

ZMIANY KONSYSTENCJI SZYNEK SUROWYCH DOJRZEWAJĄCYCH
W CZASIE PROCESU PRODUKCJI NA PRZYKŁADZIE
SZYNEK Z WYBRANYCH POLSKICH RAS

Michał Olkiewicz

Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa
e-mail: mol@ipmt.waw.pl

Streszczenie. Badano proces tworzenia się skoncentrowanej struktury szynek surowych i przemiany ich konsystencji z luźnej charakterystycznej dla mięsa świeżego do konsystencji dojrzałych szynek surowych na przykładzie szynek dwóch polskich ras: puławskiej i złotnickiej. Szynki produkowano metodą peklowania „na sucho”. Oznaczano zawartość wody, białka ogólnego i wyliczano liczbę Federa (W/B). Konsystencję szynek surowych dojrzewających badano zmodyfikowaną metodą CASRA. Proces produkcji szynek surowych dojrzewających do osiągnięcia wydajności produkcyjnej 75% dla szynek pochodzących z rasy puławskiej trwał 52 doby, przy spadku liczby Federa z poziomu 3,5 do poziomu 1,9, a dla szynek pochodzących z rasy złotnickiej trwał 59 dób, przy spadku liczby Federa z poziomu 3,6 do poziomu 2,0. Wraz z rosnącym odwodnieniem tkanki mięśniowej wyrażonym malejącą liczbą Federa typowa dla świeżego surowego mięsa luźna konsystencja zmieniała się w stężoną, charakterystyczną dla ciała stałego. Wyróżnik charakteryzujący odkształcenie przy najmniejszym stresie – D_{min} malał od poziomu 40-45% dla mięsa surowego do poziomu 8-10% dla gotowych szynek. Wraz z obniżaniem się wartości liczby Federa wzrastał dwukrotnie parametr plastyczności (P). Jednocześnie dwukrotnie malały: elastyczność (E) i płynność (F). Badania reologiczne potwierdziły występowanie zjawiska koncentracji struktury i konsystencji szynek w czasie do stanu podobnego do stanu *rigor*.

Słowa kluczowe: konsystencja szynek surowo dojrzewających, liczba Federa, reologia

WSTĘP

Badanie zmian w procesie technologicznym konsystencji szynek surowych dojrzewających napotykało przeszkodę metodologiczną, gdyż brak było uniwersalnej metody dobrze różnicującej zarówno właściwości surowego mięsa o luźnej strukturze jak i gotowego produktu o specyficznej, skoncentrowanej strukturze podobnej do mięsa w stanie *rigor*. Dlatego też w dostępnej literaturze niewiele

można znaleźć informacji o wykształcaniu się tekstury szynek surowych dojrzewających w czasie nasalania, wstępnego dojrzewania oraz po dojrzewaniu końcowym.

Badania w tym zakresie prowadzone w Instytucie w latach 1997-2004 (Tyszkiewicz i in. 1997, Tyszkiewicz i in. 1998, Tyszkiewicz i in. 2000) pozwoliły na zaadaptowanie reologicznej metody CASRA (Tyszkiewicz i in. 2004) do badania szynek surowych dojrzewających. Wprowadzone modyfikacje pozwoliły na badanie mięsa zarówno surowego jakim jest szynka surowa w początkowym okresie procesu produkcji jak i mięsa, którego konsystencja pod wpływem procesu technologicznego (odwadnianie i dojrzewanie) przechodzi przemianę w strukturę silnie skoncentrowaną.

