

강낭콩 전분의 분자구조적 특성

김 관 · 강길진 · 김성곤*

전남대학교 식품공학과 및 농업과학기술연구소, *단국대학교 식품영양학과

Structural Characteristics of Kidney Bean Starch

Kwan Kim, Kil-Jin Kang and Sung-Kon Kim*

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University

*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

Some structural characteristics of kidney bean starches (3 varieties : Pink kidney bean, Red kidney bean and White kidney bean) were investigated. The amylose content and the β -amylolysis limit of kidney bean starches were 32.6~34.5% and 69.9~71.0%, respectively. The kidney bean amylopectin was composed of super long chain of DP above 60 (5.28~12.62%), B chain of DP 45~60 (29.85~33.65%) and A chain of DP 10~20 (22.94~29.85%). The chain distribution of kidney bean starches were different from variety to variety. The acid (2.2 N HCl) hydrolysis of kidney bean starches showed, as hydrolysis time increased, the patterns of three stages. The acid hydrolysis rate and iodine reaction of acid treated starches were different from variety to variety. As acid hydrolysis time increased, the amylose and the α -1,6-glucosidic linkage of amylopectin of amorphous state were gradually hydrolyzed. Finally, the chain of DP 20 of crystalline state was left in the acid treated starches.

Key words: kidney bean, starch, molecular structure, acid treatment, chain distribution, amylopectin, amylose

서 론

강낭콩은 고탄수화물, 저지방에 속하는 두류로서 우리나라에서는 밥에 넣어 먹거나, 떡, 과자, 빵의 속 재료(고물)로 이용되고 있다. 강낭콩은 그 품종마다 수분 흡수 능력이 서로 다르며⁽¹⁾, 조리 후의 조직감도 각각 다르다⁽²⁾. 이러한 성질은 콩의 품종, 초기 수분 함량, 콩 껍질과 콩의 hilum 크기와 밀도, 펙틴 함량, 침지 용액의 온도와 pH 등이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다^(3,4). 강낭콩에 대한 연구는 주로 조리와 관련된 것들로서, 강낭콩의 단백질과 전분의 기능적 특성^(7,8) 및 조리 때 다른 비타민과 무기질 함량의 변화, 침지와 조리에 따른 oligosaccharide 함량의 변화 등이 연구되어 있다^(9,10). 한편 中보들⁽¹¹⁻¹³⁾의 강낭콩을 압력솥에 삶는 방법, 강낭콩 저장중의 펙틴, 칼슘과 마그네슘 함량의 변화, 그리고 저장 조건이 강낭콩 품질 및 조리 특성에 미치는 영향에 대한 보고가 있다. 이렇듯 강낭콩의 조리 특성에 대하여서는 다각적으로 연구가

이루어지고 있으나 전분의 특성에 의한 조리 성질에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 강낭콩 전분의 성질이 강낭콩의 수분 흡수 능력과 조리 후 조직감 등의 조리 성질에 큰 영향을 미칠 것으로 기대되어 강낭콩 전분의 분자 구조적 성질을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

실험 재료로는 3 품종의 강낭콩(분홍색종, 적색종, 백색종)을 농촌진흥청에서 1991년도에 분양받아 사용하였다.

전분 분리

전분의 분리는 알칼리 침지법⁽¹⁴⁾에 따라 분리하였다.

전분의 산처리

전분의 산처리는 Robin들⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 전분 3g을 2.2 N HCl 120 ml에 현탁시키고 회전 진탕배양기

Corresponding author: Kwan Kim, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

에서 35°C, 120 rpm으로 처리하였다. 처리 후 2000 rpm에서 15분간 원심분리 후 상침액에서 총당⁽¹⁶⁾을 측정하여 가수분해율을 구하고 이로부터 겔보기 1차 반응속도상수를 다음 식으로 구하였다.

$$K = \frac{2.303}{t} \cdot \log \frac{100}{100-X}$$

t : 가수분해시간(hr)

X : 가수분해율(%)

원심분리 침전물은 glass filter (1G3)로 여과하면서 증류수로 씻어 산(HCl)을 제거하고 에탄올과 에틸 에테르로 탈수 건조하였다.

