

# Stan wiedzy mieszkańców Lubelszczyzny na temat wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych

## State of knowledge on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in residents of the Lublin region

MALWINA MERSKA, ANNA CZECH

Katedra Biochemii i Toksykologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Wprowadzenie.** Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) są grupą wszechobecnych związków zanieczyszczających środowisko, których uwalnianie wynika głównie z czynników antropogenicznych. Związki te wpływają niekorzystnie na rośliny, zwierzęta i ludzi.

**Cel badań.** W związku z dużym rozpowszechnieniem i toksycznym działaniem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych interesującym było przeanalizowanie stanu wiedzy kobiet i mężczyzn w wieku od 50 do 60 lat pochodzących z województwa lubelskiego na temat ich wiedzy dotyczącej zagrożeń związanych z narażeniem na WWA.

**Materiał i metody.** Badania ankietowe przeprowadzono w grupie 200 mieszkańców województwa lubelskiego (54% kobiet, 46% mężczyzn). Ocena stanu wiedzy była określana na podstawie 3- i 4-punktowej skali hedonicznej, z określeniami słownymi i przypisanymi im wartościami liczbowymi. W zastosowanej skali na skrajnych biegunkach znajdowała się ocena 1 (nic nie wiem) oraz 4 (duża wiedza), oraz ocena neutralna po środku z wartością liczbową 2.

**Wyniki i wnioski.** Wiedza osób deklarujących, że posiadają wiedzę na temat WWA jest bardzo ogólna i w dużym stopniu niezgodna z prawdą. Osoby te nie potrafią wskazać prawidłowych źródeł związków będących przedmiotem badania, a także chorób związanych z ich obecnością. Niepokojący jest również fakt, iż duży procent osób, szczególnie zamieszkujących na wsi, a także z wykształceniem podstawowym, nie jest zainteresowana wiedzą na temat WWA. Reasumując powyższe badania wskazują na dużą potrzebę uświadamiania ludzi – zarówno młodych, ale przede wszystkim starszych – na temat źródeł i zagrożeń związanych z obecnością WWA.

**Słowa kluczowe:** wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, zagrożenie, ankieta

**Introduction.** Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a group of ubiquitous environmental pollutants released mainly due to anthropogenic factors. These compounds adversely affect plants, animals and humans.

**Aim.** Due to the high dissemination and toxic effects of polycyclic aromatic hydrocarbons it was interesting to analyze the state of knowledge of women and men aged from 50 to 60 years from the Lublin province on risks associated with exposure to PAHs.

**Materials & Methods.** Questionnaire surveys were conducted in a group of 200 residents of the Lublin province (54% women, 46% men). The evaluation of knowledge was determined by the 3- and 4-point hedonic scale, with verbal expressions and numeric values assigned to them. The scale's lowest grade was 1 (do not know) and the highest was 4 (high knowledge), with the neutral evaluation in the middle with the numerical value of 2.

**Results & Conclusions.** The knowledge of respondents declaring knowledge on PAHs was very general and extensively not true. These persons could not indicate the correct source of the study compounds, as well as diseases associated with their presence. Another worry is the fact that a large percentage of people, especially living in the countryside, as well as those with basic education, are not interested in knowledge about PAHs. To summarize, the above studies suggest a great need to raise awareness of young people, but especially elderly people about the sources and risks associated with the presence of polycyclic aromatic hydrocarbons.

**Key words:** polycyclic aromatic hydrocarbons, risks, survey

© Probl Hig Epidemiol 2014, 95(4): 901-906

www.phie.pl

Nadesłano: 14.07.2014

Zakwalifikowano do druku: 29.10.2014

Adres do korespondencji / Address for correspondence

prof. dr hab. Anna Czech

Katedra Biochemii i Toksykologii, Uniwersytet Przyrodniczy

ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

e-mail: annaczech@poczta.fm

### Skrót

WWA – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

### Wprowadzenie

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) należą do grupy związków organicznych, które są jednymi z najbardziej szkodliwych i rozpowszechnionych zanieczyszczeń środowiska [1, 2]. Większość WWA występuje w powietrzu w postaci par lub aerozoli [3]. Związki te obecne są m.in. w olejach, asfaltach, smołach i ich pochodnych oraz w sadzy [4, 5]. WWA nie występują w środowisku w postaci pojedynczych związków – zawsze tworzą mieszaniny wieloskładnikowe [6]. Skład ilościowy i jakościowy tych mieszanin zależy od rodzaju materiału spalanego oraz warunków,

