

**Marcin Kowalewicz, Agnieszka Narwojsz,  
Katarzyna Gilewicz, Marzena Danowska-Oziewicz**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

e-mails: mar.kowalewicz@gmail.com; agnieszka.narwojsz; katarzyna.gilewicz;  
madan@uwm.edu.pl

---

**WPLYW SPOSOBU OBRÓBKII CIEPLNEJ  
NA BARWĘ I CECHY ORGANOLEPTYCZNE  
WYBRANYCH WARZYW**

---

**THE EFFECT OF HEAT TREATMENT METHOD  
ON COLOUR AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES  
OF SELECTED VEGETABLES**

---

DOI: 10.15611/pn.2016.461.09

**Streszczenie:** Celem badań była ocena wpływu sposobu obróbki cieplnej na barwę i cechy organoleptyczne wybranych warzyw. Materiał badawczy stanowiła marchew, pietruszka oraz ziemniak. Warzywa gotowano tradycyjnie w wodzie, w piecu konwekcyjno-parowym z wykorzystaniem pary oraz metodą *sous-vide*. Badane próbki poddano instrumentalnej ocenie barwy oraz ocenie sensorycznej. Wykazano, że warzywa poddane obróbce cieplnej w porównaniu z surowymi charakteryzowały się mniejszą jasnością barwy ( $L^*$ ). Zmiana parametrów barwy  $a^*$  oraz  $b^*$  była zależna zarówno od gatunku warzywa, jak i od sposobu gotowania. Wśród badanych próbek ziemniaka i pietruszki najwyższe noty w ocenie ogólnej pożądalności uzyskiwały próbki gotowane tradycyjnie i techniką *sous-vide*, natomiast wśród próbek marchwi – gotowana w parze.

**Słowa kluczowe:** warzywa, obróbka cieplna, barwa, CIE  $L^*a^*b^*$ , cechy organoleptyczne.

**Summary:** The aim of the study was to evaluate the effect of heat treatment method on colour and organoleptic properties of selected vegetables. The research material constituted carrot, parsley and potatoes. Vegetables were cooked traditionally in water, in steam using a combi-steam oven and with the use of *sous-vide* method. Investigated samples were subjected to the instrumental assessment of colour and sensory evaluation. It was found that cooked vegetables were characterized by the lower colour lightness ( $L^*$ ) compared to raw samples. The changes of  $a^*$  and  $b^*$  colour parameters were influenced by both the vegetable species and the cooking method. The sensory panelists gave the highest scores for overall acceptability to potato and parsley samples cooked traditionally in water and with the use of *sous-vide* method, while the highest scored carrot was that cooked in steam.

**Keywords:** vegetables, heat treatment, colour, CIE  $L^*a^*b^*$ , organoleptic properties.

## 1. Wstęp

Do najbardziej popularnych warzyw w kuchni polskiej należą marchew, pietruszka i ziemniak. Marchew stanowi dla człowieka źródło karotenoidów, w tym  $\beta$ -karotenu [Wachowicz, Czarniecka-Skubina 2004; Cosoreci i in. 2014]. Pietruszka jest ceniona ze względu na dużą zawartość składników mineralnych, takich jak magnez, żelazo, wapń i fosfor, oraz olejków eterycznych nadających specyficzny smak potrawom [Świetlikowska 1990]. Bulwy ziemniaka zawierają do 25% skrobi, około 2% białka oraz stanowią bogate źródło witaminy C [Zgórska 2008]. W gastronomii marchew i pietruszka są wykorzystywane do sporządzania surówek i sałatek oraz stanowią składnik zup i sosów [Konarzewska 2007]. Ziemniaki są stosowane jako dodatek skrobiowy do dań zasadniczych, składnik zup, sałatek, zapiekanek, kopytek, pyz czy klusek śląskich [Zalewski 2003].

