

Durian 종자 전분의 이화학적 특성

이성갑 · 김형수 · 손종연
국립한경대학교 식품공학과 및 식품산업연구소

Physicochemical Properties of the Durian Seed Starch

Seong-gap Lee, Hyeong-Su Kim and Jong-Youn Son
Department of Food Science and Technology and Institute of Food Industry,
Hankyong National University

Abstract

The granular size and shape of durian seed starch were 2.0-10.0 μm and oval and polygonal. Amylose contents of durian seed, corn, sweet potato and potato starch were 28.3%, 27.5%, 20.3% and 21.7%, respectively. Blue value of durian seed (0.370) higher than that of corn (0.368), sweet potato (0.332), and potato starch (0.338). Alkali numbers of durian seed, corn, sweet potato and potato starch were 7.39, 9.02, 7.08 and 5.43, respectively. Swelling power of durian seed starch was similar to that of sweet potato starch. X-ray diffraction patterns of durian seed starch showed an A-type crystalline structure. According to pasting properties by Rapid Visco-Analyzer, the gelatinization temperature of durian seed starch (76.6°C) was higher than that of corn (73.0°C), sweet potato (72.3°C) and potato starch (70.2°C). The breakdown of durian seed starch were lower than that of corn, sweet potato and potato starch.

Key words: durian seed starch, physicochemical properties

서 론

전분은 식물체에 의해 광합성으로 얻어지는 풍부하고 값싼 탄수화물이며 2~200 μm 의 입자로 되어 있는 생물고분자이다⁽¹⁾. 전분의 용도는 전분자체의 고분자 특성을 이용한 분야, 전분의 구성단위로 분해하여 이용하는 분야와 전분을 발효원료로 이용하는 분야로 분류할 수 있으며, 전분 자체를 이용하는 경우는 전분의 여러 특성 중 특히 호화온도, 팽윤력, 용해도 등이 중요하다.

전분은 식물의 저장다당류로서 뿌리, 줄기, 종실 등에 축적되어 있는 전분입자는 기원에 따라 입경, 입자의 형상이 다르다⁽²⁾. 또한 전분의 호화는 전분을 구성하고 있는 아밀로오스와 아밀로펙틴의 함량 비율과 각각의 분자량 및 분자구조의 차이 또는 배열상태에 따라서 전분의 결정성, 용해성, 팽윤력 및 호화양상과 호화전분의 유동학적 특성이 다르고 형성되는 gel의 특성에도 차이가 있어서 전분의 내부구조와 그에 따른

여러 전분의 이화학적 특성에 관한 연구가 다양하게 시도되어 왔다^(3,7).

Durian(Durio zibethinus Murr) 과실은 보루네오, 서부 말레이 군도 원산으로 동남아시아에 널리 분포하며 말레이시아, 버마, 자바 등에서 많이 재배되는 과실로서 모양은 구형 또는 타원형이며 크기는 보통 1-3 kg 정도로 코코넛과 비슷하다. Durian 과실 내부는 5 조각 분리되고 각각의 조각에는 5-6개의 종자가 들어 있다. Durian종자의 성분은 주로 전분질로 구성되어 있으나 그 자체를 구워서 먹거나 분말로 하여 이용되고 있을 뿐, 그 이용범위는 극히 제한되어 있다⁽⁸⁾.

현재 우리나라의 전분제조 원료는 주로 옥수수과 고구마가 이용되고 있으며 그외 일부 감자전분이 제조되고 있으나 그 생산량이 미비한 형편이다. 전분의 이용은 점점 증가되고 실정에서 전분의 이용기술, 기초 연구를 비롯한 새로운 전분원료의 개발이 요구되고 있는 시점에서 열대산 과실 종자를 전분식품의 원료로서 응용 가능성을 검토할 필요가 있는 것으로 사료되었다.

