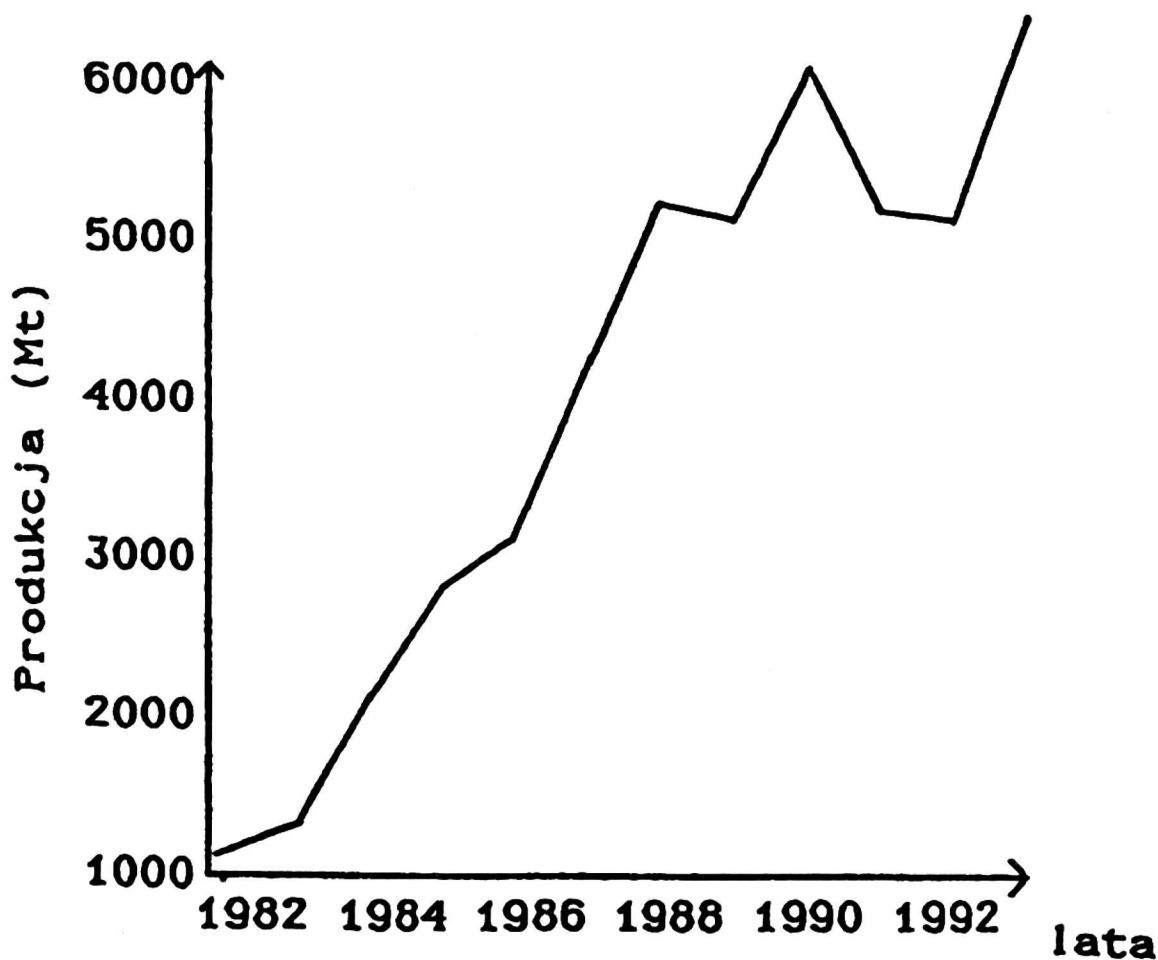


Halina Kozłowska, Agnieszka Troszyńska

*Zakład Podstaw Technologii Żywności Instytutu Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności
Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie*

Substancje zapasowe nasion roślin strączkowych

Nasiona roślin strączkowych od prehistorycznych czasów wykorzystywane są w żywieniu ludzi i zwierząt jako cenne źródło białka. W wielu krajach, a szczególnie w rozwijających się, stanowią poważną pozycję w dziennych racjach pokarmowych (około 54g/d) [27]. Głównymi producentami tych nasion są Chiny i Indie, które pokrywają ok. 50% produkcji światowej. W ostatnim dwudziestoleciu notuje się znaczny wzrost uprawy roślin strączkowych w krajach Europy Zachodniej oraz w USA, Kanadzie i Australii (rys. 1). Powodem zwiększenia upraw oraz stale rosnącego zainteresowania nasionami strączkowymi jest duże zapotrzebowanie na wysokobiałkowe pasze oraz zmiana modelu żywienia ludności, polegająca na ograniczeniu



