

MAŁGORZATA JĘDRA, ANDRZEJ STARSKI, HALINA GAWARSKA, DOROTA SAWILSKA-
RAUTENSTRAUCH

ZANIECZYSZCZENIE OLEJÓW ROŚLINNYCH BENZO(a)PIRENEM

BENZO(a)PYRENE CONTAMINATION OF VEGETABLE OILS

Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku
Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny
00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24
mjedra@pzh.gov.pl
Kierownik: doc. dr hab. K. Karłowski

Oznaczono poziom benzo(a)pirenu w 40 próbkach olejów roślinnych pobranych z rynku. Zbadano wpływ ogrzewania oleju w wysokiej temperaturze na jego zawartość. Na podstawie piśmiennictwa porównano występowanie benzo(a)pirenu w tłuszczach roślinnych w innych krajach w odniesieniu do obowiązujących wymagań w Unii Europejskiej.

Słowa kluczowe: benzo(a)piren, oleje roślinne, ogrzewanie

Key words: benzo(a)pyrene, vegetable oils, heating

WSTĘP

Obecność benzo(a)pirenu (B(a)P) oraz innych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w środowisku jest skutkiem procesów spalania i pirolizy. Benzo(a)piren posiada udowodnione w badaniach na zwierzętach działanie mutagenne, teratogenne i embriotoksyczne. Związek ten został zaliczony przez International Agency for Research on Cancer (IARC) do związków prawdopodobnie rakotwórczych dla człowieka (grupa 2A) [7]. Z tego względu podjęto szereg badań w celu oceny zanieczyszczenia środowiska i narażenia ludzi na benzo(a)piren. W wyniku przeprowadzonej oceny została zmieniona przez IARC klasyfikacja rakotwórczości benzo(a)pirenu - w przygotowywanym przez IARC 92 tomie monografii został on umieszczony w grupie 1, jako czynnik kancerogeny dla człowieka. Z badań amerykańskich (prowadzonych w New Jersey) wynika, że narażenie na benzo(a)piren poprzez diety (2 do 500 ng/dzień) może być znacznie większe niż z wdychanym powietrzem (10 do 50 ng/dzień) [18]. Pobranie B(a)P przez dorosłego Europejczyka, oszacowane na podstawie danych z 11 państw, wynosi 14 - 320 ng/osobę/dzień [14]

Żywność pochodzenia roślinnego jest najbardziej narażona na zanieczyszczenie WWA wynikające z ich obecności w środowisku. Jak wykazano w badaniach przeprowadzonych w Hiszpanii, średnie pobranie WWA wynosiło 8570 ng/dzień w tym 140 ng stanowił benzo(a)piren. Grupa produktów mięsnych, zbożowych, oleje i tłuszcze wniosły 55,5% cał-

kowitego pobrania benzo(a)pirenu w diecie [8]. Dobra rozpuszczalność WWA w tłuszczach wpływa na zanieczyszczenie produktów spożywczych zawierających tłuszcze. Zawartość WWA w tłuszczach roślinnych jest wyższa niż w zwierzęcych w związku z czym oleje i margaryna mogą być głównym źródłem benzo(a)pirenu pobieranego z dietą [5].

Obecność WWA w tłuszczach wynika głównie z zanieczyszczenia roślin oleistych w okresie wegetacji. Analiza poziomu 16 WWA w nasionach rzepaku uprawianego na terenie Polski wykazała, że najwyższe zanieczyszczenie występuje w woj. podkarpackim oraz w rejonie północno-zachodnim i zachodnim [10]. Oznaczając poziom WWA w kolejnych etapach produkcji oleju stwierdzono, że zanieczyszczenie w okresie wegetacji, łuskania, transportu stanowiło od 36% (lekkie WWA) do 64% (ciężkie WWA) i dotyczyło zewnętrznej warstwy nasion. Przechowywanie surowca w silosach, proces dezodoryzacji i oczyszczania wpływały na obniżenie poziomu tego zanieczyszczenia. Działanie bezpośrednie gazów spalinowych podczas suszenia ziaren i/lub wysokiej temperatury podczas suszenia ziaren i ekstrakcji oleju w wielu przypadkach zwiększało zawartość WWA w produkcie finalnym. Zaobserwowano znaczne różnice w poziomie WWA w różnych partiach produkcyjnych takiego samego rodzaju oleju [2, 5, 6, 10].

