

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH SKŁADNIKÓW AZOTOWYCH W ŚWIEŻEJ I MROŻONEJ KAPUŚCIE BRUKSELSKIEJ

Piotr Gębczyński

Streszczenie: Oceniano zmiany zawartości azotu ogółem i azotu białkowego, azotanów i azotynów oraz suchej masy w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej z uwzględnieniem podziału materiału na grupy wielkości. Wraz ze zwiększaniem się wielkości główek zawartość suchej masy w kapuście brukselskiej obniżała się. W odniesieniu do świeżej masy zmniejszał się poziom azotu ogółem, zawartość azotu białkowego pozostawała bez zmian a ilość azotanów rosła. Na skutek blanszowania obniżył się poziom suchej masy, w tym także azotu ogółem i azotanów, zwiększyła się natomiast koncentracja azotu białkowego. Zamrażanie nie spowodowało zmian w obrębie analizowanych składników, a po 6 miesiącach przechowywania mrożonki odnotowano istotny spadek zawartości azotanów. Zarówno w surowcu, jak i w gotowym produkcie nie stwierdzono obecności azotynów.

Słowa kluczowe: kapusta brukselska, mrożenie, azot ogólny, azot białkowy, azotany

WSTĘP

Jedną z najbardziej cenionych roślin krzyżowych, ze względu na cechy smakowe i wartość odżywczą, jest kapusta brukselska. Wśród najważniejszych jej składników należy wymienić witaminę C, składniki mineralne i błonnik [Kmiećnik i Domagała 1986, Klimczak i Irzyniec 2001]. Warzywo to w stanie świeżym zawiera również znaczące ilości glukozyzolanów, które mogą potencjalnie oddziaływać przeciwko niektórym rodzajom raka [Fahey i Stephenson 1999, Hrnčičik i Velišek 2001]. W składzie chemicznym kapusty brukselskiej na uwagę zasługuje również wysoka zawartość białka ogółem, która w suchej masie produktu może wahać się od 20 do 31% [Produkty spożywcze... 1990]. Określenie zawartości białka ogółem nie jest w pełni miarodajne dla charakterystyki rzeczywistej zawartości substancji białkowych w badanym materiale, gdyż obejmuje ono również te związki azotowe, które nie są składnikami białek, takie jak wolne aminokwasy, aminy, mocznik [Braaksmā i Schaap 1996, Gomes i Rosa 2000]. W literaturze brak jest przy tym danych mówiących o rzeczywistej zawartości substancji białkowych w kapuście brukselskiej.

Pomimo walorów odżywczych, udział kapusty brukselskiej w uprawie i spożyciu w Polsce jest ciągle na niedostatecznym poziomie. Należy przy tym zaznaczyć, że jest to warzywo, które dobrze nadaje się do wielu gałęzi przetwórstwa, a przede wszystkim do mrożenia [Bąkowski 1986, Kmiecik i Domagała 1986, Rutkowska 1997]. W produkcji mrożonek, ze względu na prawidłowy dobór parametrów blanszowania oraz zamrażania, a także z uwagi na estetykę wyglądu gotowego produktu główki kapusty brukselskiej powinny być kalibrowane na wielkość.

Celem przedstawionej pracy była ocena zmian zawartości suchej masy, azotu ogółem i azotu białkowego oraz azotanów i azotynów w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej z uwzględnieniem podziału materiału na grupy wielkości.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym była kapusta brukselska odmiany Boxer, która jest średnio-późną odmianą mieszańcową hodowli holenderskiej. Kapustę uprawiano na polu doświadczalnym, zlokalizowanym na zachodnich obrzeżach Krakowa, na glebie brunatnej właściwej wytworzonej z utworów lessowych o składzie mechanicznym pyłu ilastego. Uprawę prowadzono w drugim roku po nawożeniu obornikiem. Zastosowane nawożenie mineralne uwzględniało wcześniej przeprowadzoną analizę gleby. Nawozy potasowe i fosforowe dawkowano jesienią w roku poprzedzającym uprawę oraz przed wysadzeniem rozsady w porcjach odpowiednio po 50 i 100 kg K_2O /ha oraz po 30 i 50 kg P_2O_5 /ha. Nawożenie azotowe przeprowadzono dwukrotnie po 40 kg N/ha, przed wysadzeniem rozsady i pogłównie. Rozsadę wysadzono do gruntu w rozstawie 60 x 50 cm. Zakres temperatur i rozkład opadów odpowiadał wymaganiom kapusty brukselskiej dla normalnego wzrostu. Zbiór surowca wykonano jednorazowo pod koniec września 1999 roku.

