

CELINA WIECZOREK, LESŁAW B. LAHUTA

WPŁYW NIEKTÓRYCH ZABIEGÓW KULINARNYCH NA ZMIANY POZIOMU WĘGLOWODANÓW ROZPUSZCZALNYCH W NASIONACH SOCZEWICY I CIECIERZYCY

Streszczenie

Celem badań była analiza składu węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach soczewicy i ciecierzycy oraz ocena wpływu wybranych zabiegów obróbki kulinarnej na zmiany zawartości tych substancji w badanych nasionach.

Nasiona soczewicy i ciecierzycy poddano obróbce technologicznej obejmującej moczenie i gotowanie. Badania fizykochemiczne obejmowały oznaczenie wodochłonności oraz zawartości suchej masy i węglowodanów rozpuszczalnych. Analizę otrzymanych wyników przeprowadzono w stosunku do nasion suchych bez obróbki kulinarnej.

Wyjściowa średnia zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w surowych, suchych nasionach soczewicy i ciecierzycy wynosiła odpowiednio 85,3-91,4 mg/g s.m i 98,4-109,8 mg/g s.m. W soczewicy dominowały oligosacharydy z rodziny rafinozy (38-40%), a w ciecierzycy galaktozylocyklitolę (40-43%).

Straty oligosacharydów z rodziny rafinozy w procesie moczenia i gotowania wynosiły w przypadku soczewicy 84%, a ciecierzycy 51%, natomiast zmniejszenie zawartości galaktozylocyklitolę odpowiednio 66 i 30%. Moczenie w porównaniu z gotowaniem spowodowało większe wymycie węglowodanów rozpuszczalnych z nasion roślin strączkowych.

Słowa kluczowe: soczewica, ciecierzycza, obróbka kulinarna, węglowodany rozpuszczalne

Wprowadzenie

Wzrasta zainteresowanie żywnością uwzględniającym ograniczenie spożycia produktów pochodzenia zwierzęcego na korzyść żywności pochodzenia roślinnego [4, 9]. Na szczególną uwagę zasługują nasiona roślin strączkowych, które postrzegane są jako źródło białka o dobrej jakości, cennych składników mineralnych, witamin z grupy B i błonnika [3, 14, 15, 16].

Dr inż. C. Wieczorek, Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa, dr L. B. Lahuta, Katedra Fizjologii i Biotechnologii Roślin, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 1A, 10-719 Olsztyn

Rośliny strączkowe są od dawna uprawiane i wykorzystywane w żywieniu człowieka [6, 13]. Najbardziej popularnymi i najczęściej spożywanymi gatunkami roślin strączkowych w naszym kraju są: groch, fasola, bób i soja. Wśród roślin strączkowych na uwagę zasługuje znana od dawna, lecz obecnie zapomniana soczewica oraz mało rozpowszechniona w naszym kraju ciecierzycza. Gatunki te spożywane są przede wszystkim w Indiach i krajach śródziemnomorskich. Nasiona wyróżniają się dobrą wartością odżywczą i charakterystycznymi walorami smakowymi, dlatego są one godne polecenia do szerszego zastosowania w żywieniu człowieka [9, 15].

Istotnym składnikiem nasion roślin strączkowych są oligosacharydy. Znaczenie żywieniowe tych substancji jest przeciwstawne. Z jednej strony działają niekorzystnie, gdyż α -galaktozydy są wzdęciogenne, prowadzące do wytworzenia gazów (głównie CO_2 i H_2) na skutek braku w przewodzie pokarmowym człowieka enzymu rozkładającego galaktozydy do cukrów prostych. Z drugiej strony działanie oligosacharydów na organizm człowieka jest pozytywne, gdyż ich obecność w diecie stymuluje rozwój bifidobakterii w okrężnicy, co czyni je biologicznie aktywnymi składnikami naturalnej żywności o różnorodnym działaniu prozdrowotnym [2, 5, 10, 11].

Tradycyjna obróbka, jak moczenie, gotowanie, kiełkowanie i fermentacja, jest stosowana do ulepszenia żywieniowej wartości suchych nasion strączkowych. Udowodniono, że procesy te powodują znaczące usuwanie składników antyżywnościowych i gazotwórczych [13, 18, 21, 24]. Mimo licznych badań dotyczących oligosacharydów, brakuje aktualnych danych dotyczących zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w suchych nasionach i wpływu zabiegów kulinarnych na stopień ich usuwania.

Celem podjętych badań było określenie składu węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach soczewicy i ciecierzycy, pochodzących z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej oraz przeprowadzenie analizy zmian zawartości oligosacharydów z rodziny rafinozy i wszystkich galaktozylocyklitolii w nasionach poddanych procesowi moczenia i gotowania w stosunku do nasion suchych tych roślin.

Material i metody badań

Badano nasiona soczewicy (*Lens culinaris L.*) i ciecierzycy (*Cicer arietinum L.*). Suche nasiona zakupiono w jednym z warszawskich hipermarketów i w sklepie z żywnością ekologiczną.

Próbkę surowych, suchych nasion o masie 1000 g przebijano i płukano pod bieżącą wodą wodociągową. Osuszone z wody nasiona poddawano obróbce kulinarnej obejmującej moczenie i gotowanie. Nasiona moczone w temperaturze pokojowej przez 2,5 h, zalewając je wrzącą wodą destylowaną. Proporcja masy nasion do objętości wody wynosiła 1 : 4. Pozostałą po moczeniu wodę odrzucano. Namoczone nasiona gotowano do właściwej konsystencji. W tym celu odważano porcję namoczonych i osuszonych nasion o masie 1000 g i zalewano zimną wodą destylowaną, stosując proporcję

masy nasion do objętości wody 1 : 2,5. Nasiona gotowano w warunkach tradycyjnych pod normalnym ciśnieniem, przez 20 min w przypadku soczewicy i 40 min w przypadku ciecierzycy. Wodę z gotowania odrzucano.

Obróbkę technologiczną przeprowadzono dwukrotnie, stosując poszczególne gatunki ziaren z dwóch źródeł zakupu.