Rysunek 1. Produkcja grochu i bobiku w krajach Wspólnoty Europejskiej [5]

spożycia mięsa i jego przetworów na korzyść zwiększenia spożycia dobrze skomponowanej pod względem jakościowym żywności pochodzenia roślinnego. Korzyści wynikające z takiego modelu żywienia (niższa zachorowalność na choroby cywilizacyjne) są dobrze udokumentowane na przykładzie społeczeństwa amerykańskiego, fińskiego i norweskiego [7]. Można oczekiwać, iż w najbliższym czasie w Polsce, wzorem innych krajów, nastąpi zmiana sposobu odżywiania się ludności, prowadząca się do zmniejszenia spożycia mięsa i tłuszczów zwierzęcych na rzecz zwiększenia udziału w diecie białka i tłuszczów roślinnych oraz owoców i warzyw. Głównym źródłem białka w modyfikowanej diecie są nasiona roślin strączkowych.

W naszym kraju, wśród uprawianych roślin strączkowych na cele spożywcze, dominuje groch (*Pisum sativum* L.) i fasola (*Phaseolus vulgaris* L.), a dąży się do rozpowszechnienia innych gatunków, które znalazły uznanie w wielu krajach, między innymi soczewica (*Lens culinaris* Medik), bób (*Vicia faba* var *major* Harz), bobik (*Vicia faba* var *minor* Harz) oraz lędźwian (*Lathyrus sativus* L.) [16, 17, 19, 20, 26].

Z żywieniowego punktu widzenia za jakość tych surowców roślinnych są odpowiedzialne związki zapasowe nasion, takie jak białka i skrobia, oraz inne substancje uznawane do niedawna za przeciwżywniowe. Zaliczyć do nich można między innymi fityny oraz oligosacharydy. W miarę rozwoju wiedzy poglądy na szkodliwość tych związków są modyfikowane i ostatnio są one postrzegane jako substancje oddziałujące pozytywnie na organizm człowieka. W chwili obecnej informacje na ten temat są skromne, oparte w większości na badaniach *in vitro*, które powinny być potwierdzone badaniami *in vivo*, aby mogły być przeniesione do wykorzystania w praktyce żywieniowej.

Wobec przewidywanego w najbliższych latach, wzorem krajów zachodnich, wzrostu spożycia nasion roślin strączkowych w Polsce celowe wydaje się uzupełnienie dotychczasowych danych na temat składu chemicznego (związków zapasowych) różnych gatunków nasion o nowe informacje.

Skrobia

Głównym składnikiem zapasowym nasion roślin strączkowych jest skrobia (tab. 1). Zawartość jej w obrębie gatunków jest zróżnicowana i wynosi od ok. 24% do ok. 50% [24]. Dokładne oszacowanie zawartości skrobi, a szczególnie jej składników amylozy i amylopektyny, w nasionach jest trudne, ponieważ brak jest ujednoliconej metody ich oznaczania oraz standardów, które umożliwiłyby sprawdzenie precyzji stosowanych w różnych laboratoriach metod. W tej sytuacji wydaje się cenna propozycja Hedleya [11], aby użyć jako standardów genotypów grochu nie tylko o zróżnicowanej zawartości skrobi, ale także jej składników (tab. 2).

Tabela 1. Podstawowy skład chemiczny nasion roślin strączkowych (% s.m.) [30]

Gatunek	Białko ogólne $n \times 5,7$	Skrobia	Tłuszcz	Popiół	Pozostałe składniki
Soczewica	25,4	52,2	0,8	2,2	19,4
Groch	19,5	52,5	1,3	2,7	24,0
Fasola	23,2	42,3	1,6	4,1	28,8
Bobik	28,8	46,9	1,1	3,1	20,1

Tabela 2. Zawartość skrobi i amylozy w kilku genotypach grochu [11]

Próba	Genotyp	Skrobia [%]	Amyloza [%]
1	RR RbRb	51	31
2	rr RbRb	36	57
3	RR rbrb	32	17
4	rr rbrb	23	48

Z danych literaturowych wynika, że skrobie uzyskane z różnych gatunków nasion strączkowych charakteryzują się odmiennymi właściwościami chemicznymi i fizycznymi [2, 14, 21, 29]. Różnice te dotyczą przede wszystkim: kształtu i wielkości ziarenek skrobi (od 8 mm do 40 mm szerokości i od 12 mm do 48 mm długości), zdolności wiązania wody (od 78% do 98%), zachowania się pod wpływem temperatury (początkowa temp. kleikowania od 66°C do 77°C), stopnia czystości po wyizolowaniu oraz zawartości amylozy i amylopektyny. Zawartość amylozy jest ważnym wyróżnikiem, który decyduje o właściwościach fizykochemicznych skrobi, a tym samym o kierunku jej wykorzystania [6].

