

Poprawa cech sensorycznych i trwałości mięsnych produktów regionalnych pozyskiwanych od rodzimych ras zwierząt poprzez wykorzystanie tradycyjnych metod wędzenia*

Władysław Migdał¹, Łukasz Migdał², Maria Walczycka¹, Ewelina Węsierska¹, Marzena Zajac¹, Joanna Tkaczewska¹, Piotr Kulawik¹

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Technologii Żywności, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, ul. Balicka 122, 31-149 Kraków; w.migdal@ur.krakow.pl

²Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Katedra Genetyki i Metod Doskonalenia Zwierząt, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

Produkcja wyrobów tradycyjnych i/lub regionalnych bazuje na dobrej jakości surowcach naturalnych z rodzimych odmian roślin i ras zwierząt, które są dziedzictwem polskiego rolnictwa (Migdał, 2015). Bydło polskie czerwone i białogrzbięte; owce – barwna odmiana polskiej owcy górskiej, wrzosówka, świniarka, wielkopolska, olkuska, kamieniecka, żelaźnieńska, uhurska, pomorska; kury nieśne – zielononóżka i żółtonóżka kuropatwiana; gęsi – zatorska, kielecka, biłgorajska, lubelska, podkarpacka, kartuska, rypińska, suwalska, pomorska; kaczki – kaczka pomniejszona i pekin polski; świnię – złotnicka pstra, złotnicka biała i puławska; pszczoły – linia Kampinoska, linia Augustowska – w sumie 75 (w 2011 r. – 87) najcenniejszych ras, odmian i rodów zostało objętych ochroną, gdyż uznano te zwierzęta za bezcenny bank genów, których nie można stracić (Krupiński i in., 2011, 2017). Surowce pochodzące od zwierząt tych ras służą do produkcji najlepszych jakościowo produktów

tradycyjnych, lokalnych. Z mięsa gęsi pomorskiej jest wyrabiana wyjątkowa kaszubska okrasa, pierśniki dębogórskie i kujawskie półgęski. Konsument poszukuje jagnięciny podhalańskiej i beskidzkiej, mięsa z owcy świniarki czy wrzosówki. Dużą popularnością wśród konsumentów cieszą się jaja kur zielononózek i żółtonózek kuropatwianych, coraz chętniej utrzymywanych przez małe gospodarstwa. Mleko krowy polskiej czerwonej wykorzystuje między innymi Spółdzielnia Mleczarska w Limanowej, specjalizująca się w produkcji serów dojrzewających typu holenderskiego oraz twarogów. Surowiec do produkcji tych wyrobów pozyskiwany jest od krów wypasanych na górskich pastwiskach. Z mięsa świń rasy złotnickiej (pstrej i białej) oraz rasy puławskiej są wytwarzane doskonale wędliny tradycyjne w Wielkopolsce, na Mazowszu, na Lubelszczyźnie, na Podkarpaciu (Migdał, 2015).

Wysoka jakość produktów regionalnych to również stosowanie tradycyjnych metod produkcji i konserwacji. Konserwowanie to metody, których celem jest zachowanie i utrzymanie żywności w stanie nie zmienionym dzięki zabezpieczeniu jej przed niepożądanym wpływem czynników: fizycznych (światło, temperatura), chemicznych (utlenianie), biologicznych (mikroorganizmy). Celem konserwowania żywności jest przedłużenie jej trwałości poprzez niedopuszczenie do rozwoju i działalności drobnoustrojów, wstrzymanie procesów bioche-

*Praca wykonana w ramach projektu „Kierunki wykorzystania oraz ochrona zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich w warunkach zrównoważonego rozwoju” współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG, nr umowy: BIOSTRATEG2/297267/14/NCBR/2016.

micznych i zmian fizycznych, hamowanie zmian chemicznych. Wyróżnia się następujące metody konserwacji żywności:

- fizyczne – chłodzenie, zamrażanie, pasteryzacja, sterylizacja, suszenie, tyndalizacja;
- chemiczne – marynowanie, peklowanie, cukrzenie, solenie;
- fizykochemiczne – wędzenie produktów spożywczych, oddziaływanie na surowiec składnikami dymu wędzarniczego;
- biologiczne – kwaszenie, stosowanie kultur starterowych do produkcji wędlin dojrzewających, fermentowanych (Krzysztofik i in., 2015).