Oznaczenie zawartości suchej masy wykonano metodą wagową poprzez suszenie próbek w temp. $80 \pm 2^\circ\text{C}$ przez 24 h.

Wodochłonność nasion oznaczano na podstawie zmiany masy próbek po 2,5 h moczenia po zalaniu wrzątkiem.

Oznaczenie zawartości węglowodanów rozpuszczalnych wykonano w mączce sporządzonej z nasion soczewicy i ciecierzycy przed i po moczeniu oraz po gotowaniu. Mączkę przygotowano z rozdrobnionych nasion, po wysuszeniu do suchej masy i zmieleniu w młynku laboratoryjnym przez 2 min. Badanie zawartości węglowodanów rozpuszczalnych wykonano metodą chromatografii gazowej [12, 17, 23, 25]. Ekstrakcję prób wykonano metodą opisaną przez Peterbauera i wsp. [17], z ksylitolem jako standardem wewnętrznym. Rozdział chromatograficzny wykonano w kolumnie DB - 1 capillary column (J&W Scientific, USA; 15 m length, 0,25 mm internal diameter and 0.1 μm film thickness) w chromatografii gazowej GC - 2010 (Shimadzu), wyposażonym w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID). Gaz nośny – hel, przepływ liniowy $40 \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$. Ogrzewanie kolumny od 160 do 330°C z szybkością $15^\circ\text{C}/\text{min}$. Końcową temperaturę utrzymywano przez 12 min; całkowity czas rozdziału 20 min. Temperatura dozownika prób (injector) 335°C , detektora 350°C . Próby w ilości $1 \mu\text{l}$ nanoszono metodą split (split ratio 10). Obliczenia wykonano na podstawie prostych regresji opisujących zależność stosunku pola powierzchni piku danego cukru (o różnych stężeniach) do pola powierzchni piku standardu wewnętrznego (ksylitolu dodawanego do nawazek mączki) o stałym stężeniu ($100 \mu\text{g}/\text{próbe}$).

Wzorce glukozy, fruktozy, D-pinitolu, *myo*-inozytolu, sacharozy, rafinozy i stachiozy pochodziły z firmy SIGMA; galaktinol z Wako Pure Chemicals Industries, Ltd. (Japan), werbaskoza z Megazyme (Wicklow, Ireland). Wzorce GPA, ciceritolu i TGPA otrzymano i oczyszczono wg metody opisaną przez Szczecińskiego i wsp. [23]. Wzorzec DGMI – otrzymano z nasion wyki ptasiej (*Vicia cracca* L.) – metodą j.w., ale strukturę określono na podstawie produktów kwaśnej hydrolizy wg metody Kuo [12]. Obliczenia GPB wykonano na podstawie wzorca GPA, natomiast identyfikację na chromatogramach – na podstawie pracy Yasui i wsp. [25].

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono z wykorzystaniem funkcji statystycznych arkusza excel, dokonując porównania wariancji dwóch próbek (test F) oraz porównania wartości średnich dwóch próbek przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Badanie wodochłonności i zawartości suchej masy nasion soczewicy i ciecierzycy

Wodochłonność nasion soczewicy i ciecierzycy, definiowana przyrostem masy próbki, charakteryzowała się znacznym zróżnicowaniem podczas zabiegu moczenia i gotowania. Nasiona wchłonęły najwięcej wody podczas moczenia. Wodochłonność nasion soczewicy i ciecierzycy po tym zabiegu wyniosła odpowiednio 85 i 66%. W czasie gotowania uwodnionych nasion nastąpił dalszy wzrost ich masy, lecz dużo mniejszy niż podczas moczenia. Ilość wody jaka została wchłonięta przez nasiona gotowane wynosiła 26% w przypadku soczewicy, a 17% w przypadku ciecierzycy. Łącznie w procesie moczenia i gotowania wodochłonność nasion wynosiła od 94 do 134%. Lepszą wodochłonnością, a tym samym większym przyrostem masy i objętości charakteryzowały się nasiona soczewicy.

Zawartość suchej masy w badanych nasionach soczewicy i ciecierzycy, niepoddanych obróbce technologicznej, była zbliżona i wynosiła odpowiednio 89,5 i 88,3%. Proces moczenia nasion spowodował zmniejszenie zawartości suchej masy, w nasionach soczewicy do 44,3%, a w ciecierzycy do 51%. W procesie gotowania moczonych nasion następował dalszy ubytek zawartości suchej masy, odpowiednio w soczewicy do 34,3%, a w ciecierzycy do 45,5%.

Analiza składu węglowodanów rozpuszczalnych zawartych w suchych nasionach soczewicy i ciecierzycy

Wyjściowa zawartość węglowodanów rozpuszczalnych (Total) w surowych, suchych nasionach soczewicy była mniejsza niż w nasionach ciecierzycy (tab. 1). Nasiona ciecierzycy charakteryzowały się niższą zawartością RFO, a wyższą Gal-C w stosunku do nasion soczewicy.

Wyjściowa zawartość termostabilnych rozpuszczalnych węglowodanów z rodziny rafinozy, w suchych nasionach soczewicy i ciecierzycy wynosiła odpowiednio 45,4–46,3 mg/g s.m. i 23,0–27,5 mg/g s.m., co stanowiło odpowiednio 51–53% i 23–25% całkowitej zawartości. Amarowicz [1] podaje, że poziom oligosacharydów z rodziny rafinozy wynosi 21,8–42,6 mg/g s.m. w soczewicy, zaś w ciecierzycy 3,70–48,0 mg/g s.m. Wg Sosulskiego i wsp. [22] zawartości te są wyższe i wynoszą odpowiednio 41,2 mg/g s.m. i 54,7 mg/g s.m. W badanych nasionach dominującym oligosacharydem z rodziny rafinozy była stachioza, stanowiła ona w ciecierzycy 75–76%, a w soczewicy 63–64% sumarycznej zawartości cukrów z rodziny rafinozy. Zawartość stachiozy w nasionach soczewicy wynosiła 29,0 mg/g s.m., zatem była wyższa w stosunku do poziomu 14,7 mg/g s.m. określonego przez Sosulskiego i wsp. [22] oraz 22,0 mg/g s.m. określonego przez Schweizera i wsp. [20]. Wyniki własne odnośnie zawartości stachiozy w nasionach ciecierzycy zawierały się w zakresie 17,3–21,0 mg/g s.m.

