
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ПРИОРИТЕТНЫХ ПАУ НА РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.А. Белинская, А.А. Блинков, Г.В. Зыкова, Т.С. Осадчук, С.Ю. Семёнов

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Научно-технический центр радиационно-химической безопасности
и гигиены ФМБА России»,
ул. Шукинская, д. 40, Москва, Россия, 123182

Проведено хромато-масс-спектрометрическое определение концентраций 16 приоритетных ПАУ, включая высокотоксичный бенз[а]пирен, в пробах атмосферного воздуха, отобранных в различных функциональных зонах, пробах воздуха рабочей зоны предприятия и пищевых продуктов. На основании полученных данных проведена оценка реальной химической нагрузки ПАУ на работников предприятия, относящихся по характеру выполняемых работ к трем группам.

Ключевые слова: полициклические ароматические углеводороды, ПАУ, хромато-масс-спектрометрия, атмосферный воздух, воздух рабочей зоны, продукты питания, химическая нагрузка ПАУ.

К классу полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) относятся большие группы химических соединений, состоящие из двух и более конденсированных бензольных колец. Промышленные выбросы многих производств являются источниками ПАУ. Такие производства, как коксохимические, алюминия и стали, угольных электродов, проведение дорожных работ, связанных с укладкой асфальта, вносят наибольший вклад в эмиссию ПАУ в окружающую среду и характеризуются высоким уровнем экспозиции полициклическими ароматическими углеводородами работников.

Основными источниками экспозиции населения, не занятого на производствах, связанных с эмиссией ПАУ, являются загрязненный воздух и продукты питания, приготовленные либо из загрязненных ПАУ продуктов, либо потенциально опасным способом (жарением и печением на углях, копчением и др.), а также табакокурение. По данным европейских исследований, для некурящих людей основным источником поступления ПАУ является пища. У курильщиков поступление с продуктами питания и воздействие сигаретного дыма вносят примерно равный вклад в экспозицию ПАУ [1–3].

Ряд соединений из группы ПАУ или их смеси относят к канцерогенным, мутагенным и тератогенным агентам. Эти соединения представляют серьезную угрозу здоровью человека и его потомству. В силу высокой опасности ПАУ для здоровья человека важно иметь возможность оценить уровень их воздействия на население и на работников производств, в том числе связанных с опасными условиями труда.

В 2014 году ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России провел рекогносцировочное исследование с целью оценки реальной химической нагрузки ПАУ на работников предприятия. Основная химическая нагрузка ПАУ на работников включает нагрузку ПАУ, поступающих в организм человека через органы дыхания и с пищей в течение определенного периода времени.

Было проведено исследование содержания ПАУ в атмосферном воздухе в различных функциональных зонах, воздухе рабочей зоны одного из предприятий Московской области и продуктах питания.

В связи с отсутствием результатов мониторинга широкого перечня ПАУ на территории нашей страны при проведении исследований ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России был использован наиболее часто используемый за рубежом перечень из 16 приоритетных ПАУ. В настоящее время этот перечень наиболее адекватно отражает уровень и опасность загрязнения этими опасными химическими соединениями.

Количественный химический анализ проб атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны и продуктов питания проводили в аккредитованной лаборатории ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России хромато-масс-спектрометрическим методом в соответствии с метрологически аттестованными методиками измерений ФР.1.31.2011.10088 и ФР.1.31.2011.10090. Для проведения анализа использовали хромато-масс-спектрометр Agilent 6890/5975N США, имеющий действующее свидетельство о поверке. Для обеспечения контроля качества выполнения измерений использовали изотопно-меченые внутренние стандарты.

Места отбора проб атмосферного воздуха (18 точек) были расположены на территории жилой застройки, рекреационных зон и вблизи автомобильных дорог, в разной степени удаленности от границы предприятия. Отбор проб в каждой точке проводили дважды при различных направлениях ветра.

Четыре точки отбора проб воздуха рабочей зоны были расположены в местах постоянного и временного пребывания работающих, с учетом технологических операций, при которых возможно выделение в воздушную среду наибольшего количества ПАУ. Для характеристики уровня среднесменных концентраций отбор проб проводили в течение пяти человеко-смен.

Для проведения исследования были отобраны пробы 12 пищевых продуктов. Перечень продуктов питания, приоритетных для исследования содержания ПАУ, был определен на основании анализа литературных данных о поступлении ПАУ с продуктами питания.

