

## **JAKOŚĆ SENSORYCZNA KIEŁBASY WYKONANEJ Z MIĘSA WADLIWEGO Z DODATKIEM TRANSGLUTAMINAZY**

**Radosław Zimiński, Ewa Górską, Katarzyna Nowicka, Danuta Jaworska,  
Wiesław Przybylski**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa  
ewa\_gorska1@sggw.pl

### **Streszczenie**

Oceniono wpływ dodatku preparatu transglutaminazy Activa WM na poprawę jakości sensorycznej kielbasy białej parzonej. Kielbasy wyprodukowano z mięsa wodnistego o niskim pH (ASE) oraz z mięsa normalnego (RFN). Zastosowano dodatek transglutaminazy na poziomie 0,05%, 0,10%, 0,15% i 0,20% w stosunku do masy farszu. W badanych wędlinach oznaczono wydajność w procesie parzenia oraz po 24-godzinnym chłodniczym przechowywaniu. Następnie podczas oceny sensorycznej określono soczystość, twardość, zwięzłość plastrów oraz jakość ogólną kielbas. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały wysoce istotny wpływ wadliwości mięsa na jakość kielbasy. Dodatek 0,15% transglutaminazy w kielbasach wyprodukowanych z mięsa wadliwego wpłynął na ograniczenie ubytków termicznych oraz przyczynił się do poprawy wyróżników tekstury w ocenie sensorycznej. W przypadku kielbas wyprodukowanych z mięsa normalnego dodatek transglutaminazy powodował wzrost ubytków termicznych oraz pogorszenie jakości ogólnej wyrobów.

**Słowa kluczowe:** transglutaminaza, kielbasa biała parzona, mięso wadliwe, jakość sensoryczna

## **SENSORY QUALITY OF SAUSAGE MADE FROM DEFECTIVE MEAT WITH THE ADDITION OF TRANSGLUTAMINASE**

### **Summary**

The aim of this work was to evaluate the effect of transglutaminase preparate Activa WM addition to improve the sensory quality of white cooked sausage. Examined sausages were produced using exudative meat with a low pH (ASE) and normal meat (RFN).

Transglutaminase was added at level of 0.05%, 0.10%, 0.15% and 0.20% relative to the weight of the filling. The cooking yield and yield after 24 hours of refrigerated storage was determined as well as juiciness, hardness, compactness of a sausage slice and overall quality. The results showed a highly significant effect of meat defectiveness on the sausage quality. The 0.15% addition of transglutaminase in sausages made from defective meat reduced thermal losses and improved texture discriminants. In case of sausages made from normal meat addition of transglutaminase increased thermal losses and deteriorated the overall quality.

**Key words:** transglutaminase, white cooked sausage, defective meat, sensory quality

### WSTĘP

Podstawowym surowcem wykorzystywanym w produkcji kielbas jest mięso wieprzowe, którego jakość jest główną determinantą jakości wyrobu końcowego. Na jakość mięsa wpływ ma wiele czynników – począwszy od odpowiedniego doboru zwierząt do hodowli, poprzez optymalizację warunków związanych z obrotem zwierzętami przed ubojem, po właściwe postępowanie poubojowe [Olszewski 2002]. W ciągu ostatnich lat osiągnięto znaczny postęp hodowlany, uzyskując rasy o bardzo dużej mięsności. Niestety intensywna praca hodowlana oraz selekcja w kierunku maksymalnej produktywności poskutkowały zmianami w budowie i metabolizmie zwierząt, powodując m.in. pojawienie się mięsa wadliwego. Najczęściej występującymi zmianami w mięsie, zależnymi od czynników genetycznych i środowiskowych, są wady typu PSE, ASE oraz DFD [Pisula i Florowski 2006; Przybylski i in. 2012].

Mięso obarczone wadą ASE charakteryzuje się niskim końcowym pH, a związany z tym duży wyciek swobodny oraz wyciek po obróbce termicznej skutkuje wzrostem twardości, pogorszeniem soczystości, smakowitości oraz jakości ogólnej [Chmiel i in. 2012; Przybylski i in. 2012].

Wadliwość mięsa obniża jego wartość technologiczną i uniemożliwia jego wykorzystanie jako mięso kulinarne. Najczęściej mięso z wadami jakościowymi kierowane jest więc do przetwórstwa, gdzie dzięki zastosowaniu odpowiednich technologii oraz różnych substancji dodatkowych można częściowo ograniczyć niekorzystne skutki jego przetwarzania, a tym samym poprawić jakość produktów końcowych [Olszewski 2002; Pisula i Florowski 2006].

