

Róża Biegańska-Marecik, Elżbieta Radziejewska-Kubzdela

WPŁYW PAKOWANIA W ATMOSFERZE MODYFIKOWANEJ O RÓŻNYM SKŁADZIE NA JAKOŚĆ JARMUŻU O MAŁYM STOPNIU PRZETWORZENIA

Zakład Technologii Owoców i Warzyw
Instytutu Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu,
Kierownik: prof. dr hab. *J. Czapski*

W pracy określono wpływ pakowania w atmosferze modyfikowanej o różnym stężeniu tlenu oraz ditlenku węgla na jakość sensoryczną, oraz wybrane właściwości fizykochemiczne jarmużu o małym stopniu przetworzenia.

Jarmuż zapakowany w atmosferze o niskiej początkowej zawartości O_2 (2%) oraz wysokiej zawartości CO_2 (10 i 50%) charakteryzował się istotnym spadkiem jakości sensorycznej, szczególnie zapachu, już po 3 dniach przechowywania w temperaturze $4^\circ C$. Próby zapakowane w atmosferze o zawartości tlenu zbliżonej do powietrza, niezależnie od stężenia ditlenku węgla w opakowaniu z produktem, charakteryzowały się dobrą jakością sensoryczną do 6 przechowywania. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że materiał opakowaniowy zastosowany w badaniach charakteryzował się zbyt niską przepuszczalnością gazów (przepuszczalność tlenu $200\text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$). W dalszych badaniach niezbędne jest zastosowanie materiałów opakowaniowych o większej przepuszczalności.

Hasła kluczowe: pakowanie w atmosferze modyfikowanej, jakość sensoryczna, jarmuż.

Key words: modified atmosphere packaging, sensory quality, kale.

Technologia pakowania w atmosferze modyfikowanej (MAP) ma zastosowanie przede wszystkim przy przechowywaniu świeżych warzyw, przygotowanych do konsumpcji: tj. umytych, obranych i pokrojonych. Celem pakowania w atmosferze modyfikowanej jest wytworzenie wewnątrz opakowania odpowiednio zrównoważonego składu gazowego, który pozwoli na możliwie największe obniżenie aktywności fizjologicznej produktu. Ponadto poziom zawartości tlenu i ditlenku węgla w opakowaniu nie może negatywnie wpływać na produkt (1). Początkowa koncentracja gazu w produktach pakowanych w modyfikowanej atmosferze znacznie wpływa na ich tempo metabolizmu, i co się z tym wiąże, na tempo zmian jakościowych pakowanych surowców (2). Jarmuż (*Brassica oleracea*

var. *acephala*), nazywany czasem kapustą liściastą, jest jedną z najstarszych form użytkowych roślin kapustowatych, morfologicznie najbardziej zbliżoną do kapusty dzikiej. Surowiec ten jest szczególnie cennym warzywem wśród warzyw kapustowatych, a jednocześnie w Polsce mało popularnym i niedocenianym. Zastosowanie minimalnego przetworzenia w połączeniu z pakowaniem w atmosferze modyfikowanej, przy doborze odpowiedniego jej składu i odpowiedniego materiału opakowaniowego, może przedłużyć trwałość jarmużu po zbiorze oraz jego dostępność.

Celem pracy było określenie wpływu pakowania w atmosferze modyfikowanej o różnej zawartości tlenu i ditlenku węgla na jakość sensoryczną, i wybrane właściwości fizykochemiczne jarmużu o małym stopniu przetworzenia.

