

MAGDALENA MICHALCZYK, RYSZARD MACURA

## WPLYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA JAKOŚĆ WYBRANYCH, DOSTĘPNYCH W OBRODZIE HANDLOWYM, MAŁO PRZETWORZONYCH PRODUKTÓW WARZYWNYCH

### Streszczenie

W pracy określono zawartość składników biologicznie czynnych oraz jakość mikrobiologiczną wybranych, dostępnych w handlu, warzyw mało przetworzonych i skielkowanych nasion, przechowywanych w temperaturze 0 i 6 °C. Nie stwierdzono jednoznacznie korzystniejszego wpływu niższej z temp. składowania na jakość warzyw. Przyczyną braku tego zróżnicowania była prawdopodobnie synteza chlorofili i karotenoidów zachodząca w niektórych warzywach podczas przechowywania w temp. 6°C, z ograniczonym dostępem światła. Jedynie pod względem mikrobiologicznym niższa z temperatur składowania okazała się korzystniejsza. Ze wszystkich badanych produktów szczególnie małą zawartością polifenoli, chlorofili, karotenoidów, suchej masy i witaminy C cechowała się cięta sałata lodowa. W trakcie przechowywania nie stwierdzono wyraźnej zależności pomiędzy aktywnością enzymu polifenolooksydazy a zmianami zawartości składników fenolowych w warzywach. Ogólna liczba bakterii w badanych wyrobach mieściła się w zakresie od  $10^5$  do  $10^9$  jtk/g, bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* od  $10^4$  do  $10^7$  jtk/g, a drożdży i pleśni od  $10^2$  do  $10^6$  jtk/g.

**Słowa kluczowe:** warzywa mało przetworzone, kielki, przechowywanie, zanieczyszczenie mikrobiologiczne, chlorofile, karotenoidy, polifenole, witamina C

### Wprowadzenie

Wyroby, takie jak: skielkowane nasiona, myte i rozdrobnione warzywa do sałatek oraz niektóre warzywa drobno liściowe cieszą się coraz większym zainteresowaniem konsumentów. Ich sprzedaż prowadzą zarówno duże supermarkety, jak i małe sklepy warzywne i spożywcze. Produkty te cechują się zwykle krótkim okresem przydatności do spożycia. Ze względu na bardzo ograniczoną obróbkę jakiej są poddawane, zachodzą w nich w dalszym ciągu procesy biochemiczne, w tym mikrobiologiczne, prowadzące na ogół po kilku dniach składowania do dyskwalifikacji wyrobów ze względu na zmiany sensoryczne. Wiele gatunków świeżych warzyw już w krótkim czasie po zbio-

rze traci dużą część swoich aktywnych biologicznie składników, szczególnie jeżeli przechowywane są w temperaturze pokojowej (20°C). Dotyczy to zwłaszcza witaminy C [6].

Dodatковым czynnikiem sprzyjającym nasileniu niekorzystnych przemian biochemicznych jest rozdrobnienie. Powoduje ono zniszczenie naturalnej bariery, jaką jest skórka i umożliwia szybszy rozwój mikroorganizmów, jak również ułatwia kontakt uwolnionych enzymów z substratami. Dlatego ważnym elementem procesu technologicznego po pokrojeniu i wypłukaniu surowców jest usunięcie resztek wody i uwolnionego soku tkankowego w wirówkach, co w pewnym stopniu zabezpiecza przed gwałtownym rozwojem mikroflory. W przypadku owoców i warzyw cięcie powoduje przyspieszenie oddychania (od 1,2- do 7-krotnie w porównaniu z surowcami nierozdrobnionymi) oraz zwiększenie tolerancji na wysoką koncentrację CO<sub>2</sub>, a zmniejszenie jej względem tlenu [23]. Ponadto zwiększona zostaje wrażliwość na działanie etylenu, jak również może nastąpić wzrost jego wytwarzania przez te surowce. Zwiększa się także szybkość oddychania [20]. W przypadku warzyw dochodzi do katalizowanego przez enzymy utleniania nienasyconych kwasów tłuszczowych, co prowadzi do powstawania aldehydów i ketonów mających zasadniczy wpływ na aromat produktu. Następują także reakcje enzymatycznego brunatnienia, rozpad chlorofili i utrata jędrności [20].

Ocena jakości mikrobiologicznej minimalnie przetworzonych warzyw sprzedawanych na naszym rynku była przedmiotem niewielu prac [12, 14, 17]. Nie stwierdzono w nich obecności bakterii chorobotwórczych należących do *Salmonella* sp. czy *Listeria* sp., jednak ogólna liczba bakterii była duża i w półproduktach do sałatek zawierała się w zakresie od 10<sup>6</sup> do 10<sup>8</sup>, natomiast w kielkach przekraczała 10<sup>9</sup>. Znaczące było w obu przypadkach również zanieczyszczenie bakteriami z grupy coli [12, 14]. Jak zwracają uwagę Leszczyńska-Fik i Fik [12], tak wysokie zanieczyszczenie może nie być obojętne dla zdrowia konsumentów, szczególnie jeżeli mają oni obniżoną odporność.

