

Analiza i ocena narażenia czynnych i biernych palaczy na siarkowodór zawarty w dymie dostępnych w Polsce papierosów

Assessment of active and passive smokers' exposure to hydrogen sulfide from tobacco smoke generated from Polish cigarettes

JAN CZOGAŁA, MACIEJ ŁUKASZ GONIEWICZ, ANDRZEJ SOBCZAK, WIOLETA ZIELIŃSKA-DANCH

Zakład Chemii Ogólnej i Nieorganicznej, Katedra Chemii Ogólnej i Analitycznej, Wydział Farmaceutyczny, Śląski Uniwersytet Medyczny

Wstęp. Siarkowodór jest silną trucizną działającą na układ oddechowy, sercowo-naczyniowy i OUN. Mało rozeznany źródłem środowiskowym siarkowodoru jest dym tytoniowy.

Cel pracy. Celem pracy było oznaczenie zawartości siarkowodoru w dymie papierosów dostępnych w Polsce i ocena narażenia czynnych i biernych palaczy na ten związek.

Materiał i metody. Papierosy (15 rodzajów) wypalano w symulatorze palenia w standardowych warunkach (ISO 3308). Zaabsorbowany siarkowodór z głównego (GSD) i bocznego (BSD) strumienia dymu oznaczano metodą potencjometryczną.

Ocenę narażenia czynnych palaczy przeprowadzono na podstawie zawartości siarkowodoru w GSD badanych papierosów. Przyjmując wypalanie 20 papierosów na dobę i uwzględniając dobową wentylację płuc, obliczono ekwiwalentne stężenia w powietrzu dostarczające w ciągu doby taką samą dawkę badanego związku jak wypalane papierosy. Stężenie to porównywano ze stężeniem referencyjnym, obliczając indeksy narażenia (IN). W przypadku palaczy biernych, IN obliczono na podstawie prognozowanego stężenia siarkowodoru w powietrzu pomieszczeń. Przy prognozowaniu tego stężenia posłużono się zawartościami siarkowodoru w GSD i BSD badanych papierosów, zakładając określone warunki narażenia.

Wyniki. Zawartość siarkowodoru różniła się w zależności od badanych papierosów (14,98-48,57 µg/papieros dla GSD; 33,05-55,31 µg/papieros dla BSD). Indeksy narażenia obliczone dla palaczy czynnych, w zależności od badanych papierosów wahały się od 12,5-40,5. Symulacja narażenia biernych palaczy wykazała, że w pomieszczeniu zamkniętym w uprawdopodobnionych warunkach narażenia (wentylacja 0,5/h, kubatura 75m³, 5 palaczy palących 1 papieros co 30 min, 8h narażenia) stężenie siarkowodoru może kilkukrotnie przekraczać stężenie referencyjne.

Wnioski. Dym tytoniowy jest istotnym źródłem narażenia na siarkowodór zarówno palaczy czynnych, jak i biernych.

Słowa kluczowe: siarkowodór, narażenie, palacze, dym papierosowy

Introduction. Hydrogen sulfide (H₂S) is a toxic compound that might influence respiratory system, as well as cardiovascular and central nervous systems. Tobacco smoke is one of the environmental sources of the compound.

Aim. The aim of the study was to determine levels of hydrogen sulfide in tobacco smoke generated from various cigarettes brands available in Poland. The obtained results were used in order to quantify exposure of active and passive smokers to compound of interest.

Materials and methods. 15 brands of cigarettes were smoked with smoking machine using international laboratory standards (ISO 3308). Hydrogen sulfide was absorbed from MS and SS in sodium hydroxide solution (1M). Then, sulfide ions were determined with ion selective electrode (ISE) (precision of the method 2.14%, repeatability 3.15%). The obtained results were analyzed using ANOVA analysis (Statsoft, Poland). In the following step, the possible exposure of active and passive smokers to hydrogen sulfide was simulated and assessed using environmental criteria.

