

ARKADIUSZ TELESIŃSKI, MONIKA GRZESZCZUK, DOROTA JADCAK,
GABRIELA WYSOCKA, MIROSLAW ONYSZKO

OCENA ZMIAN ZAWARTOŚCI AZOTANÓW(V) W WYBRANYCH ZIOŁACH PRZYPRAWOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU ICH UTRWALENIA I CZASU PRZECHOWYWANIA

Streszczenie

Celem pracy było określenie zawartości azotanów(V) w świeżych ziołach przyprawowych: bazylii pospolitej (*Ocimum basilicum* L.) odmiany 'Wala', cząbry ogrodowego (*Satureja hortensis* L.), bylicy estragon (*Artemisia dracuncululus* L.), lubczyka ogrodowego (*Levisticum officinale* L.), lebidki pospolitej (*Origanum vulgare* L.) oraz tymianku pospolitego (*Thymus vulgaris* L.) i po ich utrwaleniu za pomocą suszenia w temperaturze 30 - 35 °C i zamrażania w temperaturze -25 °C. W świeżym materiale roślinnym oraz w surowcu po utrwaleniu i przechowywaniu przez 60, 120, 180 i 240 dni oznaczono zawartość azotanów(V) metodą kolorymetryczną.

Stwierdzono, że istotnie największą zawartością NO_3^- w świeżym ziele charakteryzowały się: bazylia pospolita i lebidka pospolita, a najmniejszą – ziele tymianku pospolitego. Bezpośrednio po zamrożeniu nastąpiło zmniejszenie koncentracji NO_3^- we wszystkich gatunkach ziół. Podobna tendencja dotyczyła bazylii, lebidki oraz lubczyka ogrodowego po wysuszeniu. Natomiast w ziele cząbry ogrodowego i tymianku pospolitego po wysuszeniu zaobserwowano wzrost zawartości NO_3^- . W trakcie przechowywania mrożonek i suszu zawartość azotanów(V) systematycznie zwiększała się.

Słowa kluczowe: zioła przyprawowe, azotany(V), suszenie, zamrażanie, przechowywanie

Wprowadzenie

Rośliny przyprawowe nie tylko poprawiają smak i zapach potraw, ale także zwiększają ich wartość odżywczą oraz trwałość. Mają szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, owocowo-warzywnym, spirytusowym, farmaceutycznym, kosmetycznym i w gospodarstwach domowych [14]. Sezonowa dostępność ziół i warzyw

Dr hab. A. Telesiński, mgr inż. M. Onyszko, Katedra Fizjologii Roślin i Biochemii, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, dr hab. M. Grzeszczuk, prof. ZUT, G. Wysocka, dr hab. D. Jadcak, prof. ZUT, Pracownia Warzywnictwa, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Papieża Pawła VI 1, 71-459 Szczecin

przyprawowych, a także aspekty ekonomiczne związane z kosztami dystrybucji (ograniczenie objętości, zmniejszenie kosztów przechowywania) stwarzają konieczność utrwalania tych produktów [11]. Są one więc najczęściej przetwarzane na susze. Wygodną i dobrą metodę konserwowania stanowi aktualnie również zamrażanie [28].

Podczas przechowywania surowców roślinnych zachodzą w nich procesy fizyczne, biochemiczne i mikrobiologiczne, które powodują zmiany składu chemicznego, w tym również zawartości azotanów [19]. Zachowanie tych związków zależy od wielu czynników: od gatunku i odmiany roślin, a także od sposobu ich przechowywania [9]. Azotany(V) są mało toksyczne i nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia ludzkiego, a zatrucia śmiertelne zdarzają się rzadko. Pobrane z żywności są dość szybko wchłaniane z przewodu pokarmowego i w postaci niezmienionej wydalane z moczem [18, 23]. Część z nich może być jednak zredukowana przez mikroflorę przewodu pokarmowego do azotanów(III), tlenków azotu, a nawet amoniaku [1]. Azotany(III) przyczyniają się do powstania methemoglobiny oraz biorą udział w tworzeniu kancerogennych nitrozoamin [2]. Z drugiej strony, zaskakujące są najnowsze hipotezy o korzystnym oddziaływaniu azotanów(III) i tlenków azotu na organizm człowieka w zapobieganiu schorzeniom kardiologicznym [4, 18]. Udowodniono, że zawarte w żywności azotany(V) w wyniku kontaktu ze śliną częściowo redukują się do azotanów(III) [10]. Obecny w żołądku kwas solny rozkłada azotany(III) do tlenku azotu(II) – NO i kwasu azotowego(V) [24]. Bardzo małe stężenie tych związków działa bakteriobójczo, zwalczając drobnoustroje chorobotwórcze [5].

