

GRAŻYNA JAWORSKA, JACEK SŁUPSKI

BADANIE PRZYDATNOŚCI SZPINAKU NOWOZELANDZKIEGO DO MROŻENIA

Streszczenie

Mrożonki ze szpinaku nowozelandzkiego wykonano z liści wraz z młodymi pędami, długości nie przekraczającej 15 cm. Materiał po blanszowaniu w wodzie i rozdrabnianiu na miazgę zawierał o 3–48% mniej analizowanych składników fizykochemicznych niż surowiec. Mrożenie w niewielkim stopniu wpłynęło na zawartość badanych składników. Większe zmiany zaobserwowano w trakcie zamrażalniczego składowania mrożonek. W całym procesie technologicznym największe ubytki, wahające się od 20 do 79%, dotyczyły składników mineralnych, azotanów, cukrów, kwasów ogółem oraz witaminy C. Jednocześnie obserwowano wzrost poziomu azotynów. Jakość sensoryczna wyrobu była dobra, zbliżona do szpinaku zwyczajnego.

Wstęp

W Polsce asortyment spożywanych warzyw w stanie świeżym, jak również po przetworzeniu jest wciąż zbyt mały. Stąd też celowe jest zwiększenie ilości oferowanych przez rynek nowych gatunków roślin oraz wykorzystanie ich w przemyśle przetwórczym. Szpinak nowozelandzki jest rośliną uprawianą w naszym kraju na skalę amatorską. Pochodzi z nowozelandzkich wybrzeży Pacyfiku [9]. Charakteryzuje się płytkim systemem korzeniowym oraz płozącą się, silnie rozgałęzioną łodygą, osiagającą długość 60–80 cm. Ma grube, mięsiste, ciemnozielone liście kształtu romboidalno-trójkątnego [4]. Szpinak nowozelandzki pod względem użytkowym zaliczany jest do warzyw liściowych. Jak wszystkie warzywa należące do tej grupy może być bogatym źródłem, cennych z punktu widzenia żywienia człowieka, składników mineralnych, witaminy C i β -karotenu, ale jednocześnie gromadzi dużo kwasu szczawiowego oraz azotanów [2, 8, 25, 27]. Warzywo to zasługuje na rozpowszechnienie także ze względu na możliwości jego pozyskiwania przez całe lato, bowiem z jednego siewu może być

zbierany wielokrotnie od czerwca aż do pierwszych przymrozków. W przypadku uprawy tej rośliny na skalę produkcyjną należy wyeksponować łatwość uprawy, wierzność i obfitość plonowania [13, 14].

Celem pracy było określenie przydatności szpinaku nowozelandzkiego do mrożenia. Porównano poziom wybranych wyróżników składu chemicznego surowca, surowca po blanszowaniu oraz mrożonek w trakcie ich przechowywania przez 9 miesięcy. Ponadto mrożonkę poddano ocenie sensorycznej.

Materiał i metody badań

Szpinak nowozelandzki wykorzystany w doświadczeniu pozyskano z pola doświadczalnego Katedry Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, znajdującego się w Chełmie na obrzeżach Krakowa. Nasiona, holenderskiej firmy Topstar, wysiewano z końcem marca do doniczek, w każdej pozostawiając po wschodach 6 roślin. Szpinak wysadzano do gruntu w pierwszej dekadzie maja, w rozstawie 50 cm x 50 cm na 4 poletkach doświadczalnych o powierzchni 20 m² każde. Uprawę prowadzono w drugim roku po nawożeniu obornikiem. Pod szpinak zastosowano nawożenie fosforowo-potasowe dostosowane do zasobności gleby oraz azotowe w ilości 40 kg N/ha w formie saletry amonowej w trakcie przygotowania pola oraz pogłównie 40 kg N/ha w formie saletry wapniowej.

