

## ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕМОГЛОБИНА К ФОТООКИСЛИТЕЛЬНЫМ ПРОЦЕССАМ

© Т. М. ГУСЕЙНОВ, Ф. Р. ЯХЪЯЕВА, Р. Т. ГУЛИЕВА

*Институт физики НАН Азербайджана, Баку;  
e-mail: thuseynov@physics.ab.az*

*На примере морской свинки показано, что экзогенный селен (0,5 мг  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  на кг массы тела) в течение 2-часовой экспозиции в организме животного увеличивает резистентность к фотоиндуцированному окислению гемоглобина в эритроцитарных лизатах без дополнительной стимуляции экзогенным селеном глутатионпероксидазного механизма защиты гемоглобина. Это позволяет считать, что насыщенность селеном гемоглобиновой фракции способствует торможению окислительной модификации гемоглобина.*

*В качестве природной модели селенодефицитного состояния была использована беременность женщин. Показано, что физиологическое уменьшение насыщения селеном эритроцитов, в том числе и гемоглобиновых фракций лизатов эритроцитов, приводит к уменьшению резистентности гемоглобина к индуцированной фотоокислительной деструкции. При этом установлено уменьшение не только активности энзима глутатионпероксидазы в лизатах эритроцитов, но и пероксидазной активности гемоглобина (в присутствии глутатиона). Это характерно для лизатов эритроцитов с меньшим содержанием селена, то есть для эритроцитов женщин на поздних сроках беременности, что свидетельствует о наличии определенной связи между насыщенностью селеном гемоглобина и его пероксидазной активностью (в присутствии глутатиона).*

*Ключевые слова: эритроциты, гемоглобин, селен, глутатионпероксидазная активность, пероксидазная активность гемоглобина, беременность женщин, УФ-воздействие.*

Селен (Se) является жизненно важным элементом для организма человека. В настоящее время идентифицировано около 25 селенопротеинов. Для некоторых из них установлены конкретные физиологические функции [1]. В эритроцитах селен распределен между двумя основными протеинами: специфическим селенопротеином – глутатионпероксидазой (ГП; на 1 субъединицу протеина приходится один атом селена) – и гемоглобином (Hb), относящимся к группе «селенопоглощающих» протеинов, который нестехиометрически связывает селен. Количество внутриэритроцитарного селена и само его распределение между этими протеинами зависит от видовой специфичности, диеты, региональных условий обеспеченности и типа соединений селена, поглощаемых организмом [2–4].

ГП проявляет антиоксидантные свойства [1]. Биологическое значение факта включения селена в гемоглобиновую фракцию изучено недостаточно в отличие от ГП, функция которой в эритроцитах определена еще в 1957 г. и заключается в противоокислительной защите гемоглобина путем утилизации пероксида во-

дорода [1, 5]. В то же время известно, что и гемоглобин (как гемопротеин), обладает пероксидазной активностью, величина которой может зависеть от других субстратов помимо  $\text{H}_2\text{O}_2$  [6, 7].

Установлено, что пероксидазная активность гемоглобина человека в присутствии глутатиона, так называемая «квазиглутатионпероксидазная активность», имеет сопоставимую величину с активностью энзима глутатионпероксидазы ( $\approx$  до 60%) [8], что препятствует ее адекватному определению. Квазипероксидазная активность в гемоглобиновых фракциях в лизате эритроцитов крысы и некоторых других животных не обнаружена [4, 9].

Ранее на примере крысы, морской свинки и человека была показана видовая зависимость включения селена в гемоглобиновую фракцию. Соотношение включаемого селена к количеству молекул гемоглобина (Se : Hb) составляет для крыс  $\approx$  1 атом Se :  $10^4$  молекул Hb, в то время как для человека и морской свинки, объектов с малоактивным метаболизмом селена, оно равняется  $\approx$  2–3 атома Se :  $10^4$  молекул Hb и  $\approx$  3–5 атомов Se :  $10^4$  молекул Hb соответствен-

но [10, 11]. Таким образом, высокая активность глутатионпероксидазы в эритроцитах крысы сопровождается малым долевым включением селена в гемоглобиновую фракцию и следовым уровнем квазиглутатионпероксидазной активности гемоглобина, а относительно невысокая активность Se-глутатионпероксидазы эритроцитов морской свинки и человека сопровождается высоким долевым уровнем содержания селена в гемоглобиновой фракции и относительно высокой квазиглутатионпероксидазной активностью гемоглобиновой фракции, сопоставимой с величиной их глутатионпероксидазной активности.

