

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬГИНАТСОДЕРЖАЩЕГО БИОГЕЛЯ ИЗ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В СИСТЕМЕ МЕР ПО СОХРАНЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ЛАБОРАТОРНОГО ПРОФИЛЯ

© 2021 г. ¹А. А. Важенина, ¹Л. В. Транковская, ¹Н. Г. Плехова, ¹С. В. Зиновьев, ¹О. В. Переломова, ²Н. М. Аминина

¹ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Владивосток; ²Тихоокеанский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Владивосток

Цель: изучение эффективности применения альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей по сохранению здоровья работников испытательных лабораторий Роспотребнадзора с вредными условиями труда.

Методы: Экспериментальное неконтролируемое исследование. Изучено состояние здоровья 43 работников лабораторного профиля без вредных привычек в возрасте от 24 до 75 лет, давших согласие на добровольное участие, с применением цитологических и цитогенетических методов в два этапа: до и после приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей, в качестве которого использован специализированный пищевой продукт «Ламиналь (биогель из морской капусты)». Оценивались клетки в мазках буккального эпителия, окрашенные ализарином красным С, с привлечением флуоресцентной микроскопии, вычислением цитохимического коэффициента, количественным выражением особенностей строения ядра, цитоплазмы и степени дифференцировки клеток.

Результаты: Получено клинико-лабораторное подтверждение стабилизации клеточных элементов буккального эпителия. Выявлено отсутствие цитотоксических эффектов, отмечено статистически значимое снижение в 4 раза ($p < 0,001$) количества эпителиоцитов с ядерной патологией (клетки с микроядрами, включая безъядерные), зафиксировано существенное снижение ($p < 0,001$) количества клеток с признаками ороговения по окончании приёма Ламиналя по схеме: до начала трудовой смены за 30 мин до принятия пищи по 30 г биогеля в течение четырех рабочих недель, у работников испытательных лабораторий санитарно-гигиенического и микробиологического профиля.

Выводы: применение специализированного пищевого продукта «Ламиналь (биогель из морской капусты)» может иметь потенциал в качестве одной из мер профилактики для нивелирования неблагоприятного воздействия вредных производственных факторов и коррекции состояния эпителия слизистой оболочки полости рта у работников испытательных лабораторий.

Ключевые слова: работники испытательных лабораторий, производственные факторы, состояние здоровья, буккальный эпителий, профилактика, биогель из бурых водорослей

ALGINATE-CONTAINING BIOGEL FROM BROWN ALGAE AS A POTENTIAL HEALTH PREVENTION AGENT FOR TEST LABORATORY EMPLOYEES

¹A. A. Vazhenina, ¹L. V. Trankovskaya, ¹N. G. Plekhova, ¹S. V. Zinov'ev, ¹O. V. Perelomova, ²N. M. Aminina

¹Vladivostok State Medical University, Vladivostok; ²Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Vladivostok, Russia

Aim: To assess the effectiveness of alginate-containing biogel as a health prevention agent for employees of test laboratories with chemical and biological occupational hazards.

Methods: An experimental non-controlled study. The sample consisted of 43 healthy non-smoking volunteers aged 24–75 years who were examined before and after taking 30 gram of the food supplement «Laminal (biogel from algae)» during 4 weeks. Cells in smears of buccal epithelium stained with alizarin red C, used fluorescence microscopy were studied. We assessed cells differentiation degrees, cytochemical coefficients and quantified structural features of the nuclei and cytoplasm.

Results: We observed stabilization of the cellular elements of buccal epithelium after the use of Laminal with no cytotoxic effects. The number of pathological epithelial cells significantly decreased ($p < 0.001$). The number of cells with signs of keratinization also decreased over the study period ($p < 0.001$).

Conclusions: The studied food supplement “Laminal (seaweed biogel)” has a potential to mitigate occupational hazards on the oral epithelium among laboratory workers.

Key words: Workers of test laboratory, production factors, health condition, buccal epithelium, prevention, biogel from brown algae

Библиографическая ссылка:

Важенина А. А., Транковская Л. В., Плехова Н. Г., Зиновьев С. В., Переломова О. В., Аминина Н. М. Оценка эффективности применения альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей в системе мер по сохранению здоровья работников лабораторного профиля // Экология человека. 2021. № 5. С. 36–43.

For citing:

Vazhenina A. A., Trankovskaya L. V., Plekhova N. G., Zinov'ev S. V., Perelomova O. V., Aminina N. M. Alginate-Containing Biogel from Brown Algae as a Potential Health Prevention Agent for Test Laboratory Employees. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021, 5, pp. 36–43.

Введение

Профессиональная деятельность, осуществляемая во вредных условиях труда, является одним из ведущих факторов ухудшения здоровья работающего населения и способствует снижению темпов социально-экономического развития страны [9].

