

научно-практический
журнал

Гигиена и Санитария

Hygiene & Sanitation (Russian journal)



«ИЗДАТЕЛЬСТВО "МЕДИЦИНА"»

1

Том 95 • 2016

www.medlit.ru

- Гигиена окружающей среды и населенных мест
- Гигиена труда
- Гигиена детей и подростков
- Гигиена питания
- Методы гигиенических исследований
- Профилактическая токсикология и гигиеническое нормирование
- Методология и практика социально-гигиенического мониторинга

ISSN 0016-9900



9 770016 990008

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Тематический номер, посвященный 20-летию
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических
технологий управления рисками здоровью населения»

The thematic issue of the Journal is dedicated to the 20th anniversary
of the foundation of the Federal Budget Institution of Science
“Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk
Management Technologies”

ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

PROBLEM SOLVING ARTICLES

Зайцева Н.В., Попова А.Ю., Онищенко Г.Г., Май И.В. Актуальные проблемы правовой и научно-методической поддержки обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации как стратегической государственной задачи..... 5

Zaytseva N.V., Popova A.Yu., Onishchenko G.G., May I.V. Current problems of regulatory and scientific-medical support for the assurance of the sanitary and epidemiological welfare of population in the Russian Federation as the strategic government task

ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

HYGIENE OF THE ENVIRONMENT AND LOCALITIES

Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб..... 10

Klein S.V., Vekovshinina S.A., Sboev A.S. Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss

Сбоев А.С., Романенко К.В. Анализ влияния хлорорганических соединений, содержащихся в воде сети хозяйственно-питьевого водоснабжения, на здоровье населения в городах Пермского края..... 14

Sboev A.S., Romanenko Ch.V. Analysis of the impact of organochlorine compounds contained in the water network of the domestic water supply on the health of population in cities of the Perm Krai

Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Сбоев А.С. Медико-профилактические технологии управления риском нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов среды обитания.. 17

Zaytseva N.V., Ustinova O.Yu., Sboev A.S. Medical and preventive technologies for risk management of health problems associated with exposure to environmental factors

Май И.В., Клейн С.В., Вековшинина С.А., Балашов С.Ю. Использование методологии оценки риска при разработке генерального плана городского поселения..... 22

May I.V., Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., Balashov S.Yu. The use of the methodology of risk assessment in the elaboration of the general layout of an urban settlement

Никифорова Н.В., Кокоулина А.А., Загороднов С.Ю. Оценка загрязненности воздуха жилых помещений формальдегидом в условиях применения полимерсодержащих строительных и отделочных материалов..... 28

Nikiforova N.V., Kokoulina A.A., Zagorodnov S.Yu. Evaluation of indoor air pollution with formaldehyde in conditions of the use of constructional and finish materials with polymeric components

ГИГИЕНА ТРУДА

OCCUPATIONAL HYGIENE

Шляпников Д.М., Шур П.З., Алексеев В.Б., Лебедева Т.М., Костарев В.Г. Методические подходы к комплексному анализу экспозиции и стажа в оценке профессионального риска..... 33

Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Lebedeva T.M., Kostarev V.G. Methodological approaches to the integrated evaluation of the exposure and length of service in the occupational risk assessment

Алексеев В.Б., Шляпников Д.М., Власова Е.М., Носов А.Е., Лебедева Т.М. Оценка риска и профилактика патологии органов дыхания у работников титаномагневых производств.. 37

Alekseev V.B., Shlyapnikov D.M., Vlasova E.M., Nosov A.E., Lebedeva T.M. Risk assessment and prevention of respiratory diseases in workers occupied in titanium and magnesium production

Носов А.Е., Байдина А.С., Власова Е.М., Алексеев В.Б. Анализ variability ритма сердца при нарушении сердечной деятельности у работников нефтедобывающего предприятия.... 41

Nosov A.E., Baydina A.S., Vlasova E.M., Alekseev V.B. Analysis of the heart rate variability in cardiac abnormalities in workers employed in oil production

Долгих О.В., Старкова К.Г., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Variability иммунорегуляторных и генетических маркеров в условиях комбинированного воздействия факторов производственной среды..... 45

Dolgikh O.V., Starkova K.G., Kryvtsov A.V., Bubnova O.A. Variability of immunoregulatory and genetic markers in conditions of the combined effects of industrial environmental factors

Барг А.О. Особенности поведенческих факторов риска здоровью у работников промышленных предприятий..... 48

Barg A.O. Peculiarities of behavioral risk factors for health in workers of industrial enterprises

Дубель Е.В., Унгурияну Т.Н. Гигиеническая оценка условий труда медицинского персонала клинических и параклинических отделений стационара..... 53

Dubel E.V., Unguryanu T.N. Hygienic assessment of working conditions for medical personnel in clinical and paraclinical departments of the hospital

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

HYGIENE OF CHILDREN AND ADOLESCENTS

Устинова О.Ю., Валина С.Л., Кобякова О.А., Никифорова Н.В., Алексеева А.В. Обоснование оптимальной наполняемости групп дошкольных образовательных организаций общеразвивающей направленности..... 57

Ustinova O.Yu., Valina S.L., Kobyakova O.A., Nikiforova N.V., Alekseeva A.V. Rationale for the optimal group occupancy in preschool educational institutions of general enrichment orientation

