

*Elżbieta Radziejewska-Kubzdela, Dorota Walkowiak-Tomczak,
Róża Biegańska-Marecik*

WPLYW SKŁADU ATMOSFERY ORAZ CZASU PRZECHOWYWANIA NA ZMIANY ZAWARTOŚCI AZOTANÓW (V) I (III) W SURÓWCE WARZYWNEJ TYPU COLESLAW

Zakład Technologii Owoców i Warzyw, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia
Roślinnego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Kierownik: prof. dr hab. J. Czapski

W pracy badano wpływ składu atmosfery modyfikowanej (%O₂/ % CO₂/ % N₂: 5/10/85; 20/25/55; 50/30/20; 70/30/0) na zmiany zawartości azotanów (V) i (III) w sałatce warzywnej typu coleslaw przechowywanej przez 12 dni w temperaturze 4°C. Zastosowanie obróbki wstępnej - moczenia surówki warzywnej typu coleslaw w roztworze zawierającym 0,5 % kwasu askorbinowego i 0,5% kwasu cytrynowego, spowodowało istotny ($p \leq 0.05$) spadek zawartości azotanów (V) w porównaniu do ich zawartości w surówce świeżej bez obróbki. W czasie przechowywania badanych prób zapakowanych stwierdzono istotny ($p \leq 0.05$) spadek zawartości azotanów (V). W badanych próbach nie odnotowano obecności azotanów (III).

Hasła kluczowe: azotany (V) i (III), surówka typu coleslaw, atmosfera modyfikowana.

Key words: coleslaw mix, nitrates, nitrites, modified atmosphere.

Głównym źródłem azotanów (V) i (III) w naszej diecie są warzywa. Kumulacja tych związków w tkance surowca uwarunkowana jest m. in. czynnikami botanicznymi (gatunek, odmiana, organ jadalny), środowiskowymi (wilgotność, temperatura, nasłonecznienie) oraz agrotechnicznymi (termin i dawka nawożenia, termin zbioru) (1, 2). W ostatnich latach w literaturze światowej pojawiają się doniesienia o korzystnym wpływie azotanów (V) na organizm człowieka. Niektórzy badacze wskazują na związek pomiędzy spożyciem tych związków a redukcją ciśnienia tętniczego (3).

Szkodliwość azotanów (V) związana jest z ich redukcją do azotanów (III), które wywołują m.in.: methemoglobinemię, są czynnikiem nitrozującym i kancerogennym. Proces przemiany do azotanów (III) może zachodzić po zbiorze, podczas transportu i przechowywania warzyw, zwłaszcza w warunkach beztlenowych i podwyższonej temperaturze (4).

Celem pracy było określenie wpływu składu atmosfery modyfikowanej na zmiany zawartości azotanów (V) i (III) w sałatce warzywnej typu coleslaw przechowywanej przez 12 dni w temperaturze 4°C.

MATERIAŁY I METODY

Do badań użyto mieszankę warzywną typu coleslaw o składzie: 80% kapusty białej (*Brassica oleracea*) odmiany Galaxy oraz 20% marchwi (*Daucus carota*) odmiany Perfekcja.

Surowiec myto pod bieżącą wodą, następnie usuwano części niejadalne. Warzywa ponownie myto, a następnie rozdrabniano mechanicznie. Rozdrobniony surowiec poddano obróbce wstępnej moczenia przez 5 min w roztworze zawierającym 0,5% kwasu askorbinowego i 0,5% kwasu cytrynowego. Następnie odwirowano i odważono w ilości 200 g (160 g kapusty białej i 40 g marchwi) do tacek polipropylenowych o wymiarach: 205 x 160 x 60 mm, o przepuszczalności tlenu 7–8 cm³/m²/24h. Tacki z przygotowaną mieszanką zamykano folią o przepuszczalności tlenu 35 cm³/m²/24h* bar. Zastosowaną folię mikroperforowano jednym wałkiem o średnicy 7 cm z 10 igłami o średnicy 70 μm (1x10) (9±2 mikrootworów w folii zamykającej opakowanie). Surówki zamknięto w atmosferze powietrza oraz w atmosferze modyfikowanej o procentowym udziale O₂/CO₂/N₂: 5/10/85; 20/25/55; 50/30/20; 70/30/0. Surówki przechowywano przez 12 dni w temperaturze 4°C.

