

ANETA ARCISZEWSKA, ANETA CEGIELKA

## WPLYW WIELKOŚCI DODATKU I CZASU DZIAŁANIA TRANSGLUTAMINAZY ORAZ STOPNIA ROZDROBNIENIA MIĘSA NA WŁAŚCIWOŚCI FARSZÓW DROBIOWYCH Z OBNIŻONĄ ZAWARTOŚCIĄ SOLI KUCHENNEJ

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wielkości dodatku transglutaminazy (0,2; 0,3%), czasu jej działania oraz stopnia rozdrobnienia mięsa (grubo, średnio i drobno rozdrobnione) na wybrane właściwości modelowych farszów z mięśni udowych kurcząt z obniżoną zawartością soli kuchennej (1,5%).

W farszach, przetrzymywanych w warunkach chłodniczych przez 30 min, 4 h, 24 h (czas działania enzymu), dokonywano pomiaru ilości wycieku po obróbce termicznej, tekstury oraz barwy metodą odbiciową.

Stwierdzono ograniczenie ubytków cieplnych wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia mięsa w farszach. Zwiększenie wielkości dodatku preparatu transglutaminazy oraz wydłużenie czasu działania enzymu powodowało wzrost ilości wycieku po obróbce termicznej przy równoczesnej poprawie tekstury farszów z mięśni udowych. Twardość farszów rosła wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia, niezależnie od czasu działania enzymu. Zwiększenie dodatku preparatu enzymu miało niekorzystny wpływ na barwę farszów modelowych.

**Słowa kluczowe:** transglutaminaza, mięśnie udowe kurcząt, wyciek termiczny, tekstura, parametry barwy, obniżona zawartość soli.

### Wstęp

Mięso drobiowe polecane jest przez żywieniowców ze względu na niższą wartość energetyczną oraz inny skład chemiczny w porównaniu z mięsem dużych zwierząt rzeźnych. Jednocześnie stanowi ono dobry surowiec do produkcji dietetycznych przetworów mięsnych [5, 6, 13, 15].

Od pewnego czasu prowadzone są badania nad stosowaniem w przetwórstwie mięsa transglutaminazy. Obecnie, z powodu wysokich kosztów wytwarzania enzym

ten nie jest stosowany na dużą skalę, ale w przypadku przetwarzania mięsa z wadą PSE (wieprzowego oraz drobiowego) może przynieść pozytywne efekty związane z poprawą tekstury produktów [2, 6, 11, 12].

Transglutaminaza jest enzymem o dużej zdolności poprawiania fizycznych właściwości żywności zawierającej białko, zwłaszcza jej tekstury. Nowa metoda oparta na wykorzystaniu działania tego enzymu zakłada chemiczny sposób indukowania żelu w miejsce procesu cieplnego. Związanie produktu mięsnego możliwe jest wówczas bez dodatku soli kuchennej, co ma duże znaczenie dietetyczne, czy też fosforanów lub przy zmniejszonej wielkości dodatku tych substancji [7, 8, 9, 11]. Zastosowanie preparatu zawierającego transglutaminazę pozwala wiązać poszczególne elementy mięsa w jednolity produkt [14].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wielkości dodatku transglutaminazy (0,2 i 0,3%) i czasu działania tego enzymu na jakość modelowych farszów z mięsa kurcząt o różnym stopniu rozdrobnienia i z obniżoną zawartością soli kuchennej (1,5%). Do wytwarzania farszów użyto mięśni udowych kurcząt.

## Material i metody badań

Surowiec do badań stanowiło mięso z ud kurcząt, bez skóry. Jest to surowiec mający szersze zastosowanie w produkcji przetworów z rozdrobnionego mięsa drobiowego niż mięśnie piersiowe, które przetwarzane są zwykle w całości. Tuszki wychłodzone przez 48 h zakupiono w jednym z hipermarketów. Sporządzono sześć wariantów farszów modelowych, różniących się wielkością dodatku preparatu transglutaminazy (0,2; 0,3%) oraz stopniem rozdrobnienia mięsa (tab. 1). Jako źródło transglutaminazy (TG) stosowano preparat enzymatyczny ACTIVA WM japońskiej firmy Ajinomoto, zawierający 1% transglutaminazy i 99% maltodekstryny. Zastosowaną wielkość dodatku ustalono na podstawie zaleceń producenta, danych literaturowych oraz badań własnych [2, 9, 10].

