

Prof. dr hab. Franciszek ŚWIDERSKI

Dr inż. Ewa DYBKOWSKA

Mgr inż. Anna WROŃSKA

Dr inż. Dorota KLUSZCZYŃSKA

Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

MINIMALNE PRZETWARZANIE ŻYWNOSCI – KORZYŚCI I ZAGROŻENIA®

Metody minimalnego przetwarzania żywności umożliwiają uzyskanie produktów gotowych lub prawie gotowych do spożycia, charakteryzujących się odpowiednią trwałością, o maksymalnie zachowanej jakości sensorycznej, zachowujących wysoką wartość odżywczą i jednocześnie bezpiecznych w spożyciu. Podstawową zasadą zwiększania trwałości żywności minimalnie przetworzonej jest łączne oddziaływanie kilku czynników utrwalających. W celu uzyskania wyrobów o odpowiedniej jakości mikrobiologicznej, bardzo istotna jest właściwie przeprowadzona obróbka wstępna z zastosowaniem dezynfekcji surowców warzywnych, zastosowanie odpowiednich warunków pakowania, szybkie schłodzenie, jak również staranne przestrzeganie niskich temperatur przechowywania, najkorzystniej, w zakresie od 0 do 3°C w czasie dystrybucji i sprzedaży. Metody minimalnego przetwarzania umożliwiają uzyskanie produktów pod względem naturalności i świeżości zbliżonych do surowców nieprzetworzonych.

Słowa kluczowe: minimalne przetwarzanie żywności, sous-vide, cook-chill.

WSTĘP

W warunkach rozwiniętej gospodarki rynkowej tworzenie nowych produktów i wszelkie zmiany na rynku żywności są kreowane przez konsumenta, jego postawy, potrzeby i wybory. W celu zaspokojenia wzrastających wymagań konsumentów przemysł spożywczy w krajach o wysokim poziomie gospodarki rynkowej wprowadza technologie łagodnego przetwarzania surowców spożywczych, sprzyjające zachowaniu ich jak największej naturalności. W naszym kraju liczne firmy cateringowe obecnie produkują i dostarczają wyroby nie poddane obróbce termicznej oraz gotowe potrawy (zupy, drugie dania, jarzynki) przygotowane w sposób tradycyjny, co powoduje duże zmiany wartości odżywczej i jakości sensorycznej związane z długotrwałym przechowywaniem potraw w wysokich temperaturach (ok. 80°C). Istnieje zatem pilna potrzeba wprowadzenia nowoczesnych metod przetwarzania żywności w zależności od ich przeznaczenia kulinarnego, w celu uzyskania produktów o przedłużonym, określonym terminie przydatności do spożycia, charakteryzujących się wysoką wartością odżywczą, o maksymalnie zachowanej jakości sensorycznej i jednocześnie bezpiecznych w spożyciu.

Celem artykułu jest próba uświadomienia, iż produkty uzyskane przy zastosowaniu metod minimalnego przetwarzania charakteryzują się podwyższoną jakością mikrobiologiczną i trwałością w porównaniu z produktem nieprzetworzonym, jednocześnie minimalne przetwarzanie nie powoduje tak znacznych zmian wartości odżywczej i sensorycznej, jak tradycyjne metody utrwalania żywności (tab. 1).

TECHNOLOGIA MINIMALNEGO PRZETWARZANIA

Minimalne przetwarzanie jest to taki sposób obróbki, który umożliwia otrzymanie żywności zbliżonej pod względem świeżości i naturalności do surowców spożywczych oraz o trwałości zapewniającej bezpieczeństwo jej dystrybucji, sprzedaży i użytkowania [30]. Łagodne przetwarzanie surowców spożywczych sprzyja zachowaniu ich naturalności i świeżości. Jednocześnie produkty minimalnie przetworzone powinny charakteryzować się odpowiednią jakością mikrobiologiczną.

Tabela 1. Porównanie utrwalania żywności metodami tradycyjnymi i metodami minimalnego przetwarzania

Metody tradycyjne	Metody minimalnego przetwarzania
<ul style="list-style-type: none"> ■ Jedna metoda – drastyczne parametry utrwalające 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kilka metod - kombinacja łagodnych czynników utrwalających, zmniejszenie liczby drobnoustrojów i ograniczenie ich wzrostu
<ul style="list-style-type: none"> ■ Duże zmiany jakości sensorycznej produktu 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zachowanie naturalnych cech produktów, minimalne zmiany jakości sensorycznej
<ul style="list-style-type: none"> ■ Znaczne obniżenie wartości odżywczej 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Niewielkie zmiany wartości odżywczej
<ul style="list-style-type: none"> ■ Zapewnienie długiego okresu przydatności do spożycia 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Znacznie krótszy okres przydatności do spożycia w porównaniu do utrwalania tradycyjnego i znaczne zwiększenie trwałości w porównaniu do produktu nieprzetworzonego

Źródło: Opracowanie własne

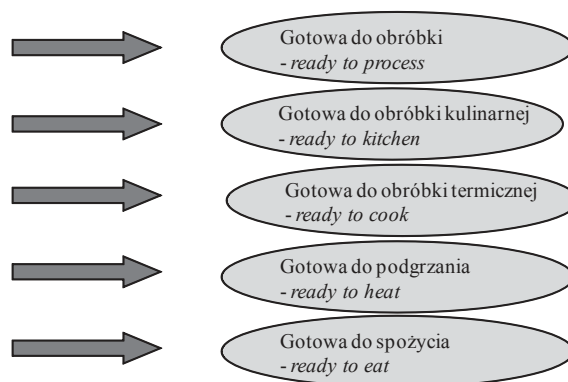
W przypadku warzyw można wyróżnić następujące wyroby zaliczane do produktów minimalnie przetworzonych: surówki, przekąski warzywne, warzywa duszone, sałatki warzywne, zestawy do zup lub kanapek, gotowe do obróbki

cieplnej frytki lub plasterki ziemniaczane, warzywa z sosem do posiłków i potraw [40]. Inną grupą wyrobów, przy produkcji których stosowane są metody minimalnego przetwarzania, są gotowe potrawy. Przydatność do spożycia żywności minimalnie przetworzonej nie powinna być mniejsza niż 4-7 dni, zaleca się jednak takie projektowanie procesu technologicznego, aby możliwe było utrzymanie przydatności do spożycia przez co najmniej 21 dni [31, 52].