Выполнение основных трудовых функций сотрудниками испытательных лабораторий учреждений Роспотребнадзора сопряжено с воздействием совокупности вредных факторов производственной среды и трудового процесса, что обусловлено работой, предполагающей длительный контакт с патогенными биологическими агентами I–IV групп и/или химическими веществами 1–4 классов опасности в течение рабочей смены [7, 11]. Проведена комплексная гигиеническая оценка условий труда работников испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) на примере Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае». Установлено, что к числу вредных производственных факторов, влияющих на работников санитарно-гигиенического профиля, относится химический фактор, на работников микробиологического профиля – биологический и тяжесть трудового процесса, условия труда согласно Р.2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» отнесены к вредным 3-го класса 1-й и 3-й степени, соответственно [6]. Известно, что вредный класс условий труда, в зависимости от степени превышения гигиенических нормативов, оказывает неблагоприятное действие на организм человека от маловыраженных функциональных изменений до стойких нарушений со стороны органов и систем, способствует росту и развитию производственно обусловленной патологии [14, 21, 22]. Действительно, в результате анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ) за трёхлетний период выявлен её средний уровень у работников ИЛЦ (по шкале Е. Л. Ноткина; количество болевших лиц ($50,1 \pm 1,43$) %; число случаев заболеваемости с ВУТ на 100 работающих ($80,8 \pm 2,21$) случая; число дней заболеваемости с ВУТ на 100 работающих ($805,4 \pm 0,87$) дня). Доказано, что болезни органов дыхания у рассматриваемого контингента относятся к профессионально обусловленным (относительный риск (relative risk) $RR = 2,8$, этиологическая доля (etiological fraction) $EF = 64,3$ %, $\chi^2 = 43,93$, $p < 0,001$). Выявлено существенное влияние стажа работы в профессии и класса условий труда по химическому и биологическому фактору на среднюю длительность одного случая временной нетрудоспособности по болезни среди специалистов санитарно-гигиенического и микробиологического профиля [5].

Научный интерес представляет изучение нарушений здоровья работников ИЛЦ, связанных с

влиянием неблагоприятных факторов рабочей среды, обладающих свойствами химического и биологического воздействия на организм, с применением клиничко-лабораторных методов. В настоящее время широкое применение нашли неинвазивные и нетравматичные методы донозологической диагностики, в том числе цитоморфологические и цитогенетические исследования буккального эпителия (БЭ) [3, 13].

Полученные ранее данные о комплексной оценке условий труда и состоянии здоровья работников ИЛЦ послужили основой для научного обоснования и выработки системы мер профилактики, одним из элементов которой является применение специализированных пищевых продуктов, обладающих протекторными свойствами и повышающими общую сопротивляемость организма работающих к внешним воздействиям рабочей среды. В настоящее время на территории Дальнего Востока налажен масштабный выпуск альгинатсодержащих биогелей из бурых морских водорослей, применение которых направлено на повышение защитных механизмов физиологических барьеров организма работников (кожа, слизистая желудочно-кишечного тракта и верхних дыхательных путей), на регуляцию процессов биотрансформации и выведения из организма токсичных веществ, нормализацию функции органов и систем, усиление антитоксической функции [2]. Изложенное определило актуальность и цель исследования, которая заключалась в изучении и оценке эффективности применения альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей в системе мер по сохранению здоровья работников испытательных лабораторий Роспотребнадзора, осуществляющих трудовую деятельность во вредных условиях труда, обусловленных химическим и биологическим факторами.

Методы

Исследование проведено на рабочих местах в микробиологической лаборатории (МБЛ) и в отделе санитарно-гигиенических лабораторных исследований (СГЛИ) ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае» с применением гигиенических, клиничко-лабораторных, статистических методов и демонстрирует один из фрагментов научного изыскания по обоснованию мер профилактики нарушений состояния здоровья работников испытательных лабораторий учреждений Роспотребнадзора. Дизайн исследования – неконтролируемое экспериментальное исследование. Общее число участников – 43 человека, 41 женщина и 2 мужчин без вредных привычек, в возрасте от 24 до 75 лет, 13 специалистов МБЛ и 30 специалистов отдела СГЛИ: врачи и специалисты с высшим образованием (врачи-бактериологи, врачи по санитарно-гигиеническим лабораторным исследованиям, биологи, химики-эксперты, инженеры по охране окружающей среды), средний медицинский персонал (фельдшеры-лаборанты, лаборанты), а также младший медицинский персонал

(санитарки), на рабочих местах которых условия труда были отнесены к вредным 3-го класса 1-й и 3-й степени [6]. Работники перечисленных профессиональных групп составили парные сравнимые совокупности, все обследованные были проинформированы о цели и задачах работы, получено их добровольное согласие на участие и обработку персональных данных. Возрастные категории трудящихся включали 19 человек возрастных групп 60 лет и более и 50–59 лет со стажем работы более 25 лет; 14 человек возраста 30–39, 40–49, 50–59 лет со стажем работы 15–19 лет; 3 сотрудника 30–39, 40–49 лет со стажем в профессии 10–14 лет и 7 человек, относящихся к разряду молодых специалистов, в возрасте 25–29 лет со стажем работы до 5 лет.

