

MARIUSZ SŁAWOMIR KUBIAK

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego
Politechnika Koszalińska

POZIOM KONCENTRACJI ZANIECZYSZCZEŃ Z GRUPY WIELOPIERŚCIENIOWYCH WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH (WWA) W WYBRANYCH WYROBACH MIĘSNYCH PODDANYCH TRADYCYJNEMU WĘDZENIU*

CONCENTRATION LEVELS OF CONTAMINANTS FROM THE GROUP
OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAH)
IN SELECTED MEAT PRODUCTS THAT ARE SMOKED TRADITIONALLY

Streszczenie. Większość kontaminantów chemicznych wykrywanych w żywności należy do grupy skażeń trudnych do uniknięcia z uwagi na powszechność ich występowania w środowisku naturalnym, trwałość oraz zdolność kumulowania się w ogniwach łańcucha żywnościowego, w tym także kontinuum troficznym. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne są grupą szeroko rozpowszechnioną w środowisku kancerogenów powstających podczas niepełnego spalania substancji organicznych. Stanowią one zanieczyszczenia w różnych rodzajach żywności, głównie poddanych procesom technologicznym, a w szczególności obróbki cieplnej. Produkty wędzone stanowią jeden z głównych składników naszej diety, są źródłem związków z grupy WWA, a tym samym rzutują na bezpieczeństwo zdrowotne. Technologia i parametry wędzenia mają znaczenie w koncentracji policyklicznych węglowodorów aromatycznych w żywności wędzonej, dlatego istotne jest monitorowanie procesu wędzenia oraz opracowywanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych, aby ograniczyć niebezpieczeństwo zanieczyszczeń. Celem niniejszej pracy było zbadanie koncentracji 15 reprezentatywnych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w wędzonych produktach mięsnych podzielonych na trzy grupy asortymentowe: wędzonki, kiełbasy średniorozdrobnione, produkty drobiowe. Największe zawartości Σ 15 WWA w grupie wędzonek stwierdzono dla ogonówek: $56,80 \pm 9,12 \mu\text{g}/\text{kg}$, mniejsze – dla polędwic sopockich: $36,52 \pm 5,42 \mu\text{g}/\text{kg}$. W kiełbasach średniorozdrobnionych wędzonych podsuszanych typu Myśliwska zawartość Σ 15 WWA wyniosła $77,12 \pm 20,87 \mu\text{g}/\text{kg}$, w kiełbasach typu Śląska –

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2013 jako projekt rozwojowy nr N R12 0125 10.

45,83 ±18,63 µg/kg. Suma 15 WWA w produktach drobiowych była o wiele mniejsza w porównaniu z wędzonymi kielbasami, co jest związane z koncentracją tłuszczu w surowcu, jak również z mniej agresywnym procesem wędzenia.

Słowa kluczowe: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), produkty mięsne wędzone, HPLC-FLD-DAD

Wstęp

Człowiek współczesny, egzystując w złożonym makroekosystemie, jest poddawany działaniu jego czynników abiotycznych i biotycznych, częściowo będących wytworem działalności ludzkiej – technosfery, warunków społecznych – socjosfery i kulturowych – noosfery. W codziennym życiu organizm ludzki jest narażony na działanie tysięcy substancji chemicznych, które są wytworem naturalnych procesów, jak również działalności człowieka. Niektóre z nich są korzystne dla zdrowia (np. główne składniki żywności), ale wiele innych może wpływać negatywnie, pogarszając jakość i bezpieczeństwo życia (DUTKIEWICZ 1988, WALTER i IN. 2002). Z uwagi na to, że zdrowie społeczeństwa jest największym dobrem, coraz większego znaczenia nabierają czasowo-przestrzenne badania monitoringowe poziomu kontaminantów zarówno w elementach środowiska, jak i w artykułach rolno-spożywczych oraz paszach dla zwierząt (ZAKRZEWSKI 1997, WALTER i IN. 2002).

