

ADAM KROGULSKI, MARIA BORKOWSKA, ARTUR STRUSIŃSKI

AKTYWNOŚĆ MUTAGENNA PYŁÓW POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W WARSZAWIE

MUTAGENIC ACTIVITY OF ATMOSPHERIC DUST IN WARSAW

Zakład Higieny Komunalnej, Państwowy Zakład Higieny
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24
Kierownik: doc. dr hab. S. Maziarka

Przedstawiono wyniki badań aktywności mutagennej pyłów zawieszonych w powietrzu atmosferycznym Warszawy i Wesołej z uwzględnieniem sezonu grzewczego i poza grzewczego.

Wiele badań naukowych wskazuje, że zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego wpływają ujemnie na zdrowie człowieka [19, 20]. Niektóre z nich sprzyjają wzrostowi zachorowań na nowotwory układu oddechowego [11, 18].

Ważną rolę w tym względzie odgrywają związki z grupy wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych (WWA), z których ponad 20 wykazuje właściwości rakotwórcze [1, 9].

Przedstawicielem WWA jest benzo(a)piren – B(a)P związek o bardzo silnym działaniu rakotwórczym, tworzący się w procesach szeroko pojętej pirolizy, a więc także w procesach spalania wszelkiego rodzaju paliw [2, 10, 18]. Dlatego też B(a)P jest normowany w powietrzu atmosferycznym, spośród występujących wielu innych WWA (Dz. U. Nr 15 z dn. 15 marca 1990 r.).

Określenie efektu oddziaływania mieszanin WWA na żywe organizmy jest trudne z uwagi na różnice właściwości mutagennych i toksycznych związane z odmienną strukturą poszczególnych związków.

WWA obecne w powietrzu atmosferycznym ulegają różnym przemianom. Reagują zarówno między sobą jak i z innymi substancjami np. dwutlenkiem siarki i tlenkami azotu [13]. Niektóre z tych reakcji są inicjowane lub katalizowane przez promieniowanie słoneczne, zwłaszcza ultrafioletowe [5, 6, 17]. W efekcie tych przemian powstają substancje o zmniejszonej lub podwyższonej aktywności mutagennej. Znane jest również synergistyczne oddziaływanie WWA na organizmy zwierzęce [14, 16]. Ilość WWA zaadsorbowanych na cząstkach pyłu zależy od wielkości cząstek pyłu i może się wahać w bardzo szerokich granicach. Średnio 80% WWA ulega zaadsorbowaniu na cząstkach pyłu mniejszych od $3,3\mu$, czyli pyłach zawieszonych [14, 15]. Ewentualne różnice aktywności mutagennej wynikające ze zmian promieniowania ultrafioletowego oraz temperatury (zima-lato) nie zostały określone. Badania w tym zakresie wykonywano jedynie na układach modelowych [5, 6, 17].

Z uwagi na powyższe podjęto badania aktywności mutagennej pyłów zawieszonych w powietrzu atmosferycznym Warszawy uwzględniając sezon grzewczy i niegrzewczy.

MATERIAŁ I METODYKA

Materiał do badań stanowił pył zawieszony w powietrzu atmosferycznym.

Próbki pyłu pobierano w Warszawie w punktach pomiarowych usytuowanych w dzielnicach: mieszkaniowo-handlowej Mokotów i mieszkaniowo-przemysłowej Wola.

Punkt odniesienia usytuowany był w Wesołej-mieście odległym o około 20 km od centrum Warszawy, częściowo zalesionym, bez przemysłu, w znacznym stopniu zgazyfikowanym. Próbki pyłu powietrza atmosferycznego pobierano w sposób ciągły, w ciągu 24 godzin, używając przyrządu typu Staplex, zasysającego powietrze z szybkością ok. $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$. i filtrów z włókna szklanego. Po pobraniu próbki filtry z pyłem poddawano ekstrakcji cykloheksanem wg. zmodyfikowanej metodyki PZH [3]. Po ukończeniu ekstrakcji i odparowaniu rozpuszczalnika uzyskiwano tzw. substancje smołowe. Substancje smołowe suszono do stałej masy w temp. 40°C , a następnie rozpuszczano w takiej objętości chloroformu, aby 15 mg zawierało się w objętości nie większej jak 3 ml. Chloroformowy roztwór substancji smołowych dodawano do wody z zawartością 4% tweenu 80 i 8% etanolu a następnie całość umieszczano w łaźni ultradźwiękowej w celu uzyskania emulsji.

