

**Monika Bojanowska\***

**WIELOPIERŚCIENIOWE WĘGLOWODORY AROMATYCZNE  
I POZOSTAŁOŚCI ŚRODKÓW CHEMICZNYCH W TŁUSZCZACH  
JADALNYCH**

**POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS AND RESIDUES  
OF CHEMICALS IN EDIBLE FATS**

**Słowa kluczowe:** WWA, benzo(a)piren, pozostałości środków chemicznych, tłuszcze jadalne.

**Key words:** PAH, benzo(a)pyrene, residues of chemicals, edible fats.

*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) constitute one of the largest and most varied groups of organic compounds with known toxic, mutagenic and carcinogenic properties. Sources of PAHs in food include environmental contamination during food processing, and thermal treatments of varying severity used in preparation and manufacture of food. Rape seeds, vegetable oils and edible fats may accumulate PAH contaminations, which creates a serious threat to human health. The objective of the study presented herein was to determine the level of PAH and residues of chemicals in vegetable fats (margarines and oils). The study showed that the content of PAH and residues of certain chemicals in samples of fats did not exceed the levels defined in standards currently valid in EU countries.*

## **1. WPROWADZENIE**

Występowanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w produktach rolno-spożywczych jest spowodowane ich powszechną obecnością w środowisku i przedostawaniem się do roślin w okresie wegetacji oraz w wyniku technologicznych procesów, stosowanych w przetwórstwie surowców i przechowywaniu produktów rolno-spożywczych. WWA dostają się do organizmu człowieka drogą wziewną i przez skórę oraz drogą pokarmową z wodą i żywnością, przy czym podstawowym źródłem pobrania tych związków jest żywność. Duży udział w pobraniu WWA przez organizm człowieka mają produkty rolno-

---

\* *Dr Monika Bojanowska – Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; tel.: 81 445 66 40; e-mail: monika.bojanowska@up.lublin.pl*

cze, zwłaszcza pochodzenia roślinnego, w których zawartość WWA jest wprawdzie mała, ale ich spożycie bardzo duże [Oleszczuk 2002, Teixeira i in. 2007].

Wartość nasion rzepaku, będących surowcem w przemyśle tłuszczowym, jest ściśle uzależniona zarówno od technologii zbioru (dojrzałość, ilość uszkodzeń), jak i warunków oraz sposobu obróbki pozbiorowej, szczególnie suszenia, czyszczenia, transportu i przechowywania. Proces dosuszania lub suszenia nasion rzepaku jest jednym z istotniejszych etapów obróbki pozbiorowej tej rośliny. Błędy popełniane w czasie suszenia mogą wynikać zarówno z niewłaściwego obchodzenia się z bardzo wrażliwym materiałem, jakim są nasiona rzepaku (bogate w tłuszcz, białko i węglowodany podatne na zmiany temperatury podczas suszenia), jak również ze stanu technicznego suszarni używanych przez producentów rzepaku. Niezmiernie ważne jest więc, aby do suszenia rzepaku stosować jedynie suszarnie spełniające bardzo zaostrome rygory technologiczne (ustabilizowana temperatura, równomierność suszenia, brak dostępu spalin) [Bojanowska i Czerwiński 2010, Jędra i in. 2008].

Również stosowanie środków chemicznych, zwłaszcza w terminie tuż przed zbiorem i w dużych dawkach, niesie zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Szczególnie groźne są pozostałości na nasionach i w glebie. Obecne na rynku środki chemiczne, przyspieszające i wyrównujące dojrzewanie roślin, typu Reglone, Roundup, Basta mają bardzo wielu zwolenników. Określenie zagrożeń związanych ze stosowaniem tego typu środków w uprawie rzepaku jest zagadnieniem bardzo ważnym z uwagi na wciąż rosnącą powierzchnię upraw tej rośliny. Takie potencjalne zagrożenia mobilizują do gruntownego poznania zarówno niebezpieczeństw, jak i korzyści wynikających ze stosowania desykantów [Bojanowska 2009, Pits i in. 2008].

Celem pracy było określenie poziomu WWA i pozostałości środków chemicznych w olejach i margarynach, stanowiących główne tłuszcze roślinne spożywane w Polsce.