Wiele prac poświęcono badaniom charakterystyki profili emitowanych WWA i ich zmienności w zależności od źródeł emisji (HIS-HSIEN i IN. 2002). Żywność i surowce rolne mogą być zanieczyszczone policyklicznymi węglowodorami pochodzącymi z produkcji rolnej, jak również będącymi efektem procesów termicznych utrwalania i przygotowywania do spożycia (JANKOWSKI i OBIEDZIŃSKI 2001). Procesy termiczne, oprócz tego, że nadają pożądaną smak i aromat, sprzyjają tworzeniu się niepożądanych związków chemicznych, m.in. wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, spośród których wiele przejawia właściwości toksyczne, genotoksyczne, mutagenne, a nawet rakotwórcze (MITRA i RAY 1995, TOXICOLOGICAL PROFILES... 1995, OPINION... 2002, LARSEN i IN. 2005). Pobieranie WWA wraz z żywnością wędzoną szacowano w Polsce od kilku lat na podstawie oznaczeń tych związków, wykorzystując dane zaczerpnięte z zagranicznych opracowań (m.in. TOXICOLOGICAL PROFILES... 1995). Istnieje zatem konieczność określenia poziomu WWA w poszczególnych surowcach rolno-spożywczych, ponieważ w raportach UE, które ukazały się w latach 2004 i 2008 finansowanych ze środków Wspólnoty Europejskiej, nie zostały zaprezentowane poziomy tych związków w żywności wędzonej oraz w środowisku na terenie Polski. Stwierdza się konieczność oszacowania ekspozycji konsumenta polskiego na omawianą grupę związków pochodzących z żywności wędzonej. Uzupełnienie tych danych pozwoli wskazać jakość żywności utrwalanej z zastosowaniem technik tradycyjnego wędzenia w Polsce (MITRA i RAY 1995, TOXICOLOGICAL PROFILES... 1995, OPINION... 2002).

Material i metody

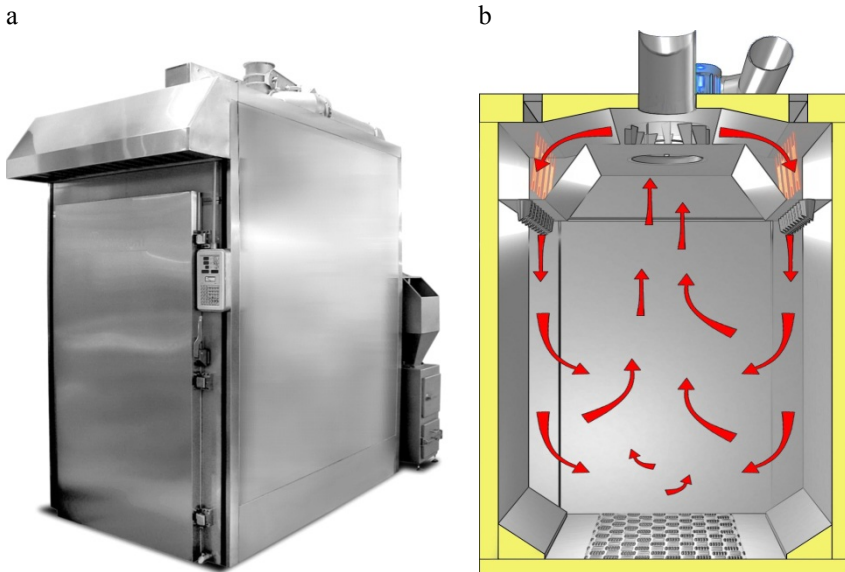
Materiał do badań stanowiły próbki wyrobów mięsnych wędzonych pobrane z asortymentu oferowanego przez jeden ze średnich zakładów przetwórstwa mięsnego w regionie zachodniopomorskim, którego dzienna produkcja wynosi 15 t. Próbki zostały pobrane zgodnie z wymaganiami obowiązujących norm dotyczących pobierania do badań laboratoryjnych próbek produktów mięsnych wędzonych. W przypadku wyrobów grubych próbki były przygotowywane do analizy zawartości WWA w części zewnętrznej do głębokości 2,0 cm, a w przypadku wyrobów cienkich, typu kabanosy, były w całości poddawane rozdrobieniu. Wybór próbek z asortymentu stanowiły wędzonki: ogonówka ($n = 36$) i polędwica wędzona Sopocka ($n = 32$), kiełbasy: Śląska ($n = 44$) i Myśliwska ($n = 52$) wędzona podsuszana oraz wyroby drobiarskie: kabanosy drobiowe wędzone ($n = 60$) i golonka z kurczęcia ($n = 52$). Wyroby były poddane przemysłowym warunkom wędzenia w komorze wędzarniczej z zewnętrznym dymogeneratorem żarowym firmy PEK-MONT, gdzie do wytworzenia dymu zostały wykorzystane zrębki bukowe. Wędzenie właściwe przeprowadzono w temperaturze 65°C , przez 20 min, przy zamkniętych w 3/4 otworach wentylacyjnych z pełnym wypełnieniem komory wędzarniczej mieszaniną dymu i powietrza.