Barwa jest bardzo ważną cechą produktu, która wpływa na pozytywny bądź negatywny jego odbiór przez konsumenta. Obecnie do oceny barwy wykorzystuje się dwie metody: instrumentalną i sensoryczną. Metoda instrumentalna jest uważana za obiektywną. Jednak jej wadą jest to, że pomiar dotyczy ograniczonej powierzchni próbki. Z kolei analiza sensoryczna może być obciążona pewnym subiektywizmem. Jej zaletą jest natomiast możliwość opisu barwy na podstawie całej powierzchni produktu, co jest ważne w przypadku oceny produktów niejednorodnych [Zapotoczny, Zielińska 2005]. Z punktu widzenia konsumenta oprócz barwy ważne są też inne cechy organoleptyczne produktu, takie jak wygląd, zapach, konsystencja i smak.

Niektóre warzywa, jak marchew i pietruszka, mogą być spożywane na surowo, inne natomiast, jak ziemniak, dopiero po obróbce cieplnej. Do najczęściej stosowanych metod obróbki cieplnej warzyw zalicza się gotowanie tradycyjne w wodzie oraz gotowanie w parze w piecu konwekcyjno-parowym lub w garnku zaopatrzonym w perforowaną wkładkę [Konarzewska 2009]. Gotowanie tradycyjne polega na ogrzewaniu surowca w wodzie o temperaturze około 100°C do uzyskania odpowiedniej miękkości. Podczas tego procesu następuje ekstrahowanie składników rozpuszczalnych do wody, m.in. witamin i składników mineralnych [Zalewski 2003]. Piec konwekcyjno-parowy, w którym odbywa się gotowanie w parze, jest wyposażony w system wytwarzania pary wodnej [Kasperek, Kondratowicz 2011]. Zaletą tej metody jest mniejsze wylugowanie składników odżywczych [Zalewski 2003; Wachowicz, Czarniecka-Skubina 2004]. W ostatnich latach w polskiej gastronomii popularna stała się metoda *sous-vide*. Polega ona na obróbce cieplnej surowca zapakowanego próżniowo w niskiej temperaturze w środowisku wodnym. Taki sposób obróbki pozwala zachować składniki odżywcze w produkcie, zapewnia jego intensywny smak i zapach, a także pożądaną barwę i teksturę [Grzesińska 2012]. W literaturze mało jest informacji dotyczących oddziaływania obróbki cieplnej metodą *sous-vide* na jakość warzyw.

Podczas obróbki cieplnej warzyw zachodzą przemiany determinujące nie tylko ich barwę, ale także inne cechy organoleptyczne: wygląd, zapach, konsystencję

i smak. Podatność barwników zawartych w warzywach na ogrzewanie jest zróżnicowana – najbardziej wrażliwe są chlorofile, najmniej zaś karotenoidy [Zalewski 2003; Cosoreci i in. 2014; Paciulli i in. 2016]. W związku z powyższym celem niniejszych badań była ocena wpływu różnych sposobów obróbki cieplnej na parametry barwy mierzone instrumentalnie oraz cechy organoleptyczne wybranych warzyw.

## 2. Materiał i metody

### 2.1. Materiał badawczy i organizacja doświadczenia

Materiał badawczy stanowiły: marchew, pietruszka oraz ziemniaki zakupione w sieci handlowej na terenie miasta Olsztyna.

Warzywa myto, obierano, krojono na plastry grubości 5 mm, a następnie poddawano procesowi gotowania:

- w piecu konwekcyjno-parowym (Retigo Blue Vision 623, Retigo, Czechy), z wykorzystaniem pary wodnej w temp. 103°C; czas ogrzewania marchwi wynosił 6 min, pietruszki – 5 min, a ziemniaka – 10 min;
- w garnku ze stali nierdzewnej, ogrzewanym gazowo, w wodzie wodociągowej, wkładając warzywa do wrzącej wody; czas wynosił 6 minut – w przypadku marchwi, 5 min – pietruszki i 9 min – ziemniaka;
- techniką *sous-vide* (Fusionchef, Julabo, Niemcy) – warzywa przed procesem zapakowano próżniowo (VAC-20 DT, Edesa, Polska); stosowano następujące parametry ogrzewania: marchwi – temp. 83°C, czas 70 min, pietruszki – temp. 83°C, czas 55 min, ziemniaka – temp. 90°C; czas 30 min.

