

MONIKA MICHALAK-MAJEWSKA, PIOTR STANIKOWSKI,
WALDEMAR GUSTAW, ANETA SŁAWIŃSKA, WOJCIECH RADZKI,
KATARZYNA SKRZYPCZAK, EWA JABŁOŃSKA-RYŚ

TECHNOLOGIA SOUS-VIDE – INNOWACYJNY SPOSÓB OBRÓBK CIEPLNEJ ŻYWNOŚCI

Streszczenie

Technologia sous-vide została opracowana w 1974 roku przez francuskiego kucharza Georgesa Pralusa, ale dopiero w ostatnich latach zyskała miano nowoczesnego sposobu obróbki cieplej surowców pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Jest to proces gotowania w ściśle kontrolowanej temperaturze i w określonym czasie surowców spożywczych zapakowanych próżniowo. Istotne jest użycie surowców najwyższej jakości. Po zakończeniu gotowania żywność poddaje się szybkiemu schłodzeniu i przechowuje w niskiej temperaturze. Przed ekspedycją produkty chłodzone i mrożone poddaje się restytucji. Temperatura procesu odgrzewania powinna być podobna lub niższa od użytej w trakcie procesu pasteryzacji. Jednocześnie zastosowanie kilku czynników utrwalających, tj. modyfikowanej atmosfery przechowywania, pasteryzacji oraz przechowywania w warunkach chłodniczych umożliwia działanie addytywne i znacząco wpływa na jakość produktu w trakcie przechowywania. Warunki panujące podczas poszczególnych etapów (pakowanie próżniowe surowców, niska temperatura procesu) pozwalają na ograniczenie strat składników bioaktywnych i zmniejszenie zmian struktury, co w konsekwencji pozwala na uzyskanie produktów o wysokiej jakości sensorycznej i odżywczej. Dodatkowo obserwuje się zmniejszone straty objętości i gramatury przygotowywanych potraw. Technologia sous-vide jest obecnie szeroko stosowana przez restauratorów oraz do produkcji żywności wygodnej. Do wad tej technologii należy zaliczyć: wydłużony czas trwania obróbki termicznej, wysokie koszty zakupu specjalistycznego wyposażenia, konieczność przeszkolenia personelu i bezwzględna konieczność przestrzegania reżimu technologicznego.

Celem pracy była charakterystyka systemu technologicznego sous-vide, wskazanie niezbędnych urządzeń, jak również przedstawienie korzyści i zagrożeń związanych ze stosowaniem tej metody.

Słowa kluczowe: metoda sous-vide, pakowanie próżniowe, metody kombinowane, technologia gastronomiczna

*Dr inż. M. Michalak-Majewska, mgr P. Stanikowski, prof. dr hab. W. Gustaw, dr A. Sławińska, dr W. Radzki, dr inż. K. Skrzypczak, dr inż. E. Jabłońska-Ryś, Zakład Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów, Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Roślinnego i Gastronomii, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin.
Kontakt: monika.michalak@up.lublin.pl*

Wprowadzenie

Rosnące oczekiwania konsumentów w stosunku do produktów żywnościowych, jak również wzrost społecznej świadomości żywieniowej, skłoniły producentów żywności do większego zainteresowania tzw. kombinowanymi metodami produkcji. Metody te nazywane są również zintegrowanymi i spełniają wymagania teorii tzw. płotków, opracowanej przez Leistnera [38]. Teoria ta przewiduje użycie kilku przeszkód w celu uniemożliwienia rozwoju mikroorganizmów. Najważniejszymi „płotkami” są: temperatura (niska lub wysoka), aktywność wody (a_w), pH, potencjał oksydoredukcyjny (Eh), dodatki do żywności, bakterie wytwarzające kwas mlekowy [18]. Technologia sous-vide łączy kilka równoległych czynników utrwalających: warunki próżni, podwyższoną oraz niską temperaturę. Czynniki te działają addytywnie, dzięki czemu ograniczają niekorzystne zmiany skuteczniej, niż gdyby działały pojedynczo [6].

Szefowie kuchni najlepszych restauracji na świecie stosują gotowanie sous-vide już od lat 70. XX wieku. Dopiero od roku 2000 metoda ta staje się szerzej znana, a po roku 2010, oprócz restauracji, stosowana jest również w gospodarstwach domowych [1]. W roku 2011 technologia sous-vide była najważniejszym trendem wśród metod obróbki kulinarnej na liście National Restaurant Association w Stanach Zjednoczonych [22]. W rankingu z 2016 roku zajmowała czwarte miejsce, co świadczy o jej ciągłej popularności [23]. Coraz częściej technologię sous-vide wykorzystuje się w kuchniach szpitalnych i szkolnych [6]. Zastosowanie tej metody pozwala na przedłużenie terminu przydatności do spożycia potraw z ryb, mięsa oraz warzyw [19, 24, 32].

