

Przetwórstwo mięsa

1. Wprowadzenie

Pierwszymi metodami konserwowania mięsa było solenie i suszenie, które w rejonie morza Śródziemnego stosowano jeszcze przed cesarstwem rzymskim. Od czasów średniowiecza produkcja różnego rodzaju kiełbas była znana w wielu regionach świata. Metody produkcji i utrwalania dostosowane były do lokalnych warunków środowiskowych. W Europie południowej przeważały produkty solone/peklowane i suszone, w północnej produkty podsuszane, natomiast w krajach Europy Środkowej kiełbasy wędzone i parzone. Wynalazek Apperta w końcu XIX wieku rozszerzył możliwości produkcji przetworów mięsnych o konserwy pasteryzowane i sterylizowane. Kolejne lata to zwiększanie asortymentu produkowanych przetworów na co wpływ miał rozwój transportu, migracja ludności.

Początkowo, w warunkach produkcji rzemieślniczej ubój zwierząt i produkcja przetworów mięsnych były wykonywane w tych samych warsztatach. Powstanie rzeźni komunalnych spowodowało częściowy rozdział tych czynności poprzez zcentralizowanie ubojów i powstawanie szeregu warsztatów przetwórczych. Przekształcanie warsztatów rzemieślniczych w zakłady przemysłowe w XX wieku odbywało się odmiennie w Europie i w pozostałych regionach świata. W stosunkowo gęsto zaludnionej Europie powstawały średniej wielkości zakłady przemysłowe o pełnym profilu produkcyjnym (uboję, rozbiory i przetwórstwo). Natomiast w obu Amerykach, Australii, czy Południowej Afryce ubojnie budowano w miejscu hodowli zwierząt, a przetwórnice w gęściej zaludnionych ośrodkach miejskich. W ostatnich latach również w Europie zarówno ubojnie, jak i zakłady przetwórcze są lokalizowane z dala od osiedli miejskich.

Rozwój technologii przetwórstwa mięsnego zakłada kilka podstawowych celów:

- pełne wykorzystanie wszystkich produktów uzyskanych w wyniku uboju zwierząt,
- przetworzenie surowców w bezpieczne, pełnowartościowe z punktu widzenia żywienia produkty mięsne o zadawalających wyróżnikach sensorycznych dla konsumenta,
- najbardziej ekonomiczne wykorzystanie stosunkowo drogiego surowca do produkcji żywności.

Dążenie do realizacji tych celów zmusiło do wykorzystania najnowszych rozwiązań naukowych i technicznych w projektowaniu, budowie i eksploatacji zakładów mięsnych. Obecny przemysł przetwórstwa mięsnego jest w dużym stopniu zmechanizowany i zautomatyzowany zarówno w fazie produkcji, monitorowania i kontrolowania jakości, jak i pakowania, systemów dystrybucji oraz marketingu.

Wiele rodzajów przetworów mięsnych produkowana jest z mięsa rozdrobnionego, najczęściej mieszaniny kilku rodzajów mięsa i surowców niemięsnych. Udział poszczególnych składników określony jest recepturami. Przyjmując za podstawę podziału zastosowane procesy technologiczne, przetwory mięsne dzieli się na dwie podstawowe grupy: wędliny i konserwy. W grupie wędlin rozróżnia się produkty z mięsa rozdrobnionego (kiełbasy parzone i surowe, fermentowane, wędliny podrobowe i

wyroby blokowe) oraz całomięśniowe (w tym wędzonki parzone i surowe, fermentowane). W grupie konserw różni się natomiast konserwy pasteryzowane (wytwarzane z mięsa o małym stopniu rozdrobnienia) i sterylizowane (z mięsa rozdrobnionego).

W praktyce przemysłowej obowiązują normy europejskie (EN), międzynarodowe (ISO) oraz część norm krajowych, zwłaszcza w zakresie nomenklatury przetworów. Każdy producent żywności musi mieć jednak własne normy (receptury) zakładowe według których produkuje przetwory i określa je zgodnie z normą terminologiczną na etykiecie (wraz z niezbędnymi dalszymi informacjami o producencie, użytych surowcach itp.). Informacja podana na etykiecie jest formą umowy cywilno prawnej pomiędzy producentem i kupującym.

W ostatnich latach olbrzymią uwagę zwrócono w kierunku przedłużenia przydatności do spożycia oraz bezpieczeństwa konsumpcji przetworów mięsnych. Istotne są również tendencje prozdrowotne w przemyśle mięsnym. Prowadzone działania koncentrują się głównie na obniżeniu zawartości tłuszczu, soli kuchennej i składników mieszanek peklujących (azotynu) w produkcji, jak również ograniczania pozostałości składników dymu wędzarniczego.

2. Surowce do produkcji przetworów mięsnych

Do produkcji przetworów mięsnych stosuje się surowce mięsne i tłuszczowe oraz różnego rodzaju dodatki funkcjonalne i osłonki. Surowce mięsne i tłuszczowe pochodzą z tusz zwierząt rzeźnych uznanych przez służby weterynaryjne za zdatne do spożycia przez ludzi. Ze względów bezpieczeństwa oraz trwałości produktów mięsnych, surowce te powinny się cechować odpowiednią jakością mikrobiologiczną (Rozp. WE nr 1441/2007). Podstawowe surowce mięsne i tłuszczowe to:

- **elementy** – mięśnie lub zespoły mięśni wykrawane z części anatomicznych po rozbiore zasadniczym półtuszy i/lub ćwierćtuszy,
- **mięsa drobne** – kawałki mięsa o wielkości od kilku do kilkunastu centymetrów uzyskiwane w wyniku wykrawania i obróbki elementów, o różnym udziale przylegającej tkanki tłuszczowej i łącznej,
- **mięso oddzielone mechanicznie (MOM)** – produkt uzyskany poprzez usunięcie mięsa z tkanek przylegających do kości po ich oddzieleniu od tuszy, lub z tusz drobiowych, za pomocą środków mechanicznych, co prowadzi do utraty lub modyfikacji struktury włókien mięśniowych (Rozp. WE nr 853/2004). Parametry jakościowe MOM zależą w dużym stopniu od zastosowanej metody odkostniania (wysokociśnieniowa lub niskociśnieniowa). Ze względu na ograniczoną przydatność technologiczną, wynikającą z dużego stopnia rozdrobnienia, gorszej zdolności wiązania wody, jakości mikrobiologicznej i stabilności oksydacyjnej, oraz niższej wartości odżywczej niż mięso wykrawane ręcznie, MOM wyłączono z zakresu definicji mięsa do celów znakowania, a zakres jego zastosowania zawężono wyłącznie do produktów poddawanych obróbce cieplnej,
- **tłuszcze** – tkanka tłuszczowa o różnym stopniu rozdrobnienia pozyskiwana podczas rozbioru zasadniczego półtuszy i rozbioru uzupełniającego elementów. Największą przydatność technologiczną mają tłuszcze z podgardla i pachwiny, tłuszcz drobny oraz słonina. W praktyce

przemysłowej tłuszcze dzieli się na twarde i miękkie, różniące się temperaturą topnienia, która zależy od wzajemnych proporcji nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych. Rodzaj i ilość surowców tłuszczowych w składzie receptury w znacznym stopniu determinuje jakość (także sensoryczną) produktów mięsnych, wartość odżywczą oraz koszt produkcji.

- **skórki wieprzowe** – uzyskiwane po oddzieleniu tłuszczu przylegającego do skór. Do produkcji wędlin najczęściej stosuje się je w postaci emulsji kolagenowej, otrzymywanej przez wykurowanie wstępnie rozdrobnionych skór z lodem,
- **podroby** (wątroba, serce, ozór, płuca, nerki) i **krew spożywcza** (świeża, stabilizowana, plazma krwi) wykorzystywane są głównie w produkcji wędlin podrobowych.

Wymienione surowce stosuje się w przetwórstwie zazwyczaj w postaci schłodzonej. W większych ilościach mrożeniu poddaje się MOM. O jakości przetworów mięsnych decyduje w głównej mierze jakość i **przydatność technologiczna mięsa**, jako podstawowego ich składnika. Jest ona uzależniona przede wszystkim od udziału tkanek: mięśniowej, łącznej i tłuszczowej. Najważniejszą właściwością technologiczną mięsa jest **zdolność wiązania**, obejmująca zdolność do utrzymywania i wiązania wody własnej oraz dodanej w toku procesu technologicznego, a także zdolność emulgowania i wiązania tłuszczu oraz do tworzenia zwartej struktury produktu (żelowania). Powyższe cechy uwarunkowane są przede wszystkim ilością i stanem białek tkanki mięśniowej: miofibrylarnych i kolagenu. Dzięki wiążącym, emulgującym i żelującym właściwościom białek mięśniowych możliwe jest uzyskanie odpowiedniej tekstury, cech sensorycznych (m.in. konsystencja, jędrność, soczystość) oraz wydajności produktów mięsnych. Właściwości technologiczne surowca mięsnego można modyfikować w toku procesu technologicznego przez zastosowanie zabiegów mechanicznych (m.in. rozdrabnianie, masowanie), dodatek soli kuchennej i dodatków funkcjonalnych (np. fosforany) poprawiających właściwości funkcjonalne białek mięśniowych.

Przydatność technologiczna mięsa podlega wahaniom, gdyż jest kształtowana przez wiele czynników, z których najważniejsze to: stopień zaawansowania przemian poubojowych, wady technologiczne, mrożenie mięsa i stan mikrobiologiczny surowców. Przemiany poubojowe w tkance mięśniowej (stężenie pośmiertne i dojrzewanie) spełniają istotną rolę w kształtowaniu zdolności wiązania i utrzymywania wody przez mięso. Mięso jako surowiec dla przetwórstwa wykazuje najlepsze właściwości w krótkim czasie po uboju, tj. przed wystąpieniem stężenia pośmiertnego (tzw. mięso „ciepłe”). Jednak ze względów organizacji produkcji, technologia mięsa ciepłego znajduje ograniczone zastosowanie w praktyce przemysłowej na świecie, a najczęściej wykorzystuje się surowiec wychłodzony (po procesie dojrzewania). Współczesne uwarunkowania rynku mięsa sprawiają ponadto, że coraz większy udział w przetwórstwie ma surowiec mrożony. Ma on gorsze właściwości technologiczne oraz krótszą trwałość niż mięso schłodzone. W celu zapewnienia możliwie wysokiej jakości mięsa mrożonego należy zwrócić uwagę zarówno na jakość surowca wyjściowego, jak i przebieg procesu zamrażania i rozmrażania.

3. Dodatki funkcjonalne stosowane w przetwórstwie mięsa

Oprócz surowców mięsnych i tłuszczowych w przetwórstwie mięsa znajdują zastosowanie dodatki funkcjonalne, mianem których określa się dozwolone **substancje dodatkowe** oraz

składniki dodane do żywności. Celem ich stosowania jest zapewnienie odpowiedniej jakości, trwałości i bezpieczeństwa zdrowotnego, a także uzyskanie oczekiwanej przez konsumentów atrakcyjności sensorycznej i dyspozycyjności produktów mięsnych. Wiele z nich pozwala poprawić efektywność procesów technologicznych i obniżyć koszty produkcji.

