

한국산 및 중국산 팥 전분의 이화학적 특성 비교

김충기 · 오병현 · 나종민¹ · 신동화*

전북대학교 응용생물공학부(식품공학전공), ¹(주)대두식품

Comparison of Physicochemical Properties of Korean and Chinese Red Bean Starches

Choong-Ki Kim, Byung-Hyun Oh, Jong-Min Na¹ and Dong-Hwa Shin*

Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University

¹Daedoo Food Co., Ltd.

The physicochemical properties of starches from Korean and Chinese red bean were investigated. Korean red bean starch (KRBS) contained lower water content, but higher crude fat and carbohydrate content than those of Chinese red bean starch (CRBS). The round shape of starch granules from Korean and Chinese red bean was observed. The granule size of KRBS was smaller than that of CRBS. The whiteness of KRBS (87.22%) was significantly higher than that (86.16%) of CRBS. X-ray diffraction patterns between KRBS and CRBS were not significantly different, resulting in showing C type. There was significant difference in amylose content between KRBS and CRBS. The blue value of KRBS was 1.02, which was higher than that of CRBS. Swelling power of KRBS was higher up to 75°C than that of CRBS, but then decreased. Solubility showed the same pattern as the swelling power. Our findings suggest that Korean red bean has better quality than Chinese red bean in terms of the physicochemical properties.

Key words: physicochemical properties, red bean starch, granule size, swelling power, solubility

서 론

우리나라에서 콩 다음으로 수요가 많은 팥은 단백질과 지방 함량이 낮고 탄수화물 함량이 높은 두류로서, 그 구성 성분의 대부분은 전분으로 이루어져 있다⁽¹⁾. 팥에는 쌀의 소화에 반드시 필요한 비타민 B₁이 다량 함유되어 있으므로 밥 밑콩의 형태로 많이 이용되고 있으며, 팥죽이나 떡, 빵, 과자 등의 속재료로서 뿐만 아니라 최근에는 앙금과 양갱, 빙과 제조용으로도 많이 사용되고 있다.

팥에 관한 연구로는 팥 단백질에 대한 보고^(2,4)가 많이 있으며, 팥 껍질의 색소에 관한 연구^(5,6)와 팥의 수화속도에 관한 보고⁽⁷⁾ 등이 있다. 그리고 동부⁽⁸⁾, 녹두⁽⁹⁾, 강낭콩⁽¹⁰⁾ 등 같은 두류 전분에 대해서는 많은 연구들이 이루어져 있지만 팥 전분에 대한 연구^(11,12)는 많이 이루어지지 않았으며, 특히 생산지의 차이와 근래 많이 수입되고 있는 중국산 팥 전분의 이화학적 특성에 대해 비교 분석한 연구는 찾아보기가 어려

운 실정이다.

일반적으로 농산물은 생산지에 따라 품질의 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 또한 같은 품종이라 하더라도 생산지별로 기후적 특성이나 토양적 차이로 인해 각기 다른 성분으로 구성될 수 있으며, 그 함량에 큰 차이를 보이기도 하지만 많은 경우 그 차이가 미미하게 나타나기도 한다. 현재 국내에서 생산되는 팥 가공제품의 원료로 중국산 팥을 많이 사용하고 있는데, 이는 국내산 팥이 중국산 팥보다 가격이 매우 비싸기 때문에 품질이 떨어지면서도 중국산 팥을 사용하고 있는 추세이다. 따라서 본 연구는 한국산 및 중국산 팥에서 분리한 전분의 이화학적 특성을 비교 검토함으로써 한국산과 중국산 팥을 차별화하여 고품질의 팥 가공제품을 생산하기 위한 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

재료

한국산 팥은 전북 장수산을 장수농협에서 생산자에게 직접 확인하여 구입하였고, 중국산 팥은 농수산물 유통공사에서 확인하여 수입한 (주)대두식품에서 앙금 제조에 사용하고 있는 것을 공급받아 냉장실에 보관하면서 사용하였다.