## 2. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły wybrane oleje i margaryny kostkowe dostępne w sklepach. Zawartość WWA w wybranych tłuszczach jadalnych oznaczono rozpuszczając 0,5–1 g próbki w 2,5 cm<sup>3</sup> CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> i dodając wzorca znaczonego izotopowo, zawierające deuterowane: Acenafteń-d10, Fenantren-d10, Chryzen-d12 i BaP-d12. Ekstrakt oczyszczano metodą wysokorozdzielczej chromatografii wykluczania (HR-SEC) z wykorzystaniem chromatografu cieczowego Breeze 1525 (Waters – USA). Po odparowaniu oczyszczony ekstrakt dozowano na system GC/MS pracujący w trybie SIM.

Pozostałości środków chemicznych w badanych tłuszczach oznaczano rozpuszczając 0,5 g próbki w mieszaninie metanol/aceton. Ekstrakty oczyszczano i frakcjonowano metodą chromatografii wykluczania (SEC) na kolumnach Envirogel GPC cleanup 19x150 mm i 9x300 mm oraz kolumnkach SPE C-18. Końcowe oznaczenie wykonywano z wy-

korzystaniem LC-MS Agilent 1200 sprzężonego z detektorem Q-Trap 4000. Detektor masowy pracował w tym przypadku w trybie MRM podczas analizy pozostałości niezmienionych form pestycydów oraz w trybie SIM podczas analizy produktów degradacji.

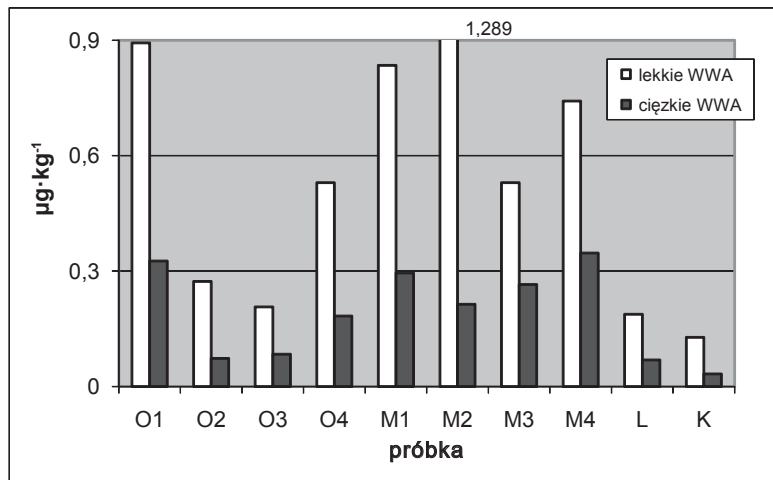
### 3. WYNIKI I DYSKUSJA

Zbadano zawartość 16 WWA w próbkach 4 margaryn kostkowych, używanych do smażenia i pieczenia oraz w 4 olejach rzepakowych, a także – porównawczo – w oleju lnianym i kokosowym. Zawartości poszczególnych WWA w olejach i margarynach oraz wskaźniki kancerogenności WWA przedstawiono w tabeli 1. W badanych margarynach i olejach rzepakowych dominowały węglowodory lekkie, m.in. naftalen, fenantren, acenaftylen i piren, a najwyższymi wartościami sumy lekkich WWA (naftalenu, acenaftyenu, acenaftenu, fluoranu, fenantrenu, antracenu i fluorantenu) oznaczały się margaryna M1 i M2, odpowiednio 0,893 i 1,289  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (rys.1). Wyniki te potwierdzają badania Jankowskiego i Obiedzińskiego [2001], wg których zawartość naftalenu i fenantrenu stanowiła 58% wszystkich badanych WWA w próbkach analizowanych tłuszczów jadalnych.

**Tabela 1.** Zawartość WWA w olejach i margarynach ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) oraz wartości wskaźnika kancerogenności A; O1–O4 – oleje rzepakowe, M1–M4 – margaryny kostkowe.

**Table 1.** The content of WWA in oils and margarines ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) and values of the index of carcinogenicity A; O1–O4 – rapeseed oils, M1–M4 – bar-packed margarines

