

УДК 612.017.2

**ПОКАЗАТЕЛИ АДАПТИВНОСТИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ  
ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО  
ИЗМЕНЕНИЯ ТИРЕОИДНОГО СТАТУСА**

<sup>2</sup>Мирошников С.В., <sup>3</sup>Нотова С.В., <sup>3</sup>Тимашева А.Б., <sup>1</sup>Маньшина Л.Е.

<sup>1</sup>ГАОУ «Оренбургская областная клиническая больница № 2», Оренбург;

<sup>2</sup>ГОУ ВПО «Оренбургская медицинская академия», Оренбург, e-mail: drmiroshnikov@rambler.ru;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург

Настоящая статья посвящена проблеме изучения адаптации лабораторных крыс к физической нагрузке (принудительное плавание) на фоне экспериментального тиреотоксикоза и гипотиреоза. В исследовании участвовали 45 крыс-самцов линии «Wistar», которые были ранжированы на три группы в зависимости от функции щитовидной железы. У животных I опытной группы моделировалось состояние экспериментального тиреотоксикоза путем внутрибрюшинного введения L-тироксина. У животных II опытной группы моделировалось состояние экспериментального гипотиреоза путем внутрибрюшинного введения мерказолила. Третья группа являлась контрольной и не подвергалась воздействиям. С целью моделирования физической нагрузки животные всех 3-х групп подвергались принудительному плаванию. Получены данные об особенностях адаптивности к физической нагрузке лабораторных животных на фоне артериального тиреотоксикоза и гипотиреоза. Обнаружено, что на 3 день принудительного плавания во всех группах, включая контрольную, наблюдалось состояние стресса. На 10 день ежедневного принудительного плавания, у крыс контрольной группы отмечалось достоверное снижение уровня гемоглобина и сегментоядерных нейтрофилов, а также достоверное увеличение содержания эозинофилов и лимфоцитов по сравнению с аналогичными показателями в контрольной группе крыс на 3 день ежедневного плавания, что соответствовало параметрам физиологической нормы. Таким образом, при систематически повторяющихся физических нагрузках большой силы у «интактных» лабораторных крыс развивается постепенная адаптация к физической нагрузке. Количество лимфоцитов в I и II опытных группах было достоверно меньше, чем в контрольной группе. Отмечалось достоверное увеличение количества сегментоядерных нейтрофилов в I и II опытных группах. Несмотря на отсутствие достоверных различий между остальными элементами «белой крови» в опытных группах на 3 и 10 день принудительного плавания, отмечается ухудшение показателей гемограммы на 10 день после плавания, что может косвенно указывать на «утяжеление» стресса. Модель физической нагрузки у лабораторных крыс, находящихся в состоянии экспериментального тиреотоксикоза/гипотиреоза, характеризуется отсутствием адаптации к физической нагрузке и «утяжеляет» стресс, вызванный искусственным изменением тиреоидного статуса.

**Ключевые слова:** физическая нагрузка, экспериментальный тиреотоксикоз, экспериментальный гипотиреоз, гемограмма, адаптация, стресс

**INDICATORS OF ADAPTIVELY TO PHISICAL STRESS OF LABORATORY  
ANIMALS IN EXPERIMENTAL CHANGES OF THYROID STATUS**

<sup>2</sup>Miroshnikov S.V., <sup>3</sup>Notova S.V., <sup>3</sup>Timasheva A.B., <sup>1</sup>Manshina L.E.

<sup>1</sup>Orenburg regional clinical hospital № 2, Orenburg;

<sup>2</sup>Orenburg State Medical Academy, Orenburg, e-mail: drmiroshnikov@rambler.ru;