Surowcem do mrożenia były całe pędy o długości do 15 cm, łącznie z liśćmi. Zbiór polegał na wycięciu, po osiągnięciu przez rośliny odpowiedniej długości, całej nadziemnej części na wysokości 2 cm nad ziemią. Sposób pozyskiwania roślin był dostosowany do ewentualnego mechanicznego zbioru. Bezpośrednio po zbiorze surowiec sortowano, usuwając egzemplarze żółknące, uszkodzone, nie w pełni wyrosnięte i przerosnięte oraz porażone przez choroby. Materiał przydatny do przerobu technologicznego myto w bieżącej wodzie, a następnie blanszowano w wodzie o temperaturze 96–98°C przez 3 minuty, przy zachowaniu stosunku masy wody do surowca 5:1. Po schłodzeniu w zimnej wodzie i odciknięciu na sitach, surowiec rozdrabniano w maszynce do mięsa o średnicy oczek sita 8 mm. Szpinak mrożono w opakowaniach jednostkowych o pojemności 0,25 dm³, w komorze Feutron 3626-51 z wymuszonym obiegiem powietrza. Czas mrożenia w temperaturze -35°C, do temperatury -25°C, wyniósł 60 minut. Mrożonkę przechowywano przez 9 miesięcy w temperaturze -25°C.

W pracy oceniono poziom wybranych wyróżników składu chemicznego surowca, surowca po blanszowaniu, mrożonki bezpośrednio po zamrożeniu oraz po 3, 6 i 9 miesiącach zamrażalniczego składowania. Analizy składu chemicznego obejmowały oznaczenie suchej masy [1], cukrów ogółem [1], skrobi metodą Lintnera, polegającą na rozłożeniu wielocukru w środowisku kwasu solnego, a następnie chemicznym oznaczeniu cukrów ogółem [17], błonnika pokarmowego metodą Hellendoorna [21], azotu ogólnego [1], kwasów ogółem (w przeliczeniu na kwas szczawiowy) [1], składników

mineralnych w postaci popiołu ogółem [1], witaminy C [10], chlorofili metodą Wettsteina [26] oraz azotanów i azotynów [11]. Wszystkie składniki analizowano w 4 równoległych próbach, każda w 2 powtórzeniach. Uzyskane wyniki oznaczeń, dla każdego składnika chemicznego począwszy od surowca, a skończywszy na mroźonce po 9 miesiącach składowania, wyrażone w stosunku do świeżej masy, posłużyły do oceny statystycznej przy wykorzystaniu jednoczynnikowej analizy wariancji. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczano przy poziomie prawdopodobieństwa błędu $p = 0,01$.

Ponadto 5-osobowy, przeszkolony zespół przeprowadził ocenę sensoryczną przyrządzonego do spożycia mrożonego szpinaku nowozelandzkiego, po 9 miesiącach zamrażalniczego składowania. Przyrządzenie do spożycia polegało na gotowaniu potrawy z 1% dodatkiem soli. W analizie sensorycznej posłużono się metodą oceny bezpośredniej, przy zastosowaniu pięciopunktowej skali ocen.

Wyniki i dyskusja

Skład chemiczny świeżo zebranych części użytkowych szpinaku nowozelandzkiego przedstawiono w tab. 1. Po przeliczeniu wyników na 100 g suchej masy, pędy wraz z liśćmi zawierały 6,3 g cukrów ogółem, 10,7 g skrobi, 32,1 g błonnika pokarmowego, 4,6 g azotu ogólnego, 18,6 g popiołu ogółem, 1,1 g kwasów ogółem w przeliczeniu na kwas szczawiowy, 550 mg witaminy C, 826 mg chlorofili oraz 3,98 g azotanów i 0,86 mg azotynów. Badane w pracy części użytkowe miały, w porównaniu ze szpinakiem nowozelandzkim uprawianym w innym sezonie wegetacyjnym, o około 60% więcej suchej masy, dwukrotnie więcej cukrów, błonnika i kwasów ogółem oraz o 20-40% więcej skrobi, azotu ogółem, popiołu i chlorofili [12]. Natomiast Bąkowski i wsp. [2] dla samej rozety liściowej tego warzywa stwierdzili o około 20% mniej suchej masy, a poziom cukrów i witaminy C był podobny. Z kolei Graham i Ballesteros [8] uzyskali w suchej masie o blisko 30% cukrów więcej, lecz o 20% mniej białka i o 60% mniej skrobi oraz ponad dwukrotnie mniejszą zawartość witaminy C.