Z żywieniowego punktu widzenia obecna w pożywieniu skrobia pełni w organizmie rolę nie tylko energotwórczą, ale jest substancją, która wpływa na regulację procesów trawiennych. Powolny enzymatyczny rozkład żelowanej skrobi w jelicie cienkim przyczynia się do obniżenia glukozy we krwi (ważne u chorych na cukrzycę), natomiast obecność krótkołańcuchowych kwasów w jelicie grubym, powstających w wyniku bakteryjnego rozkładu niestrawionej skrobi, zmniejsza ryzyko zachorowalności na chorobę nowotworową okrężnicy [6]. Ponadto skrobia może modyfikować aktywność niektórych związków biologicznie czynnych. Działanie tych związków na organizm człowieka może być skuteczniejsze, gdy występują one w formie natywnej w obecności skrobi, niż po wyizolowaniu z rośliny w formie czystej [18].

Oligosacharydy

Oligosacharydy w nasionach roślin strączkowych reprezentowane są głównie przez sacharozę oraz galaktocukry, takie jak rafinoza, stachioza i werbaskoza. Udział galaktocukrów w ogólnej zawartości mono- i oligosacharydów stanowi od 32% do 76% [24]. Ich budowę można wyprowadzić z trójcukru rafinozy przez dołączanie kolejnych cząsteczek galaktozy do reszty galaktozowej rafinozy wiązaniem alfa-galaktozydowym.

Ilość oligosacharydów w nasionach jest zróżnicowana w zależności od wielu czynników: gatunku, odmiany, stopnia dojrzałości i sposobu przechowywania [15, 32]. Wiadomo, że występują one nie tylko w nasionach, ale także w innych częściach rośliny i są wykorzystywane w czasie kiełkowania [3]. Podczas tego procesu ilość cukrów gwałtownie zmniejsza się, zmieniają się też ich wzajemne proporcje. W dojrzałych nasionach bobu i bobiku dominuje werbaskoza, natomiast w fasoli, grochu, soczewicy i lędźwianie stachioza (tab. 3).

Tabela 3. Zawartość oligosacharydów i fityn w nasionach roślin strączkowych [12, 32]

Gatunek	Oligosacharydy [mg/g]				Fosforany inozytolu [μmol/g]
	sacharoza	rafinoza	stachioza	werbaskoza	
Bób	17,84	1,94	8,90	16,86	nie oznaczono
Bobik	23,60	1,20	7,40	22,80	18,14
Fasola	15,82	2,48	36,49	1,83	14,65
Groch	8,64	6,84	31,10	11,72	14,25
Lędźwian	15,40	2,10	20,20	15,20	14,91
Soczewica	11,90	1,70	21,90	7,40	12,35

Galaktocukry należą do związków termostabilnych i ich zawartość tylko częściowo ulega obniżeniu podczas gotowania nasion. Lepsze wyniki można uzyskać, poddając nasiona moczeniu przed gotowaniem (tab. 4). Wymywalność cukrów podczas moczenia z różnych nasion strączkowych jest odmienna w zależności od ich rozpuszczalności. Przykładowo, wyflukanie cukrów z nasion grochu jest trudniejsze w porównaniu z nasionami fasoli [15].

Tabela 4. Wpływ moczenia i gotowania nasion roślin strączkowych na zawartość oligosacharydów [1]

Gatunek	% redukcji oligosacharydów		
	12 godz. moczenia	60 min gotowania	moczenie i gotowanie
Bobik	27,5	41,5	49,7
Soczewica	32,7	46,3	56,3
Fasola	35,4	47,2	64,0

Poza negatywną rolę galaktocukrów w żywieniu (nadmierne gromadzenie się gazów w dolnym odcinku przewodu pokarmowego u niektórych osobników), duże zainteresowanie budzi ich pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka. Brak alfa-galaktozydaz w jelicie cienkim sprawia, że galaktocukry obecne w diecie przechodzą do jelita grubego w stanie nie zmienionym, gdzie stanowią dobre podłoże dla rozwoju pożądanej flory bakteryjnej (*Bifidobacterium* i *Lactobacillus*), która jest antagonistyczna w stosunku do bakterii gnilnych wytwarzających szereg toksycznych metabolitów. Można przyjąć, że oligosacharydy są związkami, które uczestniczą w odtruwaniu organizmu i przyczyniają się do zmniejszania ryzyka zachorowalności na wiele groźnych chorób [31].