Substancje dodatkowe nie są zwyczajowo odrębnie spożywane jako żywność i nie stanowią typowych jej składników, mimo iż mogą posiadać wartość odżywczą. Stosowanie substancji dodatkowych (pod względem ilościowym i zakresu użycia do żywności) jest regulowane przepisami prawnymi (Rozp. WE nr 1333/2008, Rozp. UE nr 1129/2010) oraz podlega ścisłej kontroli (w Europie funkcję tę sprawuje EFSA). Zastosowanie substancji dodatkowych powinno być uzasadnione technologiczne, gdyż pełnią one określone funkcje w kształtowaniu jakości gotowego wyrobu, stając się jego składnikami. Muszą być zatem wymienione wśród składników produktu mięsnego z wyszczególnieniem nazwy substancji lub jej symbolu E oraz funkcji technologicznej.

Spośród substancji dodatkowych stosowanych w przetwórstwie mięsa wiele może pełnić kilka funkcji jednocześnie. Przyjmując za kryterium najważniejszą z nich, można je podzielić na następujące **kategorie:**

- **przedłużające trwałość:** substancje konserwujące, tj. zapobiegające niekorzystnym zmianom mikrobiologicznym (głównie azotany i azotyny stosowane pod postacią mieszanki peklującej lub solanki w procesie peklowania mięsa), substancje przeciwutleniające, tj. hamujące procesy utleniania tłuszczów i barwników (głównie kwas askorbinowy i erytorbowy i ich sole) oraz regulatory kwasowości (m.in. kwas mlekowy, mleczany i cytryniany),
- **kształtujące teksturę:** substancje zagęszczające, stabilizujące i żelujące, do których należą hydrokoloidy polisacharydowe (m.in. karageny, mączka chleba świętojańskiego, ksantan), skrobie modyfikowane oraz emulgatory (m.in. mono- i diglicerydy kwasów tłuszczowych). Szczególne miejsce w tej grupie substancji dozwolonych zajmują fosforany, które dzięki specyficznemu oddziaływaniu na białka mięśniowe zwiększają ich wodochłonność i poprawiają właściwości wiążące i emulgujące. Efektem ich działania jest polepszenie tekstury i konsystencji produktu, stabilizacja barwy i emulsji tłuszczowej oraz zwiększenie wydajności produkcyjnej,
- **kształtujące cechy sensoryczne:** uwydatniają lub wzmacniają naturalne lub ukształtowane przez proces technologiczny cechy sensoryczne przetworów mięsnych. Należą do nich substancje wzmacniające smak, tj. nie posiadające własnego smaku, ale właściwość wzmacniania i przedłużania wrażeń smakowych (m.in. glutaminian sodu, nukleotydy kwasu guanylowego i inozynowego) oraz barwniki (m.in. kurkumina, koszenila, ekstrakt z papryki, karmele), stosowane w przetwórstwie mięsa tylko w szczególnych przypadkach.

Składniki dodane do żywności (nazywane również niemięsnymi surowcami uzupełniającymi) to substancje inne niż substancje dodatkowe, użycie których nie budzi zastrzeżeń zdrowotnych (nie wymagają znakowania symbolem E). Ich zastosowanie w trakcie procesu technologicznego odbywa się zgodnie z dobrą praktyką produkcyjną mając na celu uzyskanie określonych korzyści technologicznych i jakościowych.

Największe praktyczne znaczenie w grupie składników dodanych do żywności mają:

- sól kuchenna – stosowana w produkcji wszystkich przetworów mięsnych. Pełni ona trzy ważne funkcje: technologiczną (umożliwia rozpuszczanie białek miofibrylarnych i zwiększa ich uwodnienie), konserwującą (hamuje wzrost drobnoustrojów) i sensoryczną (kształtuje typową smakowitość wyrobów mięsnych i umożliwia uzyskanie pożądanego tekstury),
- preparaty białek roślinnych (przede wszystkim białka sojowe) i zwierzęcych (białka mleka, białka kolagenowe, żelatyna, białka plazmy krwi) – dzięki swoim właściwościom funkcjonalnym (m.in. zdolność do wiązania wody, emulgowania, absorpcji tłuszczu, żelowania) umożliwiają uzyskanie stałej, powtarzalnej jakości przetworów mięsnych, zwiększenie wydajności produkcyjnej, a także modelowanie atrakcyjności konsumenckiej oraz składu i wartości odżywczej produktów (np. obniżanie zawartości cholesterolu),
- składniki węglowodanowe – m.in. skrobia ziemniaczana, stosowana jako składnik wypełniający i strukturotwórca, oraz cukry (sacharoza, glukoza), których bezpośrednie oddziaływanie polega na kształtowaniu smakowitości (łagodzenie słoności), w produkcji kielbas fermentowanych stanowią natomiast pożywkę dla rozwoju drobnoustrojów,
- składniki kształtujące smakowitość - przyprawy naturalne oraz gotowe zestawy przypraw, opracowane dla poszczególnych asortymentów wędlin, aromaty (naturalne i identyczne z naturalnymi), preparaty dymu wędzarniczego,
- dodatki wzbogacające, m.in. probiotyki, prebiotyki i bioaktywne substancje roślinne – stosowane w celu poprawy ogólnej wartości niektórych grup przetworów mięsnych.

4. Procesy utrwalania mięsa i przetworów mięsnych

Utrwalanie mięsa i jego przetworów ma na celu spowolnienie procesu określanego potocznie jako psucie się, będącego wynikiem niepożądanych zmian mikrobiologicznych, biochemicznych i chemicznych. Jednocześnie bardzo ważne jest zachowanie dobrej jakości przetwórczej surowca mięsnego oraz cech sensorycznych produktów gotowych.