따라서 본 실험에서는 durian 종자로부터 분리된 전분의 이화학적 특성을 현재 널리 이용되고 있는 감

Corresponding author : Jong-Youn Son, Department of Food Science and Technology, Hankyong National University, Kyunggi 456-749, Korea

자, 옥수수, 고구마 전분과 비교, 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 durian 종자(1997년 베트남에서 구입), 옥수수, 고구마, 감자전분(성진식품, 경기도 광주)는 수세 및 탈수 과정을 거쳐 냉동 건조한 후 130 메쉬 체로 분별하여 시료로 사용하였다.

전분의 제조 및 아밀로오스, 아밀로펙틴의 분리

Durian 종자의 전분 분리는 알칼리 침지법⁽⁹⁾에 의해 행하였으며 아밀로오스와 아밀로펙틴은 butanol 분별 침지법⁽¹⁰⁾에 의하여 분리하였다.

전분의 입자 형태 및 크기분포

전분의 입자의 형태 및 크기분포는 durian 종자 전분을 50% 글리세린 용액에 적당한 농도로 혼합하여 분산시켜 광학현미경(Nikon Co., Japan)으로 400배 확대하여 관찰하였다⁽¹¹⁾. 전분 크기에 대한 분포비율은 약 200개-400개 정도의 입자를 3번 측정하여, 크기별 평균 분포비율을 계산하였다.

아밀로오스 함량, Blue value 및 Alkali number

아밀로오스 함량은 Williams 등⁽¹²⁾의 방법에 따라 구하였으며 일정비율의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 혼합 용액에 대한 작성된 표준곡선으로부터 아밀로오스 함량을 구하였다. Blue value는 Gilbert와 Spragg의 방법⁽¹³⁾에 따라 측정하였으며, Alkali number⁽¹⁴⁾, 팽윤력 및 용해도는 Schoch의 방법⁽¹⁵⁾에 따라 측정하였다.

X-선회절 분석

X-선회절 양상은 X-ray diffractometer(Rigaku Co., Japan)를 사용하여 target; Cu-K, filter; Ni, 35 kV, 15 mA의 조건으로 회절각도 10-40° 범위에서 분석하였다.

호화양상

RVA(Rapid visco-analyzer, Newport Scientific, Australia)를 이용하여 측정하였다. 즉, 전분시료(14% 수분 함량 기준) 3.5 g에 증류수 25 mL를 가한 시료용액을 50°C에서 1분간 유지한 후 분당 12°C씩 증가시켜 95°C에서 가열하고 95°C에서 2.5분간 유지시킨 다음 50°C로 냉각시켜 호화곡선을 얻었다. 호화개시온도(Pasting temperature), 최고점도(Peak viscosity), 최저점도

Fig. 1. The photomicrograph of starch granules in durian seed.

(Trough), 최종점도(End viscosity)를 구하였고, Break-down은 최고점도에서 최저점도를 뺀 값으로, Setback은 최종점도에서 최고점도를 뺀 값으로 구하였다.

결과 및 고찰

전분의 입경형태 및 크기분포

Durian 종자 전분의 표면구조 및 크기분포를 관찰한 결과, 다면형과 일부 원형을 나타내었으며, durian 종자 전분입자의 크기는 1-2 μm 의 입자가 6.2%, 2-3 μm 의 입자가 34.7%, 3-4 μm 의 입자가 19.4%, 4-6 μm 의 입자가 25.3%, 6-8 μm 의 입자가 10.7%, 8-10 μm 의 입자가 3.7% 정도로서 입자크기의 범위는 2-10 μm 이었으며 평균크기는 3-5 μm 정도이었다(Fig. 1).

정 등⁽¹⁶⁾은 옥수수, 고구마, 감자, 밀, 녹두전분들의 평균입자크기를 측정된 결과, 각각 19.0, 23.4, 76.0, 27.0 및 12.8 μm 이며, 고 등은⁽¹⁷⁾ 쌀 전분의 크기는 2-6 μm 라고 보고하였다. 따라서 durian 종자 전분의 입자는 옥수수, 감자, 고구마전분보다 작으며, 곡류전분인 쌀 전분과 유사함을 알 수 있었다.