Tabela 1

Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach soczewicy i ciecierzycy [mg/g s.m.].
Soluble carbohydrates content in tested lentil and chickpea seeds [mg/g of d.m.].

Cukier Sugar	Gatunek nasion / Seeds species							
	Soczewica / Lentil				Ciecierzycy / Chickpea			
	S		E		S		E	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Rafinoza	2,92	0,09	1,46	0,22	4,69	0,69	5,40	1,59
Stachioza	28,99	0,89	28,97	4,37	17,30	2,21	20,98	3,64
Werbaskoza	13,50	0,37	14,41	1,05	0,95	0,32	1,09	0,69
Sacharoza	14,28	0,59	14,74	1,76	30,80	4,26	35,34	5,86
Glukoza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fruktoza	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinitol	0,73	0,03	0,77	0,13	1,96	0,23	1,78	0,34
Myo-inoz.	0,53	0,03	0,49	0,02	0,77	0,08	0,86	0,03
GPA	1,54	0,05	1,64	0,23	3,50	0,50	3,92	0,63
GPB	0,57	0,02	0,61	0,06	0,57	0,08	0,57	0,08
Galaktinol	1,64	0,07	1,46	0,22	1,22	0,23	1,29	0,36
Ciceritol	16,22	0,53	19,91	1,39	30,63	6,35	32,05	7,71
DGMI	2,01	0,13	2,05	0,32	1,91	0,41	2,10	0,52
TGPA	2,36 ^a	0,08	3,38 ^b	0,60	4,08	0,42	4,38	1,08
RFO	45,41	1,05	46,30	5,09	22,94	3,25	27,47	4,41
GAL-C	25,60 ^a	0,69	30,31 ^b	2,50	44,64	7,89	46,94	7,76
TOTAL	85,29	2,62	91,35	9,88	98,38	14,65	109,75	17,81
Sucha masa*	89,00 ^a	0,57	90,00 ^b	0,39	87,30	0,99	89,20	0,67

Objaśnienia: / Explanatory notes:

S - nasiona z supermarketu / seeds from supermarket; E - nasiona ze sklepu ekologicznego / seeds from ecological grocery; \bar{X} - wartość średnia obliczona z dwóch próbek / mean value calculated from two samples of seeds; SD - odchylenie standardowe / standard deviation; * - [g/100 g nasion] / [g/100 g seeds]; wartości średnie odnoszące się do poszczególnych gatunków nasion, oznaczone literami A i B różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha < 0,05$ / Mean values related to particular species of seeds marked with letters A and B differ statistically significantly for the level $\alpha < 0,05$.

Rafinoza / raffinose; stachioza / stachyose; werbaskoza / verbascose; sacharoza / saccharose; glukoza / glucose; fruktoza / fructose pinitol / pinitol; myo-inoz. - myo-inozytol / myo - inositol; GPA – galaktozylopinitol A / galactopinitol A (α -D-galactopyranosyl-(1→2)-4-O-methyl-1D-*chiro*-inositol); GPB – galaktozylopinitol B / galactopinitol B (α -D-galactopyranosyl-(1→2)-3-O-methyl-1D-*chiro*-inositol); ciceritol – di-galaktozylopinitol A / di-galactosyl-D-pinitol A (α -D-galactopyranosyl-(1→6)- α -D-galactopyranosyl-(1→2)-4-O-methyl-1D-*chiro*-inositol); DGMI – di-galaktozylo-myoinozytol / di-galactosyl-myoinositol (α -D-galactopyranosyl-(1→6)- α -D-galactopyranosyl-(1→1)-1L-myoinositol); TGPA – tri-galaktozylopinitol A / tri-galactosyl- D-pinitol A - α -D- galactopyranosyl-(1→6)- α -D galactopyranosyl-(1→6)- α -D-galactopyranosyl-(1→2)-4-O-methyl-1D-*chiro*-inositol; RFO – oligosacharydy rodziny rafinozy (rafinoza, stachioza, werbaskoza) / raffinose family oligosaccharides (raffinose, stachyose, verbascose); Gal-C – suma galaktozylocyklitolu łącznie z galaktinolem i TGPA / the sum of galactosyl cyclitols; Total – suma wszystkich badanych cukrów / the sum of soluble carbohydrates.

i były zbliżone do wartości otrzymanych przez innych autorów. Schweizer i wsp. [20] podają, że zawartość stachiozy w ciecierzycy pochodzącej z trzech różnych kontynentów (Tunezji, Indii i Peru) wynosiła od 17 do 19 mg/g s.m. Wg Sosulskiego i wsp. [22] zawartość tego cukru wynosiła 17,2 mg/g s.m. Cechą charakterystyczną nasion ciecierzycy była bardzo niska zawartość werbaskozy. W soczewicy cukier ten był drugim dominującym po stachiozie. Frais i wsp. [8], Schweizer i wsp. [20] oraz Rossi i wsp. [19] wskazują na brak werbaskozy w nasionach ciecierzycy. Zawartość rafinozy w soczewicy nie przekraczała 3 mg/g s.m., a w ciecierzycy była nieznacznie większa i wynosiła ok. 5 mg/g s.m. Schweizer i wsp. [20] twierdzą, że suche nasiona soczewicy zawierają rafinozę w ilości 5,0 mg/g s.m. nasion. Podobne wyniki otrzymali Frias i wsp. [8]. Z danych zebranych przez Amarowicza [1] wynika, że najmniejsza zawartość rafinozy w soczewicy wynosiła 1,7 mg/g s.m. Wynik własnych badań był zbliżony do podawanego przez Sosulskiego i wsp. [22]. Zawartość rafinozy w ciecierzycy wynosiła 5,1 mg/g s.m. i była mniejsza od oznaczonej przez Schweizera i wsp. [20], którzy uzyskali jej ok. 9 mg/g s.m. nasion. Wzajemne proporcje stachiozy, rafinozy i werbaskozy wskazują, że zarówno w soczewicy, jak i w ciecierzycy dominującym α -galaktozydem była stachioza. Soczewica zawierała znaczną ilość wysokocząsteczkowej werbaskozy i proporcjonalnie mniej rafinozy. W nasionach ciecierzycy werbaskoza występowała w niewielkiej ilości, zaś większą zawartość wykazywała niskocząsteczkowa rafinoza.