Podstawową zasadą zwiększania trwałości minimalnie przetworzonej żywności jest zastosowanie kombinacji kilku czynników utralających lub podwyższających trwałość zgodnie z koncepcją zaproponowaną przez Leistnera – teoria płotków [24], która polega na sumarycznym oddziaływaniu kilku czynników utralających, stwarzających wielostronne bariery (płotki) utrudniające rozwój lub inaktywujące mikroorganizmy, z których każdy oddzielnie nie jest w pełni skuteczny (uszkodzenie mechanizmów homeostaticznych mikroorganizmów). Najczęściej stosuje się: obróbkę wstępną i dezynfekcję, obniżenie pH z ew. dodatkiem konserwantów, naturalne antyoksydanty, opakowania próżniowe lub z modyfikowaną atmosferą, szybkie schładzanie, chłodnicze przechowywanie [41]. Podstawowym czynnikiem hamującym rozwój drobnoustrojów oraz zmiany biochemiczne i chemiczne, stosowanym przy minimalnym przetwarzaniu żywności, jest chłodnicze przechowywanie gotowych wyrobów. Rygorystyczne przestrzeganie zalecanych temperatur, zwykle w zakresie od 0°C do 3°C, obejmuje zarówno dystrybucję i sprzedaż, jak również przechowywanie w domu konsumenta. Podwyższenie temperatury w czasie przechowywania może spowodować bardzo intensywne procesy namnażania drobnoustrojów [32, 54]. Wśród innych metod, które mogą mieć zastosowanie w technologii minimalnego przetwarzania żywności wyróżnia się: technologię pomieszczeń wysokiej czystości, obróbkę warzyw i owoców bezpośrednio po zbiorze, zastosowanie mikroorganizmów antagonistycznych, technologie osłonek jadalnych, opakowania aktywne z absorbentami pary wodnej i tlenu; stosowanie bardzo wysokich ciśnień (UHP), wysokonapięciowych impulsów elektrycznych, oscylującego pola magnetycznego, radiacji mikrofalowej, napromieniowania promieniami gamma lub strumieniem elektronów, impulsów świetlnych oraz ultradźwięków, ogrzewanie indukcyjne (omowe), ogrzewanie mikrofalowe, ogrzewanie pojemnościowe (dielektryczne), wykorzystanie naturalnych substancji ograniczających lub niszczących drobnoustroje: substancje antybiotyczne bakterii fermentacji mlekowej, enzymatyczne systemy hamowania rozwoju drobnoustrojów [31, 44].

MINIMALNE PRZETWARZANIE SUROWCÓW WARZYWNYCH

Minimalnie przetworzone owoce i warzywa pod względem stopnia przetworzenia i wygody możemy podzielić na grupy (rycina 1) od najmniej przetworzonych wyrobów typu „gotowe do obróbki wstępnej” (posortowane, umyte i porcjowane warzywa na zupę) do najbardziej przetworzonych „gotowych do podania” (np. sałatki warzywne lub owocowe) [52].



Rys. 1. Poziomy przetworzenia technologicznego żywności minimalnie przetworzonej służącej do komponowania posiłków.

Źródło: Wiley R. C. 1994

Produkcja żywności minimalnie przetworzonej z surowców warzywnych obejmuje między innymi takie operacje jednostkowe, jak sortowanie surowców, czyszczenie, mycie połączone z dezynfekcją, osuszanie, obieranie, cięcie, rozdrabnianie, ewentualne mieszanie składników lub przygotowanie zestawów, utralanie, pakowanie i przechowywanie [43]. Podczas obierania, cięcia i rozdrabniania powierzchnia produktu jest narażona na zanieczyszczenie bakteriami, drożdżami i pleśnią [11,31]. Odpowiednio przeprowadzone procesy czyszczenia, mycia, dezynfekcji i osuszania surowca mają istotny wpływ na jakość mikrobiologiczną uzyskiwanych wyrobów. Szczególnie istotnym zabiegiem, który wpływa na jakość mikrobiologiczną i trwałość warzyw, jest proces dezynfekcji. Dezynfekcja umytych surowców prowadzona jest najczęściej przy zastosowaniu roztworów zawierających związki chloru [4,11], jednak ich zastosowanie może powodować powstawanie związków toksycznych, dlatego celowe jest prowadzenie dalszych badań w poszukiwaniu bezpiecznych i skutecznych czynników bakteriobójczych [37]. Inne związki, które mogą być stosowane w roztworach w celu dezynfekcji to, m.in. nadtlenek wodoru, ozon [31]. W niektórych przypadkach skutecznym sposobem ograniczenia rozwoju mikroflory (odkażania), a zarazem poprawy tekstury, jest zanurzenie w roztworze chlorku wapnia. Wapń wzmacnia błony i ściany komórkowe, opóźnia procesy starzenia tkanki roślinnej i zwiększa odporność na działanie enzymów pektynolitycznych [22]. Również inne związki wapnia mogą pełnić istotną rolę w przedłużaniu trwałości minimalnie przetworzonych warzyw i owoców lub korzystnie oddziaływać na ich teksturę i cechy sensoryczne (mleczan wapnia, glukonian wapnia), dlatego istnieje potrzeba prowadzenia dalszych badań w tej dziedzinie [27]. Poprawę bezpieczeństwa żywności minimalnie przetworzonej można uzyskać stosując także inne czynniki, które ograniczają niekorzystne zmiany mikrobiologiczne zachodzące w produktach, m.in. bakterie kwasu mlekowego, kwasy organiczne, zioła i przyprawy [4,11,37]. Jednak zastosowanie szeregu naturalnych związków może być ograniczone ze względu na zachodzące interakcje pomiędzy tymi związkami a składnikami

żywności oraz ze względu na ich wpływ na cechy sensoryczne [9]. Przedłużenie trwałości niektórych produktów minimalnie przetworzonych można uzyskać prowadząc łagodną obróbkę termiczną (blanszowanie). W celu ograniczenia wymywania m.in. witamin i związków mineralnych podczas blanszowania zalecane jest stosowanie pary wodnej, a nie gorącej wody [22].

