

# **WPLYW GOTOWANIA SOUS-VIDE W RÓŻNYCH WARUNKACH TEMPERATURY I CZASU NA WYDAJNOŚĆ, TEKSTURĘ I JAKOŚĆ ORGANOLEPTYCZĄ MIĘSA PIERSI INDYCZEJ**

**Elżbieta Polak, Joanna Markowska**

Institut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego,  
Zakład Technologii i Techniki Chłodnictwa,  
Al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź

elzbieta.polak@ibprs.pl

## **Streszczenie**

Celem pracy było zbadanie wpływu parametrów technologii sous-vide (SV) na jakość mięsa indyczego. Surowiec do badań stanowiły piersi indycze o masie około 500 g, które poddano obróbce termicznej w temperaturach: 60, 64, 68 i 100°C, w czasie 30, 40, 60, 120, 150 i 240 minut. Wariant kontrolny stanowiło mięso gotowane w sposób tradycyjny, w garnku, w wodzie ( $T_{\text{wody}} = 100^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 30$  min). W mięsie oznaczono ubytek masy metodą wagową, przeprowadzono instrumentalną analizę tekstury oraz ocenę organoleptyczną. Ubytek masy mięsa gotowanego w SV był istotnie statystycznie niższy w porównaniu do uzyskanego w tradycyjnej obróbce. Wynosił od ok. 3% do ok. 6%, w zależności od parametrów procesu.

Zastosowanie technologii sous-vide, niezależnie od parametrów procesu, nie wpłynęło znacząco na twardość mięsa. Pierś indycza gotowana w SV charakteryzowała się zmiennymi parametrami gumowatości i żujności. Mięso przygotowane w technologii sous-vide w temperaturze 64°C w czasie 120 min cechowało się najkorzystniejszymi walorami organoleptycznymi.

**Słowa kluczowe:** indyk, sous-vide, ubytek masy, tekstura, jakość

## **EFFECT OF SOUS-VIDE COOKING UNDER DIFFERENT TEMPERATURE AND TIME CONDITIONS ON THE PERFORMANCE, TEXTURE AND ORGANOLEPTIC QUALITY OF THE SOUS-VIDE COOKED TURKEY BREAST**

### **Summary**

The aim of the study was to investigate the influence of sous-vide (SV) technology parameters on the quality of turkey meat. The raw material for the tests was a turkey breast (about 500 g) boiled at the temperatures: 60, 64, 68 and 100°C for 30, 40, 60, 120, 150 and 240 minutes. The control option was meat cooked in a traditional way in a boiling water for 30 min. The following analytical determinations were made in the samples – weight loss (weight method), instrumental texture analysis and organoleptic assessment. The weight loss of cooked meat in SV was statistically significantly lower in comparison to that obtained in traditional processing. It ranged from approx. 3% to approx. 6%, depending on the process parameters. The use of sous-vide technology, regardless of the process parameters, did not significantly affect the hardness of the meat. The turkey breast cooked in SV was characterized by variable gumminess and chewiness parameters. Meat prepared using SV technology at the temperature of 64°C for 120 minutes was characterized by the best organoleptic properties.

**Key words:** turkey, sous-vide, cooking loss, texture, quality

### **WPROWADZENIE**

Współcześni konsumenci wymagają dobrej i świeżej żywności, charakteryzującej się wysoką jakością oraz bezpiecznej zdrowotnie. Ponadto, istotnym jest czas, a także prostota w przygotowaniu posiłków. Kryteria te spełnia technologia sous-vide, która zapewnia zachowanie wszelkich walorów sensorycznych, a także gwarantuje doskonałą jakość oraz trwałość gotowego wyrobu [Aguilera 2018; Seydi i in. 2018].

Jedną z technologii obróbki kulinarnej jest gotowanie surowców zapakowanych próżniowo w woreczki, w ściśle kontrolowanych warunkach czasu i temperatury, zwana metodą sous-vide, w dosłownym tłumaczeniu „pod próżnią” [Seydi i in. 2018; Baldwin 2012]. Po zakończeniu procesu gotowania produkt poddaje się szybkiemu schłodzeniu, a następnie przechowuje w warunkach chłodniczych. Bezpośrednio przed konsumpcją jest on