Celem niniejszej pracy była charakterystyka biochemiczna i mikrobiologiczna wybranych, mało przetworzonych produktów roślinnych dostępnych w handlu oraz ocena zmian ich jakości pomiędzy pierwszym i ostatnim dniem okresu przydatności do spożycia, po przechowywaniu w różnych warunkach.

### **Material i metody badań**

Surowcem do badań były kielki słonecznika, rzodkiewki i lucerny, liście rukoli, mizuny i roszonek oraz surówka wiejska (szatkowana kapusta, marchew i por), a także cięte liście sałaty lodowej. Produkty podzielono na dwie grupy. Pierwszą przechowywano w temp. 6 ± 1 °C, przy ograniczonym dostępie światła (dienne rozproszone), a drugą w temp 0 ÷ 0,5 °C, bez dostępu światła. Próby przechowywano w oryginal-

nych nieuszkodzonych opakowaniach. Analizy wykonywano pierwszego i ostatniego dnia terminu przydatności do spożycia, zgodnie z deklaracją producenta (kielki - 7 dni, liście - 9 dni, warzywa cięte - 5 dni).

W materiale roślinnym oznaczono zawartość: suchej masy, witaminy C, karotenoidów, chlorofili i polifenoli. Określono aktywność polifenolooksydazy oraz przeprowadzono badania mikrobiologiczne.

Zawartość suchej masy oznaczano susząc próbki w suszarce w temp. 70 °C do stanu powietrznie suchego, a następnie w suszarce próżniowej, w obecności środka odwadniającego, w temp. 70 °C do stałej masy.

Zawartość witaminy C oznaczano metodą z wykorzystaniem chromatografu HPLC typu Merck – Hitachi LaChrome, zgodnie z normą [16].

Karotenoidy oraz chlorofile oznaczano metodą spektrofotometryczną, prowadząc ekstrakcję acetonem [4] i mierząc absorbancję przy długości fali 662 nm (chlorofil a), 645 nm (chlorofil b) i 470 nm (karotenoidy) [5].

Polifenole oznaczano przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu'a, mierząc absorbancję przy długości fali 750 nm w spektrofotetrze Cecil UV/VIS CE 9500 (Cecil Instruments, Cambridge England). Do wykreślenia krzywej kalibracyjnej użyto kwasu galusowego jako wzorca. Wynik był wyrażany jako równoważnik kwasu gallusowego (GAE) w mg/100 g produktu. Zastosowano metodykę opisaną przez Singletona i Rossiego [18].

Aktywność polifenolooksydazy określano przy wykorzystaniu katecholu, mierząc absorbancję przy długości fali 420 nm. Wyniki obliczano jako tangens kąta nachylenia liniowej części krzywej wykreślonej w ciągu 3 min ( $\Delta A \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) [2].

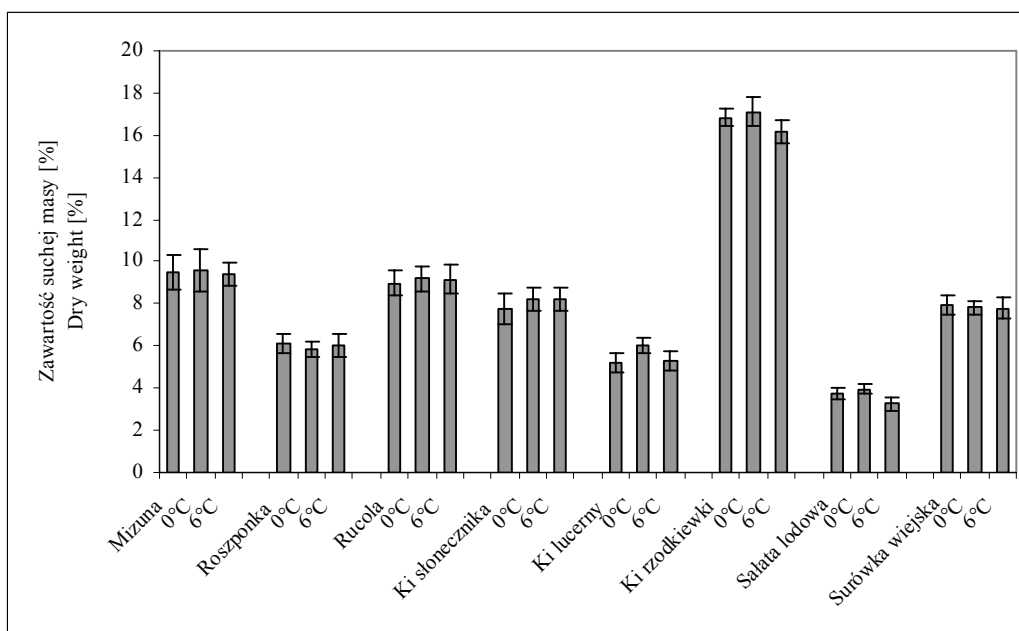
Badania mikrobiologiczne obejmowały oznaczenie ogólnej liczby bakterii (OLB), drożdży i pleśni oraz bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*. Ogólną liczbę bakterii oznaczano na podłożu PCA firmy Merck, inkubując próby w temp. 30 °C przez 48 h [1]. Drożdże i pleśnie izolowano stosując posiewy na agar maltozowy (Oxoid) o pH 3,5 i 4-dniową inkubację w temperaturze  $25 \pm 1$  °C [19]. Bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae* oznaczano metodą płytkową na podłożu VRBG po 24-godzinnej inkubacji w temp. 37 °C [15].

Analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Obliczenia statystyczne przeprowadzono przy użyciu pakietu CSS Statistica. Analizowano istotność różnic przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Pod względem zawartości suchej masy nie stwierdzono istotnych zmian jej wartości w żadnym ze składowanych produktów (rys. 1), co związane jest ze sposobem przechowywania warzyw w zamkniętych pojemnikach.

Największą zawartością witaminy C (rys. 2.) odznaczały się liście mizuny, rukoli i kiełki rzodkiewki. W przechowywanych kiełkach, we wszystkich ich rodzajach, stwierdzono wzrost zawartości witaminy C, lecz jedynie w przypadku kiełków rzodkiewki przechowywanych w wyższej temperaturze był on statystycznie istotny. Niewątpliwie duże znaczenie odegrał tu dostęp światła, które wpływa na wzrost zawartości kwasu askorbinowego w kiełkach. Również w trakcie samego procesu kiełkowania stwierdza się przyrost zawartości tego związku [11]. Natomiast we wszystkich pozostałych surowcach wystąpiło statystycznie istotne zmniejszenie zawartości witaminy C w stosunku do stanu początkowego.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

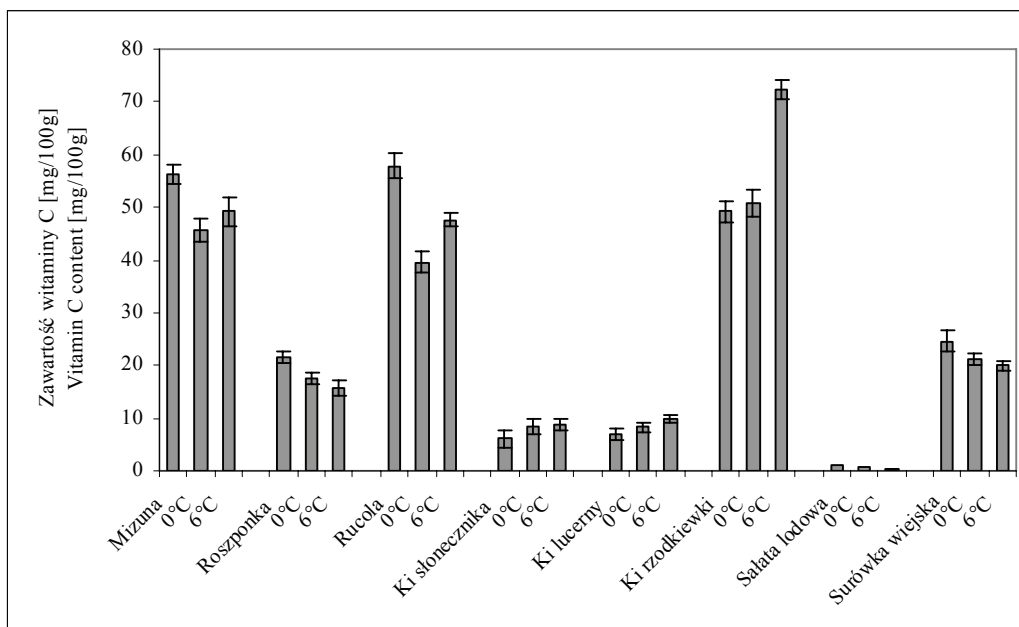
I słupek – oznaczenie wykonane w pierwszym dniu przydatności do spożycia badanego produktu; II i III słupek – oznaczenie wykonane w ostatnim dniu przydatności do spożycia badanego produktu / Bar I – the determination made on the first day of the studied product's usefulness for consumption; Bars II and III: the determinations made on the last day of the studied product's usefulness for consumption  
 mizuna / mizuna; roszonek / corn salad (*Valerianella locusta*); rukola / rocket salad (*Eruca vesicaria*);  
 kiełki słonecznika / sunflower sprouts; kiełki lucerny / medicago (also: medick or burclover); kiełki rzodkiewki / radish sprouts; sałata lodowa / iceberg lettuce; surówka wiejska / farmhouse salad;

