

ANTONI RUTKOWSKI, STANISŁAW GWIAZDA
SGGW — Akademia Rolnicza w Warszawie

ZNACZENIE POMIARÓW WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH W PRZETWÓRSTWIE SUROWCÓW ZWIERZĘCYCH

Postęp w technologii przetwórstwa produktów zwierzęcych, ich przejście z rzemieślniczych metod wytwarzania w procesy ciągłe, a w przyszłości w zautomatyzowane jest uwarunkowane pełnym poznanem cech fizycznych przerabianej masy.

Wykorzystanie metod i wyników pomiarów właściwości fizycznych w przetwórstwie zwierzęcym wiąże się nie tylko z opracowaniem prawidłowego projektu konstrukcji urządzeń produkcyjnych i sprawnością ich działania, ale również decyduje o zakresie i możliwościach sterowania wsadem przetwarzanego surowca. Jest to uwarunkowane dysponowaniem dostatecznie czułymi i dokładnymi metodami badania (kontroli) jakości i przydatności technologicznej poszczególnych surowców, które umożliwiają wykrywanie odchyłeń od założonych normatywów, projektowanie i kontrolę prawidłowości przebiegu składowych elementów procesu przetwórczego, a w końcu obiektywną ocenę jakości gotowego produktu. Dopiero dysponowanie w pełni zautomatyzowaną techniką pomiarową, obejmującą całość procesu w układzie wsad — przetwarzanie — produkt i wywartościowanie wyników metodami elektronicznej techniki obliczeniowej, stworzy w tej dziedzinie produkcji warunki prawidłowej optymalizacji procesów przetwórczych.

Na kilku przykładach pragnę zilustrować przydatność pomiarów właściwości fizycznych dla kształtowania nowoczesnych procesów technologicznych w przetwórstwie surowców zwierzęcych.

Właściwości mechaniczne

Właściwości mechaniczne surowców zwierzęcych z uwagi na ich metamorficzną, różnorodną i niejednorodną strukturę — posiadają różny charakter. Zarówno tkanka, jaką jest mięso, jak i struktura komórki, jaką jest treść jaja, nie posiadają charakteru ciała sztywnego w pojęciu właściwości mechanicznych, w związku z tym, łatwo podlegają plastycznym odkształceniom postaciowym i objętościowym. Zjawiska te wyko-

rzystuje się przy ocenie jakości technologicznej i kulinarnej mięsa, jak i przy ocenie jakości (świeżości) jaj, określając tzw. indeks białka, czy indeks żółtka.

Tkankowe surowce zwierzęce na skutek procesów mechanicznych stosowanych w procesie przetwarzania (cięcie, miażdżenie, mieszanie, emulgowanie itp.) przyjmują postać ciał o strukturze półpłynnej — np. farsze do produkcji kielbas drobnorozdrobnionych posiadają właściwości reologiczne, które można określić jako izotropowy układ koloidalny typu ciecz — ciało stałe. Jego stan wyraża się lepkością ośrodka. W wielu pracach wykazano korelację lepkości farszów mięsnych i rybnych z jakością gotowego produktu. Wykazano, że lepkość kinematyczna jest uzależniona od podstawowego składu chemicznego farszów, podobnie jak gęstość, czy przewodnictwo elektryczne farszów. Na tej podstawie, w oparciu o opracowane metody pomiarowe, Tyszkiewicz opatentował system szybkiej (kilkuminutowej) kontroli podstawowego składu chemicznego farszów. Pomiar lepkości adhezyjnej (przylepności) z kolei umożliwia kontrolę prawidłowego wykutrowania farszu mięsnego, jak i określa graniczną zdolność wiązania wody przez dany surowiec.