Results. Hydrogen sulfide levels in MS varied from 14.98 to 48.57 µg/cigarette (mean 24.37 ± 9.05) and in SS from 33.05 to 55.31 µg/cigarette (mean 39.33 ± 9.28). The performed simulation proved that in real-life conditions (75 cu. m room with air ventilation of 0.5/h and 5 persons present inside smoking one cigarettes every 30 minutes), exposure of passive smokers to hydrogen sulfide after 8 hours might exceed environmental standards.

Conclusion. Tobacco smoke is a significant source of hydrogen sulfide, thus active smokers, as well as passive ones, are exposed to the compound.

Key words: hydrogen sulfide, exposure, cigarette smokers, tobacco smoke

Wykaz skrótów:

ZOZN – papierosy o znacznie obniżonej zawartości nikotyny, ang. VLCN – Very Lowered Content of Nicotine (dawniej „Super Light”),

OZN – papierosy o obniżonej zawartości nikotyny, ang. LCN – Lowered Content of Nicotine (dawniej „Light”);

FF - Full Flavour;

Menthol – papierosy o smaku miętowym

Wstęp

Siarkowódor jest silną trucizną gazową działającą szkodliwie na układ oddechowy, sercowo-naczyniowy oraz ośrodkowy układ nerwowy. Jednym z mało rozeznaczonych źródeł środowiskowych tego gazu jest dym tytoniowy stanowiący potencjalne zagrożenie nie tylko dla palaczy czynnych, a także dla dużej grupy osób przebywających w otoczeniu palacza czyli tzw. palaczy biernych. Podczas palenia tytoniu wyróżnia się główny strumień dymu (GSD, ang. Mainstream Smoke, MS) i boczny strumień dymu (BSD, ang. Sidestream Smoke, SS) [1,2]. GSD powstaje podczas palenia tytoniu w temperaturze 860-900°C podczas zaciągania się i jest inhalowany przez palaczy czynnych. Boczny strumień tworzy się przy temperaturze 500-650°C w przerwach pomiędzy zaciągnięciami [1] i stanowi główne źródło narażenia dla palaczy biernych. Zarówno GSD, jak i BSD, pod względem fizykochemicznym są aerozolem [3], składającym się z dwóch faz:

- fazy ciekło-stałej: zawiera składniki o temperaturze wrzenia powyżej 120°C oraz wodę (8-9% wagowych składników dymu tytoniowego)
- fazy gazowo-parowej: zawiera składniki zarówno organiczne, jak i nieorganiczne, które stanowią 90% wagowych składników dymu tytoniowego [3].

Siarkowódor wchodzi w skład fazy parowo gazowej obu rodzajów dymu. Wyniki badań zawartości H₂S w GSD wykonanych przez nielicznych autorów wskazują, że zawartość tego związku w GSD waha się od 10 do 90 µg/papieros [4,5,6]

Cel

Celem pracy było oznaczenie zawartości siarkowodoru w dymie papierosów różnych rodzajów, marek i typów dostępnych w Polsce oraz określenie stopnia dystrybucji tego związku pomiędzy główny i boczny strumień dymu. Uzyskane wyniki zamierzano wykorzystać do oceny narażenia czynnych i biernych palaczy na ten związek. Aby zrealizować cel pracy zamierzano:

- Oznaczyć siarkowódor w głównym i bocznym strumieniu dymu badanych rodzajów, marek i typów papierosów.
- Na podstawie oznaczonego stężenia siarkowodoru w GSD ocenić stopień narażenia palaczy czynnych wprowadzając odpowiednie indeksy narażenia.
- Na podstawie oznaczonego stężenia siarkowodoru w GSD i BSD przeprowadzić symulację ekspozycji biernych palaczy na ten związek i ocenić ich narażenie posługując się podobnymi, odpowiednio zmodyfikowanymi indeksami narażenia.