<sup>3</sup>Orenburg State University, Orenburg

This article is devoted to the study of adaptation of rats to physical activity (forced swim) on the background of experimental hyperthyroidism and hypothyroidism. The study involved 45 male rats line «Wistar», which were ranked into three groups according to the function of the thyroid gland. The animals of the experimental group I modeled condition experimental hyperthyroidism by intraperitoneal administration of L-thyroxine. The animals of the experimental group II modeled condition experimental hypothyroidism merkazolil by intraperitoneal injection. The third group was the control group and are not affected. For the purpose of simulation exercise, animals of all 3 groups were subjected to forced swimming. Obtained data on the characteristics of adaptability to physical activity in laboratory animals against orthotopic hyperthyroidism and hypothyroidism. Found that 3-day forced swim, in all groups, including the check, there was stress. After 10 days of daily forced swimming, the rats of the control group there was a significant decrease in hemoglobin and segmented neutrophils, as well as a significant increase of eosinophils and lymphocytes, as compared with those in the control group of rats on day 3, daily swimming, corresponding to the parameters of the physiological norm. Thus, when systematically repeated physical exercise great power in «intact» lab rats, develops gradual adaptation to exercise. The number of lymphocytes in the I and II test groups was significantly lower than in the control group. There was a significant increase in the number of segmented neutrophils in the I and II treatment groups. Despite the lack of significant differences between the other elements of the «white blood» in the experimental groups at 3 and 10 days of forced swimming, there is deterioration of blood counts on day 10 after the voyage, which may indirectly indicate a «weighting» of stress. Model of physical activity in laboratory rats in a state of experimental hyperthyroidism / hypothyroidism, characterized by a lack of adaptation to exercise and «heavier» the stress caused by the change of orthotopic thyroid status.

**Keywords:** exercise, experimental hyperthyroidism, experimental hypothyroidism, hemogram, adaptation, stress

Способность организма к приспособле- не является стационарным феноменом. нию носит название адаптивность или при- Жизнедеятельность организма сопряжена способляемость. Адаптивность организма с возможным развитием отклонений или

так называемых флюктуаций. При воздействии на организм факторов среды, количественно превышающих его адаптивные возможности, развивается дизадаптация, которая может привести к дисфункции, т.е. нарушению функции органа или системы. Эти флюктуации связаны как с исходным функциональным состоянием организма, так и с действием различных побочных факторов (Агаджанян Н.А., 1998, 2003, 2009; Ткаченко Б.И., 2005; Мирошников С.В., Нотова С.В., Кван О.В., 2011).

Адаптационные реакции организма осуществляются в виде срочной и долговременной адаптации. Срочная адаптация возникает на действие раздражителя большой силы в организме, который «не готов» к действию подобных раздражителей. Долговременная адаптация к факторам среды большой интенсивности развивается на основе многократной реализации срочной адаптации к этим факторам (Ткаченко Б.И., 2005).

Тиреотоксикоз и гипотиреоз – клинические синдромы, характеризующиеся соответственно стойким избытком и дефицитом тиреоидных гормонов в организме. Экспериментальные тиреотоксикоз и гипотиреоз приводят к развитию стресса в организме лабораторных животных (Мирошников С.В., Лебедев С.В., Барабаш А.А., Тимашева А.Б., 2011).

Чрезмерная физическая нагрузка также является фактором, ведущим к развитию негативных для организма неспецифических реакций переактивации и стресса, которые рассматриваются в качестве неспецифической основы предпатологии и патологии (Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С., 1998).

Однако недостаточно данных о влиянии гипотиреоза и тиреотоксикоза на приспособляемость организма к физической нагрузке. Поэтому целью нашего исследования было изучение влияния экспериментального тиреотоксикоза и гипотиреоза у лабораторных крыс на их адаптивность к физической нагрузке.

### Материал и методы исследования

Объектом исследования были лабораторные крысы – самцы линии «Wistar» ( $n = 45$ ), с массой тела от 100 до 250 грамм. Все животные содержались в стандартных условиях вивария Института Биоэlementологии ОГУ, на полноценном сбалансированном комбинированном рационе в соответствии с рекомендациями Института питания РАМН, в помещении с температурой  $+20...+24^{\circ}\text{C}$ .