Warunki procesu gotowania warzyw ustalono eksperymentalnie. Warzywa po obróbce cieplnej pozostawiano w temperaturze otoczenia celem wystudzenia, po czym przeprowadzono instrumentalny pomiar barwy i ocenę organoleptyczną.

### 2.2. Metody badawcze

Pomiar barwy przeprowadzono za pomocą fotokolorymetru typ CR-400 firmy Konica Minolta (Japonia). Urządzenie przed pomiarem kalibrowano na wzorcu bieli dołączonym przez producenta. Parametry barwy mierzono przy źródle światła C. Wyniki pomiaru wyrażono w systemie CIE  $L^*a^*b^*$ , w którym barwa zdefiniowana jest przez trzy składowe:

- $L^*$  – jasność;
- $a^*$  – chromatyczność w zakresie czerwono-zielonym;
- $b^*$  – chromatyczność w zakresie żółto-niebieskim.

Dla badanych próbek warzyw surowych i poddanych obróbce cieplnej wykonano po 15 pomiarów.

Wykorzystując parametry barwy ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), obliczono według Zielińskiej i Markowskiego [2011]:

1) całkowitą różnicę barwy:

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_p^*)^2 + (a^* - a_p^*)^2 + (b^* - b_p^*)^2},$$

2) zmianę nasycenia barwy:

$$\Delta C^* = \sqrt{(a_p^*)^2 + (b_p^*)^2} - \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2},$$

3) różnicę tonu:

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E)^2 - (L^* - L_p^*)^2 - (\Delta C^*)^2},$$

gdzie:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  – parametry barwy warzywa surowego,  $L_p^*$ ,  $a_p^*$ ,  $b_p^*$  – parametry barwy warzywa poddanego obróbce cieplnej.

W opracowaniu wyników posłużono się kryterium, według którego bezwzględne różnice barw ( $\Delta E^*$ ) pomiędzy 0 i 1 są nierozpoznawalne, od 1 do 2 to niewielkie odchylenia, rozpoznawalne przez osobę doświadczoną w odróżnianiu niuansów barwy, 2-3,5 – średnie odchylenie rozpoznawalne nawet przez osobę postronną, 3,5-5 – wyraźne odchylenie,  $\Delta E$  powyżej 5 zaś oznacza duże odchylenie barwy [Rój, Przybyłowski 2012].

Jakość sensoryczną ugotowanych warzyw oceniono przy użyciu skali graficznej strukturowanej [PN-ISO 4121:1998]. Oceniono pożądalność takich cech, jak wygląd ogólny, barwa, zapach, konsystencja i smak. Określono też pożądalność ogólną badanych próbek. Na skali zastosowano następujące określenia brzegowe: 1 – niepożądany, 10 – bardzo pożądanym. Ocenę przeprowadził 10-osobowy zespół, którego członkowie byli sprawdzeni pod względem indywidualnej wrażliwości sensorycznej i przeszkoleni w zakresie analizy sensorycznej żywności.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji. Istotność różnic między wynikami średnimi oceniano przy użyciu testu Duncana na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Do wykonania analizy statystycznej wykorzystano program komputerowy Statistica 12 (Statsoft Inc., USA).

### 3. Omówienie i dyskusja wyników

Wyniki instrumentalnego pomiaru barwy warzyw surowych i poddanych obróbce cieplnej zestawiono w tab. 1. W wyniku przeprowadzonej obróbki cieplnej stwierdzono istotne zmniejszenie jasności barwy ( $L^*$ ) marchwi, pietruszki i ziemniaka. Zapotoczny i Zielińska [2005] podczas blanszowania marchwi także odnotowali spadek jasności barwy.