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) należą do grupy związków organicznych, które są jednymi z najbardziej szkodliwych i rozpowszechnionych zanieczyszczeń środowiska [1, 2]. Większość WWA występuje w powietrzu w postaci par lub aerozoli [3]. Związki te obecne są m.in. w olejach, asfaltach, smołach i ich pochodnych oraz w sadzy [4, 5]. WWA nie występują w środowisku w postaci pojedynczych związków – zawsze tworzą mieszaniny wieloskładnikowe [6]. Skład ilościowy i jakościowy tych mieszanin zależy od rodzaju materiału spalanego oraz warunków,

w jakich zachodzi proces spalania [7, 8]. Powstają one podczas procesów niepełnego spalania paliw węglowych, ich źródłem są spalane odpady komunalne i przemysłowe [9], paleniska domowe, jak również transport drogowy, wędzenie oraz grillowanie [10]. Tak duże rozpowszechnienie tych związków skłania do oceny wpływu oddziaływania WWA na środowisko, a zwłaszcza zdrowie człowieka. Do organizmu człowieka przedostają się one drogą pokarmową i od około 50 lat uznawane są za potencjalne kancerogeny. Dodatkowo są bardzo słabo rozpuszczalne w wodzie i po wchłonięciu podlegają metabolizmowi w wyniku, czego powstają związki o większej toksyczności niż wyjściowe substraty [11].

## Cel badań

W związku z ich dużym rozpowszechnieniem i toksycznym działaniem interesującym było przeanalizowanie stanu wiedzy kobiet i mężczyzn w wieku od 50 do 60 lat pochodzących z województwa lubelskiego na temat zagrożeń związanych z narażeniem na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA).

## Materiał i metody badań

Badaniem objęto 200 mieszkańców województwa lubelskiego w wieku od 50 do 60 lat. W badanej grupie kobiety stanowiły 54% ogólnej liczby respondentów, a mężczyźni 46%. W badaniu użyto metody kwestionariusza. Autorski kwestionariusz zawierał 18 pytań zamkniętych. W ocenie wiedzy na temat wielopierścieniowych węglowodory aromatycznych uwzględniono także wpływ płci. Ogólne pytania dotyczyły: płci, miejsca zamieszkania i wykształcenia. Ankieta zawierała także pytania szczegółowe dotyczące stanu wiedzy na temat WWA, oceny zanieczyszczenia środowiska w miejscu zamieszkania, jak również oceny narażenia na czynnik szkodliwy, jakim jest WWA.

Ocena stanu wiedzy była określana na podstawie 3- i 4-punktowej skali hedonicznej, z określeniami słownymi i przypisanymi im wartościami liczbowymi. W zastosowanej skali na skrajnych biegunach znajdowała się ocena 1 (nic nie wiem) oraz 4 (duża wiedza), oraz ocena neutralna po środku z wartością liczbową 2.

## Wyniki

Ponad połowę respondentów nie słyszało nic na temat wielopierścieniowych węglowodory aromatycznych (51%), 30% słyszało o WWA, natomiast 20% niewiele wie o WWA.

Spośród ankietowanych mieszkających w województwie lubelskim, którzy posiadali ogólną wiedzę o WWA (przyjmujemy ich za 100%), 43,4% pochodziło z miasta pow. 50 tys. mieszkańców, 47,8% osób

mieszkało w mieście do 50 tys. mieszkańców, natomiast najmniej liczną grupę 8,8% stanowili mieszkańcy wsi. W grupie respondentów, którzy stwierdzili, że nie słyszeli o związkach należących do WWA (100%), przeważająca większość mieszkała na wsi – 48,8% (tab. I).

Spośród ankietowanych posiadających wiedzę na temat WWA (100%) najliczniejszą grupą były kobiety z wykształceniem średnim (ok. 40%) oraz mężczyźni z wykształceniem podstawowym (ok. 20%). Tylko ok. 13% kobiet i 4% mężczyzn z wykształceniem wyższym deklarowało, że cokolwiek wie na temat WWA (tab. II).

