

Dr inż. Marzena TOMASZEWSKA
Dr inż. Magdalena ZALEWSKA
Mgr inż. Iwona GOMULSKA
Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
SGGW w Warszawie

OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH MARCHWI PRZYGOTOWANEJ TECHNOLOGIĄ SOUS VIDE ORAZ TRADYCYJNIE®

Celem artykułu jest analiza przebadanych zmian właściwości fizycznych marchwi przygotowanej metodą sous vide oraz tradycyjnie, w zależności od rodzaju zastosowanej obróbki cieplnej oraz czasu chłodniczego przechowywania. Bezpośrednio po obróbce cieplnej, próby sous vide schładzano i przechowywano w warunkach chłodniczych (0 – 3°C) przez 21 dni. Próbę kontrolną stanowił produkt przygotowany metodą konwencjonalną (pominięty etap pakowania próżniowego oraz gwałtownego schładzania). Próbę kontrolną przygotowano jednorazowo w dniu „0” (wyniki prób SV-P i SV-W w kolejnych dniach doświadczenia zestawiono z wynikami uzyskanymi dla próby kontrolnej). Badania obejmowały ocenę instrumentalną (pomiar barwy i tekstury). Oznaczenia wykonano w dniu produkcji bezpośrednio po obróbce cieplnej, a także 7, 14 i 21 dnia przechowywania produktów typu sous-vide. Stwierdzono, że największy wpływ na barwę marchwi spośród czynników poddanych analizie ma czas prowadzenia procesu ogrzewania. Próby marchwi przygotowane metodą sous-vide w środowisku pary wodnej charakteryzowały się zawsze większą twardością, w porównaniu do prób przygotowanych w środowisku wody.

Słowa kluczowe: *technologia sous vide, pakowanie próżniowe, barwa, tekstura, właściwości fizyczne, pomiary instrumentalne.*

WSTĘP

Wzrastające oczekiwania konsumentów dotyczące żywności, ale także ich świadomość żywieniowa sprawiły, że dużym zainteresowaniem wśród producentów wyrobów spożywczych cieszą się tzw. metody kombinowane, zwane też zintegrowanymi. Te techniki utrwalania wywodzą się z opracowanej przez Leistnera teorii tzw. płotków (hurdle technology), tj. wykorzystywania efektów kolejnych przeszkód, ograniczających biotyczne procesy psucia się żywności [6]. Do metod kombinowanych zaliczana jest między innymi technologia sous vide. Technika ta została opracowana w drugiej połowie lat 60-tych XX wieku przez Georgesa Pralusa [11]. Sous vide jest systemem produkcji potraw, polegającym na próżniowym zapakowaniu żywności uprzednio poddanej obróbce wstępnej, potem obróbce cieplnej i gwałtownemu schłodzeniu, następnie na chłodniczym jej przechowywaniu i restytucji bezpośrednio przed konsumpcją. Początkowo metoda ta nie cieszyła się pełną akceptacją wśród producentów żywności. Powszechna była opinia, iż ze względu na wieloetapowość procesu technologicznego, żywność tego typu stwarza potencjalne zagrożenie rozwoju drobnoustrojów chorobotwórczych [3], a szczególnie obawiano się *Listerii monocytogenes* oraz *Clostridium botulinum*. Czynnikiem hamującym rozwój systemu, był także brak jakichkolwiek regulacji prawnych i zaleceń dotyczących procesu technologicznego nowej metody. Dopiero SVAC (Sous Vide Advisory Committee), organizacja utworzona w 1989r. w Wielkiej Brytanii, w skład której wchodziła przedstawiciele producentów żywności, wyposażenia gastronomicznego oraz świata

nauki, opublikowała w 1991 roku zalecenia odnośnie parametrów obróbki cieplnej dla technologii sous vide. Etap ten jest bowiem często uznawany za krytyczny punkt kontrolny całego procesu technologicznego, mający zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo mikrobiologiczne produktu [8].

Celem pracy zaprezentowanej w artykule jest analiza zmian właściwości fizycznych wybranych produktów warzywnych przygotowanych według technologii sous vide, w zależności od rodzaju zastosowanej obróbki cieplnej (w wodzie, w środowisku pary wodnej) oraz czasu chłodniczego przechowywania.

Jak podaje wielu autorów [4,9,13], optymalizacja produktu opierająca się na wynikach pomiarów instrumentalnych ma charakter ilościowy. Pomiary instrumentalne charakteryzują się mniejszą pracochłonnością, mniejszą dyspersją wyników indywidualnych, większą powtarzalnością w stosunku do wyników uzyskanych metodami sensorycznymi.

Barwa jest ważnym, najwcześniej odbieranym przez człowieka, wskaźnikiem jakości produktów żywnościowych, zarówno świeżych, jak i przetworzonych. Jeżeli zabarwienie produktu nie jest akceptowane przez konsumenta, to inne wskaźniki jakości, takie jak zapach czy konsystencja nie budzą jego zainteresowania. Jednak wizualna ocena barwy jest względna, bowiem zależy od wielu czynników, na przykład, od składu spektralnego światła, charakterystyki powierzchni produktu oraz od czułości wzroku oceniającego. Stąd też w badaniach laboratoryjnych powszechnie wykorzystywane są instrumentalne metody pomiaru barwy, umożliwiające jej przedstawienie w wartościach liczbowych [14].

