

ARTUR CIEMNIAK

PORÓWNANIE WPLYWU METODY GRILLOWANIA NA ZAWARTOŚĆ BENZO[A]PIRENU W MIĘSIE KURCZĄT

Streszczenie

Obróbka cieplna żywności w wysokiej temperaturze często prowadzi do powstawania związków toksycznych, m.in. nitrozoamin, amin heterocyklicznych, akrylamidu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. WWA wytwarzają się podczas grillowania w wyniku pirolizy tłuszczu kapiącego na rozżarzone węgle. Ponadto są one rozpowszechnione w środowisku, w związku z czym mogą występować także w żywności nieprzetworzonej. WWA, wśród których najczęściej analizowany jest benzo[a]piren, są dla człowieka i zwierząt bardzo niebezpiecznymi ksenobiotykami.

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości benzo[a]pirenu w mięsie kurcząt grillowanym różnymi metodami. Próbki grillowanego mięsa poddano alkalicznej hydrolizie i ekstrakcji heksanem, a następnie oczyszczano w kolumnach wypełnionych florisilem. Analizę zawartości BaP wykonano za pomocą chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrem mas (HP 6890/5973).

Benzo[a]piren stwierdzono we wszystkich analizowanych próbkach, nawet w surowym, niepoddanym żadnej obróbce mięsie. Wyniki badań dowodzą, że zawartość BaP silnie zależy od metody grillowania oraz od rodzaju źródła ciepła. Zarówno grillowanie elektryczne, jak i grillowanie na węglu drzewnym, gdy wyeliminowano możliwość kapania tłuszczu na gorące węgle, nie powodowało znaczącego wzrostu zawartości BaP w porównaniu z wartością wyjściową. Wyższą zawartość BaP stwierdzono, gdy mięso grillowano bezpośrednio nad powierzchnią węgla (do 4,26 µg/kg – w mięsie, i 49,6 µg/kg – w skórze). Największą zawartość benzo[a]pirenu (138 µg/kg) stwierdzono w skórze bardzo mocno wypieczonej, ale nadal nadającej się do spożycia.

Słowa kluczowe: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), benzo[a]piren, mięso kurcząt, grillowanie

Wprowadzenie

W żywności poddawanej intensywnej obróbce cieplnej stwierdza się często znaczne ilości związków genotoksycznych, jak: aminy heterocykliczne, nitrozoaminy, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne czy akrylamid [10]. Z wymienionych związków za szczególnie niebezpieczne, ze względu na powszechność występowania

oraz osiągane stężenia w niektórych rodzajach żywności (np. oleje, produkty wędzone i grillowane), można uznać wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Są to jedne z najbardziej aktywnych czynników rakotwórczych, z jakimi człowiek styka się w żywności. W doświadczeniach na zwierzętach potwierdzono, że wiele z nich ma zdolność wywoływania nowotworów. Uważa się więc, że podobne działanie wykazują także względem ludzi [7].

Do wielu rodzajów żywności, np. roślin oleistych, WWA mogą przenikać intensywnie już z zanieczyszczonego środowiska [8, 13], występują nawet w napojach oraz żywności niepoddanej obróbce [3, 4]. W znacznych ilościach powstają podczas cieplnego przetwarzania żywności. Najwięcej tych związków stwierdza się w żywności wędzonej, a zwłaszcza grillowanej, np. w grillowanej stwierdzono 212 µg/kg benzo[a]pirenu (BaP) [12], a w wędzonej 12 µg/kg BaP [18]. WWA tworzą się podczas pirolizy materii organicznej w szerokim zakresie temperatury (250÷920°C) [22, 23], a optymalną temperaturą powstawania BaP jest 710°C [14]. Szczególnie niepokojące jest to, że ich prekursorami są powszechnie występujące w żywności związki, a zwłaszcza lipidy. Wyeliminowanie ich pozostałości z artykułów spożywczych wydaje się trudne do uniknięcia.