W grupie cukrów słodzących występowała jedynie sacharoza. Jej zawartość była dwukrotnie wyższa w nasionach ciecierzycy niż w nasionach soczewicy. Wyjściowa zawartość glukozy i fruktozy w suchych nasionach soczewicy i ciecierzycy kształtowała się na bardzo niskim poziomie, niższym niż 0,04 mg/g s.m., czyli poniżej progu wykrywalności.

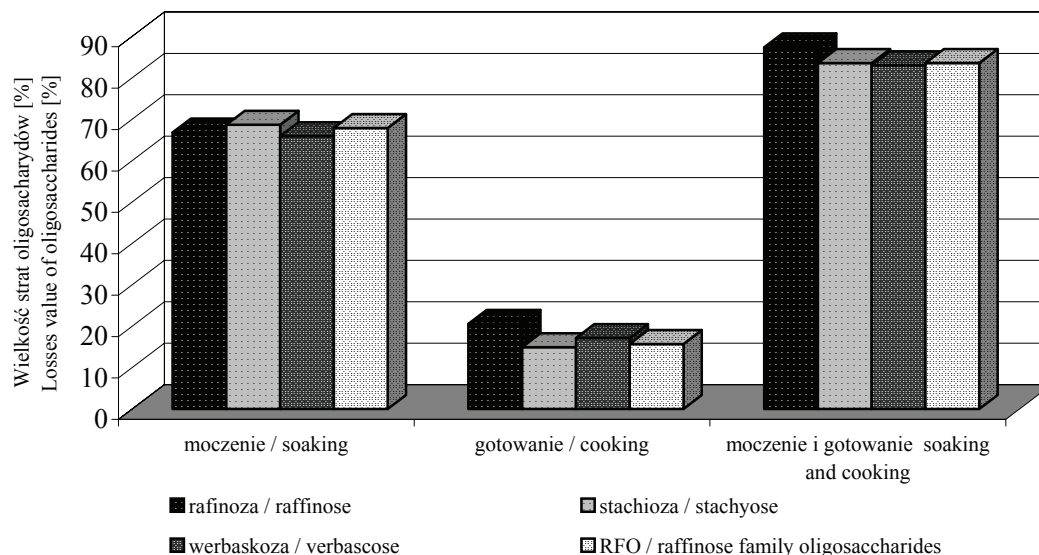
Początkowa zawartość wszystkich galaktozylocyklitolu (Gal-C) w suchych nasionach soczewicy i ciecierzycy wynosiła odpowiednio 25,6-30,3 mg/g s.m. i 44,6-46,9 mg/g s.m., stanowiąc 30-33% i 43-45% ogólnej zawartości węglowodanów rozpuszczalnych. Dominującym galaktozylocyklitolem był ciceritol, z udziałem 68-69% w nasionach ciecierzycy, a w soczewicy 63-66%. Cechą charakterystyczną nasion soczewicy była nieznacznie mniejsza zawartość GPA i TGPA w porównaniu z ciecierzycą.

Analizując skład surowych nasion pochodzących z różnych źródeł zakupu, stwierdzono zbliżoną zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach z uprawy konwencjonalnej i z uprawy ekologicznej. Nasiona soczewicy wykazały zróżnicowanie tylko ze względu na zawartość TGPA i GAL-C, natomiast zawartość pozostałych węglowodanów nie różniła się statystycznie istotnie. Pochodzenie surowca nie zmieniło składu węglowodanów w nasionach ciecierzycy, gdyż w obydwu typach nasion zawartość wszystkich badanych cukrów nie różniła się statystycznie istotnie. Wyższą zawartością suchej masy charakteryzowały się nasiona soczewicy pochodzące

z uprawy ekologicznej w porównaniu z nasionami z uprawy konwencjonalnej. W nasionach ciecierzycy nie stwierdzono natomiast statystycznie istotnej różnicy zawartości tego składnika w obydwu badanych rodzajach nasion.

Analiza zmian zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach soczewicy i ciecierzycy poddanych obróbce kulinarnej

Zabieg moczenia spowodował ubytek zawartości rafinozy w nasionach soczewicy o 67%, stachiozy o 69%, werbaskoży o 66%, natomiast w przypadku ciecierzycy wartości te wynosiły odpowiednio 22, 50 i 42% (rys. 1 i 2). W największym stopniu zmniejszyła się zawartość stachiozy. Ogólna zawartość oligosacharydów z rodziny rafinozy po zabiegu moczenia nasion soczewicy pozostała na poziomie 32%, a nasion ciecierzycy 57% początkowego stężenia. Wg Frias i wsp. [7] moczenie ciecierzycy spowodowało redukcję α -galaktozydów o 16-27%.

