

ALEKSANDRA SZYDŁOWSKA, EWA CZARNIECKA-SKUBINA

**WPLYW SPOSOBU GOTOWANIA I PRZECHOWYWANIA PO  
UGOTOWANIU NA TEMPERATURĘ, WYDAJNOŚĆ I JAKOŚĆ  
SENSORYCZNĄ BROKUŁÓW**

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu sposobu gotowania (w garnku przy rozpoczęciu procesu od wody wrzącej, w garnku w parze, w piecu konwekcyjno-parowym w parze) oraz przechowywania po ugotowaniu w bemarze i w termoporcie na wydajność, jakość sensoryczną (ocenianą metodami niestrukturowanej skali graficznej i parzystą) i barwę brokułów ocenianą instrumentalnie. Podczas przechowywania w bemarze i termoporcie badano ponadto zmiany temperatury brokułów i wody.

Najwyższą wydajność procesu, wynikającą z wchłonięcia wody, uzyskano gotując brokuły w wodzie, rozpoczynając proces od wrzącej wody. Stwierdzono, że sposób gotowania oraz sposób i czas przechowywania wpływają statystycznie istotnie na jakość sensoryczną brokułów. Jakość sensoryczna brokułów gotowanych w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody jest statystycznie istotnie lepsza od brokułów gotowanych w parze (w garnku i w piecu konwekcyjno-parowym).

Przechowywanie gotowanych brokułów w bemarze powoduje znaczne obniżenie ich jakości sensorycznej (barwy, zapachu, smaku, konsystencji, jakości ogólnej) w porównaniu z przechowywaniem w termoporcie, co potwierdziła ocena barwy metodą instrumentalną. Brokuły nie powinny być przechowywane w bemarze. W celu utrzymania dobrej jakości sensorycznej i właściwej temperatury brokułów przechowywanych po ugotowaniu w termoporcie należy przekładać je do wygrzanych, pojemników GN, wypełnionych całkowicie, szczelnie zamykać termoport i nie przekraczać czasu przechowywania 1,5 h.

**Słowa kluczowe:** brokuły, jakość sensoryczna, bemar, termoport

## **Wprowadzenie**

Brokuły to warzywa, które w Polsce są uprawiane dopiero od początku XX w. Zyskały aprobatę konsumentów ze względu na wysoką wartość odżywczą, w tym znaczne ilości prowitaminy A ( $\beta$ -karotenu), witamin B<sub>1</sub> oraz C, składników mineralnych i błonnika pokarmowego [2, 3, 6, 10, 11, 18], a także przypisywane im

właściwości antykancerogenne [7, 10, 11, 15, 17]. Ich zaletą jest również dostępność w sprzedaży przez cały rok zarówno w formie świeżej, jak i mrożonej, dzięki czemu są wykorzystywane przez indywidualnego odbiorcę w warunkach domowych, jak również na potrzeby zakładów gastronomicznych czy cateringu.

Klient współczesnej gastronomii oczekuje odpowiedniej jakości potrawy, związanej z trzema aspektami: jakością sensoryczną, wartością odżywczą i bezpieczeństwem zdrowotnym. Aby uzyskać właściwą jakość potraw, ważne jest zastosowanie odpowiedniego procesu technologicznego [19, 20], właściwe przechowywanie po przeprowadzonej obróbce, tak by w chwili dotarcia do konsumenta potrawa była bezpieczna do spożycia, o wysokiej jakości sensorycznej i wartości odżywczej, a także o odpowiedniej temperaturze.

W przypadku warzyw często polecane jest gotowanie w parze, jako metoda zapobiegająca wypłukiwaniu z surowca cennych składników odżywczych tj.: witamin czy związków mineralnych. Nowoczesne rozwiązania technologiczne w gastronomii to gotowanie w wyspecjalizowanych urządzeniach, takich jak piec konwekcyjno-parowy, wyposażony w opcję gotowania w parze.

Po zastosowaniu odpowiednio dobranej metody obróbki termicznej ważne jest zagwarantowanie właściwych warunków przechowywania potrawy, takich jak temperatura i czas przechowywania. Profesjonalnym rozwiązaniem tego problemu w gastronomii, a zwłaszcza cateringu jest zastosowanie np. bemału czy termoportu. Współcześnie, zwłaszcza termoporty stają się powszechne z uwagi na rozwój usług cateringowych.

W literaturze brak jest badań na temat zagadnień związanych z wpływem przechowywania potrawy w bemałach i termoportach na wyróżniki jej jakości, takie jak: wartość odżywcza, jakość sensoryczna czy bezpieczeństwo spożycia. Z punktu widzenia konsumenta istotna jest również temperatura potrawy. Zatem celowym jest podjęcie badań nad wpływem sposobu gotowania i przechowywania po ugotowaniu w bemału i termoporcie na jakość wybranego warzywa – brokułów, z uwzględnieniem temperatury uzyskanej potrawy.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły brokuły średnio późnej odmiany Shadow F<sub>1</sub> firmy „Bejo Zaden”, pochodzące od jednego producenta z uprawy tradycyjnej. Odmiana ta jest polecana do uprawy późnoletniej i jesiennej do sprzedaży w formie świeżej. Do badań użyto brokułów o średniej masie 450 g, które przywożono bezpośrednio z pola bądź przechowywano do następnego dnia w chłodni w temp. 0–1°C i wilgotności względnej powietrza 95–98% [1, 5, 14].

Surowiec po usunięciu liści, skróceniu łodyg i umyciu, o masie 450 g, poddawano obróbce cieplnej:

- w garnku przy rozpoczęciu procesu od wody wrzącej (proces przeprowadzano w stalowym garnku, ogrzewanym elektrycznie, w wodzie wodociągowej o obj. 2,5 l, w ciągu 7 min),
- w garnku w parze (proces przeprowadzano w garnku, zaopatrzonym w perforowaną wkładkę, ogrzewanym elektrycznie, w ciągu 15 min),
- w piecu konwekcyjno-parowym w parze (proces przeprowadzano w pojemnikach GN w piecu firmy Electrolux, w temp. 95°C z wykorzystaniem pary, w ciągu 30 min).