Metodyka badań obejmowała ekstrakcję tłuszczu z pobranych próbek oraz oczyszczanie ekstraktu ze związków interferujących z wykorzystaniem chromatografii preparatywnej. Jakościową i ilościową analizę związków WWA wykonano za pomocą chromatografii cieczowej z selektywnym detektorem (HPLC-FLD-DAD). Do oznaczeń naważano 10-15-gramowe próbki, zalewano je 100 cm^3 mieszaniny heksan/aceton (60/40, v/v), a następnie poddawano je ekstrakcji tłuszczu (KICINSKI i IN. 1989). Użytkany ekstrakt zagęszczono i oczyszczono ze związków interferujących oraz wyizolowano WWA, wykorzystując mieszaninę cykloheksan/octan etylu (50/50, v/v). Tak przygotowane próbki poddano rozdzielowi metodą chromatografii żelowej przepływowej z wykorzystaniem żelu na bazie polimeru styrenodiwinylobenzenu Bio-Beads S-X3 (FERNANDÉZ i IN. 1988, CREASER i PURCHASE 1991, HORÁK i IN. 2007). W taki sposób uzyskuje się ekstrakt o dostatecznej czystości, umożliwiający określenie WWA. Ekstrakt rozpuszczono w 1 cm^3 uprzednio przygotowanej mieszaniny i naniesiono go na kolumnę chromatografu cieczowego. Rozdział chromatograficzny przebiegał w następujących warunkach: przepływ – $0,8\text{ cm}^3/\text{min}$, faza ruchoma – mieszanina cykloheksan/octan etylu (50/50, v/v), detektor – UV-VIS, długość fali – 254 nm. Zebrana frakcja WWA po zatężeniu do objętości 1 cm^3 została poddana analizie z wykorzystaniem wysoko sprawnej chromatografii cieczowej w aparacie Shimadzu HPLC. Zestaw do analizy chromatograficznej składał się z: pompy LC-10AT_{VP}, detektora SPD-M10A_{VP}, kontrolera SCL-10A_{VP} oraz systemu zbierającego i przetwarzającego sygnały LabSolution2.1x. Sam rozdział był prowadzony z wykorzystaniem kolumny chromatograficznej Supelcosil LC-PAH 250x4,6 mm, o wypełnieniu $5\text{ }\mu\text{m}$ (Supelco Sigma). Termostatowano kolumnę w temperaturze 30°C , przy przepływie $1,0\text{ cm}^3/\text{min}$, stosując program gradientowy fazy ruchomej woda/acetonytryl (30/70, v/v), a następnie acetonityryl (100%). Warunki detekcji: detektor diodowy – 254 nm, detektor fluorescencyjny przy zmiennym nastawieniu wzbudzeniu i emisji (Ex/Em) – 270/420, 270/500, 270/470 nm (ŠIMKO 2002, CIECIERSKA i OBIEDZIŃSKI 2006, 2007, CIECIERSKA i IN. 2010). Analizę przeprowadzono z zastosowaniem standardów zewnętrznych (mieszanina 15 WWA

według Komitetu Naukowego ds. Żywności UE – PAH-Mix 183, Dr Ehrenstorfer GmbH Analytical-Standards). Metoda była walidowana i spełniała wymagania stawiane przez prawo żywnościowe UE dla metod analitycznych w zakresie oznaczania 15 WWA w produktach spożywczych.

Wyniki i dyskusja

Wszystkie produkty wędzono w warunkach przemysłowych w komorze wędzarniczej jednowózkowej elektrycznej KWP-1etz z dymogeneratorem żarowym firmy PEK-MONT (rys. 1).