Zawartość azotanów (III) i (V) oznaczano metodą kolorymetryczną z odczynnikami *Griessa* (długość fali λ=538 nm), z wykorzystaniem bezpośredniej redukcji azotanów (V) kadmem, wg normy PN-92/A-75112 zgodnej z ISO 6635-1984 (5). Próby analizowano w trzech równoległych powtórzeniach pobranych z trzech opakowań.

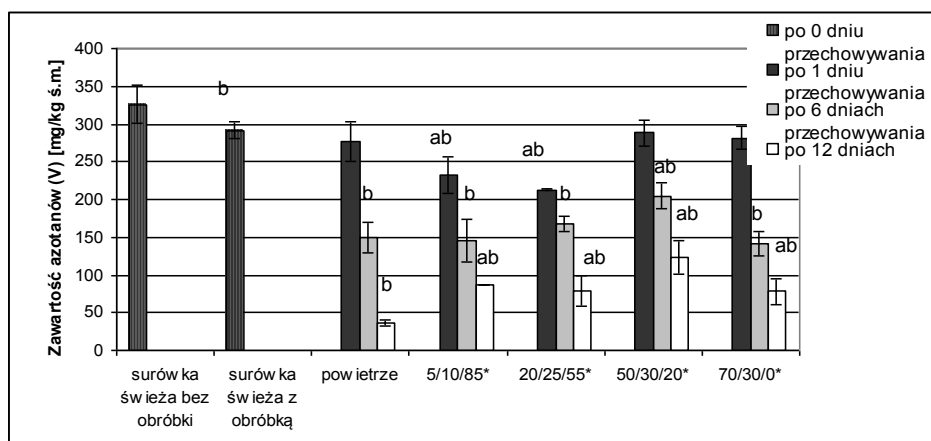
Pomiar zawartości tlenu i ditlenku węgla przy użyciu bezprzewodowego analizatora gazów OXYBABY®V firmy Witt-Gasetechnik.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono na podstawie analizy wariancji dwuczynnikowej i testu NIR *Fishera*. Różnice istotne statystycznie oznaczono przy poziomie istotności p ≤ 0,05. Analizę przeprowadzono za pomocą programu komputerowego Statistica wersja 9.0 (StatSoft).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W surówce świeżej po 0 dniu przechowywania zawartość azotanów (V) wynosiła 325,4 mg/kg ś.m. Zastosowanie obróbki wstępnej - moczenia badanych prób w roztworze zawierającym 0,5 % kwasu askorbinowego i 0,5% kwasu cytrynowego, spowodowało istotny (p ≤ 0,05) spadek zawartości badanych związków. Po 1 dniu przechowywania, w surówkach zapakowanych w atmosferze o składzie: 5/10/85 oraz 20/25/55 (% O₂/% CO₂/% N₂) obserwowano dalszy spadek zawartość

azotanów (V). Natomiast w próbach zapakowanych w powietrzu oraz w atmosferze o wysokiej zawartości tlenu zawartość badanych związków utrzymywała się na poziomie ich zawartości w surówce świeżej po obróbce wstępnej. W czasie dalszego przechowywania odnotowano istotny ($p \leq 0.05$) spadek zawartości azotanów (V) we wszystkich badanych próbach. Po 12 dniach przechowywania najniższą zawartość wyżej wymienionych związków stwierdzono w próbach zapakowanych w atmosferze powietrza i wynosiła ona 36,30 mg/kg ś.m. W pozostałych surówkach zawartość azotanów (V) była istotnie wyższa ($p \leq 0.05$) (od 78,00 do 123,7 mg/kg ś.m) (ryc. 1).



