

JANUSZ WÓJCIAK

*Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego
Oddział w Poznaniu*

WPLYW CZYNNIKÓW TECHNOLOGICZNYCH NA JAKOŚĆ MIĘSA SCALANEGO W PROCESIE REKONSTYTUCJI

Współcześnie obserwuje się na całym świecie tendencję do spożywania coraz większej ilości posiłków poza domem — w zakładach żywienia zbiorowego, hotelach itp., natomiast tradycyjna i pracochłonna kuchnia domowa wypierana jest przez półgotowe dania kulinarne, wymagające przed konsumpcją jedynie krótkiej końcowej obróbki termicznej.

W tej sytuacji powstał znaczny popyt na takie dania, a reprezentantem nowej generacji artykułów spożywczych zaliczanych do tej grupy jest mięso rekonstruowane. Wyroby z mięsa rekonstruowanego są to tanie, łatwe do przygotowania porcjowe mięsne półprzetwory kulinarne (np. steki) wytwarzane z odpowiednio rozdrobnionego a następnie scalonego mniej cennego surowca, które przed i po obróbce termicznej wykazują cechy niezmięnionej tkanki mięśniowej.

Za granicą pierwsze wzmianki dotyczące procesu rekonstruacji pojawiły się już na początku lat 40 — wówczas uznano, że jest on nieopłacalny [3]. Znaczne nasilenie prac badawczych, których celem było rozpoznanie podstaw teoretycznych jak i praktycznych aspektów scalania mięsa w procesie rekonstruacji miało miejsce w krajach wysoko rozwiniętych, przede wszystkim w USA i Japonii w ciągu minionych kilkunastu lat. Również w Polsce, począwszy od 1980 r. prowadzono w IPMiT prace badawcze i rozwojowe zakończone wdrożeniem do praktyki przemysłowej krajowej wersji technologii i linii produkcyjnej wyrobów z rekonstruowanego mięsa [67, 68, 69].

Wpływ właściwości surowca

Końcowa jakość wyrobów z mięsa rekonstruowanego jest wypadkową wielu czynników, jednak dominującą rolę odgrywa tłuszcz wchodzący w skład zestawu surowcowego.

Tłuszcz dodany w większej ilości zmniejsza nasycenie czerwonej barwy wyrobów mięsnych. Zjawisko to pogłębia się tym bardziej, im mniej-

sze są cząstki tłuszczu. Odgrywa on ponadto istotną rolę w kształtowaniu właściwości reologicznych niemal wszystkich wyrobów mięsno-tłuszczowych. Według Cole'a i wsp. [14] oraz Carpentera i Kinga [10] właściwości sensoryczne rozdrobnionego tradycyjną metodą mięsa bydlęcego były najlepsze, gdy zawartość tłuszczu w wyrobach wynosiła 15 i więcej procent. Informacje dotyczące optymalnej zawartości tłuszczu nie są spójne. Według niektórych autorów [14, 18] preferowane są steki o zawartości tłuszczu w przedziale od 30 do 45%. Natomiast Keeton [38] stwierdza, że dla rekonstruowanego mięsa wieprzowego przedział ten zawiera się między 23—26% tłuszczu. Cross i wsp. [17] zaobserwowali, że w trakcie obróbki cieplnej bydlęcego mięsa rekonstruowanego rosną straty masy wraz ze wzrostem udziału tłuszczu w surowcu. Forrest i wsp. [24] stwierdzają, że tłuszcz śródmięśniowy odgrywa istotną rolę w procesie żucia, jest czynnikiem zmniejszającym tarcie i ułatwia połykanie kęsów żywności. Tezę tę potwierdzają pomiary siły cięcia oraz pomiary energii niszczącej, których wartości maleją ze wzrostem udziału tłuszczu w produkcie.

Na jakość wpływa także gatunkowe pochodzenie użytego mięsa. Najlepszy profil smakowo-zapachowy i soczystość mają kolejno: wyroby z mięsa bydlęcego, wieprzowego oraz indyczego. Najniżej oceniano rekonstruowane mięso owcze [6]. Położenie anatomiczne elementów wyrębowych, zróżnicowana ich jakość oraz proporcja mięsa uzyskanego z tych elementów były przedmiotem badań Crossa i wsp. [19]. Stwierdzili oni, że wszystkie oceny organoleptyczne oprócz soczystości były wyższe dla mięsa uzyskanego z tusz bydła młodego niż bydła dorosłego. Booren i wsp. [7] zaobserwowali, że steki uzyskane z antrykotu zawierały więcej metmioglobiny niż steki uzyskane z mięsa udźca. Można sądzić, że istotną rolę w nierównomiernym nagromadzeniu się metmioglobiny odegrała kwasowość czynna, zazwyczaj różna w obu elementach wyrębowych, wskutek odmiennej przyżyciowej aktywności ruchowej mięśni z tych partii tuszy.

