Karolina CHOROSZY, Krzysztof TERESZKIEWICZ

WPŁYW CZASU TRANSPORTU I PRZECHOWYWANIA WĘDLIN WĘDZONYCH METODĄ TRADYCYJNĄ NA ZAWARTOŚĆ SUMY CZTERECH WIELOPIERŚCIENIOWYCH WĘGLOWODORÓW AROMATYCZNYCH

Transport produktów żywnościowych jest jednym z głównych etapów w łańcuchu spożywczym. Każdy rodzaj produktu spożywczego wymaga dopasowania warunków transportu do jego specyfiki. Wędliny wędzone tradycyjnie są produktami, które muszą być szczególnie traktowane podczas obrotu ze względu na szybko wyparowującą wodę, która po dłuższym transporcie i przechowywaniu może prowadzić do zwiększenia się zawartości szkodliwych związków z grupy WWA. Jednym z czynników decydujących o ich powstawaniu są czas i warunki przechowywania oraz transportu. Przepisy prawne obowiązujące w UE jednoznacznie określają ilości sumy benzo(a)pirenu, chryzenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu oraz benzo(a)pirenu i zasady wykonawstwa bezpieczeństwa przez przedsiębiorstwa transportu żywności. Mimo dużych osiągnięć i poprawie bezpieczeństwa zdrowotnego żywności, występują przekroczenia maksymalnych limitów związków z grupy WWA ze względu na zbyt długi czas transportu i przechowywania. W artykule omówiono zagrożenia wzrostu skażenia związkami z grupy WWA w transporcie i podczas przechowywania. Wykazano, że transport na długie odległości i przechowywanie wędlin wędzonych tradycyjnie powoduje nieznaczny wzrost koncentracji sumy 4 WWA oraz BaP. Czas transportu oraz przechowywanie wędlin w warunkach chłodniczych powoduje również utratę wody, co skutkuje obsychaniem powierzchni i stratą masy batonu.

WSTĘP

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) należą do grupy związków powszechnych w środowisku [1; 2, 3]. Tworzą trwale zanieczyszczenia organiczne, które są obecne w powietrzu, wodzie, glebie, osadach i żywności [4; 5, 6, 7]. Powstawanie WWA można wiązać z takimi procesami jak niepełne spalanie paliw kopalnych, drewna, wyrobów tytoniowych oraz biopaliw [1, 4, 8, 9, 10].

Obecność wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych w środowisku oraz żywności jest niepożądane ze względu na ich znane właściwości rakotwórcze, mutagenne oraz teratogenne [4, 11; 12, 13, 14]. Obecność wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych w produktach żywnościowych jest spowodowana przede wszystkim ich obróbką termiczną. Według wielu autorów [1, 2, 3, 4, 6, 7], do procesów obróbki i przetwarzania żywności, podczas których tworzą się WWA, zaliczamy: suszenie, wędzenie, smażenie, pieczenie, grillowanie.

Zmiany w prawie europejskim związane z zanieczyszczeniami żywności (Europejska Komisja ds. Bezpieczeństwa Żywności – EFSA) nakładają na producentów żywności, szczególnie wędzonej, niezwykle rygorystyczne normy. W 2005 r. zostało wprowadzone rozporządzenie [Rozporządzenie Komisji (WE) nr 208/2005] zmieniające rozporządzenie nr 466/2001, wprowadzające maksymalne limity (ML) zawartości benzo(a)pirenu w żywności – w mięsie i produktach mięsnych wędzonych, mięsie ryb wędzonych i produktach rybactwa wędzonych – na poziomie 5,0 µg/kg oraz w mięsie ryb nie poddanych wędzeniu – 2,0 µg/kg. W rozporządzeniu nr 1881/2006 zastępującym rozporządzenie nr 466/2001, ML dla benzo(a)pirenu nie uległ zmianie. W roku 2011 zostały opublikowane akty prawne [Rozporządzenie Komisji (UE) nr 835/2011] dotyczące kontroli zawartości zanieczyszczeń żywności. EFSA stwierdziła, że najbardziej miarodajnym wskaźnikiem zanieczyszczenia żywności WWA jest układ czterech wybranych związków chemicz-

nych grupy WWA (chryzen, benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten). Rozporządzenie Komisji (UE) nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniło rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 [Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1881/2006] odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów WWA w środkach spożywczych i wprowadziło obowiązujące od 1 września 2012 roku limity dla benzo(a)pirenu oraz sumy czterech WWA (BaP, BaA, BbF, CHR) w wysokości odpowiednio 5,00 µg/kg oraz 30,00 µg/kg dla mięsa wędzonego i produktów mięsnych wędzonych oraz dla ryb wędzonych i produktów rybactwa wędzonych (z wyjątkami), które po dwóch latach czyli od 1 września 2014 roku zostały obniżone do odpowiednio 2,00 µg/kg oraz 12,00 µg/kg.

