

ANALIZA KORELACJI POMIĘDZY PARAMETRAMI TEKSTURY WYBRANYCH PRZETWORÓW MIĘSNYCH A ICH SKŁADEM CHEMICZNYM W ZALEŻNOŚCI OD ZASTOSOWANEJ SONDY POMIAROWEJ

Mariusz Rudy, Renata Stanisławczyk, Marian Gil

Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy
Katedra Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego
ul. Zelwerowicza 4/D9-260, 35-601 Rzeszów
mrudy@ur.edu.pl

Streszczenie

Właściwe instrumentalne oznaczenie parametrów tekstury mięsa lub przetworów mięsnych pozwala z dużym prawdopodobieństwem oszacować ich skład chemiczny. Celem pracy była analiza współczynników korelacji pomiędzy oznaczonymi instrumentalnie parametrami tekstury wybranych przetworów mięsnych a ich składem chemicznym oraz określenie wpływu zastosowanej sondy pomiarowej na rodzaj i siłę tych zależności. Badania przeprowadzono na następujących przetworach mięsnych: kielbasa salami (20 batonów), szynka konserwowa (20 bloków) i polędwica sopocka (20 wędzonek). Produkty te zakupiono w sklepie popularnej sieci handlowej zlokalizowanej na terenie Rzeszowa. Instrumentalnie parametry tekstury badanych przetworów mięsnych oznaczono, stosując profilową analizę tekstury (TPA) wykonaną za pomocą teksturometru Texture Analyser – CT3 – 25 firmy Brookfield z przystawkami, które stanowiły stożki: o średnicy 30 mm, długości 36 mm i kącie 60° (sonda duża) oraz o średnicy 30 mm, długości 40 mm i kącie 45° (sonda średnia). Stwierdzono, że zastosowanie sondy stożkowej dużej do pomiaru parametrów tekstury przetworów mięsnych pozwoliło uzyskać wyższe wartości współczynników korelacji pomiędzy tymi cechami a zawartością podstawowych składników chemicznych w tych produktach. Natomiast stosując sondę stożkową średnią do pomiaru tych cech, uzyskano tylko dwa istotne statystycznie współczynniki korelacji, które dotyczyły zależności pomiędzy odbojnością a zawartością tłuszczu i wody.

Słowa kluczowe: przetwory mięsne, tekstura, skład chemiczny, współczynniki korelacji

THE ANALYSIS OF CORRELATION BETWEEN TEXTURE PARAMETERS OF CHOSEN MEAT PRODUCTS AND THEIR CHEMICAL COMPONENTS DEPENDING ON APPLIED MEASURING PROBE

Summary

Precise, instrumental marking of texture parameters of meat or meat products allows to evaluate their chemical component with high likelihood. The aim of the work was the analysis of correlation coefficients between instrumentally marked parameters of texture of chosen meat products, and their chemical component and to determine the influence of applied measuring probe on kind and strength those relations as well. Researches were conducted on the following tinned meats: salami sausage (20 bars), tinned ham (20 blocks) and sopocka sirloin (20 smoked). Those products were bought in shop of popular chain shop, located in Rzeszów. Instrumentally, texture parameters of studied meat products were marked using profile analysis of texture (TPA), made using texturometer Texture Analyser - CT3- 25 Brookfield company with support, which were cones: with 30 mm diameter, 36 mm length and angle of 60° (large conical probe) and with 30 mm diameter, 40 mm length and angle of 45° (medium conical probe). It was stated, that application of large conical probe, to measure those texture parameters of meat products, allowed to obtain higher values of correlation coefficients between those qualities and the content of primary chemical elements in those products. On the other hand, using medium conical probe to measure those features resulted in obtaining only two statistically essential correlation coefficients, which concerned relationship between the resilience and the content of fat and water.

Key words: meat products, texture, chemical composition of meat, correlation coefficients