*Corresponding author : Dong-Hwa Shin, Faculty of Biotechnology (Food Science & Technology Major), Chonbuk National University, Dukjin-Dong, Jeonju, Jeonbuk 561-756, Korea
Tel: 82-63-270-2570
Fax: 82-63-270-2572
E-mail: dhshin@moak.chonbuk.ac.kr

전분의 제조

전분은 알칼리 침지법⁽¹³⁾에 의하여 분리하였다. 팥을 맷돌로 거칠게 부순 다음 약 3시간 동안 수침하여 거피하고, 0.2% NaOH 용액을 가하여 waring blender에서 5분간 마쇄한 후 100 mesh와 400 mesh 체로 반복 통과시켰다. 체 통과 부분을 4°C 냉장고에 하룻밤 방치하여 침전시키고 상정액을 제거하였다. 상정액을 제거한 침전물을 0.2% NaOH 용액에 다시 현탁시켜 냉장고에 방치하여서 침전시킨 후 상정액을 제거하는 조작을 침전물의 노란층이 없어질 때까지 반복하였다. 그 후 증류수로 침전물의 용액이 중성이 될 때까지 세척하여 정제전분을 얻었다. 이렇게 얻어진 전분을 실온에서 건조한 후 분쇄하여 100 mesh 체를 통과시킨 다음 유리병에 담아 밀봉하여 냉장고에 보관하면서 전분시료로 사용하였다.

일반성분 분석

시료 전분의 수분, 조단백질, 조지방질, 조회분 등의 일반성분은 AOAC 방법⁽¹⁴⁾에 따라 분석하였다.

전분입자의 형태

전분입자의 형태는 광학현미경(Olympus Co., Japan)을 사용하여 200배로 확대하여 관찰하였고, 입자의 표면은 주사전자현미경(Scanning electron microscope, JEOL JSM-5200, Japan)을 사용하여 1,000배로 관찰하였다.

전분입자의 백색도 측정

전분입자의 백색도 측정은 분체용 백색도계(Kett Electric Laboratory C-100, Japan)를 이용하여 측정하였다. 표준(reference)으로는 blue filter를 사용하여 440 nm에서의 백색도가 84.6(100%)일 때를 기준 값으로 하였고, 시료 접시(60×10 mm)에 시료 전분을 넣고 뚜껑을 닫은 후 기계에 장착하여 5 번 측정된 값의 평균값으로부터 각 전분의 백색도를 측정하였다.

전분입자의 크기 측정

전분의 입자크기 측정은 CILAS(Compagnie Industrielle Des Lasers, France) 입자크기분석기를 이용하여 측정하였다. 시료 전분 0.3 g에 알콜 300 mL를 가하여 10분간 분산시킨 다음, 30초 동안 ultrasonication시킨 후 측정하여 얻은 입자 분포도로부터 평균 입자크기를 산출하였다.

X-선 회절도

X-ray diffractometer(D/MAX-2500PC, Rigaku Co., Japan)를 이용하여 Target; Cu-K, Filter; Ni, Voltage; 35 kV, Current; 15 mA의 조건으로 2θ를 회절각도 5~40도까지 회절시켜 분석하였다.

전분의 이화학적 특성

전분의 물 결합능력은 Medcalf와 Gilles의 방법⁽¹⁵⁾에 따라 측정하였고, 팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법⁽¹⁶⁾을 개량하여 구하였으며, blue value는 Gilbert와 Spragg의 방법⁽¹⁷⁾에 따라 680 nm에서 측정하여 계산하였다.

전분의 아밀로오스 함량은 Williams 등⁽¹⁸⁾의 비색법으로 625 nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다. 아밀로오스의 표준 곡선은 Montgomery와 Senti의 방법⁽¹⁹⁾에 의해 팥 전분으로부터 아밀로오스와 아밀로펙틴을 분리한 다음 일정비율로 혼합하여 위와 같은 방법으로 흡광도를 측정하여 작성하였다.

통계분석

실험결과와 통계처리는 SAS program⁽²⁰⁾을 이용하여 Student's t-test로 p<0.01의 수준에서 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

전분의 일반성분

시료 전분의 일반성분을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 수분 함량은 중국산 팥 전분이 11.77%로 한국산 팥 전분의 10.93%보다 높았으며, 조지방과 탄수화물 함량은 한국산 팥 전분이 각각 0.08%와 88.58%로 중국산 팥 전분보다 높았다. 그 외에 조단백질과 조회분 함량은 유의적으로 차이를 나타내지 않았다. 한국산 팥 전분의 경우 수분 함량이 14.60%, 조단백질 함량이 0.19%로 보고한 Shon 등⁽¹¹⁾의 결과와 약간의 차이를 보였는데, 이는 전분 제조과정 중에 실시하는 세척 정도의 차이 때문인 것으로 생각된다.

