

УДК 577.121+615.324

ОСИ СОЦВЕТИЙ ЛИМОННИКА КИТАЙСКОГО В ПРОФИЛАКТИКЕ СТРЕССОВЫХ НАРУШЕНИЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ И ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У КРЫС

© 2015 Т.В. Момот^{1,2}, Н.Ф. Кушнерова³¹ Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток² Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН³ Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН

Поступила в редакцию 18.05.2015

Показано, что комплекс биологически активных веществ, входящий в состав водно-спиртового (40%) экстракта из осей соцветий лимонника китайского «Экликит®», восстанавливает показатели антиоксидантной защиты организма крыс в условиях экспериментальной модели стресса. При остром стрессе происходит увеличение активности супероксиддисмутазы, снижение антирадикальной активности, количества восстановленного глутатиона и увеличение малонового диальдегида в крови крыс. Экликит обнаруживает более выраженные фармакологические свойства, чем коммерческий препарат «Легалон®».

Ключевые слова: лимонник китайский, стресс, сыворотка крови, антиоксидантная защита

Флора Дальнего Востока России отличается значительным видовым разнообразием. Здесь произрастает более 4 тысяч видов, в то время как в Европейской части около 3,5 тысяч видов, а в Сибири еще меньше. Юг Дальнего Востока для многих видов является северной границей ареала. Это лианы разных видов, растения семейства аралиевых и др. Многие виды содержат вещества в большей или меньшей степени, обладающие антиоксидантными свойствами. К ним относятся, в основном, флавоноиды и лигнаны, способные гасить реакции свободно-радикального окисления за счет фенолосодержащих составляющих. Исходя из этого, необходимо подобрать такие сырьевые источники, экстракты из которых действовали бы достаточно активно, а также были бы доступны и дешевы. С нашей точки зрения наиболее доступными и важными являются отходы от переработки годного сырья после отделения сока. К ним относятся оси соцветий лимонника китайского (*Schizandra chinensis* Turcz. Baill). Экстракт из семян лимонника давно применяется в народной медицине на Дальнем Востоке в качестве укрепляющего и стимулирующего средства. То же касается и других частей растения: листьев, побегов лианы. Приамурье является северной границей ареала лимонника китайского. Внешне это деревянистая лиана с вьющимися ветвями длиной до 10 м и толщиной до 1,8 см, с морщинистой темно-коричневого цвета шелушащейся корой; на молодых лианах кора гладкая,

блестящая, желтого цвета. Листья простые, эллиптические или овальные с клиновидным основанием. Цветки бело-розовые, душистые, конические. Плод – ягодообразные красного цвета костянки, собраны в плодную кисть. Стебли, корни и плоды лимонника при растирании пахнут лимоном. Цветет в мае-июне, плодоносит в августе-сентябре. Для получения концентрата из свежесобранных плодов отжимают сок и концентрируют с помощью вакуум-выпарной сушки при температуре не выше 50°C. После отделения ягод остается значительное количество осей соцветий (кисть). Это большой возобновляемый сырьевой резерв, который в настоящее время не утилизируется и не используется должным образом. Ресурсы значительны: в урожайные годы возможен сбор до 50 т ягод [10]. Ранее нами было показано [3], что оси соцветий лимонника, хотя и не являются местом локализации лигнанов, но содержат полифенольный комплекс с высокой антиоксидантной активностью [9]. Известно, что при стрессовых воздействиях в результате инактивации адреналина в системе цитохрома P-450 формируются супероксиданионы и активизируется перекисное окисление липидов [6]. Следовательно, становится все более актуальным вопрос о фармакологической регуляции стресса, механизмы и воздействие которого на организм нельзя считать окончательно изученными. Однако из природных стресс-протекторов в аптечной сети известен только «Экстракт элеутерококка».

Цель работы: оценка эффективности полифенольного препарата, полученного из осевой части соцветия, освобожденного от ягод лимонника китайского (*Schizandra chinensis*). Экстракт запатентован как гепатопротектор (патент № 2179031) и зарегистрирован под торговой маркой «Экликит®» (Свидетельство на товарный знак № 217230).