Obróbka wstępna kapusty brukselskiej przed mrożeniem polegała na przycięciu głąba, usunięciu zbędnych liści zewnętrznych oraz podzieleniu surowca na trzy grupy wielkości, tj. główki o średnicy 15-20 mm (I), 20-25 mm (II) i 25-30 mm (III). Po umyciu główki kapusty zblanszowano w wodzie o temperaturze 96-98°C w ciągu 2,5 min (I), 3,5 min (II) i 4,5 min (III). Po blanszowaniu i schłodzeniu w zimnej wodzie surowiec ociekał na sicie przez 30 min. Mrożenie przeprowadzono w komorze owiewowej Feutron 3626-51, w temp. -35°C przez 60 min (I), 70 min (II) lub 80 min (III). Zamrożony produkt pakowano do woreczków z folii polietylenowej i przechowywano przez 6 miesięcy w komorze zamrażalniczej w temperaturze -26 ÷ -28°C.

Analizy składu chemicznego obejmowały oznaczenie zawartości suchej masy metodą wagową i azotu ogółem metodą Kjeldahla [Association... 1984], azotu białkowego metodą z zastosowaniem wytrącania substancji białkowych roztworem kwasu trichlorooctowego (TCA), o końcowym stężeniu 5%, a następnie oznaczeniu w otrzymanym osadzie azotu metodą Kjeldahla oraz azotanów i azotynów [Fruits... 1984]. Ocenie poddano surowiec świeży, surowiec po blanszowaniu oraz mrożonkę po zamrożeniu i po 3 oraz 6 miesiącach zamrażalniczego składowania. W celu wykazania zróżnicowania zarówno pomiędzy rodzajem części użytkowej, jak i stopniem przetworzenia pod względem zawartości oznaczanych składników w główkach kapusty, przeprowadzono analizę wariancji opierając się na teście F Snedecora i teście t Studenta dla poziomu prawdopodobieństwa błędu α 0,01.

WYNIKI I DISKUSJA

W analizowanej kapuście brukselskiej zawartość suchej masy malała wraz ze wzrostem średnicy główek od 13,86 do 13,09 g/100 g (tab. 1). Do istotnych czynników warunkujących poziom tego wyróżnika w surowcu zalicza się odmianę [Kmieciak i Domagała 1986, Rutkowska 1997] oraz termin zbioru i związaną z tym długość wegetacji [Everaarts i Van Beusichem 1998]. W procesie technologicznym zamrażania warzyw niezbędne jest zastosowanie blanszowania, które ma na celu inaktywację enzymów rodzimych surowca. Ze względu na wymywanie niektórych składników oraz wchłanianie wody przez tkankę roślinną, w trakcie blanszowania poziom suchej masy ulega obniżeniu [Selman i Rolfe 1982]. W ocenianej kapuście brukselskiej odnotowano istotne obniżenie zawartości suchej substancji wynoszące 12-15%. We wcześniejszych badaniach nad przydatnością tego warzywa do przetwórstwa odnotowywano ubytki sięgające 14-26% [Bąkowski 1986, Kmieciak i Domagała 1986]. Jak podają Kmieciak i Domagała [1986] mniejszych strat można oczekiwać podczas przetwarzania tych odmian kapusty brukselskiej, które wytwarzają bardziej zwarte główki. W dalszych etapach procesu technologicznego, w trakcie mrożenia a następnie podczas przechowywania mrozonek, zawartość suchej masy w materiale może zwiększać się na skutek ususzkii. W ocenianej kapuście brukselskiej zjawisko to wystąpiło w niewielkim nasileniu, gdyż obserwowany przyrost suchej masy nie przekroczył 3%.

