

MARTA CIECIERSKA, MIECZYŚLAW W. OBIEDZIŃSKI, MARTA ALBIN

## ZANIECZYSZCZENIE HERBAT WIELOPIERŚCIENIOWYMI WĘGLOWODORAMI AROMATYCZNYMI

### Streszczenie

Celem pracy było określenie zanieczyszczenia wybranych rodzajów herbat przez WWA, w tym 4 związki z grupy tzw. lekkich WWA wg EPA oraz 15 związków wytypowanych do badań przez Komitet Naukowy UE.

Materiał badawczy stanowiły popularne gatunki handlowe herbaty zielonej, czerwonej i czarnej. Metodyka badań obejmowała wyodrębnienie WWA z matrycy żywnościowej, oczyszczenie ekstraktu ze związków interferujących poprzez zastosowanie chromatografii żelowej (GPC) oraz jakościowe i ilościowe oznaczenie WWA przy użyciu chromatografii ciekłej z selektywnymi detektorami (HPLC–FLD/DAD).

Stwierdzono istotne zróżnicowanie poziomów zanieczyszczenia poszczególnych gatunków handlowych herbat we wszystkich analizowanych rodzajach herbat (zielonej, czerwonej i czarnej). Uzyskano natomiast zbliżone profile jakościowe zawartości WWA z bardzo wysokim udziałem lekkich WWA w sumarycznej zawartości tych związków. W analizowanych herbatach nie wykryto obecności benzo[a]pirenu oraz związków zaliczanych do najbardziej kancerogennych WWA, a więc dibenzopirenów.

**Słowa kluczowe:** herbata, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), zanieczyszczenia żywności

### Wprowadzenie

Liczne badania naukowe dowodzą prozdrowotnych właściwości herbaty. Uważa się, że regularne picie herbaty zmniejsza ryzyko chorób układu krążenia, przeciwdziała nadciśnieniu, obniża poziom cholesterolu, zapobiega schorzeniom nowotworowym oraz spowalnia proces starzenia. Herbata ma ponadto właściwości przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe oraz przeciwwrzodowe [6, 8, 11, 14, 15, 16].

W efekcie skażenia środowiska naturalnego, a więc powietrza, wody i gleby, produkty żywnościowe pochodzenia roślinnego, w tym również liście herbaty mogą być zanieczyszczone wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA).

Związki te stanowią bardzo zróżnicowaną i wszechobecną grupę ksenobiotyków występujących w środowisku człowieka. W powietrzu WWA występują w formie par lub są skondensowane na cząsteczkach pyłów i kurzu. W zależności od warunków atmosferycznych WWA mogą ulegać przemieszczaniu na tereny znacznie odległe od źródeł ich emisji. Opadające z atmosfery pyły wraz ze skondensowanymi na ich powierzchni poliarenami sprzyjają zanieczyszczeniu roślin oraz surowców rolnych [2, 7]. Uważa się, że powierzchnia liści eksponowanych na depozyt WWA istotnie wpływa na efektywność zatrzymywania pyłu przenoszącego te związki. Charakteryzujące się dużą powierzchnią liście herbaty mogą zatem sprzyjać wysokiemu poziomowi zanieczyszczenia WWA. Herbaty mogą być jednak skażone poliarenami nie tylko poprzez depozycję środowiskową, ale również na skutek procesów obróbki surowca, a więc suszenia czy też prażenia niektórych ich rodzajów [4, 5, 9, 10].

Dotychczas w badaniach żywności podejmowano się oznaczania 16 WWA wg EPA (United States Environmental Protection Agency; EPA/540/1 – 86/013, 1984). 4 grudnia 2002 r. Komitet Naukowy ds. Zanieczyszczeń Żywności Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Żywności Unii Europejskiej w opinii na temat WWA przedstawił listę 15 WWA – bardziej potencjalnie rakotwórczych i toksycznych związków od 16 WWA wg EPA [3]. Obecnie zgodnie z zaleceniem Komisji Europejskiej 2006/108/EC z 4 lutego 2005 r. [12] istnieje potrzeba badań nad poziomami benzo[a]pirenu oraz pozostałych związków należących do 15 WWA wytypowanych przez Komitet Naukowy ds. Żywności UE w produktach spożywczych. Wiadome jest jednak, że WWA występują w produktach żywnościowych zawsze jako złożone mieszaniny różnorodnych związków, w tym tzw. lekkich oraz ciężkich WWA.