Białka

Zawartość białka w nasionach roślin strączkowych wynosi od ok. 19% do ok. 29% (tab. 1). Białka zapasowe – globuliny – stanowią od 60% do 90%. Głównymi składnikami globulin są legumina (11S) i wicilina (7S), których wzajemny stosunek w dojrzałych nasionach wynosi od 2 : 1 do 4 : 1. Białka te różnią się strukturą, właściwościami funkcjonalnymi i składem aminokwasowym. Zasadnicze różnice w składzie aminokwasowym sprowadzają się do większej zawartości aminokwasów siarkowych w leguminie niż w wicilinie, większej zawartości lizyny w wicilinie i braku w niej tryptofanu [3, 4, 9]. Wobec dużego udziału globulin w białku ogólnym oraz zróżnicowanego składu aminokwasowego wymienionych frakcji, wzajemne proporcje wiciliny do leguminy są istotnym czynnikiem wpływającym na skład aminokwasowy nasion i ich wartość biologiczną.

Generalnie sądzi się, że białka nasion strączkowych są bogate w lizynę i mogą o ten aminokwas uzupełniać diety zbożowe, natomiast ubogie są w metioninę. Dotychczasowe próby zwiększenia ilości aminokwasów siarkowych drogą hodowlaną, jak też przez nawożenie siarką nie przyniosły sukcesów. Zagadnienie poprawy składu aminokwasowego jest szczególnie ważne w wypadku żywienia pokarmami wyłącznie roślinnymi (wegetarianizm), gdzie nasiona strączkowe stanowią główne źródło białka.

Związki fitynowe

Inozytol zestryfikowany z sześcioma grupami fosforanowymi, znany pod nazwą kwasu fitynowego lub fityny, pełni w roślinie funkcję wewnątrzkomórkowego magazynu fosforu i innych pierwiastków ważnych w rozwoju i kiełkowaniu nasion [23]. Zawartość fityn w nasionach poszczególnych gatunków waha się od 12,35 $\mu\text{mol/g}$ s.m. w soczewicy do 18,14 $\mu\text{mol/g}$ s.m. w bobiku (tab. 3). Największą zawartość fityn stwierdza się w nasionach w stadium pełnej dojrzałości [13]. W literaturze spotyka

się wiele prac dowodzących szkodliwości tych związków jako składnika diety z uwagi na ich ingerencję w gospodarkę pierwiastkami metalicznymi oraz zmniejszenie podatności białka na działanie enzymów proteolitycznych i amylolitycznych poprzez tworzenie kompleksów fityna–białko i fityna–skrobia [10, 28]. Zdolność fityn do wchodzenia w reakcję z tymi składnikami zależy od ilości reszt kwasu fosforowego wbudowanego w cząsteczkę inozytolu. Wraz z redukcją tych reszt zmniejsza się aktywność fosforanów inozytolu. Ponieważ wiązanie estrowe kwasu fosforowego z inozytolem jest dość trwałe, procesy termiczne powodują jedynie częściowy rozpad tego związku. Jak dotychczas, najbardziej skutecznymi metodami degradacji fityn do niższych estrów i inozytolu, które spełniają szereg niezbędnych funkcji w organizmie (między innymi przekazywanie informacji wewnątrzkomórkowej) [8], jest kiełkowanie nasion i sterowana hydroliza enzymatyczna.

Poglądy na szkodliwość fityn są ostatnio modyfikowane, szczególnie gdy rozpatruje się je jako składnik pożywienia, a nie paszy. Mogą one, jak wykazały ostatnie prace, wpływać na hamowanie rozwoju komórek rakowych albo wręcz zapobiegać ich tworzeniu się [22]. Informacje na ten temat są fragmentaryczne i trudno przy obecnym stanie wiedzy przesądzać funkcję tych związków w organizmie.

