

ELŻBIETA RYTEL, AGNIESZKA NEMŚ, KLAUDIA KUŁAKOWSKA

WPLYW TEMPERATURY PODSUSZANIA NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW I AZOTANÓW(V) PODCZAS LABORATORYJNEJ PRODUKCJI SUSZU Z ZIEMNIAKÓW GOTOWANYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu różnych temperatur podsuszania, stosowanych podczas laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaków gotowanych, na zawartość glikoalkaloidów (α -chakoniny i α -solaniny) i azotanów(V) w próbach pobranych z poszczególnych etapów doświadczenia technologicznego.

Materiałem badawczym były ziemniaki pobierane bezpośrednio z przechowalni zakładu produkcyjnego. Z ziemniaków otrzymywano susz metodą laboratoryjną. Z każdego etapu produkcyjnego pobierano próby do oznaczeń laboratoryjnych, czyli: ziemniaki nieobrane, po obraniu, po blanszowaniu i schłodzeniu, po parowaniu oraz po wysuszeniu. Próby, oprócz ziemniaków wysuszonych, liofilizowano przy użyciu liofilizatora firmy Edwards. W ziemniakach, półproduktach, w produktach finalnych oraz w liofilizatych oznaczono suchą masę metodą suszarkową w temperaturze 102 °C. W gotowych i liofilizowanych produktach oznaczono zawartość azotanów(V) metodą kolorymetryczną, a zawartość α -solaniny i α -chakoniny metodą chromatografii cieczowej HPLC.

Stwierdzono, że proces laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaka gotowanego miał wpływ na zawartość glikoalkaloidów i azotanów(V) w ziemniakach. Najwięcej glikoalkaloidów i azotanów ubyło po procesie obierania, blanszowania i suszenia. Ubytki glikoalkaloidów po procesie obierania ręcznego wynosiły 49 %, po blanszowaniu 7 %, a po wysuszeniu 10 %. Natomiast zawartość azotanów(V) po obraniu zmniejszyła się o 28 %, po blanszowaniu o 16 %, a po wysuszeniu o 17 %. Podsuszanie ziemniaków w różnych temperaturach wpłynęło na zmiany zawartości glikoalkaloidów w próbach. Najwięcej tych związków ubyło w temperaturze 160 °C. Różnice pod względem zawartości α -chakoniny wynosiły 19 % (między produktem podsuszonym w temp. 130 i 160 °C), a α -solaniny 23 %, natomiast temperatury podsuszania nie wpłynęły na zawartość azotanów. W gotowych produktach pozostało około 22 % początkowej zawartości α -chakoniny, 25 % α -solaniny i 28 % azotanów.

Słowa kluczowe: glikoalkaloidy, azotany(V), susz z ziemniaków gotowanych

Wprowadzenie

Oprócz cennych związków odżywczych (węglowodany, białka, witamina C, składniki mineralne) ziemniaki zawierają również składniki przeciwżywniowe czy też toksyczne [12, 22]. Do naturalnych związków toksycznych ziemniaka zaliczane są glikoalkaloidy. Są to głównie: α -chakonina (60 %) i α -solanina (40 %) [7, 17, 27]. Znajdują się one we wszystkich anatomicznych częściach rośliny ziemniaka: bulwach, łodygach, liściach, kielkach. W bulwach największa koncentracja tych związków jest w skórce i w okolicach oczek [5, 8, 9, 27]. Glikoalkaloidy zawarte w roślinie ziemniaka odgrywają znaczącą rolę w jej ochronie przed grzybami, insektami i wirusami [24]. Wysoka koncentracja glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka jest niepożądana ze względu na wysoką toksyczność tych związków dla ludzi i zwierząt gospodarskich. Ziemniaki kierowane do bezpośredniej konsumpcji lub do przerobu na produkty uszlachetnione, takie jak: czipsy, frytki i susze ziemniaczane, zawierają zazwyczaj poniżej 10 mg glikoalkaloidów w 100 g świeżej masy bulw [13, 15]. Mała zawartość glikoalkaloidów w bulwach pozytywnie wpływa na smak i zapach ziemniaków, natomiast przy zawartości ponad 15 mg/100 g świeżej masy wyczuwalny jest cierpki posmak bulw [12]. Stąd też zatrucie tymi związkami wśród ludzi zdarza się rzadko [24]. Zalecany bezpieczny poziom glikoalkaloidów w ziemniakach kierowanych do konsumpcji wynosi poniżej 20 mg/100 g św.m. bulw, jednak dąży się do tego, żeby ich zawartość w ziemniakach nie przekraczała 10 mg/100 g św.m. [12, 27]. Regulowanie tej zawartości jest możliwe, gdyż glikoalkaloidy są związkami syntetyzowanymi w bulwach pod wpływem działania wielu czynników zewnętrznych, takich jak: uszkodzenia mechaniczne powstałe podczas zbioru bulw, ich transportu, przechowywania oraz działanie na nie promieniowania świetlnego podczas wegetacji i składowania [27]. Może to powodować wzrost zawartości glikoalkaloidów ponad bezpieczny poziom.