Natomiast aż ok. 1/4 respondentów (zarówno kobiet jak i mężczyzn deklarujących, że posiadają wiedzę na temat WWA – 100%) nie wiedziało, czy w ich miejscu zamieszkania występują zagrożenia związane z WWA (tab. III).

Analizując odpowiedzi dotyczące znajomości źródeł WWA to wg respondentów deklarujących, że posiadają wiedzę na temat WWA (100%) największym źródłem WWA jest przemysł (72%), następnie spaliny (49%) oraz palenie tytoniu (40%). Tylko ok. 1/4 ankietowanych wskazało na grillowanie jako potencjalne źródło WWA. Natomiast znaczna część, bo aż 2/3 respondentów wskazało, że grillowanie nie jest źródłem WWA (tab. IV).

Tabela I. Zależność pomiędzy posiadaną ogólną wiedzą o WWA a miejscem zamieszkania

Table I. Correlation between general knowledge on PAHs and place of residence

Miejsce zamieszkania	% osób, które posiadają wiedzę na temat WWA	% osób, które nie posiadają wiedzy na temat WWA
Miasto do 50 tys.	47,8	17,1
Miasto pow. 50 tys.	43,4	34,1
Wieś	8,8	48,8

Tabela II. Zależność pomiędzy posiadaną wiedzą o WWA a płcią

Table II. Correlation between general knowledge on PAHs and gender

Wykształcenie	% kobiet, które posiadają wiedzę na temat WWA	% mężczyzn, którzy posiadają wiedzę na temat WWA
Podstawowe	0	21,74
Wyższe	13,04	4,34
Zawodowe	0	8,69
Średnie	39,13	13,06

Tabela III. Ocena zanieczyszczenia związkami typu WWA w miejscu zamieszkania wg kobiet i mężczyzn (%)

Table III. Evaluation of PAH pollution in place of residence by women and men (%)

Ocena zanieczyszczenia	Kobiety	Mężczyźni
Duże	5	3,75
Średnie	17,5	12,5
Małe	10	12,5
Nie wiem	22,5	16,25

Wśród ankietowanych, którzy posiadali wiedzę na temat WWA (100%) ponad połowa wskazała, że spaliny i przemysł dostarcza duże ilości WWA, natomiast palenie tytoniu stanowi małe zagrożenie tymi związkami. Ponad połowa ankietowanych nie potrafiła określić czy grillowanie dostarcza duże czy małe ilości WWA (tab. V).

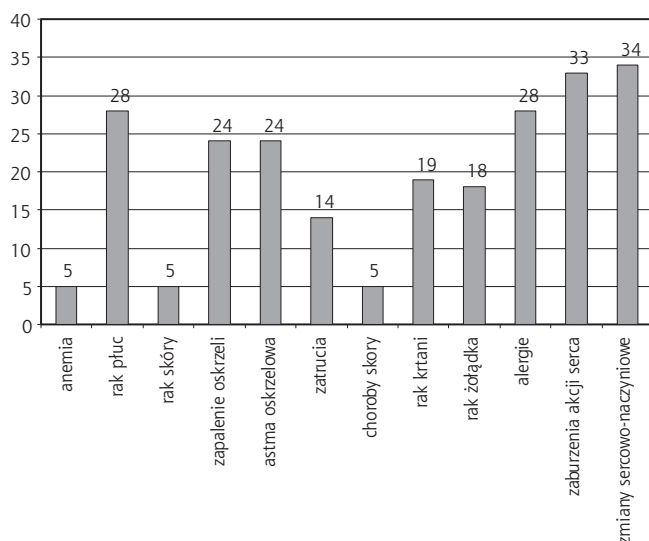
Analizując stan wiedzy respondentów na temat chorób związanych z obecnością WWA, ponad 26% ankietowanych odpowiedziało, że wg ich opinii występują u nich choroby, które mogą mieć związek z narażeniem organizmu na działanie związków z grupy WWA. Po około 28% ankietowanych uznało, że nie stwierdzono u nich chorób mogących mieć związek z działaniem tych związków lub nie wiedzą, czy występujące u nich schorzenia mogą być wynikiem oddziaływania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych na organizm. Ponad 16% ankietowanych uznało za możliwe, że występujące u nich choroby mogą mieć związek z działaniem WWA.

Najczęstsze schorzenia według respondentów powodowane przez wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne to zaburzenia akcji serca, zmiany sercowo-naczyniowe oraz rak płuc. Równie często ankietowani wskazywali na zapalenie oskrzeli, astmę oskrzelową, raka krtani i żołądka oraz alergię (ryc. 1).