Tłuszcz

Zawartość tłuszczu w nasionach roślin strączkowych wynosi od ok. 1% do ok. 2% (tab. 1). Składnik ten, podobnie jak białko, zlokalizowany jest w liścieniach (ok. 90%) i jest mieszaniną frakcji neutralnej i frakcji polarnej [3]. Proporcje, w jakich występują te frakcje w nasionach, zależą od gatunku. Przykładowo w tłuszczu soczewicy przeważają frakcje neutralne [2], a w bobiku występują one w podobnych ilościach [33]. Niezależnie od rodzaju tłuszczu (neutralny czy polarny) dominują w nich kwasy nienasycone. Duży udział nienasyconych kwasów tłuszczowych (np. 82% w bobiku i 62% w soczewicy) sprawia, że tłuszcz nasion roślin strączkowych charakteryzuje się wysokim potencjałem oksydoredukcyjnym i łatwo ulega utlenieniu na drodze enzymatycznej lub nieenzymatycznej, powodując obniżenie wartości odżywczej i pogorszenie cech organoleptycznych nasion, szczególnie gdy są one przechowywane w stanie rozdrobnionym, np. mąki. Podkreśla się, że istotny wpływ na powstawanie produktów degradacji, które posiadają nieprzyjemny smak i zapach, wywiera lipooksygenaza, której aktywność w nasionach roślin strączkowych jest bardzo wysoka [25].

Tłuszcz nasion roślin strączkowych nie ma znaczenia przemysłowego z racji jego niskiej zawartości w nasionach i w związku z tym nie jest tak dokładnie poznany jak tłuszcz nasion roślin oleistych. Odgrywa on jednak bardzo ważną rolę w czasie przechowywania surowca i produktów z niego otrzymanych i wydaje się, że dalsze badania nad czynnikami odpowiedzialnymi za procesy oksydacyjne tego tłuszczu są potrzebne.

Podsumowanie

Przedstawione wyżej informacje o składnikach zapasowych nasion roślin strączkowych powinny być zachętą do większego ich spożycia w Polsce. Dostarczają one organizmowi nie tylko energii (skrobia) i materiału budulcowego (białka), ale także są źródłem aktywnych związków nieodżywczych (fityny, oligosacharydy), których udział w diecie człowieka, w świetle najnowszych danych literaturowych, okazuje się być bardzo pożądany.

Literatura

- [1] Abdel-Gawad A.S. 1993. Effect of domestic processing on oligosaccharide content of some dry legume seeds. *Food Chemistry* 46: 25–31.
- [2] Bhaty R. S. 1988. Composition and quality of lentil (*Lens culinaris* Medik): A Review. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 21(2): 144–160.
- [3] Bewley J. D., Black M. 1985. Seeds physiology of development and germination. Plenum Press, New York and London.
- [4] Boulter D. 1977. Quality problems in protein plants with special attention paid to the proteins of legumes. W: Protein quality from leguminous crops. Press EWG, Dijon, 11–47.
- [5] Carrouee B. 1994. Production'94: contrasted trends in the EU. *Grain Legume*, no. 7, Dec. 23–24.
- [6] Colonna P., Lourdin D., Buleon A. 1993. Potential industrial uses of pea starches. *Grain Legume*, no.2, Sep. 10–11.
- [7] Cybulska B. 1994. Zapobieganie chorobom układu krążenia na tle miażdżycy. Szansa której nie wolno zmarnować. I Krajowy Kongres Żywność, Żywnienie a Zdrowie. Streszczenia referatów. IŻŻ Warszawa.
- [8] Czarny M., Poddana H., Barańska J. 1992. Metabolizm fosfatydyloinozytoli i ich rola w przekazywaniu informacji w komórce roślinnej. *Postępy Biochemii* 38(3): 107–112.
- [9] Derbyshire E., Wright D. J., Boulter D. 1976. Review. Legumin and vicilin, storage proteins of legume seeds. *Phytochemistry*, 15, 3–24.
- [10] Deshpande S. S., Salunkhe D.K. 1982. Interaction of tannic acid and catechin with legume starches. *J. Food Sci.* 47: 2080–2081.
- [11] Hedley C. 1993. Pea starch standards available. *Grain Legume*, no.3, Dec. 7.
- [12] Honke J., Piskuła M., Troszyńska A., Kozłowska H. 1994. The content of phytic compounds in legume seeds and their behaviour during technological processes. Proc. Inter. Euro Food Tox IV Conf. Olsztyn, Poland, vol.2, 322–326.
- [13] Honke J., Troszyńska A., Górecki R., Frias J., Vidal-Valverde, Kozłowska H. 1995. Changes in inositol phosphate during ripening and germination of legumes seeds. W druku, Proc. 2nd Conf. on Grain Legumes, Copenhagen, Denmark.
- [14] Hoover R., Sosulski F. 1985. Studies on the functional characteristics and digestibility of starches from *Phaseolus vulgaris* biotypes. *Starch* 37(6): 181–192.
- [15] Jacórzynski B. 1986. Oligosacharydy jako czynnik ograniczający wartość żywieniową nasion roślin strączkowych. Praca habilitacyjna, Instytut Żywności i Żywnienia, Warszawa.
- [16] Kmieciak W., Lisiewska Z., Jaworska G. 1994. Amino acids content in fresh and preserved broad beans (*Vicia faba* L. major). *Polish J. Food Nutr. Sci.* 3/44, 3: 35–42.
- [17] Kozłowska H., Borowska J. 1993. Otrzymywanie mąki spożywczej z nasion bobiku. *Biuletyn Naukowy ART Olsztyn* 2(12): 251–254.