Szpinak nowozelandzki charakteryzował się wysoką zawartością azotanów, przekraczającą ponad dwukrotnie maksymalną dopuszczalną zawartość tych związków, ustaloną rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 8 października 1993 r. (Dz.U. 4.XI.1993 r.). Decydujący wpływ na poziom tych związków ma sposób uprawy, a przede wszystkim poziom nawożenia azotowego. Należy jednocześnie zaznaczyć, że w doświadczeniu nawożenie azotowe było dostosowane do wymagań innych warzyw liściowych, w tym przede wszystkim szpinaku zwyczajnego, bowiem nie ma opracowań poświęconych agrotechnice szpinaku nowozelandzkiego. W pracy poziom azotanów nie odbiegał od ilości oznaczanych w szpinaku zwyczajnym. Watanabe i wsp. [25] stwierdzili do 5000 mg azotu azotanowego, a Michalik [16] podaje nawet ponad 5800 mg w 1 kg świeżej masy.

Tabela 1

Poziom wybranych wyróżników fizykochemicznych w świeżym, blanszowanym i mrożonym szpinaku nowozelandzkim.

The level of selected physico-chemical indices in fresh, blanched and frozen New Zealand spinach.

Wyróżniki fizykochemiczne Indexes	Surowiec Raw spinach	Surowiec po blanszowaniu Spinach after blanching		Mrożonka po 9 mies. przechowywania Frozen spinach after 9 months storage		NIR p=0,01 LSD p=0.01
		zawartość level	A	zawartość level	A	
Sucha masa, % Dry matter,	8,72	8,14	-7	7,79	-11	0,217
Cukry ogółem, % Total sugars	0,55	0,36	-35	0,33	-40	0,027
Skrobia, % Starch	0,93	0,90	-3	0,87	-6	0,032
Błonnik pokarmowy, % Fibre	2,7	2,6	-4	2,50	-11	$F_{emp.} < F_t$
Azot ogółem, % Total nitrogen	0,40	0,39	-2	0,38	-5	0,010
Popiół ogółem, % Ash	1,62	1,32	-19	1,30	-20	0,060
Kwasowość ogólna, mg kw. szczawiowego/100 g Total acids, mg oxalic acid/100 g	94	61	-35	41	-56	5,3
Witamina C, mg/100 g Vitamin C	48	25	-48	10	-79	3,6
Chlorofile, mg/100 g Chlorophylls	72	68	-6	60	-7	2,9
Azotany, mg NO ₃ /1 kg Nitrates	3472	2661	-23	2476	-29	82,2
Azotyny, mg NO ₂ /1 kg Nitrites	0,75	0,75	0	1,23	+64	0,117

A - % zmian wskaźnika w odniesieniu do surowca.

A - % changes of index regarding to raw material.

Porównując szpinak nowozelandzki z innymi warzywami liściowymi można stwierdzić, że jego skład chemiczny jest szczególnie zbliżony do rodzimego szpinaku zwyczajnego (*Spinacia oleracea L.*), jak również do szpinaku chińskiego (*Amaranthus tricolor*) czy szpinaku wodnego (*Ipomoea aquatica*) [25, 27, 28]. Rośliny te charakteryzują się podobnym poziomem suchej masy i składników mineralnych, stosunkowo

wysoką zawartością białka, błonnika pokarmowego i kwasu szczawiowego, a przeciętną zawartością witaminy C.