Jednym z dodatków coraz częściej wykorzystywanym w przemyśle spożywczym w celu poprawienia struktury przetworów mięsnych, rybnych oraz mlecznych jest

transglutaminaza [Zhu i in. 1995; Kuraishi i in. 2001]. Enzym ten, należący do grupy transferaz, katalizuje reakcję przenoszenia grupy acylowej pomiędzy grupą  $\gamma$ -karboksamidową reszty glutaminy peptydów lub białek a pierwszorzędowymi aminami. Wynikiem powstawania wiązań sieciujących białka są zmiany właściwości tekstury produktów – zwiększa się ich lepkość, zwięzłość oraz spoistość. Zastosowanie transglutaminazy w przemyśle mięsnym daje możliwość rekonstrukcji mięsa, produkcji wędlin niskokalorycznych lub o obniżonej zawartości soli, a także użycia surowców gorszej jakości, np. mięsa oddzielonego mechanicznie czy mięsa wodnistego [Kolle i Savell 2003; Yokoyama i in. 2004; Kowalski i Prycz 2009].

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu dodatku transglutaminazy na jakość sensoryczną kielbasy białej parzonej wyprodukowanej z mięsa wadliwego.

### **MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

Materiał doświadczalny stanowiła kielbasa biała parzona wyprodukowana z surowców mięsnych w ilości: 70% mięsa wieprzowego kl. I i 30% podgardla. Na podstawie pomiarów wartości pH dokonanych 24 h po uboju wyróżniono dwie grupy mięsa:

- a) mięso normalne (RFN) – o wartości  $\text{pH} > 5,5$ , tj. 5,8,
- b) mięso kwaśne, wodniste (ASE) – o wartości  $\text{pH} < 5,5$ , tj. 5,35.

Zarówno w grupie A, jak i B połowę mięsa chudego rozdrobniono w maszynie do mięsa na siatce o średnicy otworów 8 mm, zaś pozostałą część mięsa oraz podgardle na siatce o średnicy otworów 4 mm. Rozdrobnione mięso dokładnie wymieszano z resztą składników, których udział we wszystkich kielbasach był jednakowy i wynosił: 16% bulionu, 1,4% soli, 0,4% czosnku, 0,4% majeranku oraz 0,3% pieprzu czarnego. Farsz w grupie A i B podzielono na 5 porcji o masie 1 kg, spośród których jedna stanowiła próbę kontrolną, a pozostałe cztery próby przygotowano z dodatkiem preparatu enzymatycznego transglutaminazy o nazwie handlowej „Activa WM” firmy Ajinomoto na poziomie 0,05%, 0,10%, 0,15% i 0,20% w stosunku do masy farszu. Farsze nadziewano w naturalne cienkie jelita wieprzowe o średnicy 30 mm i formowano batony o długości 10 cm. Tak przygotowane próby pozostawiono do osadzenia przez 30 minut, następnie zważono i poddano parzeniu. Przez pierwsze 5 minut kielbasy przetrzymywano w wodzie o temperaturze 90–100°C, następnie zmniejszono temperaturę wody i przez 20 minut kontynuowano parzenie do otrzymania temperatury 72–75°C wewnątrz produktu.

Bezpośrednio po obróbce termicznej próby zważono, następnie schładzano w zimnej wodzie przez 10 minut i wychładzano w chłodni przez 24 godziny.

Po tym okresie próby ponownie zważono. Ze stosunku masy po obróbce termicznej oraz po 24-godzinnym przechowywaniu do masy przed obróbką termiczną obliczono wydajność przeprowadzonych procesów, którą wyrażono w procentach. Wyprodukowane kiełbasy poddano ocenie sensorycznej metodą szeregowania od najgorszej do najlepszej. Kiełbasy do badań krojono w plastry grubości ok. 2 cm, umieszczano w plastikowych pojemnikach oraz szczelnie zamykano wieczkiem. Próbkę odpowiednio zakodowano. W trakcie badań oceniono soczystość, twardość, zwięzłość oraz jakość ogólną poszczególnych prób. Ocenę sensoryczną przeprowadził 17-osobowy zespół oceniających w pomieszczeniu o temperaturze 22°C przy świetle dziennym.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, stosując dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA. Istotności różnic ustalono, wykorzystując test NIR dla poziomu istotności  $p < 0,05$ . Określono także korelacje pomiędzy badanymi wyróżnikami w ocenie sensorycznej.

