

# Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 2(28)

2022 г.

## Учредитель

Государственное учреждение  
«Республиканский научно-  
практический центр  
радиационной медицины  
и экологии человека»

**Журнал включен в** Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

**Журнал зарегистрирован**  
Министерством информации  
Республики Беларусь,  
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 30.09.22  
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Печать цифровая. Тираж 130 экз.  
Усл. печ. л. 16,25. Уч.-изд. л. 9,97.  
Зак. 254.

Издатель ГУ «Республиканский  
научно-практический центр  
радиационной медицины и  
экологии человека»  
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП  
«Редакция газеты  
«Гомельская праўда»  
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

## Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

## Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), К.Н. Буздакин (к.т.н., доцент), Н.Г. Власова (д.б.н., профессор, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веякин (к.б.н., доцент), А.В. Воропаева (к.б.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.), М.О. Досина (к.б.н., доцент), А.В. Жарикова (к.м.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., доцент, отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаяев (к.м.н., доцент), Д.В. Кравченко (к.м.н.), А.Н. Лызилов (д.м.н., профессор), А.В. Макарич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), В.М. Мишура (д.м.н., доцент), Я.Л. Навменова (к.м.н., доцент), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), А.С. Подгорная (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н., доцент), А.П. Саивончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н., доцент), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), И.О. Стома (д.м.н., доцент), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент)

## Редакционный совет

А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), О.В. Алейникова (д.м.н., чл.-кор. НАН РБ, Минск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Е.Л. Богдан (Минск), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), В.И. Жарко (Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Е.Н. Кроткова (к.м.н., доцент, Минск), Н.Г. Кручинский (д.м.н., профессор, Пинск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (МЗ РБ, Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., чл.-кор. НАН, акад. НАМН Украины, Киев), А.Л. Усс (д.м.н., профессор, Минск), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

## Технический редактор

С.Н. Никонович

**Адрес редакции** 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,  
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала  
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97  
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: [mbp@rcrm.by](mailto:mbp@rcrm.by)

© Государственное учреждение  
«Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека», 2022

№ 2(28)

2022

# Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

## **Founder**

Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

Journal registration  
by the Ministry of information  
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre  
for Radiation Medicine  
and Human Ecology

**ISSN 2074-2088**

**Обзоры и проблемные статьи**

**Ж.М. Козич**  
Прогностическое значение цитогенетических и молекулярно-генетических изменений при множественной миеломе 6

**А.О. Паращенко, М.А. Корнеева, И.А. Семеник, С.Н. Рябцева**  
Микроглия головного мозга: структурно-функциональная характеристика клеток (обзор литературы) 12

**Медико-биологические проблемы**

**К.Н. Бuzдалкин, Н.Г. Власова, Е.К. Нилова, В.С. Аверин**  
Дозы облучения населения Республики Беларусь в результате внешних воздействий на АЭС сопредельных государств 20

**С.А. Баранов, В.В. Шевляков, С.И. Сычик, В.А. Филонюк, Г.И. Эрм, Е.В. Чернышова, А.В. Буйницкая**  
Критерии гигиенического нормирования в воздухе рабочей зоны аэрозолей сухих продуктов, содержащих сывороточные белки коровьего молока 27

**Н.Г. Власова, В.В. Дробышевская, Е.А. Дрозд, А.М. Бuzдалкина, Г.Н. Евтушкова**  
Дозы облучения населения Гомельской области от медицинской рентгенодиагностики до и в начале пандемии COVID-19 35

**И.Н. Коляда, А.М. Островский**  
Анализ рождаемости населения Гомельской области за 2009-2019 гг. 41

**Клиническая медицина**

**В.И. Бронский, С.В. Толканец, К.В. Бронская, Е.В. Гут, Е.Н. Гаврилюк**  
Социально-психологические характеристики противников вакцинации в период новой коронавирусной инфекции 47

**Reviews and problem articles**

**Zh. M. Kozich**  
Prognostic significance of cytogenetic and molecular genetic rearrangements in multiple myeloma

**A.O. Parashchenko, M.A. Korneeva, I.A. Si-amionik, S.N. Ryabtseva**  
Microglia of the brain: structural and functional characteristics of cells (literature review)

**Medical-biological problems**

**K.N. Buzdalkin, N.G. Vlasova, E.K. Nilova, V.S. Averin**  
Radiation doses of belarussian population as a result of hostilities at nuclear power plants of neighboring states

