

Zbigniew Rzedzicki, Małgorzata Kasprzak

Wpływ wilgotności surowca na właściwości fizyczne ekstrudatów
zbożowo-łędźwianowych

The influence of the moisture content on the physical properties of cereals-everlasting pea extrudate

ABSTRACT. Possibilities of using legume seeds, grass pea (*Lathyrus sativus*), in the technology of the extrusion cooking were analyzed. The effect of moisture content on the capacity of the extruder, sensory analysis and some physical properties of the extrudates were studied. The studies on physical properties of the extrudates included the measurement of expansion ratio, specific density, texture, water absorption index (WAI), water solubility index (WSI). The physical and sensory properties of the extruded product are generally influenced by a large number of process variables and ingredient compositions. Changes of the moisture content of the raw material creates very good facilities for modification of physical properties and organoleptic features as well.

KEY WORDS: extrusion – cooking, grass pea, extrudate, physical properties

Rośliny strączkowe znane są i uprawiane od niepamiętnych czasów. Są ważnym źródłem cennego białka bogatego w lizynę, błonnika pokarmowego, składników mineralnych (K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, S), witamin, a także oligosacharydów nieskrobiowych i substancji biologicznie czynnych [Lenartowicz i in. 1999; Monsoor, Yusuf 2002; Gujska i in. 2001, 2002]. Charakteryzują się także bardzo cennymi właściwościami prozdrowotnymi. Wykazano, że nasiona strączkowych mogą zapobiegać powstawaniu wielu chorób cywilizacyjnych np. schorzeń układu sercowo-naczyniowego. Spożycie strączkowych jest znacznie niższe od zalecanego w normach żywienia. Do najważniejszych roślin strączko-

wych w diecie europejskiej należy groch, fasola i soczewica [Dostálová i in. 1998]. Na uwagę zasługuje także lędźwian siewny (*Lathyrus sativus*), który jest od dawna znany na Podlasiu pod nazwą soczewicy ruskiej, białej lub podlaskiej i uprawiany jako warzywo [Milczak 1995]. Lędźwian znalazł także zastosowanie w żywieniu ludzi i zwierząt w Afryce i Azji.

Dotychczasowe badania [Rzedzicki 1977] wykazały, że polskie odmiany lędźwianu siewnego mogą być z powodzeniem stosowane w produkcji ekstrudatów spożywczych. Na ekstruderze jednoślismakowym S-45 z dużym powodzeniem można produkować wyroby typu „snack” o nowych wartościach smakowych i jakościowych. Celem niniejszej pracy było przebadanie możliwości dalszego modyfikowania właściwości fizycznych i cech organoleptycznych ekstrudatów z udziałem lędźwianu. Badano wpływ wilgotności mieszaniny poddanej obróbce na wydajność procesu, właściwości fizyczne ekstrudatów: ekspandowanie promieniowe, gęstość właściwą, teksturę, wodochłonność (metodą wirówkową), wodochłonność (metodą odciekową), WSI (współczynnik rozpuszczalności suchej masy). Dokonano także oceny organoleptycznej otrzymanych wyrobów.