아밀로오스의 함량, Blue value 및 Alkali number

아밀로오스의 함량, blue value 및 alkali number를 측정된 결과(Table 1), durian 종자전분의 아밀로오스 함량(28.3%)은 서류전분인 고구마(20.3%) 및 감자전분(21.7%)보다 높았으며 곡류전분인 옥수수전분(27.5%)과 유사한 함량을 나타내었다. Durian 종자, 옥수수, 고구마, 감자전분의 blue value는 각각 0.370, 0.368, 0.332, 0.338로 나타나 아밀로오스 함량이 가장 높은 durian 종자전분의 blue value가 가장 높은 것으로 나

Table 1. Amylose content, blue value and alkali number of durian seed, corn, sweet potato and potato starch

Starch	Amylose content	Blue value	Alkali number
Durian seed	28.3%	0.370	7.39
Corn	27.5%	0.368	9.02
Sweet potato	20.3%	0.332	7.08
Potato	21.7%	0.338	5.43

타났다. Blue value는 전분중의 아밀로오스와 아밀로펙틴의 상대적인 양적관계를 비교하는 척도이지만 아밀로오스의 함량 또는 아밀로오스 분자 크기와 아밀로펙틴 직쇄분자와도 비례하므로⁽¹³⁾ durian 종자전분의 높은 Blue value는 아밀로오스의 함량에 기인되는 것으로 생각되었다. 환원성 말단의 상대적 수치가 되는⁽¹⁴⁾ alkali number는 durian 종자, 옥수수, 고구마 및 감자전분의 알칼리도에 대해 각각 7.39, 9.02, 7.08 및 5.43인 것으로 나타났다.

팽윤력과 용해도

온도변화에 따른 팽윤력의 변화를 측정한 결과(Fig. 2), Durian 종자전분의 팽윤력은 60°C까지 큰 변화가 없었으나 60°C 이후 크게 증가하기 시작하였으며 70°C에서의 팽윤력은 감자전분보다 낮은 반면 옥수수, 고구마전분과 유사한 경향을 보였으며, 70°C 이후부터는 옥수수 전분보다 다소 높은 팽윤력을 나타냈다. 온도에 따라 팽윤 양상이 전분입자 내부의 결합력과 전분입자의 회합정도에 따라 다르며 입자내의 결합력이 팽윤 양상에 영향을 주어 결합정도가 강한 전분은 팽윤

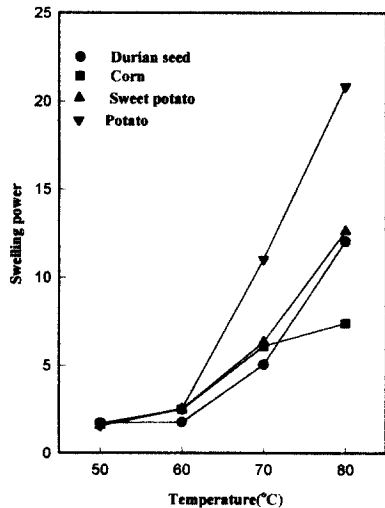


Fig. 2. Swelling power of durian seed, corn, sweet potato and potato starch

에 대해 강하게 저항하므로 온도증가에 따라 팽윤력을 비교하여 상대적 결합강도를 알 수 있다고 하였으며, Wong과 Lelievre⁽²⁰⁾는 입자 크기가 작을수록 팽윤력이 크고, 비슷한 입자 크기에서는 입자내의 결정성이 클수록 팽윤력이 낮다고 보고하였다. Durian 종자전분이 다른 전분들에 비해 입자크기가 작음에도 불구하고 상대적으로 낮거나 유사한 팽윤력을 나타내는 것은 이들의 결합력이 다른 전분에 비해 상대적으로 강하기 때문인 것으로 추정되었다. 한편 durian 종자의 전분의 용해도는 팽윤력에서 나타난 결과와 같이 70°C까지는 옥수수, 고구마 전분과 유사한 경향을 보였으며, 감자전분보다는 낮은 용해도를 보여주었다. 전반적으로 50-80°C에서 나타난 durian 종자 전분의 용해도는 옥수수 전분과 유사한 것으로 나타났다(Fig. 3).