Celem podjętych badań było określenie zawartości azotanów(V) w świeżych ziołach przyprawowych: bazylii pospolitej (*Ocimum basilicum* L.) odmiany 'Wala', cząbrku ogrodowego (*Satureja hortensis* L.), bylicy estragon (*Artemisia dracunculus* L.), lubczyku ogrodowego (*Levisticum officinale* L.), lebiodki pospolitej (*Origanum vulgare* L.) oraz tymianku pospolitego (*Thymus vulgaris* L.) i po ich utrwaleniu za pomocą suszenia w temp. 30 - 35 °C i zamrażania w temp. -25 °C.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły rośliny następujących gatunków: bazylija pospolita (*Ocimum basilicum* L.) odmiana 'Wala', cząber ogrodowy (*Satureja hortensis* L.), bylica estragon (*Artemisia dracunculus* L.), lubczyk ogrodowy (*Levisticum officinale* L.), lebiodka pospolita (*Origanum vulgare* L.) oraz tymianek pospolity (*Thymus vulgaris* L.), pozyskane z Kolekcji Roślin Przyprawowych i Leczniczych Pracowni Warzywnictwa, Katedry Ogrodnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Zbiór estragonu, lebiodki, tymianku oraz lubczyku przeprowadzono 25 czerwca 2010 roku, natomiast bazylii i cząbrku 27 lipca 2010 roku. Wielkość pojedynczej próby polowej wynosiła 200 g.

Świeży materiał roślinny wstępnie myto, oczyszczano, a następnie rozdrabniano na jednocentymetrowe kawałki. Materiał roślinny utrwalano przez suszenie w temp. 30 - 35 °C oraz zamrażanie w komorze zamrażalniczej w temp. -25 °C. Suszenie przeprowadzono w suszarce laboratoryjnej przy stałej prędkości przepływu powietrza 0,5 m·s⁻¹ przez 48 h. Grubość warstwy suszonego surowca wynosiła 1 cm. Wysuszony materiał roślinny pakowano w papierowe torebki po 20 - 30 g i przechowywano bez dostępu światła w temp. 15 °C i wilgotności powietrza 65 %. Naważki po 10 - 20 g materiału roślinnego przeznaczonego do mrożenia umieszczano w woreczkach polietylenowych, po czym zamrażano i przechowywano w temp. -25 °C.

W świeżym materiale roślinnym oraz po jego wysuszeniu i przechowywaniu (po 60, 120, 180 i 240 dniach) oznaczano zawartość azotanów(V) metodą Johansona-Ulricha, opisaną przez Zalewskiego [29]. Metoda ta polega na kolorymetrycznym oznaczeniu azotanów(V) za pomocą kwasu fenolodisulfonowego i wodorotlenku potasu. Pomiarów intensywności żółtego zabarwienia dokonywano za pomocą spektrofotometru Helios Gamma (Thermo Spectronic), przy długości fali $\lambda = 410$ nm. Zawartość azotanów(V) w ziołach podano w g·kg⁻¹ s.m. Suchą masę oznaczono metodą suszenia surowców zielarskich do stałej masy w temp. 105 °C. Analizy wykonano w trzech powtórzeniach. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu jednoczynnikowej analizy wariancji. Najmniejsze istotne różnice weryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Większość ziół po zerwaniu szybko więdną. Aby zachować ich wysoką jakość należy poddać je utrwaleniu. Najstarszym sposobem utrwalania ziół jest ich suszenie, co wiąże się z odprowadzeniem wody i unieczynnieniem enzymów. Rozpoczyna się je jak najszybciej po zbiorze. Prawidłowo wysuszone zioła nie fermentują i nie pleśnieją, a poziom zawartych w nich substancji czynnych nie zmienia się przez długi czas [12]. W świeżym surowcu zielarskim najwięcej suchej masy oznaczono w tymianku (30,9 %), a najmniej w bazylii (ok. 11,5 %). Suszenie spowodowało zwiększenie masy badanego materiału do poziomu 86 - 90 % (tab. 1). Z kolei podczas zamrażania zawartość suchej masy wzrosła nieznacznie i wynosiła od ok. 12,5 % w bazylii do ok. 38 % w lebiodce i lubczyku. W tym przypadku czynnikiem utrwalającym nie był ubytek wody, lecz niska temperatura prowadząca do zamrożenia surowca zielarskiego (tab. 1).