Początkowym etapem w produkcji szynek surowych dojrzewających jest ich nasalanie przez nałożenie mieszaniny chlorku sodu ze związkami peklującymi: azotynem i azotanem sodu oraz z glukozą i kulturą startową na niepokryte tkanką tłuszczową okrywy słoninowej mięśnie szynkowe. Podczas nasalania trwającego najczęściej od 2 do 4 tygodni, składniki mieszanki powoli dyfundują z powierzchni w głąb tkanki mięśniowej, przy równoczesnym przemieszczaniu się wody w odwrotnym kierunku z warstw głębszych na zewnątrz. Wykształcają się: barwa, smak i zapach oraz tekstura charakterystyczne dla produktu surowo dojrzewającego. Tempo dyfuzji jonów soli i wody zależy od stężenia chlorku sodu i substancji peklujących, temperatury i czasu trwania procesu oraz czynników wewnętrznych takich jak: skład morfologiczny i chemiczny oraz stan biochemiczny mięśni (Lautenschlager 1995 i 1996, Ockerman i Kwiatek 1985 i 1985a, Palmia i Bolla 1991, Tyszkiewicz i Kłossowska 1998). Wzrost stężenia soli w mięsie powoduje zmiany składu chemicznego i struktury tkanki mięśniowej, stanu fizykochemicznego białek i przepuszczalności błon komórkowych i spowalnia proces dyfuzji (Cierach i in. 1996, Fox 1980, Patterson i in. 1988, Palmia i Bolla 1991).

W efekcie przebiegu skomplikowanych procesów, wymienionych wyżej, zmianie ulega konsystencja szynek surowych dojrzewających. Z ciała o luźnej, plastycznej konsystencji staje się ciałem o konsystencji coraz bardziej stężonej, sprężystej i charakterystycznej dla ciała stałego (Tyszkiewicz i Olkiewicz 1998, Tyszkiewicz i in. 2000).

Przedmiotem podjętych badań było prześledzenie procesu tworzenia się skoncentrowanej struktury szynek surowych i przemiany ich konsystencji z luźnej charakterystycznej dla mięsa świeżego do konsystencji dojrzałych szynek surowych dojrzewających na przykładzie szynek pochodzących od dwóch polskich ras: puławskiej i złotnickiej. Szynki zostały poddane pełnemu procesowi technologicznemu obejmującego peklowanie „na sucho”, dojrzewanie wstępne i dojrzewanie końcowe, aż do otrzymania gotowego produktu.

MATERIAŁ BADAWCZY

Wyprodukowano dwie grupy szynek surowych dojrzewających, po 10 sztuk w każdej grupie, pochodzące z tradycyjnych polskich ras: rasy złotnickiej pstrej i rasy puławskiej.

Produkcja szynek prowadzona była tradycyjną metodą peklowania „na sucho” z dodatkiem kultur startowych. Do produkcji wyselekcjonowano surowiec dobrze wychłodzony, o wartości pH_{48} 5,6-5,8 i przewodności elektrycznej PE 6,0-10,0 $\text{mS}\cdot\text{cm}^2$, odkostniony, bez przekrwień i zacięć. Z pobranego surowca „wykrojono” szynki bez kości typu westfalskiego, pozbawione mięśnia czterogłowego (*m. quadriceps femoris*), golonki i złogów tłuszczu wewnętrznego, z pozostawionymi mięśniami: półbłoniastym (*m. semimembranosus*), półścięgnistym (*m. semitendinosus*) w układzie anatomicznym oraz mięśniami: dwugłowym (*m. biceps femoris*) i pośladkowym (*m. gluteus*). Całość przycinano do kształtu prostokąta.

Proces produkcyjny, składający się z następujących etapów: solenia wstępnego, peklowania, dojrzewania i suszenia, wędzenia i dojrzewania końcowego (Tyszkiewicz, Olkiewicz, Kłossowska 2004) prowadzono do uzyskania wydajności szynek ok. 75% (ok. 8 tygodni). Próby do badań pobierano w 0, 7, 13, 23, 35, 44, 52 i 59 dobie produkcji.

METODYKA

W wyznaczonej dobie procesu produkcyjnego w szynkach surowych dojrzewających określano średnią masę szynki i wydajność produkcyjną osiągniętą w dniu pobierania prób, a następnie wykonywano następujące oznaczenia:

- zawartości wody (W) – met. suszarkową wg PN-ISO 1442:2000,
- zawartości białka ogólnego (B) – met. Kjeldahla wg PN 75/A-04018, a następnie wyliczano:
- liczbę Federa – stosunek zawartości wody (W) do zawartości białka ogólnego (B).