Transport żywności, szczególnie tej szybko psującej się, jest bardzo trudnym w realizacji zadaniem dla przewoźników. Nieprzewidziane zmiany warunków w trakcie transportu mogą się przyczynić do obniżenia jakości transportowanych produktów, a także do zagrożenia bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów. Aby zapewnić konsumentowi poczucie bezpieczeństwa, konieczna jest ochrona prawna, czyli odpowiednie regulacje dotyczące bezpieczeństwa zdrowotnego żywności. Wszystkie kraje europejskie, dążą do wdrożenia zgodności ustawodawstwa żywnościowego, celem którego jest ochrona zdrowia społeczeństwa, zapewnienie bezpieczeństwa, możliwości swobodnej wymiany towarowej i zapewnienie uczciwości w transakcjach handlowych [15].

Przestrzeganie ustalonych warunków transportu i magazynowania zapewniających utrzymanie pożądanej jakości produktu i ograniczających procesy psucia warunkuje bezpieczeństwo zdrowotne produkowanych wyrobów. Prawidłowa dystrybucja mięsa i jego przetworów polega na takim ich rozdysponowaniu, aby zmiany cech jakościowych w czasie przechowywania i transportu były zminimalizowane [15].

W czasie chłodniczego transportu oraz przechowywania jakość mięsa i przetworów z mięsa pogarsza się na skutek rozwoju mikro-

flory tlenowej, aktywności enzymów tkankowych i bakteryjnych, utleniania barwników hemowych, utleniania lipidów oraz wysychania powierzchni na skutek odparowywania wody [17].

Do czynników zewnętrznych mających wpływ na trwałość tych produktów mięsnych wędzonych tradycyjne należy zaliczyć: czas i temperaturę transportu oraz przechowywania, sposób i warunki pakowania, zastosowane operacje technologiczne, np. peklowanie i obróbka cieplna oraz wpływ światła. W procesie dystrybucyjnym mięsa i jego przetworów kluczową rolę odgrywa temperatura determinująca wzrost stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego, jak i zmiany innych wyróżników jakościowych oraz czas transportu do miejsca docelowego. Czas transportu i przechowywania chłodniczego produktów mięsnych wędzonych będzie miał istotny wpływ na uszyszkę tych wędlin, ze względu na stopniowe wyparowywanie wody. Może to powodować w przypadku wędlin wędzonych tradycyjnie zwiększenie stężenia szkodliwych dla zdrowia WWA. Zmniejszenie powierzchni produktu przez odparowanie wody w trakcie transportu i przechowywania chłodniczego, a tym samym zwiększona koncentracja WWA może prowadzić do przekroczenia maksymalnych limitów dla sumy 4 WWA i BaP wędlin pobranych do badań z półki sklepowej w porównaniu do wędlin pobranych do badań bezpośrednio od producenta [15, 17].

Celem badań była analiza wpływu czasu transportu i przechowywania wędlin wędzonych metodą tradycyjną na zmianę stopnia skażenia sumą czterech WWA oraz BaP w odniesieniu do maksymalnych limitów nałożonych przez Komisję Unii Europejskiej.

1. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiałem doświadczalnym były wędliny produkowane w Zakładzie Mięsnym „Smak Górnio” zlokalizowanym na terenie województwa podkarpackiego.

Spośród wytwarzanych w tym zakładzie wędlin wybrano do badań produkty o następujących nazwach handlowych:

- Kornetka;
- Szynka swojska;
- Boczek parzony;
- Kabanos wieprzowy.

Przy doborze materiału doświadczanego kierowano się zasadą, że elementem wspólnym całego procesu technologicznego, a przede wszystkim stosowanej obróbki cieplnej każdego z produktów było zastosowanie w jego technologii procesu tradycyjnego wędzenia.

Próbki każdej wędliny, przeznaczone do badań, pobrano w ilości po około 1,5kg, bezpośrednio po zakończeniu obróbki cieplnej, wychłodzeniu i zapakowaniu. Przy pobieraniu kierowano się zasadami podanymi w PN-EN ISO 15753.

