

УДК 612.313.3

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ СМЕШАННОЙ СЛЮНЫ ЧЕЛОВЕКА В НОРМЕ

© 2017 г. ^{1,2}Л. В. Бельская, ²Е. А. Сарф, ^{2,3}В. К. Косенок, ⁴Ж. Массард¹Омский государственный технический университет, г. Омск; ²ООО «ХимСервис», г. Москва;³Омский государственный медицинский университет, г. Омск, Россия;⁴Университетская больница Страсбурга, г. Страсбург, Франция

Известно, что мониторинг активности супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы позволяет оценить степень влияния экологической обстановки, в том числе химических факторов среды обитания, на здоровье населения. Одним из механизмов, через которые реализуется воздействие факторов окружающей среды на организм человека, является «окислительный стресс». Ввиду неоднозначного характера изменения активности каталазы и СОД интерпретация получаемых результатов может быть затруднена, поэтому более целесообразно использовать интегральные показатели, в частности антиоксидантную активность (АОА). Целью исследования являлись разработка подходов к оценке выраженности «окислительного стресса» посредством определения активности антиоксидантных ферментов и АОА слюны человека и изучение вариации данных показателей в норме. Показано, что активность индивидуальных антиоксидантных ферментов достаточно сильно варьирует даже в течение суток. Наиболее перспективным показателем для оценки интенсивности «окислительного стресса» может выступать АОА биологических жидкостей, в частности слюны. Подобрана методика определения АОА слюны с использованием 2,6-дихлорфенолиндифенола. Определены хронофизиологические особенности динамики АОА слюны в норме, показана стабильность данного параметра с учетом половозрастных характеристик.

Ключевые слова: слюна, биохимия, антиоксидантная активность

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HUMAN MIXED SALIVA IN NORM

^{1,2}L. V. Bel'skaya, ²E. A. Sarf, ^{2,3}V. K. Kosenok, ⁴Zh. Massard¹Omsk State Technical University, Omsk; ²ChemService, Moscow; ³Omsk State Medical University, Omsk, Russia;⁴University Hospital of Strasbourg, Strasbourg, France

It is known that the monitoring of superoxide dismutase and catalase activity allows to assess the level of influence of environmental situation in particular chemical factors of ecosystem on public health. "Oxidative stress" is one of the mechanisms of environmental influence on human organism. Considering complex character of catalase and superoxide dismutase activity change interpretation of the obtained results can be difficult, thus it is more effective to use integrated indices in particular, antioxidant activity. The aim of the study was to develop approaches to assessing the severity of "oxidative stress" by determining the activity of antioxidant enzymes and antioxidant activity of human saliva and study variations of these parameters in norm. It is shown that activity of individual antioxidant enzymes varies even during the day, and therefore the interpretation of these values is difficult. Antioxidant activity can be a most promising indicator for assessing the intensity of the "oxidative stress" of biological fluids, such as saliva. Method of determining of antioxidant activity saliva is picked up using 2,6-dichlorophenolindophenol. Temporal and physiological characteristics are determined for the dynamics of saliva antioxidant activity in norm, the stability of this parameter is shown, taking into account age and gender characteristics.

Keywords: saliva, biochemistry, antioxidant activity

Библиографическая ссылка

Бельская Л. В., Сарф Е. А., Косенок В. К., Массард Ж. Антиоксидантная активность смешанной слюны человека в норме // Экология человека. 2017. № 6. С. 36–40.

Bel'skaya L. V., Sarf E. A., Kosenok V. K., Massard Zh. Antioxidant Activity of Human Mixed Saliva in Norm. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 6, pp. 36–40.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, 80 % заболеваний на сегодняшний день связаны с экологическим неблагополучием среды обитания. В первую очередь это касается населения промышленных центров, где приоритетное место принадлежит химическому загрязнению окружающей среды [9]. В связи с этим мониторинг состояния здоровья жителей промышленного города является одной из приоритетных задач прикладной экологии [5]. Несмотря на значительное число исследований, направленных на выяснение механизма действия химических факторов внешней среды на состояние здоровья населения, проблема оценки комплексного влияния поллютантов остается нерешенной [13].