Metody utrwalania można podzielić na fizyczne (stosowanie niskich i wysokich temperatur oraz metod niekonwencjonalnych), chemiczne (peklowanie) oraz fizykochemiczne (solenie i wędzenie).

Najczęściej stosowaną metodą przedłużania świeżości mięsa jest chłodzenie i zamrażanie. Chłodzenie, czyli zastosowanie temperatury chłodniczej (dodatniej, bliskiej 0), stosuje się do obniżania temperatury tusz zwierząt rzeźnych bezpośrednio po uboju (z ok. 38°C do poniżej 7°C). Proces chłodzenia oraz związany z nim przebieg obniżania temperatury mięsa wpływają w decydującym stopniu na szybkość przemian poubojowych, współdecydując o jego jakości technologicznej i kulinarnej. Chłodzenie jest również ostatnim etapem produkcji większości przetworów mięsnych.

W warunkach chłodniczych aktywność drobnoustrojów i enzymów tkankowych nie zostaje całkowicie zahamowana a tylko ograniczona. Zatem mięso wykrojone z tusz, jeśli nie jest dodatkowo zabezpieczone, może być przechowywane w chłodni w temp. 0-4°C tylko przez kilka dób. Dłużej

można przechowywać mięso w tuszach i półtuszach: wieprzowe, cielęce i baranie przeciętnie do 2 tygodni, wołowe do 3 tygodni.

Dłuższe przechowywanie i magazynowanie mięsa umożliwia jego zamrożenie, czyli obniżenie temperatury poniżej 0, najczęściej do ok. -18°C. Przy temperaturze powietrza na poziomie od -18 do -22°C możliwe jest przechowywanie tusz wieprzowych przez 10 miesięcy, natomiast ćwierćtuszy wołowych przez 15 miesięcy.

Podstawowym zjawiskiem fizycznym zachodzącym w trakcie zamrażania jest przemiana fazowa wody w lód. Większość przemian fizykochemicznych powodujących niekorzystne zmiany w zamrożonej tkance mięśniowej i jej składnikach zachodzi w przedziale od -1 do -10°C, stąd jak najszybsze przekroczenie tego zakresu temperatur jest podstawową zasadą zapewniającą zachowanie poprawnej jakości surowca po rozmrożeniu. Wymrożenie wody w mięsie powoduje obniżenie aktywności wody poniżej granicy tolerowanej przez większość drobnoustrojów.

W praktyce przemysłowej stosowane są następujące metody mrożenia:

- owiewowe - w strumieniu powietrza (w tunelach zamrażalniczych), najczęściej stosowane do tuszy, półtuszy i ćwierćtuszy, nieodkostnionych elementów z rozbioru zasadniczego oraz elementów kulinarnych wielkoporcjowych,
- kontaktowe - przez kontakt z wychłodzonymi płytami urządzenia; najczęściej stosowane do odkostnionych elementów kulinarnych,
- kriogeniczne - z zastosowaniem skroplonych gazów (z reguły azotu); do mrożenia mięsa porcjowanego i produktów o niewielkich wymiarach, np. hamburgerów,
- immersyjne - przez zanurzenie w cieczach o bardzo niskiej temperaturze wrzenia; stosowane najczęściej w przemyśle drobiarskim.

Niewłaściwie prowadzony proces zamrażania wywiera negatywny wpływ na jakość mięsa. Zbyt wolne mrożenie powoduje powstawanie dużych kryształów lodu, zwiększając ilość wycieku po rozmrożeniu mięsa. Istotnym czynnikiem ograniczającym trwałość przechowalniczą zamrożonego mięsa są zmiany oksydacyjne w tłuszczach, gdyż – w przeciwieństwie do innych enzymów własnych tkanki mięśniowej – ujemna temperatura w niewielkim stopniu hamuje aktywność lipaz.

Przetwarzanie zamrożonego mięsa wymaga jego rozmrożenia, które powinno się prowadzić w warunkach umożliwiających w maksymalnym stopniu odtworzenie pierwotnych cech surowca. Wskaźnikiem niekorzystnych zmian jakościowych podczas rozmrażania jest wielkość ubytków masy (w optymalnych warunkach dochodząca do 5%). Spośród nowoczesnych metod rozmrażania w przemyśle coraz częstsze zastosowanie ma technika rozmrażania mikrofalowego, której główną zaletą jest skrócenie czasu trwania procesu.

Kolejną metodą utrwalania mięsa jest peklowanie. Pod pojęciem „peklowanie” rozumie się oddziaływanie na mięso mieszkanką i/lub solanką peklującą (azotynową lub azotanową). Azotynowa mieszanina peklująca (nazywana peklosolą) jest mieszaniną chlorku sodu z azotynem sodu (najczęściej w proporcjach: 99,4% NaCl i 0,4% azotynu).

Oddziaływanie azotanów i azotynów w procesie peklowania, jako bardzo reaktywnych związków chemicznych, jest wielokierunkowe, umożliwiając realizację następujących celów:

- utworzenie i utrwalenie różowoczerwonej barwy mięsa peklowanego,
- hamowanie rozwoju niektórych drobnoustrojów,
- wytworzenie smakowości typowej dla mięsa peklowanego,
- spowolnienie procesów utleniania.