Celem pracy było zatem określenie zanieczyszczenia wybranych rodzajów herbat, dostępnych na rynku, przez WWA, w tym 4 związki z grupy tzw. lekkich WWA (należących do 16 WWA wg EPA) oraz 15 WWA wytypowanych przez Komitet Naukowy UE zgodnie z zaleceniem Komisji Europejskiej [12].

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły popularne gatunki handlowe herbat liściastych: zielonej (Sencha, Nepal, Gunpowder), czerwonej (Oolong, Pu Erh Superior, Pu Erh) i czarnej (Golden Yunnan, Assam, Ceylon) zakupione na lokalnym rynku. Badaniom poddano po 3 próbki każdego rodzaju herbaty. Każdą z 3 próbek tego samego rodzaju analizowano w 3 powtórzeniach.

Zastosowana metodyka badań obejmowała ekstrakcję WWA z matrycy żywnościowej, następnie oczyszczenie ekstraktu od związków interferujących przy wykorzystaniu chromatografii preparatywnej (GPC) oraz jakościowe i ilościowe oznaczenie związków techniką chromatografii cieczowej z selektywnymi detektorami (HPLC-FLD/DAD).

Naważkę liści herbacianych zalewano 100 ml mieszaniny heksan/aceton (60 : 40, v/v) oraz umieszczano w łaźni ultradźwiękowej (30 min). Uzyskany ekstrakt po prze-filtrowaniu zagęszczano do kropli rozpuszczalnika, a następnie rozpuszczano w mieszaninie cykloheksan : octan etylu. W celu oddzielenia frakcji WWA od związków interferujących zastosowano kolumnę do chromatografii żelowej TSK Gel G1000HXL, 300 x 7,8 mm, 5  $\mu$ m. Do rozdziału wprowadzano 1 cm<sup>3</sup> uprzednio przygo-towanej mieszaniny. Rozdział prowadzono metodą izokratyczną przy przepływie 0,8 ml/min, a fazę ruchomą stanowiła mieszanina cykloheksan : octan etylu (50 : 50, v/v).

Zebraną frakcję WWA po zagęszczeniu oraz rozpuszczeniu w 1 cm<sup>3</sup> acetonitrylu poddawano analizie metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej przy użyciu aparatu HPLC Shimadzu 2010, składającego się z pompy LC-10AT<sub>VP</sub>, detektora diodowego SPD-M10A<sub>VP</sub>, detektora fluorescencyjnego RF-10A<sub>XL</sub>, degazera DGU-14A, autosamplera SIL-10AD<sub>VP</sub> oraz kontrolera SCL-10A<sub>VP</sub>, współpracującego z systemem do zbierania i przetwarzania danych LabSolution 2.1. Rozdział prowadzono z zastosowaniem kolumny chromatograficznej BAKERBOND PAH-16Plus 250 x 3 mm, 5  $\mu$ m firmy WITKO – Baker. Temp. termostataowania kolumny wynosiła 30°C. Analizy wykonywano metodą gradientową przy przepływie 0,5 ml/min, stosując mieszaninę acetonitryl : woda, 50 : 50 (A) oraz acetonitryl (B). Zastosowano następujący program elucji gradientowej: 0–25 min 30% B, 25–50 min 30% B do 100% B, 50–68,5 min 100% B.