Warunki procesu gotowania ustalono eksperymentalnie. Czas gotowania ustalono na podstawie sensorycznej oceny konsystencji metodą skali werbalnej [16]. Za odpowiedni uznawano czas gotowania, gdy 80% oceniających uznało konsystencję brokułów za właściwą.

Brokuły po ugotowaniu przechowywano w czasie 0-4 h:

- w termoporcie firmy Cambro, UPCS 180, o wymiarach 31,5 × 43,5 × 64 cm (wys., szer., dł.), pojemności 23 l, w stalowych pojemnikach GN ¼,
- w bemarze elektrycznym, w temp. medium grzewczego (wody) 65°C, w stalowych pojemnikach GN ¼.

Brokuły bezpośrednio po ugotowaniu umieszczano w pojemnikach GN w bemarze oraz w termoporcie. Każdorazowo w pojemnikach umieszczano porcję 1,8 kg brokułów. Pomiary temperatury brokułów przechowywanych w termoporcie wykonano w dwóch wersjach przechowywania: w pojemnikach GN o temperaturze pokojowej i pojemnikach GN wygrzewanych każdorazowo w temperaturze 90°C przez 10 min. Pojemniki GN w bemarze są zawsze wygrzane z uwagi na fakt, że są ogrzewane przez medium grzewcze (wodę) już podczas rozgrzewania bamaru. Dodatkowo zbadano zmiany temperatury wody w czasie przechowywania przez 0–4 h w pojemnikach GN¼, w bemarze i termoporcie. Każdorazowo przechowywano 3,5 litra przegotowanej wody.

W brokułach gotowanych i przechowywanych określano:

- wydajności procesu gotowania i przechowywania w termoporcie i bemarze;
- zmiany temp. brokułów podczas ich przechowywania w bemarze i w termoporcie w czasie 0-4 h. Pomiary przeprowadzano co 0,5 h za pomocą termopary umieszczonej w kilku miejscach warzywa. W przypadku termoportu, w celu uniknięcia strat ciepła, otwierano pojemniki jednorazowo tylko po danym czasie przechowywania;
- jakość sensoryczną brokułów metodą skalowania z wykorzystaniem niestrukturowanej skali graficznej (oznaczenia brzegowe jakości: bardzo niepożądana, bardzo pożądana) oraz metodą parzystą [8], bezpośrednio po ugotowaniu oraz po przechowywaniu gotowanych prób co 0,5 h tj. po 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 i po 4 h. Za pomocą obu metod oceniano zapach, barwę, smak, konsystencję i jakość ogólną brokułów.

W ocenie metodą niestrukturowanej skali graficznej barwę brokułów określano w zakresie: brunatnozielona, z odcieniem brązowym – intensywnie zielona, koloru świeżej trawy, smak i zapach: nietypowe – typowe dla warzyw kapustnych, konsystencję: zbyt miękka, rozpadająca się – zwięzła.

Do oceny metodą parzystą każdorazowo podawano dwie próbki: próbkę bezpośrednio po ugotowaniu i próbkę po przechowywaniu. Oceniający miał za zadanie odpowiedzieć na pytanie oddzielne dla każdego z badanych wyróżników, którą z prób w każdej parze bardziej preferuje ze względu na wskazaną cechę (barwę, zapach, smak, konsystencję, jakość ogólną).

Oceny dokonywał 10-osobowy zespół, którego członkowie zostali przeszkoleni w zakresie wykonywania podstawowych metod analizy sensorycznej i byli sprawdzeni ze względu na indywidualną wrażliwość sensoryczną.

Próbki ugotowanych brokułów podawane były w gniazdach izotermicznych. Brokuły oceniane bezpośrednio po ugotowaniu były podawane w temp. 65°C, natomiast brokuły przechowywane po ugotowaniu oceniano w temperaturze jaką miały po danym czasie przechowywania,

- barwę, bezpośrednio po ugotowaniu i po przechowywaniu, metodą instrumentalną przy użyciu aparatu Minolta Chroma-Meters w systemie L\*a\*b\*. Parametry barwy mierzono przy źródle światła C.

Badania każdego wariantu doświadczenia (metody gotowania i sposobu oraz czasu przechowywania) powtarzano trzykrotnie.