**Tabela 1.** Parametry barwy badanych warzyw surowych i poddanych obróbce cieplnej ( $n = 15$ )

Sposób gotowania	Parametry barwy			$\Delta E^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$
	L*	a*	b*			
Marchew						
<i>surowa</i>	60,67 <sup>c</sup> ± 2,81	31,92 <sup>b</sup> ± 1,78	53,44 <sup>c</sup> ± 3,48	–	–	–
<i>w wodzie</i>	51,07 <sup>a</sup> ± 0,73	23,00 <sup>a</sup> ± 2,29	48,59 <sup>b</sup> ± 2,93	13,97	– 5,19	8,72
<i>w parze</i>	53,16 <sup>b</sup> ± 0,85	23,60 <sup>a</sup> ± 2,32	48,00 <sup>b</sup> ± 1,47	12,46	– 8,75	4,70
<i>sous-vide</i>	50,14 <sup>a</sup> ± 1,10	21,99 <sup>a</sup> ± 2,31	44,72 <sup>a</sup> ± 2,08	19,90	– 5,38	12,07
Pietruszka						
<i>surowa</i>	88,66 <sup>d</sup> ± 0,54	–1,39 <sup>b</sup> ± 0,25	14,11 <sup>b</sup> ± 1,73	–	–	–
<i>w wodzie</i>	64,27 <sup>a</sup> ± 1,29	–3,49 <sup>a</sup> ± 0,29	10,49 <sup>a</sup> ± 2,17	24,75	–1,11	4,03
<i>w parze</i>	67,78 <sup>b</sup> ± 3,92	–3,99 <sup>a</sup> ± 0,35	13,09 <sup>b</sup> ± 1,74	21,07	–0,49	2,75
<i>sous-vide</i>	70,88 <sup>c</sup> ± 5,68	–4,09 <sup>a</sup> ± 1,68	14,85 <sup>b</sup> ± 2,45	18,00	–0,82	2,68
Ziemniak						
<i>surowa</i>	71,67 <sup>c</sup> ± 1,50	–4,86 <sup>c</sup> ± 0,70	38,23 <sup>d</sup> ± 1,96	–	–	–
<i>w wodzie</i>	68,01 <sup>b</sup> ± 2,14	–8,97 <sup>b</sup> ± 0,39	21,73 <sup>a</sup> ± 2,12	17,39	–11,36	12,65
<i>w parze</i>	66,07 <sup>a</sup> ± 0,78	–9,42 <sup>a</sup> ± 0,13	26,54 <sup>c</sup> ± 1,11	13,74	–10,38	7,06
<i>sous-vide</i>	66,99 <sup>ab</sup> ± 1,29	–9,48 <sup>a</sup> ± 0,42	24,54 <sup>b</sup> ± 2,75	15,19	–11,09	9,27

Objaśnienia: L\*, a\*, b\*,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta H^*$  znajdują się w podrozdziale 2.2. Metody badawcze a, b, c, d – wartości średnie w kolumnach dla poszczególnych gatunków warzyw oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $p < 0,05$ ).

Źródło: opracowanie własne.

Obróbka cieplna marchwi, niezależnie od zastosowanego sposobu ogrzewania, spowodowała istotne obniżenie wartości parametru a\*, świadczące o zmniejszeniu natężenia barwy czerwonej. Wartość tej składowej dla próbki surowej wynosiła 31,92, a dla marchwi po procesie gotowania mieściła się w zakresie od 21,99 (*sous-vide*) do 23,60 (gotowanie w parze). Różnice między próbkami ogrzewanymi nie były istotne statystycznie. W wyniku gotowania pietruszki i ziemniaka odnotowano istotny wzrost udziału barwy zielonej. Większe zmiany tego parametru stwierdzono w przypadku pietruszki. Wartości składowej a\* barwy próbek gotowanych były ponad dwukrotnie wyższe niż pietruszki surowej.

Warzywa po obróbce cieplnej, z wyjątkiem pietruszki gotowanej metodą *sous-vide* oraz w parze, odznaczały się istotnie mniejszym udziałem barwy żółtej (b\*) niż odpowiednie warzywa surowe. Największe obniżenie żółtości barwy odnotowano w przypadku ziemniaka. Wartość tego parametru dla próbki surowej wynosiła 38,23, natomiast po obróbce cieplnej zawierała się w przedziale od 21,73 (gotowanie tradycyjne) do 26,54 (gotowanie w parze). Najmniejsze zmiany żółtości stwierdzono w przypadku pietruszki gotowanej w parze i w wodzie.

