

Występowanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego poddanej procesowi wędzenia – ocena ryzyka

Zakład Farmakologii i Toksykologii,
Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy,
Krajowe Laboratorium Referencyjne ds. wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych
w żywności pochodzenia zwierzęcego, Puławy

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, PAH ang. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*) stanowią bardzo liczną grupę związków organicznych charakteryzujących się obecnością dwóch lub więcej sprzężonych pierścieni aromatycznych w cząsteczce. Źródłem ich występowania jest proces niecałkowitego spalania lub pirolizy materii organicznej. WWA obecne są w środowisku w wyniku naturalnych procesów zachodzących w przyrodzie (pożary lasów i wybuchy wulkanów) oraz w wyniku działalności człowieka (spalanie drewna, oleju, gazu i węgla na potrzeby ogrzewania domów, spalarnie odpadów komunalnych, energetyka przemysłowa, przemysł ciężki tj. produkcja aluminium, żelaza i stali, kraking ropy naftowej i produkcja asfaltu, smoły węglowej oraz koksu, motoryzacja). Europejski Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń na podstawie danych zebranych wśród państw członkowskich Unii Europejskiej (UE) oszacował emisję benzo(a)pirenu do atmosfery na poziomie 222 ton w 2011 roku. Jako największe źródło emisji w UE wskazano przemysł produkcji pulpy drzewnej i innych materiałów włóknistych oraz elektrociepłownie i inne instalacje do spalania paliw, na które przypada niemal 70% emisji do atmosfery. Drugim państwem członkowskim pod względem wielkości benzo(a)pirenu uwolnionych do atmosfery po Francji jest Polska. Cząsteczki WWA od momentu emisji podlegają wielu reakcjom tj. fotoliza i utlenianie oraz ulegają osadzaniu w glebie, wodzie i na roślinności.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat WWA podlegały ocenie Międzynarodowego Programu Bezpieczeństwa Chemicznego (IPCS, ang. *International Programme on Chemical Safety*, 1998) przy Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), Komitetu Naukowego ds. Żywności (SCF, ang. *Scientific Committee on Food*, 2002) przy Komisji Europejskiej oraz Wspólnego Komitetu Ekspertów FAO/WHO ds. Dodatków do Żywności (JECFA, ang. *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, 2005).

Komitet Naukowy ds. Żywności (SCF) na podstawie zebranych informacji stwierdził, że 15 związków z grupy WWA tj. benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylen, chryzen, cyklopenta(c,d)piren, dibenzo(a,h)antracen, dibenzo(a,e)piren, dibenzo(a,h)piren, dibenzo(a,i)piren, dibenzo(a,l)piren, indeno(1,2,3-cd)piren i 5-metylochryzen mogą być uważane potencjalnie za genotoksyczne i rakotwórcze dla ludzi. Jednocześnie na podstawie obecnego wówczas profilu występowania WWA w żywności i ich rakotwórczego oddziaływania na zwierzęta jako wskaźnik dla oszacowania ich oddziaływania zaproponowano oznaczanie stężenia benzo(a)pirenu w żywności. W roku 2005 JECFA poddała ponownej ocenie problem wpływu WWA i stwierdziła, że 13 związków spośród 15 wskazanych poprzednio przez SCF ma działanie genotoksyczne i rakotwórcze. JECFA również zaproponowała oznaczanie stężenia benzo(a)pirenu w żywności jako potencjalnego markera występowania i rakotwórczego działania związków grupy WWA. Wciąż jednak wskazywano na potrzebę badania obecności wszystkich 13 genotoksycznych i rakotwórczych WWA oraz dodatkowo benzo(c)fluorenu.