podgrzewany. Zastosowanie technologii sous-vide przyczynia się do poprawienia trwałości, zintensyfikowania smaku i aromatu, przy jednoczesnym zachowaniu wartości odżywczych gotowego produktu. Obecnie metoda ta znalazła największe zastosowanie w termicznej obróbce mięs [Dominguez – Hernandez i in. 2018; Baldwin 2012]. Gotowanie w technologii sous-vide zwykle trwa dłużej w porównaniu z tradycyjnym gotowaniem i przebiega zazwyczaj w temperaturze od 50 do 80°C, w czasie zależnym od rodzaju mięsa [del Pulgar i in. 2012]. Technologia stosowana jest w restauracjach, zakładach małej gastronomii i przemyśle oferującym dania gotowe do spożycia. W technologii sous-vide surowiec poddawany gotowaniu zapakowany jest próżniowo, w specjalnie przeznaczone do niej woreczki, stabilne termicznie. Proces obróbki kulinarnej przebiega w ściśle określonej i kontrolowanej temperaturze. Pakowanie próżniowe pozwala na bardzo efektywne przekazywanie ciepła z wody do żywności. Równomierne długotrwałe działanie temperatury na gotowany surowiec powoduje zwiększenie jego trwałości, zminimalizowanie utraty aromatu i składników odżywczych oraz wyeliminowanie ryzyka ponownego zakażenia podczas przechowywania. Ścisła kontrola warunków obróbki, tj. czasu i temperatury, pozwala na zapewnienie powtarzalnej jakości produktu, osiągnięcie bezpieczeństwa mikrobiologicznego [Seydi i in. 2018; Rinaldi i in. 2013; Baldwin 2012]. Metoda gotowania sous-vide znalazła się w centrum uwagi, ponieważ zapewnia wysoką wartość odżywczą, lepszą, delikatną teksturę, soczystość gotowych wyrobów [Zielbauer i in. 2016; Church, Parsons, 2000]. Długotrwałe gotowanie w niskiej temperaturze przekłada się na wydłużony okres trwałości produktów, a pakowanie próżniowe zapobiega utracie aromatów, zmniejsza straty spowodowane parowaniem i eliminuje ryzyko ponownego zanieczyszczenia produktu [Wang i in. 2004; Vaudagna i in. 2002].

Celem pracy było określenie jakości mięsa indyczego z mięśnia piersiowego, poddanego obróbce termicznej w technologii sous-vide, w zmiennych parametrach czasu i temperatury, rozumianej jako wielkość ubytków masy mięsa, jego tekstury oraz oceny organoleptycznej.

## **MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

Materiał badawczy stanowiły piersi indycze o masie około 500±2 g, pochodzące z obrotu handlowego, pozyskane z osobnego mięśnia piersiowego. Próbki zapakowano próżniowo w woreczki (firmy HENDI) za pomocą pakowarki próżniowej (MULTIVAC Sp. z o.o. Polska). Do przygotowania mięsa w technologii sous-vide wykorzystano urządzenie Sous vide GN 1/1, firmy HENDI. Parametry procesu podano w tabeli 1. Wariant kontrolny

stanowiła pierś indycza gotowana w sposób tradycyjny, w garnku, w wodzie ( $T_{\text{wody}} = 100^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 30 \text{ min}$ ). Po obróbce termicznej próbki natychmiast schłodzono do temperatury  $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Badania wykonano w 5 powtórzeniach.

**Tabela 1.** Parametry obróbki cieplnej mięsa indyczego  
*Parameters of turkey meat cooking*

Wariant Variant	Temperatura Temperature [°C]	Czas Time [min]
0	100	30
1 <sub>SV</sub>		
2 <sub>SV</sub>	60	150
3 <sub>SV</sub>		240
4 <sub>SV</sub>	64	60
5 <sub>SV</sub>		120
6 <sub>SV</sub>		150
7 <sub>SV</sub>		240
8 <sub>SV</sub>	68	40
9 <sub>SV</sub>		60

Objaśnienia: SV – technologia sous-vide

#### Ubytek masy

Ubytek masy obliczono na podstawie różnicy masy mięsa przed i po gotowaniu. Każdą próbkę dokładnie osuszono i zważono, z dokładnością do 0,01 g. Ubytek obliczono według wzoru [Jeong i in. 2018]:

$$\text{Ubytek masy (\%)} = \frac{\text{masa mięsa surowego} - \text{masa mięsa ugotowanego}}{\text{masa mięsa surowego}} \cdot 100$$

#### Analiza tekstury

Analizę tekstury przeprowadzono za pomocą analizatora typu CT3 TA (Brookfield Ametek U.S.A.). Wykonano test TPA (ang. Texture Profile Analysis) przy prędkości przesuwu sondy 1,00 mm/s i głębokości penetracji 15 mm oraz przy obciążeniu 0,05 N. Próbkę do analizy stanowiły plastry mięsa o szerokości 30 mm. W teście kompresji (cięcia) określono twardość próbki o wymiarach 30/30/30 mm. Test wykonano przy obciążeniu 1,00 N, prędkości przesuwu sondy 1,00 mm/s i głębokości penetracji 10 mm. Do sterowania

pomiarami oraz w celu obróbki danych zastosowano program komputerowy TexturePro CT V 1.2 Build 9.

#### Ocena organoleptyczna

Dla wszystkich wariantów przygotowania piersi indyczej przeprowadzono ocenę organoleptyczną punktową w oparciu o wytyczne przedstawione w tabeli 2. Dla wybranego najkorzystniejszego wariantu również ocenę organoleptyczną opisową. Oceny dokonał 7 osobowy doświadczony zespół pracowników IBPRS.