METODY

Procesowi ekstruzji poddano nasiona lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus*) odmiany Derek, rozdrabnianego dwukrotnie przy użyciu uniwersalnego rozdrabniacza udarowego typu H-111/3 z zastosowaniem sit o średnicy otworów 3 mm, oraz kaszkę kukurydzianą pochodzącą z PZZ we Włocławku, uzyskaną z przemiału obłuskanego i odzardkowanego ziarna kukurydzy szklistej. Skład granulometryczny przedstawia tabela 1. W oparciu o wcześniejsze badania [Rzedzicki 1997] przyjęto udział lędźwianu w mieszance równy 10%. Surowce nawilżono do wymaganego poziomu (12–16%), ujednorodniono w mieszarce bębnowej i kondycjonowano w szczelnie zamkniętym pojemniku przez 24 godziny w temperaturze pokojowej. Tak przygotowane mieszanki podawano do ekstrudera jednoślismakowego S-45 produkcji Metalchem Gliwice w celu przeprowadzenia obróbki termoplastycznej. Badano wpływ wilgotności surowca na przebieg i stabilność procesu oraz właściwości fizyczne otrzymanych produktów. Stopień ekspandowania promieniowego wyznaczono jako stosunek pola przekroju poprzecznego ekstrudatu do pola przekroju poprzecznego otworu matrycy [Rzedzicki 1996b]. Oznaczenie gęstości właściwej ekstrudatów wykonano zgodnie z metodą podaną przez Rzedzickiego [1996a], wodochłonność nierozdrobnionego ekstrudatu określano metodą odciekową według Jao [1985], wodochłonność metodą wirówkową badano według metody AACC 88-04, WSI badano według metody AACC 88-04. Teksturę określano jako stosunek energii

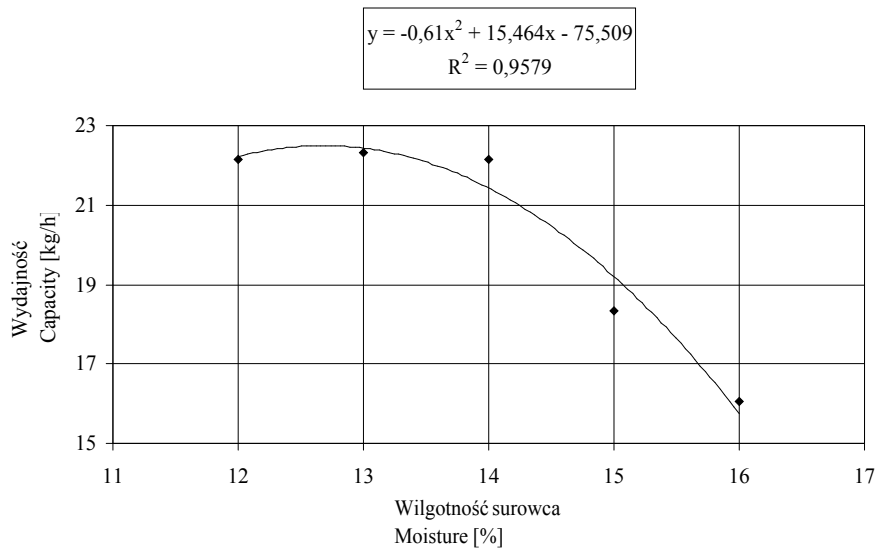
Tabela 1. Skład granulometryczny surowców
Table 1. Sieve analysis of components

Frakcja Fraction (mm)	Kaszka kukurydziana Corn semolina	Lędwian siewny Grass pea
	%	
> 1,6	0	0
1,6–1,2	0,12	1,9
1,2–1,0	6,5	10,26
1,0–0,8	27,86	20,88
0,8–0,5	43,64	26,94
0,5–0,265	17,12	18,78
< 0,265	4,76	21,24
frakcji < 0.5 fractions <0.5	21,88	40,02
Średnica zastępcza Mean diameter (mm)	0,69	0,63

potrzebnej na zniszczenie próby do masy próbki wg metody Rzedzickiego [1994]. Otrzymane chrupki poddano także ocenie organoleptycznej stosując 9-punktową skalę oceny.