В связи с этим возникает вопрос: может ли селен в эритроцитах (в том числе и в гемоглобине) оказывать антиоксидантное действие вне Se-глутатионпероксидазного механизма и имеется ли связь между пероксидазной активностью гемоглобиновой фракции и ее насыщенностью селеном?

Целью настоящей работы являлось: изучение влияния экзогенного селена на фотоиндуцированное накопление MetHb в лизатах эритроцитов в условиях, позволяющих оценивать участие в нем селеноэнзима — ГП; установление возможной связи между содержанием селена в гемоглобиновой фракции и ее пероксидазной активностью при фотоокислительном воздействии на лизаты эритроцитов.

### Материалы и методы

В экспериментах использовали морских свинок с массой тела 270–340 г. Для выявления протекторной роли селена от окислительной деструкции гемоглобина вне известного Se-глутатионпероксидазного механизма были использованы лизаты эритроцитов морских свинок, которым предварительно вводили селен в виде селенита натрия (0,5 мг  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  на кг массы животного, или  $\approx 0,22$  мг Se/кг), с различным сроком экспозиции после введения селена.

Забор крови осуществляли из бедренной вены морской свинки (1–2 мл), предварительно подвергнутой эфирному наркозу. Эритроциты выделяли из гепаринизированной крови центрифугированием (1 000 g  $\times$  10 мин), трижды промывали изотоническим раствором 0,15 М NaCl. Лизаты эритроцитов морской свинки получали выдерживанием в 0,1 М фосфатном буфере (рН 7,0) в соотношении 1 : 4, с дальнейшим двойным замораживанием—оттаиванием суспензий. После двукратного центрифугирования (10 000g  $\times$  20 мин) выделенные супернатанты использовали в качестве исход-

ного материала для изучения индуцированной фотоокислительной модификации гемоглобина.

Части животных ( $n = 8$ ) подкожно вводили селенит натрия (0,5 мг  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  на кг массы тела животного) с 2- и 48-часовой экспозицией. Затем выделяли обогащенные селеном эритроциты. Лизаты трех групп (контроль и селенизированные образцы, с 2- и 48-часовой экспозицией) делили на две части: на контрольные и опытные, предназначенные для УФ-облучения. Обеспеченность селеном лизатов эритроцитов оценивали по содержанию в них селена.

УФ-облучение лизатов эритроцитов проводили интегральным излучением ртутно-кварцевой лампой СВД-120А в осветителе ОИ-17. Интенсивность УФ-облучения регулировалась расстоянием от источника до объекта (25–30 см) и ирисовой диафрагмой осветителя, доза — временем облучения. Интенсивность нормально падающего излучения оценивалась калиброванным фотоэлементом Ф-17 (спектральная чувствительность  $\approx 200$ –650 нм), интенсивность излучения составляла  $\approx 50$  Вт/м<sup>2</sup>.

Накопление MetHb определяли по полуэмпирическим формулам, предложенным J. Szebeni et al. [12]. Активность ГП оценивали в лизатах и элюатах по методу В. М. Моина [13]. Все реактивы, в том числе 5,5-дитиобис(2-нитробензойная кислота) (ДТНБК) фирмы Reanal (Венгрия). Содержание селена в исследуемых образцах (лизаты эритроцитов, элюаты и др.) определяли флуориметрически с применением специфического селенчувствительного реагента — 2,3'-диаминонафталина фирмы Schuchardt (Германия) [14]. Содержание гемоглобина в лизатах и элюатах определяли стандартным цианметгемоглобиновым методом [15], оценка протеина в прозрачных элюатах производилась спектрофотометрически (номограмма,  $A_{280} - A_{260}$ ) [16].