Warunki detekcji: detektor diodowy – 254 nm; detektor fluorescencyjny – zmienne nastawienia wzbudzenia i emisji (Ex/Em): 256/370, 270/420, 270/500, 270/470 nm. Analizę jakościowo-ilościową wykonywano metodą standardów zewnętrznych, które stanowiły mieszaninę 15 WWA wg KN UE oraz 4 lekkich WWA z listy EPA.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu komputerowego Statgraphics Plus 4.1. Ocena istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi sumarycznej zawartości WWA w ramach trzech gatunków herbat wykonano stosując test Tukey'a, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Średnią zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz sumaryczną zawartość WWA w badanych gatunkach herbat zielonych, czerwonych i czarnych wraz z odchyleniem standardowym przedstawiono w tab. 1.

Pomiędzy poszczególnymi gatunkami handlowymi herbat we wszystkich analizowanych rodzajach herbat – zielonej, czerwonej i czarnej – stwierdzono statystycznie istotne zróżnicowanie poziomów sumarycznej zawartości WWA. W grupie herbat zielonych statystycznie najniższym poziomem zanieczyszczenia policyklicznymi węglowodorami aromatycznymi charakteryzowała się herbata Sencha (62,14  $\mu$ g/kg), natomiast najwyższym poziomem WWA odznaczała się herbata Nepal (231,73  $\mu$ g/kg).

Spośród herbat czerwonych statystycznie najwyższy poziom zanieczyszczenia WWA odnotowano w herbacie Pu Erh Superior (243,27  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), a najniższy w Oolong (69,86  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Analizując sumaryczne skażenie herbat czarnych, najmniejszą zawartość poliarenowych oznaczono w herbacie Assam (18,76  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), natomiast największym skażeniem WWA charakteryzowała się herbata Golden Yunnan (285,81  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Spośród wszystkich przebadanych w niniejszej pracy rodzajów i gatunków herbat, Golden Yunnan wykazała największą zawartość WWA, co potwierdziła przeprowadzona analiza statystyczna.

Obserwacja ta znajduje potwierdzenie w badaniach Fiedlera i wsp. [4], którzy wykazali istotnie wyższy poziom zanieczyszczenia herbat czarnych w porównaniu z herbatami zielonymi. Można zatem stwierdzić, że herbatę zieloną charakteryzuje potencjalnie niższy poziom skażenia WWA, bowiem powstaje ona z liści niepoddanych fermentacji, a więc natychmiast po zerwaniu liści przeprowadzany jest proces suszenia. Analizy różnych rodzajów herbat wykonane przez naukowców chińskich również potwierdziły najwyższą zawartość sumy poliarenowych w herbacie czarnej [10]. W badaniach Lin i Zhu [9], dotyczących wpływu procesu przetwórczego na zanieczyszczenie czarnej herbaty WWA, dowiedziono, że duża zawartość tych związków jest przede wszystkim wynikiem procesu suszenia surowca, uzyskiwanego poprzez spalanie drewna opałowego, podczas którego wytwarzane WWA są następnie absorbowane przez liście herbaty.

Uzyskane w niniejszej pracy bardzo duże zróżnicowanie poziomów skażenia herbat poliarenowymi znajduje także potwierdzenie w badaniach Lin i wsp. [10]. Wykazali oni, że w różnych rodzajach herbat sumaryczna zawartość 16 WWA (wg listy EPA) zawierała się w granicach od 323 do 8800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Schlemitz i Pfannhauser [13] oraz Fiedler i wsp. [4] również potwierdzili szeroki zakres poziomów zanieczyszczenia różnych rodzajów herbat liściastych przez WWA. Oznaczyli oni sumaryczną zawartość 16 WWA odpowiednio w granicach od 497 do 1162  $\mu\text{g}/\text{kg}$  oraz od 13,41 do 7536,33  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Profile jakościowe zawartości WWA w analizowanych herbatach charakteryzowały się obecnością fenantrenu, antracenu, fluorantenu i pirenu, a więc lekkich WWA rekomendowanych do badań przez EPA oraz benzo[a]antracenu, chryzenu, 5-metylochryzenu, benzo[b]fluorantenu, benzo[k]fluorantenu oraz benzo[g,h,i]perylenu, należących do grupy poliarenowych zalecanych do badań przez Komitet Naukowy ds. Żywności UE. W analizowanych herbatach nie wykryto obecności benzo[a]pirenu, a więc związku uważanego za wskaźnik występowania innych kancerogennych węglowodorów pięcio- i sześciopierścieniowych. Nie wykryto również związków zaliczanych do najbardziej kancerogennych WWA, a więc dibenzopirenowych.

