



MINISTERSTWO
ROLNICTWA
I ROZWOJU WSI

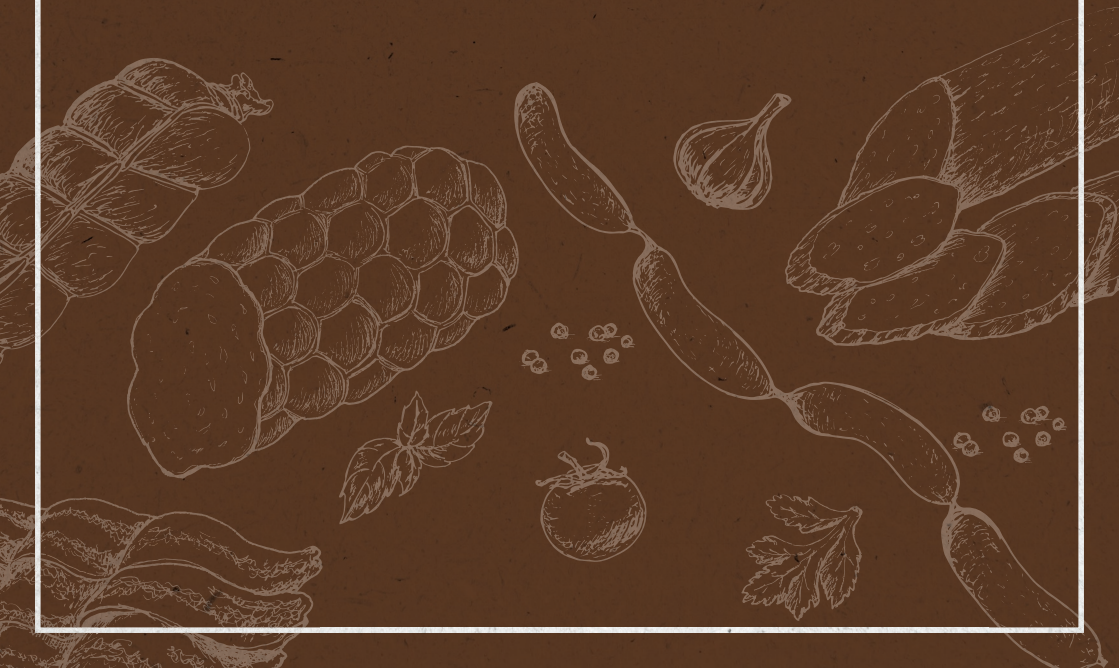


ZBIGNIEW J. DOLATOWSKI

BADANIA NAD OPTYMALIZACJĄ PROCESU WĘDZENIA TRADYCYJNEGO

ZREALIZOWANO WE WSPÓŁPRACY Z CDR ODDZIAŁ W RADOMIU,
IBPRS I UP W LUBLINIE

IBPRS PIB WARSZAWA



ZBIGNIEW J. DOLATOWSKI

BADANIA NAD OPTIMALIZACJĄ PROCESU WĘDZENIA TRADYCYJNEGO

ZREALIZOWANO WE WSPÓŁPRACY Z CDR ODDZIAŁ W RADOMIU,
IBPRS I UP W LUBLINIE

IBPRS PIB WARSZAWA



SPIS TREŚCI

| | |
|--|----|
| Wprowadzenie | 5 |
| Dym wędzarniczy | 6 |
| Drewno wędzarnicze | 8 |
| Rozkład termiczny drewna | 9 |
| Skład dymu | 12 |
| Wpływ dymu na właściwości produktu | 16 |
| Technologie wędzenia | 20 |
| Sposoby postępowania przy wędzeniu tradycyjnym | 23 |
| WWA w wędzonych tradycyjnie ekologicznie wyrobach mięśnych | 26 |
| Pobór próby do badań na zawartość WWA - DYREKTYWA KOMISJI 2005/10/WE z dnia 4 lutego 2005 r | 31 |
| Podstawowe wymagania budowy i wędzenia tradycyjnego | 32 |

| | |
|---|----|
| Budowa wędzarni tradycyjnej _____ | 35 |
| Komora wędzarnicza – murowana _____ | 37 |
| Wędzarnia z paleniskiem pośrednim _____ | 38 |
| Drzwi do wędzarni _____ | 39 |
| Ujście dymu z wędzarni _____ | 40 |
| Technologia poprawnego tradycyjnego wędzenia _____ | 41 |
| Czynności przy rozpoczęciu i kontynuacji wędzenia _____ | 45 |
| Ważne w procesie wędzenia i obróbki cieplnej _____ | 47 |
| Higiena wędzenia _____ | 48 |
| Technologiczne odchylenia jakości wędlin w procesie tradycyjnego, ekologicznego wędzenia _____ | 50 |
| Piśmiennictwo _____ | 52 |

Wprowadzenie

Wędzenie należy do najstarszych metod utrwalania żywności, a obecnie jest szczególnie cenione z uwagi na nadawanie produktowi żywnościowemu swoistych cech organoleptycznych. W trakcie tego procesu do produktu wprowadzanych jest wiele substancji pirolizy drewna o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, przeciwutleniających, kształtujących smak oraz barwę. Szczególne znaczenie odgrywają tu fenole, które oprócz działania przeciwdrobnoustrojowego wykazują wyraźne właściwości przeciwutleniające i barwiące. W dymie wędzarniczym oprócz związków odpowiedzialnych za utrwalanie oraz kształtowanie cech organoleptycznych wędzonych produktów, zawarte są również substancje niepożądane z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego tej grupy wyrobów. Ważnym problemem zdrowotnym jest obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Związki te charakteryzują się właściwościami kancerogennymi i mutagennymi. Poprzez kolejne ogniwa łańcucha pokarmowego przedostają się do organizmu, stwarzając poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. Związki te mogą się również tworzyć w samej żywności (pierwotnej) podczas procesów jej przetwarzania (prażenia kawy, suszenia kakao, zbóż), termicznej obróbki (pieczenia) lub w trakcie jej utrwalania (wędzenia). Szczególnie wysokie stężenia WWA występują w produktach przygotowywanych nad otwartym ogniem (grill, wędzenie). Natomiast ich poziom w żywności przetworzonej (gotowanie, poprawne wędzenie, smażenie) zależy głównie od warunków i metod jej przygotowywania.



Dym wędzarniczy

Dym wędzarniczy jest produktem niecałkowitego spalania drewna i jego pochodnych. Stanowi złożony, wieloskładnikowy zespół substancji gazowych, par i cząsteczek stałych (sadza). Ilość dymu oraz rodzaj związków chemicznych w nim zawartych, są uzależnione od rodzaju czynnika dymotwórczego, oraz warunków jego spalania. Dym wędzarniczy można rozpatrywać jako układ (roztwór) koloidalny (aerozol), który powstaje w wyniku wymieszania się z powietrzem gazowych, ciekłych i stałych (o stosunkowo dużym rozdrobnieniu - $0,15\ \mu\text{m}$) produktów częściowego spalania drewna (pirolizy). Powietrze i składniki gazowe stanowią fazę rozpraszającą układu. W fazie tej znajduje się ok. 10% składników dymu. Pozostała część składników jest zawieszona w postaci małych kuleczek w fazie gazowej, która stanowi fazę rozproszoną dymu. Pomiędzy obiema fazami układu koloidalnego panuje równowaga w zależności od temperatury i rozcieńczenia. Wzrost temperatury powoduje wyparowanie z fazy płynnej do fazy gazowej pewnych ilości substancji organicznych i odwrotnie, podczas schładzania następuje kondensacja części substancji z fazy gazowej do fazy płynnej. Dym jako koloid posiada właściwości charakterystyczne dla tego typu układów.

Cząsteczki dymu znajdują się w ciągłym ruchu pod wpływem sił dyfuzyjnych (ruchy Browna), grawitacyjnych, termicznych, odśrodkowych, elektrostatycznych i akustycznych. Szczególnie dużą rolę odgrywają ruchy Browna, które są główną przyczyną koagulacji i osiadania cząstek dymu na powierzchni produktu. Natomiast tam, gdzie gorący dym spotyka się z zimną powierzch-



nią ścianek lub przewodu, cząstki dymu podlegają wpływom sił termicznych. W dymie wędzarniczym przypuszczalnie znajduje się blisko 10 000 różnych substancji z czego dotychczas zidentyfikowano ok. 600. Skład dymu wędzarniczego zależy od różnych czynników. Sam proces spalania regulowany jest wilgotnością drewna i dostępem tlenu oraz temperaturą żarzenia bądź drewna.