Для установления возможной связи между насыщенностью селеном гемоглобиновой фракции и ее пероксидазной активностью (в присутствии восстановленного глутатиона) мы использовали кровь беременных женщин на начальных (8–10 недель) и на поздних (свыше 36 недель) сроках беременности, которые служили природной моделью селенодефицитного состояния, позволяющей проследить эту связь. Средние сроки беременности не рассматривали, т.к. результаты выборочных экспериментов показали их большую дисперсию. Возраст беременных колебался в пределах 21–39 лет. Образцы крови женщин (по 2 мл) на начальных и поздних сроках беременности

(н. ср. б. и п. ср. б. соответственно) получали из Института гинекологии и акушерства МЗ Азербайджанской республики. Беременные женщины не получали витаминно-минеральные препараты, которые могли бы влиять на уровень селена в крови.

Эритроциты беременных женщин выделяли также, как и эритроциты морской свинки. Отмытые эритроцитарные суспензии двух групп женщин на н.ср.б. и п.ср.б. делили еще на две части: контрольные и опытные, подвергаемые УФ-облучению. Полученные центрифугированием эритроцитарные пасты лизировали бидистиллированной водой в соотношении (1 : 6)  $\approx$  по 8 мл. После повторного центрифугирования (10 000 г  $\times$  20 мин) супернатанты переносили на хроматографическую колонку Sephadex G-150, 2,2  $\times$  100 см (Pharmacia Fine Chemicals AD Uppsala, Швеция). Элюирование осуществляли 0,05 М фосфатным буфером (рН 6,5), содержащим 10 мМ EDTA и 10 мМ азида натрия (все реактивы фирмы Reanal, Венгрия). Скорость элюции составляла 7 мл/час. В выделенных фракциях — 5 неокрашенных по 10 мл и 7 фракций окрашенных по 10 мл — определяли содержание селена, протеина, гемоглобина и активности ГП. Опыты проводили в трехкратной повторности. Статистическую обработку осуществляли с применением *t*-критерия Стьюдента.

### Результаты и обсуждение

Первая серия опытов была посвящена изучению фотоокисления гемоглобина в лизатах эритроцитов морских свинок через 2 и 48 часов после введения селенита натрия.

Эти сроки были выбраны, исходя из известных фактов активного включения экзогенного селена в гемоглобиновую фракцию уже в первые 1,5–2,0 часа после введения с последующим спадом к 24–48 часам. Увеличение активности ГП в эритроцитах обнаружено спустя 10–12 часов, и достигает максимума на 2–3-и сутки после введения [17–19]. Это определяется скоростью индуцированного селеном синтеза ГП в печени, молекулы которой переносятся в эритроциты, что находит свое отражение как увеличение активности ГП [19]. Использование разницы в скорости накопления селена и активности ГП дает возможность изучить действие селена на образование MetHb и антиоксидантную активность в условиях отсутствия дополнительного вклада ГП.

Опыты показали (рис. 1), что интенсивное УФ-облучение лизатов эритроцитов (120–180 кДж/м<sup>2</sup>) приводит к заметному образова-

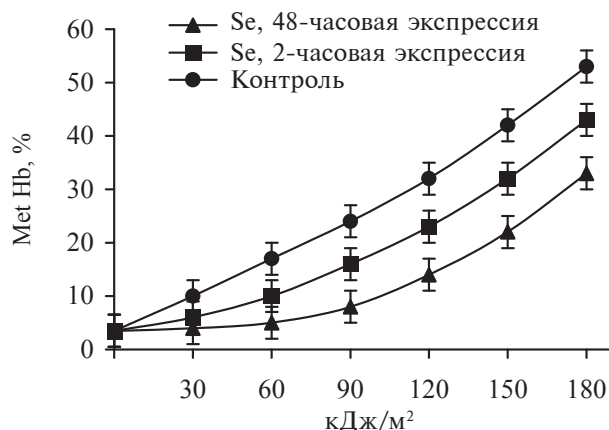


Рис. 1. Кинетика накопления MetHb при УФ-облучении (50 Вт/м<sup>2</sup>) в лизатах эритроцитов морской свинки, обогащенных селеном с 2- и 48-часовой экспозицией ( $n = 3$ )