Mięso z kurcząt (w ilości ok. 3 kg) krojono na kawałki (ok. 50 g), dokładnie mieszano i dzielono na trzy porcje. Rozdrabnianie surowca mięsnego prowadzono w wilku laboratoryjnym, stosując siatkę szarpak (farsz grubo rozdrobniony), siatkę o średnicy otworów 8 mm (farsz średnio rozdrobniony) lub siatkę o średnicy otworów 3 mm (farsz drobno rozdrobniony). Dodatek solanki wynosił 20% w stosunku do masy surowca mięsnego. Solankę wprowadzano do mięsa w procesie mieszania (mieszarka Kenwood Major), a wraz z nią dodawano (w stosunku do masy surowca): 0,015%  $\text{NaNO}_2$  (substancja peklująca), 1,5% soli kuchennej, 0,2 lub 0,3% (w zależności od wariantu) preparatu transglutaminazy ACTIVA WM.

Proces mieszania prowadzono do momentu całkowitego wchłonięcia solanki, tj. ok. 15 min.

Tabela 1

Warianty farszów doświadczalnych.

Experimental batters variants.

Wariant / Variant	Rodzaj farszu / Batter type	Wielkość dodatku preparatu transglutaminazy / Transglutaminase [%] **
I	Grubo rozdrobniony / Coarsely ground	0,2%
II	Grubo rozdrobniony / Coarsely ground	0,3%
III	Średnio rozdrobniony / Medium meat particle size	0,2%
IV	Średnio rozdrobniony / Medium meat particle size	0,3%
V	Drobno rozdrobniony / Finely ground	0,2%
VI	Drobno rozdrobniony / Finely ground	0,3%

\*w każdym wariancie farszu ilość azotanu(III) (0,015%) i soli kuchennej (1,5%) była jednakowa. / each time the amount of  $\text{NaNO}_2$  (0,015%) and  $\text{NaCl}$  (1,5%) was the same.

Gotowe farsze w ilości 50 g naważano do zlewek (o średnicy 50 mm i wysokości 100 mm), które przykrywano szczelnie folią polietylową i umieszczano w chłodni (4–6°C). Farsze przetrzymywano w warunkach chłodniczych przez 30 min, 4 h lub 24 h (czas działania enzymu). W surowych farszach dokonywano pomiaru pH, przy użyciu pehametru ELMETRON, typ CP-315, stosując zespoloną elektrodę szklano-kalomelową. Proces obróbki termicznej prowadzono w łaźni wodnej o temp. 68–70°C przez 60 min. Bezpośrednio po ogrzaniu farszów oznaczano ilość wycieku (procentowy ubytek masy farszu). Następnie po 24 h przetrzymywania próbek w warunkach chłodniczych (4–6°C) w próbkach farszów (walce o wysokości 30 mm) dokonywano pomiaru tekstury metodą instrumentalną przy użyciu aparatu wytrzymałościowego Zwicky, typ 1120 (firmy Zwick). Wartość maksymalnej siły penetracji zdefiniowano jako maksymalną siłę uzyskaną przy penetracji trzpienia cylindrycznego płaskościętego o średnicy 13 mm, na głębokość 10 mm w próbce farszu, od momentu osiągnięcia naprężenia wstępnego 2 N. Ponadto przeprowadzano pomiar barwy farszów metodą odbiciową (aparat Minolta CR-200), określając trzy składowe barwy: a\*, b\*, L\*. Wartości a\*, b\* są współrzędnymi trójkromatyczności, przy czym wartość a\* odpowiada barwie czerwonej, b\* barwie żółtej. Parametr barwy L\* określa jasność, a zakres przyjmowanych przez niego wartości wynosi od 0 (idealna czerń) do 100 (idealna biel).