Rys. 1. Komora wędzarnicza jednowózkowa typu KWP-1etz firmy PEK-MONT: a – widok ogólny, b – widok toru ruchu mieszanki powietrza i dymu wędzarniczego (MATERIAŁY... 2010)

Fig. 1. Single-car curing chamber, KWP-1etz model manufactured by PEK-MONT: a – general view, b – movement path of air and curing smoke mixture (MATERIAŁY... 2010)

Wszystkie średnie sumaryczne zawartości 15 WWA według listy Komitetu Naukowego ds. Żywności UE w produktach wędzonych poddanych badaniom przedstawiono w tabeli 1. Najwyższe poziomy koncentracji Σ 15 WWA w grupie wędzonek stwierdzono dla ogonówek: $56,80 \pm 9,12 \mu\text{g}/\text{kg}$, a najniższe – w polędwicy wędzonej: $36,52 \pm 5,42 \mu\text{g}/\text{kg}$. Zawartość benzo(a)pirenu-B(a)P w grupie wędzonek była zróżnicowana i wynosiła: w polędwicy – $2,84 \pm 0,54 \mu\text{g}/\text{kg}$, w ogonówce – $4,47 \pm 0,87 \mu\text{g}/\text{kg}$. Uzyskane wartości koncentracji WWA w produktach wędzonych tej grupy asortymentu wskazują na zależność od surowca, który istotnie wpływa na kumulację tych związków. Biorąc pod

Kubiak M.S., 2012. Poziom koncentracji zanieczyszczeń z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wybranych wyrobach mięsnych poddanych tradycyjnemu wędzeniu. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 2, #18.

Tabela 1. Zawartość WWA w badanych wędzonych wyrobach mięsnych ($\mu\text{g}/\text{kg}$; $\bar{x} \pm \text{SD}$)
Table 1. Content of PAH in analysed smoked meat products ($\mu\text{g}/\text{kg}$; $\bar{x} \pm \text{SD}$)

WWA PAH	Wędzonki Gammons		Kielbasy Sausages		Produkty drobiowe Poultry products	
	połędwica Sopocka lion Sopocka (n = 32)	ogonówka rump (n = 36)	Myśliwska wędzona podsuszana Myśliwska smoked dried (n = 52)	Śląska (n = 44)	kabanosy drobiowe poultry sausages (n = 60)	golonka z kurczęcia drumstick (n = 52)
$\Sigma 15$	36,52 \pm 5,42	56,80 \pm 9,12	77,12 \pm 20,87	45,83 \pm 18,63	21,84 \pm 3,19	11,45 \pm 2,76
Σ lekkich Σ light	32,73 \pm 6,28	52,61 \pm 9,41	68,45 \pm 18,22	37,62 \pm 19,04	19,95 \pm 2,12	10,23 \pm 2,61
Σ ciężkich Σ heavy	3,79 \pm 1,06	4,23 \pm 1,45	8,67 \pm 3,45	8,21 \pm 3,81	1,89 \pm 0,84	1,22 \pm 0,53
Σ kancerogennych Σ carcinogenic	2,82 \pm 0,54	2,79 \pm 0,52	7,86 \pm 4,21	5,63 \pm 3,46	1,12 \pm 0,51	0,95 \pm 0,12
B(a)P	2,84 \pm 0,54	4,47 \pm 0,87	4,12 \pm 0,72	3,91 \pm 0,93	2,33 \pm 0,67	2,01 \pm 0,42

uwagę wymagania niemieckie dotyczące dopuszczalnej zawartości WWA, w tym B(a)P, w produktach wędzonych (limit do 1,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$), należy stwierdzić, iż produkty badane w niniejszej pracy znacznie przekraczały wskazany poziom. Określony w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 roku (ROZPORZĄDZENIE... 2006) dopuszczalny maksymalny limit B(a)P (5,00 $\mu\text{g}/\text{kg}$) nie został przekroczony w analizowanych wyrobach mięsnych wędzonych w warunkach przemysłowych, co wskazuje na prawidłowo przeprowadzony proces, jak również bezpieczeństwo tych wyrobów. W całej badanej grupie wędzonek stwierdzono dosyć duży udział lekkich węglowodorów: wyniósł on 89-92% sumy WWA, natomiast węglowodory kancerogenne stanowiły około 7,7% sumy WWA.