Rys. 1. Zawartość suchej masy w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 1. Dry weight of vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Stwierdzone, procentowe ubytki zawartości witaminy C po przechowywaniu były zbliżone do tych, jakie w innych warzywach RTU (ready-to-use) stwierdzili Hussein i wsp. [10]. Zawartość witaminy C w mało przetworzonych warzywach ma duże zna-

czenie praktyczne ze względu na stale rosnące spożycie takich produktów w skali światowej [10].



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 2. Zawartość witaminy C w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

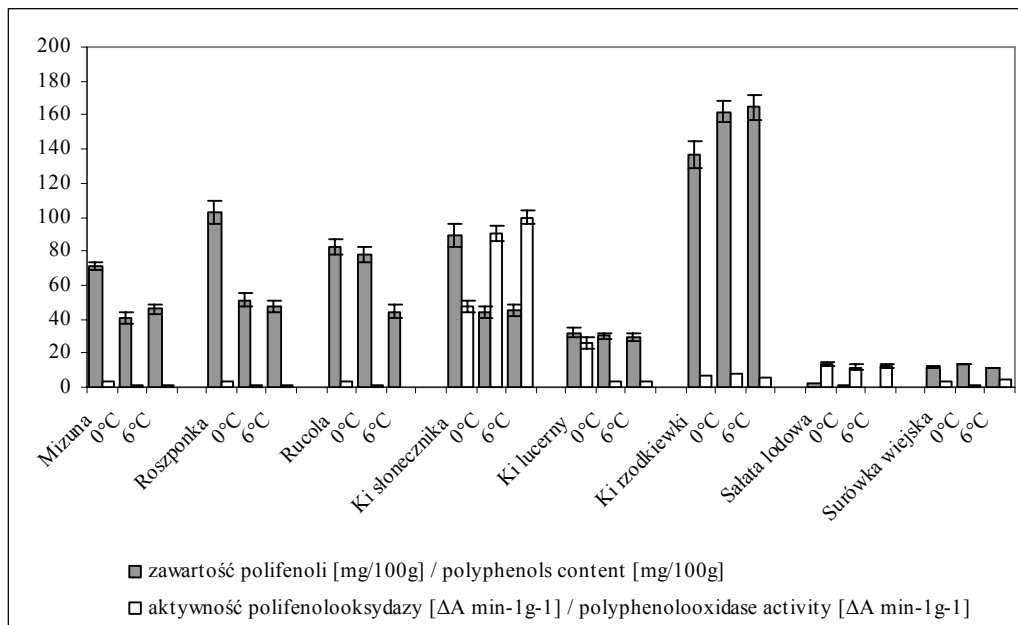
Fig. 2. Vitamin C content in products stored at 0 and 6 °C on the first and the last day of their shelf-life.

Zawartość polifenoli (rys. 3) we wszystkich przypadkach, z wyjątkiem kiełków rzodkiewki, zmniejszała się podczas składowania, przy czym zmiany te były statystycznie istotne tylko w przechowywanej w temp. 0 °C rukoli i kiełkach lucerny przechowywanych w obu temperaturach. W surówce wiejskiej, a zwłaszcza w sałacie lodowej zawartość tych związków była bardzo mała.

Nie stwierdzono silnej zależności pomiędzy aktywnością polifenolooksydazy a zawartością omawianych składników (rys. 3). Najwyższą, wyraźnie odbiegającą od innych i rosnącą statystycznie istotnie w trakcie przechowywania aktywnością tego enzymu cechowały się kiełki słonecznika. W pozostałych produktach jego aktywność była wielokrotnie mniejsza i malała w czasie przechowywania, choć jedynie w przypadku kiełków lucerny zmiany te były statystycznie istotne.

Polifenolooksydaza znana także jako oksydaza katecholowa, difenolooksydaza, fenolaza czy tyrozynaza ma zdolność przekształcania *o*-dihydroksyfenoli

w *o*-benzochinony, czego następstwem jest brązowienie wpływające zarówno na barwę, jak i smakowitość oraz teksturę produktów [13].