아밀로오스 함량과 최대 흡수 파장

전분의 아밀로오스 함량과 요오드 반응은 Williams 들⁽¹⁷⁾의 방법에 따라 625 nm에의 흡광도로서 측정하였으며, 또한 최대 흡수 파장(λ_{max})도 측정하였다. 아밀로오스 측정을 위한 검량선은 감자 아밀로오스(시그마사)를 사용하여 작성하였다.

β -아밀라아제 분해한도

Suzuki 들⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 시료 3 mg을 한방울의 에탄올에 적시고 0.5 N NaOH 용액 0.3 ml로 녹인 다음 0.5 M acetate buffer solution (pH 4.8) 3 ml와 β -amylase (시그마사) 100 unit를 가하고 37°C에서 48시간 반응시킨 다음 끓는 수조에서 30분간 효소를 불활성화하였다. 총당⁽¹⁶⁾과 환원당⁽¹⁹⁾을 구하고 그 비율로서 β -아밀라아제 분해한도를 구하였다.

X-선 회절도와 결정화도

X-선 회절도는 X-ray diffractometer (Rigaku Co. Japan)를 사용하여 target: Cu-Ca, filter: Ni, voltage: 35KV, full scale range: 1×10^3 cps 조건으로 회절각도 (2 θ) 4°~40°까지 회절시켜 분석하였다. 상대적 결정화도는 X-선 회절도에서 intensity가 최소가 되는 점들을 곡선으로 연결하여 윗 부분의 면적(Ac)을 결정부분으로, 아래 부분의 면적(Aa)을 비결정부분으로 나누어 Ac/(Ac+Aa)로 생전분에 대한 상대적 결정화도를 계산하였다⁽²⁰⁾.

전분의 분자 구조

분자량 분포 : 생전분 10 mg에 0.5 N NaOH 0.5 ml와 증류수 0.5 ml를 가해 끓는 수조에서 녹이고 0.5 M acetate buffer solution (pH 4.8) 1.0 ml로 중화하였다. 이 액 1 ml를 Sepharose CL-2B에 넣고 0.02% sodium

azide를 함유한 증류수로 12.5 ml/hr 속도로 20°C에서 용출시키면서 3 ml씩 분획하였다⁽²²⁾. 분획분 0.5 ml로 총당⁽¹⁶⁾을 측정하고 요오드 반응⁽²¹⁾은 나머지 분획분에 대해 0.2% 요오드액 0.03 ml와 반응시키고 λ_{max} 를 측정하였다.

사슬 분포 : 생전분과 산처리 전분의 사슬분포는 효소처리한 다음 겔크로마토그래피에 의한 용출패턴으로부터 조사하였다⁽²²⁾. 효소처리는 시료 25 mg에 0.5 N NaOH 1 ml와 0.5 M acetate buffer solution (pH 4.8) 4 ml를 가해 끓는 수조에서 완전히 녹이고, β -amylase 100 unit, pullulanase 1 unit 그리고 β -amylase 100 unit+pullulanase 1 unit를 각각 다르게 처리하였다. 효소반응은 37°C에서 48시간 반응시키고 끓는 수조에서 30분간 가열처리로 종료시켰다. 이 반응액 1 ml를 Sephadex G-50칼럼 (2.8×88 cm)에 넣고 0.02% sodium azide를 함유한 10 mM phosphate buffer solution (pH 7)으로 21 ml/hr 속도로 20°C에서 용출시키면서 5 ml씩 분획한다. Void volume은 blue dextran (분자량 $5 \times 10^6 \sim 4 \times 10^7$, Sigma사)을 사용하고, total volume은 glucose를 이용하여 구하였다. 분획분 0.5 ml로 총당⁽¹⁶⁾을 측정하여 용출 패턴을 조사하였다.