Aktywność mutagenną badanych próbek oznaczano stosując zmodyfikowany test somatycznej mutacji i rekombinacji (SMART) z użyciem muszki owocowej [7]. Stosowano krzyżówkę $\text{mwh} \times \text{ORR}$; $\text{flr}^3/\text{TM3}$, Ser. Użyte szczepy, w tym specjalnie przystosowany do badania WWA ORR ; $\text{flr}^3/\text{TM3}$, Ser, pochodzą z Instytutu Toksykologii ETH i Uniwersytetu w Zurychu [8].

Larwy muszek w wieku 72 godzin nanoszono na pożywkę składającą się z suchego podłoża utartego z emulsją substancji smołowych w wodzie. badania prowadzono w temperaturze 25°C przy wilgotności powietrza ok. 60%. Po uzyskaniu postaci imago muszki usypiano. ze skrzydeł muszek będących heterozygotami $\text{mwh} \times \text{flr}^3$ wykonywano preparaty mikroskopowe. Aktywność mutagenną oznaczano zgodnie z metodyką PZH [12].

O d c z y n n i k i :

1) cykloheksan cz. d. a., 2) chloroform do spektroskopii f-my Merck stabilizowany etanolem, 3) etanol 96% cz. d. a., 4) sucha pożywka dla *Drosophila melanogaster*-Instat Medium f-my Carolina Biological Supply Company, Burlington, NC, USA.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki badań przedstawiono w tabeli I i na ryc. 1. Na rysunku 1 przedstawiono stężenia pyłu i substancji smołowych w powietrzu atmosferycznym Warszawy i Wesołej z uwzględnieniem sezonu grzewczego (zima) i niegrzewczego (lato).

Największe stężenie pyłu zawieszonego w powietrzu było w dzielnicy Mokotów w okresie niegrzewczym. W okresie grzewczym było ono w tej dzielnicy o ok. połowę mniejsze. Na Woli i w Wesołej średnie stężenia pyłu zawieszonego w powietrzu były bardzo do siebie zbliżone i nie ulegały istotnym zmianom w cyklu rocznym. Były one o ok. połowę niższe od stężenia pyłu w dzielnicy Mokotów w okresie grzewczym.

Stężenia substancji smołowych w przybliżeniu są 2–3 razy wyższe w okresie grzewczym niż niegrzewczym. Najwyższe stężenia substancji smołowych stwierdzono w próbkach pyłu pobranych w dzielnicy Mokotów.

Wyniki badań aktywności mutagennej substancji smołowych przedstawiono w tabeli I.

Tabela I. Aktywność mutagenna substancji smołowych zawartych w pyłach powietrza atmosferycznego.
Mutagenic activity of coal tars from atmospheric dust