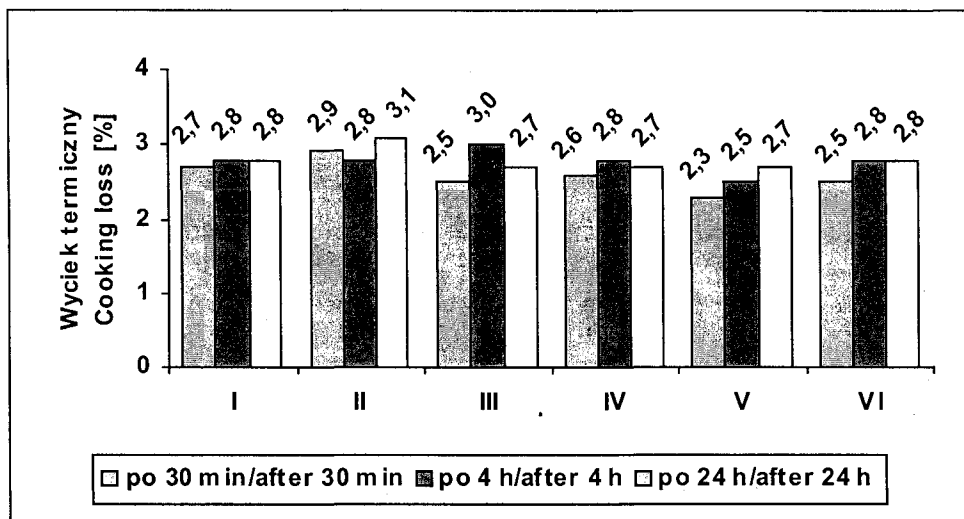
Doświadczenie wykonano w czterech powtórzeniach.

W analizie statystycznej wyników zastosowano trójczynnиковą analizę wariancji oraz test Tukey'a, używając programu Statgraphics Plus 4.1.

## Wyniki i dyskusja

Średnie pH poszczególnych wariantów farszów modelowych kształtowało się na poziomie 6,5–6,6.

Średnia ilość wycieku termicznego w farszach z mięsa kurcząt zawierała się w granicach od 2,3 do 3,1% (rys. 1). Najlepszą zdolnością utrzymywania wody charakteryzował się farsz drobno rozdrobniony z 0,2% dodatkiem transglutaminazy po 30 min działania enzymu (wariant V). Największą ilość wycieku stwierdzono natomiast w farszu z mięsa grubo rozdrobnionego z 0,3% udziałem preparatu transglutaminazy, po 24 h działania enzymu (wariant II).



Rys. 1. Ilość wycieku termicznego w farszach z mięsa kurcząt o różnym stopniu rozdrobnienia w zależności od wielkości dodatku i czasu działania transglutaminazy. Opis wariantów jak w tab. 1.

Fig. 1. Cooking loss of chicken meat batters at different particle size, transglutaminase level and enzyme reacting time. Description of variants in Tab. 1.