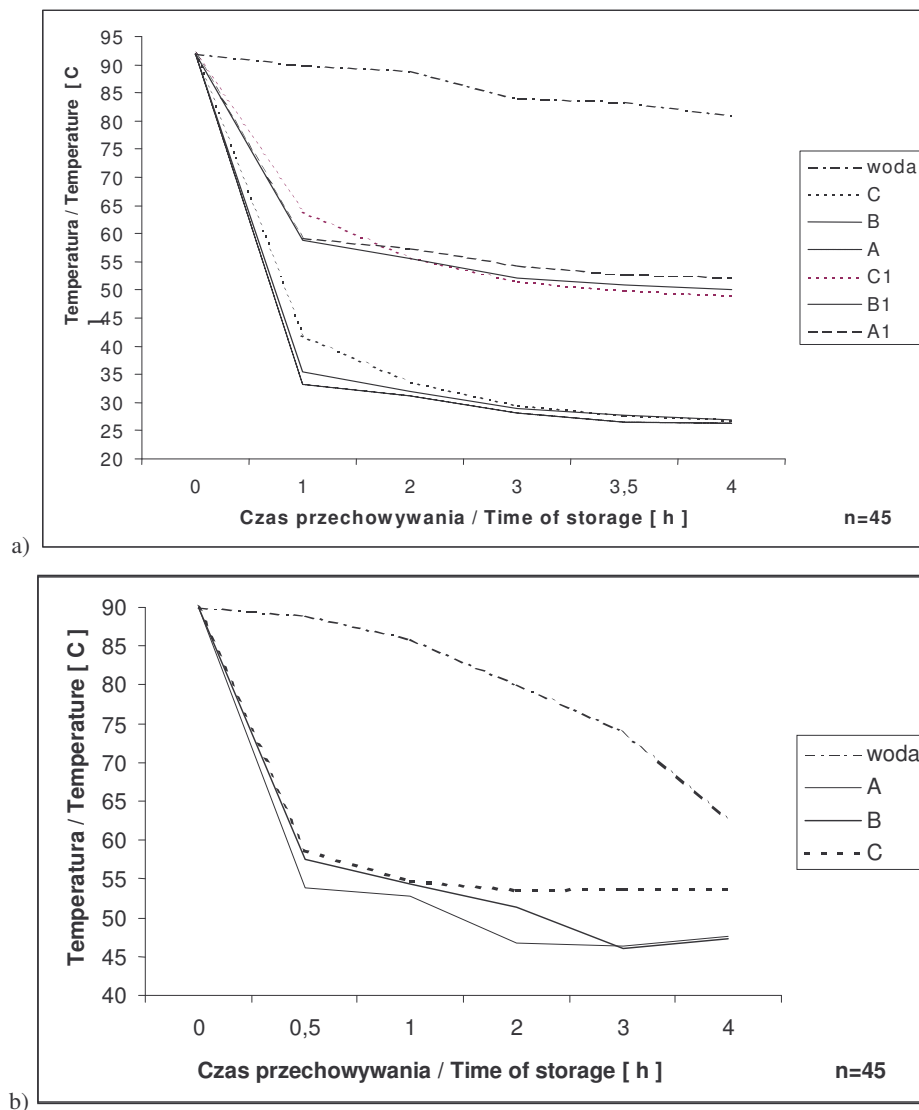
Ocena statystyczna wyników obejmowała obliczenie odchylenia standardowego, analizę wariancji i liniową analizę regresji, do obliczenia których wykorzystano program komputerowy Statgraphics 5. Statystycznie istotne różnice pomiędzy wynikami określono na podstawie najmniejszej istotnej różnicy ( $p < 0,05$ ).

## **Wyniki i dyskusja**

### *Zmiany temperatury przechowywanych brokułów i wody*

Podczas przechowywania ugotowanych brokułów oraz wody w termoporcie i w beamarze w czasie 0–4 h badano zmiany temperatury. Uzyskane wyniki przedstawiono na rys. 1.

Gorące warzywa (85°C) umieszczone w pojemnikach GN o temp. pokojowej i przechowywane w termoporcie, po 0,5–1 h wykazywały temp. obniżoną do około 33–42°C (w zależności od metody gotowania); później temperatura stabilizowała się i obserwowano mniejsze jej spadki. Przetrzywanie brokułów w pojemnikach GN o temperaturze pokojowej powodowało większe wychłodzenie surowca niż wówczas,



Rys. 1. Wpływ czasu przechowywania [a) w termoporcie i b) w beamarze] na zmiany temperatury ugotowanych brokułów [A, A1 – brokuły gotowane w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody, B, B1 – brokuły gotowane w garnku w parze, C, C1 – brokuły gotowane w piecu konwekcyjno-parowym w parze; A, B, C – pojemniki GN o temp. pokojowej, A1, B1, C1 – pojemniki GN wygrzane].

Fig.1. Effect of time of storage [a) in thermoport and b) warmholding] on changes of temperature of cooked broccoli [A, A1 – broccoli cooking in pot starting with boiled water, B, B1 – broccoli steam cooking in pot, C, C1 – broccoli steam cooking in convection-steam oven; A, B, C – room temperature container, A1, B1, C1 – warm GN container].

gdy brokuły były przechowywane w pojemnikach wygrzanych (po 4 h osiągnięto temp. maksymalnie do 49–52,4°C). Tak znaczne obniżenie temperatury brokułów

wynikało z faktu niepełnego wypełnienia pojemników GN ugotowanym surowcem. Obniżenie temperatury brokułów przechowywanych w termoporcie po ugotowaniu jest o wiele większe niż podają producenci termoportów (według nich temperatura posiłku obniża się z 93° do 78°C podczas 6 h przechowywania). Według danych literaturowych [13] obniżenie temperatury posiłków przechowywanych w temp. pokojowej w termoporcie po upływie 1 h wynosi około 4°C, a po 4 h – około 9°C w stosunku do temp. początkowej posiłku.

Po 0,5 h przechowywania w beamarze zaobserwowano obniżenie temperatury brokułów do około 54–58,7°C (w zależności od metody gotowania i związanej z tym początkowej temperatury ugotowanego surowca). Temperatura medium grzewczego podczas przechowywania brokułów wynosiła 65°C ze względu na fakt, że jest to warzywo o delikatnej konsystencji po ugotowaniu.

Po 4 h przechowywania w termoporcie temperatura brokułów gotowanych wszystkimi metodami, wynosiła poniżej 30°C, natomiast po przechowywaniu w tym czasie brokułów w beamarze około 50°C, z uwagi na fakt stałego podgrzewania (rys. 1).

W wodzie przechowywanej w termoporcie przez 4 h odnotowano po tym czasie obniżenie temp. z 92 do 81°C, natomiast w beamarze do 65°C (przy zastosowaniu temp. medium grzewczego 65°C). Zjawisko dążenia układu surowiec-naczynie do wyrównywania temperatur zachodzi zarówno w przypadku przechowywania wody, jak i brokułów. Różnice w spadku temperatury wody i brokułów w czasie 4 h przechowywania w termoporcie wynikają z: innej powierzchni wymiany ciepła (w przypadku warzyw większa), z innego współczynnika oddawania ciepła od materiału do ścian urządzenia i innego współczynnika pojemności cieplnej (im jest on większy tym wolniej ciało przekazuje ciepło). Wpływ ma przede wszystkim fakt, że brokuły niecałkowicie wypełniały pojemniki GN, podczas gdy woda wypełniała je całkowicie.