Известно, что одним из механизмов, через которые реализуется воздействие факторов окружающей среды на организм человека, является «окислительный стресс». В настоящее время большое количество исследований посвящено проблеме соотношения продукции свободных радикалов в норме и при различных патологиях, а также способности системы антиоксидантной защиты (АОЗ) эффективно блокировать их негативное воздействие [18]. Антиоксидантная защита организма состоит из ферментативного звена, включающего антиоксидантные ферменты (супероксиддисмутазы (СОД), каталаза, глутатионредуктаза и др.), и неферментативного звена, содержащего низкомолекулярные вещества-антиоксиданты (вита-

мины, глутатитон, мелатонин и др.). Баланс генерации свободных радикалов и система АОЗ оцениваются по накоплению различных продуктов — диеновых конъюгатов, малонового диальдегида, оснований Шиффа, уровню окисленности белка [16]. Другие подходы к оценке антиоксидантной активности (АОА) — это исследование кинетики блокирования относительно стабильных радикалов, генерируемых непосредственно в реакционной среде, либо оценка скорости потребления кислорода [15]. При этом в зависимости от типа используемого радикала оцениваются различные компоненты системы АОЗ. Существующие методы определения АОА подразделяются на кулонометрические, хемилюминесцентные и спектрофотометрические, включая определение отдельных компонентов системы АОЗ, и интегральные методы [6, 7, 10].

Характер изменений состояния основных звеньев АОЗ изучают в различных тканях и органах, внутри- и внеклеточных жидкостях (бронхоальвеолярной, мозговой, слезной, плазме крови) [10, 19], пристеночном слизистом слое верхних отделов пищеварительного тракта [13], а также в слюне [6, 7, 10, 17]. В качестве материала для изучения свободнорадикальных процессов могут использоваться также клетки крови [14, 20].

Целью исследования являлась разработка подходов к оценке выраженности «окислительного стресса» посредством определения активности антиоксидантных ферментов и АОА слюны человека и изучение вариации данных показателей в норме.

Методы

В исследовании приняли участие 20 здоровых добровольцев (10 мужчин, 10 женщин) в возрасте $(31,8 \pm 0,9)$ года. Пробы слюны собирали в течение суток каждые 3 часа (в 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 часа), а также в течение недели в утренние часы (время максимальной секреции) в течение 10 минут, после чего центрифугировали при 7 000 об./мин [4]. Во всех образцах определяли активность СОД, каталазы и АОА.

Антиоксидантную активность выявляли по регистрации скорости окисления восстановленной формы 2,6-дихлорфенолиндифенола (2,6-ДХФИФ) кислородом, растворенным в реакционной среде [12]. В стандартную стеклянную пробирку вносили 0,5 мл фосфатного буферного раствора pH=7,40, 150 мкл раствора 2,6-ДХФИФ (0,8 мМ) и 150 мкл раствора Fe_2SO_4 (3,2 мМ). Затем перемешивали и добавляли 100 мкл слюны, измеряли оптическую плотность против дистиллированной воды в течение 5 мин ($\lambda = 600$ нм). Параллельно проводили холостой опыт, используя вместо раствора Fe_2SO_4 дистиллированную воду. Для стандартизации исследования в качестве антиоксиданта в контрольном опыте использовался водорастворимый синтетический аналог витамина Е — тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновая кислота) с концентрацией 2,14 ммоль/л. Концентрацию антиоксидантов в образце (АОА) рассчитывали по формуле:

$$C = \frac{\Delta E_{\text{хол}} - \Delta E_{\text{оп}}}{\Delta E_{\text{хол}} - \Delta E_{\text{кат}}} \times C_{\text{к}}$$

Активность СОД определяли по накоплению продукта автоокисления адреналина супероксидным анион-радикалом в щелочной среде, активность каталазы — по методике М. А. Королюка [4]. Активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспаратаминотрансферазы (АСТ) определяли по методу Райтмана — Френкеля с использованием наборов «Вектор-Бест» (г. Новосибирск).

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft). Рассчитывали среднюю арифметическую величину (M), стандартную ошибку от средней арифметической (m). В зависимости от формы распределения применяли два вида статистических критериев: параметрические (t -критерий Стьюдента) и непараметрические (U -критерий Вилкоксона).

Результаты

На первом этапе исследования определяли отдельные антиоксидантные ферменты в слюне здоровых людей (табл. 1). Среднесуточные показатели для мужчин и женщин приведены в табл. 2.

