

ВЫВОДЫ

1. У пациента диагностирована профессиональная кобальтовая кардиомиопатия, развившаяся вследствие длительного воздействия кобальта и его соединений на производстве.

2. Заболевание сопровождалось экссудативным перикардитом, нарушением ритма сердца, снижением сократительной функции миокарда и прогрессирующей сердечной недостаточностью.

3. Пациенту противопоказана работа в контакте с кобальтом и тяжелый физический труд.

4. Рекомендовано продолжение поддерживающей терапии, регулярное наблюдение у кардиолога и коррекция лечения в зависимости от динамики состояния.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Долomatov С. И. Современные аспекты регуляторных, патофизиологических и токсических эффектов, вызываемых ионами кобальта при оральном поступлении в организм человека / Долomatov С. И., Сатаева Т. П., Жуков В. // Анализ риска здоровью. - 2019. - №3. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-aspekty-regulyatormykh-patofiziologicheskikh-i-toksicheskikh-effektov-vyzyvaemykh-ionami-kobalta-pri-oralnom-postuplenii-v> (дата обращения: 28.02.2025). – Текст: электронный
2. Перикардиты. Клинические рекомендации 2022 / Арутюнов Г. П., Палеев Ф. Н., Тарловская Е. И., Моисеева О. М., Арутюнов А. Г., Козилова Н. А., Чесникова А. И., Ребров А. П., Шапошник И. И., Петрова М. М., Григорьева Н. Ю., Фомин И. В., Орлова Я. А., Мальчикова С. В., Королева Л. Ю., Носов В. П., Айвазян С. А., Зайратьянц О. В., Сеницын В. Е., Васюк Ю. А., Гендлин Г. Е., Драгунов Д. О., Соколова А. В., Иртыга О. Б // РКЖ. - 2023. - №3. - 111-112. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perikardity-klinicheskie-rekomendatsii-2022> (дата обращения: 28.02.2025). – Текст: электронный
3. Перикардиты. Причины, Механизмы развития, Варианты течения и терапевтические подходы в современных условиях / Муркамилов И. Т., Айтбаев К. А., Райимжанов З. Р., Дуйшеева Г. К., Хакимов Ш. Ш., Ыманкулов Д. С., Юсупова З. Ф., Юсупова Т. Ф., Юсупов Ф. А. // Бюллетень науки и практики. - 2024. - №3. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perikardity-prichiny-mehanizmy-razvitiya-varianty-techeniya-i-terapevticheskie-podhody-v-sovremennykh-usloviyakh> (дата обращения: 05.03.2025). – Текст: электронный
4. Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации Приказ "Об утверждении перечня профессиональных заболеваний" от 27 апреля 2012 г № N 417н // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2012 г. - с изм. и допол. в ред. от 27.04.2012. (дата обращения: 05.03.2025). Текст: электронный
5. Ибрагимов Рашад Ибрагим. Изменения гематологических показателей у крыс при хронической интоксикации тяжелыми металлами на фоне экспериментального атеросклероза / Ибрагимов Рашад Ибрагим // Journal of Siberian Medical Sciences. - 2024. - №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmeneniya-gematologicheskikh-pokazateley-u-krys-pri-hronicheskoy-intoksikatsii-tyazhelyimi-metallami-na-fone-eksperimentalnogo> (дата обращения: 05.03.2025). – Текст: электронный

Сведения об авторах

А.С. Сычева* – студент

Е.В. Михалева – студент

С.Р. Гусельников – ассистент кафедры

И.А. Рыжкова – старший преподаватель кафедры

Information about the authors

A.S.Sycheva* - Student

E.V.Mikhaleva – Student

S.R. Guseinikov – Department assistant

I.A. Ryzhkova - Senior Lecturer

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

anastasiasycheva0611@mail.ru

УДК 615.9

ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА СВИНЦА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ИНГАЛЯЦИОННОЙ ЭКСПОЗИЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Тажигулова Анастасия Валерьевна, Минигалиева Ильзира Амировна, Сутункова Марина Петровна

ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Свинец широко известен, как токсикант широкого спектра действия с развитием различного рода нарушений в организме. Ранее проведенные исследования по изучению токсического воздействия наночастиц свинца при остром и субхроническом ингаляционном воздействии выявили его цитотоксическое влияние на организм лабораторных животных. При этом, в результате изучения научной литературы не было обнаружено

исследований проявления цитотоксического воздействия наночастиц свинца при хроническом ингаляционном поступлении, что обосновывает необходимость проведения исследований в данном направлении. **Цель исследования** - оценить цитотоксическое действие наночастиц оксида свинца при ингаляционном пути поступления в хроническом экспериментальном исследовании. **Материал и методы.** Хроническое воздействие наночастиц оксида свинца (НЧ PbO) на крыс моделировалось с помощью ингаляционной камеры типа «только нос», в которой крысы 5 раз в неделю на протяжении 4-х месяцев по 4 часа в день подвергались воздействию металлооксидных наночастиц свинца размером $18,2 \pm 4,2$ нм и в концентрации $0,215$ мг/м³. По окончании эксперимента оценивались цитологические и биохимические показатели жидкости бронхоальвеолярного лаважа (БАЛЖ). **Результаты.** Проявления неспецифической реактивности организма в нижних отделах дыхательных путей, спровоцированные ингаляционной экспозицией НЧ PbO, проявились в компенсаторном увеличении числа нейтрофильных лейкоцитов (НЛ) и повышении соотношения нейтрофильных лейкоцитов к альвеолярным макрофагам (АМ), а также было отмечено превышение значений показателей, отражающих фагоцитарную активность клеточного ответа, что свидетельствует о цитотоксическом действии исследуемых наночастиц. **Выводы.** В проведенном экспериментальном исследовании при хронической ингаляционной экспозиции к НЧ PbO было показано изменение биохимических, иммунологических и функциональных параметров на клеточном уровне организма экспериментальных животных. **Ключевые слова:** цитотоксичность, наночастицы, свинец, нейтрофильные лейкоциты, альвеолярные макрофаги, бронхоальвеолярный лаваж.

ASSESSMENT OF THE CYTOTOXIC EFFECT OF LEAD OXIDE NANOPARTICLES DURING CHRONIC INHALATION EXPOSURE (EXPERIMENTAL STUDY)

Tazhigulova Anastasia Valerievna, Ilzira Amirovna Minigalieva, Marina Petrovna Sutunkova
Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers
Yekaterinburg, Russia

Abstract

Introduction. Lead is widely known as a broad-spectrum toxicant with the development of various disorders in the body. Previously conducted studies on the toxic effects of lead nanoparticles during acute and subchronic inhalation exposure revealed its cytotoxic effect on the body of laboratory animals. At the same time, as a result of studying the scientific literature, no studies were found on the manifestation of the cytotoxic effect of lead nanoparticles with chronic inhalation intake, which justifies the need for research in this area. **The aim of the study** was to evaluate the cytotoxic effect of lead oxide nanoparticles with inhalation intake in a chronic experimental study. **Material and methods.** Chronic exposure to lead oxide nanoparticles (PbO NPs) on rats was modeled using an inhalation chamber of the "nose only" type, in which rats were exposed to metal oxide lead nanoparticles measuring 18.2 ± 4.2 nm and at a concentration of 0.215 mg / m³ for 4 hours a day 5 times a week for 4 months. At the end of the experiment, cytological and biochemical parameters of bronchoalveolar lavage fluid (BALF) were assessed. **Results.** Manifestations of non-specific reactivity of the body in the lower respiratory tract, provoked by inhalation exposure to PbO NPs, manifested themselves in a compensatory increase in the number of neutrophilic leukocytes (NL) and an increase in the ratio of neutrophilic leukocytes to alveolar macrophages (AM), and an excess of the values indices reflecting the phagocytic activity of the cellular response was noted, which indicates the cytotoxic effect of the studied nanoparticles. **Conclusions.** In the conducted experimental study with chronic inhalation exposure to PbO NPs, a change in biochemical, immunological and functional parameters at the cellular level of the body of experimental animals was shown.