Do badania wykształcania się konsystencji i tekstury szynki surowych dojrzewających w procesie produkcji zastosowano zmodyfikowaną instrumentalną metodę CASRA – Continuously Alternating Stress–Relaxation Analysis (Tyszkiewicz i in. 1997). Z otrzymanych reogramów wyznaczano następujące główne parametry reologiczne: plastyczność (P), elastyczność ϵ oraz płynność (F). Modyfikacja techniki pomiarowej oparta była na zastosowaniu specjalnego przyboru stabilizującego próbkę badanego mięsa oraz wyliczeniu z reogramów dwóch nowych dodatkowych parametrów opisujących odkształcenie próbki podczas testu, nazwanych: D_{min} (%) – odkształcenie przy minimalnym naprężeniu $\sigma_1 = 8,33 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$ i D_{plast} (%) – odkształcenie przy naprężeniu powodującym nieodwra-

calne uszkodzenie struktury (Tyszkiewicz and Olkiewicz 1998). Szczegółowe parametry testów reologicznych były następujące:

- penetracja przy użyciu prostokątnego trzpienia o płaskiej powierzchni roboczej 2 x 6 mm,
- powierzchnia przekroju trzpienia: $S = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$,
- prędkość przesuwu trawersy pomiędzy bitami: $120 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$, a w czasie trwania bitu: $2 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$;
- jednostkowa siła: $F_1 = 1 \text{ N}$;
- przyrost siły ΔF : 1 N;
- czas stresu i relaksacji – $t_0 = 15 \text{ s}$ każdy.

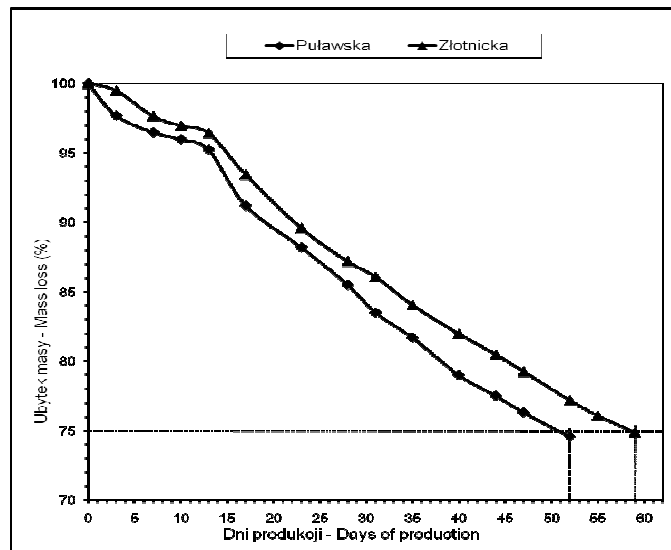
WYNIKI I DYSKUSJA

Jak podano we wstępie przedmiotem podjętych badań w niniejszej pracy było prześledzenie procesu tworzenia się skoncentrowanej struktury szynek surowych i przemiany ich konsystencji z luźnej charakterystycznej dla mięsa świeżego do konsystencji dojrzałych szynek surowych dojrzewających. Dlatego też skupiono się jedynie na problematyce koncentracji struktury w efekcie odwadniania białka pod wpływem działania soli, pomijając inne aspekty wpływające na końcową jakość szynek surowych dojrzewających.

Proces produkcji szynek surowych dojrzewających pochodzących z rasy puławskiej do osiągnięcia wydajności produkcyjnej 75% trwał 52 doby, a szynki pochodzących z rasy złotnickiej trwał 59 dób, co przedstawiono na rysunku 1. Szczegółowa analiza tempa ubytku masy szynki w czasie procesu technologicznego pozwoliła na stwierdzenie, że szybkość odwadniania obu grup szynki była wyraźnie zróżnicowana. Szynki pochodzące z surowca rasy złotnickiej, w porównaniu z szynkami z surowca rasy puławskiej, wolniej oddawały wodę, zarówno w początkowym okresie etapu solenia – do 10 doby, jak i w późniejszych etapach procesu technologicznego. W efekcie szynki z surowca rasy złotnickiej założoną wydajność produkcyjną 75% osiągnęły później w czasie o 7 dób dłuższym w porównaniu z szynkami z surowca rasy puławskiej.