Szybko rozwijająca się technika pozwala na stosowanie konserwacji żywności za pomocą ultradźwięków, promieniowania, pulsującego pola magnetycznego, pulsującego pola elektrycznego, pulsującego światła, itp. Stosowane są również metody skojarzone, polegające na konserwowaniu żywności kilkoma sposobami jednocześnie (Krzysztofik i in., 2015). Jedną z najstarszych metod konserwacji mięsa, ryb, serów i niektórych owoców jest wędzenie. Jest to fizykochemiczna metoda konserwacji żywności za pomocą dymu wędzarniczego i temperatury. Dzięki wędzeniu uzyskuje się ponadto specyficzny zapach, bogatszy smak, atrakcyjną barwę, większą soczystość oraz zachowuje wartości odżywcze żywności. Historia stosowania tej metody jest ściśle związana z historią człowieka. W mitach greckich spotykamy historię Prometeusza, który bogom Olimpu w kawałku drewna wykradł ogień dla ludzi i nauczył ich piec, gotować i wędzić na ogniu (Parandowski, 2006). Na stokach świętej Góry Karmel (obecnie północny Izrael) znaleziono ślady osadnictwa dużo wcześniejszego niż nasza cywilizacja bo sprzed 250 000 lat). Znalezione ślady wskazują, że ludzie polowali na dużą zwierzynę, a zdobyte w ten sposób mięso obrabiali termicznie. W Nowym Testamencie, w Ewangelii wg św. Jana czytamy: „A kiedy zeszli na ląd, ujrżeli żarzące się na ziemi węgle, a na nich ułożoną rybę oraz chleb” (J.21.9) (Biblia Tysiąclecia, 2003). W Krakowie, na Zwierzyńcu znaleziono fragment obozowiska człowieka z okresu neolitu, a w nim piec ziemny zawierający węgiel drzewny do wędzenia upolowanych zwierząt. Mieszkań-

cy starożytnego Rzymu zapożyczyli umiejętność wędzenia od mieszkańców północnej i środkowej Europy. W „Historii naturalnej i moralnej jedzenia” czytamy, że wędliny były znane w Rzymie i Galii od 2 tys. lat (Toussaint-Samat, 2002).

Wędzenie jest procesem wysycenia składnikami dymu wędzarniczego surowców żywnościowych poddanych uprzednio solankowaniu lub soleniu oraz obsuszeniu lub podsuszeniu. Wysycenie składnikami dymu odbywa się metodą dyfuzji z mieszaniny dymno-powietrznej lub z naniesionej warstwy ciekłej („bejcowanie”) względnie przez dodanie preparatu dymu wędzarniczego (preparatów wędzarniczych) do rozdrobnionego surowca. Synergiczne działanie dymu, temperatury, soli kuchennej i innych substancji chemicznych nadaje charakterystyczny, pożądany zapach i smak wędzonemu produktowi. Obsuszenie, zwłaszcza powierzchniowe produktu zwiększa wartość pokarmową i trwałość produktów wędzonych, a nasycenie składnikami dymu wędzarniczego o działaniu bakterio- i grzybobójczym przedłuża ich trwałość. Odwodnienie surowca, a tym samym zmniejszenie aktywności wody powoduje zwiększenie trwałości produktu, gdyż uniemożliwia rozwój bakterii i unieczynnia enzymy. Denaturacja białek pod wpływem temperatury przygotowuje i uatrakcyjnia produkt do spożycia (Migdał i in., 2015). Wyróżniamy różne sposoby wędzenia:

- wędzenie w środowisku powietrza i dymu (owiewowe), w tym:
 - konwencjonalne (zwykłe) – w obojętnym środowisku powietrza i dymu,
 - elektrostatyczne – w polu elektrycznym wysokiego napięcia;
- wędzenie w roztworach (preparatach) dymu wędzarniczego („bezdymowe”) (Kołakowski, 2012).

Wędzenie w środowisku powietrza i dymu obejmuje również jego najstarszy rodzaj, czyli wędzenie prowadzone w tradycyjnych wędzarniach komorowych. **Wędzenie tradycyjne to proces prowadzony zgodnie z kunsztem i wiedzą lokalnych producentów, na który składa się: osuszanie, wędzenie dymem zimnym, ciepłym, gorącym oraz wędzenie z pieczeniem – na błado**