Старкова К.Г., Долгих О.В., Дианова Д.Г., Лебедева Т.М. Иммуномодулирующие эффекты у детей в условиях воздействия стронция при поступлении с питьевой водой..... 63

Starkova K.G., Dolgikh O.V., Dianova D.G., Lebedeva T.M. Immunomodulatory effects in children in conditions of the exposure to strontium due to intake with drinking water

Лужецкий К.П., Маклакова О.А., Палагина Л.Н. Нарушения жирового и углеводного обмена у детей, потребляющих питьевую воду ненормативного качества..... 66

Luzhetsky K.P., Maklakova O.A., Palagina L.N. Disorders of lipid and carbohydrate metabolism in children consuming drinking water of a non-normative quality

Маклакова О.А., Валина С.Л. Кардиореспираторные нарушения у детей дошкольного возраста, ассоциированные с аэрогенным воздействием бензола, фенола и формальдегида..... 70

Maklakova O.A., Valina S.L. Cardiorespiratory disorders in preschool aged children associated with aerogenic impact of benzene, phenol and formaldehyde

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

FOOD HYGIENE

Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Попов Е.С., Калгина Ю.О., Натарева А.А. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства продуктов глубокой переработки зародышей пшеницы..... 74

Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Popov E.S., Kalgina Yu.O., Natarova A.A. Hygiene aspects and prospects for the domestic production of products of deep processing of wheat germ

- risk exposure to inhaled benzene, phenol and without benz(a) pyrene. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; 2: 97–103. (in Russian)
6. Sinit'syna O.O., Zholdakova Z.I. Methodology of the regional rationing of water environmental factors. *Sanitarnyy vrach*. 2011; (2): 25–6. (in Russian)
 7. Tul'skaya E.A., Rakhmanin Yu.A., Zholdakova Z.I. Justification of both safety indices for control over the use of chemicals for water disinfection and need to harmonize them with international requirements. *Gigiena i sanitariya*. 2012; (6): 88–91. (in Russian)
 8. Iksanova T.I., Malysheva A.G., Rastyannikov E.G., Egorova N.A., Krasovskiy G.N., Nikolaev M.G. Hygienic evaluation of the combined effect of portable water chloroform. *Gigiena i sanitariya*. 2006; (2): 8–12. (in Russian)
 9. Krasovskiy G.N., Egorova N.A. Chlorination of water as a factor of increased danger to public health. *Gigiena i sanitariya*. 2003; (1): 17–21. (in Russian)
 10. Kuzubova L.I., Kobrina V.N. *Chemical Methods of Water Treatment (chlorination, ozonation, fluoridation): Analytical Review [Khimicheskie metody podgotovki vody (khlorirovanie, ozonirovanie, fluorirovanie): Analiticheskiy obzor]*. Novosibirsk; 1996. (in Russian)
 11. Rakhmanin Yu.A., Doronina O.D. Strategic risk management approaches to reduce human vulnerability to changes in the water factor. *Gigiena i sanitariya* 2010; (2): 8–13. (in Russian)
 12. Vointseva I.I. Polyhexamethyleneguanidine hydrochloride for water cleaning and disinfection as an alternative to oxidizing reagents. Part 1. *Voda: khimiya i ekologiya*. 2011; (7): 39–45. (in Russian)
 13. Karimov F.K. Pathchemistry of organochlorine and aromatic compounds' toxic action. *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana*. 2007; 2(6): 76–80. (in Russian)
 14. Mazaev V.T., Il'itskiy A.P., Shlepina T.G. *Guidelines for Drinking Water Hygiene and Drinking Water Supply [Rukovodstvo po gigiene pit'evoy vody i pit'evogo vodosnabzheniya]*. Moscow: OOO «Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo»; 2008. (in Russian)
 15. *White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants*. Fifth Ed. ILSI: Black&Veatch Corp.; 2010.
 16. Rakov A.L., Sesuykin A.E., eds. *Internal Diseases. Military Field Therapy [Vnutrennie bolezni. Voенно-polevaya terapiya]*. St. Petersburg: OOO «Izdatel'stvo FOLIANT»; 2003. (in Russian)

Поступила 20.06.15

© МАКЛАКОВА О.А., ВАЛИНА С.Л., 2016

УДК 614.72:616.1/2-053.4

Маклакова О.А.^{1,2}, Валина С.Л.¹

КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЕ НАРУШЕНИЯ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, АССОЦИИРОВАННЫЕ С АЭРОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ БЕНЗОЛА, ФЕНОЛА И ФОРМАЛЬДЕГИДА

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь; ²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь

Проведено обследование 437 детей дошкольного возраста, проживающих в условиях загрязнения атмосферного воздуха бензолом, фенолом и формальдегидом. Выявлено, что у детей с повышенным содержанием в крови бензола, фенола и формальдегида в 3 раза чаще диагностируются хронические заболевания органов дыхания и в 1,3 раза чаще астено-невротический синдром в отличие от группы сравнения. Кардиореспираторные нарушения у детей с повышенным содержанием в крови бензола, фенола и формальдегида проявляются рестриктивными и смешанными нарушениями бронхиальной проходимости, сопровождающимися увеличением маркеров пролиферативной активности клеток (CA-72-4 и M20), изменениями электрофизиологических процессов в миокарде, проявляющиеся уменьшением электрической систолы желудочков (интервал QT) и сопровождающиеся снижением содержания в крови глутатион-S-трансферазы, цАМФ, оксида азота и повышением уровня гидропероксида липидов, активности креатинфосфокиназы.