нию MetHb, которое более выражено в лизатах эритроцитов, полученных от морских свинок через 2 часа после введения им селенита натрия, чем в лизатах их эритроцитов, выделенных через 48 часов. Из рис. 2 видно, что активность ГП в лизатах эритроцитов, полученных от морских свинок через 2 часа после введения селенита натрия не изменяется, в то время как она возрастает  $\approx$  в 2 раза через 48 часов после его введения. При этом содержание селена в лизатах  $\approx$  в 1,7 и 1,4 раза соответственно превышает контрольный уровень. Содержание селена в гемоглобиновых фракциях лизатов эритроцитов морской свинки, взятых спустя 2 и 48 часов после подкожного введения селенита натрия, приведены в табл. 1. Как видно при сравнении данных, приведенных в табл. 1

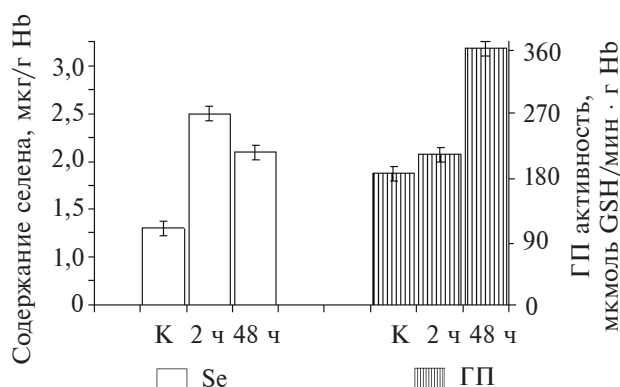


Рис. 2. Содержание селена и активность глутатионпероксидазы (ГП) в лизатах эритроцитов морской свинки, получивших селен после 2- и 48-часовой экспозиции ( $n = 3$ )

Таблиця 1. Содержание селена (мкг/г Hb) в гемоглибиновой фракции лизатов эритроцитов морской свинки с 2- и 48-часовым сроком экспозиции после введения селенита натрия\*

Контроль	Опыт	
	2 часа	48 часов
0,84 ± 0,11	1,78 ± 0,17 (P ≤ 0,01)	1,41 ± 0,12 (P ≤ 0,02)

\* Условия гель-хроматографического выделения гемоглибиновых фракций лизатов эритроцитов морской свинки аналогичны описанным для лизатов эритроцитов беременных женщин. Содержимое колонки делили на две части: неокрашенную и окрашенную фракции. В последней определяли содержание селена

и на рис. 2, введение морским свинкам селенита натрия приводит к преимущественному накоплению селена в гемоглибиновой фракции лизатов эритроцитов. Этот эффект максимален для 2-часовой экспозиции селенита натрия и позволяет предположить, что включаемый в гемоглибиновую фракцию селен может увеличивать окислительную устойчивость гемоглобина к индуцированному УФ-облучению и без дополнительного участия ГП.

О механизме торможения накопления MetHb селеном, можно сделать определенные предположения, основанные на известных фактах и допущениях: 1) глобин защищает гем от окислительного воздействия [20]; 2) селен замещает серу в Cys 93 вблизи от иона железа; 3) электроотрицательность селена меньше, чем серы [1], что уменьшает электронную плотность иона железа, а это, в свою очередь, уменьшает вероятность переноса электрона от металла на кислород, т.е. окисление гема.

Для выяснения наличия возможной связи между антиоксидантным эффектом селена и пероксидазной активностью гемоглобина, мы попытались использовать природную модель селенодефицитного состояния эритроцитов – беременность женщин, в ходе которой, из-за повышенного расходования питательных веществ, в том числе селена, его содержание в эритроцитах падает [9, 21].