lub ciemno, brązowo, wiśniowo itp. w zależności od wielowiekowej, lokalnej tradycji. Proces ten jest prowadzony w tradycyjnych wędzarniach komorowych, w których źródłem dymu i ciepła są kawałki twardego drewna z drzew liściastych o odpowiedniej wilgotności, spalane w palenisku umieszczonym w obrębie komory, nad którym lub w pewnej odległości od niego znajduje się produkt podany obróbce cieplnej na drążkach lub laskach (Migdał i in., 2015). Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 grudnia 2014 r. definiuje wędzenie tradycyjne jako „wędzenie bez udziału środków aromatyzujących dymu wędzarniczego”. Wędzenie przemysłowe w komorach wędzarniczo-parzelniczych, wędzenie elektrostatyczne w polu elektrycznym wysokiego napięcia, podobnie jak stosowanie środków aromatyzujących dymu wędzarniczego nie jest wędzeniem tradycyjnym. Wędzenie w środowisku powietrza i dymu może być wykonywane: na zimno w temperaturze 16–22°C, na ciepło – 22–40°C, na gorąco: 40–90°C oraz na gorąco z pieczeniem. W warunkach przemysłowych dym wędzarniczy jest generowany w procesie: żarzenia, tarcia, działania parą wodną, fluidalnej pirolizy trocin i/lub zrębków drewna (Pisula i Pospiech, 2011). Dym wędzarniczy składa się z kilkuset składników, wpływających zarówno korzystnie na jakość wędzonego produktu, obojętnych dla zdrowia konsumenta, jak i takich, które budzą wątpliwości pod względem zdrowotnym. Formaldehyd pochodzący z dymu wędzarniczego w reakcji z białkami powoduje obniżenie strawności produktów zbyt mocno uwędzonych. Podczas wędzenia duże znaczenie – ze względu na swe właściwości – odgrywają fenole, charakteryzujące się swoistym zapachem i kształtujące cechy sensoryczne produktów wędzonych. Ponadto, wykazują działanie przeciwutleniające (Kołąkowski, 2012). W 1866 r. Friedrich August Kekulé von Stradonitz odkrył strukturę benzenu, co stało się podstawą opisu budowy i właściwości ważnej i licznej grupy związków organicznych, jakimi są związki aromatyczne, a szczególnie wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA).

WWA są stałymi zanieczyszczeniami środowiska, które powstają w procesie niecałkowitego spalania węglowodorów (np. w czasie

pożarów lasów i wybuchów wulkanów, spalania odpadów). Związki te wydzielają się przy spalaniu drewna, a więc również w trakcie wędzenia (Kołąkowski, 2012; Migdał i in., 2015). Europejski Rejestr Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń oszacował, na podstawie danych zebranych w 2011 r. wśród państw członkowskich Unii Europejskiej, emisję benzo(a)pirenu (BaP) do atmosfery na poziomie 222 t, wskazując jako największe źródło emisji przemysł produkcji pulpy drzewnej i innych materiałów włóknistych oraz elektrociepłowni i inne instalacje do spalania paliw, na które przypada niemal 70% emisji do atmosfery (Kiljanek i in., 2014). Cząsteczki WWA od chwili emisji podlegają wielu reakcjom, osadzając się w glebie i na roślinach, rozpuszczając w wodzie (Kuna, 2011) i tą drogą trafiają do organizmów zwierząt i ludzi. W wyniku badań prowadzonych na zwierzętach okazało się, że WWA mogą uszkadzać genom i powodować nowotworzenie. Cechą charakterystyczną niektórych WWA jest występowanie w ich cząsteczkach obszarów zwiększonej gęstości elektronowej, tzw. „bay region”, co umożliwia tworzenie się adduktów z DNA żywych organizmów, a to bardzo negatywnie wpływa na replikację komórek organizmu poddanego działaniu tych związków. Konsekwencją tego jest długofalowe działanie kancerogenne (WHO/IPCS, 1988). Lista WWA obejmuje kilkaset związków, ale najważniejsze z nich to: naftalen, antracen, fenantren, chryzen, naftacen, pentacen, piren, benzo(a)piren, heksacen (Kubiak, 2013). Do żywności związki te mogą przenikać drogą pośrednią lub bezpośrednią. Droga pośrednia to pobieranie WWA przez rośliny z gleby oraz ich adsorpcja na roślinach w wyniku opadu z powietrza wraz z pyłem i deszczem. Droga bezpośrednia to: wędzenie, suszenie zbóż w suszarniach ogrzewanych pochodnymi ropy naftowej lub skażenie WWA dodatków do żywności. Według Wiczorek i Wiczorek (2011), w Polsce najwięcej WWA, w tym benzo(a)pirenu (BaP) do dziennego pobrania z żywnością wnoszą produkty zbożowe, przetwory mięsne oraz oleje roślinne.

Badania prowadzone nad szkodliwością WWA spowodowały, że w 2002 r. Komitet Naukowy ds. Żywności (*Scientific Committee on Food*) przy Komisji Europejskiej uznał 15 związ-