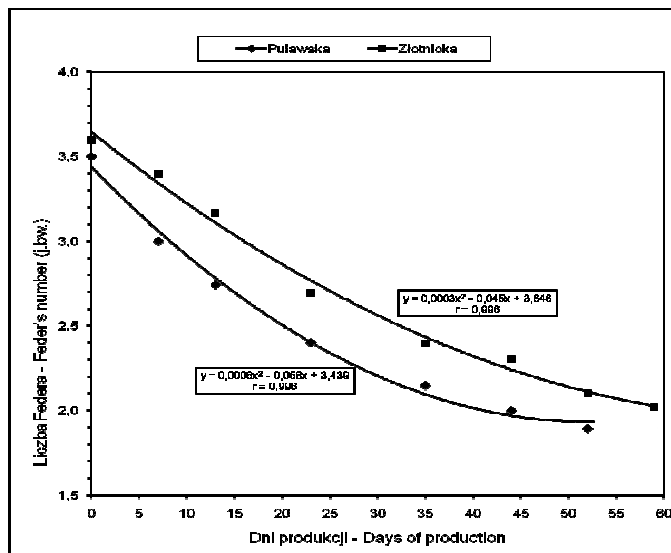
Miarą stopnia uwodnienia białka mięśniowego jest liczba Federa wyrażona stosunkiem zawartości wody (W) do zawartości białka w mięsie (B). Świeże surowe mięso szynkowe ma luźną konsystencję i charakteryzuje się wysoką liczbą Federa wynoszącą około 3,5. Wraz z rosnącym w czasie procesu technologicznego odwodnieniem tkanki mięśniowej połączonym z jednoczesnym wzrostem zawartości białka, wartość liczby Federa maleje. W warunkach prowadzonego doświadczenia liczba Federa dla szynki z surowca rasy puławskiej obniżyła się z poziomu 3,5 do poziomu 1,9, a dla szynki z surowca rasy złotnickiej obniżyła się z poziomu 3,6 do poziomu 2,0. W tym czasie konsystencja szynki zmieniała się

coraz bardziej w strukturę stężoną, charakterystyczną dla ciała stałego. Wykres zmiany liczby Federa w czasie dla obu grup szynek przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 1. Czas produkcji do osiągnięcia wydajności produktu 75%

Fig. 1. Time of production till attainment of 75% production yield



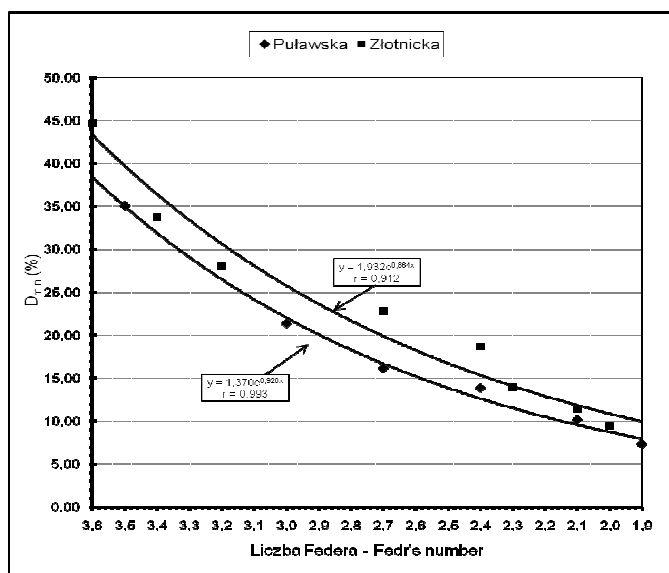
Rys. 2. Zmiany liczby Federa w czasie procesu produkcji szynek surowych dojrzewających

Fig. 2. Changes of Feder's number during the time of production process of dry cured hams

