

BADANIA MIGRACJI PIERWSZORZĘDOWYCH AMIN AROMATYCZNYCH (PAAs) Z WIELOWARSTWOWYCH OPAKOWAŃ ŻYWNOSCI METODĄ HPLC

STUDIES ON PRIMARY AROMATIC AMINES (PAAs) MIGRATION FROM MULTI-LAYER PLASTIC FOOD PACKAGING BY HPLC METHOD

Kazimiera Ćwiek-Ludwicka, Marzena Pawlicka, Andrzej Starski,
Hanna Półtorak, Kazimierz Karłowski

Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku
Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

Słowa kluczowe: pierwszorzędowe aminy aromatyczne (PAAs), materiały do kontaktu z żywnością, wielowarstwowe opakowania żywności (laminaty), migracja

Key words: primary aromatic amines (PAAs), food contact materials, multi-layer food packaging, (laminates), migration

STRESZCZENIE

Celem pracy była identyfikacja i zbadanie migracji pierwszorzędowych amin aromatycznych (PAAs) z opakowań z tworzyw sztucznych przeznaczonych do pakowania żywności. Wielkość migracji tych substancji z opakowań żywności stanowi podstawę do oceny ich zgodności z wymaganiami ustawodawstwa UE oraz zagrożenia dla zdrowia wynikającego z przenikania tych związków z opakowań do żywności. Materiał do badań stanowiły niezadrukowane i zadrukowane próbki wielowarstwowych opakowań z tworzyw sztucznych (laminatów) produkcji krajowej i importowane. Migrację PAAs z laminatów przeprowadzano do płynu modelowego (3% kwasu octowego), metodą zalecaną w UE do badania migracji substancji z wyrobów do kontaktu z żywnością, w warunkach standardowych odzwierciedlających rzeczywiste użytkowanie opakowania (10 dni, 40°C) oraz w warunkach „worst case scenario” (2 h, 70°C). Roztwory migracyjne zatężano na kolumnkach SPE, a następnie identyfikowano i oznaczano zawartość siedmiu PAAs (aniliny, 1,3-fenylendiaminy, 2,6-toluenodiaminy, 2,4-toluenodiaminy, 4,4'-oksydianiliny, 4,4'-metylenodianiliny i 3,3'-dimetylobenzydyny) uprzednio zwalidowaną metodą HPLC-DAD. W zależności od zastosowanych warunków migracji zawartość PAAs była zróżnicowana. W standardowych warunkach uwalnianie zarówno aniliny jak 4,4'-metylenodianiliny (4,4'-MDA) było zdecydowanie niższe. W warunkach migracji „worst case scenario” stwierdzono uwalnianie 4,4'-MDA w zakresie od poniżej granicy wykrywalności metody (LOD=0,51 µg/kg) do 9,86 µg/kg, natomiast uwalnianie aniliny od poniżej granicy wykrywalności metody (LOD=0,98 µg/kg) do 7,04 µg/kg. W 2 próbkach laminatu, na 8 zbadanych, suma uwalnianych PAAs (aniliny i 4,4'-MDA) wynosiła 13,32 µg/kg i 14,72 µg/kg i przekraczała dopuszczalny limit (10 µg/kg). Biorąc pod uwagę kancerogenne działanie PAAs, laminaty z których stwierdzono uwalnianie aniliny i 4,4'-MDA w ilości przekraczającej dopuszczalny limit, nie powinny być stosowane do pakowania żywności.

ABSTRACT

The aim of this study was to identify of primary aromatic amines (PAAs) and to determine their migration from plastic food packaging. The magnitude of the migration of these substances from plastic food packaging consists a base for the evaluation of their compliance with the requirements of EU legislation and hazard for human health taking into account their migration into food. The unprinted and printed multi-layer plastic packaging (laminates), domestic and imported, were examined in these studies. PAAs migration tests from the laminates into food simulant (3% acetic acid) was performed according to the appropriate procedures recommended in the EU for testing migration from food contact articles under standard conditions reflecting the real use of laminates (10 days, 40°C) and under „worst case scenario” conditions (2 h, 70°C). PAAs present in migration solutions were concentrated on SPE columns and then seven PAAs (aniline, 1,3-phenylenediamine, 2,6-toluenediamine, 2,4-toluenediamine, 4,4'-oxydianiline, 4,4'-methylenedianiline and 3,3'-dimethylbenzidine) were identified