Drewno wędzarnicze

Do wędzenia używa się drewna z drzew liściastych, bez kory, najczęściej bukowego, grabu, wiązu, dębu, olchy, akacji, śliwy, jabłoni, gruszy i klonu. Rodzaj użytego drewna ma wpływ na kolor i aromat produktu. Drewna z drzew iglastych nie stosuje się do procesu wędzenia. Wyjątek stanowi jałowiec, który jednak należy stosować z umiarem. Drewno do wędzenia musi być z drzew liściastych, surowe, czyste, bez śladu rozkładu przez grzyby, i pleśnie. Powinno pochodzić z terenów ekologicznych. Nie stosujemy drewna z rozbiórek, niewiadomego pochodzenia. Sezonowane drewna zależą od gatunku, czasu ścinki, a także od sposobu jego przechowywania. Im większa gęstość drewna (twardość) oraz im mniejsza cyrkulacja powietrza w miejscu składowania, tym dłuższy jest czas jego suszenia. Najlepszy okres na pozyskiwanie drewna wędzarniczego przypada na miesiące od listopada do marca, ponieważ w tym okresie drewno wykazuje najmniejszą wilgotność. Świeże drewno liściaste powinno schnąć około rok - dwa lata. Drewno małowymiarowe schnie szybciej. Im bardziej jest ono pocięte i porozszczipiane tym większa staje się jego powierzchnia, co umożliwia szybsze odparowywanie wody. W wędzarniach stosuje się również zrębki wędzarnicze. Zrębki wędzarnicze to specjalnie rozdrobione drewno. Zrębki są wytwarzane z selekcionowanego, czystego drewna co jest istotne w procesie wędzenia. Rozróżniamy różne granulacje zrębków, które są dostosowane do różnych rodzajów wędzarni. Do zalet zrębków należy przede wszystkim utrzymanie stałych paramentów procesu wędzenia. W przeciwieństwie do drewna „grubego” mają one „bardziej” jednakową charakterystykę. Są mniej podatne na rozwój grzybów i pleśni, ponieważ mają niską wilgotność



Rozkład termiczny drewna

W zależności od dostępu tlenu atmosferycznego, termiczny rozkład drewna jest określany jako: palenie się (w pełnym dostępie tlenu atmosferycznego), termoliza (w warunkach beztlenowych), piroliza (przy ograniczonym dostępie tlenu atmosferycznego). Termiczny rozkład drewna przy nieograniczonym dostępie tlenu atmosferycznego, objawia się paleniem z widocznym świeceniem płomienia. Drewno w postaci elementów wielkowymiarowych pali się powoli, w postaci szczap czy zrębków - bardzo szybko. Temperatura płonącej mieszaniny wzrasta od temperatury zapłonu (300-350°C) do 800 a nawet 1100°C, przy czym końcowymi produktami spalania są CO₂, para wodna i popiół w ilości ok. 1%. Produkty powstające podczas palenia się drewna płomieniem „otwartym”, praktycznie nie zawierają dużych ilości składników wędzarniczych i nie są wartościowe w procesie wędzenia, natomiast występuje dużo związków WWA.

Dym wędzarniczy można uzyskać z palenisk drewnem oraz z żarzenia drewna w palenisku lub w dymogeneratorach ciernych lub żarowych. Parametry dymu wędzarniczego to: wilgotność, gęstość, skład chemiczny i temperatura. Stosując różne metody i parametry otrzymywania dymu, możemy regulować jego skład chemiczny, w wyniku czego uzyskujemy produkt o określonych cechach organoleptycznych. Skład chemiczny dymu jest uzależniony od warunków i techniki jego otrzymywania czyli spalania. Obecnie znanych jest wiele metod wywołania pirolizy drewna, niezbędnej dla procesu wytwarzania dymu. Aby uzyskać pożądane cechy organoleptyczne niektórych wyrobów (pewne gatunki wędlin trwałych), wykorzystuje się także dym



z drewna drzew iglastych (np. jałowca). W zależności od metody wytwarzania, otrzymuje się dym o różnych właściwościach i tym samym różnej przydatności technologicznej. Metody wytwarzania dymu: żarowa, cierna, fluidyzacyjna i z parą wodną są powszechnie znane, natomiast piroliza zrębków lub sprasowanych trocin w dość ścisły blok w trakcie tzw. wylewania nie jest zbyt popularna. Temperatura wytwarzania dymu należy do najważniejszych czynników wpływających na proces wędzenia i skład chemiczny dymu. Proces wytwarzania dymu składa się z dwóch etapów: termicznego rozkładu drewna i utleniania lotnych produktów tego procesu. W zależności od temperatury w strefie rozkładu drewna można wyróżnić następujące fazy:

- do temperatury około 170°C intensywnie wydziela się woda (dym jasny),
- 210 do 260°C to rozkład ligniny (dym jasnobrązowy),
- około 300 do 425°C następuje intensywny rozkład celulozy i hemicelulozy (dym jasnoczerwony),
- od 350° do 450°C występuje druga faza rozkładu ligniny (dym bezbarwny).

Maksymalne stężenie pożądaných związków gazowych w dymie występuje w trzech zakresach temperatury spalania drewna: pierwszy: 200-300°C i odpowiada rozkładowi hemicelulozy, drugi - 300-425°C odpowiada celulozie i ligninie oraz trzeci, powyżej 425°C odpowiada ligninie. Świadczy to o tym, że w celu otrzymania dużego stężenia związków fenolowych w dymie niezbędne jest doprowadzenie temperatury pirolizy do drugiego maksimum, zamiany ligniny na lotne produkty jej termicznego rozkładu. Nie należy jednak podczas wędzenia przekroczyć temperatury krytycznej nad paleniskiem (ok. 425°C),



w której powstają wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Składają się one co najmniej z kilkudziesięciu różnych związków chemicznych, z czego 16 w tym benzo[a]piren i benzo[a]antracen, są uznawane za najbardziej toksyczne. Wykrywalne ilości WWA (2-4 pierścieniowe) obserwuje się już w temperaturze palenia i utleniania nieco powyżej 400°C, jednak benzon[a]piren pojawia się wyraźnie dopiero w temperaturze powyżej około 500°C, a optimum jego powstawania mieści się w zakresie temp. 800-900°C. Produkt wędzony, ale przede wszystkim pieczony w dymie powstałym w zbyt wysokiej temperaturze, jest nie tylko niebezpieczny dla zdrowia, ale także mało aromatyczny. Maksymalna temperatura pirolizy drewna nie powinna więc przekraczać 425-450°C. Można to regulować dopływem powietrza do strefy żarzenia. Dym otrzymany przy małym dopływie powietrza zawiera mniej WWA, niż dym otrzymany przy pełnym, otwartym dopływie powietrza. Z kolei, w zbyt niskiej temperaturze pirolizy, powstaje dym zawierający dużo kwasów, natomiast mało związków fenolowych. Produkty wędzone w takim dymie charakteryzują się pogorzelistym, kwaśkowanym zapachem i luźną, a nawet pastowatą teksturą mięsa. Skład chemiczny dymu wytwarzanego różnymi metodami zależy od bardzo wielu zmiennych, a do najważniejszych należą: rodzaj i gatunek drewna, wilgotność drewna oraz temperatura wytwarzania dymu.



Skład dymu

Według powszechnie przyjętego i stosowanego podziału związków występujących w dymie, rozróżnia się następujące grupy:

- kwasy karboksylowe (np. octowy, mrówkowy),
- związki karbonylowe (fenole i ich pochodne),
- związki obojętne (alkohole, estry i węglowodory).

Skład dymu otrzymanego z różnych gatunków drewna jest istotnie zróżnicowany. Dym z drewna drzew liściastych w porównaniu z dymem z drewna drzew iglastych zawiera więcej kwasów organicznych, furfuralu i dwuacetylu, przy czym zawartości fenoli dla obydwu rodzajów dymu jest prawie niezmienna. Dym z drewna drzew iglastych charakteryzuje znacznie większa ilość składników, przy czym największe różnice ilościowe występują wśród związków karbonylowych. Udział kwasów organicznych oraz związków ulegających reakcjom substytucji (podstawienia) i addycji (przyłączenia), jest większy w kondensacie pochodzącym z drzew iglastych (przy jednoczesnej mniejszej ilości substancji o charakterze smołowym) niż z drzew liściastych. Podczas procesu pirolizy drewna miękkiego (jodła, sosna, a nawet olcha) powstaje od 1,5 do 4,5-krotnie więcej wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych niż z drewna twardego. Różnice cech sensorycznych między dymami z różnego gatunku drewna wynikają najprawdopodobniej ze zróżnicowanego składu chemicznego ich lignin i szybkości pirolizy. Dym uzyskany z drewna wilgotnego charakteryzuje zapach określany mianem pogorzeliiskowy, jego barwa jest ciemna, posiada



także dużą zawartość sadzy i popiołu, więcej kwasów, nierównomiernie barwi powierzchnię produktu, jest niemiły w smaku. Wtórna oksydacja powstałych składników dymu w bardzo wysokiej temperaturze, pogarsza jakość dymu, gdyż prowadzi do gwałtownego utlenienia się lotnych składników do tlenku i dwutlenku węgla oraz polimeryzacji związków pirolizy. Natomiast oksydacja dymu w niższej temp. (200-300°C) powoduje polepszenie jego jakości poprzez dopalanie grubszych cząstek, np. smół i zwiększenie ilości cennych związków lotnych, głównie fenolowych. Przyjmuje się, że w strefie utleniania nie powinno się przekraczać temp. 425°C nad płomieniem. W celu otrzymania dymu o dobrej jakości temperatura pirolizy drewna powinna się mieścić w granicach 350-450°C. Pożądana jest zatem niska wilgotność drewna w postaci polan, szczap czy zrębków.

Oprócz temperatury pirolizy, skład dymu wędzarniczego zależy od:

- ilości dostarczanego tlenu (powietrza),
- składu chemicznego drewna,
- szybkości odprowadzania lotnych związków ze strefy spalania.