Tekstura, obok barwy ma istotne znaczenie dla konsumentów i producentów żywności. Dlatego też, wiele zabiegów technologicznych stosowanych w przetwórstwie żywności, nakierowanych jest na jej zoptymalizowanie. Przy produkcji

żywności wygodnej podstawowym założeniem procesu technologicznego jest zapewnienie odpowiedniej trwałości gotowego wyrobu [12]. W tym celu, często stosowane są procesy technologiczne, takie jak sterylizacja czy zamrażanie, które zazwyczaj wywołują niekorzystne zmiany tekstury.

MATERIAŁ I METODY

Badany materiał stanowiła świeża marchew De Gouw 86 pierwszej klasy (odmiana holenderska). Badania właściwe poprzedzono badaniami wstępnymi, w trakcie których ustalono: warunki obróbki wstępnej, warunki obróbki cieplnej oraz warunki pomiarów instrumentalnych badanego materiału.

Przyjęty schemat badań zasadniczych przedstawiono na rysunku 1.

Właściwości fizyczne badanych próbek marchwi oceniono za pomocą instrumentalnego pomiaru barwy (IPB) oraz instrumentalnego pomiaru tekstury (IPT).

Produkty przygotowane technologią sous vide poddano ocenie instrumentalnej w dniu produkcji, po obróbce cieplnej oraz 7, 14 i 21 dnia przechowywania, po procesie restytucji. Wyniki pomiarów instrumentalnych dla próbek przygotowanych technologią sous vide w 7, 14 i 21 dniu przechowywania

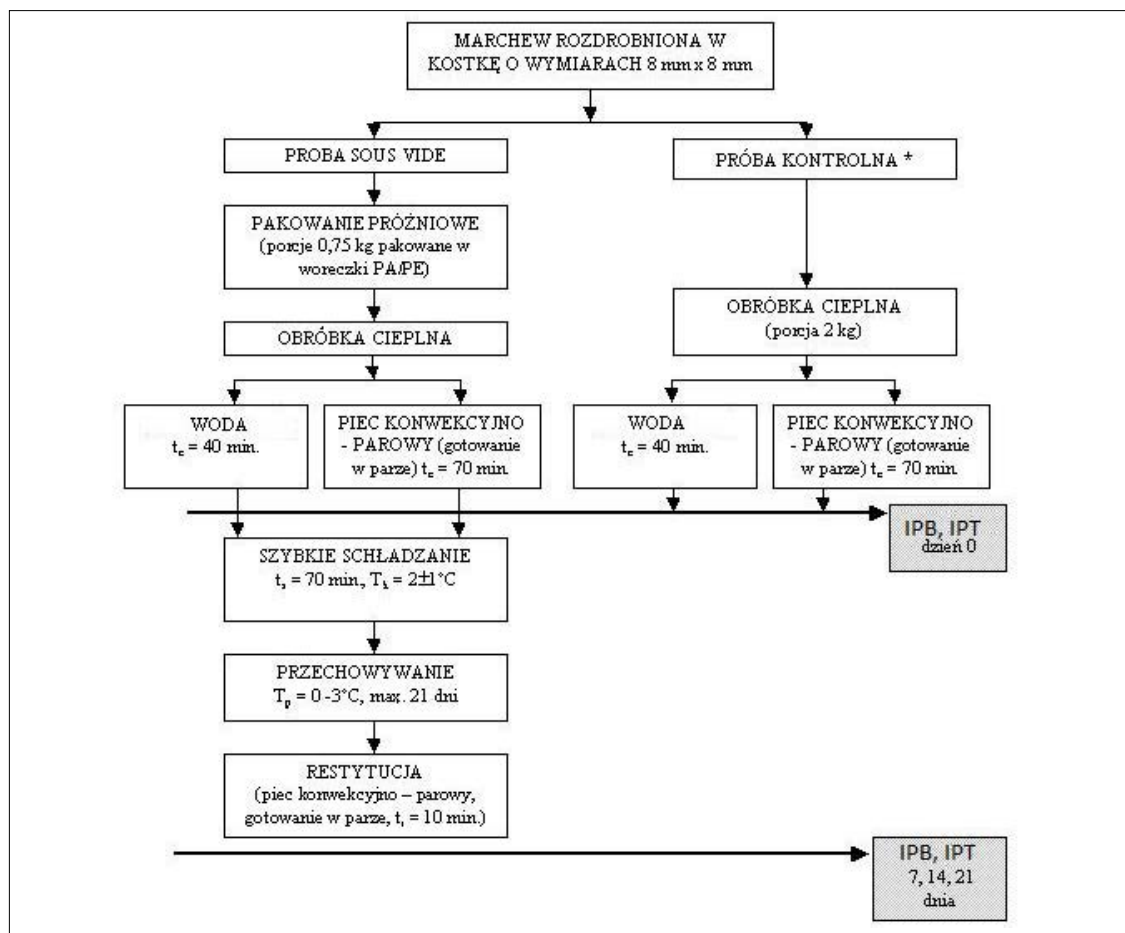
porównywano z wynikami dla próbek przygotowanych tradycyjnie w dniu produkcji (dzień 0).