Adres do korespondencji: Kazimiera Ćwiek-Ludwicka, Zakład Badania Żywności i Przedmiotów Użytku, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, 00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24, tel. 22 54 21 266, fax: 22 54 21 392, e-mail: cwludwicka@pzh.gov.pl

and determined by previously validated HPLC-DAD method. Depending on the migration conditions the PAAs content was different. When the „worst case scenario” conditions were applied the migration of 4,4'-methylenedianiline (4,4'-MDA) ranged from below detection limit (LOD=0.51 µg/kg) up to 9.86 µg/kg, and aniline was released in the range from below detection limit (LOD=0.98 µg/kg) up to 7.04 µg/kg. In two laminate samples of eight examined, the sum of PAAs (aniline and 4,4'-MDA) was 13.32 µg/kg and 14.72 µg/kg showing that the permitted limit (10 µg/kg) was exceeded. In the standard conditions, the migration of aniline and 4,4'-MDA was significantly lower. Regarding the carcinogenic potential of PAAs, the laminates causing the amines migration above the permitted limit should not be used as food packaging.

WSTĘP

Pierwszorzędowe aminy aromatyczne (PAAs) należą do związków o działaniu rakotwórczym. Międzynarodowa Agencja ds. Badań nad Rakiem (IARC) zaklasyfikowała większość z nich do grupy 2B, czyli substancji potencjalnie kancerogennych dla człowieka. Do grupy tej należą m.in. 4,4'-oksydianilina, 4,4'-metylenodianilina, 2,4-toluenodiamina i 3,3'-dimetylobenzydyna [5].

Pierwszorzędowe aminy aromatyczne są powszechnie stosowane w syntezie barwników azowych, w produkcji niektórych tworzyw sztucznych i klejów poliuretanowych, surowców często wykorzystywanych w produkcji materiałów opakowaniowych przeznaczonych do kontaktu z żywnością.

PAAs mogą migrować do żywności z wielowarstwowych opakowań z tworzyw sztucznych (laminatów), łączonych przy użyciu klejów zawierających izocyjaniany. Niecałkowite związanie izocyjanianów powoduje, że ich pozostałości reagują z obecną w żywności wodą w wyniku czego powstają PAAs [1, 3, 6, 7].

Migracja pierwszorzędowych amin aromatycznych do żywności może zachodzić również z opakowań z tworzyw sztucznych zawierających barwniki azowe. W wyniku reakcji rozkładu barwnika dochodzi do uwalniania się PAAs z opakowania do żywności, często w ilościach znacznie przekraczających dopuszczalny limit [1, 7].

Zgodnie z obowiązującymi przepisami Unii Europejskiej (Rozporządzenie Komisji (WE) nr 10/2011) wyroby z tworzyw sztucznych przeznaczone do kontaktu z żywnością nie mogą uwalniać pierwszorzędowych amin aromatycznych do żywności lub płynu modelowego imitującego żywność w ilości powyżej 10 µg/kg [10].

Ostatnio, w państwach Unii Europejskiej, stwierdza się wzrost liczby wyrobów do kontaktu z żywnością, z których migracja PAAs znacznie przekracza dopuszczalny limit (10 µg/kg). Zgłaszane są one do Systemu Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznej Żywności i Paszach (RASFF - *Rapid Alert System for Food and Feed*) [2, 12]. Powiadomienia te dotyczą głównie przyborów kuchennych z poliamidu (nylonu) pochodzących z Chin i Hong Kongu. Z wyrobów tych najczęściej stwierdzano uwalnianie aniliny i 4,4'-metylenodianiliny (4,4'-MDA) [12].

W związku ze wzrastającą liczbą zgłoszeń do systemu RASFF, Komisja Europejska ustanowiła rozporządzenie (WE) nr 284/2011 określające specjalne warunki importu wyrobów kuchennych z poliamidu pochodzących z Chin i Hong Kongu [11]. Wyroby takie od 1 lipca 2011 r. podlegają kontroli granicznej przeprowadzanej w celu potwierdzenia ich zgodności z wymaganiami przepisów w zakresie pierwszorzędowych amin aromatycznych.

Mając na uwadze fakt, że uwalnianie pierwszorzędowych amin aromatycznych do żywności może zachodzić nie tylko z wyrobów kuchennych wykonanych z poliamidu [1, 3, 7, 8, 12], ale także z opakowań z tworzyw sztucznych łączonych za pomocą klejów na bazie izocyjanianów [7], uznano za uzasadnione zbadanie takich opakowań, ze względu na istotne znaczenie dla oceny bezpieczeństwa pakowanej żywności i ochrony zdrowia konsumenta.