Innymi związkami naturalnie występującymi w ziemniakach są azotany. Ziemniaki zawierają ich poniżej 300 mg kg⁻¹ [3, 16]. Zalecany bezpieczny poziom azotanów(V) w ziemniakach kierowanych do konsumpcji nie powinien przekraczać 200 mg NO₃⁻kg⁻¹ [10]. Azotany(V) nie są dla człowieka związkami toksycznymi, ale istnieje możliwość zredukowania ich przez mikroflorę jelitową do azotanów(III), z udziałem których mogą się tworzyć rakotwórcze nitrozoaminy [12]. Azotany(V) są związkami, których zawartość w ziemniakach również może istotnie wzrastać ponad zalecany poziom pod wpływem takich czynników, jak: warunki klimatyczne, agrotechniczne, intensywność nawożenia azotowego czy nieodpowiednie warunki przechowywania bulw [4].

Ziemniaki kierowane do konsumpcji czy do przerobu na produkty uszlachetnione (frytki, czipsy, susze) poddawane są zabiegom, które w różnym stopniu wpływają na zawartość związków przeciwżywniowych, w tym toksycznych. Większość procesów stosowanych w gospodarstwach domowych (pieczenie, gotowanie, smażenie) w nie-

wielkim stopniu eliminuje glikoalkaloidy z ziemniaków [6, 8, 9, 11, 17]. Wynika to z charakteru tych związków, ponieważ solanina jest praktycznie nierozpuszczalna w wodzie, a chakonina tylko w niewielkim stopniu [6]. Natomiast azotany są związkami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie, stąd ich zawartość w ziemniakach poddanych procesom gotowania czy blanszowania może zmniejszyć się nawet o 20 - 30 % [2, 5, 19]. Procesy technologiczne stosowane podczas przetwarzania bulw na produkty ziemniaczane różnią się od stosowanych w gospodarstwach domowych. W związku z tym istnieje potrzeba określenia wpływu zabiegów technologicznych na kształtowanie zawartości związków przeciwżywniowych w ziemniakach i ich przetworach.

Celem pracy było określenie wpływu różnych temperatur podsuszania podczas laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaków gotowanych na zawartość glikoalkaloidów (α -chakoniny i α -solaniny) oraz azotanów(V) w próbach pobranych z poszczególnych etapów doświadczenia technologicznego.

Material i metody badań

Materiałem użytym do badań były ziemniaki pobierane bezpośrednio z przechowalni zakładu produkcyjnego, gdzie składowano je bez dostępu światła w temp. 6 °C. Ziemniaki pobierano czterokrotnie w latach: 2010 i 2011, w ilości około 50 kg.

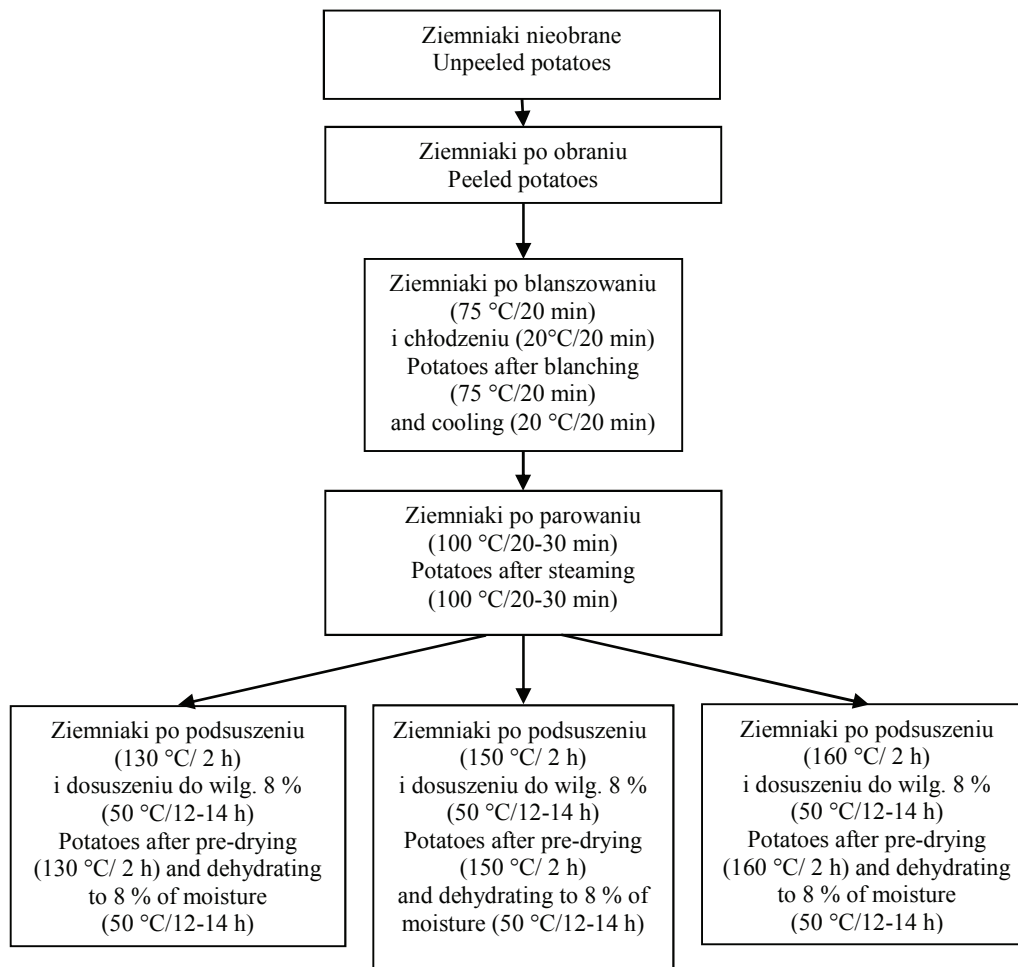
Ziemniaki po umyciu obierano ręcznie, duże bulwy krojono na pół, a następnie poddawano blanszowaniu w wodzie o temp. 75 °C, przez 20 min. Po blanszowaniu bulwy ochładzano do temp. 20 °C. Następnie ziemniaki parowano przez około 30 min w parze o normalnym ciśnieniu. Parowaną masę ziemniaczaną rozdrabniano na sicie o oczkach 0,5 × 0,5 mm i podsuszano w temp. 130, 150 i 160 °C w suszarce laboratoryjnej przez 2 h. Podsuszoną masę ziemniaczaną dosuszano do wilgotności 8 % w temp. 50 °C przez około 12 - 14 h (rys. 1).