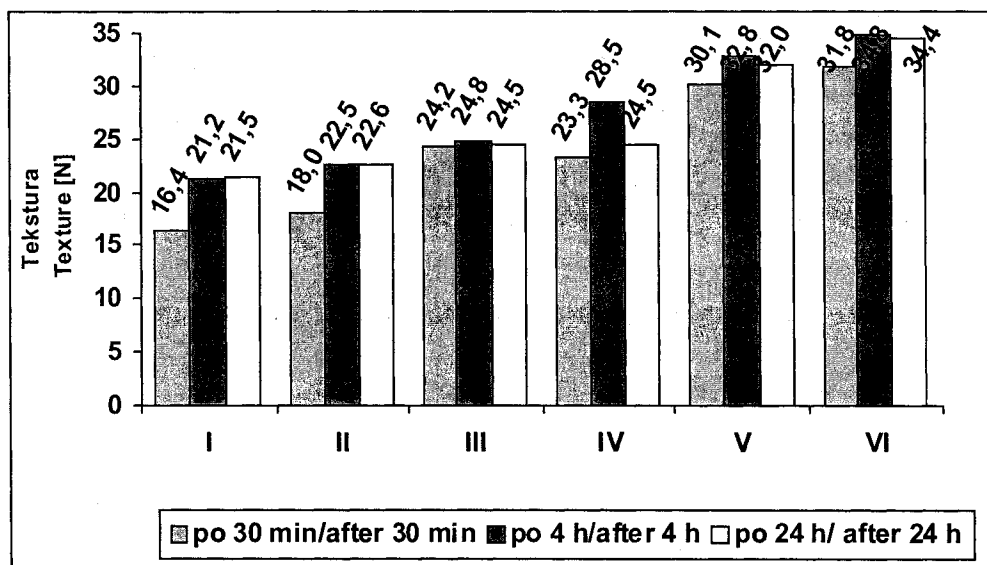
Wzrost stopnia rozdrobnienia mięsa kurcząt powodował ograniczenie ubytków cieplnych w farszach modelowych. Było to wynikiem uwolnienia większej ilości białek miofibrylarnych w trakcie procesu rozdrabniania mięsa. Białka te charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami wiązania wody własnej oraz dodanej w trakcie procesu technologicznego [5].

Zwiększenie wielkości dodatku preparatu ACTIVA WM (z 0,2 do 0,3%), zawierającego aktywną transglutaminazę, powodowało prawdopodobnie, w wyniku „uściślenia” sieci białkowej, dodatkowe usuwanie wody z farszu, co objawiło się wzrostem ilości wycieku po obróbce termicznej.

Najmniejszą ilość wycieku stwierdzono we wszystkich trzech rodzajach farszu po 30 min działania enzymu (wartości od 2,3 do 2,9%). Rezultatem wydłużenia czasu działania enzymu do 4 i 24 h był zwykle wzrost ubytków termicznych o 0,1–0,5% w poszczególnych wariantach.

Po przeprowadzeniu analizy statystycznej uzyskanych wyników stwierdzono istotny ( $\alpha = 0,05$ ) wpływ wszystkich trzech badanych czynników, tj. stopnia rozdrobnienia, wielkości dodatku transglutaminazy oraz czasu działania enzymu, na ilość wycieku termicznego w farszach drobiowych.

Wartość maksymalnej siły penetracji ( $F_{max}$ ) wahała się w szerokim zakresie (od 16,4 do 34,8 N), co wskazuje na różnice w teksturze pomiędzy trzema rodzajami badanych farszów (rys. 2). Najniższą wartością tego parametru tekstury charakteryzował się farsz grubo rozdrobniony z 0,2% dodatkiem preparatu transglutaminazy, po 30 min działania enzymu (wariant I). Najtwardszy był natomiast farsz drobno rozdrobniony z 0,3% dodatkiem preparatu enzymatycznego po 4 h jego działania (wariant VI).



Rys. 2. Tekstura farszów z mięsa kurcząt o różnym stopniu rozdrobnienia w zależności od wielkości dodatku i czasu działania transglutaminazy. Opis wariantów jak w tab. 1.

Fig. 2. Texture of chicken meat batters at different particle size, transglutaminase level and enzyme reacting time. Description of variants in Tab. 1.

Wartość maksymalnej siły penetracji rosła wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia mięsa. Największe różnice twardości wystąpiły między farszami grubo rozdrobnionymi, w przypadku których wartość maksymalnej siły penetracji zawierała się w