Wydaje się, że podniesienie temperatury wody w beamarze podczas przechowywania brokułów spowodowałoby wzrost temperatury surowca, ale prawdopodobnie pogorszenie jakości sensorycznej, gdyż wstępne próby z brokułami przechowywanymi przy wyższej temperaturze medium grzewczego w beamarze powodowały uzyskanie produktu nieakceptowanego z punktu widzenia konsumenta (zbrązowienie powierzchni, bardzo miękka konsystencja).

Uzyskana temperatura końcowa brokułów po przechowywaniu nie jest akceptowana ze względów bezpieczeństwa mikrobiologicznego. Nie należy więc przechowywać brokułów w termoporcie przy niepełnym wypełnieniu pojemników GN i dobrze jest stosować wygrzane pojemniki, natomiast w beamarze, aby uzyskać wyższą temperaturę przechowywania potrawy należałoby podnieść temperaturę medium grzewczego. Optymalną temperaturą przechowywania dań ciepłych, biorąc pod uwagę ich dobrą jakość sensoryczną i mikrobiologiczną jest temp. powyżej 63°C. Bardzo ważne przy przechowywaniu jest zachowanie ciągłości łańcucha cieplnego [12].

*Wydajność procesu gotowania i przechowywania po ugotowaniu*

Najwyższą wydajność procesu gotowania stwierdzono w przypadku gotowania brokułów w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody – 111%, co jest wynikiem wchłonięcia wody przez surowiec. W przypadku zastosowania metod z użyciem pary (gotowanie w garnku i w piecu konwekcyjno-parowym) uzyskano wydajności, odpowiednio 103 i 100%. Proces przechowywania brokułów po ugotowaniu w beamarze i w termoporcie nie wpłynął na zmianę wydajności.

*Jakość sensoryczna gotowanych i przechowywanych po ugotowaniu brokułów*

Porównując wpływ sposobu gotowania na jakość sensoryczną brokułów stwierdzono, że metoda gotowania i związany z tym czas procesu wpływa statystycznie istotnie na wyróżniki jakości sensorycznej (barwę, zapach, smak, konsystencję, jakość ogólną). Jakość brokułów gotowanych tradycyjnie w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody była statystycznie istotnie lepsza pod względem badanych wyróżników od brokułów gotowanych w parze (w garnku i w piecu konwekcyjno-parowym), co przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Jakość sensoryczna brokułów, oceniana metodą niestrukturowanej skali graficznej (10 cm), w zależności od sposobu gotowania.

Sensory quality of broccoli estimated by unstructured graphical scale method (10cm) depending on cooking method.

Sposób gotowania Cooking method	Wartości średnie / Mean values n = 30				
	Barwa Colour	Zapach Odour	Smak Taste	Konsystencja Texture	Jakość ogólna Overall quality
W garnku przy rozpoczęciu procesu od wody wrzącej Cooking in pot starting with boiling water	8,8±0,2 c	8,6±0,3 b	8,4±0,2 c	8,4± 0,2 b	8,6± 0,1 c
W garnku w parze Steam cooking in pot	8,4± 0,2 b	8,2± 0,3 a	8,1± 0,2 b	7,9± 0,2 a	8,1± 0,2 b
W piecu konwekcyjno-parowym w parze Steam cooking in convection-steam oven	7,8± 0,3 a	7,9± 0,3 a	7,8± 0,2 a	7,9± 0,2 a	7,9± 0,2 a

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie, ± odchylenie standardowe / Table shows mean values, ± standard deviation;

a, b ... – wyniki oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie / the same letter in each column indicates no statistically significant differences between the results.

Najniższą jakość, zwłaszcza pod względem barwy i smaku, stwierdzono w przypadku brokułów gotowanych w piecu konwekcyjno-parowym w parze z uwagi na najdłuższy czas gotowania. W literaturze formułowany jest pogląd, że gotowanie

warzyw w piecu konwekcyjno-parowym pozwala na lepsze zachowanie ich barwy [9]. W gastronomii brokuły gotuje się zazwyczaj w piecu konwekcyjno-parowym, ale jak wynika z przeprowadzonego wywiadu wśród kucharzy warszawskiej gastronomii, najczęściej w ten sposób gotowane są brokuły mrożone, które uprzednio były blanszowane, a więc są częściowo obgotowane i nie potrzeba tak długiego czasu gotowania jak zastosowany w badaniach.

Wyniki wpływu czasu przechowywania ugotowanych brokułów w beamarze i w termoporcie na jakość sensoryczną przedstawiono na rysunku 2.