Nie stwierdzono wpływu pochodzenia anatomicznego surowca na wartość TBA (kwasu triobarbiturowego), wielkość ubytków podczas obróbki termicznej, subiektywne oceny smakowości oraz soczystości. Rekonstruowane mięso pochodzące z przedniej części tuszy było mniej kruche, co znalazło również potwierdzenie w wynikach obiektywnej oceny tego wyróżnika za pomocą prasy Kramera. Peterson i wsp. [49] porównali właściwości fizykochemiczne oraz organoleptyczne rekonstruowanego, grubo rozdrobnionego mięsa pochodzącego z tusz buhajów oraz walców. Mięso rekonstruowane buhajów cechowała niższa kwasowość po upływie 24 h od uboju i było mniej podatne na zmiany oksydacyjne tłuszczów. Ponadto zaobserwowano wyższe ubytki masy w czasie pieczenia

oraz większe wartości siły cięcia w porównaniu z mięsem pochodzącym z walców. Nie zaobserwowano różnic kruchości, soczystości czy wyczuwalności tkanki łącznej w obu porównywanych grupach [49].

W literaturze fachowej brak jednoznacznej odpowiedzi na pytanie jakich zwierząt mięso najlepiej nadaje się do celów rekonstrukcji. Obszerne badania wykonane przez Parizka i wsp. [48] wykazały, że hamburgery uzyskane z mieszaniny surowców, zarówno mięsa wieprzowego jak i bydlęcego, nie ustępują kruchością i soczystości wyrobom sporządzonym wyłącznie z mięsa bydlęcego. Niżej oceniano pożądalność barwy steków o mieszanym składzie surowcowym. Po przekroczeniu 75% udziału mięsa wieprzowego w zestawie surowcowym barwę oceniano jako złą i dyskwalifikującą wyrób.

Wpływ rozdrabniania

Sposób i wielkość rozdrobnienia surowca odgrywają ważną rolę w kształtowaniu cech reologicznych i organoleptycznych mięsa rekonstruowanego.

Oprócz tradycyjnych metod rozdrabniania w wilku przez tarcze z otworami okrągłymi lub nerkowymi lub w kutrze [16, 31, 58] znane są trzy sposoby rozdrabniania surowca dla celów rekonstrukcji: płatkowanie (flaking), krojenie — dzielenie na bryły wielościenne (chunking, sectioning) oraz plasterkowanie (slicing).

Mięso płatkuje się w rozdrabniarce odśrodkowej. Długość i szerokość płatków uzależniona jest od konstrukcji głowicy rozdrabniającej [22, 23]. Płatkowanie surowca pozbawionego tkanki łącznej i odtłuszczonego może odbywać się także w odpowiednio przebudowanym wilku. Uzyskuje się wtedy płatki o grubości 2 mm, szerokości 20 mm i długości około 20 mm [51].

Wielkość rozdrobnienia wpływa na siłę związania kawałków mięsa oraz wielkość ubytków masy w czasie obróbki termicznej. Siła związania jest ściśle skorelowana z ilością białek miofibrylarnych a ubytki maleją wraz ze wzrostem siły związania [1, 13]. Durland i wsp. [21], którzy badali rekonstruowane mięso bydlęce uzyskane z płatków o długości boków 19, 13 oraz 6 mm stwierdzili, że przy zastosowaniu głowic płatkujących o szerszych szczelinach uzyskuje się duże, pogarszające wygląd wyrobu, kawałki tłuszczu na przekroju bloków. Aby uniknąć występowania tej wady należy w przypadku surowców zawierających większą ilość tłuszczu najpierw je wychłodzić do temperatury 0—2°C, po czym rozdrobnić za pomocą głowicy płatkującej posiadającej wąskie szczeliny. Surowce mięsne o małej zawartości tłuszczu powinno rozdrabniać się za

pomocą głowicy o szerokich szczelinach po uprzednim zamrożeniu lub temperyzacji mięsa do temperatury -4 lub -5°C [40, 53]. Dobre rezultaty można uzyskać poprzez łączenie partii surowca o różnej wielkości rozdrobnienia. Optymalny zestaw surowcowy tworzy mieszanina 50% średniorozdrobnionego oraz 50% drobnorozdrobnionego surowca [21]. Nie stwierdzono wpływu rozdrobnienia na oceny smakowitości oraz soczystości. Wraz ze wzrostem rozdrobnienia maleje kruchość oraz pogarszają się właściwości teksturalne steków rekonstruowanych — występuje wy-czuwalna w trakcie żucia gumowatość mięsa [16, 21].