Instrumentalny pomiar barwy wykonano przy zastosowaniu kolorymetru tróchromatycznego firmy Minolta CR-310. Modelem opisującym barwę był system $L^*a^*b^*$. Do pomiaru zastosowano światło D65. Urządzenie przed każdym badaniem było kalibrowane na wzorcu bieli.

Pomiar barwy w systemie $L^*a^*b^*$ polega na liczbowym oznaczeniu trzech parametrów, które charakteryzują barwę (parametr L^* , parametr a^* i parametr b^*). W zastosowanym systemie pomiarowym L^* oznacza jasność, która jest wektorem przestrzennym. Natomiast a^* i b^* są współrzędnymi tróchromatyczności, gdzie dodatnie wartości a^* odpowiadają barwie czerwonej, ujemne barwie zielonej, dodatnie b^* odpowiada barwie żółtej, natomiast ujemne b^* niebieskiej [1].

Pomiar składowych barwy polegał na przyłożeniu głowicy pomiarowej do powierzchni przygotowanego (wystudzonego) materiału i dokonaniu odczytu wartości parametrów $L^*a^*b^*$. W celu uzyskania jak najlepszej charakterystyki barwy badanego materiału, próbę kilkakrotnie mieszano w trakcie wykonywania pomiarów. Łącznie uzyskano 10 wyników dla każdego z wariantów poddanego ocenie.

Na podstawie uzyskanych parametrów $L^*a^*b^*$, podczas kolejnych dni trwania doświadczenia wyliczono całkowitą



Rys. 1. Przyjęty schemat badań zasadniczych.

IPB – instrumentalny pomiar barwy, IPT – instrumentalny pomiar tekstury, t_c – czas obróbki cieplnej [min], t_s – czas schładzania [min], T_k – temperatura końcowa schładzanego produktu [°C],

T_p – temperatura przechowywania [°C].

*) próbę kontrolną przygotowano jednorazowo w dniu „0” (wyniki prób SV-P i SV-W w kolejnych dniach doświadczenia zestawiono z wynikami uzyskanymi dla próby kontrolnej).

Źródło: Opracowanie własne.

różnicę barwy ΔE^* dla próbek marchwi przygotowanych technologią sous vide. Obliczenia prowadzono wg wzoru: [1]

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

gdzie:

ΔE^* – różnica składowych w trakcie kolejnych dni oceny.

Instrumentalny pomiar tekstury przeprowadzono przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej INSTRON 4301. Zastosowano test przeciskania, który polega na umieszczeniu próbki w komorze Ottawa mającej dno rusztowe i ścisaniu jej przy pomocy tłoka metalowego ściśle dopasowanego do wewnętrznej komory o powierzchni 50 cm² [13].

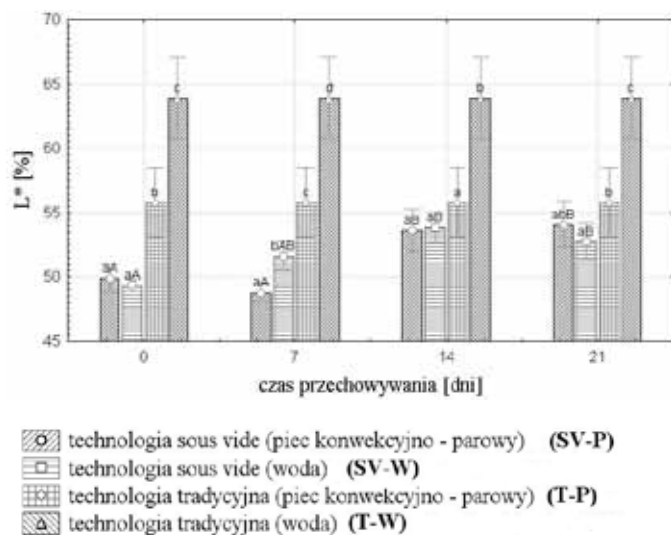
Próbki do badań o temperaturze pokojowej i masie 250g układano w komorze roboczej urządzenia. Pomiar wykonywano przy użyciu głowicy poruszającej się z prędkością 50 mm/min. Powstające w czasie przeciskania naprężenia rejestrowano w postaci krzywej pomiarowej, gdzie na osi X rejestrowano przemieszczenie wyrażone w mm, a na osi Y siłę wyrażoną w kN. Doświadczenie wykonywano w 5 powtórzeniach dla każdego wariantu poddanego pomiarom.

Na podstawie testu przeciskania dokonywano pomiaru maksymalnej siły przeciskania [kN] oznaczającej twardość próbki.

Do interpretacji statystycznej wyników pomiarów instrumentalnych wykorzystano test NIR (najmniejszych istotnych różnic – ang. *least significant differenced LSD*).

WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość oraz charakter różnic ocenionych instrumentalnie parametrów L^* , a^* i b^* dla produktów przygotowanych technologią sous-vide i tradycyjną przedstawiają rysunki nr 2, 3 i 4.



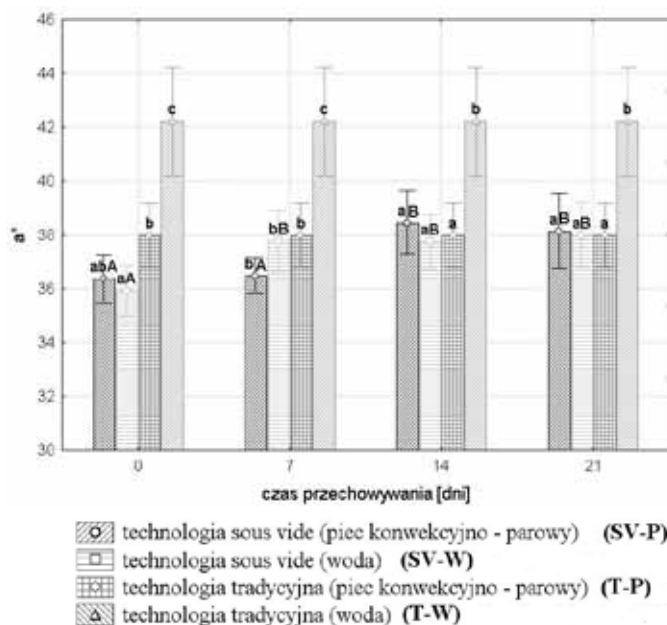
Rys. 2. Średnie wartości parametru L^* dla produktów przygotowanych metodą sous-vide oraz tradycyjną, poddanych obróbce cieplnej w różnych urządzeniach.

a-c słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tego samego dnia oceny, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$),

A-C słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tej samej próby podczas przechowywania, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$),

* próbę kontrolną przygotowano jednorazowo w dniu „0” (wyniki prób SV-P i SV-W w kolejnych dniach doświadczenia zestawiono z wynikami uzyskanymi dla próby kontrolnej).

Źródło: Badania własne.



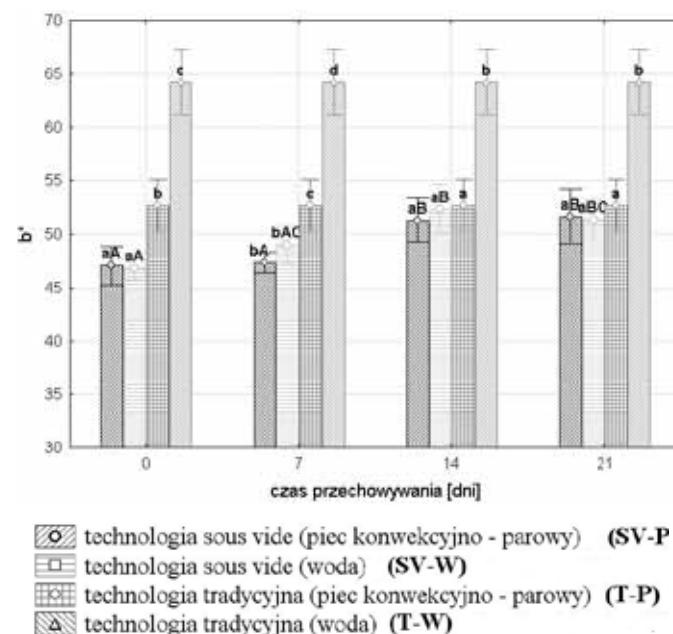
Rys. 3. Średnie wartości parametru a^* dla produktów przygotowanych metodą sous-vide oraz tradycyjną, poddanych obróbce cieplnej w różnych urządzeniach.

a-c słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tego samego dnia oceny, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$),

A-C słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tej samej próby podczas przechowywania, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$),

* próbę kontrolną przygotowano jednorazowo w dniu „0” (wyniki prób SV-P i SV-W w kolejnych dniach doświadczenia zestawiono z wynikami uzyskanymi dla próby kontrolnej).

Źródło: Badania własne.



Rys. 4. Średnie wartości parametru b^* dla produktów przygotowanych metodą sous-vide oraz tradycyjną, poddanych obróbce cieplnej w różnych urządzeniach.

a-c słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tego samego dnia oceny, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$),

A-C słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tej samej próby podczas przechowywania, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$),

* próbę kontrolną przygotowano jednorazowo w dniu „0” (wyniki prób SV-P i SV-W w kolejnych dniach doświadczenia zestawiono z wynikami uzyskanymi dla próby kontrolnej).

Źródło: Badania własne.