Najnowszym trendem w technologii żywności jest zastosowanie nanocząsteczek metali w celu ograniczenia rozwoju mikroorganizmów. Spośród wszystkich nanocząsteczek metali, najwięcej dostępnych publikacji dotyczy srebra. Dane literaturowe wskazują, że srebro, spośród innych nanomateriałów, takich jak miedź, cynk, tytan, magnez, złoto czy alginian, charakteryzuje się najlepszymi właściwościami biobójczymi. Równocześnie znany jest fakt, że nanosrebro wykazuje właściwości bójcze wobec bakterii, grzybów a nawet wirusów i innych eukariotycznych mikroorganizmów [26,36]. O ile można znaleźć w dostępnej literaturze informacje dotyczące badań mikrobiologicznych, mimo iż nie zawsze spójnych, o tyle niewiele jest badań nad możliwością przedłużenia trwałości produktów spożywczych poprzez zastosowanie nanozwiązków. Badania prowadzone na zielonych szparagach, czy sałacie lodowej, wykazały wpływ nanocząsteczek srebra na jakość przechowywanych produktów, przejawiający się wydłużeniem ich trwałości [5,15]. Zastosowanie nanotechnologii w przemyśle spożywczym może być zatem szczególną szansą dla żywności minimalnie przetworzonej, przy zachowaniu bezpiecznego stężenia nanocząsteczek srebra lub innych nanometali. Przewiduje się, że preparaty nanocząsteczkowe, zajmować będą coraz więcej miejsca w przyszłości w każdej dziedzinie życia ludzkiego, m.in. w farmacji (profilaktyka, higiena, terapia) i kosmetologii, w usprawnianiu procesów konserwacji oraz pasteryzacji żywności (surowców i przetworów), w zapobieganiu rozwojowi drobnoustrojów wywierających niekorzystny wpływ na człowieka oraz jego środowisko naturalne.

METODY MINIMALNEGO PRZETWARZANIA POTRAW

Do metod minimalnego przetwarzania potraw możemy zaliczyć technologię „sous-vide” oraz metodę „cook-chill”. Technologia „sous-vide” polega na próżniowym zapakowaniu w folię potrawy poddanej obróbce wstępnej, czasem także blanszowaniu i następującej po tym pasteryzacji w folii, szybkim schłodzeniu, przechowywaniu chłodniczym i restytucji. Technologia ta ma zastosowanie do zup i potraw warzywnych w sosach, a uzyskane potrawy charakteryzują się dobrą jakością i wartością odżywczą. W technologii tej mamy do czynienia z jednoczesnym działaniem kilku czynników utrwalających (łagodna pasteryzacja, pakowanie próżniowe i chłodzenie), co sprawia, że działają one addytywnie, zapewniając trwałość potrawy w czasie jej dystrybucji (hurt, detal, transport) i korzystania przez odbiorców zbiorczych (gastronomię) oraz indywidualnych (gospodarstwa domowe). Technologia „cook-chill” polega na podaniu potrawy obróbce termicznej, umieszczeniu na gorąco w opakowaniu i zamknięciu opakowań, a następnie szybkim jej schłodzeniu i przechowywaniu w kontrolowanych warunkach chłodniczych (w temperaturze od 0 do +3°C). Systemem

„cook-chill” są szczególnie zainteresowane firmy cateringowe produkujące na potrzeby szpitali, szkół, domów wczasowych, zakładów gastronomii zamkniętej (stołówki i restauracje pracownicze, bufety w zakładach pracy, małe bary gastronomiczne), otwartej (restauracje, motele) oraz w przygotowaniu potraw przeznaczonych dla żywienia na pokładach samolotów [42]. Porównanie tych metod przedstawiono w tabeli 2. Szersze zastosowanie tych systemów jest uwarunkowane niedostateczną wiedzą z zakresu bezpieczeństwa zdrowotnego tak przygotowanych potraw, a szczególnie ich jakości mikrobiologicznej w czasie przedłużonego okresu przechowywania oraz wpływu przechowywania na jakość sensoryczną i wartość odżywczą potraw.

Tabela 2. Schemat procesu technologicznego „sous-vide” i „cook-chill”

„sous-vide”	„cook-chill”
Obróbka wstępna z ew. blanszowaniem	Obróbka wstępna
Zestawienie półproduktów lub kompozycja potraw	Przygotowywanie potraw
Pakowanie próżniowe lub w atmosferze modyfikowanej w torebki z termostabilnej folii	Obróbka kulinarna
Gotowanie połączone z pasteryzacją	Napełnianie na gorąco opakowań jednostkowych i ich zamykanie
Szybkie schłodzenie do temp. 0-3°C	
Przechowywanie chłodnicze	
Odgrzewanie (restytucja)	
Wydawanie do spożycia, garniowanie	

Źródło: Świdarski F., Waszkiewicz-Robak B. 2008 [42]

PAKOWANIE PRODUKTÓW WARZYWNYCH

Niezmiernie ważnym zagadnieniem jest zastosowanie odpowiednich opakowań, chroniących składniki bioaktywne przed rozkładem. Uszkodzone w czasie obróbki wstępnej tkanki są podatne na zmiany enzymatyczne i mikrobiologiczne, dlatego istotny jest odpowiedni dobór warunków pakowania i przechowywania w odniesieniu do poszczególnych surowców. Niewłaściwe postępowanie technologiczne może znacznie zmniejszyć wartość odżywczą oraz właściwości prozdrowotne wymienionych produktów, wynikające z naturalnej zawartości cennych składników. Pakowanie oraz przechowywanie warzyw i owoców minimalnie przetworzonych decyduje o jakości produktu, a także jego przydatności do spożycia. Najczęściej stosuje się pakowanie w modyfikowanej atmosferze, które opóźnia lub uniemożliwia rozwój określonych grup drobnoustrojów i spowalnia procesy metaboliczne żywej tkanki [37]. Skład gazu w opakowaniu ulega zmianie w wyniku procesów metabolicznych tkanki, ale może być on kontrolowany dzięki zastosowaniu opakowań o odpowiedniej barierowości. Atmosfera modyfikowana o obniżonej zawartości tlenu i podwyższonej dwutlenku węgla jest powszechnie stosowana do pakowania mało przetworzonych owoców i warzyw. W przypadku niewłaściwie dobranych warunków pakowania i przechowywania istnieje