Лабораторные животные были ранжированы на три группы в зависимости от функции щитовидной железы. У животных I опытной группы ( $n = 15$ ) моделировалось состояние экспериментального тиреотоксикоза путем внутрибрюшинного введения

L-тироксина из расчета 200 мкг на килограмм массы тела ежедневно на протяжении 10–35 дней по рекомендациям В.В. Труш и В.И. Соболева (2003). У животных II опытной группы ( $n = 15$ ) моделировалось состояние экспериментального гипотиреоза путем внутрибрюшинного введения мерказолила из расчета 1 мг на 100 г массы тела ежедневно в течение 15 дней (Джазэрли М.С., Давыдова В.В., 2006). Третья группа ( $n = 15$ ) являлась контрольной и не подвергалась воздействиям.

Манифестный тиреотоксикоз и гипотиреоз подтверждались путем 3-кратного исследования уровней ТТГ, свободного  $T_4$  сыворотки крови с использованием коммерческих наборов фирмы «Амеркарт» (Великобритания), методом усиленной люминесцентной системы «AMERLITE». Для проведения общего анализа крови использовался анализатор гематологический MEDONIC CA-620 А/О Юнимед (Москва, 2002 г.) MEDONIC CA-620.

Для определения вида неспецифической реакции адаптации использовали методику Гаркави Л.Х. и соавт., 1998 г.

С целью моделирования физической нагрузки животные всех 3 групп подвергались принудительному плаванию по методике Санкт-Петербургского института фармакологии. Первое плавание животных проводилось с целью их рандомизации по устойчивости к физической нагрузке. Животные, длительность плавания которых при рандомизации отклонялась от среднего времени плавания на 35%, исключались из эксперимента. Каждое животное, по одному самцу, помещали в цилиндр с водой, диаметром 18 см, высотой 40 см. Температура воды поддерживалась в пределах 29–30 градусов. Плавание осуществлялось с грузом (свинцовая трубка на резиновом кольце, прикрепляемая к корню хвоста), равным 10% от веса тела. Животные плавали с грузом до максимального утомления, о котором свидетельствовало погружение животного на дно цилиндра. В момент погружения животное быстро доставали из воды, обсушивали сухим полотенцем. Продолжительность принудительного плавания составила 10 дней. На 3-й и 10-й день эксперимента, тотчас после плавания, у животных забиралась кровь для развернутого анализа (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты и лейкоформула).

Статистическая обработка полученного материала проводилась с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel» из программного пакета «Office XP» и «Statistica 6.0», включая определение средней арифметической величины ( $M$ ), стандартной ошибки средней ( $m$ ), оценку достоверности различий по Стьюденту.

### Результаты исследования и их обсуждение

При изучении уровня функционирования щитовидной железы было выявлено, что в I опытной группе на всем протяжении эксперимента сохранялся стабильный уровень тиреотропного гормона – 0,09 мкМЕ/л, что свидетельствовало о манифестном тиреотоксикозе. Уровень свободного  $T_4$  находился в пределах от 33,5 до 38,9 пмоль/л. Помимо этого критериями развития состояния повышенного тиреоидного статуса служили изменения массы тела и ректальной темпе-

ратуры. К окончанию эксперимента ректальная температура животных I опытной группы, составила в среднем  $40,0 \pm 0,04^\circ\text{C}$ , превысив уровень контроля ( $38,4 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) на  $1,6 \pm 0,05^\circ\text{C}$  ( $p < 0,05$ ); масса тела уменьшилась на  $21,2 \pm 2,06$  г, что составило 9% от исходной средней массы тела опытных крыс ( $p < 0,05$ ). Наряду с отмеченным у животных I опытной группы наблюдалась повышенная возбудимость, взъерошенность шерсти, гипотрофия мышц тазового пояса и выраженный экзофтальм.

Вторая опытная группа отличалась наличием характерных симптомов гипотиреоза – малая подвижность, сонливость, отсутствие аппетита, выпадение шерсти с боковых поверхностей туловища. На фоне введения мерказолила через 14 дней у крыс при стандартном рационе отмечалось увели-

чение общей массы тела на 12% ( $p < 0,05$ ); у интактных крыс контрольной группы за этот же срок прибавка веса составила 5% ( $p < 0,05$ ). Уровень тиреотропного гормона в этой группе имел наибольшие значения ( $0,14$  мкМЕ/л), а свободного  $T_4$  – наименьшие ( $4,9$  пмоль/л). В контрольной группе уровень гормонов соответствовал физиологической норме (ТТГ =  $0,12$  мкМЕ/л;  $T_4 = 11,2$  пмоль/л).