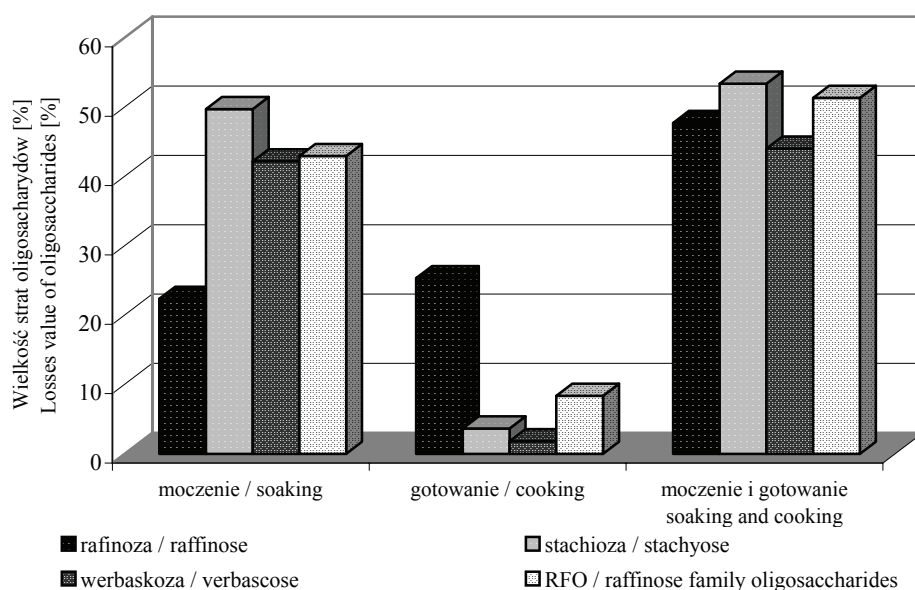


Rys. 1. Wielkość strat oligosacharydów z rodziny rafinozy w nasionach soczewicy poddanych obróbce kulinarnej.

Fig. 1. Losses value of raffinose family oligosaccharides in lentil seeds subject to culinary process.

Zabieg gotowania uwodnionych nasion soczewicy i ciecierzycy doprowadził do dalszych strat oligosacharydów z rodziny rafinozy. Nastąpiło obniżenie RFO o 16% w soczewicy i o 8% w przypadku ciecierzycy. W największym stopniu wymyciu uległa rafinoza, a jej straty w nasionach soczewicy wyniosły 21%, natomiast w ciecierzycy były większe i kształtowały się na poziomie 25%. Biorąc pod uwagę cały proces technologiczny (moczenie plus gotowanie), straty cukrowców rozpuszczalnych z rodziny

rafinozy kształtowały się następująco: w nasionach soczewicy zawartość rafinozy, stachiozy i werbaskozy zmniejszyła się o 87, 84 i 83%, w ciecierzycy odpowiednio o 48, 53 i 44%. Z nasion ciecierzycy ubyło łącznie 51% cukrowców z rodziny rafinozy, zaś z soczewicy 84%. Frias i wsp. [7] podają, że moczenie łącznie z gotowaniem ciecierzycy zmniejszyło zawartość α -galaktozydów o 45-58%.

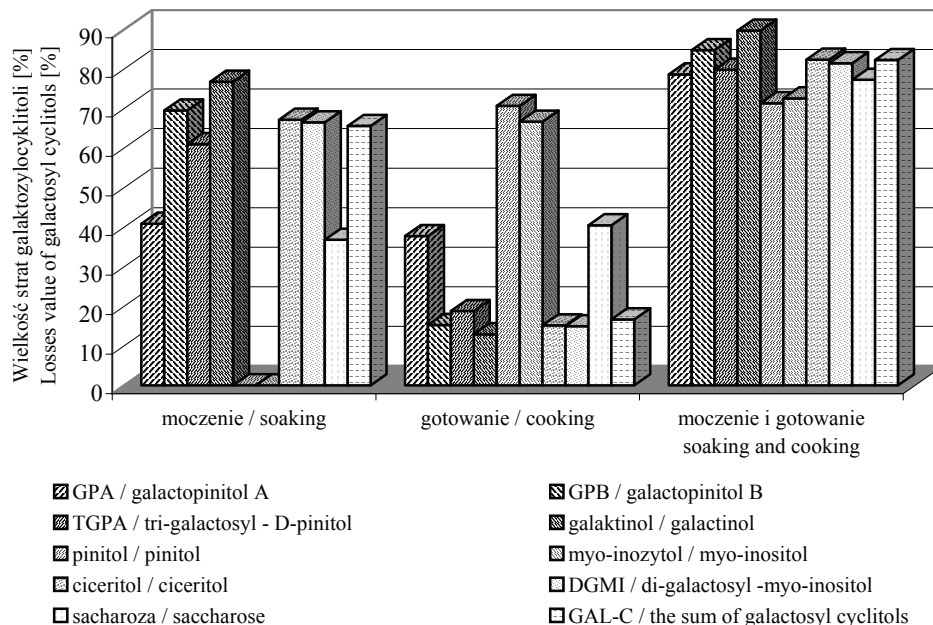


Rys. 2. Wielkość strat oligosacharydów z rodziny rafinozy w nasionach ciecierzycy poddanych obróbce kulinarnej.

Fig. 2. Losses value of raffinose family oligosaccharides in chickpea seeds subject to culinary process.

Moczenie spowodowało straty sacharozy w nasionach soczewicy i w nasionach ciecierzycy. Zawartość fruktozy i glukozy w moczonych nasionach była istotnie większa niż w suchych, surowych. Zawartość fruktozy w moczonych, a następnie gotowanych nasionach soczewicy i ciecierzycy była poniżej progu wykrywalności. Natomiast poziom glukozy w obydwu gatunkach nasion był istotnie niższy po ugotowaniu niż po moczeniu. Zabieg gotowania uwodnionych nasion doprowadził do dalszych istotnych strat sacharozy. W całym procesie technologicznym (moczenie łącznie z gotowaniem) stwierdzono istotne straty poziomu sacharozy, przy czym większe w nasionach soczewicy. Można przypuszczać, że wyższa zawartość glukozy i fruktozy w nasionach poddanych zabiegowi moczenia, w stosunku do nasion suchych, była wynikiem rozkładu cukrów złożonych do prostych pod wpływem działania enzymów hydrolizujących.

Zabieg moczenia spowodował zmniejszenie ogólnej zawartości galaktozylocyklitolu w nasionach soczewicy o 66%, a w ciecierzycy straty były niższe i wynosiły 30% (rys. 3 i 4).