Związek \ Próbką	O1	O2	O3	O4	M1	M2	M3	M4	Olej kokosowy	Olej lniany	WWK
Naftalen	0,351	0,091	0,051	0,232	0,232	0,484	0,081	0,113	0,023	0,019	0,001
Acenaftylen	0,227	0,042	0,027	0,048	0,214	0,300	0,054	0,076	0,041	0,016	0,001
Acenaften	0,038	0,014	<0,010	0,021	0,067	0,085	0,069	0,097	<0,010	<0,010	0,001
Fluoren	0,045	0,053	0,053	0,093	0,014	0,034	0,113	0,158	0,012	0,014	0,001
Fenantren	0,091	0,032	0,033	0,054	0,056	0,106	0,064	0,090	0,036	0,022	0,001
Antracen	0,038	0,027	0,024	0,046	0,030	0,038	0,054	0,076	0,046	0,027	0,01
Fluoranten	0,046	0,014	0,019	0,022	0,081	0,057	0,049	0,069	0,016	0,013	0,001
Piren	0,057	<0,010	<0,010	0,014	0,141	0,185	0,046	0,064	0,014	0,017	0,001
Benzo(a)antracen	0,059	<0,010	<0,010	0,018	0,042	0,043	0,054	0,076	0,031	<0,010	0,1
Chryzen	0,043	0,033	0,027	0,041	0,081	0,038	0,016	0,022	0,024	0,019	0,01
Benzo(b)fluoranten	0,076	0,011	0,022	0,039	0,064	0,053	0,061	0,085	0,014	0,014	0,1
Benzo(k)fluoranten	0,038	0,017	0,024	0,052	0,046	0,022	0,052	0,073	<0,010	<0,010	0,1
Benzo(a)piren	0,027	0,012	0,011	0,019	0,019	0,034	0,020	0,028	<0,010	<0,010	1,0
Dibenzo(a,h)antracen	0,048	<0,010	<0,010	0,014	0,043	0,024	0,031	0,043	<0,010	<0,010	5,0
Benzo(g,h,i)perylene	0,036	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,0147	0,20	<0,010	<0,010	0,01
Indeno(1,2,3-cd)piren	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	0,1
A	0,285	0,068	0,068	0,102	0,251	0,166	0,194	0,271	0,067	0,065	–



**Rys. 1.** Zawartość sumy lekkich i ciężkich WWA w olejach i margarynach ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ); O1– O4 – oleje rzepakowe, M1–M4 – margaryny kostkowe, L– olej lniany, K– olej kokosowy.

**Fig. 1.** The content of light and heavy PAH in oils and margarines ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ); O1– O4 – rapeseed oils, M1–M4 – bar-packed margarines, L– linseed oil, K– coconut oil

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne stanowią liczną grupę, a ich toksyczność jest bardzo zróżnicowana. Najlepiej przebadanym i znanym związkiem jest benzo(a)piren, który ze względu na powszechność występowania w środowisku może być traktowany jako marker substancji o działaniu rakotwórczym i mutagennym na organizmy żywe, w tym szczególnie człowieka. Zgodnie z rozporządzeniem Komisji WE nr 208/2005 zawartość benzo(a)pirenu w produktach spożywczych nie powinna przekraczać  $2 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . W Niemczech stężenie sumy WWA, takich jak benzo(a)piren, benzo(e)piren, benzo(b,j,k)fluoranten, dibenzo(a,h)antracen, indeno(1,2,3-cd)piren, benzo(a)fluoranten, benzo(g,h,i)perylene, powinno być mniejsze niż  $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , a samego benzo(a)pirenu – na poziomie  $1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  w wybranych produktach spożywczych [Oleszczuk 2002, Srogi 2007].

W badanych margarynach zawartość benzo(a)pirenu wynosiła  $0,019\text{--}0,034 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Największą zawartość zanotowano w margarynie M2.

W pracy analizowano również oleje, w których ilości poszczególnych WWA były nieco mniejsze niż w margarynach. W olejach rzepakowych zawartości poszczególnych węglowodorów były większe niż w oleju lnianym i kokosowym. Zawartość benzo(a)pirenu w olejach wynosiła  $0,010\text{--}0,027 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ , przy czym minimalne ilości zanotowano w przypadku oleju lnianego i kokosowego. Poza zanieczyszczeniem materiału służącego do wyrobu oleju pewne ilości WWA mogą się w nim znaleźć w wyniku procesów wytwórczych, m.in. suszenia materiału, czy zanieczyszczenia rozpuszczalnikami stosowanymi do ekstrakcji [Janowski, Obiedziński 2001]. W próbkach przemysłowych poddanych wysokiej temperaturze

zachodzi zarówno proces zanieczyszczenia B(a)P, jak i proces jego rozpadu, którego produkty mogą być bardziej toksyczne niż B(a)P [Tys i in. 2003].