Celem pracy była identyfikacja poszczególnych pierwszorzędowych amin aromatycznych i zbadanie migracji z wielowarstwowych opakowań żywności jako podstawy do oceny ich zgodności z wymaganiami ustawodawstwa UE oraz zagrożenia dla zdrowia wynikającego z przenikania tych związków do żywności.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły próbki niezadrukowanych i zadrukowanych wielowarstwowych materiałów opakowaniowych (8 próbek laminatów o różnym składzie) składających się z kilku (2 do 4) warstw folii, łączonych za pomocą klejów na bazie izocyjanianów, pochodzących od różnych krajowych producentów i importerów. Do czasu rozpoczęcia badań próbki laminatów przechowywano w chłodni.

Jako płyn modelowy w badaniach migracji pierwszorzędowych amin aromatycznych z próbek laminatów stosowano 3% wodny roztwór kwasu octowego. Próbki laminatów do badania migracji PAAs przygotowano wg normy PN-EN 13130-1 [9]. Migrację PAAs z próbek laminatów niezadrukowanych przeprowadzano metodą całkowitego zanurzenia materiału o wymiarach 10 cm x 10 cm w 100 ml 3% roztworu kwasu octowego. W przypadku próbek laminatów zadrukowanych (z nadrukiem po stronie zewnętrznej, nie kontaktującej się z żywnością lub z nadrukiem międzywarstwowym), w celu

zapewnienia kontaktu płynu modelowego ze stroną materiału przewidzianą do kontaktu z żywnością, migrację przeprowadzano metodą formowania i zgrzewania na gorąco torebki o powierzchni wewnętrznej 2 dm², którą następnie napełniano 100 ml płynu modelowego. Migrację z każdego badanego materiału przeprowadzano dla 3 równoległych próbek.

Warunki migracji (czas i temperaturę kontaktu badanego materiału z płynem modelowym) ustalono zgodnie z zalecanymi w UE zasadami badania migracji z wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością, z uwzględnieniem rzeczywistego wykorzystania opakowania (czas kontaktu - 10 dni, temperatura - 40°C). Dodatkowo, ze względu na niestabilność PAAs w roztworze, zastosowano alternatywne warunki migracji (czas kontaktu – 2 h, temperatura - 70°C), które stanowią „*worst case scenario*” dla pierwszorzędowych amin aromatycznych.

Uzyskane roztwory migracyjne przed oznaczaniem PAAs były poddawane zateżnieniu z wykorzystaniem kolumniek SPE (*Solid-Phase Extraction*) zawierających 500 mg kwasu propylosulfonowego. Roztwory наносzono na kolumnki, a następnie aminy wmywano buforem cytrynianowym. Oznaczanie PAAs uwolnionych do płynu modelowego przeprowadzono dla 7 kancerogennych amin: aniliny, 1,3-fenylenodiaminy, 2,6-toluenodiaminy, 2,4-toluenodiaminy, 4,4'-oksydianiliny, 4,4'-metylenodianiliny i 3,3'-dimetylobenzydiny, których obecność najczęściej stwierdza się w materiałach i wyrobach do kontaktu z żywnością.

Do identyfikacji i ilościowego oznaczania PAAs stosowano metodę wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC), w odwróconym układzie faz, z detektorem UV-VIS typu matryca diodowa (DAD) dla długości fal 230, 240 i 280 nm. Rozdzielania amin dokonywano na kolumnie SunFire C18 o długości 250 mm, średnicy wewnętrznej 3 mm i rozmiarze ziarna 5 µm. Fazę ruchomą stanowiły metanol i roztwór wodny octanu sodu (0,01 mol/dm³), przepływ 0,3 ml/min, elu-

cja gradientowa. W układzie chromatograficznym zastosowano zawór pozwalający na wymywanie zwrotne.

Walidację metody przeprowadzono zgodnie z Wytycznymi dotyczącymi kryteriów i procedury walidacji metod analitycznych stosowanych w kontroli materiałów przeznaczonych do kontaktu z żywnością opracowanymi przez Laboratorium Referencyjne Unii Europejskiej w zakresie materiałów do kontaktu z żywnością [4]. Roztwory 3% kwasu octowego wzbogacono poszczególnymi PAAs na poziomie: 10, 20, 40 µg/dm³. Otrzymane wykresy kalibracyjne dla roztworów wzorcowych poszczególnych PAAs miały charakter liniowy w zakresie stężeń od 1 do 30 µg/dm³.