WSTĘP

Jakość surowców użytych w procesie przetwórczym jest najczęściej ściśle skorelowana z jakością produktu końcowego. Najważniejszymi cechami, które decydują o wartości i jakości technologicznej mięsa i jego przetworów, są ich skład chemiczny oraz kruchość. Przeciętny konsument podczas oceny jakości różnego rodzaju mięsa bierze pod uwagę parametry tekstury, które odbierane są również podczas gryzienia i żucia. Tekstura przetworów mięsnych jest złożoną cechą i wpływa na atrakcyjność sensoryczną tych

produktów. Do grupy najważniejszych parametrów, które określają teksturę, należą: twardość, kruchość, spoistość, elastyczność i żujność. Do badania tekstury żywności służą metody sensoryczne i instrumentalne. Metody instrumentalne są najczęściej dokładniejsze niż metody sensoryczne, które obarczone są błędami wynikającymi z subiektywnej oceny oceniających. Elementy parametrów tekstury mogą podlegać modyfikacjom na skutek dodatków funkcjonalnych stosowanych przy produkcji przetworów mięsnych. Na przykład dodatek skrobi modyfikowanej, białka sojowego, żelatyny, jonów wapnia czy magnezu wpływa na teksturę i jakość sensoryczną przetworzonego mięsa. Dostępna literatura wskazuje na występowanie lub brak występowania zależności pomiędzy parametrami zmiennymi opisującymi teksturę. Jednak właściwe instrumentalne określenie parametrów tekstury mięsa lub przetworów mięsnych pozwala z dużym prawdopodobieństwem oszacować ich skład chemiczny. Ponadto parametry składu chemicznego, tj. zawartość białka, tłuszczu czy wody, są najczęściej silnie skorelowane z parametrami tekstury ocenionymi instrumentalnie.

Celem pracy była analiza współczynników korelacji pomiędzy oznaczonymi instrumentalnie parametrami tekstury wybranych przetworów mięsnych a ich składem chemicznym oraz określenie wpływu zastosowanej sondy pomiarowej na rodzaj i siłę tych zależności.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono na następujących przetworach mięsnych: kiełbasa salami (20 batonów), szynka konserwowa (20 bloków) i polędwica sopocka (20 wędzonek). Produkty te zakupiono w sklepie popularnej sieci handlowej zlokalizowanej na terenie Rzeszowa. Do czasu wykonania pomiarów ww. przetwory mięsne przechowywano w warunkach chłodniczych, w temperaturze około 4°C.

Z każdego batonu i bloku poszczególnych produktów w laboratorium Katedry Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego UR wycinano próbki w kształcie sześcianu o boku 30 mm, w celu określenia parametrów tekstury badanego materiału.

Instrumentalnie parametry tekstury badanych przetworów mięsnych oznaczono, stosując profilową analizę tekstury (ang. *Texture Profile Analysis*, TPA) wykonaną za pomocą teksturometru Texture Analyser – CT3 – 25 firmy Brookfield z przystawkami, które stanowiły: stożek o średnicy 30 mm, długości 36 mm i kącie 60° (sonda duża) oraz stożek o średnicy 30 mm, długości 40 mm i kącie 45° (sonda średnia). Wykonano test dwukrotnego ściskania próbek do 50% ich wysokości. Prędkość przesuwu walca podczas testu wynosiła 2 mm/s, natomiast przerwa między naciskami 2 s. Za pomocą programu Texture Pro CT

określano następujące parametry tekstury: twardość, adhezyjność, spoistość, sprężystość, gumowatość, żujność i odbojność. Podczas seryjnych pomiarów wszystkie parametry tekstury liczone były automatycznie.

Kolejnym etapem badań było oznaczenie składu chemicznego przetworów mięsnych. Poszczególne próbki materiału przeznaczonego do badań mielono trzykrotnie w wilku laboratoryjnym, z zastosowaniem siatki o średnicy otworów 4,0 mm, następnie dokonywano oznaczenia składu chemicznego za pomocą analizatora składu chemicznego NIR-FoodCheck (firmy Bruins). Jest to sterowany komputerowo spektrofotometr, działający w zakresie fal 730–1100 nm.

Wszystkie uzyskane wyniki posegregowano i poddano obliczeniom statystyczno-matematycznym. W tabelach zamieszczono współczynniki korelacji prostej pomiędzy wybranymi cechami. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu STATISTICA PL wer. 10. Zależności pomiędzy badanymi cechami wyznaczono poprzez obliczenie współczynników korelacji liniowej Pearsona. Siłę związku określano opisowo w zależności od wartości bezwzględnych współczynników korelacji następująco [Górecki 2011]:

- $0 < r < 0,3$ – słaby stopień współzależności,
- $0,3 \leq r < 0,5$ – średni stopień współzależności,
- $0,5 \leq r < 0,7$ – znaczny stopień współzależności,
- $0,7 \leq r < 0,9$ – wysoki stopień współzależności,
- $r \geq 0,9$ – bardzo wysoki stopień współzależności,
- $r = 1$ – współzależność całkowita.