Момот Татьяна Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры фундаментальной медицины, научный сотрудник лаборатории фармакологии. E-mail: kushnerova83@mail.ru

Кушнерова Наталья Федоровна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией биохимии. E-mail: natasha50@mail.ru

Материалы и методы исследования. Экстракт из осей соцветий лимонника «Экликиг»[®] готовили на 40%-м этиловом спирте методом реперколяции. Выход экстракта составлял 1 л на 1 кг сырья. Готовый спиртовой экстракт упаривали на ротаторном испарителе без подогрева ($t < 20^{\circ}\text{C}$) до половины первоначального объема, затем доводили дистиллированной водой до исходного объема и центрифугировали в течение 5 мин при 3000 об/мин для удаления взвеси. Экстракт содержит в составе экстрактивных веществ, в среднем, 200 мг/л общих полифенолов, представленных катехинами, кверцетином, флавонолами, лигнином, органическими кислотами, каротиноидами и рядом других органических соединений. Препаратом сравнения являлся аптечный экстракт элеутерококка.

Эксперимент проводили на белых крысах-самцах линии Вистар с массой тела 180–200 г, содержащихся в стандартных условиях вивария и на стандартном рационе питания. В качестве экспериментальной модели острого стресса использовали вертикальную фиксацию животных за дорзальную шейную складку на 22 часа. Препараты вводили животным внутривенно через зонд 2 раза в течение эксперимента (до вертикальной фиксации и через 4 часа после). Водные растворы (предварительно освобожденные от спирта путем упаривания в вакууме) сухих остатков экстрактов осей соцветий лимонника и элеутерококка вводили в количестве 100 мг общих полифенолов/кг массы тела [2]. Животные были разделены на 4 группы по 10 крыс в каждой: 1-я – контрольная (интактные животные), 2-я – стресс, 3-я – экстракт лимонника+стресс+экстракт лимонника, 4-я – экстракт элеутерококка+стресс+экстракт элеутерококка. Крыс выводили из эксперимента декапитацией под легким эфирным наркозом с соблюдением правил и международных рекомендаций Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 1986). Исследование одобрено Комиссией по вопросам этики Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН.

У животных определяли массу надпочечников и количество изъязвлений на слизистой желудка. Кровь для исследований собирали из шейной вены животных. Активность супероксиддисмутазы (КФ 1.15.1.1), уровень малонового диальдегида и восстановленного глутатиона оценивали по методам, описанным в руководстве Т.П. Новгородцевой и др. [7]. Антирадикальную активность по методу Re et al. [13]. Липиды из сыворотки крови экстрагировали по методу J. Folch et al. [12]. Разделение нейтральных липидов проводили методом одномерной микротонкослойной хроматографии на силикагеле в системе растворителей гексан – серный эфир – уксусная кислота (90:10:1 по объему) [11]. Обнаружение пятен нейтральных

липидов осуществляли с помощью паров йода, а их идентификацию – с применением очищенных стандартов. Фракционное разделение фосфолипидов осуществляли методом двумерной микротонкослойной хроматографии на силикагеле [14], а их идентификацию и количественное определение по методу V.E. Vaskovsky et al. [15]. Количественное содержание отдельных фракций выражали в % от суммы нейтральных липидов и фосфолипидов. Обработку результатов проводили с использованием статистического пакета Instat 3.0 (GraphPad Software Inc. USA, 2005) с функцией проверки соответствия выборки закону нормального распределения. Для определения статистической значимости различий в зависимости от параметров распределения использовали параметрический *t*-критерий Стьюдента или непараметрический *U*-критерий Манна-Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Вертикальная фиксация крыс за дорзальную шейную складку вызывала формирование типичной картины стресса с характерными геморрагическими деструкциями желудка и гипертрофией надпочечников, масса которых повысилась на 43% ($8,67 \pm 0,19$ мг/100 г массы против $6,06 \pm 0,42$ мг/100 г массы в контроле; $p < 0,001$). Количество изъязвлений на слизистой желудка составило $3,0 \pm 0,07$ ед/жив., в контроле 0.