Według ŚIMKI (2002) technologiczne uwarunkowania związane z parametrami procesu wędzenia (czas i temperatura), jak również rodzajem surowca drzewnego o różnej strukturze do wytwarzania dymu (zrębki wędzarnicze, klocki, wióry) oraz zróżnicowany dostęp tlenu mają znaczący wpływ na koncentrację związków z grupy WWA. Wymienione czynniki i wiele jeszcze innych, związanych już z samą konstrukcją komory i dymogeneratora oraz prędkością przepływu mieszaniny dymu i powietrza (JAKUBOWSKI i IN. 2010, KUBIAK i JAKUBOWSKI 2010 a, 2010 b), mają niewątpliwie wpływ na poziom koncentracji WWA w produktach wędzonych (KOSTYRA 2005).

Druga grupa wyrobów to kielbasy typu: Myśliwska wędzona podsuszana i Śląska. Wyniki koncentracji $\Sigma 15$ WWA oraz sumę lekkich, ciężkich i kancerogennych WWA zestawiono w tabeli 1. Obie grupy asortymentu zawierały różne ilości $\Sigma 15$ WWA: kielbasa Myśliwska wędzona podsuszana – 77,12 \pm 20,87 $\mu\text{g}/\text{kg}$, kielbasa Śląska – 45,83 \pm 18,63 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Większy udział lekkich węglowodorów odnotowano w kielbasie Myśliwskiej wędzonej podsuszanej (68,45 \pm 18,22 $\mu\text{g}/\text{kg}$) niż w Śląskiej (37,62 \pm 19,04 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Zawartość węglowodorów kancerogennych wynosiła $3,91 \pm 0,93 \mu\text{g/kg}$ w kielbasie Śląskiej i $4,12 \pm 0,72 \mu\text{g/kg}$ w Myśliwskiej wędzonej podsuszanej.

Zupełnie odmienną grupą produktów poddanych analizie na zawartość związków WWA były wyroby drobiowe, gdzie sam proces wędzenia był łagodniejszy. Wynika to głównie z różnicy gatunkowej surowca i – co za tym idzie – innych parametrów zastosowanych w procesie wędzenia. Wyniki oznaczeń przedstawiono w tabeli 1, zestawiono je z wynikami oznaczeń surowca wieprzowego.

Wyniki sumaryczne koncentracji WWA w wyrobach drobiowych znacząco różniły się od wyników w wyrobach wędzonych z surowca wieprzowego. W grupie produktów drobiowych, które poddano analizie, odnotowano większą koncentrację $\Sigma 15$ WWA (ok. 53%) w kabanosach drobiowych wędzonych – $21,84 \pm 3,19 \mu\text{g/kg}$ w porównaniu z golonką z kurczęcia – $11,45 \pm 2,76 \mu\text{g/kg}$. Zawartość B(a)P w obydwu grupach asortymentu była na podobnym poziomie: od $2,33 \pm 0,67 \mu\text{g/kg}$ do $2,01 \pm 0,42 \mu\text{g/kg}$.

Proces wędzenia był powtarzalny we wszystkich grupach asortymentowych. Wykorzystano te same bukowe zrębki wędzarnicze oraz dymogenerator żarowy zewnętrzny. Różnice wynikały jedynie z rodzaju użytego surowca: wieprzowego i drobiowego, co miało wpływ na zmianę parametrów procesu wędzenia. Zauważone różnice w koncentracji związków WWA w produktach poddanych analizie stanowią dowód, że zawartość składu tkankowego (tkanka tłuszczowa, tkanka mięśniowa) znacząco wpływa na kumulację tych związków w wyrobach gotowych. Potwierdziło się to w grupach wyrobów z użyciem surowca wieprzowego i surowca drobiowego, gdzie różnica między poszczególnymi asortymentami wynosiła od 40,2% do 85,2%.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki koncentracji WWA w wyrobach mięsnych wędzonych wskazują na istnienie przesłanek do obniżenia dopuszczalnego limitu przez modyfikację istotnych czynników wpływających na proces wędzenia. Jednym z czynników ograniczenia koncentracji WWA w produktach mięsnych wędzonych jest zastosowanie preparatów dymu wędzarniczego. Są one w znacznym stopniu pozbawione związków z grupy WWA. Jednak należy pamiętać, że wyroby poddane wędzeniu przemysłowemu i tradycyjnemu są bardzo pożądane przez konsumentów ze względu na walory smakowe, dlatego należy szukać rozwiązań pozwalających zachować walory wędzenia, a jednocześnie zmniejszających koncentrację związków z grupy WWA. Jednym z takich rozwiązań jest zmiana konstrukcji komory wędzarniczej i sposobu prowadzenia mieszanki dymu wędzarniczego w trakcie całego procesu.