Jest to proces bardzo złożony, którego efekt zależy od wielu czynników, m.in. od rodzaju surowca mięsnego i zawartości barwników hemowych, zastosowania dodatków funkcjonalnych wspomagających proces peklowania oraz metody peklowania. Głównym celem peklowania mięsa jest wytworzenie różowoczerwonej barwy, stabilnej po obróbce termicznej. Pod względem chemicznym zmiana barwy jest wynikiem wytworzenia pochodnych barwników: mioglobiny (barwnik mięśniowy) i hemoglobiny. W uproszczeniu można przyjąć, że intensywnie czerwoną barwę mięsa tworzy w głównej mierze kompleks tlenku azotu – powstającego w wyniku redukcji azotynu - z mioglobiną, zwany nitrozylomioglobiną. Nitrozylomioglobina pod wpływem ogrzewania ulega denaturacji i przekształca się w różowy barwnik nitrozylochromogen. Aby barwa peklowanego mięsa była stabilna, stopień przereagowania barwników hemowych do nitrozylobarwników powinien wynosić co najmniej 50%. Innym pożądanym efektem peklowania mięsa jest nadanie mięsu i przetworom z niego wytworzonym tzw. „aromatu peklowniczego”, czyli specyficznej, konsumencko pożądanej smakowości.

Utrwalające działanie azotynu polega na zapobieganiu wzrostowi wielu gatunków bakterii patogennych, m.in. z rodzaju *Salmonella*. Za najważniejsze uważa się hamowanie wzrostu *Clostridium botulinum* oraz wytwarzania toksyny botulinowej (tzw. jad kiełbasiany).

Do przedłużenia trwałości wyrobów z mięsa peklowanego przyczyniają się także przeciwutleniające właściwości azotynu, wynikające z reakcji jego utlenienia (zużywającej tlen), zdolności do kompleksowania jonów żelaza oraz tworzenia związków o charakterze przeciwutleniającym (np. S-nitrozocysteina).

W praktyce przemysłowej stosowane są następujące metody peklowania:

- sucha – polegająca na wymieszaniu mięsa z azotynową mieszanką peklującą, stosowana do peklowania mięsa drobnego (przeznaczonego do produkcji kiełbas i innych przetworów); dodatek peklosoli najczęściej wynosi 2%, temp. w peklowni 4-6°C, czas 1-2 doby,
- mokra – azotynowa mieszanka peklująca i substancje wspomagające dodawane są do mięsa w postaci roztworu wodnego (solanki); zalewanie mięsa solanką jest obecnie rzadko stosowane (głównie w produkcji wyrobów wg tradycyjnych technologii); do peklowania dużych kawałków mięsa (np. przeznaczonych na wędzonki parzone) stosuje metodę nastrzykową, polegającą na wstrzykiwaniu solanki do mięsa przy zastosowaniu nastrzykiwarki wielogłowej, nastrzyknięty surowiec jest zwykle poddawany masowaniu, celem poprawienia efektywności procesu.
- kombinowana – najpierw mięso naciera się peklosolą, a następnie zalewa solanką.

Użycie dodatków funkcjonalnych polepsza efektywność peklowania mięsa. Najczęściej stosowane są w tym celu substancje redukujące: kwas askorbinowy i izoaskorbinowy oraz ich sole sodowe, kwas cytrynowy, GDL i cukry.

Ze względów bezpieczeństwa wielkość dodatku azotynu i azotanu do mięsa jest limitowana. Potencjalnym niepożądanym skutkiem stosowania procesu peklowania mięsa, dotyczącym wybranych grup przetworów, jest powstawanie N-nitrozoamin.

Nie należy zapominać, że istotny wpływ na trwałość przetworów mięsnych ma także sól kuchenna, stanowiąca dominujący ilościowo składnik mieszanki peklującej.

Wędzenie mięsa i produktów mięsnych polega na nasyceniu ich składnikami dymu drzewnego - otrzymywanego w wyniku niepełnego spalania w kontrolowanych warunkach drewna z drzew liściastych - i częściowym odwodnieniu. Współcześnie wędzenie ma na celu przede wszystkim wykształcenie specyficznej, konsumencko pożądanej smakowości i barwy przetworów mięsnych, zaś jego rola jako procesu utrwalania traci swoje pierwotne znaczenie.

Podczas wędzenia ma miejsce jednoczesne działanie ciepła i związków chemicznych zawartych w dymie. Efekt wędzenia zależy do wysokości temperatury (wędzenie: zimne, ciepłe i gorące), składu dymu wędzarniczego oraz czasu trwania procesu (może trwać od kilkudziesięciu minut do kilkunastu dób).

Konserwujące działanie wędzenia wynika z obsuszania powierzchni mięsa/produktu, i naniesienia na nią kondensatu dymu zawierającego liczne związki chemiczne o działaniu bakteriostatycznym, bakteriobójczym (głównie formaldehyd, związki fenolowe, kwasy organiczne) i przeciutleniającym (głównie związki fenolowe).

Przepisy prawa żywnościowego określają maksymalną dopuszczalną zawartość benzo[a]pirenu, jako substancji wskaźnikowej, w wędzonych przetworach mięsnych (5 µg/kg wyrobu, od 1.09.2014 r. - 2,0 µg/kg). Obecnie tradycyjne wędzenie jest coraz częściej zastępowane przez stosowanie preparatów dymu wędzarniczego.

Obróbka cieplna w wysokiej temperaturze jest stosowana w celu utrwalenia i/lub uzyskania przydatności do spożycia surowców i półproduktów mięsnych. W technologii mięsa stosowane są różne metody obróbki termicznej: gotowanie, parzenie, pieczenie, smażenie, duszenie, apertyzacja. Kryterium wyboru określonej z nich stanowi uzyskanie zamierzonej, specyficznej smakowości produktu i/lub jego trwałości.