Keywords: cytotoxicity, nanoparticles, lead, neutrophilic leukocytes, alveolar macrophages, bronchoalveolar lavage.

ВВЕДЕНИЕ

Свинец широко известен, как токсикант широкого спектра действия с развитием различного рода нарушений в организме, приводящих к дисфункции органов и систем. Одним из проявлений негативного воздействия свинца на организм является его цитотоксическое действие, обусловленное активацией перекисного окисления липидов, приводящих к нарушению структуры и целостности клеточных мембран, а также изменением их проницаемости [1].

Ранее проведенное исследование по изучению токсических проявлений наночастиц оксида свинца при его остром ингаляционном воздействии на лабораторных животных, выявило проявление цитотоксического эффекта, оцененное по выраженной клеточной реакции глубоких дыхательных путей в жидкости бронхоальвеолярного лаважа (БАЛЖ), а также сопровождающимся увеличением как числа нейтрофильных лейкоцитов (НЛ), так и соотношения числа НЛ/АМ, что является показателем цитотоксического действия наночастиц (НЧ) PbO [2]. Помимо этого, в экспериментальном исследовании зарубежных авторов, при

субхронической ингаляционной экспозиции животных к НЧ PbO были обнаружены серьезные изменения в легких как на клеточном, так и на тканевом уровнях [3].

При этом, по имеющимся данным научной мировой литературы не было исследований по изучению цитотоксичности свинцовых наночастиц при хронической ингаляционной экспозиции. Также в ряде других научных работ было доказано, что свинец (Pb) в виде частиц нанометрового диапазона более токсичен, чем частицы микрометрового диапазона [4].

В связи с этим, возникает необходимость в более углубленном изучении токсического влияния НЧ PbO и его последствий при хроническом ингаляционном воздействии на клеточном уровне организма животных.

Цель исследования – оценить цитотоксическое действие наночастиц оксида свинца при ингаляционном пути поступления в хроническом экспериментальном исследовании.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В эксперименте использовали 28 белых крыс-самок линии Wistar с начальной массой тела 160-260 г. Крысы содержались в специально оборудованном помещении вивария в стандартных условиях при комнатной температуре (22 ± 2 °C) в циклическом режиме чередования света и темноты (12/12 ч). Условия содержания, соответствовали “International guiding principles for biomedical research involving animals”, разработанные CIOMS и ICLAS (2012). Животных случайным образом разделили на опытную «НЧ PbO» и контрольную группы, по 14 крыс в каждой. Ингаляционные экспозиции проводились 5 раз в неделю на протяжении 4-х месяцев по 4 часа в день в ингаляционной установке типа «только нос» (CH Technologies, USA) с автоматической регулировкой всех параметров экспозиции. Контрольная группа животных содержалась в аналогичных условиях, но без экспозиции к наночастицам. При проведении ингаляционной экспозиции в камере типа «только нос» распыляемые металлооксидные НЧ, размером $18,2 \pm 4,2$ нм генерировались с помощью электрического искрения между соответствующими исследуемыми металлическими стержнями 99,99% чистоты в атмосфере азота, разбавлялись увлажненным воздухом и подавались его потоком в ингаляционную установку с респираторами для крыс.

Средняя концентрация НЧ PbO для животных опытной группы составляла $0,215 \text{ мг/м}^3$ за весь период экспозиции. Концентрация НЧ PbO подобрана с учётом результатов предварительного подострого ингаляционного эксперимента [5] и была близка к пороговой. С целью определения цитотоксичности НЧ PbO у крыс собирали бронхоальвеолярную жидкость для изучения альвеолярного фагоцитоза в соответствии со стандартной методикой [6].