MATERIAŁ I METODY

Badania zastały przeprowadzone na liściach jarmużu odmiany Winterbor. Proces minimalnego przetwarzania jarmużu obejmował mycie oraz zanurzenie w roztworze kwasów askorbinowego i cytrynowego. Produkt zapakowano po 30 g w opakowania z laminatu: orientowany poliamid/polietylen o wymiarach 15 x 21 cm i przepuszczalności tlenu $200 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{h}$ w temperaturze 23°C i zamykano przy użyciu zamykarki próżniowej typu AG 900, firmy Multivac. Do pakowania jarmużu zastosowano atmosfery o następującym składzie (% tlenu/% ditlenku węgla/% azotu) 2/10 /88, 2/50/48, 10/10/80, 20/0/80, 20/5/75, 20/25/55 oraz atmosferę powietrza. Zapakowany produkt przechowywano w temperaturze 4°C przez 12 dni. Ocenę jakości i analizę produktu przeprowadzono po 1, 3, 6, 9 i 12 dniach przechowywania.

W próbach dokonano oznaczenia kwasowości czynnej (PN-90/A-75101/06) (3) i kwasowości ogólnej (metoda potencjometryczna), oznaczania zawartości ekstraktu ogólnego (PN-90/A-75101/02) (4) oraz pomiaru zawartości tlenu i ditlenku węgla w opakowaniach z jarmużem (aparatus Gaspac 2 Systech Instruments BV). Ocenę sensoryczną przeprowadzono wg 5-cio punktowej skali. Oceniano: barwę smak, zapach konsystencję oraz obecność wycieku w opakowaniu. Ocenie poddano także próby świeżego jarmużu (nie poddane przetworzeniu). Analizę statystyczną wyników przeprowadzono na podstawie analizy wariancji i testu NIR *Fishera*, przy poziomie istotności $p \leq 0.05$ (Statistica 9.0 StatSoft Kraków, Poland).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Surowiec użyty do badań charakteryzował się bardzo dobrą jakością i uzyskał ogólną ocenę sensoryczną równą 5,0. Po 1 dniu przechowywania wszystkie próby zapakowane w MA uzyskały wysokie noty ogólnej oceny sensorycznej na poziomie 4,2-4,6 punktów (tab. I).

Tabela 1. Wpływ składu atmosfery zastosowanej do pakowania na wyróżniki jakości sensorycznej jarmużu o małym stopniu przetworzenia przechowywanego przez 12 dni w temperaturze 4°C

Table 1. The effect of atmosphere composition on sensory quality of minimally processed kale stored during 12 days at 4°C

Warunki pakowania	Czas przechow. [dni]	Wyróżnik oceny sensorycznej				
		barwa	zapach	smak	konsystencja	ocena ogólna
Świeży jarmuż	0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Powietrze	1	5,0	4,5	4,2	4,2	4,6
	3	4,9	4,6	3,6	3,6	4,3 a
	6	4,5	3,0 ab	4,1	4,2	4,1 a
	9	4,4	1,4 ab	3,4	4,3	3,4 ab
	12	4,1	1,5 a	2,0	3,0	2,8 ab
2% O ₂ / 10% CO ₂ / 88% N ₂	1	4,6	3,4 a	4,7	3,9	4,3 a
	3	3,6	2,1 ab	3,9	3,7	3,5 ab
	6	3,3	2,2 a	2,0	2,7	2,7 ab
	9	3,5	1,0 ab	2,1	3,5	2,5 a
	12	3,7	2,2 ab	1,0	3,0	2,5 a
2% O ₂ / 50% CO ₂ / 48% N ₂	1	4,6	3,1 a	4,7	3,9	4,2 a
	3	4,0	3,0 a	3,8	4,0	3,8 ab
	6	3,8	2,0 ab	3,0	3,2	3,2 ab
	9	4,3	1,0 ab	2,0	2,1	2,2 ab
	12	3,1	1,6 a	1,0	3,0	2,3 a
10% O ₂ / 10% CO ₂ / 80% N ₂	1	4,6	3,5 a	5,0	3,6	4,3 a
	3	4,0	3,1 a	4,1	3,8	3,8 ab
	6	3,5	2,8 a	3,3	3,3	3,3 ab
	9	3,3	2,0 ab	3,5	3,0	3,0 a
	12	2,8	2,6 a	1,0	3,1	2,5 ab
20% O ₂ / 0% CO ₂ / 80% N ₂	1	5,0	4,3	4,3	4,5	4,6
	3	4,4	5,0	5,0	5,0	4,9
	6	4,5	3,3 ab	3,2	4,0	3,8 ab
	9	4,6	2,2 ab	3,8	4,3	3,7 a
	12	3,7	1,4 ab	2,5	3,5	3,0 ab
20% O ₂ / 5% CO ₂ / 75% N ₂	1	4,8	4,2 a	4,0	4,4	4,4 a
	3	4,4	4,0 a	3,6	4,0	4,1 ab
	6	4,3	2,7 ab	3,5	4,3	3,8 ab
	9	4,1	1,2 ab	3,9	4,7	3,5 a
	12	4,0	1,4 a	1,5	3,1	2,7 ab
20% O ₂ / 25% CO ₂ / 55% N ₂	1	5,0	3,5 a	3,6	4,3	4,2 a
	3	4,0	3,0 a	3,8	4,6	4,0 a
	6	3,6	2,9 a	3,8	3,5	3,7 a
	9	4,1	1,0 ab	3,0	3,9	3,1 ab
	12	3,6	1,0 a	2,0	2,8	2,5 ab