WYNIKI I Dyskusja

Identyfikację i oznaczanie PAAs w ekstraktach migracyjnych uzyskanych z badanych próbek laminatów przeprowadzono metodą HPLC-DAD zwalidowaną dla 7 kancerogennych amin (aniliny, 1,3-fenylenodiaminy, 2,6-toluenodiaminy, 2,4-toluenodiaminy, 4,4'-oksydianiliny, 4,4'-metylenodianiliny (4,4'-MDA) i 3,3'-dimetylobenzydiny). Parametry analityczne wyznaczone dla poszczególnych PAAs na poziomie 10 i 25 µg/dm³ podane jako średnia przedstawiono w tabeli 1.

Suma granic wykrywalności 7 badanych PAAs zastosowaną metodą wynosiła 3,01 µg/kg i nie przekraczała dopuszczalnego limitu migracji dla tych związków (10 µg/kg), określonego w ustawodawstwie UE dotyczącym materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością [10].

W ekstraktach migracyjnych do 3% kwasu octowego, uzyskanych z badanych laminatów przy zastosowaniu obu warunków badania migracji (10 dni, 40°C i 2 h, 70°C), stwierdzono obecność aniliny i 4,4'-metylenodianiliny (4,4'-MDA). Nie stwierdzono natomiast obecności pozostałych 5 badanych amin (1,3-fenylenodiaminy, 2,6-toluenodiaminy, 2,4-toluenodiaminy,

Tabela 1. Parametry analityczne charakteryzujące metodę HPLC-DAD oznaczania PAAs
The analytical characteristics of the HPLC-DAD method for PAAs determination

| Parametr | Pierwszorzędowe aminy aromatyczne (PAAs) | | | | | | |
|---|--|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | anilina | 1,3-fenyleno- -diamina | 2,6-tolueno- -diamina | 2,4-tolueno- -diamina | 4,4'-oksy- -dianilina | 4,4'-metyleno- -dianilina | 3,3'-dimetylo- benzydina |
| liniowość (współczynnik korelacji R ²) | 0,99953 | 0,99934 | 0,99954 | 0,99968 | 0,99901 | 0,99922 | 0,99944 |
| granica wykrywalności, LOD (µg/kg) | 0,98 | 0,46 | 0,16 | 0,43 | 0,21 | 0,51 | 0,26 |
| granica oznaczalności, LOQ (µg/kg) | 1,97 | 0,93 | 0,32 | 0,85 | 0,41 | 1,02 | 0,52 |
| powtarzalność, RSD (%) | 1,4 | 6,9 | 7,8 | 6,9 | 1,3 | 1,4 | 2,1 |
| odzysk (%) | 107,4 | 104,4 | 87,4 | 97,6 | 96,0 | 100,9 | 96,7 |
| niepewność rozszerzona (%) | 9,0 | 11,8 | 10,6 | 10,5 | 12,8 | 11,6 | 12,7 |

4,4'-oksydianiliny i 3,3'-dimetylobenzydyny), powyżej wyznaczonych granic wykrywalności (LOD) zastosowanej metody (Tab. 1).

Tabela 2. Migracja aniliny i 4,4'-metylenodianiliny (4,4'-MDA) z badanych laminatów w warunkach standardowych: T= 40°C, t=10 dni
Migration of aniline and 4,4'-methylenedianiline (4,4'-MDA) from the tested laminates under conditions: T = 40°C, t = 10 days

| Skład laminatu | Grubość (µm) | Migracja aniliny (µg/kg) | Migracja 4,4'-MDA (µg/kg) |
|-----------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|
| OPP/PE | 50 | < 0,98 ^{*)} | 1,48 ± 0,03 |
| OPP/OPP | 80 | < 0,98 | 1,49 ± 0,03 |
| PA/EVOH/PA/PE | 50 | < 0,98 | 1,61 ± 0,03 |
| PA/PE (zadrukowany) | 60 | < 0,98 | < 0,51 ^{**)} |
| PET/A./PE | 120 | < 0,98 | < 0,51 |
| OPA/PE (zadrukowany) | 50 | < 0,98 | < 0,51 |
| PET/PE | 50 | < 0,98 | 1,57 ± 0,03 |
| PA/EVOH/PA/PE (zadrukowany) | 60 | < 0,98 | 2,51 ± 0,07 |