Metodą podobną do sous-vide jest cook-vide. W obydwu stosuje się temperaturę procesu obróbki termicznej poniżej 100 °C, a w trakcie trwania procesu obniża się zawartość tlenu. Istotne różnice technologii cook-vide dotyczą zapakowania próżniowego produktu (surowiec nie jest zapakowany), a proces gotowania zachodzi w warunkach obniżonego ciśnienia [9].

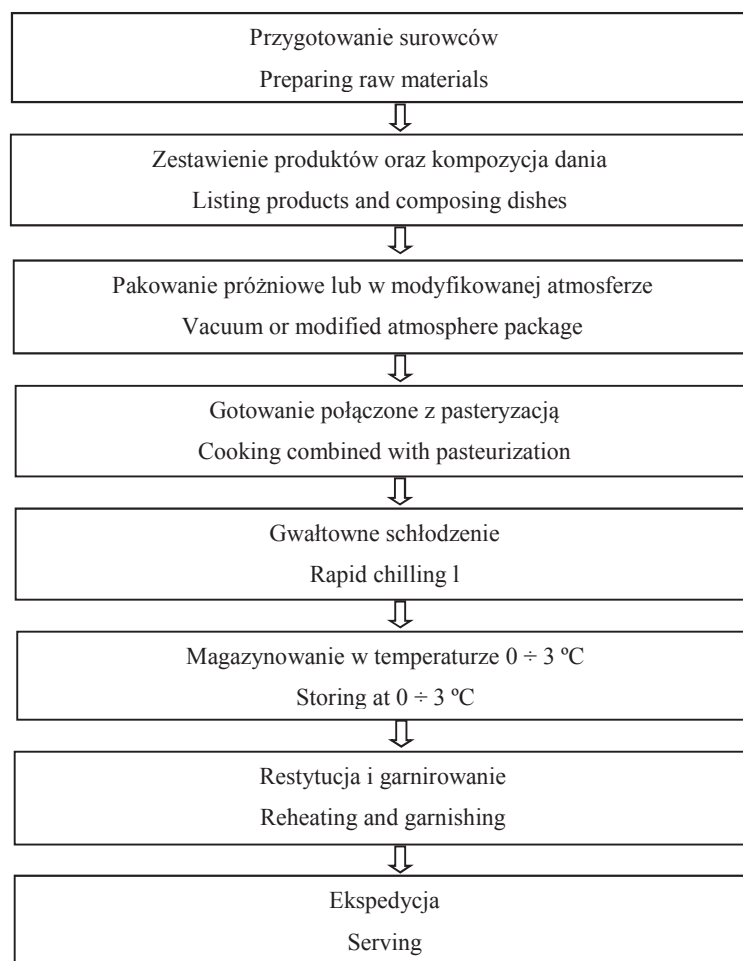
Celem pracy była charakterystyka systemu technologicznego sous-vide, wskazanie niezbędnych urządzeń, jak również przedstawienie korzyści i zagrożeń związanych ze stosowaniem tej metody.

Etapy produkcji potraw w technologii sous-vide

Technologia sous-vide polega na gotowaniu surowców spożywczych zapakowanych próżniowo w worki z wielowarstwowej folii barierowej PA/PE, w precyzyjnie kontrolowanej temperaturze i w określonym czasie. Następnie żywność szybko się schładza i przechowuje w niskiej temperaturze [31]. Istotnym warunkiem jest stosowanie surowców wysokiej jakości [10].

Początkowe etapy procesu produkcji potraw technologią sous-vide, tj. obróbka wstępna oraz właściwa surowców, są podobne jak w przypadku metod tradycyjnych

(rys. 1). Podczas tego etapu często stosuje się blanszowanie w temp. $85 \div 100$ °C zazwyczaj przez kilkadziesiąt sekund do kilku minut, co w przypadku delikatnych warzyw i owoców umożliwia zachowanie ich naturalnego wyglądu, natomiast w surowcach o mocno intensywnym aromacie – jego złagodzenie [37]. Twarde kawałki mięsa przygotowywane do obróbki metodą sous-vide są przed pakowaniem marynowane, rozbijane lub przechowywane w solance [21]. Często też obsmaża się je (soteruje) w celu wytworzenia pożądanego zapachu, smaku i atrakcyjnej skórki, czyli nadania cech, które są efektem reakcji Maillarda (nieenzymatycznego brązowienia), ewentualnie zabieg ten przeprowadza się przed ekspedycją. W celu intensyfikacji reakcji



Rys. 1. Etapy procesu w technologii sous-vide

Fig. 1. Stages of process in sous-vide cooking technology

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [10] / the authors' own study based on [10]

Maillarda stosuje się dodatek cukrów redukujących, zwiększa się pH lub temperaturę procesu [1, 37].