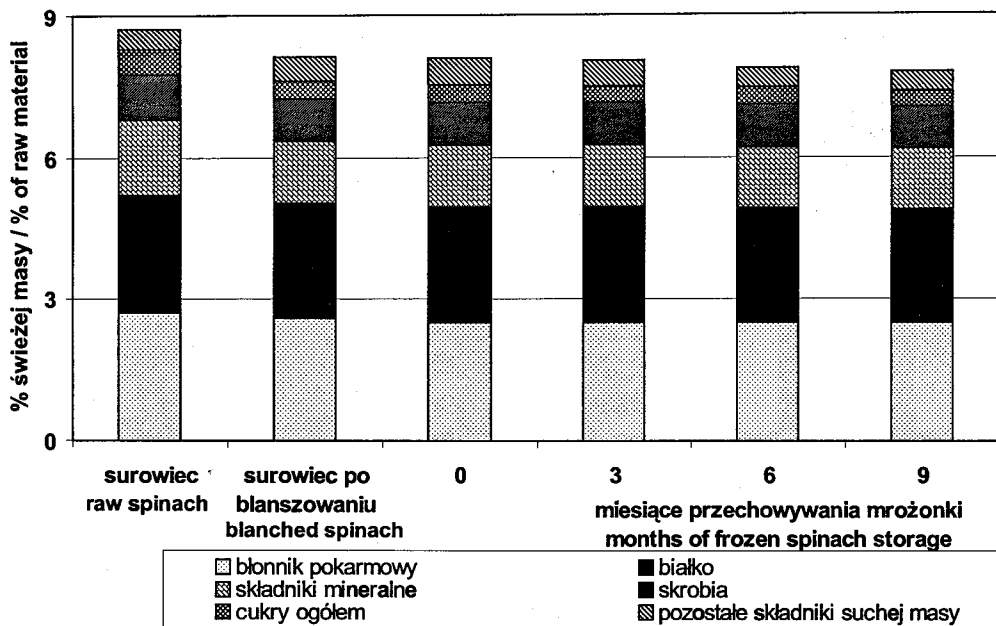
W pracy, do mrożenia przeznaczono liście wraz z pędami o długości nie przekraczającej 15 cm. Zrezygnowano w procesie technologicznym z pracochłonnej czynności oddzielania liści od pędów. Jednak skierowanie do przetwarzania liści wraz z łodygami miało prawdopodobnie wpływ na wartość odżywczą i sensoryczną wyrobu gotowego. Zdaniem Oguchi i wsp. [18], Ottossona [19] oraz Watanabe i wsp. [25], łodygi zawierają z reguły więcej, niż same liście, błonnika pokarmowego, azotanów i azotynów, a mniej cukrów, azotu ogólnego, witaminy C, β -karotenu, chlorofili i szczawianów.

Blanszowanie, z następującym po nim chłodzeniem i rozdrabnianiem materiału, spowodowały istotne zmniejszenie zawartości analizowanych wyróżników fizykochemicznych, za wyjątkiem błonnika pokarmowego i azotynów (tab. 1). Poziom strat w odniesieniu do składników mineralnych, azotanów, a szczególnie kwasów ogółem, cukrów i witaminy C należy uznać za wysoki, bowiem wahał się od 19 do 48%. Ubytki tych składników były przede wszystkim związane z ich przechodzeniem do wody podczas blanszowania i chłodzenia. Część strat powstała także przy rozdrabnianiu surowca po blanszowaniu. Wtedy to nastąpiło pewne, niewielkie oddzielenie soku komórkowego. Przymuszczalnie wówczas zmniejszyła się także zawartość błonnika pokarmowego, bowiem niektóre grubsze włókna zatrzymały się na ślimaku maszyny, w której mielono materiał. Oddzielonych włókien nie dodano z powrotem do próby po rozdrobnieniu. Przymuszczalnie w trakcie rozdrabniania miały miejsce ubytki witaminy C, wskutek większego kontaktu rozdrobnionej tkanki z tlenem. Zanotowane ubytki wymienionych składników nie odbiegają znacząco od wielkości podawanych dla innych warzyw liściowych po blanszowaniu [7, 20]. Ponadto zmniejszenie zawartości azotanów po obróbce przygotowującej materiał do mrożenia o ponad 800 mg na 1 kg materiału, przy niezmiennym poziomie azotynów, należy uznać za zjawisko pożądane.

Zabieg mrożenia w niewielkim stopniu wpłynął na poziom badanych składników, natomiast znacznie większe zmiany nastąpiły w wyniku zamrażalniczego składowania wyrobów gotowych (rys. 1). Bezpośrednio po mrożeniu zaobserwowano nieistotny statystycznie wzrost poziomu suchej masy, cukrów, kwasów ogółem i azotynów odpowiednio o 1%, 6%, 5% i 3%, jak również obniżenie zawartości błonnika pokarmowego o 4%, azotanów o 2% i chlorofili o 4%.