Brak w literaturze jednoznacznych i zgodnych sądów, czy płatkowanie surowców mięsnych — w porównaniu z rozdrabnianiem w wilku — wpływa na tyle korzystnie na właściwości wyrobów z mięsa rekonstruowanego, by stosowanie rozdrabniarki odśrodkowej było ekonomicznie uzasadnione. Chesney i Mandigo [13] porównali steki rekonstruowane uzyskane z mięsa macior o temperaturze $32,2^{\circ}\text{C}$, $2,2^{\circ}\text{C}$ oraz $-5,6^{\circ}\text{C}$ płatkowanego w rozdrabniarce odśrodkowej przez szczeliny o szerokości 12,7 mm, 6,9 mm oraz 3 mm ze stekami rekonstruowanymi z mięsa rozdrobnionego w wilku przez tarcze o średnicy otworów 9,5 mm, 6,4 mm oraz 3,2 mm. Nie stwierdzono wpływu sposobu rozdrabniania na zdolność utrzymywania wody oraz ubytki w czasie pieczenia. W ocenie organoleptycznej lepszym okazał się bardziej zwarty produkt sporządzony z mięsa płatkowanego.

W badaniach Chesney'a i Mandigo [13] rozdrobnienie — w odróżnieniu od ustaleń innych autorów [1, 21] — nie wpłynęło na wodochłonność ani wartości siły cięcia. Po obróbce termicznej obserwowano mniejsze ubytki masy, gdy malało rozdrobnienie mięsa, co potwierdza obserwację Actona [1, 2]. Badacz ten wiąże spadek ilości wycieku cieplnego z rosnącą powierzchnią kawałków mięsa w stosunku do ich masy.

Hand i wsp. [31] porównali wieprzowinę rekonstruowaną uzyskaną z surowca rozdrabnianego w wilku oraz w rozdrabniarce odśrodkowej (szerokość szczeliny statora wynosiła 6,4 mm). Stwierdzili, że produkt z surowca rozdrabnianego w wilku przez przednóż trójnerkowy miał lepszą teksturę, bardziej przypominającą naturalny element mięsny a produkty uzyskane za pomocą rozdrabniarki odśrodkowej przypominały na przekroju gruborozdrobniony farsz wędlinowy. Obserwacje te nie są poparte żadnymi obiektywnymi pomiarami siły związania lub innych wyróżników reologicznych. Kontrowersyjne w świetle przytoczonych wcześniej informacji są również wyniki badań Randalla i Larmonda [54], którzy studiowali wpływ sposobu rozdrabniania na właściwości bydłowego mięsa rekonstruowanego. Stwierdzono brak istotnych różnic w wyglądzie, smakowitości między stekami uzyskanymi z surowca rozdrabnianego w wilku (stosowano tarcze z otworami o średnicy 6,4 mm) oraz rozdrab-

nianego w urządzeniu odśrodkowym (szerokość szczelin statora 6,4 mm). Rekonstruowane mięso wytwarzana za pomocą wilka było bardziej kruche, mniej gumowate, bardziej soczyste niż mięso rekonstruowane z surowca płatkowanego. Większą spoistość steków otrzymanych z zastosowaniem rozdrabniarki odśrodkowej wielu autorów przypisuje ekstrakcji znacznie większej ilości białek z płatków posiadających rozwiniętą powierzchnię [1, 4, 20].

Plasterkowanie jako metoda zmniejszenia wymiarów surowca przeznaczonego do rekonstrukcji było przedmiotem badań Noble'a i wsp. [45], Seidmana i wsp. [57] oraz Ockermana i Organisciaka [46]. Stwierdzono, że straty tłuszczu w trakcie obróbki cieplnej są większe w przypadku steków uzyskanych z cienkich plastrów surowca. Grubość plastrów surowca nie wpłynęła w zasadzie na ocenę organoleptyczną, chociaż Seidman i wsp. [57] zauważyli, że steki rekonstruowane uzyskane z grubszych plastrów posiadały gorszą teksturę oraz były mniej kruche. Rekonstruowane steki wytworzone z surowca plasterkowanego oceniono wyżej pod względem tekstury i smakowitości niż steki z nierozdrobnionego mięsa bydlęcego [45].

W badaniach porównawczych dotyczących trzech sposobów rozdrabniania surowca dla celów rekonstrukcji: plasterkowania, płatkowania oraz za pomocą wilka, Costello i wsp. [16] wykazali, że płatkowanie mięsa w temperaturze 2,2°C polepsza barwę, maskuje tłuszcz w stekach rekonstruowanych. Produkty z surowca rozdrabnianego w wilku i plasterkowanego oceniano niżej. Sposób rozdrabniania surowca nie wpłynął na wielkość ubytków masy w czasie pieczenia steków rekonstruowanych, zaobserwowano natomiast wyższe wartości siły cięcia, co świadczy o mniejszej kruchości plasterkowanego rekonstruowanego mięsa. Brak było różnic siły cięcia w przypadku steków płatkowanych w temperaturze -5°C , $-2,2^{\circ}\text{C}$ oraz $2,2^{\circ}\text{C}$.