Naukowy Komitet ds. Żywności (SCF) [21] uznał za szczególnie toksyczne 33 WWA, spośród spotykanych w otoczeniu człowieka. Ze względu na wysoką genotoksyczność zalecane jest redukcowanie ich poziomu w żywności w takim stopniu, jak tylko jest to racjonalnie osiągalne. Pomimo potwierdzonej w doświadczeniach na zwierzętach wysokiej toksyczności WWA, w Unii Europejskiej nie było jednolitych uregulowań prawnych dotyczących maksymalnych dopuszczalnych zawartości tych węglodorów w produktach spożywczych. W większości państw przyjmowano m.in. najwyższą dopuszczalną zawartość benzo[a]pirenu w żywności wędzonej wynoszącą 1 µg/kg, tylko w Belgii ustalono 2 µg/kg [24]. W Polsce dopuszczalną zawartość WWA w wodzie przeznaczanej do spożycia określono w rozporządzeniu Ministra Zdrowia [20]. Powszechnie oznaczano 16 WWA zaliczonych przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (EPA) do grupy najważniejszych zanieczyszczeń [6], a więc zarówno związki o potwierdzonej wysokiej toksyczności, jak i stosunkowo nietoksyczne, ale występujące w wysokich stężeniach, np. fenantren czy antracen. Często było także analizowanie zawartości wyłącznie benzo[a]pirenu, który jest jednym z najbardziej toksycznych WWA. Analogicznie, jak w przypadku dioksyn, względem niego określa się współczynniki toksyczności (TEF) [16] pozostałych WWA (tab. 1).

Uwzględniając opinię SCF [21], uznającą benzo[a]piren za znacznik występowania i rakotwórczego działania WWA w żywności, UE w 2005 r. wprowadziła normy zawartości BaP w niektórych produktach żywnościowych [19]. Zgodnie z rozporządzeniem Komisji, w celu ochrony zdrowia publicznego należy wprowadzić maksymalne dopuszczalne poziomy benzo[a]pirenu w środkach spożywczych zawierających

tłuszcze i oleje oraz w żywności, w której procesy wędzenia lub suszenia mogą powodować wysoki poziom zanieczyszczenia. Szczególną uwagę należy zwrócić na żywność przeznaczoną dla niemowląt. Ustalenie najwyższych dopuszczalnych poziomów zawartości WWA jest także konieczne w odniesieniu do żywności, w której skażenie środowiska mogło spowodować wysoki poziom zanieczyszczenia, zwłaszcza ryb. Powyższe rozporządzenie nie wymienia jednak produktów poddanych grillowaniu.

Tabela 1

Współczynniki toksyczności wybranych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) określone na podstawie toksyczności benzo[a]pirenu.
Toxic equivalency factors (TEF) for selected polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) based on the toxicity of benzo[a]pyrene.

WWA / PAH	Wartość TEF TEF value	WWA / PAH	Wartość TEF TEF value
Naftalen Naphthaline	0,001	Indeno[1,2,3-cd]piren Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0,1
Piren Pyrene	0,001	Benzo[a]piren Benzo[a]Pyrene	1
Fenantren Phenanthrene	0,001	5-metylochryzen 5-methylochryzen	1
Chryzen Chryzen	0,01	Dibenzo[a,h]antracen Dibenzo[a,h]anthracene	5
Antracen Anthracene	0,01	Dibenzo[a,e]piren Dibenzo[a,e]pyrene	10
Benzo[b]fluoranten Benzo[b]fluoranten	0,1	Dibenzo[a,l]piren Dibenzo[a,l]pyrene	10

Źródło: opracowanie własne na podstawie [16]

W związku z zagrożeniem zdrowia człowieka przez WWA oraz upowszechnieniem w naszym kraju obróbki cieplnej żywności poprzez grillowanie, celem niniejszej pracy było określenie wpływu różnych metod grillowania na zawartość benzo[a]pirenu w mięsie kurcząt.