W następstwie opinii naukowych dotyczących WWA oraz w związku z różnymi poziomami limitów dla benzo(a)pirenu wprowadzanymi indywidualnie przez państwa członkowskie Komisja Europejska w 2005 roku wydała rozporządzenie nr 208/2005, zmieniające rozporządzenie nr 466/2001, w którym wprowadziła maksymalny limit (ML, ang. *maximum level*) dla benzo(a)pirenu w żywności. Równoległe ukazało się Zalecenie

Komisji 2005/108/WE w sprawie dalszego badania poziomów 15 WWA w takich środkach spożywczych jak m.in. mięso i produkty mięsne wędzone, mięso ryb wędzonych i wędzone produkty rybołówstwa oraz mięso ryb niewędzonych. Zalecenie to miało na celu przede wszystkim zgromadzenie danych umożliwiających sprawdzenie dalszej przydatności benzo(a)pirenu jako markera występowania i rakotwórczego działania 15 WWA wskazanych w opinii SCF poprzez ustalenie względnych proporcji tych WWA w żywności oraz zredukowanie stopnia ich obecności w żywności w stopniu racjonalnie osiągalnym co wynika z braku progowej dawki dla substancji genotoksycznych. W celu unikania stosowania metod wędzenia mogących powodować zanieczyszczenie żywności Komisja zaleciła w przypadku stwierdzenia wysokich poziomów WWA w danej metodzie wspólną z producentami ich optymalizację lub poszukiwanie metod alternatywnych. W konsekwencji tego zalecenia osiemnaście państw członkowskich do października 2006 roku przekazało około 10 000 wyników analiz WWA w żywności. Dane te przekazane zostały Europejskiemu Urzędowi ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA, ang. *European Food Safety Authority*).

W grudniu 2006 r. ukazało się Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 zastępujące rozporządzenie nr 466/2001 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Maksymalny limit dla benzo(a)pirenu w żywności nie uległ zmianie, wyznaczono jednak kwiecień 2007 r. jako termin, w którym z uwzględnieniem nowych danych należy zakończyć przegląd wartości ML dla WWA. W roku 2008 EFSA na podstawie analizy danych przekazanych jej przez Komisję Europejską oraz danych toksykologicznych dotyczących WWA wydała opinię, że sam benzo(a)piren nie jest wystarczającym wskaźnikiem ich obecności w żywności a najbardziej odpowiednia do tego celu będzie suma 4 WWA tj. benzo(a)pirenu, chryzenu, benzo(a)antracenu i benzo(b)fluorantenu. W wyniku wydanej opinii KE wydała Rozporządzenie nr 835/2011, zmieniające Rozporządzenie nr 1881/2006, w którym wprowadzono obowiązujące od 1 września 2012 r. limity dla benzo(a)pirenu oraz sumy 4 WWA w wysokości odpowiednio 5,0 µg/kg oraz 30,0 µg/kg dla mięsa wędzonego i produktów mięsnych wędzonych oraz dla ryb wędzonych i produktów rybołówstwa wędzonych (z wyjątkami), które następnie po dwóch latach zostaną obniżone do odpowiednio 2,0 µg/kg oraz 12,0 µg/kg. Z analizy zebranych w UE danych dotyczących stężeń WWA stwierdzanych w mięsie wędzonym i rybach wędzonych wynikało, że możliwe jest obniżenie limitów. Komisja wskazała jednocześnie, że w niektórych przypadkach będzie to wymagało dokonania optymalizacji stosowanych technologii wędzenia.

Spośród wielu dróg narażenia człowieka na obecność WWA najistotniejsze są dwa źródła: palenie tytoniu oraz żywność. Skażenie żywności może być spowodowane zanieczyszczeniem środowiska i migracją WWA do żywności z powietrza, gleby i wody oraz w wyniku przemysłowych i domowych metod przygotowywania żywności związanych z obróbką termiczną tj. wędzenie, grillowanie, smażenie i suszenie. Obecność WWA stwierdzono w wielu różnorodnych produktach zarówno surowych jak i przetworzonych. Głównymi składnikami diety przyczyniającymi się do spożycia WWA są oleje i tłuszcze, zboża oraz warzywa i owoce. W ocenie pobrania WWA z żywnością w Polsce oszacowanego w oparciu o wyniki własne oraz innych autorów, niemal 53% sumarycznego dziennego pobrania WWA stanowiła dzienna porcja produktów zbożowych (Wieczorek, 2011). Wędzone i grillowane produkty pochodzenia zwierzęcego mogą stanowić znaczne źródło WWA, jeśli tego rodzaju żywność obecna jest w diecie w dużych ilościach.