## **WYNIKI I DYSKUSJA**

Wyniki badań wykazały wyższą wydajność zarówno w procesie obróbki cieplnej, jak i po 24-godzinnym okresie chłodniczego przechowywania kiełbasy białej wyprodukowanej z mięsa normalnego w stosunku do wyrobu z mięsa kwaśnego (tabela 1).

Najwyższą wydajność procesu parzenia uzyskano w próbie kontrolnej wyprodukowanej z mięsa normalnego. Niezależnie od poziomu dodatku transglutaminazy w przypadku kiełbas z mięsa normalnego zaobserwowano wzrost ubytku masy w stosunku do próby kontrolnej, nawet o 11,54%. W grupie kiełbas wyprodukowanych z mięsa kwaśnego dodatek 0,15% transglutaminazy spowodował wzrost wydajności procesu parzenia o 4,34% w stosunku do próby kontrolnej. Nieco mniejszy wzrost zaobserwowano przy dodatku enzymu na poziomie 0,2% (tabela 1).

Po 24-godzinnym chłodniczym przechowywaniu największy ubytek masy, wynoszący 4,02%, stwierdzono dla kiełbasy wytworzonej z mięsa normalnego z dodatkiem 0,2% transglutaminazy. W przypadku kiełbas wyprodukowanych z mięsa kwaśnego najwyższy ubytek masy wynosił 2,69% dla wariantu z dodatkiem 0,15% transglutaminazy (tabela 1).

**Tabela 1.** Wydajność obliczona bezpośrednio po procesie parzenia oraz po 24 h chłodniczego przechowywania

*Efficiency calculated directly after the brewing process and after 24 hours of refrigerated storage*

Wydajność [%] <i>Efficiency [%]</i>	Bezpośrednio po obróbce termicznej <i>After the brewing process</i>		Po 24 h chłodniczego przechowywania <i>After 24 h of refrigerated storage</i>	
	A	B	A	B
<b>Dodatek transglutaminazy [%]</b> <i>Transglutaminase addition [%]</i>				
<b>0,0</b>	78,71	71,33	75,84	68,67
<b>0,05</b>	76,00	70,30	75,50	68,65
<b>0,10</b>	74,90	69,31	71,76	66,67
<b>0,15</b>	67,17	75,67	65,46	72,98
<b>0,20</b>	76,86	72,45	72,84	70,10

A – kielbasa wyprodukowana z mięsa normalnego

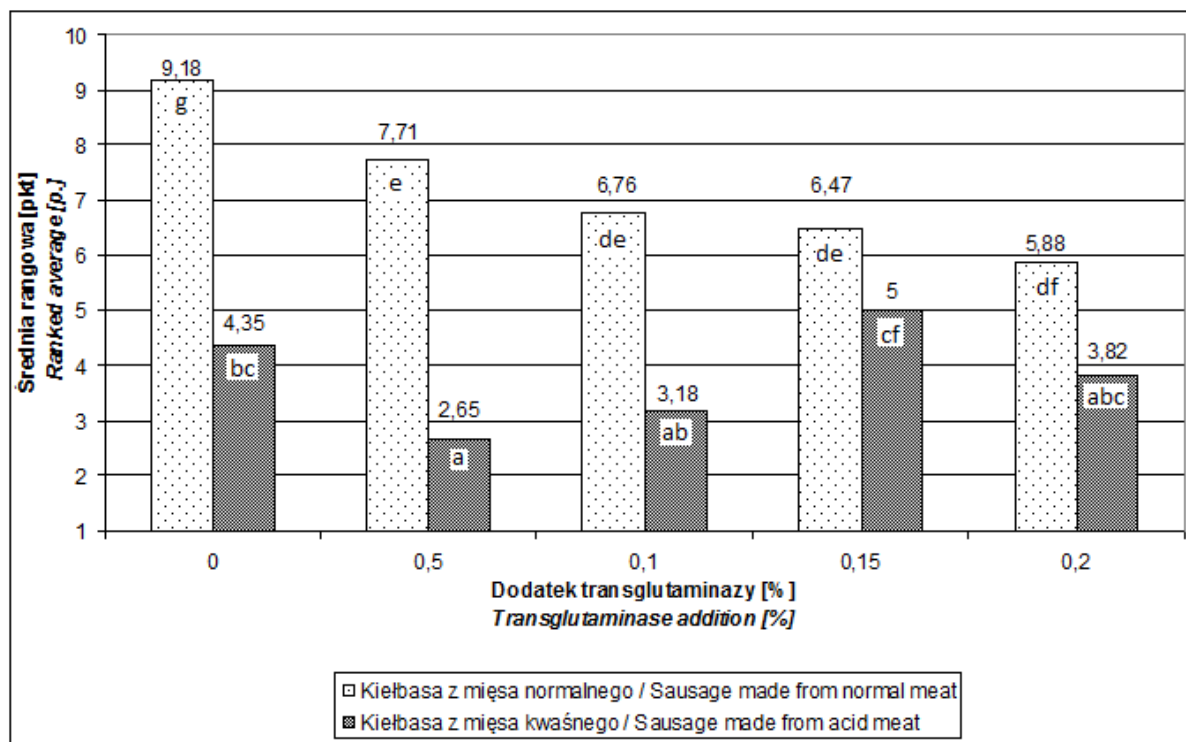
B – kielbasa wyprodukowana z mięsa kwaśnego