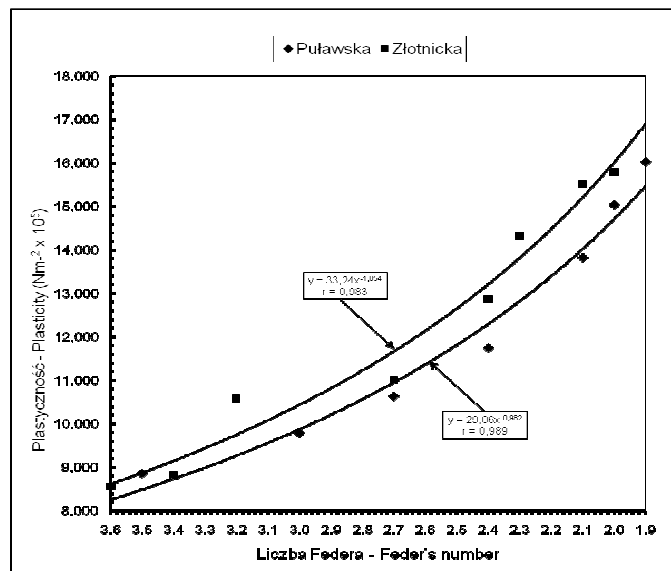
Przedstawione wyżej zmiany konsystencji z luźnej, charakterystycznej dla mięsa surowego, w stężoną, charakterystyczną dla ciała stałego i podobną do konsystencji mięsa poddanego obróbce termicznej, w przypadku szynki surowych osiągnięto stosując jedynie technikę wymuszonej dyfuzji: solanki do wnętrza szynki i wody na zewnątrz. Podczas etapu nasalania szynki trwającego 4 tygodnie składniki mieszanki peklującej powoli dyfundowały z powierzchni w głąb tkanki mięśniowej, przy równoczesnym przemieszczaniu się wody w odwrotnym kierunku z warstw głębszych na zewnątrz.

Potwierdzeniem zachodzących korzystnych zmian konsystencji były, prowadzone w trakcie trwania eksperymentu w określonych terminach, badania reologiczne zmodyfikowaną metodą CASRA. Relacje wybranych parametrów reologicznych z liczbą Federa, zależnej, jak przedstawiono wyżej, od czasu trwania procesu technologicznego, przedstawiono odpowiednio na rysunkach 3, 4, 5 i 6.

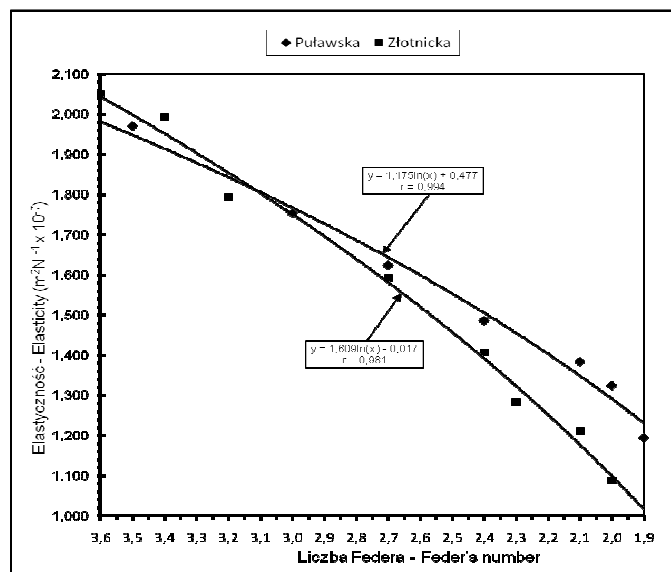
Wyróżnik charakteryzujący odkształcenie przy najmniejszym stresie – D_{min} (rys. 3) mała dla szynki z surowca rasy puławskiej i złotnickiej odpowiednio z poziomu 38 % i 44 % (szynki surowe) do poziomu 8 % i 10 % (szynki po osiągnięciu założonej wydajności 75 %). Na rysunku 3 przedstawiono równania opisujące zależność parametru D_{min} od liczby Federa. Wyliczone współczynniki korelacji dla prób obu badanych szynki surowych dojrzewających wskazują, że wyróżniki te były ze sobą skorelowane w stopniu bardzo wysoko istotnym.