a- różnica istotna statystycznie ($p \leq 0,05$) pomiędzy wybranym wyróżnikiem oceny po 1, 3, 6, 9 i 12 dniach przechowywania a wartością badanego parametru dla jarmużu świeżego

b- różnica istotna statystycznie ($p \leq 0,05$) pomiędzy wybranym wyróżnikiem oceny po 3, 6, 9 i 12 dniach przechowywania a wartością badanego parametru po 1 dniu przechowywania

Na podstawie analizy wariancji odnotowano istotny wpływ czasu przechowywania na noty oceny sensorycznej prób. W kolejnych dniach przechowywania odnotowano istotny spadek not ogólnej oceny sensorycznej analizowanych prób. Jarmuż zapakowany w atmosferze o najniższej zawartości tlenu przy wysokiej zawartości ditlenku węgla (MA o składzie 2% O₂/10% CO₂/88%N₂ oraz 2% O₂/50% CO₂/48%N₂) już po 3 dniach przechowywania charakteryzował się bardzo intensywnym ostrym zapachem, charakterystycznym dla warzyw kapustowatych, wyczuwalnym w momencie otwierania opakowania. Spowodowało to istotne obniżenie not oceny sensorycznej za ten wyróżnik do wartości odpowiednio 2,1 i 3,0, pomimo niewielkich zmian pozostałych wyróżników jakości. Próby o 10 i 20% zawartości tlenu w opakowaniu niezależnie od zawartości ditlenku węgla w opakowaniu oraz próby zapakowane w atmosferze powietrza zachowały dobrą jakość sensoryczną do 6 dnia przechowywania, natomiast po 9 dniach przechowywania uzyskały noty ogólnej oceny sensorycznej mieszczące się w zakresie od 3,0-3,7. Po 12 dniach przechowywania najwyżej ocenione zostały próby zapakowane w MA o składzie (%O₂/%CO₂/%N₂): 20/0/80, 20/5/75 oraz w powietrzu (tab. I).

Największy wpływ na obniżenie not ogólnej oceny sensorycznej miał zapach prób. Jarmuż należy do warzyw kapustowatych, w którym komponentami specyficznego zapachu jest około 30 lotnych związków, wśród których występują węglowodory, alkohole, aldehydy, a z produktów hydrolizy glukozyolanów szczególnie izotiocyjaniany i nityle. Są to związki charakteryzujące się wysoką aktywnością sensoryczną (5).

Smak prób również ulegał istotnym zmianom w czasie przechowywania produktu. Po 3 dniach przechowywania w większości prób ze słodkawego przechodził w lekko kwaśny osiągając noty od 3,6 do 4,1. Wyjątek stanowiła próba zapakowana w MA o składzie 20 % O₂/0 % CO₂/80 % N₂, w której, po 3 dniach przechowywania wyraźny był jeszcze smak charakterystyczny dla świeżego jarmużu. Noty za smak pozostałych prób po 12 dniach przechowywania mieściły się w granicach od 1,0 do 2,0 punktów (tab. I).