Ocenię podlegały takie cechy jak: wygląd zewnętrzny, barwa, smak, zapach oraz struktura i konsystencja. Noty dla każdej próbki przyznano w skali od 1 do 6, gdzie:

- 6 – jakość bardzo dobra, wysoko pożądana;
- 5 – jakość bardzo dobra;
- 4 – jakość dobra;
- 3 – jakość dostateczna;
- 2 – jakość niedostateczna;
- 1 – jakość niedopuszczalna, dyskwalifikująca produkt do spożycia.

Ocenę ogólną produktu wyznaczono przyjmując następujące współczynniki ważkości, dla parametru:

- wygląd zewnętrzny - 0,15
- zapach - 0,10
- struktura i konsystencja - 0,25
- barwa - 0,10
- smak - 0,40

**Tabela 2.** Ocena organoleptyczna punktowa mięsa z piersi indyczej  
*Organoleptic scoring of turkey breast meat*

Parametr /Nota	6	5	4	3	2	1
<b>Wygląd zewnętrzny</b>	bardzo estetyczny, bez uszkodzeń, powierzchnia jednolita, gładka, bez wycieku krwawego	estetyczny, bez uszkodzeń, powierzchnia sporadycznie niejednolita, bez wycieku krwawego	estetyczny, dopuszczalne uszkodzenia struktury mięsa spowodowane procesem, powierzchnia sporadycznie niejednolita, bez wycieku krwawego	mało estetyczny, małe uszkodzenia struktury mięsa spowodowane procesem, powierzchnia sporadycznie niejednolita, bez wycieku krwawego	znaczne uszkodzenia struktury mięsa powierzchnia, niejednolita, widoczne części świeżego mięsa, możliwy wyciek krwawy	silne uszkodzenia struktury mięsa, powierzchnia niejednolita, widoczne części niedogotowanego lub świeżego mięsa, z wyciekami krwawym
<b>Zapach</b>	bardzo przyjemny, intensywny, zharmonizowany, charakterystyczny dla produktu, bez obcych zapachów	przyjemny, intensywny, zharmonizowany, charakterystyczny dla produktu, bez obcych zapachów	przyjemny, charakterystyczny, mniej intensywny, dla produktu, bez obcych zapachów	mało intensywny lub bez zapachu charakterystycznego dla produktu, bez obcych zapachów	bez zapachu charakterystycznego dla produktu lub obcy, nieświeży zapach	nieprzyjemny, obcy, nieświeży
<b>Struktura i konsystencja</b>	jednolita, elastyczna, zwięzła, miękka	lekko niejednolita, elastyczna, zwięzła, miękka	niejednolita, mało elastyczna, średnio miękka	bardzo miękka, rozpadająca się	bardzo miękka, mazista, rozpadająca się, a w częściach niedogotowanych twarda, charakterystyczna dla surowego mięsa	bardzo miękka, mazista, silnie rozgotowana, w częściach niedogotowanych twarda, charakterystyczna dla surowego mięsa
<b>Barwa</b>	jasnobeżowa na zewnątrz/w przekroju jasnorożowa, charakterystyczna dla produktu, równomiernie wybarwione mięso	jasnobeżowa na zewnątrz/w przekroju jasnorożowa charakterystyczna dla produktu, równomiernie wybarwione mięso	jasnobeżowa na zewnątrz/w przekroju jasnorożowa charakterystyczna dla produktu, dopuszczalne niewielkie odstępstwa (jaśniejsza lub ciemniejsza barwa)	jasnobeżowa lub beżowa na zewnątrz/w przekroju jasnorożowa, z przebarwieniami	niezharmonizowana, z licznymi przebarwieniami, zmieniona	niezharmonizowana, z licznymi przebarwieniami, silnie zmieniona, obca
<b>Smak</b>	bardzo przyjemny, wyraźny, zharmonizowany, charakterystyczny dla produktu, bez obcych smaków	przyjemny, zharmonizowany, charakterystyczny dla produktu, bez obcych smaków	mało intensywny, charakterystyczny dla produktu, bez obcych smaków	słabo wyczuwalny, bardzo mało charakterystyczny dla produktu, pusty, bez obcych smaków	niewyczuwalny lub słaby, pusty, lekko zmieniony lub brak smaku	obcy, pusty, silnie zmieniony

Analiza statystyczna

Oznaczenia wykonano w 5 powtórzeniach. Analiza statystyczna została przeprowadzona z wykorzystaniem oprogramowania Microsoft Excel 2013 oraz jednokierunkowej analizy wariancji ANOVA i testu Tukeya ( $p < 0,05$ ) z wykorzystaniem oprogramowania Statistica®10.0PL (StatSoft Poland Sp. z o.o. Kraków). Wartości w kolumnach tabel oznaczone poszczególnymi literami różnią się istotnie przy poziomie  $\alpha = 0,05$ .