В результате проведения исследования экспериментально определены концентрации 16 приоритетных ПАУ, включая высокотоксичный без[а]пирен, в 36 пробах атмосферного воздуха, отобранных в различных функциональных зонах (рис. 1), 20 пробах воздуха рабочей зоны (рис. 2) и 12 пробах пищевых продуктов (таблица).

Измеренные концентрации ПАУ в атмосферном воздухе не превышают установленных значений ПДК. Наименьшие концентрации ПАУ характерны для атмосферного воздуха рекреационных зон. В атмосферном воздухе жилых зон концентрации ПАУ несущественно выше. Наибольшие концентрации ПАУ были измерены в пробах атмосферного воздуха, отобранных вблизи автомобильных дорог. Измеренные в результате проведения исследований концентрации ПАУ в пробах воздуха рабочей зоны также не превышают установленные нормативы.

Оценку реальной химической нагрузки ПАУ на работников предприятия проводили в соответствии с принципами, изложенными в Методических рекомендациях по определению реальной нагрузки на человека химических веществ, поступающих с атмосферным воздухом, водой и пищевыми продуктами № 2983-84.

Расчет химической нагрузки ПАУ, поступающих с воздухом проводили с учетом сведений о затратах суточного времени на различные виды производственной и бытовой деятельности, связанных с пребыванием человека в жилище, рабочих помещениях, в условиях городской и загородной среды, которые были получены в результате опроса сотрудников предприятия. Суточный объем вдыхаемого воздуха был принят равным 24 м³.

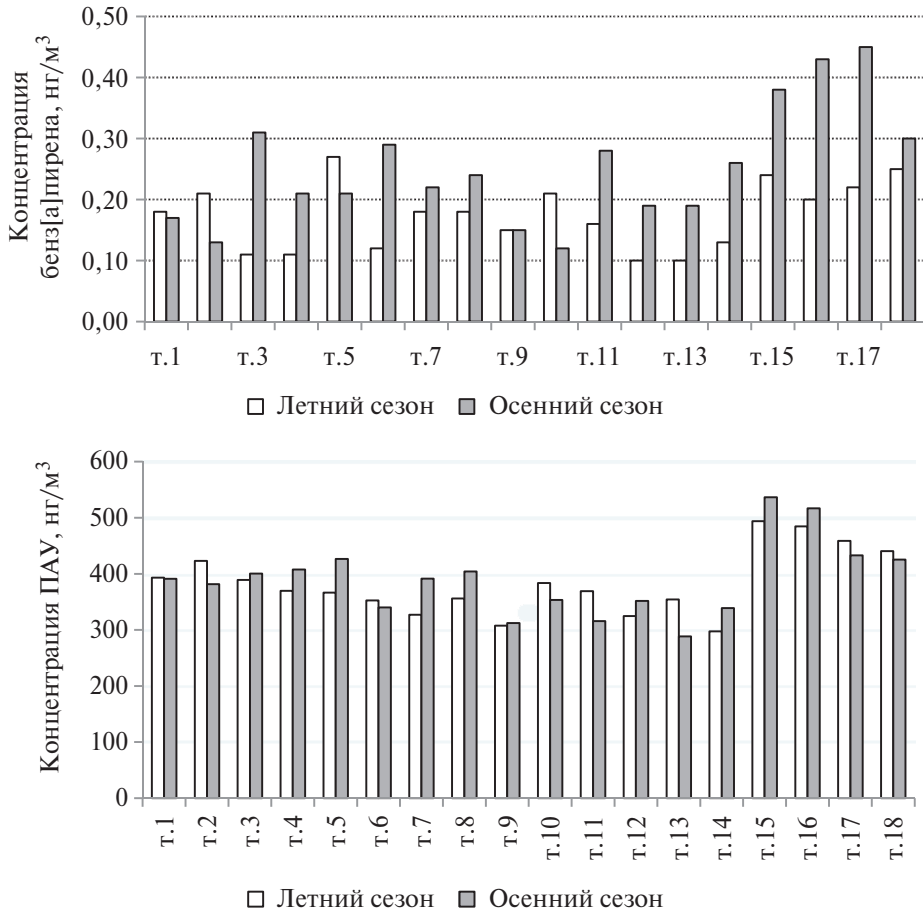


Рис. 1. Содержание бенз[а]пирена (вверху) и сумма 16 приоритетных ПАУ (внизу) в пробах атмосферного воздуха, отобранных на территории жилой застройки (т. 1—8), рекреационных зонах (т. 9—14) и вблизи автомобильных дорог (т. 15—18)