Ранее было показано, что вызванное УФ-облучением накопление MetHb сопряжено со снижением активности ГП, и этот эффект более выражен для лизатов эритроцитов женщин на поздних сроках беременности, чем на ранних [21]. Значительное уменьшение активности ГП наводит на мысль о том, что, наряду с уменьшением активности самого энзима ГП,

возможна и потеря пероксидазной активности гемоглобина, вносящей заметный вклад в суммарную активность ГП лизатов.

Рассматривая активность ГП гемоглобина как возможный антиоксидантный фактор, представляется интересным проследить ее изменение при индуцируемой УФ-облучением окислительной деструкции гемоглобина в зависимости от содержания в нем селена. С этой целью мы провели гель-хроматографическое разделение лизатов эритроцитов женщин как на начальных, так и на поздних сроках беременности, элюаты подвергали действию УФ-облучения, оценивая в протеиновых фракциях три параметра – активность ГП, содержание селена и количество протеина. Выборочная сравнительная оценка содержания Se и активности ГП в крови, эритроцитах и лизатах эритроцитов женщин-волонтеров детородного возраста (21–40 лет) и женщин на начальных сроках беременности показали близость этих показателей, что позволило нам рассматривать показатели последних в качестве контрольных. УФ-облучение лизатов с целью создания заметной окислительной деструкции гемоглобина проводили высокими дозами (≈ 200 кДж/м<sup>2</sup>).

Сравнительное рассмотрение распределения содержания селена, активности ГП (в том числе и квазиглутатионпероксидазы в объединенных хроматографических фракциях) лизатов эритроцитов женщин на начальных и поздних сроках беременности показывает (табл. 2 и 3), что в ходе беременности происходит некоторое снижение содержания селена и активности ГП, как в неокрашенных (содержащих ГП) фракциях – 1–5, так и окрашенных (содержащих гемоглобин) – 6–7, 8–10, 11–12. Однако уменьшение содержания селена и активности ГП в неокрашенных фракциях незначительно, ≈ 9 и 10% соответственно, в то время как в окрашенных фракциях (8–10) содержание селена падает ≈ на 40%, а активность ГП (квазиглутатионпероксидазы) ≈ на 9%. Несмотря на то, что в окрашенных фракциях 8–10 общее содержание селена максимально и оно выше, чем в неокрашенных, удельное содержание селена в них значительно меньше, чем в неокрашенных фракциях 1–5. Активность ГП также существенно ниже, чем в неокрашенных. Очевидно это связано с тем, что в лизатах гемоглобин составляет более 95% общего протеина, в то время как его содержание в неокрашенных фракциях очень низкое (≈ 0,01 – 0,05 мг/мл), а в окрашенных (8–10) – максимальное.



Т а б л и ц а 2. Удельное содержание селена ( $\mu\text{кг}/\text{г Нв}$ ) и активность ГП ( $\mu\text{кмоль GSH}/\text{мин} \cdot \text{г Нв}$ ) в гель-хроматографических фракциях лизатов эритроцитов у женщин с начальным и поздним сроком беременности

Лизаты эритроцитов беременных женщин ( $n = 4$ )	Фракции									
	1–5 неокрашенные*		6–7 окрашенные		8–10 окрашенные		11–12 окрашенные			
	ГП	Se	ГП	Se	ГП	Se	ГП	Se	ГП	Se
Контроль	$575 \pm 25$	$1,74 \pm 0,09$	$82 \pm 8$	$0,183 \pm 0,015$	$137 \pm 10$	$0,134 \pm 0,013$	следы		следы	
УФ-облучение	$447 \pm 18$ $P < 0,02$	$1,25 \pm 0,06$ $P \leq 0,02$	$57 \pm 6$ $P < 0,05$	$0,131 \pm 0,014$ $P < 0,05$	$93 \pm 9$ $P \geq 0,05$	$0,061 \pm 0,008$ $P < 0,01$	0		следы	
	<i>Начальный срок беременности</i>									
Контроль	$523 \pm 17$	$1,600 \pm 0,096$	$64 \pm 5$	$0,146 \pm 0,012$	$126 \pm 12$	$0,082 \pm 0,014$				
УФ-облучение	$283 \pm 11$ $P < 0,02$	$1,08 \pm 0,05$ $P < 0,01$	$46 \pm 4$ $P < 0,05$	$0,092 \pm 0,011$ $P < 0,05$	$72 \pm 11$ $P < 0,02$	$0,044 \pm 0,007$ $P < 0,05$	0		следы	
	<i>Поздний срок беременности</i>									