W związku z wagą problemu zanieczyszczenia żywności benzo(a)pirenem, Komisja Europejska ustanowiła Rozporządzenie (WE) nr 1881/2006, w którym zostały określone maksymalne dopuszczalne poziomy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w żywności [15] oraz Rozporządzenie Komisji (WE) 333/2007 ustanawiające metody pobierania próbek i metody analizy do celów urzędowej kontroli poziomów benzo(a)pirenu [16]. W środkach spożywczych takich jak oleje i tłuszcze przeznaczone do bezpośredniego spożycia przez ludzi lub stosowane jako składnik w produktach spożywczych, maksymalny dopuszczalny poziom benzo(a)pirenu wynosi 2 µg/kg.

W ostatnich latach zwiększyło się zainteresowanie konsumentów tłuszczami roślinnymi a na rynku pojawiły się oprócz tradycyjnych: rzepakowego, słonecznikowego, sojowego i oliwy z oliwek także oleje z innych, często „egzotycznych” roślin: arachidowy, sezamowy, krokoszowy. Zgodnie z najnowszymi badaniami na rynku stołecznym obecnych jest 168 asortymentów olejów spożywczych nierafinowanych w tym 108 oliwy z oliwek. W badaniach organoleptycznych najbardziej pożądane przez konsumentów były oleje: orzechowy i z pestek winogron oraz oliwa extra virgin [19].

Nie bez znaczenia jest też zmiana upodobań kulinarnych i przygotowywanie potraw według przepisów kuchni azjatyckich, w których warzywa i mięso smażone są w wysokich temperaturach, powodujących „dymienie” tłuszczu. W Chinach, gdzie zaobserwowano liczne przypadki raka płuc u kobiet, przeprowadzono szereg prac badawczych, które potwierdziły działanie mutagenne oparów ogrzewanych olejów spożywczych. W oparach oleju wydzielanych podczas smażenia zidentyfikowano liczne WWA, w tym benzo(a)piren w ilościach 19,6 µg/m³ w oleju sojowym i 18,3 µg/m³ w oleju arachidowym [3].

Celem pracy było oznaczenie zawartości benzo(a)pirenu w olejach roślinnych dostępnych na rynku oraz zbadanie wpływu wysokiej temperatury podczas ogrzewania olejów na zawartość benzo(a)pirenu.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły próbki oliwy z oliwek importowanej z Hiszpanii: *Carbonelli, Goya, Pomace -Acorsa Aceitunas de Mesa de Cordoba* oraz z Włoch: *Basso, Carapelli, Costa d'Oro, Salva-*

dori, a także próbki następujących olejów: rzepakowego: *Kujawski, Mazowiecki, Oleo, Vitacorn*; słonecznikowego: *Leader Price* (Belgia), *Olek, Sunflower* (Węgry), *Tropico* (Bułgaria); sojowego: *Złoty, Perla* (Włochy); lnianego: *Linolia, Vitacorn*; z pestek winogron: *Melissa* (Hiszpania), *Monini* (Włochy); z pestek dyni: *Vitacorn* oraz importowany (Ukraina); sezamowego: *Lian* (Tajlandia), *Vitacorn*; kukurydzianego: *Agdor*; arachidowego: *CROM* (Włochy); konopnego: *IWN*; z ziaren krokosza (Niemcy); z rokitnika: (Ukraina). Wszystkie próbki przechowywano w temperaturze pokojowej, bez dostępu światła.

W 8 próbkach olejów wytwarzanych z różnych roślin oznaczono zawartość benzo(a)pirenu po poddaniu ich działaniu temperatury 240° C przez 30 minut. Próbki o objętości 10 ml, tworzące warstwę grubości 1 cm, ogrzewano w naczyniach szklanych nakrytych szkiełkami zegarowymi.

Zawartość benzo(a)pirenu oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z odwróconą fazą zgodnie z normą międzynarodową ISO 15302:1998 [9], wprowadzając modyfikację w postaci zastosowania wzorca wewnętrznego, którym był benzo(b)chryzen.

Zasada metody polega na adsorpcji próbki oleju na kolumnie chromatograficznej z tlenkiem glinu, następnie elucji benzo(a)pirenu heksanem i analizie eluatu metodą HPLC w odwróconym układzie faz z użyciem detektora fluorymetrycznego.