Таблица 1
Антиоксидантные ферменты смешанной слюны в норме

Время, ч	АЛТ, Е/л	АСТ, Е/л	АСТ/АЛТ	Каталаза, мкат/л	СОД, у. е.
3	$4,66 \pm 0,82$	$6,13 \pm 0,85$	$1,54 \pm 0,26$	$3,04 \pm 0,34$	$95,70 \pm 22,40$
6	$5,03 \pm 0,95$	$6,42 \pm 1,22$	$1,36 \pm 0,17$	$2,71 \pm 0,37$	$128,60 \pm 55,40$
9	$4,21 \pm 0,64$	$6,57 \pm 0,96$	$1,72 \pm 0,25$	$2,84 \pm 0,47$	$62,80 \pm 11,30$
12	$5,19 \pm 0,93$	$6,91 \pm 0,94$	$1,50 \pm 0,22$	$2,61 \pm 0,52$	$52,30 \pm 16,60$
15	$4,76 \pm 0,64$	$6,08 \pm 0,84$	$1,32 \pm 0,16$	$2,75 \pm 0,42$	$94,70 \pm 32,40$
18	$5,36 \pm 0,82$	$6,92 \pm 1,04$	$1,39 \pm 0,20$	$2,38 \pm 0,25$	$118,40 \pm 33,60$
21	$5,13 \pm 1,21$	$6,46 \pm 1,26$	$1,30 \pm 0,09$	$2,26 \pm 0,34$	$78,90 \pm 34,10$
24	$5,20 \pm 1,05$	$6,16 \pm 0,87$	$1,49 \pm 0,31$	$2,86 \pm 0,58$	$66,50 \pm 19,30$

Таблица 2
Среднесуточные значения активности ферментов в зависимости от пола

Параметр	Мужчины (n = 10, t = 1,96)	Женщины (n = 10, t = 1,96)	Среднее значение
Каталаза, мкат/л	$3,11 \pm 0,39$	$2,26 \pm 0,24$	$2,68 \pm 0,34$
СОД, у. е.	$87,00 \pm 12,70$	$87,50 \pm 16,80$	$87,30 \pm 15,90$
АЛТ, Е/л	$4,85 \pm 0,56$	$5,03 \pm 0,72$	$4,94 \pm 0,75$
АСТ, Е/л	$6,25 \pm 0,78$	$6,66 \pm 0,94$	$6,45 \pm 0,87$
АСТ/АЛТ	$1,49 \pm 0,11$	$1,42 \pm 0,20$	$1,45 \pm 0,17$

Согласно приведенным данным, статистически значимых отличий по средним показателям не на-

блюдалось, однако была отмечена периодичность изменения параметров в течение суток. Так, изменение активности СОД происходило в противофазе для мужчин и женщин (рис. 1), при этом у мужчин наблюдался максимум в дневные часы, у женщин — в ночные (3–6 часов утра). Интересно отметить, что среднесуточные показатели активности СОД в обеих группах практически одинаковы (см. табл. 2).

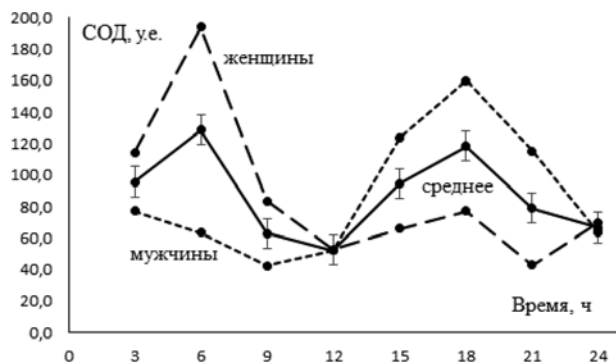


Рис. 1. Динамика суточной активности супероксиддисмутазы в зависимости от пола

Активность каталазы в обеих группах повышалась в дневные часы и снижалась к вечеру (рис. 2). Среднее значение активности каталазы для мужчин и женщин составило $3,11 \pm 0,27$ и $2,26 \pm 0,38$ соответственно (по обеим группам $(2,68 \pm 0,34)$ мкат/л).