Narażenie konsumenta na WWA wynikające z ich obecności w żywności pochodzenia zwierzęcego można oszacować na podstawie danych zebranych i zestawionych przez EFSA w związku z zaleceniem KE z 2005 roku, na podstawie polskich danych dotyczących liczby i wyników badań w kierunku WWA realizowanych w ramach nadzoru Inspekcji Weterynaryjnej (2012-2013r.) i Państwowej Inspekcji Sanitarnej (2010-2012r.) a zebranych i przekazanych przez Główny Inspektorat Weterynarii oraz publikacji dotyczących poziomów WWA w krajowej żywności.

Z danych opublikowanych przez EFSA dotyczących wszystkich wyników zebranych w odpowiedzi na Zalecenie Komisji nr 2005/108/WE wynika, że obecność benzo(a)pirenu w stężeniach powyżej granicy wykrywalności stwierdzono dla 47,3% spośród prawie 10 000 przebadanych próbek z 15 kategorii żywności, 95% tych wyników było w stężeniu poniżej 3,6 µg/kg. Spośród około 1400 próbek przebadanych na obecność wszystkich 15 WWA wskazanych w Zaleceniu w 54,9% próbek wykryto obecność benzo(a)pirenu w stężeniu powyżej granicy wykrywalności, 95% tych wyników znajdowało się poniżej 3,2 µg/kg. Średnia suma wszystkich 15 WWA dla 95% przebadanych próbek znalazła się poniżej poziomu 36,4 µg/kg.

W odniesieniu do próbek wędzonego mięsa i produktów mięsnych obecność benzo(a)pirenu w stężeniach powyżej granicy wykrywalności stwierdzono dla 46,5% spośród ponad 1500 zbadanych próbek, średnie stężenie wyniosło 0,75 µg/kg a 95% wyników nie przekraczało poziomu 2,2 µg/kg. Jedynie 2,8% zbadanych próbek przekroczyło limit wynoszący 5,0 µg/kg. Nowy limit stężenia benzo(a)pirenu mający obowiązywać od 1 września 2014 r. przekroczony zostałby w przypadku 5,3% zbadanych próbek. W odniesieniu do sumy 4 WWA, dla których obowiązujący limit wynosi 30,0 µg/kg, średnie stężenie kształtowało się na poziomie 1,2 µg/kg. Dominujący około 40% udział w oznaczonej sumie 4 WWA pochodził od chryzenu, natomiast udział benzo(a)pirenu wynosi jedynie około 15%.

W próbkach wędzonych ryb i produktów rybołówstwa 47,5% spośród około 1000 zbadanych próbek zawierało benzo(a)piren w stężeniach powyżej granicy wykrywalności. Średnie stężenie kształtowało się na poziomie 0,8 µg/kg a 95% wyników nie przekraczało poziomu 2,3 µg/kg. Jedynie 2,7% wyników przekroczyło limit wynoszący 5,0 µg/kg. Nowy limit stężenia benzo(a)pirenu mający obowiązywać od 1 września 2014 r. przekroczony zostałby w przypadku 5,2% zbadanych próbek. W przypadku sumy 4 WWA, dla których obowiązujący limit podobnie jak w przypadku wędzonego mięsa wynosi 30,0 µg/kg średnie stężenie wynosiło 1,9 µg/kg. Udział procentowy poszczególnych składowych w sumie 4 WWA był niemal identyczny jak w przypadku mięsa wędzonego.