Rola mieszania w procesie rekonstrukcji mięsa

Mieszanie uważane jest za jeden z podstawowych zabiegów technologicznych w procesie rekonstrukcji mięsa. Wyrównanie układu przestrzennego surowców stanowi jedną z funkcji mieszania w tym procesie. Ponadto ugniatanie surowca, jego plastyfikacja oraz masowanie powoduje pokrycie kawałków mięsa koloidalnym roztworem białek, przede wszystkim roztworem wyekstrahowanych białek miofibrylarnych [59]. Białka te po koagulacji cieplnej są odpowiedzialne w głównej mierze za związanie rozdrobnionego mięsa [55, 64, 65].

Solomon i Schmidt [62] donoszą, że istnieje liniowa zależność między

czasem mieszania a ilością wyekstrahowanej miozyny. Przedłużenie czasu mieszania rozdrobnionego mięsa powoduje wzrost związania [67] i zmniejszenie ubytków w czasie obróbki cieplnej [53]. Przypuszcza się, że dłuższy czas mieszania oraz obniżone ciśnienie w miazarce w sposób specyficzny sprzyjają ekstrakcji miozyny. Nadmierne nagromadzenie i postępująca agregacja aktomiozyny lub miozyny mogą spowodować jednak pogorszenie ich właściwości funkcjonalnych w rezultacie stopniowej denaturacji [62].

Czas mieszania wpływa na niektóre właściwości fizykochemiczne mięsa rekonstruowanego. Po 5—10 minutach mieszania uzyskuje się steki, które w trakcie obróbki termicznej tracą więcej wody, lecz mniej tłuszczu [22, 50]. Belchlavy i Mandigo [5] donoszą, że trwałość emulsji mięsno-tłuszczowej wzrasta oraz straty tłuszczu w wyniku obróbki termicznej są mniejsze, gdy czas mieszania przedłuży się do 26 min. Tak długi czas mieszania powoduje pogorszenie właściwości teksturalnych rekonstruowanego mięsa. Wspomniani autorzy stwierdzili ponadto, że zdolność utrzymywania wody przez masę mięsno-tłuszczową zmienia się w czasie mieszania przez 30 minut. Najniższe wartości zaobserwowano po 14 minutach mieszania.

Istnieją sprzeczne informacje dotyczące wpływu czasu mieszania surowców na właściwości reologiczne produktu rekonstruowanego. Według niektórych autorów [21, 33] czas mieszania przez 5, 10 oraz 15 minut nie wpływa na związanie oraz wielkość naprężeń i odkształceń podczas gdy inni autorzy [7, 8, 9, 67] stwierdzili, że istnieje odwrotnie proporcjonalna zależność między czasem mieszania a siłą cięcia oraz pracą niezbędną do rozerwania próby z rozdrobnionego i scalonego mięsa. W miarę przedłużania czasu mieszania rośnie związanie rekonstruowanego produktu. Wyniki oceny sensorycznej w badaniach Durlanda i wsp. [21] wskazują, że bydlęce mięso rekonstruowane po 15 minutach mieszania surowca jest mniej soczyste i kruche niż mięso rekonstruowane mieszane przez 10 i mniej minut. Natomiast Booren i wsp. [7] zaobserwowali liniowy wzrost kruchości, soczystości i smakowitości w miarę przedłużania czasu mieszania. Wyniki badań Durlanda i wsp. [21] znajdują potwierdzenie w pracach Noble'a i wsp. [45], którzy stwierdzili, że rekonstruowane steki z surowca po 20 minutach mieszania były mniej kruche, miały gorszą teksturę niż steki uzyskane z surowca mieszanego 10 i mniej minut. Wskazuje się na fakt, że przedłużanie czasu mieszania surowca powyżej 5 minut powoduje wyczuwalną organoleptycznie gumowatość mięsa rekonstruowanego. Obie grupy badaczy nie stwierdziły wpływu mieszania surowca do 15 minut na wielkość ubytków w czasie obróbki termicznej. Obserwacje te potwierdzają wyniki badań Boorena i wsp. [9], którzy istotne zmniejszenie wielkości ubytków zaobserwowali dopiero po 24 mi-

nutach mieszania. Subiektywna ocena wykazała, że wraz z przedłużeniem mieszania następuje pogorszenie barwy produktu, jednak nie znalazło to potwierdzenia w wynikach pomiarów zawartości metmioglobiny oraz jasności barwy [7]. Booren i wsp. [8] wykazali, że odpowietrzenie mieszanej masy surowcowej powoduje poprawę barwy. Wyniki oceny subiektywnej nie znalazły potwierdzenia w pomiarach zawartości metmioglobiny.