**WYNIKI I DYSKUSJA**

W tabeli 3 przedstawiono procentowy ubytek masy próbek mięsa piersi indyczej w wariantach obróbki termicznej w garnku z wodą i w technologii sous-vide (SV).

**Tabela 3.** Ubytek masy mięsa indyczego  
*Cooking loss of turkey meat*

Parametry gotowania <i>Cooking parameters</i>			Ubytek masy <i>Cooking loss</i> [%]
Wariant <i>Variant</i>	Temperatura <i>Temperature</i> [°C]	Czas <i>Time</i> [min]	
0	100	30	22,96 ± 0,12 <sup>a</sup>
1 <sub>sv</sub>			16,05 ± 0,09 <sup>b</sup>
2 <sub>sv</sub>	60	150	3,02 ± 0,05 <sup>c</sup>
3 <sub>sv</sub>		240	5,16 ± 0,04 <sup>d</sup>
4 <sub>sv</sub>	64	60	5,84 ± 0,09 <sup>ef</sup>
5 <sub>sv</sub>		120	5,54 ± 0,16 <sup>e</sup>
6 <sub>sv</sub>		150	5,55 ± 0,27 <sup>e</sup>
7 <sub>sv</sub>		240	5,58 ± 0,19 <sup>e</sup>
8 <sub>sv</sub>	68	40	3,21 ± 0,19 <sup>c</sup>
9 <sub>sv</sub>		60	6,10 ± 0,14 <sup>ef</sup>

W wyniku obróbki termicznej mięsa dochodzi do zmian zawartości poszczególnych składników odżywczych oraz zmniejszenia masy mięsa [Kwiecień i in. 2014, Milan i in. 2011]. Uzależnione jest to od gatunku mięsa, wieku zwierzęcia, stopnia otłuszczenia, systemu utrzymania, rodzaju i sposobu obróbki cieplnej [Augustyńska-Prejsnar, Sokołowicz 2014;

Sman 2013]. Największy ubytek masy, ok. 23%, stwierdzono w odniesieniu do mięsa gotowanego w sposób tradycyjny, w garnku w wodzie ( $T = 100^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 30$  min). Przeprowadzenie tego procesu dla zapakowanego próżniowo mięsa ograniczyło ubytek masy do poziomu 16%. Pakowanie próżniowe mięsa stanowi fizyczną barierę zapobiegającą utracie wody [Vaudagna i in. 2002; del Pulgar i wsp. [2012]. Rinaldi i wsp. [2014] badając policzki wieprzowe oraz mięso wołowe wykazali wpływ pakowania próżniowego na zmniejszenie ubytku masy produktu. Wg Roldán i in. 2013 wysoka temperatura procesu (gotowanie i smażenie) zwiększa utratę wilgoci próbek w porównaniu z gotowaniem sous-vide. Jednak badania Belibagli i Ersan [2018] wskazały, że w surowej wątrobie wilgotność wynosiła 69,7% i po gotowaniu sous-vide obniżeniu uległa do 67,3%, powodując zaledwie 2% straty. Rodzaj zastosowanej obróbki cieplnej ma istotny wpływ na aspekt ekonomiczny procesu, związany z jego wydajnością [Milan i in. 2011]. Straty termiczne masy podczas gotowania sięgają nawet do 35% [Sman 2013]. W badaniach autorów publikacji ubytek masy mięsa indyczego, przygotowanego w technologii sous-vide, był istotnie statystycznie mniejszy niż identyfikowany dla mięsa przygotowanego w sposób tradycyjny. Najmniejszy, ok. 3%, cechował próbkę  $2_{SV}$  ( $T = 60^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 150$  min). Na wielkość ubytku masy mięsa wpływał zarówno czas, jak i temperatura procesu. Wraz ze wzrostem temperatury wzrastał. Na przykład, dla próbek wariant  $2_{SV}$  ( $T = 60^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 150$  min) i  $6_{SV}$  ( $T = 64^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 150$  min), różniących się zastosowaną temperaturą, ubytek masy wzrósł odpowiednio z 3,02% do 5,55%. Dla procesu prowadzonego w  $60^{\circ}\text{C}$  i  $68^{\circ}\text{C}$ , wraz ze wzrostem czasu jego trwania również wzrastał procent ubytku masy mięsa.

W przypadku technologii SV zastosowanie zmiennej temperatury obróbki ma większy wpływ na wielkość ubytku masy mięsa niż czas trwania procesu. Oz i Zikirov [2015] oraz Jeong i wsp. [2018] analizując wpływ warunków gotowania sous-vide na szynkę wieprzową oraz kotlety wołowe potwierdzili tę tendencję.