Z danych przekazanych do Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego wynika, że w latach 2010 – 2012 w ramach urzędowej kontroli żywności laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej przebadaly łącznie 265 próbek mięsa, podrobów i produktów mięsnych, w tym drobiu, i tylko w jednej próbce stwierdzono przekroczenie dozwolonego stężenia 5,0 µg/kg benzo(a)pirenu. Spośród przebadanych w ramach tej samej urzędowej kontroli 650 próbek ryb, owoców morza i ich przetworów nie stwierdzono żadnego wyniku powyżej dopuszczalnych limitów. Odnosnie do tych wyników należy zaznaczyć, że mięso poddane obróbce cieplnej (grillowaniu i pieczeniu na ruszcie) objęte było badaniem na obecność benzo(a)pirenu a od 1 września 2012 r. benzo(a)pirenu i sumy 4 WWA i nie stwierdzono w tej grupie żadnych przekroczeń dopuszczalnych limitów.

Z danych dotyczących badań w kierunku WWA wykonywanych w ramach nadzoru Inspekcji Weterynaryjnej w latach 2012 – 2013 wynika, że z zakładów produkujących mięso wędzone i/lub produkty mięsne wędzone w ramach badań urzędowych i właścicielskich otrzymano do badań łącznie 655 próbek i stwierdzono 7 wyników niezgodnych przekraczających ML równy 5,0 µg/kg oraz 30,0 µg/kg odpowiednio dla benzo(a)pirenu i sumy 4 WWA. Stanowi to około 1% wszystkich przebadanych próbek. W tej grupie znajduje się 208 próbek pochodzących z zakładów stosujących tradycyjne metody wędzenia, wśród których stwierdzono 6 wyników przekraczających dopuszczalne limity (co stanowi niespełna 3% próbek) oraz 447 próbek pochodzących z zakładów stosujących ulepszone urządzenia wędzarnicze (np. zewnętrzne generatory dymu wędzarniczego zaopatrzone w filtry) wśród których stwierdzono 1 (0,2% przebadanych próbek) wynik przekraczający dopuszczalne limity WWA. W ramach nadzoru zakładów produkcyjnych przebadano również łącznie 168 próbek ryb wędzonych i/lub produktów rybołówstwa wędzonych w wyniku czego stwierdzono 2 wyniki niezgodne, co podobnie jak w przypadku mięsa wędzonego stanowi

około 1% przebadanych próbek. Obydwa wyniki niezgodne stwierdzono w zakładach stosujących tradycyjne metody wędzenia co pozwala stwierdzić, że odsetek wyników niezgodnych w tej grupie wynosi około 4%.

Dane pochodzące z Inspekcji Weterynaryjnej i Państwowej Inspekcji Sanitarnej pozwalają odnieść się jedynie do procenta wyników przekraczających aktualnie obowiązujące limity prawne, nie dostarczają jednak informacji o średnich poziomach WWA jakie są stwierdzane w polskich produktach wędzonych.

W Polsce, w latach 1995-2003, realizowano szerokie badania surowców rolnych i wytworzonej z nich żywności w ramach Monitoringu Jakości Gleb, Roślin, Produktów Rolniczych i Spożywczych utworzonego przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Zakres badań obejmował również benzo(a)piren i dodatkowo ryby wędzone. W 1999 r. we wszystkich badanych próbkach ryb wędzonych stwierdzono obecność benzo(a)pirenu średnio w stężeniu 8,3 µg/kg. W 2000 r. przebadano 129 próbek ryb wędzonych, we wszystkich badanych próbkach wykryto obecność benzo(a)pirenu a przekroczenie wartości 5,0 µg/kg stwierdzono w 27 próbkach wędzonego szprotka, co stanowi niemal 21% próbek. Średnie stężenie benzo(a)pirenu w szprotach wędzonych kształtowało się na poziomie 11,5 µg/kg. Stwierdzono jednak, że w pozostałych gatunkach ryb wędzonych średnia zawartość benzo(a)pirenu była niemal dwudziestopięciokrotnie niższa i wynosiła 0,47 µg/kg. Na podstawie danych dotyczących stężeń benzo(a)pirenu w surowych rybach, również prowadzonych w ramach tego monitoringu można wywnioskować, że szproty surowe charakteryzowały się najwyższą jego zawartością, średnio na poziomie 0,07 µg/kg. Wysokimi stężeniami benzo(a)pirenu odznaczały się zwłaszcza szproty z Głębi Gdańskiej.