Ziemniaki przed obraniem, po blanszowaniu i schłodzeniu oraz próby po parowaniu liofilizowano przy użyciu liofilizatora firmy Edwards. Otrzymany susz ziemniaczany mielono. W suchych próbach oznaczano zawartość α -solaniny, α -chakoniny i azotanów(V).

W ziemniakach, w próbkach pobranych po poszczególnych etapach procesu technologicznego oraz w liofilizatach oznaczano suchą masę metodą suszarkową przez suszenie do stałej masy w temp. 102 °C [1]. W gotowych i liofilizowanych produktach oznaczano zawartość azotanów(V) metodą kolorymetryczną [21], a α -solaninę i α -chakoninę metodą chromatograficzną według Pęksy i wsp. [18] oraz Saito i wsp. [23].

Wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu pakietu Statistica 9.0. W celu stwierdzenia istotności różnic między wartościami średnimi przeprowadzono wieloczynnikową analizę wariancji za pomocą testu Duncana (na poziomie istotności $p \leq 0,05$), na podstawie którego wyznaczano grupy homogeniczne. Doświadczenie

wykonano w dwóch powtórzeniach technologicznych (w latach: 2010 i 2011) i w dwóch powtórzeniach laboratoryjnych. Przedstawione wyniki badań stanowią wartość średnią z 8 powtórzeń.



Rys. 1. Schemat badań laboratoryjnych.

Fig. 1. Plan of laboratory tests.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. zamieszczono wyniki zawartości glikoalkaloidów i azotanów(V) w ziemniakach przed i po obraniu. Zawartość glikoalkaloidów w badanych bulwach wynosiła średnio 25,3 mg·100 g⁻¹ s.m., a azotanów 218 mg NaNO₃· kg⁻¹ s.m. Próby

ziemniaków pobranych do badań w roku 2010 wykazywały prawie 20 % mniej glikoalkaloidów i azotanów od ziemniaków pobranych w roku 2011. Według Zgórskiej [27] na zawartość glikoalkaloidów w ziemniakach wpływa bardzo wiele czynników. Wśród nich wymienia się: sezon wegetacyjny, warunki klimatyczno-pogodowe panujące w trakcie uprawy oraz sposób transportu i przechowywania. Podobnie jak glikoalkaloidy, również azotany(V) są związkami niestabilnymi i w dużym stopniu ich zawartość w bulwach zależy od czynników zewnętrznych (opady, nawożenie azotem, nasłonecznienie, brak wody) oraz od sposobu przechowywania [4].

Tabela 1

Zawartość glikoalkaloidów [$\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$] i azotanów(V) [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$] w suchej masie ziemniaków.
Content of glycoalkaloids [$\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$] and nitrates (V) [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$] in dry mass in potatoes.

Składnik Component	Ziemniaki nieobrane Unpeeled potatoes		Ziemniaki obrane Peeled potatoes		NIR LSD
	2010	2011	2010	2011	
α -chakonina α -chaconine	15,4 ^{Ba}	18,2 ^{Ab}	9,43 ^{Ab}	8,55 ^{Ba}	1,09
α -solanina α -solanine	7,40 ^{Ba}	9,66 ^{Aa}	5,02 ^{Ab}	3,78 ^{Bb}	0,50
Azotany(V) Nitrates	214 ^{Ba}	223 ^{Ba}	160 ^{Ab}	156 ^{Ab}	20,2

Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B – grupy homogeniczne w obrębie ziemniaków nieobrane i obrane, ukazujące istotne różnice ($p < 0,05$) / homogenous groups within unpeeled and peeled potatoes indicate significant differences ($p < 0.05$);

a, b – grupy homogeniczne w obrębie lat, ukazujące istotne różnice ($p < 0,05$) / homogenous groups within years indicate significant differences ($p < 0.05$).

Zmiany zawartości glikoalkaloidów podczas produkcji suszu ziemniaczanego

Zastosowane zabiegi technologiczne, w tym temperatura podsuszania, wpłynęły na zawartość glikoalkaloidów w próbach pobranych z poszczególnych etapów doświadczenia technologicznego. Największe ubytki glikoalkaloidów stwierdzono po procesie obierania bulw (tab. 2). Po obraniu w ziemniakach pozostało jeszcze $8,99 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ s.m. α -chakoniny i $4,40 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ s.m. α -solaniny, co stanowiło 47 % początkowej zawartości glikoalkaloidów w surowcu (tab. 2, rys. 3). Duże ubytki tych związków w ziemniakach mogły wynikać ze sposobu ich obierania. W przeprowadzonych badaniach ziemniaki obierano ręcznie, przez co głębokość obierania mogła wynosić powyżej 1,5 mm.