Ключевые слова: дети; кардиореспираторные нарушения; бензол; фенол; формальдегид; воздействие; атмосферный воздух; воздух дошкольных учреждений.

Для цитирования: Маклакова О.А., Валина С.Л. Кардиореспираторные нарушения у детей дошкольного возраста, ассоциированные с аэрогенным воздействием бензола, фенола и формальдегида. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 70–74. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-70-74.

Maklakova O.A.^{1,2}, Valina S.L.¹

CARDIORESPIRATORY DISORDERS IN PRE-SCHOOL AGED CHILDREN ASSOCIATED WITH AEROGENIC IMPACT OF BENZENE, PHENOL AND FORMALDEHYDE

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russian Federation, 614045; ²Perm State National Research University, Perm, Russian Federation, 614990

There was performed an examination of 437 pre-school aged children living in the conditions of the pollution of atmospheric air with benzene, phenol and formaldehyde. Children with the elevated blood content of benzene, phenol and formaldehyde were detected to be diagnosed as having chronic respiratory diseases and asteno-neurotic syndrome by 3 and 1.3 times more often, respectively, in contrast to the reference group. Cardiorespiratory disorders in children with the elevated content of benzene, phenol and formaldehyde are manifested by restrictive and mixed disorders of airway conductance followed by the increase in markers of proliferative cell activity (CA-72-4 and M 20), changes in the electrophysiological processes in cardiac muscle pronounced by the decreased electric ventricular systole (QT interval) followed by the decline of the content in blood of glutathione-S-transferase, zAMF, nitrogen oxide and the increase in the lipids hydroperoxide level, and creatine phosphokinase activity.

Keywords: children; cardiorespiratory disorders; benzene; phenol; formaldehyde; impact; the air; the air pre-school institutions.

For citation: Maklakova O. A., Valina S. L. Cardiorespiratory disorders in pre-school aged children associated with aerogenic impact of benzene, phenol and formaldehyde. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2016; 95(1): 70–74. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-70-74.

For correspondence: Olga A. Maklakova, E-mail: olga_mcl@fcrisk.ru

Received 19.06.15

Введение

Согласно данным официальной статистики заболеваемость детей с начала XXI века возросла на 27% и составила в 2013 г. 233,3 тыс. случаев на 100 тыс. детского населения, при этом частота регистрации болезней системы кровообращения увеличилась в 1,2 раза, заболеваний органов дыхания – в 1,3 раза [1, 2]. Проведенные исследования здоровья детского населения обеспокоены в том числе неблагоприятным воздействием химических факторов среды обитания [3–6].

По данным Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды РФ в 2013 г. отмечена позитивная тенденция показателей качества атмосферного воздуха в Российской Федерации. Однако в промышленных городах с высокой концентрацией автотранспорта складываются неблагоприятные условия проживания населения, при этом среди приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха значительная роль принадлежит бензолу, формальдегиду и фенолу [3]. Отмечено, что большую часть времени суток дети проводят внутри жилых и общественных помещений, включая время в образовательных учреждениях (около 23%), в связи с этим непосредственное влияние на состояние здоровья детей оказывает не только качество атмосферного воздуха территории проживания детей, но и состояние воздуха внутренней среды помещений [2, 7–9]. По данным многочисленных исследований, наиболее вероятными источниками загрязнения воздуха внутренней среды помещений химическими веществами (формальдегид, фенол, бензол и пр.) являются строительные, отделочные материалы, корпусная мебель [8, 10, 11].

Доказано, что воздействие техногенных химических факторов на организм приводит к развитию специфических и неспецифических нарушений функционирования адаптационных гомеостатических систем. Кардиореспираторная система является одним из адаптационно-приспособительных механизмов организма ребенка в условиях меняющегося состояния окружающей среды [1, 7, 12–14]. Установлено, что хроническое аэрогенное комбинированное воздействие бензола, фенола и формальдегида вызывает развитие местного хронического воспалительного процесса в слизистой оболочке дыхательного тракта с нарушением мукоцилиарного клиренса и развитием иммуноаллергических, воспалительных и дистрофических процессов [7, 11, 13, 15–17]. Наряду с дыхательной системой в патологический процесс вовлекается и сердечно-сосудистая система, что связано как с прямым кардиотоксическим действием бензола и фенола, так и с опосредованным, обусловленным нарушением функции внешнего дыхания и изменением функционирования вегетативной нервной системы [17, 18]. Кроме того, длительное воздействие бензола, фенола и формальдегида нарушает процессы клеточного метаболизма и энергетического обмена органов-мишеней, что сопровождается развитием гипоксии, хронической интоксикации и цитопатогенными эффектами [7, 11, 15–18].

Вместе с тем патогенетические аспекты негативного аэрогенного воздействия бензола, фенола и формальдегида на адаптационно-компенсаторные возможности кардиореспираторной системы у детей до настоящего времени остаются недостаточно изученными.

Цель исследования – выявить патогенетические особенности формирования у детей кардиореспираторных нарушений, обусловленных хроническим аэрогенным воздействием бензола, фенола и формальдегида.