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1

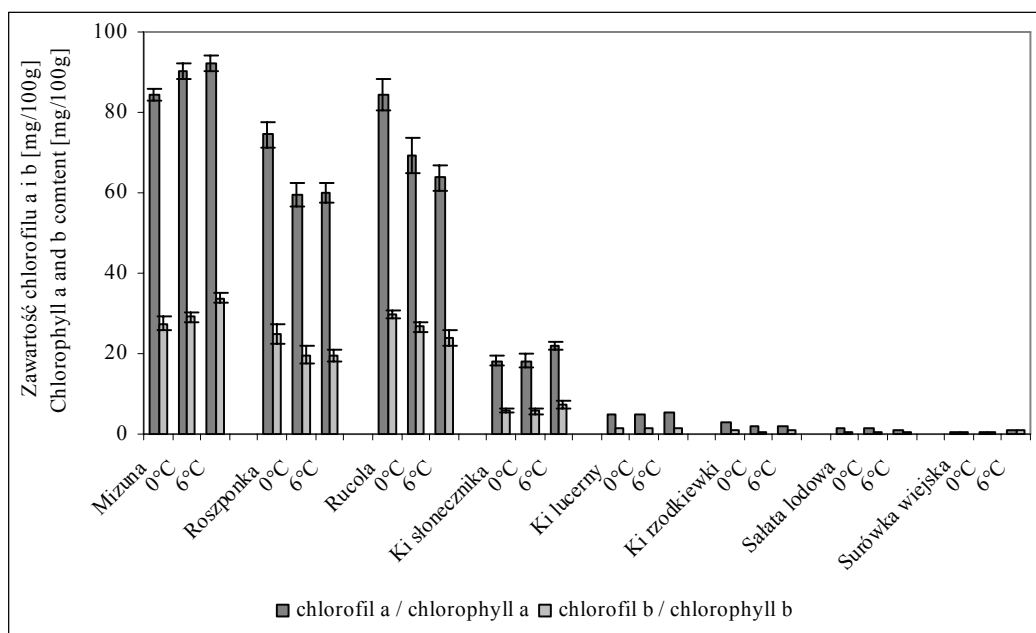
Rys. 3. Zawartość polifenoli oraz aktywność polifenolooksydazy w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 3. Content of polyphenols and activity of polyphenoloxidase in the vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Stopień degradacji składników chlorofilowych jest uważany za dobry wskaźnik fizjologicznej kondycji tkanek roślin zielonych [22]. Ponadto ich pochodne wykazują aktywność biologiczną, która może być cenna z punktu widzenia zdrowia człowieka [7]. W tkankach roślin chlorofilu *a* jest zwykle nawet do trzech razy więcej niż chlorofilu *b* [7]. Składniki te są rozkładane przez chlorofilazę, oksydazę chlorofilową, kwasną hydrolazę lipidów i system peroksydaza - nadtlenuk wodoru. Etylen może zwiększać aktywność chlorofilazy i w ten sposób przyspieszać rozkład chlorofilu [20]. Największą zawartość omawianych składników oznaczono w liściach mizuny, rukoli i roszponki (rys. 4). Stosunkowo wysoką ich zawartość odnotowano również w kiełkach słonecznika. Po przechowywaniu, w mizunie stwierdzono statystycznie istotny wzrost zawartości obu rodzajów chlorofilu.

Również Zhuang i wsp. [24] wykazali, że w określonych warunkach przechowywania tkanki brokuła mają zdolność do syntetyzowania chlorofilu. Jednak w później-

szym okresie składowania zawartość chlorofilu w omawianym badaniu zaczynała się zmniejszać. Pewien niewielki wzrost zawartość tych związków stwierdzono również w kiełkach słonecznika, statystycznie istotny w przypadku wyższej temperatury przechowywania. W pozostałych produktach zawartość chlorofilu zmniejszała się, przy czym najwyraźniej zmiany te można było zaobserwować w liściach rukoli, a następnie roszponki.