Na podstawie wszystkich wymienionych powyżej danych dotyczących polskich ryb wędzonych należy stwierdzić, że średnie stężenie benzo(a)pirenu wykazane na przestrzeni ostatniego dziesięciolecia uległo znacznemu obniżeniu bowiem z 21% próbek przekraczających limit stężenia benzo(a)pirenu 5,0 µg/kg stwierdzonych w 2000 roku odsetek ten uległ obniżeniu do 1% w latach 2012-2013.

W odniesieniu do polskiego wędzonego mięsa i produktów mięsnych wędzonych dostępne dane literaturowe nie pozwalają na ocenę poziomów WWA w tej grupie żywności w Polsce bowiem dane te pochodzą z badań części zewnętrznej i wewnętrznej produktu a nie całości, dodatkowo badane próbki często pochodzą tylko od jednego producenta. Na podstawie danych pochodzących z Inspekcji Weterynaryjnej należy stwierdzić, że w polskim mięsie wędzonym i produktach mięsnych wędzonych w 99% nie występują przekroczenia aktualnie obowiązujących limitów WWA w tego typu żywności, niezbędne jest jednak dostarczenie szczegółowych danych dotyczących poziomów na jakich są obecne.

Obecność WWA w produktach pochodzenia zwierzęcego poddanych procesowi wędzenia jest wynikiem samego procesu i warunków jego prowadzenia. Jeżeli proces wędzenia nie jest odpowiednio kontrolowany może prowadzić do znacznego zanieczyszczenia żywności związkami WWA. Krytycznymi parametrami są: temperatura, rodzaj użytego drewna, typ kontroli nad dymem (naturalne spalanie lub generatory), wilgotność oraz sama konstrukcja i rodzaj wędzarni.

Pierwszym z parametrów mających wpływ jest temperatura. Na podstawie danych dotyczących wpływu temperatury na obecność WWA w produktach poddanych wędzeniu opublikowanych przez EFSA mówiących o poziomach benzo(a)pirenu w ponad 500 przebadanych próbkach wynika, że zarówno w przypadku wędzenia na zimno (temp.<35°C) jak i na ciepło (35-50°C) nie stwierdzono benzo(a)pirenu w stężeniu wyższym niż 1,7 µg/kg. W 95% próbek poddanych wędzeniu na gorąco (temp.>50°C) również nie stwierdzano stężenia benzo(a)pirenu wyższego niż 1,4 µg/kg, jednak w tym przypadku zdarzały się już przekroczenia limitu w wysokości zarówno 2 jak i 5 µg/kg.

Analiza rodzaju drewna wskazuje, że spośród najczęściej używanych do wędzenia gatunków tj. buczyna, olszyna czy dębina to właśnie ten ostatni gatunek pozwala na znaczne obniżenie stężenia benzo(a)pirenu stwierdzanego w produktach wędzenia. W 95% próbek

poddanych wędzeniu z zastosowaniem olszyny stwierdzano stężenie benzo(a)pirenu mniejsze niż 6,6 µg/kg, odsetek ten dla dębiny osiągalny był dla stężenia 1,4 µg/kg a przy zastosowaniu buczyny taki sam odsetek wyników stwierdzono na poziomie dziesięciokrotnie niższym równym 0,6 µg/kg. Gdy analizuje się maksymalne stężenia benzo(a)pirenu stwierdzone dla tych trzech rodzajów drewna to różnica pomiędzy buczyną i olszyną (14 µg/kg) a dębiną (3,5 µg/kg) jest czterokrotna. Na podstawie dostępnych danych można wywnioskować, że zwłaszcza w kombinacji z odpowiednio dobraną temperaturą procesu i czasem jego trwania w większości przypadków zastosowanie drewna bukowego oraz w mniejszym stopniu dębowego pozwala uzyskać stężenie benzo(a)pirenu w gotowym produkcie na akceptowalnym poziomie, zarówno obecnymi jak i mającymi obowiązywać od 1 września 2014 r. Pomimo pewnych przesłanek świadczących o szczególnej przydatności drewna drzew owocowych zbyt mało jest danych dotyczących stwierdzanych w produktach takiego wędzenia stężeniach WWA.