Программа исследования состояния здоровья работников ИЛЦ предусматривала изучение клеток БЭ слизистой оболочки полости рта в два этапа: до и после приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей (ламинария японская (*Laminaria japonica*) – специализированного пищевого продукта для диетического профилактического и диетического лечебного питания «Ламиналь (биогель из морской капусты)» (свидетельство о государственной регистрации № RU.77.99.88.004.Е.005810.04.15; свидетельство о государственной регистрации № RU.77.99.88.004.Е.001216.04.19 от 03.04.2019). Выбор схемы применения определён с учётом рекомендаций разработчика: приём в профилактических целях осуществлялся до начала трудовой смены, натощак, за 30 мин до принятия пищи по 30 г биогеля (2 столовых ложки), допускалось разведение с 1–2-кратным количеством воды с добавлением по вкусу соков, сиропов [1]. Продолжительность наблюдения составила четыре рабочих недели.

Одномоментный забор биологического материала – клеток БЭ – производился при помощи шпателя с последующим переносом на предметное стекло и высушиванием на открытом воздухе в течение 3–5 мин, фиксацией 96 % этиловым спиртом. От каждого участника изучалось не менее 100 клеток до и после приёма биогеля. Цитологические и цитогенетические исследования реализованы на базе Центральной научно-исследовательской лаборатории Тихоокеанского государственного медицинского университета (заведующий – д. б. н. Н. Г. Плехова).

Окрашивание клеток БЭ выполняли по методу Папаниколау, позволяющего оценить степень созревания цитоплазмы и состояние хроматина ядер. Цитогенетическое исследование буккальных эпителиоцитов предусматривало изучение ядерных aberrаций, а именно особенности состояния хроматина клеток по оптической плотности окрашенного ядра, подсчёт количества клеток с микроядрами и безъядерных клеток. С этой целью использовали метод окрашивания спиртовым раствором 5 % ализаринового красного С [16, 20]. Данный краситель

обладает ДНК-интеркалирующими свойствами и позволяет цитохимически оценить механизм развития ядерной патологии в буккальных эпителиоцитах. Микроскопирование препаратов выполнено при помощи прямого микроскопа CX41, оснащенного цифровой камерой (Olympus, Япония). Морфометрическую обработку изображений осуществляли с применением программы Image J 4.1. В препаратах исследовалось 100 клеток буккального эпителия до и после приёма продукта переработки бурых морских водорослей. Значение каждого показателя вычисляли не менее чем в 20 полях зрения. Морфометрическую обработку полученных изображений проводили с использованием пакета программ AxioVision 4.8.1. Морфометрический анализ состояния клеток включал определение площади ядра и цитоплазмы и ядерно-цитоплазматического соотношения. Флуоресцентную микроскопию окрашенных препаратов выполняли с помощью сканирующего конфокального микроскопа (Zeiss LSM 710, Германия) в диапазоне спектра поглощения длин волн от 400 до 680 нм под иммерсионным объективом ×100.

В препарате изучали 100 клеток, после чего рассчитывали средний цитохимический коэффициент (СЦК) по формуле:

$$\frac{1 \text{ балл} \times N + 2 \text{ балла} \times N + 3 \text{ балла} \times N + 4 \text{ балла} \times N + 5 \text{ баллов} \times N}{100},$$

где: N – количество клеток; 1 балл – клетки, не флуоресцирующие в диапазоне 580–680 нм; 2 балла – клетки со слабо флуоресцирующей в диапазоне 580–680 нм по периферии цитоплазмы, свечение 90 % площади ядра и перинуклеарной зоны в диапазоне 400–580 нм; 3 балла – клетки с флуоресцирующими в диапазоне 400–580 нм ядром и цитоплазматическими структурами, область свечения 580–680 нм; 4 балла – клетки с флуоресцирующими ядром и внутриклеточными цитоплазматическими структурами в диапазоне 580–680 нм; 5 баллов – клетки с интенсивно флуоресцирующими ядрами и цитоплазмой в диапазоне 580–680 нм.

Статистическая обработка материалов производилась с помощью программного обеспечения STATISTICA 13 (StatSoft, Inc., США) и Excel (Microsoft Office 2010). Deskриптивные статистики представлены как: $M \pm m$, где M – среднее, m – стандартная ошибка средней величины. Проверку гипотезы нормальности распределения количественных признаков проводили с помощью критерия Шапиро – Уилка. Все сравниваемые массивы данных имели нормальное распределение, выполнялось условие равенства дисперсий. Статистически значимое различие в группе между количественными параметрами оценивали с помощью парного t-критерия Стьюдента. Для исследования связей между признаками применяли коэффициент корреляции Пирсона (r). Критическое значение уровня статистической значимости (p) при

проверке статистических гипотез принималось равным 0,05 [12].