Биохимические параметры надосадочной жидкости БАЛЖ измерялись на анализаторе COBAS INTEGRA 400 plus с использованием коммерческих диагностических наборов. В образцах БАЛЖ контрольных и опытных животных для определения функциональной активности фагоцитов при воздействии НЧ PbO проводили тест фагоцитоза и тест с нитросиним тетразолием (НСТ-тест).

Для оценки фагоцитарной составляющей БАЛЖ смешивали с раствором частиц латекса (размер частиц 1,5 мкм), инкубировали в течение 20 мин при 37°C, окрашивали по Романовскому-Гимзе. Активность фагоцитоза (АФ) оценивали по проценту клеток - фагоцитов, от общего их числа, индекс фагоцитоза (ИФ) рассчитывали по среднему числу частиц латекса, поглощённых в расчёте на одну клетку.

В спонтанном НСТ-тесте подсчитывали количество активных формазанположительных клеток на 100 нейтрофилов и альвеолярных макрофагов в отдельности.

В качестве статистических выборок использовались данные, полученные для каждой группы крыс. С помощью метода объединения выборок определялось комплексное среднее значение и его стандартная ошибка. Статистическая значимость межгрупповых различий средних значений оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным цитологических характеристикам БАЛЖ (Таблица 1) выявлено увеличение числа НЛ по сравнению с контролем в 10 раз, также произошло увеличение значения НЛ/АМ по отношению к контролю в 12,5 раз. В свою очередь число АМ в опытной группе снизилось по сравнению с контрольной в 1,5 раза.

Таблица 1.

Цитологические характеристики БАЛЖ в хроническом ингаляционном эксперименте с НЧ PbO ($X \pm Sx$)

Показатели	Контроль	НЧ-PbO
Объём БАЛЖ, мл	6,06±0,26	6,03±0,28
Общая клеточность * 10 ⁶	2,25±0,16	2,00±0,22
Нейтрофильные лейкоциты * 10 ⁶	0,04±0,03	0,40±0,09 *
Альвеолярные макрофаги * 10 ⁶	2,23±0,15	1,52±0,13 *
НЛ/АМ	0,02±0,02	0,25±0,05 *

Примечание: НЛ/АМ – отношение нейтрофильных лейкоцитов к альвеолярным макрофагам.

Приведены средние значения показателей ± ошибка среднего; * – выявлены статистически значимые отличия ($p < 0,05$)

В результатах параметров, отражающих фагоцитарную активность (Таблица 2), при воздействии НЧ PbO в образцах БАЛЖ отмечается статистически незначимые превышения значений указанных показателей БАЛЖ в опытной группе по сравнению с контрольной по показателям: АФ АМ, ИФ АМ, НСТ-тест.

Таблица 2.

Показатели фагоцитарного клеточного ответа БАЛЖ в хроническом ингаляционном эксперименте с НЧ PbO ($X \pm Sx$)

Показатели	Контроль	НЧ-PbO
Активность фагоцитоза нейтрофильных лейкоцитов	29,57±4,32	20,83±3,73
Индекс фагоцитоза нейтрофильных лейкоцитов	3,06±0,41	1,97±0,46
Активность фагоцитоза альвеолярных макрофагов	29,86±4,37	34,17±4,73
Индекс фагоцитоза альвеолярных макрофагов	3,32±0,48	3,75±0,56
Тест с нитросиним тетразолием	1,29±0,29	1,67±0,33

Примечание: приведены средние значения показателей ± ошибка среднего; * – выявлены статистически значимые отличия ($p < 0,05$)

В свою очередь, биохимические показатели надосадочной жидкости (НОЖ) БАЛЖ крыс (Таблица 3) проявили тенденцию к незначительному увеличению концентрации некоторых ферментов БАЛЖ (АЛТ и ЛДГ), а также транспортного белка альбумина. Помимо этого, произошло снижение концентрации амилазы и ГГТП. Статистически значимых различий между группами по биохимическим показателям, как в случае превышения параметров, так и их снижения не обнаружено.

Таблица 3.