Istnieją pewne procesy przetwarzania olejów, które przyczyniają się do zmniejszenia zawartych w nich WWA. Zmniejszeniu zawartości lotnych dwu-, trzypierścieniowych węglowodórów oraz istotnemu zmniejszeniu zawartości węglowodórów cztero- i pięciopierścieniowych szczególnie sprzyja stosowana w procesach rafinacji wysoka temperatura i próżnia [Bojanowska i in. 2008].

Ważnym wskaźnikiem może być wskaźnik kancerogenności wszystkich WWA obecnych w produktach. Założono, że związkiem wzorcowym jest B(a)P, a siła działania rakotwórczego (nazwana względnym wskaźnikiem kancerogenności – WWK) innych związków jest obliczana w stosunku do siły działania B(a)P, której nadano wartość 1. I tak np. tylko di-benzo(a,h)antracen ma wartość WWK większą od jedności – równą 5, co oznacza, że jest 5 razy bardziej kancerogeny od benzo(a)pirenu [Nisbet, LaGoy 1992].

Wyznaczone współczynniki zastosowano do obliczenia oczekiwanej liczby przypadków nowotworów. Liczne badania epidemiologiczne wykonywane u pracowników narażonych na WWA, w tym również na benzo(a)piren, wykazały wyraźną zależność między ekspozycją na te mieszaniny, a wzrostem ryzyka powstawania nowotworów [Agency... 1995]. Na podstawie wartości WWK i rzeczywistej zawartości poszczególnych związków ( $C_1 - C_9$  dla WWA o wartości WWK od 0,01 do 5) w tłuszczach roślinnych (tab. 1) określono wartość umownego wskaźnika A, który jest nazywany wskaźnikiem kancerogenności WWA [Sapota 2002]:

$$A = \sum_{i=1}^4 A_i = k_1 C_1 + k_2 C_2 + k_3 \sum_{i=3}^6 C_i + k_4 \sum_{i=7}^9 C_i$$

gdzie:

$k_1 - k_4$  – wartości WWK poszczególnych WWA

$C_1 - C_9$  – zawartość poszczególnych WWA w badanych tłuszczach.

Wartości tych wskaźników w analizowanych próbkach wynosiły 0,065–0,285, a wartości maksymalne uzyskano dla oleju O1 oraz margaryny M4.

Z analizy przebadanych tłuszczów wynika, że w żadnym z nich zawartość WWA nie przekroczyła obowiązujących norm (śladowe ilości WWA, w tym także B(a)P), jednak poszczególne próby różniły się pomiędzy sobą (dotyczy to oleju O1 i margaryny M4, których wskaźnik A jest znacznie większy niż pozostałych). Świadczy to o tym, że zanieczyszczenie badanych tłuszczów związkami WWA jest różne i nie wynika tylko z jakości surowca (mniejsza zawartość poszczególnych węglowodórów w próbach nasion w porównaniu z produktami spożywczymi [Bojanowska i in. 2008, Bojanowska i Czerwiński 2010]). Należałoby więc przeanalizować zarówno technologię ich powstawania, jak i jakość komponentów, które zawierają.


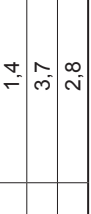
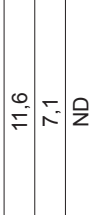
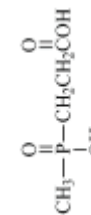



Trudno jest obecnie jednoznacznie przesądzać o znaczeniu dla zdrowia człowieka pozostałości tych związków w produktach rolno-spożywczych, ze względu na złożoność ich składu chemicznego oraz powszechność występowania w otoczeniu człowieka. Nawet najmniejsza obecność WWA w produktach spożywczych nie jest bezpieczna, ponieważ związki te mają zdolność do gromadzenia się w organizmach zwierząt i człowieka.

Glifosat, czyli N-fosfonometyloglicyna, jest substancją biologicznie czynną bardzo popularnego herbicydu Roundup 360 SL oraz wielu innych (Agrofosat 360 SL, Avans 330 SL, Glyfos 360 SL itp.). Glifosat i jego metabolit (kwas aminometylofosfonowy) są uważane za nietoksyczne dla ssaków, ptaków, ryb, owadów i większości bakterii. Nie ulegają również bioakumulacji w tkankach zwierzęcych i płodach rolnych. Glufosynat, czyli fosfintocylna, to składnik aktywny herbicydu uniwersalnego, występujący w wielu preparatach, np. Basta, Ignite, Challenge, Liberty. Główne metabolity to kwas 2-metylofosfinoctowy oraz kwas 3-metylofosfinopropionowy [Royer i in. 2000]. W Polsce największe dopuszczalne stężenie pozostałości pestycydów w produktach spożywczych jest określone przez rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16.05.2007 i dla glifosatu w nasionach rzepaku wynosi  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , a dla glufosynatu w owocach i warzywach –  $0,2\text{--}3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Niestety nie są dostępne dane odnoszące się do pozostałości glufosynatu w innych produktach rolnych, w tym nasionach rzepaku.