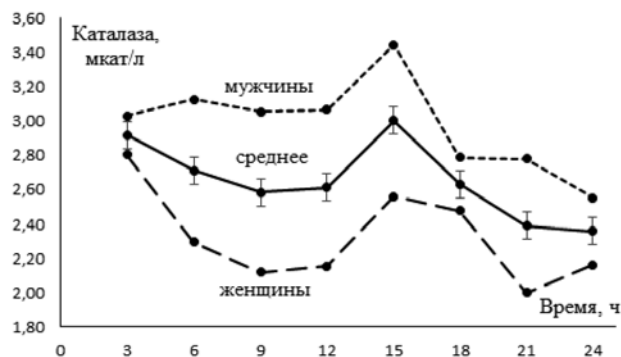


Рис. 2. Изменение суточной активности каталазы

Антиоксидантную активность слюны определяли в течение суток с интервалом в 3 часа. Результаты приведены на рис. 3.

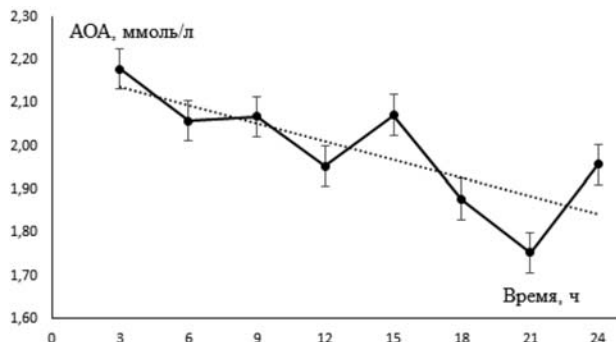


Рис. 3. Динамика суточной антиоксидантной активности слюны

Амплитуда АОА была незначительна, наблюдалось два локальных максимума, соответствующих 15 часам дня и 3 часам ночи, при этом среднее значение составило $(2,01 \pm 0,13)$ мМ. Отмечены суточные особенности изменения АОА в зависимости от пола (табл. 3). Так, минимальное значение АОА у женщин приходилось на 18 часов, тогда как у мужчин — на 21 час вечера с постепенным увеличением до максимума в 3–6 часов утра.

Таблица 3

Антиоксидантная активность слюны в зависимости от пола

Время, ч	Мужчины	Женщины	Среднее значение
3	$2,07 \pm 0,15$	$2,28 \pm 0,11$	$2,18 \pm 0,13$
6	$2,03 \pm 0,16$	$2,08 \pm 0,15$	$2,06 \pm 0,15$
9	$1,98 \pm 0,21$	$2,16 \pm 0,09$	$2,07 \pm 0,15$
12	$1,97 \pm 0,15$	$1,97 \pm 0,12$	$1,95 \pm 0,12$
15	$1,91 \pm 0,12$	$2,24 \pm 0,02$	$2,20 \pm 0,17$
18	$1,79 \pm 0,19$	$1,94 \pm 0,13$	$1,88 \pm 0,16$
21	$1,47 \pm 0,21$	$2,03 \pm 0,09$	$1,75 \pm 0,19$
24	$1,91 \pm 0,27$	$2,00 \pm 0,05$	$1,96 \pm 0,18$

Обсуждение результатов

К специфическим антиоксидантным ферментам относят СОД, каталазу, глутатионпероксидазу, глутатионредуктазу и трансферазы [17, 18]. Эта группа ферментов локализуется преимущественно внутриклеточно и обладает способностью разрушать свободные радикалы, а также участвовать в разложении гидроперекисей нерадикальным путем.

Известно, что мониторинг активности СОД и каталазы позволяет оценить степень влияния экологической обстановки, в том числе химических факторов среды обитания, на здоровье населения [1, 3]. Поэтому первостепенным, на наш взгляд, является установление нормальных значений данных параметров для региона с учетом половозрастных особенностей. Ввиду неоднозначного характера изменения активности каталазы и СОД интерпретация получаемых результатов может быть затруднена, поэтому более целесообразно использовать интегральные показатели, в частности АОА.