Как видно из табл. 1, стресс (2 группа) сопровождался увеличением активности супероксиддисмутазы (СОД) на 47%, снижением количества восстановленного глутатиона (Г-SH) на 39% и антирадикальной активности (АРА) на 55%. Это согласуется с известными в литературе данными о напряжении системы антиоксидантной защиты [4]. В сыворотке крови отмечалась выраженная гипертриглицеринемия и гиперхолестеринемия (табл. 2). Так, количество триацилглицеринов (ТАГ) было увеличено на 16%, свободных жирных кислот (СЖК) на 43%, холестерина (ХС) на 19%. Количество эфиров жирных кислот (ЭЖК) и эфиров холестерина (ЭХС) было снижено, в среднем, на 12–15% по сравнению с контролем.

Известно, что в ответ на воздействие стрессовых факторов происходит выход в кровь катехоламинов, которые обуславливают активацию периферического липолиза в жировой ткани. При этом триацилглицерины распадаются на глицерин и жирные кислоты, которые с током крови поступают в печень, где происходит их ресинтез в триацилглицерины. Здесь же идет синтез липопротеинов, богатых этими соединениями, в частности, липопротеинов низкой плотности. Высокое значение холестерина в крови обусловлено активацией его синтеза из ацетил-КоА, который образуется при окислении жирных кислот. Избыток ацетил-КоА связан со снижением функции цикла Кребса, в котором он утилизируется [5]. Нарушение этерифицирующей функции печени приводит к

уменьшению количества эфиров холестерина и эфиров жирных кислот. При анализе соотношения фосфолипидных фракций в сыворотке крови следует отметить равнозначное достоверное

снижение фосфатидилхолина (ФХ) и фосфатидилэтаноламина (ФЭ) на 8%, при одновременном увеличении лизофосфатидилхолина (ЛФХ) на 28% и лизофосфатидилэтаноламина (ЛФЭ) на 56%.

Таблица 1. Влияние растительных препаратов на биохимические показатели крови крыс при стрессе ($M \pm m$)

Биохимические показатели	1-я группа контроль	2-я группа стресс	3-я группа экстракт лимонника+стресс +экстракт лимонника	4-я группа экстракт элеутерококка+стресс +экстракт элеутерококка
СОД (ед/мг белка)	13,15±0,58	19,35±0,59 ³	13,85±0,60 ^б	15,78±0,61 ^{2,б}
Г-SH (нмоль/мг белка)	1,81±0,06	1,11±0,06 ³	1,76±0,06 ^б	1,58±0,05 ^{2,б}
АРА (ед. тролокса/ мг белка)	15,84±0,61	7,17±0,49 ³	15,87±0,40 ^б	11,00±0,61 ^{3,б}
МДА (мкмоль/мл)	5,77±0,18	7,74±0,33 ³	6,11±0,17 ^б	6,55±0,16 ^{2,б}

Примечание: здесь и в табл. 2 различия статистически значимы при: ¹ - $p < 0,05$; ² - $p < 0,01$; ³ - $p < 0,001$ по сравнению с контролем; ^а - $p < 0,05$; ^б - $p < 0,01$; ^в - $p < 0,001$ - по сравнению со 2-й группой. СОД – супероксиддисмутаза, АРА – антирадикальная активность, Г-SH – восстановленный глутатион, МДА – малоновый диальдегид

Таблица 2. Влияние растительных препаратов на содержание нейтральных липидов и фосфолипидов в сыворотке крови крыс при стрессе (% от суммы всех фракций; $M \pm m$)