Związki przeciwżywniowe ziemniaka w większych ilościach znajdują się w skórce i tuż pod jej powierzchnią, dlatego procesy początkowe przetwarzania ziem-

niaków i przygotowywania ich do spożycia, obejmujące mycie i obieranie, wpływają istotnie na zmniejszenie ich zawartości w bulwach [11, 14, 17, 26]. Według Tajner i wsp. [25] podczas obierania ręcznego ilość glikoalkaloidów w ziemniakach można zmniejszyć średnio o 70 %. Natomiast podczas mechanicznego obierania bulw uzyskuje się ok. 25 % ubytki zawartości glikoalkaloidów w surowcu [19].

Tabela 2

Zawartość glikoalkaloidów [$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$] w suchej masie produktów ziemniaczanych (średnie z 2 lat).
Content of glycoalkaloids [$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$] in dry mass in potato products (averages of 2 years).

Składnik Compounds	Ziemniaki nieobrane Unpeeled potatoes	Ziemniaki obrane Peeled potatoes	Ziemniaki po blanszowaniu Potatoes after blanching	Ziemniaki po parowaniu Potatoes after steaming	NIR LSD
α -chakonina α -chaconine	16,8 ^d	8,99 ^c	6,65 ^b	5,85 ^a	0,30
α -solanina α -solanine	8,50 ^d	4,40 ^c	3,28 ^b	2,72 ^a	0,31

Objaśnienie: / Explanatory note:

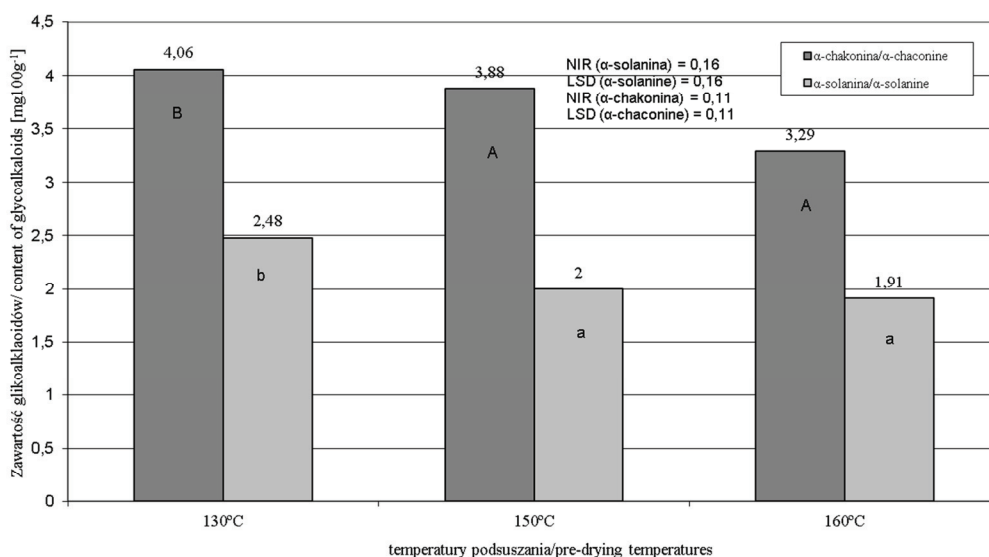
a, b, c – grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między kolumnami ($p < 0,05$) / homogenous groups indicate significant differences among the columns ($p < 0.05$).

Kolejnym etapem laboratoryjnej produkcji suszu było blanszowanie. Celem blanszowania jest przede wszystkim poprawa barwy gotowego produktu, a temperatura i czas tego procesu zależą w dużej mierze od jakości surowca (zawartości cukrów redukujących) oraz od stopnia jego rozdrobnienia. Temperatura i czas działania gorącej wody lub pary na surowiec powinny być jak najkrótsze, ze względu na konieczność ochrony związków termolabilnych, np. wit. C. Temperatura procesu blanszowania miała wpływ na pozostałość glikoalkaloidów w ziemniakach (tab. 2, rys. 3). Po blanszowaniu pozostało 6,65 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ s.m. α -chakoniny i 3,28 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ s.m. α -solaniny, co stanowiło średnio 12 % mniej tych związków w porównaniu z ziemniakami po obraniu.

Następnie ziemniaki parowano przez 20 - 30 min. Podczas procesu parowania wyższa temperatura działała na ziemniaki dłużej niż podczas blanszowania, co przyczyniło się do dalszych ubytków glikoalkaloidów w bulwach. Większe ubytki dotyczyły α -solaniny niż α -chakoniny. Zawartość α -chakoniny zmniejszyła się o 12 %, a α -solaniny o 17 % w porównaniu z ziemniakami po blanszowaniu (rys. 3). Parowane ziemniaki zawierały 5,85 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ s.m. α -chakoniny i 2,72 $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ s.m. α -solaniny (tab. 2).

Glikoalkaloidy są związkami termostabilnymi, ich znacząca degradacja następuje dopiero w temp. powyżej 170 °C [6, 7]. Friedman i McDonald [8] stwierdzili istotne

zmniejszenie zawartości glikoalkaloidów w ziemniakach jedynie na podstawie procesów obierania i smażenia. Smażenie ziemniaków powoduje ubytki tych związków na poziomie 20 - 40 % [5, 26].