- [18] Lutomski J., Alkiewicz J. 1993. Leki roślinne w profilaktyce i terapii. PZWL, Warszawa.
- [19] Milczak M. 1991. Czy soczewica wróci na nasze stoły? *Zdrowa Żywność* 4(10): 22–23.
- [20] Milczak M., Masłowski J. 1993. Zmienność i współzależność cech u lędźwianu siewnego potencjalnej rośliny warzywnej. *Zeszyty Naukowe AR Wrocław* 241–245.
- [21] Naivikul O., D'Appolonia B. L. 1979. Carbohydrates with wheat flour. II. Starch. *Cereal Chem.* 56(1): 24–28.
- [22] Pool-Zobel B.L., Bertram B., Jany K. D., Schlemmer U., Holzapfel W.H. 1993. In vivo studies on antigenotoxic effects of Na-phytate and L. casei in the gastrointestinal tract of rats. W: *Food and Cancer Prevention: Chemical and Biological Aspects*, (Ed K.W. Waldron, I.T. Jonson and G.H. Fenwick), AFRC Institute of Food Research, Norwich.
- [23] Reddy N. R., Sathe S. K., Salunkhe D. K. 1989. Phytates. W: *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Processing Technology and Utilization*. CRC Press, Inc. Raton (Florida), Eds. Salunkhe D.K., Kadam S.
- [24] Reddy N. R., Pierson N. D., Sathe F. K., Salunkhe D. K. 1984. Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates – A Review. *Food Chem.* 13: 25–68.
- [25] Reynolds P. A., Klein B. P. 1982. Purification and characterization of a type-1 lipoxygenase from pea seeds. *J. Agric. Food Chem.* 30: 157.
- [26] Rotkiewicz W., Borowski J. 1993. Możliwości wykorzystania bobikowych preparatów białkowych w żywieniu człowieka. *Biuletyn Naukowy ART Olsztyn* 2(12): 241–245.
- [27] Salunkhe D. K., Kadam S. 1989. *Handbook of World Food Legumes: Nutritional Processing Technology and Utilization*. CRC Press, Inc. Boca Raton (Florida).
- [28] Sandberg A. S. 1994. New aspects of antinutrient effects of phytate. Proc. Inter. Euro Food Tox IV Conf. Olsztyn, Poland, 303–314.
- [29] Soral-Śmietana M., Gujska E. 1993. Badania skrobi nasion bobiku. *Biuletyn Naukowy ART Olsztyn* 2(12): 259–262.
- [30] Sosulski F. W., Walker A. F., Fedec P., Tyler R. T. 1987. Comparison of air classifiers for separation of protein and starch in pin-milled legume flours. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.* 20: 221–225.
- [31] Tomomatsu H. 1994. Health effects of oligosaccharides. *Food Technology*, Oct. 61–65.
- [32] Troszyńska A., Honke J., Waszczuk K., Kozłowska H. 1995. Oligosaccharide content in legume seeds and their changes during sterilisation. W druku, Proc. 2nd Conf. on Grain Legumes, Copenhagen, Denmark.
- [33] Zadernowski R., Borowska J., Kozłowska H. 1994. Physico-chemical characteristics of faba bean (*Vicia faba*) fats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 3/44(2): 31–38.

Storage substances of legumes

Summary

Storage substances of legumes are characterized by giving their chemical composition and biological properties. Except starch, protein and fat characteristics, special attention has been paid to storage non-nutrients of seeds such as: phytins and oligosaccharides while indicating their positive and negative effects. Species of popular seed crop have been taken into account (pea, bean, faba bean) as well as those worth spreading (lentil and everlasting pea) in Poland.