Z danych zebranych przez EFSA wynika, że spalanie trocin oraz spalanie drewna lub jego zrębków to dwa najczęściej stosowane w Unii Europejskiej sposoby generowania dymu. Spalanie trocin pozwala uzyskać blisko dwukrotnie niższe stężenia benzo(a)pirenu w produkcie wędzenia niż spalanie drewna lub zrębków. Dodatkowo związane jest to najprawdopodobniej z zastosowaniem trocin do produkcji dymu w zewnętrznych generatorach dymu, w których proces spalania może być znacznie lepiej kontrolowany niż spalanie drewna w tradycyjnych wędzarniach. Dalsze sklasyfikowanie postaci stosowanego drewna w powiązaniu ze stosowaną metodą wędzenia (tradycyjne, generatory dymu) prowadziłoby zapewne do jeszcze większej różnicy w ilości stwierdzanego w konsekwencji wędzenia WWA bowiem zrębki również obok trocin stosowane są w generatorach dymu.

Konstrukcja wędzarni, a co za tym idzie wędzenie w sposób pośredni lub bezpośredni również ma znaczny wpływ na obecność WWA w produkcie. Wędzenie bezpośrednie skutkuje stwierdzeniem benzo(a)pirenu w stężeniu niższym niż 2,5 µg/kg w 95% przypadków badanych próbek, natomiast w przypadku wędzenia pośredniego odsetek ten osiągalny jest dla stężenia równego 0,4 µg/kg czyli ponad pięciokrotnie niższego. Dodatkowe zastosowanie filtrów w trakcie wędzenia pośredniego prowadzi do znacznego obniżenia stężenia benzo(a)pirenu, maksymalne stwierdzone stężenie wyniosło 0,7 µg/kg co w porównaniu z maksymalnie 3,5 µg/kg benzo(a)pirenu stwierdzonymi w przypadku braku filtra jest kolejnym pięciokrotnym obniżeniem stężenia tego WWA w produkcie.

W przypadku wędzarni tradycyjnych opartych o naturalny przepływ powietrza lub konwekcję, punktem krytycznym w ograniczaniu obecności WWA w gotowym produkcie jest doświadczenie i umiejętność panowania nad warunkami reakcji spalania. Nowoczesne wędzarnie umożliwiają uzyskanie kompleksowej kontroli nad procesem spalania i nad parametrami krytycznymi. W ciągu ostatnich lat na etapie przemysłowej produkcji żywności proces tradycyjnego wędzenia został w znacznym stopniu zastąpiony stosowaniem gotowych preparatów dymu wędzarniczego produkowanych z dymu poddanego procesowi frakcjonowania i oczyszczania. Preparaty takie zapewniają niższe stężenia WWA w gotowym produkcie w porównaniu do wędzenia tradycyjnego.

Podsumowując należy stwierdzić, że zarówno polskie mięso i produkty mięsne wędzone jak również wędzone ryby i produkty rybołówstwa w 99% przypadków spełniają aktualnie obowiązujące limity dotyczące stężenia benzo(a)pirenu oraz sumy 4 WWA tj. benzo(a)pirenu, chryzenu, benzo(a)antracenu i benzo(b)fluorantenu. Na tle danych zgromadzonych dla państw członkowskich UE przez EFSA należy stwierdzić, że odsetek tego typu żywności niespełniającej aktualnie obowiązującego limitu benzo(a)pirenu jest w przypadku polskich produktów niemal trzykrotnie niższy niż średnia unijna. W odniesieniu do odsetka polskich produktów wędzonych tradycyjnie, które nie spełniają obecnych limitów dotyczących WWA, należy stwierdzić, że jest on na podobnym poziomie jak w pozostałych krajach UE, lecz w odniesieniu do produktów wędzonych zarówno w sposób tradycyjny jak i z zastosowaniem ulepszonych urządzeń wędzarniczych. Na podstawie ilości wyników