### Samoocena respondentów na temat wiedzy o WWA

W grupie ankietowanych, którzy określili stan własnej wiedzy jako duży, połowę stanowiły kobiety i połowę mężczyźni. Ponadto 60% spośród tych ankietowanych posiadało wykształcenie średnie, po 20% wykształcenie zawodowe i wyższe (tab. VI).

W grupie osób, które określiło swój stan wiedzy jako zadowalający, 67% stanowiły kobiety, 33% ankietowa-



Ryc. 1. Wiedza respondentów na temat chorób, które mogą mieć związek z WWA

Fig. 1. Knowledge of respondents on PAH-related diseases

nych to mężczyźni. Wśród tych ankietowanych 50% posiadało wykształcenie wyższe, 22% wykształcenie średnie, 17% wykształcenie zawodowe, natomiast zaledwie 11% miało wykształcenie podstawowe (tab. VI).

W grupie ankietowanych z niewielką wiedzą o WWA, 21% to kobiety, natomiast 79% stanowili mężczyźni. Wśród tych ankietowanych 42% miało wykształcenie średnie, 37% zawodowe, 16% podstawowe a zaledwie 5% wykształcenie wyższe (tab. VI).

Wśród osób mieszkających w mieście do 50 tys. mieszkańców, prawie połowę stanowiły osoby, które określiły stan swojej wiedzy jako mały lub zadowalający, natomiast 25% ankietowanych oceniła stan swojej wiedzy jako duży. Ankietowani mieszkający w mieście powyżej 50 tys. mieszkańców ocenili stan swojej wiedzy jako duży (75%), natomiast porównywanie tyle samo było ankietowanych, którzy posiadają zadowalającą i małą wiedzę na temat szkodliwego działania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych na organizm (średnio ok. 32%) (tab. VI).

Tabela IV. Potencjalne źródło WWA według ankietowanych (%)  
Table IV. Potential PAH sources by respondents (%)

Źródło zanieczyszczenia	Posiadana wiedza		
	Tak	Nie	Nie wiem
Spaliny	49	10	41
Przemysł	72	11	17
Rodzaj ogrzewania	27	15	58
Palenie tytoniu	40	10	50
Grillowanie	21	69	10

Tabela V. Poziom zanieczyszczenia WWA w zależności od ich źródła (%)  
Table V. Level of PAH pollution by source (%)

	Poziom zanieczyszczenia			
	duże	średnie	małe	nie wiem
Spaliny	56	26	14	4
Przemysł	66	21	5	8
Rodzaj ogrzewania	24	39	22	15
Palenie tytoniu	10	16	62	12
Grillowanie	4	17	21	58

Tabela VI. Ocena przez respondentów własnej wiedzy na temat WWA w zależności od miejsca zamieszkania, wykształcenia i płci (%)  
Table VI. Respondents' self-evaluation of knowledge on PAHs by place of residence, education and gender (%)

		Posiadana wiedza		
		duża	zadowalająca	mała
Płeć	Kobieta	50	67	21
	Mężczyzna	50	33	79
Wykształcenie	Podstawowe	0	11	16
	Zawodowe	20	17	37
	Średnie	60	22	42
	Wyższe	20	50	5
Miejsce zamieszkania	Wieś	0	28	21
	Miasto do 50 tys.	25	39	47
	Miasto pow. 50 tys.	75	33	32

Wśród ankietowanych 50% kobiet i tyle samo mężczyzn uznało, że jest duże zapotrzebowanie na informacje na temat WWA, 52% kobiet i 48% mężczyzn deklarowało, że jest średnie zapotrzebowanie na ten temat, natomiast 54% ankietowanych kobiet i 46% mężczyzn stwierdziło, że nie ma takiej potrzeby by pojawiały się informacje na temat WWA.

Wśród ankietowanych, którzy uznali, że jest duże zapotrzebowanie na informacje na temat WWA 42% stanowiły osoby z wykształceniem średnim  $16 \pm 3\%$  z wykształceniem podstawowym i wyższym. Ankietowani ci, to osoby  $37 \pm 1\%$  zamieszkujący wieś i miasto do 50 tys. (tab. VII). Większość osób (36%), deklarujących średnie zapotrzebowanie na informacje nt. WWA posiadało wykształcenie zawodowe, 31% wykształcenie średnie, a  $16,5 \pm 1,5\%$  wykształcenie podstawowe i wyższe. Ankietowani ci zamieszkiwali w ponad 60% w mieście pow. 50 tys.