Przebieg pełzania próbki mięsa w czasie, a szczególnie pomiary ilości związanego z tym wycieku są stosowane w badaniach nad selekcją lub standaryzacją surowców przeznaczonych do celów kulinarnych, czy przetwórczych

Do badania właściwości mechanicznych mięsa, skrzepów serowarskich, a w pewnym sensie i całych jaj — jako ciał stałych, wykorzystuje się pomiary takich cech, jak odkształcenia, sprężystość, plastyczność, wytrzymałość. Do pomiaru stosowane są w naszym kraju różnego rodzaju konsystometry uniwersalne np. Instron lub penetrometry (np. Pn-2, Haldiego, Höpplera), plastometry (np. Brabendera), szerometry (np. Warner—Bratzlera, Kramera), tenderometry i inne. Celem badań konsystometrycznych jest znalezienie obiektywnych sprawdzianów kruchości mięsa, czy też zwięzłości skrzepów serowarskich. Wykazano bowiem ścisłą korelację między mechaniczną i organoleptyczną oceną kruchości mięsa. Pozwala to zastosować pomiary konsystencji mięsa do oceny jego dojrzałości, a w przypadku skrzepów mleka do wyznaczania momentu krojenia w przemysłowej produkcji sera.

Właściwości mechaniczne mięsa w dużej mierze zależą od występowania tkanki łącznej i jej podstawowego składnika — kolagenu. Wyraża się to np. obniżeniem odporności mechanicznej tkanki w rezultacie obróbki termicznej, gdy na skutek denaturacji kolagenu uporządkowana struktura fibrylarna przechodzi w nieuporządkowaną, a w końcu w żelatynę.

Właściwości elektryczne

Przewodnictwo elektryczne surowców zwierzęcych jest wypadkową ich składu chemicznego oraz przemian biochemicznych i fizykochemicznych. Różnice w przewodnictwie elektrycznym tkanki mięsnej i tłuszczowej wykorzystane zostały m.in. do pomiarów grubości pokładów tłuszczowych (słoniny) u żywego zwierzęcia. Właściwości te stanowią również zasadę automatycznego pomiaru składu tkankowego surowców mięsnych. Pomiar przewodnictwa elektrycznego ekstraktów z farszów mięsnych pozwolić może również na szybkie oznaczenie zawartości w nich soli kuchennej.

Bezpośrednio zastosowawczy charakter mają także badania właściwości elektrycznych mięsa w celu ustalenia optymalnych warunków tzw. dielektrycznego ogrzewania. Niskie przewodnictwo i tym samym duży opór elektryczny, jaki stawia mięso w czasie przepływu prądu powodują wytworzenie energii cieplnej. Zjawisko to wykorzystano m.in. do rozmrażania bloków mięsnych.

Miernictwo elektryczne jest stosowane jako element kontroli procesów termicznych (np. zamrażania) surowców zwierzęcych. Pomiary przewodnictwa lub stałej dielektrycznej w pewnym stopniu mogą służyć do oceny stopnia świeżości surowców (np. mleka — zależność stałej dielektrycznej od liczby jodowej, nadtlenkowej), czy mięsa (świeże czy mrożone). Wreszcie potencjometryczne pomiary kwasowości surowców mogą służyć do oceny ich świeżości, przydatności technologicznej, szczególnie wykrycia surowców o niepełnej przydatności jak mięso wodniste (PSE) czy DFD.

Właściwości cieplne

Przewodnictwo cieplne surowców jest właściwością mającą istotne znaczenie w produkcji przetwórczej oraz w utrwalaniu wysokimi i niskimi temperaturami. Przebieg procesu zależy od przewodnictwa cieplnego poszczególnych składników. W surowcach zwierzęcych zawierających z reguły wysoką zawartość wody, jej udział wywiera dominujący wpływ na wielkość wartości przewodnictwa badanego substratu. Procesy denaturacji białka, występujące w większości procesów przetwórczych produktów zwierzęcych posiadają charakter endotermiczny, co powoduje wzrost pojemności cieplnej w strefie realizacji. Przy poddaniu surowca tkankowego obróbce termicznej obserwuje się zmianę cech i właściwości technologicznych.

Wspomniane wyżej procesy dentauracji kolagenu obniżają znacznie oporność mechaniczną tkanki, zaś nadmiernie długi czas zamrażania, powodując zmiany strukturalne protoplazmy komórek, obniża wodochłonność mięsa.

Właściwości dyfuzyjne

Wymiana masy na drodze dyfuzji ma duże znaczenie, szczególnie w procesach przetwórczych tkanki mięsnej oraz w serowarstwie. Zjawiska dyfuzyjne są podstawą procesów solenia, peklowania, czy wędzenia. O ile praktycznie technologia tych procesów jest stosunkowo dobrze opanowana, o tyle mimo stosowania różnych technik pomiarowych dalecy jesteśmy od poznania mechanizmu występujących tu zjawisk.