Usunięcie tlenu atmosferycznego z mieszanego bez dodatku chlorku sodowego mięsa może przyczynić się do zwiększenia trwałości rekonstruowanego mięsa bydlęcego; Booren i wsp. [9] zaobserwowali niższe wartości TBA po 90 dniach przechowywania w stanie zamrożonym tak wytworzonych steków.

W badaniach modelowych Solomon i Schmidt [64] wykazali, że odpowietrzenie farszu, jak również przedłużenie czasu mieszania oddziałują selektywnie na białko wyekstrahowane z mięsnych homogenatów: wzrasta ilość miozyny, natomiast w ekstrakcie ogólna ilość białka nie ulega zmianom.

Wiebe i Schmidt [64] badali wpływ próżniowego mieszania rozdrobionego bydlęcego mięsa na ubytek masy w czasie obróbki termicznej oraz związanie rekonstruowanych pieczeni. Nie stwierdzili wpływu napowietrzania surowca w miazarce na obiektywne sprawdziany związania produktu — granicę plastyczności mierzona kompresometrycznie. Inni autorzy [7, 8, 9] również nie odnotowali poprawy związania mięsa rekonstruowanego, którego miarą była adhezja mierzona metodą ekstensometryczną, w wyniku odpowietrzenia surowca mieszanego w miazarce. Booren i wsp. [7] uważają, że próżnia likwiduje pęcherzyki powietrza w mieszanej masie mięsno-tłuszczowej oraz powoduje zagęszczenie węzłów przestrzennego usieciowania stworzonego przez białka miofibrylarne. Dla poparcia tej tezy przytaczają jedynie wyniki subiektywnej oceny sensorycznej. Badania elektroforetyczne koloidów białkowych zebranych z powierzchni poszczególnych kawałków mieszanego pod zmniejszonym i pod normalnym ciśnieniem surowca wykazały, że odpowietrzenie farszu nie oddziałuje selektywnie na białka miofibrylarne. Jedynie ilość troponiny T była mniejsza w produkcie pochodzącym z procesu próżniowego [8], lecz białko to nie oddgrywa istotnej roli w wiązaniu rozdrobionego mięsa [25, 26, 27].

Wpływ chemicznych dodatków

W trakcie pierwszych minut mieszania w procesie produkcyjnym dodaje się chlorek sodowy albo wielofosforany. Dodatek soli poprawia właści-

ciwości smakowe mięsa rekonstruowanego [47], hamuje rozwój mikroflory i aktywność enzymów proteolitycznych [52]. Zasadnicza jednak rola soli w procesie rekonstrukcji sprowadza się do zwiększenia siły jonowej środowiska co prowadzi do wzmożonej ekstrakcji białek miofibrylarnych. Sól sprzyja pęcznieniu białek, co wywołuje podwyższenie lepkości, granicy płynięcia oraz wodochłonności mięsnych homogenatów [61]. W efekcie białka posiadają zwiększoną zdolność emulgowania tłuszczów.

Działanie wielofosforanów na dyspersję tłuszczu jest podobne do wpływu chlorku sodowego [25, 27, 28, 32, 43, 50, 52]. Wielofosforanom podobnie jak ATP przypisuje się rolę czynnika dysocjującego aktomiozyny [32]. Sprzyja to zwiększeniu ilości wody wiązanej przez mięso.

Huffman i wsp. [35] stwierdzili, że oceniana subiektywnie barwa surowych steków z rekonstruowanego mięsa bydlęcego była lepsza gdy zawierały one chlorek sodowy i wielofosforany. Podobne wyniki uzyskano w przypadku wyrównania barwy. Ponadto stwierdzono, że wydajność steków po obróbce cieplnej była najwyższa gdy zawierały one tylko chlorek sodowy, niższa gdy w trakcie mieszania surowców dodano kombinację chlorku sodowego i trójfosforanów i najniższa w stekach kontrolnych. Moore i wsp. [43] donoszą, że najwyższą wydajność po obróbce cieplnej miało mięso rekonstruowane w blokach, gdy dodatek chlorku sodowego wynosił 2 lub 3% w kombinacji z 0,25% trójfosforanów. Dodatek chlorku sodowego i trójfosforanów korzystnie wpływa na smakowość, soczystość i spoistość produktu [35]. Liczni autorzy wykazali, że dodatek chlorku sodowego od 1 do 2—3% w rekonstruowanym mięsie zwiększa jego związanie po obróbce cieplnej, zarówno w obecności jak i przy braku trójfosforanów [36, 44, 53]. Podwyższenie granicy plastyczności w mięsie rekonstruowanym Siegel i wsp. [60] wiążą z zaobserwowanym liniowym wzrostem zdolności wiążących miozyny w miarę zwiększania ilości dodanego do zestawu surowcowego chlorku sodowego oraz fosforanów.