Objaśnienia: / Explanatory notes:

A, B – grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między wynikami α-chakoniny ($p < 0,05$) / homogenous groups indicate significant differences among results of α-chaconine ($p < 0.05$);

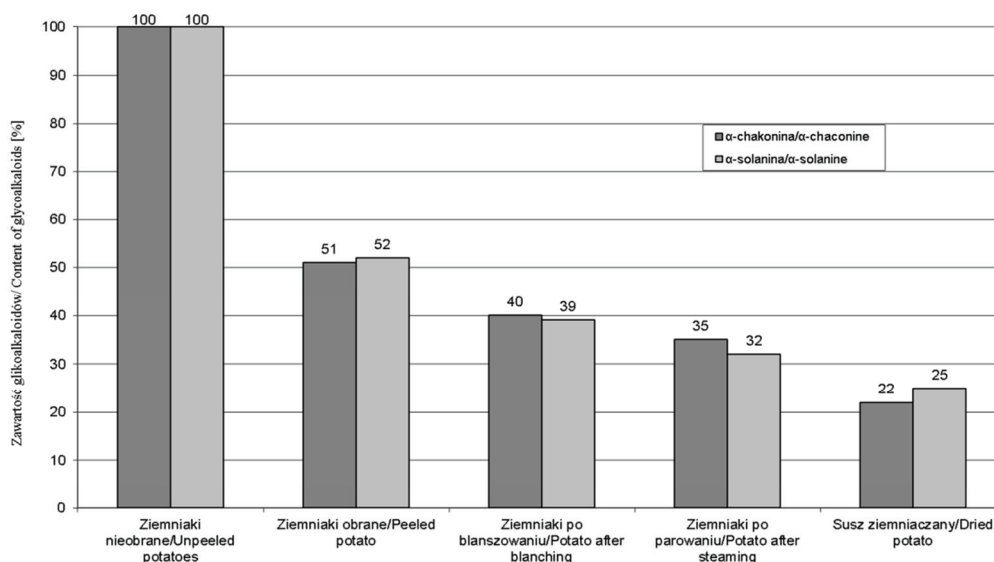
a, b – grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między wynikami α-solaniny ($p < 0,05$) / homogenous groups indicate significant differences among results of α-solanine ($p < 0.05$).

Rys. 2. Zawartość glikoalkaloidów w suszu ziemniaczanym (średnie z 2 lat).

Fig. 2. Content of glycoalkaloids in dried potatoes (averages of 2 years).

Kolejnym etapem przeprowadzonego doświadczenia było suszenie. Po tym procesie stwierdzono mniejsze ubytki glikoalkaloidów w ziemniakach w porównaniu z pozostałymi procesami termicznymi. W przeprowadzonym doświadczeniu rozdrobnioną masę ziemniaczaną podsuszano przez 2 h w różnych temperaturach, a następnie dosuszano w temp. 50 °C przez 12 - 14 h do uzyskania wilgotności w produktach końcowych na poziomie 8 %. Suszenie ziemniaków jest procesem długotrwałym (wynika to głównie z wysokiej zawartości wody w surowcu), ale nie wpływa na istotne zmniejszenie w nich zawartości glikoalkaloidów. Przyczyną mniejszych ubytków glikoalkaloidów w suszonych bulwach może być brak czynnika wypłukującego je z ziemniaków. Podsuszanie ziemniaków w wyższej temperaturze przyczyniło się do większych ubytków glikoalkaloidów w bulwach. Różnice pod względem zawartości α-chakoniny wynosiły 19 %, między produktem podsuszanym w temperaturze najniższej i najwyższej,

a α -solaniny – 23 %. Po suszeniu pozostało jeszcze średnio około 22 % początkowej zawartości α -chakoniny i 25 % α -solaniny (rys. 2 i 3).



Rys. 3. Zmiany zawartości glikoalkaloidów w próbach z poszczególnych etapów doświadczenia technologicznego w stosunku do zawartości w bulwach nieobranej, przyjętej jako 100 %.

Fig. 3. Changes in content of glycoalkaloids in samples from individual phases of technological experiment in relation to content of glycoalkaloids, assumed to be 100%, in tubers of unpeeled potatoes.

Zmiany zawartości azotanów(V) podczas produkcji suszu ziemniaczanego

Zawartość azotanów(V) w ziemniakach w trakcie procesu produkcji suszu zmniejszyła się istotnie (tab. 3, rys. 5).

Tabela 3

Zawartość azotanów(V) [$\text{mg NaNO}_3 \text{ kg}^{-1}$] w suchej masie produktów ziemniaczanych (średnie z 2 lat).
Content of nitrates (V) [$\text{mg NaNO}_3 \text{ kg}^{-1}$] in dry mass in potato products (averages of 2 year).

Składnik Component	Ziemiaki nieobrane Unpeeled potatoes	Ziemiaki obrane Peeled potatoes	Ziemiaki po blanszowaniu Potatoes after blanching	Ziemiaki po parowaniu Potatoes after steaming	NIR LSD
Azotany(V) Nitrates(V)	218 ^d	158 ^c	122 ^b	99 ^a	24,9

Objaśnienie: / Explanatory note:

a, b, c – grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między kolumnami ($p < 0,05$) / homogenous groups indicate significant differences among the columns ($p < 0,05$).