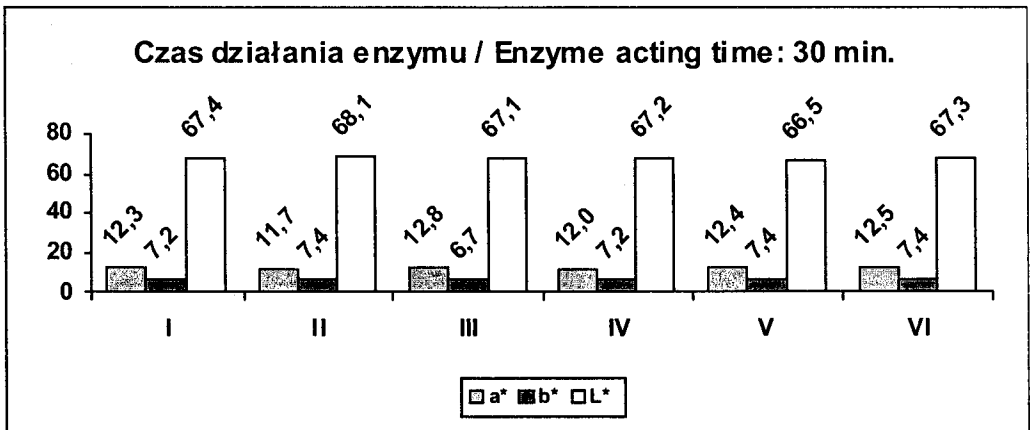
przedziale od 16,4 do 22,6 N, a farszami drobno rozdrobnionymi – wartości od 30,1 do 34,8 N.

Również zwiększenie wielkości dodatku preparatu enzymatycznego z 0,2 do 0,3% powodowało wzmocnienie tekstury farszu – niezależnie od stopnia jego rozdrobnienia. Poprawę tekstury stwierdzono zwłaszcza w przypadku farszów o największym stopniu rozdrobnienia, co objawiło się wzrostem wartości maksymalnej siły penetracji o ok. 1–3 N.

Wynikiem wydłużenia czasu działania enzymu z 30 min do 4 h był wzrost twardości farszów wytworzonych z mięsa grubo, średnio i drobno rozdrobnionego. W farszach przetrzymywanych w warunkach chłodniczych przez 24 h nie stwierdzono dalszego wzrostu wartości maksymalnej siły penetracji.

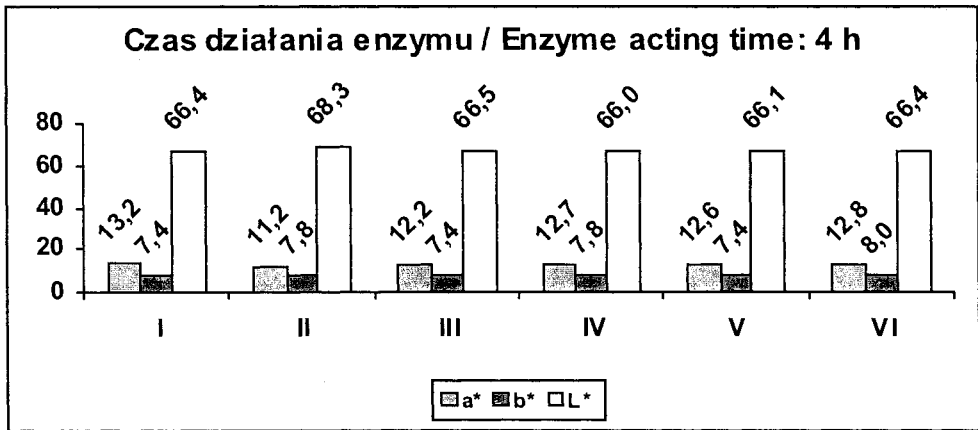
Na podstawie analizy statystycznej uzyskanych wyników stwierdzono, że zarówno stopień rozdrobnienia, jak i wielkość dodatku preparatu enzymatycznego oraz czas działania enzymu miały istotny ( $\alpha = 0,05$ ) wpływ na teksturę modelowych farszów z mięsa kurcząt z obniżoną ilością soli kuchennej.

Parametr  $a^*$  barwy, określający udział barwy czerwonej przybierał wartości z przedziału 11,2–13,2 (rys. 3, 4, 5). Wartość najniższą tego parametru barwy uzyskał farsz grubo rozdrobniony, wytwarzany z 0,3% dodatkiem preparatu enzymatycznego, po 4 h jego działania (wariant II, rys. 4). Natomiast najwyższą wartością  $a^*$  charakteryzował się farsz grubo rozdrobniony poddany czterogodzinnemu działaniu enzymu, lecz z mniejszym (0,2%) dodatkiem preparatu enzymatycznego (wariant I, rys. 4).