Chlorek sodowy w mięsie rekonstruowanym może w różny sposób oddziaływać na jakość. Szereg autorów wykazało, że powoduje on pogorszenie właściwości organoleptycznych wyrobów przechowywanych w stanie zamrożonym [31, 35, 43]. Jako główną przyczynę pogorszenia jakości podaje się zwiększoną podatność tłuszczu na jęczenie oksydacyjne w obecności chlorku sodowego. Optymalny przedział zawartości chlorku sodowego zalecany dla rekonstruowanego mięsa wieprzowego przeznaczonego do dłuższego przechowywania według niektórych autorów mieści się w przedziale od 0,5 do 1% [35, 56], według innych autorów dodatek NaCl nie powinien przekraczać 0,75% [41]. Marriott i wsp. [42] twierdzą, że zarówno 1 jak i 2% dodatku NaCl w kombinacji z 0,25% trójfosforanu sodowego powoduje pogorszenie smaku i barwy rekonstruowanych ste-

ków z mięsa bydła przechowywanych w temperaturze -20°C przez 56 dni. Odmienne wyniki dotyczące wpływu chlorku sodowego i trójfosforanów na rekonstruowane mięso wieprzowe przechowywane w stanie zamrożonym uzyskali Schwartz i Mandigo [56]. Według tych autorów NaCl działa synergistycznie w obecności trójfosforanu sodowego i powstrzymuje jęczenie oksydacyjne.

Istotne znaczenie w kształtowaniu się dynamiki zmian oksydacyjnych frakcji lipidowej tkanek zwierzęcych ma stężenie chlorku sodowego oraz aktywność wodna układu białko—woda—tłuszcz. Wyniki badań przeprowadzonych w IPMiT, gdzie chlorek sodowy m.in. w postaci krystalicznej i lód łuskowy dodawano w ilości odpowiednio 1% oraz 15% w stosunku do masy wsadu mięsnego wydają się potwierdzać negatywną rolę NaCl w kształtowaniu jakości sensorycznej, szczególnie po dłuższym okresie składowania w stanie zamrożonym rekonstruowanych wyrobów [67]. Hamujący wpływ na oksydacyjne właściwości NaCl zaobserwowali niektórzy autorzy przy wyższych wartościach pH mięsa [37, 67]. Większość autorów jest zgodna, co do niekorzystnego wpływu chlorku sodowego na przechowalnicze zmiany barwy mięsa rekonstruowanego [29, 30, 34, 41, 67]. Chlorek sodowy przyspiesza utlenianie mioglobiny, zarówno w obecności jak i przy braku tłuszczu [15].

Ustawodawstwo niektórych krajów dopuszcza stosowanie dodatku przeciwutleniaczy do mięsa kulinarnego. Chastain i wsp. [12] wykazali, że dodatek 0,02% butylowanego hydroksyanizolu (BHA) oraz 4-butylo hydrochinonu (TBHO) do rekonstruowanego mięsa przechowywanego w temperaturze -10°C przez 20 tygodni zwiększa trwałość oraz poprawia barwę produktu.

Formowanie mięsa rekonstruowanego

Kolejnym etapem produkcyjnym jest wstępne uformowanie bloków lub ostateczne ukształtowanie docelowej formy rekonstruowanych stejków lub większych elementów. Operacje zamrażania i temperyzacji mają na celu przygotowanie wstępnie uformowanych bloków do prasowania i podzielenia ich na porcje o jednakowych wymiarach i masie.

Wpływ prasowania na właściwości mięsa rekonstruowanego nie jest w pełni wyjaśniony. Stwierdzono, że wysokie ciśnienie powoduje zwiększenie rozpuszczalności białek mięśniowych. Zjawisku temu towarzyszy zmiana konfiguracji przestrzennej filamentów miozyny w wyniku oddziaływania ciśnienia rzędu 75 MPa [63]. W rezultacie działania ciśnienia następuje silniejsze związanie rekonstruowanej masy bez udziału chlorku sodowego [39]. Powyższe badania przeprowadzono z wykorzystaniem mię-

sa bydlęcego, a zakres stosowanych ciśnień wynosił 50, 100 i 150 MPa, czas prasowania wynosił 2,5 i 20 min. Dużo niższe ciśnienia, w granicach od 1,4 oraz 4,1 i 6,9 MPa, zastosowali Costello i wsp. [16], którzy badali wpływ 5 min. prasowania na właściwości organoleptyczne, reologiczne rekonstruowanego mięsa pochodzącego z udźca młodego bydła klasy Choice i Good. Nie stwierdzono wpływu tej operacji na żaden z badanych wyróżników, w związku z czym autorzy sugerują stosowanie niższych ciśnień w praktyce produkcyjnej. Rezultaty te znajdują potwierdzenie w wynikach badań przeprowadzonych w IPMiT. Umożliwiło to skrócenie czasu prasowania pod ciśnieniem 2,9 MPa do kilkunastu sekund [67].