Material i metody badań

Powstawanie WWA jest ściśle powiązane ze sposobem prowadzenia obróbki cieplnej. Dlatego też w przeprowadzonym doświadczeniu mięso kurcząt grillowano trzema metodami:

- grillowanie tradycyjne bezpośrednio nad węglem drzewnym (odległość rusztu od powierzchni węgla – ok. 10 cm),

- grillowanie nad węglem drzewnym z wykorzystaniem aluminiowych tacek (odległość rusztu od powierzchni węgla – ok. 10 cm),
- grillowanie elektryczne (źródło ciepła umieszczone ok. 10 cm ponad rusztem).

Materiał do badań stanowiły uda, skrzydła oraz filety z piersi kurcząt zakupione w handlu detalicznym w Szczecinie w 2003 i 2006 r. Grillowanie przeprowadzono trzykrotnie. Oddzielnie analizowano mięso i skórę z poszczególnych elementów. Próbkę kontrolną stanowiło surowe mięso z kurcząt.

Uda i filet grillowano ponadto w dwu wariantach:

- średnio wysmażone,
- bardzo silnie wysmażone (na granicy przydatności do spożycia).

Analizę każdej z przygotowanych w ten sposób próbek wykonano w dwu powtórzeniach, a uzyskane wyniki uśredniono.

Analizę BaP w badanym materiale przeprowadzono metodą opisaną przez Chena [1, 2], stanowiącą modyfikację klasycznej metody Grimmera [9], polegającą na połączeniu ekstrakcji WWA w aparacie Soxhleta z równoczesnym zmydleniem lipidów metanolowym roztworem KOH. W celu wyizolowania frakcji zawierającej WWA, 20 g zhomogenizowanej próbki umieszczano w aparacie Soxhleta. Do próbki dodawano standard wewnętrzny – deuterowany wzorzec benzo[a]pirenu. W celu ekstrakcji i zmydlenia lipidów do kolby kulistej 250 cm³ dodawano 100 cm³ 2M metanolowego roztworu KOH. WWA z powstałej alkalicznej mieszaniny ekstrahowano n-heksanem. Próbki oczyszczano metodą SPE wykorzystując kolumnę z 1 g florisilu. Równoległe z każdą serią wykonywano analizę próbki kontrolnej. Limity detekcji i oznaczalności oszacowano na 0,025 i 0,06 µg/kg

Rozdział analityczny próbek i oznaczenie zawartości benzo[a]piranu wykonano techniką chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrem mas GC – MS (HP6890/5973) w trybie monitorowania pojedynczych jonów SIM (selected ion monitoring).

Wyniki i dyskusja

Grillowanie żywności jest procesem mogącym wprowadzić do żywności znaczne ilości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, co może stanowić ok. 21% dziennej dawki BaP [11]. Na ogół stwierdza się jego zawartość w szerokim zakresie stężeń, najczęściej rzędu kilku µg/kg. Np. Rivera [17] w grillowanej wołowinie stwierdził 6 µg/kg BaP. Hamburgery przygotowane z wykorzystaniem węgla drzewnego zawierały wg Elhassaneen [5] 0,1–4,85 µg/kg tego związku. Mottier [15] w grillowanych kiełbasach baranich stwierdził BaP w ilości 0,32–2,81 µg/kg, kiełbasa z indyka nie zawierała wg niego benzo[a]pirenu, a w kiełbasie wołowej stwierdzono poniżej 0,2 µg/kg BaP. Kazerouni [11] badał zawartość BaP w różnych rodzajach żywności w zależności od stopnia wysmażenia oraz źródła pochodzenia. Steki wołowe przygo-

towane w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych zawierały BaP w zakresie stężeń od 4,15 µg/kg (średnio wysmażone) do 4,86 µg/kg (bardzo silnie wysmażone). W grillowanych hamburgerach wykazano znaczny wzrost zawartości BaP z 0,09 µg/kg do 1,52 µg/kg. W stekach pochodzących z restauracji typu fast – food zawartość BaP zmieniała się w zależności od stopnia wysmażenia w zakresie 0,8–1,62 µg/kg, natomiast hamburgery zawierały benzo[a]piren na poziomie 0,73–1,45 µg/kg. W przypadku kurcząt grillowanych wraz ze skórą stwierdzono 4,57 µg/kg BaP, podczas gdy pieczone na patelni zawierały zaledwie 0,12 µg/kg, a gotowane 0,08 µg/kg BaP. W filetach z kurcząt Kazerouni [11] stwierdził w przypadku grillowania bardzo niewielki wpływ stopnia wysmażenia: dobrze wysmażone filety z kurcząt zawierały 0,39 µg/kg BaP, podczas gdy bardzo silnie wysmażone 0,40 µg/kg BaP.