Liczne prace z zakresu badań wpływu wędzenia na właściwości produktów mięsnych wykazały, że mięso i jego przetwory poddane wędzeniu wykazują stosunkowo dużą oporność na procesy jełczenia oksydacyjnego. Antyutleniające właściwości dymu są związane przede wszystkim z działaniem składników fazy rozproszonej, a tylko w niewielkim stopniu fazy rozpraszającej. Silne właściwości przeciwutleniające posiadają związki fenolowe, oraz nieliczne kwasy karboksylowe. Najsilniejszymi przeciwutleniaczami z grupy fenoli są metylopirokatechina, pirogalol, hydrochinon i jego homologi, gwajakol oraz fenole



jednowodorotlenowe. Właściwości przeciwutleniające posiadają także: kwas mrówkowy, benzoesowy, salicylowy, wanilina i aldehydy syringowy. Dym posiada właściwości bakteriobójcze i bakteriostatyczne. Efekt wędzenia obniżający poziom drobnoustrojów, względnie hamujących ich rozwój, polega z jednej strony na mikrobiocydowym lub mikrobiostatycznym działaniu licznych składników dymu (np. formaldehydu, fenoli, gwajakolu, kwasu octowego i mrówkowego). Z drugiej natomiast na towarzyszącym wędzeniu efekcie obsuszania i zmniejszania tym samym aktywności wody na powierzchni produktu i wreszcie na wpływie ogrzewania, które występuje podczas wędzenia ciepłego i gorącego. Najbardziej decydujące działanie antybakteryjne wykazuje formaldehyd, a przeciwpleśniowe - fenole. Spośród związków fenolowych najsilniejsze działanie wykazują pochodne gwajakolu i dwumetylopirogalolu. Zawarte w dymie kwasy zmniejszają pH wędzonych wyrobów i dzięki temu wzmacniają konserwujące działanie innych składników dymu. Mikroorganizmy wykazują zróżnicowaną wrażliwość na działanie dymu. Można je uszeregować według ich wrażliwości na działanie dymu następująco: bakterie z rodziny Enterobacteriaceae (jako najbardziej wrażliwe), bakterie z rodzaju Pseudomonas, mikrokokki i streptokoki, drożdże, pleśnie i drobnoustroje przetrwalnikujące. Wędzenie nie zabezpiecza jednak przed wytwarzaniem toksyny przez Clostridium botulinum. Działanie bakteriobójcze składników dymu nie ustaje z chwilą zakończenia procesu wędzenia, ale utrzymuje się nadal w miarę wnikania jego składników w produkt wędzony. Składniki kształtujące specyficzny bukiet smakowo-zapachowy nazywany aromatem wędzonym, są lotne z parą wodną i w większości przypadków posiadają charakter związków karbonylowych, kwasów organicznych oraz fenoli. Spośród zidentyfikowanych



fenoli, których obecność stwierdzono w produktach mięsnych poddanych wędzeniu, pewną rolę w tworzeniu zapachu mogą odgrywać takie związki, jak: gwajakol i metylogwajakol i inne. Posiadają one trwały charakterystyczny, ostry zapach. Pomiędzy różnymi „odcieniami” zapachowymi, większość fenoli posiada gorzkawy, piekący smak, a niektóre ze złożonych fenoli - smak słodkawy. Fenole o wysokiej temperaturze wrzenia, takie jak: metylowe estry pirogalolu i jego homologów, odgrywają według badaczy problemu drugorzędne znaczenie w powstawaniu zapachu produktów wędzonych.



Wpływ dymu na właściwości produktu

Wędzenie należy do najstarszych metod utrwalania żywności, a obecnie jest szczególnie cenione z uwagi na nadawanie produktowi żywnościowemu swoistych cech organoleptycznych. W trakcie tego procesu do produktu wprowadzanych jest wiele substancji pirolizy drewna o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, przeciwutleniających, kształtujących smak oraz barwę. Szczególne znaczenie odgrywają tu fenole, które oprócz działania przeciwdrobnoustrojowego wykazują wyraźne właściwości przeciwutleniające i barwiące. Wędzenie działa mikrobiocydowo bądź mikrobiostatycznie tylko wtedy, gdy inne czynniki jak azotyn sodu, niska aktywność wody i temperatura, wykazują współdziałanie synergistyczne (tzw. teoria płotków, przeszkód). Proces tworzenia charakterystycznej żłocisto - żółtej, żłocistobrazowej do smolistej barwy wędzonych wyrobów, można odczytać jako skutek zachodzenia następujących procesów:

- interakcji karbonylowo - aminowej pomiędzy związkami karbonylowymi dymu i wolnymi grupami aminowymi białek oraz wolnymi aminokwasami (lizyna), która dominuje w produkcji i wywołuje reakcje brunatnienia między wysokocząsteczkowymi fenolami i białkami (reakcje Maillarda),
- odkładania się barwnych cząstek dymu (sadza, smółka) i barwnych produktów oksydacji i polimeryzacji składników dymu (fenole, aldehydy) na powierzchni produktu,
- utrwalenie barwy w kombinacji z dymem i kwasami,
- nieenzymatyczne reakcje brunatnienia prowadzą do powstania brunatnych barwników azotowych - melanoidyn.



Najbardziej reaktywnymi związkami karbonylowymi są: glikosal, aldehyd kreatynowy, dwuhydroksyaceton, furfural. Znaczącą rolę, obok związków karbonylowych, pełnią składniki kwasowe dymu, które działają hydrolitycznie na białka i zwiększają stężenie dostępnych do reakcji grup aminowych.

Na intensywność zabarwienia, oprócz składu i stężenia lotnych składników dymu, mają również wpływ takie czynniki jak: temperatura, względna wilgotność powietrza, czas trwania wędzenia oraz wilgotność produktu na powierzchni, która ze względu na konieczność uzyskania optymalnej barwy powinna być zmniejszona do 12-15%. Podczas wędzenia na powierzchni mięsa tworzy się „powłoczka”, podobna do skórki, która przyczynia się do zwiększenia trwałości produktu. Ponadto, ostłonki naturalne ulegają pewnemu utwardzeniu (garbowaniu), przez co podwyższa się ich wytrzymałość mechaniczna. Procesy te wyjaśnione są zmianami struktury białek reagujących z zawartym w dymie wędzarniczym formaldehydem, a więc tzw. kondensacją formaldehydowo-kolagenową. Należy jednak unikać zbyt dużego utwardzenia ostłonki, ponieważ ma ona wtedy skłonności do pęknięcia. Temu niebezpieczeństwu zapobiegają związki o charakterze fenoli, wykazujące rodzaj zmiękczającego działania. Obok zjawiska powstawania „wtórej skórki” na teksturę wędzonych wyrobów wywierają wpływ również inne czynniki jak:

- szybkość i wielkość wycieku termicznego tłuszczu od galarety,
- autoliza i proteoliza, które jako czynniki zmiękczające przyczyniają się do wzrostu miękkości.

W zależności od pożądaných właściwości produktu końcowego przez konsumenta, intensywność wędzenia żywności może być bardzo zróżnicowana. Produkty o niewielkim aroma-



cie dymu i ograniczonej trwałości wymagają innych parametrów procesu wędzenia niż produkty, w przypadku których aromat dymu, typowy dla danego asortymentu jest wyróżnikiem pierwszoplanowym.

Na intensywność osadzania się dymu na produkcie wpływają następujące parametry:

- wysuszenie osłonki,
- temperatura i wilgotność powietrza podczas obróbki,
- czas trwania obróbki,
- stężenie dymu w komorze,
- wielkość batonów wędlin,
- właściwości osłonki (osłonka sztuczna, jelito naturalne),
- odstęp między wędzonymi produktami.

W dymie wędzarniczym oprócz związków odpowiedzialnych za utrwalanie oraz kształtowanie cech organoleptycznych wędzonych produktów, zawarte są również substancje niepożądane z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego tej grupy wyrobów. Ważnym problemem zdrowotnym jest obecność wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Związki te charakteryzują się właściwościami kancerogennymi i mutagennymi. Poprzez kolejne ogniwa łańcucha pokarmowego przedostają się do organizmu, stwarzając poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. Związki te mogą się również tworzyć w samej żywności (pierwotnej) podczas procesów jej przetwarzania (prażenia kawy, suszenia kakao, zbóż), termicznej obróbki (pieczenia) lub w trakcie jej utrwalania (wędzenia). Szczególnie



wysokie stężenia WWA występują w produktach przygotowywanych nad otwartym ogniem (grill, wędzenie). Natomiast ich poziom w żywności przetworzonej (gotowanie, poprawne wędzenie, smażenie) zależy głównie od warunków i metod jej przygotowywania.



Technologie wędzenia

W przetwórstwie mięsnym występują następujące technologie wędzenia:

- wędzenie dymem zimnym;
- wędzenie dymem ciepłym;
- wędzenie dymem gorącym;
- wędzenie dymem gorącym z równoczesnym pieczeniem;
- wędzenie z zastosowaniem preparatu dymu wędzarniczego.