X선 회절양상

Durian 종자 전분의 x-선 회절도를 측정한 결과(Fig. 4), 회절각도(2θ) 15.3, 17.1, 18.2, 23.5에서 강한 peak를 보였다. 고 등⁽¹⁷⁾은 쌀 전분의 X-선 회절도를 조사한 결과 회절각도 15.0, 17.0, 18.0 23.0에서 peak를 보이는 전형적인 A형 도형을 나타낸다고 보고하여 durian 종자 전분은 쌀 전분 등의 곡류전분에 유사한 A형 도형을 나타내는 것으로 확인되었다.

호화양상

Durian 종자, 옥수수, 고구마 및 감자전분의 아밀로그램을 측정한 결과는 Fig. 5와 같았다. Durian 종자

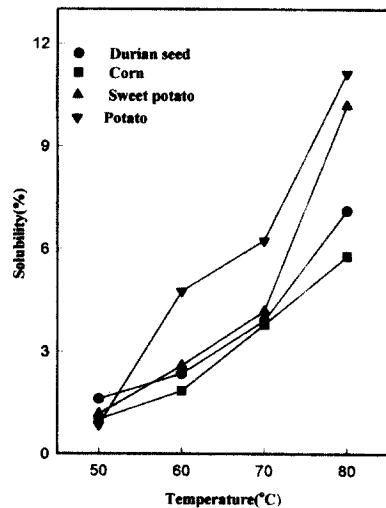


Fig. 3. Solubility of durian seed, corn, sweet potato and potato starch

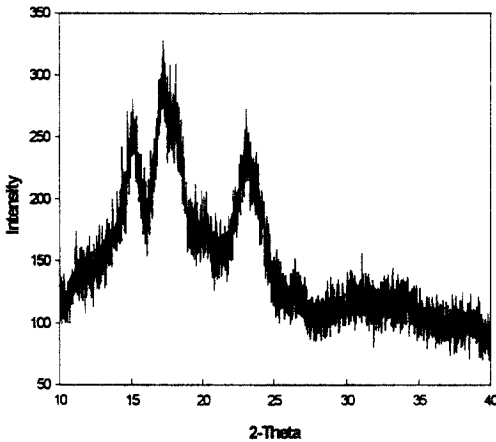


Fig. 4. X-ray diffraction pattern of the durian seed starch.

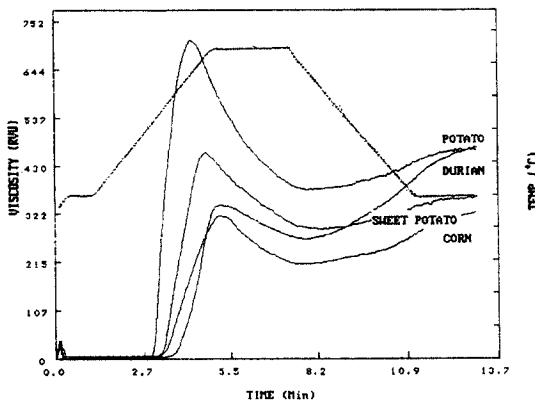


Fig. 5. RVA pasting curves of durian seed, corn, sweet potato and potato starch.

전분, 옥수수, 고구마 및 감자전분의 호화개시온도는 각각 76.6°C, 73.0°C, 72.3°C 및 70.2°C로서 durian 종자 전분의 호화개시온도는 다른 전분에 높은 것으로 나타났다. 초기호화온도는 아밀로오스의 함량 및 무정형 부분의 분자간 회합정도 등이 영향을 미치며, 전분 입자의 크기가 작을수록 팽윤이 늦어 높은 호화온도를 나타내며, 일반적으로 전분입자의 크기가 작은 곡류전분의 호화온도는 감자, 고구마전분의 호화온도보다 높은 것으로 알려져 있다⁽²¹⁾. 따라서 다른 전분들에 비해 durian 종자 전분의 호화개시온도가 높은 것은 전분입자의 크기가 작기 때문인 것으로 사료되었다.