Rys. 3. Parametry barwy farszów z mięsa kurcząt o różnym stopniu rozdrobnienia w zależności od wielkości dodatku transglutaminazy po 30 min działania enzymu. Opis wariantów jak w tab. 1.

Fig. 3. Colour values of chicken meat batters after 30 min of enzyme acting. Description of variants in Tab. 1.

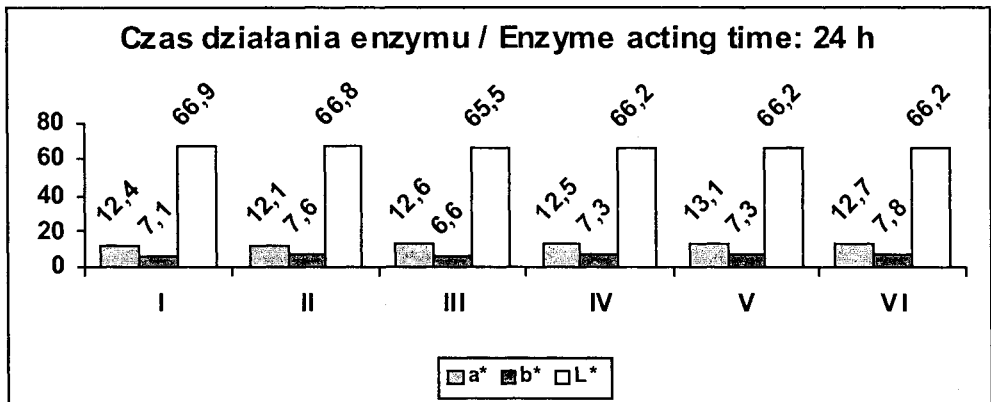


Rys. 4. Parametry barwy farszów z mięsa kurcząt o różnym stopniu rozdrobnienia w zależności od wielkości dodatku transglutaminazy po 4 h działania enzymu.

Opis wariantów jak w tab. 1.

Fig. 4. Colour values of chicken meat batters after 4 h enzyme acting.

Description of variants in Tab. 1.



Rys. 5. Parametry barwy farszów z mięsa kurcząt o różnym stopniu rozdrobnienia w zależności od wielkości dodatku transglutaminazy po 24 h działania enzymu.

Opis wariantów jak w tab. 1.

Fig. 5. Colour values of chicken meat batters after 24 h of enzyme acting.

Description of variants in Tab. 1.

Nie stwierdzono istotnego statystycznie ( $\alpha = 0,05$ ) wpływu stopnia rozdrobnienia mięsa ani czasu działania enzymu na wartość składowej  $a^*$  barwy farszów z mięśni udowych kurcząt. Pomimo tego, iż różnice wartości parametru barwy  $a^*$  nie były znaczne (do dwóch jednostek), to stwierdzono istotny ( $\alpha = 0,05$ ) wpływ wielkości dodatku transglutaminazy na udział czerwieni w barwie farszów. Większy dodatek preparatu enzymatycznego (0,3% w porównaniu z 0,2%) powodował obniżenie warto-

ści tej składowej barwy. Największe różnice wartości tego parametru stwierdzono w farszach grubo rozdrobnionych. Składowa  $a^*$  barwy przyjmowała wartości od 11,2 do 12,1 w przypadku farszu z większym dodatkiem TG (0,3%) oraz od 12,3 do 13,2 w farszu ze zmniejszonym dodatkiem enzymu (0,2%).

Wartości parametru  $b^*$ , określającego udział barwy żółtej, wynosiły od 6,6 w odniesieniu do farszu o średnim stopniu rozdrobnienia z 0,2% dodatkiem preparatu transglutaminazy po 24 h działania enzymu (wariant III, rys. 5), do 8,0 – farsz drobno rozdrobniony z większym (0,3%) dodatkiem preparatu po 4 h jego działania (wariant VI, rys. 4).

