

EMILIA BERNAŚ, GRAŻYNA JAWORSKA

ZAWARTOŚĆ AMINOKWASÓW W MROŻONKACH I KONSERWACH STERYLIZOWANYCH Z BOROWIKA SZLACHETNEGO (*BOLETUS EDULIS* (BULL: FR.))

Streszczenie

W pracy porównano zawartość aminokwasów w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego (*Boletus edulis*). Mrożonki, w porównaniu z konserwami, zawierały więcej suchej masy o 2 %, węglowodanów ogółem o 7 %, azotu ogółem o 13 % i tłuszczu surowego o 5 %, natomiast mniej związków mineralnych, oznaczonych jako popiół, o 64 % i azotu białkowego o 5 %, przy czym istotne różnice stwierdzono tylko w przypadku związków mineralnych, oznaczonych jako popiół. W badanych produktach suma wszystkich aminokwasów wynosiła 1965 - 2033 mg w 100 g świeżej masy, w tym 47 % stanowiły aminokwasy egzoogenne. W mrożonkach, w porównaniu z owocnikami sterylizowanymi, wykazano: większą zawartość aminokwasów zarówno endo-, jak i egzogennych oraz o 2 - 34 % więcej glutaminy, lizyny, metioniny i waliny, a o 2 % mniej seryny. W przeliczeniu na 16 g N sumy aminokwasów endo- i egzogennych, zawartość większości aminokwasów w mrożonkach była mniejsza o 7 - 19 %. W obu rodzajach produktów wśród aminokwasów endogennych najwięcej było asparaginy i glutaminy, a wśród aminokwasów egzogennych leucyny i waliny. W mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego, w porównaniu z wzorcami białka FAO/WHO (1991) i FAO/WHO/UNU (2007) dla dorosłych, nie stwierdzono żadnego aminokwasu ograniczającego, natomiast w porównaniu ze wzorcem FAO/WHO (1991) dla dzieci aminokwasami ograniczającymi były leucyna i lizyna.

Słowa kluczowe: aminokwasy, borowik szlachetny, mrożenie, sterylizacja

Wprowadzenie

Grzyby jadalne cenione są nie tylko za względu na niepowtarzalne cechy smakowo-zapachowe i konsystencję, ale coraz częściej doceniana jest również ich wartość odżywcza. Istotne znaczenie wśród składników zawartych w tkance grzybowej mają związki azotowe, szczególnie białko, wolne aminokwasy, aminy, kwasy nukleinowe, mocznik i chityna. Zawartość białka ogółem w grzybach zależy m.in. od gatun-

ku i w borowiku szlachetnym wynosi 28 - 33 g/100 g suchej masy [3, 5, 30]. W porównaniu z białkami roślinnymi białko grzybów charakteryzuje się dużym udziałem albumin i globulin, a małym prolamin i glutelin [3]. Ponadto uważa się, że jest ono przyswajalne w mniejszym stopniu niż białko roślinne, bowiem według Dabbour i Takruri [13] w zależności od gatunku przyswajalność ta waha się od 34 do 89 %.

W owocnikach grzybów jadalnych występują wszystkie aminokwasy egzogenne i endogenne będące budulcem białek. Zdaniem Mdachi i wsp. [21] skład białka grzybów dziko rosnących, np. z gatunku *Boletinus cavipes*, jest szczególnie korzystny, w porównaniu ze składem białka rośliny *Mendicago sativa*, uważanej dotychczas za roślinę zawierającą w odpowiednich proporcjach wszystkie osiem niezbędnych aminokwasów. Według Dabbour i Takruri [13] oraz Shah i wsp. [25] aminokwasami ograniczającymi przyswajalność białka grzybowego są głównie metionina i cysteina oraz w niektórych gatunkach dodatkowo izoleucyna.

Mała trwałość świeżych grzybów oraz w przypadku gatunków pozyskiwanych ze stanowisk naturalnych sezonowość występowania zmusza producentów do stosowania różnorodnych metod ich utrwalania lub przetwarzania. Do najpopularniejszych metod utrwalania grzybów jadalnych należą mrożenie, apertyzacja i suszenie. Grzyby sterylizowane, utrwalane w zalewie zawierającej chlorek sodu oraz niekiedy niewielki dodatek kwasu cytrynowego, kwasu L-askorbinowego, pirosiarczynu sodu bądź potasu zachowują przydatność do spożycia nawet przez 24 miesiące, a koszty ich magazynowania są stosunkowo niskie. Do produkcji tego typu wyrobów wykorzystuje się głównie pieczarki, kurki, borowiki i rydze [8, 18, 19, 29]. Mrożenie jest sposobem utrwalania, który najpełniej pozwala na zachowanie naturalnego smaku i aromatu grzybów. Generalnie przyjmuje się, że wartość odżywcza mrożonek jest większa niż konserw sterylizowanych, jednak na podstawie danych literaturowych [11, 18, 28] trudno jednoznacznie wypowiedzieć się na ten temat. Do zamrażania nadają się między innymi borowiki, rydze i kurki [12, 24], przy czym podstawowym gatunkiem wykorzystywanym do mrożenia w warunkach przemysłowych pozostaje pieczarka.