**S.A. Baranov, V.V. Shevlyakov, S.I. Sychyk, V.A. Filanyuk, G.I. Erm, E.V. Chernyshova, A.V. Buinitskaya**  
Criteria for hygienic standarding in the air of the working area of aerosols of dry products containing whey proteins of cow's milk

**N.G. Vlasova, V.V. Drobyshevskaya, E.A. Drozd, A.M. Buzdalkina, G.N. Evtushkova**  
Effective exposure dose to the population of the Gomel region from medical X-ray diagnosis before and in the beginning of the COVID-19 pandemic

**I.N. Koliada, A.M. Ostrovsky**  
Analysis of the birth rate population of the Gomel region for 2009-2019

**Clinical medicine**

**V.I. Bronskiy, S.V. Tolkanets, K.V. Bronskaya, E.V. Gut, E.N. Gavrilyuk**  
Socio-psychological characteristics of antivaxxers during the period of a new coronavirus infection

<b>А.В. Величко, А.А. Чулков, Ю.И. Ярец, И.Г. Савастеева, В.М. Мицура</b> Метод прогнозирования развития субклинического синдрома Кушинга у пациентов с инциденталомами надпочечников	53	<b>A.V. Velichko, A.A. Chulkov, Yu.I. Yarets, I.G. Savasteeva, V.M. Mitsura</b> Method for predicting the development of subclinical Cushing's syndrome in patients with adrenal incidentalomas	
<b>Н.И. Гребень, Е.Л. Малец, С.Н. Рябцева, А.А. Порадовский, Е.Ю. Сташкевич, И.А. Семёник</b> Ультраструктурные особенности стремечка у пациентов с отосклерозом	60	<b>N. Greben, A. Malets, S. Ryabceva, A. Poradovsky, H. Stashkevich, I. Siamionik</b> Ultrastructural features of the stapes in patients with otosclerosis	
<b>А.В. Жарикова, М.А. Шафранская, Н.В. Лысенкова, Л.С. Старостенко</b> Социо-психологические особенности восприятия проблемы табакокурения	66	<b>A.V. Zharikova, M.A. Shafranskaya, N.V. Lysenkova, L.S. Starostenko</b> Socio-psychological features of perception of problems of smoking	
<b>С.Л. Зыблев, С.В. Зыблева, Т.С. Петренко, Б.О. Кабешев</b> Оценка окислительного стресса при определении вероятности развития ранней дисфункции почечного трансплантата	72	<b>S.L. Zyblev, S.V. Zybleva, T.S. Petrenko, B.O. Kabeshev</b> Assessment of oxidative stress in determining the probability of developing early renal allograft dysfunction	
<b>Н.В. Карлович, Т.В. Мохорт</b> Результаты ультрасонографии паращитовидных желез у пациентов с вторичным гиперпаратиреозом на фоне хронической болезни почек	78	<b>N.V. Karlovich, T.V. Mokhort</b> Results of ultrasonography of the parathyroid glands in patients with secondary hyperparathyroidism associated with chronic kidney disease	
<b>О.П. Логинова, Н.И. Шевченко, И.В. Вейлкин, О.А. Давыдова</b> Эпидемиологические аспекты и результаты цитологического скрининга рака шейки матки	87	<b>O.P. Lohinava, N.I. Shevchenko, I.V. Veyalkin, O.A. Davydava</b> Epidemiological aspects and results of cytological screening for cervical cancer	
<b>Е.А. Полякова, С.А. Берестень, М.В. Стёганцева, А.С. Старовойтова, А.Н. Купчинская, И.Е. Гурьянова, С.М. Мезян, М.В. Белевцев</b> Диагностика нарушений иммунного механизма у недоношенных новорожденных с использованием маркеров Т- и В-клеточного неогенеза (TREC и KREC) и субпопуляций Т- и В-лимфоцитов	93	<b>E.A. Polyakova, S.A. Beresten, M.V. Stegantseva, A.S. Starovoitova, A.N. Kupchinskaya, I.E. Guryanova, S.M. Mezyan, M.V. Belevtsev</b> Diagnosis of immune mechanism disorders in preterm infants using markers of T- and B-cell neogenesis (TREC and KREC) and subpopulations of T- and B-lymphocytes	
<b>Т.В. Рябцева, А.Д. Таганович, Д.А. Макаревич</b> Связывание и удаление из плазмы крови ИЛ-6 с помощью синтетического олигопептида	99	<b>T.V. Ryabtseva, A.D. Taganovich, D.A. Makarevich</b> The using of synthetic oligopeptide for binding and removal of IL-6 from blood plasma	