Uzyskane wartości parametrów barwy ($L^*a^*b^*$) były różne, w zależności od rodzaju zastosowanej technologii oraz warunków obróbki cieplnej (woda, para wodna). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że marchew niepakowana próżniowo i gotowana w wodzie (próba T-W) charakteryzowała się zdecydowanie wyższymi wartościami składowych L^* , a^* i b^* , w porównaniu do prób przygotowanych technologią sous-vide (SV-P, SV-W) czy próby przygotowanej tradycyjnie – gotowanej w piecu konwekcyjno-parowym (T-P). Przeprowadzony test NIR wskazał, że próba przygotowana metodą konwencjonalną w środowisku wody (T-W), we wszystkich dniach doświadczenia (dzień 0, 7, 14, i 21) charakteryzowała się istotnie ($p < 0,05$) wyższymi wartościami składowych $L^*a^*b^*$, w stosunku do trzech pozostałych prób (rys.2, 3, 4). Składowe $L^*a^*b^*$ próby przygotowanej metodą konwencjonalną w środowisku pary wodnej (T-P), były bardziej zbliżone do wyników uzyskanych dla prób przygotowanych technologią sous vide (tworząc często tzw. grupy jednorodne), zwłaszcza w końcowym etapie doświadczenia (dzień 7 i 14 przechowywania).

We wszystkich dniach oceny, próby przygotowane technologią sous-vide (SV-P, SV-W), charakteryzowały się ciemniejszą barwą (niższe wartości składowej L^*), w porównaniu do prób przygotowanych tradycyjnie (T-P, T-W) (rys.2).

Przeprowadzony test NIR wskazał, że we wszystkich dniach oceny istotne statystycznie różnice ($p < 0,05$) ze względu na omawiany parametr, występują pomiędzy próbą przygotowaną technologią sous-vide, której obróbkę cieplną prowadzono w środowisku pary wodnej (SV-P) a próbą przygotowaną tradycyjnie – gotowaną w wodzie (T-W).

Test NIR wskazał dodatkowo, że warunki prowadzenia obróbki cieplnej (woda, para wodna), ze względu na parametr L^* , nie różnicują istotnie prób przygotowanych metodą sous-vide (brak bezpośredniego kontaktu czynnika ogrzewającego z surowcem). Pomimo różnych warunków obróbki cieplnej, próby SV-P i SV-W tworzą grupy jednorodne w dniu produkcji (dzień 0) oraz 14 i 21 dnia przechowywania (rys.2).

Analizując natomiast wyniki pomiaru instrumentalnego barwy, ze szczególnym uwzględnieniem składowej L^* , stwierdzono, że bezpośredni kontakt czynnika ogrzewającego z surowcem (próby T-P i T-W) ma istotny ($p < 0,05$) wpływ na zróżnicowanie prób pod względem ich jasności. Zaobserwowano, że próba przygotowana metodą tradycyjną, której obróbka cieplna miała miejsce w wodzie (T-W), charakteryzowała się znacznie jaśniejszą (wyższa wartość parametru L^*) barwą pomarańczową w stosunku do próby przygotowanej w środowisku pary wodnej (T-P) (rys. 2).

Stwierdzono także, że wraz z czasem przechowywania prób przygotowanych technologią sous-vide, wzrastały wartości parametru L^* (większa jasność).

Analizując parametr a^* odpowiedzialny za zmiany wartości tonu czerwonego (im wyższa wartość a^* , tym większy udział tonu czerwonego) stwierdzono, że najwyższe wartości uzyskano dla materiału przygotowanego technologią konwencjonalną w środowisku wody (T-W) (rys.3). Parametr a^* dla próby gotowanej w środowisku pary wodnej (T-P) był zbliżony do wartości uzyskanych dla prób przygotowanych technologią sous vide. Zatem można stwierdzić, że zastosowana technologia oraz środowisko pakowania nie różnicuje prób ze względu na udział tonu czerwonego. Natomiast wpływ na udział tonu czerwonego w barwie ma środowisko obróbki

cieplnej. Próby gotowane w wodzie (bezpośredni kontakt – T-W) charakteryzowały się większymi wartościami parametru a^* , w porównaniu do prób przygotowanych w środowisku pary wodnej (bezpośredni kontakt – T-P) (rys.2).

W czasie przechowywania prób przygotowanych technologią sous vide, wartości składowej barwy a^* wzrosły, co świadczy o coraz większym (wraz z czasem przechowywania) udziale w kształtowaniu bary tonu czerwonego. Istotny wzrost wartości a^* odnotowano w początkowym okresie przechowywania: próby SV-P w drugim tygodniu przechowywania, próby SV-W w pierwszym tygodniu przechowywania. W drugiej połowie eksperymentu, nie zaobserwowano istotnych zmian wartości a^* w czasie chłodniczego przechowywania (stabilizacja składowej a^*) (rys.3).

Podobną tendencję zmian, jak w przypadku składowej a^* , stwierdzono dla parametru b^* (parametr odzwierciedlający udział tonu żółtego), tzn.:

- najwyższe wartości składowej b^* dla materiału przygotowanego technologią konwencjonalną w środowisku wody (T-W),

- wzrost składowej b^* w trakcie chłodniczego przechowywania prób SV-P i SV-W, szczególnie widoczny w początkowym etapie doświadczenia (rys.4).