Wykorzystując zmierzone wartości parametrów  $L^*a^*b^*$ , obliczono całkowitą różnicę barwy  $\Delta E^*$ , zmianę nasycenia barwy  $\Delta C^*$  i różnicę tonu  $\Delta H^*$  (tab. 1). Zmiany barwy warzyw spowodowane obróbką cieplną były duże, gdyż wartości  $\Delta E^*$  ocenianych próbek mieściły się w zakresie 12,46-24,75. W przypadku marchwi największą całkowitą zmianę barwy oraz różnicę tonu stwierdzono w wyniku gotowania techniką *sous-vide*, natomiast największą zmianę nasycenia odnotowano podczas obróbki w parze. Zmiana barwy marchwi podczas obróbki cieplnej spowodowana jest procesami utleniania i zmiany w konfiguracji przestrzennej karotenoidów. Przemiany te powodują rozjaśnienie barwy [Zalewski 2003]. Cosoreci i in. [2014] podczas gotowania marchwi odnotowali straty karotenoidów na poziomie 72%. Na zróżnicowany wpływ sposobu obróbki cieplnej na barwę marchwi wskazują wyniki badań przeprowadzonych przez Paciulli i in. [2016], którzy stwierdzili, że obróbka w kuchence mikrofalowej pozwoliła w największym stopniu zachować barwę marchwi zbliżoną do surowca, natomiast największą zmianę barwy spowodowało gotowanie w parze. W przypadku pietruszki i ziemniaka badanych w niniejszej pracy największe zmiany parametrów  $\Delta E^*$ ,  $\Delta C^*$  i  $\Delta H^*$  odnotowano podczas gotowania w wodzie (tab. 1).

Wyniki oceny sensorycznej badanych próbek warzyw zestawiono w tab. 2. W przypadku marchwi najwyższe noty za wygląd ogólny, barwę, zapach i konsystencję otrzymała próbka gotowana tradycyjnie, natomiast za smak – gotowana w piecu konwekcyjno-parowym. Najniżej pod względem wyglądu, barwy i konsystencji oceniono marchew gotowaną techniką *sous-vide*. Najmniej pożądanym zapachem odznaczała się próbka gotowana w parze, smakiem natomiast – gotowana w wodzie. Biorąc pod uwagę ogólną pożądalność, najwyżej oceniono marchew gotowaną w parze (ocena 7,4), a najniżej – gotowaną tradycyjnie (6,4). Różnice między poszczególnymi próbkami marchwi pod względem zapachu, konsystencji, smaku i pożądalności ogólnej nie były istotne statystycznie.

Wachowicz i Czarniecka-Skubina [2004], badając wpływ różnych metod obróbki cieplnej (gotowanie tradycyjne przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody, przy rozpoczęciu od zimnej wody, gotowanie w szybkowarze w parze, w kuchence mikrofalowej i w garnku akutermicznym), stwierdziły, że najlepszą jakością sensoryczną odznaczała się marchew gotowana tradycyjnie, gdy proces rozpoczynano od wrzącej wody.

Zdaniem oceniających pietruszka gotowana w wodzie charakteryzowała się najbardziej pożądanym wyglądem ogólnym i barwą, poddana zaś obróbce techniką *sous-vide* – wyróżniała się najlepszym zapachem, konsystencją i smakiem (tab. 2). Identyczną notę za smak przyznano także pietruszce gotowanej w wodzie. Próbkę poddaną obróbce cieplnej w parze oceniono najniżej pod względem wyglądu ogólnego i barwy, a gotowaną tradycyjnie – pod względem zapachu, smaku. Najmniej pożądaną konsystencją odznaczała się pietruszka gotowana w wodzie i w parze. Najwyższe noty za pożądalność ogólną przyznano pietruszce gotowanej w wodzie oraz metodą *sous-vide*. Próbkę te uzyskały identyczną ocenę wynoszącą 7,4. Pietruszka