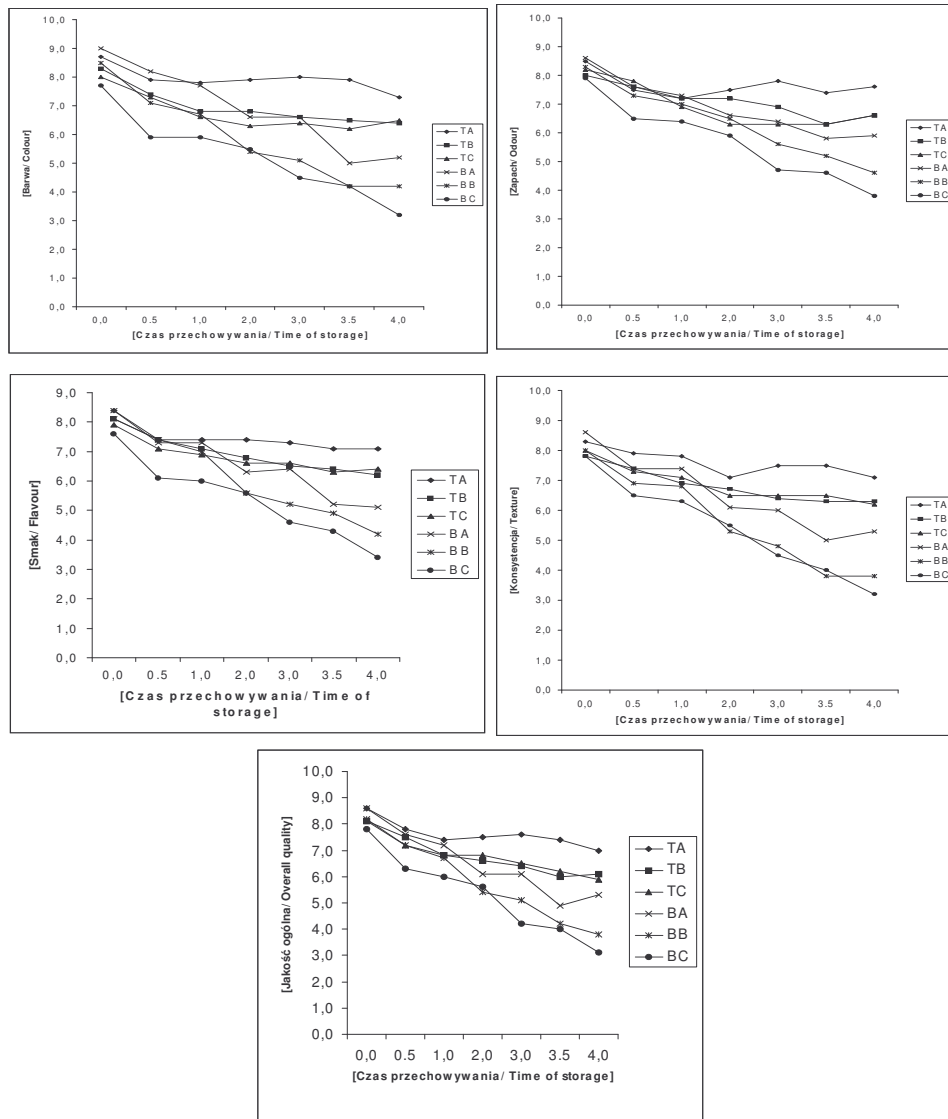
Wyniki analizy regresji liniowej dotyczące wpływu przechowywania na jakość sensoryczną gotowanych brokułów wskazują na dość znaczną siłę związku między zmienną zależną (jakością sensoryczną) a niezależną (czasem przechowywania w beamarze i termoporcie). Współczynnik korelacji w przypadku zależności jakości ogólnej od czasu przechowywania wyniosły: w metodzie gotowania w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody w termoporcie  $r = -0,485$  (mniejsza zależność), a w beamarze  $r = -0,892$ ; w garnku w parze w termoporcie  $r = -0,799$ , a w beamarze  $r = -0,916$ , w piecu konwekcyjno-parowym w parze, w termoporcie  $r = -0,827$ , a w beamarze  $r = -0,933$ .

Czas przechowywania zarówno w beamarze, jak i w termoporcie wpływał więc statystycznie istotnie na badane cechy jakości sensorycznej i w miarę wydłużania czasu przechowywania jakość wszystkich badanych cech obniżała się.

W przypadku badanych metod gotowania, po 4 h przechowywania w beamarze, stwierdzono obniżenie jakości sensorycznej (barwy, zapachu, smaku, konsystencji i jakości ogólnej) do znacznie niższych wartości w porównaniu z brokułami przechowywanymi w termoporcie. Było to wynikiem stałego podgrzewania brokułów w czasie przechowywania (temp. medium grzewczego w beamarze wynosiła 65°C).

Jakość sensoryczna (barwa, zapach, smak, konsystencja, jakość ogólna) ugotowanych brokułów przechowywanych w termoporcie ulegała również pogorszeniu w miarę wydłużania czasu przechowywania. Stwierdzono jednak lepszą jakość brokułów przechowywanych w termoporcie w porównaniu z brokułami przechowywanymi w beamarze (rys. 2).

W ocenie metodą parzystą, podając równolegle dwie próbki brokułów bezpośrednio po ugotowaniu i brokułów po przechowywaniu w termoporcie lub beamarze stwierdzono, że 0,5 h przechowywanie wpływało w sposób statystycznie istotny tylko na niektóre wyróżniki jakości sensorycznej, natomiast przechowywanie ugotowanych brokułów powyżej 0,5 h wpływało w sposób statystycznie istotny na wszystkie badane wyróżniki jakości sensorycznej. Uzyskane oceny przedstawiono w tab. 2.



Rys. 2. Wpływ czasu przechowywania w termoporcie i bemarze na jakość sensoryczną brokułów ocenianą metodą niestrukturowanej skali graficznej. Przechowywanie po ugotowaniu w termoporcie: TA, TB, TC i w bemarze: BA, BB, BC. A, B, C; metody gotowania: A – w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody, B – w garnku w parze, C – w piecu konwekcyjno-parowym w parze.

Fig. 2. Effect of time storage in the thermoport and warmholding on sensory quality of broccoli estimated by unstructural graphical scale. Storage after cooking in thermoport: TA, TB, TC and warmholding: BA, BB, BC. A, B, C – methods of cooking: A – cooking in pot starting with boiled water, B – Steam cooking in pot, C – Steam cooking in convection-steam oven.

Jakość sensoryczna brokułów, oceniana metodą parzystą, determinowana czasem przechowywania w termoporcie i bemarze.

Sensory quality of broccoli estimated by dual method determined by time storage in the thermoport and warmholding.