Суточные колебания можно объяснить тем, что показатель АОА отражает содержание в биологических жидкостях низкомолекулярных веществ, обладающих антиоксидантными свойствами (витамины, серосодержащие аминокислоты, глутатион, мелатонин и т. д.). По химической структуре мелатонин (N-ацетил-5-метокситриптамиин) представляет собой производное биогенного амина серотонина, который, в свою очередь, синтезируется из аминокислоты триптофана, поступающей с пищей. Установлено, что мелатонин образуется в клетках эпифиза, а затем секретируется в кровь, преимущественно в темное время суток, ночью, тогда как на свету, в утренние и дневные часы, выработка гормона резко подавляется. Максимальное содержание мелатонина в организме человека наблюдается в 2 часа ночи [2]. Мелатонин связывает сво-

бодные радикалы кислорода, одновременно запуская естественную систему АОЗ через активацию СОД и каталазы. В исследованиях *in vitro* было выявлено, что мелатонин обладает значительно большей АОА в плане прерывания процессов перекисного окисления липидов и инактивации активных свободных радикалов -ОН и ROO-, чем известные антиоксиданты [8]. Можно предположить, что повышение АОА слюны в ночные часы обусловлено повышенной продукцией мелатонина [6].

Акрофаза АОА в дневные часы также может быть связана с повышением активности каталазы, в ночные — СОД [11]. Для подтверждения данного предположения были рассчитаны коэффициенты корреляции по Спирмену ($p < 0,05$). Отмечена положительная корреляция между активностью каталазы и АОА ($r = 0,76$) на протяжении суток, а также отрицательная корреляция между активностью СОД и АОА ($r = -0,48$) в дневные часы. Установлена взаимосвязь между суммарной АОА слюны и активностью аминотрансфераз, что подтверждается отрицательными коэффициентами корреляции ($r = -0,74$ для АЛТ, $r = -0,71$ для АСТ). Увеличение активности аминотрансфераз, по-видимому, связано с повреждением клеточных мембран, что, в свою очередь, увеличивает генерацию свободных радикалов и снижает АОА слюны.

При наблюдении за показателями АОА в течение недели отмечено их относительно стабильное значение без ярко выраженных минимумов и максимумов, что позволяет использовать среднее значение данного показателя для сравнительных исследований ($1,95 \pm 0,05$) мМ.

Выводы:

1. Активность индивидуальных антиоксидантных ферментов достаточно сильно варьирует даже в течение суток, в связи с чем интерпретация полученных значений затруднена.

2. Наиболее перспективным показателем для оценки интенсивности «окислительного стресса» может выступать АОА биологических жидкостей, в частности слюны.

3. Подобрана методика определения АОА слюны с использованием 2,6-дихлорфенолиндифенола.

4. Определены хронофизиологические особенности динамики АОА слюны в норме, показана стабильность данного параметра с учетом половозрастных характеристик.

Список литературы

1. Алехина Е. М., Захарова О. В., Тиньков А. А., Богатов М. А., Шарапова Н. В., Красиков С. И. Влияние химических факторов среды обитания на активность супероксиддисмутазы и каталазы жителей Оренбургской области // Вестник ОГУ. 2009. № 6. С. 471–473.
2. Анисимов В. Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. СПб.: Наука, 2003. 468 с.
3. Безручко Н. В., Рубцов Г. К., Ганяева Н. Б., Козлова Г. А., Садовникова Д. Г. Каталаза биологических сред

организма человека и ее клиничко-биохимическое значение в оценке эндотоксикоза // Вестник ТГПУ. 2012. № 7, Т. 122. С. 94–98.

4. Бельская Л. В., Сарф Е. А., Косенок В. К. Биохимия слюны: методы исследования. Омск: Омскбланкиздат, 2015. 70 с.

5. Бердник О. В., Серых Л. В., Антомонов М. Ю. Показатели популяционного и индивидуального риска при оценке влияния факторов окружающей среды на здоровье детского населения // Гигиена и санитария. 2001. № 5. С. 94–97.

6. Борисенков М. Ф., Ерунова Л. А., Люсева Е. М., Поздеева Н. В. Суточная динамика общей антиоксидантной активности слюны человека // Физиология человека. 2007. № 3, Т. 33. С. 137–138.

7. Волчегорский И. А., Корнилова Н. В., Бутюгин И. А. Сравнительный анализ состояния системы «перекисное окисление липидов — антиоксидантная защита» в слюне больных хроническим пародонтитом легкой и средней тяжести // Стоматология. 2010. № 6. С. 24–28.

