

WPŁYW MOCZENIA W WODZIE UTLENIONEJ ORAZ PAKOWANIA W ATMOSFERZE MODYFIKOWANEJ NA PRZEDŁUŻENIE TRWAŁOŚCI SELERA KORZENIOWEGO MAŁO PRZETWORZONEGO

Elżbieta Radziejewska-Kubzdela, Janusz Czapski,
Katarzyna Czaczyk, Anna Zielińska

Streszczenie. W pracy badano wpływ kąpieli w wodzie utlenionej na jakość selera korzeniowego w postaci wiórków pakowanych w atmosferze modyfikowanej. Stwierdzono, że moczenie w H₂O₂ oraz pakowanie w atmosferze modyfikowanej zawierającej CO₂ spowodowało poprawę jasności L*, cech sensorycznych oraz jakości mikrobiologicznej wiórków selera w porównaniu z próbami moczonymi w wodzie destylowanej, pakowanymi w atmosferze powietrza. Najbardziej efektywna w hamowaniu wzrostu mikroflory wiórków okazała się atmosfera zawierająca 10% CO₂, 2% O₂ i N₂ do 100%.

Słowa kluczowe: minimalnie przetworzone, seler korzeniowy, woda utleniona, atmosfera modyfikowana

WSTĘP

W ostatnich latach wzrasta popularność minimalnie przetworzonych warzyw i owoców (WOMP), które łączą w sobie atrybuty żywności świeżej i wygodnej. Technologia produkcji WOMP obejmuje zabiegi: czyszczenia, obierania, krojenia i pakowania. Uszkodzenie tkanki w czasie obróbki wstępnej oraz zwiększenie powierzchni przyspieszają zmiany fizjologiczne tkanki broniącej się przed działaniem stresu, wywołują zmiany enzymatyczne (głównie działanie oksydaz) oraz ułatwiają rozwój mikroorganizmów. W celu ograniczenia tych niekorzystnych zmian stosuje się dodatkowe zabiegi takie, jak odpowiednio dobrane metody czyszczenia, nieuszkodzające struktury surowca, czy pakowanie w atmosferze modyfikowanej [Czapski 1996].

Jednym z ważniejszych zabiegów obróbki wstępnej jest mycie, w wyniku którego następuje redukcja liczby drobnoustrojów. Często przeprowadza się je wielokrotnie, również po rozdrobnieniu. W technologii minimalnego przetwarzania do mycia warzyw stosuje się roztwory dezynfekujące takich związków, jak kwasy organiczne, woda utle-

niona, woda chlorowana, ozon, fosforan trisodowy czy gorąca woda [Graham 1997, Reina i in. 1995, Sapers i Simmons 1998].

Przez wiele lat jako efektywny środek dezynfekujący w przemyśle spożywczym był stosowany chlor. Stwierdzono jednak, że powoduje on tworzenie niepożądanych produktów ubocznych, a efektywność jego działania zależy od pH. Obiecujące wydaje się zastąpienie go wodą utlenioną, która wykazuje działanie dezynfekujące i cechuje się doskonałą zdolnością zwilżania powierzchni. Kąpiele rozdrobnionych warzyw (tj. selera, marchwi, sałaty) w roztworze wody utlenionej, celem przedłużenia ich trwałości, stosowali m.in. Sapers i Simmons [1998], którzy zaobserwowali obniżenie skażenia mikrobiologicznego i nieznaczną pozostałość środka dezynfekującego w badanym surowcu. Jednocześnie nie stwierdzili pogorszenia jakości sensorycznej rozdrobnionych warzyw.

Do metod umożliwiających przedłużenie trwałości WOMP zalicza się również pakowanie w atmosferze modyfikowanej, polegające na zastąpieniu powietrza wewnątrz opakowania mieszaniną gazów o określonym składzie [Fik 1995]. Do modyfikacji atmosfery najczęściej stosowany jest azot, dwutlenek węgla i tlen. Optymalny skład atmosfery do przechowywania owoców i warzyw ustala się na podstawie przebiegu procesów fizjologicznych surowca. Zależy on od gatunku, stopnia dojrzałości, okresu przechowywania, temperatury transportu i przechowywania [Czapski 1998, Fik 1995].