W ocenie konsumenckiej istotnym aspektem jest tekstura mięsa. Gotowanie sous-vide zmniejsza twardość mięsa, czyniąc mięso delikatnym [Rinaldi i in. 2014; Akinwumi i in. 2013; Zdanowska-Sąsiadek i in. 2013]. Analiza tekstury mięśnia piersiowego indyka wykazała, że najniższą twardością charakteryzowała się pierś gotowana w temperaturze  $64^{\circ}\text{C}$  w czasie 240 minut (wariant  $7_{sv}$ ). Dla pozostałych próbek wartość parametru uzyskana w teście TPA czy kompresji była porównywalna, niezależna istotnie od parametrów temperatury i czasu procesu (tabela 4). Wydłużenie czasu obróbki nie wpłynęło na zmianę twardości tkanki mięsnej. Odmiennie wyniki uzyskali Jeong i wsp. [2018], którzy analizowali teksturę szynki wieprzowej gotowanej w technologii sous-vide. Wydłużenie czasu procesu,



z 45 do 90 minut, zarówno w 61°C, jak i 71°C skutkowało zwiększeniem twardości mięsa. Również Roldán i wsp. [2013], którzy badali comber jagnięcy gotowany w temperaturach: 60, 70 i 80°C, w czasie: 6, 12 i 24 godzin zaobserwowali, że w przypadku jagnięciny gotowanej w temperaturze 70°C, dopiero po 24-godzinach gotowania mięso było bardziej miękkie. Zmniejszenie twardości mięsa związane z wydłużaniem czasu w tej samej temperaturze gotowania zanotowali także Vaudagna i wsp. [2002], analizując wołowy mięsień półścięgnisty. Gotowanie mięsa w technologii sous-vide w czasie 90, 150 i 270 minut w temperaturze 60°C skutkowało zmniejszeniem twardości wraz z dłuższym czasem obróbki. Christensen i wsp. [2011] analizując dwa rodzaje mięśni wieprzowych – mięsień półścięgnisty (SD) i mięsień najdłuższy (LD) pochodzące od loch i świń nie otrzymali wyników, które mogłyby jednoznacznie wskazać zależność twardości mięsa od parametrów gotowania. Na przykład w temperaturze 48°C wydłużanie czasu gotowania obu rodzajów mięśni skutkowało zwiększeniem ich twardości. W przypadku LD świń i loch w temperaturach 53, 58 i 63°C, wydłużenie czasu gotowania o 5 godzin nie wpływało znacząco na zmiany parametru twardości, dopiero wydłużenie czasu o 17 godzin powodowało zauważalną różnicę. Natomiast dla mięśnia półścięgnistego obniżenie wartości parametru twardości zanotowano już przy czasie gotowania dłuższym o 5 godzin. Wołowina gotowana w temperaturze 80°C i 90°C była twardsza niż mięso gotowane w 50°C i 60°C [Palka 2003].

**Tabela 4.** Parametry tekstury mięsa indyczego  
*Parameters of turkey meat texture*

Wariant <i>Variant</i>	Parametry gotowania <i>Cooking parameters</i>		Parametr <i>Parameter</i>					
			Test TPA <i>TPA test</i>				Test kompresji <i>Compression test</i>	
	Temperatura <i>Temperature</i> [°C]	Czas <i>Time</i> [min]	X±SD					
Twardość <i>Hardness</i> [N]			Kohezyjność <i>Cohesiveness</i> [-]	Indeks sprężystości <i>Springiness index</i> [-]	Gumowat ość <i>Gumminess</i> [N]	Żujność <i>Chewiness</i> [mJ]	Twardość <i>Hardness</i> [N]	
<b>0</b>	100	30	4,04±1,10 <sup>a</sup>	0,26±0,14 <sup>a</sup>	0,81±0,09 <sup>a</sup>	1,30±0,40 <sup>a</sup>	17,70±6,17 <sup>a</sup>	28,13±7,25 <sup>a</sup>
<b>1<sub>sv</sub></b>			3,70±1,35 <sup>ac</sup>	0,33±0,19 <sup>a</sup>	0,78±0,09 <sup>a</sup>	1,10±0,34 <sup>a</sup>	19,20±2,73 <sup>a</sup>	25,27±7,65 <sup>a</sup>
<b>2<sub>sv</sub></b>	60	150	2,40±0,61 <sup>a</sup>	0,25±0,05 <sup>a</sup>	0,87±0,02 <sup>a</sup>	0,85±0,20 <sup>ab</sup>	7,84±4,37 <sup>b</sup>	34,02±5,05 <sup>a</sup>
<b>3<sub>sv</sub></b>		240	3,19±0,90 <sup>a</sup>	0,29±0,03 <sup>a</sup>	0,91±0,05 <sup>a</sup>	0,85±0,12 <sup>ab</sup>	10,52±1,75 <sup>c</sup>	16,38±2,52 <sup>b</sup>
<b>4<sub>sv</sub></b>	64	60	3,16±0,60 <sup>a</sup>	0,26±0,04 <sup>a</sup>	0,82±0,04 <sup>a</sup>	0,86±0,20 <sup>ab</sup>	10,50±2,95 <sup>c</sup>	23,23±10,14 <sup>a</sup>
<b>5<sub>sv</sub></b>		120	3,14±0,44 <sup>a</sup>	0,33±0,05 <sup>a</sup>	0,82±0,03 <sup>a</sup>	1,02±0,17 <sup>ab</sup>	2,58±0,31 <sup>d</sup>	22,95±3,28 <sup>a</sup>
<b>6<sub>sv</sub></b>		150	2,57±0,22 <sup>a</sup>	0,28±0,03 <sup>a</sup>	0,93±0,05 <sup>a</sup>	0,71±0,10 <sup>ab</sup>	10,12±1,55 <sup>c</sup>	16,57±2,75 <sup>b</sup>
<b>7<sub>sv</sub></b>		240	1,95±0,12 <sup>bc</sup>	0,24±0,06 <sup>a</sup>	0,83±0,04 <sup>a</sup>	0,46±0,12 <sup>b</sup>	5,76±1,50 <sup>e</sup>	22,79±1,89 <sup>a</sup>
<b>8<sub>sv</sub></b>	68	40	3,19±0,12 <sup>a</sup>	0,27±0,07 <sup>a</sup>	0,83±0,05 <sup>a</sup>	1,25±0,29 <sup>a</sup>	17,43±2,74 <sup>a</sup>	26,26±8,70 <sup>a</sup>
<b>9<sub>sv</sub></b>		60	2,74±0,93 <sup>a</sup>	0,31±0,03 <sup>a</sup>	0,88±0,09 <sup>a</sup>	0,59±0,31 <sup>b</sup>	15,63±2,52 <sup>a</sup>	22,08±4,87 <sup>a</sup>