Результаты

Показатели цитоморфологических исследований, полученные по завершении приёма биогеля (табл. 1), указывают на статистически значимое уменьшение размеров ядра и ядерно-цитоплазматического отношения (ЯЦО) ($p < 0,001$), а также увеличение площади цитоплазмы (в 1,3 раза; $p < 0,001$). Результаты цитогенетических исследований подтверждают данные морфометрии (табл. 2). Анализ динамики содержания микроядер в клетках БЭ продемонстрировал статистически значимое снижение (в 4 раза; $p < 0,001$) количества эпителиоцитов с ядерной патологией (клетки с микроядрами, включая безъядерные) после приёма продукта переработки бурых водорослей.

Таблица 1

Показатели морфометрии клеток буккального эпителия до и после приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей у работников испытательного лабораторного центра ($M \pm m, n = 43$)

Показатель	До приёма	После приёма
Цитоплазма, мкм ²	49,93 ± 0,57	63,48 ± 0,84
Ядро, мкм ²	10,12 ± 0,06	9,45 ± 0,06
Ядерно-цитоплазматическое отношение	0,20 ± 0,002	0,15 ± 0,002

Примечание для табл. 1–3: уровень значимости различий $p < 0,001$.

Таблица 2

Содержание микроядер в клетках буккального эпителия до и после приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей у работников испытательного лабораторного центра ($M \pm m, n = 43$)

Показатель, %		До приёма	После приёма
Особенности окраски ядра	Количество не флуоресцирующих в диапазоне 580–680 нм клеток	27,09 ± 0,64	19,64 ± 0,29
	Количество клеток с флуоресцирующим в диапазоне 400–580 нм ядром	72,91 ± 0,62	80,36 ± 0,29
Общее количество клеток с микроядрами		4,96 ± 0,10	1,20 ± 0,06
Безъядерные клетки с микроядрами		0,35 ± 0,02	0,14 ± 0,01

Проанализированы данные флуоресцентной микроскопии препаратов, окрашенных ализарином красным С, значения среднего цитохимического коэффициента, количественное выражение особенностей строения ядра, цитоплазмы и степень дифференцировки клеток (табл. 3). По окончании приёма биогеля из бурых водорослей установлено существенное повышение количества ($p < 0,001$) высокоспециализированных клеток БЭ. Средний цитохимический коэффициент превышал таковой для клеток до приёма биологически активного компонента. Приведённые характеристики свидетельствуют о снижении цитотоксического потен-

Таблица 3

Цитохимическая характеристика клеток буккального эпителия, окрашенных ализариновым красным С, до и после приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей у работников испытательного лабораторного центра ($M \pm m, n = 43$)

Количество клеток, %	До приёма	После приёма
1 балл – клетки с отсутствием свечения	10,49 ± 0,24	6,97 ± 0,24
2 балла – клетки со слабо флуоресцирующей в диапазоне 580–680 нм по периферии цитоплазмы, свечение 90 % площади ядра и перинуклеарной зоны в диапазоне 400–580 нм	25,74 ± 0,22	18,41 ± 0,45
3 балла – клетки с флуоресцирующими в диапазоне 400–580 нм ядром и цитоплазматическими структурами, область свечения 580–680 нм	21,46 ± 0,22	14,90 ± 0,44
4 балла – клетки с флуоресцирующими ядром и внутриклеточными цитоплазматическими структурами в диапазоне 580–680 нм	20,37 ± 0,13	29,80 ± 0,31
5 баллов – клетки с интенсивно флуоресцирующими ядрами и цитоплазмой в диапазоне 580–680 нм	21,95 ± 0,32	29,92 ± 0,36
Средний цитохимический коэффициент	3,18 ± 0,01	3,55 ± 0,02

циала клеток БЭ у работников ИЛЦ по завершении четырех недель приёма Ламиналя.

Изучен качественный и количественный клеточный состав БЭ в процентном соотношении, отражающий степень дифференцировки и созревания клеток эпителия до и после приёма биогеля (табл. 4). Согласно общепринятой цитологической классификации [4] в эпителии слизистой оболочки полости рта выделяют базальные, парабазальные, промежуточные и поверхностные клетки, а в участках, подвергающихся ороговению – также и роговые чешуйки. Зарегистрировано статистически значимое ($p < 0,001$) увеличение количества клеток промежуточного слоя в БЭ обследуемых после приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей. Кроме того, у этих лиц зафиксировано существенное снижение ($p < 0,001$) количества клеток с признаками ороговения после 4 недель приёма биогеля из морской капусты.