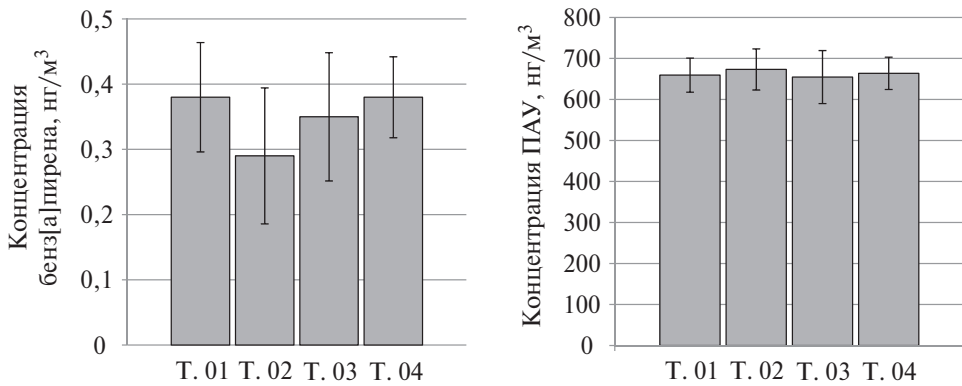


Рис. 2. Среднее содержание бенз[а]пирена (слева) и суммы 16 приоритетных ПАУ (справа) в воздухе рабочей зоны предприятия

Результаты анализа пищевых продуктов на содержание ПАУ

Продукты питания	Концентрация ПАУ, мкг/кг	
	бенз[а]пирен	сумма ПАУ
Антрекот из говядины	1,04	15,66
Эскалоп из свинины	1,48	19,84
Куры жареные (куриные грудки)	0,49	9,29
Расстегай с мясом	0,6	8,97
Пирог печеный с капустой	0,54	8,19
Картофель жареный	0,65	12,4
Картофель отварной	0,19	4,05
Каша гречневая	0,19	3,26
Рис отварной	0,11	3,00
Масло подсолнечное	0,70	21,89
Масло сливочное	0,10	16,34
Сыр	0,04	11,04

Химическую нагрузку ПАУ, поступающих с продуктами питания, определяли путем умножения концентрации ПАУ в продукте на суточное потребление продукта. Для оценки нагрузки ПАУ за счет поступления с продуктами питания использовали усредненный рацион, включающий только продукты, вносящие наибольший вклад в поступление ПАУ с пищей.

Реальную нагрузку ПАУ на работников предприятия, относящихся по характеру выполняемых работ к трем группам, рассчитывали путем суммирования химической нагрузки ПАУ, поступающих с атмосферным воздухом, и химической нагрузки ПАУ, поступающих с продуктами питания. Реальная химическая нагрузка 16 приоритетных ПАУ на работников предприятия составляет около 24 мкг/сут.

Полученные данные о реальной химической нагрузке ПАУ на работников предприятия будут использованы при разработке и апробации интегрального метода биологического мониторинга ПАУ посредством анализа содержания моногидрокси метаболитов ПАУ в моче, с возможностью проведения биомониторинга в химико-аналитических лабораториях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] European Commission Scientific Committee on Food. Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food. (SCF/CS/CNTM/PAH/29 Final). 4 December 2002.
- [2] Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question N° EFSA-Q-2007-136) // The EFSA Journal (2008) 724. P. 1—114.
- [3] Yanxu Zhang, Shu Tao. Global atmospheric emission inventory of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) for 2004 // Atmospheric Environment. Volume43 (2009). P. 812—819.

EXPOSURE ASSESSMENT OF PRIORITY PAHS FOR EMPLOYEES OF ENTERPRISES

E.A. Belinskaya, A.A. Blinkov, G.V. Zykova, T.S. Osadchuk, S.Y.Semenov

Federal State Unitary Enterprise Research and Technical Center
of Radiation-Chemical Safety and Hygiene FMBA of Russia,
Shchukinskaya st., 40, Moscow, Russia, 123182

Priority PAHs concentrations in the ambient air, working zone air and food products were measured by the mean of mass spectrometry. Data on the content of PAHs including benz(a)pyrene were used for exposure assessment of priority PAHs for employees of enterprises

Key words: polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs, mass spectrometry, ambient air, working zone air, food products.