*

Podsumowując powyższy przegląd można stwierdzić, że wysiłek licznych zespołów badawczych w okresie minionych kilkunastu lat pozwolił znacznie poszerzyć zasób wiedzy o nowej technologii i o mięsie w ogóle. Konfrontacja wyników badań dotyczących skuteczności poszczególnych zabiegów technologicznych i ich ekonomicznej zasadności nie zawsze pozwalała na jednoznaczne wnioskowanie, co należy przypisać odmiennym warunkom doświadczeń, różnym środkom technicznym itp. Celowe są zatem dalsze badania w tej dziedzinie.

Na pełny sukces marketingowy w warunkach zrównoważonego rynku wyroby z mięsa rekonstruowanego mogą liczyć dopiero wtedy, gdy nie będą ustępować atrakcyjnością sensoryczną tradycyjnym handlowym elementom kulinarnym. Jednocześnie muszą one górować nad nimi dyspozycyjnością — na co składa się łatwość przygotowania, wielkość i standardowość porcji, trwałość itp., przy wyraźnie niższej cenie. Wszelkie wysiłki i nakłady poniesione na rozwój i rozpowszechnienie tej technologii mogą spłacić się bardzo szybko i stwarzają szanse na choćby częściowe zaspokojenie potrzeb konsumpcyjnych grup społecznych o niskich dochodach. Potwierdzeniem tego są efekty ekonomiczne wdrożenia technologii i linii produkcyjnej wyrobów z mięsa rekonstruowanego w OPPM w Poznaniu oraz znaczny popyt na te wyroby w placówkach handlu detalicznego, mimo że sprzedaż odbywa się w systemie reglamentacji. Łączny zysk za 1986 r. wyniósł 12 mln zł przy dziennej produkcji ok. 1 tony mięsa rekonstruowanego, co równoważy nakłady poniesione na wdrożenie oraz prace badawcze.

LITERATURA

1. Acton J.C.: *J. Food Sci.* 37, 1, 240, 1972a.
2. Acton J.C.: *J. Food Sci.* 37, 1, 244, 1972b.
3. Anderson R.H., Lind K.D.: *Food Technol.* 29, 2, 44, 1975.
4. Ashton C.F.: *Quick Frozen Foods Inter.* 14, 4, 96, 1971.
5. Belohlavy A.G., Mandigo R.W.: *J. Anim. Sci (Abstract)*, 39, 166, 1974.
6. Bernard C.P., Menderhali V.T.: *J. Food Sci.* 46, 4, 1624, 1981.
7. Booren A.M. i in.: *J. Food Sci.* 46, 5, 1665, 1981.
8. Booren A.M. i in.: *J. Food Sci.* 46, 5, 1673, 1981.
9. Booren A.M. i in.: *J. Food Sci.* 46, 5, 1678, 1981.
10. Carpenter Z.L., King G.T.: *Proc. European Meat Res. Workers.* 15, 84, 1969.
11. Chang I., Watts B.M.: *Food Res.* 15, 313, 1950.
12. Chastain M.F. i in.: *J. Food Sci.* 47, 6, 1779, 1982.
13. Chesney M. S., Mandigo R.W.: *J. Anim. Sci* 35, 1095, 1973.
14. Cole J.W., Ramsey C.D., Odom L.D.: *Tenn. Farm and Home Service.* 35, 5, 1960.
15. Coleman H.M.: *Food Res.* 231, 1951.
16. Costello W.J. i in.: *J. Food Protect.* 44, 425, 1981.
17. Cross H.R. i in.: *J. Food Sci.* 41, 1, 9, 1976.
18. Cross H. R., Stanfield M.S.: *J. Food Sci.* 41, 4, 1254, 1976.
19. Cross H.R., Berry B. W., Wells L.H.: *J. Food Sci.* 45, 3, 791, 1980.
20. Durland P.R. i in.: *J. Food Protect.* 44, 1981.
21. Durland P.R. i in.: *J. Food Protect.* 45, 127, 1982.
22. Fenters W., Ziemba V.: *Food Eng.* 43, 64, 1971.
23. Ferren R.: *Bull.* 691. Urschel Lab., Inc. Valparaiso, Indiana, 1972.
24. Forrest J.D. i in.: *Principles of meat science.* W.H. Freeman and Co., San Francisco, California, 1975.
25. Fukazawa T., Hashimoto Y., Yasui T.: *J. Food Sci.* 26, 3, 541, 1961.
26. Fukazawa T., Hashimoto Y., Yasui T.: *J. Food Sci.* 26, 2, 331, 1961.
27. Fukazawa T., Hashimoto Y., Yasui T.: *J. Food Sci.* 26, 3, 550, 1961.
28. Furomoto E.J., Stadelman W.J.: *J. Food Sci.* 45, 4, 1062, 1980.
29. Govindarajan S., Hultin H.O., Kotula A.W.: *J. Food Sci.* 42, 2, 571, 1977.
30. Greene B.E.: *J. Food Sci.* 34, 110, 1969.
31. Hand L.W., Terrel R.N., Smith G.C.: *J. Food Sci.* 47, 6, 1771, 1982.
32. Hamm R.: *Biochemistry of meat hydration.* In *Adv. Food Res.* 10, 135, 1960.
33. Huffman D.L., Powell W.E.: *Food Technol.* 24, 1418, 1970.
34. Huffman D.L., Cordray J.C.: *J. Food Sci.* 44, 5, 1564, 1979.
35. Huffman D.L. i in.: *J. Food Sci.* 46, 1, 34, 1981.
36. Irmiter T.F., Aldrich P.J., Funk K.: *Food Technol.* 21, 3, 779, 1967.
37. Judge M.D., Aberle E.D.: *J. Food Sci.* 45, 6, 1736, 1983.
38. Keeton J.T.: *J. Food Sci.* 48, 3, 878, 1983.
39. Macfarlane J.J. i in.: *Meat Sci.* 10, 307, 1984.
40. Mandigo R.W.: *Proc. Meat Ind. Res. Conf. AMSA, Amer. Meat Inst. Foudn., Arlington, Virginia,* 45, 1975.
41. Mandigo R.W.: *Proc. National Beef Grading Conf. Ames., Iowa pp.* 44—50, 1981.
42. Marriot N.G. i in.: *J. Anim. Sci.* 59, suppl., 1, 232, 1984.
43. Moore S.L.: *J. Food Sci.* 41, 2, 424, 1976.