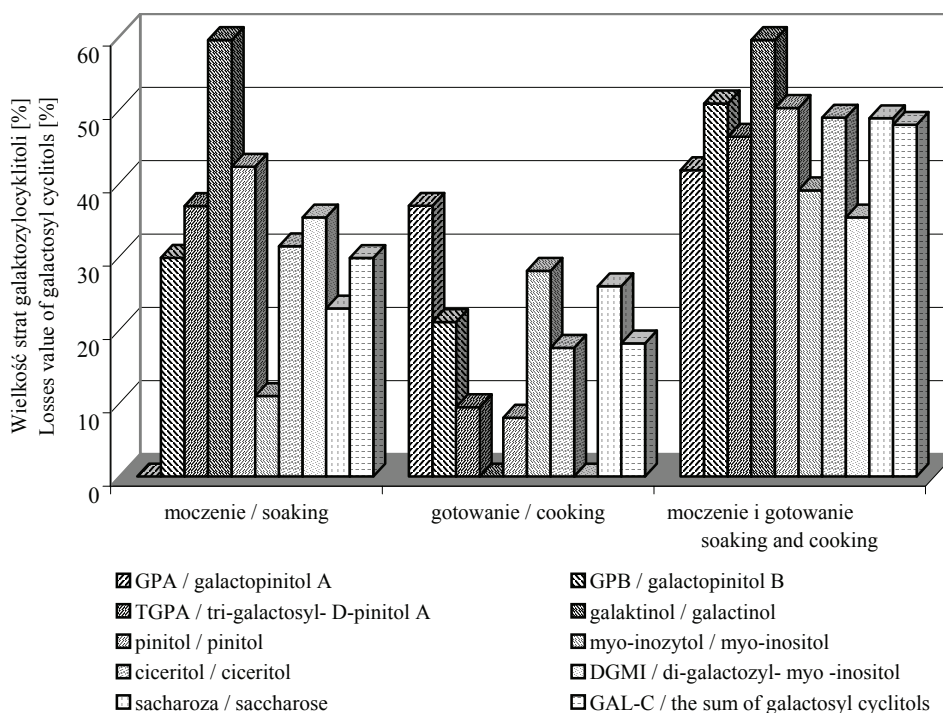
Rys. 3. Wielkość strat galaktozylocyklitolu w nasionach soczewicy poddanych obróbce kulinarnej.

Fig. 3. Losses value of galactosyl cyclitols in lentil seeds subject to culinary process.

Nasiona soczewicy wyróżniały się wysokim poziomem elucji w trakcie moczenia galaktinolu (77%) oraz TGPA (61%) i DGMI (67%), zaś w ciecierzycy węglowodanami, które w największym stopniu uległy wymyciu w trakcie moczenia były galaktinol (60%) i TGPA (37%). Z nasion ciecierzycy w najmniejszym stopniu wymyciu uległ *myo*-inozytol (11%), zaś w soczewicy GPA (40%). W nasionach ciecierzycy stwierdzono w trakcie moczenia przyrost GPA o ponad 4%, a w soczewicy zwiększyła się zawartość *myo*-inozytolu o 6% i pinitolu o 10%. W czasie gotowania nasion soczewicy w największym stopniu wymyciu uległ *myo*-inozytol - 73% oraz pinitol - 71%, straty pozostałych galaktozylocyklitolu wynosiły 15-40%. W nasionach ciecierzycy zmniejszenie zawartości poszczególnych galaktozylocyklitolu było znacznie niższe i kształtowało się na poziomie 41% w przypadku GPA bądź nie stwierdzono zmian w przypadku galaktinolu i DGMI.

W całym procesie technologicznym (moczenie plus gotowanie) strata galaktozylocyklitolu w nasionach soczewicy wynosiła 82%, a w nasionach ciecierzycy 48%. Węglowodanami, które w największym stopniu uległy wymyciu podczas moczenia i gotowania nasion soczewicy były galaktinol (89%), GPB (85%), ciceritol (82%)

i DGMI (81%), natomiast w ciecierzycy galaktinol (60%), GPB (51%) i pinitol (50%). Węglowodanami, których zawartość w najmniejszym stopniu uległa zmniejszeniu były DGMI (35%), GPA (37%), myo-inozytol (39%) w ciecierzycy i *myo*-inozytol (67%) w soczewicy.



Rys. 4. Wielkość strat galaktozylocyklitolu w nasionach ciecierzycy poddanych obróbce kulinarnej.

Fig. 4. Losses value of galactosyl cyclitols in chickpea seeds subject to culinary process.

Elucja węglowodanów rozpuszczalnych związana była z rodzajem cukrowca i gatunkiem nasion (tab. 2). Z obydwu badanych gatunków nasion najtrudniej eluował się pinitol i *myo*-inozytol. Zabieg moczenia nie wpłynął istotnie na zawartość tych węglowodanów, dopiero połączenie zabiegu moczenia z gotowaniem istotnie zmieniło ich poziom. Nasiona soczewicy charakteryzowały się lepszą podatnością na wypłukiwanie węglowodanów w porównaniu z nasionami ciecierzycy. Z ciecierzycy bardzo wolno eluowały się α -galaktozydy. Poziom rafinozy zmienił się istotnie dopiero po moczeniu i gotowaniu. Natomiast werbaskoza nie uległa istotnemu wymyciu w obydwu zastosowanych zabiegach kulinarnych.

Tabela 2

Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w nasionach soczewicy i ciecierzycy po obróbce kulinarnej [mg/g s.m.].

Soluble carbohydrates content in lentil and chickpea seeds after culinary treatment [mg/g of d.m.].