Tabela 1

Średnia zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w badanych herbatach [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ].  
 Mean content of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in teas under investigation [ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ].

WWA PAH	Herbaty zielone / Green teas			Herbaty czerwone / Red teas			Herbaty czarne / Black teas		
	Sencha	Nepal	Gunpowder	Oolong	Pu Erh Superior	Pu Erh	Golden Yunnan	Assam	Ceylon
Fen	16,93 ± 2,16	33,14 ± 2,20	29,14 ± 2,30	19,08 ± 1,55	79,34 ± 5,22	53,22 ± 4,94	75,96 ± 6,50	3,43 ± 0,44	10,96 ± 1,12
Antr	3,77 ± 0,45	13,15 ± 0,77	9,08 ± 1,18	6,17 ± 0,55	23,66 ± 2,25	23,33 ± 2,01	14,73 ± 1,16	5,42 ± 0,57	11,95 ± 0,72
Flu	14,50 ± 1,99	61,61 ± 4,77	34,30 ± 0,61	18,80 ± 1,50	79,37 ± 6,68	43,79 ± 4,35	70,40 ± 7,17	1,15 ± 0,22	11,02 ± 1,39
Pir	12,78 ± 1,47	52,80 ± 4,14	9,99 ± 1,07	14,24 ± 1,34	43,85 ± 4,17	27,97 ± 2,96	81,83 ± 6,79	3,18 ± 0,39	11,13 ± 1,44
C[cd]p	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
B[a]a	1,47 ± 0,28	22,91 ± 2,22	2,85 ± 0,38	3,39 ± 0,43	5,89 ± 0,67	4,43 ± 0,56	15,37 ± 1,54	1,76 ± 0,25	3,85 ± 0,31
Chr	5,86 ± 0,89	19,88 ± 1,08	2,42 ± 0,49	5,17 ± 0,66	7,21 ± 0,88	6,75 ± 0,60	18,87 ± 1,58	0,95 ± 0,11	2,40 ± 0,27
5-MChr	3,00 ± 0,36	2,27 ± 0,13	3,38 ± 0,68	1,12 ± 0,17	2,98 ± 0,27	1,30 ± 0,23	1,01 ± 0,21	2,86 ± 0,33	1,46 ± 0,20
B[j]f	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
B[b]f	0,79 ± 0,27	13,48 ± 1,16	1,19 ± 0,16	0,74 ± 0,06	n.w./n.d.	0,74 ± 0,11	2,54 ± 0,33	n.w./n.d.	0,50 ± 0,10
B[k]f	0,90 ± 0,26	8,49 ± 1,05	0,66 ± 0,13	1,16 ± 0,28	0,97 ± 0,22	1,32 ± 0,15	5,10 ± 0,48	n.w./n.d.	0,64 ± 0,16
B[a]p	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
D[ah]a	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
D[al]p	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
B[gh]jp	2,13 ± 0,08	4,00 ± 0,37	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
I[cd]p	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
D[ae]p	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
D[ai]p	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
D[ah]p	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.	n.w./n.d.
ΣWWA	62,14 ± 6,57 <sup>a1</sup>	231,73 ± 14,22 <sup>c1</sup>	93,02 ± 4,08 <sup>b1</sup>	69,86 ± 4,98 <sup>d2</sup>	243,27 ± 17,94 <sup>e2</sup>	162,84 ± 15,76 <sup>b2</sup>	285,81 ± 21,07 <sup>c3</sup>	18,76 ± 2,13 <sup>a3</sup>	53,90 ± 4,18 <sup>b3</sup>
ΣPAHs									