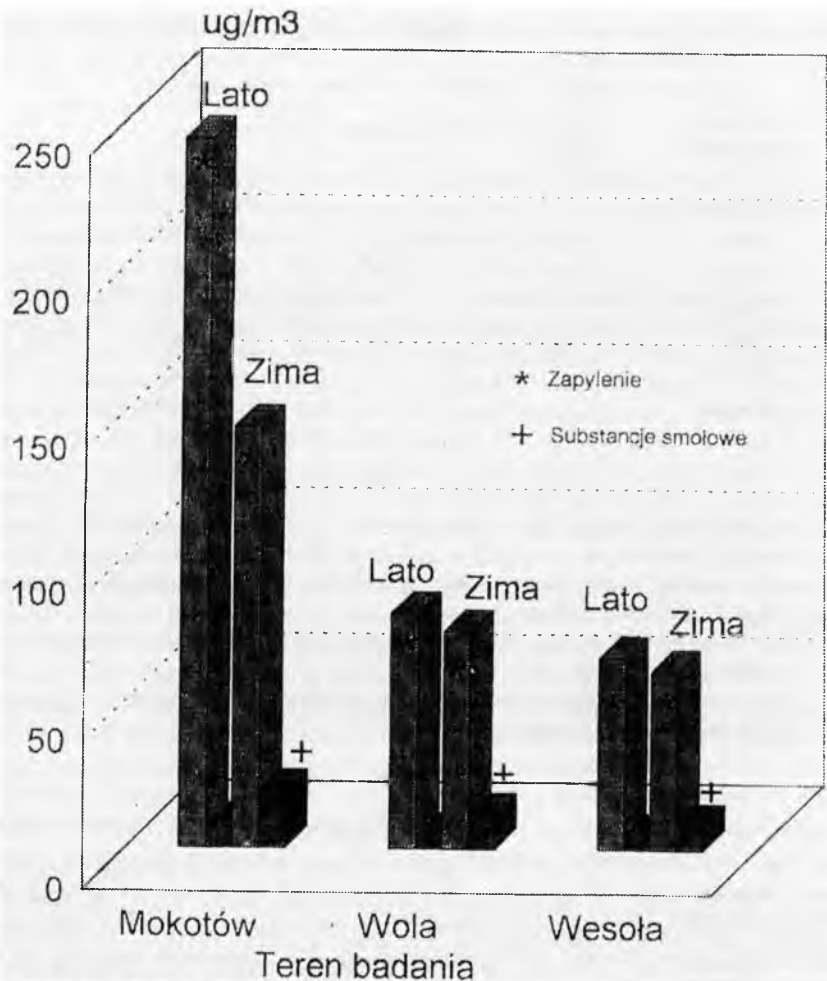
Lp.	Lokalizacja punktu poboru próbek	Mutacje małe -s	Suma mutacji -b	s/m ³	Σ/m ³
1	<u>Mokotów</u>				
	zima	39	48	49×10^{-3}	61×10^{-3}
	lato	24	29	12×10^{-3}	15×10^{-3}
2	<u>Wola</u>				
	zima	55	64	41×10^{-3}	48×10^{-3}
	lato	17	21	5×10^{-3}	6×10^{-3}
3	<u>Wesoła</u>				
	zima	34	39	19×10^{-3}	22×10^{-3}
	lato	19	24	6×10^{-3}	7.5×10^{-3}

- s – mutacje obejmujące 1 -2 komórki zmutowane. Mutacje spowodowane 15 mg substancji smołowych zawartych w pyłach powietrza atmosferycznego,
b – suma wszystkich mutacji spowodowanych 15 mg substancji smołowych zawartych w pyłach powietrza atmosferycznego,
s/m³ – liczba mutacji małych spowodowanych substancjami smołowymi zawartymi w 1 m³ powietrza atmosferycznego,
Σ/m³ – suma wszystkich mutacji spowodowanych substancjami smołowymi zawartymi w 1m³ powietrza atmosferycznego.

Aktywność mutagenna liczona jako ilość mutacji przypadających na 1 m³ badanego powietrza była we wszystkich punktach pomiarowych od trzech do ośmiu razy niższa w okresie niegrzewczym. W zestawieniu stężeń B(a)P w powietrzu atmosferycznym zimą i latem wykonanym dla wielu miast, obserwuje się analogiczną zależność [18]. aktywność mutagenna próbek pyłu zawieszonoego w powietrzu pobranych w okresie grzewczym na Woli i Mokotowie nie różniła się istotnie, w Wesołej była ona ponad dwukrotnie niższa. W okresie niegrzewczym aktywność mutagenna próbek pyłu z Woli i Wesołej była bardzo zbliżona i o połowę niższa niż z Mokotowa. Może to być związane z usytuowaniem Woli i Mokotowa w obrębie Warszawy. Biorąc pod uwagę wzrost aktywności mutagennej pyłowych zanieczyszczeń powietrza na Woli i w Wesołej w okresie grzewczym można przypuszczać, że obserwowana różnica jest efektem zwiększonej aktywności elektrociepłowni warszawskich.

WNIOSKI

1. Pył zawieszony w powietrzu atmosferycznym Warszawy i Wesołej wykazywał aktywność mutagenną.
2. Silniejszą aktywność mutagenną wykazywały próbki pyłu pobrane w okresie grzewczym niż niegrzewczym.
3. Średnia aktywność mutagenna próbek pyłu zawieszonoego w powietrzu atmosferycznym, pobranych na Mokotowie jest w lecie dwukrotnie wyższa niż na Woli i w Wesołej.



Ryc. 1. Stężenia pyłu i substancji smołowych
Concentration of dust and coal tars

4. Test somatycznej mutacji i rekombinacji (SMART) wykonany z użyciem szczepu ORR; flr³/TM3, Ser muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*) jest przydatny do badań substancji smołowych obecnych w powietrzu atmosferycznym.

A. Krogulski, M. Borkowska, A. Strusiński
MUTAGENIC ACTIVITY OF ATMOSPHERIC DUST IN WARSAW

Summary

The results are presented of the studies of the mutagenic activity of dust samples in atmospheric air in Warsaw in the heating and non-heating seasons.