Azotany(V) są naturalnymi składnikami roślin i stanowią substancje pośrednie do syntezy licznych związków organicznych. Według Rutkowskiej [22] zawartość azotanów(V) w roślinach uwarunkowana jest różnymi czynnikami. Na stopień kumulacji tych jonów w roślinach mogą wpływać: gatunek, odmiana stosowane dawki nawozów, rejon i warunki uprawy. Spośród badanych gatunków ziół przyprawowych największą zawartością azotanów(V) charakteryzowała się bazylija pospolita – 9,95 g NO₃⁻·kg⁻¹s.m., a naj-

mniejszą tymianek pospolity – 0,68 g NO₃⁻·kg⁻¹s.m. (rys. 1 i 2). Otrzymane wartości są zbliżone do danych podawanych przez Dec i wsp. [8] oraz Pokorską-Lis i wsp. [20].

Tabela 1

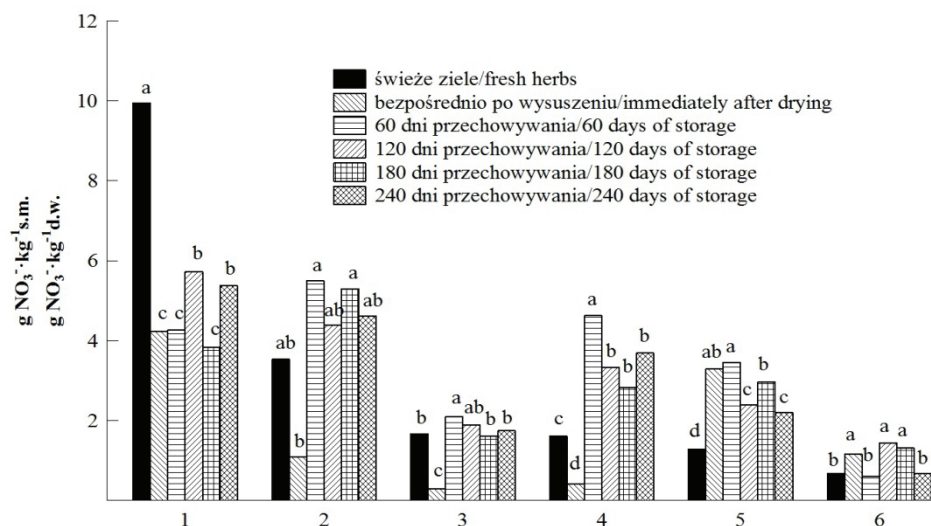
Zawartość suchej masy w wybranych gatunkach ziół przyprawowych po utrwaleniu i w trakcie przechowywania [%].

Content of dry mater in selected spice herb species after preservation and during storage [%].