Celem tej pracy było określenie wpływu kąpiele dezynfekujących w roztworze wody utlenionej o różnym stężeniu na jakość selera korzeniowego w postaci wiórków pakowanych w atmosferze modyfikowanej, przechowywanych przez 12 dni w temperaturze 4°C.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono na selerze korzeniowym odmiany 'Mentor', pochodzącym z prywatnego gospodarstwa rolnego.

Proces technologiczny obejmował mycie surowca, obieranie ręczne i rozdrabnianie w malakserze firmy Zelmer. Otrzymane wiórki selera zanurzano w roztworach wody utlenionej, odsączano, a następnie pakowano po 50 g do woreczków z laminatu firmy Multivac (orientowany poliamid – polietylen) o wymiarach 15 x 21 cm oraz przepuszczalności dla gazów $O_2 - 2$, $CO_2 - 8$, $N_2 - 0,3 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$. Woreczki zamykano używając zamykarki firmy Multivac, typ AG 900, w atmosferze modyfikowanej zawierającej: 0-10% CO_2 , 2% O_2 i N_2 do 100%. Próby przechowywano przez 12 dni w temperaturze 4°C.

Przeprowadzono trzy doświadczenia.

DOŚWIADCZENIE 1 miało na celu określenie wpływu czasu moczenia i stężenia roztworu H_2O_2 oraz stężenia CO_2 w atmosferze modyfikowanej na barwę oraz cechy sensoryczne wiórków. Doświadczenie zaplanowano metodą powierzchni odpowiedzi według planu Box-Behnkena dla modelu liniowego. Jako zmienne niezależne przyjęto: stężenie H_2O_2 (5-10%), czas moczenia (1-10 minut) oraz stężenie CO_2 wewnątrz opakowania (0-10%). Próbę odniesienia stanowiły wiórki selera zanurzone w wodzie destylowanej przez 10 minut, zapakowane w atmosferze powietrza.

Jakość wiórków selera oceniono na podstawie:

- instrumentalnego pomiaru barwy zhomogenizowanych wiórków selera (pomiar barwy za pomocą spektrofotometru Hitachi V-3000 w systemie CIE L* a* b*),
 - 5-punktowej oceny sensorycznej w skali hedonicznej [Baryłko-Pikielna 1975]
- po 1, 6 i 12 dniach przechowywania w temperaturze 4°C.

Wyniki doświadczenia zostały poddane analizie statystycznej przeprowadzonej metodą powierzchni odpowiedzi (program Design-Expert ver. 4.0), analizy wariancji oraz testu NIR.

W kolejnych doświadczeniach określono wpływ składu atmosfery wewnątrz opakowania (doświadczenie 2) oraz stężenia H₂O₂ i czasu moczenia (doświadczenie 3) na jakość mikrobiologiczną wiórków selera.

W DOŚWIADCZENIU 2 próby moczone w wodzie destylowanej przez 10 minut i zapakowano w atmosferze zawierającej: 0, 5 oraz 10% CO₂, 2% O₂ i N₂ do 100% oraz w atmosferze powietrza.

DOŚWIADCZENIE 3 wykonano dla prób moczonych przez 5 i 10 minut w roztworach 5- i 10-procentowej H₂O₂ i w wodzie destylowanej. Próby zapakowano w atmosferze modyfikowanej zawierającej 10% CO₂, 2% O₂ oraz N₂ do 100%.

Oceny jakości mikrobiologicznej dokonano po 1, 6 i 12 dniach przechowywania, na podstawie:

- ogólnej liczby bakterii psychrofilnych i mezofilnych, liczby pleśni i drożdży, liczby bakterii mlekowych oraz obecności bakterii beztlenowych przetrwalnikujących oznaczonych metodą płytkową Kocha [Burbianka i Pliszka 1983],
- liczby bakterii z grupy *coli* i bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oznaczonych metodą filtracji membranowej [Libudisz i Kowal 2000].

OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

Ocena barwy w systemie CIE L* a* b* i jakości sensorycznej wiórków selera

W doświadczeniu 1 nie stwierdzono istotnego wpływu ($\alpha = 0,05$) stężenia H₂O₂, czasu moczenia oraz stężenia CO₂ wewnątrz opakowania w badanych zakresach na jasność L* oraz cechy sensoryczne wiórków selera przechowywanych przez 12 dni w temperaturze 4°C. Po tym samym czasie przechowywania jakość poszczególnych prób była na zbliżonym poziomie.

Moczenie w roztworze H₂O₂ i pakowanie w modyfikowanej atmosferze korzystnie wpłynęło na barwę oraz na cechy sensoryczne. Próby te miały jasną, białą-kremową barwę oraz typowy smak i zapach zarówno po 1, 6, jak i 12 dniach przechowywania. Próba kontrolna (wiórki selera zanurzone w wodzie i pakowane w powietrzu) była zdecydowanie gorszej jakości. Barwę wiórków określano jako żółtą, a smak i zapach po 12 dniach przechowywania uznano za nietypowy. W tabeli 1 zestawiono porównanie oceny sensorycznej wiórków selera nie poddanych moczeniu i zapakowanych w atmosferze powietrza z próbą moczoną przez 7,5 min w 10-procentowej H₂O₂ i zapakowaną w atmosferze zawierającej: 10% CO₂, 2% O₂, 88% N₂.

Tabela 1. Porównanie oceny sensorycznej wiórków selera moczonych w wodzie destylowanej i pakowanych w powietrzu (A) oraz moczonych w 10-procentowej H₂O₂ przez 7,5 min i pakowanych w atmosferze zawierającej: 10% CO₂, 2% O₂, 88% N₂ (B)

Table 1. The comparison sensory attributes of the shredded celeriac immersed in distilled water packaged in air (A) and the shreds immersed in 10% H₂O₂ for 7,5 min packaged in atmosphere containing 10% CO₂, 2% O₂, 88% N₂ (B)

| Próba Sample | Czas przechowywania w temperaturze 4°C, dni Storage time in the temperature 4°C, day | Wyróżnik oceny sensorycznej Sensory attribute | | | | | | | |
|-----------------|--|--|-----------------|---------------|-----------------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|
| | | barwa colour | zapach odour | smak taste | konsystencja consistency | ocena ogólna overall quality | | | |
| A | 1 | 3,6 | 3,8 | b | 3,3 | 4,4 | 3,9 | | |
| | 6 | 3,9 | 3,2 | a | 3,8 | a c | 4,0 | c | 3,4 |
| | 12 | 3,2 | 2,3 | | 1,7 | 3,9 | d | 2,4 | |
| B | 1 | 5,0 | 4,1 | b | 4,3 | 5,0 | | 4,9 | |
| | 6 | 4,5 | 4,1 | a | 4,0 | a c | 4,4 | a c | 4,2 |
| | 12 | 4,5 | 3,8 | a | 4,0 | a | 4,1 | d | 4,0 |

a – brak istotnych różnic ($\alpha = 0,05$) w odniesieniu do próby po 1 dniu przechowywania.

b, c, d – brak istotnych różnic ($\alpha = 0,05$) pomiędzy próbą A a próbą B po 1 (b), 6 (c) i 12 (d) dniach przechowywania.

a – no significant differences ($\alpha = 0.05$) as regard to the sample after 1 day of storage.

b, c, d – no significant differences ($\alpha = 0.05$) between the sample A and the sample B after 1(b), 6 (c) and 12 (d) days of storage.