Metoda została zwalidowana w laboratorium: granica wykrywalności metody (LOD) wynosi 0,16 µg/kg, oznaczalności (LOQ) – 0,32 µg/kg, niepewność pomiaru 7%, odzysk 97%. Laboratorium posiada w tym zakresie akredytację Polskiego Centrum Akredytacji.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zbadano 40 próbek olejów pobranych z rynku warszawskiego oraz dostarczonych do badań przez importerów. Kodeks Żywnościowy określa parametry zdrowotne dla 3 rodzajów oliwy i 19 rodzajów tłuszczów roślinnych pozyskiwanych z 13 gatunków roślin [4]. Nie ma wśród nich oleju z nasion lnu, konopi ani z owoców rokitnika. O ile o dwóch pierwszych można powiedzieć, że były spożywane na ziemiach Polski tradycyjnie szczególnie w okresie postów, o tyle olej z rokitnika nigdy nie był i nadal nie jest dopuszczony do spożycia w kraju.

Wyniki badań zawartości benzo(a)pirenu w olejach przedstawiono w tabeli I.

W badanych 10 oliwach z pierwszego tłoczenia poziom benzo(a)pirenu był wyrównany i w większości próbek (n=7) niższy od 0,32 µg/kg tj. granicy oznaczalności metody (mediana 0,24 µg/kg, zawartość maksymalna 0,38 µg/kg), w oliwie pomace (zawierającej ekstrakt z wytlóków oliwek) był zbliżony – 0,31 µg/kg. Na rynku krajowym stosunkowo rzadko spotyka się oliwę pomace, natomiast w krajach, gdzie ten gatunek oleju jest bardziej popularny, wielokrotnie stwierdzano w nim wysoką zawartość benzo(a)pirenu; na przykład w badaniach wykonanych w Katarze zawartość B(a)P w 31 oliwach ekstra vergin i 13 oliwach rafinowanych nie przekraczała 2,00 µg/kg natomiast w 3 z 7 próbek oliwy pomace stwierdzono wysokie zawartości B(a)P, dochodzące nawet do 70,8 µg/kg. [1].

W 7 zbadanych, próbkach krajowego oleju rzepakowego stwierdzono zawartość B(a)P w zakresie od 0,92 do 3,74 µg/kg. W 3 próbkach oleju słonecznikowego poziom B(a)P był poniżej 0,32 µg/kg, a w 1 próbce wynosił 2,25 µg/kg. Oleje sojowe zawierały od 0,33 do 1,26 µg/kg. Wśród pozostałych rodzajów oleju jadalnego zanieczyszczenie B(a)P przekraczające 1 µg/kg stwierdzono jedynie w 2 próbkach oleju z pestek dyni i w oleju konopnym. W próbce oleju z rokitnika dostarczonej do laboratorium stwierdzono najwyższą zawartość B(a)P – 3,83 µg/kg (Tabela I).

Tabela I. Poziom benzo(a)pirenu w olejach roślinnych
Benzo(a)pyrene level in vegetable oils

Oleje	Rodzaj oleju (informacja na etykiecie)	Zawartość benzo(a)pirenu µg/kg
oliwa z oliwek	z pierwszego tłoczenia, rafinowany	0,33
	z pierwszego tłoczenia, rafinowany	0,32
	z pierwszego tłoczenia, rafinowany	0,25
	z pierwszego tłoczenia, rafinowany	<0,16
	z pierwszego tłoczenia na zimno	<0,16
	z pierwszego tłoczenia na zimno	0,38
	extra vergine	0,23
	extra vergine	0,19
	extra vergine	0,21
	extra vergine tłoczony na zimno	0,30
	pomace rafinowany	0,31
rzepakowy	rafinowany	3,74
	-	1,35
	tłoczony na zimno, nierafinowany	1,51
	-	3,00
	z pierwszego tłoczenia rafinowany	0,92
	z pierwszego tłoczenia rafinowany	1,02
	z pierwszego tłoczenia rafinowany	1,03
słonecznikowy	rafinowany	2,25
	-	<0,16
	-	<0,16
	-	0,16
sojowy	rafinowany odwoniony	0,49
	rafinowany odwoniony	1,26
	-	0,33
z pestek winogron	z pierwszego tłoczenia na zimno	0,42
	rafinowany	0,17
	-	0,26
kukurydziany	tłoczony na zimno	0,90
	tłoczony na zimno	0,55
sezamowy	tłoczony na zimno nierafinowany	0,62
	-	0,80
z pestek dyni	tłoczony na zimno nierafinowany	1,07
	-	1,51
lniany	nisko linolenowy tłoczony w temp. < 50° C	0,30
	nisko linolenowy tłoczony na zimno	0,18
arachidowy	-	<0,16
konopny	tłoczony na zimno	1,44
krokoszowy	z ostu	0,54
z rokitnika	-	3,83