Таблица 4

Количество клеток различной степени дифференцировки буккального эпителия до и после приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей у работников испытательного лабораторного центра ($M \pm m, n = 43$)

Слой плоского буккального эпителия, %	До приёма	После приёма
Парабазальный	0,01 ± 0,006	0,07 ± 0,01
Промежуточный	94,76 ± 0,03	96,69 ± 0,06
Поверхностный	3,49 ± 0,04	2,56 ± 0,05
Роговые чешуйки	1,71 ± 0,02	0,66 ± 0,05

Исследованы взаимосвязи условий труда, возраста, стажа работы и цитологическими показателями у работников ИЛЦ до приёма альгинатсодержащего продукта из бурых водорослей. Установлены: обратная зависимость между возрастом работников и количеством клеток с нефлуоресцирующими ядрами, соответствующих одному баллу ($r = -0,31$, $p = 0,041$), сильная обратная связь между площадью цитоплазмы и ЯЦО ($r = -0,87$, $p < 0,001$), прямые корреляции между размерами ядра и цитоплазмы ($r = 0,41$, $p = 0,009$), обратная сильная связь между числом клеток с флуоресцирующими и нефлуоресцирующими ядрами ($r = -0,93$, $p < 0,001$), разнонаправленные корреляции между количеством клеток с флуоресцирующим ядром, клетками с микроядрами и содержанием безъядерных клеток с микроядрами ($r = -0,31$, $p = 0,043$, $r = 0,30$, $p = 0,047$ соответственно). Обнаружены: прямые связи между клетками с нефлуоресцирующими ядрами и комбинацией веществ (азотная кислота; серная кислота; этановая кислота+ (уксусная кислота); гидрохлорид), превышающей гигиенические нормативы ($r = 0,31$, $p = 0,044$), корреляции между содержанием безъядерных клеток с микроядрами и классом условий труда (3-й класс 1-й и 3-й степени) основных профессиональных групп ИЛЦ ($r = 0,31$, $p = 0,042$).

Рассмотрены корреляции условий труда, возраста, стажа работы и показателей состояния БЭ у работников ИЛЦ после приёма продукта переработки бурых водорослей. Установлены: обратная сильная зависимость между клетками с флуоресцирующими и нефлуоресцирующими ядрами ($r = -0,99$, $p < 0,001$), значимая обратная связь средней силы между клетками с микроядрами и безъядерными клетками с микроядрами ($r = -0,67$, $p < 0,001$), однонаправленные статистически значимые связи между содержанием клеток с микроядрами и клетками с флуоресцирующими и нефлуоресцирующими ядрами ($r = -0,37$, $p = 0,025$, $r = -0,40$, $p = 0,011$ соответственно), статистически существенная прямая корреляция средней силы между общим числом клеток с микроядрами и комбинацией веществ (азотная кислота; серная кислота; этановая кислота+ (уксусная кислота); гидрохлорид), фактическая концентрация $1,21 \text{ мг/м}^3$ ($r = 0,39$, $p = 0,012$), обратная связь средней силы между безъядерными клетками с микроядрами и комбинацией веществ (азотная кислота; серная кислота; этановая кислота+ (уксусная кислота); гидрохлорид), фактическая концентрация $1,21 \text{ мг/м}^3$ ($r = -0,37$, $p = 0,024$), прямые зависимости между ЯЦО и классом условий труда работников ИЛЦ ($r = 0,42$, $p = 0,007$), что свидетельствует об имеющемся воздействии вредного химического фактора на организм работающих.

Обсуждение результатов

Известно, что механизмы защиты верхних дыха-

тельных путей включают состояние эпителия слизистых оболочек носовой и ротовой полости, который является тканевым барьером при воздействии разнообразных факторов среды обитания, в том числе и производственной среды. Статус клеток БЭ объективно отражает интенсивность дестабилизационных механизмов, а морфологически регистрируемые изменения учитываются в качестве оценки общего состояния здоровья [13, 17, 19].

Принимая во внимание, что ЯЦО является важной морфологической характеристикой, позволяющей оценивать степень дифференцировки клеток, полученные данные указывают на существенное ($p < 0,001$) повышение количества высокодифференцированных буккальных эпителиоцитов, которые обладают достаточным количеством органелл, способных активно функционировать. Так, зафиксировано статистически значимое ($p < 0,001$) увеличение удельного веса эпителиоцитов промежуточного слоя, эти клетки составляют абсолютное большинство в цитологических препаратах БЭ. Обращает на себя внимание сокращение удельного веса числа роговых чешуек ($p < 0,001$), что, возможно, указывает на замедление чрезмерных процессов ороговения, инициированных воздействием неблагоприятных факторов рабочей среды на организм работающих. По мнению многих авторов, ороговение эпителия служит защитным механизмом слизистой оболочки полости рта благодаря механической прочности, высокой химической устойчивости и низкой проницаемости рогового слоя, появление скоплений роговых чешуек интерпретируется как адаптивное усиление барьерной функции эпителия на фоне снижения общего иммунитета в результате воздействия вредных условий труда [8, 10, 13, 18].