Ryc.1. Wpływ składu atmosfery modyfikowanej oraz czasu przechowywania na zawartość azotanów (V) w surówkach warzywnych typu coleslaw, zapakowanych w folię o przepuszczalności dla tlenu $35 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h} \times \text{bar}$, z mikroperforacją 1×10 (9 ± 2 mikrootworów w folii zamykającej opakowanie).

Fig.1 Effect of modified atmosphere composition and storage time on the nitrate content in coleslaw mix, packaged in film with oxygen permeability of $35 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h} \times \text{bar}$ with microperforation 1×10 (9 ± 2 microopenings in the film sealing the packaging).

a - różnica istotna statystycznie ($p \leq 0,05$) pomiędzy zawartością azotanów (V) w surówkach zapakowanych w atmosferze modyfikowanej, a zawartością wyżej wymienionych związków w surówkach zapakowanych w atmosferze powietrza, po tym samym czasie przechowywania.

a - statistically significant difference ($p \leq 0.05$) between content of nitrates in coleslaw mix packaged in modified atmosphere, and the content of these compounds in salads packed in air at the same time storage.

b - różnica istotna statystycznie ($p \leq 0,05$) pomiędzy zawartością azotanów (V) w surówkach po kolejnych dniach przechowywania (w obrębie poszczególnych wariantów atmosfery).

b - statistically significant difference ($p \leq 0.05$) between content of nitrates in coleslaw mix after following days of storage (within the same variant).

*skład atmosfery modyfikowanej [%O₂, %CO₂, %N₂].

*content modified atmosphere [%O₂/%CO₂/%N₂].

Tabela 1. Wpływ składu atmosfery modyfikowanej oraz czasu przechowywania na zawartość tlenu i ditlenku węgla w opakowaniach z surówką warzywną typu coleslaw, zapakowaną w folię o przepuszczalności dla tlenu $35 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ x bar, z mikroperforacją 1×10 (9 ± 2 mikrootworów w folii zamykającej opakowanie)

Table 1. Effect of modified atmosphere composition and storage time on the content of oxygen and carbon dioxide in packages with a coleslaw mix, packaged in film with oxygen permeability of $35 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ x bar with microperforation 1×10 (9 ± 2 microopenings in the film sealing the packaging)

Próba	Czas przechowywania [dni]	Zawartość tlenu [%]		Zawartość ditlenku węgla [%]	
		Średnia	± SD	Średnia	± SD
Surówka zapakowana w atmosferze powietrza	1	14,2 b	0,5	6,3 ab	0,2
	6	9,8	1,4	12,3	1,4
	12	8,3	2,2	14,7	2,5
Surówka zapakowana w atmosferze modyfikowanej o składzie: 5/10/85 [%O ₂ , %CO ₂ , %N ₂]	1	6,4 a	1,0	9,3 a	1,1
	6	10,5	2,2	11,8	2,2
	12	9,4	3,2	13,3 a	3,8
Surówka zapakowana w atmosferze modyfikowanej o składzie: 20/25/55 [%O ₂ , %CO ₂ , %N ₂]	1	16,3 ab	0,4	14,2 ab	1,4
	6	12,7 a	0,9	11,4	1,9
	12	11,1 a	1,5	11,9	2,0
Surówka zapakowana w atmosferze modyfikowanej o składzie: 50/30/20 [%O ₂ , %CO ₂ , %N ₂]	1	29,2 ab	0,5	16,7 b	0,8
	6	14,0 ab	0,7	12,9	0,9
	12	10,8 a	0,4	12,7	0,7
Surówka zapakowana w atmosferze modyfikowanej o składzie: 70/30/0 [%O ₂ , %CO ₂ , %N ₂]	1	39,0 ab	1,4	16,1 ab	2,1
	6	14,3 ab	0,8	13,9	2,5
	12	10,4 a	0,6	13,3	1,3

a - różnica istotna statystycznie ($p \leq 0,05$) pomiędzy zawartością tlenu/ditlenku węgla w opakowaniach z surówką zapakowanych w atmosferze modyfikowanej, a zawartością tlenu/ditlenku węgla w opakowaniach z surówką zapakowanych w atmosferze powietrza, po tym samym czasie przechowywania.