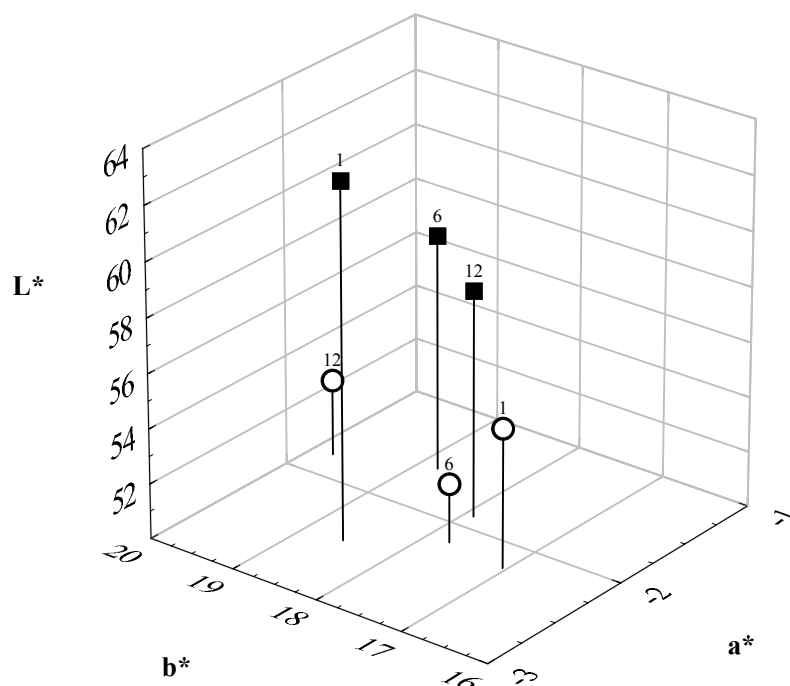
Instrumentalny pomiar barwy w systemie CIE L* a* b* potwierdził sensoryczną ocenę barwy. Wiórki selera moczone w roztworze H₂O₂ i pakowane w modyfikowanej atmosferze miały zdecydowanie wyższe wartości jasności L* niż próba kontrolna zarówno po 1, 6, jak i 12 dniach przechowywania w temperaturze 4°C (ryc. 1).

Ocena jakości mikrobiologicznej

W doświadczeniu 2 określono wpływ składu atmosfery wewnątrz opakowania na jakość mikrobiologiczną wiórków selera. W czasie 12 dni przechowywania w temperaturze 4°C w próbach zapakowanych w powietrzu oraz w atmosferze azotu bez dodatku CO₂ zaobserwowano wzrost liczby bakterii mezofilnych z 10³ jtk/g do 10⁶-10⁷ jtk/g oraz bakterii psychrofilnych z 10⁴-10⁵ jtk/g do 10⁶-10⁸ jtk/g. Zahamowanie wzrostu bakterii mezofilnych i psychrofilnych uzyskano po dodaniu 10% CO₂ do atmosfery w opakowaniu (tab. 2).

Liczba pleśni i drożdży w próbach zapakowanych w powietrzu oraz w azocie, w czasie 12 dni przechowywania, kształtowała się w zakresie 10¹-10² jtk/g. W wypadku wiórków selera zapakowanych w atmosferze zawierającej 5 i 10% CO₂ nie stwierdzono obecności pleśni i drożdży w 0,1 g po 12 dniach przechowywania.

Zwiększenie zawartości CO₂ wewnątrz opakowania, do 5 i 10% wpłynęło na zahamowanie wzrostu bakterii z grupy *coli* typu ogólnego, których liczba utrzymywała się w zakresie 10¹-10² jtk/g. W wypadku braku CO₂ w atmosferze w opakowaniu, zaobserwowano zwiększenie liczby bakterii tej grupy z 10² jtk/g do 10³-10⁴ jtk/g (tab. 2).



Rys. 1. Parametry barwy L* a* b* wiórków selera moczonych w wodzie destylowanej i pakowanych w powietrzu (O) oraz moczonych w 10-procentowej H₂O₂ przez 7,5 min i pakowanych w atmosferze zawierającej: 10% CO₂, 2% O₂, 88% N₂ (■) po 1, 6 oraz 12 dniach przechowywania

Fig. 1. The parameters of color L* a* b* of the shredded celeriac immersed in distilled water packaged in air (O) and of the shreds immersed in 10% H₂O₂ for 7,5 min packaged in atmosphere containing 10% CO₂, 2% O₂, 88% N₂ (■) after 1, 6 and 12 days of storing

W czasie przechowywania liczba bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w wiórkach selera zapakowanych w powietrzu i azocie zmniejszyła się z 10⁴ jtk/g do 10³ jtk/g. Zapakowanie prób w atmosferze zawierającej 10% CO₂ spowodowało spadek liczby bakterii w tej grupie do 10² jtk/g (tab. 2).