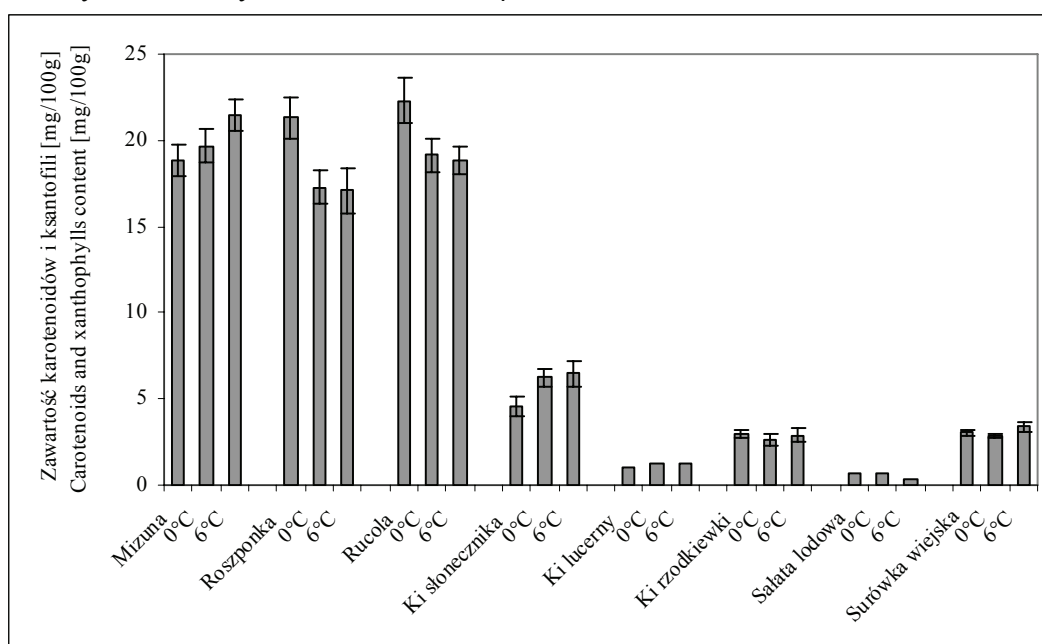
Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 4. Zawartość chlorofilu *a* i chlorofilu *b* w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 4. Contents of chlorophyll *a* and chlorophyll *b* in the vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Zawartość sumy karotenoidów i ksantofili była największa w liściach rukoli, roszponki i mizuny (rys. 5). Związki te cechowała dość dobra stabilność we wszystkich przechowywanych produktach, niezależnie od warunków składowania. Najwyraźniejszy ich ubytek odnotowano w przypadku roszponki i rukoli. Dane literaturowe odnoszące się do przechowywania przy dostępie światła lub bez, pasteryzowanych soków marchwiowych wskazują na jego wpływ na przyspieszoną degradację tych związków [3]. Ci sami autorzy podkreślają też, że podwyższenie temperatury składowania intensyfikuje procesy rozpadu karotenoidów. Jednak w tkankach żywych, szczególnie przechowywanych z dostępem światła, może następować synteza omawianych związków,

co wykazano w przypadku liści mizuny. Należy podkreślić, że w liściach tej sałaty zaobserwowano analogiczny wzrost zawartości obu rodzajów chlorofilu. Podobny, również statystycznie istotny, wzrost zawartości zarówno sumy karotenoidów i ksantofili, jak i obu chlorofili stwierdzono w przypadku kiełków słonecznika. W pozostałych surowcach zmiany były statystycznie nieistotne. Również Hussein i wsp. [10] w przechowywanych RTU brokułach i zielonej papryce nie stwierdzili po 10 dniach przechowywania istotnych zmian zawartości  $\beta$ -karotenu.



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 5. Zawartość sumy karotenoidów i ksantofili w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

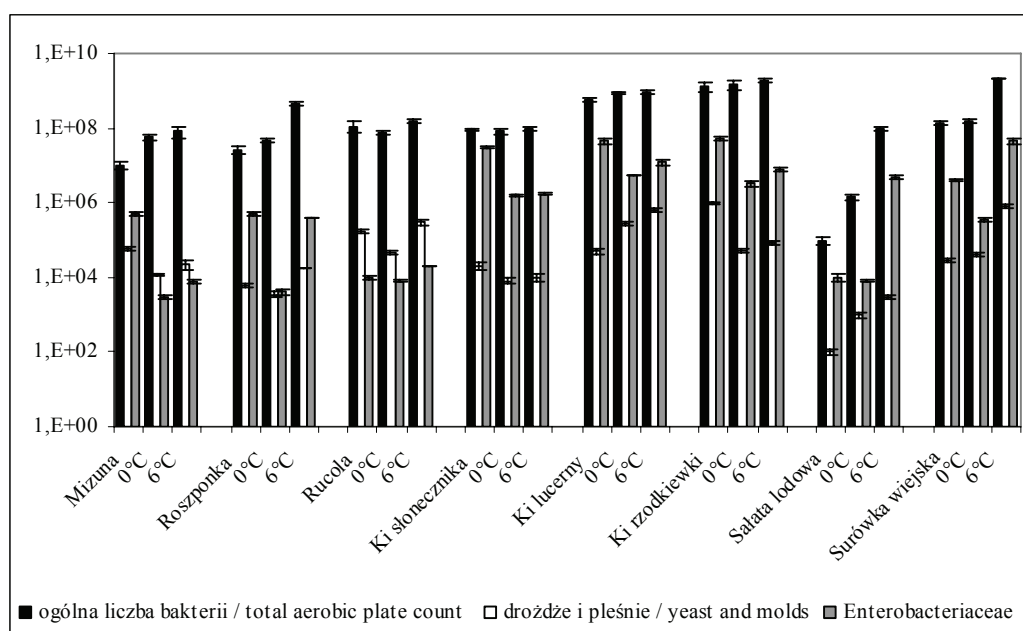
Fig. 5. Contents of total carotenoids and xanthophylls in the vegetable products stored at 0 and 6 °C.