Повышенное содержание БЭ с ядерными аномалиями вследствие нарушения митоза относится к маркёру сдвигов в системе орального (общего) гомеостаза. Появление микроядер в клетках БЭ выступает индикатором воздействия факторов различной природы — как физической, так и химической. Частота встречаемости микроядер в клетках БЭ может служить адекватным показателем при определении уровня ксеногенной интоксикации [10, 13, 15, 17, 19]. Положительной стороной эмпирического исследования следует признать статистически значимое снижение (в 4 раза; $p < 0,001$) количества эпителиоцитов с ядерной патологией (совокупности клеток с микроядрами, включая безъядерные) после месяца приёма продукта переработки бурых морских водорослей.

С учётом имеющихся знаний о биологической роли химических веществ (азотная кислота; серная кислота; этановая кислота+ (уксусная кислота); гидрохлорид) и клеток БЭ, рассматриваемых в качестве биомаркёров экспозиции и негативных эффектов при воздействии факторов рабочей среды,

полученные нами результаты удостоверяют влияние вредных условий труда на цитологические и цитогенетические показатели и позволяют считать, что работники лабораторного звена относятся к группе риска по развитию производственно обусловленных нарушений здоровья, что согласуется с данными литературы [3, 8, 10, 15, 17–19].

В то же время состояние мукозального эпителия можно расценивать и как индикатор эффективности профилактических мероприятий, предпринимаемых для сохранения здоровья лиц трудоспособного возраста [3, 15, 18]. Достоверно отмечено более высокое значение среднего цитохимического коэффициента, интерпретируемого в качестве интегрального показателя функциональной активности буккальных эпителиоцитов и отражающего степень их дифференцировки, что свидетельствует о снижении цитотоксического потенциала клеток БЭ у работников ИЛЦ по завершении четырех недель приёма альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей.

Заключение

Таким образом, данные, полученные в результате динамического наблюдения и контроля клинко-лабораторных показателей эпителия слизистой оболочки полости рта, выявленные при этом взаимозависимости между профессиональными характеристиками и параметрами БЭ, дополняют и расширяют известные положения о возможном неблагоприятном влиянии факторов производственной среды, обладающих свойствами химического и биологического воздействия на организм человека и превышающих гигиенические нормативы, на состояние здоровья работающих.

Выводы:

1. Сравнительная характеристика показателей, полученных до и после приёма специализированного пищевого продукта «Ламиналь (биогель из морской капусты)», демонстрирует имеющее место влияние биогеля на организм работников, осуществляющих профессиональную деятельность во вредных условиях труда.

2. Выявлена стабилизация клеточных элементов эпителия слизистой оболочки полости рта, отмечено отсутствие цитотоксического эффекта по завершении четырех рабочих недель применения альгинатсодержащего биогеля из бурых водорослей, предлагаемого к использованию в системе мер профилактики нарушений состояния здоровья работающих.

3. Результаты клинических лабораторных исследований, входящих в программу оценки состояния здоровья и профессиональных рисков, в совокупности с данными комплексной гигиенической оценки условий труда, полученными ранее, являются базисом для обоснования, разработки и практического внедрения приоритетных профилактических мероприятий по сохранению и повышению уровня здоровья работников испытательных лабораторных центров учреждений Роспотребнадзора.

Авторство

Важенина А. А. внесла существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, подготовила первый вариант статьи; Транковская Л. В. осуществляла общее руководство и координацию научной работы, окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись; Плехова Н. Г. внесла существенный вклад в получение, анализ и интерпретацию данных; Зиновьев С. В. внёс существенный вклад в получение, анализ и интерпретацию данных; Переломова О. В. выполнила математическую обработку полученных данных; Аминина Н. М. внесла существенный вклад в получение и анализ данных.

Важенина Антонина Анатольевна – ORCID 0000-0002-5584-4900; SPIN 7283-5847

Транковская Лидия Викторовна – ORCID 0000-0002-1107-4561; SPIN 5186-8570

Плехова Наталья Геннадьевна – ORCID 0000-0002-8701-7213; SPIN 2685-9578

Зиновьев Сергей Викторович – ORCID 0000-0001-6022-6130; SPIN 6716-1541

Переломова Оксана Валерьевна – ORCID 0000-0002-9227-192; SPIN 5555-4138

Аминина Наталья Михайловна – ORCID 0000-0002-7002-9154; SPIN 5680-6951

Список литературы / References

1. Аминина Н. М. Лечебно-профилактический продукт «Ламиналь – биогель из морских водорослей». Владивосток: ТИПРО, 2006. 34 с.