W wielu przypadkach za pomocą technologii sous-vide przygotowywane są całe dania obiadowe. Należy wtedy odpowiednio skomponować wszystkie elementy zestawu, np. pod względem wielkości, aby wybrane parametry obróbki termicznej oraz restytucji gwarantowały możliwość spożycia wszystkich części zestawu [1, 37].

Kolejnym etapem procesu w technologii sous-vide jest pakowanie próżniowe. Przy użyciu środków fizycznych lub mechanicznych usuwa się powietrze z wnętrza opakowania z produktem. Rodzaj opakowania dobierany jest pod względem barierowości w stosunku do gazów i temperatury późniejszego przechowywania. Istotnym problemem jest pakowanie produktów kruchych, które łatwo uszkodzają się pod wpływem ciśnienia. Problematiczne mogą się okazać również produkty o ostrych krawędziach, które przez ścisłe przyleganie do opakowania łatwo je niszczą [39]. Wytworzona podczas pakowania próżnia powinna wynosić przynajmniej 95 %, co umożliwia zachowanie dobrej jakości produktu przechowywanego przez określony czas przydatności do spożycia [5].

Według zaleceń dla praktyki opracowanych przez Australian Institute of Food Safety, w celu wykluczenia zagrożeń związanych z produkcją żywności za pomocą technologii sous-vide należy przestrzegać określonych praktyk produkcyjnych. Surowce powinny mieć kształt jak najcieńszych plastrów, co pozwala na szybki wzrost temperatury i zapobiega wzrostowi bakterii [34].

Parametry obróbki termicznej (temperatura łaźni wodnej oraz czas trwania gotowania) dobierane są indywidualnie dla poszczególnych surowców [1]. Wartości te są optymalizowane przez dwie organizacje – SVAC (Sous Vide Advisory Committee) oraz ACMSF (Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food) [6].

W zależności od procesu technologicznego wybranego po pasteryzacji może nastąpić bezpośrednia ekspedycja potraw lub chłodzenie/mrożenie i magazynowanie. Produkty powinny być chłodzone w kąpielii wodnej z lodem do temp. $0 \div 3$ °C w ciągu 90 min i mogą być przechowywane w warunkach chłodniczych ($0 \div 3$ °C) nawet do 42 dni. Dopuszczalne jest również przechowywanie w temperaturze wyższej niż 10 °C, jednak przez proporcjonalnie krótszy okres [1, 37].

Produkty chłodzone i mrożone poddaje się restytucji przed ekspedycją. Temperatura procesu odgrzewania powinna być podobna do użytej w trakcie procesu pasteryzacji lub niższa od niej [1]. Według innych autorów zalecana temperatura ponownej obróbki termicznej powinna wynosić minimum 70 °C [35].

Wyposażenie technologiczne

Zastosowanie technologii sous-vide wymaga zakupu specjalistycznych urządzeń i materiałów eksploatacyjnych. Do pakowania surowców w środowisku próżni lub w atmosferze gazów ochronnych stosowane są głównie pakowarki jednokomorowe i listwowe o różnej wydajności pompy. Zaletą tych ostatnich jest niska cena i duża mobilność. Konstrukcja pakowarek zapewnia utrzymanie odpowiednich warunków higienicznych (maszyny mają gładkie powierzchnie oraz są pozbawione ostrych krawędzi). Sterowanie jest w pełni automatyczne, a obsługa ogranicza się do umieszczenia w komorze zapakowanego w worek produktu i zamknięcia pokrywy [4, 15].

Do obróbki cieplnej w technologii sous-vide wykorzystuje się najczęściej łaźnię wodną lub piec konwekcyjny z funkcją pary wodnej. Użycie tego ostatniego urządzenia umożliwia otrzymanie większej ilości gotowych produktów w jednym cyklu produkcyjnym, jednak nie pozwala na dokładne kontrolowanie temperatury procesu. W przypadku łaźni wodnej istnieje możliwość regulacji temperatury o 0,1 °C. Aby zapobiec zjawisku przegotowania, worki z zapakowaną próżniowo żywnością muszą być całkowicie zanurzone w wodzie. Niepożądane jest również zachodzenie ich na siebie. W przypadku zastosowania zbyt wysokiej temperatury w procesie sous-vide obserwuje się zjawisko wytwarzania „balonu”. Zapakowana próżniowo żywność wypływa wówczas na powierzchnię łaźni wodnej. W takim przypadku stosuje się ograniczniki, które wymuszają zanurzenie worków [1]. Dobrą jakość produktów sous-vide uzyskuje się także w przypadku obróbki termicznej z wykorzystaniem kuchenki mikrofalowej [20].