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Fen - Fenantren / Phenantrene, Antr - Anthracen / Anthracene, Flu - Fluoranten / Fluoranthene, Pir - Pirene / Pyrene, C[cd]p - Cyklopenta[cd]piren / Cyclopenta[cd]pyrene, B[a]a - Benzo[a]anthracen / Benzo[a]anthracene, Chr - Chryzen / Chrysene, 5-MChr - 5-Metylochryzen / 5-Methylchrysene, B[j]f - Benzo[j]fluoranten / Benzo[j]fluoranthene, B[b]f - Benzo[b]fluoranten / Benzo[b]fluoranthene, B[k]f - Benzo[k]fluoranten / Benzo[k]fluoranthene, B[a]p - Benzo[a]piren / Benzo[a]pyrene, D[ah]a - Dibenzo[ah]anthracen / Dibenzo[ah]anthracene, D[al]p - Dibenzo[al]piren / Dibenzo[al]perylene, B[gh]jp - Benzo[gh]iperilen / Benzo[gh]iperylene, I[cd]p - Indeno[1,2,3-cd]piren / Indeno[1,2,3-cd]pyrene, D[ae]p - Dibenzo[ae]piren / Dibenzo[ae]pyrene, D[ai]p - Dibenzo[ai]piren / Dibenzo[ai]pyrene, D[ah]p - Dibenzo[ah]piren / Dibenzo[ah]pyrene; n.w./n.d. – nie wykryto/ not detected; a1, b1, c1; a2, b2, c2; a3, b3, c3 – wartości średnie oznaczone innymi literami przy tej samej cyfrze (czyli w ramach jednego z 3 porównań sumarycznej zawartości WWA) oznaczają statystycznie istotną różnicę między średnimi na poziomie  $\alpha = 0,5 /$  the mean values marked with different letters by the same number (within one from 3 comparisons of summary content of PAHs) indicate statistically significant difference between means at  $\alpha = 0,05$  level.

Stwierdzono, że lekkie WWA, a więc węglowodory dwu-, trzy- i czteropierścieniowe, stanowią od ok. 88,8 do 100% sumarycznej zawartości WWA. Odnotowano więc bardzo niewielki udział ciężkich węglowodorów, wykazujących właściwości kancerogenne, w zanieczyszczeniu analizowanych herbat. Uzyskane profile jakościowe i ilościowe WWA jednoznacznie wskazują na środowiskowy charakter skażenia herbat. W badaniach przeprowadzonych przez Lin i wsp. [10] również zaobserwowano, że dominujący udział w zanieczyszczeniu herbat mają węglowodory lekkie, które stanowiły od 77,7 do 98,7% wszystkich oznaczonych WWA. Doniesienie naukowe badaczy indyjskich także potwierdziło wysoki udział lekkich poliarenow w zanieczyszczeniu herbat w porównaniu z zawartością ciężkich WWA, a więc węglowodorów pięcio- i sześciopierścieniowych [1].

### Wnioski

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie poziomów sumarycznej zawartości WWA pomiędzy poszczególnymi gatunkami handlowymi we wszystkich analizowanych rodzajach herbat (zielonej, czerwonej i czarnej).
2. Uzyskano zbliżone profile jakościowe zawartości WWA z bardzo wysokim udziałem lekkich WWA w zanieczyszczeniu badanych herbat. Stanowiły one od ok. 88,8 do 100% sumarycznej zawartości WWA.
3. W analizowanych herbatach nie wykryto obecności benzo[a]pirenu oraz związków zaliczanych do najbardziej kancerogennych WWA, a więc dibenzopirenów.