Aminina N. M. *Lechebno-profilakticheskii produkt «Laminal' - biogel' iz morskikh vodoroslej»* [Therapeutic and prophylactic product «Laminal - biogel from seaweed»]. Vladivostok, 2006, 34 p.

2. Аминина Н. М. Перспективы использования бурых водорослей для профилактики производственно обусловленных нарушений состояния здоровья // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2017. № 5. С. 38–42.

Aminina N. M. The prospects of using brown seaweed to prevent the production caused disorders of health. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical ecology. Science]. 2017, 5, pp. 38-42. [In Russian]

3. Бакшеева С. С. Применение неинвазивных методов донозологической диагностики для определения антропогенной нагрузки на организм человека // Вестник КрасГАУ. 2013. № 11. С. 141–143.

Baksheeva S. S. The application of prenosological diagnostic non-invasive methods to determine the anthropogenic impact on the human body. *Vestnik KrasGAY* [The Bulletin of KrasGAU]. 2013, 11, pp. 141-143. [In Russian]

4. Быков В. Л. Гистология и эмбриональное развитие органов полости рта человека: учебное пособие. М.: ГЭ-ОТАР-Медиа, 2014. 624 с.

Bykov V. L. *Gistologiya i embrional'noe razvitie organov polosti rta cheloveka: uchebnoe posobie* [Histology and embryonic development of the oral cavity: a tutorial]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2014, 624 p.

5. Важенина А. А., Транковская Л. В., Анищенко Е. Б. Состояние здоровья работников испытательного лабораторного центра // Тихоокеанский медицинский журнал. 2020. № 2 (80). С. 85–89.

Vazhenina A. A., Trankovskaya L. V., Anishchenko E. B. Health condition of employees of the test laboratory center.

Tikhookeanskii meditsinskii zhurnal [Pacific medical journal]. 2020, 2, pp. 85-89. [In Russian]

6. Вазенина А. А., Транковская Л. В., Анищенко Е. Б. Условия труда работников испытательного лабораторного центра учреждения Роспотребнадзора // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 4. С. 418–423.

Vazhenina A. A., Trankovskaya L. V., Anishchenko E. B. Hygienic assessment of working conditions of employees in the test laboratory center of the office of Federal service for supervision of consumer rights protection and human well-being. *Gigiena i Sanitariya*. 2019, 4, pp. 418-423. [In Russian]

7. Вершкова Т. И., Ананьев В. Ю. О создании «единого» испытательного лабораторного центра в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае» // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2016. № 3 (66). С. 16–19.

Vershkova T. I., Anan'ev V. Yu. On the establishment of «common» testing laboratory centre in FBUZ «Center for hygiene and epidemiology in the Primorsky region». *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical ecology. Science]. 2016, 3, pp. 16-19. [In Russian]

8. Землянова М. А. Биомаркеры экспозиции и негативных эффектов для задач гигиенических оценок и экспертиз // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Пермь, 15–16 мая 2019 г. / под ред. проф. А. Ю. Поповой, акад. РАН Н. В. Зайцевой. С. 595–598.

Zemlyanova M. A. Biomarkers of exposure and negative effects for the tasks of hygienic assessments and examinations. In: *Topical issues of risk analysis in ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population and protecting consumer rights: materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Perm*, 2019, pp. 595-598. [In Russian]

9. Измеров Н. Ф. Современные проблемы медицины труда России // Медицина труда и экология человека. 2015. № 2. С. 5–12.

Ismerov N. F. Modern problems of occupational medicine in Russia. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka* [Russian Journal of Occupational Health and Human Ecology]. 2015, 2, pp. 5-12. [In Russian]

10. Лисок Е. С., Наумов И. А., Макаров С. Н., Свистунович Л. М. Цитоморфологические параметры буккального эпителия как инструмент оценки адаптационных резервов организма женщин-врачей акушеров-гинекологов репродуктивного возраста // Современные подходы в клинико-морфологической диагностике и лечении заболеваний человека: сб. науч. тр. Всероссийской конференции с международным участием, седьмые научные чтения, посвященные памяти член-корр. РАМН, з.д.н. РФ, проф. О. К. Хмельницкого, г. Санкт-Петербург, Россия, 13 окт. 2017. СПб., 2017. С. 99–101.

Lisok E. S., Naumov I. A., Makarov S. N., Svistunovich L. M. Cytomorphological parameters of the buccal epithelium as a tool for assessing the adaptive reserves of the body of female obstetrician-gynecologists of reproductive age. In: *Modern approaches in clinical and morphological diagnostics and treatment of human diseases: collection of scientific works of the All-Russian conference with international participation, seventh scientific readings dedicated to the memory of Doctor of Sciences, prof. Khmel'niksky O. K., Saint Petersburg*, 2017, pp. 99-101. [In Russian]

11. Малукова Т. А., Бойко А. В., Панин Ю. А., Безсмертный В. Е., Кутырев В. В. Вероятность реализации биорисков при проведении работ с ПБА I–II группы // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2016. № 3. С. 136–145.