W badaniach wykonanych w Brazylii nie wykryto B(a)P w oleju rzepakowym, natomiast średnia zawartość B(a)P w innych olejach wynosiła: w słonecznikowym – 0,2 µg/kg; w ryżowym – 1,8 µg/kg; w palmowym 2,1 µg/kg; w sojowym – 2,2 µg/kg; w kukurydzianym - 10,8 µg/kg [12]. W Europie w latach 1992 – 2003 w 12 państwach Unii Europejskiej i Norwegii zbadano ponad 2 tysiące próbek oleju w kierunku zanieczyszczenia B(a)P oraz oszacowano pobranie B(a)P z żywnością [14]. Niektóre dane zawarte w tym raporcie podaje tabela II.

Tabela II. Zanieczyszczenie benzo(a)pirenem olejów jadalnych zbadanych na obszarze Europy [wg 15]
Benzo(a)pyrene contamination of edible oils analyzed in Europe [15]

Rodzaj oleju	Średnia zawartość benzo(a)pirenu (µg/kg)	Liczba próbek	
		zbadanych	o zawartości benzo(a)pirenu ponad 2 µg/kg
oliwa ekstra virgin	0,40	671	14
oliwa	1,70	280	17
oliwa pomace	17,70	360	262
olej z pestek winogron	4,20	201	59
olej słonecznikowy	3,12	201	59

Do zbadania wpływu temperatury na poziom benzo(a)pirenu wybrano 8 tłuszczów roślinnych wytwarzanych z różnych gatunków roślin. Zastosowana temperatura 240° C jest zbliżona do temperatury rozkładu tłuszczów, która wynosi np.: 238° C – dla oleju rzepakowego, 246° C – dla oleju słonecznikowego. Temperatura taka może być osiągnięta przez tłuszcz podczas smażenia w niekontrolowanych warunkach w domu, na grillu lub w restauracji. Podczas ogrzewania próbek nie zaobserwowano wydzielania dymu natomiast powstawał nieprzyjemny zapach spalonego tłuszczu a na ścianach naczyń utworzył się brązowy, tłusty nalot. Wyniki przedstawiono w tabeli III.

Tabela III. Wpływ ogrzewania oleju na zawartość benzo(a)pirenu
Influence of heating on benzo(a)pyrene contents of oils

Rodzaj oleju	Zawartość benzo(a)pirenu (µg/kg)	
	przed ogrzewaniem	po ogrzewaniu w 240° C
oliwa z 1-go tłoczenia na zimno	0,38	0,34
rzepakowy z 1-go tłoczenia	1,03	0,78
słonecznikowy rafinowany	<0,16*	0,17
sojowy	1,26	0,77
lniany z 1-go tłoczenia na zimno	0,30	<0,16*
kukurydziany tłoczony na zimno	0,55	0,42
sezamowy tłoczony na zimno, nierafinowany	0,62	0,56
arachidowy	<0,16*	<0,16*

* wartość poniżej granicy wykrywalności metody (LOD)

Średnia zawartość benzo(a)pirenu (dla próbek o zawartości powyżej granicy oznaczalności metody - LOQ) przed ogrzewaniem wynosiła 0,79 µg/kg a po ogrzewaniu 0,57 µg/kg. Uzyskane wyniki wskazują, że przeprowadzony proces ogrzewania nie wpłynął na wzrost zawartości benzo(a)pirenu. Podobnie Purcaro i wsp. nie stwierdzili zwiększenia zawartości WWA w tłuszczu podczas procesu ciągłego smażenia czipsów, frytek i ryb w temperaturze od 160 do 205° C [13].