Липидные фракции	1-я группа контроль	2-я группа стресс	3-я группа экстракт лимонника+стресс +экстракт лимонника	4-я группа экстракт элеутерококка+стресс +экстракт элеутерококка
нейтральные липиды				
ТАГ	20,65±0,60	23,95±0,70 ²	19,79±0,62 ^б	22,50±0,50 ¹
СЖК	5,94±0,18	8,48±0,37 ³	5,58±0,14 ^б	6,71±0,18 ^{2,б}
ЭЖК	23,76±0,71	21,12±0,49 ²	25,14±0,68	23,22±0,48 ^б
ХС	15,12±0,46	18,06±0,52 ³	14,67±0,39 ^б	16,78±0,33 ^{2,а}
ЭХС	24,27±0,44	20,61±0,48 ³	25,16±0,36 ^б	21,84±0,60 ^{2,а}
остаточная фракция	10,26±0,58	7,78±0,17	9,66±0,58	8,95±0,25
фосфолипиды				
ФХ	63,08±0,70	57,86±0,87 ³	63,65±0,72 ^б	62,00±0,69 ^б
ЛФХ	8,00±0,20	10,20±0,33 ³	7,88±0,37 ^б	8,97±0,16 ^{2,б}
СМ	8,92±0,24	11,94±0,24 ³	8,64±0,11 ^б	9,38±0,25 ^б
ФЭ	10,15±0,63	8,37±0,21 ¹	9,89±0,14 ^б	9,66±0,22 ^б
ЛФЭ	3,17±0,14	4,95±0,13 ³	2,92±0,11 ^б	3,71±0,11 ^{3,б}
ФИ+ФС	3,68±0,13	4,45±0,16 ²	3,98±0,13 ^а	3,84±0,13 ^а
ДФГ	3,00±0,05	2,23±0,03 ³	2,94±0,07 ^б	2,44±0,05 ^{3,б}

Примечание: ТАГ – триацилглицерины, СЖК – свободные жирные кислоты, ЭЖК – эфиры жирных кислот, ХС – холестерин, ЭХС – эфиры холестерина, ФХ – фосфатидилхолин, ЛФХ – лизофосфатидилхолин, СМ – сфингомиелин, ФЭ – фосфатидилэтаноламин, ЛФЭ – лизофосфатидилэтаноламин, ФИ – фосфатидилинозит, ФС – фосфатидилсерин, ДФГ – дифосфатидилглицерин

Рост лизофракций обусловлен как активацией фосфолипаз, так и перекисного окисления липидов. Подтверждением этого факта является увеличение количества малонового диальдегида (МДА) на 34% ($p < 0,001$) (табл. 1). Увеличение количества сфингомиелина (СМ) (на 34% выше контроля) является компенсаторной реакцией на повышение

проницаемости мембран. Кроме того, следует отметить увеличение суммарной фракции фосфатидилинозита и фосфатидил-серина (ФИ+ФС) на 21% и снижение дифосфатидилглицерина (ДФГ) на 26%. Снижение значения ДФГ предполагает снижение синтеза энергии по углеводному пути, так как этот фосфолипид необходим

для функционирования ферментов дыхательной цепи митохондрий. Известно, что при стрессе роль липидов в энергетике организма значительно возрастает. Энергетический обмен переключается с «углеводного» типа на «липидный», что характерно для стадии резистентности стресса [8].

При сравнении весовых характеристик надпочечников в 3-й и 4-й группах с таковыми величинами во 2-й группе (стресс) следует отметить, что при введении экстракта из лимонника гипертрофия надпочечников снизилась на 27% по сравнению со 2-й группой, что составляло $6,30 \pm 0,31$ мг/100 г ($p < 0,001$). При введении элеутерококка – на 12% ($7,63 \pm 0,20$ мг/100 г; $p < 0,01$). Тот факт, что отсутствовали изъязвления на слизистой желудка в обеих экспериментальных группах, объясняется тем, что молекулы полифенолов, взаимодействуя с поверхностью слизистой желудка, способны образовывать мономолекулярные слои, увеличивающие прочность поверхностного слоя клеток [1], соответственно, снижая возможность язвообразования.

Введение экспериментальным животным экстракта из лимонника до и в период стресса (3-я группа) отмечалась нормализация всех изученных биохимических показателей крови (табл. 1 и 2). При введении экстракта элеутерококка (4-я группа) сохранялись достоверные отличия от контрольных значений как показателей антиоксидантной системы, так и липидного обмена. Так, активность СОД была выше контроля на 20%, МДА на 14% при одновременно сниженной величине АРА (на 31%) и восстановленного глутатиона на 13%. Следовательно, экстракт элеутерококка полностью не снимал состояние оксидативного стресса. В составе нейтральных липидов сыворотки крови крыс этой группы следует отметить сохраняющийся повышенный уровень триацилглицеринов (на 9%), свободных жирных кислот (на 13%), холестерина (на 11%) и сниженный эфиров холестерина (на 10%). В спектре фосфолипидных фракций отмечались повышенные уровни лизофосфатидилхолина на 12% ($p < 0,05$), лизофосфатидилэтаноламина на 17%, а также пониженный уровень дифосфатидилглицерина на 19% ($p < 0,05$).