niebezpieczeństwo wytworzenia warunków beztlenowych, co prowadzi do pogorszenia jakości sensorycznej i mikrobiologicznej produktu [35, 48]. Stosowane mogą być różne kombinacje gazów (azotu, tlenu i dwutlenku węgla), których proporcje powinny być dobrane do potrzeb konkretnych produktów [14, 31]. Dane literaturowe dotyczące rodzaju i proporcji stosowanych gazów dla poszczególnych warzyw są dość rozbieżne. Wg niektórych autorów [33], wyróżnia się trzy grupy produktów o różnym zapotrzebowaniu na tlen i specyficznej wrażliwości na dwutlenek węgla, dlatego należy stosować odpowiednio dobrany skład modyfikowanej atmosfery i materiały o określonej przepuszczalności: bulwy i warzywa korzeniowe (utarta marchew i seler, posiekana cebula) pakowane w mieszaninie 50% azotu i 50% dwutlenku węgla oraz przy zastosowaniu folii (PP/PE) o grubości 30-40 μm mają trwałość 10-15 dni w temp. 2-4°C, warzywa liściaste (zielona i mieszana sałata) pakowane w atmosferze azotu i przy zastosowaniu folii (PP/PE) o grubości 40 μm mają trwałość 15-21 dni w temp. 2-4°C, kalafior i brokuły mają trwałość 15-21 dni w temp 2-4°C pakowane w mieszaninie 80% azotu i 20% dwutlenku węgla [33]. W przypadku produktów oddychających, a więc warzyw i owoców autorzy [31] zalecają, aby w mieszaninie gazowej stężenie tlenu wynosiło 2-5%, a stężenie dwutlenku węgla 5-10% dla produktów wrażliwych na wysokie poziomy dwutlenku węgla. W przypadku pakowania warzyw w modyfikowanej atmosferze szczególnie istotne jest, aby zawartość tlenu nie była mniejsza niż 2-3%, gdyż w warunkach niedostatecznej ilości tlenu w modyfikowanej atmosferze zachodzi proces oddychania beztlenowego, którego produktami są związki powodujące zmiany smaku, zapachu i barwy warzyw oraz powstawanie azotanów (III) [31, 37]. Zastosowanie dodatku tlenu zapobiega rozwojowi bakterii beztlenowych.

Rozwiązaniem umożliwiającym częściowe zastąpienie materiałów opakowaniowych lub wzmocnienie ich ochronnego efektu są jadalne powłoki na powierzchni produktów spożywczych. Odpowiednia barierowość takich powłok dla światła, pary wodnej, tlenu, dwutlenku węgla, etylenu oraz zdolność do zatrzymywania substancji zapachowych produktu mogą umożliwić ich zastosowanie w technologii minimalnego przetwarzania. Zastosowanie powłok jadalnych może znacznie zwiększyć trwałość produktów minimalnie przetworzonych [12, 23, 42]. Stosowanie powłok umożliwia zmniejszenie ubytków wilgoci oraz modyfikację składu atmosfery surowców, co sprzyja spowolnieniu procesów metabolicznych i wydłużeniu trwałości. Jadalne powłoki mogą ponadto stanowić nośnik substancji aktywnych, np. związków o działaniu przeciwmikrobiologicznym lub inhibitorów enzymatycznego brązowienia, co zwiększa ich funkcjonalność. Podstawowymi materiałami do produkcji powłok jadalnych są polisacharydy (celuloza, skrobia, chitozan), proteiny (kazeina, białka serwatkowe, białka soi, gluten, zeina, żelatyna) i lipidy (woski, triacyloglicerole) [21].

KORZYŚCI MINIMALNEGO PRZETWARZANIA ŻYWNOSCI

W zaleceniach żywieniowych zwraca się uwagę na odpowiedni poziom w diecie warzyw i owoców, których spożycie odgrywa istotną rolę w profilaktyce wielu chorób [17, 20,

50, 51]. Ze względu na szereg czynników, m.in. pracochłonność przygotowania posiłków z surowców warzywnych, ich udział w diecie jest zazwyczaj zbyt niski. Producenci starają się spełnić oczekiwania konsumentów, aby żywność była prawie gotowa lub całkowicie gotowa do spożycia, a przez to wygodna w użytkowaniu. Korzystanie z żywności minimalnie przetworzonej znacznie skraca czas przygotowania posiłków. Szczególnie w przypadku przetworów z warzyw i owoców powinniśmy dążyć do wykorzystania metod tzw. minimalnego przetwarzania żywności, dzięki którym istnieje możliwość maksymalnego zachowania ich wartości odżywczych i właściwości prozdrowotnych oraz wysokiej jakości sensorycznej i naturalności [3]. Do korzyści wynikających z zastosowania metod minimalnego przetwarzania żywności możemy zaliczyć: poprawę bezpieczeństwa zdrowotnego żywności poprzez ograniczenie rozwoju mikroorganizmów, przedłużenie okresu trwałości przy zachowanej wysokiej jakości sensorycznej i wartości odżywczej produktów, czego rezultatem może być zapewnienie wysokiej jakości zdrowotnej diety.