전분입자의 형태

한국산 및 중국산 팥 전분의 입자형태는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 대부분이 둥근형이고 일부 타원형도 관찰되었다. 입자의 중앙에는 hilum이 쪼개어진 것처럼 발달되어 있었고, 이를 중심으로 하여 동심원으로 되어 있는 층들이 한국산이 중국산보다 더 뚜렷하게 형성되어 있었다. 주사전자현미경으로 관찰한 전분입자의 표면은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 한국산 및 중국산 모두 둥글고 매끄러웠다. 이러한 팥 전분입자의 형태는 Kweon과 Ahn⁽¹²⁾의 팥 전분에 대한 연구 보고와 일치하였다.

전분입자의 백색도와 입자크기

시료 전분의 백색도와 입자크기를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 전분입자의 백색도는 한국산 팥 전분이 87.22%로 중국산 팥 전분의 86.16%보다 유의적으로 높았다. 시료 전

Table 1. Proximate chemical composition of Korea and China red bean starches¹⁾

(Unit: %)

Origin	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate ²⁾
Korea	10.93 ^{b3)}	0.08 ^a	0.08 ^a	0.36 ^a	88.58 ^a
China	11.77 ^a	0.08 ^a	0.05 ^b	0.32 ^a	87.85 ^b

¹⁾Each value represents the mean of triplicates.

²⁾By subtracting moisture, protein, fat and ash contents from the total.

³⁾Means with the same letters in the same column are not significantly different (p<0.01).

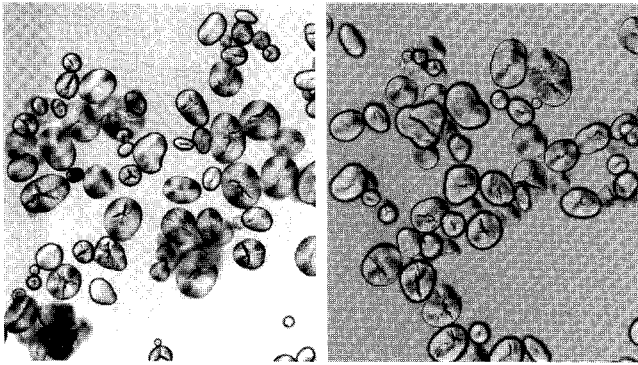


Fig. 1. Photomicrographs of Korea (left) and China (right) red bean starches under normal light (X 200).

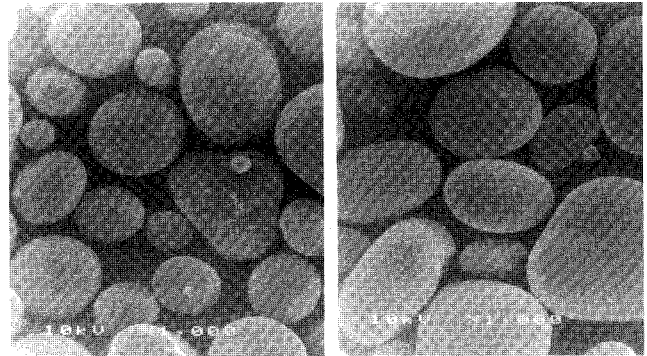


Fig. 2. Scanning electron micrographs of Korea (left) and China (right) red bean starches (X 1,000).

분 모두 백색도가 다른 두류전분이나 곡류전분에 비해 낮았는데⁽²¹⁾, 이는 전분 분리방법의 차이에서 기인된 것으로 생각된다.

입자크기 분석의 결과에서 cumulative particle distribution 항목은 분포되어진 전체 입자크기 중에서 각각 10, 50, 90%를 차지하는 수준에서의 입자크기를 나타낸 것으로, 입자의 크기별로 분포된 양상을 알 수 있다. 한국산 팥 전분의 경우 10, 50, 90% 수준에서 입자크기가 각각 7.42, 27.30, 39.72 μm 로 중국산 팥 전분보다 전체적으로 작게 나타났다. 또한 평균 입자크기에서도 한국산이 25.78 μm 로 중국산보다 작았다.