Материалы и методы

Показатели качества атмосферного воздуха и воздуха внутри помещений исследовали в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 и ГОСТ Р ИСО 16000-1-2007 с учетом требований ГН 2.1.6.1338-03 «Предельнодопустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (с изменениями от 17.06.2014). Для оценки качества воздуха помещений

Для корреспонденции: Маклакова Ольга Анатольевна, канд. мед. наук, зав. консультативно-поликлиническим отделением ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», E-mail: olga_mcl@fcrisk.ru

обследуемых дошкольных образовательных организаций (ДОО) в зимне-весенний период (март-апрель 2014) и в летний период (июль-август 2014 г.) был проведен отбор проб воздуха игровых помещений и выполнен их химический анализ на содержание бензола, фенола и формальдегида. Одновременно отбирали и исследовали пробы атмосферного воздуха (содержание бензола, фенола и формальдегида) на территории ДОО. Всего отобраны 504 пробы воздуха для определения разовых и среднесуточных концентраций изучаемых соединений. Оценка риска для здоровья населения, обусловленного хроническим ингаляционным воздействием техногенных химических веществ, была проведена с использованием данных средней суточной дозы, усредненной на годовую экспозицию (в мг/кг-сут) в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [19]. Медико-биологические исследования проводили с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинской Декларации (1975) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ИСО Е6 GCP). Химико-аналитическое исследование бензола, фенола в крови проводили методом газовой хроматографии («Хроматэк-Кристалл-5000») в соответствии с МУК 4.1.765-99 и МУК 4.1.2108-06, формальдегида – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно МУК 4.1.2111-06. В качестве критериев оценки контаминации биосред использовали уровни содержания исследуемых компонентов в крови практически здоровых лиц, проживающих в условиях относительного санитарно-гигиенического благополучия. Фоновый уровень для бензола составил 0 мг/л, фенола – 0,01 мг/л, формальдегида – 0,005 мг/л.

Для изучения клинко-функциональных особенностей кардиореспираторных нарушений было проведено обследование 437 детей в возрасте 4–6 лет, посещающих детские дошкольные учреждения и проживающих в 4 районах г. Перми. Все обследованные дети были разделены на 2 группы: группу наблюдения (экспонированные дети) составили 303 ребенка с повышенным содержанием в крови бензола, фенола и формальдегида и группу сравнения (неэкспонированные дети) – 134 ребенка (средний возраст $5,78 \pm 0,15$ года), у которых отсутствовали в крови ароматические углеводороды, а содержание формальдегида не превышало референтные пределы. Группа наблюдения включала 56,8% мальчиков (средний возраст $5,66 \pm 0,10$ года) и 43,2% девочек (средний возраст $5,76 \pm 0,14$ года), в группе сравнения мальчики составили 51,5% (средний возраст $5,78 \pm 0,21$ года), девочки – 48,5% (средний возраст $5,79 \pm 0,22$ года). Из обследования были исключены дети с острыми заболеваниями, врожденной патологией дыхательной и сердечно-сосудистой системы, а также дети из асоциальных семей.

Клиническое обследование включало анализ амбулаторных карт развития (форма № 112/у), врачебный осмотр и проведение функциональных методов исследования кардиореспираторной системы. Оценку состояния дыхательной системы выполняли методом спирометрии с измерением жизненной емкости лёгких и тестом с форсированным выдохом на компьютерном спирометре Schiller SP-10 (RU, Экомед+, ООО, 1999); исследование сердечно-сосудистой системы – путем записи электрокардиограммы (ЭКГ) на аппарате Schiller AT-10plus. Исследования проводились по стандартным методикам.

Лабораторное обследование включало оценку активности креатинфосфокиназы, содержания гидроперекиси липидов, глутатион-S-трансферазы, цАМФ, калия, натрия, оксида азота, СА-72-4, М 20, М 22. Исследования выполняли по традиционным методикам с использованием микроскопа Micros MC-200, автоматического биохимического анализатора Konelab, иммуноферментного анализатора ELx808 и стандартных тест-наборов. В качестве критериев оценки отклонений лабораторных и функциональных показателей использовали возрастные физиологические уровни. Анализ информации осуществляли статистическими методами (Statistica 6.0). Для сравнения групп по количественным признакам использовали двухвыборочный критерий Стьюдента. Оценку зависимостей между признаками проводили методами однофакторного дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа.

Результаты и обсуждение

При исследовании качества атмосферного воздуха на территории дошкольных учреждений не зафиксировано превышения

предельно допустимых максимально разовых и среднесуточных концентраций формальдегида и бензола. В зимний период в атмосферном воздухе был обнаружен фенол в диапазоне 0,004–0,02 мг/м³, в 5% проб уровень его составил до 2 ПДК_{м.р.}, при этом превышения ПДК_{с.с.} не установлено. Оценка воздуха внутри помещений показала, что формальдегид постоянно определялся в пробах воздуха, его максимальные разовые концентрации регистрировались на уровне 0,0014–0,058 мг/м³ в летний период, превышения максимально-разовых концентраций в зимний период не установлено. Среднесуточная концентрация во всех помещениях дошкольных учреждений превышала ПДК_{с.с.} в 1,1–3,5 раза, максимальный уровень ее составил 0,035 ± 0,007 мг/м³. Фенол был зафиксирован в воздухе помещений в основном в зимний период в концентрациях 0,003–0,05 мг/м³, при этом в 2/3 обследованных помещений превышение его составило 1–5 ПДК_{м.р.} и 1,2–6,1 ПДК_{с.с.}. Бензол присутствовал практически во всех пробах воздуха внутри помещений в концентрациях 0,005–0,13 мг/м³, однако превышений ПДК_{м.р.} и ПДК_{с.с.} не установлено. Установлено, что долевой вклад хронической ингаляционной экспозиции, формируемой в дошкольных учреждениях в общую экспозицию детей бензолом составил 20,4–46,9%, фенола – 13,7–45,9%, формальдегида – 11,0–55,5%.