Celem pracy było porównanie zawartości aminokwasów w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były mrożone i sterylizowane owocniki borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull: Fr.)) po 12 miesiącach składowania, poddane przed konserwowaniem moczeniu i blanszowaniu w roztworze zawierającym kwas mlekowy, kwas cytrynowy i kwas L-askorbinowy.

Owocniki borowika szlachetnego pozyskano z lasów sosnowych położonych w zachodniej Polsce i przerabiano po około 12 h od zbioru. Do badań przeznaczono grzyby, których średnica kapelusza wynosiła od 4 do 8 cm. Obróbka wstępna przed

utrwalaniem obejmowała sortowanie (odrzucono owocniki chore oraz zarobaczone), czyszczenie (usuwano resztki ściółki i pozostałości grzybni) oraz mycie w bieżącej, zimnej wodzie. Następnie po odcieknięciu na sitach oddzielano kapelusze od trzonów. Kapelusze o średnicy 5,0 - 7,5 cm krojono na połowę, a powyżej 7,5 cm na cztery części. W dalszej kolejności w celu zabezpieczenia przed zmianami barwy w trakcie przetworu oraz w czasie przechowywania produktów gotowych owocniki moczo i blanszowano w 0,5 % roztworze wodnym kwasu mlekowego, 0,5 % kwasu cytrynowego i 0,1 % kwasu L-askorbinowego. Zabieg moczenia trwał 1 h, z zachowaniem proporcji masy grzybów do użytego roztworu jak 1 : 2. Blanszowanie prowadzono w temp. 96 – 98 °C z zachowaniem proporcji masy grzybów do użytego roztworu jak 1 : 5. Kapelusze blanszowano 3 min, natomiast trzony 1,5 min. Grzyby po blanszowaniu chłodzono w bieżącej, zimnej wodzie i krojono na paski grubości około 5 mm. Całą partię borowika szlachetnego podzielono na 2 części, jedną przeznaczono do mrożenia, a drugą do produkcji konserw sterylizowanych.

Pokrojone owocniki o masie po 450 g umieszczano w jednostkowych opakowaniach z folii polistyrenowej o pojemności 0,5 dm³. W celu zachowania proporcji kapeluszy do trzonów takiej, jak w surowcu, w każdym opakowaniu jednostkowym kapelusze i trzony znajdowały się w stosunku 1 : 1,4. Produkty mrożono w komorze klimatyzacyjnej Feutron typ 3626-51, z wymuszonym obiegiem powietrza, w temp. -35 °C. Zamrażanie produktu trwało 120 min, do momentu uzyskania w środku termicznym temp. -25 °C. Po osiągnięciu wymaganej temperatury mrożonki przenoszono do komór składowych o temp. -25 °C i przechowywano w tych warunkach przez 12 miesięcy.

Po obróbce wstępnej grzyby o masie po 180 g (stosunek kapeluszy do trzonów jak 1 : 1,4) umieszczano w szklanych słojach typu "twist-off" o poj. 300 cm³. Po umieszczeniu w opakowaniach owocniki zalewano 100 cm³ gorącej zalewy zawierającej 2 % soli kuchennej, odpowietrzano immersyjnie, zamykano i sterylizowano. Sterylizacja przebiegała w następujący sposób: podnoszenie temp. do 100 °C – 5 min, podnoszenie temp. od 100 do 118 °C – 10 min, właściwa sterylizacja w temp. 118 - 121 °C – 12 min, chłodzenie do temp. 100 °C – 10 min, chłodzenie do temp. 30 °C – 10 min. Sterylizację prowadzono w laboratoryjnym sterylizatorze ciśnieniowym produkcji USA. Konserwy składowano przez okres jednego roku w temp. 8 - 10 °C.