ZAGROŻENIA CHEMICZNE

Gatunki roślin o krótszym okresie wegetacji oraz odmiany wczesne charakteryzują się nadmierną akumulacją azotanów. Niebezpieczeństwo dużej zawartości azotanów (V) wynika z faktu, że są one prekursorami silnie toksycznych azotanów (III) wywołujących m. in. methemoglobinemię. **Dotychczasowe badania epidemiologiczne wskazują na korelację pomiędzy śmiertelnością spowodowaną nowotworami żołądka, a długotrwałym spożyciem nadmiernej ilości azotanów.** Proces ten może się nasilać w czasie dłuższego transportu i składowania w temperaturze wyższej niż zalecana lub przy braku dostępu tlenu. Istotną rolę w uzyskaniu odpowiedniego składu atmosfery modyfikowanej wewnątrz opakowania z produktem mało przetworzonym odgrywa rodzaj użytego materiału opakowaniowego. Folie opakowaniowe stosowane do uzyskania atmosfery modyfikowanej, powinny charakteryzować się odpowiednim stopniem przepuszczalności dla tlenu i dwutlenku węgla. Wewnątrz opakowania z produktem, którego tkanka zachowuje procesy oddechowe, nie powinna powstawać atmosfera beztlenowa, sprzyjająca wzrostowi zawartości azotanów (III) [34]. **W sałatkach warzywnych typu coleslaw, przechowywanych przez 12 dni w temperaturze 4°C, zapakowanych w folię o mniejszej przepuszczalności tlenu (1900 $\text{cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}\cdot\text{bar}$), zarówno w atmosferze powietrza, jak i w atmosferze modyfikowanej o składzie: 2% tlenu, 10% dwutlenku węgla, 88% azotu oraz 10% tlenu, 10% dwutlenku węgla, 80% azotu stwierdzono występowanie azotanów (III) [34].** Badania jakości minimalnie przetworzonej marchwi pakowanej próżniowo wykazały, że zawartość azotanów (III) w marchwi minimalnie przetworzonej zwiększała się w czasie przechowywania i już po tygodniu przechowywania marchew blanszowana miała za wysoki poziom tych związków [7]. Prowadzono także badania gotowych do spożycia rynkowych surówek warzywnych, zaliczanych do żywności nisko przetworzonej (o 7 dniach trwałości). W większości prób surówek nie stwierdzono obecności azotanów (III), a w pozostałych ich ilość była niska (0,20-0,83 mg/kg) [53]. Przytoczone dane wskazują na potrzebę kontroli zawartości tych

związków w przechowywanych przetworach z warzyw oraz stosowania do tego typu przetwarzania warzyw o niskiej zawartości azotanów.

ZAGROŻENIA MIKROBIOLOGICZNE

Badania warzyw i owoców dotyczą obecnie szeregu zagadnień mikrobiologicznej jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego świeżych surowców i produktów o różnym stopniu przetworzenia. Przedmiotem aktualnie prowadzonych badań jest zarówno obecność występujących mikroorganizmów na powierzchni jak i problem dekontaminacji ich metabolitów w surowcach i produktach warzywnych i owocowych [1]. Za większość z obserwowanych przypadków infekcji bakteryjnych występujących po spożyciu świeżych warzyw i owoców były odpowiedzialne pałeczki jelitowe z rodziny *Enterobacteriaceae* a wśród nich bakterie Gram ujemne z rodzaju *Salmonella* oraz wysoce toksyczne bakterie *Escherichia coli* O157:H7 [15]. **W wielu badaniach wykazano, że obecne przemysłowe zabiegi odkażania i mycia nie gwarantują całkowitego wyeliminowania bakterii chorobotwórczych takich jak *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* i *Listeria monocytogenes*.** Badania marchwi przechowywanej w modyfikowanej atmosferze, wykazały bardzo wysoki wzrost *E. coli* O157:H7 po 3 dniach przechowywania w temperaturze 25°C. Autorzy pracy podkreślali znaczenie ścisłej kontroli temperatury podczas procesu przetwarzania surowców, jego transportu, dystrybucji, magazynowania i przeładunku przed sprzedażą w supermarketach [32]. Wszystkie warzywa posiadają swoją endogenną mikroflorę. Wśród drobnoustrojów tworzących mikroflorę warzyw i owoców wymieniane są najczęściej bakterie z rodzajów: *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Pseudomonas*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Bacillus*, *Aeromonas* oraz grzyby strzępkowe z rodzajów *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* i *Fusarium* [8,28]. Wyniki badań przeprowadzonych na 3826 próbkach sałaty w akredytowanym laboratorium w Londynie wykazały, że zdecydowana większość (99,3%) próbek charakteryzowała się zadawalającą jakością mikrobiologiczną. Niezadawalająca jakość mikrobiologiczna, która dotyczyła 20 próbek (0,5%) wynikała z obecności bakterii *E. coli* i *Listeria ssp.* w ilości przekraczającej 102 CFU/g [38]. *Loncarevic i wsp.* [16, 25] oceniali obecność bakterii na sałacie pochodzącej z upraw rolnictwa ekologicznego na terenie Norwegii. Spośród 179 próbek poddanych badaniom w 16 próbkach stwierdzili obecność *Escherichia coli* na poziomie <102CFU/g, szczepu *Escherichia coli* O157:H7, bakterii z rodzaju *Salmonella* nie wyizolowano z żadnej próbki, obecność pałeczek *Listeria ssp.* potwierdzono w dwóch próbkach. *Sagoo i wsp.* [38] stwierdzili niezadawalającą jakość mikrobiologiczną 15 (z 3200) próbek warzyw pochodzących z upraw ekologicznych, która wynikała z obecności *Escherichia coli* i *Listeria ssp.* w ilości powyżej 102 CFU/g. *Mukherjee i wsp.* [29] wyizolowali szczepy *E. coli* z 24,4% badanych próbek sałaty pochodzącej z upraw rolnictwa ekologicznego. Na uniwersytecie w Limeric (Irlandia) prowadzono badania, których celem było określenie przeżywalności szczepów bakterii *Escherichia coli* i *Listeria innocua* w marchwi krojonej przechowywanej w modyfikowanej atmosferze w warunkach chłodniczych. We wnioskach podano, że im większe