W doświadczeniu 3 zbadano wpływ stężenia H₂O₂ oraz czasu moczenia na jakość mikrobiologiczną wiórków selera przechowywanych przez 1, 6 i 12 dni w temperaturze 4°C.

Moczenie wiórków selera w 5-procentowym roztworze H₂O₂ przez 5 minut spowodowało zmniejszenie liczby bakterii mezofilnych do 10² jtk/g po 12 dniach przechowywania, a zwiększenie jej stężenia do 10% zredukowało liczbę bakterii do 10¹ jtk/g (tab. 3).

W próbach moczonych w wodzie destylowanej oraz w 5- i 10-procentowym roztworze H₂O₂ przez 5 minut, liczba bakterii psychrofilnych w czasie przechowywania wynosiła 10³ jtk/g. Wydłużenie czasu moczenia w wodzie utlenionej do 10 minut zmniejszyło liczbę bakterii badanej grupy do 10² jtk/g (tab. 3).

Tabela 2. Wpływ składu atmosfery wewnątrz opakowania na jakość mikrobiologiczną wiórków selera moczonych w wodzie destylowanej przez 10 min

Table 2. The effect of the atmosphere composition within of the packaging on the microbiological quality of the shredded celeriac immersed in distilled water for 10 minutes

| Badany wyróżnik jtk·g ⁻¹ Researched parameter, cfu·g ⁻¹ | Czas przechowywania w temperaturze 4°C, dni Storage time in the temperature 4°C, day | Skład atmosfery wewnątrz opakowania The atmosphere composition within of the packaging | | | |
|---|---|---|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | | powietrze air | udział CO ₂ , %* percentage of CO ₂ , %* | | |
| | | | 0 | 5 | 10 |
| Ogólna liczba bakterii mezofilnych Total mesophilic counts | 1 | 2,3 x 10 ² | 1,9 x 10 ³ | 5,9 x 10 ² | 4,3 x 10 ² |
| | 6 | 4,2 x 10 ⁴ | 5,0 x 10 ³ | 1,6 x 10 ³ | 2,9 x 10 ² |
| | 12 | 2,7 x 10 ⁷ | 2,2 x 10 ⁶ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g | |
| Ogólna liczba bakterii psychrofilnych Total psychrophilic counts | 1 | 4,9 x 10 ⁵ | 1,3 x 10 ⁵ | 1,3 x 10 ⁴ | 5,5 x 10 ³ |
| | 6 | 7,6 x 10 ⁶ | 3,8 x 10 ⁵ | 1,9 x 10 ⁴ | 3,2 x 10 ³ |
| | 12 | 1,5 x 10 ⁸ | 7,7 x 10 ⁷ | 5,8 x 10 ⁶ | 1,2 x 10 ³ |
| Liczba pleśni i drożdży Molds and yeasts counts | 1 | 1,0 x 10 ² | 1,3 x 10 ¹ | 3,5 x 10 ¹ | 2,0 x 10 ¹ |
| | 6 | 1,4 x 10 ² | 1,1 x 10 ² | 9,5 x 10 ¹ | 2,0 x 10 ¹ |
| | 12 | 4,3 x 10 ¹ | 1,5 x 10 ¹ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g | |
| Liczba bakterii z grupy coli typu ogólnego Bacteria in the group coli of generally type counts | 1 | 9,6 x 10 ² | 4,2 x 10 ² | 7,0 x 10 ¹ | 2,7 x 10 ² |
| | 6 | 3,0 x 10 ⁴ | 4,2 x 10 ³ | 1,8 x 10 ² | 6,0 x 10 ¹ |
| | 12 | 4,7 x 10 ³ | 4,2 x 10 ³ | 3,0 x 10 ¹ | 5,8 x 10 ² |
| Liczba bakterii z rodzaju <i>Pseudomonas</i> Bacteria with the genus <i>Pseudomonas</i> counts | 1 | 2,8 x 10 ⁴ | 1,3 x 10 ⁴ | 3,8 x 10 ³ | 4,6 x 10 ² |
| | 6 | 2,7 x 10 ⁴ | 1,3 x 10 ⁴ | 6,5 x 10 ³ | 2,5 x 10 ² |
| | 12 | 2,8 x 10 ³ | 7,6 x 10 ³ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g | |