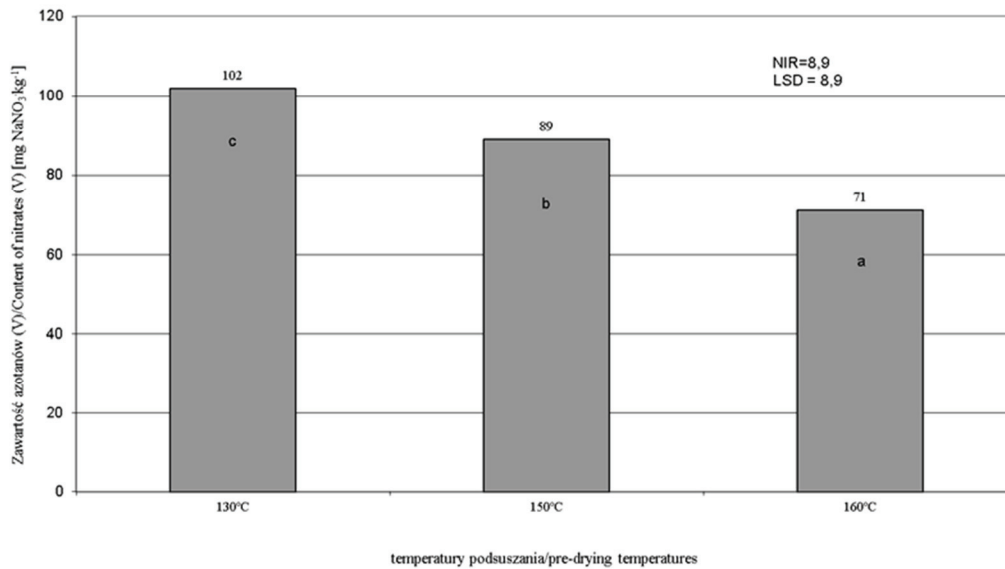
Na ubytki tych związków w największym stopniu wpłynął proces obierania bulw (tab. 2). Po obraniu zawartość azotanów(V) w ziemniakach zmniejszyła się o 28 % (rys. 5).

Według Cieślik [3] obieranie powoduje około 30-procentowe ubytki tych związków w porównaniu z surowcem, a według Pęksy i wsp. [19] 20 - 25 %. Po obraniu ziemniaki blanszowano w wodzie w całości, jedynie duże bulwy dzielono na połówki. Po tym etapie stwierdzono 23 % zmniejszenie zawartości azotanów(V) w bulwach w porównaniu z ziemniakami po obraniu (tab. 3, rys. 5). Po blanszowaniu pozostało jeszcze $122 \text{ mg NaNO}_3 \text{ kg}^{-1} \text{ s.m.}$ (tab. 3). Azotany(V) są związkami lepiej rozpuszczalnymi w wodzie od glikoalkaloidów, dlatego podczas procesów blanszowania czy gotowania powinny wypłukiwać się z surowca w większym stopniu niż glikoalkaloidy. Według Cieślik [3] wielkość ubytków azotanów(V) z surowca poddanego procesom blanszowania czy gotowania zależy od stopnia rozdrobnienia ziemniaków. Większe ubytki zawartości tych związków następują w bardziej rozdrobnionym materiale. Blanszowanie kostki ziemniaczanej wpływa na 30 % ubytki azotanów(V) z surowca, a w czasie blanszowania plasterków podczas produkcji czipsów ubywa ich 20 % [19, 20].

Następnym etapem po blanszowaniu było parowanie. Po parowaniu pozostało azotanów(V) $99 \text{ mg kg}^{-1} \text{ s.m.}$ Zawartość tych związków po tym etapie technologicznym zmniejszyła się o 19 % w porównaniu z ziemniakami po blanszowaniu (tab. 3, rys. 5).

Według Cieślik [3] procesy termiczne obejmujące gotowanie i smażenie powodują zmniejszenie ilości tych związków na poziomie 16 - 71 %, zależy to głównie od zastosowanej techniki. Według Pęksy i wsp. [19] największe zmiany zawartości azotanów(V), oprócz obierania, powoduje proces smażenia rozdrobnionych ziemniaków. Autorka stwierdziła ubytki tych związków po smażeniu plasterków ziemniaka w gorącym oleju na poziomie 84 %. Natomiast według Rytel i wsp. [21] smażenie dwustopniowe ziemniaków na frytki przyczynia się do 86 % ubytków zawartości azotanów(V) w porównaniu z próbami po blanszowaniu.

Proces suszenia w mniejszym stopniu wpłynął na zmniejszenie zawartości azotanów(V) w ziemniakach niż blanszowanie. Zawartość azotanów(V) po suszeniu w porównaniu z próbami po blanszowaniu zmniejszyła się średnio o 17 % (rys. 5). Zastosowanie różnych temperatur podczas procesu podsuszania nie wpłynęło istotnie na zmiany zawartości azotanów(V) w ziemniakach (rys. 4). Gotowy susz ziemniaczany zawierał jeszcze około 28 % początkowej zawartości azotanów(V) w surowcu (rys. 5).

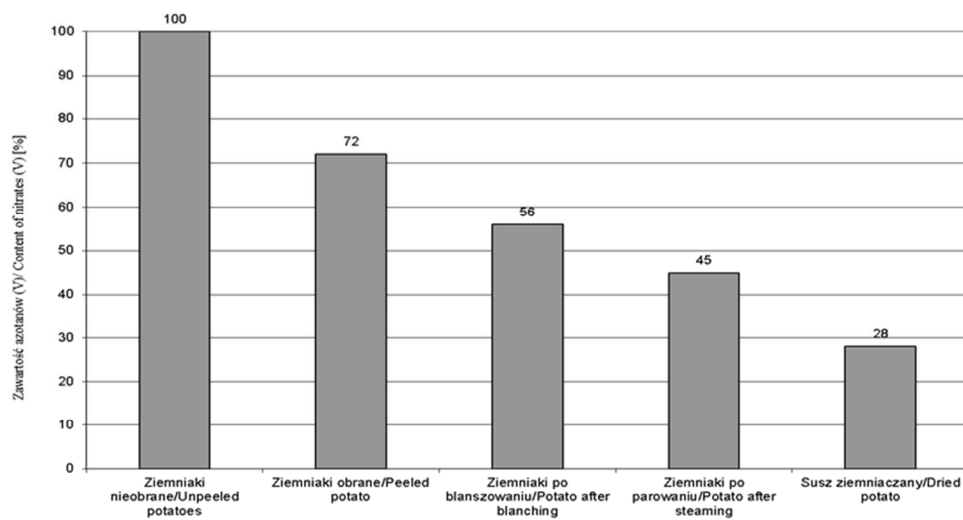


Objaśnienie: / Explanatory note:

a, b – grupy homogeniczne ukazujące istotne różnice między wynikami ($p < 0,05$) / homogenous groups indicate significant differences among results ($p < 0.05$).

Rys. 4. Zawartość azotanów(V) w suszu ziemniaczanym (średnie z 2 lat).

Fig. 4. Content of nitrates (V) in dried potatoes (averages of 2 years).



Rys. 5. Zmiany zawartości azotanów(V) w próbach z poszczególnych etapów doświadczenia technologicznego w stosunku do zawartości w bulwach nieobranych, przyjętej jako 100 %.

Fig. 5. Changes in content of nitrates (V) in samples from individual phases of technological experiment in relation to the content of nitrates (V), assumed to be 100%, in tubers of unpeeled potatoes.

Susze ziemniaczane stanowią często półprodukt, który dodawany jest do żywności dalej przetwarzanej, takiej jak: kluski, pyzy, knedle, placki. W związku z tym stała kontrola zawartości związków przeciwżywnościowych w ziemniakach i w produktach z nich otrzymanych może okazać się konieczna ze względu na rosnące wymagania konsumentów co do jakości i bezpieczeństwa żywności.

Wnioski

1. Proces laboratoryjnej produkcji suszu z ziemniaków gotowanych miał wpływ na zawartość glikoalkaloidów i azotanów(V) w próbach. Najwięcej glikoalkaloidów i azotanów(V) ubyło po procesie obierania, blanszowania i suszenia.
2. Ubytki glikoalkaloidów po procesie obierania ręcznego wynosiły 49 %, po blanszowaniu - 7 %, a po suszeniu - 10 %. Natomiast zawartość azotanów(V) po obraniu ziemniaków zmniejszyła się o 28 %, po blanszowaniu - o 16 %, a po suszeniu - o 17 %.
3. Podsuszanie ziemniaków w różnych temperaturach wpłynęło na zmiany zawartości glikoalkaloidów w próbach. Najwięcej tych związków ubyło w najwyższej temp. 160 °C. Różnice pod względem zawartości α -chakoniny wynosiły 19 % (między produktem podsuszonym w temp. 130 °C i 160 °C), α -solaniny 23 %, natomiast temperatury procesu podsuszania nie wpłynęły na zawartość azotanów(V).
4. W gotowych produktach pozostało około 22 % początkowej zawartości α -chakoniny, 25 % α -solaniny i 28 % azotanów(V).

Literatura

- [1] AOAC. Official methods of analytical chemist. (5th ed.). DC. Association of Official Analytical Chemistry, Washington 1995.
- [2] Becka J., Micka B., Vockal B.: Changes in the content of nitrate nitrogen in raw and boiled potatoes. Ros. Vyr., 1992, **28**, 181-188.
- [3] Cieślak E.: Zmiany zawartości azotanów i azotynów podczas obróbki kulinarnej. Przem. Spoż., 1992, **10**, 266-267.
- [4] Cieślak E.: The effect of weather conditions on the level of nitrates in tubers of same potato varieties. Pol. J. Potato Nutr. Sci., 1995, **4/45 (3)**, 11-19.
- [5] Cieślak E.: Wpływ procesów kulinarnych na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1998, **342**, 15-22.
- [6] Donald G.: Potatoes, tomatoes, and solanine toxicity (*Solanum tuberosum* L., *Solanum lycopersicum* L.). In: Barcelux D.G.: Medical Toxicology of Natural Substances: Foods, Fungi, Medicinal Herbs, Toxic Plants, and Venomous Animal. Hoboken, Ed. J. Wiley & Sons, 2008, pp. 77-83.
- [7] Friedman M.: Potato glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet. J. Agric. Food Chem., 2006, **54 (23)**, 8655-8681.
- [8] Friedman M., Dao M.: Distribution of glycoalkaloids in potato plants and commercial potato products. J. Agric. Food Chem., 1992, **40**, 419-423.
- [9] Friedman M., McDonald G.M.: Potato glycoalkaloids: chemistry, analysis, safety and plant physiology. Crit. Rev. Plant Sci., 1997, **16 (1)**, 55-132.