Биохимические показатели БАЛЖ крыс после хронической ингаляционной экспозиции к НЧ PbO ($X \pm Sx$)

Показатели	Контроль	НЧ-PbO
Аланинаминотрансфераза (АЛТ), Е/л	0,09±0,05	0,10±0,05

Альбумин, мг/л	18,44±1,77	19,69±2,38
Амилаза, Е/л	1,53±0,27	1,28±0,40
Гамма-глутамилтранспептидаза (ГГТП), Е/л	3,87±0,42	3,22±0,32
Лактатдегидрогеназа (ЛДГ), Е/л	3,80±0,37	4,00±0,37

Примечание: АЛТ – аланинаминотрансфераза, ГГТП – гамма-глутамилтранспептидаза, ЛДГ – лактатдегидрогеназа.

Приведены средние значения показателей ± ошибка среднего; * – выявлены статистически значимые отличия ($p < 0,05$)

ОБСУЖДЕНИЕ

Проявления неспецифической реактивности в нижних дыхательных путях были спровоцированы ингаляционной экспозицией НЧ РbО и сопровождались активацией фагоцитоза. Произошло качественное изменение клеточного состава БАЛЖ за счёт усиленной мобилизации НЛ (микрофагов) в зону разрушения альвеолярных макрофагов чужеродными наночастицами. Показано компенсаторное увеличение числа нейтрофильных лейкоцитов и повышение соотношения НЛ/АМ на фоне токсического разрушения АМ. Изменение отношения НЛ/АМ является ключевым показателем сравнительной оценки цитотоксического действия [7]. Таким образом, увеличение числа нейтрофильных лейкоцитов, соотношения НЛ/АМ и снижения числа альвеолярных макрофагов являются подтверждением цитотоксического действия исследуемых наночастиц и критерием количественной оценки их цитотоксического действия.

В свою очередь, изменение параметров фагоцитарной активности БАЛЖ, отображающих напряженность отдельных показателей иммунитета [7], также подтверждают вышеуказанное утверждение о проявлении наночастицами оксида свинца цитотоксического эффекта. Полученные изменения функциональной активности альвеолярных макрофагов характеризуются повышением значений фагоцитарной активности и интенсивности ответа в опытной группе по сравнению с контрольной указывают на мобилизацию механизмов врожденной иммунной защиты в легких. Но при этом в опытной группе снижены активность и индекс фагоцитоза нейтрофильных лейкоцитов, что может напрямую быть связано с повреждающим эффектом НЧ РbО или функциональной незрелостью клеток.

При этом незначительные изменения биохимических показателей БАЛЖ свидетельствуют о проявлении детоксикационной функции организма за счёт увеличения концентрации транспортного белка альбумина.

Выявленные патологические изменения у крыс демонстрируют реализацию наночастицами оксида свинца цитотоксического действия в проведенном экспериментальном исследовании.

ВЫВОДЫ

1. В проведенном экспериментальном исследовании при хронической ингаляционной экспозиции к НЧ РbО было показано качественное изменение клеточного состава БАЛЖ опытных животных по сравнению с контрольным, отражающее проявление цитотоксического эффекта наночастиц оксида свинца.

2. В БАЛЖ у опытных животных по сравнению с контрольными выявлены функциональные изменения клеточной активности и незначительные отличия биохимических показателей, что также указывает на проявление цитотоксичности изучаемых наночастиц.

3. Полученные экспериментальные данные имеют большое значение для понимания процессов токсического воздействия наноразмерной фракции оксида свинца на клеточном уровне организма животных и в дальнейшем позволят научно обосновать актуальность