8. Датищева В. К., Васенина Е. Е., Левин О. С. Перспективы применения мелатонина в клинической практике // Современная терапия в психиатрии и неврологии. 2013. № 1. С. 47–51.

9. Икрянникова С. В. Влияние экологических факторов на антиоксидантный статус и спектральные характеристики гемоглобина жителей промышленного города: дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2006. 119 с.

10. Камиллов Р. Ф., Ханов Т. В., Яппаров Р. Н., Шакиров Д. Ф. Хемилюминесценция как метод оценки общей антиокислительной активности крови, слюны, слезной жидкости и мочи // Клиническая лабораторная диагностика. 2009. № 2. С. 21–22, 35–36.

11. Кодуа Л. С. Циркадианная ритмичность показателей перекисного окисления липидов у женщин с нейроциркуляторной дистонией: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2004. 125 с.

12. Кондрахин И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М.: Колос, 2004. 520 с.

13. Кривова Н. А., Гвай Е. Г., Заева О. Б. и др. Развитие защитных функций пищеварительного тракта у свиней в онтогенезе // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2007. № 1, Т. 93. С. 68–75.

14. Кудряшов А. М., Титова Н. М., Кудряшова Е. В. Влияние поллютантов с различными стресс характеристиками на антиоксидантный статус эритроцитов *in vitro* // Экология человека. 2005. № 1. С. 14–18.

15. Николаев И. В., Колобкова Л. Н., Ландесман Е. О., Степанова Е. В., Королева О. В. Антиоксидантная и пероксидазная активность слюны при воспалительных заболеваниях пародонта и возможность их коррекции // Биомедицинская химия. 2008. Т. 54, № 4. С. 454–462.

16. Петрович Ю. А., Пузин М. Н., Сухова Т. В. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита смешанной слюны и крови при хроническом генерализованном пародонтите // Российский стоматологический журнал. 2000. № 3. С. 11–13.

17. Савлуков А. И., Камиллов Р. Ф., Самсонов В. М., Шакиров Д. Ф. Оценка системы свободнорадикальное окисление — антиоксидантная защита при воздействии производственных факторов химической природы // Клиническая лабораторная диагностика. 2010. № 6. С. 22–27.

18. Чанчаева Е. А., Айзман Р. И., Герасев А. Д. Современное представление об антиоксидантной системе

организма человека // Экология человека. 2013. № 7. С. 50–58.

19. Biasutti M. A., Abuin E. B., Silber J. J., Correa N. M., Lissi E. A. Kinetics of reactions catalyzed by enzymes in solutions of surfactants // *Advances in colloid and interface science*. 2008. Vol. 136, N 1–2. P. 1–24.

20. Hammond B. R., Johnson M. A. The age-related eye disease study (AREDS) // *Nutr. Rev.* 2000. Vol. 60, N 9. P. 283–288.

References

1. Alekhina E. M., Zakharova O. V., Tin'kov A. A., Bogatov M. A., Sharapova N. V., Krasikov S. I. Influence of chemical factors of the environment on the activity of superoxide dismutase and catalase residents of Orenburg region. *Vestnik OGU* [Herald OGU]. 2009, 6, pp. 471–473. [in Russian]

2. Anisimov V. N. *Molekulyarnye i fiziologicheskie mekhanizmy starenia* [Molecular and physiological mechanisms of aging]. Saint Petersburg, Nauka Publ., 2003, 468 p.

3. Bezruchko N. V., Rubtsov G. K., Ganyaeva N. B., Kozlova G. A., Sadovnikova D. G. Catalase of biological media of the human organism and its clinical and biochemical importance in assessing endotoxemia. *Vestnik TGPU* [Tomsk State Pedagogical University Bulletin]. 2012, 7 (122), pp. 94–98. [in Russian]

4. Bel'skaya L. V., Sarf E. A., Kosenok V. K. *Biokhimiya slyuny: metody issledovaniya* [Biochemistry of saliva: research methods]. Omsk, Omskblankizdat, 2015, 70 p.