Przechowywanie Storage	Sposób gotowa- nia Cooking method	Jakość Quality	Wyniki jakości sensorycznej ugotowanych brokułów i brokułów po ugotowaniu i przechowywaniu Results of the sensory quality of cooked broccoli and broccoli after cooking and storage											
			Czas przechowywania (h) n = 30											
			0	0,5	0	1	0	2	0	3	0	3,5	0	4
Przechowywanie w termoporcie Storage in thermoport	A	Colour	20	10	24	6	25	5	23	7	23	7	22	8
		Odour	20	10	28	2	21	9	21	9	29	1	27	3
		Taste	25	5	21	9	22	8	23	7	28	2	21	9
		Texture	18	12	21	9	22	8	21	9	26	4	21	9
		Overall quality	20	10	28	2	22	8	23	7	29	1	21	9
	B	Colour	20	10	26	4	30	0	26	4	25	5	25	5
		Odour	19	11	28	2	27	3	26	4	21	9	26	4
		Taste	25	5	26	4	26	4	27	3	26	4	23	7
		Texture	23	7	24	6	21	9	21	9	26	4	22	8
		Overall quality	25	5	26	4	27	3	27	3	26	4	25	5
	C	Colour	17	13	28	2	25	5	26	4	26	4	22	8
		Odour	16	14	25	5	26	4	26	4	29	1	27	3
		Taste	15	15	21	9	25	5	24	6	24	6	29	1
		Texture	14	16	21	9	24	6	21	9	26	4	27	3
		Overall quality	16	14	21	9	27	3	22	8	28	2	29	1
Przechowywanie w bemarze Warmholding	A	Colour	23	7	30	0	30	0	24	6	30	0	30	0
		Odour	25	5	29	1	29	1	25	5	29	1	25	5
		Taste	18	12	28	2	27	3	24	6	28	2	24	6
		Texture	19	11	29	1	29	1	23	7	30	0	27	3
		Overall quality	20	10	30	0	29	1	24	6	29	1	25	5
	B	Colour	27	3	30	0	30	0	30	0	29	1	30	0
		Odour	22	8	27	3	30	0	28	2	29	1	30	0
		Taste	23	7	26	4	27	3	27	3	27	3	29	1
		Texture	22	8	28	1	28	2	25	5	27	3	29	1
		Overall quality	23	7	27	3	28	2	28	2	28	2	30	0

c.d. Tab. 2

	C	Colour	28	2	29	1	25	5	30	0	25	5	30	0
--	---	--------	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---

	Odour	27	3	27	3	26	4	28	2	27	3	30	0
	Taste	28	2	28	2	26	4	27	3	27	3	30	0
	Texture	27	3	24	6	25	5	27	3	27	3	30	0
	Overall quality	28	2	27	3	26	4	28	2	28	2	30	0

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Pominięto prezentację wyników uzyskanych po 1,5 i 2,5 h przechowywania z uwagi na nieznaczne zmiany jakości sensorycznej / Results presentation after 1,5 and 2,5 hour of storage was skipped because of inconsiderable sensory quality changes.

Minimum zgodnych ocen niezbędnych do ustalenia istotnego zróżnicowania - 21 (poziom istotności  $\alpha = 0,05$ ) / Minimum of compliance estimates to establish significant differences - 21 (significance level  $\alpha = 0.05$ ).

A - brokuły gotowane w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody / broccoli cooking in pot starting with boiled water; B- brokuły gotowane w garnku w parze / broccoli steam cooking in pot; C- brokuły gotowane w piecu konwekcyjno-parowym w parze / broccoli steam cooking in convection-steam oven

### *Barwa brokułów gotowanych i przechowywanych po ugotowaniu*

Stwierdzono statystycznie istotny wpływ sposobu gotowania na barwę brokułów mierzoną instrumentalnie. Uzyskane wyniki pomiaru barwy brokułów w zależności od sposobu gotowania przedstawiono w tab. 3.

Jak wynika z przedstawionych danych, większe zmiany barwy w stosunku do surowca świeżego następowały w brokułach gotowanych metodami z użyciem pary, co wynikało najprawdopodobniej z faktu dłuższego czasu obróbki cieplnej w porównaniu z gotowaniem w garnku przy rozpoczęciu procesu od wody wrzącej. Znaczenie może mieć wpływ wody o odczynie obojętnym w przypadku gotowania w niej brokułów. Gotowanie w wodzie ułatwia wyługowanie i rozcieńczenie kwasów organicznych (kwas szczawiowy, kwas cytrynowy) zawartych w tkankach, które mogą powodować powstanie, pod wpływem ciepła, oliwkowozielonej barwy (wynik przekształcenia się zielonego chlorofilu w oliwkowozieloną feofitynę) [20].

Próbki brokułów gotowanych trzema sposobami były w stosunku do brokułów świeżych:

- jaśniejsze – stwierdzono wzrost wartości L,
- mniej zielone – wartości  $\Delta a$  były dodatnie,
- bardziej żółte – wartości  $\Delta b$  były dodatnie.

Pod wpływem procesu gotowania zmieniało się również nasycenie barwy brokułów z 0,968 w przypadku brokułów świeżych do 0,611 w przypadku brokułów gotowanych tradycyjnie w wodzie i do 0,502; 0,528 – brokułów gotowanych w parze.

Zmiany barwy ( $\Delta E$ ) w porównaniu z surowcem świeżym były znacznie mniejsze w przypadku gotowania tradycyjnego (4,20) niż gotowania w parze (5,02; 5,04).

Barwa brokułów w zależności od sposobu ich gotowania.

Broccoli colour depending on cooking method.

Sposób gotowania Cooking method	Wartości średnie współczynników Mean values of coefficients n=90							
	L*	a*	b*	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	a/b	$\Delta E$
Brokuły świeże Fresh broccoli	93,70 $\pm 0,1a$	-10,68 $\pm 0,05b$	+11,03 $\pm 0,1a$	-	-	-	0,968	-
W garnku przy rozpoczęciu procesu od wody wrzącej Cooking in pot starting with boiling water	95,52 $\pm 0,2 ab$	-6,91 $\pm 0,1a$	+11,31 $\pm 0,1a$	1,82	3,77	0,28	0,611	4,20
W garnku w parze Steam cooking in pot	96,30 $\pm 0,15b$	-6,67 $\pm 0,1a$	+12,64 $\pm 0,1b$	2,60	4,01	1,61	0,528	5,04
W piecu konwekcyjno- parowym w parze Steam cooking in convection- steam oven	95,64 $\pm 0,1ab$	-6,33 $\pm 0,1a$	+12,61 $\pm 0,1b$	1,94	4,35	1,58	0,502	5,02

Objaśnienia: / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie współczynników: L\* – jasność; -a\* – barwa zielona; -b\* – barwa niebieska; a/b – nasycenie barwy; +a – barwa czerwona; +b – barwa żółta;  $\Delta E$  – zmiana barwy / Table shows mean values for: L\*- brightness; -a\* - green colour; -b\* - blue colour; a/b - saturation of colour; +a – red colour; +b - yellow colour;  $\Delta E$  - changes of colour.

a, b - wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie / mean values signed with the same letter indicates no statistically significant differences between the results.