Оценка риска здоровью детей показала, что при хронической экспозиции исследуемых соединений коэффициенты опасности для формальдегида составили до 4,01, для фенола – до 1,12, для бензола – до 1,14. Установлено, что хроническое ингаляционное воздействие формальдегида, фенола и бензола формирует опасность развития нарушений со стороны органов дыхания (НИ – до 4,8), центральной нервной системы (НИ – до 2,03) и сердечно-сосудистой системы (НИ – до 2,32). Неопределенность процедуры оценки риска в данном случае связана с расхождениями в величинах ПДК российских и зарубежных референтных уровней (идентификация опасности), с установлением референтного уровня воздействия и определением критических органов/систем и вредных эффектов (оценка зависимости «доза–ответ»); с условностью выбранного сценария воздействия и использованием только расчетных методов при установлении концентраций химических веществ в атмосферном воздухе (оценка экспозиции).

В ходе химико-аналитического исследования у детей группы наблюдения установлено присутствие в крови бензола (0,00034 ± 0,00016 мг/л), который отсутствовал у детей сравнимой группы ($p = 0,001$). Концентрация фенола в крови детей группы наблюдения была достоверно выше показателя группы сравнения (0,014 ± 0,0011 мг/л) и составила 0,0209 ± 0,0053 мг/л ($p = 0,001$). У 34,1% детей группы наблюдения уровень фенола в крови в 1,6 раза превышал фоновый показатель ($p = 0,001$). Содержание формальдегида в крови определялось на уровне 0,0022 ± 0,0005 мг/л, что статистически значимо превышало показатель группы сравнения (0,0014 ± 0,00016 мг/л; $p = 0,001$). У 4,1% детей группы наблюдения концентрация формальдегида в крови была выше 0,005 мг/л ($p = 0,05$).

По данным анамнеза жизни выявлено, что дети группы наблюдения в 1,5 раза достоверно чаще болели простудными заболеваниями (более 5 раз в год). У каждого четвертого ребенка группы наблюдения родители отмечали наличие кашля в зимне-осенний период (26,1% против 18,6% в группе сравнения; ОШ = 1,55; ДИ = 0,92–2,59; $p = 0,08$), у 15,5% затрудненного носового дыхания (8,5% в группе сравнения; $p = 0,046$). В 4,4 раза чаще у детей группы наблюдения отмечались утренние носовые кровотечения (ОШ = 4,55; ДИ = 0,58–35,96; $p = 0,11$). Кроме того, жалобы вегетативного характера чаще предъявляли дети группы наблюдения в виде непереносимости поездок в транспорте (13,4 и 5,43% в группе сравнения; $p = 0,014$), болей в области сердца при физической нагрузке (6,9 и 1,5% соответственно; ОШ = 4,55; ДИ = 0,58–35,96; $p = 0,11$).

По результатам клинического обследования детей выявлено, что хронические заболевания органов дыхания в 3 раза чаще диагностировали в группе наблюдения (29,4% и 9,7% в группе сравнения; $p = 0,001$) и были представлены хроническими пролиферативными заболеваниями (18,5% и 4,5% соответственно; $p = 0,001$), аллергической патологией дыхательных путей (аллергический ринит, обструктивный бронхит, бронхиальная астма). Установлена достоверная причинно-следственная связь между развитием заболеваний органов дыхания и повышенным

уровнем фенола и формальдегида в крови ($R^2 = 0,36–0,69$; $175,49 \leq F \leq 662,89$; $p = 0,001$). Также у каждого второго ребенка группы наблюдения, что достоверно, в 1,3 раза чаще сравнимой группы, диагностирована патология нервной системы в виде астеноневротического синдрома (58,4 и 45,5% соответственно; $p = 0,009$). Выявлена достоверная причинно-следственная связь между развитием астено-невротического синдрома и повышенным уровнем фенола в крови ($R^2 = 0,48$; $F = 161,37$; $p = 0,001$).

Среднегрупповые показатели функции внешнего дыхания у детей исследуемых групп находились в физиологических пределах, однако у детей группы наблюдения показатели форсированных объемных скоростей на уровне средних и мелких бронхов на выдохе (MEF50 103,29 ± 4,27%; MEF75–25 97,61 ± 5,46%) были достоверно ниже аналогичных в группе сравнения (110,76 ± 6,01%; $p = 0,04$ и 102,34 ± 6,97%; $p = 0,049$, соответственно). Кроме того, у детей группы наблюдения в 3 раза чаще по отношению к сравниваемой группе регистрировали нарушения бронхиальной проходимости по рестриктивному и смешанному типу ($p = 0,045$). Установлена обратная корреляционная зависимость между показателем проходимости на уровне средних бронхов (MEF50) и концентрацией в крови формальдегида ($r = -0,35$; $p = 0,044$).

Методом иммуноферментного анализа выявлено увеличение маркеров СА-72-4, М 20 в крови, свидетельствующих о наличии пролиферативной активности клеток респираторной системы, у детей группы наблюдения в отличие от показателей сравниваемой группы ($p = 0,038–0,05$).