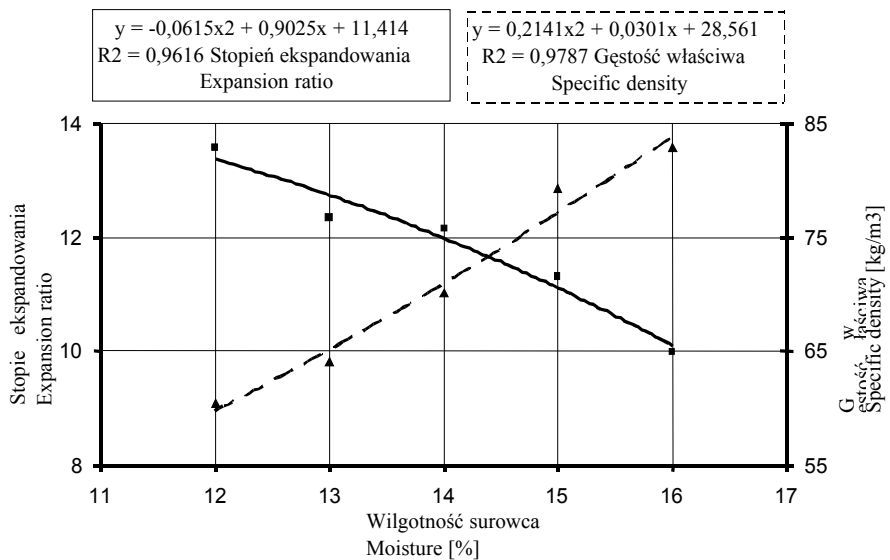
WYNIKI

Proces termoplastycznej obróbki mieszaniny kaszki kukurydzianej i lędzwianu przy użyciu ekstrudera jednoślimakowego S-45 przebiegał poprawnie w szerokim przedziale parametrów. W badanym przedziale wilgotności nie zaobserwowano zapiekania ekstrudera, blokowania przepływu masy lub poślizgu surowca, a także niekontrolowanego przepływu materiału przez cylinder ekstrudera. Utrzymanie stabilnych warunków pracy urządzenia pozwala na uzyskanie wysokiej jakości produktów o cechach zbliżonych do ekstrudatów kukurydzianych i jednocześnie akceptowanych przez konsumentów. Przyjęte na podstawie przeprowadzonych uprzednio badań pilotażowych oraz doświadczeń z udziałem innych roślin strączkowych [Rzedzicki 1997; Rzedzicki, Sobota 1999a] parametry obróbki, takie jak: profil rozkładu temperatur cylindra ekstrudera 140/165/120°C, ślimak o stopniu sprężania 3:1, stałe obroty ślimaka (100 obr./min), średnica otworu matrycy równa 3 mm, pozwoliły na uzyskanie bardzo dobrych ekstrudatów. Występująca jako zmienny czynnik doświadczenia wilgotność surowca w przedziale od 12 do 16% przyczyniła się do otrzymania bardzo dobrych wyrobów.



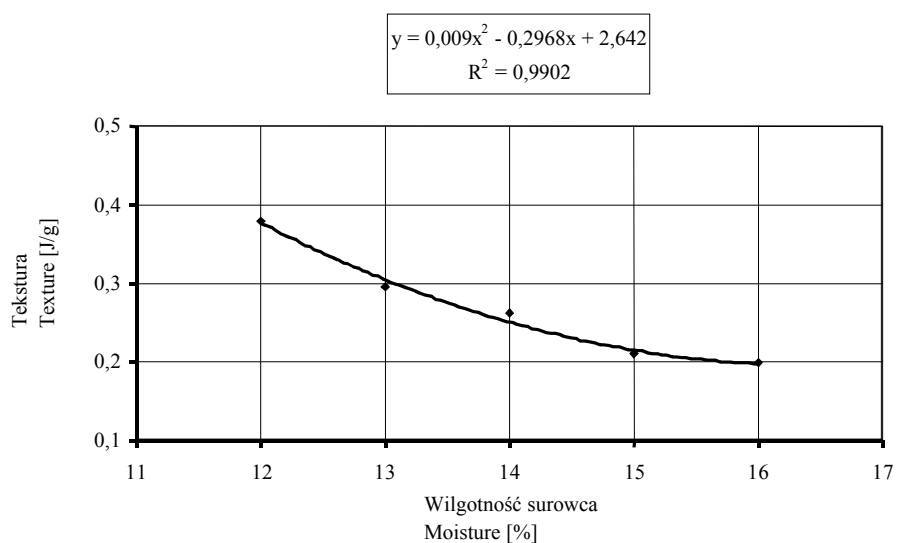
Rycina 1. Wpływ wilgotności surowca na wydajność ekstrudera (temp. 165°C, zawartość łądźwianu 10%)