Tabela 1. Zawartość suchej masy w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej, g/100 g
Table 1. Contents of dry matter in fresh and frozen Brussels sprouts, g/100 g

Wielkość główek Diameter of buds mm	Surowiec Raw material	Surowiec po blanszowaniu Blanched buds	Mrożonka po zamrożeniu Frozen buds	Mrożonka po składowaniu przez okres Frozen buds after storage		Średnia Mean
				3 mies./months	6 mies./months	
				15 - 20	13,86	
20 - 25	13,69	11,77	11,84	11,86	11,93	12,22
25 - 30	13,09	11,10	11,22	11,24	11,30	11,59
Średnia Mean	13,55	11,71	11,81	11,87	11,97	
NRI $\alpha = 0,01$ dla:					0,033	
– wielkości główek (I)					0,043	
– stopnia przetworzenia (II)					0,052	
– I x II						
LSD $\alpha = 0,01$ for:					0,033	
– diameter of buds (I)					0,043	
– stage of processing (II)					0,052	
– I x II						

W świeżej brukselce ogólna zawartość azotu w główkach najmniejszych i średniej wielkości była na zbliżonym poziomie 0,76-0,77 g w 100 g świeżej masy, natomiast w główkach największych obniżyła się do 0,74 g. W odniesieniu do suchej masy obserwowano systematyczny przyrost zawartości tego składnika wraz ze zwiększającą się średnicą główek (tab. 2). W badaniach holenderskich [Everaarts i in. 1988, Everaarts i Van Beusichem 1998] zwrócono uwagę na istnienie związku pomiędzy wzrostem zawartości azotu i obniżaniem się koncentracji suchej masy w surowcu, co może czynić

Tabela 2. Zawartość azotu ogółem w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej
 Table 2. Content of total nitrogen in fresh and frozen Brussels sprouts

Wielkość główek Diameter of buds, mm	Surowiec Raw material	Surowiec po blanszowaniu Blanched buds	Mrożonka po zamrożeniu Frozen buds	Mrożonka po składowaniu przez okres Frozen buds after storage		Średnia Mean	
				3 mies./months	6 mies./months		
				15 - 20	a		0,76
	b	5,52	5,52	5,58	5,68	5,69	5,60
20 - 25	a	0,77	0,67	0,66	0,67	0,68	0,69
	b	5,57	5,69	5,57	5,64	5,72	5,64
25 - 30	a	0,74	0,64	0,62	0,63	0,63	0,65
	b	5,61	5,77	5,53	5,60	5,58	5,62
Średnia Mean	a	0,76	0,66	0,66	0,67	0,68	
	b	5,57	5,66	5,56	5,64	5,66	
NRI $\alpha = 0,01$ dla:				św. m./fm	s. m./dm		
– wielkości główek/diameter of buds (I)				0,006	0,054		
– stopnia przetworzenia/stage of processing (II)				0,008	0,070		
– I x II				0,010	0,086		
LSD $\alpha = 0,01$ for:				św. m./fm	s. m./dm		
– wielkości główek/diameter of buds (I)				0,006	0,054		
– stopnia przetworzenia/stage of processing (II)				0,008	0,070		
– I x II				0,010	0,086		

a – g/100 g św.m.

b – g/100 g s.m.

a – g/100 g f.m. (fresh matter)

b – g/100 g d.m. (dry matter)

go bardziej podatnym na uszkodzenia w trakcie zamrażania, a przez to mniej przydatnym do takiego kierunku przetwórstwa. Korzystając ze współczynnika przeliczeniowego 6,25, zawartość azotu można wyrazić ilością białka ogółem, która w ocenianej kapuście wynosiła średnio 4,8 g/100 g świeżej masy i 34,8 g/100 g suchej masy. W literaturze podawany jest szeroki przedział zawartości białka surowego, zależny od takich czynników jak odmiana czy warunki uprawy, wynoszący 2,8-5,2 g/100 g świeżej masy [Lukovnikova 1973, Rutkowska 1997, Everaarts i Van Beusichem 1998]. Biorąc pod uwagę także wyniki uzyskane w pracy można stwierdzić, że kapusta brukselska stanowi dobre źródło tego składnika. Więcej białka wśród warzyw mają tylko warzywa strączkowe. W ocenianym materiale azot białkowy stanowił 0,38-0,39 g w 100 g świeżej masy i 2,74-2,98 g w 100 g suchej masy, przy czym w tym ostatnim przypadku obserwowano wzrost jego zawartości wraz ze zwiększaniem się wielkości główek (tab. 3). W przeliczeniu azotu azotu białkowego na białko wartości te wynoszą średnio 2,4 g/100 g świeżej masy i 17,8 g/100 g suchej masy główek. Z kolei udział procentowy azotu białkowego w azocie ogółem zawierał się w przedziale 50-53% i praktycznie nie był zależny ani od wielkości główek, ani od sposobu przedstawienia wyników. W literaturze brak jest szerszych danych dotyczących omawianego składnika w kapuście brukselskiej.