Wędzenie dymem zimnym prowadzi się w temperaturze 16-22°C przy wilgotności względnej powietrza 90-95% przez ok. 1-14 dni zależnie od rodzaju produktu. Wędliny podczas wędzenia równomiernie wysychają na całym przekroju, składniki dymu przenikają całkowicie produkt, powierzchnia zaś ulega nieznacznemu stwardnieniu i obeschnięciu. Zaletą wędzenia „zimnego” jest duża trwałość produktu, odporność na pleśnienie, dość długie przechowywanie i utrzymywanie zapachu i aromatu wędzenia. Wadą są duże ubytki masy i długi czas wędzenia.

Wędzenie dymem ciepłym prowadzi się w temp. 30-40°C, przy wilg. 70-80%, w czasie 2-24 godz. Warstwa powierzchniowa zostaje dość mocno podsuszona, podczas gdy wewnątrz produkt zachowuje cechy przetworu surowego. Powoduje to nierównomierne wysychanie produktu i nasycenie składnikami dymu. Wpływa to dodatnio na trwałość produktu i hamująco na wymianę płynów podczas obróbki cieplnej w wodzie. Produkt wędzony dymem ciepłym posiada barwę żółtą do brązowej



z połyskiem. Tłuszcz wytapia się w niewielkich ilościach, konsystencja staje się bardziej ściśta na skutek działania ciepła.

Wędzenie dymem gorącym przebiega trójfazowo. W pierwszej fazie jest suszenie produktu przez 10-40 min. w temp. 30-40°C. W drugiej fazie jest wędzenie zasadnicze przez 30-100 min. w temp. 40-55°C. W trzeciej fazie jest powierzchniowe przypieczenie przez 10-20 min. w temperaturze 70-95°C do temperatury 68°C wewnątrz produktu. Pierwszą fazę przeprowadza się bez dymu lub w dymie rzadkim. Fazę tę przeprowadza się przy pełnym dopływie powietrza i przy otwartych przewodach kominowych, co polepsza późniejszą fazę wędzenia przez usunięcie nadmiaru pary wodnej. W drugiej fazie następuje przesylenie produktu składnikami dymu, osłonka na skutek działania ciepła staje się ściśta i mocna, a produkt uzyskuje odpowiednią barwę. W trzeciej fazie następuje ścięcie białka w powierzchniowych warstwach produktu, podczas gdy głębsze warstwy pozostają surowe, gdyż temperatura w nich dochodzi tylko do 40°C. Masa mięsa przylepia się do osłonki, która wskutek wysychania ulega nieznacznemu pomarszczeniu oraz nabiera połysku. Wędzenie dymem gorącym, a następnie parzenie kiełbas jest korzystną metodą obróbki cieplnej, ponieważ w porównaniu z innymi metodami daje mniejsze straty masy niż pieczenie, a produkt posiada pożądaną jakość sensoryczną.

Wędzenie dymem gorącym z jednoczesnym pieczeniem również przebiega w trzech fazach. W fazie pierwszej stosujemy dym rzadki, temperatura ok. 40-55°C, przez 20-40 minut, a następnie faza druga wędzenia gorącego w temperaturze ok. 55°C przez okres 0,5 do 1-2 godzin. Faza trzecia jest w temperaturze 80-95°C w czasie niezbędnym do osiągnięcia wewnątrz wyrobu temp. 68°C. Następuje pieczenie całego pro-



duktu, występuje znaczny wytop tłuszczu i duże odparowanie wody. Ubytek masy produktu wynosi nawet do 30 – 40%. Parametry procesu wędzenia zależą od konsumenta, ale produkt nie powinien zawierać toksycznych substancji pirolizy drewna.



Sposoby postępowania przy wędzeniu tradycyjnym

Wędzenie tradycyjne jest procesem złożonym. Zadawalający efekt można osiągnąć wówczas gdy będzie pod stałym nadzorem i będą przestrzegane zasady wędzenia. Będziemy stosowali czyste ekologicznie paliwo, przestrzegali zakresu temperatur procesu, zasad GMP, GHP i HACCP.

Poszczególne asortymenty produktów różnią się między sobą strukturą, zapachem, barwą oraz stopniem trwałości. Wpływ na to ma wiele czynników, jak choćby: skład i przygotowanie surowca, metoda, czas i temperatura wędzenia czy dalsze postępowanie z produktem po wędzeniu.. Reżimy technologiczne podczas wędzenia poszczególnych grup produktów, określają wartości temperatury, czasu jej działania. Szczegółowe warunki wędzenia, tj. temperatura i czas, są dla każdego asortymentu różne, gdyż skład produktu, jego średnica, masa oraz określona wydajność decydują, w jakich warunkach produkt ma być wędzony. Zadaniem wędzenia jest nadanie typowego aromatu, zabarwienie i utrwalenie, głównie powierzchni produktów, poprzez obsuszenie i działanie zawartych w dymie substancji bakteriobójczych i bakteriostatycznych. Równocześnie dochodzi do zmniejszenia zawartości wody w produkcie, a także wielu zmian chemicznych i fizykochemicznych. Ubytek wody jest tym większy, im dłuższy jest czas wędzenia. Najmniejsze straty występują przy krótkotrwałym wędzeniu dymem gorącym. Ubytek wody jest mniejszy także w produktach o wyższej zawartości tłuszczu, który na skutek zbyt wysokiej temperatury, wytapia się. Utrata wody przy wędzeniu produktów solonych lub pe-



klowanych, powoduje zwiększenie zawartości soli w produkcie. W czasie wędzenia, zwłaszcza dymem gorącym, na powierzchni produktów tworzy się warstewka z białek ściętych wysoką temperaturą (denaturacja), co znacznie utrudnia przenikanie dymu do głębszych warstw mięsa. Produkty, które mamy zamiar wędzić długo, wędzimy dymem zimnym. Proces denaturacji białka w produktach rozpoczyna się już w temp. 34–40°C. Należy przestrzegać zakresów temperatur dla poszczególnych rodzajów wędzenia.

Skuteczność wyników wędzenia produktów, oraz ich jakość i okres przechowywania jest uwarunkowany dwoma czynnikami – jakością dymu i ilością ciepła. Niezależnie od typu wędzarni, jak i od sposobu wędzenia produktu, wędzarnię należy odpowiednio przygotować:

produkt:

- mięso na kiełbasy, przyszlą wędzonkę należy przygotować (solenie),
- przed wędzeniem produkt należy wysuszyć,
- prawidłowo rozmieścić produkt w komorze wędzarniczej,
- poprowadzić odpowiednio proces technologiczny wędzenia i pieczenia. wędzarnia:
- sprawdzić czystość i stan ogólny,
- sprawdzić prawidłowość działania wskaźników termicznych - termometrów i pirometrów,
- rozpałić drewno i nagrzać wędzarnię,
- sprawdzić szczelność komory i paleniska,
- wprowadzić produkt do komory i realizować zamierzony proces technologiczny.



lokalizacja komór wędzarniczych:

Ważną kwestią procesu wędzenia jest umiejscowienie samej wędzarni w budynku zakładu, i takie „wpięcie” jej w proces technologiczny, który zgodny byłby z systemem GMP i HACCP.

Do najważniejszych problemów, które musimy rozwiązać trzeba zaliczyć:

- wędzarnia musi znajdować się w osobnym pomieszczeniu,
- usytuowanie pomieszczenia musi spełniać następujące warunki:
 - › dostęp do wody „produkcyjnej”,
 - › pomieszczenie musi być skanalizowane,
 - › niekolidowanie z procesem technologicznym przygotowania produktu,
 - › wyposażona musi być w system wentylacji – najlepiej wymuszony,
 - › musi mieć dobry dostęp do suchego drewna wędzarniczego,
 - › specjalny i tylko do tego przeznaczone drzwi do pozbywania się na zewnątrz pomieszczenia popiołu i sadzy,
 - › podłoga, sufit i ściany pomieszczenia powinny być pokryte materiałem łatwo zmywalnym,
 - › oświetlenie powinno być pyłoszczelne,
 - › w pomieszczeniach powinno być możliwe manewrowanie wózkami wędzarniczymi,
 - › pomieszczenie musi być izolowane od innych pomieszczeń (drzwi).



WWA w wędzonych tradycyjnie ekologicznie wyrobach mięsnych

Wyroby mięsne wędzone w tradycyjnych wędzarniach z otwartym paleniskiem stanowią swoistą alternatywę dla produktów wytwarzanych metodami przemysłowymi. Za ich wyjątkowe walory smakowe odpowiadają składniki zawarte w dymie, które nie zawsze sprzyjają zdrowiu. Rozwój techniki i technologii wędzenia oraz coraz większa świadomość konsumentów i prozdrowotne nastawienie do diety, przyczyniły się do wprowadzenia regulacji prawnych dotyczących najwyższych dopuszczalnych stężeń wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. W 2011 roku weszło w życie rozporządzenie Komisji (UE) nr 835/2011 zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 dotyczące zawartości najwyższych dopuszczalnych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych, w tym w produktach mięsnych wędzonych. Rozporządzenie Komisji UE Nr 835/2011 z dnia 19 sierpnia 2011 roku zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 odnośnie najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w środkach spożywczych (Dz. U. L 215 z 20.08.2011r.) weszło w życie od dnia 1 września 2014 roku w zakresie dotyczącym najwyższych dopuszczalnych poziomów benzo(a)piranu i sumy czterech związków: benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu w produktach żywnościowych, m.in.w wędzonych produktach mięsnych także i ekologicznych. Najwyższy poziom dotyczący zawartości benzo(a)pirenu w produktach mięsnych wędzonych wynosił dotychczas 5,0 µg/kg, dla sumy pozostałych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA)



wynosił 30,0 µg/kg. Rozporządzenie Komisji odpowiednio najwyższe poziomy obniża do 2,0 i 12,0 µg/kg dla sumy czterech WWA w wyrobach mięsnych. Pozostawia bez zmian dopuszczalny poziom WWA dla wędzonych ryb np. szproty wędzone i szproty wędzone w konserwie (*Sprattus sprattus*); 5,0(µg/kg) dla benzo(a)piranu i 30,0(µg/kg) dla sumy czterech (benzo(a)piren, benz(a)antracen, benzo(b)fluoranten i chryzen).

Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, na wniosek wielu tradycyjnych producentów wydało rozporządzenie 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). Do dnia 31 sierpnia 2017 r. zezwala się na produkcję i wprowadzanie na rynek, wyłącznie na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, produktów mięsnych wędzonych, zwanych „produktami mięsnymi wędzonymi tradycyjnie”, w których najwyższy dopuszczalny poziom zanieczyszczenia dla benzo(a)pirenu wynosi nie więcej niż 5µg/kg, sumy WWA (suma benzo(a)pirenu, benz(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu i chryzenu) wynosi nie więcej niż 30. Odstępstwo zostało przedłużone nowym rozporządzeniem bez określenia limitu czasowego i ma zastosowanie tylko do tych produktów mięsnych wędzonych tradycyjnie, które zostały zgłoszone przez przedsiębiorstwo spożywcze do powiatowego lekarza weterynarii, właściwego ze względu na miejsce prowadzenia takiej działalności. W celu zmniejszenia zawartości benzo(a)pirenu i sumy czterech w wyrobach mięsnych wędzonych w dymie żarowym, zaleca się chronić wędliny osłonkami, lub w odpowiedni sposób prowadzić pirolizę drewna i technologie wędzenia. Przykładowo: zawartość benzo(a)pirenu w masie węd-



dlin po wędzeniu w osłonce sztucznej, może być 3-4 razy niższa niż w wyrobie w osłonce naturalnej. Sztuczna osłonkę zdejmujemy się przed konsumpcją także i przed badaniem, ponieważ jest ona niejadalna. Można też odpowiednio prowadzić proces pirolizy drewna wędzenia tradycyjnego i tym samym spełnić wymagania nowych regulacji prawnych. Jednakże nawet pomimo próby zastosowania dobrych praktyk wędzarniczych, w niektórych państwach członkowskich, obniżone poziomy WWA okazały się niemożliwe do osiągnięcia. Komisja opublikowała rozporządzenie 2020/1255 z dnia 7 września 2020 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w tradycyjnie wędzonych mięsach i produktach mięsnych oraz w tradycyjnie wędzonych rybach i produktach rybołówstwa, a także w sprawie ustalenia najwyższego dopuszczalnego poziomu WWA w żywności w proszku pochodzenia roślinnego wykorzystywanej do przyrządzania napojów. W ramach dozwolonego odstępstwa możliwe jest zezwolenie na wprowadzanie do obrotu przez państwa członkowskie na swoich rynkach tradycyjnie wędzonych mięs i produktów mięsnych, wędzonych na swoim terytorium i przeznaczonych do spożycia na swoim terytorium oraz wykazujących poziomy WWA wyższe od poziomów. Produkty mogą zostać dopuszczone do obrotu, „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.

Podstawowa kontrola temperatury w prowadzonej ocenie pracy komory dotyczyła parametrów temperaturowych spa-



lania drewna. Temperaturę spalania drewna (poniżej 500°C), głównie fazy utleniania (temperatura nad płomieniem) regulowano dopływem powietrza do paleniska i wygaszaniem palenia przez dodatek wilgotnych zrębek. Do wędzenia i ogrzewania używano drewna olchy i buku, oraz stosowano zrębki o składzie buk-olcha-dąb.

Z przedstawionych wartości temperatury obserwujemy, że w przygotowanej komorze można prowadzić spalanie drewna nie przekraczając wartości 450°C w palenisku i produkt

o właściwościach sensorycznych tradycyjnego wędzenia. W komorze istnieje możliwość prowadzenia tzw. wędzenia zimnego, w którym temperatura dymu wędzarniczego dochodzącego do komory nie przekracza 25 – 30°C. W palenisku nie przekraczano krytycznej temperatury tworzenia WWA (450°C). Otrzymane wartości WWA wskazują, że przy właściwie realizowanym procesie żarzenia drewna w palenisku (suche drewno twardych drzew liściastych, zrębki) i poprawnej konstrukcji komory (paleniska z dopływem powietrza) poziom WWA, nie tylko nie przekracza wartości nowych regulacji prawnych, ale są one znacznie niższe (o ponad 50%) niż wymagania nowego rozporządzenia mimo, że temperatura w komorze była stosunkowo wysoka, szczególnie podczas pieczenia (90-95°C).

Można stwierdzić, że poziom WWA zależy przede wszystkim od warunków pirolizy i jakości drewna. Nie obserwujemy wpływu zawartości tłuszczu na poziom WWA. Poziomy WWA w kiełbasie cienkiej i wędzonkach są bardzo zbliżone. Można jednoznacznie stwierdzić, że ilość WWA w tradycyjnym wędzeniu wyrobu, zależy przede wszystkim od warunków spalania i jakości drewna używanego do wędzenia. Drewno pali się w ograniczonym dopływie powietrza do paleniska. Badania



wskazują, że większość ciepła uzyskuje się poprzez spalanie gazów powstających przy początkowym spalaniu drewna. Gazy te mają różną temperaturę spalania i w zależności od temperatury paleniska ulegają spaleni lub przechodzą do komory wędzarniczej. Do komory wędzarniczej powinny trafiać w stanie nienaruszonym, ponieważ w takiej postaci nadają wyrobom odpowiednią smakowitość i barwę. Jeżeli temperatura paleniska (nad paleniskiem) jest zbyt wysoka, część z tych gazów ulega utlenianiu egzotermicznemu, a powstające w ten sposób ciepło dodatkowo podnosi temperaturę nad paleniskiem. Związki powstające w tym procesie (głównie WWA) są niepożądane. Podstawowym błędem wędzenia tradycyjnego jest swobodne spalanie, często nie wysuszonego drewna. W palenisku i nad ogniem utrzymuje się wówczas temperatura znacznie powyżej 450°C i dym wędzarniczy zawiera wówczas nie tylko wysoką ilość WWA, ale duża ilość wilgoci powoduje powstawanie tzw. „kwaśnego deszczu”, który osadzając się na wędzonych wyrobach sprawia, że są one nie smaczne, szkodliwe dla zdrowia konsumenta i nie powinny trafiać do spożycia.



Pobór próby do badań na zawartość WWA - DYREKTYWA KOMISJI 2005/10/WE z dnia 4 lutego 2005 r

Próbki do badań muszą posiadać czyste, nieuszkodzone, zamknięte opakowania, najlepiej z tworzywa sztucznego obojętnego chemicznie (folia aluminiowa). W trakcie pobierania i przygotowywania próbek należy podjąć środki ostrożności zapobiegające wszelkim zmianom, które mogą mieć wpływ na zawartość benzo[a]pirenu, niekorzystnie oddziaływać na wynik oznaczenia analitycznego lub spowodować, że próbki połączone nie będą reprezentatywne. W miarę możliwości próbki pierwotne powinny być pobierane z różnych miejsc partii. Każdą próbkę należy następnie umieścić w czystym pojemniku wykonanym z chemicznie obojętnego materiału, zapewniającym odpowiednią ochronę przed zanieczyszczeniem i uszkodzeniem w czasie transportu. Należy podjąć wszelkie niezbędne środki ostrożności w celu uniknięcia zmian w składzie próbek, jakie mogłyby wystąpić podczas transportu lub przechowywania. Masa próbki musi być odpowiednia do badań, zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) 333/2007 z dnia 28 marca 2007r., z późniejszymi zmianami- nie mniej niż 1kg. Próbką nie może wykazywać żadnych zmian wizualnych.



Podstawowe wymagania budowy i wędzenia tradycyjnego

odpowiednia wielkość komory. Przy wędzarni prawidłowo skonstruowanej i wybudowanej, ilość zużywanego w procesie wędzenia drewna bardziej zależy od rodzaju i wilgotności. Wybudowana komora wędzarnicza na większą ilość wsadu jest korzystna dla małej ilości wędzonego produktu – znacznie łatwiej jest ustabilizować i utrzymać odpowiednią temperaturę wędzarni, nie ma problemów z nadmiarem wilgoci w komorze. Ilość zużytego drewna nie rośnie proporcjonalnie do wielkości komory.

zapewnienie odpowiedniego rozkładu temperatur w komorze wędzarniczej zależy od sposobu opalania wędzarni, konstrukcji komory wędzarniczej oraz sposobu dostarczania dymu do komory i z komory. Ważnym elementem jest pomiar temperatury podczas procesu wędzenia zarówno paleniska jak i w komorze wędzarniczej. Zalecane jest używanie termometrów z długą sondą – dzięki czemu można poznać rozkład temperatur w komorze. W trakcie wędzenia powinniśmy stosować trzy termometry w komorze i pirometr nad paleniskiem komory.