Metodyka

Materiałem do badań były papierosy czterech marek najczęściej kupowanych w Polsce w tym wszystkich dostępnych na rynku typów papierosów:

- Jan III Sobieski: ZOZN, OZN, Menthol, FF (British American Tobacco Polska S.A.)
- LM: ZOZN, OZN, Menthol, FF (Philip Morris Polska S.A.)
- Malboro: ZOZN, OZN, Menthol, FF (Philip Morris Polska S.A.)
- Fajrant: OZN, FF (Philip Morris Polska S.A.)
- Popularne (bez filtra) (Altadis Polska S.A.),

gdzie:

ZOZN – papierosy o znacznie obniżonej zawartości nikotyny, ang. VLCN Very Lowered Content of Nicotine (dawniej „Super Light”);

OZN – papierosy o obniżonej zawartości nikotyny, ang. LCN-Lowered Content of Nicotine (dawniej „Light”);

FF – Full Flavour;

Menthol – papierosy o smaku miętowym.

Papierosy wypalano w symulatorze palenia w standaryzowanych warunkach ISO 3308 [7] (czas trwania zaciągnięcia – 2 s., objętość zaciągnięcia – 35 ml, częstość zaciągnięć – 1 zaciągnięcie/60 s., długość pozostawionego niedopałka – 3 mm powyżej filtra lub dla papierosów bez filtra 8 mm. Siarkowódor był absorbowany niezależnie z głównego i bocznego strumienia dymu papierosowego w roztworze wodorotlenku sodu (1 mol/dm³). Papierosy przed doświadczeniem poddano kondycjonowaniu przez co najmniej jedną dobę w atmosferze o względnej wilgotności powietrza 60%, w temperaturze 20°C [8].

Następnie zaabsorbowany H₂S oznaczano opracowaną w pracy metodą potencjometryczną z zastosowaniem jonoselektywnej elektrody siarczko-srebrowej heterokrystalicznej Ag₂S-305W Eurosensor (precyzja oznaczenia 2,14%; powtarzalność 3,15%). Ocenę narażenia czynnych palaczy papierosów prze-

prorowadzono na podstawie zawartości siarkowodoru w GSD badanych papierosów. Przyjmując, że palacz wypala 20 papierosów na dobę i uwzględniając średnią dobową wentylację płuc [9], obliczono ekwiwalentne stężenia w powietrzu dostarczające w ciągu doby taką samą dawkę badanego związku jak wypalane papierosy. Wartość tego stężenia porównywano ze stężeniem referencyjnym, obliczając indeksy narażenia [10] (równanie 1)

$$\text{Indeks_narażenia_palaczy_czynnych} = \frac{Z_{\text{GSD}} \times 20}{\text{DWP} \times \text{RfC}}$$

gdzie

Z_{GSD} – zawartość substancji toksycznej w GSD [$\mu\text{g}/\text{papieros}$]

DWP – średnia dobową wentylacja płuc

20 – założona liczba papierosów wypalana w ciągu doby

Aby ocenić potencjalne narażenie biernych palaczy, jakie może stanowić siarkowódor zawarty w dymie badanych papierosów, przeprowadzono odpowiednią symulację [11] celem określenia średniego stężenia H_2S w środowiskowym dymie papierosowym (równanie 2).

$$\bar{c}_t = \frac{pz \left[e^{-(H/60)T(n+1)} - (n+1)e^{-(H/60)T} + n \right] 60}{V nHT(1 - e^{-(H/60)T})}$$

W symulacji uwzględniono oznaczoną ilość siarkowodoru w GSD i BSD badanych papierosów, zakładając odpowiednie warunki narażenia jak: częstotliwość wypalania papierosów, kubaturę pomieszczenia i stopień jego wentylacji i czas trwania narażenia. Następnie wyznaczono indeksy narażenia (równanie 3) obliczone na podstawie prognozowanego stężenia H_2S w powietrzu pomieszczeń i stężenia referencyjnego siarkowodoru. Przy obliczaniu indeksów narażenia uwzględniono czas przebywania biernych palaczy w pomieszczeniu zanieczyszczonym dymem tytoniowym. Wartość indeksu narażenia można interpretować jako liczbę wskazującą ile razy narażenie biernego palacza jest większa od granicznego stężenia dopuszczonego w narażeniu środowiskowym [11]. (równanie 3)

$$\text{Indeks narażenia} = \frac{\bar{c}_t \times \text{dzienny czas narażenia} [h]}{24h \times \text{RfC}}$$

gdzie:

\bar{c}_t – średnie stężenia H_2S w czasie trwania narażenia

$Z = Z_{\text{BSD}} + (1-R) Z_{\text{GSD}}$ – zawartość substancji toksycznej w powietrzu,

– pochodzącej z głównego i bocznego strumienia dymu z 1 papierosa [$\mu\text{g}/\text{papieros}$]

Z_{BSD} – zawartość substancji toksycznej w BSD [$\mu\text{g}/\text{papieros}$]

Z_{GSD} – zawartość substancji toksycznej w GSD [$\mu\text{g}/\text{papieros}$]

R – względna retencja substancji toksycznej w układzie oddechowym palacza

V_p – kubatura pomieszczenia [m^3]

t – czas od rozpoczęcia palenia [min]

T – czas pomiędzy wypaleniem kolejnych porcji papierosów [min]

P – liczba równocześnie wypalonych papierosów (w jednej porcji)

H – wymiana godzinowa powietrza w pomieszczeniu [h^{-1}]

n – liczba przedziałów czasowych ($n=t/T$)

RfC – referencyjne stężenie dla ciągłego wziewnego narażenia

Wartość liczbową RfC dla siarkowodoru podawana przez bazę IRIS (US EPA [10]) wynosi $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wyniki i dyskusja wyników

Zawartość siarkowodoru oznaczoną w GSD i BSD badanych papierosów zestawiono w tabeli I. W tabeli tej zestawiono także wartości ekwiwalentnego stężenia siarkowodoru w powietrzu odpowiadające wypaleniu 20 papierosów i wyznaczone na jego podstawie indeksy narażenia palaczy czynnych (równanie 1).

Z przedstawionych danych wynika, że zawartość siarkowodoru w GSD wahała się od 14,98 do 48,57 $\mu\text{g}/\text{papieros}$ (średnio $24,37 \pm 9,05$), natomiast w BSD zmieniała się w granicach 33,05-55,31 $\mu\text{g}/\text{papieros}$ (średnio $39,33 \pm 9,28$). Stwierdzono, że zawartość H_2S zarówno w GSD jak i BSD różni się w zależności od rodzaju i marki papierosów, natomiast nie wykazano różnic w zależności od typu papierosów.

Indeksy narażenia obliczone dla palaczy czynnych wypalających 20 papierosów na dobę w zależności od badanych gatunków papierosów wahały się od 12,5 do 40,5 i wynosiły średnio $20,5 \pm 7,5$ a zróżnicowanie tych wartości było (ze względu na sposób ich obliczania) analogiczne jak zróżnicowanie zawartości siarkowodoru w GSD.

Przeprowadzając symulację narażenia biernych palaczy na siarkowódor zawarty w środowiskowym dymie tytoniowym powstałym w wyniku wypalenia określonych rodzajów papierosów przyjęto następujące parametry: kubatura pomieszczenia (70 m^3), liczba wypalanych jednorazowo papierosów 5 (liczba

Tabela I. Zawartość siarkowodoru w GSD i BSD badanych rodzajów papierosów [$\mu\text{g}/\text{papieros}$] i wyliczone indeksy narażenia palaczy czynnych
 Table I. Levels of hydrogen sulfide in MS and SS of examined cigarettes [$\mu\text{g}/\text{cig}$] and calculated exposure indexes