\* Содержание селена и активности ГП в неокрашенных фракциях пересчитывались на протеин, определяемый спектрофотометрически [16]. ( $P$  – уровень значимости для сравнения контрольных и опытных данных;  $P'$  – уровень значимости для сравнения контрольных данных для женщин с начальным и поздним сроком беременности)

Таблиця 3. Суммарное содержание селена (мкг) в гель-хроматографических фракциях лизатов эритроцитов у женщин с начальным и поздним сроком беременности

Лизаты эритроцитов беременных женщин ( $n = 4$ )	Фракции			
	1–5 неокрашенные	6–7 окрашенные	8–10 окрашенные	11–12 окрашенные
<i>Начальный срок беременности</i>				
Контроль,	0,045 ± 0,003	0,013 ± 0,003	0,082 ± 0,007	≈0,010 ± 0,003
УФ-облучение	0,038 ± 0,002 $P < 0,1$	0,012 ± 0,002 $P < 0,5$	0,061 ± 0,004 $P < 0,05$	0,015 ± 0,005
<i>Поздний срок беременности</i>				
Контроль	0,039 ± 0,004 $P' < 0,2$	0,011 ± 0,002 $P' < 0,5$	0,044 ± 0,007 $P' < 0,02$	≈0,010 ± 0,002
УФ-облучение	0,030 ± 0,002 $P < 0,1$	0,009 ± 0,002 $P < 0,5$	0,025 ± 0,003 $P < 0,05$	0,018 ± 0,005

( $P$  – уровень значимости для сравнения контрольных и опытных данных;  $P'$  – уровень значимости для сравнения контрольных данных начального и позднего срока беременности)

Из данных, приведенных в табл. 2 и 3, видно, что УФ-облучение приводит к снижению общего и удельного содержания селена и активности ГП как в неокрашенных (1–5), так и окрашенных (6–7, 8–10) фракциях. Это более заметно для лизатов эритроцитов у женщин на позднем сроке беременности по сравнению с начальным сроком беременности. В необлученных фракциях лизатов (11–12) общее содержание селена находится на уровне следов, однако, учитывая очень низкое содержание в них протеина ( $< 0,01$  мг/мл), оценка реального удельного содержания селена (меньше 0,9 мкг Se/г протеина) является затруднительной. Характерно, что активность ГП в них отсутствует. Следует отметить, что содержание селена в крови, плазме, эритроцитах женщин в ходе беременности в условиях Азербайджана значительно снижается (20–40% в пересчете на 1 г массы или 1 мл). Меньше всего это отражается на эритроцитах ( $\approx 20\%$ ) и больше – на плазме ( $\approx 40\%$ ). Однако из-за того, что одновременно уменьшается содержание и гемоглобина (на 30–40%), разница в удельном содержании селена в двух контрольных группах оказывается несколько сглаженной. При УФ-облучении образцов лизатов во фракциях 11–12 обнаруживается определенное количество селена. Сопоставление содержания селена в хроматографических профилях облученных и не облученных эритроцитарных лизатов показывает, что деструктивное фотоокисление лизатов

эритроцитов обуславливает определенную миграцию селена из нижних окрашенных фракций в верхние, т.е. окислительная деградация гемоглобина сопровождается его олигомерной фрагментацией.