Wyniki instrumentalnej oceny barwy potwierdzają dane uzyskane przy użyciu metody sensorycznej, w której barwę brokułów gotowanych w garnku w wodzie oceniano najlepiej. Brokuły świeże stanowiące surowiec do badań należały do odmiany o barwie niebiesko-zielonej i charakteryzowały się parametrami: L\*= 93,70, a\*= -10,68 i b\*= 11,03 (tab. 4). Literatura przedmiotu nie zawiera danych na temat wpływu sposobu gotowania na jakość sensoryczną i barwę brokułów. Jedynie Artes i wsp. [4] podają wartości parametrów barwy świeżych brokułów, ale odnoszą się one do odmiany o barwie żółto-zielonej, a mianowicie: L\*= 88,19, a\*= - 4,16 i b\*= 21,97.

Ponadto stwierdzono statystycznie istotny wpływ czasu i sposobu przechowywania na barwę brokułów mierzoną instrumentalnie. Uzyskane wyniki przedstawiono w tab. 4.

Próbki brokułów gotowanych i przechowywanych przez 4 h były:

- jaśniejsze w stosunku do surowca świeżego (wartość  $\Delta L$  dodatnia), przy czym nieco większe pojaśnienie barwy w przypadku wszystkich metod gotowania stwierdzono w przypadku przechowywania w beamarze,

- z przewagą koloru żółtego (wartości  $\Delta b$  dodatnie), zmiany  $\Delta b$  były wyższe w przypadku przechowywania w bemarze,
- ze zmniejszającym się udziałem koloru zielonego (wartości  $\Delta a$  dodatnie), zmiany  $\Delta a$  były wyższe w przypadku przechowywania w bemarze.

Tabela 4

Barwa brokułów w zależności od sposobu ich gotowania i przechowywania.  
Broccoli colour depending on cooking method and storage.

Sposób przechowywania Method of storage	Sposób gotowania Cooking method	Wartości średnie współczynników Mean values of coefficients n=90							
		L*	a*	b*	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	a/b	$\Delta E$
	Brokuły świeże Fresh broccoli	93,70 $\pm 0,1$	-10,68 $\pm 0,1$	+11,03 $\pm 0,1$	-	-	-	0,968	-
W termoporcie – 4 h In thermoport	A	97,68 $\pm 0,2$	-5,45 $\pm 0,05$	+12,80 $\pm 0,2$	3,98	5,23	1,77	0,426	6,81
	B	96,93 $\pm 0,15$	-5,90 $\pm 0,1$	+13,16 $\pm 0,05$	3,23	4,78	2,13	0,448	6,15
	C	97,70 $\pm 0,1$	-4,10 $\pm 0,05$	+13,99 $\pm 0,1$	4,00	6,58	2,96	0,293	8,25
W bemarze – 4 h Warmholdin g	A	98,01 $\pm 0,1$	-4,55 $\pm 0,1$	+13,32 $\pm 0,1$	4,31	6,13	2,29	0,342	7,84
	B	97,37 $\pm 0,1$	-4,85 $\pm 0,1$	+14,49 $\pm 0,05$	3,67	5,83	3,46	0,335	7,71
	C	97,78 $\pm 0,1$	-3,25 $\pm 0,1$	+14,85 $\pm 0,1$	4,08	7,43	3,82	0,219	9,30

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A – gotowanie w garnku przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody / Cooking in pot starting with boiling water; B – gotowanie w garnku w parze / Steam Cooking in pot; C – gotowanie w piecu konwekcyjno-parowym w parze / Steam cooking in convection-steam oven.

W tabeli przedstawiono wartości średnie współczynników: L\* – jasność; -a – barwa zielona; -b – barwa niebieska; a/b – nasycenie barwy; +a – barwa czerwona; +b – barwa żółta;  $\Delta E$  – zmiana barwy / Table shows mean values for: L\*- brightness; -a - green colour; -b - blue colour, a/b - saturation of colour, +a – red colour; +b - yellow colour;  $\Delta E$  – changes of colour,

a, b ... – wyniki oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie / results signed with the same letter indicates no statistically significant differences between the results.

Nasycenie barwy (a/b) brokułów malało w zależności od sposobu gotowania i sposobu przechowywania, przy czym najmniejsze nasycenie stwierdzono w brokułach gotowanych w piecu konwekcyjno- parowym w parze i przechowywanych w bemarze.

Po upływie 4 h przechowywania brokułów, gotowanych w beamarze, następowały większe zmiany barwy ( $\Delta E$ ) w stosunku do surowca świeżego niż w termoporcie po takim samym czasie przechowywania, co potwierdziło wyniki oceny sensorycznej.

Badania są kontynuowane z użyciem innych surowców (ziemniaki, zupy) w celu określenia optymalnych warunków przechowywania potraw w beamarze i w termoporcie, jak również wpływu przechowywania na jakość sensoryczną i wartość odżywczą.