* 2% O₂ i N₂ do 100%.* 2% O₂ i N₂ to 100%.

Badane czynniki nie miały wpływu na liczbę pleśni i drożdży.

Liczba bakterii z grupy *coli* typu ogólnego w próbach moczonych w wodzie destylowanej oraz w 5-procentowym roztworze H₂O₂ przez 5 minut wynosiła 10¹ jtk/g po 1 dniu przechowywania, a po 6 i 12 dniach wzrosła do 10² jtk/g. Zarówno zwiększenie stężenia H₂O₂ do 10%, jak i wydłużenie czasu moczenia do 10 minut w wypadku 5-procentowego roztworu H₂O₂ zahamowało wzrost liczby bakterii badanej grupy, których liczba nie zwiększała się powyżej 10¹ jtk/g (tab. 3).

W wypadku bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, ich liczba w próbach moczonych w wodzie destylowanej przez 5 minut wynosiła 10³ jtk/g po 12 dniach przechowywania. Zastosowanie do moczenia 5- oraz 10-procentowego roztworu H₂O₂ spowodowało zmniejszenie liczby bakterii tej grupy do 10² jtk/g (tab. 3).

Tabela 3. Wpływ czasu moczenia oraz stężenia H₂O₂ na jakość mikrobiologiczną wiórków selera pakowanych w atmosferze zawierającej: 10% CO₂, 2% O₂ i 88% N₂
 Table 3. The effect of the immersion time and hydrogen peroxide concentration on the microbiological quality of the shredded celeriac packaged in atmosphere containing: 10% CO₂, 2% O₂ and 88% N₂