Malyukova T. A., Boiko A. V., Panin Yu. A., Bezsmertnyi V. E., Kutyr'ev V. V. Probability of biorisk occurrence attached to the performance of work with pathogenic biologic agents of the I-II groups of hazard. *Epidemiologiya i infektsionnyye bolezni* [Epidemiology and Infectious Diseases]. 2016, 3, pp. 136-145. [In Russian]

12. Минжасова А. И. Статистический анализ медицинских данных // Прикладная математика и фундаментальная информатика. 2015. № 2. С. 193-198.

Minzhasova A. I. Statistical analysis of medical data. *Prikladnaya matematika i fundamental'naya informatika* [Applied Mathematics and Fundamental Computer Science]. 2015, 2, pp. 193-198. [In Russian]

13. Прошин А. Г., Дурнова Н. А., Сальников В. Н., Курчатова М. Н., Сальников Н. В. Буккальный эпителий как отражение физиологических и патофизиологических процессов // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2019. № 1 (37). С. 74–78.

Proshin A. G., Durnova N. A., Salnikov V. N., Kurchatova M. N., Salnikov N. V. Buccal epithelium as a marker of physiological and pathophysiological processes. *Vestnik meditsinskogo instituta «Reaviz»: reabilitatsiya, vrach i zdorov'e* [Bulletin of Medical Institute «Reaviz»: rehabilitation, physician and health]. 2019, 1, pp. 74-78. [In Russian]

14. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05. Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005 // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора, сентябрь 2005; 3 (21).

Guidance on the hygienic assessment of factors of the working environment and the labor process. Criteria and classification of working conditions. Guideline R 2.2.2006-05. Approved Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation from July 29, 2005. *Bulletin of regulatory and methodological documents of the State Sanitary and Epidemiological Surveillance*. September 2005, No. 3 (21). [In Russian]

15. Сычѳва Л. П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека // Медицинская генетика. 2007. Т. 6 (11). С. 3–11.

Sychyova L. P. Biological value, scoring criteria and limits of a variation of a full spectrum karyological indexes of exfoliated cells for estimation of human cytogenetic status. *Meditsinskaya genetika* [Medical Genetics]. 2007, 11, pp. 3-11. [In Russian]

16. Целуйко С. С., Зиновьев С. В. Предполагаемые механизмы гистохимического исследования кальция, железа, натрия, цинка и витаминов в организме: методические рекомендации / ГБОУ ВПО Амурская государственная медицинская академия. Благовещенск, 2013. 40 с.

Tseluiko S. S., Zinov'ev S. V. *Predpolagaemye mekhanizmy gistokhimicheskogo issledovaniya kal'tsiya, zheleza, natriya, tsinka i vitaminov v organizme: metodicheskie rekomendacii* [Estimated mechanisms of histochemical study

of calcium, iron, sodium, zinc and vitamins in the body: guidelines]. *Blagoveshchensk*, 2013, 40 p.

17. Haider A., De M. Increase in DNA damage in lymphocytes and micronucleus frequency in buccal cells in silica-exposed workers. *Indian J. Occup. Environ. Med.* 2012, 1, pp. 34-37.

18. Holland N., Bolognesi C., Kirsch-Volders M., Bonassi S., Zeiger E., Knasmueller S. et al. The micronucleus assay in human buccal cells as a tool for biomonitoring DNA damage: The HUMN project perspective on current status and knowledge gaps. *Mutation Research*. 2008, 1-2, pp. 93-108.

19. Lisok E. S., Naumov I. A., Makarov S. N., Svistunovich L. M. Buccal mucosa changes as biomarkers of the disadaptation of the organism in the conditions of professional activity. *Biological Markers in Fundamental and Clinical Medicine*. 2017, 4, pp. 7-9.

20. Mishra S. R., Nandhakumar P., Yadav K. P. et al. In vitro analysis of alizarin as novel therapeutic agent for murine

breast cancer. *The Pharma Innovation Journal*. 2017, 10, pp. 345-350.

21. Orme N. M., Rihal C. S., Gulati R. et al. Occupational health hazards of working in the interventional laboratory: a multisite case control study of physicians and allied staff. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015, 8, pp. 820-826.

22. Rojo-Molinero E., Alados J. C., de la Pedrosa E. G. et al. Safety in the Microbiology laboratory. *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 2015, 6, pp. 404-410.

Контактная информация:

Важенина Антонина Анатольевна – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, д. 2

E-mail: antonina2179@mail.ru