*A – sausage made from normal meat*

*B – sausage made from acid meat*

Jakość ogólna kielbasy białej parzonej określona była jako suma doznań płynących z oceny smakowości, konsystencji oraz ogólnej pożądalności wyrobu. Z wzajemnych relacji pomiędzy badanymi wyróżnikami wynikało, że jakość ogólna w największym stopniu zależała od soczystości ( $r=0,56$ ), zaś w mniejszym od zwięzłości plastra ( $r=0,47$ ) i twardości ( $r=0,42$ ).

Analiza otrzymanych wyników wykazała, iż niezależnie od dodatku transglutaminazy jakość kielbasy w ocenie sensorycznej determinowana była rodzajem zastosowanego surowca. Kielbasy wyprodukowane z mięsa wadliwego charakteryzowały się istotnie gorszą ( $p<0,01$ ) jakością niż wyroby z mięsa normalnego (rysunek 1).



Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $p < 0,05$

Values with different letters differ significantly at  $p < 0.05$

**Rysunek 1.** Ocena jakości ogólnej kielbas w zależności od pH mięsa i dodatku transglutaminazy

*Overall quality assessment of sausages depending on the pH of meat and the addition of transglutaminase*

Najlepszą jakością ogólną charakteryzowała się próba kontrolna z mięsa normalnego, która odznaczała się dobrą zwięzłością, najwyższą soczystością oraz była najmniej twarda. Dodatek transglutaminazy w grupie kielbas wytworzonych z mięsa normalnego powodował istotne ( $p < 0,05$ ) pogorszenie ich jakości (rysunek 1).

W przypadku kielbasy białej parzonej wytworzonej z mięsa wadliwego ASE zastosowanie enzymu na poziomie 0,15% pozwoliło uzyskać poprawę wydajności poprzez lepsze wiązanie wody w produkcie, co jednocześnie wpłynęło na wzrost soczystości, ograniczenie twardości oraz poprawę zwięzłości plastrów. Kielbasa ta odznaczała się najlepszą jakością (średnia rangowa 5,0) w swojej grupie (rysunek 1).

W przypadku kielbas wytworzonych z mięsa normalnego zaobserwowano, iż niezależnie od poziomu dodatku transglutaminazy wzrastał ubytek masy w stosunku do próby kontrolnej. Wynikać to mogło ze specyficznego działania transglutaminazy, która – tworząc silne wiązania sieciujące pomiędzy cząsteczkami białka – „wyciskała” nadmiar wody z produktu, czyniąc go mniej soczystym oraz bardziej twardym. Zjawisko

to obserwowali również Cegiełka i Rutkowski (2006) przy produkcji restrukturyzowanej polędwicy z mięsa drobiowego. Olkiewicz i Ostrowska (2001) stwierdzili istotne zwiększenie ubytków termicznych modelowej szynki wieprzowej wytworzonej zarówno z mięsa normalnego RFN, jak i z mięsa wodnistego PSE przy 0,1% dodatku transglutaminazy.