Podsumowanie

Najwyższe poziomy zawartości $\Sigma 15$ WWA wśród wyrobów z mięsa wieprzowego odnotowano w kielbasach typu Myśliwska wędzona podsuszana ($77,12 \mu\text{g/kg}$). Najmniejszym udziałem $\Sigma 15$ WWA odznaczały się wyroby drobiowe. Wskazuje to m.in. na istotny wpływ surowca poddawanego procesowi wędzenia na zawartość WWA. Zawartość B(a)P we wszystkich wyrobach była poniżej dopuszczalnego maksymalnego limitu ($5,00 \mu\text{g/kg}$) określonego w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 (ROZPORZĄDZENIE... 2006).

Kubiak M.S., 2012. Poziom koncentracji zanieczyszczeń z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wybranych wyrobach mięsnych poddanych tradycyjnemu wędzeniu. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 2, #18.

Podziękowania

Autor składa podziękowania Panu Prof. dr. hab. Mieczysławowi Obiedzińskiemu, pracownikowi SGGW w Warszawie, za merytoryczne sugestie na temat zanieczyszczeń z grupy WWA w żywności. Zostały one ujęte podczas pisania niniejszej pracy.

Literatura

- CIECIERSKA M., OBIEDZIŃSKI M.W., 2006. Zanieczyszczenie olejów roślinnych wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 2, 47, Supl.: 48-55.
- CIECIERSKA M., OBIEDZIŃSKI M.W., 2007. Influence of smoking process on polycyclic aromatic hydrocarbons' content in meat products. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 6, 4: 17-28.
- CIECIERSKA M., TEODORSKA M., DASIEWICZ K., OBIEDZIŃSKI M.W., 2010. Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz ich zależności w produktach mięsnych wędzonych. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 43: 93-100.
- CREASER C., PURCHASE R., 1991. Food contaminants sources and surveillance. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- DUTKIEWICZ T., 1988. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w środowisku przyrodniczym. PWN, Warszawa.
- EPA/5401/1-86/013. 1984. Environmental Protection Agency.
- FERNANDÉZ P., PORTE C., BARCELÓ D., BAYONA J.M., ALBAIGÉS I., 1988. Selective enrichment procedures for the determination of polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental samples by gel permeation chromatography. *J. Chromatogr.* 456, 1: 155-164.
- HIS-HSIEN Y., SOON-ONN L., LIEN-TE H., HUNG-JUNT H., TZE-WEN C., 2002. Profiles of PAH emission from steel and iron industries. *Chemosphere* 28: 1061-1074.
- HORÁK T., JURKOVÁ M., ČULÍK J., ČEJKA P., KELLNER V., 2007. Use of gel permeation chromatography for the determination of the important groups of organic pollutants in malting barley and malt. *Ecol. Chem. Eng.* 14, S2: 207-214.
- JAKUBOWSKI M., KUBIAK M.S., DIAKUN J., 2010. Analiza symulacyjna przepływu występującego w wypełnionej wsadem komorze wędzarniczej jednowózkowej. *Inż. Apar. Chem.* 1: 1-2.
- JANKOWSKI P., OBIEDZIŃSKI M.W., 2001: Badania nad występowaniem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w tłuszczach roślinnych i zwierzęcych. *Tłuszcze Jadal.* 36, 3-4: 111-125.
- KICINSKI H.G., ADAMEK S., KETRUP A., 1989. Trace enrichment and HPLC analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental samples, using solid phase extraction in connection with UV/VIS diode-array and fluorescence detection. *Chromatographia* 28: 203-208.
- KOSTYRA E., 2005. Dym wędzarniczy i preparat dymu wędzarniczego. Skład, właściwości, zastosowanie. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 15, 2: 48-50.
- KUBIAK M.S., JAKUBOWSKI M., 2010 a. Analiza symulacyjna rozkładu prędkości przepływu nośnika dymu w komorze wędzarniczej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 546: 201-206.
- KUBIAK M.S., JAKUBOWSKI M., 2010 b. Model symulacyjny warunków przepływu w komorze wędzarniczej. *Post. Tech. Przetw. Spoż.* 20, 1: 55-57.
- LARSEN J.C., MEYLAND I., OLSEN M., TRITSCHER A., 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons. W: Summary and conclusions of the sixty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). JECFA/64/SC. 32-38.
- MATERIAŁY wewnętrzne firmy PEK-MONT Sp. z o.o. 2010. PEK-MONT, Bielsk k. Płocka. [www.pekmont.pl].