### Wnioski

1. Najlepszymi cechami sensorycznymi (barwa, zapach, smak, konsystencja, jakość ogólna) charakteryzowały się brokuły gotowane w garnku, przy rozpoczęciu procesu od wrzącej wody. Brokuły gotowane w parze (w garnku i w piecu konwekcyjno-parowym) były oceniane istotnie niżej, na co wpłynął wydłużony czas gotowania.
2. Przechowywanie brokułów w beamarze powodowało znacznie większe negatywne zmiany jakości sensorycznej niż przechowywanie w termoporcie z uwagi na stałe podgrzewanie. Przedłużanie czasu przechowywania powyżej 1,5 h, co jest stosowane w gastronomii, powoduje znaczne obniżenie temperatury i jakości sensorycznej przechowywanego surowca.
3. W celu utrzymania właściwej temperatury i dobrej jakości gotowanych brokułów podczas ich przechowywania w termoporcie, należy przekładać warzywo bezpośrednio po ugotowaniu do wygrzanych pojemników GN, szczelnie zamykać termoport i przechowywać go w temp. pokojowej nie dłużej niż 1,5 h. Najbardziej istotny jest stopień wypełnienia pojemników GN, przy pełnym wypełnieniu pojemników temperatura surowca jest utrzymywana lepiej.
4. Brokuły nie powinny być przechowywane w beamarze. Podniesienie temperatury medium grzewczego powyżej 63°C spowodowałoby wzrost bezpieczeństwa mikrobiologicznego brokułów, ale obniżenie jakości sensorycznej.
5. Temperatura i czas gotowania oraz przechowywania po ugotowaniu są czynnikami krytycznymi jakości sensorycznej uzyskanej potrawy.

### Literatura

- [1] Adamicki F.: Co wpływa na jakość przechowywanych brokułów? *Warzywnictwo*, 2001, **16**, 25-26.
- [2] Albrecht J.A., Schafer H.W., Zottola: Relationship of total to initial and retained ascorbic acid in selected cruciferous noncruciferous vegetables. *J. Food Sci.*, 1990, **55**, 182.
- [3] Albrecht J.A., Schafer H.W., Zottola E.A.: Sulphydryl and scorbic acid relationships in selected vegetables and fruits. *J. Food Sci.*, 1991, **2 (56)**, 427-429.
- [4] Artes F., Vallejo F., Martinez J.A.: Quality of broccoli as influenced by film wrapping during shipment. *Komputerowa baza danych Springer – Verlag*, 2001.
- [5] Babik I.: Nowe odmiany brokułów. *Owoce, Warzywa, Kwiaty*, 2000, **9**, 10.

- [6] Favell D.J.: A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chemistry*, 1998, **1** (62), 61.
- [7] Gey K.F., Brubacher G.B., Stahelin H.B.: Plasma levels of antioxidant vitamin in relation of ischemic heart diseases and cancer. *Amer. J. Clin.Nutr.*, 1987, **5** (45), 1368.
- [8] Graf E., Saguy J.S.: *Food Product Development from concept to the marketplace*, chapt. 8. Moskowitz H.R. *Optimizing consumer product acceptance and perceived sensory quality*. An avi Book, Publ.Van Nostrad Reinhold, New York 1991, pp.157-187.
- [9] Grześnińska W.: Nareszcie nic się nie przypała. *Przeg. Gastr.*, 1999, **9**, 4-5.
- [10] Hrnčirik K., Valusek J., Velisek J.: Investigation of ascorbigen as breakdown product of glucobrassicin autolysis in Brassica vegetables, *Komputerowa baza danych Springer- Verlag*, 2001.
- [11] Jacob A.R.: *Vitamin C in modern nutrition in health and disease*.vol 1. red. Shills M.E., Olson J.A., Shike M., Ed. Lea&Febiger, 1994, p.432.
- [12] Kołożyn – Krajewska D. (red.): *Higiena produkcji żywności*. Wyd. SGGW, Warszawa 2003.
- [13] Koziorowska B., Biernat M.: Termosy - wygoda i jakość. *Przeg. Gastr.*, 2001, **6**, 6-7.
- [14] Kunicki E: *Uprawa brokułów*. Hortpress, Warszawa, 1998, s.6-8, s.11, s.40.
- [15] Lang A., Ward S., Michie C.A.: Eating broccoli could prevent cancer. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, **49**, 2679-2683 SW.
- [16] PN – ISO 4121: 1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.
- [17] Steinkellner H.: Effect of cruciferous vegetables and their constituents on drug metabolizing enzymes involved in the bioactivation of DNA - reactive dietary carcinogens. *Mutation Research*, 2001, 480-481, 286-287.
- [18] Wartanowicz M.: *Witaminy*. W: *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. cz.1. pod red. Gawęcki J., Hryniewiecki L. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2000.
- [19] Zalewski S: *Obróbka termiczna warzyw i owoców*. *Przeg. Gastr.*, 1988, **5**, 11-13.
- [20] Zalewski S. (red.): *Podstawy technologii gastronomicznej*. WNT, Warszawa 2003.

#### **EFFECT OF COOKING METHODS AND STORAGE AFTER COOKING ON TEMPERATURE, YIELD AND SENSORY QUALITY OF BROCCOLI**

##### **S u m m a r y**

The aim of this paper was evaluation of the influence of different cooking methods (cooking in pot starting with boiling water, steam cooking in pot, steam cooking in convection-steam oven), and storage after cooking (warmholding and storage in the thermoport) of broccoli, on yield, sensory quality (evaluated by unstructural graphical scale and dual method) and colour determined by instrumenthal method. Temperature changes of broccoli and water during storage in warmholding and in the thermoport were also tested.

The highest yield of cooking process due to high water absorbtion, was observed in the case of cooking in pot starting with boiling water. Study shows that different methods of cooking and storage time statistically significantly affected sensory quality of broccoli. Sensory quality of cooked broccoli in pot starting with boiling water was statistically significantly better than steam cooked broccoli (in pot and in convection - steam oven).

Warmholding of cooked broccoli in comparison to storage in the thermoport caused the significant decrease of sensory quality, what was confirmed by instrumenthal colour determination method. It looks that broccoli should not be hold in warm.

To preserve good sensory quality and proper temperature during storage in the thermoport after cooking it is recommended to put broccoli into warm GN container, fully filled in, close it properly and storage max.1.5 hour.

**Key words:** broccoli, sensory quality, warmholding, thermoport 