44. Neer K.L., Mandigo R.W.: *J. Food Sci.* 42, 3, 738, 1977.
45. Noble B.J. i in.: *South Dakota Agr. Exp. Sta. Beookings. S.D. (maszynopis)*, 1982.
46. Ockerman H.W., Organisciak C.S.: *J. Food Prot.* 42, 126, 1979.
47. Olson D.G., Terrell R.N.: *Proc. Meat Ind. Res. Conf. Am. Meat Inst., Arlington, VA*, p. 59, 1981.
48. Parizek E. A. i in.: *J. Food Sci.* 46, 3, 860, 1981.
49. Paterson V.C. i in.: *J. Anim. Sci.* 59, Suppl. 1, 230, 1984.
50. Pepper F.H., Schmidt G.R.: *J. Food Sci.* 40, 1, 1975.
51. Pezacki W.: *Gosp. Mięsna* 6, 1, 1973.
52. Pezacki W.: *Przetwarzanie jadalnych surowców rzeźnych*. PWN, Warszawa, 1984.
53. Popenhagen G.R. i in.: *J. Anim. Sci. (Abstract)* 37, 269, 1973.
54. Randall C.J., Larmond E.: *J. Food Sci.* 42, 2, 728, 1977.
55. Schnell P.G., Vadehra D.V., Baker R.C.: *Can. Inst. Food Technol. J.* 3, 2, 4, 1970.
56. Schwartz W.C., Mandigo R.W.: *J. Food Sci.* 41, 6, 1266, 1976.
57. Seideman S.C., Quenzer U.M., Durland P.R., Costello W.J.: *J. Food Sci.* 47, 3, 1008, 1982.
58. Seideman S.C., Durland P.R.: *The Int. Symp. on Meat Sci. and Technol., Loncoln, Nebraska*, 11, 119, 1982.
59. Siegel D.G. i in.: *J. Food Sci.* 43, 331, 1978.
60. Siegel D.G., Schmidt G.R.: *J. Food Sci.* 44, 1686, 1979.
61. Sikorski Z., Olley J., Kostuch S.: *Crit. Rev. Food Sci.* 8, 97, 1976.
62. Solomon L.W., Schmidt G.R.: *J. Food Sci.* 45, 283, 1980.
63. Suzuki T., Macfarlane J.J.: *Meat Sci.* 11, 263, 1984.
64. Theno D.M., Siegel D.G., Schmidt G.R.: *J. Food Sci.* 43, 4, 483, 1978.
65. Theno D.M., Siegel D.G., Schmidt G.R.: *J. Food Sci.* 43, 4, 493, 1978.
66. Wiebe W.R., Schmidt G.R.: *J. Food Sci.* 47, 2, 386, 1982.
67. Wójciak J.: *Praca doktorska*, AR Poznań, 1986.
68. Wójciak J.: *Gosp. Mięsna* 3, 10, 1986.
69. Wójciak J., Grabarek B.: *Patent PRL nr 136, 467*, 1983.

Materiały nadesłano do redakcji w marcu 1987 r.