Figure 1. The influence of the moisture content of the raw material on the capacity of the extrusion – cooker (temperature 165°C, rate of the grass pea 10%)



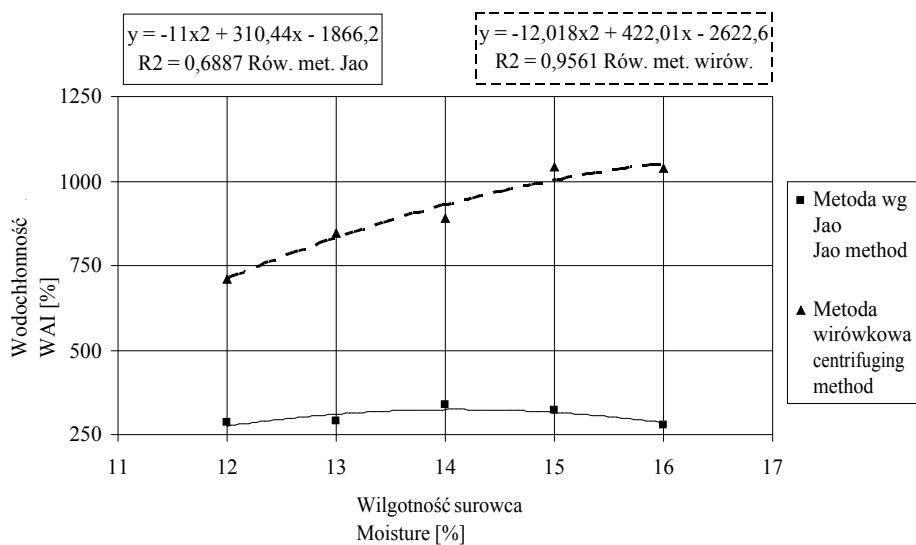
Rycina 2. Wpływ wilgotności surowca na stopień ekspandowania i gęstość właściwą ekstrudatów (temp. 165°C, zawartość łądźwianu 10%)

Figure 2. The influence of the moisture content of the raw material on the expansion ratio and specific density of the extrudate (temperature 165°C, rate of the grass pea 10%)



Rycina 3. Wpływ wilgotności surowca na teksturę ekstrudatów (temp. 165°C, zawartość łądzwianu 10%)

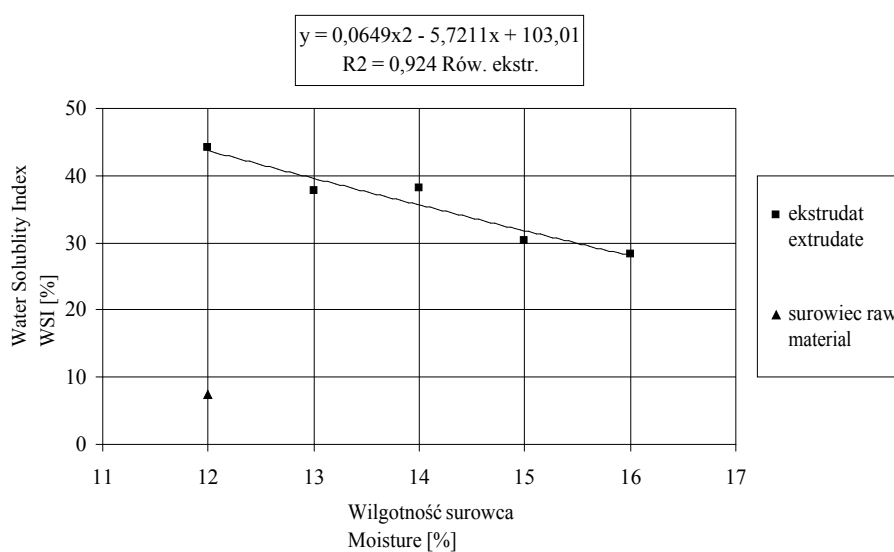
Figure 3. The influence of the moisture content of the raw material on the texture of the extrudate (temperature 165°C, rate of the grass pea 10%)