ków z grupy WWA potencjalnie za genotoksyczne i rakotwórcze dla ludzi. Efektem tego jest szereg Rozporządzeń Komisji (UE), mających na celu ograniczenie występowania WWA w żywności. Irlandia, Hiszpania, Chorwacja, Cypr, Łotwa, Polska, Portugalia, Rumunia, Republika Słowacka, Finlandia, Szwecja oraz Zjednoczone Królestwo solidarnie wystąpiły o derogację od Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1881/2006, co spowodowało, że Komisja Europejska 12 grudnia 2014 r. wydała ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) NR 1327/2014, zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w mięsie wędzonym tradycyjnie i produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie oraz w rybach i produktach rybołówstwa wędzonych tradycyjnie (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 358/13 z 13.12.2014). Rozporządzenie zezwala na wprowadzanie do obrotu na swoich rynkach mięsa wędzonego tradycyjnie i produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie, wędzonych na swoim terytorium i przeznaczonych do spożycia na swoim terytorium, wykazujących poziomy WWA wyższe od określonych w załączniku pkt 6.1.4, o ile produkty te są zgodne z najwyższymi dopuszczalnymi poziomami stosowanymi przed dniem 1 września 2014 r., tj. 5,0 µg/kg w odniesieniu do benzo(a)pirenu oraz 30,0 µg/kg w odniesieniu do sumy benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu. Początkowo, Rozporządzenie miało obowiązywać do dnia 31 sierpnia 2017 r., lecz termin ten został przesunięty do czasu opracowania nowego rozporządzenia. Na podstawie badań prowadzonych przez producentów wędlin i badań własnych prowadzonych w Katedrze Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie należy stwierdzić, że efekt końcowy wędzenia tradycyjnego, a więc poziom benzo(a)piranu (BaP) i sumy 4 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu) w mięsie i produktach mięsnych poddanych wędzeniu zależy między innymi od: surowca, rodzaju mięsa i jego otluszczenia, rodzaju wędliny, przypraw i dodatków funkcjonalnych, rodzaju stosowanej osłonki, rodzaju obróbki cieplnej,

temperatury wędzenia, stopnia obsuszenia, rodzaju i konstrukcji wędzarni, drewna użytego do wędzenia (rodzaj, twardość, wilgotność), sposobu generowania dymu, wielkości paleniska, temperatury spalania drewna, wielkości kawałków drewna, grubości warstwy drewna i ułożenia jego kawałków, dodatkowego wyposażenia wędzarni (deflektory, regulacja odprowadzenia spalin, zasuwy), sposobu pobrania próby do analiz, metody oznaczeń, doświadczenia i umiejętności wędzacza, częstości mycia komory wędzenia (Migdał i in., 2015).

Charakterystyka surowca i procesu wędzenia tradycyjnego/Dobre praktyki produkcyjne dla wędzenia tradycyjnego

- **Surowiec.** Zarówno badania własne, jak i innych autorów wskazują, że w surowym, świeżym mięsie pochodzącym od zwierząt rzeźnych stwierdzono od 0 do 0,8–0,9 µg BaP/kg. Jest to efekt skażenia gleby, powietrza, wody, kumulowania się WWA w roślinach stanowiących paszę dla zwierząt i odkładania się tych związków w mięśniach (Dutkiewicz, 1988; Kuna, 2011).
- **Rodzaj surowca i jego otluszczenie.** W wędlinach drobiowych stwierdzano niższą zawartość BaP (0,9 µg/kg), natomiast suma 4 WWA dochodziła do 35 µg/kg. W wędlinach wieprzowych zawartość BaP i suma 4 WWA była wyższa niż w drobiowych. Waszkiewicz-Robak i in. (2014), stwierdzili, że ogólna ilość WWA powstających w czasie wędzenia wyrobu wzrasta, gdy surowiec zawiera więcej tłuszczu. Ponadto wykazali, że ilość tzw. ciężkich WWA, powstających w czasie wędzenia zależy od profilu kwasów tłuszczowych lipidów zawartych w surowcu i jest tym większa, im więcej nienasyconych kwasów tłuszczowych zawiera surowiec. Dodatek do pasz olejów, np. lnianego i rybiego przyczyniał się do zmiany profilu kwasów tłuszczowych w mięsie, co z kolei sprzyjało większej kumulacji WWA, szczególnie tzw. ciężkich WWA, w tym benzo(a)pirenu. Może to być również spowodowane zanieczyszczeniem

olejów roślinnych wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (Ciecierska i Obiedziński, 2006).