Barwa pomarańczowa, charakterystyczna dla marchwi, jest składową koloru czerwonego i żółtego. Im większy udział w kształtowaniu koloru pomarańczowego będzie miała barwa czerwona oraz żółta, tym będzie on miał bardziej intensywny charakter. Analizując uzyskane w omawianym eksperymencie wartości składowych $L^*a^*b^*$, stwierdzić można, że materiał przygotowany technologią konwencjonalną w środowisku wody (bezpośredni kontakt), cechował się bardziej pomarańczową barwą w stosunku do pozostałych prób, zwłaszcza przygotowanych technologią sous vide.

Za barwę wielu owoców i warzyw, w tym marchwi, odpowiedzialne są karotenoidy. Jak podają Wilska-Jeszka [14] oraz Galasińska i Sałek [5] są to związki, w których podwójne wiązania występują w układzie sprzężonym, w naturalnych barwnikach najczęściej w konfiguracji *trans*. Cząsteczka karotenoidów musi zawierać co najmniej siedem sprzężonych podwójnych wiązań, aby ich żółta barwa była dostrzegalna dla oka. Im więcej jest sprzężonych wiązań podwójnych, tym barwa jest bardziej przesunięta w kierunku czerwonej. Karotenoidy są wrażliwe na światło i czynniki utleniające. Zasadniczymi przemianami, jakim ulegają jest izomeryzacja barwników o strukturze *trans* do pochodnych o strukturze częściowo *cis*. Zmiana konfiguracji przestrzennej karotenoidów wpływa nie tylko na obniżenie ich aktywności biologicznej, ale także daje jaśniejszą barwę. Obróbka cieplna zapoczątkowuje destrukcyjne procesy chemiczne zachodzące pod wpływem światła czy tlenu. Do czynników przyspieszających oksydacyjną degradację barwników karotenoidowych zalicza się, oprócz światła i tlenu, także jony miedzi i żelaza katalizujące procesy oksydacyjne oraz lipoksygenazy [5,14]. Analizując własne wyniki badań, stwierdzono istotnie wyższe wartości składowych a^* i b^* (barwa bardziej pomarańczowa) dla prób przygotowanych konwencjonalnie w środowisku wody (T-W), w porównaniu do prób przygotowanych w środowisku pary wodnej (T-P). Zatem należy przypuszczać, że w przypadku prób T-W, została zachowana większa liczba sprzężonych podwójnych wiązań w konfiguracji *trans*, co jest związane z czasem gotowania. Zgodnie z przyjętym

schematem doświadczenia (rys.1), czas obróbki cieplnej prób przygotowanych w wodzie, niezależnie od stosowanej technologii, był zdecydowanie krótszy (40 min.) w stosunku do czasu procesu prowadzonego w środowisku pary wodnej (70 min.). Podobne wyniki, wskazujące zależność pomiędzy długością procesu obróbki cieplnej a intensywnością barwy pomarańczowej dla marchwi, uzyskali Biller i wsp. [2]. Wykazali oni, że wydłużający się czas prowadzenia procesu ogrzewania powodował wyraźną zmianę barwy marchwi. Najniższe wartości a^* i b^* uzyskiwano dla marchwi poddanej działaniu wysokiej temperatury przez najdłuższy czas.

W celu określenia ogólnej zmiany barwy produktów przygotowanych metodą sous-vide na poszczególnych etapach przechowywania, posłużono się pomocniczym parametrem tzw. całkowitej różnicy barwy ΔE^* . Wartości ΔE^* , obliczone na podstawie parametrów L^* , a^* , b^* , określające zmiany barwy pomiędzy dniem produkcji („0”), a poszczególnymi czasami oznaczenia („7”, „14” i „21”), przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Wartości $L^*a^*b^*$ oznaczone w dniu „0” oraz ΔE^* , określające zmiany barwy na poszczególnych etapach (7, 14 i 21 dzień przechowywania) doświadczenia w stosunku do dnia „0”

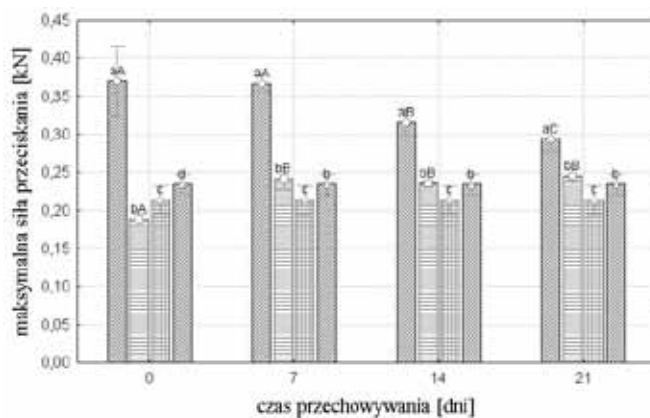
czas [dni]	0	7	14	21
	$L^*a^*b^*$	ΔE^*		
Próbka sous-vide piec				
L^*	49,90			
a^*	36,36	4,39	6,01	6,46
b^*	47,04			
Próbka sous-vide woda				
L^*	48,97			
a^*	35,92	3,65	7,33	6,03
b^*	46,80			

Źródło: Badania własne.