Cukier Sugar	Gatunek nasion / Seeds species							
	Soczewica / Lentil				Ciecierzycy / Chickpea			
	R		C		R		C	
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Rafinoza	0,97 ^a	0,18	0,37 ^{ab}	0,02	3,92	1,11	2,64 ^{ab}	0,24
Stachioza	9,09 ^a	1,59	4,77 ^{ab}	0,37	9,62 ^a	1,46	8,92 ^{ab}	0,64
Werbaskoza	4,76 ^a	0,65	2,73 ^{ab}	0,15	0,63	0,02	0,69	0,22
Sacharoza	9,17 ^a	0,83	3,30 ^{ab}	0,35	25,50 ^a	4,76	16,92 ^{ab}	1,16
Glukoza	0,41 ^a	0,10	0,21 ^{ab}	0,23	0,81 ^a	0,18	0,14 ^{ab}	0,28
Fruktoza	0,30 ^a	0,12	0,00 ^b	0,00	0,35 ^a	0,09	0,00 ^b	0,00
Pinitol	0,83	0,14	0,22 ^{ab}	0,04	1,08	0,08	0,93 ^{ab}	0,27
Myo-inoz.	0,54	0,08	0,17 ^{ab}	0,00	0,91	0,14	0,50 ^{ab}	0,16
GPA	0,94 ^a	0,06	0,34 ^{ab}	0,14	3,89	0,52	2,34 ^{ab}	0,16
GPB	0,18 ^a	0,02	0,09 ^{ab}	0,01	0,40 ^a	0,06	0,28 ^{ab}	0,02
Galaktinol	0,36 ^a	0,02	0,16 ^{ab}	0,01	0,51 ^a	0,16	0,51 ^{ab}	0,09
Ciceritol	5,93 ^a	1,91	3,19 ^{ab}	0,43	21,50 ^a	3,89	16,00 ^{ab}	2,06
DGMI	0,68 ^a	0,20	0,38 ^{ab}	0,03	1,30 ^a	0,45	1,03 ^{ab}	0,13
TGPA	1,12 ^a	0,23	0,58 ^{ab}	0,12	2,67 ^a	0,16	2,27 ^{ab}	0,24
RFO	14,82 ^a	1,96	7,87 ^{ab}	0,50	14,17 ^a	2,48	12,25 ^{ab}	0,78
GAL-C	10,58 ^a	2,35	5,13 ^{ab}	0,47	32,29 ^a	5,00	23,86 ^{ab}	2,20
TOTAL	35,28 ^a	4,42	16,53 ^{ab}	1,34	73,09 ^a	12,55	53,17 ^{ab}	1,95
Sucha masa *	44,30 ^a		34,30 ^{ab}	0,49	51,00 ^a	1,22	45,50 ^{ab}	0,70
		0,82						

Objaśnienia: / Explanatory notes:

R: moczone nasiona surowe / soaked and raw seeds; C: moczone nasiona gotowane / soaked and boiled seeds; \bar{X} : wartość średnia z dwukrotnie przeprowadzonej obróbki kulinarnej / mean value of culinary treatment run twice; SD: odchylenie standardowe / standard deviation; * g/100 g nasion / g/100 g seeds; Wartości średnie poszczególnych gatunków nasion oznaczone takimi samymi literami różnią się statystycznie istotnie od surowca [A] i w obrębie badanych zabiegów kulinarnych [B] na poziomie $\alpha < 0,05$ / Mean values of particular species of seeds marked with the same letters differ statistically significantly from the raw material [A] and within examined culinary processes [B] for the level $\alpha < 0,05$.

Wnioski

1. Suche nasiona soczewicy, w porównaniu z nasionami ciecierzycy, lepiej chłoną wodę, dlatego wykazują większy przyrost masy w trakcie moczenia na gorąco i gotowania w tradycyjnych warunkach, pod normalnym ciśnieniem.
2. Suche nasiona ciecierzycy, w porównaniu z nasionami soczewicy, wykazują wyższą zawartość węglowodanów rozpuszczalnych, odpowiednio 98-110 mg/g s.m. i 85-91 mg/g s.m. Dominującymi węglowodanami rozpuszczalnymi w nasionach

- soczewicy są oligosacharydy rodziny rafinozy, a w nasionach ciecierzycy przeważają galaktozylocyklitole, stanowiąc odpowiednio 38-40% i 40-43% całkowitej zawartości cukrowców rozpuszczalnych.
3. Dominującymi oligosacharydami z rodziny rafinozy w suchych nasionach soczewicy są stachioza i werbaskoza, natomiast w ciecierzycy stachioza i rafinoza. W grupie galaktozylocyklitoli przeważają ciceritol i trigalaktozylopinitol A. Głównym cukrem słodzącym jest sacharoza, natomiast poziom glukozy i fruktozy jest niższy od 0,04 mg/g s.m.
 4. Proces obróbki kulinarnej (moczenie łącznie z gotowaniem) nasion powoduje duży ubytek oligosacharydów z rodziny rafinozy i galaktozylocyklitoli, większy w nasionach soczewicy – wynoszący, odpowiednio, 84 i 82%, w porównaniu z nasionami ciecierzycy, w której wynosił on, odpowiednio, 51 i 48%.
 5. Moczenie na gorąco w porównaniu z gotowaniem w tradycyjnych warunkach powoduje skuteczniejsze usuwanie węglowodanów rozpuszczalnych z rodziny rafinozy. W przypadku galaktozylocyklitoli wielkość strat podczas moczenia związana jest z gatunkiem warzywa, natomiast straty w gotowaniu są podobne w obydwu badanych typach nasion.
 6. Wielkość strat węglowodanów rozpuszczalnych w badanych nasionach zwiększa się istotnie wraz ze zmianami wodochłonności i ekstrakcją składników suchej substancji ziaren w poszczególnych etapach obróbki kulinarnej.

Praca była prezentowana podczas XXXVII Ogólnopolskiej Sesji Komitetu Nauk o Żywności PAN, Gdynia, 26 – 27.IX.2006.