Tabela 3. Zawartość azotu białkowego w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej
 Table 3. Contents of protein nitrogen in fresh and frozen Brussels sprouts

Wielkość główek Diameter of buds, mm	Surowiec Raw material	Surowiec po blanszowaniu Blanched buds	Mrożonka po zamrożeniu Frozen buds	Mrożonka po składowaniu przez okres Stored frozen buds, after		Średnia Mean	
				3 mies./months	6 mies./months		
				św. m./fm	s. m./dm		
15 - 20	a	0,38	0,44	0,45	0,44	0,46	0,43
	b	2,74	3,59	3,64	3,52	3,65	3,43
20 - 25	a	0,39	0,44	0,43	0,44	0,43	0,43
	b	2,85	3,74	3,61	3,71	3,66	3,51
25 - 30	a	0,39	0,43	0,40	0,42	0,41	0,41
	b	2,98	3,87	3,54	3,74	3,60	3,55
Średnia Mean	a	0,39	0,44	0,43	0,43	0,43	
	b	2,86	3,73	3,60	3,66	3,64	
NRI $\alpha = 0,01$ dla:				św. m./fm	s. m./dm		
– wielkości główek (I)				0,007	0,056		
– stopnia przetworzenia (II)				0,010	0,072		
– I x II				0,012	0,088		
LSD $\alpha = 0,01$ for:				św. m./fm	s. m./dm		
– diameter of buds (I)				0,007	0,056		
– stage of processing (II)				0,010	0,072		
– I x II				0,012	0,088		

a – g/100 g św.m.

b – g/100 g s.m.

a – g/100 g f.m. (fresh matter)

b – g/100 g d.m. (dry matter)

W trakcie hydrotermicznego blanszowania następuje częściowe wylugowanie z tkanki roślinnej substancji rozpuszczalnych w wodzie takich, jak cukry, witaminy, składniki mineralne oraz rozpuszczalne związki azotowe [Kempf i in. 1976, Selman i Rolfe 1982]. Blanszowanie brukselki spowodowało 11-14-procentowe obniżenie zawartości azotu ogółem w odniesieniu do świeżej masy, przy czym największe zmiany odnotowano w główkach największych. W odniesieniu do suchej masy wielkość tych strat nie przekroczyła 4%. W wyniku ubytków w obrębie rozpuszczalnych substancji azotowych oraz innych rozpuszczalnych składników suchej substancji zawartość azotu białkowego istotnie zwiększyła się przeciętnie do poziomu 0,44 g/100 g świeżej masy i 3,73 g/100 g suchej masy. Wzrósł również udział azotu białkowego w azocie ogółem do 66% średnio dla wszystkich grup wielkości główek.

Mrożenie, a następnie przechowywanie mrozonek spowodowało dalsze, niewielkie obniżenie poziomu azotu ogółem w odniesieniu do świeżej masy, z wyjątkiem główek najmniejszych. Natomiast w przeliczeniu na suchą masę w każdym przypadku obserwowano wzrost tej formy azotu. Porównując zaś produkt po 6 miesiącach składowania z produktem bezpośrednio po zamrożeniu zanotowano na ogół wzrost omawianego składnika, zarówno dla świeżej, jak i dla suchej masy. Podobną prawidłowością charakteryzowała się zawartość azotu białkowego w mrożonce po zamrożeniu i po przechowywaniu. Nasilenie omawianych zmian w obydwu formach azotu było praktycznie

jednakowe, gdyż udział azotu białkowego w azocie ogółem po przechowywaniu wyniósł 64%. Badania nad innymi gatunkami warzyw również nie wykazały wpływu zamrażania na zawartość związków składających się na azot ogółem [Krotov i Fedjunina 1974, Gębczyński 1995].