Kubiak M.S., 2012. Poziom koncentracji zanieczyszczeń z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wybranych wyrobach mięsnych poddanych tradycyjnemu wędzeniu. *Nauka Przym. Technol.* 6, 2, #18.

MITRA S., RAY B., 1995. Patterns and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives in indoor air. *Atmos. Environ.* 29, 22: 3345-3356.

OPINION of the Scientific Committee on Food on the risk to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food. SCF/CNTM/PAH/29 Final 4 December 2002. European Commission, Scientific Committee on Food, Bruxelles.

ROZPORZĄDZENIE Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. 2006. *Dz. Urz. UE* 364: 5-24.

ŠIMKO P., 2002. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products and smoke flavouring food additives. *J. Chromatogr. B* 770: 3-18.

TOXICOLOGICAL PROFILES for polycyclic aromatic hydrocarbons. 1995. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Public Health Statement, Atlanta.

WALTER C.H., HOPKIN S.P., SIBLY R.M., PEAKALL D.B., 2002. *Podstawy ekotoksykologii*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

ZAKRZEWSKI S.F., 1997. *Podstawy toksykologii środowiska*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

CONCENTRATION LEVELS OF CONTAMINANTS FROM THE GROUP OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAH) IN SELECTED MEAT PRODUCTS THAT ARE SMOKED TRADITIONALLY

Summary. Most of the chemical contaminants which are detected in food fall within a group of those pollutions which are difficult to avoid due to their widespread occurrence in the natural environment, their durability and the ability to cumulate in the links of the food chain, also including the trophic continuum. Polycyclic aromatic hydrocarbons constitute a widely occurring group in the environment of carcinogens, which are formed during an incomplete combustion of organic substances. They constitute contaminants in various types of foods, mainly those processed technologically, and thermally treated in particular. Smoked products constitute one of the main components of our diet, which constitutes a source of compounds from the PAH group, and thus has an impact on health safety. The smoking technology and parameters are important in relation to the concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked food; therefore, it is important to monitor the smoking process and to develop new constructional solutions in order to limit the danger of pollution. The purpose of the present paper was to conduct investigations concerning the concentrations of 15 representative polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products divided into three assortment groups: gammons, medium minced sausages, poultry products. The highest contents of Σ 15 PAH in the group of gammons were observed for smoked rumps: $56.80 \pm 9.12 \mu\text{g/kg}$, and the lowest ones were observed for Sopocka tenderloins: $36.52 \pm 5.42 \mu\text{g/kg}$. In the case of dried medium minced sausages of Myśliwska type, the content of Σ 15 PAH was $77.12 \pm 20.87 \mu\text{g/kg}$, and it was $45.83 \pm 18.63 \mu\text{g/kg}$ in Śląska type sausages. The sum of 15 PAH in poultry products was much smaller as compared to gammons or sausages, which is the result of fat concentration in the raw material.

Key words: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), smoked meat products, HPLC-FLD-DAD

Kubiak M.S., 2012. Poziom koncentracji zanieczyszczeń z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wybranych wyrobach mięsnych poddanych tradycyjnemu wędzeniu. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 2, #18.

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Mariusz Sławomir Kubiak, Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska, ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin, Poland, e-mail: mariusz.kubiak@tu.koszalin.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

7.11.2011

Do cytowania – For citation:

Kubiak M.S., 2012. Poziom koncentracji zanieczyszczeń z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wybranych wyrobach mięsnych poddanych tradycyjnemu wędzeniu. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 2, #18.