**Tabela 2.** Jakość sensoryczna ocenianych próbek warzyw

Sposób gotowania	Wyróżnik jakości					
	wygląd ogólny	barwa	zapach	konsystencja	smak	pożądalność ogólna
Marchew						
<i>w wodzie</i>	8,6 <sup>b</sup> ± 0,9	8,5 <sup>b</sup> ± 0,9	6,6 <sup>a</sup> ± 1,7	7,9 <sup>a</sup> ± 1,6	5,6 <sup>a</sup> ± 2,4	6,4 <sup>a</sup> ± 2,3
<i>w parze</i>	8,5 <sup>b</sup> ± 1,9	8,4 <sup>ab</sup> ± 1,3	5,3 <sup>a</sup> ± 2,3	7,4 <sup>a</sup> ± 2,3	7,4 <sup>a</sup> ± 2,0	7,4 <sup>a</sup> ± 2,2
<i>sous-vide</i>	6,0 <sup>a</sup> ± 2,6	6,3 <sup>a</sup> ± 2,9	6,5 <sup>a</sup> ± 2,6	7,4 <sup>a</sup> ± 2,2	6,8 <sup>a</sup> ± 2,4	6,6 <sup>a</sup> ± 2,6
Pietruszka						
<i>w wodzie</i>	7,4 <sup>a</sup> ± 2,3	7,3 <sup>a</sup> ± 2,4	6,6 <sup>a</sup> ± 2,4	6,5 <sup>a</sup> ± 2,9	6,9 <sup>a</sup> ± 2,7	7,4 <sup>a</sup> ± 2,4
<i>w parze</i>	6,3 <sup>a</sup> ± 2,9	6,3 <sup>a</sup> ± 2,1	7,1 <sup>a</sup> ± 2,3	6,5 <sup>a</sup> ± 1,8	7,1 <sup>a</sup> ± 2,5	6,8 <sup>a</sup> ± 2,0
<i>sous-vide</i>	6,8 <sup>a</sup> ± 2,0	6,6 <sup>a</sup> ± 2,1	7,3 <sup>a</sup> ± 1,8	6,9 <sup>a</sup> ± 1,9	7,1 <sup>a</sup> ± 2,2	7,4 <sup>a</sup> ± 1,6
Ziemniak						
<i>w wodzie</i>	7,5 <sup>a</sup> ± 2,3	7,9 <sup>a</sup> ± 2,2	7,5 <sup>a</sup> ± 2,0	6,1 <sup>a</sup> ± 2,8	7,0 <sup>a</sup> ± 2,0	8,5 <sup>a</sup> ± 1,2
<i>w parze</i>	7,5 <sup>a</sup> ± 2,7	7,5 <sup>a</sup> ± 2,6	7,6 <sup>a</sup> ± 2,0	7,3 <sup>a</sup> ± 2,6	6,9 <sup>a</sup> ± 2,4	7,8 <sup>a</sup> ± 1,9
<i>sous-vide</i>	8,8 <sup>a</sup> ± 1,0	8,6 <sup>a</sup> ± 0,9	6,0 <sup>a</sup> ± 2,6	7,8 <sup>a</sup> ± 1,4	7,6 <sup>a</sup> ± 1,9	8,5 <sup>a</sup> ± 1,2

a, b – wartości średnie w kolumnach dla poszczególnych gatunków warzyw oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $p < 0,05$ ).

Źródło: opracowanie własne.

poddaną obróbce cieplnej w parze uzyskała notę 6,8. Oceniane próbki nie różniły się jednak statystycznie istotnie pod względem żadnej z ocenianych cech. Ślaska-Grzywna i Grzegorzczak [2005] zaobserwowały, że grubość plasterów i związany z tym czas obróbki cieplnej wpływały na poszczególne wyróżniki jakości sensorycznej pietruszki.

W przypadku ziemniaka pod względem pożądalności ogólnej najwyżej oceniono próbkę gotowaną metodą *sous-vide* (8,5), która wyróżniała się najbardziej pożądanym wyglądem ogólnym, barwą, konsystencją i smakiem. Najniższą natomiast notę uzyskały ziemniaki gotowane tradycyjnie (7,3), gdyż oceniającym najmniej odpowiadał ich wygląd ogólny, a także smak i konsystencja. Różnice między tymi próbkami nie były jednak istotne statystycznie pod względem żadnej z ocenianych cech. Pyryt i Kolenda [2009] stwierdziły, że najkorzystniejszą metodą obróbki cieplnej ziemniaków pod względem ich jakości sensorycznej było gotowanie w szybko-warze. Nieco mniej korzystne okazało się gotowanie tradycyjne i w parowarze.