następowało uszkodzenie tkanek badanej rośliny tym większa była przeżywalność badanych drobnoustrojów [13]. *Kakiomenou i wsp.* [18] badali wpływ modyfikowanej atmosfery zawierającej tlen i dwutlenek węgla (4.9% CO₂, 2.1% O₂, 93% N₂ oraz 5% CO₂, 5.2% O₂, 89.8% N₂) na wzrost i przeżywalność pałeczek bakterii *Salmonella enteritidis* i *Listeria monocytogenes* w krojonej marchwi i sałacie, przechowywanych w warunkach chłodniczych. Stwierdzili zahamowanie wzrostu spowodowane obecnością bakterii kwasu mlekowego dla obu badanych drobnoustrojów i obniżeniem wartości pH podczas przechowywania badanych warzyw [18]. Również inni badacze stwierdzili antagonistyczne działanie bakterii kwasu mlekowego obecnych na owocach i warzywach w stosunku do patogennych drobnoustrojów mogących rozwijać się na tych produktach [6, 45, 46, 47]. W badaniu przeprowadzonym w Hiszpanii w latach 2005-2006 *Abadias i wsp.* [2] oceniali jakość mikrobiologiczną warzyw, owoców i sałatek gotowych do spożycia. Łącznie przebadano 300 próbek w tym 21 próbek owoców, 28 próbek warzyw, 15 próbek kiełków oraz 237 próbek sałatek warzywnych gotowych do spożycia. Najwyższą liczbę drobnoustrojów stwierdzono w marchwi, rukoli oraz szpinaku (7,6 log CFU/g bakterii tlenowych, 6 log CFU/g drożdży i grzybów strzępkowych, 5,5 log CFU/g bakterii kwasu mlekowego oraz 5,8 log CFU/g bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*). W badanych próbkach stwierdzono obecność bakterii z rodzaju *Salmonella* a w dwóch *L. monocytogenes*. Nie stwierdzono obecności *E. coli* O157:H7, *Y. enterocolitica* i *Campylobacter* [2]. *Oliviera i wsp.* [32] badali mikroflorę gotowych do spożycia sałatek sporządzonych z surowych warzyw liściastych (162 próbki). Bakterie psychotropowe wyrastały w warunkach tlenowych z 96,7% badanych próbek (>5 log CFU/g), *E. coli* była obecna w 53,1% próbek (na poziomie od 1 do 6 log CFU/g), obecność *Listeria spp.* oraz *Salmonella spp.* stwierdzono sumarycznie w 3,7% próbek. Badacze z Arabii Saudyjskiej poddali badaniom mikrobiologicznym sałatki warzywne dostępne na rynku w stolicy tego kraju. Obecność *Pseudomonas sp.*, *Bacillus cereus* i *Enterobacter aerogenes* potwierdzili we wszystkich rodzajach sałatek, a *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *Kluyvera cryocrescens* i *Kluyvera ascorbata* tylko w jednym rodzaju sałatek [19]. *Evans i wsp.* [10] przeprowadzili ocenę jakości mikrobiologicznej sałatek warzywnych gotowych do spożycia dostępnych na rynku Wielkiej Brytanii. Tylko w jednej spośród 2950 próbek stwierdzili ponad normatywny wzrost bakterii *Campylobacter spp.* (8 x 10² CFU/g). Na Uniwersytecie w Lagos poddano ocenie jakości mikrobiologicznej sałatki warzywne dostępne w restauracjach typu fast food oraz niepakowane sałatki dostępne w sklepach. Produkty składały się z: marchwi, ogórka, kapusty i sałaty. Poza bakteriami badacze wyizolowali grzyby strzępkowe w tym: *Mucor spp.*, *A. fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma spp.*, *Neurospora crassa* [49]. **Pomimo wzrostu higieny i świadomości producentów drobnoustroje patogenne przenoszone przez żywność nadal mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia człowieka.** W związku z tym konieczne jest przestrzeganie zasad higieny na każdym etapie produkcji żywności minimalnie przetworzonej oraz kontrola jakości mikrobiologicznej surowców i produktów [39].

PODSUMOWANIE

Metody minimalnego przetwarzania umożliwiają uzyskanie żywności o niskim stopniu przetworzenia, zachowującej wysoką wartość odżywczą. Jest to szczególnie istotne ze względu na cenne składniki o właściwościach przeciwtleniających zawarte w nieprzetworzonych surowcach roślinnych, m.in. polifenole i witaminy, charakteryzujące się wrażliwością na działanie wysokich temperatur i innych czynników utrwalających. Podstawową zasadą minimalnego przetwarzania żywności jest jednoczesne zastosowanie kilku łagodnych czynników utrwalających, co sprawia, że działają one addytywnie, zapewniając trwałość potrawy. Korzystanie z żywności minimalnie przetworzonej w znacznym stopniu skraca czas przyrządzania posiłków, co jest istotne zarówno dla odbiorców indywidualnych, jak również dla zakładów gastronomicznych. W technologii minimalnego przetwarzania najczęściej stosuje się procesy obróbki wstępnej z zastosowaniem dezynfekcji surowców warzywnych, dodatków naturalnych substancji o właściwościach przeciwtleniających, opakowania próżniowe lub z modyfikowaną atmosferą. W odniesieniu do niektórych produktów lub potraw stosuje się także blanszowanie parą wodną, łagodną pasteryzację lub krótką obróbkę termiczną. W celu zapewnienia odpowiedniej trwałości bardzo istotne jest szybkie schłodzenie i staranne przestrzeganie niskich temperatur przechowywania (od 0 do +3°C) w czasie dystrybucji i sprzedaży. Warunkami powodzenia zabiegów przetwarzania, pakowania i przechowywania żywności minimalnie przetworzonej są wysoka jakość i odpowiedni dobór surowca, a szczególnie poziom drobnoustrojów oraz odmiana i stopień dojrzałości. Istnieje potrzeba wprowadzenia nowoczesnych metod przetwarzania żywności, w celu uzyskania bezpiecznych produktów o przedłużonej trwałości, charakteryzujących się wysoką wartością odżywczą, o maksymalnie zachowanej jakości sensorycznej i jednocześnie bezpiecznych w spożyciu. Produkcją żywności minimalnie przetworzonej szczególnie zainteresowane są firmy cateringowe produkujące obecnie potrawy w sposób tradycyjny przechowywane w wysokich temperaturach m.in. na potrzeby szpitali, szkół, domów czasowych, zakładów gastronomii zamkniętej i otwartej.