Podczas zamrażalniczego składowania obserwowano nieistotne statystycznie zmniejszenie poziomu skrobi, błonnika pokarmowego, azotu ogólnego i składników mineralnych oraz nieco większe, istotne statystycznie, cukrów i chlorofili (rys. 1, tab. 1). Tych ostatnich składników, w mrożonce po przechowywaniu, było mniej niż w mrożonce bezpośrednio po mrożeniu, odpowiednio o 13% i 7%. W przypadku chlorofili wyraźniejsze ubytki zaznaczyły się w ostatnich 3 miesiącach przechowywania (rys. 2). Niemniej jednak zmniejszenie się poziomu chlorofili o 1,6 mg/100 g produktu w

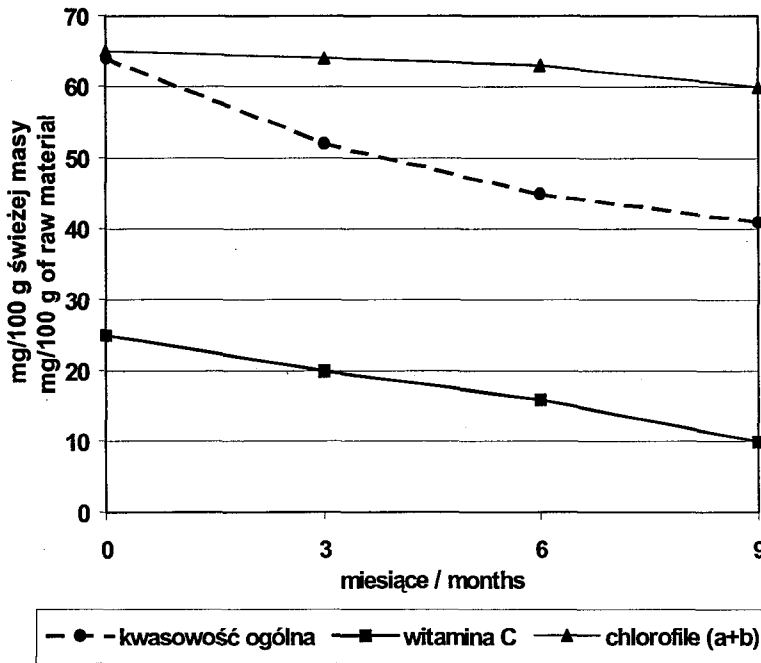
pierwszych 6 miesiącach przechowywania i o dalsze 3,2 mg po kolejnych 3 miesiącach należy uznać za niewielkie i nie mające wpływu na jakość mrożonki. W porównaniu z mrożonym, rozdrobnionym na miążgę szpinakiem zwyczajnym badanym przez Collinsa i wsp. [6], analizowany materiał miał podobną zawartość suchej masy, popiołu i błonnika pokarmowego, natomiast zawierał mniej białka i znacznie mniej cukrów.



Rys. 1. Charakterystyka składu chemicznego świeżego, blanszowanego i mrożonego szpinaku nowozelandzkiego.

Fig. 1. Chemical components characteristic of fresh, blanched and frozen New Zealand spinach.

Zamrażalnicze składowanie w największym stopniu wpłynęło na poziom kwasowości ogólnej (wyrażonej jako zawartość kwasu szczawiowego), witaminy C oraz azotanów i azotynów. Po każdym badanym okresie notowano istotny spadek kwasowości i zawartości witaminy C. Zaobserwowano przy tym, że wraz z wydłużaniem się okresu przechowywania dynamika ubytków zmniejszała się w przypadku kwasów, a zwiększała się w odniesieniu do witaminy C (rys. 2). W pierwszych 3 miesiącach przechowywania zanotowano straty kwasów rzędu 19%, po kolejnych 3 miesiącach dalsze 13% i w ostatnim 3 miesięcznym okresie już tylko 9%. Zawartość witaminy C przez pierwsze 6 miesięcy składowania zmniejszyła się o 36%, równomiernie w czasie, by przez ostatnie 3 miesiące zmaleć o dalsze 37%. Mrożony szpinak nowozelandzki po założonym okresie przechowywania zawierał tylko 10 mg witaminy C w 100 g świeżej masy. Mrożony szpinak zwyczajny także nie jest bogatym źródłem tej witaminy,