Stwierdzono, podobnie jak w przypadku parametru barwy  $a^*$ , istotny ( $\alpha = 0,05$ ) wpływ wielkości dodatku preparatu enzymatycznego na udział barwy żółtej w barwie farszu. Stopień rozdrobnienia i czas działania enzymu nie różnicowały natomiast wartości tego parametru barwy. Wraz ze zwiększeniem wielkości dodatku preparatu enzymatycznego, wzrastał udział składowej żółtej w barwie farszów. Różnice pomiędzy wartościami barwy żółtej farszów z mniejszym (0,2%) oraz większym (0,3%) dodatkiem transglutaminazy, wynosiły 0,2–0,7 jednostki.

Wartości średnie parametru  $L^*$  barwy zawierały się w przedziale od 65,5 do 68,3 (rys. 3, 4, 5). Wartość najniższą składowej  $L^*$  uzyskał farsz średnio rozdrobniony z 0,2% dodatkiem preparatu TG po 24 h działania enzymu. Farsz grubo rozdrobniony z 0,3% dodatkiem preparatu enzymatycznego po 4 h działania charakteryzował się największą wartością tego parametru barwy (najjaśniejszą barwą; wariant II, rys. 5).

Wielkość dodatku preparatu enzymatycznego nie różnicowała jasności barwy farszów z obniżoną zawartością chlorku sodu przy tym samym stopniu rozdrobnienia mięsa. Wydłużenie czasu działania enzymu powodowało jedynie nieznaczne pociemnienie barwy farszów. Prawdopodobnie związane to było z większym stopniem prze-reagowania barwników podczas procesu peklowania. Największe zmiany zaobserwowano po wydłużeniu czasu przechowywania farszów (z 30 min do 4 h) [3, 4].

## Wnioski

1. Ilość wycieku termicznego w modelowych farszach z mięśni udowych kurcząt malała wraz ze wzrostem stopnia rozdrobnienia. Zwiększenie wielkości dodatku preparatu transglutaminazy (z 0,2 do 0,3%) oraz wydłużenie czasu jej działania powodowało niewielki, lecz istotny wzrost ilości wycieku po obróbce cieplnej farszów z obniżoną zawartością NaCl.
2. Maksymalna siła penetracji przyjmowała wartości istotnie wyższe w farszach o większym stopniu rozdrobnienia i dłuższym czasie działania enzymu. Zwiększenie wielkości dodatku preparatu transglutaminazy powodowało istotną poprawę tekstury farszów drobiowych.



3. Udział barwy czerwonej (parametr  $a^*$ ) utrzymywał się na zbliżonym poziomie, niezależnie od stopnia rozdrobnienia mięsa oraz czasu działania enzymu. Zwiększenie udziału transglutaminazy powodowało, zwłaszcza w przypadku farszów grubo rozdrobnionych, zmniejszenie udziału tej barwy.
4. Farsze wytworzone z większym udziałem preparatu enzymatycznego charakteryzowały się istotnie wyższymi wartościami parametru  $b^*$  barwy, niezależnie od stopnia rozdrobnienia mięsa czy też czasu działania enzymu.
5. Wydłużenie czasu działania enzymu spowodowało nieznaczne, lecz istotne pociemnienie barwy farszów drobiowych (obniżenie wartości parametru  $L^*$ ). Zwiększenie wielkości dodatku preparatu transglutaminazy do farszów nie różnicowało tego parametru barwy.
6. Ze względów technologicznych wielkość dodatku transglutaminazy w ilości 0,2% w stosunku do masy farszu byłaby wystarczająca (kształtowanie pożądanej tekstury produktu z mięsa drobiowego, mniejsza ilość wycieku, brak niekorzystnych zmian w barwie). Czas działania enzymu (w przypadku wytwarzania farszów równoznaczny z czasem peklowania) mógłby wynosić 4 h, gdyż dalsze jego wydłużenie nie powodowało wyraźnej poprawy parametrów jakości badanych farszów.