**А.Е. Силин, А.А. Силина, Я.Л. Навменова**  
Особенности частот аллелей, генотипов и специфических гаплотипов по генам HLA-DRB1, HLA-DQA1 и HLA-DQB1 в группе пациентов с сахарным диабетом 1 типа

105

**Д.А. Чечетин, А.В. Макарьчик**  
Динамика изменений силовой выносливости мышц туловища у детей в процессе коррекции нарушений костно-мышечного взаимоотношения позвоночного столба

114

### *Обмен опытом*

**К.А. Веренич, В.Ф. Миненко**  
Современные подходы к оценке доз облучения пациентов при проведении диагностических рентгенологических исследований

122

**A.E. Silin, A.A. Silina, Ya.L. Navmenova**  
Features of the frequencies of alleles, genotypes and specific haplotypes for the HLA-DRB1, HLA-DQA1 and HLA-DQB1 genes in the group of patients with type 1 diabetes mellitus

**D.A. Chechetin, A.V. Makarchyk**  
Dynamics of changes in the strength endurance of the trunk muscles of children during the correction of disorders of musculoskeletal relationship of vertebral column

### *Experience exchange*

**K. A. Viarenich, V. F. Minenko**  
Modern approaches to estimation of radiation doses to patients during diagnostic radiographic examinations

## КРИТЕРИИ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ АЭРОЗОЛЕЙ СУХИХ ПРОДУКТОВ, СОДЕРЖАЩИХ СЫВОРОТОЧНЫЕ БЕЛКИ КОРОВЬЕГО МОЛОКА

<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Беларусь

Целью работы являлось обоснование предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны (ПДК<sub>врз</sub>) пыли сухих продуктов, содержащей комплекс сывороточных белков коровьего молока (СБМ), по критерию их ведущего вредного действия на организм. В экспериментах при субхроническом ингаляционном поступлении в организм белых крыс установлено, что концентрации СБМ на уровне 3,0 и 1,0 мг/м<sup>3</sup>, формирующие в организме животных выраженные дозозависимые аллергические, общетоксические и иммунотоксические эффекты, являлись действующими. Концентрация 0,3 мг/м<sup>3</sup> определена как пороговая по лимитирующему показателю аллергического эффекта, выявленного только у 40% опытных животных, а концентрация на уровне 0,1 мг/м<sup>3</sup> – не действующая. По критерию ведущего вредного аллергического действия СБМ на организм обоснована величина ПДК<sub>врз</sub> аэрозолей сухих продуктов, содержащих сывороточные белки коровьего молока, равная 0,1 мг/м<sup>3</sup> по белку с отметкой «аллерген».

**Ключевые слова:** концентрат сывороточных белков коровьего молока, критерии их вредного действия на организм, ПДК в воздухе рабочей зоны

### Введение

Важной составляющей в доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь является обеспечение гигиенической безопасности условий труда, сохранения здоровья и трудового потенциала работников молокоперерабатывающей индустрии. На Республику Беларусь приходится 1,4% мирового производства молока и 5% мирового экспорта молочных продуктов, в том числе 4,4% сухих продуктов переработки молока (далее – СППМ). В Беларуси функционирует 67 организаций по переработке коровьего молока, из них 22 предприятия по производству СППМ [3] с большим количеством работников.

Молочные продукты питания являются распространенными пищевыми аллергенами. Наиболее часто этиологическим фактором аллергопатологии у детей и взрослых при потреблении молочных продуктов является комплекс сывороточных белков

коровьего молока (далее – СБМ): лактоглобулины и лактоальбумины, бычий сывороточный альбумин, лактоферрин, иммуноглобулины и липопротеины, среди которых β-лактоглобулины А и В и α-лактоальбумин являются основными аллергенами (до 80% пациентов) [1].

В отдельных публикациях приводятся данные о загрязнении воздуха на молочных предприятиях пылью сухого молока, концентрация которой превышала массовую ПДК (6 мг/м<sup>3</sup>) от 1,5 до 10 раз [6, 7]. Следовательно, образующиеся на предприятиях аэрозоли СППМ, содержащие СБМ, представляют высокий риск развития у работников профессиональных аллергических и производственно обусловленных иммунозависимых заболеваний. Подтверждением данной гипотезы являются единичные клинические наблюдения зарубежных авторов о диагностировании профессиональной бронхиальной астмы, ринита и конъюн-

ктивита у работников, контактирующих с СБМ [10-13].