Wpływ stopnia wysmażenia potwierdzono także w badaniach własnych (tab. 2). Średnio wysmażone mięso z uda grillowanego wraz ze skórą i kośćmi zawierało 0,15–0,46 µg/kg BaP. W przypadku mięsa bardzo silnie wysmażonego (na granicy przydatności do spożycia) zawartość benzo[a]pirenu osiągnęła 0,73 µg/kg, podczas gdy w silnie zwęglonej skórze stwierdzono ponad 138 µg/kg BaP. W filecie stwierdzono odpowiednio 0,12 i 1,79 µg/kg BaP. Również Chen [1, 2] stwierdził wzrost zawartości WWA w mięsie kaczym w zależności od czasu grillowania. Zawartość BaP w mięsie przygotowywanym przez 30 min wynosiła 3,7 µg/kg, po 60 min wzrosła do 5 µg/kg.

W większości prac przedstawiono wyniki badań przeprowadzanych z wykorzystaniem węgla drzewnego jako źródła ciepła. Wpływ różnych technik grillowania na zawartość WWA we frankfurterkach został przedstawiony przez Larssona [12]. Frankfurterki grillowane elektrycznie zawierały nieznaczne ilości BaP 0,2–0,3 µg/kg, nie różniące się znacząco od stwierdzonych w kielbaskach przygotowanych na patelni. Niewielki wzrost wystąpił, gdy przygotowywano je nad węglem drzewnym, ale zawartość BaP nie przekroczyła 1 µg/kg. Drastyczny wzrost zawartości benzo[a]pirenu nastąpił w przypadku zastosowania do grillowania otwartego ognia, osiągając średnio 54,2 µg/kg. Natomiast w bardzo silnie wypieczonych, ale nadających się do konsumpcji kielbaskach Larsson stwierdził 212 µg/kg BaP.

BaP występował w większości analizowanych próbek, a śladowe ilości benzo[a]pirenu można stwierdzić nawet w mięsie surowym [3]. W tym przypadku wynosiły one od 0,01 µg/kg w mięsie ze skrzydeł do 0,04 µg/kg w skórze z uda. Podobnie, jak w cytowanych pracach, stwierdzono znaczne różnice zawartości BaP w zależności od rodzaju zastosowanej obróbki. Najbardziej zanieczyszczone okazało się mięso grillowane bezpośrednio nad powierzchnią węgla. W mięsie ze skrzydeł stwierdzono 4,26 µg/kg BaP. Najwyższe koncentracje zaobserwowano w zewnętrznych warstwach wystawionych na bezpośrednie działanie żaru oraz dymu tj. w skórze. W średnio wypieczonych próbkach w skórze z uda stwierdzono 30,99 µg/kg BaP, a ze skrzydeł 49,6 µg/kg BaP. Zdecydowanie mniejszym zanieczyszczeniem charakteryzuje się żywność grillowana na

Tabela 2

Zawartość BaP w grillowanym mięsie kurcząt [$\mu\text{g}/\text{kg}$].
BaP content in grilled chicken meat [$\mu\text{g}/\text{kg}$].