Среднегрупповые показатели электрокардиографического исследования всех обследованных детей находились в пределах возрастной нормы. Однако у детей группы наблюдения отмечено достоверное увеличение интервала P–Q по отношению к группе сравнения (0,124 ± 0,0019 и 0,118 ± 0,003 с соответственно; $p = 0,004$), что свидетельствовало о замедлении процессов внутрипредсердной проводимости.

Достоверное укорочение интервала Q–T, отражающего электрическую систолу желудочков сердца, было отмечено у детей группы наблюдения по отношению к сравниваемой группе (0,334 ± 0,003 и 0,342 ± 0,005 с соответственно; $p = 0,007$). Выявлено, что детей с интервалом Q–T 0,31 с и менее в группе наблюдения было в 1,7 раза больше, чем в группе сравнения ($p = 0,05$). Согласно данным литературы, укорочение интервала Q–T, как правило, связано с уменьшением продолжительности трансмембранного потенциала действия вследствие нарушения функционирования ионных каналов кардиомиоцитов, к чему могут приводить в том числе и техногенные химические факторы, что в дальнейшем может способствовать развитию аритмогенной активности миокарда [1, 13, 14].

Биохимическое исследование крови выявило у детей группы наблюдения повышенную активность креатинфосфокиназы (199,61 ± 48,66 Е/л), которая достоверно превышала показатель группы сравнения (142,92 ± 21,15 Е/л; $p = 0,048$), а у 24,2% детей группы наблюдения активность фермента была в 1,5–2 раза выше нормы. Установлены тенденции увеличения активности креатинфосфокиназы при повышении в крови уровня фенола ($r = 0,463$; $p = 0,001$), что может свидетельствовать о повреждении белково-липидных мембранных структур кардиомиоцитов под влиянием техногенных химических факторов. У детей с повышенным содержанием в крови бензола, фенола и формальдегида выявлены признаки оксидативного стресса: повышение уровня гидроперекиси липидов (360,78 ± 7,44 мкмоль/л) относительно нормативных значений и показателя группы сравнения (293,98 ± 10,41 мкмоль/л; $p = 0,003$). Уровень глутатион-S-трансферазы, обеспечивающей защиту от вредного воздействия техногенных химических веществ, был достоверно ниже в группе наблюдения (138,67 ± 11,59 нг/мл против 166,31 ± 20,28 нг/мл; $p = 0,02$). При этом у 26,4% детей группы наблюдения отмечено низкое содержание глутатион-S-трансферазы, что в 7,3 раза чаще по сравнению с контрольной группой (3,6%; $p = 0,001$). Выявлена тенденция снижения уровня глутатион-S-трансферазы при повышении содержания в крови фенола ($r = -0,476$; $p = 0,001$). О нарушении регуляции ионных каналов кардиомиоцитов также свидетельствовало уменьшение содержания цАМФ в крови у детей группы наблюдения (6,48 ± 0,17 пмоль/мл против 7,5 ± 0,16 пмоль/мл группы сравне-

ния; $p = 0,004$), частота регистрации низких показателей цАМФ была в 1,5 раза выше группы сравнения. Показатели электролитного состава крови в обеих группах находились в физиологических пределах, однако у детей с повышенным содержанием в крови бензола, фенола и формальдегида отмечено снижение уровня калия в крови ($3,45 \pm 0,03$ ммоль/л) и повышение натрий/калиевого коэффициента ($35,25 \pm 0,23$ ед.) по отношению к сравнимой группе ($4,08 \pm 0,07$ ммоль/л; $p = 0,03$ и $33,75 \pm 0,37$ ед.; $p = 0,04$ соответственно). Фактор роста эндотелия сосудов был снижен у детей группы наблюдения до $260,54 \pm 28,24$ пг/мл, в группе сравнения он составил $310,76 \pm 26,16$ пг/мл ($p = 0,01$).

Проведенный иммуноферментный анализ показал, что среднее содержание оксида азота в крови детей группы наблюдения находилось в нормативных пределах, но достоверно превышало показатель группы сравнения ($93,24 \pm 4,2$ мкмоль/л против $85,16 \pm 4,08$ мкмоль/л; $p = 0,047$). Установлена тенденция увеличения уровня оксида азота при повышении в крови содержания фенола ($r = 0,363$; $p = 0,002$). У 14,3% детей с повышенным содержанием в крови бензола, фенола и формальдегида уровень оксида азота был выше физиологического и составлял $131,32 \pm 5,31$ мкмоль/л ($p = 0,01$), что может приводить к прямому кардиотоксическому действию.