W utrwalaniu produktów mięsnych największe znaczenie ma apertyzacja, czyli proces ogrzewania w zamkniętych hermetycznie opakowaniach, stosowany w produkcji konserw. Apertyzacja obejmuje następujące metody: pasteryzację, polegającą na ogrzewaniu produktów w temp. 72-100°C, tyndalizację, czyli 2-3 krotną pasteryzację realizowaną w odstępach 24-godzinnych, oraz sterylizację, która polega na ogrzewaniu konserw w temp. powyżej 100°C (najczęściej 110-121°C). Sterylizacja jest stosowana w produkcji większości asortymentów konserw z mięsa rozdrobnionego, zaś pasteryzacja jedynie w produkcji konserw z surowca o mniejszym stopniu rozdrobnienia (szynki pasteryzowane). Zastosowanie temperatury powyżej 100°C i odpowiednio długiego czasu ogrzewania pozwala na uzyskanie wystarczająco dużej dawki ciepła, skutkującej nie tylko inaktywacją enzymów własnych

mięsa, ale przede wszystkim zniszczeniem wegetatywnych form bakterii oraz – w przeciwieństwie do pasteryzacji - form przetrwalnikowych.

Oprócz pożądaných zmian natury sensorycznej i zwiększenia strawności mięsa i jego przetworów, procesy ogrzewania powodują negatywne zmiany chemiczne i biologiczne, m.in. straty witamin oraz części białek rozpuszczalnych w wodzie, denaturację białek, utlenianie tłuszczu. Zakres zmian zależy od składu chemicznego przetworu mięsnego, zastosowanej metody ogrzewania i parametrów obróbki cieplnej oraz pochłoniętej dawki ciepła.

Suszenie jest metodą utrwalania stosowaną jedynie do tradycyjnych produktów (np. jerky). W praktyce przemysłowej szeroko stosuje się natomiast podsuszanie kiełbas przeznaczonych do długotrwałego przechowywania.

Wymienione tradycyjne (konwencjonalne) metody utrwalania mięsa i jego przetworów podlegają ciągłemu doskonaleniu, ukierunkowanemu zarówno na zintensyfikowanie procesów, jak i na konieczność spełnienia coraz ostrzejszych wymagań bezpieczeństwa zdrowotnego. Spośród wielu niekonwencjonalnych metod utrwalania żywności w przetwórstwie mięsa na świecie są już stosowane na skalę przemysłową m.in.: wysokie ciśnienia hydrostatyczne i promieniowanie jonizujące. Mimo, iż należą one do nietermicznych metod konserwowania, umożliwiają skuteczne niszczenie mikroflory patogennej.

We współczesnej technologii przetwórstwa mięsnego utrwalanie przetworów mięsnych, przy zastosowaniu wyłącznie jednej metody, nie jest w zasadzie praktykowane. Powszechne stało się natomiast wykorzystanie tzw. skojarzonych metod utrwalania, powstających w wyniku odpowiedniego doboru różnych (znanych od dawna i nowoczesnych) metod utrwalania (tzw. „płatków”, czyli barier rozwoju mikroorganizmów). Dzięki temu możliwe jest wykorzystanie ich synergistycznego współdziałania i uzyskanie pożądanego efektu stabilności mikrobiologicznej przy znacznie niższych poziomach płatków, niż każdy z nich oddzielnie. Bariere w rozwoju drobnoustrojów stanowią „płatki”: fizyczne (np. niska i wysoka temperatura, modyfikowana atmosfera), fizykochemiczne (np. aktywność wody, pH, azotyn, sól kuchenna) oraz mikrobiologiczne (np. kultury startowe). Oprócz efektu stabilizacji mikrobiologicznej produktu wszystkie płatki mają ogromne znaczenie w kształtowaniu ogólnie rozumianej jakości produktu gotowego, w tym wartości odżywczej i sensorycznej.

Przykładem ilustrującym konserwujący skutek zastosowania koncepcji płatków jest proces produkcji kiełbasy typu salami, w którym, w odpowiedniej kolejności i z różnym nasileniem, stosuje się utrwalające działanie: mieszanki peklującej, zmieniającego się potencjału oksydo-redukującego, kultur startowych, obniżonego pH oraz odwadniania.

5. Proces technologiczny produkcji przetworów mięsnych

Kiełbasy parzone i produkty blokowe

Proces produkcji kiełbas parzonych i produktów blokowych obejmuje następujące etapy:

- ocenę jakości surowca w tym sprawdzenie dokumentacji weterynaryjnej oraz stanu higienicznego,
- peklowanie na "sucho" lub na "mokro",

- dobór wsadu surowcowego - zestawienie potrzebnych surowców zasadniczych i uzupełniających zgodnie z recepturą wyrobu,
- rozdrabnianie (przy użyciu wilka) surowców mięsnych i tłuszczowych na cząstki o wymaganej wielkości. Najczęściej od 5 do 20 mm, w zależności od asortymentu,
- kutrowanie podczas, którego zachodzą takie procesy jak: rozdrabnianie, rozpuszczanie i ekstrahowanie białek miofibrylarnych, emulgowanie tłuszczu i mieszanie składników. W trakcie kutrowania powstaje tzw. pseudoemulsja kiełbasiana będąca specyficznym układem składników białkowych, tłuszczowych i wody wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami organicznymi i nieorganicznymi.
- mieszanie mające na celu równomierne rozmieszczenia poszczególnych składników w masie farszu, stosowane w produkcji kiełbas i produktów blokowych średnio i grubo rozdrobnionych.
- nadziewanie osłonek (naturalnych lub sztucznych) lub napełnianie form farszem,
- osadzanie mające na celu grawitacyjne osadzenie się (ułożenie) w farszu w osłonce, dokończenie procesu peklowania oraz osuszenie powierzchni batonu kiełbasy.
- wędzenie - nadawanie produktom specyficznych cech smakowo - zapachowych oraz typowej dla wyrobów wędzonych brązowoczerwonej lub złocistej barwy. Produktów blokowych nie wędzi się.
- Parzenie lub pieczenie do uzyskania w centrum geometrycznym batonów/bloków temp. 70–72°C,
- studzenie - początkowo pod natryskiem zimnej wody do temp. ok. 30°C, a następnie powietrzne dochładzanie do temp. ok. 4°C.