Produkty mięsne (hamburgery i frankfurterki) smażone w temp. 170-180° C przez 10, 20 i 30 min. w oliwie, oleju słonecznikowym, sojowym lub maśle wykazywały czterokrotnie większą niż kontrola i wzrastającą z czasem smażenia aktywność mutagenną [11]. Podobne działanie zaobserwował Tikkanen [17]. Prace te wskazują, że źródłem szkodliwych substancji są produkty smażone lub procesy przebiegające podczas smażenia tych produktów w tłuszczach. Nie stwierdzono, aby źródłem szkodliwych substancji były same tłuszcze, nawet ogrzewane w wysokich temperaturach.

Poziom zanieczyszczenia produktów spożywczych benzo(a)pirenem jest z uwagą kontrolowany w krajach Unii Europejskiej. W Systemie Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznych Produktach Żywnościowych i Środkach Żywnienia Zwierząt (RASFF) w roku 2006 zgłoszono przekroczenie poziomu benzo(a)pirenu w 34 produktach spożywczych w tym w 1 oleju z pestek winogron (zgłoszony przez Polskę, pochodzący z Włoch) i 1 oleju słonecznikowym. Natomiast w 2007 roku zgłoszono 52 produkty z czego 17 stanowiły oleje: 5 słonecznikowych, 4 z nasion dyni, 3 sezamowe, 2 z czosnku, 1 rzepakowy (zgłoszony przez Polskę, krajowy), 1 z rokitnika, 1 z orzechów.

WNIOSKI

1. Zawartość benzo(a)pirenu w olejach wynosiła od < 0,16 µg/kg do 3,83 µg/kg.
2. Zawartość benzo(a)pirenu w 4 spośród 40 zbadanych próbek olejów roślinnych przekraczała maksymalny dopuszczalny poziom 2 µg/kg.
3. Ogrzewanie olejów w warunkach dostępu powietrza, w temperaturze 240° C przez 30 minut nie wpłynęło na zwiększenie zawartości benzo(a)pirenu.

Podziękowania. Autorzy pracy dziękują pani *Annie Moczydłowskiej* za pomoc techniczną przy wykonaniu badań.

M. Jędra, A. Starski, H. Gawarska, D. Sawilska-Rautenstrauch

ZANIECZYSZCZENIE OLEJÓW ROŚLINNYCH BENZO(a)PIRENEM

Streszczenie

Zawartość benzo(a)pirenu w 40 olejach roślinnych oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) w odwróconym układzie faz. Uzyskane wyniki wahały się od 0,11 do 0,38 µg/kg w oliwach; od 0,92 do 3,74 µg/kg w olejach rzepakowych; od 0,11 do 2,25 µg/kg w olejach słonecznikowych oraz od 0,33 do 1,26 µg/kg w olejach sojowych. W pozostałych badanych olejach: arachidowym, konopnym, krokoszowym, kukurydzianym, lnianym, sezamowym, z pestek dyni, z pestek winogron – poziom benzo(a)pirenu wynosił od 0,10 do 1,44 µg/kg a w oleju z rokitnika 3,83 µg/kg.

Zanieczyszczenie benzo(a)pirenem w 4 z 40 zbadanych próbek przekraczało maksymalny dopuszczalny w Unii Europejskiej poziom wynoszący 2 µg/kg. Ogrzewanie w temp. 240° C przez 30 minut próbek oliwy oraz olejów: rzepakowego, sojowego, lnianego, kukurydzianego, sezamowego i arachidowego nie wpłynęło na zwiększenie poziomu benzo(a)pirenu.

M. Jędra, A. Starski, H. Gawarska, D. Sawilska-Rautenstrauch

BENZO(a)PYRENE CONTAMINATION OF VEGETABLE OILS

Summary

Benzo(a)pyrene (B(a)P) analysis was carried out with glass chromatographic column with alumina followed by reverse phase high-performance liquid chromatography (HPLC) and spectrofluorometric detection. B(a)P level in 40 vegetable oils were as follow: from 0,11 to 0,38 µg/kg in olive; from 0,92 to 3,74 µg/kg in rape seed oils; from 0,11 to 2,25 µg/kg in sunflower oils and from 0,33 to 1,26 µg/kg in soya oils. In another investigated oils: arachide (peanut) corn, safflower, linen, hempen, sesame, pumpkin seeds, grape seeds –values from 0,10 to 1,44 µg/kg and 3,83 µg/kg in sea buckthorn oil were detected. B(a)P concentration in 4 from 40 investigated oils exceed the 2 ppb limit proposed by the European Commission.