Выводы

Результаты проведенного исследования показали, что у экспонированных детей с повышенным содержанием в крови бензола, фенола и формальдегида основу кардиореспираторных нарушений составляют окислительный стресс (повышение содержания гидроперекиси липидов, пониженный уровень глутатион-S-трансферазы в сыворотке крови), нарушение деятельности ионных каналов кардиомиоцитов (увеличение активности креатинфосфокиназы, снижение содержания цАМФ, оксида азота) и пролиферативная активность клеток легочной ткани. Морфофункциональные изменения кардиореспираторной системы, ассоциированные с воздействием бензола, фенола и формальдегида, проявляются наличием рестриктивных и смешанных нарушений бронхальной проводимости с развитием хронических заболеваний органов дыхания с длительным анамнезом; электрофизиологическими нарушениями в миокарде в виде укорочения процессов реполяризации желудочков и астенно-невротическим синдромом, что в дальнейшем может способствовать раннему развитию сердечно-сосудистой патологии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература (п.п. 15–19 см. References)

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году». М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2014.
2. Зайцева Н.В. *Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания*. Пермь: Книжный формат; 2011.
3. Зибарев П.В., Зубкова Т.П. Экологическая безопасность полимерных строительных материалов в современных условиях. Анализ газовой выделений. *Экология промышленного производства*. 2007; 2: 27–33.
4. Кучма В.Р., Шубочкина Е.И., Сафонкина С.Г., Молдованов В.В., Ибрагимова Е.М. Санитарно-эпидемиологическое благополучие образовательных учреждений и риски здоровью детей и подростков. *Анализ риска здоровью*. 2014; 1: 65–73.
5. Маклакова О.А., Устинова О.Ю., Аминова А.И., Лужецкий К.П. Клинико-лабораторные особенности заболеваний органов дыхания у детей в условиях воздействия фенола и формальдегида. *Вестник Пермского университета. Серия: Биология*. 2012; 2: 79–84.
6. Намазова-Баранова Л.С., Кучма В.Р., Ильин А.Г., Сухарева Л.М., Рапопорт И.К. Заболеваемость детей в возрасте от 5 до 15 лет в Российской Федерации. *Медицинский совет*. 2014; 1: 6–10.
7. Неплохов А.А., Салихова Л.Р., Неплохов А.И., Дунаев В.Н. Риск для здоровья населения при воздействии химических веществ в воздухе закрытых помещений и сельских территорий промышленного города. *Гигиена и санитария*. 2009; 4: 89–90.
8. Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет)

в 2013 году: Статистические материалы. М.: департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации; 2014: 5–6.

9. Пинигин М.А., Сабирова З.Ф. Комплексная характеристика влияния факторов среды и социальных условий на здоровье населения. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2006; 5: 12–5.
10. Пронина Т.Н., Ганькин А.Н., Бобок Н.В., Карпович Н.В. Лабораторно-аналитический мониторинг показателей качества воздуха внутри и вне школьных помещений. *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2013; 3: 39–48.
11. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России; 2004.
12. Устинова О.Ю., Аминова А.И., Маклакова О.А., Шур П.З., Кирьянов Д.А. Особенности соматической патологии детей, проживающих на территориях с развитой нефтеперерабатывающей промышленностью. *Здоровье населения и среда обитания*. 2011; 10 (223): 25–8.
13. Кацнельсон Б.А., Кузьмин С.В., Привалова Л.И., Воронин С.А., Малых О.Л., Кошелева А.А. и др. Факторы риска развития хронической респираторной патологии у детей младшего школьного возраста, проживающих в городах с неодинаковыми уровнями загрязнения атмосферного воздуха. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2007; 2: 27–37.
14. Школьникова М.А., Харлап М.С., Ильдарова Р.А. Генетически детерминированные нарушения ритма сердца. *Российский кардиологический журнал*. 2011; 1 (87): 8–25.

References

1. State report "On the condition of sanitary and epidemiological welfare in the Russian Federation in 2013". Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare; 2014. (in Russian)
2. Zaytseva N.V. *Hygienic Aspects for the Health Disorders in Children when Exposed to the Chemical Living Environment Factors [Gigienicheskie aspekty narusheniya zdorov'ya detey pri vozdeystvii khimicheskikh faktorov sredy obitaniya]*. Perm': Knizhnyy format; 2011. (in Russian)
3. Zibarev P.V., Zubkova T.P. Ecological safety of polymeric construction materials in modern conditions. Analysis of gas emissions. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2007; 2: 27–33. (in Russian)
4. Kuchma V.R., Shubochkina E.I., Safonkina S.G., Moldovanov V.V., Ibragimova E.M. Sanitary and epidemiological welfare of educational institutions and risks to the health of children and teenagers. *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; 1: 65–73. (in Russian)
5. Maklakova O.A., Ustinova O.Yu., Aminova A.I., Luzhetskiy K.P. Clinical and laboratory peculiarities of respiratory diseases in children when exposed to phenol and formaldehyde. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya*. 2012; 2: 79–84. (in Russian)
6. Namazova-Baranova L.S., Kuchma V.R., Il'in A.G., Sukhareva L.M., Rapoport I.K. Morbidity of children aged 5 to 15 years in the Russian Federation. *Meditsinskiy sovet*. 2014; 1: 6–10. (in Russian)
7. Nepochkov A.A., Salikhova L.R., Nepochkov A.I., Dunaev V.N. The health risk for population under the influence of chemicals in indoor air and residential areas in the industrial city. *Gigiena i sanitariya*. 2009; 4: 89–90. (in Russian)
8. Total morbidity of children population in Russia (0–14 years) in 2013: Statistical materials. Moscow: Department of monitoring, analysis and strategic development of the Health Ministry of Health of the Russian Federation; 2014: 5–6. (in Russian)
9. Pinigin M.A., Sabirova Z.F. Complex characterization of the influence of environmental factors and social conditions on population health. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2006; 5: 12–5. (in Russian)
10. Pronina T.N., Gan'kin A.N., Bobok N.V., Karpovich N.V. Laboratory and analytical monitoring of the air quality indicators inside and outside of school premises. *Voprosy shkol'noy i universitetskoy meditsiny i zdorov'ya*. 2013; 3: 39–48. (in Russian)
11. R 2.1.10.1920-04. Manual on the assessment of risk to the health of population when exposed to chemical substances contaminating the environment. Moscow: Federal Center for Sanitary Inspection Ministry of Health of Russia; 2004. (in Russian)