- **Rodzaj wędliny.** Rodzaj kielbasy, jej grubość i skład surowcowy decydowały o zawartości zarówno BaP, jak i sumy 4 WWA. Najtrudniejszą pod tym względem kielbasą jest kabanos. Duża powierzchnia chłonna przy małej masie i cienkim przekroju sprawia, że zawartość BaP wahała się od 0,9 (drobiowy) do 9,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, natomiast suma 4 WWA dochodziła do 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$. W przypadku kabanosa drobiowego zawartość BaP mieściła się w granicach „nowej normy”, jednak suma 4 WWA wynosiła 45 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Jedynie delikatne podwędzenie, a następnie pieczenie pozwala obniżyć zawartość tych związków.
- **Przyprawy i dodatki funkcjonalne.** Jakość przypraw, metoda ich suszenia (producent), jakość dodawanego białka sojowego lub błonnika roślinnego są uzależnione od jakości surowca. Według Kubiaka (2013), coraz częstsze używanie dodatków wędzarniczych dla poprawy jakości i właściwości organoleptycznych produktu stało się znaczącym źródłem WWA w wędlinach.
- **Rodzaj stosowanej osłonki.** Osłonki naturalne (jelita wieprzowe, jagnięce czy wołowe) nie stanowią bariery dla WWA w trakcie wędzenia tradycyjnego. Ponadto, w trakcie oznaczania zawartości WWA kielbasa w osłonce naturalnej jest rozdrabniana wraz z osłonką, która jest traktowana jako jadalna. W trakcie oznaczania zawartości WWA w kielbasie w osłonce niejadalnej (kolagenowej, celulozowej lub poliamidowej) kielbasa jest natomiast rozdrabniana bez osłonki. Nadruk na kolagenowej osłonce białkowej sprawia, że zachowuje się ona jak osłonka barierowa. W celu zmniejszenia zawartości WWA w wyrobach mięsnych wędzonych zaleca się stosowanie osłonek sztucznych, które zatrzymują je na powierzchni i ograniczają wnikanie w głębsze partie produktu. Osłonka celulozowa (wiskozowa) w większym stopniu zatrzymuje osadzające się w niej związki dymu wędzarniczego. Jednak, produkty tradycyjne w osłonce celulozowej mogą nie zostać zaakceptowane przez konsumenta.
- **Rodzaj obróbki cieplnej.** Jest on powiązany z temperaturą wędzenia. Lekkie wędzenie, tzw. muśnięcie dymem i pieczenie w temperaturze do 85°C ogranicza poziom WWA, dzięki czemu produkt spełnia wymagania aktualnego rozporządzenia. Szczególnie poleca się tę metodę do wędzenia wędlin o większej zawartości tłuszczu, jak boczki, balerony czy kielbasy.
- **Temperatura wędzenia.** Generalnie, im wyższa temperatura wędzenia, tym więcej WWA w produkcie końcowym. Przy wędzeniu na zimno i ciepło obserwowano niższe zawartości BaP – do 1,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Wędzenie na bledo sprawia, że produkt traci atrakcyjność dla konsumentów. Konsument w Małopolsce i na Podkarpaciu jest przyzwyczajony do wędlin wędzonych na ciemno, brązowo, wiśniowo – w zależności od wielowiekowej, lokalnej tradycji, a produkty wędzone na bledo traktuje jako niedowędzone, „umęczone”.
- **Stopień obsuszenia.** Proces osadzania wędliny ma na celu wyrównanie smaku i barwy w całym batonie, jak również obsuszenie powierzchni. W badaniach własnych kielbasy i wędzonki poddane wędzeniu bez osuszenia powierzchni kumulowały na powierzchni więcej substancji smolistych (do 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ BaP i 85 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sumy 4 WWA), podczas gdy przeprowadzenie procesu obsuszenia w temperaturze do 80°C przez około 90 minut tego samego produktu pozwoliło uzyskać wyniki mieszczące się w dotychczasowych limitach (1,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ BaP i 21 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sumy 4 WWA). Na mokrej powierzchni osłonki lub wędzonki osadza się więcej składników dymu, szczególnie gęstego.
- **Konstrukcja i rodzaj wędzarni.** Tak często podnoszony przez ekspertów problem nowych konstrukcji wędzarni, odsuwania paleniska lub zastosowania metod alternatywnych, jest próbą znisz-

czenia lokalnej tradycji i wyeliminowania produktów wędzonych tradycyjnie na danym terenie. Sugerowanie wędzenia w komorach wędzarniczo-parzelniczych lub stosowania preparatów dymu wędzarniczego są próbą zniszczenia tradycyjnego wędzenia, pomimo tego, że idea tzw. Małych Ojczyzn i zachowania lokalnego dziedzictwa lansowana przez Unię Europejską promuje zachowanie tradycyjnych metod wędzenia w tradycyjnych wędzarniach. Odsunięcie paleniska to preferowanie wędzenia na zimno lub ciepło. Sugerowanie, że małopolskie i podkarpackie wędliny „ociiekają smołą” oraz spalonym tłuszczem, który wyciekł na palenisko, świadczy o złej woli. Żaden szanujący się wędzarsz i właściciel masarni nie pozwoli sobie na ubytki surowca (wyciek tłuszczu), gdyż taka wędlina straci swoją soczystość i smak, tj. podstawowe cechy sensoryczne, a w konsekwencji będzie źle przyjęta przez konsumenta. Intensywne obsuszanie produktu w temperaturze do 60–80°C, a następnie wędzenie i pieczenie w temperaturze do 75–80°C mają na celu „zamknięcie produktu” i uniemożliwienie wycieku tłuszczu. Wędzenie bezpośrednio nad paleniskiem umieszczonym w obrębie komory, nad którym lub w pewnej odległości od niego znajduje się produkt poddany obróbce cieplnej na drążkach (wędliny) lub laskach (suska sechłońska) to tradycyjne wędzenie na terenach Małopolski i Podkarpacia.