Сравнивая изменения гель-хроматографических показателей лизатов эритроцитов женщин на начальных и на поздних сроках беременности, нетрудно заметить, что УФ-облучение лизатов эритроцитов женщин на поздних сроках беременности приводит к большим сдвигам в показателях, чем для лизатов эритроцитов женщин на начальных сроках беременности. Имеет место более значительное снижение активности как самой ГП, так и ГП гемоглобина (квазиглутатионпероксидазы), и по олигомерной фрагментации гемоглобина прослеживается миграция селена из нижних зон в верхние.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что повреждающий окислительный эффект УФ-облучения гемоглобина более выражен в лизатах эритроцитов женщин на позднем сроке беременности, у которых более снижен антиоксидантный статус и меньшее содержание Se, чем в лизатах эритроцитов женщин на начальном сроке беременности. Кроме того, в лизате эритроцитов, облученных высокими дозами УФ, происходит угнетение активности как самой ГП, так и ГП гемоглобина. Потеря глутатионпероксидазной активности гемоглобина является следствием его

фотоокислительной деструкции. Эти процессы более заметны для дефицитной по селену фракции гемоглобина, обладающей меньшим противокислительным потенциалом по сравнению с нормально обеспеченными, что свидетельствует о наличии возможной определенной связи между содержанием Se в фракциях гемоглобина и их пероксидазной активностью.

### ВПЛИВ СЕЛЕНУ НА СТІЙКІСТЬ ГЕМОГЛОБІНУ ДО ФОТООКСИЛОВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

*Т. М. Гусейнов, Ф. Р. Ях'яева, Р. Г. Гулієва*

Інститут фізики НАН Азербайджану, Баку;  
e-mail: thuseynov@physics.ab.az

На прикладі морської свинки показано, що екзогенний селен (0,5 мг  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  на кг маси тіла) впродовж 2-годинної експозиції в організмі тварини підвищує резистентність до фотоіндукуючого окислення гемоглобіну в еритроцитарних лізатах без додаткової стимуляції екзогенним селеном глутатіонпероксидазного механізму захисту гемоглобіну.

Як природну модель селенодефіцитного стану було використано вагітність жінок. Показано, що фізіологічне зменшення насичення селеном еритроцитів, у тому числі і гемоглобінових фракцій лізатів еритроцитів, призводить до зменшення резистентності гемоглобіну до індукованої фотоокислювальної деструкції. При цьому встановлено зменшення не тільки активності ензиму глутатіонпероксидази в лізатах еритроцитів, але і пероксидазної активності гемоглобіну (у присутності глутатіону). Це характерно для лізатів еритроцитів з меншим вмістом селену, тобто для еритроцитів жінок на пізніх термінах вагітності, що свідчить про існування певного зв'язку між насиченням селеном гемоглобіну і його пероксидазною активністю (у присутності глутатіону).

**Ключові слова:** еритроцити, гемоглобін, селен, глутатіонпероксидазна активність, пероксидазна активність гемоглобіну, вагітність жінок, УФ-опромінення.

### THE EFFECT OF SELENIUM HAEMOGLOBIN AN RESISTANT FOR PHOTOOXIDATIVE PROCESSES

*T. M. Huseynov, F. R. Yahyayeva,  
R. T. Guliyeva*

Institute of Physics, National Academy  
of Sciences of Azerbaijan;  
e-mail: thuseynov@physics.ab.az

#### Summary

On an example of a guinea pig it is shown that exogenous selenium (0.5 mg  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  per 1 kg of the animal weight) during 2-hour exposition in the animal organism increases the resistance to the photo-induced oxidation of haemoglobin in erythrocyte lysates without additional stimulation of glutathione peroxidase mechanism of haemoglobin protection by exogenous selenium. It is shown that the saturation of haemoglobin fractions by selenium hampers the oxidative modification of haemoglobin.