Ze względu na wartość odżywczą żywności, do ważnych substancji azotowych występujących w warzywach zalicza się azotany i azotyny. Substancje te z uwagi na możliwość toksycznego oddziaływania są niepożądane w diecie. W ocenianej kapuście brukselskiej nie wykazano jednak obecności azotynów i to zarówno w surowcu, jak i w mrożonkach. Natomiast poziom azotanów w świeżym materiale pozostawał w zależności od wielkości główek i zwiększał się wraz ze wzrostem ich średnicy, od 86,2 mg w grupie 15-20 mm do 148,2 mg NO_3^-/kg świeżej masy w grupie 25-30 mm (tab. 4). Podobne tendencje w zmianie koncentracji tego składnika wraz ze wzrostem wielkości główek obserwowali Lisiewska i Kmiecik [1989]. Wykazana zawartość azotanów, która pozostaje w zgodzie z wcześniejszymi badaniami innych autorów [Lisiewska i Kmiecik 1989, Rutkowska 1997, Siomos i Dogras 1999], pozwala zaliczyć kapustę brukselską do grupy warzyw najslabiej kumulujących azotany, dla której w Polsce przewidziano granicę 200 mg NO_3^- w 1 kg świeżego produktu [Rozporządzenie... 2001].

Tabela 4. Zawartość azotanów w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej
Table 4. Contents of nitrates in fresh and frozen Brussels sprouts

Wielkość główek Diameter of buds, mm	Surowiec Raw material	Surowiec po blanszowaniu Blanched buds	Mrożonka po zamrożeniu Frozen buds	Mrożonka po składowaniu przez okres Frozen buds after storage		Średnia Mean	
				3 mies./monts	6 mies./months		
				15 - 20	a		86,2
	b	622	636	612	580	510	592
20 - 25	a	101,3	91,2	89,4	84,7	74,3	88,2
	b	740	774	755	714	623	721
25 - 30	a	148,2	133,0	129,1	121,6	107,3	127,8
	b	1132	1198	1150	1081	950	1102
Średnia Mean	a	111,9	100,7	98,1	93,0	82,1	
	b	831	869	839	792	694	
NRI $\alpha = 0,01$ dla:					św. m./fm	s. m./dm	
– wielkości główek (I)					3,48	28,2	
– etapu przetwarzania (II)					4,49	36,4	
– I x II					ns	ns	
LSD $\alpha = 0.01$ for:					św. m./fm	s. m./dm	
– diameter of buds (I)					3,48	28,2	
– stage of processing (II)					4,49	36,4	
– I x II					ns	ns	

a – w mg/1 kg św.m.
b – w mg/1 kg s. m.
a – mg/1 kg f.m. (fresh matter)
b – mg/1 kg d.m. (dry matter)

Blanszowanie przyczyniło się do obniżenia zawartości azotanów w odniesieniu do świeżej masy surowca. Ubytki te praktycznie nie zależały od wielkości główek i wynosiły 9,5-10,3%. Obserwowano przy tym niewielki przyrost ilości tego składnika w stosunku do suchej masy surowca, który mógł być spowodowany większymi ubytkami pozostałych składników rozpuszczalnych. Przedstawione zmiany azotanów w trakcie blanszowania brukselki były mniejsze niż obserwowane przez innych autorów. Lisiewska i Kmiecik [1989] zauważyli, że ubytki były tym większe im więcej azotanów zawierał surowiec wyjściowy i określili je na poziomie 37%, natomiast Niedzielski i Mokrosińska [1992] również w przypadku brukselki odnotowali ubytki wynoszące 47%.