przekraczających dopuszczalny limit benzo(a)pirenu można stwierdzić, że na przestrzeni ponad dziesięciu ostatnich lat stężenia WWA w polskich rybach wędzonych uległy zdecydowanemu obniżeniu. Niezbędne jest obecnie wdrożenie programu mającego na celu zbadanie aktualnych poziomów WWA w polskim mięsie wędzonym i produktach mięsnych wędzonych oraz w rybach wędzonych i produktach rybołówstwa wędzonych, który miałby na celu ocenę stężeń WWA powstających w trakcie różnych technik wędzenia w powiązaniu ze zgromadzeniem danych o czynnikach mających krytyczny wpływ na powstawanie WWA w trakcie całego procesu. Dane uzyskane w ramach takiego programu realizowanego we współpracy z producentami pozwoliłyby na zoptymalizowanie stosowanych przez nich technik wędzenia w celu dalszego ograniczania obecności WWA w tej grupie żywności. Poza spełnieniem wymogów prawnych pozwoliłoby to również obniżyć narażenie konsumenta na rakotwórcze działanie związków z grupy WWA uznanych przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC, ang. *International Agency for Research on Cancer*) jako substancje rakotwórcze dla człowieka (benzo(a)piren) oraz substancje możliwie rakotwórcze dla człowieka (chryzen, benzo(a)antracen i benzo(b)fluoranten), które są jedynie wskaźnikiem dla innych związków z grupy WWA charakteryzujących się podobnym działaniem na człowieka.

Bibliografia:

1. EC (European Commission). 2002. Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out153_en.pdf
2. EC-JRC-IRMM/EURL (European Commission, Joint Research Centre, Institute for Reference Materials and Measurements/European Union Reference Laboratory for polycyclic aromatic hydrocarbons). 2011. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Factsheet, 4th ed. irmm.jrc.ec.europa.eu/EURLs/EURL_PAHs/about_pahs/Documents/Factsheet%20PAH.pdf
3. EFSA (European Food Safety Authority). 2008. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal 724, 1-114. www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/724.pdf
4. EFSA (European Food Safety Authority). 2007. Findings of the EFSA data collection on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. A report from the Unit of data Collection and Exposure on a Request from the European Commission. EFSA/DATEX/002. http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Document/datex_report_pah.pdf
5. Europejski Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń. <http://prtr.ec.europa.eu>
6. FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). 2005. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Sixty fourth meeting, Rome, 8-17 February 2005. Summary and Conclusions. http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/summary_report_64_final.pdf
7. Raporty z badań monitoringowych nad jakością gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych. MRiRW, GISiPAR, Warszawa, 1995-2003.
8. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 466/2001 z dnia 8 marca 2001 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy dla niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
9. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 208/2005 z dnia 4 lutego 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.
10. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
11. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych.
12. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 836/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie Komisji (WE) nr 333/2007 ustanawiające metody pobierania próbek i metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo[a]pirenu w środkach spożywczych.
13. WHO/IPCS (World Health Organization – International Programme on Chemical Safety). 1998. Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. Environmental Health Criteria 202. WHO, Geneva, Switzerland.
14. Wieczorek J., Wieczorek Z.: Pobranie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych z żywnością. *Bromat. Chem. Toksykol.* 3, 725-731, 2011.
15. Zalecenie Komisji z dnia 4 lutego 2005 r. w sprawie dalszego badania poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w niektórych środkach spożywczych (2005/108/WE).

Autorzy opracowania:

Tomasz Kiljanek, Alicja Niewiadowska, Jan Żmudzki, Stanisław Semeniuk