Dust samples were obtained with a Staplex-type device continuously during 24 hours. The dust collected on the filters was extracted with cyclohexana. The devaporized and dried extract, that is the so called tar substances, were the material for further studies.

The mutagenic activity of the studied samples was determined using a modification of the test of somatic mutation and recombination (SMART) on *Drosophila melanogaster*. The cross-bred strain mwh × ORR: flr³/TM3, Ser specially prepared for the research of WAA was used. The dust in atmospheric air of Warsaw showed mutagenic activity which was higher in samples taken in the heating season.

PIŚMIENNICTWO

1. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications European Series No. 23, 1987. – 2. *Bąkowski W., Bodzek D.*: Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w naturalnym środowisku człowieka – pochodzenie, występowanie, toksyczność, oszacowanie emisji w Polsce. Arch. Ochr. Środ., 1988, 3–4, 197. – 3. Biuletyn Służby Sanitarnej – Epidemiologicznej woj. katowickiego. 1976, zeszyty nr. 3. – 4. *Chaloupka K., Harper N., Krishnan V., Santostefano M., Rodriges L., Safe S.*: Synergistic activity of polynuclear aromatic hydrocarbon mixtures as aryl hydrocarbon (Ah). Chem-Biol. Inter., 1993, 89, 141. – 5. *De Flora S., Camoirano A., Izzotti A., D'Agostini F., Bennicelli C.*: Photoactivation of mutagenes. Carcinogenesis., 1989, 10, 1089. – 6. *Fernandez M., L'Haridon J.*: Influence of light conditions on toxicity and genotoxicity of various PAH in the newt in vivo., Mutation Res., 1992, 298, 31. – 7. *Graf U., Wugler F., Katz A., Frei A., Junon H., Kale P.*: Somatic mutation and recombination test in *Drosophila melanogaster*. Environ. mutagen. 1984, 153, 6. – 8. *Graf, Schaik N.*: Improved high bioactivation cross for the wing somatic mutation and recombination test in *Drosophila melanogaster*. Mutation Res. 1992, 271, 59. – 9. IARC (1987) IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Supplement 7. Lyon. – 10. Instytut Kształtowania Środowiska. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w środowisku przyrodniczym. PWN, Warszawa 1988.

11. *Jędrychowski W., Beacher H., Wahrendorf J., Basa-Cierpielek Z.*: A case-control study of lung cancer with special reference to the effect of air pollution in Poland. Epidemiol. Community Health. 1990, 44, 114. – 12. *Krogulski A., Borkowska M.*: Metoda oznaczania aktywności mutagennej substancji smołowych zawartych w pyłach powietrza atmosferycznego. Roczn. PZH. 1996, 47, 175. – 13. *Kamens R.H., Guo Z., James N., Fulcher J.N. Douglas A Bell.*: Influence of Humidity, Sunlight, and Temperature on the Daytime Decay of Polyaromatic Hydrocarbons on Atmospheric Soots Particles. Environ. Sci. Tech. 1988, 22(1), 103. – 14. *Katz M., Chan C.*: Comparative Distribution of Eight Polycyclic Hydrocarbons in Airborne Sampling and by Size Fractionation. Environ. Sci. Tech. 1980, 14(7), 838. – 15. *Katz M., Sakuma T., Ho A.*: Chromatographic and Spectral Analysis of Polynuclear Aromatic Hydrocarbons – Quantitative Distribution in Air of Ontario Cities. Environ. Sci. Tech. 1978, 12(8), 909. – 16. *Lemair-Gony S., Lemaire P.*: Interactive and biotransformation enzymes of the liver of the European eel *Anguilla anguilla*. Aquat. Toxicol. 1992, 22, 145. – 17. *Miller R., Singer G., Rosen J., Bartha R.*: Photolysis primes biodegradation of benzo(a)pyrene. Appl. Environ. Microbiol., 1988, 54, 1724. – 18. *Sawicki E.*: Analysis of atmospheric carcinogenes and their cofactors. INSERM, 1976, 52, 297. – 19. Środowisko i Zdrowie. Centrum Organizacji i Ekonomiki Ochrony Zdrowia, Warszawa, 1995. – 20. *Wojtyniak B., Goryński P.*: Air pollution and population health in Poland – selected issues. Zbl. Bact. 1994, 281, 317.

Otrzymano: 1996.05.21