Wśród ankietowanych, którzy uznali, że nie ma zapotrzebowania na informacje o szkodliwości takich związków jak WWA, przeważały osoby z wykształceniem podstawowym – 51%, 28% stanowiły osoby z wykształceniem średnim, 14% z wykształceniem zawodowym, natomiast najmniejszą grupę stanowili ankietowani z wykształceniem wyższym. Byli to mieszkańcy w 40% miasta powyżej 50 tys. mieszkańców (tab. VII).

Tabela VII. Zapotrzebowanie na informacje na temat WWA w zależności od płci, wykształcenia i miejsca zamieszkania (%)  
Table VII. Need of information about PAHs by gender, education and place of residence (%)

		Zapotrzebowanie na informacje o WWA		
		duże	średnie	brak
Płeć	Kobieta	50	52	54
	Mężczyzna	50	48	46
Wykształcenie	Podstawowe	15	15	51
	Zawodowe	24	36	14
	Średnie	42	31	28
	Wyższe	19	18	7
Miejsce zamieszkania	Wieś	36	15	28
	Miasto do 50 tys.	38	23	32
	Miasto pow. 50 tys.	26	62	40

## Dyskusja

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne są groźnymi zanieczyszczeniami środowiska naturalnego i mogą wywierać ogromny wpływ na zdrowie i życie ludzi oraz zwierząt [12].

Stan ogólnej wiedzy wg respondentów mieszkających w mieście do i powyżej 50 tys. mieszkańców na temat WWA jest wydawałoby się dość duży. Jednak aż około 40% respondentów (22,5% kobiet i 16,25% mężczyzn) nie wie, czy w ich miejscu zamieszkania występują źródła WWA, natomiast około 20% ocenia te zanieczyszczenia na poziomie małym. Również

zaskakującym jest fakt, iż aż prawie 70% ankietowanych, którzy oceniają, że posiadają ogólną wiedzę na temat źródeł WWA, nie wskazuje grillowania jako potencjalnego źródła tych związków. Niewiele osób zdaje sobie sprawę z niebezpieczeństwa, jakie niesie ze sobą proces intensywnej obróbki termicznej, do której zalicza się grillowanie żywności [13]. Jest to proces powodujący powstawanie w przetwarzanej żywności znacznej ilości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w postaci benzo(a)pirenu stanowiącego nawet 21% dziennej dawki tego związku [14]. Podobnie jak w żywności gotowanej również w produktach smażonych źródłem WWA mogą być potrawy przygotowywane nad otwartym ogniem [15]. Co więcej, żywność poddawana intensywnej obróbce cieplnej zawiera znaczne ilości związków genotoksycznych, takich jak aminy heterocykliczne czy WWA [16].

Ze zrealizowanej ankiety wynika również, iż respondenci określający zanieczyszczenie w miejscu zamieszkania jako duże, zdają sobie sprawę z niebezpieczeństw, jakie niesie za sobą transport uliczny, a zwłaszcza działanie spalin na układ oddechowy ludzi mieszkających przy ruchliwych ulicach. Również ci ankietowani stwierdzili, że zanieczyszczenie to może mieć związek z rozwojem przemysłu. Jak podaje Mazur-Badura [17] zasadniczo każdy proces związany z silnym ogrzewaniem lub niecałkowitym spalaniem związków organicznych może być źródłem emisji WWA – również pozaprzemysłowym (spalarnie odpadów, pożary lasów, spaliny pojazdów mechanicznych).

Również niepokojący jest fakt, iż duży procent osób (ponad 50%) oceniających swoją wiedzę na temat WWA na poziomie dostatecznym nie wie czy rodzaj ogrzewania, oraz palenie tytoniu, a także spaliny mogą być źródłem WWA.

Badania wielu autorów mówią o tym, że znaczącymi źródłami WWA mogą być niektóre gałęzie przemysłu (głównie produkcja stali i koksu), spalanie materiału organicznego w celach energetycznych, transport oraz wszelkie procesy spalania np. paleniska domowe w czasie których emitowane są do atmosfery różnego rodzaju gazy w tym WWA [8, 18-21].