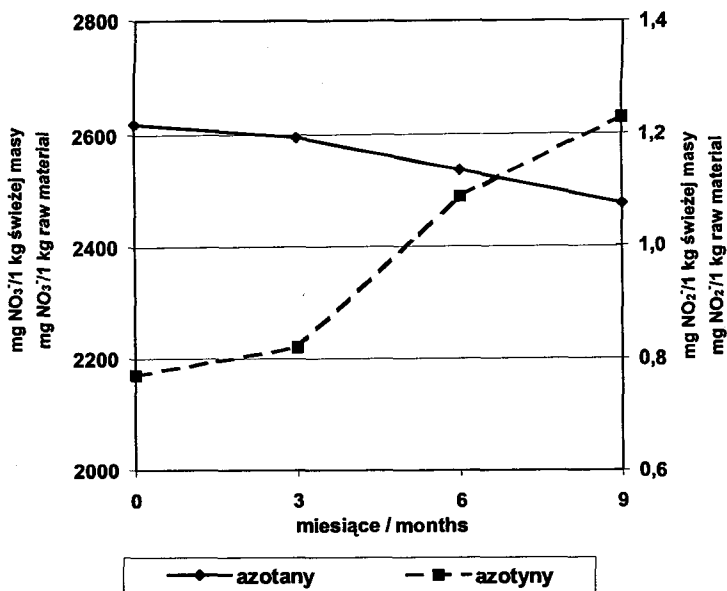


Rys. 2. Zmiany kwasowości ogólnej oraz zawartości witaminy C i chlorofilu (a+b) w trakcie przechowywania mrożonego szpinaku nowozelandzkiego.

Fig. 2. Changes in the level of total acids, vitamin C and chlorophylls (a+b) during the storage of frozen New Zealand spinach.

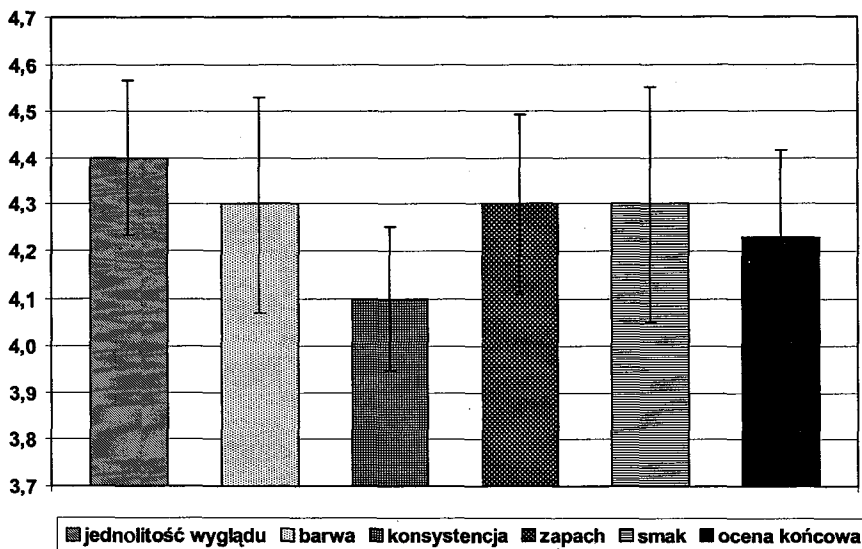
bowiem jej zawartość może kształtować się od 5 do 44 mg w 100 g części jadalnych [5, 23, 24].

W trakcie zamrażalniczego przechowywania obserwowano stopniowy, istotny statystycznie, aczkolwiek niezbyt duży spadek zawartości azotanów oraz wyraźny udowodniony statystycznie wzrost poziomu azotynów (rys. 3). Po 9 miesiącach przechowywania mrożonki stwierdzono o 6% mniej azotanów niż w mrożonce bezpośrednio po jej otrzymaniu. Wzrost poziomu azotynów był szczególnie silny pomiędzy 3 a 6 miesiącem składowania, bowiem wtedy zanotowano 33% przyrost tych związków. Po założonym okresie składowania było o 60% azotynów więcej niż w mrożonce nieprzechowywanej. Mrożone warzywa liściowe mogą zawierać dużo azotanów i azotynów. Markiewicz i wsp. [15] podają, że 1 kg mrożonego szpinaku zwyczajnego zawiera od 200–1000 mg NO_3^- . Bednar i wsp. [3] stwierdzili, że w mrożonym szpinaku poziom azotanów w 1 kg suchej masy może kształtować się, w zależności od sposobu przetwarzania i czasu składowania, od 9,8–17,2 g, a azotynów od 0,013 do 0,030 g. Dla



Rys. 3. Zmiany zawartości azotanów i azotynów w trakcie przechowywania mrożonego szpinaku nowozelandzkiego.