Using pregnancy of women as a natural model of selenium-deficiency condition, it has been shown that physiological debilitation of saturation erythrocytes with selenium, including haemoglobin fractions of lysates erythrocytes caused debilitation of resistance of haemoglobin to photo-oxidative destruction. Under these conditions not only activity of enzyme glutathione peroxidase in erythrocyte lysates, but also the peroxidase activity of haemoglobin (in the presence of glutathione) were decreased. It is more characteristic of erythrocyte lysates with a less content of selenium, i.e. for the erythrocytes of women on late terms of pregnancy that testifies to the presence of certain relation between haemoglobin saturation with selenium and its peroxidase activity (in the presence of glutathione).

**Key words:** erythrocytes, haemoglobin, selenium, glutathione peroxidase activity, peroxidase activity of haemoglobin, pregnancy of women, UV effect.

1. Hatfield D. L., Berry M. J., Gladyshev V. N. Selenium: its molecular biology and role in human health. 2nd Ed., Springer, New York – 2006. – 419 p.

2. *Beilstein M. A., Whanger P. D.* // J. Nutr. – 1986. – **113**, N 11. – P. 2138–2145.
3. *Whanger P. D., Robinson M. F., Feldman E. B. et al.* // Fed. Proc. – 1986. – **45**. – P. 474 (abstr).
4. *Xia Y., Hill K. E., Burk R. F.* // J. Nutr. – 1989. – **119**, N 9. – P. 1318–1326.
5. *Rotruck J. T., Pope A. L., Ganther H. E. et al.* // Science. – 1973. – **179**. – P. 588–590.
6. *Everse J., Johnson M. C., Marini M. A.* // Methods Enzimol. – 1994. – **231**, N 3. – P. 547–561.
7. *Kapralov A., Vlasova I. I., Feng W. et al.* // J. Biol. Chem. – 2009. – **284**, N 44. – P. 30395–30407.
8. *Eiriksdottir G., Simonarson B.* // Biochem. Society Transactions. – 1989. – **17**, N 4. – P. 702–703.
9. *Butler J. A., Whanger P. D., Tripp M. J.* // Amer. J. Clin. Nutr. – 1982. – **36**, N 1. – P. 15–23.
10. *Гусейнов Т. М., Гулиева Р. Т., Яхъяева Ф. Р.* // Материалы III Междунар. конф. «Химия, структура и функция биомолекул», 1–3 октября, Минск-Беларусь. – 2008. – С. 73.
11. *Burk R. F., Lane L. M., Lawrence R. A., Gregory P. E.* // J. Nutr. – 1981. – **111**, N 4. – P. 690–693.
12. *Szebeni J., Winterbourn C. C., Carrell R. W.* // Biochem. J. – 1984. – **220**, N 3. – P. 685–692.
13. *Моин В. М.* // Лаб. дело. – 1986. – № 12. – С. 724–727.
14. *Назаренко И. И., Кислова И. В., Гусейнов Т. М. и др.* // Журн. аналит. химии. – 1975. – **30**, № 4. – С. 733–738.
15. *Eilers R. J.* // Am. J. Clin. Pathol. – 1967. – **47**. – P. 212–214.
16. *Кочетов Г. А.* // Практическое руководство по энзимологии. М. – 1980. – 272 с.
17. *Гусейнов Т. М.* Экология селена и его функциональная роль как природного антиокислительного фактора. Автореф. дисс. ... д. биол. наук. – М. – 1993. – 46 с.
18. *Гусейнов Т. М., Насибов Э. М., Джафаров А. И.* // Биохимия. – 1990. – **55**, № 3. – С. 598–605.
19. *Knight S. A. B., Sunde R. A.* // J. Nutr. – 1988. – **118**, N 7. – P. 853–858.
20. *Грей Г. Б., Шугар Г. Дж.* / В кн.: Неорганическая биохимия. Под ред. Г. Эйхгорна. – М.: «Мир». – 1978. – **1**. – С. 133–150.
21. *Гусейнов Т. М., Яхъяева Ф. Р., Багирова Э. М.* // Материалы междунар. науч. конф. «Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем». Минск, Беларусь. – 2010. – Сб. ст. – ч. 2. – С. 335–336.

Получено 09.06.2011