При сравнении изученных величин биохимических параметров в крови крыс 3-й и 4-й групп с таковыми во 2-й группе (стресс) было показано, что введение экстракта из лимонника сопровождалось снижением активности СОД на 28% и количества МДА на 6%, а также увеличением восстановленного глутатиона на 59% и антирадикальной активности в 2 раза. Введение элеутерококка, по сравнению со 2-й группой, сопровождалось снижением активности СОД и количества МДА, в среднем, на 15-17%, при одновременном увеличении количества восстановленного глутатиона на 42% и антирадикальной активности на 53%. При сравнении показателей липидного обмена в

сыворотке крови этих групп с таковыми во 2-й группе, следует отметить, что введение экстракта из лимонника сопровождалось снижением количества триацилглицеринов и холестерина на 17-19%, свободных жирных кислот на 34% и увеличением эфиров холестерина на 22%. При введении элеутерококка достоверные отличия наблюдались в снижении свободных жирных кислот на 21%, холестерина на 7% и увеличении эфиров жирных кислот и холестерина на 8-10%.

Выводы: использование препаратов растительного происхождения, содержащих в своем составе преимущественно природные полифенольные комплексы, до и в период стрессового воздействия обеспечивает снятие напряжения антиоксидантной и антирадикальной защиты, а также сохранение соотношения фракций нейтральных и фосфолипидов в сыворотке крови. Нормализуется перекисное окисление липидов. Биохимический механизм данного феномена обусловлен тем, что растительные полифенолы имеют способность улавливать свободные окисленные и пероксильные радикалы, образуя при этом относительно стабильный феноксил-радикал [13]. Поглощение супероксиданионов феноксил-радикалами сдерживает процессы перекисного окисления липидов и снимает состояние оксидативного стресса [6]. В результате снижения интенсивности липолиза в жировой ткани уменьшается количество триацилглицеринов и свободных жирных кислот в сыворотке крови. Также под действием полифенольных комплексов сохраняется этерифицирующая функция печени, которая обеспечивает рост эфиров холестерина (полифенолы активируют фермент лецитин: холестерин-ацилтрансферазу) и синтез фосфолипидов из триацилглицеринов (увеличение ФХ, ФЭ и других метаболически активных фракций) (при сравнении 3-й и 4-й групп со 2-й группой – стресс). Однако при введении экстракта из лимонника эфиры холестерина увеличиваются на 22%, а эфиры жирных кислот на 19%, тогда как при введении элеутерококка на 8 и 10%, соответственно. Тот факт, что в сыворотке крови достоверно снизились уровни лизофракций (ЛФХ и ЛФЭ) свидетельствует об ингибировании фосфолипаз полифенолами экстрактов [5]. Полученные результаты показали, что экстракт из осей советий лимонника в условиях стресса превосходил эффект действия экстракта элеутерококка. Известно, что в состав элеутерококка входит активная группа флавоноидных содинений (элеутерозиды), не образующих олигомерных форм. Видимо экстракт из лимонника, будучи комплексом олигомерных и полимерных веществ, демонстрирует антиоксидантные свойства в большей степени, чем мономеры элеутерококка.