Fig. 3. Changes in the level of nitrates and nitrites during the storage of frozen New Zealand spinach.



Rys. 4. Wyniki oceny sensorycznej w skali 5 punktowej przyrządzonego do spożycia mrożonego szpinaku nowozelandzkiego.

Fig. 4. Results of sensory evaluation in 5-points scale of frozen New Zealand spinach after prepared.

porównania badany mrożony szpinak nowozelandzki zawierał w 1 kg suchej masy 31,8–32,2 g azotanów i 0,009–0,016 g azotynów.

Stoll [22] twierdzi, na podstawie oceny sensorycznej, że liście szpinaku nowozelandzkiego są średnio przydatne do przerobu na mrożonki i zaleca ich blanszowanie przez 4 minuty. W pracy wykazano, że pomimo stosowania 3 minutowego blanszowania jakość sensoryczna była dobra, bowiem ocena końcowa wynosiła 4,23 pkt. w skali 5-punktowej (rys. 4). Wszystkie oceniane cechy uzyskały noty nieco powyżej dobrej. Barwa i konsystencja nie były jednak jednolite. Częstki blaszek liściowych miały ciemnozieloną barwę i miękką konsystencję, podczas gdy częstki łądyg były zielone lub jasno zielone i charakteryzowały się nieco twardszą konsystencją. Zróżnicowanie barwy i konsystencji w próbie nie potraktowano jako wady produktu, a uznano za jego specyfikę. Mrożonka przypominała smakiem szpinak zwyczajny.

Podsumowanie

W pracy wykazano, że szpinak nowozelandzki może być dobrym surowcem do zamrażania. Jednak ze względu na wysoką zawartość azotanów konieczne są dalsze badania w celu opracowania agrotechniki uprawy tego szpinaku, ze szczególnym uwzględnieniem poziomu nawożenia azotowego. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji proponuje się kierować do przetwarzania liście łącznie z pedami oraz zastąpić rozdrabnianie na miazgę, krojeniem. Taki sposób postępowania uprości obróbkę wstępną, uatrakcyjni wygląd potrawy oraz prawdopodobnie zmniejszy straty witaminy C w procesie technologicznym. Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała, że mrożony szpinak nowozelandzki po przygotowaniu do spożycia charakteryzuje się interesującymi walorami, zbliżonymi do szpinaku zwyczajnego.

LITERATURA

- [1] Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 1984. 14th ed.: AOAC, Arlington, Virginia, USA,.
- [2] Bąkowski J., Michalik H., Sienkiewicz M.: Wartości biologiczne niektórych warzyw, rzadziej w Polsce uprawianych. *Biulet. Warzywn.*, **11**, 1970, 250.
- [3] Bednar C.M., Kies C., Carlson M.: Nitrate-Nitrite levels in commercially processed and home processed beets and spinach. *Plant Foods for Human Nutr.*, **41**, 1991, 262.
- [4] Brooker S.G.: Food and beverages from NZ native plants. *Food Technol. In New Zealand*, **7**, 1986, 30.
- [5] Carballido P.A., Fuentes E.M.: Vitamina C en vegetables congelados. *Anal. Bromatol.*, **30**, 1978, 2, 99.
- [6] Collins J.L., Abdalla M.O., Schoenemann D.R.: PH and proximate composition of selected frozen, commercially processed vegetables. *Tennessee Farm and Home Sci.*, **170**, 1994, 32.