Próbki pobierano 3 – krotnie w odstępach tygodniowych i transportowano w temperaturze około 4°C w czasie 7 godzin. Czas i temperaturę wnętrza chłodni wędlin kontrolowano przy każdym pobraniu z trzech partii. Temperaturę w czasie transportu wędlin monitorowano termometrem przemysłowo - cyfrowym na podczerwień IR -016 (Tab.1).

Tab. 1. Wyniki kontroli temperatury w czasie transportu wędlin wędzonych metodą tradycyjną

Kolejna godzina transportu	Trasa [km]	I partia	II partia	III partia
		Temperatura [°C]		
1	80	4,00	4,00	4,00
2	150	4,25	4,20	4,15
3	200	4,30	4,25	4,00
4	250	4,50	4,00	4,10
5	300	4,25	4,20	4,10
6	350	4,25	4,15	4,00
7	420	4,00	4,00	4,00

Po dostarczeniu wędlin do placówki handlowej umieszczano wędliny w chłodziarce w temperaturze 4°C i przetrzymywano w całości w pergaminie przez okres 10 dni. W tym czasie kontrolowano co dwa dni temperaturę panującą w chłodziarce (Tab.2).

Tab. 2. Wyniki kontroli temperatury w czasie przechowywania wędlin wędzonych metodą tradycyjną

Czas przechowywania [h]	I partia	II partia	III partia
	Temperatura [°C]		
48	4,5	4,5	4,5
96	4,75	4,75	4,75
144	4,35	4,25	4,25
192	5,00	4,5	4,35
240	4,75	4,00	4,75

Przed transportem próbek pobrano po około 100 g każdej z wędlin z każdej partii badawczych w celu wykonania analiz na zawartość sumy 4 WWA oraz BaP jako wyników próby zerowej. Po upływie 12, 24, 48, 120, 240 godzin pobierano kolejne próbki do oznaczania tych samych parametrów. Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oznaczano metodą chromatografii cieczowej (HPLC). Określano poziom zanieczyszczenia benzo(a)pirenem, chryzenem, benzo(a)antracemem, benzo(b)fluorantem. Jakościowe oraz ilościowe oznaczenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych wykonywano przy zastosowaniu wysokosprawnego chromatografu cieczowego Waters Alliance 2695, wyposażonego w kolumnę Agilent PAH 5 Pursuit C18, o wymiarach 250 x 4,6mm i ziarnie 5µm. Dozowano 50µl próbki; temperatura kolumny wynosiła 30°C. Wyniki badań poddano analizie statystycznej.

2. WYNIKI I OMÓWIENIE

Przepisy normalizacyjne Wspólnoty Europejskiej określają maksymalny limit zawartości w produktach mięsnych wędzonych sumy czterech węglowodorów. Suma czterech WWA nie może przekraczać – 12µg/kg, a zawartość benzo(a)pirenu – 2µg/kg [18]. W związku z tym uzyskane wyniki porównano z tymi limitami.

Średnia zawartość czterech WWA w kornetce wynosiła odpowiednio: 11,03µg/kg przy pobraniu zerowym do badań. Ponadto warto zwrócić uwagę, że żadna z badanych próbek wędlin nie była skażona sumą czterech WWA w ilości wyższej niż 12µg/kg. Zawartość sumy 4 WWA w boczku i szynce swojskiej w próbkach zerowych, były o około 0,5µg/kg wyższe w porównaniu do zawartości tych węglowodorów w kornetce i kabanosie. Dane na rysunku 1 wskazują, że kornetka – wykazywała przeciętne skażenie sumą czterech WWA na poziomie poniżej maksymalnego limitu wyznaczonego przez Komisję Unii Europejskiej. Wraz z upływem czasu transportu i przechowywania wzrastał poziom skażenia sumą 4 WWA związany z wyparowywaniem wody z batonów. Największy wzrost ilości węglowodorów zanotowano w pierwszych 24 godzinach od pobrania próbek. Po upływie 48 godzin od pobrania wędlin następował nieznaczny wzrost zawartości sumy 4 WWA w boczku i szynce swojskiej. Natomiast ilości tych węglowodorów w kabanosie i kornetce ustabilizowały się w przedziale czasowym 48 – 240 h. W 240 godzinie od pobrania wędlin z zakładu, transportu i przechowywania nastąpiło przekroczenie maksymalnego limitu dla 4 WWA (powyżej 12µg/kg) tylko w szynce swojskiej. W 240 godzinie zawierała ona około 12,02µg/kg sumy 4 WWA. Taka ilość sumy 4 WWA dyskwalifikuje całą partię ze sprzedaży. Również zawartość sumy 4 WWA w boczku po pięciu dniach transportu i przechowywania osiągnęła wartość około 11,9µg/kg, a w następnych pięciu dniach nieznacznie wzrosła nie przekraczając jednak poziomu 12µg/kg. Tym nie mniej są to wartości sugerujące, że również ta wędlina jest

narażona na taką kumulację sumy 4 WWA, która może spowodować przekroczenie ML.