^{*)} - granica wykrywalności (LOD) aniliny

^{**)} - granica wykrywalności (LOD) 4,4'-MDA

W tabeli 2 przedstawiono wyniki migracji aniliny i 4,4'-metylenodianiliny z badanych laminatów w standardowych warunkach migracji, zgodnie z zalecanymi w ustawodawstwie UE (t = 10 dni, T = 40°C). W przypadku 10 dniowego kontaktu powierzchni laminatów z płynem modelowym (warunki standardowe) migracja obu tych substancji była zdecydowanie niższa niż w badaniach z zastosowaniem krótszego czasu i wyższej temperatury (Tab. 3), co mogło być spowodowane niestabilnością PAAs w roztworze podczas 10 dniowego pozostawiania badanego laminatu w kontakcie z płynem modelowym w temperaturze 40°C. Ze wszystkich badanych laminatów migracja aniliny była poniżej granicy wykrywalności metody (LOD = 0,98 µg/kg), a migracja 4,4'-MDA wahała się od poniżej granicy wykrywalności metody (LOD = 0,51 µg/kg) do 2,51 ± 0,07 µg/kg.

Tabela 3. Migracja aniliny i 4,4'-metylenodianiliny (4,4'-MDA) z badanych laminatów w warunkach: T=70°C, t=2h
Migration of aniline and 4,4'-methylenedianiline (4,4'-MDA) from examined laminates under conditions: T=70°C, t=2h

| Skład laminatu | Grubość (µm) | Migracja aniliny (µg/kg) | Migracja 4,4'-MDA (µg/kg) | Suma migracji PAAs (µg/kg) |
|-----------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| OPP/PE | 50 | 7,04 ± 0,45 | 6,28 ± 0,46 | 13,32 ± 0,91 |
| OPP/OPP | 80 | 4,86 ± 0,21 | 9,86 ± 1,13 | 14,72 ± 1,34 |
| PA/EVOH/PA/PE | 50 | < 0,98 ^{*)} | 3,96 ± 0,18 | 3,96 ± 0,18 |
| PA/PE (zadrukowany) | 60 | < 0,98 | 1,16 ± 0,02 | 2,07 ± 0,02 |
| PET/AL/PE | 120 | < 0,98 | 1,55 ± 0,03 | 1,55 ± 0,03 |
| OPA/PE (zadrukowany) | 50 | < 0,98 | < 0,51 ^{**)} | < 1,49 |
| PET/PE | 50 | 6,86 ± 0,42 | 2,98 ± 0,10 | 9,84 ± 0,52 |
| PA/EVOH/PA/PE (zadrukowany) | 60 | < 0,98 | 5,48 ± 0,35 | 5,48 ± 0,35 |

^{*)} - granica wykrywalności (LOD) aniliny

^{**)} - granica wykrywalności (LOD) 4,4'-MDA

Wyniki migracji aniliny i 4,4'-metylenodianiliny z badanych laminatów w ostrzejszych warunkach migracji (t = 2 h, T = 70°C) przedstawiono w tabeli 3. W badanych próbkach laminatów stwierdzono głównie migrację 4,4'-MDA, której obecność wskazuje na niecałkowite przereagowanie izocyjanianów w procesie polimeryzacji kleju poliuretanowego stosowanego do łączenia warstw laminatu.

W roztworach migracyjnych uzyskanych z badanych laminatów w warunkach „worst case scenario” (Tab. 3) zawartość 4,4'-MDA mieściła się w zakresie od poniżej granicy wykrywalności metody (LOD = 0,51 µg/kg) do 9,86 µg/kg, natomiast zawartość aniliny - od poniżej granicy wykrywalności metody (LOD = 0,98 µg/kg) do 7,04 µg/kg. Suma amin (aniliny i 4,4'-MDA) uwalnianych z badanych laminatów mieściła się w zakresie od poniżej granicy wykrywalności (LOD = 1,49 µg/kg) do 14,72 µg/kg. Najwyższą migrację PAAs stwierdzano w przypadku próbek laminatów o najmniejszej liczbie warstw, głównie materiałów dwuwarstwowych. W 2 próbkach laminatów, na 8 zbadanych, został przekroczony dopuszczalny limit migracji PAAs (10 µg/kg) określony w ustawodawstwie UE (Tab. 3). Laminaty, przypadku których stwierdzono przekroczenie dopuszczalnego limitu migracji, ze względu na kancerogenne działanie PAAs i potencjalne zagrożenie dla zdrowia nie powinny być stosowane do pakowania żywności.