Zawartość wybranych składników chemicznych i aminokwasów w mrożonych grzybach oznaczano po ich wcześniejszym rozmrożeniu w temp. 2 - 4 °C przez około 12 h. W przypadku konserw sterylizowanych analizom poddawano owocniki po odcieknięciu. W mrożonych i sterylizowanych borowikach oznaczano zawartość: suchej masy, popiołu, azotu ogółem i tłuszczu surowego metodami wymienionymi w AOAC [1]. Ilość azotu białkowego określano według metody z użyciem kwasu trichlorooctowego [2]. Zawartość węglowodanów ogółem obliczano z równania: węglowodany ogółem = 100 - (woda + popiół + białko surowe + tłuszcz surowy), gdzie: białko suro-

we = azot ogółem \times 4,38 [5]. Wszystkie wymienione wyróżniki analizowano w 4 powtórzeniach.

Zawartość aminokwasów, oprócz tryptofanu, oznaczano w materiale liofilizowanym za pomocą analizatora aminokwasów AAA-400 firmy INGOS (Czechy). Procedura analityczna była zgodna z zaleceniami producenta aparatu. Próbkę hydrolizowano w 6 M HCl przez 24 h, w temp. 110 °C. Po ostudzeniu, przesączeniu i przemyciu, hydrolizat odparowywano w wyparce próżniowej, a suchą pozostałość rozpuszczano w buforze o pH = 2,2. Tak przygotowaną próbkę używano do analizy metodą ninhydrynową. Stosowano bufony o pH 2,6; 3,0; 4,25; 7,9. Roztwór ninhydryny buforowano buforem o pH 5,5. Stosowano kolumnę o długości 370 mm wypełnioną jonexem Ostion ANB INGOS (Czechy). Temperatura kolumny wynosiła 55 – 74 °C, temp. reaktora 120 °C. W celu oznaczenia aminokwasów siarkowych, metioniny i cysteiny, prowadzono hydrolizę utleniającą za pomocą mieszaniny kwasu mrówkowego i nadtlenku wodoru (9 : 1), w temp. 110 °C przez 24 h. Po ostudzeniu z próbką postępowano tak, jak przy hydrolizie kwasowej. Stosowano bufony o pH 2,6 i 3,0, temp. kolumny wynosiła 60 °C, temp. reaktora 120 °C. Aminokwasy analizowano w 3 powtórzeniach.

W celu dokonania oceny wartości biologicznej białka grzybowego porównano zawartość aminokwasów wyrażoną w g na 16 g N ze wzorcami białka FAO/WHO [15] i FAO/WHO/UNU [16] dla dorosłych oraz FAO/WHO [15] dla dzieci w wieku przedszkolnym. Obliczono wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS), wykorzystując metodę Mitchella i Blocka [22] oraz według metody Osera [23] zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych (EAA).

Wyniki badań opracowano statystycznie, stosując jednoczynnikową analizę wariancji przy użyciu testu F Snedecora i testu t-Studenta. Obliczono najmniejszą istotną różnicę (NIR) przy $\alpha = 0,05$. W obliczeniach statystycznych posłużono się programem Statistica 6.1 PL

Wyniki i dyskusja

Mrożone owocniki borowika szlachetnego, w porównaniu z konserwami sterylizowanymi, charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością związków mineralnych oznaczonych jako popiół o 64 %, co wynikało z użycia w konserwach jako zalewy solanki. W przypadku pozostałych analizowanych wyróżników składu chemicznego nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy ocenianymi produktami (tab. 1). Niemniej jednak mrożonki zawierały więcej suchej masy (o 2 %), węglowodanów ogółem (o 7 %), azotu ogółem (o 13 %) i tłuszczu surowego (o 5 %), natomiast mniej azotu białkowego (o 6 %). Manzi i wsp. [20] w mrożonych owocnikach różnych gatunków borowikowatych oznaczyli, zbliżoną do oznaczonej w pracy w mrożonym borowiku,

zawartość suchej masy i węglowodanów ogółem, natomiast znacznie większą ilość tłuszczu surowego, a mniejszą popiołu i białka.

Zdaniem wielu autorów [17, 21, 25] grzyby jadalne zawierają wszystkie aminokwasy egzo- i endogenne, przy czym spośród aminokwasów endogennych w znacznych ilościach występują w grzybach takie aminokwasy, jak: kwas glutaminowy, kwas asparaginowy, alanina, prolina i seryna.

Tabela 1

Skład chemiczny mrożonych i sterylizowanych owocników borowika szlachetnego.

Chemical composition of frozen and sterilized fruiting bodies of *Boletus edulis* mushroom.