- należy utrzymywać czystość w obrębie komory w trakcie całego procesu wędzenia.
- poprawna wędzarnia to taka, gdzie na jeden cykl wędzenie nie potrzeba dużych ilości drewna.
- podczas spalania drewna powstają substancje kwaśne i zbyt duża ilość wilgoci w wędzarni powoduje efekt „kwaśnego deszczu”. W skrajnych przypadkach produkty nie nadają się do



spożycia. Wilgoć to nie tylko woda, którą widzimy w postaci kropli na obudowie czy produktach, ale przede wszystkim w postaci pary, powstającą zarówno w procesie spalania drewna jak i z wędzonych produktów

Bez względu na konstrukcje, wędzarnia składa się z następujących elementów:

- źródła dymu wędzarniczego,
- sposobu doprowadzenia dymu do komory,
- komory wędzarniczej.

Można wyróżnić dwa najczęściej spotykane typy wędzarni tradycyjnych:

- wędzarnia z paleniskiem pośrednim – z boku komory,
- wędzarnia z paleniskiem bezpośrednim – pod produktem.

W wędzarniach źródłem dymu wędzarniczego są przeważnie polana, szczapy drewna, które spala się w pewnej odległości od komory wędzarniczej. W wędzarniach z kanałem dymnym długość kanału doprowadzającego jest dym wędzarniczy wynosić od 0,7m do 2m, Długość kanału, jego średnica i konstrukcja ma duży wpływ na prawidłowy proces wędzenia i pieczenia. Prawidłowo wykonany dopływ dymu powinien nie zaburzać jego przepływu do komory. Zbyt krótka odległość źródła dymu czy zbyt długa utrudnia, a nawet wręcz uniemożliwia kontrolowanie temperatury i nasycenia dymu wędzarniczego w komorze. Ważnym elementem konstrukcji wędzarni jest również możliwość kontrolowania intensywności spalania drewna. Podczas spalania musimy mieć wpływ na ilość powietrza dostarczanego do paleniska. Przy maksymalnym doprowadzeniu tlenu spalanie odbywa się intensywnie. W miarę zmniejszania dostępu powie-



trza zmniejszamy ilość i temperaturę dymu dostarczanego do komory wędzarniczej.

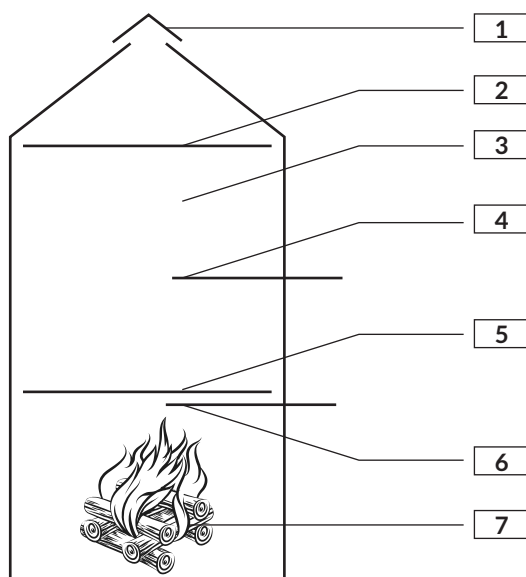
W wędzarniach z paleniskiem umieszczonym bezpośrednio pod komorą wędzarniczą. Jest niezwykle trudno regulować dopływ powietrza do paleniska. Kształt komory, właściwie nie ma tu znaczenia. Ważnym jest skonstruowanie takiej przestrzeni w komorze w której produkty będą rozmieszczone bez stykania, a dym wędzarniczy przepływał swobodnie pomiędzy nimi. Komora może być wykonana z różnych materiałów takich jak drewno, cegła, stal. Może być bardziej trwałą konstrukcją z cegieł czy też spawaną konstrukcją ze stali nierdzewnej. Wielkość i wyposażenie komory uzależnione jest od ilości produktów, które zamierzamy wędzić. Wspólną cechą dla wszystkich komór jest izolowanie cieplnie od warunków zewnętrznych. Izolacja pomaga nam kontrolować temperaturę podczas wędzenia i pieczenia.



Budowa wędzarni tradycyjnej

Wędzarnia z paleniskiem bezpośrednim pod komorą

Na poniższym schemacie (rys.1) przedstawiono wędzarni z paleniskiem bezpośrednim



Rys.1. Schemat wędzarni z paleniskiem bezpośrednim: 1- komin wylotowy z szybem, 2 - deflektor górny, 3 - komora wędzarnicza, 4 - termometr, 5 - deflektor dolny, 6 - pirometr, 7- komora paleniska

Wędzarnia z paleniskiem bezpośrednim jest najprostszą, najtańszą wędzarnią, ale jednocześnie trudną w spełnieniu wymagań poziomu WWA, czyli warunków pirolizy drewna, opisanych we wcześniejszych rozdziałach. Budowę wędzarni



zaczynamy od płyty betonowej, na której zbudujemy palenisko. Komora wędzarnicza – w tym typie wędzarni zajmuje taką samą powierzchnię jak palenisko. Należy określić miejsce drzwiczek do paleniska – na środku jednej z dobrze dostępnych do operacji załadunku drewna i innych czynności wędzenia (zrębki, trociny, popiół) ścian. Budując wędzarnię, osadzamy ramę drzwiczek. Wskazane jest takie umieszczenie drzwiczek, aby można było wykonywać swobodnie wszystkie czynności (np. brak „progu”). Mając ukończone palenisko przystępujemy do budowy komory wędzarniczej. W przypadku komory drewnianej w pierwszej kolejności budujemy konstrukcję z kantówek. Wysokość komory wędzarniczej zależy od sposobu załadunku i odpowiedniej odległości produktów wędzonych od paleniska. Pomiędzy elementami konstrukcji układamy wełnę mineralną grubości około 50 mm i od strony wewnętrznej i zewnętrznej objamy deskami z drzew liściastych. Deskowanie wnętrza komory wykonujemy z surowego drewna. Dym wędzarniczy w trakcie użytkowania zabezpieczy trwale drewno. Pomiędzy paleniskiem a wędzonymi produktami umieszczamy tzw. deflektor. Zabezpieczeniem deflektora przed skroplinami jest umieszczenie drugiego deflektora na wysokości około 100-150mm od pierwszego. Można wysypać deflektor wysuszonym i czystym piaskiem, który absorbuje skropliny. Piasek wymieniamy w zależności od jego zabrudzenia. Pomiaru temperatury w komorze, dokonujemy w środku komory. Można mieć dwa czujniki po bokach komory wysoko i nisko. Na strop wędzarni najkorzystniej jest zastosować kolejny deflektor. Otwór dymny powinien być o średnicy około 200mm niezależnie od wielkości komory/paleniska. W otworze dymnym należy zamontować szyber, którym regulujemy ilości dymu i ciepła w komorze wędzarniczej.



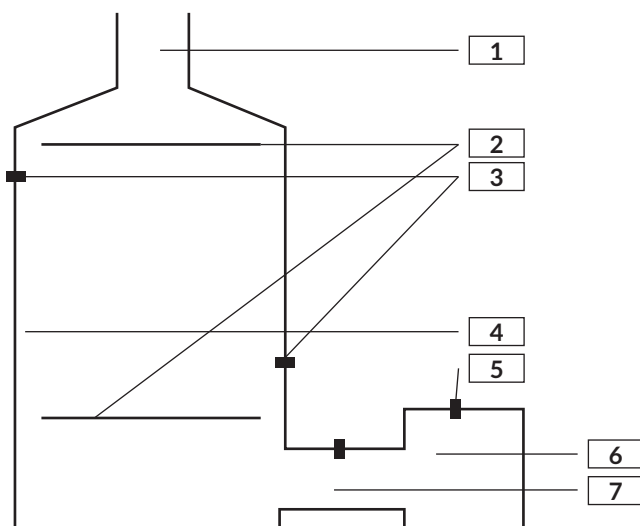
Komora wędzarnicza – murowana

Mając ukończone palenisko, budujemy komorę wędzarniczą z cegły, kamienia itp. licując jej ściany ze ścianami paleniska. Wysokość komory powinna być odpowiednia do ilości produktów oraz sposobu załadunku, wózek czy półki do wieszania kii wędzarniczych. Ściana z cegieł wydłuża ogrzewanie i osuszanie wędzarni przed wędzeniem właściwym. Dobrym sposobem wykończenia wewnątrz murowanej komory wędzarniczej jest jej otynkowanie warstwą gliny, czy bielone wapnem. Ułatwia to nam utrzymanie czystości w komorze. Podczas wędzenia glina lub wapno przejmuje szkodliwe składniki dymu, które są usuwane trwale z komory.



Wędzarnia z paleniskiem pośrednim

Najbardziej optymalnym rozwiązaniem budowy tradycyjnej komory wędzarniczej jest wędzarnia z paleniskiem obok komory tzw. palenisko pośrednie. Paleniska powinny być zbliżone do wymiarów komory. Wędzarnia jest omówiona w dalszej części przewodnika.