Gatunek Species	Świeży material Fresh material	Bezpośrednio po utrwaleniu Immediately after preservation	Czas przechowywania [dni] Storage time [days]			
			60	120	180	240
Suszenie / Drying						
Bazylia / Basil	11,46	86,07	86,60	90,37	90,57	91,58
Lebiodka / Oregano	30,26	90,29	88,13	91,08	91,43	91,95
Lubczyk / Lovage	19,24	90,84	84,77	90,64	90,40	91,72
Estragon / Tarragon	28,50	86,48	86,16	90,13	90,32	91,10
Cząber / Summer savory	21,40	87,37	87,57	89,42	90,18	91,08
Tymianek / Thyme	30,90	90,41	87,26	90,78	91,05	92,99
Zamrażanie / Freezing						
Bazylia / Basil	11,46	12,51	12,29	11,91	12,49	12,45
Lebiodka / Oregano	30,26	38,06	30,74	31,32	31,50	31,40
Lubczyk / Lovage	19,24	38,06	30,74	31,32	31,50	31,40
Estragon Tarragon	28,50	31,90	27,43	27,85	27,96	26,62
Cząber / Summer savory	21,40	21,14	21,18	21,69	21,86	21,49
Tymianek / Thyme	30,90	33,31	28,75	32,02	31,15	32,26

W celu ochrony zdrowia konsumenta przed działaniem azotanów zanieczyszczających produkty żywnościowe, w polskim ustawodawstwie wprowadzono normy dopuszczalnych zawartości azotanów(V) w warzywach. Zgodnie z rozporządzeniem Komisji (WE) Nr 1881/2006 z 19 grudnia 2006 r. ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych [21] dopuszczalny poziom zanieczyszczeń azotanami(V) w warzywach liściowych wynosi w sałacie szklarniowej 3500 - 4500 mg NO₃⁻·kg⁻¹ św.m., w sałacie gruntowej 2500 - 4000 mg NO₃⁻·kg⁻¹ św.m., w sałacie lodowej 2000 - 2500 mg NO₃⁻·kg⁻¹ św.m., a w świeżym szpinaku 2500 - 3000 mg NO₃⁻·kg⁻¹ św.m. Dla ziół i roślin przyprawowych takich norm nie określono [8]. Po porównaniu wyników zawartości azotanów(V) w świeżej masie ziół przyprawowych z dopuszczalną normą tych związków w warzywach liściastych można stwierdzić, że zawartość ta była stosunkowo mała. Ponadto należy zaznaczyć, że codzienne spożycie

ziół przyprawowych nie jest duże, w związku z tym dzienna dawka pobrania azotanów(V) z tymi surowcami jest niewielka.



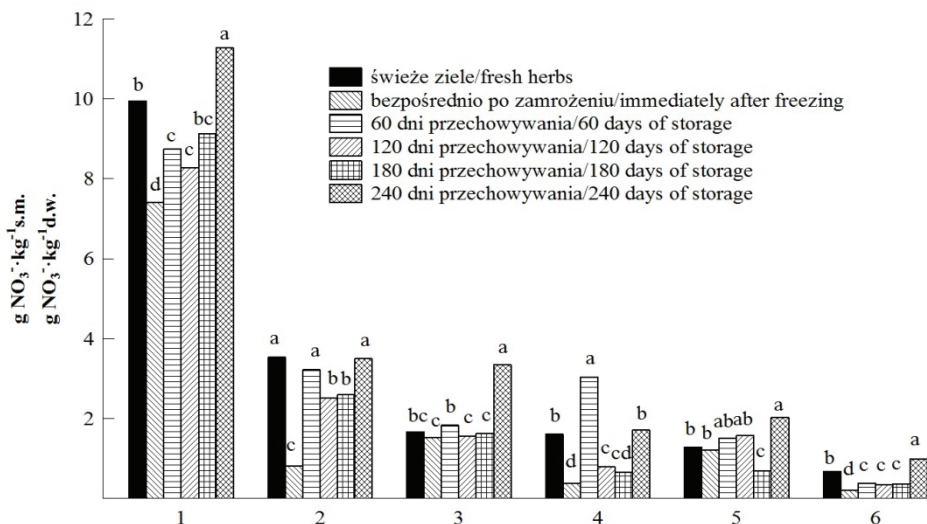
Wartości średnie oznaczone takimi samymi literami w obrębie gatunku nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $p = 0,05$ / Mean values denoted by the same letters within one species do not differ statistically at significance level $p = 0.05$.

Rys. 1. Zmiany zawartości azotanów(V) w wybranych gatunkach ziół przyprawowych po wysuszeniu i w trakcie przechowywania: 1 – bazylia pospolita, 2 – lebiodka pospolita, 3 – luczyk ogrodowy, 4 – bylica estragon, 5 – cząber ogrodowy, 6 – tymianek pospolity.