Jeżeli chodzi o respondentów mieszkających na wsi, większość z nich niestety nie wie, że mogą być narażeni na działanie szkodliwych związków z grupy WWA. Może to wynikać z faktu, iż osoby te mają dostęp do różnego rodzaju informacji. Osoby te również deklarowały, że zapotrzebowanie na tego typu informacje jest zadawalające lub w ogóle niepotrzebne. Jest to bardzo niepokojące, ponieważ właśnie na wsi występuje wysokie spalanie odpadów będących źródłami substancji toksycznych.

Oceniając własną wiedzę respondentów na temat chorób, które mogą być związane z obecnością

WWA, respondenci wskazywali głównie zaburzenia układu krążenia w mniejszym stopniu choroby płuc czy alergie. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) oraz ich nitrowe (NWWA) i aminowe pochodne się szczególnie niebezpieczne dla zdrowia człowieka, ponieważ wykazują właściwości mutagenne i kancerogenne [10, 22, 23]. Z dostępnych danych epidemiologicznych wynika, że związki te są przyczyną wielu schorzeń, jak nowotwory płuc, astma, oraz choroby układu krążenia oraz mogą wywoływać reakcje immunologiczne prowadzące do wielu schorzeń układu oddechowego. Dodatkowo WWA stymulują produkcję licznych mediatorów reakcji immunologicznej, związanych z ostrymi lub przewlekłymi chorobami alergicznymi dróg oddechowych [11].

Analizując stan wiedzy respondentów na temat chorób związanych z obecnością WWA to ponad 26% ankietowanych odpowiedziało, wg ich opinii występują u nich choroby, które mogą mieć związek z narażeniem organizmu na działanie związków z grupy WWA. Po około 28% ankietowanych uznało, że nie stwierdzono u nich chorób mogących mieć związek z działaniem tych związków lub nie wiedzą, czy występujące u nich schorzenia mogą być wynikiem oddziaływania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych na organizm. Ponad 16% ankietowanych uznało, że możliwe, że występujące u nich choroby mogą mieć związek z działaniem WWA.

Wyniki przeprowadzonego badania wskazują, iż zapotrzebowanie na wiedzę na temat WWA w dużym stopniu deklaruje tyle samo kobiet, co i mężczyzn. Przeważająca część to osoby ze średnim wykształceniem zamieszkujące miasto do 50 tys. mieszkańców, natomiast wśród mężczyzn najczęściej stwierdziło, iż nie ma takiego zapotrzebowania. Może się to wiązać

z większą chęcią pogłębienia swojej wiedzy na temat zagrożeń związanych z obecnym rozwojem cywilizacyjnym, postępowaniem nauk technicznych i technologii umożliwiających badanie oddziaływań takich związków jak WWA na organizm ludzki. Średnie zapotrzebowanie na temat WWA deklarowali mieszkańcy miast powyżej 50 tys. mieszkańców. Natomiast ponad połowa ankietowanych osób z wykształceniem podstawowym nie wykazywała potrzeby na te informacje. Większość z tych ludzi nie uświadamia sobie, że choroby lub schorzenia, które mogą u nich występować, mogą mieć związek z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego. Należy zdać sobie sprawę z tego, że dookoła jest wiele substancji niebezpiecznych dla zdrowia i że większość z nich wytwarzana jest przez człowieka. Dlatego ważne jest uświadamianie już najmłodszych pokoleń poprzez prasę, telewizję czy Internet o zagrożeniach zdrowia jakie niesie ze sobą szybki rozwój cywilizacji w XXI wieku.

## Wnioski

Wiedza osób deklarujących posiadanie wiedzy na temat WWA jest bardzo ogólna i w dużym stopniu nie zgodna z prawdą. Osoby te nie potrafią wskazać prawidłowych źródeł związków będących przedmiotem badania, a także chorób związanych z ich obecnością. Niepokojący jest również fakt, iż duży procent osób, szczególnie zamieszkałych na wsi, a także z wykształceniem podstawowym nie jest zainteresowana wiedzą na temat WWA.

Reasumując, powyższe badania wskazują na dużą potrzebę uświadamiania ludzi zarówno zarówno młodych, ale przede wszystkim starszych na temat źródeł i zagrożeń związanych z obecnością WWA.