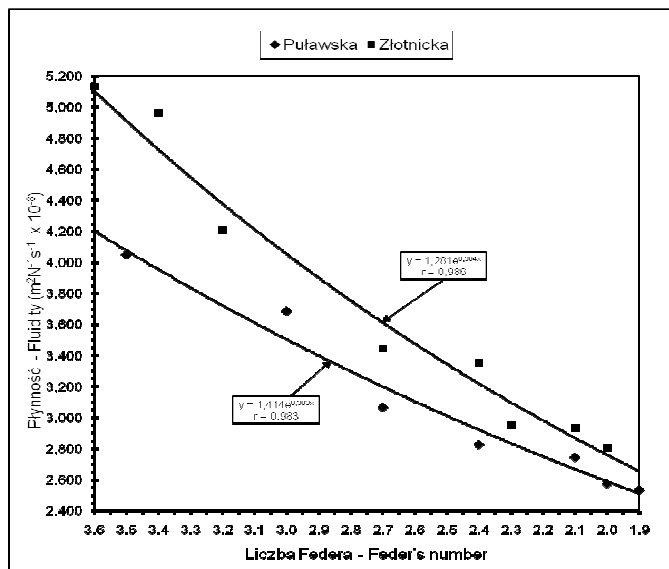
Rys. 3. Korelacja między odkształceniem przy minimalnym naprężeniu D_{min} a liczbą Federa
Fig. 3. Correlation between parameter D_{min} and Feder's number



Rys. 4. Korelacja pomiędzy plastycznością (P) a liczbą Federa
 Fig. 4. Correlation between plasticity (P) and Feder's number



Rys. 5. Korelacja pomiędzy elastycznością (E) a liczbą Federa
 Fig. 5. Correlations between elasticity (E) and Feder's number



Rys. 6. Korelacja pomiędzy płynnością (F) a liczbą Federa
Fig. 6. Relationship between fluidity (F) and Feder's number

Równolegle ze zmianami parametru D_{min} następowały zmiany głównych parametrów reologicznych potwierdzające widoczne gołym okiem korzystne zmiany konsystencji badanych szynek. Wraz z obniżaniem się wartości liczby Federa wzrastała wartość parametru plastyczności (P) osiągając w gotowym produkcie wartość dwukrotnie wyższą od początkowej. Wzrostowi parametru plastyczności (P) towarzyszyło jednoczesne dwukrotne zmniejszanie się wartości parametrów elastyczności (E) i płynności (F). Powyższe zależności przedstawiono na rysunkach 4-6, na których również naniesiono wyliczone równania i współczynniki korelacji zależności tych parametrów od liczby Federa. Współczynniki korelacji bliskie jednoświ wskazują na bardzo wysoko istotne zależności pomiędzy badanymi parametrami reologicznymi (P , E , F) a liczbą Federa.

WNIOSKI

1. Proces produkcji szynek surowych dojrzewających do osiągnięcia wydajności produkcyjnej 75% dla szynek pochodzących z rasy puławskiej trwał 52 doby przy spadku liczby Federa z poziomu 3,5 do poziomu 1,9, a dla szynek pochodzących z rasy złotnickiej trwał 59 dób przy spadku liczby Federa z poziomu 3,6 do poziomu 2,0.

2. Wraz z rosnącym odwodnieniem tkanki mięśniowej w efekcie wymuszonej dyfuzji solanki do wnętrza szynki i dyfuzji wody na zewnątrz, wyrażonym malejącą liczbą Federa, typowa dla świeżego surowego mięsa luźna konsystencja zmieniała się w stężoną, charakterystyczną dla ciała stałego i podobną do konsystencji mięsa poddanego obróbce termicznej.

3. Wyróżnik charakteryzujący odkształcenie przy najmniejszym stresie – D_{\min} malał od poziomu 40-45% dla mięsa surowego do poziomu 8-10% dla gotowych szynek.

4. Wraz z obniżaniem się wartości liczby Federa wzrastał dwukrotnie parametr plastyczności (P), a równolegle malały, również dwukrotnie, elastyczność (E) i płynność (F), co potwierdzało występowanie zjawiska koncentracji struktury w czasie i przemiany luźnej konsystencji szynki do stanu podobnego do stanu *rigor*.