Po zamrożeniu kapusty brukselskiej oraz w ciągu 6 miesięcy składowania obserwowano systematyczny spadek koncentracji azotanów, który wyniósł średnio dla badanych grup wielkości główek 17% zarówno w świeżej, jak i w suchej masie. Dane literaturowe dotyczące przetwórstwa warzyw nie są zgodne co do wpływu omawianego sposobu konserwowania na zawartość azotanów. W mrożonej i przechowywanej marchwi obserwowano ubytki tych związków sięgające 48% [Międzobrodzka i in. 1992]. W innych badaniach dotyczących marchwi, a także w burakach liściowych stwierdzono ubytki nie przekraczające 10% [Wilska-Jeszka i in. 1985, Gębczyński i in. 1999]. Natomiast w mrożonych brokułach wykazano nawet 2-3 krotny wzrost ilości azotanów [Huarte-Mendicoa i in. 1997]. Janicki i in. [1970] i Lisiewska [1985] prowadząc badania nad szpinakiem i brokułami obserwowali spadek zawartości tego składnika wówczas gdy surowiec do mrożenia był zasobny w azotany, a przy małej ich zawartości wykazywali na ogół jego wzrost. Na taką prawidłowość w pewnym stopniu może mieć wpływ woda stosowana w całej obróbce wstępnej warzyw. Dlatego staranne badanie jakości wody technologicznej jest jednym z koniecznych warunków uzyskania gwarancji bezpieczeństwa produktu [Huarte-Mendicoa i in. 1997].

PODSUMOWANIE

Wraz ze zwiększaniem się wielkości główek kapusty brukselskiej zawartość suchej masy obniżała się. Jednocześnie, w odniesieniu do świeżej masy, zmniejszał się poziom azotu ogółem. Zawartość azotu białkowego pozostawała bez zmian, a ilość azotanów rosła. Na skutek blanszowania nastąpiły ubytki w suchej substancji, w tym także w azocie ogółem i w azotanach. Zwiększyła się natomiast koncentracja azotu białkowego. W rezultacie udział azotu białkowego w azocie ogółem zwiększył się z 50 do 66%. Zamrażanie kapusty brukselskiej nie spowodowało dalszych znaczących zmian w obrębie analizowanych substancji azotowych. Z kolei po 6 miesiącach przechowywania mrożonki wzrósł poziom suchej masy oraz odnotowano istotny spadek zawartości azotanów. Ani zamrażanie, ani składowanie mrożonki nie wpłynęło zasadniczo na zmianę relacji między azotem białkowym i ogólnym. Zarówno w surowcu świeżym, jak i gotowym produkcie nie stwierdzono wykrywalnych ilości azotanów.