WYNIKI I DYSKUSJA

Korelacje jako wskaźnik siły zmian cech zależnych względem siebie pozwalają na przewidywanie kształtowania się wielu parametrów jakościowych mięsa czy przetworów mięsnych [Domaradzki i in. 2010]. W tabeli 1. zamieszczono współczynniki korelacji pomiędzy cechami tekstury oznaczonymi instrumentalnie z użyciem sondy stożkowej dużej a podstawowymi składnikami chemicznymi przetworów mięsnych. Przeprowadzona analiza korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu, białka i wody a cechami tekstury przetworów mięsnych wykazała zarówno dodatnie, jak i ujemne zależności istotne statystycznie. Zaobserwowano wysoki stopień współzależności pomiędzy zawartością tłuszczu a parametrami twardości 1 ($r = 0,772$) i twardości 2 ($r = 0,778$), spoistości ($r = 0,795$), sprężystości ($r = 0,784$), gumowatości ($r = 0,846$) i żujności ($r = 0,862$). Z danych zamieszczonych w tabeli 1. wynika, że wraz ze wzrostem zawartości białka i wody maleją

oznaczone parametry tekstury, z wyjątkiem odbojności ($r = 0,225$). Pomiedzy gumowatością a zawartością wody ($r = -0,850$) i białka ($r = -0,843$) stwierdzono istotny statystycznie ujemny stopień współzależności.

Tabela 1. Współczynniki korelacji pomiędzy cechami tekstury przetworów mięsnych oznaczonymi instrumentalnie z użyciem sondy stożkowej dużej a podstawowymi składnikami chemicznymi tych produktów
Correlation coefficients between texture features of meat products, instrumentally marked with application of large cone probe and primary chemical elements of those products

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Twardość 1 <i>Hardness 1</i>	Twardość 2 <i>Hardness 2</i>	Adhezyjność <i>Adhesiveness</i>	Spoistość <i>Cohesiveness</i>	Sprężystość <i>Springiness</i>	Gumowatość <i>Gumminess</i>	Żujność <i>Chewiness</i>	Odbojność <i>Resilience</i>
Tłuszcz <i>Fat</i>	0,772*	0,778*	0,140	0,795*	0,784*	0,846*	0,862*	-0,223
Białko <i>Protein</i>	-0,768*	-0,775*	-0,137	-0,793*	-0,783*	-0,843*	-0,859*	-0,220*
Woda <i>Water</i>	-0,775*	-0,782*	-0,142	-0,797*	-0,786*	-0,850*	-0,652*	0,225

* – zależności statystycznie istotne na poziomie $p \leq 0,05$

* – *depending statistically significant at $p \leq 0.05$*

Janicki i Buzala (2013) podali wpływ kolagenu, stanowiącego 20-30% białek śródmięśniowej tkanki łącznej, na jakość mięsa. Stwierdzili oni, że ilość tego składnika białek oddziałuje istotnie na jakość mięsa i jego przetworów, powodując obniżenie strawności, kruchości i wartości odżywczej. Kołczak (2008) stwierdził, że kruchość – jako jeden z parametrów składowych tekstury – uzależniona jest od białek śródmięśniowej tkanki łącznej i białek mikrofibryli. Najczęściej kruchość mięsa ocenia się instrumentalnie na podstawie wielkości siły wymaganej do przecięcia kawałka mięsa prostopadle do przebiegu włókien mięśniowych, określając tzw. wartość szerometryczną [Purslow 2005]. Niektórzy badacze stwierdzają istotne korelacje między zawartością kolagenu w tkance mięśniowej a kruchością gotowanego mięsa wołowego [Ngapo i in. 2003; Riley i in. 2005] oraz między kruchością mięsa i rozpuszczalnością kolagenu, zarówno w mięsie wołowym, jak i wieprzowym [Fang i in. 1999]. Wielu autorów wskazuje również na dużą rolę, jaką odgrywa kolagen nierozpuszczalny w kształtowaniu kruchości mięsa [Riley i in. 2005; Jeremiah i in. 2003].

Jednak zdecydowany wpływ na skład chemiczny i cechy jakościowe mięsa wieprzowego ma rasa [Cameron i in. 1990; Jeremiah i in. 1999; Trombetta i in. 1997; Warriss i in. 1990]. Z badań Palki i in. (2010) wynika na przykład, że twardość TPA modelowych kielbas z mięsa świń ras puławskiej i pietrain jest większa niż z surowca pozostałych ocenianych ras, a wartości pozostałych parametrów tekstury są większe w przypadku produktów z mięsa duroc. Najmniejszą sprężystością i kohezją charakteryzowały się kielbasy z mięsa świń ras pietrain i puławskiej.