Objaśnienia: X – średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe

Kolejnym parametrem określającym teksturę mięsa jest kohezynność, obrazująca siłę wiązań wewnętrznych w próbce, a inaczej jej zwartość [Kusińska, Starek 2011]. Analizowane próbki piersi indyczej charakteryzowały się zbliżoną wartością parametru, niezależnie od warunków gotowania, która wynosiła około 0,30. Podobną zależność, zaobserwowano w odniesieniu do wartości indeksu sprężystości. Próbki piersi indyka, niezależnie od wariantu, oceniono jako elastyczne.

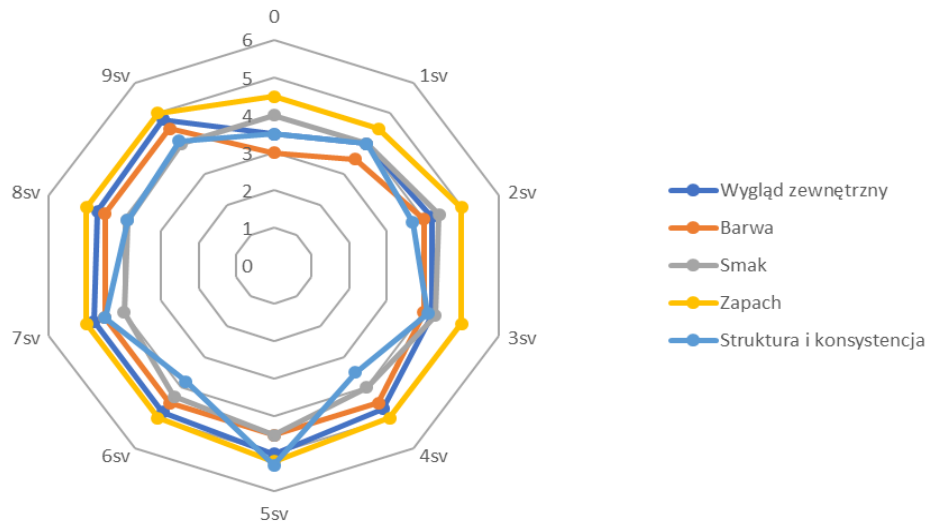
Największe rozbieżności stwierdzono w wartościach parametrów gumowatości i żujności mięśnia piersiowego indyka w zależności od warunków gotowania (tabela 4). Wydłużenie czasu gotowania piersi indyczej w 60°C ze 150 do 240 minut, nie spowodowało zmian gumowatości mięsa. Wartość tego parametru malała ze wzrostem temperatury i czasu gotowania SV.

Rinaldi i wsp. [2014] wykazali, że mięso wołowe gotowane w technologii sous-vide w 100°C charakteryzowało się większą żujnością niż mięso gotowane w temperaturze 75°C. Analiza teksturometryczna jagnięciny przeprowadzona przez zespół Roldán i wsp. [2013] wykazała, że odpowiedni dobór czasu gotowania znacząco wpływał na żujność i gumowatość mięsa. W temperaturze 60°C wydłużenie czasu gotowania z 6 do 12 godzin wpłynęło na wzrost wartości obu parametrów jagnięciny, a dopiero 24-godzinne gotowanie spowodowało odwrotny skutek.