X-선 회절도

한국산 및 중국산 팥 전분의 X-회절도는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 2 θ 가 15.1° 및 17.1°에서 강한 peak를 보이고, 한국산은 22.9°에서 중국산은 23.2°에서 비교적 강한 peak를 보여 전형적인 C형의 특징을 나타내었다. 또한 시료 전분 모두 A형에 가까운 C형이었으며 2 θ 가 18° 부근에서 peak를 나타내지 않아 다른 두류전분에 비해 결정성이 약함을 알 수 있었고^(12,22), 생산지의 차이에 따른 결정성에는 뚜렷한 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 Kweon과 Ahn⁽¹²⁾이 보고한 팥 전분의 X-회절도와 일치하였다.

전분의 이화학적 특성

시료 전분의 이화학적 특성을 측정된 결과는 Table 3 및 Fig. 4, 5와 같다. 한국산 및 중국산 팥 전분의 아밀로오스 함량은 각각 27.51와 27.39%로 시료 전분간에 유의적으로 차이를 보였다. 이러한 결과는 팥의 아밀로오스 함량이 28.5%라는 Kweon과 Ahn⁽¹²⁾의 보고와는 비슷하였으나, 66.0%라는 Shon 등⁽¹¹⁾의 보고와는 큰 차이를 보였다. 이는 아밀로오스 함량의 측정방법 및 계산방법이나 품종, 생산지 등의 차이 때문인 것으로 보인다^(23,24). 한편, blue value는 한국산 팥 전분이 1.02로 중국산 팥 전분보다 높았다.

시료 전분의 물 결합능력은 한국산 팥 전분이 92.65%로 중국산 팥 전분의 91.12%보다 유의적으로 높았다. 이러한 결과는 팥의 물 결합능력에 대한 Shon 등⁽¹¹⁾의 99%보다는 낮게 나타났으나, Naivikul과 D'Appolonia⁽²³⁾가 보고한 흰강낭콩 83.8%, 녹두 81.6%의 다른 두류전분의 물 결합능력보다는 높게 나타났다.

온도에 따른 팽윤력과 용해도의 변화를 살펴보면, 한국산 및 중국산 팥 전분 모두 65~75°C 사이에서 급격히 증가하는 양상을 보였으며 그 이후 완만하게 증가하였으나 75°C 이상에서는 중국산 팥 전분의 팽윤력과 용해도가 약간 더 높게 나타났다. 이와 같이 팽윤력과 용해도에 있어서는 시료 전분

Table 2. Whiteness and granular mean diameters of Korea and China red bean starches¹⁾

Origin	Whiteness (%)	Cumulative particle distribution (μm)			Mean diameter (μm)
		Diameter at 10%	Diameter at 50%	Diameter at 90%	
Korea	87.22 ^{a2)}	7.42	27.30	39.72	25.78 ^b
China	86.16 ^b	9.08	28.91	40.99	27.35 ^a

¹⁾Each value represents the mean of triplicates.

²⁾Means with the same letters in the same column are not significantly different ($p < 0.01$).

Table 3. Physicochemical characteristics of Korea and China red bean starches¹⁾

Origin	Water binding capacity (%)	Amylose content (%)	Blue value
Korea	92.65 ^{a2)}	27.51 ^a	1.02 ^a
China	91.12 ^b	27.39 ^b	0.96 ^b

¹⁾Each value represents the mean of triplicates.

²⁾Means with the same letters in the same column are not significantly different ($p < 0.01$).

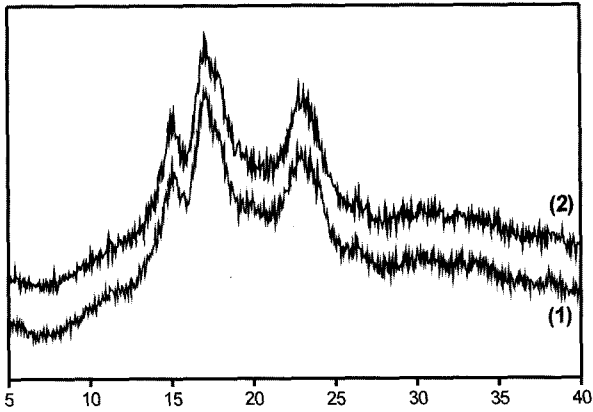


Fig. 3. X-ray diffraction patterns of Korea (1) and China (2) red bean starches.