Tekstura żywności ma dla konsumentów i producentów żywności istotne znaczenie. Wpływa na preferencje żywieniowe oraz wrażliwość sensoryczną i podobnie jak barwa bywa wskaźnikiem świeżości produktów [10]. Wpływ tekstury na akceptację uzależniony jest od rodzaju żywności. Dla pewnych produktów, jak np. ser twarogowy, tolerowany jest szeroki zakres zmienności cech tekstury, podczas gdy dla innych (np. chipsy ziemniaczane) zmienność cech tekstury bywa akceptowana w bardzo wąskim zakresie [7].

W doświadczeniu zmiany tekstury analizowano na podstawie pomiaru maksymalnej siły przeciskania [kN]. Poprzez wartości tego parametru można określić twardość badanych próbek materiału.

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia stwierdzono, że próbą, która we wszystkich dniach oceny (dzień 0, 7, 14, 21) charakteryzowała się zdecydowanie największą ($p < 0,05$) twardością (wyższa wartość maksymalnej siły przeciskania [kN]), była ta przygotowana technologią sous-vide, której obróbkę cieplną prowadzono w piecu konwekcyjno-parowym (SV-P) (rys. 5).



technologia sous vide (piec konwekcyjno - parowy) (SV-P)
 technologia sous vide (woda) (SV-W)
 technologia tradycyjna (piec konwekcyjno - parowy) (T-P)
 technologia tradycyjna (woda) (T-W)

Rys. 5. Średnie wartości maksymalnej siły przeciskania [kN] dla produktów przygotowanych metodą sous vide oraz tradycyjną, poddanych obróbce cieplnej w różnych urządzeniach.

a-c słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tego samego dnia oceny, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$)

A-C słupki oznaczone różnymi literami w obrębie tej samej próby podczas przechowywania, różnią się istotnie ($\alpha < 0,05$)

* próbę kontrolną przygotowano jednorazowo w dniu „0” (wyniki prób SV-P i SV-W w kolejnych dniach doświadczenia zestawiono z wynikami uzyskanymi dla próby kontrolnej).

Źródło: Badania własne.

Przeprowadzony test NIR dowiódł, że warunki prowadzenia obróbki cieplnej (woda, para wodna) istotnie różnicują badane próby. Próby przygotowane w każdym dniu badań tą samą technologią (sous-vide, tradycyjna), których obróbka cieplna przebiegała w różnych warunkach tworzą grupy niejednorodne. Próba przygotowana metodą sous-vide, której obróbkę cieplną prowadzono w środowisku pary wodnej (SV-P), charakteryzowała się zawsze większą twardością, w porównaniu do próby gotowanej w wodzie (SV-W). W przypadku prób przygotowanych tradycyjnie, większą twardością cechowała się próba, której obróbka cieplna miała miejsce w środowisku wody (T-W).

Parametr twardości, stanowi jeden z najważniejszych ocenianych wyróżników teksturalnych. Na podstawie przeprowadzonego instrumentalnego pomiaru tekstury poszczególnych próbek marchwi stwierdzono, że zastosowany wariant obróbki cieplnej (para wodna, woda) w dużym stopniu różnicuje właściwości strukturalne badanych potraw. Wykazano, że najwyższą wartością maksymalnej siły przeciskania [kN] w czasie 21 dniowego przechowywania, odznaczał się produkt przygotowany technologią sous-vide i poddany obróbce cieplnej w środowisku pary wodnej (SV-P), mimo iż czas ogrzewania był o 30 minut dłuższy w stosunku do próby przygotowanej analogiczną technologią w środowisku wody (SV-W). Zastosowanie materiału opakowaniowego w czasie ogrzewania w środowisku pary wodnej także istotnie wpłynęło na zróżnicowanie prób (rys.5).

Badania teksturalne groszku pakowanego próżniowo przedstawione przez Xie [16] wykazują zgodność z wynikami opisywanego doświadczenia. Groszek dzięki wykorzystaniu opakowania foliowego i środowiska próżni wykazał znaczną

twierdzenie w stosunku do groszku niepakowanego. Werlein [15] natomiast określał twardość marchwi typu sous-vide i marchwi tradycyjnej, poprzez parametr siły ścinającej. Wzrastająca twardość próbki sous-vide odpowiadała wyższej maksymalnej sile ścinającej o wartości 1,022 kN w 3 dniu i 1,206 kN w 7 dniu przechowywania. Po siódmym dniu przechowywania nie zaobserwowano żadnych istotnych zmian. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych dla próby sous-vide piec. Mierzona maksymalna siła przeciskania do 7 dnia przechowywania minimalnie wzrosła, po czym 14 dnia obniżyła się, po czym utrzymywała się mniej więcej na tym samym poziomie do 21 dnia przechowywania.

WNIOSKI I STWIERDZENIA

1. Ocena sensoryczna tekstury i barwy jest oceną względną, zależną od wielu czynników zewnętrznych, zatem przy opracowywaniu/modyfikacji technologii celowe jest wykorzystywanie metod instrumentalnych (ocena obiektywna), dających konkretne wartości liczbowe.