We wszystkich opakowaniach z jarmużem obserwowano szybki spadek zawartości tlenu oraz wzrost stężenia ditlenku węgla, co było skutkiem aktywności fizjologicznej surowca, głównie procesów oddechowych. Po 3 dniach przechowywania tlen występował już tylko w opakowaniach, w których zastosowano atmosferę zawierającą wysokie początkowe stężenie tego gazu, tj. w próbach zapakowanych w MA o składzie 20 % tlenu oraz w powietrzu. W pozostałych próbach po 3 dniach przechowywania zaobserwowano powstanie warunków beztlenowych. Niska przepuszczalność opakowania dla gazów powodowała bardzo szybkie nagromadzenie się wewnątrz opakowania ditlenku węgla. W większości prób o niskim początkowym stężeniu ditlenku węgla wzrost stężenia tego gazu wynosił 30 punktów procentowych i po 12 dniach przechowywania mieścił się w zakresie od 30 do 40%. W próbach o początkowym stężeniu ditlenku węgla 25 i 50% po 12 dniach przechowywania zawartość tego gazu wynosiła około 50% (tab. II).

Tabela 11. Wpływ składu atmosfery zastosowanej do pakowania na cechy fizykochemiczne jarmużu o małym stopniu przetworzenia oraz na zmiany zawartości O₂ i CO₂ w atmosferze wewnątrz opakowania z jarmużem

Table 11. The effect of the composition of atmosphere on physico-chemical properties of kale and changes in O₂ and CO₂ contents in the atmosphere inside packaging with kale

Warunki pakowania	Czas przechow. [dni]	pH	Ekstrakt [%]	Kwasowość [mg kwasu cytrynowego /100 g produktu]	Zawartość O ₂ [%]	Zawartość CO ₂ [%]
Świeży jarmuż	0	6,4	14,3	0,27	-	-
Powietrze	1	6,5 a	14,0	0,23 a	10,6	9,4
	3	6,4	13,8 a	0,26 b	4,4	15,9
	6	6,4	13,8 a	0,28 b	0,0	27,4
	9	6,6 ab	12,2 ab	0,24 ab	0,0	34,1
	12	6,8 ab	10,8 ab	0,26 b	0,0	37,8
2% O ₂ / 10% CO ₂ / 88% N ₂ .	1	6,1 a	13,0 a	0,27	1,7c	16,1 c
	3	6,1 a	13,0 a	0,30 ab	0,0c	19,2 c
	6	6,3 b	13,0 a	0,32 ab	0,0	23,5 c
	9	6,6 ab	12,0 ab	0,25 ab	0,0	29,6 c
2% O ₂ / 50% CO ₂ / 48% N ₂	1	6,0 a	14,0	0,40 a	0,2 c	47,8 c
	3	6,0 ab	13,2 ab	0,31 ab	0,0 c	46,5 c
	6	5,6 a	13,2 a	0,29 ab	0,0	50,0 c
	9	6,6 a	13,2 a	0,31 a	0,0	53,3 c
10% O ₂ / 10% CO ₂ / 80% N ₂	1	6,3	14,3	0,36 a	1,1c	22,4 c
	3	6,4	14,2	0,31 ab	0,0 c	25,5 c
	6	6,4	12,5 ab	0,32 a	0,0	29,9 c
	9	6,4	13,0 ab	0,36 ab	0,0	30,1 c
20% O ₂ / 0% CO ₂ / 80% N ₂	1	6,4	13,8 a	0,24 a	10,0 c	9,2
	3	6,2 ab	12,8 ab	0,28 b	8,0 c	11,4 c
	6	6,5 ab	13,3 ab	0,25 b	0,0	25,1 c
	9	6,4	11,0 ab	0,28 b	0,0	28,8 c
20% O ₂ / 5% CO ₂ / 75% N ₂	1	6,5 a	14,2	0,22 a	12,5 c	12,8 c
	3	6,4 b	13,7 ab	0,26 b	7,4 c	18,1 c
	6	6,5 ab	13,0 ab	0,24 ab	0,0	27,4
	9	6,6 ab	11,8 ab	0,24 a	0,0	36,0
20% O ₂ / 25% CO ₂ / 55% N ₂	1	6,7 a	14,0	0,19 a	11,3 c	33,1
	3	6,4 b	13,7 a	0,29 ab	4,7 c	41,1 c
	6	6,6 ab	12,8 ab	0,26 b	0,0	46,6 c
	9	6,6 b	10,7 ab	0,29 ab	0,0	48,0 c
	12	6,8 ab	9,7 ab	0,28 b	0,0	50,9 c