| Badany wyróżnik, jtk·g ⁻¹ Resarched parameter, cfu·g ⁻¹ | Czas przechowywania w temperaturze 4°C, dni Storage time in the temperature 4°C, day | Czas moczenia, min – The immersion time, min | | | | | |
|---|---|---|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | | 10 | | | | | |
| | | 0 | 5 | 10 | 0 | 5 | 10 |
| | | stężenie H ₂ O ₂ , % – H ₂ O ₂ concentration, % | | | | | |
| Ogólna liczba bakterii mezofilnych Total mesophilic counts | 1 | 1,8 x 10 ⁴ | 1,6 x 10 ³ | 5,9 x 10 ² | 3,0 x 10 ⁴ | 1,9 x 10 ³ | 2,9 x 10 ² |
| | 6 | 4,3 x 10 ³ | 4,9 x 10 ² | 1,1 x 10 ² | 2,8 x 10 ⁴ | 3,2 x 10 ² | 3,0 x 10 ¹ |
| | 12 | 9,2 x 10 ³ | 6,6 x 10 ² | 7,0 x 10 ¹ | 7,0 x 10 ³ | 1,2 x 10 ² | 1,0 x 10 ¹ |
| Ogólna liczba bakterii psychrofilnych Total psychrophilic counts | 1 | 4,1 x 10 ³ | 5,7 x 10 ³ | 1,9 x 10 ³ | 8,5 x 10 ³ | 6,6 x 10 ³ | 7,0 x 10 ² |
| | 6 | 3,9 x 10 ³ | 2,0 x 10 ³ | 9,5 x 10 ² | 6,2 x 10 ³ | 9,3 x 10 ² | 1,0 x 10 ² |
| | 12 | 3,6 x 10 ³ | 2,3 x 10 ³ | 1,1 x 10 ³ | 4,9 x 10 ³ | 1,5 x 10 ² | 1,0 x 10 ² |
| Liczba pleśni i drożdży Molds and yeasts counts | 1 | 2,0 x 10 ¹ | 2,5 x 10 ¹ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g | 3,0 x 10 ¹ | 1,0 x 10 ¹ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g |
| | 6 | 2,5 x 10 ¹ | 1,6 x 10 ¹ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g | 3,5 x 10 ¹ | 3,0 x 10 ¹ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g |
| | 12 | 2,5 x 10 ¹ | 2,5 x 10 ¹ | 1,3 x 10 ¹ | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g | 3,0 x 10 ¹ | 2,0 x 10 ¹ |
| Liczba bakterii z grupy coli typu ogólnego Bacteria in the group coli of general type counts | 1 | 8,5 x 10 ¹ | 3,0 x 10 ¹ | 3,0 x 10 ¹ | 2,0 x 10 ² | 2,0 x 10 ¹ | 5,0 x 10 ¹ |
| | 6 | 3,0 x 10 ² | 1,1 x 10 ² | 5,5 x 10 ¹ | 3,0 x 10 ² | 5,5 x 10 ¹ | 5,5 x 10 ¹ |
| | 12 | 3,0 x 10 ² | 1,3 x 10 ² | 7,0 x 10 ¹ | 1,1 x 10 ² | 3,5 x 10 ¹ | 4,5 x 10 ¹ |
| Liczba bakterii z rodzaju <i>Pseudomonas</i> Bacteria with the genus <i>Pseudomonas</i> counts | 1 | 1,4 x 10 ³ | 9,6 x 10 ² | 1,3 x 10 ³ | 1,6 x 10 ⁴ | 3,2 x 10 ² | 5,0 x 10 ¹ |
| | 6 | 8,9 x 10 ² | 2,7 x 10 ² | 3,3 x 10 ² | 3,1 x 10 ³ | 2,9 x 10 ² | nieobecne w 0,1 g absent in 0.1 g |
| | 12 | 3,7 x 10 ³ | 8,1 x 10 ² | 1,7 x 10 ² | 3,5 x 10 ³ | 4,3 x 10 ² | 1,6 x 10 ² |

W żadnej z badanych prób nie stwierdzono obecności bakterii beztlenowych w 0,1 g.

Wpływ H_2O_2 na stan mikrobiologiczny owoców i warzyw mało przetworzonych stanowił przedmiot badań wielu autorów. Sapers i Simmons [1998] badali jakość mikrobiologiczną ogórków i cukinii. Wykazali, że H_2O_2 redukuje poziom bakterii z rodzaju *Pseudomonas* o około 90%. Efekt ten był widoczny do 5 dnia przechowywania prób w warunkach chłodniczych. W czasie dalszego przechowywania liczba bakterii z tego rodzaju zwiększyła się, osiągając poziom prób kontrolnych.

Juven i Person [1996] opublikowali badania, w których wykazali, że H_2O_2 charakteryzuje się dużą dyfuzyjnością wobec komórek bakterii z grupy *coli*, zabijając je. Jednak zbyt duża gęstość populacji katalazododatnich bakterii z grupy *coli* powoduje, że produkują one wystarczającą ilość enzymu (katalazy) zdolnego do zmniejszenia działania H_2O_2 . Przedstawione w niniejszej pracy badania wskazują na ograniczenie liczby bakterii z grupy *coli* dopiero w 10-procentowym stężeniu lub po wydłużeniu czasu moczenia w roztworze 5-procentowym do 10 minut.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że efekt antymikrobiologiczny zwiększy się przez połączenie atmosfery modyfikowanej z działaniem H_2O_2 .