Rodzaj papierosów / Cigarette brand	Zawartość w GSD /MS levels	Zawartość w BSD /SS levels	Stężenie w powietrzu /Air concentration	Indeks narażenia /Exposure index
Jan III Sobieski ZOZN	25,55 ± 1,16	55,31 ± 2,17	42,6 ± 1,9	21,3 ± 0,85
Jan III Sobieski OZN	20,83 ± 1,17	38,45 ± 0,45	34,7 ± 2,8	17,3 ± 1,4
Jan III Sobieski Menthol	30,33 ± 1,08	41,41 ± 3,65	50,5 ± 1,7	25,3 ± 0,8
Jan III Sobieski FF	36,97 ± 2,83	39,75 ± 3,20	61,6 ± 4,7	30,8 ± 2,3
LM ZOZN	14,98 ± 1,08	33,05 ± 1,18	24,9 ± 1,7	12,5 ± 0,8
LM OZN	19,07 ± 0,72	34,00 ± 1,87	31,7 ± 1,1	18,9 ± 0,5
LM Menthol	17,05 ± 0,92	34,24 ± 2,16	28,4 ± 1,5	14,2 ± 0,7
L&M FF	20,85 ± 4,72	35,49 ± 2,22	34,7 ± 6,9	17,3 ± 3,5
Marlboro ZOZN	20,49 ± 2,45	37,21 ± 1,68	34,1 ± 4,0	17,0 ± 2,0
MarlboroOZN	19,13 ± 1,08	35,07 ± 1,33	31,8 ± 1,8	15,9 ± 0,9
Marlboro Menthol	19,48 ± 1,17	36,71 ± 3,25	32,4 ± 1,9	16,2 ± 0,9
Marlboro FF	20,31 ± 0,63	36,14 ± 0,74	33,9 ± 1,1	16,5 ± 0,6
Fajrant OZN	48,57 ± 8,73	59,95 ± 7,10	80,9 ± 6,4	40,5 ± 3,2
Fajrant FF	30,00 ± 2,37	38,39 ± 3,51	50,0 ± 3,9	25,0 ± 2,0
Popularne	20,14 ± 1,96	33,41 ± 3,63	33,5 ± 3,2	16,7 ± 1,6
Średnio / Mean	24,37 ± 9,05	39,33 ± 9,28	41,7 ± 15,1	20,5 ± 7,5

palaczy równa 5), częstość palenia (co 30 min.), czas narażenia (8 h), względna retencja (0,7). Symulację przeprowadzono w dwóch wariantach: 1) dla słabej wentylacji ($H=0,5$ [h^{-1}]), oraz 2) dla dobrej wentylacji ($H=1,0$ [h^{-1}]). Wyniki średniego stężenia prognozowanego przy wypalaniu badanych papierosów w takich warunkach przedstawiono w tabeli II. Wartości wyliczonych indeksów narażenia palaczy biernych przedstawiono w postaci diagramu na rycinie 1.

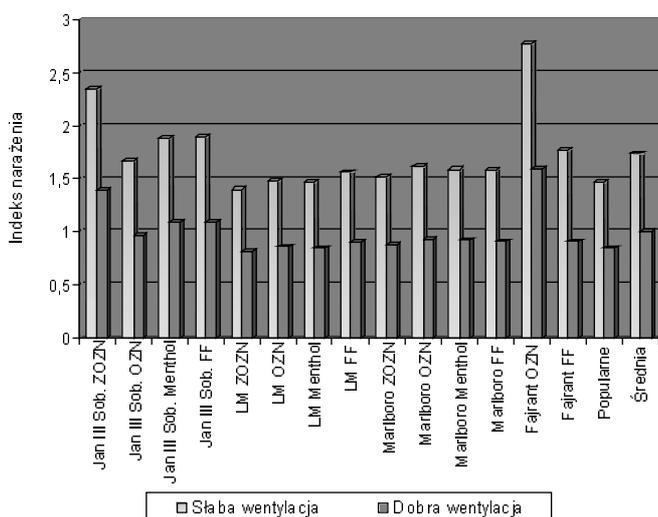
Na podstawie przeprowadzonych analiz symulacji stwierdzono, że w pomieszczeniu zamkniętym w uprawdopodobnionych warunkach (wentylacja $0,5/\text{h}$, objętość pomieszczenia 75 m^3 , 5 palaczy palą-

cych 1 papieros co 30 min.) po 8 godzinach narażenie środowiskowe biernych palaczy na H_2S może kilkukrotnie przekraczać wartości dopuszczalne.