Rys.2. Schemat wędzarni z paleniskiem pośrednim: 1- komin wylotowy, 2 – deflektor górny, 3 – termometry, 4 – komora wędzarnicza, 5 - pirometry, 6 – komora paleniska, 7- kanał dymny

W wędzarni z paleniskiem pośrednim pomiędzy paleniskiem, a komorą musi znaleźć się szyber służący do regulacji ilości dymu i ciepła doprowadzanych do komory, a w komorze nad wylotem dymu także deflektor – bardziej szczegółowo opisany w części dotyczącej wędzarni z paleniskiem bezpośrednim.



Drzwi do wędzarni

Niezależnie od typu wędzarni (dotyczy to również wędzarni z kanałem dymnym) w celu ułatwienia obsługi wędzarni, należy tak zaprojektować i wykonać komorę wędzarniczą, aby kije, na których wiszą produkty do wędzenia można było swobodnie wkładać i wyjmować z komory. Najkorzystniej na wózku wędzarniczym. W celu podglądu procesu wędzenia w drzwiach komory, powinny być zamontowane małe dodatkowe drzwiczki tzw. „judasz”. Jego funkcją jest sprawdzanie zadymienia komory, bez otwierania dużych drzwi, a co się z tym wiąże wychładzaniem i przewietrzaniem komory oraz zadymianiem otoczenia.



Ujście dymu z wędzarni

Niezależnie od typu wędzarni możliwe są 4 warianty:

Komin – najbardziej znany sposób odprowadzenia dymu. Wiązą się z nim jednak pewne niedogodności. Występuje problem ze skraplaniem się na ścianach komina pary wodnej, w których to rozpuszczają się szkodliwe substancje i spływają do komory wędzarniczej, przeważnie na sam środek komory, czyli na wędzone produkty. Należy więc tak zaprojektować komin, aby uniknąć skapywania skroplin na produkty znajdujące się w wędzarni np. poprzez zastosowanie deflektora. Obowiązkowo należy taki komin zaopatrzyć w szyber, który umożliwi regulację odpływu dymu, a co za tym idzie, również temperatury.



Technologia poprawnego tradycyjnego wędzenia

Obecność WWA w produktach wędzonych jest wynikiem warunków jego prowadzenia. Proces wędzenia powinien być odpowiednio kontrolowany. Krytycznymi parametrami są: konstrukcja wędzarni, temperatura pirolizy (spalania) drewna, gatunek i jakość drewna, kontrola parametrów termicznych w wędzarni i produkcie.

Konstrukcja wędzarni, wędzenie w sposób pośredni z paleniskiem obok komory (rys .2) lub bezpośredni pod produktem w komorze (rys. 1) ma znaczny na obecność i poziom WWA w produkcie. Wędzenie bezpośrednio skutkuje zwiększonym stężeniem WWA od pośredniego. Jest to wynikiem trudności ograniczania dostępu powietrza do paleniska i tym samym wzrostu temperatury w fazie utleniania (nad paleniskiem) do ponad 500°C. Zastosowanie filtrów

w trakcie wędzenia pośredniego prowadzi do znacznego obniżenia stężenia WWA, których nie można zastosować przy wędzeniu bezpośrednim. Ważnym elementem jest czystość komory i kijeków wędzarniczych.

Temperatura spalania drewna (piroliza) i miejsce jego pozyskania (najlepiej z miejsca które nie jest narażone na oddziaływanie smogu - drewno ekologiczne) ma największy wpływ na poziom WWA. W produktach wędzonych dymem zimnym i ciepłym nie stwierdza się związków WWA w produkcie wędzonym. W większości produktów wędzonych dymem gorącym stwierdza się WWA w produkcie. Jak już opisano w poradniku związki WWA tworzą się przy spalaniu drewna w temperatu-



rach powyżej 450 – 500°C. Zaleceniem jest nie przekraczać tych temperatur podczas spalania drewna. Powinniśmy dysponować umieszczonym piometrem nad paleniskiem w wędzarni i kontrolować temperaturę spalania poprzez ograniczenie dopływu powietrza do paleniska i tłumienie palenia trocinami lub zrębkami. Ponadto powinniśmy przestrzegać etapów procesu wędzenia, a mianowicie:

- do komory wprowadzamy suchy produkt,
- wędzenie realizujemy w niskich temperaturach (30-45°C),
- dla produktów pieczonych w komorze stopniowo podnosimy temperaturę w komorze po pierwszej fazie wędzenia do 90-95°C i kontrolujemy temperaturę w produkcie. Po uzyskaniu temperatury 68-69°C w produkcie kończymy proces obróbki cieplnej. Temperatura paleniska nie może przekroczyć 400-450°C.

Analiza rodzaju i jakości drewna wskazuje, że spośród najczęściej używanych do wędzenia gatunków tj. olszyna, buczyna, czy dębina to właśnie te ostatnie gatunki pozwalają na obniżenie stężenia WWA w produktach wędzonych. Na podstawie badań i dostępnych danych można wywnioskować, że w kombinacji z odpowiednio dobraną temperaturą procesu

i czasem jego trwania w większości przypadków zastosowanie drewna bukowego i dębowego pozwala się uzyskać stężenie WWA w gotowym produkcie na akceptowalnym regulacjami prawnymi poziomie. Z tego wynika, że olszynę powinniśmy stosować w pierwszej fazie wędzenia- niskie temperatury spalania, natomiast w drugiej fazie – pieczenie najkorzystniej jest wykorzystać drewno bukowe lub dębowe (nie przekraczamy temperatur spalania drewna powyżej 400-450°C). Ważnym



elementem drewna wędzarniczego jest jego miejsce pozyskania. Drewno wędzarnicze powinno być suche. Sezonowanie takiego drewna powinno trwać długo, nawet kilkanaście miesięcy w odpowiednich warunkach. Z danych EFSA wynika, że spalanie trocin oraz spalanie zrębków to dwa najczęściej stosowane w Unii Europejskiej sposoby generowania dymu. Spalanie trocin czy drobnych zrębek pozwala uzyskać blisko dwukrotnie niższe stężenia WWA w produkcie wędzenia niż spalanie drewna lub grubych zrębków (jest to prawdopodobnie związane z temperaturą spalania, trociny mają niższą temperaturę spalania ze względu na ograniczony do nich dopływ powietrza). Związane jest to również z zastosowaniem trocin do produkcji dymu w zewnętrznych generatorach dymu, w których proces spalania jest lepiej kontrolowany niż spalanie drewna w tradycyjnych wędzarniach. Pomimo pewnych przesłanek świadczących o szczególnej przydatności drewna drzew owocowych, zbyt mało jest danych dotyczących stwierdzanych w produktach takiego wędzenia stężeniach WWA.

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



Podsumowując należy stwierdzić, że zarówno polskie produkty mięsne wędzone jak również wędzone ryby i inne produkty mogą spełnić obowiązujące limity dotyczące stężenia benzo(a)pirenu oraz sumy 4 WWA tj. benzo(a)pirenu, chryzenu, benzo(a)antracenu i benzo(b)fluorantenu. W odniesieniu do ilości polskich produktów wędzonych tradycyjnie, które nie spełniają limitów dotyczących poziomu WWA, można stwierdzić, że jest koniecznym analiza procesu wędzenia tj. jakości drewna, temperatur jego spalania i parametrów temperaturowych w komorze wędzarniczej.

Na podstawie ilości wyników przekraczających dopuszczalny limit benzo(a)pirenu można stwierdzić, że niezbędne jest obecnie wdrożenie programu mającego na celu szkolenie kadr produkcyjnych w zakresie technologii poprawnego wędzenia.



Czynności przy rozpoczęciu i kontynuacji wędzenia

1. Nagrzanie wędzarni. Rozpalamy wędzarnie suchym twardym drewnem. Po uzyskaniu około 40°C w komorze przystępujemy do drugiej fazy wędzenia. Nagrzewanie wędzarni poza uzyskaniem temperatury wewnątrz komory wędzarniczej ma również na celu osuszenie jej wnętrza. Pozbycie się wilgoci z wnętrza komory wędzarniczej jak i z przewodu kominowego jest bardzo istotnym i ważnym elementem prawidłowego wędzenia.

2. Surowiec przed wędzeniem osuszamy do suchej powierzchni. Można korzystać z odpowiedniego suchego chłodnego pomieszczenia. Można suszyć powierzchnię wspomagając przepływ powietrza wentylatorem.

3. Wprowadzamy surowiec do komory wędzarniczej. Ogień w palenisku zasypujemy lekko wilgotnymi zrębkami lub trocinami najlepiej z drewna olchowego. Wędzimy, w krótkim czasie do jasno brązowej barwy. Po wędzeniu, w zależności od technologii procesu pieczemy produkty w wędzarni lub parzymy w gorącej wodzie, parze wodnej (specjalne komory).

4. Pieczenie prowadzimy poprzez stopniowy wzrost temperatury w komorze do 90–95°C. W tym celu zwiększamy temperaturę spalania poprzez dodatek suchego drewna do paleniska. W palenisku (szczególnie nad paleniskiem) nie przekraczamy temperatury 400–450°C (pożądane jest zamontowanie pirometru nad paleniskiem). Temperaturę pieczenia w komorze podnosimy stopniowo i kontrolujemy jej wzrost w batonie produktu. Przy osiągnięciu temperatury w komorze ok. 95°C, utrzymujemy ją na tym poziomie i po osiągnięciu temperatury 68–69°C w bato-



nie produktu kończymy proces pieczenia. Wyjmujemy produkt z komory i w przewiewnym suchym pomieszczeniu wstępnie wychładzamy, a następnie w chłodni dochładzamy do temperatury 6-8°C.

