Штарберг, С.Ю.Ландышев, В.П.Мишук, Т.А.Савинова // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2013. Вып.50. С.56–60.
3. Доровских В.А. Фармакологическая коррекция холодового воздействия в эксперименте: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Ленинград, 1987. 48 с.
4. Коррекция холодового воздействия с помощью препарата, содержащего янтарную кислоту / В.А.Доровских, Н.В.Симонова, Ю.В.Доровских, О.Н.Ли // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2013. Вып.49. С.82–86.
5. Фенольные биоантиоксиданты / Н.К.Зенков, Н.В.Кандалинцева, В.З.Ланкин, Е.Б.Меньщикова, А.Е.Просенко. Новосибирск: СО РАМН, 2003. 328 с.
6. Колесникова Л.И., Карпова Е.А., Власов Б.Я. Состояние системы липоперекисидации – антиоксидантной защиты при токсическом поражении печени и его профилактике нанокомпозитным препаратом селена и арабиногалактана // Бюл. эксперим. биол. и мед. 2015. №2. С.183–187.
7. Ли О.Н. Антиоксидантные свойства арабиногалактана в условиях холодового стресса: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Владивосток, 2011. 24 с.
8. Симонова Н.В., Доровских В.А., Штарберг М.А. Адаптогены в коррекции процессов перекисного окисления липидов биомембран, индуцированных воздействием холода и ультрафиолетовых лучей // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2011. Вып.40. С.66–70.
9. Симонова Н.В., Доровских В.А., Штарберг М.А. Влияние адаптогенов растительного происхождения на интенсивность процессов перекисного окисления липидов биомембран в условиях ультрафиолетового облучения // Дальневост. мед. журн. 2010. №2. С.112–115.
10. Симонова Н.В., Доровских В.А., Симонова Н.П. Ультрафиолетовое облучение и окислительный стресс.

Возможности фитокоррекции. Благовещенск: АГМА, 2014. 140 с.

11. Влияние настоя на основе сбора из листьев крапивы, березы и подорожника на интенсивность процессов перекисидации в условиях ультрафиолетового облучения / Н.В.Симонова, В.А.Доровских, М.А.Штарберг, Н.П.Симонова // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2012. Вып. 44. С.90–94.

12. Настой лекарственных растений и окислительный стресс в условиях холодового воздействия / Н.В.Симонова, В.А.Доровских, О.Н.Ли, М.А.Штарберг, Н.П.Симонова // Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2013. Вып.48. С.76–80.

13. Способ и устройство для экспериментального моделирования активации процессов перекисидного окисления липидов биологических мембран: пат. 2348079 Рос. Федерации / Доровских В.А., Симонова Н.В.; опубл. 16.04.2007.

14. Лимфокинетическая активность композиции дигидрохверцетина и арабиногалактана / А.Ю.Шама-наев, И.С.Иванов, А.В.Сидехменова, М.Б.Плотников // Бюл. сибирской медицины. 2014. №3. С.80–83.

REFERENCES

1. Dorovskikh V.A., Simonova N.V., Simonova I.V., Shtarberg M.A. Adaptogens of vegetable origin in prophylaxis of respiratory apparatus diseases at children of babyhood. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal – Far Eastern Medical Journal* 2011; 1:41–44 (in russian).

2. Dorovskikh V.A., Li O.N., Simonova N.V., Dorovskikh V.Yu., Shtarberg M.A., Landyshev S. Ju., Mishuk V.P., Savinova T.A. Effect of succinate containing drugs on the intensity of peroxidation in the conditions of cold exposure. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ – Bulletin physiology and pathology of respiration* 2013; 50:56–60 (in russian).

3. Dorovskikh V.A. Pharmacological correction of cold exposure in the experiment: abstract of thesis... PhD (Dr. Med. Sci.). Leningrad; 1987 (in russian).

4. Dorovskikh V.A., Simonova N.V., Dorovskikh Yu.V., Li O.N. Correction of cold effect by means of the drug with succinic acid. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ – Bulletin physiology and pathology of respiration* 2013; 49:82–86 (in russian).

5. Zenkov N.K., Kandalintseva N.V., Lankin V.Z., Men'shchikova E.B., Prosenko A.E. Phenolic Bioantioxi-

dant. Novosibirsk: SB RAMS; 2003 (in russian).

6. Kolesnikova L.I., Karpova E.A., Vlasov B.Ya. System status of lipid peroxidation – antioxidant protection in toxic liver damage and its prevention nanocomposite drug selenium and arabinogalactan. *Bulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny – Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 2015; 2:183–187 (in russian).

7. Li O.N. The antioxidant properties of arabinogalactan in conditions of cold stress: abstract of thesis... PhD (Cand. Med. Sci.). Vladivostok; 2011 (in russian).

8. Simonova N.V., Dorovskikh V.A., Shtarberg M.A. Adaptogens in the correction of biomembranes lipid peroxidation processes induced by the influence of cold and ultraviolet rays. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ – Bulletin physiology and pathology of respiration* 2011; 40:66–70 (in russian).

9. Simonova N.V., Dorovskikh V.A., Shtarberg M.A. Effect of adaptogens of plant origin on the intensity of the processes of peroxidation of lipids of membranes under conditions of ultraviolet irradiation. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal – Far Eastern Medical Journal* 2010; 2:112–115 (in russian).

10. Simonova N.V., Dorovskikh V.A., Simonova N.P. Ultraviolet radiation and oxidative stress. The possibility of phitocorrection. Blagoveshchensk: AGMA; 2014 (in russian).

11. Simonova N.V., Dorovskikh V.A., Shtarberg M.A., Simonova N.P. Effect of the tincture made of nettle, birch and plantain leaves on the intensity of peroxidation at ultraviolet radiation *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ – Bulletin physiology and pathology of respiration* 2012; 44:90–94 (in russian).

12. Simonova N.V., Dorovskikh V.A., Li O.N., Shtarberg M.A., Simonova N.P. Tincture of medicinal plants and oxidative stress in the conditions of cold exposure. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ – Bulletin physiology and pathology of respiration* 2013; 48:76–80 (in russian).

13. Dorovskikh V.A., Simonova N.V. Patent 2348079 RU. Method and device for experimental modelling of process activation of peroxide oxidation of lipids in biological membranes; published 16.04.2007 (in russian).

14. Shamanaev A.Yu., Ivanov I.S., Sidehmenova A.V., Plotnikov M.B. Lymphokinesia activity of the composition of dihydroquercetin and arabinogalactan. *Bulleten' sibirskoy meditsiny – Bulletin of Siberian Medicine* 2014; 3:80–83 (in russian).

Поступила 15.05.2015

Контактная информация

Ольга Николаевна Ли,

кандидат медицинских наук, доцент кафедры фармакологии,
Амурская государственная медицинская академия,
675000, г. Благовещенск, ул. Горького, 95.

E-mail: agma@amur.ru

Correspondence should be addressed to

Ol'ga N. Li,

MD, PhD, Associate professor of Department of Pharmacology,
Amur State Medical Academy,
95 Gor'kogo Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation.

E-mail: agma@amur.ru