Wykorzystanie stężeń referencyjnych [10] stosowanych w ocenie narażenia środowiskowego do oceny narażenia czynnych i biernych palaczy na siarkowodor wydaje się być uzasadnione charakterem tego narażenia. Palacze czynni stanowią w Polsce około 30% populacji w której występują grupy podwyższonego ryzyka, jak osoby ze schorzeniami sercowo-naczyniowymi, układu oddechowego, immunologicznego itp., osoby w wieku młodym i podeszłym. Palenie papierosów trwa zwykle do końca życia palacza, prawie przez całą dobę, bez przerw weekendowych i urlopowych. Zastosowania kryteriów narażenia środowiskowego w odniesieniu do oceny narażenia biernych palaczy wydaje się bezdyskusyjne, gdyż synonimem biernego palenia jest narażenie na środowiskowy dym tytoniowy (ETS ang. Environmental Tobacco Smoke). Bierni palacze stanowią aż 60% populacji [1] reprezentowanej przez wszystkie grupy społeczne, jak i wiekowe, a wśród nich niemowlęta, dzieci, kobiety w ciąży a także osoby w podeszłym wieku i chore na wymienione uprzednio schorzenia.

Uzyskane w pracy wyniki stężeń H_2S w GSD mieszczą się w granicach podawanych przez niektórych autorów [4,5,6], natomiast nie odnotowano w dostępnym piśmiennictwie danych o stężeniach H_2S w BSD lub w ETS

Poza wcześniejszymi pracami autorów [11,12], tylko w jednej pracy Rodgmana i Greena [5] zastosowano podobną do opisaną metodę oceny narażenia palaczy czynnych. Indeks narażenia palaczy czyn-



Ryc. 1. Diagram wartości indeksu narażenia biernych palaczy wyznaczony w wyniku przeprowadzonej symulacji

Ryc. 1. Exposure indexes for passive smokers estimated according to performed simulation

Tabela II. Wartości prognozowanego średniego stężenia H₂S w pomieszczeniu zamkniętym obliczone na podstawie przeprowadzonej symulacji narażenia biernych palaczy na dym badanych papierosów
 Table II. Mean indoor air concentration of hydrogen sulfide calculated according to performed simulation of passive smokers' exposure to tobacco smoke

Rodzaj papierosów	Średnie stężenie / Mean concentration [µg/m ³]	
	słaba wentylacja /poor ventilation H=0,5 [h ⁻¹]	dobra wentylacja /satisfactory ventilation H=1,0 [h ⁻¹]
Jan III Sobieski ZOZN	14,10	8,31
Jan III Sobieski OZN	10,01	5,77
Jan III Sobieski Menthol	11,31	6,52
Jan III Sobieski FF	11,39	6,56
LM ZOZN	8,41	4,85
LM OZN	8,90	5,13
LM Menthol	8,82	5,08
LM FF	9,35	5,39
Marlboro ZOZN	9,14	5,27
Marlboro OZN	9,71	5,60
Marlboro Menthol	9,53	5,49
Marlboro FF	9,46	5,45
Fajrant OZN	16,69	9,62
Fajrant FF	10,62	6,12
Popularne	8,84	5,09
Średnia / Mean	10,42	6,02

nych na H₂S wyliczony przez autorów tej pracy przeprowadzonej na papierosach referencyjnych 1R4F był wyższy niż wartości tych indeksów w przedstawionej pracy i wynosił 90, z uwagi na większą zawartość H₂S w GSD papierosów referencyjnych w stosunku do zawartości w papierosach badanych w pracy. Danych tych nie można także bezpośrednio po-

równywać z uwagi na nieco odmienną wartość dobowej wentylacji płuc [9] przyjętą przy wyliczaniu tego indeksu.