a- różnica istotna statystycznie (p≤0,05) pomiędzy wybranym wyróżnikiem oceny po 1, 3, 6, 9 i 12 dniach przechowywania a wartością badanego parametru dla jarmużu świeżego

b- różnica istotna statystycznie (p≤0,05) pomiędzy wybranym wyróżnikiem oceny po 3, 6, 9 i 12 dniach przechowywania a wartością badanego parametru po 1 dniu przechowywania

c- różnica istotna statystycznie (p≤0,05) pomiędzy wybranym wyróżnikiem oceny prób pakowanych w atmosferze modyfikowanej a wartością badaną dla próby odniesienia (próby zapakowanej w powietrzu), po tym samym czasie przechowywania.

Wytworzenie warunków beztlenowych i nagromadzenie dużej ilości ditlenku węgla w opakowaniu najprawdopodobniej było przyczyną gwałtownego obniżenia

jakości sensorycznej jarmużu. Wskazuje to na zbyt małą przepuszczalność zastosowanego materiału opakowaniowego dla tlenu i ditlenku węgla. *Jacobsson* i współpr. (6) zastosowali orientowany polipropylen, chlorek poliwinylu i polietylen o niskiej gęstości do pakowania brokułów w atmosferze modyfikowanej. Spośród zastosowanych materiałów jedynie LDPE, charakteryzujący się wysoką przepuszczalnością tlenu pozwolił na uzyskanie dobrej jakości warzyw przechowywanych 7 dni. *Fonseca* i współpr. (7) podają, że obniżenie zawartości O₂ w atmosferze zastosowanej do przechowywania jarmużu powoduje wydłużenie czasu jego przechowywania o 2-3 dni, nie potwierdziły tego wyniki niniejszych badań. *Jacxsens* i współpr. (8) badając jakość wybranych warzyw mało przetworzonych przechowywanych w EMA (equilibrium modified atmosphere) stwierdzili, że zastosowanie opakowań o wysokiej przepuszczalności dla gazów (O₂ i CO₂), przy odpowiednio niskiej temperaturze przechowywania korzystnie wpływa na jakość cech sensorycznych, w tym zapachu.

Kwasowość świeżego jarmużu podana w przeliczeniu na dominujący w tym surowcu kwas cytrynowy wynosiła 0,27 g kwasu/100 g produktu, natomiast kwasowość prób pakowanych w MA, po 1 dniu przechowywania mieściła się w granicach od 0,19 do 0,40 g /100 g produktu (tab. II). Największym wahaniom kwasowości ogólnej w czasie przechowywania ulegały próby zapakowane w MA o składzie (% O₂/% CO₂/% N₂): 2/50/48, 20/25/55, a zatem o dużej zawartości CO₂. Może to być związane z powstaniem kwasu węglowego, w wyniku rozpuszczenia się ditlenku węgla. Po 12 dniach przechowywania wartości kwasowości prób mieściły się w granicach od 0,22 do 0,30 g /100 g produktu.