Analizując wyniki badań uzyskanych w niniejszej pracy oraz dane zawarte w literaturze możliwe jest wysunięcie wniosku, że wpływ parametrów gotowania w technologii sous-vide na teksturę mięsa jest niejednoznaczny. Ma to związek przede wszystkim z rodzajem mięsa, z różnicami średnicy komórek mięśniowych, termostabilności kolagenu i jego zawartości w mięśniu. Różnice te są wynikiem, m.in.: wieku zwierzęcia, czasu dojrzewania mięsa, rodzaju mięsa, rodzaju mięśnia, warunków przechowywania oraz kombinacji temperatury i czasu gotowania [Becker 2016; Christensen i in. 2011, 2012, 2013; Palka, Daun 1999].

Metody obróbki termicznej kształtują cechy sensoryczne produktów. Średnie wartości oceny wyróżników jakości sensorycznej mięśni piersiowych po obróbce termicznej przedstawiono na rysunku 1. Mięso piersi indyczej, niezależnie od wariantu gotowania w technologii sous vide, charakteryzowało się zbliżonymi wartościami oceny, od 4 do 5 pkt., parametrów smaku, zapachu czy barwy. Natomiast barwa próbek gotowanych w 100°C w czasie 30 minut w sposób tradycyjny w garnku w wodzie (wariant 0) czy zapakowanych próżniowo (wariant 1<sub>SV</sub>) oceniona została niżej na poziomie od 3 do 3,5. Największe różnice w przyznanych notach zaobserwowano w przypadku oceny struktury i konsystencji mięsa. Pomimo że analiza teksturometryczna nie wykazała istotnie statystycznych różnic

w twardości próbek, potwierdzono organoleptycznie odczuwalne zmiany. Najwyżej oceniono, notą – ponad 5, mięso przygotowane w temperaturze 64°C, w czasie 120 minut (wariant 5<sub>SV</sub>), a najniżej wariant 0 oraz 4<sub>SV</sub> (T = 64°C, t = 60 min) – 3,5.



**Rysunek 1.** Punktowa ocena organoleptyczna piersi indyczej  
*Organoleptic assessment of turkey breast*

Na podstawie wyników punktowej oceny organoleptycznej wytypowano najkorzystniejszy, pod względem walorów organoleptycznych, wariant przygotowania piersi indyczej – 5<sub>SV</sub> (T = 64°C, t = 120 min) o cechach opisanych w poniższej tabeli (tabela 5).

**Tabela 5.** Ocena organoleptyczna wybranego najkorzystniejszego wariantu przygotowania piersi indyczej metodą sous-vide ( $T = 64^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 120 \text{ min}$ )  
*Organoleptic assessment of the selected most preferred variant of turkey breast preparation using the sous-vide method ( $T = 64^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 120 \text{ min}$ )*

Parametr	Pierś indycza	Skala punktowa	Współcz. ważkości	Uzyskana nota
Wygląd zewnętrzny	Zachowany kształt próbki jak po uformowaniu przed procesem, powierzchnia wilgotna, odciek jasnobieżowy, bez śladów krwawych	6-1	0,15	1,45
Zapach	charakterystyczny, dość intensywny, właściwy, bez obcych zapachów	6-1	0,10	0,45
Struktura i konsystencja	jednolita, widoczne nieliczne przerosty tkanki miękkiej, mięso bardzo soczyste, miękkie, równomiernie ugotowane	6-1	0,25	0,78
Barwa	na powierzchni jednolita, jasnobieżowa, na przekroju jednolita, jasnoróżowa.	6-1	0,10	0,52
Smak	charakterystyczny, bez obcych posmaków	6-1	0,40	2,13
		Razem	1,00	5,33

## WNIOSKI

1. Mięso indycze w technologii sous-vide charakteryzowało się zdecydowanie mniejszym ubytkiem masy niż w pierś przygotowana w sposób tradycyjny poprzez gotowanie w wodzie.
2. Czas i temperatura procesu sous-vide nie wpływały znacząco na twardość mięśnia piersiowego indyka. Wpływały znacząco na wartości parametrów gumowatości i żujności mięsa.
3. Dwugodzinny proces, prowadzony w temperaturze  $64^{\circ}\text{C}$  pozwolił uzyskać wysokiej jakości produkt, o najkorzystniejszych cechach organoleptycznych spośród wszystkich poddanych badaniom próbek.

*Badania zostały zrealizowane w ramach projektu pt. „Nowa linia dań gotowych wysokiej jakości” Przedsiębiorstwa Produkcyjno-Handlowo-Usługowego Janusz Socha, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, nr POIR.01.01.01-00-0666/17-00.*