5. Przy obróbce cieplnej w wodzie lub parze wodnej, produkty po osiągnięciu 68°C wewnątrz batonu mięsnego, wyjmujemy i ochładzamy do temperatury około 20°C zimną wodą. Następnie osuszamy przez krótkie przetrzymanie w pomieszczeniu i wprowadzamy do chłodni, gdzie ostatecznie ochładzamy do temperatury 6 - 8°C. nie wychładzamy w chłodni produktów wilgotnych.



Ważne w procesie wędzenia i obróbki cieplnej

- Kontrolujemy warunki termiczne w palenisku, komorze i produkcie. Nie przekraczamy temperatury 68°C w produkcie, szczególnie przy pieczeniu.
- Podczas wychładzania stosujemy proponowane warunki termiczne. Takie warunki zapewniają odpowiednią jakość i trwałość przechowalniczą.
- Przy stosowaniu tylko procesu wędzenia – produkty surowe, czas wędzenia musi być długi, nawet do kilku dni. Nie przekraczamy zalecanych temperatur wędzenia to jest temperatura dymu i komory w granicach 30-35°C.



Higiena wędzenia

Dym wędzarniczy przechodząc przez komorę oraz komin wylotowy częściowo osadza się na ich ściankach. Osadza się również na kijach wędzarniczych deflektorach i oczywiście na produktach. Przy czym osadzanie się jego na produktach (oczywiście kontrolowane) jest czynnikiem celowym lecz na pozostałych elementach wędzarni jest czynnikiem przynajmniej czynnikiem powodującym zabrudzenie wędzarni. W wędzarni pozostaje część tłuszczu wytapiającego się z produktów podczas procesu wędzenia. Brak działań w zakresie czystości komory może doprowadzić nawet do zapalenia się osadzonej sadzy i tłuszczu. Brudna wędzarnia stwarza następujące problemy podczas wędzenia:

- sadza gromadzi wilgoć,
- sadza brudzi produkty wprowadzone do wędzarni,
- sadza zaburza swobodny przepływ dymu wędzarniczego, w skrajnych przypadkach wręcz uniemożliwia przepływ dymu wewnątrz wędzarni – zatkane deflektory czy też komin wędzarniczy,
- sadza może uniemożliwiać pomiar temperatury w wędzarni – oblepione termometry,
- sadza i tłuszcz może pod wpływem wysokiej temperatury się zapalić podczas wędzenia,
- podczas dużego stężenia sadzy można zanieczyścić produkty WWA.



Aby uniknąć tych problemów oraz otrzymywać produkt odpowiadający wymaganiom prawnym, powinniśmy okresowo myć komorę, usuwać sadzę (także z deflektorów i komina).

Komora: mycie parą wodną pod ciśnieniem lub gorącą wodą z dodatkiem lub bez dodatku związków chemicznych. Komora z cegieł pobielona gliną, wapnem: usunąć starą warstwę i nałożyć nową. Deflektory: oczyścić z sadzy, wymienić piasek jeżeli był w użyciu. Komin: komin wędzarni powinien być czyszczony mechanicznie. Czyszczenie kominów przeprowadza się przed myciem wędzarni. Palenisko: z paleniska sukcesywnie usuwać popiół, który może być unoszony przez gorące powietrze i osadzać się na produktach. Po myciu i czyszczeniu wędzarni należy ją bezwzględnie wysuszyć, odkurzyć przed ponownym użyciem.



Technologiczne odchylenia jakości wędlin w procesie tradycyjnego, ekologicznego wędzenia

| Wady | Przyczyny |
|---|---|
| wygląd zewnętrzny | |
| ciemne zabarwienie | <ul style="list-style-type: none"> • niewysuszona osłonka przed wędzeniem, • mokre drewno, • zbyt dużo drewna olchy, • zbyt długi czas wędzenia |
| zbyt jasne zabarwienie | <ul style="list-style-type: none"> • zbyt krótki czas wędzenia, • zwiększyć udział w wędzeniu olchy, • zbyt wysoka temperatura suszenia przed wędzeniem |
| nierównomierna barwa | <ul style="list-style-type: none"> • niewysuszona osłonka przed wędzeniem, • zbyt mokre drewno wędzarnicze |
| smugi sadzy | <ul style="list-style-type: none"> • brudna wędzarnia, kije wędzarnicze (osmolona) |
| przekrój | |
| ciemnoczerwona barwa | <ul style="list-style-type: none"> • zły dobór składu surowcowego |
| jasnoczerwona barwa | <ul style="list-style-type: none"> • zły dobór składu surowcowego |
| nierównomierna barwa przekroju (wady peklownicze) | <ul style="list-style-type: none"> • zbyt krótki czas solenia |
| smakowość i konsystencja | |
| zmiotczą konsystencja | <ul style="list-style-type: none"> • nadmierna obróbka cieplna • zły skład surowcowy |
| rozpadający się baton | <ul style="list-style-type: none"> • zły skład surowcowy • zbyt krótki czas mieszania |
| posmak starego mięsa | <ul style="list-style-type: none"> • zbyt długi czas solenia • nadmierna autoliza mięsa |
| brak typowego zapachu | <ul style="list-style-type: none"> • zbyt długi okres przechowywania drewna wędzarniczego, |
| utrata zabarwienia | <ul style="list-style-type: none"> • zbyt długi czas przechowywania, • zbyt duża wilgotność otoczenia |



Przybliżone czasy wędzenia dla niektórych wyrobów mięsnych

1. Szynka (tylna gotowana) - wędzi się ciepłym dymem o temp. 30-40°C przez 2-4 godz. do jasnożółtej barwy skóry.
2. Polędwica wędzona - ciepłym dymem do temp. 30 - 40°C przez 2-4 godz. do barwy od jasnobrażowej do brązowej z odcieniem wiśniowym.
3. Polędwica łososiowa - zimnym dymem przez 4-6 godz. do barwy słomkowej.
4. Baleron wędzony gotowany - ciepłym dymem w temp. 20-40°C przez 2 - 4 godz. do barwy jasnobrażowej.
5. Boczek wędzony - ciepłym dymem w temp. 25-35°C przez 24-36 godz. do brązowej barwy skóry.
6. Boczek gotowany - ciepłym dymem w temp. 30-40°C przez 2-3 godz. do jasnobrażowej barwy.
7. Słonina wędzona - zimnym, rzadkim dymem przez 2-3 dni do barwy jasnobrażowej
8. Kiełbasy wędzi się ciepłym lub gorącym dymem i zależnie od rozmiaru ostonki przez czas ok. 1 - 2 godz.



Piśmiennictwo

Podstawowe akta prawne

1. ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) 2020/1255 z dnia 7 września 2020 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w tradycyjnie wędzonych mięsach i produktach mięsnych oraz w tradycyjnie wędzonych rybach i produktach rybołówstwa, a także w sprawie ustalenia najwyższego dopuszczalnego poziomu WWA w żywności w proszku pochodzenia roślinnego wykorzystywanej do przyrządzania napojów.
2. 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.
3. 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.
4. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.
5. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 208/2005 z dnia 4 lutego 2005 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 466/2001 w odniesieniu do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.



6. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 466/2001 z dnia 8 marca 2001 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy dla niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych.

7. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa 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).

Wybrane publikacje wykorzystane w opracowaniu

8. Borys A. (1996). „Wędzenie produktów mięsnych” *Gospodarka Mięsna*, nr 1.

9. Borzuta K., Piotrowski E. (1995). Technologiczno-techniczne aspekty wędzenia produktów spożywczych. *Gospodarka Mięsna*, nr 12.

10. Dolatowski Z. J., Skórnicki H. (2014). Tradycyjne wędzenie i pieczenie bezpieczne pod względem zdrowotnym. *Przemysł Spożywczy*, 11, 20-23.

11. García-Falcón, M. S., & Simal-Gándara, J. (2005). 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*, 22, 1-8.

12. Kolakowski E. (2012) *Technologia wędzenia żywności*. PWRiL

13. Materiały własne niepublikowane.

14. Parol J., Pietrzak-Fiećko R., Smoczyński S. S. (2014). Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) w wędzonym



pstrągu tęczowym (*Oncorhynchus mykiss*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 6, 97, 125 – 137.

15. Raport z badań nad występowaniem i zawartością wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w produktach pochodzenia zwierzęcego wędzonych tradycyjnie (Alicja Niewiadowska, Tomasz Kiljanek, Milena Borzęcka, Stanisław Semeniuk, Jan Żmudzki) Zakład Farmakologii i Toksykologii, Krajowe Laboratorium Referencyjne ds. WWA w żywności zwierzęcego pochodzenia, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy (2013r). Rusin M., Marchwińska-Wyrwał E. (2014).

16. Zagrożenia zdrowotne związane ze środowiskowym narażeniem na wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Medycyna Środowiskowa, 17, 3, 7-13.