- [7] El-Sherbiny G.A., Rizk S.S., El-Shiaty M.M.: The effect of different methods of blanching on the quality attributes of frozen spinach. *Eg. J. Food Sci.*, **1**, 1986, 75.
- [8] Graham H.D., Ballesteros M.: Effect of plant growth regulators on plant nutrients. *J. Food Sci.*, **45**, 1980, 502.
- [9] Haase P.: Potential plant genetic resources of the New Zealand flora. *Economic Botany*, **44**, 1990, 503.
- [10] ISO/6557/2. Fruits, vegetables and derived products – Determination of ascorbic acid content. Part 2: Routine methods. 1984.
- [11] ISO/6635. Fruits, vegetables and derived products – Determination of nitrite and nitrate content – Molecular absorption spectrophotometric method. 1984.
- [12] Jaworska G., Kmiecik W.: Effect of the date of harvest on the selected traits of the chemical composition of spinach (*Spinacia oleracea* L.) and New Zealand spinach (*Tetragonia expansa* Murr.). *Acta Agraria et Silviculturae*, s. *Agraria*, **37**, 1999, 15.
- [13] Kays S.J.: Production of New Zealand spinach (*Tetragonia expansa* Murr.) at high plant densities. *J. Hort. Sci.*, **50**, 1975, 135.
- [14] Kmiecik W., Jaworska G.: Effect of growing methods of New Zealand spinach on its yield and pattern of harvests. *Folia Horticul.*, **11**, 1999, 75.
- [15] Markiewicz R., Omieljaniuk N., Pawłowska I., Witkowska A., Borawska M.: Zawartość azotanów i azotynów w mrożonkach warzywnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, **28**, 1995, 119.
- [16] Michalik H.: Zawartość azotanów w warzywach w zależności od gatunku i odmiany. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo*, **3**, 1996, 15.
- [17] Nowotny F.: Skrobia. WNT, Warszawa, 1969
- [18] Oguchi Y., Weerakkody W.A.P., Tanaka A., Nakazawa S., Ando T.: Varietal differences of quality related compounds in leaves and petioles of spinachs grown at two locations. *Bul. of the Hiroshima Prefectural Agric. Res. Center*, **64**, 1996, 7, 1.
- [19] Ottosson L.: Changes in ascorbic acid in vegetables during the day and after harvest. *Acta Horticul.*, **93**, 1979, 435.
- [20] Park S.S., Jong M.S., Lee K.H.: Effect of blanching on the chemical composition of the spinach grown in winter greenhouse. *J. Korean Soc. Food and Nutr.*, **1**, 1994, 62.
- [21] Rutkowska U.: Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa 1981.
- [22] Stoll K.: Versuchsergebnisse bei der Gefrierkonservierung von Gemusearten. *Schweizerische Landwirtschaft - Schoftuche Forschung*, **9**, 1970, 327.
- [23] Vanderslice J.T., Higgs D.J.: Vitamin C content of foods: sample variability. *Am. J. Clin. Nutr.*, **54**, 1991, 1323S.
- [24] Vanderslice J.T., Higgs D.J., Hayes J.M., Block G.: Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of foods-as-eaten. *J. Food Comp. and Anal.*, **3**, 1990, 2, 105.
- [25] Watanabe Y., Uchiyama F., Yoshida K.: Compositional changes in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in the summer and in the fall. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **62**, 1994, 889.
- [26] Wettstein D.: Chlorophyll-letale un der submikroskopische Formwechsel der Plastiden. *Exp. Cell Res.*, **12**, 1957, 427.
- [27] Wills R.B.H., Lim J.S.K., Greenfield H.: Composition of Australian foods. 32. Leafy, stem and other vegetables. *Food Technol. in Australia*, **38**, 1986, 10, 416.
- [28] Wills R.B.H., Wong A.W.K., Scriven F.M., Greenfield H.: Nutrient composition of chinese vegetables. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 1984, 413.

THE VALUE OF NEW ZEALAND SPINACH FOR FREEZING

Summary

Frozen products of New Zealand spinach were prepared from leaves and young shoots not exceeding 15 cm. In the material blanched in water and reduced to a pulp the content of physico-chemical components was by 3–48% smaller than in the raw material. The content of the investigated components was to a small degree affected by freezing, greater changes having been observed during the storage of frozen products. In the entire technological process the greatest losses, varying from 20–79%, concerned mineral components, nitrates, sugars, total acids, and vitamin C. At the same time the level of nitrites increased. The sensory quality of the product was good, approximating that of common spinach. ❖