Kiełbasy surowo dojrzewające

Proces technologiczny produkcji kiełbas surowych dojrzewających obejmuje następujące etapy:

- Ocenę jakości surowca szczególnie pod względem występowania wad jakości mięsa (PSE i DFD),
- rozdrabnianie zamrożonego lub bardzo mocno wychłodzonego surowca mięsnego i tłuszczowego. Pozwala to na uzyskanie odpowiedniej konsystencji i tekstury podczas rozdrabnianych kawałków mięsa i tłuszczu, a tym samym charakterystycznego wyglądu produktu gotowego na przekroju,
- peklowanie przeprowadzane w trakcie mieszania lub kutrowania farszu,
- nadziewanie osłonek różnego rodzaju i kalibru (naturalnych lub sztucznych) przepuszczalnych dla pary wodnej i gazów.
- dojrzewanie produkcyjne i poprodukcyjne odbywa się w klimatyzowanych pomieszczeniach, ze sterowaną temperaturą, wilgotnością względną oraz szybkością cyrkulacji powietrza. W trakcie dojrzewania zachodzą korzystne zmiany jakości mięsa i produktów mięsnych będących pochodnymi procesów przemian biochemicznych i fizycznych, podczas których zostaje ukształtowana końcowa jakość produktu. W trakcie dojrzewania produkcyjnego zachodzą procesy parowania wody, peklowania, wymiany mikroflory, przemiany fermentacyjne węglowodanów oraz zmiany właściwości reologicznych farszu. Skutkiem dojrzewania produkcyjnego i poprodukcyjnego jest wytworzenie specyficznych, pożądaných walorów smakowo-zapachowych kiełbas surowo dojrzewających.

Wędzonki parzone

Proces technologiczny produkcji wędzonek parzonych obejmuje następujące etapy:

- ocenę jakości surowca pod względem barwy, konsystencji, pH (bez wad PSE/DFD) i stanu higienicznego,
- peklowanie na "mokro" metodą zalewową oraz nastrzykową (w zależności od jakości mięsa, składu solanki i oczekiwanej wydajności gotowego produktu),
- masowanie w celu uplastycznienia struktury mięsa i wyekstrahowania części białek miofibrylarnych (tworzących „lepiszczkę” wiążące ze sobą podczas obróbki cieplnej kawałki mięsa),
- formowanie i sznurowanie polegające na nadaniu mięsu właściwego kształtu, typowego dla danego asortymentu wędzonki,
- wędzenie dymem o temp. 40–60°C. Czas wędzenia dobierany jest z uwzględnieniem: wymaganego stopnia uwędzenia, gęstości dymu, temperatury prowadzenia obróbki wędzarniczej, masy i rozmiarów batonów.
- parzenie lub pieczenie do uzyskania w centrum geometrycznym temperatury nie niższej niż 68°C (najczęściej 70–72°C).
- studzenie - początkowo pod natryskiem zimnej wody do temp. ok. 30°C, a następnie powietrzne dochładzanie do temp. ok. 4°C.

Wędzonki surowo dojrzewające

Proces technologiczny produkcji wędzonek surowo dojrzewających obejmuje następujące etapy:

- ocenę jakości surowca głównie pod względem jakości mikrobiologicznej oraz występowania wad jakości mięsa (szczególnie DFD),
- dokrawanie i formowanie mięsa,
- solenie lub peklowanie na „sucho”, „mokro” oraz metodą "kombinowaną". W trakcie procesu peklowania (który może trwać od kilku dni do kilku tygodni) zachodzą zmiany fizyczne, chemiczne i biochemiczne, które korzystnie oddziałują na wyróżniki jakości produktu.
- dojrzewanie prowadzone jest w klimatyzowanych pomieszczeniach, w których sterowane są parametry temperatury, wilgotności względnej i szybkości ruchu powietrza. Jest to najdłuższy, trwający nawet kilka miesięcy, etap produkcji. Zachodzące podczas dojrzewania zmiany biochemiczne składników mięsa, zwłaszcza białek i tłuszczów, prowadzą do wytworzenia produktów, które uczestniczą w kształtowaniu profilu smakowo - zapachowego, charakterystycznego dla tego asortymentu wyrobów mięsnych. Obróbka wędzarnicza nadaje wędzonom surowo dojrzewającym specyficzne cechy smakowo - zapachowe i przedłuża trwałość produktu.

6. Konfekcjonowanie, pakowanie, etykietowanie oraz dystrybucja mięsa i przetworów mięsnych

Rolą opakowania mięsa i przetworów mięsnych jest: zabezpieczenie produktu przed oddziaływaniem czynników zewnętrznych, przedłużenie przydatności do spożycia, dostosowanie wielkości porcji do oczekiwań nabywcy, możliwie jak najlepsza prezentacja produktu, ułatwienie czynności logistycznych (transportu, magazynowania i ekspozycji produktu) oraz promocja, informacja i reklama.

W ostatnim okresie obserwuje się zwiększone zainteresowanie konsumentów produktami, z których można przygotować lub spożyć jednorazowy posiłek. Wymaga to od przemysłu mięsnego przygotowania odpowiednio małych porcji (kawałki, plastry) mięsa i przetworów mięsnych oraz opakowania ich w sposób umożliwiający sprzedaż w sklepach handlu detalicznego.

Z możliwych do zastosowania na skalę przemysłową technologii pakowania, w przemyśle mięsnym stosuje się głównie pakowanie próżniowe (ang. vacuum) oraz pakowanie w atmosferze modyfikowanej MAP (ang. modified atmosphere packaging).