a - statistically significant difference ($p \leq 0,05$) between content of oxygen / carbon dioxide in coleslaw mix packaged in modified atmosphere, and the content of these gases in salads packed in air at the same time storage.

b - różnica istotna statystycznie ($p \leq 0,05$) pomiędzy zawartością tlenu/ditlenku węgla w opakowaniach z surówką po kolejnych dniach przechowywania (w obrębie poszczególnych wariantów atmosfery).

b - statistically significant difference ($p \leq 0,05$) between content oxygen / carbon dioxide in coleslaw mix after following days of storage (within the same variant).

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że w żadnej z badanych prób (przy założeniu dziennego spożycia badanego produktu na poziomie ok. 0,5 kg) nie zostało przekroczone dzienne pobranie azotanów (V) (ADI), które dla dorosłego człowieka o masie 70 kg, wynosi $350 \text{ mg NaNO}_3/\text{dzień}$ (6). W badanych w tej pracy próbach zapakowanych w folię o przepuszczalności tlenu $35 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ * bar z mikroperforacją 1×10 , w czasie przechowywania stwierdzono istotny ($p \leq 0,05$) spadek azotanów (V). Nie odnotowano natomiast obecności azotanów (III). Spadek zawartości azotanów (V) w czasie przechowywania surówki coleslaw zapakowanej w litą folię o przepuszczalności tlenu $3000 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ * bar lub $1900 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$ * bar obserwowali w swoich wcześniejszych badaniach Radziejewska-Kubzdela i współpr. (7). W badanych przez tych autorów sałatkach obecność azotanów (III), odnotowano w próbach zapakowanych w folię o niższej przepuszczalności dla tlenu, w których w atmosferze wewnątrz opakowania wytworzyły się warunki beztlenowe.

Na podstawie przeprowadzonego pomiaru zawartości gazów w atmosferze wewnątrz opakowania stwierdzono, że we wszystkich badanych próbach utrzymywały się warunki tlenowe do końca założonego okresu przechowywania. Po 12 dniach, zawartość badanego gazu, mieściła się w granicach od 8,3% do 11,1%. Największy spadek zawartości tlenu, w czasie przechowywania odnotowano w surówce zapakowanej w atmosferze modyfikowanej o składzie 70/30/0 (%O₂, %CO₂, %N₂). W przypadku ditlenku węgla, po 12 dniach przechowywania zawartość tego gazu w atmosferze wewnątrz opakowań z badanymi surówkami wynosiła od 11,9% do 14,7% (tab. I).

WNIOSKI

1. Zastosowanie obróbki wstępnej - moczenia surówki warzywnej typu coleslaw w roztworze zawierającym 0,5 % kwasu askorbinowego i 0,5% kwasu cytrynowego, spowodowało istotny ($p \leq 0.05$) spadek zawartości azotanów (V) w porównaniu do ich zawartości w surówce świeżej bez obróbki.

2. W czasie przechowywania badanych prób zapakowanych w folię o przepuszczalności tlenu $35 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}^* \text{ bar}$ z mikroperforacją 1x10, odnotowano istotny ($p \leq 0.05$) spadek zawartości azotanów (V). Po 12 dniach przechowywania najniższą zawartość wyżej wymienionych związków stwierdzono w próbach zapakowanych atmosferze powietrza i wynosiła ona 36,30 mg/kg ś.m. W pozostałych surówkach zawartość azotanów (V) była istotnie wyższa ($p \leq 0.05$) i wynosiła od 78,00 do 123,7 mg/kg ś.m.