разработки и применения профилактических мероприятий для снижения цитотоксического эффекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Влияние свинца на живые организмы / А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, Т.А. Карапетян, Н.В. Доршакова [и др.] // Журнал общей биологии. – 2020. – Т. 81, № 2. – С. 147-160.
2. Оценка острой токсичности наночастиц оксида свинца на крысах при ингаляционной экспозиции / М. П. Сутункова, И. А. Минигалиева, С. В. Клинова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО. – 2023. – Т. 31, № 9. – С. 24-30.
3. Sub-chronic inhalation of lead oxide nanoparticles revealed their broad distribution and tissue-specific subcellular localization in target organs / J. Dumkova, T. Smutna, L. Vrlíkova [et al.] // Part Fibre Toxicol. – 2017. – Vol.14, № 55. – P. 1-19.
4. Elbossaty, W.F. Toxicology, biological activity, synthesis, and anti-microbial effects of lead nanoparticles / W.F. Elbossaty // Insights Med Phys. – 2017. – Vol. 2, № 2. – P. 1-4.
5. Проявления подострой системной токсичности наночастиц оксида свинца при ингаляционной экспозиции крыс / М. П. Сутункова, С. Н. Соловьева, И. Н. Чернышов [и др.] // Токсикологический вестник. – 2020. – Т. 165, № 6. – С. 3-13.
6. Методические рекомендации по использованию клеточных систем «ин витро» и «ин vivo» для ускорения гигиенической регламентации малорастворимых промышленных аэрозолей: МР № 01-19/24-17. – Екатеринбург, 1995. – 28 с.
7. Response of a phagocyte cell system to products of macrophage breakdown as a probable mechanism of alveolar phagocytosis adaptation to deposition of particles of different cytotoxicity / L.I. Privalova, B.A. Katsnelson, A.B. Osipenko // *Environ Health Perspect.* – 1980. – Vol. 35. – P. 205–218.

Сведения об авторах

А.В. Тажигулова* - младший научный сотрудник

И.А. Минигалиева - доктор биологических наук, заведующий отделом токсикологии и биопрофилактики, ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора

М.П. Сутункова - доктор медицинских наук, доцент, директор ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора; заведующий кафедрой гигиены и медицины труда Уральского государственного медицинского университета

Information about the authors

A.V. Tazhigulova – Researcher

Ilzira A. Minigalieva – Doctor of Sciences (Biology), Head of the Department of Toxicology and Bioprophylaxis, Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers

Marina P. Sutunkova – Doctor of Sciences (Medicine), Associate Professor, Director of Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Head of the Department of Occupational Hygiene and Medicine, Ural State Medical University

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

tazhigulovaav@ymrc.ru

УДК: 613.2

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОДУКТОВ NOVA. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Трифоновна Юлия Васильевна¹, Мажаева Татьяна Васильевна^{1,2}, Потапкина Елена Павловна^{1,3}

¹Отдел гигиены питания, качества и безопасности продукции

ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия

²ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России

³Центральный Екатеринбургский отдел Управления Роспотребнадзора по Свердловской области

Екатеринбург, Россия

Аннотация

Введение. Увеличение доли обработанных пищевых продуктов в рационе питания населения повлекло за собой рост числа НИЗ. Для снижения влияния такой продукции на здоровье и информирования населения во многих странах были разработаны системы классификации пищевой продукции. **Цель исследования** – изучить применение одной из систем классификации продуктов NOVA в международной практике и оценить влияние переработанной пищевой продукции на здоровье человека. **Материал и методы.** Проанализированы источники научной литературы, индексированные в международных базах данных Web of Science, Scopus, PubMed и в отечественной базе РИНЦ за 2015-2024 годы. **Результаты.** Система NOVA рассматривает кулинарную обработку продуктов только в промышленных условиях, без учета домашнего приготовления, не включает количественную оценку питательной ценности, не систематизирует продукты питания с учётом совокупного воздействия нескольких факторов, а также не учитывает потерю «матричного» эффекта продуктов. При анализе результатов обзора когортных исследований выявлена связь потребления ультраобработанных продуктов с развитием НИЗ, а система NOVA, недооценивает вклад в НИЗ высококалорийных продуктов. **Выводы.** Система NOVA подчёркивает различия между продуктами, разделяя их на категории в зависимости от степени обработки, что позволяет направлять потребителей к выбору более здорового рациона, но в этой системе недостаточно