#### 4. Podsumowanie

Analizując wyniki instrumentalnego pomiaru barwy, stwierdzono istotny wpływ sposobu obróbki cieplnej na zmiany parametrów barwy  $L^*a^*b^*$ . Niezależnie od za-

stosowanej metody obróbki ugotowane warzywa cechowały się ciemniejszą barwą w porównaniu z surowcem wyjściowym. Wartości składowych barwy  $a^*$  i  $b^*$  były zróżnicowane i zależne zarówno od gatunku warzywa, jak i zastosowanej metody gotowania. Stwierdzono, że jakość sensoryczna marchwi, pietruszki i ziemniaka również zależała od zastosowanej metody obróbki cieplnej. Na podstawie uzyskanych wyników nie można jednoznacznie wskazać najkorzystniejszej metody gotowania marchwi i pietruszki. Najczęściej najlepszymi cechami odznaczały się próbki gotowane tradycyjnie oraz w parze. W przypadku ziemniaka najbardziej korzystne okazało się gotowanie metodą *sous-vide*. Próbką ta uzyskała najwyższe noty za wygląd ogólny, barwę, konsystencję, smak, a także ogólną pożądalność.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, iż metodę obróbki cieplnej należy dobierać indywidualnie do gatunku warzywa.

## Literatura

- Cosoreci D.A., Popa M.-V., Moldovan C., Raba D.-N., Donici M., Dumbravă D.-G., 2014, *Influence of some thermal treatments on carotenoids content of carrots (Daucus carota L.)*, Journal of Agro-alimentary Processes and Technologies, vol. 20, no. 4, s. 373-375.
- Grzebińska W., 2012, *Technologia sous-vide*. Przegląd Gastronomiczny, nr 1-2, s. 5-7.
- Kasperek A., Kondratowicz M., 2011, *Wyposażenie zakładów gastronomicznych i gospodarstw domowych*, Wydawnictwo REA, Warszawa.
- Konarzewska M., 2009, *Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem*, Wydawnictwo REA, Warszawa.
- Paciulli M., Ganino T., Carini E., Pellegrini N., Pugliese A., Chiavaro E., 2016, *Effect of different cooking methods on structure and quality of industrially frozen carrots*, Journal of Food Science and Technology, vol. 53, no. 5, s. 2443-2451.
- Platta A., Kolenda H., 2009, *Jakość sensoryczna wybranych odmian marchwi jadalnej po obróbce termicznej*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, nr 3, s. 391-396.
- PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- Pyryt B., Kolenda H., 2009, *Charakterystyka jakości sensorycznej bulw gotowanych w zależności od odmiany ziemniaka i sposobu gotowania*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, nr 3, s. 386-390.
- Rój A., Przybyłowski P., 2012, *Ocena barwy jogurtów naturalnych*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, nr 3, s. 813-816.
- Ślaska-Grzywna B., Grzegorzczak J., 2005, *Wpływ obróbki termicznej w kombiwarze na cechy sensoryczne pietruszki i pasternaku*, Inżynieria Rolnicza, nr 11, s. 473-478.
- Świetlikowska U. (red.), 1990, *Surowce spożywcze*, Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- Wachowicz I., Czarniecka-Skubina E., 2004, *Wpływ procesu kulinarnego na wybrane mierniki jakości marchwi i buraków*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, tom 40, nr 3, s. 204-217.
- Zalewski S. (red.), 2003, *Podstawy technologii gastronomicznej*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Zapotoczny P., Zielińska M., 2005, *Rozważania nad metodyką instrumentalnego pomiaru barwy marchwi*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, nr 1, s. 121-132.
- Zgórska K., 2008, *Znaczenie ziemniaka w żywieniu człowieka*, Ziemniak Polski, nr 1, s. 37-40.
- Zielińska M., Markowski M., 2011, *Color characteristics of carrots: effect of drying and rehydration*, International Journal of Food Properties, vol. 15, s. 450-466.