Badania wykazały, że zawartość benzo(a)pirenu w kornetce, boczkach, kabanosie, szynce swojskiej nie przekraczała maksymalnego limitu wyznaczonego przez Unię Europejską ($2,00 \mu\text{g/kg}$) przed transportem z zakładu. Średnia arytmetyczna opisująca zawartość tego związku dla kornetki, boczków i kabanosów była niższa od $1,00 \mu\text{g/kg}$ (Tab. 3).

Rys. 1. Zmiany zawartości 4 WWA w trakcie transportu i przechowywania chłodniczego badanych wędlin wędzonych metodą tradycyjną

Stężenie BaP w szynce swojskiej podczas pobrania przed transportem było najwyższe w porównaniu z pozostałymi badanymi wędlinami, bo wynosiło $1,11 \mu\text{g/kg}$.

Wyniki badań jednoznacznie wskazują na nieznacznie zwiększające się stężenie BaP podczas transportu i 10 dniowego przechowywania wędlin w warunkach chłodniczych. Utrata wody przez badane wędliny powodowała wzrost zawartości BaP o $0,01 - 0,02 \mu\text{g/kg}$ po 10 dniach od momentu pobrania z zakładu mięsnego.

Tab. 3. Zmiany zawartości BaP w trakcie transportu i przechowywania chłodniczego badanych wędlin wędzonych metodą tradycyjną

	kornetka	boczek	kabanos	Szynka swojska
	$\mu\text{g/kg}$			
Bezpośrednio po zakończeniu procesu produkcji	0,51	0,55	0,64	1,11
Transport oraz 10 dni przechowywania chłodniczego	0,53	0,57	0,65	1,13

Mięso należy do grupy artykułów żywnościowych o ograniczonej trwałości tzn. jest podatne na naturalne, ciągłe i z reguły nieodwracalne przemiany fizyczne, chemiczne, biochemiczne i mikrobiologiczne. Łatwość psucia się mięsa wynika przede wszystkim z dużej zawartości wody, która wraz z białkami i węglowodanami stanowi doskonałą pożywkę dla mikroorganizmów oraz tłuszczu, który ulega procesom przyspieszającym psucie. Ich efektem są progresywne niekorzystne zmiany właściwości sensorycznych, przydatności użytkowej i wartości odżywczej. Charakter tych zmian jakościowych jest uzależniony przede wszystkim od surowca i zastosowanej technologii przetwarzania i utrwalania, a także przechowywania i transportu na miejsce docelowej sprzedaży [19].

Dodatkowo wykonano analizę zmiany masy badanych wędlin w trakcie transportu i procesu przechowywania chłodniczego. Wyniki badań własnych pokazały, że wszystkie badane wędliny po dziesięciodniowym przechowywaniu utraciły nieznacznie ilość wody

(Tab.4). Kornetka i szynka swojska były wyrobami, które podczas zabiegów transportowo – przechowalniczych utraciły największą ilość wody w porównaniu do pozostałych badanych wędlin. Wyroby te po kilkugodzinnym transporcie w warunkach chłodniczych były lżejsze o $0,01 \text{ kg}$, natomiast po dziesięciodniowym przechowywaniu utraciły odpowiednio $5,30\%$ i $5,00\%$ wody. Kabanos był kielbasą, która mimo braku straty wody w trakcie transportu, po kilkunastodniowym przechowywaniu straciła $0,05 \text{ kg}$, co odpowiada utracie wody w ilości $3,34\%$. Wyrobem, który stracił bardzo małą ilość wody w całym procesie transportu i przechowywania badanych wyrobów wędliniarskich był boczek. Wynika to z tego, że boczek jest wyrobem o wysokiej zawartości tłuszczu, co powoduje mniejszą ilość wody w jego składzie chemicznym. Po dziesięciodniowym czasie przechowywania w warunkach chłodniczych boczek utracił na masie jedynie $2,61\%$ w porównaniu do masy pierwotnej pobieranych próbek do transportu. Warto zauważyć, że tak jak w kabanosie, w boczkach nie wykryto ubytku wody po procesie kilkugodzinnego transportu (Tab.4).