Rycina 4. Wpływ wilgotności surowca na wodochłonność ekstrudatów (temp. 165°C, zawartość łądzwianu 10%)

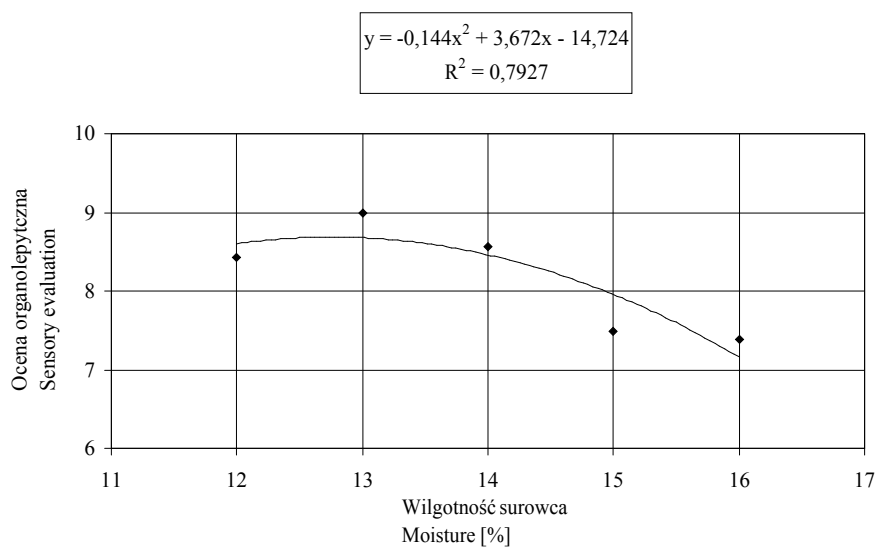
Figure 4. The influence of the moisture content of the raw material on the WAI of the extrudate (temperature 165°C, rate of the grass pea 10%)