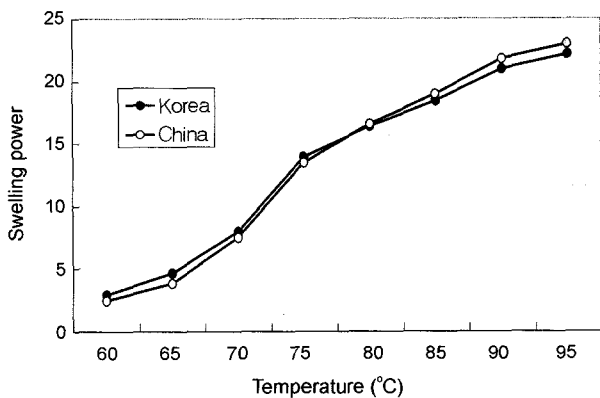


Fig. 4. Swelling power of Korea and China red bean starches.

간에 큰 차이를 나타내지 않았으며, 본 실험의 팽윤력과 용해도의 변화 양상은 Kweon과 Ahn⁽¹²⁾의 팔에 대한 연구 결과와 비슷하였다.

지금까지의 연구 결과 일반성분 면에서는 그 차이가 미미하지만 여러 이화학적 성질에 있어서는 한국산 팔 전분이 중국산 팔 전분보다 좋은 것으로 보이므로, 고품질의 팔 가공 제품을 생산하고자 할 때 우수한 우리 농산물의 이용을 적극 권장할 필요가 있다고 생각된다.

요 약

한국산과 중국산 팔의 품질 차이를 알아보기 위하여, 한국산 및 중국산 팔로부터 알칼리 침지법으로 전분을 분리하여 일반성분과 이화학적 특성을 분석 비교하였다. 수분 함량은 중국산 팔 전분이 높았고, 조지방과 탄수화물 함량은 한국산 팔 전분이 높았다. 전분입자의 형태는 한국산 및 중국산 모두 대부분이 둥근형이었으며, 전분입자의 크기는 한국산이 25.78 μm 로 중국산보다 작았다. 전분입자의 백색도는 한국산 팔 전분이 87.22%로 중국산 팔 전분의 86.16%보다 유의적으로 높았다. X-회절도는 한국산 및 중국산 팔 전분 모두 A형에 가까운 C형이었으며, 시료 전분간에 결정성에는 뚜렷한 차이가 없었다. 아밀로오스 함량은 시료 전분간에 유의적으로 차이를 보였으며, blue value는 한국산 팔 전분이

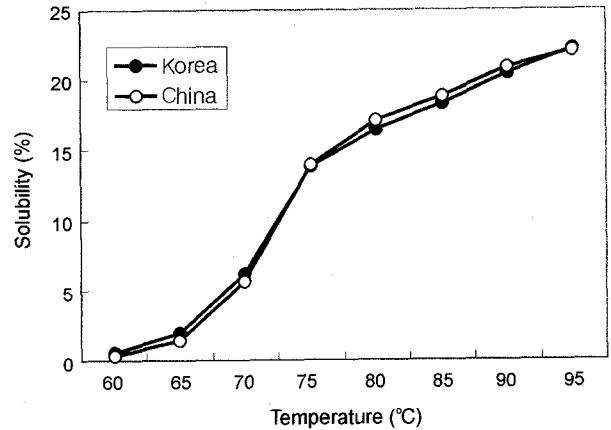


Fig. 5. Solubility of Korea and China red bean starches.

1.02로 중국산 팔 전분보다 높았다. 팽윤력은 한국산 팔 전분이 75°C까지는 중국산 팔 전분보다 높았으나 이후 낮아졌으며, 용해도도 비슷한 경향을 보였다. 팔 전분의 일반성분 분석 결과 한국산과 중국산간에는 차이가 미미하였지만 이화학적 성질에 있어서는 한국산 팔 전분이 우수한 것으로 생각된다.