Składnik chemiczny Chemical components	Rodzaj produktu / Kind of product		NIR / LSD $\alpha = 0,05$
	Mrożone grzyby Frozen mushrooms	Sterylizowane grzyby Sterilized mushrooms	
Sucha masa / Dry matter [g/100 g ś.m./ f.m.]	8,77 ± 0,05	8,63 ± 0,06	ns
Związki mineralne oznaczane jako popiół Mineral components determined as Ash [g/100 g s.m./d.m.]	3,81 ± 0,24	10,60 ± 0,08	0,443
Węglowodany ogółem / Total carbohydrates [g/100 g s.m./d.m.]	68,68 ± 2,01	64,02 ± 0,14	ns
Azot ogółem / Total nitrogen [g/100 g s.m./d.m.]	5,77 ± 0,33	5,10 ± 0,16	ns
Azot białkowy / Protein nitrogen [g/100 g s.m./d.m.]	4,56 ± 0,24	4,87 ± 0,15	ns
Tłuszcz surowy / Raw fat [g/100 g s.m./d.m.]	3,22 ± 0,14	3,06 ± 0,13	ns

f.m. – fresh matter, s.m. – dry matter, ns – statystycznie nieistotne / statistically insignificant

Suma wszystkich analizowanych aminokwasów w mrożonych owocnikach borowika wynosiła 2033 mg/100 g ś.m. i 5636 mg/16 g N. Konserwy, w porównaniu z mrożonkami, charakteryzowały się mniejszą o 68 mg (o 3 %) sumą aminokwasów w przeliczeniu na 100 g ś.m., natomiast w odniesieniu do 16 g N większą o 530 mg (o 9 %), co mogło wynikać z faktu iż konserwy charakteryzowały się mniejszą zawartością azotu ogółem niż mrożonki (tab. 1).

W ocenianych mrożonkach z borowika suma aminokwasów endogennych wynosiła 1070 mg/100 g ś.m. i była większa o 22 mg (o 2 %) niż w konserwach sterylizowanych (tab. 2). W odniesieniu do 16 g N suma aminokwasów endogennych w mrożo-

nych borowikach wynosiła 2967 mg i była mniejsza niż w konserwach o 314 mg (o 10 %). Aminokwasy endogenne stanowiły po 53 % sumy wszystkich aminokwasów odpowiednio w mrożonkach i w konserwach sterylizowanych. Wśród omawianej grupy aminokwasów w obu rodzajach produktów w największej ilości występowała asparagina i glutamina, zaś w najmniejszej glicyna i prolina. Mdachi i wsp. [21] podają, że w świeżych owocnikach borowika oprószonego (*Boletus pruinatus*) wśród aminokwasów endogennych w największej ilości występuje kwas glutaminowy, a w najmniejszej arginina, zaś w owocnikach borowiczaka dętego (*Boletinus cavipes*) odpowiednio glutamina i arginina. Z kolei Tsai i wsp. [27] zaobserwowali, że w suszonych owocnikach borowika szlachetnego wśród wolnych aminokwasów endogennych dominują alanina, kwas asparaginowy, natomiast nie wykryto proliny.

Tabela 2

Aminokwasy endogenne w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego.
Endogenous amino acids in frozen and sterilized fruiting bodies of *Boletus edulis* mushrooms.

Rodzaj aminokwasu Kind of amino acid	Rodzaj produktu Kind of product	Zawartość w mg/100 g ś.m. Content in mg/100 g f.m.	NIR / LSD, $\alpha = 0,05$	Zawartość w mg/16 g N Content in mg/16 g N	NIR / LSD $\alpha = 0,05$
Ala	M	161,9 ± 5,5	ns	448,9 ± 17,7	ns
	K	150,5 ± 6,9		472,2 ± 24,9	
Arg	M	168,5 ± 3,9	ns	467,2 ± 12,3	18,77
	K	162,5 ± 2,5		509,6 ± 9,1	
Asp	M	194,7 ± 5,1	ns	539,8 ± 16,3	36,84
	K	186,5 ± 7,0		585,1 ± 25,3	
Glu	M	256,2 ± 3,7	7,14	710,3 ± 11,9	21,04
	K	247,7 ± 3,4		777,2 ± 12,5	
Gly	M	97,4 ± 2,4	ns	270,1 ± 7,6	17,95
	K	95,3 ± 4,9		299,1 ± 17,7	
Pro	M	89,0 ± 3,7	ns	246,8 ± 11,9	18,88
	K	91,2 ± 2,7		286,2 ± 9,9	
Ser	M	102,4 ± 3,2	8,49	284,0 ± 10,2	25,79
	K	112,5 ± 5,1		352,0 ± 18,5	
Suma / Sum	M	1070		2967	
	K	1048		3281	

M - mrożonki / frozen mushrooms, K – konserwy sterylizowane / sterilized mushrooms, ns – statystycznie nieistotne / statistically insignificant.