Należy zaznaczyć, że wszystkie urządzenia do gotowania sous-vide powinny wskazywać precyzyjnie temperaturę oraz przechodzić regularnie przeglądy techniczne [34]. Ze względu na istniejące zagrożenie rozwoju bakterii beztlenowych cały proces technologiczny wymaga stałego nadzoru i specjalnie przeszkolonego personelu [6, 33].

Zagrożenia mikrobiologiczne i chemiczne podczas procesu

Przetwarzanie żywności technologią sous-vide może stanowić potencjalne ryzyko namnażania się mikroorganizmów chorobotwórczych, a szczególnie rozwijających się w warunkach beztlenowych. Pakowanie próżniowe może sprzyjać wytwarzaniu ciepłoopornych toksyn przez *Staphylococcus aureus* oraz *Bacillus cereus*, które są odporne na ogrzewanie w temp. 100 i 121 °C odpowiednio w ciągu 31 i 10 min. Proces pakowania może również sprzyjać rozwojowi psychrofilnych przetrwalników lub względnie beztlenowych *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* i *Aeromonas hydrophila* w przypadku, gdy w opakowaniu jest za mało tlenu [10].

Stwierdzono, że niska temperatura przechowywania koreluje bezpośrednio z jakością mikrobiologiczną produktu. Paku czarny (*Colossoma macropomum*) przygoto-

wany metodą sous-vide, przechowywany w temp. 1, 4 i 10 °C spełnia wymagania jakości mikrobiologicznej ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) przez – odpowiednio: 45, 45 i 27 dni [27]. Z kolei dorada (*Sparus aurata*) przygotowana metodą sous-vide z zastosowaniem przez 5 min wysokiego ciśnienia (300 i 600 MPa) zachowuje przydatność do spożycia powyżej 62 dni, chociaż nie jest całkowicie pozbawiona drobnoustrojów. Ponadto uzyskane produkty cechowały się wyższą jakością sensoryczną i mniejszą twardością [8].

Dodatkowe wydłużenie przydatności do spożycia artykułów sous-vide z ryb można uzyskać poprzez ich napromieniowanie (promieniami gamma, dawka 2,5 lub 5 kGy). Kombinacja taka pozwala również na zmniejszenie zawartości azotu i lotnych zasad amonowych w otrzymywanych produktach [7].

W analizie sensorycznej i mikrobiologicznej steków z polędwicy wołowej, pulpetów w sosie słodko-kwaśnym, marchwi julienne, kurcząt chasseur wykazano, że obróbka cieplna technologią sous-vide (w temp. 67 ÷ 70 °C przez 2 min), pozwala przedłużyć okres ich przydatności do spożycia – w przypadku produktów przechowywanych w temp. 3 °C do 4 tygodni, a w niektórych przypadkach nawet do 5 tygodni, bez znaczącego wzrostu poziomu mikroorganizmów czy utraty zapachu i tekstury. Z uwagi na to, że produkty podobnego typu mają okres przydatności od 1 do 2 tygodni, artykuły wyprodukowane technologią sous-vide mogą być przez ten czas bezpiecznie sprzedawane. Należy jednak zwrócić uwagę na bezwzględną konieczność utrzymania łańcucha chłodniczego przez sprzedawców detalicznych [24].

Steki wołowe przygotowane metodą sous-vide zawierają znacząco mniej heterocyklicznych amin aromatycznych (HCA) w porównaniu z próbkami uzyskanymi przez smażenie na patelni. Prawdopodobnie jest to efektem braku reakcji Maillarda, które nie zachodzą, gdyż obróbka metodą sous-vide jest procesem gotowania, ponadto zastosowanie niższej temperatury także przyczynia się do ograniczenia powstania tych niepożądanych związków. Autorzy uważają, że wysoka temperatura i długi czas obróbki termicznej mają większy wpływ na powstawanie HCA w produktach mięsnych niż zawartość w nich prekursorów (kreatyny, kreatyniny, cukrów i wolnych aminokwasów) [25].

Korzyści wynikające z zastosowania technologii sous-vide – retencja substancji aktywnych i zachowanie tekstury

Technologia sous-vide oferuje znaczące korzyści organoleptyczne i żywieniowe, które wynikają głównie z ograniczenia strat substancji lotnych, aktywnych biologicznie oraz wody podczas obróbki termicznej. Jest to możliwe dzięki pakowaniu próżniowemu surowców, niższej temperaturze procesu, ale także ograniczeniu prężności tlenu, co zmniejsza zmiany oksydacyjne [3]. Konsekwencją są niższe straty objętości i gramatury przygotowywanych potraw.