PIŚMIENNICTWO

- Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 1984. 14th ed. AOAC Arlington, Virginia USA.
- Bąkowski J., 1986. Badania nad przydatnością kapusty brukselskiej do mrożenia. Biul. Warzywn., 29, 247-269.
- Braaksma A., Schaap D.J., 1996. Protein analysis of the common mushroom *Agaricus bisporus*. Postharv. Biotechnol. Technol., 7, 119-127.
- Everaarts A.P., Booij R., De Moel C.P., 1998. Yield formation in Brussels sprouts. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73, 711-721.
- Everaarts A.P., Van Beusichem M.L., 1998. The effect of planting date and plant density on nitrogen uptake and nitrogen harvest by Brussels sprouts. J. Hort. Sci. Biotechnol., 73, 704-710.
- Fahey J.W., Stephenson K., 1999. Cancer chemoprotective effects of cruciferous vegetables. Hort. Sci., 34, 1159-1163.
- Fruits, vegetables and derived products. Determination of nitrite and nitrate content. Molecular absorption spectrophotometric method. 1984. ISO/6635.
- Gębczyński P., Kmiecik W., Lisiewska Z., 1999. Wpływ terminu zbioru oraz mrożenia i przechowywania mrożonek z buraka liściowego na zawartość azotanów i azotynów. Bromat. Chem. Toksykol., 32, 81-85.
- Gębczyński P., 1995. Wpływ stopnia dojrzałości nasion na wartość odżywczą i przydatność technologiczną bobu. Zesz. Nauk. AR Krak. Technol. Żywn., 7, 43-54.
- Gomes M.H., Rosa E., 2000. Free amino acid composition in primary and secondary inflorescences of 11 broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cultivars and its variation between growing seasons. J. Sci. Food Agric., 81, 295-299.
- Hrnčířik K., Velišek J., 2001. Bioaktywne składniki roślin kapustnych – glukozynolany. Przem. Spoż., 55 (1), 20-21.
- Huarte-Mendicoa J.C., Astiasaran I., Bello J., 1997. Nitrate and nitrite levels in fresh and frozen broccoli. Effect of freezing and cooking. Food Chem., 58, 39-42.
- Janicki J., Miklaszewska-Gawęcka J., Urbanowicz M., 1970. Wpływ blanszowania na zmiany zawartości azotanów i azotynów w różnych odmianach szpinaku. Roczn. WSR Pozn., 47, 89-94.
- Kempf W., Fehn K.H., Bergthaller W., 1976. Veranderungen des Rohprotein und Reinprotein gehaltes während der Verarbeitung von Kartoffeln zu Trocken spiesekartoffeln. Potat. Res., 19, 357-370.
- Klimczak J., Irzyniec Z., 2001. Szybkość degradacji witaminy C w kapuście brukselskiej mrożonej różnymi metodami. Chłodnictwo, 36 (6), 40-42.
- Kmiecik W., Domagała F., 1986. Przydatność kilku odmian kapusty brukselskiej do produkcji konserw apertyzowanych i mrożonek. Biul. Warzywn., 29, 231-246.
- Krotov E.G., Fedjunina N.A., 1974. Azotistye vieščestwa ovoščej podviergnutyh zamoroživanju i chranienju. Izv. Vyš. Učeb. Zaved. Pišč. Technol., 6, 130-132.
- Lisiewska Z., Kmiecik W., 1989. Zawartość azotanów i azotynów w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej. Bromat. Chem. Toksykol., 22, 115-120.
- Lisiewska Z., 1985. Określenie optymalnego sposobu i parametrów blanszowania brokuła włoskiego przeznaczonego do mrożenia. Zesz. Nauk. AR Krak., 1, 119-129.
- Lukovnikova G.A., 1973. Tipy i zmiečnosti chimičeskovo sostava u raznyh vidov kapusty. Tr. Prikl. Bot. Gen. Sel., 49, 162-168.
- Międzobrodzka A., Leszczyńska T., Krawontka J., 1992. Zmiany poziomu azotanów i azotynów w procesie zamrażalniczego składowania marchwi. Bromat. Chem. Toksykol., 25, 337-341.
- Niedzielski Z., Mokrosińska K., 1992. Zmiany zawartości azotanów (NO_3^-) i azotynów (NO_2^-) podczas zamrażalniczego przechowywania wybranych warzyw. Przem. Spoż., 46 (2), 46-49.
- Produkty spożywcze. Skład i wartość odżywcza. 1990. Red. M. Łoś-Kuczera. Pr. IZZ, 54, Warszawa.

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie wykazu dopuszczalnych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń mogących znajdować się w środkach spożywczych lub używkach. 2001. Dz. U. Nr 9, poz. 72.
- Rutkowska G., 1997. Przydatność nowych odmian kapusty brukselskiej do zamrażalnictwa. *Chłodnictwo*, 32, 40-42.
- Selman J.D., Rolfe E.J., 1982. Effect of water blanching on pea seeds. II. Changes in vitamin content. *J. Food Technol.*, 17, 219-234.
- Siomos A.S., Dogras C.C., 1999. Nitrates in vegetables produced in Greece. *J. Veg. Crop Prod.*, 5, 3-13.
- Wilska-Jeszka J., Stasiak A., Buczek S., Choduń J., 1985. Wpływ procesów technologicznych na zmiany poziomu azotanów i azotynów w marchwi. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 3, 22-24.

CONTENTS OF SELECTED NITROGENOUS SUBSTANCES IN THE FRESH AND FROZEN BRUSSELS SPROUTS

Abstract: The aim of the present work was the comparison of total and protein nitrogen, nitrates, nitrites and dry matter in fresh and frozen Brussels sprouts. Contents of dry matter and total nitrogen decreased, and nitrates increased with increasing diameter of fresh buds while content of protein nitrogen was unchanged. After blanching the level of dry matter, total nitrogen and nitrates decreased while protein nitrogen increased. Freezing of Brussels sprouts had no effect on the analysed components but after six-month storage significant decrease of nitrates was found. There were no nitrites in the raw material and in the frozen products.

Key words: Brussels sprouts, freezing, total nitrogen, protein nitrogen, nitrates

*P. Gębczyński, Katedra Surowców i Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego, Akademia Rolnicza w Krakowie, ul. Podłużna 3, 30-239 Kraków
e-mail: rrgbczy@cyf-kr.edu.pl*