Wykazane pomiędzy mrożenkami a konserwami różnice zawartości poszczególnych aminokwasów endogennych, przy wyrażaniu wyników na 100 g ś.m., były istotne tylko w przypadku glutaminy i seryny, zaś w odniesieniu do 16 g N w przypadku wszystkich oznaczanych aminokwasów endogennych, za wyjątkiem alaniny. Poszczególne aminokwasy są związkami wrażliwymi w różnym stopniu na czynniki występujące w czasie procesu technologicznego, w szczególności na temperaturę i czas działania oraz środowisko, w którym te zabiegi się odbywają [6, 9]. Śledzenie przemian, jakim ulegają aminokwasy utrudnia fakt różnorodności reakcji, jakim one podlegają. Wpływ na przebieg przemian ma również rodzaj surowca. Zdaniem Clemente i wsp. [7], Cruz-Garcia i wsp. [9] i El-Adawy [14] bezpośrednią przyczyną ubytków aminokwasów na skutek zastosowania różnych zabiegów w ramach obróbki wstępnej jest rozpuszczanie ich w wodzie, dyfuzja, wyciek oraz termiczna degradacja. Ponadto Sherr i wsp. [26] stwierdzili, że podczas przetwarzania żywności boczne łańcuchy niektórych aminokwasów białkowych mogą reagować z innymi aminokwasami, co może powodować zmiany ich ilości. W przypadku przetwarzania grzybów jadalnych na przemiany omawianych związków duży wpływ mogą mieć również przebiegające reakcje nieenzymatycznego ciemnienia (reakcje Maillarda), podczas których następuje kondensacja pomiędzy grupami aminowymi aminokwasów a cukrami. Na skutek tych reakcji dochodzi do nieodwracalnego zniszczenia części aminokwasów [4, 6]. Rezultatem przebiegu tych reakcji jest widoczne ciemnienie tkanki grzybowej, które zaobserwowało w trakcie produkcji mrozonek i konserw sterylizowanych wielu autorów [10, 19, 29].

Sumaryczna zawartość aminokwasów egzogennych w mrożonych owocnikach borowika szlachetnego wynosiła 962 mg w 100 g ś.m. i była większa od zawartości, jaką stwierdzono w konserwach sterylizowanych o 43 mg (o 5 %) (tab. 3). W przeliczeniu na 16 g N zawartość omawianej grupy aminokwasów wynosiła w mrożonym borowiku 2669 mg i odmiennie, jak to miało miejsce w przypadku wyrażania wyników w 100 g ś.m., była mniejsza niż w konserwach o 216 mg (o 7 %). Aminokwasy egzogenne stanowiły po 47 % sumy wszystkich aminokwasów w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika. W obu rodzajach produktów w największej ilości spośród aminokwasów egzogennych oznaczono leucynę i walinę, zaś w najmniejszej cysteinę. Mdachi i wsp. [21] podają, że w świeżych owocnikach borowika oprószonego (*Boletus pruinatus*) i borowiczaka dętego (*Boletinus cavipes*) wśród aminokwasów egzogennych w największej ilości, podobnie, jak w omawianych produktach z borowika szlachetnego, występuje leucyna, zaś w najmniejszej stwierdzono metioninę oraz tryptofan.

Mrożone borowiki, w stosunku do konserw sterylizowanych, przy wyrażaniu wyników w 100 g ś.m., zawierały istotnie więcej lizyny, metioniny i waliny o 8 -34 %, a w przeliczeniu na 16 g N istotnie mniej izoleucyny, leucyny, fenyloalaniny, treoniny i tyrozyny o 11 - 16 %.

Tabela 3

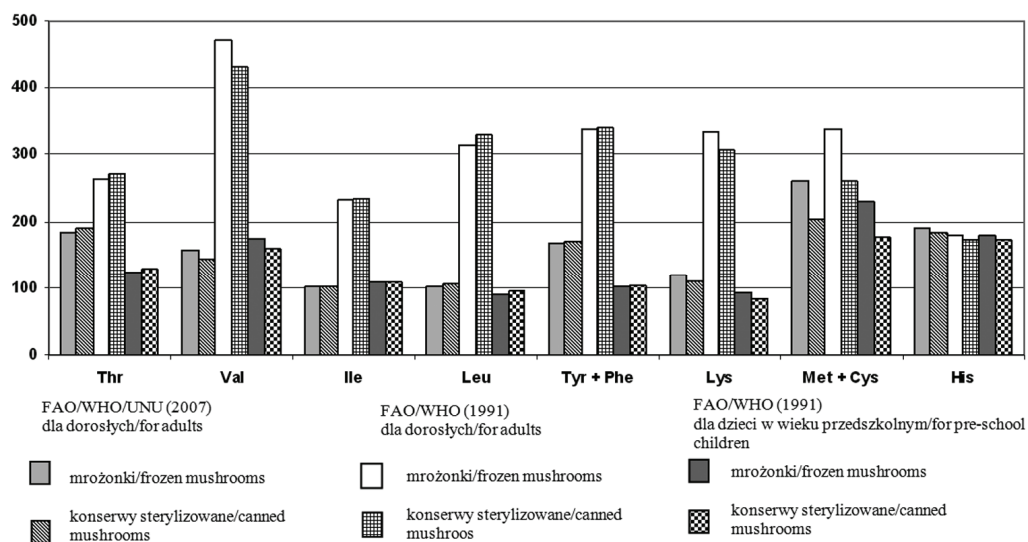
Aminokwasy egzogenne w mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego.
Exogenous amino acid content in frozen and canned *Boletus edulis* mushrooms.