Twarde kawałki mięsa, które wymagają duszenia do uzyskania miękkości i atrakcyjności dla konsumenta, mogą uzyskać takie cechy dzięki zastosowaniu technologii sous-vide [1]. Steki wołowe przygotowywane tą metodą wykazują mniejszą twardość i gumowatość, co poprawia ich kruchość, ponadto większa jest retencja soków naturalnych. Za pożądaną cechę autorzy uznali również mniejsze zbrązowienie powierzchniowych warstw mięsa, co jest wynikiem braku produktów reakcji Maillarda [2]. Inni autorzy wskazali, że dodatek koncentratu białek serwatkowych i solanki do mięsa w połączeniu z obróbką sous-vide pozwala na dodatkowe ograniczenie strat masy w trakcie obróbki cieplnej [36]. Obróbka termiczna ryb omawianą metodą pozwala na ograniczenie strat tłuszczu i składników mineralnych w porównaniu z klasycznym gotowaniem. Nie wykazano natomiast różnic pod względem zawartości białka w zależności od zastosowanej metody obróbki cieplnej [9].

Wyniki badań wskazują, że dobór parametrów procesu technologicznego ma istotny wpływ na jakość produktów. Stwierdzono, że niska temperatura obróbki cieplnej wołowiny (75 °C) oraz jej wydłużony czas (36 h) zapewniają mniejsze straty masy gotowego produktu oraz większą retencję witaminy B₁₂ w porównaniu z obróbką w temp. 100 °C przez 2 h [29]. Najmniejsze straty masy policzków wieprzowych oraz wody otrzymano w próbkach gotowanych krócej (5 h zamiast 12 h) i w niższej temperaturze (60 °C zamiast 80 °C). Próbki uzyskane w temp. 60 °C cechowały się większą jasnością (wyższe wartości parametru L*) i były intensywniej czerwone (wyższe wartości parametru a*). Im dłuższy był czas i im wyższa temperatura obróbki, tym mniejszą twardość mięsa uzyskiwano [26]. Zwiększenie temperatury obróbki mięsa jagnięcego z 60 °C do 80 °C redukowało powstawanie produktów oksydacji lipidów [30].

Stwierdzono, że parametry modyfikowanej atmosfery wpływają na wydłużenie trwałości gotowego wyrobu. W przypadku produktów z ryb najwyższą jakością mikrobiologiczną charakteryzowały się próbki pakowane w 98-procentowej próżni. Mniejsze efekty uzyskano w przypadku pakowania w środowisku N₂ i CO₂ w zmiennych proporcjach [12].

W odniesieniu do surowców roślinnych zdecydowana większość badań dotyczących wpływu technologii sous-vide na jakość dotyczy warzyw. Zwykle owoce spożywane są w stanie świeżym, natomiast sporadycznie takiej obróbce poddawane są jabłka i gruszki [1]. Analiza sposobu obróbki cieplnej warzyw wykazała, że gotowanie tradycyjne wywołuje większe zmiany w ich strukturze w porównaniu z metodami sous-vide oraz cook-vide. Wysoka temperatura gotowania destabilizuje homeostazę komórek i przyczynia się do strat ich zawartości. Zmienia się także grubość ścian komórkowych, co jest spowodowane prawdopodobnie depolimeryzacją i rozpuszczalnością związków pektynowych. W przypadku marchwi skutkuje to większą ekstrakcją β-karotenu z surowca w porównaniu z innymi metodami. Zżelowanie skrobi jest bardziej regularne

w przypadku produktów cook-*vide* w porównaniu z *sous-*vide**, co autorzy tłumaczą większym uwodnieniem jej ziaren [15].

Wykorzystanie metody *sous-*vide** pozwala na ograniczenie strat chlorofilu, karotenoidów, związków fenolowych, co wpływa również na zachowanie wyższej aktywności przeciwutleniającej surowców roślinnych poddanych takiej obróbce w porównaniu z gotowaniem w wodzie [11]. Obserwacje te potwierdzili Kosewski i wsp. [17], którzy stwierdzili, że jarmuż, burak ćwikłowy, czerwona papryka, słodkie ziemniaki, marchew, kalafior i kalarepa wykazują wyższą aktywność przeciwutleniającą po przetwarzaniu metodą *sous-*vide** w porównaniu z surowymi warzywami. Natomiast czerwona cebula, szalotka, brokuły, pomidory, korzeń pietruszki i kalafior mają wyższe wartości tego potencjału w przypadku zastosowania technologii *sous-*vide** niż przy użyciu klasycznego gotowania (100 °C).