W świeżym jarmużu zawartość ekstraktu wynosiła 14,3 %. W czasie przechowywania we wszystkich próbach obserwowano istotny ($p \leq 0,05$) spadek zawartości ekstraktu, zarówno w stosunku do surowca, jak i prób po 1 dniu przechowywania (tab. II). Spadek zawartości ekstraktu, mógł być związany z pojawieniem się w produkcie drobnoustrojów, ponadto brak tlenu w opakowaniu i zmiany odnotowane w ocenie sensorycznej produktu mogą dowodzić zachodzenia procesów o charakterze fermentacyjnym.

WNIOSKI

1. Próby zapakowane w atmosferze modyfikowanej o wysokiej zawartości tlenu (20 %) zachowywały lepsze cechy sensoryczne w czasie przechowywania w porównaniu do prób o obniżonej zawartości tego gazu. Na wyniki oceny sensorycznej jarmużu główny wpływ miały noty przyznane za zapach i smak prób.

2. Próby zapakowane w MA o składzie 2 % O₂/10 % CO₂/88 % N₂, odznaczały się najniższymi notami oceny sensorycznej i jednocześnie najgorszą jakością.

3. Zastosowany rodzaj opakowania charakteryzował się zbyt niską przepuszczalnością tlenu (200 cm³/m²/24h). W dalszych badaniach niezbędne jest zastosowanie materiałów opakowaniowych o większej przepuszczalności dla gazów.

R. Biegańska-Marecik, E. Radziejewska-Kubzdela

THE EFFECT OF PACKAGING IN MODIFIED ATMOSPHERE OF DIFFERENT COMPOSITION VARIANTS ON QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED KALE

Summary

The study investigated the effect of packaging in modified atmosphere with different concentrations of oxygen and carbon dioxide on sensory quality and selected physico-chemical properties of minimally processed kale.

Kale packaged in the atmosphere with a low initial content of O₂ (2%) and a high content of CO₂ (10 and 50%) was characterised by a significant deterioration of sensory quality, particularly aroma, even after 3-day storage at a temperature of 4°C. In turn, samples packaged in the atmosphere with oxygen content comparable to that in atmospheric air, irrespective of carbon dioxide content in the packaging, exhibited good sensory quality up to day 6 of storage. The deterioration of sensory quality was connected mainly with changes in aroma of samples, despite slight changes in the other sensory quality attributes. On the basis of the conducted analyses it may be stated that the packaging material used in this study had too low gas permeability (oxygen permeability of 200 cm³/m²/24h). In further studies packaging materials with high permeability need to be applied.

PIŚMIENNICTWO

1. Pretel M.T., Souty M., Romojaro F.: Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armenica* L), Eur. Food Res. Technol., 2000; 2121: 191-198.-2. Agar I.T., Massantini R., Hess-Pirce B., Kader A.A.: Postharvest CO₂ and ethylene production on quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices, J. Food Sci., 1999; 64 (3): 433-440.-3. PN-90/A-75101/06 eqv ISO C3B 4230 – 83 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie kwasowości czynnej (pH) -4. PN-90/A75101/02 eqv ISO 2172 – 1987 (E) i 2173 – 1978 (E) Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości ekstraktu ogólnego, pkt. 2,3 -5. Jacórzynski B.: Naturalne substancje biologicznie aktywne warzyw kapustnych. Prace pogładowe. Żywnienie Człowieka i Metabolizm, 1994; XXI, nr 2: 172-179.-6. Jacobsson A., Nielsen T., Sjöholm I., Wendin K.: Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. Food Qual. Prefer. 2000; 15 (4): 301-310.-7. Fonseca S. C., Oliveira F. A. R., Frias J. M., Brecht J. K., Chaud K. V.: Modelling respiration rate of shredded Galgea kale for development of modified atmpsphere packaging. J. Food Eng., 2002, 54: 299-307.-8. Jacxsens L., Devlieghere F., Debevere J.: Validation of a Systematic Approach to Design Equilibrium Modified Atmosphere Packages for Fresh-Cut Produce. 1999, Academic Press, 7(32): 425-432.

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