Zawartość glifosatu w olejach wynosiła  $3,6\text{--}7,9 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , a w margarynach –  $0,8\text{--}3,7 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , przy czym największą zanotowano w oleju O1 i margarynie M4 (tab. 2). Największą zawartość glufosynatu zanotowano w oleju O3 –  $11,6 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  oraz margarynie M2 –  $2,4 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , a najmniejszą w oleju O2 –  $4,8 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  i margarynie M3 –  $1,6 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . W oleju kokosowym i lnianym ilość glifostu i glufosynatu była mniejsza niż limit detekcji. Pochodna glifosatu – AMPA występowała we wszystkich analizowanych próbkach w ilości większej niż substancja wyjściowa. Zawartość pochodnej glufosynatu 3-MPPA w większości analizowanych tłuszczów była mniejsza. Zarówno glifosat, jak i glufosynat są to związki charakteryzujące się wysoką polarnością, bardzo dobrą rozpuszczalnością w wodzie oraz właściwościami kompleksującymi, co powoduje, że analiza tych związków w próbkach środowiskowych jest problematyczna. Ponadto związki te mają strukturę wspólną z aminokwasami i charakteryzują się małą absorpcją w UV oraz małą fluorescencją, dlatego, w porównaniu z innymi herbicydami (np. atrazyną), stosunkowo mało jest badań dotyczących środowiskowego występowania glifosatu i glufosynatu, szczególnie biorąc pod uwagę ich intensywne zużycie w świecie [Hidalgo i in. 2004, Royer i in. 2000].

Dikwat, stosowany w uprawie rzepaku, jest aktywnym składnikiem preparatów stosowanych w postaci roztworów wodnych (dibromek) jako czynnik osuszający, herbicyd i regulator wzrostu. Określono dopuszczalne stężenia dikwatu w produktach żywnościowych, włączając warzywa, mięso, mleko i jaja. Normy te, po bezpośrednim użyciu dikwatu, wynoszą w  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  dla: produktów mięsnych – 0,05, mleka – 0,02, ziemniaków – 0,1, nasion lucerny – 3, soi – 0,2. W Polsce wg rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia

**Tabela 2.** Zawartość pozostałości środków chemicznych i ich pochodnych ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) w olejach i margarynach; O1–O4 – oleje rzepakowe, M1–M4 – margaryny kostkowe  
**Table 2.** The content of chemicals residues and their derivatives in oils and margarines ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ); O1–O4 – rapeseed oils, M1–M4 – bar-packed margarines

Próbka	Glifosat	AMPA- kw. amino- metylofosfonowy	Glufosynat	3-MPPA – kw. 3-metylo- fosfinopropionowy	Dikwat	Tlenek dikwatu	Diftlenek dikwatu
							
O1	7,9	13	6,2	4,8	ND	1,2	8,0
O2	3,6	5	4,8	2,4	2,2	0,8	11
O3	4,2	8	11,6	6,7	ND	ND	7,2
O4	5,8	16	7,1	3,3	ND	0,6	6,8
kokosowy	ND	19	ND	27	ND	ND	ND
lniany	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
M1	1,4	2,8	2,1	1,5			
M2	0,8	1,4	2,4	3,2	0,3	0,9	6,4
M3	2,3	3,7	1,6	0,7	ND	ND	5,2
M4	3,7	2,8	1,8	0,9	ND	ND	ND

**Objaśnienia:**

ND < 0,2 dla glifosatu, glufosynatu i pochodnych

ND < 0,32 dla dikwatu i jego pochodnych

07.04.2004 (z późn. zm.) dopuszczalna zawartość dikwatu dla rzepaku w materiale paszowym wynosi  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , natomiast w produktach spożywczych, wg rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 16.05.2007 (z późn. zm.) –  $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

W badanych olejach i margarynach nie zanotowano pozostałości dikwatu, z wyjątkiem oleju O2 –  $2,2 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  i margaryny M2 –  $0,3 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , natomiast produkty jego degradacji (w szczególności ditlenek dikwatu) występowały w znacznie większej ilości (tab. 2). Pozostałości pestycydów we wszystkich analizowanych olejach i margarynach nie przekraczały norm określonych dla produktów spożywczych.