- **Drewno do wędzenia.** Istotny jest rodzaj drewna, jego twardość, wilgotność. Najlepszy efekt wędzenia daje drewno drzew owocowych pochodzące z wycinki starych drzew lub corocznego podcinania drzew owocujących, a szczególnie śliwy, wiśni, czereśni, moreli, jabłoni, ponieważ drewno tych gatunków jest bogate w hemicelulozę. Najwięcej hemicelulozy zawierają: morela (do 40%), jabłoń (około 37%) i grusza (około 32%), podczas gdy zawartość hemicelulozy w drewnie niesadowniczych drzew liściastych wynosi 25–30%. Zdecydowanie powinno się uni-

kać wędzenia drewnem orzecha włoskiego ze względu na końcowy gorzki smak wędliny. Rodzaj drewna to również kolor produktu wędzonego. Dym z drewna bukowego, klonowego, jesionowego i lipowego nadaje produktom wędzonym barwę żłocistobrazową, żłocistożółtą, natomiast dym z drewna gruszy i jabłoni – barwę czerwoną do ciemnobrazowej. Drewno dębu nadaje produktom zabarwienie od ciemnożółtego do brązowego. W Polsce największe zastosowanie do wędzenia ma olcha, która nadaje produktom barwę od cytrynowej do brązowej w zależności od stężenia dymu. Ponadto, przy niewłaściwych parametrach wilgotności mocno smoli produkt. Olcha jest drewnem tanim i wydajnym, ponadto zawiera mało garbników (3–5%), dzięki czemu produkt na niej wędzony nie wykazuje goryczki. Zalecanie stosowania drewna twardego ma swoje uzasadnienie, gdyż podczas procesu pirolizy drewna twardego powstaje 1,5–4,5-krotnie mniej benzopirenu niż w przypadku drewna miękkiego (jodła, sosna) (Kowalski i Pyrcz, 2006). Drewno twarde, o zwartej strukturze pali się wolniej, „krótszym” płomieniem i powstające związki lotne nie są tak bardzo narażone na utlenianie się do dwutlenku węgla jak w przypadku drewna miękkiego. Do wędzenia powinno się wykorzystywać drewno o twardości >40 MPa i masie właściwej powyżej 0,500 g/cm³ z drzew liściastych, takich jak: grab, buk, jesion, klon, wiąz, dąb, akacja, grusza, gdyż wraz ze zwiększeniem się twardości i gęstości drewna zwiększa się wydajność otrzymywanych z niego składników dymu. Kontrowersyjne może wydawać się stosowanie drewna dębowego ze względu na wysoką zawartość garbników – do 4–10% w drewnie, 5–17% w korze i 20–45% w liściach (Surmiński, 2006). Nie każdy konsument, szczególnie w Małopolsce toleruje gorzki, „dębowy” smak wędlin. Drewno użyte do wędzenia powinno być powietrznie suche, czyli jego wilgotność powinna wynosić 15–20%.

Należy unikać stosowania drewna mokrego (powyżej 30%) i suchego (poniżej 10% wody). Nie wolno stosować drewna: zagrzybionego (ze zmianami zabarwienia, sinizną), z procesami gnilnymi, śliw porażonych tzw. ospowatością śliw (szarka) oraz czereśni porażonych gumozą. Nie można używać drewna z rozbiórki starych domów.