Однако пыль СППМ не имеет патогенетически обоснованных гигиенических нормативов содержания в воздухе рабочей зоны, что не обеспечивает гигиеническую безопасность данного вида органической пыли для здоровья работников, отражается на социальной незащищенности работников молокоперерабатывающих предприятий с возникшей аллергопатологией, диагностируемой в основном как пищевая.

Вышеизложенное определяет высокую актуальность разработки патогенетически обоснованной ПДК в воздухе рабочей зоны (далее – ПДК<sub>врз</sub>) пыли сухих продуктов, содержащей СБМ, на основе анализа результатов экспериментального изучения особенностей биологического действия сывороточных белков коровьего молока и установления критерия и лимитирующего показателя ведущего вредного действия на организм.

**Цель работы** – экспериментально обосновать ПДК в воздухе рабочей зоны пыли сухих продуктов, содержащей комплекс сывороточных белков коровьего молока.

#### **Материал и методы исследования**

Основным объектом исследования являлся полученный оригинальным методом из пыли сухого обезжиренного молока концентрат растворимых высокомолекулярных сывороточных белков молока [2].

В соответствии с действующей методологией гигиенического нормирования содержания в воздухе рабочей зоны органических аэрозолей животного, растительного и смешанного происхождения [5] выполнены экспериментальные исследования по изучению параметров острой токсичности, раздражающего и сенсибилизирующего действия, особенностей дозозависимого биологического действия СБМ при ингаляционном воздействии в течение месяца на организм белых крыс в 4-х последовательно трехкратно снижающихся концентрациях [4, 8, 9].

С использованием комплекса информативных физиологических, токсикологиче-

ских, биохимических, гематологических, иммунологических и аллергологических методов и приемов исследования (более 70 показателей) осуществляли определение и оценку характера и выраженности общетоксического и специфического действия СБМ на организм при ингаляционном поступлении [8].

Условия содержания, обращения, проведения экспериментов и выведения лабораторных животных из опыта соответствовали требованиям технических нормативных правовых актов и основывались на международных принципах биоэтики.

Результаты исследования подвергались статистической обработке общепринятыми методами токсико- и биометрии, параметрической и непараметрической статистики с использованием лицензионного программного обеспечения Microsoft Office Excel 11 (Microsoft, США) и STATISTICA 10 (StatSoft, США).

#### **Результаты исследования**

Из отобранных на молочных заводах образцов пыли сухого обезжиренного молока разработанной оригинальной методикой получен концентрат комплекса растворимых высокомолекулярных СБМ (42,6 мг/см<sup>3</sup> белка), пригодный для моделирования и выявления их биологического действия на организм [2].

В острых опытах при внутрижелудочном и внутрибрюшинном введениях лабораторным животным в максимально возможных дозах суспензии пыли сухого молока и концентрата СБМ установлено, что они не представляют опасности острой интоксикации (IV класс опасности), не обладают раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки глаз [4].

В стандартных условиях эксперимента на морских свинках-альбиносах, сенсибилизированных СБМ, установлено, что комплекс сывороточных белков молока обладает сильной аллергенной активностью, а содержащая их пыль дифференцирована к I классу аллергенной опасности (чрезвычайно опасный производственный аллерген) [9].

При экспериментальном ингаляционном воздействии в течение месяца на белых крыс СБМ в снижающихся 4-х концентрациях по белку получены и проанализированы количественные результаты определения и оценки морфофункциональных показателей организма подопытных животных, приведенные в нашей публикации [8]. На основании этих результатов выполнено обобщение качественных по значимости (достоверности различий) и направленности отклонений изученных показателей у животных опытных групп от контроля (таблица).

Субхроническое в течение месяца ингаляционное воздействие СБМ в концентрации на уровне  $3,0 \text{ мг/м}^3$  по белку оказало выраженное общетоксическое действие на организм, проявляющееся у животных 1 опытной группы существенным возрастанием по отношению к контрольной группе ОКМ надпочечников, содержания в сыворотке крови глюкозы и белка, активности ферментов лактатдегидрогеназы, аланинаминотрансферазы и липазы на фоне снижения содержания общего билирубина, нарушением показателей функционального состояния мочевыделительной системы (повышение содержания в моче общего белка, билирубина и кетонов, возрастание удельной массы мочи, количества эритроцитов).