PIŚMIENNICTWO

- Cierach M., Żywica R., Budny J., 1996. Zmiany właściwości fizycznych mięsa w czasie procesu peklowania. Zesz. Probl. Nauk. Roln., 430, 13-18.
- Fox J.B. Jr, 1980. Diffusion of chloride, nitrite and nitrate in beef and pork. J. Food Sci., 45 (6), 177.
- Lautenschlager R., 1995. Diffusion of sodium chloride and sodium nitrite in raw meat model system. Proceedings of 41st ICoMST, 2, 507.
- Lautenschlager R., 1996. Das Pokeln von rohen Fliescherzeugnissen. 1. Diffusionsverhalten der Salze. Fleischwirtsch., 76 (4), 40.
- Ockerman H.W., Kwiatek K., 1985. Distribution and rate of migration of curing ingredients (nitrite, salt, glucose) in pork tissue as affected by electrical stimulation. J. Food Sci., 50 (2), 492.
- Ockerman H.W., Kwiatek K., 1985a. Effect of electrical stimulation and boning temperature on distribution and migration of curing ingredients (nitrite, salt, glucose) in pork tissue. J. Food Sci., 50 (4), 844.
- Palmia F., Bolla E., 1991. Salt diffusion in dry cured ham. Proceedings of 37th ICoMST, 2, 918.
- Paterson B.C., Parrish F.C., Jr, Stromer M.H., 1988. Effect of salt and pyrophosphate on physical and chemical properties of beef muscle. J. Food Sci., 53 (5), 1258.
- Tyszkiewicz S., Olkiewicz M., Daun H., 1997. Multiparametric method for the rheological evaluation of meat and other solid foods. Journal of Texture Studies, 28 337-348.
- Tyszkiewicz S., Kłossowska B., 1998. Penetration of salt and nitrite in the pilot process of curing and dehydration of dry cured ham. Proceedings of 44th ICoMST, Vol. II, C-76, 97.
- Tyszkiewicz S., Olkiewicz M., Kłossowska B., 1998. Changes of rheological characteristic raw pork meat caused by dehydration and salting. Methodological aspects - XXIX Sesję naukową Komitetu Technologii i Chemii Żywności PAN, Olsztyn 22-23.09.
- Tyszkiewicz S., Olkiewicz M., Kłossowska B., Moch P., 2000. Factors determining consistency in the dry-cured ham., Congress Proceedings of 46th ICoMST 2000, Vol. I, 270-271.
- Tyszkiewicz S., Olkiewicz M., Kłossowska B., 2004. The chosen factors shaping the consistency of dry-cured hams. Acta Agrophysica, 4(1), 211-220.

DEVELOPMENT OF CONSISTENCY IN DRY CURED HAMS DURING
THE TECHNOLOGICAL PROCESS AS STUDIED ON THE EXAMPLE
OF MEAT COMING FROM POLISH PIG BREEDS

Michał Olkiewicz

Meat and Fat Research Institute, Jubilerska 4, 04-190 Warszawa
e-mail: mol@ipmt.waw.pl

Abstract. The paper presents a study on the process of formation of concentrated structure of raw hams and its transformation from the loose consistency, characteristic of raw meat, to that of dry cured hams, on the example of hams coming from two Polish primitive pig breeds: Puławska and Złotnicka. They were subjected to dry curing, preliminary ripening and final ripening until ready dry cured hams were obtained. Test samples were collected on days 0, 7, 13, 23, 35, 44, 52 and 59 of manufacture, after the hams reached 75% yield. The determination of water and total protein content was performed with the aim to calculate Feder's number, being an index of muscular tissue rehydration. To study the development of texture in raw ripening hams during the manufacturing process, the modified CASRA method was applied. Manufacturing process of raw-ripening hams till obtaining the manufacturing level of 75% for hams coming from meat of the Puławska breed lasted for 52 days, with decrease of Feder's number from 3.5 to 1.9, and for hams derived from the Złotnicka breed it amounted to 59 days, with decline of Feder's number from 3.6 to 2.0. Together with increasing dewatering of muscular tissue, as expressed by decreased Feder's number (water content to total protein content ratio) and increased salt level, loose consistency, typical of fresh raw meat, was changing into concentrated one, characteristic of solid body. The index characterising deformation at the lowest stress, D_{min} , decreased from 40-45% in raw meat to the level of 8-10% in the final products. Together with the decrease of Feder's number, the plasticity parameter increased by ca 2.0, while elasticity and fluidity decreased about two-fold. That was an evidence of development of concentrated ham consistency.

Key words: consistency of dry cured hams, Feder's number, rheology