Grill węglowy tradycyjny / Traditional coal grill		
Rodzaj mięsa Type of meat	Średnio wysmażone Medium rare	Mocno wysmażone Well done
Udo / Leg	0,32±0,12	0,73±0,16
Skóra z uda / Leg skin	31±4,1	138±24,8
Skrzydło / Wing	4,26±0,49	nie badano
Skóra ze skrzydła / Wing skin	49,63±5,31	nie badano
Filet / Fillet	0,12±0,03	1,79±0,22
Grill węglowy (z tacką aluminiową) / Coal grill with aluminium tray		
Udo / Leg	0,15±0,05	0,46±0,15
Skóra z uda / Leg skin	0,36±0,04	1,17±0,33
Skrzydło / Wing	0,13±0,05	nie badano
Skóra ze skrzydła / Wing skin	0,33±0,05	nie badano
Filet / Fillet	0,02±0,02	0,09±0,03
Grill elektryczny / Electric grill		
Udo / Leg	0,09±0,03	0,24±0,05
Skóra z uda / Leg skin	0,15±0,05	0,49±0,09
Skrzydło / Wing	0,06±0,04	nie badano
Skóra ze skrzydła / Wing skin	0,15±0,04	nie badano
Filet / fillet	0,06±0,03	0,11±0,04
Mięso surowe / Raw meat		
Udo / Leg	0,03±0,02	-
Skóra z uda / Leg skin	0,04±0,02	-
Skrzydło / Wing	0,01±0,01	-
Skóra ze skrzydła / Wing skin	0,03±0,02	-
Filet / Fillet	nie stwierdzono not present	-

aluminiowych tackach oraz w grillu elektrycznym. W tak przyrządzonym mięsie stwierdzono stosunkowo niewielki wzrost zawartości BaP w stosunku do próbki kontrolnej: odpowiednio 0,15 i 0,09 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Więcej benzo[a]pirenu stwierdzono ponownie w skórze ze skrzydeł, tym razem było to jedynie 0,36 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Są to więc ilości wielokrotnie mniejsze niż stwierdzane po zastosowaniu grillowania tradycyjnego. Tak duże różnice są skutkiem wyeliminowania możliwości skapywania wytapianego tłuszczu do żaru, jego pirolizy i syntezy WWA, które następnie osadzają się na produkcie. Wskazuje to na celowość tworzenia bariery pomiędzy grillowaną żywnością a źródłem ciepła (tacki) lub stosowanie ogrzewania od góry, co miało miejsce w grillu elektrycznym.

Wnioski

1. Zawartość BaP w mięsie kurcząt zależała od zastosowanej metody grillowania oraz stopnia wysmażenia produktu.
2. Zastosowanie aluminiowych tacek do grillowania lub grilla elektrycznego pozwoliło uniknąć wytworzenia dużych ilości BaP nawet w silnie wypieczonym mięsie.

Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26 – 27.IX.2006.

Literatura

- [1] Chen B. H., Lin Y. S.: Formation of polycyclic aromatic hydrocarbons during processing of duck meat. *J. Agric. Food Chem.*, 1997, **45**, 1394-1403.
- [2] Chen B.H., Wang C. Y., Chiu C. P.: Evaluation of analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in meat products by liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 2244-2251.
- [3] Ciemniak A., Protasowicki M.: Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w mięsnych i drobiowych artykułach spożywczych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2002, **35 (2)**, 121-125.
- [4] Ciemniak A.: Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) w naparach herbat zielowych i owocowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2004, **37 (1)**, 25-29.
- [5] Elhassaneen Y., A.: The effect of charcoal – broiled meat consumption on antioxidant defense system of erythrocytes and antioxidant vitamins in plasma. *Nutr. Res.*, 2004, **24**, 435-466.
- [6] EPA/5401/1-86/013, 1984.
- [7] Ferguson L. R.: Natural and man – made mutagens and carcinogens in the human diet. *Mutat. Res.*, 1999, **443**, 1-10.
- [8] Franzaring J., van der Eerder J. M.: Accumulation of airborne persistent organic pollutants (POPs) in plants. *Basic Appl. Ecol.*, 2000, **1**, 25-30.
- [9] Grimmer G., Böhnke H.: Polycyclic aromatic hydrocarbon profile analysis of high protein foods, oils and fatty by gas chromatography. *J. Ass. Anal. Chem.*, 1975, **58**, 725-733.
- [10] Jägerstad M., Skog K.: Genotoxicity of heat processed foods. *Mutat. Res.*, 2005, **574**, 156-172.
- [11] Kazerouni N., Sinha R., Che-Han Hsu, Greenberg A., Rothman N.: Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food Chem. Toxicol.*, 2000, **39**, 423-436.
- [12] Larsson B., K., Sahlberg G., P., Erikson A., T., Busk L., Å.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled food. *J. Agric Food Chem.*, 1983, **31 (4)**, 867-873).
- [13] Moret S., Conte L., S.: Polycyclic aromatic hydrocarbons in edible fats and oils: occurrence and analytical methods. *J. Chromatogr. A.*, 2000, **882**, 245-253.
- [14] Moret S., Dudine A., Conte L. S.: Processing effects on the polyaromatic hydrocarbon content of grapeseed oil. *JAOCs*, 2000, **77 (12)**, 1289-1292.
- [15] Mottier P., Parisod V., Turesky R., J.: Quantitative determination of polycyclic Aromatic Hydrocarbons in barbecued meat sausages by gas chromatography coupled to mass spectrometry. *J. Agric Food Chem.*, 2000, **48 (4)**, 1160-1166.
- [16] Nisbet I., C., T., La Goy P., K. : Toxic (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Reg. Toxicol. Pharmacol.*, 2002, **16**, 290-300.