감사의 글

이 논문은 과학기술부·한국과학재단 지정, 전라북도 지원 지역협력연구센터인 전북대학교 바이오식품 소재 개발 및 산업화 연구센터의 일부 연구비 지원에 의해 연구되었음.

문 헌

1. Koh, K.J., Shin, D.B. and Lee, Y.C. Physicochemical properties of aqueous extracts in small red bean, mung bean and black soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 854-859 (1997)
2. Kim, H.J., Sohn, K.H. and Park, H.K. Emulsion properties of small red bean protein isolates. *Korean J. Soc. Food Sci.* 6: 9-14 (1990)
3. Meng, G.T. and Ma, C.Y. Flow property of globulin from red bean (*Phaseolus angularis*). *Food Res. Int.* 34: 401-407 (2001)
4. Meng, G.T. and Ma, C.Y. Thermal properties of *Phaseolus angularis* (red bean) globulin. *Food Chem.* 73: 453-460 (2001)
5. Yoshida, K., Sato, Y., Okuno, R., Kameda, K., Isobe, M. and Kondo, T. Structural analysis and measurement of anthocyanins from colored seed coats of *Vigna*, *Phaseolus*, and *Glycine* legumes. *Biosci. Biotech. Biochem.* 60: 589-593 (1996)
6. Koide, T., Hashimoto, Y., Kamei, H., Kojima, T., Hasegawa, M. and Terabe, K. Antitumor effect of anthocyanin fractions extracted from red soybeans and red beans *in vitro* and *in vivo*. *Cancer Biother. Radiopharm.* 12: 277-280 (1997)
7. Abu-Ghannam, N. Modelling textural changes during the hydration process of red beans. *J. Food Eng.* 38: 341-352 (1998)
8. Kim, H.S., Kweon, M.R. and Ahn, S.Y. Physicochemical properties of starch from cow pea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 18-22 (1987)
9. Kim, W.S., Rhee, H.S. and Kim, S.K. Characterization of mungbean (*Phaseolus aureus* L.) starch. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 23: 166-172 (1980)
10. Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K. Isolation, partial characterization and modification of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.) starch. *J. Food Sci.* 46: 617-621 (1981)

11. Shon, K.H., Yoon, G.S., Chung, H.J. and Chae, S.H. Composition of physicochemical properties of various bean starches. *Korean J. Soc. Food Sci.* 6: 13-19 (1990)
12. Kweon, M.R. and Ahn, S.Y. Comparison of physicochemical properties of legume starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 334-339 (1993)
13. Schoch, T.J. and Maywald, E.C. Precipitation and properties of various legume starches. *Cereal Chem.* 45: 564-573 (1968)
14. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1984)
15. Medcalf, D.G. and Gilles, K.A. Wheat starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.* 42: 558-568 (1965)
16. Schoch, T.J. Swelling power and solubility of granular starches, p. 106. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Vol. IV. Whistler, R.L. (ed.). Academic Press, New York, USA (1964)
17. Glibert, G.A. and Spragg, S.P. Iodimetric determination of amylose, p. 168. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Vol. IV. Whistler, R.L. (ed.). Academic Press, New York, USA (1964)
18. Williams, P.C., Kuzina, F.D. and Hlynka, I. A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.* 47: 411-420 (1970)
19. Montgomery, E.M. and Senti, F.R. Separation of amylose from amylopectin of starch by an extraction sedimentation procedure. *J. Polymer Sci.*, 28: 1-8 (1958)
20. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA (1996)
21. Jung, S.H., Shin, G.J. and Choi, C.U. Comparison of physicochemical properties of corn, sweet potato, potato, wheat and mungbean starches. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 272-275 (1991)
22. Zobel, H.F. X-ray analysis of starch granules, p. 109. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Vol. IV. Whistler, R.L. (ed.). Academic Press, New York, USA (1964)
23. Naivikul, O. and D'Appolonia, B.L. Carbohydrates of legume flours compared with wheat flours. II. Starch. *Cereal Chem.* 56: 24-30 (1979)
24. Kawamura, S. Studies on the starches of edible legume seeds. *J. Japanese Soc. Starch Sci.* 17: 19-24 (1969)

(2003년 2월 6일 접수; 2003년 7월 3일 채택)