При этом в организме 9 из 10 опытных животных установлено формирование выраженного аллергического процесса немедленного анафилактического (по достоверным показателям активной кожной анафилаксии – АКА и дегрануляции тучных клеток – РДТК) и клеточноопосредованного типов (выявление гиперчувствительности замедленного типа – ГЗТ по интегральному показателю внутрикожного теста опухания лапы – ВТОЛ), с подтверждением смешанных механизмов аллергических реакций высоким уровнем индекса специфического НСТ-теста гранулоцитов крови (РСНСТ). Кроме этого, определено формирование в их организме иммунотоксических (существенное возрастание в сыворотке крови активности СЗ компонента

комплемента и содержания лизоцима) и гемотоксических (снижение в крови количества лейкоцитов и лимфоцитов, возрастание удельного веса эозинофильных клеток) эффектов.

Следовательно, в данной концентрации комплекс сывороточных белков молока проявлял эффективное токсическое, аллергическое, иммунотоксическое и гемотоксическое действие на организм, с преобладающим аллергическим эффектом.

На концентрацию СБМ на уровне  $1,0 \text{ мг/м}^3$  по белку у опытных белых крыс отмечались схожие с животными 1 опытной группы по направленности, но менее выраженные и распространенные сдвиги морфофункциональных показателей, отражающих токсическое действие на организм. Установлено достоверное по сравнению с контрольной группой животных возрастание ОКМ надпочечников и содержания в крови глюкозы при снижении содержания альбуминов, билирубина, креатинина и SH-групп, значимое повышение удельной массы мочи, содержания в ней кетонов, лейкоцитов и эритроцитов.

На этом фоне у большинства животных 2 опытной группы выявлены высокие уровни развития механизмов аллергических реакций анафилактического и замедленного клеточноопосредованного типов, с подтверждением смешанного характера гипериммунного ответа выраженной реакцией специфического НСТ-теста. Они сопровождалась иммунотоксическими (выраженная ингибция исходной спонтанной продукции активных форм кислорода в гранулоцитарно-мактофагальных клетках крови (ГМК) и стимулированная опсонизированным зимозаном неспецифическая активация в них кислородзависимых метаболических процессов за счет резервных бактерицидных возможностей фагоцитов крови) и иммуномодуляционными эффектами (возрастание в сыворотке крови активности СЗ компонента комплемента и угнетение бактерицидной активности сыворотки крови – БАСК). Со стороны показателей «красной» крови и клеточных

**Таблица** – Значимость и направленность по отношению к контролю уровней морфофункциональных показателей опытных белых крыс после субхронического ингаляционного воздействия СБМ в снижающихся концентрациях по белку

Изученные показатели	Группы сравнения, концентрации по белку			
	1 опытная 3,0 мг/м <sup>3</sup>	2 опытная 1,0 мг/м <sup>3</sup>	3 опытная 0,3 мг/м <sup>3</sup>	4 опытная 0,1 мг/м <sup>3</sup>
Масса тела	0	0	0	0
ОКМ внутренних органов:				
- легкое	0	0	0	0
- сердце	0	0	0	0
- печень	0	0	0	0
- почки	0	0	0	0
- селезенка	0	0	0	0
- надпочечники	++	+	0	0
Биохимические показатели сыворотки крови:				
Железо	-	0	0	0
Глюкоза	+	+	0	0
Общий белок	+	0	0	0
Альбумин	0	-	0	0
Общий билирубин	--	-	0	0
Мочевина	0	0	0	0
Мочевая кислота	0	0	0	0
Креатинин	0	-	0	0
Триглицериды	0	0	0	0
Лактатдегидрогеназа	+++	0	0	0
Гаммаглутамилтрансфераза	0	0	0	0
Аланинаминотрансфераза	0	0	0	0
$\alpha$ -Амилаза	0	0	0	0
Щелочная фосфатаза	0	0	0	0
Липаза	+++	0	0	0
КФК	0	0	0	0
Трансферрин	0	0	0	0
АТ III	0	0	0	0
Гемолизат крови:				
Глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа	0	0	0	0
Глутатионпероксидаза	0	0	0	0
SH-группы	0	-	0	0
Глутатион восстановленный	0	0	0	0
Показатели мочи:				
Удельная масса	0	++	0	0
Величина pH	0	0	0	0
Общий белок	0	0	0	0
Билирубин	0	0	0	0
Уробилиноген	0	0	0	0
Нитриты	0	0	0	0
Кетоны	+	+	0	0
Глюкоза	0	0	0	0
Аскорбиновая кислота	0	0	0	0
Лейкоциты	0	+	0	0
Эритроциты	+	+	0	0
Аллергологические и иммуно-гематологические показатели:				
ВТОЛ: - АКА: 10-2мм	++	++	0	0
- ГЗТ: 10-2мм	++	+	0	0
Балл	+++	++	0	0