W technologii pakowania próżniowego materiał opakowaniowy ściśle przylega do powierzchni mięsa lub produktu mięsnego, a powietrze zostaje usunięte niemal całkowicie. Brak tlenu ogranicza rozwój mikroflory tlenowej oraz spowalnia proces utlenienia (jełczenia) tłuszczu, przedłużając trwałość tak zapakowanego produktu.

Podczas pakowania próżniowego barwnik mięsa - mioglobina (Mb) pozostaje w formie zredukowanej, a mięso charakteryzuje się purpurowoczerwoną barwą. Jest to poprawna i korzystna barwa mięsa kulinarnego pakowanego tą metodą. Po otwarciu i usunięciu opakowania do powierzchni mięsa dociera duża ilość tlenu, i po kilku minutach mioglobina ulega utlenowaniu do oksymioglobiny (OMb) o jasnoczerwonej barwie, preferowanej przez konsumentów.

Pakowanie w technologii MAP polega na zmianie składu atmosfery (lub zastąpieniu próżni) wokół mięsa lub przetworów mięsnych odpowiednio dobraną mieszaniną gazów: dwutlenku węgla (CO_2), azotu (N_2) oraz tlenu (O_2). Dwutlenek węgla ogranicza rozwój mikroflory, zwłaszcza Gram-ujemnych bakterii gnilnych oraz drożdży i pleśni. Efekt inhibitujący uzyskuje się przy stężeniu CO_2 w opakowaniach MAP na poziomie minimum 20%. Efekt ten zwiększa się w miarę obniżania temperatury przechowywania. Azot jest gazem obojętnym, stosowanym jako wypełniacz do 100% objętości opakowania (zapobiega jego „zapadaniu się”). W zależności od stężenia tlenu w opakowaniu rozróżniane jest wysoko- i nisko- tlenowe MAP (ang. high-oxygen, ultra-low oxygen MAP).

W zakładach mięsnych technologia high-oxygen MAP (60-80% O_2 i 20-40% CO_2) wykorzystywana jest do pakowania mięsa kulinarnego w postaci kawałków jednoporcjowych (przeznaczonych do sprzedaży detalicznej), głównie ze względu na utrzymanie atrakcyjnej dla konsumenta jasnoczerwonej barwy mięsa (barwnik mięśniowy w postaci oksymioglobiny - OMb). W niektórych krajach (USA, Norwegia) w mieszaninie gazów wykorzystywany jest także tlenek węgla (CO), silnie hamujący rozwój mikroflory i korzystnie wpływający na barwę mięsa (stosowany w ilości 0,4% powoduje tworzenie się trwałej, żywoczerwonej karboksymioglobiny). Ze względu na swoją toksyczność oraz możliwość maskowania zepsucia produktu (barwa w tym przypadku nie jest wyróżnikiem świadczącym o jakości i świeżości mięsa) nie jest dopuszczony do stosowania w UE.

Pakowanie w technologii ultra-low oxygen MAP (najlepiej 0% O₂, 20-30% CO₂ i 70-80% N₂) stosowane jest głównie do pakowania przetworów mięsnych, w tym plasterkowanych, gdyż zabezpiecza je przed niekorzystnymi zmianami jakościowymi oraz przedłuża ich trwałość (inhibuje rozwój mikroorganizmów, głównie tlenowych), a także zapewnia lepszą ekspozycję produktu. W przypadku pakowania mięsa kulinarnego w technologii ultra-low oxygen MAP mioglobina (Mb) występuje w stanie zredukowanym, a mięso charakteryzuje się purpurowoczerwoną barwą. Podobnie, jak w przypadku pakowania próżniowego, po otwarciu opakowania zredukowana mioglobina (Mb) przechodzi w formę oksymioglobiny (OMb) o barwie jasnoczerwonej.

Podstawową zasadą magazynowania mięsa i przetworów mięsnych jest przestrzeganie, by produkty należące do danej grupy asortymentowej wprowadzone do magazynu jako pierwsze, w pierwszej kolejności go opuszczały.

Na etapie produkcji, magazynowania i dystrybucji mięsa i przetworów mięsnych olbrzymie znaczenie dla ich jakości i zapewnienia przydatności do spożycia ma zachowanie ciągłości łańcucha chłodniczego. Większość produktów mięsnych (mięso kulinarne, przetwory mięsne z wyjątkiem wędzonek i kiełbas „podsuszanych”) wymaga przechowywania, transportu i eksponowania w warunkach chłodniczych, w temperaturze możliwie najbliższej 0°C, i nie przekraczającej 7°C. Produkty "podsuszane" wymagają przechowywania, transportu i eksponowania w temperaturach wyższych (12-18°C).

Produkty w opakowaniach jednostkowych, pojemnikach zbiorczych, przeznaczone bezpośrednio dla konsumenta, muszą być opatrzone etykietą. Etykieta, oprócz przekazywania podstawowych danych na temat produktu (nazwa, masa netto, termin przydatności do spożycia oraz oznaczenie partii produkcyjnej) oraz danych pozwalających na identyfikację producenta, jest ważnym środkiem przekazania konsumentowi informacji o handlowym określeniu towaru, składnikach produktu (z uwzględnieniem ilościowej zawartości mięsa), warunkach przechowywania, a także funkcji technologicznej użytych substancji dodatkowych. Jest ona także formą umowy cywilno-prawnej pomiędzy konsumentem a producentem. Informacje zamieszczone na opakowaniu powinny być zatem podane w sposób czytelny, nie sprawiający konsumentowi trudności w ich zrozumieniu. Powinny zapewnić także właściwe wykorzystanie i postępowanie z produktem po jego nabyciu, jednocześnie umożliwiając porównanie różnych produktów w tej samej grupie towarowej (wybór na podstawie jakości i ceny).