Tab.4. Zmiany masy wędlin w trakcie transportu i przechowywania chłodniczego badanych wędlin wędzonych metodą tradycyjną

	kornetka	Szynka swojska	kabanos	boczek
	$[\text{kg}]$			
Bezpośrednio po zakończeniu procesu produkcji	1,52	1,60	1,49	1,53
Transport	1,51	1,59	1,49	1,53
10 dni przechowywania chłodniczego	1,44	1,52	1,44	1,49
	Utrata wody w $[\%]$			
Transport	0,66	0,66	-	-
10 dni przechowywania chłodniczego	5,30	5,00	3,34	2,61

PODSUMOWANIE

Zakłady produkujące żywność posiadają w większości własne środki transportu, które powinny być pozytywnie ocenione przez państwową inspekcję sanitarną. Większość obiektów obrotu żywnością dysponuje funkcjonalnymi i elastycznymi środkami transportu, dobrymi technicznie i przeznaczonymi wyłącznie do przewozu artykułów spożywczych. Niektóre zakłady korzystają z usług firm logistycznych, specjalnie przygotowanych do przewozu produktów spożywczych. Jednakże wyniki badań pokazały, że bez względu na odpowiedni czas transportu oraz zachowanie wszystkich zasad dobrej praktyki produkcyjnej oraz transportowej, temperatury przewozu, następują minimalne ubytki zawartości wody w produktach wędliniarskich. Skutkuje to wzrostem stężenia substancji z grupy WWA, które są na liście jednych z najmniejbezpiecznych związków kancerogennych obecnych w wędzonej żywności. Wzrost stężenia związków z grupy WWA może powodować przekroczenia limitów, które są nałożone na te substancje. W czasie transportu i przechowywania wędlin wędzonych metodą tradycyjną stwierdzono bowiem wzrost zawartości sumy 4 WWA oraz BaP, zależny od rodzaju wędliny i temperatury w czasie transportu i przechowywania. W badanym okresie kielbasy składowane w temp. $4 \pm 1^\circ\text{C}$ charakteryzowały się wzrostem badanych WWA w porównaniu z próbami pobranymi zaraz po wyprodukowaniu. W ciągu 10 dni przechowywania największy wzrost WWA stwierdzono w szynce swojskiej i boczkach. Badania potwierdzają kluczowy wpływ czasu transportu i przechowywania na dynamikę zmian w stężeniach sumy 4 WWA w przechowywanych wędlinach. Wskazują, że monitorowanie pracy urządzeń chłodniczych i warunków transportu oraz magazynowania w jednostkach handlu hurtowego i detalicznego, stanowiących ostatnie ogniwo łańcucha logistycznego, jest warun-

kiem dostarczenia konsumentowi produktów o pożądanej jakości w deklarowanym okresie przydatności do spożycia, bezpiecznych oraz zgodnych z wszelkimi normami nałożonymi przez Komisję UE.