한편 durian 종자전분의 최고점도(342 RVU)는 고구마전분(459 RVU), 감자전분(711 RVU) 보다는 낮았으며, 옥수수전분(316 RVU)과 유사한 경향을 보이지 않았다. 최고점도에 도달하는 온도(94.7°C) 또한 고구마

(92.4°C) 감자전분(87.1°C)보다 높은 것으로 나타났다. 최고점도는 전분입자의 팽윤 정도 및 열이나 shear force에 대한 팽윤된 입자의 저항도, 가열중 입자로부터 용출된 가용성전분의 존재, 팽윤된 입자사이의 마찰이나 팽윤된 입자와 가용성전분과의 응집성 등에 의해 영향을 받는다. Schoch와 Maywald⁽²²⁾는 아밀로그람의 점도는 직쇄상 부분이 많을수록 안정화되며, 전분 입자 내에 존재하는 긴 직쇄상 분자들에 의해 점도의 안정도가 강화된다고 보고하였으며 또한 점도의 차이는 입자크기, 결정성 정도와 종류, 전분의 이온성 전하, 지방, 단백질, 전분분자의 가지친 정도에 기인한다고 하였다. Sosulski 등⁽²³⁾은 아밀로그라피에 의한 전분의 점도 특성은 아밀로오스 함량과 무관하며 입자의 질서정연한 결정성 구조 특성에 기인된다고 하였으며 Yamamoto 등⁽²⁴⁾은 전분입자가 작을수록 최고점도가 작아지고 최고점도를 나타내는 온도가 높고 Breakdown이 작아진다고 보고하였다. Durian 종자 전분은 고구마, 감자전분에 비해 높은 아밀로오스 함량에도 불구하고 이들보다 최고점도가 낮은 이유는 durian 종자 전분의 결정성 구조 특성에 기인된다고 생각되었다.

호화 중 전분의 열 또는 전단력에 의한 저항, 즉 팽윤된 입자가 붕괴되기 용이한 정도를 나타내는⁽²⁵⁾ Breakdown값은 durian 종자, 옥수수, 고구마 및 감자전분에 대해 각각 76 RVU, 116 RVU, 172 RVU 및 334 RVU으로 나타났다.

또한 durian 종자, 옥수수, 고구마, 감자의 Set back 값은 각각 128 RVU, 8 RVU, -99 RVU 및 -246 RVU으로 durian 종자의 경우가 가장 큰 것으로 나타났다. 50°C의 냉각점도는 전분 호화액을 냉각시 무질서한 상태로 존재하던 아밀로오스 분자들이 나란히 배열되어 분자간의 보다 많은 수소결합을 통해 회합체를 이룸으로써 점도가 증가되며, 최 등⁽²⁶⁾은 전분의 노화경향을 예측할 수 있는 set back은 값이 클수록 노화가 쉽게 일어난다고 하여 durian 종자 전분은 다른 전분에 비해 노화속도가 빠를 것으로 생각되었다.

요 약

Durian 종자 전분의 입자크기범위는 약 2.0-10.0 μm 이었으며 구형과 다각형의 형태를 갖고 있었다. Durian 종자, 옥수수, 고구마, 감자전분의 아밀로오스 함량은 28.3%, 27.5%, 20.3% 및 21.7%이었다. Durian 종자, 옥수수, 고구마, 감자전분의 blue value는 0.370, 0.368, 0.332 및 0.338이었으며, 알칼리도는 7.39, 9.02, 7.08 및 5.43이었다. Durian 종자 전분의 팽윤력과 용해도

는 감자전분보다 낮았다. Durian 종자전분의 X-선 회절도에 의한 결정성은 곡류전분과 같은 A형이었다. RVA로 측정된 durian 종자 전분의 호화개시온도 ((76.6°C)는 옥수수(73.0°C), 고구마(72.3°C), 감자전분 (70.2°C)보다 높았으며 breakdown은 낮은 반면 setback은 높았다.