5. Berdnik O. V., Serykh L. V., Antomonov M. Yu. Indicators of population and individual risk when evaluating the effect of environmental factors on children's health. *Gigiena i sanitariia* [Hygiene and sanitation]. 2001, 5, pp. 94–97. [in Russian]

6. Borisenkov M. F., Erunova L. A., Lyuseva E. M., Pozdeeva N. V. Daily dynamics of the total antioxidant activity of human saliva. *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. 2007, 3 (33), pp. 137–138. [in Russian]

7. Volchegorskii I. A., Kornilova N. V., Butyugin I. A. Comparative analysis of the state of the system "lipid peroxidation - antioxidant protection" in the saliva of patients with chronic periodontitis light and medium gravity. *Stomatologiya* [Stomatology]. 2010, 6, pp. 24–28. [in Russian]

8. Datieva V. K., Vasenina E. E., Levin O. S. Prospects for use of melatonin in clinical practice. *Sovremennaya terapiya v psikiatrii i neurologii* [Current therapy in Psychiatry and Neurology]. 2013, 1, pp. 47–51. [in Russian]

9. Ikryannikova S. V. *Vliyanie ekologicheskikh faktorov na antioksidantnyi status i spektral'nye kharakteristiki gemoglobina zhitelei promyshlennogo goroda (doct. dis)* [Influence of environmental factors on antioxidant status and spectral characteristics of hemoglobin residents of the industrial city. Doct. Diss.]. Orenburg, 2006, 119 p.

10. Kamilov R. F., Khanov T. V., Yapparov R. N., Shakirov D. F. Chemiluminescence as a method of assessing the overall antioxidant activity of blood, saliva, tear fluid, and

urine. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika* [Clinical laboratory diagnostics]. 2009, 2, pp. 21–22, 35–36. [in Russian]

11. Kodua L. S. *Tsirkadiannaya ritmichnost' pokazatelei perekisnogo okisleniya lipidov u zhenshchin s neirotsirkulyatornoi distoniie (doct. dis)* [Circadian rhythmicity of lipid peroxidation in women with neurocirculatory dystonia. Doct. Diss.]. Moscow, 2004, 125 p.

12. Kondrakhin I. P. *Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki: spravochnik* [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: a guide]. Moscow, Kolos, 2004, 520 p.

13. Krivova N. A., Gvai E. G., Zaeva O. B. i dr. The development of the protective functions of the digestive tract in pigs in an ontogenesis. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova* [Russian physiological journal]. 2007, 1 (93), pp. 68–75. [in Russian]

14. Kudryashov A. M., Titova N. M., Kudryashova E. V. Effect of pollutants with different stress features on antioxidant status of red blood cells in vitro. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, 1, pp. 14–18. [in Russian]

15. Nikolaev I. V., Kolobkova L. N., Landesman E. O., Stepanova E. V., Koroleva O. V. The antioxidant and peroxidase activity of saliva and inflammatory periodontal diseases and the possibility of their correction. *Biomeditsinskaya khimiya* [Biomedical Chemistry]. 2008, 54 (4), pp. 454–462. [in Russian]

16. Petrovich Yu. A., Puzin M. N., Sukhova T. V. Free radical oxidation and antioxidant protection of the mixed saliva and blood in chronic generalized periodontitis. *Rossiiskii stomatologicheskii zhurnal* [Russian Dental Journal]. 2000, 3, pp. 11–13. [in Russian]

17. Savlukov A. I., Kamilov R. F., Samsonov V. M., Shakirov D. F. Evaluation of free radical oxidation - antioxidant protection under the influence of the chemical nature of the production factors. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika* [Clinical laboratory diagnostics]. 2010, 6, pp. 22–27. [in Russian]

18. Chanchaeva E. A., Aizman R. I., Gerasev A. D. The modern notion of antioxidant system of the human organism. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 7, pp. 50–58. [in Russian]

19. Biasutti M. A., Abuin E. B., Silber J. J., Correa N. M., Lissi E. A. Kinetics of reactions catalyzed by enzymes in solutions of surfactants. *Advances in colloid and interface science*. 2008, 1–2 (136), pp. 1–24.

20. Hammond B. R., Johnson M. A. The age-related eye disease study (AREDS). *Nutr. Rev.* 2000, 9 (60), pp. 283–288.

Контактная информация:

Бельская Людмила Владимировна — кандидат химических наук, доцент кафедры химической технологии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, директор по науке ООО «ХимСервис»

Адрес: 644050, г. Омск, Проспект Мира, д. 11

E-mail: LudaB2005@mail.ru