## Piśmiennictwo / References

1. Almi H, Trefiletti P, Schung B, Ertel T. Incore – Integrated concept for groundwater remediation: Localization and identification of contaminants. Literature Study 2001, 1-2.
2. Nam JJ, Thomas GO, Jaward FM, Steinnes E, Gustafsson O, Jones KC. PAHs in background soil from Western Europe: Influence of atmospheric deposition and soil organic matter. *Chemosphere* 2007, 70: 1596-1602.
3. Sapota A. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (substancje smołowe rozpuszczalne w cykloheksanie). Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. *Podst Metod Oceny Środow Pr* 2002, 18, 2(32): 179-208.
4. Knecht U, Blom-Audorff U, Weitowitz H. Atmospheric concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons during chimney sweeping. *Brit J Ind Med* 1989, 46: 479-482.
5. Pośniak M, Makhniashvili I, Kowalska J. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w procesach stosowania asfaltów. *Bezp Pr* 2000, 7-8: 10-13.
6. Kaleta J. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w środowisku wodnym. *Ekol Tech* 2005, 8(3): 109-118.
7. Kristensson A, Johansson Ch, Westerholm R, Swietlicki E, Gidhagen L, Wideqvist U, Vesely V. Real-world traffic emission factors of gases and particles measured in a road tunnel in Stockholm, Sweden. *Atmospheric Environ* 2004, 38(5): 657-673.
8. Holland MR, Jones HH, Berdowski J, Bleeker A, Visschedijk JH. Economic evaluation of air quality targets for PAHs. Final report for European Commission DG Environment 2001.
9. Trapido M. Polycyclic aromatic hydrocarbon in Estonian soil: contaminations and profiles. *Environ Pollut* 1999, 105: 67-74.
10. Gunier RB, Reynolds P, Hurley SE. Estimating exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A comparison of survey, biological monitoring and geographic information system-based methods. *Cancer Epidem Biomar* 2006, 15: 1376-1381.

11. Bilek M. Szkodliwe działanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) na organizm człowieka. Biuletyn WSSE, Kraków 2003, 4: 21-24.
12. Szumska M, Tyrpień K. Biomonitoring ksenobiotyków – wybrane zagadnienia. MedPharm Polska 2011: 46-49.
13. Ciemniak A. Porównanie wpływu metody grillowania na zawartość benzo[a]pirenu w mięsie kurcząt. Żywn Nauk Technol Jakość 2007, 3(52): 54-61.
14. Kazerouni N, Sinna R, Che-Han H, Greenberg A, Rothman N. Analysis of 200 food items for benzo(a)pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. Food Chem Toxicol 2000, 39: 423-436.
15. Oleszczuk P. Zanieczyszczenia żywności przez wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Arch Ochr Środ 2002: 107-118.
16. Jägerstad M, Skog K. Genotoxicity of heat processed foods. Mutat Res 2005, 574: 156-172.
17. Mazur-Badura X. Zapewnienie jakości przy oznaczaniu WWA w cząstkach stałych emitowanych z silników wysokoprężnych. NAFTA-Gaz 2010, 11(66): 1062-1069.
18. Koniecznyński J, Pasoń A, Kaczyńska T, Szeliga J. Emisja substancji zanieczyszczających z domowych palenisk węglowych. Arch Ochr Środ 1991, 18(1): 33-43.
19. Von Borstel R, Beyerdorf J, Bahadir M. Influence of fuel composition on the PAH-emissions of a modern diesel engine. Gefahrst Reinhalt L 1999, 59(4): 109-113.
20. Kapka L, Mielżyńska D, Siwińska E. Ocena sezonowej i przestrzennej zmienności stężeń PM10 oraz wybranych WWA w powietrzu atmosferycznym województwa śląskiego. Med Środow 2004, 7(1): 25-31.
21. Kuna P. Zanieczyszczenie wybranych komponentów środowiska przez wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) w Dąbrowie Górniczej. Nauk Przyr Technol 2011, 5(4): 38.
22. Brzeźnicki S, Bonczarowska M, Gromiec JP. Najwyższe dopuszczalne stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Obecny stan prawny i propozycje zmian. Med Pr 2009, 60(3): 179-185.
23. Bezak-Mazur E. Elementy toksykologii środowiskowej. PŚ, Kielce 2001, 372: 69-80.