문 헌

- Basavaj, M. and Rudrapatnam, N.T. Legume and cereal starches-why differences in digestibility. part I. Isolation and composition of legume(green and bengalgram) starches. *Starch* 47: 165-170 (1995)
- Kainuma, K., Yamamoto, K., Suzuki, S.T., Takaya T. and Fuwa, H. Studies on structure and physico-chemical properties of starch. Part IV. Structural, chemical and rheological properties of air classified small- and large granule potato starch. *J. Jap. Soc. Starch Sci.* 25: 3-11 (1978)
- Miles, M.J., Morris, V.J., Orford, P.D. and Ring, S.G. The role of amylose and amylopectin in the gelatin and retrogradation of starch. *Carbohydr. Res.* 135: 271-281 (1985)
- Kim, Y.A. The morphological properties of acorn starch granules and starch gels. *Korean J. Food Sci.* 8: 9-14 (1992)
- Choo, N.Y., Ahn, S.Y. Properties of chestnut and its gel. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27: 1017-1027 (1995)
- Kweon, M.R., Shin, M.S. and Ahn, S.Y. Retrogradation of legume starches and their gel properties during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 742-746 (1993)
- Douzals, J.P. Rheological studies on starch flow behavior of wheat starch pastes. *Starch* 47: 415-420 (1995)
- Weenen, H., Koolhaas, W.E. and Apriyantono, A. Sulfur-containing volatiles of durian fruits (*Durio zibethinus* Murr). *J. Agric. Food Chem.* 44: 3291-3293 (1996)
- Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku* 20: 99 (1973)
- Wilson, E.J.Jr., Schoch, T.J. and Hudson, C.S. The action of macerans amylose on the fraction from starch. *J. Am. Chem. Soc.* 65: 1380 (1943)
- MacMaster, M.M. Microscopic techniques for determining starch granule properties, vol 4, p. 233-240. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R. L. (eds.). Academic Press, New York, USA (1964)
- 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)
- Gilbert, G.A and Spragg, S.P. *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Vol. 4, pp. 168. In: Whistler, R. L. (eds.). Academic Press, New York, USA (1964)
- Schoch, T.J. Determination of alkali number, Vol. 4, pp. 61. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R. L. (eds.). Academic Press, New York, USA (1964)
- Schoch, T.J. Swelling power and solubility of granular starches, Vol. 4, pp. 106-108. In: *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R. L.(eds.). Academic Press, New York, USA (1964)
- 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)
- Ko, Y.D., Choi, O.J., Park, S.K. , Ha, H.S. and Sung, N.K. Changes in physicochemical properties of rice starch from rice stored at different conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 306-312 (1995)
- Wong, R.B.K. and Lillievere, J. Comparison of the crystallinities of wheat starches with different swelling capacities. *Starch* 34: 159-161 (1982)
- Kim, D. H. *Food Chemistry*, Suhaksa pp. 122-123 (1998)
- Schoch, T.J. and Maywald, E.C. Starches and low molecular weight carbohydrates from chick pea and horse bean flours. *Cereal Chem.* 45: 564-573 (1968)
- Sosulski, F., Waczkowski, W. and Hoover, R. Chemical and enzymatic modification of pasting properties legume starches. *Starch* 41: 135-139 (1989)
- Yamamoto, K., Sugai, Y. and Onogaki, T. The rheological properties of starch pastes and gels obtained from air classified potato starches. *J. Jap. Soc. Starch Sci.* 29(4): 277-286 (1982)
- Kim, W.S., Kim, S.S., Park, Y.K. and Seog, H.M. Physicochemical properties of several Korean yam starches. *Starch* 23: 554-560 (1991)
- Choi, H.T., Lee, S.Y., Yang, R. and Oh, D.W. Effects of defatting reincorporation with fatty acid on the physicochemical characteristics of rice starch. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 834-839 (1988)

(1998년 12월 7일 접수)