Rodzaj aminokwasu Kind of amino acid	Rodzaj produktu Kind of product	Zawartość w mg/100 g ś.m. Content in mg/100 g f.m.	NIR / LSD, $\alpha = 0,05$	Zawartość w mg/16 g N/ Content in mg/16 g N	NIR/LSD $\alpha = 0,05$
Cys	M	28,5 ± 2,9	ns	78,9 ± 9,3	ns
	K	26,0 ± 2,8		81,6 ± 10,3	
His	M	63,8 ± 2,8	ns	177,0 ± 9,0	ns
	K	61,3 ± 2,4		192,2 ± 8,7	
Ile	M	73,7 ± 2,4	ns	204,4 ± 7,8	21,03
	K	75,0 ± 4,2		235,3 ± 15,3	
Leu	M	147,1 ± 2,9	ns	407,9 ± 9,2	24,58
	K	154,0 ± 4,9		483,2 ± 17,8	
Lys	M	128,9 ± 3,1	7,28	357,5 ± 9,9	ns
	K	119,0 ± 4,1		373,3 ± 15,0	
Met	M	110,5 ± 3,6	5,81	306,4 ± 11,4	16,66
	K	82,2 ± 2,0		258,0 ± 7,4	
Phe	M	84,0 ± 1,5	ns	232,9 ± 4,7	12,03
	K	83,2 ± 2,4		261,2 ± 8,6	
Thr	M	105,0 ± 4,0	ns	291,2 ± 12,9	27,16
	K	109,0 ± 5,0		342,0 ± 18,1	
Tyr	M	67,7 ± 2,6	ns	187,8 ± 8,4	16,40
	K	69,6 ± 2,9		218,4 ± 10,4	
Val	M	153,2 ± 2,9	9,24	424,9 ± 9,2	ns
	K	140,1 ± 5,9		439,5 ± 21,3	
Suma / Sum	M	962		2669	
	K	919		2885	

M – mrożonki / frozen mushrooms, K – konserwy sterylizowane / sterilized canned mushrooms, ns – niestotne statystycznie / statistically insignificant.

Porównanie zawartości aminokwasów egzogennych ze wzorcami FAO/WHO [15, 16] dla dorosłych wykazało, że zarówno w mrożonych, jak i sterylizowanych owocnikach borowika nie było żadnych aminokwasów ograniczających, bowiem wartości indeksów CS przyjmowały wartości powyżej 100 (rys. 1). Z kolei w odniesieniu do wzorca FAO/WHO [15] z 1991 roku dla dzieci aminokwasami ograniczającymi w obu

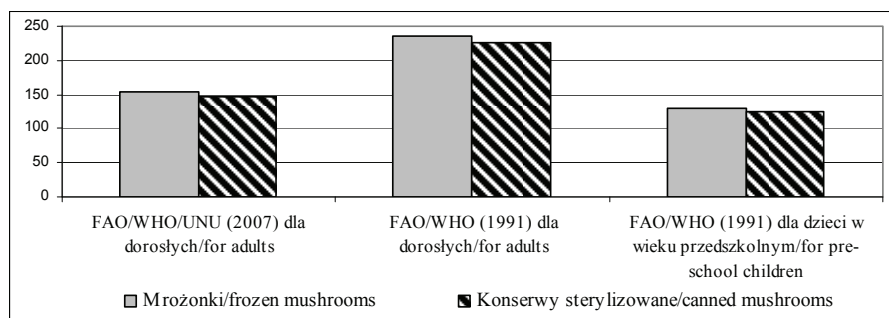
rodzajach produktów były leucyna i lizyna, w przypadku których indeksy CS przyjmowały wartości odpowiednio 91 i 92 w mrożonkach oraz 95 i 85 w konserwach.