LITERATURA

- [1] **ABADIAS M., ALEGRE M., OLIVEIRA A., ALTISENT R., PINAS P. 2012.** *Growth potential of Escherichia coli O157:H7 on fresh-cut fruits (melon and pineapple) and vegetables (carrot and escarole) stored under different conditions.* Food Control 27 (1), 37-44.
- [2] **ABADIAS M., USALL J., ANGUERA M., SOLSONA C., VINAS I. 2007.** *Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments.* International Journal of Food Microbiology 123, 121-129.
- [3] **AHVENAINEN R. 1996.** *New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables.* Trends in Food Science & Technology 71, 179-187.
- [4] **ALZAMORA S.M., TAPIA M.S., LÓPEZ-MALO A. 2000.** *Minimally processed fruit and vegetables. Fundamental Aspects and Applications.* An Aspen Publication.
- [5] **AN J., ZHANG M., WANG S., TANG J. 2008.** *Physical, chemical and microbiological changes in stored green asparagus spears unaffected by coating of silver nanoparticles-PVP.* LWT 41, 1100-1107.
- [6] **CARLIN F., NGUYEN-THE C., CINDY M.E. 1996.** *Influence of Background Microflora on Listeria monocytogenes on Minimally Processed Fresh Broad-Leaved Endive (Cichorium endivia var. latifolia).* Journal of Food Protection 59 (7), 698-703(6).
- [7] **CZERWIŃSKA E., ZAGÓRSKA K. 2011.** *Zmiany jakości minimalnie przetworzonej marchwi pakowanej próżniowo w czasie przechowywania.* Rocznik Ochrony Zdrowia 13, 845-858.
- [8] **DE GIUSTI M., AURIGEMMA C., MARINELLI L., TUFI D., DE MEDICI D., DI PASQUALE S., DE VITO C., BOCCIA A. 2010.** *The evaluation of the microbial safety of fresh ready-to-eat vegetables produced by different technologies in Italy.* Journal of Applied Microbiology 109 (3), 996-1006.
- [9] **DEVLIEGHIERE F., VERMEIREN L., DEBEVERE J. 2004.** *New preservation technologies: Possibilities and limitations.* International Dairy Journal, 3rd NIZO Dairy Conference – Dynamics of Texture, Process and Perception (Part 2) 14, 4, 273-285.
- [10] **EVANS J.A., RUSSELL S.L., JAMES C., CORRY J.E.L. 2004.** *Microbial contamination of food refrigeration equipment.* Journal of Food Engineering 62, 225-232.
- [11] **FRANCIS G.A., THOMAS CH., O'BEIRNE D. 1999.** *The microbiological safety of minimally processed vegetables.* International Journal of Food Science & Technology 34 (1), 1-22.
- [12] **GALUS S., LENART A. 2011.** *Wpływ białka i glicerolu na kinetykę adsorpcji pary wodnej przez powłoki sojowe.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Nr 1, 9-13.
- [13] **GLEESON E., BEIRNE D.O. 2005.** *Effects of process severity on survival and growth of Escherichia coli and Listeria innocua on minimally processed vegetables.* Food Control 16, 677-68.
- [14] **GOMEZ-LOPEZ V.M. (ED.) 2012.** *Decontamination of Fresh and Minimally Processed Produce.* Wiley-Blackwell.
- [15] **GOPAL A., COVENTRY J., WAN J., ROGINSKI H., AJLOUNI S. 2010.** *Alternative disinfection techniques to extend the shelf life of minimally processed iceberg lettuce.* Food microbiology 27, 210-219.
- [16] **ISLAM M., DOYLE M.P., PHATAK S.C., MILLER P., JIANG P. 2004.** *Persistence of Enterohemorrhagic Escherichia coli O157:H7 in Soil and on Leaf Lettuce and Parsley Grown in Fields Treated with Contaminated Manure Composts or Irrigation Water.* Journal of Food Protection 67 (1), 1365-1370.
- [17] **JAROSZ M. (RED.) 2008.** *Zasady prawidłowego żywienia dzieci i młodzieży oraz wskazówki dotyczące*