РСЛЛ	0	0	0	0
РДТК	++	0	0	0
ЦИК	0	0	0	0
РСНСТ: - возр. к контр.	+	0	0	0
- индекс стимул.	+++	+	0	0
Комплементарная активность сыворотки крови	0	0		0
Компоненты комплемента в сыв. крови: - С3	+++	+++	0	0
- С4	0	0	0	0
Лизоцим в сыв. крови	+	0	0	0
БАСК	0	-	0	0
НСТ-тест ГМК крови:				
- спонтанный	0	--	0	0
- Zn-стимулиров.: индекс	0	++	0	0
Величина фагоцитарного резерва	0	++	0	0
Кол-во эритроцитов (Эр.)	0	0	0	0
Ср. объем эритроцитов	0	0	0	0
Концентрация гемоглобина	0	0	0	0
Среднеклеточный гемоглобин	0	0	0	0
Сред. содерж. гемоглоб. в Эр.	0	0	0	0
Гематокрит	0	0	0	0
Тромбоциты	0	0	0	0
Сред. объем тромбоцитов	0	0	0	0
Лейкоциты	--	0	0	0
- нейтрофилы, %	0	0	0	0
-//- 10 <sup>9</sup> /л	0	0	0	0
- эозинофилы, %	+	0	0	0
-//- 10 <sup>9</sup> /л	0	0	0	0
- лимфоциты, %	0	0	0	0
-//- 10 <sup>9</sup> /л	--	0	0	0
- моноциты, %	0	0	0	0
-//- 10 <sup>9</sup> /л	0	0	0	0
- базофилы %	0	0	0	0
-//- 10 <sup>9</sup> /л	0	0	0	0

Примечания:

- 1) 0 – отсутствие достоверных сдвигов показателя по отношению к контрольной группе.
- 2) + или -- достоверное возрастание или снижение величины показателя по отношению к контролю при значимости  $p < 0,05$ .
- 3) ++ или -- достоверное возрастание или снижение величины показателя по отношению к контролю при значимости  $p < 0,01$ .
- 4) +++ или --- достоверное возрастание или снижение величины показателя по отношению к контролю при значимости  $p < 0,001$ .

элементов крови существенных изменений по отношению к таковым в контрольной группе белых крыс не установлено.

Следовательно, концентрация СБМ на уровне 1,0 мг/м<sup>3</sup> по белку также является эффективной по общетоксическому, аллергическому и иммунотоксическому действию на организм.

Ингаляционное воздействие СБМ в концентрации на уровне 0,3 мг/м<sup>3</sup> по бел-

ку не приводило к существенным по сравнению с контролем сдвигам в организме опытных белых крыс всех изученных морфофункциональных показателей, однако у 4 из 10 опытных животных было установлено развитие в организме аллергических реакций замедленного типа на сывороточные белки молока.

У животных 4 опытной группы после ингаляционного воздействия в течение

месяца СБМ в концентрации на уровне  $0,1 \text{ мг/м}^3$  по белку все изученные морфофункциональные показатели не имели достоверных различий с параметрами таковых у белых крыс контрольной группы.

Учитывая установленное дозозависимое преимущественно аллергическое действие СБМ в высоких концентрациях, а также проявляющееся у части опытных животных даже в концентрации на уровне  $0,3 \text{ мг/м}^3$  по белку, критерием ведущего вредного влияния на организм комплекса СБМ является аллергический эффект, который определен как лимитирующий показатель его вредного действия на организм.

Поскольку в изученной концентрации СБМ на уровне  $0,3 \text{ мг/м}^3$  по белку установлено развитие аллергических реакций у 40% опытных животных с отсутствием достоверных различий среднегрупповых величин интегрального показателя провокационной внутрикожной пробы с контролем, то данная концентрация СБМ признана пороговой по лимитирующему показателю аллергического действия на организм.