Iborra-Bernad i wsp. [14] stwierdzili, że spośród zastosowanych metod obróbki termicznej (klasyczne gotowanie, gotowanie *sous-*vide**, cook-*vide*), najmniejszą retencją antocyjanów charakteryzowały się próbki gotowane tradycyjnie. Zastosowanie metody *sous-*vide** pozwoliło na ograniczenie strat tych związków i w konsekwencji na lepsze zachowanie barwy produktu oraz na mniejsze uszkodzenie komórek w porównaniu z pozostałymi metodami obróbki termicznej. Podobne wyniki uzyskano w przypadku czerwonej kapusty, która po poddaniu technologii *sous-*vide** cechowała się prawie dwukrotnie większą zawartością antocyjanów w odniesieniu do próbek uzyskanych metodą gotowania w wodzie [16].

Podczas porównania zawartości lotnych substancji zapachowych w marchwi i brukselce gotowanych *sous-*vide** oraz na parze, ich większą zawartością cechowały się produkty przygotowane tą pierwszą metodą. Produkty gotowane na parze zawierały więcej tiocyjanianów i izocyjanianów, natomiast produkty *sous-*vide** – więcej nityli i terpenów. Nie wykazano istotnych różnic pod względem barwy marchwi w zależności od zastosowanej metody obróbki termicznej [28]. Różnice w barwie tego warzywa wykazano natomiast w innym badaniu, w którym próbki przygotowywane technologią *sous-*vide** charakteryzowały się ciemniejszą barwą (niższe wartości składowej L*) w porównaniu z próbkami przygotowanymi tradycyjnie (gotowanie w wodzie i obróbka w piecu konwekcyjno-parowym). Stwierdzono, że bezpośredni kontakt czynnika ogrzewającego z surowcem (woda/para wodna) ma istotny wpływ na zróżnicowanie próbek pod względem ich jasności. Wykazano również, że wraz z upływem czasu przechowywania próbek przygotowanych technologią *sous-*vide** wzrastały wartości parametru L*, czyli następowało jaśnienie produktu [38].

Podsumowanie

Metoda *sous-*vide** jest techniką przygotowywania potraw znaną od ponad 40 lat, ale wciąż uznawaną za nowoczesną, wyznaczającą nowe trendy w technologii gastro-

nomicznej. Jej nazwa pochodzi z języka francuskiego i w dosłownym tłumaczeniu oznacza „w próżni”. Wyróżnia się kilka wariantów metody różniących się parametrami obróbki, a tym samym także trwałością przechowalniczą produktu finalnego. Do korzyści płynących ze stosowania obróbki żywności metodą sous-vide zalicza się głównie cechy sensoryczne i żywieniowo-zdrowotne. W szczególności istotne jest uwypuklenie walorów potraw przy jednoczesnym zachowaniu ich właściwości odżywczych – dzięki retencji witamin, barwników i innych składników prozdrowotnych. Ponadto dzięki wykorzystaniu gotowania metodą sous-vide potrawy tracą zaledwie ok. 10 % objętości i masy, co oznacza mniejsze straty produktów.

W literaturze przedmiotu publikowane są równocześnie doniesienia o możliwości namnażania się w tak przygotowanej żywności mikroorganizmów chorobotwórczych, zwłaszcza rozwijających się w warunkach beztlenowych. Ponadto za istotne utrudnienia podczas stosowania omawianej metody uznaje się czasochłonność, konieczność stosowania specjalistycznych urządzeń, jak również wymóg stałego nadzoru przeszkolonego personelu.

Nie można jednoznacznie określić, czy metoda sous-vide jest najkorzystniejszą metodą obróbki termicznej surowców pochodzenia roślinnego i zwierzęcego. Metodę obróbki cieplnej należy dobierać indywidualnie do gatunku warzywa czy rodzaju mięsa, mając również na uwadze to, że obróbka tą metodą nie pozwala na uzyskanie chrupkiej i rumianej skórki, jak ma to miejsce w przypadku wyrobów poddanych smażeniu. Potrawy, których przygotowanie w technologii sous-vide uwypukli ich wszystkie walory, to potrawy mięsne w sosach oraz warzywne mieszanki. Należy się spodziewać, że nadal będzie się zwiększał zakres stosowania omawianej metody (określanej też techniką przygotowywania potraw w niskich temperaturach) z uwagi na stale wzrastające oczekiwania konsumentów w stosunku do jakości żywności i potraw.