BIBLIOGRAFIA

1. Rey-Salgueiro L., Martínez-Carballo E., García-Falcón M.S., González-, -Barreiro C., Simal-Gándara J. Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons and their hydroxylated metabolites in infant foods. *Food Chemistry*, 2009b, 115, s. 814–819.
2. Yebra-Pimentel I., Fernández-González R., Carballo E.M., Simal-Gándara J. Searching ingredients polluted by polycyclic aromatic hydrocarbons in feeds due to atmospheric or pyrolytic sources. *Food Chemistry*, 2012, 135, s. 2043–2051.
3. Yebra-Pimentel I., Fernández-González R., Martínez-Carballo E., Simal-Gándara J. Optimization of purification processes to remove polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in pollute draw fish oils. *Science of the Total Environment*, 2014, 470, s. 917–924.
4. Rey-Salgueiro L., Martínez-Carballo E., García-Falcón M.S., Simal-Gándara J. Survey of polycyclic aromatic hydrocarbons in canned bivalves and investigation of their potential sources. *Food Research International*, 2009a, 42, s. 983–988.
5. Arias A.H., Vazquez-Botello A., Tombesi N., Ponce-Vélez G., Freije H., Marcovecchio J. Presence distribution and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Bahía Blanca estuary. *Argentina Environmental Monitoring and Assessment*, 2010, 160, s. 301–314.
6. Shrestha B., Anderson T.A., Acosta-Martínez V., Payton P., Cañas-Carrell J.E. The influence of multiwalled carbon nanotubes on polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) bioavailability and toxicity to soil microbial communities in alfalfa rhizosphere. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2015, 116, s. 143–149.
7. Pongpiachan S. A preliminary study of using polycyclic aromatic hydrocarbons as chemical tracers for traceability in soybean products. *Food Control*, 2015, 47, s. 392–400.
8. García-Falcón M.S., Simal-Gándara J. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoke from different woods and their transfer during traditional smoking into chorizo sausages with collagen and tripe casings. *Food Additives and Contaminants*, 2005, 22, s. 1–8.
9. Pérez-Gregorio M.R., García-Falcón M.S., Martínez-Carballo E., Simal-Gándara J. Removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from organic solvents by ashes wastes. *Journal of Hazardous Materials*, 2010, 178, s. 273–281.
10. Kamal A., Malik R.N., Martellini T., Cincinelli A. Cancer risk evaluation of brick kiln workers exposed to dust bound PAHs in Punjab province (Pakistan). *Science of the Total Environment*, 2014, 493, s. 562–570.
11. Sapota A. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (substancje smołowe rozpuszczalne w cykloheksanie). *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 2002, 2, s. 179–208.
12. Alomirah H., Al-Zenki S., Husain A., Sawaya W., Ahmed N., Gevao B., Kannan K. Benzo[a]pyrene and total polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) levels in vegetable oils and fats do not reflect the occurrence of the eight genotoxic PAHs. *Food Additives and Contaminants*, 2010, 27, s. 869–878.
13. Alomirah H., Al-Zenki S., Al-Hooti S., Zaghoul S., Sawaya W., Ahmed N., Kannan K. Concentrations and dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from grilled and smoked foods. *Food Control*, 2011, 22, s. 2028–2035.
14. Lee J.-G., Kim S.-Y., Moon J.-S., Kim S.-H., Kang D.-H. Effects of grilling procedures on levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled meats. *Food Chemistry*, 2016, 199, s. 632–638.
15. Choroszy K., Tereszkievicz K. Transport artykułów mięsnych w świetle przepisów prawa, *Logistyka*, 2014, s. 2653–2660.
16. Blakistone B.A.: Meats and poultry. In: „Principles and Application of Modified Atmosphere packaging of Foods”. Ed. B.A. Blakistone, Blackie Academic and Professional, Londyn 1998, p. 240.
17. Optymalne „okno logistyczne” Rozważania na temat logistyki mięsa i produktów mięsnych w aspekcie specyfiki branży. *Mięso i Wędliny*, 2005, 8, 34–38, 40 (źródło: Pastors P.M. Das optimale logistische Fenster. *Fleischwirtschaft*, 2005, 9, 64–67).
18. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodórów aromatycznych w środkach spożywczych.
19. Kozłowicz K., Kluza F., Góral D.: Uwarunkowania jakości mięsa zamrażanego i przechowywanego w niskich temperaturach. *Chłodnictwo*, 2006, 1-2, 60–64.

The influence of transport time and storage of smoked meat by traditional method on the content of a total four-aerative hydrocarbon aromatic hydrocarbons

The transport of food products is one of the main stages in the food chain. Each type of food product needs to be adjusted to the conditions of transport of its specific. Traditionally smoked meats are products that should receive special care during rotation due to the fast evaporating water which, after prolonged transport and storage, may lead to an increase in the content of harmful PAH compounds. One of the factors determining their formation are time and conditions of storage and transport. EU legislation clearly specifies the amount of total benzo (a) pyrene, chrysene, benzo (a) anthracene, benzo (b) fluoranthene and benzo (a) pyrene and the safety practices of food transport companies. Despite high achievements and improvement of food safety, there are exceeded maximum limits of PAH compounds due to too long transport and storage time. The article discusses the risks of increased contamination with compounds from the PAH group in transport and during storage. It is shown that long-distance transport and storage of smoked sausages traditionally causes a slight increase in the concentration of the sum of 4 PAHs and BaP. The time of transport and storage of cold meats in refrigeration conditions also causes water loss, which results in drying of the surface and loss of the bar weight.

Autorzy:

dr inż. **Karolina Choroszy** – Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, Zakład Informatyki w Zarządzaniu, choroszy@prz.edu.pl

dr hab. inż. **Krzysztof Tereszkievicz** – Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, Zakład Informatyki w Zarządzaniu, ktersz@prz.edu.pl

JEL: Q18 DOI: 10.24136/atest.2018.042

Data zgłoszenia: 2018.05.17 Data akceptacji: 2018.06.15