Fig. 1. Changes in content of nitrates (V) in selected spice herb species after drying and during storage: 1 – basil, 2 – oregano, 3 – lovage, 4 – tarragon, 5 – summer savory, 6 – thyme.

Bezpośrednio po wysuszeniu zaobserwowano istotne zmiany ($p = 0,05$), zawartości azotanów(V) w analizowanym materiale roślinnym. Zmniejszenie zawartości tych związków stwierdzono w przypadku bazylii pospolitej, lebiodki pospolitej, luczyku ogrodowego oraz bylicy estragon. Natomiast w suszu cząbrzu ogrodowego i tymianku pospolitego oznaczono większą zawartość azotanów(V) niż w świeżym ziele (rys. 1). W trakcie przechowywania również zachodziły istotne zmiany ($p = 0,05$) stężenia jonów NO_3^- w ziołach przyprawowych. W suszu bazylii pospolitej w czasie przechowywania zawartość azotanów(V) była mniejsza niż w świeżym ziele, podczas gdy w pozostałych gatunkach ziół zazwyczaj stwierdzono w trakcie przechowywania podwyższenie stężenia tych związków w stosunku do świeżego ziele. Dane literaturowe wskazują, że podczas suszenia surowców zielarskich następuje spadek zawartości azotanów(V) o około 25 - 50 % [3, 13, 26].

Świeże zioła w porównaniu z suszonymi są bardziej wartościowe, gdyż zazwyczaj zawierają więcej składników biologicznie czynnych. Coraz częściej proponowaną metodą konserwacji ziół jest ich zamrażanie. Zamrożone surowce zielarskie zachowują barwę, aromat i większość substancji aktywnych [14].



Wartości średnie oznaczone takimi samymi literami w obrębie gatunku nie różnią się statystycznie przy poziomie istotności $p = 0,05$ / Mean values denoted by the same letters within one species do not differ statistically at significance level $p = 0.05$.

Rys. 2. Zmiany zawartości azotanów (V) w wybranych gatunkach ziół przyprawowych po zamrożeniu i w trakcie zamrażalniczego przechowywania: 1 – bazylija pospolita, 2 – lebiodka pospolita, 3 – lubczyk ogrodowy, 4 – bylica estragon, 5 – cząber ogrodowy, 6 – tymianek pospolity.

Fig. 1. Changes in content of nitrates (V) in selected spice herb species after freezing and during storage: 1 – basil, 2 – oregano, 3 – lovage, 4 – tarragon, 5 – summer savory, 6 – thyme.

Zawartość azotanów(V) bezpośrednio po zamrożeniu wszystkich analizowanych gatunków ziół przyprawowych zmniejszyła się istotnie ($p = 0,05$) w stosunku do świeżego zioła. W największym stopniu uwidoczniło się to w przypadku lebiodka pospolitej i bylicy estragon (rys. 2). Grzeszczuk i Jadczyk [14], badając przydatność zamrażalniczą wybranych gatunków ziół, stwierdziły natomiast wzrost stężenia jonów NO₃⁻ po zamrożeniu surowca. W trakcie zamrażalniczego przechowywania materiału roślinnego w temp. $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ następował stopniowy wzrost stężenia oznaczanych jonów i w ostatnim terminie pomiaru (po 240 dniach przechowywania) w większości gatunków był on statystycznie istotnie większy ($p = 0,05$) niż w świeżym ziole. Lisiewska i Kmiecik [17] zaobserwowali wzrost zawartości azotanów(V) w naci pietruszki przechowywanej zamrażalniczo. Podobne tendencje wykazano przy chłodniczym przechowywaniu.

wywaniu rukoli [15], kapusty pekińskiej i kapusty białej [6], korzeni buraka ćwikłowego [27] oraz marchwi [7]. W literaturze dotyczącej tematyki badań znajdują się również wzmianki o zmniejszeniu zawartości azotanów(V) w materiale roślinnym w wyniku przechowywania zamrażalniczego, np. w koperku [16] lub w przechowywanych chłodniczo: dyni [19], selerze korzeniowym [25], kapuście włoskiej i brukselskiej [6], botwinie [27].