Podczas obróbki lędzwanu i kaszki kukurydzianej zaobserwowano niewielki spadek wydajności ekstrudera wraz ze wzrostem wilgotności surowca (ryc. 1). Wydajność ekstrudera oscylowała w zakresach 16–22 kg/h. Bardzo wysoki poziom współczynnika determinacji (R^2 powyżej 0,95) świadczy o tym, że wyniki nie były przypadkowe. Ważną cechą każdego ekstrudatu produkowanego z udziałem kaszki kukurydzianej jest stopień ekspandowania promieniowego, który jest miarą jakości produktów typu snack, oraz gęstość właściwa. Wzrostowi wilgotności surowca towarzyszy spadek stopnia ekspandowania i wzrost gęstości właściwej (ryc. 2). Singh i in. [1997] relacjonowali zmniejszenie ekspandowania wraz ze wzrostem wilgotności podczas ekstruzji skrobi pszennej, mąki pszennej i mąki owsianej. Najwyższe wartości stopnia ekspandowania uzyskali dla skrobi pszennej. Jamroz i in. [1998] poddali obróbce mąkę pszenną przy różnej wilgotności wsadu w ekstruderze jednoślindakowym i dwuślindakowym, uzyskując podobne zależności. Gęstość właściwa (ryc. 2) ekstrudatów kukurydziano-lędzwanowych zawierała się w granicach 60–83 kg/m³. Nawet najwyższe wartości (83 kg/m³) nie powodują obniżenia jakości wyrobu. Wartości gęstości właściwej i stopnia ekspandowania są bardzo dobre dla tego typu wyrobów. Obserwowano obniżenie ilości energii potrzebnej do wielopłaszczyznowego ścinania prób (ryc. 3) wraz ze wzrostem wilgotności mieszaniny poddanej ekstruzji. Nawet maksymalne wartości 0,38 J/g charakteryzują produkty o doskonałej chrupkości. Należy podkreślić mały zakres energii zawierający się w przedziale 0,2–0,38 J/g, świadczący o dobrej chrupkości produktu. Ekstrudaty z udziałem nasion roślin strączkowych charakteryzują się wysoką wodochłonnością (ryc. 4). Dla ekstrudatów z udziałem lędzwanu wodochłonność oznaczana metodą odciekową zawiera się w zakresie od 280% do 336%, a dla prób rozdrobnionych przy zastosowaniu metody wirówkowej od 711% do 1044%. Takie zdolności do chłonięcia wody mają duży wpływ na zdolność pochłaniania soków trawiennych, a także na przebieg procesu trawienia. Według badań przeprowadzonych przez Rzedzickiego i Sobotę [1999b] nawet niewielkie zmiany wilgotności przetwarzanego surowca towarzyszą poważnej zmianie wodochłonności ekstrudatów. Zaobserwowali oni w mieszaninach z udziałem otrąb owsianych, że wzrostowi wilgotności surowca towarzyszy wzrost WAI, odwrotną tendencję odnotowano dla ekstrudatów z udziałem otrąb pszennych. Fornal [1998], poddając obróbce w ekstruderze dwuślindakowym mieszaninę kaszki kukurydzianej (60%), mąki gryczanej (30%) i białka mleka (10%) o wilgotności 17%, temperaturze procesu 120°C, uzyskała ekspansję wynoszącą 3,07, gęstość 0,11 g/cm³, twardość 1,29 kg/cm² oraz wodochłonność 440%. Współczynnik rozpuszczalności suchej masy (WSI) – ryc. 5 – dla smaków z 10% udziałem lędzwanu w ekstrudowanej mieszance był znacznie wyższy niż dla surowców. Wraz ze wzrostem wilgotności odnotowano obniżenie WSI.



Rycina 5. Wpływ wilgotności surowca na współczynnik rozpuszczalności suchej masy surowca i ekstrudatów (temp. 165°C, zawartość lędwianu 10%)

Figure 5. The influence of the moisture content of the raw material on the WSI of the raw material and extrudate (temperature 165°C, rate of the grass pea 10%)



Rycina 6. Wpływ wilgotności surowca na ocenę organoleptyczną ekstrudatów (temp. 165°C, zawartość lędwianu 10%)

Figure 6. The influence of the moisture content of the raw material on the evaluation sensory of the extrudate (temperature 165°C, rate of the grass pea 10%)

Przeprowadzono także ocenę organoleptyczną ekstrudatów (ryc. 6). Oceniano wygląd, smak, zapach, chrupkość, przeżuwalność i kleistość ekstrudatu. Najwyższe oceny organoleptyczne przyznano próbom ekstrudowanym przy wilgotności surowca 13%. Zaobserwowano niewielkie obniżenie oceny sensorycznej wraz ze wzrostem wilgotności powyżej 13%. Podobnie niższe noty uzyskiwały ekstrudaty pozyskiwane przy 12% wilgotności surowca. Należy podkreślić, że ekstrudaty z udziałem lędwianu posiadały niższą kleistość niż ekstrudaty pozyskiwane z samej kaszki kukurydzianej.