12. Ustinova O.Yu., Aminova A.I., Maklakova O.A., Shur P.Z., Kir'yanov D.A. Peculiarities of somatic pathology in children living at the territories with developed petroleum refining industry. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2011; 10 (223): 25–8. (in Russian)
13. Katsnel'son B.A., Kuz'min S.V., Privalova L.I., Voronin S.A., Malykh O.L., Kosheleva A.A. et al. The risk factors for chronic respiratory diseases in children of primary school age living in cities with uneven levels of air pollution. *Vestnik Ural'skoy meditsinskoj akademicheskoy nauki*. 2007; 2: 27–37. (in Russian)
14. Shkol'nikova M.A., Kharlap M.S., Il'darova R.A. Genetically determined heart rate disorders. *Rossiyskiy kardiologicheskij zhurnal*. 2011; 1 (87): 8–25. (in Russian)
15. *Addendum to the toxicological profile for formaldehyde*. Atlanta: U.S. department of health and human services Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, OEHHA; 2010.
16. Zaitseva N.V., Ustinova O.U., Luzhetsky K.P., Maklakova O.A. Health status characteristics of children living in the conditions of formaldehyde indoor air pollution. In: *The 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate «Indoor Air 2014»*. 2014, July 7–12. Hong Kong; 2014: 859–65.
17. *Toxicological profile for formaldehyde*. Atlanta, Georgia: U.S. department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, OEHHA; 1999.
18. *Toxicological profile for benzene*. Atlanta, Georgia: U.S. department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, OEHHA; 2007.
19. *Toxicological profile for phenol*. Atlanta, Georgia: U.S. department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, OEHHA; 2008.

Поступила 19.06.15

Гигиена питания

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 613.294:633.11

Родионова Н.С.¹, Алексеева Т.В.¹, Попов Е.С.¹, Калгина Ю.О.¹, Натарева А.А.²

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Министерства образования и науки РФ, 394036, Воронеж; ²ГБОУ ВПО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения РФ, 394036, Воронеж

Обобщены данные по факторам, влияющим на качественные и санитарные показатели зародышей пшеницы при хранении: количество перекисей, микробиологическую обсемененность, объемную массу, угол естественного откоса. Проведен анализ способов стабилизации данных показателей, обоснована актуальность комплексных исследований по разработке способа ингибирования окислительных процессов и роста микрофлоры. Установлено, что обработка зародышей пшеницы перед закладкой на хранение композициями органических кислот (янтарной, аскорбиновой, fumarовой) увеличивает срок годности зародышей пшеницы для переработки с 7 дней до 8 нед. Выявлено, что предлагаемая обработка снижает значения перекисного числа и значения бактериальной обсемененности зародышей, при этом продукты прессования стабилизированных органическими кислотами зародышей соответствуют требованиям технической документации, а жмых зародышей дополнительно обогащается композициями органических кислот в количестве 0,5–1%.

Ключевые слова: зародыши пшеницы; масло и жмых зародышей пшеницы; органические кислоты; перекисное число; микробиологическая обсемененность; показатели качества и безопасности.

Для цитирования: Родионова Н.С., Алексеева Т.В., Попов Е.С., Калгина Ю.О., Натарева А.А. Гигиенические аспекты и перспективы отечественного производства продуктов глубокой переработки зародышей пшеницы. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 74–79. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-74-79.

Rodionova N.S.¹, Alekseeva T.V.¹, Popov E.S.¹, Kalgina Yu.O.¹, Natarova A.A.²

HYGIENE ASPECTS AND PROSPECTS FOR THE DOMESTIC PRODUCTION OF PRODUCTS OF DEEP PROCESSING OF WHEAT GERM

¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russian Federation, 394036; ²Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Voronezh, Russian Federation, 394036

There are summarized data on factors affecting on quality and sanitary indices of wheat germs in the process of storage: the number of peroxides, microbiological contamination, bulk weight, angle of natural slip. There was performed an analysis of approaches of stabilization of these indices, there was substantiated the urgency of a comprehensive research on the development of a method for inhibition of oxidative processes and the growth of microorganisms. The treatment of wheat germs before placement in storage with compositions of organic acids - succinic, ascorbic, fumaric acid was found to increase the shelf life of wheat germs to be processed from 7 days to 8 weeks. The proposed treatment was revealed to reduce the number of peroxide value and importance of the bacterial contamination of the germs, at that products of the pressing the germs stabilized by organic acids meet the requirements of the technical documentation, and germ expeller is additionally enriched by compositions of organic acids in an amount of 0,5 – 1,0%.

Key words: wheat germ; wheat germ oil and expeller; organic acids; peroxide value; microbiological contamination; indeced of quality and safety.

For citation: Rodionova N. S., Alekseeva T. V., Popov E. S., Kalgina Yu. O., Natarova A. A. Hygiene aspects and prospects for the domestic production of products of deep processing of wheat germ. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2016; 95(1): 74–79. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-74-79.

For correspondence: Alekseeva T.V., E-mail: zyblova@mail.ru

Received 15.09.15