У животных 4 опытной группы не выявлены значимые сдвиги всех изученных морфофункциональных показателей, а развитие аллергии отмечено у менее 25% опытных белых крыс (у 2 из 10, при положительной неспецифической реакции, и у 1 контрольного животного), что согласно требованиям [5] определяет концентрацию СБМ на уровне  $0,1 \text{ мг/м}^3$  по белку как недействующую по специфическому действию на организм.

Разработка гигиенического норматива пыли СППМ, содержащей СБМ, основывалась на установленных в субхронических ингаляционных экспериментах действующих, пороговой и недействующей концентраций СБМ по критерию ведущего вредного аллергического действия на организм и характерном этиоиммунопатогенезе СБМ, отражающем вредное действие на организм содержащей их пыли сухих молочных продуктов. Учитывая принципы и критерии гигиенического нормирования в

воздухе рабочей зоны подобных аллергоопасных органических аэрозолей животного происхождения по белку [5], обоснована максимально разовая величина групповой ПДК в воздухе рабочей зоны аэрозолей сухих продуктов, содержащих сывороточные белки молока (сухие молочная сыворотка, деминерализованная сыворотка, растворимый сывороточный белок, концентраты сывороточные белковые, сухие детские, диетические, спортивные продукты и другие пищевые смеси на основе СБМ), равная  $0,1 \text{ мг/м}^3$  по белку, 2 класс опасности с отметкой «А» – аллерген.

### Заключение

Из представленных результатов выполненных экспериментальных исследований вытекают следующие выводы.

1. Сывороточные белки коровьего молока при субхроническом ингаляционном воздействии на белых крыс в высоких концентрациях ( $3,0$  и  $1,0 \text{ мг/м}^3$ ) вызывали развитие в организме дозозависимых по выраженности, в основном однотипных и однонаправленных нарушений изученных морфофункциональных показателей, отражающих аллергическое, иммуноксическое и общетоксическое действие, на основании чего данные концентрации СБМ определены как эффективно действующие на организм.
2. Концентрация СБМ на уровне  $0,3 \text{ мг/м}^3$  по белку признана пороговой по лимитирующему показателю аллергического действия на организм, поскольку установлено развитие аллергических реакций у 40% опытных животных при отсутствии достоверных различий с контролем всех других изученных показателей организма.
3. На ингаляционное воздействие СБМ в концентрации  $0,1 \text{ мг/м}^3$  все изученные морфофункциональные показатели организма белых крыс находились в пределах колебаний

- их величин в контрольной группе, следовательно, она является недействующей.
4. Ведущим вредным действием сывороточных белков молока при ингаляционном поступлении в организм в высоких концентрациях является формирование выраженных аллергических реакций смешанного в основном анафилактического и клеточноопосредованного типов, которые выявлялись даже у 4 из 10 опытных животных на концентрацию СБМ на уровне 0,3 мг/м<sup>3</sup>.
  5. На основании установленных действующих, пороговой и недействующей концентраций СБМ по критерию ведущего вредного аллергического действия на организм обоснована величина групповой ПДК в воздухе рабочей зоны аэрозолей сухих продуктов, содержащих сывороточные белки коровьего молока (сухие молочная сыворотка, деминерализованная сыворотка, растворимый сывороточный белок, концентраты сывороточные белковые типа КСБ-УФ и КСБ-УФ/ЭД, сухие детские, диетические, спортивные продукты и другие пищевые смеси на основе СБМ), равная 0,1 мг/м<sup>3</sup> по белку, 2 класс опасности с отметкой «А» – аллерген.