#### 4. WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość WWA w próbkach tłuszczów jadalnych nie przekracza obowiązujących w krajach UE norm.

Wskaźniki kancerogenności WWA w margarynach były na ogół większe niż w olejach, jednak największym wskaźnikiem charakteryzował się olej O1.

Zawartość pozostałości środków chemicznych, tj. glifosatu, glufosynatu i dikwatu oraz ich pochodnych nie przekraczała dopuszczalnych ilości tych związków w produktach spożywczych.

#### PIŚMIENNICTWO I AKTY PRAWNE

- Agency for Toxic Substances and Disease, U.S. Department of Health and Human Services 1995. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons. Atlanta.
- BOJANOWSKA M. 2009. Środki chemiczne w uprawie rzepaku – korzyści i potencjalne zagrożenia. W: J. Tys (red.) Postęp naukowo-techniczny w pozyskiwaniu, przetwarzaniu i wykorzystywaniu odnawialnych źródeł energii: Wykorzystanie surowców rolniczych w energetyce. Wieś Jutra, Warszawa: 32–39.
- BOJANOWSKA M., CZERWIŃSKI J. 2010. Polycyclic aromatic hydrocarbons in rape seeds with relation to their growing site and thermal treatment. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, 73(17–18): 1250–1259.
- BOJANOWSKA M., CZERWIŃSKI J. TYS. J. 2008. PAH in vegetable fats. *Polish Journal of Environmental Studies* 17(1): 207–212.
- HIDALGO C., RIOS C., HIDALGO M., SALVADO V., SANCHO J. V., HERNANDEZ F. 2004. Improved coupled-column liquid chromatographic method for the determination of glyphosate and aminomethylphosphonic acid residue in environmental waters. *Journal of Chromatography A* 1035: 153–157.
- JANKOWSKI P. S., OBIEDZIŃSKI M. W. 2001. Badania nad występowaniem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w tłuszczach roślinnych i zwierzęcych. *Tłuszcze Jadalne* 36(3–4): 111–124.



- JĘDRA M., STARSKI A., GAWARSKA H., SAWILSKA-RAUTENSTRAUCH D. 2008. Zanieczyszczenie olejów roślinnych benzo(a)pirenem. Roczn. PZH 59(2): 131–138.
- OLESZCZUK P. 2002. Zanieczyszczenie żywności przez wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Arch. Environ. Protect. 28(1): 107–118.
- NISBET I. C. T., LaGOY P. K. 1992. Toxic (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Reg. Toxicol. Pharmacol. 16: 290–300.
- PITS N., KUBACKI K., TYS J. 2008. Influence of application of plant growth regulators and desiccants on a yield and quality of winter oilseed rape. Int. Agrophysics 22: 67–70.
- ROYER A., BEGUIN S., SOCHOR H., COMMUNAL P. 2000. Determination of glufosinate ammonium and its metabolite (AE F064619 and AE F061517) residues in water by gas chromatography with tandem mass spectrometry after ion exchange cleanup and derivatization. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 5184–5189.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 7.04.2004 w sprawie dopuszczalnych zawartości pozostałości środków ochrony roślin w paszach** (Dz. U. 2004 Nr 83, poz. 771, Nr 285, poz. 2864, z 2005 r. Nr 88, poz. 749).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16.05.2007 w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów, które mogą znajdować się w środkach spożywczych lub na ich powierzchni** (Dz.U. 2007 Nr 119, poz. 817).
- Rozporządzenie Komisji (WE) NR 208/2005 z dnia 4 lutego 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych.** Dz.Urz. WE L 34/3 z 8.02.2005 r.
- SAPOTAA. 2002. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2 (32): 179–208.
- SROGI K. 2007. Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review. Environ. Chem. Lett. 5: 169–195.
- TEIXEIRA V.H., CASAL S., OLIVEIRA B.P.P. 2007. PAHs content in sunflower, soybean and virgin olive oils: Evaluation in commercial samples and during refining process. Food Chemistry 104: 106–112.
- TYS J., RYBACKI R., MALCZYK P. 2003. Sources of contamination of rapeseed with benzo(a)pyrene. Int. Agrophysics 17: 131–135.