Oceniając zagrożenie dla zdrowia wynikające z migracji pierwszorzędowych amin aromatycznych z opakowań do żywności, należy także uwzględnić fakt, że małe opakowania, takie jak saszetki do sosów i majonezu czy opakowania do wędlin lub wędzonego łososia w plastrach mają znacznie większą powierzchnię opakowania w stosunku do masy żywności w nim przechowywanej i z tego powodu migracja tych związków do żywności może być znacznie wyższa w porównaniu z opakowaniami do żywności o tradycyjnym stosunku powierzchni (6 dm²/kg żywności).

WNIOSKI

1. Zwalidowana metoda HPLC-DAD umożliwia oznaczanie pierwszorzędowych amin aromatycznych uwalnianych do płynu modelowego z próbek laminatów przeznaczonych do żywności na wymaganym poziomie. Suma granic wykrywalności metody, wyznaczona dla 7 badanych PAAs, wynosiła 3,01 µg/kg i była znacznie poniżej dopuszczalnego limitu migracji (10 µg/kg) określonego w ustawodawstwie UE.
2. Z badanych laminatów nie stwierdzono uwalniania 1,3-fenylendiaminy, 2,6-toluenodiaminy, 2,4-toluenodiaminy, 4,4'-oksydianiliny i 3,3'-dimetylobenzydiny powyżej odpowiednich granic wykrywalności tych związków zastosowaną metodą.
3. Stwierdzono uwalnianie aniliny i 4,4'-MDA, których suma w warunkach „worst case scenario” mieściła się w zakresie od poniżej 1,49 µg/kg do 14,72 µg/kg. W 2 próbkach laminatów na 8 zbadanych migracja tych związków przekraczała dopuszczalny limit.
4. Laminaty, z których stwierdzono uwalnianie aniliny i 4,4'-MDA w ilości przekraczającej dopuszczalny limit, ze względu na kancerogenne działanie tych związków i zagrożenie dla zdrowia konsumenta, nie powinny być stosowane do pakowania żywności.
5. Migracja aniliny i 4,4'-MDA z laminatów wskazuje na potrzebę regularnych badań tego typu materiałów opakowaniowych przed wykorzystaniem ich do pakowania żywności.
3. *Ćwiek-Ludwicka K.*: Zagrożenia dla zdrowia związane z migracją substancji z opakowań do żywności. *Roczn. PZH* 2010, 61, 345-347.
4. Guidelines for performance criteria and validation procedures of analytical methods used in controls of food contact materials. Ed. *Bratinova S., Raffael B., Simoneau C.*, EUR 24105 EN, 1st edition 2009.
5. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk to Humans. 1998, Vol. 27.
6. *Kolado W., Mielniczuk Z.*: Opakowania jako potencjalne źródło pierwszorzędowych amin aromatycznych. *Opakowanie* 2004, 9, 29-31.
7. *Mortensen S., Trier X., Foverskov, Petersen J.*: Specific determination of 20 primary aromatic amines in aqueous food simulants by liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A* 2005, 1091, 40-50.
8. *Pawlicka M., Ćwiek-Ludwicka K., Starski A., Półtorak H., Stelmach A.*: Oznaczanie migracji pierwszorzędowych amin aromatycznych (PAAs) z wyrobów kuchennych przeznaczonych do kontaktu z żywnością. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2009, XLII, 3, 558-563.
9. PN-EN 13130-1. Materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z produktami spożywczymi. Substancje w tworzywach sztucznych podlegające ograniczeniom. Cz. 1. Przewodnik dotyczący metod badania migracji specyficznej substancji z tworzyw sztucznych do żywności i płynów modelowych.
10. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 10/2011 z dnia 14 stycznia 2011r w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością.
11. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 284/2011 ustanawiające specjalne warunki i szczegółowe procedury dotyczące przywozu przyborów kuchennych z tworzyw poliamidowych i melaminy pochodzących lub wysyłanych z Chińskiej Republiki Ludowej i Specjalnego Regionu Administracyjnego Hong Kongu.
12. The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), Annual Report. http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm

PIŚMIENNICTWO

1. *Brede C., Skjevrak I.*: Migration of aniline from polyamide cooking utensils into food simulants. *Food Addit. Contam.* 2004, 21, 1115-1124.
 2. *Ćwiek-Ludwicka K., Stelmach A., Półtorak H.*: Bezpieczeństwo wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością w systemie RASFF. *Roczn. PZH* 2007, 58, 599 - 607.
- Otrzymano: 05.07.2011
Zaakceptowano do druku: 27.09.2011