- **Sposób generowania dymu.** Tradycyjny sposób wędzenia jest uzależniony od warunków atmosferycznych. Wilgotność, ruch i temperatura powietrza na zewnątrz wędzarni oddziałują na proces wędzenia, gdyż wpływają na temperaturę spalania drewna. Zastosowanie komór wędzarniczo-parzelniczych z dymogeneratorami rozwiązuje problem utrzymania pożądanego temperatury spalania, natomiast proces wędzenia tradycyjnego zależy od umiejętności i doświadczenia wędzarskiego.
- **Temperatura spalania drewna.** Wykrywalne ilości WWA obserwuje się już w temperaturze powyżej 400°C, jednak benzo(a)piren pojawia się wyraźnie dopiero w temperaturze powyżej 500°C (McGrath i in., 2003), a najczęściej wytwarza się go w temperaturze 800–900°C. Produkt uwędzony w dymie powstałym w wysokiej temperaturze jest niebezpieczny dla zdrowia, gdyż zawiera więcej WWA, ale jest mało aromatyczny. Maksymalna temperatura spalania drewna (pirolizy) nie powinna przekraczać 425–450°C (Kowalski i Pyrecz, 2006). Ponadto, dym otrzymany przy małym dopływie powietrza zawiera mniej benzo(a)pirenu niż otrzymany przy pełnym dopływie powietrza. Dlatego, ważne jest instalowanie zasuw regulujących dopływ powietrza do wędzarni i odprowadzania dymu. Szybkość odprowadzania lotnych związków ze strefy spalania decyduje o ilości WWA w wędzonym produkcie. Dym powstały w niskiej temperaturze spalania (pirolizy) drewna zawiera dużo kwasów i mało związków fenolowych. Wędliny tak wędzone charakteryzują się kwaskowatym zapachem i luźną, gorszą teksturą mięsa.
- **Sposób pobrania próby do analiz.** Pobrana do oznaczeń próba wędzonego produktu powinna być reprezentatywna i jednorodna. Próby wędliny (szczególnie kielbasy) znajdujące się w trakcie wędzenia bliżej drążka (kielbasa leżąca na drążku) charakteryzowały się niższą zawartością BaP i sumy 4 WWA w porównaniu z pobranymi z najniższej leżącej jej końca. Dotyczy to szczególnie kielbas, gdyż tłuszcz osadza się w najniższych partiach produktu. Metody (wielkość) pobierania próbek oraz metody analiz do celów urzędowej kontroli poziomów ołowiu, kadmu, rtęci, cyny nieorganicznej, 3-MCPD i benzo(a)pirenu w środkach spożywczych reguluje Rozporządzenie Komisji (UE) nr 836/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 r., zmieniające rozporządzenie Komisji (WE) nr 333/2007.
- **Metody oznaczeń.** Laboratoria akredytowane oznaczające wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w żywności pochodzenia zwierzęcego stosują różne metody: chromatografię gazową ze spektrometrią mas (PIW Puławy) lub wysokosprawną chromatografię cieczą HPLC.
- **Doświadczenie i umiejętność wędzarskiego.** W przypadku wędzarni tradycyjnych, opartych o naturalny przepływ powietrza lub konwekcję, punktem krytycznym w ograniczaniu obecności WWA w gotowym produkcie jest doświadczenie i umiejętność wędzarskiego sterowania/kontroli warunkami reakcji spalania. Rady ekspertów są cenne ale muszą być poparte własnym doświadczeniem. Tradycyjna wędzarnia i tradycyjne wędzenie to nie jest skomputeryzowana komora wędzarniczo-parzelnicza (Migdał i in., 2015).

W ramach projektu „Kierunki wykorzystania oraz ochrona zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich w warunkach zrównoważonego rozwoju”, współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG, nr umowy: BIO-

STRATEG2/297267/14/NCBR/2016 analizowane są produkty tradycyjne pochodzenia zwierzęcego z różnych rejonów Polski, wyprodukowane z surowców pochodzących od ras rodzimych: wędliny z mięsa świni puławskiej, złotnickiej; bydła simentalskiego, białogrzbietego i polskiego bydła czerwonego; sery wędzone z mleka krów rasy polskiej czerwonej, białogrzbietej i simentalskiej; sery

z mleka koziego i owczego oraz wędzone pstrągi i karpie. Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że zdecydowana większość produktów charakteryzuje się wysoką jakością i bezpieczeństwem, szczególnie pod względem zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, które mogą powstawać w większych ilościach w czasie wędzenia metodami tradycyjnymi.

Literatura

- Biblia Tysiąclecia (2003). Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu. Wyd. Pallottinum w Poznaniu.
- Ciecierska M., Obiedziński M.W. (2006). Zanieczyszczenie olejów roślinnych wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 47, (2), Supl.: 48–55.
- Dutkiewicz T. (1988). Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w środowisku przyrodniczym. PWN, Warszawa.
- Kiljanek T., Niewiadomska A., Żmudzki J., Semeniuk S. (2014). Występowanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w żywności pochodzenia zwierzęcego poddanej procesowi wędzenia – ocena ryzyka. Państwowy Instytut Weterynaryjny – PIB, Puławy.
- Kołąkowski E. (red). (2012). Technologia wędzenia żywności. PWRiL, Warszawa.
- Kowalski R., Pyrcz J. (2006). Wędzenie produktów mięsnych. *Gospodarka Mięsna*, 6: 10–12.
- Krupiński J., Horbańczuk J.O., Kołacz R., Litwińczuk Z., Niemiec J., Zięcik A. (2011). Strategiczne kierunki rozwoju produkcji zwierzęcej uwarunkowane oczekiwaniem społecznym, ochroną środowiska i dobrotanem zwierząt. *Pol. J. Agron.*, 7: 59–67.
- Krupiński J., Martyniuk E., Krawczyk J., Baran J., Bielański P., Bobak L., Calik J., Chełmińska A., Kawęcka A., Kowalska D., Majewska A., Obrzut J., Pasternak M., Piórkowska M., Polak G., Puchała M., Sikora J., Sosin-Bzducha E., Szyndler-Nęcza M., Tomczyk-Wrona I. (2017). 15-lecie koordynacji programów ochrony zasobów genetycznych zwierząt w Instytucie Zootechniki PIB. *Prz. Hod.*, 4: 30–36.
- Krzysztofik B., Dróżdż T., Sobol Z., Nawara P., Wrona P. (2015). Metody zabezpieczania i utrwalania surowców oraz produktów żywnościowych – studium przypadku. Wyd. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, Kraków; ISBN 978-83-64377-14-3.
- Kubiak M.S. (2013). Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) – ich występowanie w środowisku i w żywności. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 94 (1): 31–36.
- Kuna P. (2011). Zanieczyszczenia wybranych komponentów środowiska przez wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) w Dąbrowie Górniczej. *Nauka. Przyroda. Technologie*, 5, (4): 8, 1–9.
- McGrath T.E., Chan G.W., Hajaligol M.R. (2003). Low temperature mechanism for the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons from the pyrolysis of cellulose. *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 66, (1–2): 51–70.
- Migdał W. (2015). Sterowanie jakością produktów pochodzenia zwierzęcego. *Prz. Hod.*, 5: 1–8.
- Migdał W., Dudek R., Kapinos F., Kluska W., Zajac M., Węsierska E., Tkaczewska J., Kulawik P., Migdał Ł., Migdał A., Prudel B., Pieszka M. (2015). Traditional smoking of meat and meat products – the factors influencing the level of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Proc. 4th Int. Conf.: Trends in meat and meat products manufacturing*, Kraków, pp. 97–115.
- Parandowski J. (2006). Mitologia. Wierzenia i podania Greków i Rzymian. Wyd. Puls, Londyn, Warszawa.
- Pisula A., Pospiech E. (red.) (2011). Mięso – podstawy nauki i technologii. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Raporty z badań monitoringowych nad jakością gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych. MRiRW, GISiPAR, Warszawa, 1995–2003.
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 466/2001 z dnia 8 marca 2001 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy dla niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 208/2005 z dnia 4 lutego 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
- 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.
- 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.

- Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1327/2014 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w mięsie wędzonym tradycyjnie i produktach mięsnych wędzonych tradycyjnie oraz w rybach i produktach rybołówstwa wędzonych tradycyjnie (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 358/13 z 13.12.2014).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 grudnia 2014 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych przy produkcji produktów mięsnych wędzonych w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów zanieczyszczeń wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA).
- Surmiński J. (2006). Zarys chemii drewna. Wydanie II, AR, Poznań.
- Toussaint-Samat M. (2002). Historia naturalna i moralna jedzenia. W.A.B., Warszawa.
- Waszkiewicz-Robak B., Szterk A., Rogalski M., Kruk M., Rokowska E., Zarodkiewicz M., Mikiciuk J. (2014). Wpływ procesu wędzenia wyrobów wieprzowych otrzymywanych z mięsa o różnej jakości początkowej na zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (93): 73–92.
- WHO/IPCS (World Health Organization – International Programme on Chemical Safety) (1998). Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environmental Health Criteria* 202. WHO, Geneva, Switzerland.
- Wieczorek J., Wieczorek Z. (2011). Pobranie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych z żywnością. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 3: 725–731.
- Zalecenie Komisji z dnia 4 lutego 2005 r. w sprawie dalszego badania poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w niektórych środkach spożywczych (2005/108/WE).

THE IMPROVEMENT OF SENSORY CHARACTERISTICS AND SHELF-LIFE EXTENSION OF MEAT REGIONAL PRODUCTS OBTAINED FROM DOMESTIC ANIMAL BREEDS THROUGH USAGE OF TRADITIONAL SMOKING METHODS

Summary

The high quality of regional products is the effect of, among others, application of traditional methods of production and preservation. The one of the oldest methods of meat, fish, cheeses and some fruit preservation is smoking. The smoking is a physico-chemical method of food preservation with smoke and appropriate temperature, with is aimed at food protection against fast spoilage and at inhibition of microorganisms development. Smoking is applied also for obtaining of specific odour, taste, colour and juiciness improvement and also for preservation of food nutritive value. The traditional smoking is the process performed according to craft and knowledge of local manufacturers, consisting of drying; cold, warm and hot smoke smoking; smoking with roasting to obtain pale or dark; brown or cherry colour of product. The process is performed, in dependence on centuries-old, local tradition, in traditional smoking chambers where the source of smoke and heat are, properly humidified, hard wood pieces of deciduous trees burnt in hearth chamber's furnace with the processed product hanged at a certain distance, on bars (meat products, fish) or sticks (plums).

The final effect of traditional smoking and also presence of some harmful substances like benzo-a-pirene and other 4 polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in meat and meat products, depends on, among others: raw material, meat kind and fat level present in, the final product kind, functional and herb additives, the casing kind, the thermal treatment level, temperature of smoking, the level of product initial drying, the kind and construction characteristics of smoking chamber, the wood pieces applied (kind of tree, hardness and humidity of wood piece), the way of smoke generation, the dimensions of furnace, the temperature of wood burning, the dimensions of wood pieces, the additional facilities and equipment presence (deflectors, control of drain of fumes, closing valve). Also some other factors influence on the PAH levels i.e. the smoker experience, the frequency of smoking chamber cleaning, way of sampling, estimation methods.

Key words: meat regional products, traditional smoking, polycyclic aromatic hydrocarbons