- [10] Hill J.M.: Nitrate toxicity: myth or reality. *Brom. J. Nutr.*, 1999, **81**, 343.
- [11] Knuthsen P., Jensen U., Schmidt B., Larsen K.I.: Glycoalkaloids in potatoes: content of glycoalkaloids in potatoes for consumption. *J. Food Comp. Anal.*, 2009, **22**, 577-581.
- [12] Leszczyński W.: Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **4 (25)**, 5-27.
- [13] Lisińska G., Pęksa A., Kita A., Rytel E., Tajner-Czopek A.: The quality of potato for processing and consumption. Yee N., Bussel W. (Eds.) In: *Potato IV. Food (Special Issue 2)*, 2009, pp. 99-104.
- [14] Mäder J., Fisher W., Schnick T., Kroh L.W.: Changes in glycoalkaloids composition during potato processing simple and reliable quality control by HPLC. *J. Plan. Chromat.*, 2009, **22 (1)**, 43-47.
- [15] Mozolewski W.: Badania związków między jakością odmian ziemniaka a jakością czipsów i frytek. *Rozprawy i Monografie. Wyd. UWM, Olsztyn*, 2003, **77**, ss. 1-63.
- [16] Murawa D., Banaszkiewicz T., Majewska E., Błaszczuk B., Sulima J.: Zawartość azotanów (III) i (V) w wybranych gatunkach warzyw i ziemniakach dostępnych w handlu w Olsztynie w latach 2003 - 2004. *Brom. Chem. Toks.*, XLI, 2008, **1**, 67-71.
- [17] Ostry V., Ruprich J., Skarkova J.: Glycoalkaloids in potato tubers: the effect of peeling and cooking in salted water. *Acta Alim.*, 2010, **39, 2**, 130-135.
- [18] Pęksa A., Gołubowska G., Rytel E., Lisińska G., Aniołowski K.: Influence of harvest date on glycoalkaloid contents of three potato varieties. *Food Chem.*, 2002, **78**, 313-317.
- [19] Pęksa A., Gołubowska G., Aniołowski K., Lisińska G., Rytel E.: Changes of glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during chips processing. *Food Chem.*, 2006, **97**, 151-156.
- [20] Rytel E.: Changes of glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during dehydrated dice processing. *Food Contr.*, 2012, **25, 1**, 349-354.
- [21] Rytel E., Gołubowska G., Lisińska G., Pęksa A., Aniołowski K.: Changes in glycoalkaloid and nitrate contents in potatoes during French fries processing. *J. Sci. Food Agric.*, 2005, **85**, 879-882.
- [22] Rytel E., Pęksa A., Tajner-Czopek A., Kita A., Lisińska G.: Anti-nutritional compounds in potatoes, depending on the type of raw material and conditions of processing potatoes into food products. Yee N., Bussel W. (Eds.) In: *Potato V. Food (Special Issue 1)*, 2011, 15-22.
- [23] Saito S.L., Sanford L.L., Webb R.E.: High-performance liquid chromatographic determination of glycoalkaloids in potato products. *J. Chromat.*, 1990, **508**, 141-147.
- [24] Şengül M., Keleş F., Keleş M.S.: The effect of storage conditions (temperature, light, time) and variety on the content of potato tubers and sprouts. *Food Contr.*, 2004, **15**, 181-186.
- [25] Tajner-Czopek A., Jarych-Szyska M., Lisińska G.: Changes in glycoalkaloids content of potatoes destined for consumption. *Food Chem.*, 2008, **106**, 706-711.
- [26] Takadi K., Toyoda M., Fujiyama Y., Saito Y.: Effect of cooking on the content of α -chaconine and α -solanine of potatoes. *Food Hyg. Saf. Sci. Jap.*, 1990, **31**, 67-73.
- [27] Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M.: The effect of some selected factors on the content of glycoalkaloids in potato tubers. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1 (46)**, 229-234.

**EFFECT OF PRE-DRYING TEMPERATURE ON CONTENT
OF GLYCOALCALOIDS AND NITRATES (V) DURING LABORATORY
PRODUCTION OF DEHYDRATED COOKED POTATOES**

S u m m a r y

The objective of this research study was to determine the effect of different pre-drying temperatures, applied during the laboratory production of dehydrated cooked potatoes, on the content of glycoalkaloids

(α -chaconine and α -solanine) and nitrates(V) in the samples taken from individual phases of the technological experiment.

The research material included potatoes taken directly in the production plant's storage facility. Dried potatoes were produced using a laboratory method. Potato samples for assays in the laboratory were taken from every individual production phase, i.e.: unpeeled potatoes and potatoes after peeling, blanching, and cooling, as well as after steaming and drying. Except for the dried potatoes, the potato samples were lyophilized with the use of a liophilizator made by an Edwards Company. The content of dry matter was determined in the potatoes, semi-finished products, ready-to-eat products, and lyophilized products using a drying method at a temperature of 102 °C. The content of nitrates(V) in the ready and lyophilized products was determined using a colorimetric method, and the content of α -solanine and α -chaconine therein by a liquid chromatography method (HPLC).

It was found that the process of laboratory production of dehydrated cooked potato impacted the content of glycoalkaloids and nitrates(V) in the potatoes. After the peeling, blanching, and drying processes, the decrease in the content of glycoalkaloids and nitrates (V) was the highest. After the manual peeling process, the decrease in the content of glycoalkaloids was 49 %, after blanching: 7 %, and after drying: 10 %. However, the content of nitrates(V) after blanching decreased by 28 %, after blanching by 16 %, and after drying by 17 %. The pre-drying of the potatoes at different temperatures impacted the changes in the content of glycoalkaloids in the samples. The highest decrease in the content of those compounds took place at a temperature of 160 °C. The differences as regards the content of α -chaconine were 19 % (between the product dried at a temperature of 130 °C and 160 °C), and as regards the content of α -solanine, those differences amounted to 23 %; yet, the temperatures did not impact the content of nitrates(V). In the ready-to-eat products, the content of α -chaconine remaining after the processes performed was ca. 22 % of its initial content, the content of α -solanine was 25 %, and of nitrates(V) was 28 %.

Key words: glycoalkaloids, nitrates(V), dehydrated cooked potatoes ✕