WNIOSKI

1. Nasiona lędwianu siewnego są dobrym komponentem do produkcji różnego rodzaju ekstrudatów.
2. Właściwy dobór wilgotności surowca pozwolił na ustabilizowanie warunków wytłaczania i uzyskanie wysokiej jakości wyrobów.
3. Poleca się wilgotność mieszaniny do ekstruzji równą 13%.
4. Wzrost wilgotności powyżej 13% powoduje spadek wydajność ekstrudera, pogorszenie ekspandowania promieniowego, wzrost gęstości ekstrudatu.
5. Ekstrudaty kukurydziano-lędwianowe charakteryzują się bardzo dobrą wodochłonnością: WAI odciekowe – nawet 336%, WAI wirówkowe – 1044%.
6. Najwyższą ocenę organoleptyczną otrzymały chrupki otrzymane przy wilgotności 13%.

PIŚMIENICTWO

- Dostálová J., Divišová J., Pokorný J. 1998. Effect of soaking and cooking on water holding and sensory characteristics of cooked lentils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 7, 3, 455–464.
- Fornal Ł. 1998. Ekstruzja produktów skrobiowych - nowe wyroby. *Pasze Przem.* 3, 7–14.
- Gujka E., Duszkiewicz-Reinhard W., Khan K. 2001. Instrumental, sensory and microbiological evaluation of flavoured pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) extrudates. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 10, 1 Supl., 3–8.
- Gujka E., Khan K. 2002. Effect of extrusion variables amino acids, available lysine and *in vitro* protein digestibility of the extrudates from pinto bean (*Phaseolus vulgaris*). *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 11, 1, 39–43.
- Jamroz J., Ciesielski W., Pielichowski K., Tomasik P. 1998. Extrusion-cooking of wheat flour and selected properties of the extrudates. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 7, 2, 201–207.
- Jao C.Y., A.H. Chen, W.E. Goldstein. 1985 Evaluation of corn protein concentrate: extrusion study. *J. Food Sci.* 50, 1275.

- Lenartowicz H., Lenartowicz M., Kostyra H., Gralak M. A., Kulasek G. W. 1999. The influence of extrusion or boiling on trypsin inhibitor and lectin activity in leguminous seeds and protein digestibility in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 8, 4, 77–87.
- Milczak M. 1995. Roślinne skarby Podlasia i ziem przyległych. *Zdrowa Żywność* 1, 4–5.
- Monsoor M.A., Yusuf H.K.M. 2002. In vitro protein digestability of lathyrus pea (*Lathyrus sativus*), lentil (*Lens culinaris*), and chickpea (*Cicer arietinum*); *Int. J. Food Sci. Technol.* 37, 1, 97–100.
- Pisulewska E., Kołodziejczyk M., Lorenc-Kozik A. 1998. Porównanie plonów oraz składu chemicznego nasion jadalnych gatunków roślin strączkowych. *Zeszyty Naukowe AR Kraków, Rolnictwo* 340, 35, 81–91.
- Rzedzicki Z. 1994. New method of texture measurement of crisp food and feed. *Int. Agrophysics* 8, 661.
- Rzedzicki Z., Sosik A. 1996a. Badania nad procesem ekstruzji przekąsek zbożowo-strączkowych. *Materiały BEMS*, 87.
- Rzedzicki Z. 1996b. Analiza metod pomiaru ekspandowania ekstrudatów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 430, 105.
- Rzedzicki Z. 1997. Możliwości zastosowania lędźwianu w technologii ekstruzji. *Mater. Sympo. Lędźwian siewny – agrotechnika i wykorzystanie w żywieniu ludzi i zwierząt. Radom* 95–103.
- Rzedzicki Z., Sobota A. 1999a. Badania nad procesem ekstruzji mieszania z udziałem soczewicy (*Lens culinaris*). *Postępy Techniki Przetwórstwa Spoż.* 1/2, 23–29.
- Rzedzicki Z., Sobota A. 1999b. Badania nad procesem uwadniania ekstrudatów strączkowych. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spoż.* 1/2, 17–22.
- Singh N., A. C. Smith. 1997. A comparison of wheat starch, whole wheat and oat flour in the extrusion cooking process. *J. Food Engineering* 34, 1, 15–32.