Wnioski

1. Największą zawartością azotanów(V) w świeżym surowcu charakteryzowało się ziele bazylii, a najmniejszą ziele tymianku pospolitego.
2. Bezpośrednio po wysuszeniu nastąpiło zmniejszenie zawartości azotanów(V) w ziele bazylii, lebiodki oraz liściach lubczyku. Podobną zależność zaobserwowano we wszystkich gatunkach ziół po zamrożeniu.
3. W trakcie przechowywania mrozonek i suszu zawartość azotanów(V) zwiększała się.

Literatura

- [1] Abouleish M.Y., Abdo N.: Assessment of nitrate and nitrite contamination in herbal tea products. *J. Med. Plants Res.*, 2012, **6** (19), 3555-3560.
- [2] Amr A., Hadidi N.: Effect of cultivar and harvest date on nitrate (NO₃) and nitrite (NO₂) content of selected vegetables grown under open field and greenhouse conditions in Jordan. *J. Food Comp. Anal.*, 2001, **14**, 59-67.
- [3] Balcerska I., Wędzisz A., Uramowski J.: Azotany i azotyny w wybranych ziołach i preparatach zielarskich. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1997, **30** (2), 119-123-129.
- [4] Biegańska-Marecik R., Walkowiak-Tomczak D., Radziejewska-Kubzdela E.: Zmiany zawartości azotanów (V) i (III) w szpinaku mało przetworzonym, pakowanym i przechowywanym w atmosferze modyfikowanej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **4** (59), 251-260.
- [5] Cassens R.: Use of sodium nitrite in cured meats today. *Food Technol.*, 1995, **50** (7), 72-80.
- [6] Czech A., Rusinek E.: Content of nitrates V and III and heavy metals in selected *Brassica* vegetables depending on storage. *J. Elem.*, 2012, **17** (4), 201-213.
- [7] Czerwińska E., Zgórska K.: Zmiany jakości minimalnie przetworzonej marchwi pakowanej próżniowo w czasie przechowywania. *Rocz. Ochr. Środ.*, 2011, **13**, 845-858.
- [8] Dec D., Wołejko E., Kubicka H., Matusiewicz M., Żylińska B.: Zawartość azotanów (III) i (V) w wybranych roślinach przyprawowych pochodzących z handlu i ogródków przydomowych. *Ochr. Środ. Zas. Nat.*, 2008, **35/36**, 255-259.
- [9] Elia A., Santamaria P., Serio F.: Nitrogen nutrition, yield and quality of spinach. *J. Sci. Food Agric.*, 1998, **76** (3), 341-346.
- [10] Govoni M., Jansson E.A., Weitzberg E., Lundberg J.O.: The increase in plasma nitrite after a dietary nitrate load is markedly attenuated by an antibacterial mouthwash. *Nitric Oxide*, 2008, **19**, 333-337.
- [11] Hoffmann M.: Jakość sensoryczna wybranych warzyw przyprawowych liofilizowanych i suszonych konwencjonalnie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **2** (51), 91-97.
- [12] Grzeszczuk M., Jadczyk D.: Zbiór i konserwacja ziół. *Panacea*, 2006, **4** (17), 28-31.