WNIOSKI

1. Zastosowanie moczenia w H_2O_2 oraz pakowania w atmosferze modyfikowanej zawierającej CO_2 wpłynęło na istotną statystycznie ($\alpha = 0,05$) poprawę jasności L^* oraz cech sensorycznych wiórków selera w czasie 12 dni przechowywania w temperaturze $4^\circ C$. Produkt ten był istotnie statystycznie ($\alpha = 0,05$) lepszy niż produkt po moczeniu w wodzie destylowanej i pakowaniu w atmosferze powietrza.

2. Jakość sensoryczna wiórków selera moczonych w H_2O_2 o 5-10-procentowym stężeniu przez 1-10 minut, a następnie pakowanych w atmosferze modyfikowanej o 0-10-procentowej zawartości CO_2 nie różniła się istotnie ($\alpha = 0,05$).

3. Przechowywanie wiórków selera w atmosferze zawierającej 10% CO_2 , 2% O_2 i N_2 do 100% hamowało wzrost bakterii psychrofilnych i bakterii z rodzaju *Pseudomonas*. Gdy zawartość CO_2 była mniejsza, zaobserwowano znaczny wzrost bakterii psychrofilnych. W wiórkach selera zapakowanych w atmosferze powietrza i N_2 bez dodatku CO_2 , w czasie przechowywania liczba bakterii zwiększyła się w większości badanych grup mikroorganizmów.

4. Zastosowanie moczenia wiórków selera w 5- lub 10-procentowym roztworze H_2O_2 przez 5 min spowodowało zmniejszenie liczby bakterii mezofilnych w czasie przechowywania wiórków oraz zahamowanie wzrostu bakterii z rodzaju *Pseudomonas*. Wydłużenie czasu działania H_2O_2 do 10 minut zwiększyło efektywność jej działania antymikrobiologicznego.

PIŚMIENNICTWO

- Baryłko-Pikielna N., 1975. Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT Warszawa.
Burbińska M., Pliszka A., 1983. Mikrobiologia żywności. PZWL, 223-458.
Czapski J., 1996. Warzywa i owoce mało przetworzone (1). Przem. Ferment. Owoc. Warz. 8, 30-32.

- Czapski J., 1998. Utrwalanie żywności. W: Opakowania żywności. Red. B. Czerniawski, J. Michniewicz, Czeladź.
- Fik M., 1995. Zastosowanie modyfikowanej atmosfery do przedłużania trwałości produktów spożywczych. *Przem. Spoż.* 11, 421-424.
- Graham D.M., 1997. Use of ozon for food processing. *Food Technol.* 51, 72-75.
- Juven B.J., Person M.D., 1996. Antibacterial effects of hydrogen peroxide and method for its detection. *J. Food Protect.* 11, 1233-1241.
- Libudzisz Z., Kowal K., 2000. *Mikrobiologia techniczna*. Wyd. P. Łódź., 418-419.
- Reina L.D., Fleming H.P., Humphries E.G., 1995. Microbiological control of cucumber hydro-cooling water with chlorine dioxide. *J. Food Protect.* 58, 541-546.
- Sapers G.M., Simmons G.F., 1998. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 52, 48-52.
- Sapers G.M., Miller R.L., Pilizota V., Matrazzo A.M., 2001. Antimicrobial treatments for minimally processed cantaloupe melon. *Food Microbiol. Safety*, 345-349.

THE INFLUENCE OF IMMERSION IN HYDROGEN PEROXIDE AND MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE SHELF – LIFE OF MINIMALLY PROCESSED CELERIAC

Abstract. The aim of this work was to determine the effect of immersion in hydrogen peroxide on the quality of the shredded celeriac packaged in modified atmosphere. It was found that the immersion in H₂O₂ solutions and modified atmosphere packaging containing CO₂ improved lightness L*, sensory attributes and microbiological quality of the product in comparison with other samples immersed in distilled water and packaged in the air. Atmosphere containing 10% CO₂, 2% O₂ and 88% N₂ was the most effective in the inhibition of the growth of microorganisms of the shredded celeriac.

Key words: minimally processed, celeriac, hydrogen peroxide, modified atmosphere

E. Radziejewska-Kubzdela, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Akademia Rolnicza w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 61-624 Poznań