Проведение теста с физической нагрузкой показало, что в первые четыре дня продолжительность плавания животных в группах практически не отличалась, однако наблюдалась тенденция к увеличению продолжительности плавания от первого к четвертому дню (табл. 1). Животные контрольной группы плавали несколько дольше.

**Таблица 1**

Средняя продолжительность принудительного плавания крыс ( $M \pm m$ , мин)

| Группа     | Дни эксперимента           |             |             |             |                   |                     |                     |                     |                     |                     |
|------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|            | 1                          | 2           | 3           | 4           | 5                 | 6                   | 7                   | 8                   | 9                   | 10                  |
|            | Продолжительность плавания |             |             |             |                   |                     |                     |                     |                     |                     |
| Контроль   | $6 \pm 0,5$                | $5 \pm 0,3$ | $7 \pm 0,5$ | $6 \pm 0,2$ | $6 \pm 0,3$       | $17 \pm 1,5^\wedge$ | $21 \pm 2,3^\wedge$ | $27 \pm 2,2^\wedge$ | $29 \pm 2,5^\wedge$ | $33 \pm 1,8^\wedge$ |
| I опытная  | $3 \pm 0,3$                | $3 \pm 0,3$ | $4 \pm 0,5$ | $5 \pm 0,3$ | $12 \pm 0,7^{*2}$ | $5 \pm 0,3^{**}$    | $4 \pm 0,2^{***}$   | $7 \pm 0,3^{***}$   | $5 \pm 0,2^{***}$   | $4 \pm 0,4^{***}$   |
| II опытная | $3 \pm 0,4$                | $4 \pm 0,3$ | $4 \pm 0,5$ | $4 \pm 0,3$ | $6 \pm 0,4$       | $11 \pm 0,3^2$      | $5 \pm 0,5^{***}$   | $9 \pm 0,4^{***}$   | $7 \pm 0,3^{***}$   | $4 \pm 0,5^{***}$   |

Примечания: \*, \*\*, \*\*\* – достоверные различия ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$   $p < 0,001$ ) с контролем;  $^\wedge$  – достоверные различия ( $p < 0,001$ ) с 1–5 днями эксперимента;  $^2$  – достоверные различия ( $p < 0,05$ ) со второй опытной группой.

У животных I опытной группы на 5-й день средняя продолжительность принудительного плавания была достоверно больше, чем в контрольной и во II опытной группах. Продолжительность плавания крыс II опытной группы на 6-й день была достоверно больше, чем в I опытной группе. На 6–10-й дни средняя продолжительность принудительного плавания крыс опытных групп была достоверно меньше, чем в группе контроля. С шестого дня эксперимента продолжительность принудительного плавания крыс контрольной группы достоверно увеличивалась.

В табл. 2 представлены результаты гемограммы лабораторных животных на 3-й и 10-й день после ежедневного принудительного плавания. Перед началом эксперимента показатели гемограммы всех групп животных были в пределах референсных значений. При оценке уровня неспецифической реакции адаптации выявлено, что до начала эксперимента все животные находились в состоянии повышенной активации: Hb –  $108 \pm 2,5$  г/л; эритроциты –  $6,5 \pm 1,5 \cdot 10^9$ /л; лейкоциты –  $7,8 \pm 2,3 \cdot 10^9$ /л; лимфоциты –  $80 \pm 1,5$  %;

с/я нейтрофилы –  $20 \pm 2,5$  %; п/я нейтрофилы –  $1 \pm 0,3$  %; моноциты –  $1 \pm 0,5$  %.

Как видно из табл. 2, на 3-й день принудительного плавания во всех группах, включая контрольную, наблюдалась анэозинофилия, лимфопения и увеличение количества сегментоядерных, что характеризует состояние стресса.

На 10-й день ежедневного принудительного плавания у крыс контрольной группы отмечалось достоверное снижение уровня гемоглобина и сегментоядерных нейтрофилов, а также достоверное увеличение содержания эозинофилов и лимфоцитов по сравнению с аналогичными показателями в контрольной группе крыс на 3-й день ежедневного плавания, что соответствовало параметрам физиологической нормы, т.е. животные контрольной группы находились в состоянии тренировки и/или активации.