Z kolei badania innych autorów pokazują, że zastosowanie transglutaminazy pozwala ograniczyć ubytki masy podczas obróbki cieplnej produktów. Dodatek 0,4% transglutaminazy w produkcji kulek z mięsa drobiowego o niskiej zawartości soli istotnie poprawił wydajność produktu oraz przyczynił się do poprawy konsystencji, soczystości oraz ogólnej pożądalności [Tseng i in. 2000]. Ograniczenie ubytków termicznych oraz poprawę soczystości hamburgerów wołowo-wieprzowych odnotowali Schneider i in. (2005). Podobne wyniki otrzymali Olkiewicz i Ostrowska (2000) przy produkcji drobno rozdrobnionej konserwy mięsnej z 0,3% dodatkiem transglutaminazy.

Wykazano, że głównym czynnikiem kształtującym teksturę oraz jakość ogólną kielbasy był rodzaj zastosowanego surowca. Kielbasy wyprodukowane z mięsa wadliwego charakteryzowały się istotnie gorszą jakością niż wyroby z mięsa normalnego. Potwierdzają to badania Olkiewicz i Ostrowskiej (2001).

Warto jednak zauważyć, że zastosowanie transglutaminazy daje możliwość uzyskania poprawy właściwości technologicznych mięsa gorszej jakości. Korzystny wpływ 0,1% dodatku enzymu na teksturę i jakość ogólną drobno rozdrobnionych wędlin wyprodukowanych z 20% udziałem mięsa oddzielonego mechanicznie zaobserwowali Piotrowska i Dolata (2005). Natomiast Cegiełka i Flis (2005) odnotowali podobne wyniki przy produkcji homogenizowanych kielbas z 40% udziałem MDOM i dodatkiem enzymu na poziomie 0,2%. Kłossowska i Olkiewicz (2003) potwierdzili zaś wpływ transglutaminazy na poprawę właściwości tekstury konserwy modelowej z udziałem mięsa PSE przy jednoczesnym obniżeniu jej ogólnej pożądalności.

Wzmocnienie działania transglutaminazy obserwuje się przy jednoczesnym zastosowaniu enzymu i substancji dodatkowych. Olkiewicz i in. (2003) wykazali, że łączne zastosowanie enzymu i kazeinianu sodu poprawiło jakość ogólną produktu oraz ograniczyło wyciek termiczny. Podobne wyniki uzyskano, produkując konserwę z mięsa wodnistego PSE z dodatkiem transglutaminazy i białka sojowego lub kazeinianu sodu [Kłossowska i Olkiewicz 2003]. Cegiełka i Rutkowski (2006) stwierdzili, że zastosowanie 0,2% transglutaminazy, 0,5% karagenu i 0,01% mączki chleba świętojańskiego istotnie wpłynęło na ograniczenie ubytków termicznych restrukturyzowanej polędwicy z piersi kurcząt,

a w ocenie sensorycznej próba ta uzyskała najwyższe noty za konsystencję. Korzystny efekt łącznego zastosowania enzymu i karagenu obserwowano również Ostrowska (2007).

Badania innych autorów wskazują, że transglutaminaza może być stosowana w celu produkcji wyrobów mięsnych o obniżonej zawartości soli lub tłuszczu [Tseng i in. 2000; Kolle i Savell 2003]. Dimitrakopoulou i in. (2005) wykazali, że dodatek 0,15% transglutaminazy pozwala ograniczyć użycie soli z 2% do 1% przy produkcji zrestrukturyzowanej gotowej łopatki wieprzowej bez pogorszenia jakości sensorycznej. Ograniczenie wycieku termicznego w farszach z mięsa zwierząt rzeźnych oraz poprawę ich soczystości przy zastosowaniu enzymu i obniżonej zawartości soli stwierdzili także Pietrasik i Li-Chan (2002). Z kolei 0,3% dodatek transglutaminazy pozwolił ograniczyć niekorzystne zmiany wynikające z substytucji tłuszczu [Olkiewicz i Ostrowska 2000].

### **WNIOSKI**

1. Stwierdzono istotny wpływ wadliwości surowca mięsnego na jakość sensoryczną kielbasy niezależnie od dodatku preparatu transglutaminazy.
2. Najwyższe noty w ocenie sensorycznej uzyskała próba wyprodukowana z mięsa normalnego bez dodatku transglutaminazy. Odznaczała się największą soczystością, była najmniej twarda oraz dobrze zwarta. Cechowała się również największą wydajnością.
3. Zastosowanie 0,15% preparatu transglutaminazy w produkcji kielbasy białej parzonej z udziałem mięsa ASE pozwoliło uzyskać poprawę jej jakości poprzez wzrost zwięzłości plastrów, ograniczenie twardości oraz poprawę soczystości.