Generalnie sałata lodowa zawierała najmniej wszystkich oznaczanych składników. Niezwykle mała była w niej zawartość witaminy C, chlorofilu, karotenoidów oraz polifenoli, przy jednocześnie dość wysokiej aktywności polifenolooksydazy. Warzywo to cechowała też bardzo mała zawartość suchej masy. Nie stanowi więc ona dobrego źródła uzupełniania diety w analizowane związki.

Ogólna liczba bakterii w ocenianych wyrobach była stosunkowo wysoka (rys. 6). W większości przypadków już pierwszego dnia analiz przekraczała  $5 \times 10^7$  jtk/g, która jest maksymalną rekomendowaną zawartością według kryteriów niemieckich i francuskich odnoszących się do gotowych mieszanek sałatkowych [8]. Jednak ostatniego



dnia składowania liczba stwierdzonej mikroflory nie była znacząco wyższa, w pojedynczych przypadkach różnica wynosiła jeden rząd wielkości, przy czym generalnie wyższe wyniki uzyskiwano w temp. 6 °C. Wyjątek stanowiła sałata lodowa, w przypadku której zaobserwowano wyraźny wzrost mierzonego wskaźnika. Ze względu jednak na stosunkowo niskie początkowe zanieczyszczenie mikrobiologiczne, wartości końcowe były mniejsze od zaleceń francuskich i niemieckich. W niektórych jednak krajach, np. w Indiach, stwierdzano jeszcze wyższe zanieczyszczenie warzyw RTU i kiełków wynoszące od  $10^5$  do  $10^{11}$  jtk/g [21].



Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes see Fig. 1.

Rys. 6. Liczba drobnoustrojów w produktach warzywnych składowanych w temperaturze 0 i 6 °C.

Fig. 6. Microorganisms count in products stored at 0 and 6°C on the first and the last day of their shelf-life.

Liczba drożdży i pleśni w analizowanych świeżych próbkach mieściła się w zakresie od  $10^2$  jtk/g (sałata lodowa) do  $10^5$  jtk/g (rukola), a bakterii należących do rodziny *Enterobacteriaceae* od  $10^4$  jtk/g (sałata lodowa) do  $10^7$  jtk/g (kiełki lucerny, rzodkiewki i słonecznika). Zbliżoną wielkością zanieczyszczenie kiełków drożdżami i pleśniami stwierdzili Gabriel i wsp. [9], oceniając produkty dostępne w handlu na Filipinach. Również liczebność tych drobnoustrojów w trakcie przechowywania zmieniała się w większości przypadków nieznacznie, przy czym obserwowano zarówno wzrosty, jak i zmniejszanie się liczby oznaczanych mikroorganizmów.

## Wnioski

1. Nie stwierdzono jednoznacznie korzystniejszego wpływu przechowywania mało przetworzonych produktów warzywnych w temp 0 °C bez dostępu światła, niż w temp 6°C z ograniczonym jego dostępem, na zawartość analizowanych związków, co wynika m. in. z możliwości syntezy niektórych biologicznie czynnych składników w wyższej z temperatur.
2. Jedynym wskaźnikiem, który ulegał w sposób dość jednoznaczny większym zmianom w wyższej temperaturze niż w niższej było zanieczyszczenie mikrobiologiczne.
3. Ze wszystkich badanych produktów szczególnie małą zawartością polifenoli, chlorofilu, karotenoidów, suchej masy i witaminy C cechowała się cięta sałata lodowa.
4. W trakcie przechowywania produktów nie stwierdzono wyraźnej zależności pomiędzy aktywnością enzymu polifenolooksydazy a zmianami zawartości składników polifenolowych.
5. Ogólną jakość wszystkich badanych produktów przechowywanych w obu wartościach temperatury, ostatniego dnia przydatności do spożycia, należy uznać za dobrą.