- [17] Rivera L., Curto M., J., C., Pais P., Galceran M., T., Puignou L.: Solid – phase extraction for the selective isolation of polycyclic aromatic hydrocarbons, azaarenes and heterocyclic aromatic amines in charcoal – grilled meat. *J. Chromatogr. A.*, 1996, **731**, 85-94.
- [18] Roda A., Simoni P., Ferri E., N., Girotti S., Lus A., Rauch P., Poplsztein M., Pospisil M., Pipek P., Hochel I., Fukal L.: Determination of PAHs in various smoked meat products and different samples by enzyme immunoassay. *J. Sci. Food Agric.*, 1999, **79**, 58-62
- [19] Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 208/2005 z 04.02.2005 r.
- [20] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 19.11.2002, w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. *Dz. U.* 2002 r. Nr 203, poz. 1718.
- [21] Scientific Committee on Food: 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.
- [22] Sharma R., K., Chan W., G., Seeman Jeffrey I., Hajaligol M.: Formation of low molecular weigh heterocycles and polycyclic aromatic compounds (PACs) in the pyrolysis of α – aminoacids. *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 2003, **66**, 97-121.
- [23] Sharma R., K., Hajaligol M., R.: Effect of pyrolysis condition on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from polyphenolic compounds. *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 2003, **66**, 123-144.
- [24] Wenzl R., Simon R., Kleiner J., Anklam E.: Analytical methods for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food legislation in the European Union. *Trends Anal. Chem.*, 2006, **25** (7) 716-725.

COMPARISSON OF GRILLING METHOD EFFECTS ON BENZO[A]PYRENE CONTENTS IN CHICKEN MEAT

S u m m a r y

Cooking, and food processing at high temperatures have been shown to generate various kind of toxic substances, for example heterocyclic amines, nitrosamines, acrylamide and polycyclic aromatic hydrocarbons. PAHs in the charcoal – grilling meat originates from the pyrolysis of the fat drips down on the hot coals during grilling. In addition they are widely distributed in the environment as pyrolysis product of organic matter and human exposure to them is unavoidable.

The present study was carried out to determine levels of benzo[a]pyrene in chicken meat grilled by various methods. The food samples were subjected alkaline digestion, extracted with hexane and cleaned up by means of florisil cartridge. The levels of BaP were analyzed by GC – MS (HP 6890/5973).

BaP was found in 100% of the analysed samples, even non – processed. Results showed that BaP levels are strongly depending on the method of grilling and type of heat source. Electric grilling and charcoal – grilling, when fat drips down on the hot coals were eliminated did not lead appreciable increase of the original levels. Higher levels of BaP were found in charcoal – grilled meat directly over the coals (4.26 $\mu\text{g}/\text{kg}$ – meat, and 49,6 – skin). An extremally high level (138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ – skin) of BaP was found in very well done but edible sample.

Key words: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), benzo[a]pyrene, chicken meat, grilling ☒