Работа поддержана Министерством образования и науки РФ, проект № 1326.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Афанасьева, Ю.Г. О механизме взаимодействия некоторых флавоноидов с фосфатидилхолином клеточных мембран / Ю.Г. Афанасьева, Е.Р. Фахретдинова, Л.В. Спирихин, Р.С. Насибуллин // Хим.-фарм. журнал. 2007. Т. 41, № 7. С 12-14.
2. Венгеровский, А.И. Доклиническое изучение гепато-защитных средств / А.И. Венгеровский, И.В. Маркова, А.С. Саратиков // Ведомости фарм. комитета. 1999. № 2. С. 9-12.
3. Кушнерова, Н.Ф. Влияние растительного полифенольного препарата Экликит на процессы восстановления функции печени после алкогольной интоксикации / Н.Ф. Кушнерова, В.Г. Спрыгин, Ю.А. Рахманин // Биомед. химия. 2004. Т. 50, Вып. 6. С. 605-611.
4. Кушнерова, Н.Ф. Влияние стресса на состояние липидного и углеводного обмена печени, профилактика / Н.Ф. Кушнерова, В.Г. Спрыгин, С.Е. Фоменко, Ю.А. Рахманин // Гигиена и санитария. 2005. № 5. С. 17-21.
5. Кушнерова, Н.Ф. Профилактика нарушений физиологических и биохимических характеристик эритроцитов при интоксикации сероуглеродом / Н.Ф. Кушнерова, Ю.А. Рахманин, Т.В. Кушнерова, Е.С. Другова // Гигиена и санитария. 2010. № 4. С. 17-21.
6. Момот, Т.В. Использование отвара после отделения сока из плодов рябины для получения стресс-протекторных препаратов / Т.В. Момот, Н.Ф. Кушнерова // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 1(3). С. 784-787.
7. Новгородцева, Т.П. Руководство по методам исследования параметров системы «Перекисное окисление липидов - антиоксидантная защита» в биологических жидкостях / Т.П. Новгородцева, Э.А. Эндакова, В.И. Янькова. - Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2003. 80 с.
8. Панин, Л.Е. Биохимические механизмы стресса. - Новосибирск: Наука, 1983. 232 с.
9. Спрыгин, В.Г. Антирадикальная активность извлечений из дальневосточных растений, содержащих олигомерный проантоцианидиновый комплекс / В.Г. Спрыгин, Н.Ф. Кушнерова, С.Е. Фоменко и др. / Бюл. физиол. и патол. дыхания. 2003. Вып. 11. С. 50-53.
10. Фруентов, Н.К. Лекарственные растений Дальнего Востока. Хабаровское книжное издательство, 1974. 352 с.
11. Amenta, J.S. A rapid chemical method for quantification of lipids separated by thin-layer chromatography // J. Lipid res. 1964. Vol. 5, N 2. P. 270-272.
12. Folch, J. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / J. Folch, M. Less, G.H. Sloane-Stanley // J. Biol. Chem. 1957. Vol. 226, N 1. P. 497-509.
13. Re, R. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay / R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente et al. // Free Radic. Biol. Med. 1999. Vol. 26. N 9-10. P. 1231-1237.
14. Svetachev, V.I. A simplified technique for thin layer microchromatography of lipids / V.I. Svetachev, V.E. Vaskovsky // J. Chromatography. 1972. Vol. 67, N 2. P. 376-78.
15. Vaskovsky, V.E. A universal reagent for phospholipid analysis / V.E. Vaskovsky, E.Y. Kostetsky, I.M. Vasenden // J. Chromatography. 1975. Vol. 114, N 1. P. 129-41.

AXES OF INFLORESCENCES OF THE *SCHIZANDRA CHINENSIS* IN PREVENTION THE STRESSFUL VIOLATIONS OF ANTIOXIDANT PROTECTION AND LIPID METABOLISM AT RATS

© 2015 T.V. Momot^{1,3}, N.F. Kushnerova²¹ Far East Federal University, Vladivostok² Pacific Oceanological Institute named after V.I. Ilyichev FEB RAS³ Institute of Marine Biology named after A.V. Zhirmunskiy FEBRAS

It is shown that the complex of biologically active agents which is a part aqueous-alcoholic (40%) of extract from axes of inflorescences of *Schizandra chinensis* "Eklikit[®]", restores indicators of antioxidant protection of an organism of rats in the conditions of experimental model of a stress. At acute stress there is an increase in activity of a superoksiddismutaza, decrease in anti-radical activity, amount of the restored glutathione and increase in a low-new dialdegid in blood of rats. Eklikit finds more expressed pharmacological properties, than the commercial preparation "Legalon[®]".

Keywords: *Schizandra chinensis*, stress, blood serum, antioxidant protection

Tatiana Momot, Candidate of Medicine, Associate Professor at the Fundamental Medicine Department, Research Fellow at the Pharmacology Laboratory. E-mail: kushnerova83@mail.ru; Nataliya Kushnerova, Doctor of Biology, Professor, Chief of the Biochemistry Laboratory. E-mail: natasha50@mail.ru