Количество лимфоцитов в I и II опытных группах было достоверно меньше, чем в контрольной группе. Отмечалось достоверное увеличение количества сегментоядерных нейтрофилов в I и II опытных группах. Несмотря на то, что достоверных различий между остальными элементами

«белой крови» в опытных группах на 3-й и 10-й день принудительного плавания не получено, обращает внимание ухудшение

показателей гемограммы на 10-й день после плавания, что может косвенно указывать на «утяжеление» стресса.

Таблица 2

Показатели гемограммы лабораторных животных на третьи и десятые сутки после принудительного плавания ( $M \pm m$ )

| Показатель                      | Группы животных |             |             |              |             |             |
|---------------------------------|-----------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
|                                 | I опытная       |             | II опытная  |              | Контроль    |             |
|                                 | Дни плавания    |             |             |              |             |             |
|                                 | 3-й             | 10-й        | 3-й         | 10-й         | 3-й         | 10-й        |
| Гемоглобин, г/л                 | 128 ± 5,2       | 127 ± 5,8   | 130 ± 1,5   | 129 ± 2,5*** | 127 ± 2,5   | 115 ± 1,5^  |
| Эритроциты ×10 <sup>12</sup> /л | 8,2 ± 0,37      | 7,8 ± 0,43  | 8,6 ± 0,42  | 8,8 ± 0,48*  | 8,2 ± 0,35  | 7,3 ± 0,35  |
| Лейкоциты ×10 <sup>9</sup> /л   | 12,7 ± 1,45     | 13,4 ± 1,03 | 11,7 ± 1,32 | 12,9 ± 1,27  | 12,2 ± 0,28 | 12,0 ± 0,69 |
| Эозинофилы %                    | 0 ± 0,2         | 0 ± 0,2*    | 0 ± 0,0     | 0 ± 0,0***   | 0 ± 0,4     | 1 ± 0,2^    |
| П/я %                           | 2 ± 0,5         | 1 ± 0,3     | 1 ± 0,8     | 1 ± 0,3      | 1 ± 1,3     | 1 ± 0,3     |
| С/я %                           | 45 ± 2,7        | 50 ± 3,6*** | 42 ± 3,1    | 52 ± 2,2***  | 44 ± 2,8    | 24 ± 1,8^   |
| Лимфоциты %                     | 42 ± 3,1        | 47 ± 3,7*** | 39 ± 2,8    | 45 ± 2,2***  | 43 ± 2,4    | 73 ± 1,8^   |
| Моноциты %                      | 4 ± 1,3         | 2 ± 0,3     | 3 ± 0,8     | 2 ± 0,4      | 3 ± 0,6     | 2 ± 0,2     |

Примечания: \*, \*\*\* – достоверные различия ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ) с контролем; ^ – Достоверные различия ( $p < 0,001$ ) с контрольной группой на 3 день принудительного плавания.

Таким образом, при создании модели физической нагрузки в условиях экспериментального тиреотоксикоза и гипотиреоза у лабораторных крыс выявлено развитие стресса во всех группах животных, в т.ч. контрольной. Обнаружена постепенная адаптации к физической нагрузке в контрольной группе крыс с изменением вида неспецифической реакции адаптации и дизадаптации к физической нагрузке в опытных группах животных без изменения вида неспецифической реакции адаптации.

### Выводы

1. Создание модели чрезмерной физической нагрузки приводит к развитию стресса в организме лабораторных животных.
2. Стресс как общая неспецифическая реакция на сильные раздражители оказывает негативное влияние на морфологические показатели гемокомплекса.
3. При систематически повторяющихся физических нагрузках у «интактных» лабораторных крыс развивается постепенная адаптация, о чем свидетельствуют изменения в периферической крови, характерные для стадии тренировки и/или активации.
4. Модель физической нагрузки у лабораторных крыс, находящаяся в состоянии экспериментального тиреотоксикоза/гипотиреоза, характеризуется отсутствием адаптации к физической нагрузке и «утяжеляет» стресс, вызванный искусственным изменением тиреодного статуса.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки в рамках соглашения № 14.В37.21.0122.*