Literatura

- [1] Baldwin D.E.: Sous vide cooking: A review. *Int. J. Gastr. Food Sci.*, 2012, 1 (1), 15-30.
- [2] Botinestean C., Keenan D.F., Kerry J.P., Hamill R.M.: The effect of thermal treatments including sous-vide, blast freezing and their combinations on beef tenderness of *M. semitendinosus* steaks targeted at elderly consumers. *LWT- Food Sci. Technol.*, 2016, 74, 154-159.
- [3] Church I.J., Parsons A.L.: The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2000, 35, 155-162.
- [4] Chwastowska-Siwiecka I., Skiepmo N., Kubiak M. S.: Pakowanie żywności – przykładowe rozwiązania. *Przem. Spoż.*, 2015, 1 (69), 25-29.
- [5] Cierach M., Bilicka A.: Nowe techniki pakowania mięsa i przetworów mięsnych. *Przem. Spoż.*, 2010, 7-8 (64), 62-67.
- [6] Czarniecka-Skubina E. (Red.): *Technologia gastronomiczna*. Wyd. SGGW, Warszawa 2016.
- [7] Dogruyol H., Mol S.: Effect of irradiation on shelflife and microbial quality of cold-stored sous-vide mackerel fillets. *J. Food Proc. Preserv.*, 2017, 2 (41), 1-8.
- [8] Espinosa M.C., Diaz P., Linares B., Teruel M., Garrido M.: Quality characteristics of sous vide ready to eat seabream processed by high pressure. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2015, 64, 657-662.

- [9] Garcia-Linares M.C., Gonzalez-Fandos E., Garcia-Fernandez M.C., Garcia-Arias M.T.: Microbiological and nutritional quality of sous vide or traditionally processed fish: Influence of fat content. *J. Food Qual.*, 2004, 27, 371-387.
- [10] Grzebińska W., Tomaszewska M.: Technologia sous-vide a jakość potraw. *Tajniki sous-vide. Przegl. Gastr.*, 2013, 3 (67), 6-11.
- [11] Guillén S., Mir-Bel J., Oria R., Salvador M.L.: Influence of cooking conditions on organoleptic and health-related properties of artichokes, green beans, broccoli and carrots. *Food Chem.*, 2017, 217, 209-216.
- [12] Hernández E.J.G.P., Carvalho Jr R.N., Joele M.R.S.P., Silva Araújo C., de Fátima Henriques Lourenço L.: Effects of modified atmosphere packing over the shelf life of *sous vide* from captive pirarucu (*Arapaima gigas*). *Inn. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2017, 39, 94-100.
- [13] Pakowarki próżniowe [on line]. Dostęp w Internecie [05.07.2018]: pakowarkiprozniowe.pl
- [14] Iborra-Bernad C., García-Segovia P., Martínez-Monzó J.: Effect of vacuum cooking treatment on physicochemical and structural characteristics of purple-flesh potato. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2014, 49, 943-951.
- [15] Iborra-Bernad C., García-Segovia P., Martínez-Monzó J.: Physico-chemical and structural characteristics of vegetables cooked under sous-vide, cook-vide, and conventional boiling. *J. Food Sci.*, 2015, 8 (80), 1725-1734.
- [16] Iborra-Bernad C., Tárrega A., García-Segovia P., Martínez-Monzó J.: Advantages of sous-vide cooked red cabbage: Structural, nutritional and sensory aspects. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2014, 56, 451-460.
- [17] Kosewski G., Górna I., Bolesławska I., Kowalówka M., Więckowska B., Główna A.K., Morawska A., Jakubowski K., Dobrzyńska M., Miszczuk P., Przysławski J.: Comparison of antioxidative properties of raw vegetables and thermally processed ones using the conventional and sous-vide methods. *Food Chem.*, 2018, 240, 1092-1096.
- [18] Leistner L.: Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *Int. J. Food Microbiol.*, 2000, 55, 181-186.
- [19] Levkane V., Muizniece-Brasava S., Dukalska L.: Sous vide packaging technology application for salad with meat in mayonnaise shelf life extension. *Int. J. Nutr. Food Eng.*, 2010, 4 (5), 345-349.
- [20] Martínez-Hernández G.B., Artés-Hernández F., Gómez P.A., Artés F.: Quality changes after vacuum-based and conventional industrial cooking of kailan-hybrid broccoli throughout retail cold storage. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2013, 50 (2), 707-714.
- [21] Myhrvold N., Young C., Bilet M.: *Modernist Cuisine: Techniques and Equipment. The Cooking Lab*, Bellevue 2011.
- [22] National Restaurant Association: Chef survey – What’s hot in 2011. [on line]. Dostęp w Internecie [02.07.2017]: http://www.restaurant.org/Downloads/PDFs/News-Research/whats_hot_2011.pdf
- [23] National Restaurant Association: What’s hot 2016 culinary forecast. [on line]. Dostęp w Internecie [02.07.2017]: <http://www.netzwerkgruppe.at/fileadmin/daten/News/WhatsHot2016.pdf>
- [24] Nyati H.: An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. *Food Control*, 2000, 11, 471-476.
- [25] Oz F., Zikirov E.: The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2015, 64, 120-125.
- [26] Pulgar J.S., Gazquez A., Ruiz-Carrascal J.: Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. *Meat Sci.*, 2012, 90, 828-835.
- [27] Ramos F.C.P., Ribeiro S.C.A., Peixoto Joele M.R.S., Sousa C.L., Lourenco L.F.H.: Kinetic modeling to study the quality of tambaqui (*Colossoma macropomum*) sous vide during storage at different temperatures. *J. Food Sci. Technol.*, 2017, 54 (8), 2452-2463.
- [28] Rinaldi M., Dall’Asta C., Paciulli M., Cirlini M., Manzi C., Chiavaro M.: Physicochemical and microbiological quality of sous-vide-processed carrots and brussels sprouts. *Food Bioprocess Technol.*, 2013, 6, 3076-3087.
- [29] Rinaldi M., Dall’Asta C., Paciulli M., Cirlini M., Manzi C., Chiavaro M.: A novel time/temperature approach to sous vide cooking of beef muscle. *Food Bioprocess Technol.*, 2014, 7, 2969-2977.