### **PIŚMIENNICTWO**

1. Cegiełka A., Flis A. (2005). Wpływ dodatku transglutaminazy na jakość modelowej kielbasy homogenizowanej wytworzonej z udziałem mięsa drobiowego oddzielonego mechanicznie. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, XLII/XLIII, 209-217
2. Cegiełka A., Rutkowski Ł. (2006). Wpływ dodatku preparatu transglutaminazy i wybranych hydrokoloidów na jakość zrestrukturyzowanej polędwicy z mięsa kurcząt. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.* XLIV/1, 189-197



3. Chmiel M., Słowiński M., Dasiewicz K., Mościcka K. (2012). Porównanie jakości technologicznej mięsa wieprzowego zaklasyfikowanego do różnych grup jakości. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 570, 19-29
4. Dimitrakopoulou M.A., Ambrosiadis J.A., Zetou F.K., Bloukas J.G. (2005). Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics of phosphate-free, cooked, restructured pork shoulder. *Meat Sci.*, 70, 743-749
5. Kłossowska B., Olkiewicz M. (2003). Poprawa tekstury produktu z udziałem mięsa PSE. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, XL, 111-123
6. Kolle D.S., Savell J.W. (2003). Using Activa™ TG-RM to bind beef muscles after removal of excessive seam fat between the m. longissimus thoracis and m. spinalis dorsi and heavy connective tissue from within the m. infraspinatus. *Meat Sci.*, 64, 27-33
7. Kowalski R., Prycz J. (2009). Innowacyjne dodatki technologiczne w przemyśle mięsnym. *Przem. Spoż.*, 3, 28-32
8. Kuraishi Ch., Yamazaki K., Susa Y. (2001). Transglutaminase: its utilization in the food industry. *Food Rev. Intern.*, 17(2), 221-246
9. Olkiewicz M., Kłossowska B., Pospiech E., Grześ B. (2003). Effect of selected functional additives on the properties of PSE pork meat. *Acta Agrophysica*, 2(2), 367-379
10. Olkiewicz M., Ostrowska A. (2000). Poprawa jakości konserw mięsnych o obniżonej zawartości tłuszczu przez dodatek preparatu mikrobiologicznej transglutaminazy. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, XXXVII, 101-115
11. Olkiewicz M., Ostrowska A. (2001). Wpływ rodzaju mięsa i dodatku preparatu transglutaminazy na sensoryczną ocenę jakości modelowej szynki wieprzowej. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, XXXVIII, 101-111
12. Olszewski A. (2002). *Technologia przetwórstwa mięsa*. Warszawa: WNT, s. 86-98
13. Ostrowska A. (2007). Wpływ udziału tłuszczu w zestawie surowcowym oraz dodatku transglutaminazy i karagenu na właściwości wysokowydajnych kiełbas drobno rozdrobnionych. *Rocz. Inst. Przem. Mięsn. Tłuszcz.*, XLV/2, 107-117
14. Pietrasik Z., Li-Chan E. (2002). Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties. *Food Res. Intern.*, 35, 387-396

15. Piotrowska E., Dolata W. (2005). Ocena jakości wędlin drobno rozdrobnionych wyprodukowanych z udziałem mięsa odkostnionego mechanicznie z dodatkiem transglutaminazy. *Żywność*, 3(44) Supl., 187-191
16. Pisula A., Florowski T. (2006). Critical points wsp the development of pork quality – a review. *Pol. J. Food Nutrit. Sci.*, 3, 249-256
17. Przybylski W., Jaworska D., Boruszewska K., Borecko M., Podsiadły W. (2012). Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1(80), 116-127
18. Schneider F., Möller S., Rahn M. (2005). Konsistenz und Mundgefühl gewinnen. *Fleischwirtsch*, 85, 55-60
19. Tseng T., Liu D., Chen M. (2000). Evolution of transglutaminase on the quality of low salt chicken meat balls. *Meat Sci.*, 55, 427-431
20. Yokoyama K., Nio N., Kikuchi Y. (2004). Properties and applications of microbial transglutaminase. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 64, 447-454
21. Zhu Y., Rinzema A., Tramper J., Bol J. (1995). Microbial transglutaminase – a review of its production and application in food processing. *Applied Microbiol. Biotechnol.*, 44, 277-282