W tabeli 2. zamieszczono współczynniki korelacji pomiędzy cechami tekstury oznaczonymi instrumentalnie z użyciem sondy stożkowej średniej a podstawowymi składnikami chemicznymi przetworów mięsnych. Z danych tych wynika, że pomiędzy zawartością tłuszczu, białka i wody a cechami tekstury przetworów mięsnych oznaczonymi z użyciem sondy stożkowej średniej stwierdzono tylko dwie zależności istotne statystycznie. Wykazano taką istotną ujemną współzależność pomiędzy zawartością tłuszczu a parametrem odbojności ($r = -0,552$) przetworów mięsnych. Należy stwierdzić, że wraz ze wzrostem zawartości tłuszczu spadkowi ulegała odbojność. Drugą zależnością statystycznie istotną jest związek pomiędzy zawartością wody a parametrem odbojności ($r = 0,520$). Otrzymany współczynnik korelacji informuje, iż wraz ze wzrostem ilości wody w przetworach mięsnych wzrasta także ich odbojność. Opisane powyżej współczynniki korelacji pomiędzy odbojnością a zawartością tłuszczu czy wody wykazują znaczny stopień współzależności.

Tabela 2. Współczynniki korelacji pomiędzy cechami tekstury przetworów mięsnych oznaczonymi instrumentalnie z użyciem sondy stożkowej średniej a podstawowymi składnikami chemicznymi tych przetworów
Correlation coefficients between texture features of meat products, instrumentally marked with application of medium cone probe and primary chemical elements of those products

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Twardość 1 <i>Hardness 1</i>	Twardość 2 <i>Hardness 2</i>	Adhezyjność <i>Adhesiveness</i>	Spoistość <i>Cohesiveness</i>	Sprężystość <i>Springiness</i>	Gumowatość <i>Gumminess</i>	Żujność <i>Chewiness</i>	Odbojność <i>Resilience</i>
Tłuszcz <i>Fat</i>	0,408	0,467	0,232	0,444	0,102	0,458	0,357	-0,552*
Białko <i>Protein</i>	-0,062	-0,142	-0,227	-0,346	-0,053	-0,141	-0,046	0,418
Woda <i>Water</i>	-0,146	-0,489	-0,200	-0,474	-0,133	-0,464	-0,367	0,520*

* – zależności statystycznie istotne na poziomie $p \leq 0,05$

* – *depending statistically significant at $p \leq 0.05$*

Według badań Wooda i in. (2004) przeprowadzonych na wędlinach stwierdzono, że soczystość, smakowitość oraz tekstura badanych produktów są silnie powiązane z zawartością tłuszczu. Miller (2004) stwierdza, że wzrost kruchości mięsa jest dodatnio skorelowany z zawartością tłuszczu śródmięśniowego, dlatego że tłuszcz jest bardziej miękki od włókien mięśniowych. Co więcej chroni włókna przed szybką denaturacją cieplną i zatrzymuje wodę w mięsie, poprawiając tym samym kruchość mięsa ogrzewanego. W badaniach tego autora korelacje określone pomiędzy zawartością tłuszczu a twardością TPA i siłą cięcia wynosiły odpowiednio $r = -0,63$ i $r = -0,30$, niezależnie od tego, czy tłuszcz oznaczano w mięsie surowym czy ogrzewanym. Caine i wsp. (2003) stwierdzili, że sprężystość i odbojność są również silnie związane z zawartością tłuszczu śródmięśniowego. Natomiast w badaniach Zajac i in. (2011) nie potwierdzono korelacji pomiędzy zawartością tłuszczu a odbojnością, stwierdzono natomiast zależność pomiędzy jego ilością a sprężystością ($r = -0,41$), spójnością ($r = -0,42$) i żujnością ($r = -0,61$).