### Список литературы

1. Адаптация, экология и восстановление здоровья / Н.А. Агаджанян, А.Т. Быков, Г.М. Коновалова. – М.-Краснодар, 2003. – 260 с.
2. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы саморегуляции / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, Т.С. Кузьменко. – М.: ИМЕДИС, 1998. – С. 17–63.
3. Джазарли М.С. Возрастные особенности изменения концентрации тиреоидных гормонов в крови при интенсивной физической нагрузке у крыс с экспериментальным гипотиреозом / М.С. Джазарли, В.В. Давыдов // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2006. – Т. 4, № 2. – С. 78–80.
4. Мирошников С.В. Показатели неспецифической реакции адаптации лабораторных животных с различным уровнем функции щитовидной железы / С.В. Мирошников, С.В. Лебедев, А.А. Барабаш, А.Б. Тимашева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 1 (120). – С. 141–143.
5. Мирошников С.В. Особенности адаптационных реакций у лиц с высоко- и низконормальным уровнем тиреотропного гормона, проживающих на территории эндемичной по зобу / С.В. Мирошников, С.В. Нотова, О.В. Кван // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12. – С. 293–297.
6. Нормальная физиология / Н.А. Агаджанян, В.М. Смирнов. – М.: МИА, 2009. – С. 484–490.
7. Нормальная физиология человека / Б.И. Ткаченко. – М.: Медицина, 2005. – С. 879–886.
8. Труш В.В. Изменение силовых характеристик скелетной мышцы белой крысы в процессе углубления экспериментального гипертиреоза / В.В. Труш, В.И. Соболев // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2003. – Т. 21, № 4. – С. 144–149.

9. Экологическая физиология человека / Н.А. Агаджанян, А.Г. Марачев, Г.А. Бобков. – М.: Крук, 1998. – 416 с.

### References

1. Adaptation, ecology and recovery / N.A. Aghajanian, A.T. Bykov, G.M. Kononov. Moscow-Krasnodar, 2003. 260 p.

2. Anti-stress response and activation therapy. Activation reactions as a way to health through self-organization / L.H. Harkavy, E.B. Kvakina, T.S. Kuzmenko. M.: «IMEDIS», 1998. pp. 17–63.

3. Dzhazaerli M.S. Age features of changes in the concentration of thyroid hormones in the blood during intense exercise in rats with experimental hypothyroidism / M.S. Dzhazaerli, V.V. Davydov // Mizhnarodny endokrinologichny magazine. 2006. Vol. 4, no. 2. pp. 78–80.

4. Miroshnikov S.V. Indicators of nonspecific adaptation of laboratory animals with different levels of thyroid function / S.V. Miroshnikov, S.V. Lebedev, A.A. Barabash, A.B. Timasheff // Bulletin of the Orenburg State University. 2011. no. 1 (120). pp. 141–143.

5. Miroshnikov S.V. Features of adaptive reactions in individuals with high-and low thyroid-stimulating hormone living in endemic goiter / S.V. Miroshnikov, S.V. Notova, O. Kwan // Bulletin of the Orenburg State University. no. 12. 2011. pp. 293–297.

6. Normal physiology / N.A. Aghajanian, V.M. Smirnov. M.: MIA, 2009. pp. 484–490.

7. Normal human physiology / B.I. Tkachenko. M.: Medicine, 2005. pp. 879–886.

8. Trush V. Changing the power characteristics of skeletal muscles of white rats in the process of deepening experimental hyperthyroidism / V.V. Trush, V. Sobolev // Archive for Clinical and Experimental Medicine. 2003. T. 21, no. 4. pp. 144–149.

9. Environmental physiology / N.A. Aghajanian, A. Marach, G.A. Bobkov. M., Crook, 1998. 416 p.

### Рецензенты:

Дерябин Д.Г., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой микробиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург;

Мирошников С.А., д.б.н., профессор, исполнительный директор Института биоэлементологии ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.

Работа поступила в редакцию 10.09.2012.