M – mrozenki/frozen mushrooms, K – konserwy sterylizowane/canned sterilized mushrooms

Rys. 1. Wskaźnik CS mrożonego i sterylizowanego borowika szlachetnego.

Fig. 1. Chemical Score Index for frozen and canned sterilized *Boletus edulis* mushroom.



Rys. 2. Indeksy EAA mrożonego i sterylizowanego borowika szlachetnego.

Fig. 2. Essential Amino Acid Index for frozen and canned sterilized *Boletus edulis* mushroom.

Wskaźniki EAA mrożonych i sterylizowanych borowików niewiele różniły się między sobą i przyjmowały wartości odpowiednio 153 - 236 i 146 - 225 w odniesieniu do wzorców FAO/WHO [15] i FAO/WHO/UNU [16] dla dorosłych oraz 130 i 124 w porównaniu z wzorcem FAO/WHO [15] dla dzieci (rys. 2).

Wnioski

1. Mrożonki z borowika szlachetnego, w odniesieniu do konserw, niewiele różniły się pod względem podstawowego składu chemicznego, bowiem istotne różnice stwierdzono tylko pod względem zawartości związków mineralnych oznaczonych w postaci popiołu.
2. W mrożonych grzybach, w porównaniu ze sterylizowanymi, przy wyrażaniu wyników na 100 g ś.m., stwierdzono większą sumaryczną zawartość zarówno aminokwasów endo-, jak i egzogennych oraz większy poziom glutaminy, lizyny, metioniny i waliny, natomiast mniejszy seryny.
3. W przeliczeniu na g N sumy aminokwasów endo- i egzogennych oraz poziom większości aminokwasów w mrożonkach były mniejsze niż w konserwach.
4. W obu rodzajach produktów wśród aminokwasów endogennych w największej ilości występowała asparagina i glutamina, zaś wśród aminokwasów egzogennych leucyna i walina.
5. W mrożonych i sterylizowanych owocnikach borowika szlachetnego, w porównaniu z wzorcami białka FAO/WHO dla dorosłych nie stwierdzono żadnego aminokwasu ograniczającego, zaś w odniesieniu do wzorca FAO/WHO (1991) dla dzieci aminokwasami ograniczającymi były leucyna i lizyna.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, Wyd. 16, Arlington, USA, 1995.
- [2] Awolumate E.O.: Accumulation and quality of storage protein in developing cowpea, mung bean and soya bean seeds. J. Sci. Food Agric., 1983, **34**, 1351-1357.
- [3] Bauer Petrovska B.: Protein fraction in edible Macedonian mushrooms. Eur. Food Res. Technol., 2001, **212**, 469-472.
- [4] Baxter J.H.: Free amino acid stability in reducing sugar systems. J. Food Sci., 1995, **60**, 405-408.
- [5] Braaksma A., van der Meer P., Schaap D.J.: Polyphosphate accumulation in the senescing mushroom *Agaricus bisporus*. Post. Biol. Tech., 1996, **8**, 121-127.
- [6] Candela M., Astiasaran I., Bello J.: Cooking and warm-holding: effect on general composition and amino acids of Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris*), Chickpeas (*Cicer arietinum*), and Lentils (*Lens culinaris*). J. Agric. Food Chem., 1997, **45**, 4763-4767.
- [7] Clemente R., Sánchez-Vioque J., Vioque J.: Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. Food Chem., 1998, **62**, 1-6.
- [8] Coşkuner Y., Özdemir Y.: Effects of canning processes on the elements content of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*). Food Chem., 1997, **60** (4), 559-562. [8]
- [9] Cruz-García J., López-Hernández M.J., González-Castro A.I., Rodríguez-Bernaldo de Quirós, Simal-Lozano J.: Effects of various culinary treatments on the amino acid content of green beans, Dtsch. Lebensm. Rundsch. 1999, **95**, 507-510.
- [10] Czapski J.: Wpływ niektórych operacji technologicznych na wydajność i jakość pieczarek blanszowanych i składowanych w zalewie. Biul. Warz., 1994, **42**, 101-119.