## Literatura

- [1] Burbianka M., Pliszka A., Burzyńska H.: Mikrobiologia żywności. PZW. Warszawa 1983.
- [2] Cano M.P., de Ancos B., Lobo M.G., Santos M.: Improvement of frozen banana (*Musa cavendishii* cv.Enana) colour by blanching: relationship between browning, phenols and polyphenol oxidase and peroxidase activities. *Z. Lebensm Unters Forsch A*, 1997, **204**, 60-65.
- [3] Chen H.E., Peng H.Y., Chen B.H.: Stability of carotenoids and vitamin A during storage of carrot juice. *Food Chem.* 1996, **57 (4)**, 497-503.
- [4] Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F4.2.2-F4.2.6. Extraction of Photosynthetic Tissues: Chlorophylls and Carotenoids. Contributed by Lichtenthaler H.K. and Buschman C. 2001.
- [5] Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F4.3.1-F4.3.8. Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. Contributed by Lichtenthaler H.K. and Buschman C. 2001.
- [6] Favell D.J.: A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chem.* 1998, **62 (1)**, 59-64.
- [7] Ferruzi M.G., Blakeslee J.: Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. *Nutr. Res.* 2007, **27**, 1-12.
- [8] Francis G.A., Thomas C., O'Beirne D.: The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1999, **43 (1)**, 1-22.
- [9] Gabriel A.A., Berja M. C., Estrada A.M.P., Lopez M.G.A.A., Nery J.G.B., Villaflor E.J.B.: Microbiology of retail mung bean sprouts vended in public markets of National Capital Region, Philippines. *Food Control* 2007, **18**, 1307-1313.
- [10] Hussein A., Odumeru J.A., Ayanbadejo T., Faulkner H., McNab W.B., Hager H., Szijarto L.: Effects of processing and packaging on vitamin C and  $\beta$ -carotene content of ready-to-use (RTU) vegetables. *Food Res. Int.* 2000, **33**, 131-136.

- [11] Khattak A.B., Zeb A., Khan M., Bibi N., Ihsanullah, Khattak M.S.: Influence of germination techniques on sprout yield, biosynthesis of ascorbic acid and cooking ability, in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Food Chem., 2007, **103**, 115-120.
- [12] Leszczyńska-Fik A., Fik M.: Kielki roślinne. Jakość mikrobiologiczna skielkowanych nasion. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2003, **12**, 29-31.
- [13] Martinez M.V., Whitaker J.R.: The biochemistry and control of enzymatic browning. Trends in Food Sci. Technol. 1995, **6**, 195-200.
- [14] Michalczyk M., Nowaczek K.: Jakość mikrobiologiczna warzyw mało przetworzonych oferowanych w sklepach Małopolski. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (47), Supl., 232-237.
- [15] PN-A-04023:2001. Mikrobiologia żywności. Wykrywanie i identyfikacja drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae*.
- [16] PN-EN 14130:2003. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie witaminy C za pomocą HPLC.
- [17] Radziejowska-Kubzdela E., Czapski J., Czaczyk K.: The effect of packaging conditions on the quality of minimally processed celeriac flakes. Food Control, 2007, **18**, 1191-1197.
- [18] Singleton V.L., Rossi J.A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic, 1965, **16**, 144-158.
- [19] The oxoid manual of culture media, ingredients and other laboratory services. Third Edition, Published by Oxoid Limited, Hampshire 1976.
- [20] Varoquaux P., Wiley R.C.: Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, ed.; Wiley R.C. Chapman & Hall Inc., New York 1994, pp. 226-268.
- [21] Viswanathan P., Kaur R.: Prevalence and growth of pathogens on salad vegetables, fruits and sprouts. Int. J. Hyg. Environ. Health 2001, **203**, 205-213.
- [22] Yamauchi N., Watada A.E.: Regulated chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 1991, **116**, 58-62.
- [23] Yildiz F.: Initial preparation, handling, and distribution of minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, ed.; Wiley R.C. Chapman & Hall Inc., New York 1994, pp. 15-65.
- [24] Zhuang H., Barth M. M., Hildebrand D.F.: Packaging influenced total chlorophyll, soluble protein, fatty acid composition and lipoxygenase activity in broccoli florets. J. Food Sci. 1994; **59** (6), 1171-1174.

#### **EFFECT OF STORAGE CONDITIONS ON THE QUALITY OF SOME SELECTED LOW PROCESSED VEGETABLE PRODUCTS AVAILABLE IN THE MARKETS**

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

In the study, the content of biologically active substances and the micro-biological quality were determined of some selected low processed vegetables and sprouts available in the market and stored at temperatures of 0 °C and 6 °C. With regard to the lower of the two temperatures of storing, it was found that this temperature had no explicitly more beneficial effect on the quality of vegetables. A reason why there was no differentiation could be probably the synthesis of chlorophyll and carotenoids occurring in some vegetables stored at 6 °C and with limited access to light. The lower temperature of storing appeared to be better solely from the microbiological point of view. From among all the analysed products, the cut iceberg lettuce was characterized by a peculiarly low content of polyphenols, chlorophylls, carotenoids, dry matter, and vitamin C. No clear dependency was observed between the activity of polyphenoloxidase

enzyme and the changes in the content of phenolic compounds in the vegetables during their storage. The total microbial count in the products studied ranged between  $10^5$  and  $10^9$  cfu/g, the total count of Enterobacteriaceae bacteria: between  $10^4$  and  $10^7$  cfu/g, and the total count of moulds and yeasts was from  $10^2$  to  $10^6$  cfu/g.

**Key words:** low processed vegetables, sprouts, storage, microbiological contamination, chlorophylls, carotenoids, polyphenols, vitamin C ☒