3. W badanych próbach nie odnotowano obecności azotanów (III).

4. Na podstawie pomiaru zawartości gazów w atmosferze wewnątrz opakowania stwierdzono, że we wszystkich badanych próbach utrzymywały się warunki tlenowe do końca założonego okresu przechowywania.

E. Radziejewska-Kubzdela, D. Walkowiak-Tomczak, R. Biegańska-Marecik

EFFECT OF COMPOSITION OF ATMOSPHERE AND STORAGE TIME ON THE CHANGES OF NITRATE AND NITRITE IN COLESLAW MIX

Summary

The aim of this study was to determine the effect of modified atmosphere composition on the changes of nitrate and nitrite contents in coleslaw mix stored for 12 days at 4 °C. Material for analyses composed a salad containing 80% of white cabbage varieties Galaxy and 20% of carrot varieties Perfection. Shredded raw material pretreated by soaking 5 min in a solution containing 0.5% ascorbic acid and 0.5% citric acid. After separation from the solution 200 g raw material was placed to polypropylene trays with oxygen permeability $\text{cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$ 7-8. Trays sealed with plastic film with oxygen permeability of $35 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}^* \text{ bar}$. The applied film was micro-perforated using one ring of 7 cm in diameter with 10 needles of 70 μm in diameter. Salads were sealed in air and modified atmosphere on percentage of O₂/CO₂/N₂: 05/10/1985; 20/25/55, 50/30/20, 70/30/0. In the tested

samples to determine the content of nitrates and nitrite, measured the oxygen and carbon dioxide in the atmosphere inside the package.

The use of pre-treatment – soaking of coleslaw mix in a solution containing 0.5% ascorbic acid and 0.5% citric acid, resulted in a significant ($p \leq 0.05$) decrease of nitrates compared to their content in coleslaw mix without pre-treatment. During storage of tested sample a significant ($p \leq 0.05$) decrease of these compounds was found. After 12 days of storage the lowest content of nitrates was observed in samples packaged under air, and it amounted to 36.30 mg / kg f. m. In other salads nitrate content was significantly higher ($p \leq 0.05$) and ranged from 78.00 to 123.7 mg / kg f. m. In the tested samples, there were no presence of nitrite. By measuring the gas content in the atmosphere inside the package, it was found that in all samples tested oxygen conditions were kept throughout the period of storage.

PIŚMIENNICTWO

1. *Sady W.*: Czynniki ograniczające zawartość azotanów i metali ciężkich w warzywach. Przem. Ferm. Owoc. Warz., 2001; 5: 21-23.– 2. *Wojciechowska R., Smoleń S., Przybyła J.*: Zawartość azotanów w różnych częściach użytkowych wybranych gatunków warzyw. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Sesja naukowa, 2000; 71: 19-31.– 3. *Hord N.G., Tang Y., Bryan N.S.*: Food sources of nitrates and nitrites the physiologic context for potential health benefits, Am. J. Clin. Nutr., 2009; 90(1): 1-10.– 4. *Amr A., Hadidi N.*: Effect of cultivar and harvest date on nitrate (NO_3) and nitrite (NO_2) content of selected vegetables grown under open field and greenhouse conditions In Jordan, J. Food Compos. Anal., 2001; 14: 59-67.– 5. PN-92/A-75112. Owoce, warzywa i ich przetwory. Oznaczanie zawartości azotanów i azotanów. Oznaczenie ekstraktu ogółem.– 6. JECFA: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – Evaluation of certain food additives and contaminants. World Health Organization, 2002.– 7. *Radziejewska-Kubzdela E., Walkowiak-Tomczak D., Biegańska-Marecik R.*: Wpływ pakowania i przechowywania w atmosferze modyfikowanej na zmiany zawartości azotanów (V) i (III) w sałatce warzywnej typu coleslaw oraz na jej cechy sensoryczne i fizykochemiczne. Żywność Nauka Technologia Jakość, 2008; 4 (59): 261-268.

Adres: 60-624 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31.