Heating of sample of oils: olive, rape, soya, linen, corn, sesame, peanut, in temp. 240° C for 30 min. has not influence on decreased of B(a)P level.

PIŚMIENNICTWO

1. *Abdulkadar A.H., Kunhi A.A., Jassim A.J., Abdulla A.A.*: Determination of benzo(a)pyrene by GC/MS/MS in retail olive oil samples available in Qatar. *Food Addit. Contam.* 2003, 20(12), 1164-9.
2. *Cejpek K., Hajslova J., Kocourek V., Tomaniova M., Cmolik J.*: Changes in PAH levels during production of rapeseed oil. *Food Addit. Contam.* 1998, 15 (5), 563-74.
3. *Chiang T.A., Wu P.F., Wang L.F., Lee H., Lee C.H., Ko Y.C.*: Mutagenicity and polycyclic hydrocarbon content of fumes from heated cooking oils produced in Taiwan. *Mutat. Res.* 1997, 381 (2), 157-61.
4. Codex Alimentarius Vol. 8: Fats, oils and related products. WHO, Rome 2001.
5. *Dennis M.J., Massey R.C., Cripps G., Venn I., Howarth N., Lee G.*: Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products. *Food Addit. Contam.* 1991, 8 (4), 517-30.
6. *Guillen M.D., Sopolana P.*: Load of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible vegetable oils: importance of alkylated derivatives. *J. Food Prot.* 2004, 67(9), 1904-13.
7. IARC, 1987, Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to human. Overall evaluation of carcinogenicity; An updating of IARC monographs volume 1 to 42; IARC, Lyon.
8. *Ibanez R., Agudo A., Berenguer A., Jakszyn P., Tormo M.J., Sanchez M.J., Quiros J.R., Pera G., Navarro C., Martinez C., Larranga N., Dorronsoro M., Chirlaque M.D., Barricarte A., Ardanaz E., Amiano P., Gonzalez C.A.*: Dietary intake of polycyclic aromatic hydrocarbons in Spanish population. *J. Food Prot.* 2005, 68(10), 2190-5.
9. International Standard ISO 15302:1998(E) Animal and vegetable fats and oils. Determination of benzo[a]pyrene content. Reverse-phase high-performance liquid chromatography method.
10. *Jankowski P., Obiedziński M.W.*: Badania nad występowaniem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w rzepaku i produktach olejarskich. *Tłuszcze Jadalne* 2000, 35, 112-125.

11. *Perez C., Lopez de Cerain A, Bello J.*: Modulation of mutagenic activity in meat samples after deep-frying in vegetable oils. *Mutagenesis*.2002, 17 (1), 63-66.
12. *Pupin A.M., Toledo M.C.*: Benzo(a)pyrene in Brazilian vegetable oils. *Food Addit. Contam.*1996,13 (6), 639-45.
13. *Purcaro G., Navas J.A., Guardiola F., Conte L.S., Moret S.*: Polycyclic aromatic hydrocarbons in frying oils and snacks. *J.Food Prot.* 2006, 69 (1), 199-204.
14. Reports on tasks for scientific cooperation. Collection of occurrence data on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. Agence Francoise de Securitaire des Aliments AFSSA. October 2004.
15. Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 roku ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. (Dziennik Urzędowy UE L/364 z dnia 20.12.2006, 5-24.
16. Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 333/2007 z dnia 28 marca 2007 roku ustanawiające metody pobierania próbek i metody analizy do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo(a)pirenu w środkach spożywczych. Dziennik Urzędowy UE L/88 z dnia 29.03.2007, 29-38.
17. *Tikkanen L.M.*: Sources of mutagenicity in cooked foods. *Food.Chem.Toxicol* 1991, 29 (2), 87-92
18. *Waldman J.M., Liroy P.J., Greenberg A., Butler J.P.*: Analysis of human exposure to benzo(a)pyrene via inhalation and Food ingestion in the Total Human Environmental Exposure Study (THEES). *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 1991, 1, 193-225.
19. *Wroniak M., Brylska L.*: Dostępność i jakość spożywczych olejów tłoczonych na zimno na rynku warszawskim. *Tłuszcze Jadalne* 2006, 41, 320-330.

Otrzymano: 6.12.2007