Literatura

- [1] Amarowicz R.: Zawartość oligosacharydów z rodziny rafinozy w surowcach i produktach pochodzenia roślinnego. *Żyw. Człow. Metab.*, 1998, **3 (25)**, 296-304.
- [2] Amarowicz R.: Znaczenie żywieniowe oligosacharydów. *Roczn. PZH*, 1999, **1 (50)**, 89-95.
- [3] Biel W., Krum P.: Ocena wartości pokarmowej nowych odmian grochu jadalnego na podstawie zawartości makroelementów. *Żyw. Człow. Metab.*, 2003, **3-4 (30)**, 1008-1011.
- [4] Czapski J.: Owoce i warzywa – szanse czy zagrożenia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **4 (29) Supl.**, 29-39.
- [5] Darewicz M., Dziuba J., Panfil T.: Biologicznie aktywne składniki żywności funkcjonalnej w profilaktyce chorób nowotworowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **4 (37)**, 36-47.
- [6] Dostálová J.: Strączkowe, żywność znana od dawna. *Przem. Spoż.*, 2000, **12 (54)**, 42-43.
- [7] Frias J., Vidal-Valverde C., Sotomayor C., Diaz-Pollan C., Urbano G.: Influence of processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *Eur. Food Res. Technol.*, 2000, **210 (5)**, 340-345.
- [8] Frias J., Vival-Valverde C., Kozłowska H., Tabera J., Honke J., Hedley C. L.: Natural fermentation of lentil. Influence of time, flour concentration, and temperature on the kinetics of monosaccharides, disaccharide, and α -galaktosides. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44 (2)**, 579-584.

- [9] Geßlein A., Wendt J.: Position der Amerikanischen gesellschaft der Ernährungswissenschaftler (American Dietetic Association, ADA) und des Verbandes Kanadischer Ernährungswissenschaftler (Dietitians of Canada, DC): Vegetarische Ernährung. [http://vegetarierbund.de / D:\ Positionspapier ADA Vegetarische Ernährung 2003. htm](http://vegetarierbund.de/D:\Positionspapier ADA Vegetarische Ernährung 2003.htm)
- [10] Grela E.R., Czech A., Pastuszek J., Nizniowska A.: Zawartość składników włókna pokarmowego w nasionach roślin strączkowych. *Żyw. Człow. Metab.*, 2001, Supl., **2 (27)**, 820-825.
- [11] Jacórzyński B.: Oligosacharydy nasion roślin strączkowych i ich właściwości fizjologiczne. *Żyw. Człow. Metab.*, 1985, **3 (12)**, 190-196.
- [12] Kuo T.M.: Isolation and identification of galaktinol from castor oilseed meal. *JAOCS*, 1992, **69**, 569-574.
- [13] Lemaine E.: Gemüse. Knackig, frisch und gesund, Neuer Honos, Köln 2002.
- [14] Lampart- Szczapa E.: Rośliny strączkowe w żywieniu człowieka, wartość biologiczna i technologiczna. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., AR*, Poznań, 1997, **446**, 61-81.
- [15] Marquard R.: III. Nutritive und antinutritive Inhaltsstoffe der Leguminosen. <http://www.genres.de/leguminosen/nutritiv.htm>
- [16] Ohr L. M.: The latest scoop on soy. *Food Technol.*, 2003, **8/57**, 87-91.
- [17] Peterbauer T., Lahuta L.B., Blöchl A., Mucha J., Jones D.A. Hedley C.L. Górecki R.J. Richter A.: Analysis of the raffinose family oligosaccharide pothway in pea seeds with contrasting carbohydrate composition. *Plant Physiol.*, 2001, **127/4**, 1764-1772.
- [18] Rao P. U., Belavady B.: Oligosaccharides in pulses. Varietal differences and effects of cooking and germination. *J. Agric. Food Chem.*, 1978, **2/26**, 316-319.
- [19] Rossi M., Germondari I., Casimi P.: Comparison of chickpea cultivares: chemical composition, nutritional evaluation, and oligosaccharide content. *J. Agric. Food Chem.*, 1984, **32 (4)**, 811-814.
- [20] Schweizer T.F., Horman I., Würsch P.: Low molecular weight carbohydrates from leguminous seeds: a new disaccharide: galactopinitol. *J. Sci. Food Agric.*, 1978, **29 (2)**, 148-154.
- [21] Silva H.C., Braga G.L.: Effect of soaking and cooking on the oligosaccharide content of dry beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *J. Food Sci.*, 1982, **3/47**, 924-925.
- [22] Sosulski F.W., Elkowicz L., Reichert R.D.: Oligosaccharides in eleven legumes and their air-classified protein and starch fractions. *J. Food Sci.*, 1982, **2/47**, 498-502.
- [23] Szczeciński P., Gryff-Keller A., Horbowicz M., Lahuta L.B.: Galactosylpinitols isolated from vetch (*Vicia villosa Roth.*) seds. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 2717-2720.
- [24] Vidal-Valverde C., Frias J., Valverde S.: Effect of processing on the soluble carbohydrates content of lentil. *J. Food Prot.*, 1992, **55 (4)**, 301- 304.
- [25] Yasui T., Endo Y., Ohashi H.: Infrageneric variation of the low molecular weight carbohydrate composition of the seeds of genus *Vicia* (Leguminosae). *Bot. Mag. Tokyo*, 1987, **100**, 255-272.

INFLUENCE OF SELECTED CULINARY PROCESSES ON ALTERATION OF SOLUBLE CARBOHYDRATES LEVEL IN LENTIL AND CHICKPEA SEEDS

S u m m a r y

The research objectives comprised analysis of composition of soluble carbohydrates in lentils as well as chickpea seeds and evaluation of selected culinary processes impact on content of these substances in tested seeds.

Lentil and chickpea seeds were exposed to soaking and cooking treatments. Physical and chemical tests incorporated determination of water absorption, dry matter and soluble carbohydrates content. Analysis of results was carried out in relation to dry seeds with no culinary treatment.

The initial average soluble carbohydrates content in dry and raw seeds of lentil and chickpea was 85.3-91.4 mg/g of dry matter and 98.4-109.8 mg/g of dry matter respectively. Oligosaccharides of the raffinose family (38-40%) dominated in lentil while in the chickpea domination of galactosyl cyclitols (40-43%) was observed.

Losses of raffinose family oligosaccharides in soaking and cooking processes amounted to 84% in case of lentil and 51% in case of chickpea, whereas galactosyl cyclitols were reduced by 66 and 30% respectively. Soaking in comparison to cooking process resulted in increased elution of soluble carbohydrates in seeds of leguminous plants.

Key words: lentil, chickpea, food treatment, soluble carbohydrates ☒