Niedziółka i Pieniak-Lendzion (2005) przeprowadzili badania, których celem było określenie współzależności pomiędzy poziomem kwasów tłuszczowych a oceną sensoryczną mięsa koziołków i tryczków. Autorzy ci stwierdzili, że mięso koziołków zawierało istotnie więcej kwasów tłuszczowych nienasyconych w stosunku do mięsa jagniąt. Natomiast mięso jagniąt zawierało istotnie wyższą zawartość kwasu stearynowego, który negatywnie wpływa na zapach. Ocenę sensoryczną rozstrzygnięto na korzyść mięsa koziołków, co istotnie jest związane z pożądanym składem kwasów tłuszczowych. Potwierdzeniem tego był obliczony współczynnik korelacji.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Zastosowanie sondy stożkowej dużej do pomiaru parametrów tekstury przetworów mięsnych pozwoliło uzyskać wyższe wartości współczynników korelacji pomiędzy tymi cechami a zawartością podstawowych składników chemicznych w tych produktach. Natomiast stosując sondę stożkową średnią do pomiaru tych cech, uzyskano tylko dwa istotne statystycznie współczynniki korelacji, które dotyczyły zależności pomiędzy odbojnością a zawartością tłuszczu i wody.
2. Obliczone współczynniki korelacji wskazują, iż wzrost zawartości tłuszczu powoduje wzrost wszystkich parametrów tekstury przetworów mięsnych (z wyjątkiem odbojności).

3. Wykorzystując spośród użytych sond pomiarowych tylko sondę stożkową dużą do pomiaru parametrów tekstury przetworów mięsnych, możemy z dużym prawdopodobieństwem oszacować ich skład chemiczny.

PIŚMIENNICTWO

1. Caine W. R., Aalhus J. L., Best D. R., Dugan M. E. R., Jeremiach L. E. (2003). Relationship of the texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Sci.*, 64, 333-339
2. Cameron N. D., Warriss P. D., Porter S. J., Enser M. B. (1990). Comparison of Duroc and British Landrace pigs for meat and eating quality. *Meat Sci.*, 27, 227-247
3. Fang S. H., Nishimura T., Takahashi K. (1999). Relationship between development of intramuscular connective tissue and toughness of pork during growth of pigs. *J. Anim. Sci.*, 77, 120-130
4. Górecki T. (2011). *Podstawy statystyki z przykładami w R*. Legionowo: Wydawnictwo BTC, 306-324
5. Janicki B., Buzwała M. (2013). Wpływ kolagenu na jakość technologiczną mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (87), 19-29
6. Jeremiah L. E., Gibson J. P., Gibson L. L., Ball R. O., Aker C., Fortin A. (1999). The influence of breed, gender, and PSS (Halothane) genotype on meat quality, cooking loss, and palatability of pork. *Food Res. Int.*, 32 (1), 59-71
7. Jeremiah L. E., Dugan M. E. R., Aalhus J. L., Gibson L. L. (2003). Assessment of the relationship between chemical components and palatability of major beef muscles and muscle groups. *Meat Sci.*, 65, 1013-1019
8. Kołczak T. (2008). Jakość wołowiny. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (56), 5-22
9. Miller R. K. (2004). Palatability. *Encyclopaedia of Meat Sciences*. Elsevier Ltd., 256-266
10. Ngapo T. M., Berge P., Culioli J., Dransfield E., de Smet S., Claeys E. (2002). Perimysial collagen crosslinking and meat tenderness in Belgian Blue double-muscling cattle. *Meat Sci.*, 61, 91-102
11. Niedziółka R., Pieniak-Lendzion K. (2005). Wstępne badania współzależności między poziomem wybranych kwasów tłuszczowych a oceną sensoryczną mięsa koziołków i tryczków. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (44), 169-176
12. Palka K., Migdał W., Wojtysiak D., Natonek-Wiśniewska M., Dudkiewicz A., Muzyczka K., Wantuch M., Bauerek E. (2010). Wpływ rasy i wieku świń na właściwości

- modelowych farszów mięsnych i kiełbas. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (68), 80-92
13. Purslow P. P. (2005). Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Sci.*, 70, 435-447
 14. Riley D. G., Johnson D.D., Chase C. C. J., West R. L., Coleman S. W., Olson T. A. (2005). Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. *Meat Sci.*, 70, 347-356
 15. Trombetta M. F., Pacchioli M. T., Baldini P., Di Lecce R., Chizzolini R., Falaschini A. (1997). Hybrid pigs for the production of Italian quality ham. *Pig News and Information*, 18 (1), 23-28
 16. Warriss P. D., Kestin S. C., Brown S. N., Nute G. R. (1990). The quality of pork from traditional pig breeds. *Meat Focus Int.*, 5, 179-182
 17. Wood J. D., Richardson R. I., Nute G. R., Fisher A. V., Campo M. M., Kasapidou E., Sheard P. R. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.*, 66 (1), 21-32
 18. Zając M., Midura A., Palka K., Węsierska E., Krzysztoforski K. (2011). Skład chemiczny, rozpuszczalność kolagenu śródmięśniowego i tekstura wybranych mięśni wołowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4 (77), 103-116