## **PIŚMIENNICTWO**

1. Aguilera, J.M. (2018). Relating food engineering to cooking and gastronomy. *Compr. Rev. Food Sci.* 386 *Food Saf.* 17 (4), 1021–1039
2. Akinwumi A. O., Odunsi, A. A., Omojola, A.B., Akande, T. O., Rafiu, T. A. (2013). Evaluation of carcass, organ and organoleptic properties of spent layers of different poultry types. *Bots. Journal of Agricultural Science*, 9, 3-7
3. Augustyńska-Prejsnar A., Sokołowicz Z. (2014). Czynniki kształtujące jakość sensoryczną mięsa kurcząt brojlerów. *Wiadomości Zootechniczne*, LII, 2, 108-116
4. Baldwin D.E. (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1, 15–30
5. Becker A., Boulaaba A., Pinggen S., Krischek C., Klein G. (2016). Low temperature cooking of pork meat – physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, 118, 82 – 88
6. Belibagli, K.B., Ersan, E., (2018). Effects of storage on the quality of sous-vide processed lamb liver. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 1–11
7. Christensen L Gunvig A., Tørngren M. A., Aaslyng M. D., Knøchel S., Christensen M. (2012). Sensory characteristics of meat cooked for prolonged times at low temperature. *Meat Science*, 90, 485 – 489
8. Christensen L. Ertbjerg P., Aaslyng M. D., Christensen M. (2011). Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Science*, 88, 280 – 285
9. Christensen L., Ertbjerg P., Løje H., Risbo J., van den Berg F. W., Christensen M. (2013). Relationship between meat toughness and properties of connective tissue from cows and young bulls heat treated at low temperatures for prolonged times. *Meat Science*, 93, 787 – 795
10. Church, I. J. and Parsons, A. L. (2000). The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 35, 155-162
11. del Pulgar, J. S., Gázquez, A., Ruiz-Carrascal, J. (2012). Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Sci.*, 90 (3), 828–835.
12. Dominguez-Hernandez E., Salaseviciene A., Ertbjerg P. (2018). Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science*, 143, 104 – 113

13. Jeong K., O H, Shin S.Y., Kim Y.S. (2018). Effects of sous-vide method at different temperatures, time and vacuum degrees on the quality, structural, and microbiological properties of pork ham. *Meat Science*, 143, 1-7
14. Kusińska E., Starek A. (2011). Właściwości mechaniczne tekstury ciasta biszkoptowo-tłuszczowego. *Inżynieria Rolnicza*, 5, 157-164
15. Kwiecień M., Winiarska-Mlecza A., Krusiński R., Kwiatkowska K. (2014). „Ocena sensoryczna mięśni piersiowych kurcząt brojlerów otrzymujących chylat Fe z glicyną”. *Problemy Higieny Epidemiologii*, 95 134-137.
16. Milan R., Hansgeorg H., Klaus D. (2011). Meaning of the pH value for the meat quality of broilers. *Fleischwirtschaft*, 91(1), 89-93
17. Oz F., Zikirov E. (2015). The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops, *LWT – Food Science and Technology*, 64, 120 – 125
18. Palka K. (2003). The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle. *Meat Sci.*, 64 (2), 191-198
19. Palka K., Daun H. (1999). Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating. *Meat Science*, 51, 237 – 243
20. Rinaldi M., Dall'Asta C., Meli F., Morini E., Pellegrini N., Gatti M., Chiavaro E. (2013). Physicochemical and microbiological quality of sous-vide-processed carrots and brussels sprouts. *Food Bioprocess Technol.*, 6 (11), 3076-3087
21. Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Paciulli, M., Cirlini, M., Manzi, C., Chiavaro, E. (2014). A novelttime/temperature approach to sous-vide cooking of beef muscle. *Food Bioprocess Technol.* 7 (10), 2969–2977
22. Roldán M., Antequera T., Martín A., Mayoral A. I., Ruiz J. (2013). Effect of different temperature-time combinations on physicochemical. microbiological, textural and structural features of sous-vide cooked lamb loins. *Meat Science*, 93, 572 – 578
23. Seydi Y., Aksu H., Gökçe Çöl B., Demirçakmak I. L. (2018). Evaluation of Sous-Vide Technology in Gastronomy. *International Journal of Agricultural and Life Sciences*, 4, 226-229
24. Sman R.G.M. (2013). Modeling cooking of chicken meat in industrial tunnel ovens with the Flory-Rehner theory. *Meat Science*, 95, 940-957
25. Vaudagna, S. R., Sanchez, G., Neira, M. S., Insani, E. M., Picallo, A. B., Gallinger, M. M., Lasta, J. A. (2002). Sous vide cooked beef muscles: Effects of low temperature-long

- time (LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 37, 425-441
26. Wang, S. H., Chang, M. J., and Chen, T. C. (2004). Shelf-life and microbiological profiler of chicken wing products following sous vide treatment. *Int. J. Poultry Sci.*, 5, 326-332.
27. Zdanowska-Sąsiadek Ż., Michalczuk M., Marcinkowska-Lesiak M., Damiziak K. (2013). Czynniki kształtujące cechy sensoryczne mięsa drobiowego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, XLVI, 3, 344-353
28. Zielbauer B. I., Franz J., Viezens B., Vilgis T. A. (2016). Physical aspects of meat cooking: time dependent thermal protein denaturation and water loss. *Food Biophys.*, 11 (1), 34-42