- [30] Roldan M., Antequera T., Armenteros M., Ruiz J.: Effect of different temperature-time combinations on lipid and protein oxidation of sous-vide cooked lamb loins. *Food Chem.*, 2014, 149, 129-136.
- [31] Sebastián C., Soriano J.M., Iranzo M., Rico H.: Microbiological quality of sous vide cook-chill preserved food at different shelf life. *J. Food Proc. Preserv.*, 2010, 34, 964-974.
- [32] Singh C.B., Kumari N., Senapati S.R., Lekshmi M., Nagalakshmi K., Balange A.K., Chouksey M.K., Venkateshwarlu G., Xavier K.A.M.: Sous vide processed ready-to-cook sea fish steaks: Process optimization by response surface methodology and its quality evaluation. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2016, 74, 62-69.
- [33] Starek A., Blicharz-Kania A.: Przygotowanie mięsa metodą sous-vide. *Ogólnopolski Informator Masarski*, 2016, 10 (254), 40-44.
- [34] Stewart M.: The Australian Government Releases Sous Vide Cooking Rules [on line]. Australian Institute of Food Safety. Dostęp w Internecie [06.02.2018]: <https://www.foodsafety.com.au/news/the-australian-government-releases-sous-vide-cooking-rules>
- [35] Sun D.-W.: *Handbook of Food Safety Engineering*. Wiley-Blackwell, Chichester 2012.
- [36] Szerman N., Gonzalez C.B., Sancho A.M., Grigioni G., Carduza F., Vaudagna S.R.: Effect of whey protein concentrate and sodium chloride addition plus tumbling procedures on technological parameters, physical properties and visual appearance of sous vide cooked beef. *Meat Sci.*, 2007, 76, 463-473.
- [37] Tomaszewska M.: Technologia sous vide. *Gospodarka Mięсна*, 2010, 12 (62), 26-29.
- [38] Tomaszewska M., Zalewska M., Gomulska I.: Ocena właściwości fizycznych marchwi przygotowanej technologią sous vide oraz tradycyjnie. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2012, 1 (22), 33-38.
- [39] Yam K.L.: *Encyclopedia of Packaging Technology*. 3rd ed. John Wiley & Sons, Hoboken 2009.

SOUS-VIDE COOKING TECHNOLOGY – INNOVATIVE HEAT TREATMENT METHOD OF FOOD

Summary

The sous-vide technology was developed in 1974 by Georges Pralus, a French cook; however, it is only in recent years it has been recognized as a modern heat treatment method of raw materials of plant and animal origin. It is a process of cooking vacuum packed raw food materials at a strictly controlled temperature and within a specified time period. It is essential to use the highest quality raw materials. As soon as the product has been cooked, it is quickly cooled down and stored at a low temperature. Prior to being served, the chilled and frozen products are restored to its previous state. The temperature of the reheating process should be similar to or lower than that used during the pasteurization process. The simultaneous use of several preserving agents, i.e. modified storage atmosphere, pasteurization, and refrigerated storage has an additive effect and significantly impacts the quality of the product during storage. The conditions prevailing during the individual stages (vacuum packaging of raw materials, low process temperature) make it possible to limit the loss of bioactive ingredients and to reduce structural changes; as a consequence, there are produced products of high sensory and nutritious quality. In addition, reduced volume and weight losses in dishes being prepared are reported. The sous-vide technology is now widely used by restaurateurs and in the production of convenience food. There are the following disadvantages of that technology: extended duration of thermal treatment, high costs of specialist equipment, the need to train personnel and the absolute necessity to comply with the technological regime.

The objective of the research study was to characterize the technological system of sous-vide, to specify necessary devices, as well as to present benefits and risks associated with the use of this method.

Key words: sous-vide, vacuum packaging, combined methods, gastronomic technology 