- [11] Czapski J.: Evaluation of chemical composition of commercially canned mushrooms processed from fresh and desalted mushrooms and derived from different geographic regions. *Veg. Crops Res. Bull.*, 2003, **58**, 135-141.
- [12] Czapski J., Szudyga K.: Frozen mushrooms quality as affected by strain, flush, treatment before freezing, and time of storage. *J. Food Sci.*, 2000, **65** (4), 722-725.
- [13] Dabbour I.R., Takruri H.R.: Protein Digestibility using Corrected Amino Acid Score method (PDCAAS) of four types of mushrooms grown in Jordan. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 2002, **57**, 13-24.
- [14] El-Adawy T.A.: Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 2002, **57**, 83-97.
- [15] FAO/WHO: Protein Quality Evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome 1991, FAO Food and Nutrition Paper 51.
- [16] FAO/WHO/UNU: Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. WHO technical report series no. 935, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2007.
- [17] Guo L.-Q., Lin J.-Y., Lin J.-F.: Non-volatile components of several novel species of edible fungi in China. *Food Chem.*, 2007, **100**, 643-649.
- [18] Jaworska G., Gębczyński P., Gołyszny A.: Wykorzystanie pieczarek do produkcji mrożonych i sterylizowanych farszów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **36** (3) Supl., 63-71.
- [19] Jaworska G., Bernaś E., Cichoń Z., Possinger P.: Establishing the optimal period of storage for frozen *Agaricus bisporus*, depending on the preliminary processing applied. *Int. J. Refrig.*, 2008, **31** (6), 1042-1050.
- [20] Manzi P., Marconi S., Aguzzi A., Pizzoferrato L.: Commercial mushrooms: nutritional quality and effects of cooking. *Food Chem.*, 2004, **84**, 201-206.
- [21] Mdachi S.J.M., Nkunya M.H.H., Nyigo V.A., Urasa I.T.: Amino acid composition of some Tanzanian wild mushrooms. *Food Chem.*, 2004, **86**, 179-182.
- [22] Osborne D.R., Voogt P.: *The Analysis of Nutrients in Food*. Academic Press, London 1978.
- [23] Oser B.L.: Method for integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of proteins. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1951, **27**, 396-399.
- [24] Rapior S., Cavalié S., Croze P., Andary C.: Volatile components of ten frozen mushrooms (*Basidiomycetes*). *J. Essent. Oil Res.*, 1996, **8** (1/2), 63-66.
- [25] Shah H., Khalil I.A., Jabeen S.: Nutritional composition and protein quality of *Pleurotus* mushroom. *Sarhad J. Agric.*, 1997, **13** (6), 621-626.
- [26] Sherr B., Lee C.M., Jelesiewicz C.: Absorption and metabolism of lysine Maillard products in relation to utilization of L-lysine. *J. Agric. Food Chem.*, 1989, **37**, 119-122.
- [27] Tsai S.-Y., Tsai H.-L., Mau J.-L.: Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*. *Food Chem.*, 2008, **107**, 977-983.
- [28] Vetter J.: Chemical composition of fresh and conserved mushroom. *Eur. Food Res. Technol.*, 2003, **217** (1), 10-12.
- [29] Vivar-Quintana A.M., González-San José M.L., Collado-Fernández M.: Influence of canning process on colour, weight and grade of mushrooms. *Food Chem.*, 1999, **66**, 87-92.
- [30] Yang J.H., Lin H.C., Mau J.L.: Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. *Food Chem.*, 2001, **72**, 465-471.

**CONTENT OF AMINO ACIDS IN FROZEN AND CANNED STERILIZED PRODUCTS OF
BOLETUS EDULIS (BULL: FR.) MUSHROOM**

S u m m a r y

The objective of the present study was to compare the contents of amino acids in frozen and sterilized fruiting bodies of *Boletus edulis* mushrooms. Compared to canned products, the frozen mushrooms contained 2% more dry matter, 7% more total carbohydrates, 13% more total nitrogen, and 5% more raw fat. The level of mineral components was 64 % lower and of protein nitrogen - 5 % lower, whereas the significant differences were found only in the case of mineral components expressed as ash. The content of total amino acids in the frozen and canned products amounted to 1965 - 2033 mg/100 g fresh matter, and the exogenous amino acids constituted 47 % thereof. Compared to the sterilized fruiting bodies of mushrooms, in the frozen products, the content of endo- and the exogenous amino acids was higher as were the levels of glutamine, lysine, methionine, and valine (2 % to 34 %); the level of serine was lower (-2 %). The results expressed as 16 g N of the sums of endo- and exogenous amino acids produced the lower contents of the majority of amino acids determined by 7 - 19 % in the frozen products. The dominant endogenous amino acids in the two kinds of the products were asparagine and glutamine, whereas in the group of exogenous amino acids: leucine and valine. In the frozen and sterilized fruiting bodies of *B. edulis* mushrooms, no limiting amino acid was found compared to the FAO/WHO (1991) and FAO/WHO/UNU (2007) standards for the adults, whereas, compared to the FAO/WHO (1991) and FAO/WHO/UNU (2007) standard for children, leucine and lysine were limiting amino acids.

Key words: amino acid, *Boletus edulis* mushroom, freezing, sterilization 