Wnioski

1. Zawartość H₂S w GSD badanych papierosów mieści się w granicach podawanych przez innych autorów i zależy od rodzaju i marki badanych papierosów, ale nie zależy od ich typu. Zróżnicowanie zawartości H₂S w poszczególnych rodzajach papierosów nie jest jednak duże (24,37 ± 9,05 µg/papieros). Zawartość siarkowodoru w BSD jest również słabo zróżnicowana (39,33 ± 9,28 µg/papieros).
2. Narażenie palaczy czynnych na siarkowódor zawarty w dymie palonych przez nich papierosów około trzydziestokrotnie przekracza narażenie przyjmowane za bezpieczne w narażeniu środowiskowym. Tym samym siarkowódor jawi się jako jeden z ważniejszych toksycznych nierakotwórczych składników dymu papierosowego.
3. Przeprowadzona symulacja narażenia biernych palaczy na H₂S zawarty w dymie badanych rodzajów papierosów wskazuje, że przy słabej wentylacji w pomieszczeniu zamkniętym w realnych warunkach (V=75m³, 5 palaczy, palenie co 30 min., czas przebywania biernych palaczy to 8h) narażenie środowiskowe na H₂S może kilkukrotnie przekraczać wartości dopuszczalne. O wielkości indeksu narażenia, zgodnie z oczekiwaniami, decyduje przede wszystkim zawartość siarkowodoru w BSD.

Piśmiennictwo / References

1. Florek E, Piekoszowski W. Toksykologiczne aspekty palenia tytoniu. Pol Med Rodz 2004; 6 (3): 789-795.
2. Florek E. Skład chemiczny i kancerogeny dymu tytoniowego. Alkohol Nark 1999; 36: 333-347.
3. Hoffman D, Hoffman I, El-Bayoumy K. The less harmful cigarette: a controversial issue. A tribute to Ernst L. Wynder. Chem Res Toxicol 2001; 14: 767-790.
4. Hoffmann D, Hoffmann I. The changing cigarette, 1950-1995. J Toxicol Environ Health 1997; 50: 307-364.
5. Rodgman A, Green ChR. Toxic Chemicals in cigarette mainstream-hazard and hoopla. Beitr Tbkforsch Int 2003; 20: 481-545.
6. Li G, Polk B J, Meazell L A, Hatchett D W. ISE Analysis of Hydrogen Sulfide in Cigarette Smoke. J Chem Educ 2000; 77: 1049-1052.
7. International Organization for Standardization. Routine analytical cigarette-smoking machine. Definitions and standard conditions. ISO 3308. Genewa 1991. (Revised Edition 2000).
8. International Standard Organization. Tobacco and tobacco products - Atmospheres for conditioning and testing; ISO 3402. Genewa 1978.
9. Layton DW. Metabolically consistent breathing rates for use in dose assessments. Health Phys 1993; 64: 23-36.
10. IRIS. Hydrogen sulfide (CASRN 7783-06-4). Integrated Risk Information System [online] US Environmental Protection Agency (EPA); <http://cfpub.epa.gov/iris>. dostęp: maj 2007
11. Goniewicz MŁ, Czogała J. Exposure of active and passive smokers to aromatic amines present in tobacco smoke. Toxicol Mech Method 2005; 15: 235-245
12. Czogała J. Ocena toksyczności czynnego i biernego palenia papierosów w kategoriach narażenia środowiskowego. [W:] Materiały kongresowe V Krajowego Kongresu Ekologicznego Eko-Med Tarnów 98, 19-21 listopada 98: Degradacja Środowiska Przyrodniczego a Zdrowie Człowieka, referat SI O1: 1-14