### Literatura

- [1] Baryłko-Pikielna N., Lisowska G.: Potrzeby i możliwości obniżenia sodu w żywności. *Przem. Spoż.*, 1987, **6** (41), 151-153.
- [2] Cegiełka A., Arciszewska A., Mroczek J.: Wpływ wielkości dodatku soli kuchennej i stopnia rozdrobnienia mięsa na właściwości farszów drobiowych z transglutaminazą. *Mięso i Wędliny*, 2003, **4**, 28-36.
- [3] Duda Z.: Dodatki w przetwórstwie mięsa. *Mięso i Wędliny*, 2003, **3**, 12-14.
- [4] Hammer G. F.: Mikrobielle Transglutaminase und Diphosphat bei feinerkleinerter Brühwurst. *Fleischwirt.*, 1998, **11** (78), 1155-1162.
- [5] Kijowski J.: Właściwości funkcjonalne mięsa drobiowego. *Polskie Drobiarstwo*, 1993, **2** (11), 7-10.
- [6] Kijowski J.: Wartość żywieniowa mięsa drobiowego. *Przem. Spoż.*, 2000, **3** (54), 10-11.
- [7] Krakowiak A., Czakaj J.: Niektóre zastosowania mikrobiologicznej transglutaminazy w przemyśle spożywczym. *Przem. Spoż.*, 1999, **1** (52), 36-38.
- [8] Kuraishi C., Sakamoto J., Soeda T.: Anwendung von Transglutaminase für die Fleischverarbeitug. *Fleischwirtschaft*, 1998, **6** (78), 657-658.
- [9] Millet P.: Enzymes: un coup de pouce à la naturalité! *Arômes Ingrédients Additifs*, 1998, **7** (18), 37-40.
- [10] Nielsen P. M.: Reactions and potencial industrial applications of transglutaminase. *Review of literature and patents. Food Biotechnol.*, **9** (3), 119-156.
- [11] Ostrowska A., Olkiewicz M.: Zmiany stopnia związania bloku szynki modelowej z mięsa normalnego i PSE pod wpływem transglutaminazy. *Materiały XXXII Sesji Nauk. KTChŻ PAN*, Warszawa 2001.
- [12] Pietrasik Z., Duda Z.: Dodatki funkcjonalne w przetwórstwie mięsa w perspektywie XXI wieku, *Med. Wet.*, 1999, **55** (8), 501-506.

- [13] Słowiński M., Mroczek J.: Wybrane problemy jakości w przetwórstwie mięsa drobiowego. Przem. Spoż. 1997, **1** (50), 12-16.
- [14] Zhu Y., Rinzema A., Tramper J., Bolo J.: Microbial transglutaminase - a review of its production and application in food processing. Appl. Microbiol. Biotechnol., 1995, **44**, 277-282.
- [15] Ziemiański Ś.: Żywnienie a zdrowie. Przem. Spoż., 1996, **50** (10), 4-9.

**EFFECT OF TRANSGLUTAMINASE LEVEL, ENZYME ACTING TIME  
AND COMMINUTION METHOD ON PROPERTIES OF CHICKEN BATTERS  
WITH DECREASED AMOUNT OF SODIUM CHLORIDE**

S u m m a r y

The aim of this paper was to determine the influence of transglutaminase addition (0,2; 0,3%), enzyme acting time and comminution method on selected properties of model batters from chicken meat with decreased amount of sodium chloride (1,5%).

In the batters stored in refrigerated conditions for 30 minutes, 4 hours and 24 hours (time of enzyme acting), cooking losses decreased with higher comminution of meat.

It was found that smaller meat particle size decreased cooking loss. The increase of transglutaminase level and the increase of enzyme acting time caused the greater cooking loss and improvement of texture parameters. Hardness of batters with smaller particle size was higher irrespective of enzyme acting time. The result of increased amount of enzyme was the deterioration in colour.

**Key words:** transglutaminase, chicken meat, cooking loss, texture, colour, decreased amount of sodium chloride. ☒