- [13] Grzeszczuk M., Jadczyk D.: Nitrogen compounds in some species of spice herbs. *Herba Polonica*, 2007, **53 (3)**, 207-212.
- [14] Grzeszczuk M., Jadczyk D.: Estimation of biological value and suitability for freezing of some species of spice herbs. *J. Elem.*, 2008, **13 (2)**, 211-220.
- [15] Kim S.-J., Ishii G.: Effect of storage temperature and duration on glucosinolate, total vitamin C and nitrate contents in rocket salad (*Eruca sativa Mill.*). *J. Sci. Food Agric.*, 2007, **87**, 966-973.
- [16] Kmieciak W., Lisiewska Z., Słupski J.: Effects of freezing and storing of frozen products on the content of nitrates, nitrites, and oxalates in dill (*Anethum graveolens L.*). *Food Chem.*, 2004, **86**, 105-111.
- [17] Lisiewska Z., Kmieciak W.: Effect of freezing and storage on quality factors in Hamburg and leafy parsley. *Food Chem.*, 1997, **60**, 633-637.
- [18] Lundberg J.O., Feelish M., Bjorne H., Jansson E.A., Weitzberg E.: Cardioprotective effects of vegetables: Is nitrite the answer? *Nitric Oxide*, 2006, **15**, 359-362.
- [19] Niewczas J., Kamionowska M., Mitek M.: Zawartość azotanów (III) i (V) w owocach nowych odmian dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47)** Supl., 238-245.
- [20] Pokorska-Lis G., Tokarz A., Robaczewska M.: Azotany w herbatach, herbatkach owocowych i ziołowych obecnych aktualnie na polskim rynku. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2011, **44 (3)**, 712-718.
- [21] Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006 z 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. *Dz. Urz. L* 364, 20.12.2006.
- [22] Rutkowska B.: Azotany i azotyny w ziemniakach z gospodarstw ekologicznych i konwencjonalnych. *Roczn. PZH*, 2001, **52 (3)**, 231-236.
- [23] Shahlaei A., Ansari N.A., Dehkordie F.S.: Evaluation of nitrate and nitrite content of Iran Southern (Ahwaz) vegetables during winter and spring of 2006. *Asian J. Plant Sci.*, 2007, **6**, 1197-1203.
- [24] Shiotani I., Iishi H., Kumamoto M., Nakae Y.: *Helicobacter pylori* infection and increased nitrite synthesis in the stomach. *Digest. Liver Dis.*, 2004, **36**, 327-332.
- [25] Szwajkowska B.: Wpływ nawożenia azotowego i odmiany na zawartość azotanów w zgrubieniach selera korzeniowego po zbiorze i przechowywaniu. *Acta Sci. Pol., Hort. Cult.*, 2002, **1 (2)**, 69-76.
- [26] Szydłowska E., Zaręba S., Szydłowski W.: Azotany (III) i azotany (V) w wybranych lekach ziołowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2002, **35 (4)**, 357-360.
- [27] Ugrinović K., Kmecl W., Custić M.H., Žnidračić D.: Content of oxalic acid, nitrate reduced nitrogen in different parts of beetroot (*Beta vulgaris* var. *conditiva* Alef.) at different rates of nitrogen fertilization. *Afr. J. Agric. Res.*, 2012, **7 (20)**, 3066-6072.
- [28] Wójcik-Stopczyńska B., Jakowienko P., Jadczyk D.: Ocena mikrobiologicznego zanieczyszczenia świeżej bazylii i mięty. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **4 (71)**, 122-131.
- [29] Zalewski W.: Zagadnienie występowania różnych form azotu w warzywach w związku z nawożeniem azotowym. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1971, **4 (2)**, 147-154.

**ASSESSMENT OF CHANGES IN CONTENT OF NITRATES (V) IN SELECTED
SPICE HERBS DEPENDING ON THEIR PRESERVATION METHOD
AND STORAGE TIME**

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the changes in the content of nitrates (V) in fresh spice herb species: basil (*Ocimum basilicum L.*) 'Wala' cultivar, summer savory (*Satureja hortensis L.*), tarragon (*Artemisia dracunculoides L.*), lovage (*Levisticum officinale L.*), oregano (*Origanum vulgare L.*),

and thyme (*Thymus vulgaris* L.) after their preservation with the use of two methods: drying under the controlled conditions at 30-35 °C and freezing at -25 °C. The content of nitrates (V) was determined colorimetrically in the fresh and preserved plant material, as well as after storage (60, 120, 180, and 240 days of storage).

It was found that the fresh basil and oregano were characterized by the significantly highest content of nitrates (V) and the fresh thyme by the lowest content of NO₃. Immediately after freezing the content of nitrates (V) decreased in all herb spice species. A similar relationship was found in the basil, oregano, and lovage after drying. However, an increase was reported in the content of NO₃ in the dried summer savory and thyme. While storing the frozen and dried materials, the content of nitrates (V) systematically increased.

Key words: spice herbs, nitrates (V), drying, freezing, storage ☒