### Библиографический список

1. Аллергия на коровье молоко (аллерген f2).
3. Компоненты аллергенов молока: молекулярная характеристика белков-аллергенов коровьего молока. – Режим доступа : <http://fides-lab.ru/pish-allergeny/moloko3/htm>. – Дата доступа : 02.02.2018.
2. Методы получения экстрактов-аллергенов из пыли сухих продуктов переработки молока, пригодных для токсиколого-аллергологических исследований / С.А. Баранов [и др.] // Здоровье и окружающая среда : матер. междунар. науч.-практ. конф., 14-15 ноября 2019 г., г. Минск / редкол. С.И. Сычик (гл. ред.), Н.В. Дудчик (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск: РИВШ, 2019. – С. 380-382.
3. Молочная отрасль в Беларуси: ЮНИТЕР, 2015, март. – 19 с. – Dairy\_industry.pdf.
4. Токсические свойства пыли сухих продуктов переработки молока и полученных из нее экстрактов / В.В. Шевляков [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. – Минск: РНМБ, 2019. – Вып. 29. – С. 152-161.
5. Требования к постановке токсиколого-аллергологических исследований при гигиеническом нормировании белоксодержащих аэрозолей в воздухе рабочей зоны: метод. указания № 11-11-10-2002 / В.В. Шевляков [и др.] / М-во здравоохран. Респ. Беларусь // Сборник офици. документов по медицине труда и производственной санитарии. – Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2004. – Ч. XIV. – С. 4-49.
6. Гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды производственных помещений пищевых предприятий / М.Г. Талиев [и др.] // Вестн. Вост.-Сиб. науч. центра Сиб. отд.-ния Рос. акад. мед. наук. – 2009. – № 1 (65). – С. 299-391.
7. Торгашин, Г.А. Вредные выделения в воздух рабочей зоны на предприятиях пищевой промышленности и средства снижения их концентрации / Г.А. Торгашин, Т.Б. Гадаборшева, К. О. Чичириков // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2017. – № 4. – С. 232-239.
8. Характер и выраженность биологических эффектов в организме белых крыс в зависимости от ингалируемой концентрации сывороточных белков молока / С.И. Сычик [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. – Минск: РИВШ, 2020. – Вып. 30. – С. 211-220.
9. Экспериментальное выявление сенсибилизирующей способности и аллергенной опасности сывороточных белков, выделенных из пыли сухого обезжиренного коровьего молока / С.А. Баранов [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. – Минск: РИВШ, 2020. – Вып. 30. – С. 175-182.
10. Bernalda, G. Occupational asthma and rhinoconjunctivitis from inhalation of dried cow's milk caused by sensitization to a-lactalbumin / G. Bernalda [et al.] // Allergy. – 1994. – Vol. 49. – P. 189-191.
11. Toskala, E. Occupational asthma and rhinitis caused by milk proteins / E. Toskala [et al.] // J. Occup. Environ. Med. – 2004. – Vol. 46. – P. 1100-1101.
12. Rossi, G.L. Occupational asthma caused by milk proteins: report on a case / G.L. Rossi, A. Corsico, G. Moscato // J. Allergy Clin. Immunol. – 1994. – Vol. 93. – P. 799-801.
13. Sripaiboonkij, P. Respiratory effects of occupational exposures in a milk powder factory / P. Sripaiboonkij, W. Phanprasit, M.S. Jaakkola // European Respiratory Journal. – 2008. – Vol. 31. – P. 807-814.

**S.A. Baranov, V.V. Shevlyakov, S.I. Sychyk, V.A. Filanyuk,  
G.I. Erm, E.V. Chernyshova, A.V. Buinitskaya**

**CRITERIA FOR HYGIENIC STANDARDING IN THE AIR OF  
THE WORKING AREA OF AEROSOLS OF DRY PRODUCTS  
CONTAINING WHEY PROTEINS OF COW'S MILK**

The aim of the work was to substantiate the maximum concentration limit in the air of the working area (MCL<sub>awa</sub>) of dust of dry products containing a complex of whey proteins of cow's milk (WPM), according to the criterion of their leading harmful effect on the body. In experiments with subchronic inhalation intake into the body of white rats, it was found that WPM concentrations at the level of 3,0 and 1,0 mg/m<sup>3</sup>, which form pronounced dose-dependent allergic, general toxic and immunotoxic effects in the animal body, were active. The concentration at the level of 0,3 mg/m<sup>3</sup> was defined as the threshold for the limiting indicator of the allergic effect, which was detected only in 40% of the experimental animals, and the concentration at the level of 0,1 mg/m<sup>3</sup> was not effective. According to the criterion of the leading harmful allergic effect of WPM on the body, the value of MCL<sub>awa</sub> for aerosols of dry products containing whey proteins of cow's milk, equal to 0,1 mg/m<sup>3</sup> for protein marked «allergen», was substantiated.

**Key words:** *concentrate of cow's milk whey proteins, criteria for their harmful effects on the body, maximum concentration limit in the air of the working area*

*Поступила 08.04.22*