*Praca zrealizowana w ramach grantu KBN nr 501 0928 00 29; była prezentowana podczas XII Ogólnopolskiej Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Lublin, 23–24 maja 2007 r.*

### Literatura

- [1] Bishnoi N.R., Mehta U., Sain U., Pandit G.G.: Quantification of polycyclic aromatic hydrocarbons in tea and coffee samples of Mumbai city (India) by high performance liquid chromatography. *Environ. Monit and Assesm*, 2005, **107**, 399-406.
- [2] Camargo Rojo M.C., Toledo M.C.F.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in Brazilian vegetables and fruits. *Food Control*, 2003, **14**, 49-53.
- [3] European Commission: Opinion of the Scientific Committee on food on the risks to human health of polycyclic aromatic hydrocarbons in food (expressed on 4 December 2002), [http://ec.europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index\\_en.html](http://ec.europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index_en.html)
- [4] Fiedler H., Cheung C.K., Wong M.H.: PCDD/PCDF, chlorinated pesticides and PAH in Chinese teas. *Chemosphere*, 2002, **46**, 1429-1433.
- [5] Gomes Zuin V., Montero L., Bauer C., Popp P.: Stir bar sorptive extraction and high-performance liquid chromatography–fluorescence detection for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in Mate teas. *J Chromatogr. A*, 2005, **1091**, 2-10.

- [6] Gupta S., Saha B., Giri A.K.: Comparative antimutagenic and anticlastogenic effects of green tea and black tea: a review. *Mutation Research*, 2002, **512**, 37-65.
- [7] Jánková M., Hajslová J., Tomaniová M., Kocourek V., Vávrová M.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables grown in the Czech Republic. *Environm Contam and Toxicol.*, 2006, **77**, 492-499.
- [8] Kuroda Y., Hara Y.: Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols. *Mutat. Research*, 1999, **436**, 69-97.
- [9] Lin D., Zhu L.: Polycyclic aromatic hydrocarbons: pollution and source analysis of a black tea. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 8268-8271.
- [10] Lin D., Tu Y., Zhu L.: Concentrations and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in tea. *Food Chem Toxicol.*, 2005, **43**, 41-48.
- [11] Liu Z.Q., Ma L.P., Zhou B., Yang L., Liu Z.L.: Antioxidative effects of green tea polyphenols on free radical initiated and photosensitized peroxidation of human low density lipoprotein. *Chem. Physics Lipids*, 2000, **106**, 53-63.
- [12] Commission Recommendation 2005/108/EC of 4 February 2005 on the further investigation into the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in certain foods. *Official Journal of the European Union*, L 34/3.
- [13] Schlemitz S., Pfannhauser W.: Supercritical fluid extraction of mononitrated polycyclic aromatic hydrocarbons from tea—correlation with the PAH concentration. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 1997, **205**, 305-310.
- [14] Vinson J.A., Dabbagh Y.A.: Tea phenols: Antioxidant effectiveness of teas, tea components, tea fractions and their binding with lipoproteins. *Nutrit Research*, 1998, **18**, 1067-1075.
- [15] Weisburger J.H.: Tea and health: a historical perspective. *Cancer Letters*, 1997, **114**, 315-317.
- [16] Wheeler D.S., Wheeler W.J.: The medicinal chemistry of tea. *Drug Development Research*, 2004, **61**, 45-65.

## TEAS' CONTAMINATION BY POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS

### S u m m a r y

The objective of this research was to perform studies dealing with contamination of teas by PAHs: 4 compounds from the group of light PAHs listed by EPA and 15 compounds listed by The Scientific Committee on Food UE.

The material investigated were popular brands of green, red and black teas. Methodology applied for the study consisted of PAHs' isolation from the food matrix, extract's clean up from interfering compounds using GPC – gel permeation chromatography and qualitative-quantitative PAHs' determination by liquid chromatography with selective detectors (HPLC-FLD/DAD).

Significant differences in contamination level of particular brands of teas in all analyzed kinds of teas (green, red, black) were stated. Similar quality profiles of PAHs with very high level of light PAHs in summary content of these compounds were obtained. Among all teas under investigation, benzo[a]pyrene and the most carcinogenic polyarenes, namely dibenzopyrenes were not detected.

**Key words:** tea, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), food contaminants ☒