2. Spośród czynników poddanych analizie największy wpływ na barwę marchwi ma czas prowadzenia procesu ogrzewania. Próby gotowane dłużej cechują się barwą pomarańczową o mniejszym nasileniu, w stosunku do prób gotowanych krócej. Pozostałe czynniki, takie jak: pakowanie próżniowe czy czas przechowywania, w mniejszym stopniu różnicują próby pod względem barwy.

3. Stwierdzono, że próby marchwi przygotowane metodą sous-vide w środowisku pary wodnej charakteryzowały się zawsze większą twardością w porównaniu do prób przygotowanych w środowisku wody. Zastosowany wariant obróbki cieplnej w dużym stopniu różnicuje właściwości strukturalne badanych potraw.

LITERATURA

- [1] **BILLER E. 2003.** *Instrumentalny pomiar barwy.* [w:] Biller E., Wierzbicka A.: *Wybrane procesy w technologii żywności.* Wyd. SGGW, Warszawa, 117-124.
- [2] **BILLER E., WIERZBICKA A., PÓLTORAK A. 2005.** *Wpływ obróbki termicznej na zmiany parametrów barwy na przykładzie marchwi.* *Inżynieria Rolnicza*, 9(69), Kraków.
- [3] **CREED P.G. 1998.** *Sensory and nutritional aspects of sous vide processed foods.* [w:] Ghazala S. (red.): *Sous Vide and Cook-Chill Processing for the Food Industry.* Aspen Publishers, Inc., 57-84.
- [4] **DOBZYCKI J.H., BARYLKO-PIKIELNA N. 1986.** *Instrumentalne metody pomiaru tekstury żywności.* Warszawa.
- [5] **GALASIŃSKA T., SALEK M. 2009.** *Zmiany barwy produktów żywnościowych podczas przygotowywania potraw.* [w:] Zalewski S. (red). *Podstawy Technologii Gastronomicznej*, WNT, Warszawa.
- [6] **GRUDA Z., POSTOLSKI J. 1999.** *Zamrażanie żywności.* WNT, Warszawa.
- [7] **JAWORSKA D. 2004.** *Wpływ cech tekstury na ogólną jakość sensoryczną i akceptację wybranych produktów spożywczych.* Praca doktorska, SGGW.
- [8] **SHEARD M.A., RODGER C. 1995.** *Optimum heat treatments for 'sous vide' cook-chill products.* *Food Control*, 1, (6), 53-56.

- [9] **SURMACKA SZCZEŚNIAK A. 1998.** *Sensory Texture Profiling – Historical and Scientific Perspectives.* *Food Technology*, 52(8), 54-57.
- [10] **SURÓWKA K. 2002.** *Tekstura żywności i metody jej badania.* *Przemysł Spożywczy*, 10, 12-17.
- [11] **TIAMPO J. 2006.** *The Nutrition, Food Safety, and Operational Benefits of Sous vide Technology for North American Restaurants,* <www.techneusa.com/Seal Appeal.pdf>.
- [12] **WIERZBICKA A. 2003.** *Wpływ wybranych aspektów inżynierii żywności na rozwój produktów spożywczych.* [w:] Wierzbicka A. (red.): *Wybrane Aspekty inżynierii żywności w tworzeniu produktów spożywczych.* Wyd. SGGW, Warszawa, 14-21.
- [13] **WILKINSON C., DIJKSTERHUIS G.B., MINEKUS M. 2000.** *From food structure to texture.* *Trends in Food Science & Technology*, 11, 442-450.
- [14] **WILSKA-JESZKA J. 2000.** *Barwniki.* [w:] Sikorski Z.E. (red.): *Chemia żywności. Skład, przemiany i właściwości żywności.* Wydanie trzecie zmienione, WNT, Warszawa, 431-458.
- [15] **WERLEIN H.-D. 1998.** *Comparison of the quality of sous-vide and conventionally processed carrots.* *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – Forschung A*, 207, 311-315.
- [16] **XIE G. 2000.** *Comparison of textural changes of dry peas in 'sous vide' cook-chill and traditional cook-chill systems.* *Journal of Food Engineering*, 43, 141-146.

EVALUATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF CARROT PREPARED ACCORDING TO SOUS VIDE METHOD AND TRADITIONALLY

SUMMARY

Changes of physical properties of carrot prepared according to sous vide method depending on type of the thermal treatment and time of chilling storage were analyzed in this work. Directly, after thermal treatment sous vide samples were chilled and stored (0 – 3 °C) through max. 21 days. Carrot prepared traditionally was control trial (without vacuum packing, chilling and storing). This sample was prepared once in day 0 (results from SV-P i SV-W samples in day 7th, 14th, 21st of experiment compare to control trial).

The color and texture properties were instrumentally evaluated directly after thermal treatment and in day 7th, 14th, 21st after chilling storage and restitution sous vide samples. It was founded that time of thermal treatment has the greatest influence on carrot's color. Samples prepared according to sous vide method in steam were more hardness in comparison with samples prepared in the water.

Key words: sous vide method, vacuum packing, color, texture, physical properties, instrumental measurements.