Na zjawiskach osmozy oparty jest biofizyczny mechanizm wodochłonności mięsa. Ciśnienie osmotyczne można określić w takim układzie za pomocą pomiaru tzw. stężenia równowagi. Stwierdzono, że istnieje zależność między tą wartością a innymi parametrami charakteryzującymi jakość mięsa. Istnieje ścisła zależność między wielkością ciśnienia osmotycznego mięsa, a ubytkami podczas gotowania oraz między ciśnieniem osmotycznym a kruchością. W przypadku powolnej penetracji lodu w głąb tkanki mięsnej należy się liczyć z kriodyfuzyjnym przemieszczaniem substancji rozpuszczalnych w wodzie.

Właściwości optyczne

Jednym z podstawowych sprawdzianów jakości surowców jest ich wygląd, z którego mierzalnym składnikiem jest barwa. Zastosowanie obiektywnych pomiarów barwy służy głównie do oceny: przydatności surowców do celów przetwórczych, jakości surowca i gotowych produktów oraz prawidłowości przebiegu procesów technologicznych.

Pomiar barwy i jej odkształcenia mają szczególne znaczenie przy określaniu świeżości mięsa, ustalaniu receptur przetworów drobnorozdrobnionych, dojrzałości serów itp. Pomiar barwy przeprowadza się w oparciu o spektrofotometryczne widma odbiciowe, wyznaczając jasność fotometryczną, dominującą długość fali i nasycenia lub w oparciu o kolorymetry wyposażone w filtry. W Polsce obok aparatów typu Lovibond wysoko oceniana jest przydatność węgierskiego kolorymetru trójbodźcowego Momcolor. Leukometryczne metody mogą być również wykorzysty-

wane w sterowaniu ciągłych procesów, np. przy podpuszczkowym krzepnięciu mleka.

Właściwości akustyczne

Zjawisko odbijania fal ultradźwiękowych od płaszczyzn granicznych różnych tkanek wykorzystano do poubojowej, jak i przyżyciowej oceny jakości surowca — stopnia umięśnienia (lub otłuszczenia). Sprowadza się to do pomiaru grubości słoniny (np. poubojowo w tzw. punkcie „C”) przy użyciu aparatu typu echosondy.

W Polsce stosuje się urządzenie ultradźwiękowe typu 510 produkcji Unipan. Urządzenia tego typu mogą być wykorzystywane również przy wykrywaniu odłamków kostnych w farszach kielbasianych. Metodami ultradźwiękowymi możemy kontrolować proces podpuszczkowego krzepnięcia mleka.

Gęstość

Pomiary gęstości powszechnie stosowane dla mleka czy jaj znajdują również coraz szersze zastosowanie i w przemyśle mięsnym. W szeregu przypadkach wykazano wysoko istotną korelację gęstości półtuszy, czy też wyrębów z ich składem tkankowym. Stąd też pomiar gęstości uważany jest za jeden z lepszych wskaźników umięśnienia (otłuszczenia) tuszy świni i może służyć np. do selekcji szynek przeznaczonych na konserwy. Potwierdzono również istnienie ścisłego związku między zawartością tłuszczu w mięsie a jego gęstością, uzyskując współczynnik korelacji $r=0,9955$. Ustalone równanie pozwala oszacować zawartość tłuszczu w mięsie na podstawie jego gęstości. Podobnie gęstość farszów kielbasianych dobrze charakteryzuje ich podstawowy skład chemiczny.

* *
*

Przedstawione przykłady metod pomiarów fizycznych oraz ich potrzeby dla obiektywnego sterowania procesami przetwórczymi w technologii produktów zwierzęcych wskazują szerokie możliwości ich stosowania w sterowaniu procesami technologicznymi i kontroli jakości produkcji.

Dłazze ich usprawnienie oraz rozwój technik pomiarowych stworzy nowe zakresy stosowania. Ich znaczenie będzie rosło w miarę coraz lepszego opanowania technologii ciągłych i zautomatyzowanych w przetwarzaniu tej grupy produktów żywnościowych.