- zdrowego stylu życia. Instytut Żywności i Żywienia, Wydanie I, Warszawa.
- [18] **KAKIOMENOU K., TASSOU C., NYCHAS G.J. 1998.** *Survival of Salmonella enteritidis and Listeria monocytogenes on salad vegetables.* World Journal of Microbiology & Biotechnology 14, 383-387.
- [19] **KHIYAMI M.A., SHEHATA M.M., AL-FARIS N.A. 2011.** *Isolation and identification of bacterial pathogens in minimally processed vegetable salads in some Saudi restaurants using DNA sequencing.* Journal of Food, Agriculture & Environment 9, (3,4), 94-100.
- [20] **KŁOSIEWICZ-LATOSZEK L. 2009.** *Zalecenia żywieniowe w prewencji chorób przewlekłych.* Probl Hig Epidemiol 90 (4), 447-450.
- [21] **KOWALCZYK D., PIKULA E., BARANIAK B. 2010.** *Wpływ jadalnej powłoki białkowo-woskowej na jakość przechowywanych chłodniczo brokułów.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 6 (73), 120-133.
- [22] **KOWALSKA H. 2006.** *Żywność minimalnie przetworzona - owoce i warzywa.* Przemysł Spożywczy 6, 24-31.
- [23] **KROCHTA J.M., DE MULDER-JOHNSTON. 1997.** *Edible and biodegradable polymer films, Challenges and opportunities.* Food Technology 51 (2), 61-74.
- [24] **LEISTNER L., GORRIS L.G.M. 1995.** *Food preservation by hurdle technology.* Trends in Food Science & Technology 6 (11), 41-46.
- [25] **LONCAREVIC S., JOHANNESSEN G.S., RØRVIK L.M. 2005.** *Bacteriological quality of organically grown leaf lettuce in Norway.* Letters in Applied Microbiology 41, 186-189.
- [26] **MARAMBIO-JONES C., HOEK E.M.V. 2010.** *A review of the antibacterial effects on silver nanomaterials and potential implications for human health.* J. Nanoparticles Research 12, 1531-1551.
- [27] **MARTÍN-DIANA A.B., RICO D., FRIAS J.M., BARAT J.M., HENEHAN G.T.M., BARRY-RYAN C. 2007.** *Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review.* Trends in Food Science & Technology 18, 210-21.
- [28] **MEHMET E.E., AYDIN V. 2008.** *Investigation of Microbial quality of some leafy green vegetables.* J. Food Technol. 6 (6), 285-288.
- [29] **MUKHERJEE A., SPEH D., DYCK E., DIEZ-GONZALES F. 2004.** *Preharvest evaluation of coliforms, Escherichia coli, Salmonella, and Escherichia coli O157:H7 in organic and conventional produce grown by Minnesota farmers.* J Food Prot 67, 894-900.
- [30] **OHLSSON T. 1994.** *Minimal processing – preservation methods of the future: an overview.* Trends in Food Science & Technology 5 (11), 341-344.
- [31] **OHLSSON T., BENGTSSON N. (ED.) 2000.** *Minimal processing technologies in the food industry.* Woodhead Publishing Limited Cambridge England, CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC.
- [32] **OLIVEIRA M., USALL J., SOLSONA C., ALEGRE I., VÍÑAS I., ABADIAS M. 2010.** *Effects of packaging type and storage temperature on the growth of foodborne pathogens on shredded 'Romaine' lettuce.* Food Microbiol 27, 375-80.
- [33] **PIETRZYK S. 2008.** *Żywność minimalnie przetworzona.* „Laboratorium” 11.
- [34] **RADZIEJEWSKA-KUBZDELA E., WALKOWIAK-TOMCZAK D., BIEGAŃSKA-MARECIK R. 2008.** *Wpływ pakowania i przechowywania w atmosferze modyfikowanej na zawartość azotanów (V) I (III) w salacie warzywnej typu coleslaw oraz na jej cechy sensoryczne i fizykochemiczne.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 59 (4), 261-26.
- [35] **RADZIEJEWSKA-KUBZDELA E., BIEGAŃSKA-MARECIK R. 2009.** *Pakowanie mało przetworzonych owoców i warzyw w atmosferze modyfikowanej.* Przemysł Spożywczy 63 (6), 30-33.
- [36] **RAI M., YADAV A., GADE A. 2009.** *Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials.* Biotechnology Advances 27, 76-83.
- [37] **RICO D., MARTÍN-DIANA A.B., BARAT J.M., BARRY-RYAN C. 2007.** *Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review.* Trends in Food Science & Technology 18 (7), 373-386.
- [38] **SAGOO S.K., LITTLE C.L., WARD L., GILLESPIE I.A., MITCHELL R.T. 2003.** *Microbiological study of ready-to-eat salad vegetables from retail establishments uncovers a national outbreak of salmonellosis.* J Food Prot. 66 (3), 403-9.
- [39] **SAPERS G.M. 2001.** *Efficacy of washing and sanitizing methods for disinfection of fresh fruit and vegetable products.* Food Technol. Biotechnol. 39, 305-311.
- [40] **ŚWIDERSKI F. 2003.** *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna.* Wydanie 3 uaktualnione, Warszawa.
- [41] **ŚWIDERSKI F., WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2007.** *Substancje dodatkowe w żywności minimalnie przetworzonej i gotowej do spożycia. (w:) Stosowanie dodatków w żywności wygodnej i cateringowej.* Wydawnictwo Izba Dodatków do Żywności 17-34.
- [42] **ŚWIDERSKI F., WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2008.** *Nowoczesne metody zachowania jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego potraw w czasie przechowywania.* Rocznik Naukowy Wyższej Szkoły Turystyki i Rekreacji im. M. Orłowicza w Warszawie 7, 78-84.
- [43] **ŚWIDERSKI F., WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2008.** *Technologie minimalnego przetwarzania żywności.* Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny 52, 38-40.
- [44] **ŚWIDERSKI F., WASZKIEWICZ-ROBAK B., ŻEBROWSKA M. 2006.** *Nowe kierunki technologii żywności – minimalne przetwarzanie. (w:) J. Żuchowski (red.). Innowacyjność w kształtowaniu jakości wyrobów i usług.* Politechnika Radomska – Wydawnictwo, Radom 177-184.
- [45] **TORRIANI S., ORSI C., VESCOVO M. 1997.** *Potential of Lactobacillus casei, Culture Permeate, and*

- Lactic Acid To Control Microorganisms in Ready-To-Use Vegetables*. Journal of Food Protection 60 (12), 1564-1567.
- [46] **TRIAS R., BAÑERAS L., BADOSA E., MONTESINOS E. 2008B.** *Bioprotection of Golden Delicious apples and Iceberg lettuce against foodborne bacterial pathogens by lactic acid bacteria*. Int J. Food Microbiol. 123, 50-60.
- [47] **TRIAS R., BAÑERAS L., MONTESINOS E., BADOSA E. 2008A.** *Lactic acid bacteria from fresh fruit and vegetables as biocontrol agents of phytopathogenic bacteria and fungi*. International Microbiology 11, 231-236.
- [48] **TRZCIŃSKA M. 2006.** *Opakowania aktywne w przemyśle spożywczym*. Przemysł Spożywczy 60 (1), 30-32.
- [49] **UZEH R.E., ALADE F.A., BANKOLE M. 2009.** *The microbial quality of pre-packed mixed vegetable salad in some retail outlets in Lagos, Nigeria*. African Journal of Food Science 3 (9), 270-272.
- [50] **WAWRZYŃIAK A., KROTKI M., STOPARCZYK B. 2011.** *Właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw*. Borgis - Medycyna Rodzinna 1, 19-23.
- [51] **WHO/FAO. 2003.** *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation*. WHO Technical Report Series 916, Geneva.
- [52] **WILEY R.C. 1994.** *Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables*. Chapman & Hall, New York.
- [53] **WÓJCIK-STOPCZYŃSKA B. 2004.** *Mikrobiologiczna jakość sałatek warzywnych o niskim stopniu przetworzenia*. Roczn. PZH 55 (2), 139-145.
- [54] **ZIELIŃSKA A., CZAPSKI J. 2006.** *Wpływ okresowego podwyższenia temperatury w czasie przechowywania na jakość mikrobiologiczną marchwi o małym stopniu przetworzenia*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 46 (1) supl., 235-245.

THE MINIMALLY PROCESSED FOOD – THE ADVANTAGES AND THE THREAT

SUMMARY

Minimal Processing of foods makes possible to obtain products ready to eat or almost ready for consumption. Minimal forms of processing characterize in adequate durability, high sensoric quality, high nutritious value and safety. To prolong shelf life there are used several factors of preservation. Minimal forms of processing include washing with the use of the disinfection of vegetable materials, the use of the proper conditions of the packing, quick chilling, as well as careful keeping of the low temperatures of storage, the best in range from 0 to 3° C during distribution and sale. Minimal processed foods are not substantially changed from their raw, unprocessed form and retain most of their nutritional properties.

Key words: *the minimally processed food, sous-vide, cook-chill.*