결과 및 고찰

전분의 구조적 성질

각 품종에 따른 강낭콩 전분의 아밀로오스 함량, 요오드 반응, β -아밀라아제 분해한도는 Table 1과 같다.

아밀로오스 함량은 White종이 34.5%로, Pink종의 33.2%, Red종의 32.6%보다 1~2% 높았다. 전분-요오드 복합체의 최대흡수 파장은 610~612 nm로서 품종간 차이를 보이지 않았다. 다른 전분의 최대흡수 파장은 쌀⁽²³⁾의 경우 584~594 nm, 고구마⁽²⁴⁾의 경우 610~615 nm로 알려져 있다.

β -아밀라아제 분해한도는 White종이 71.0%, Pink종이 69.9%, Red종이 69.7%로서, White종이 약간 높은 편 큰 차이는 없었다. 강낭콩의 β -아밀라아제 분해한도는 쌀⁽²³⁾의 66.1%, 고구마⁽²⁴⁾의 62.9%보다 약간 높은 편이었다.

Table 1. Properties of kidney bean starches

Kidney bean	Iodine reaction		β -amylolysis limit (%)	Amylose contents (%)
	$A_{625 \text{ nm}}$	λ_{max}		
Pink	0.522	610	69.9	33.2
Red	0.516	612	69.7	32.6
White	0.530	612	71.0	34.5

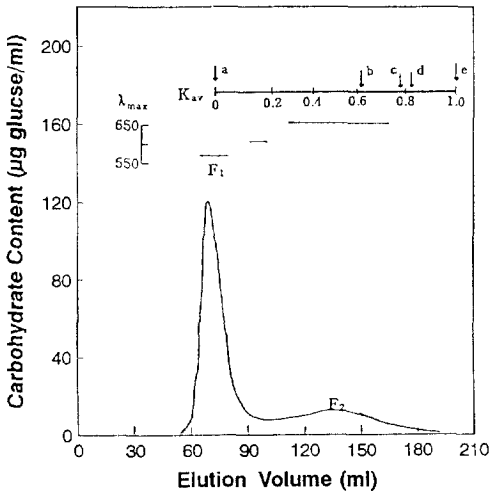


Fig. 1. Elution profiles on Sepharose CL-2B of kidney bean starch (pink) a; Dextran (M.W. 5×10^6 – 40×10^6), b; Dextran T-500 (M.W. 50×10^4), c; Dextran T-40 (M.W. 4×10^4), d; Dextran T-10 (M.W. 1×10^4), e; Glucose

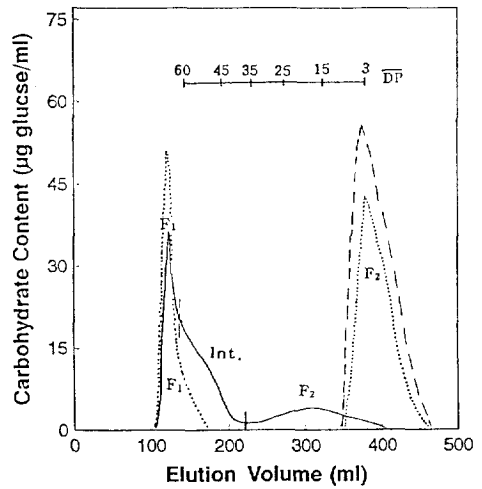


Fig. 2. Elution profiles on Sephadex G-50 of kidney bean starch (pink) treated with β -amylase (.....), pullulanase (—), β -amylase and pullulanase (-----)

전분의 분자량 분포

강낭콩 전분의 Sepharose CL-2B에 의한 용출 패턴은 Fig. 1과 같이 두개의 획분을 보였다. 획분1 (F₁)의 분자량은 2×10^7 이상의 부분이고, 획분2 (F₂)의 분자량은 2×10^7 이하의 부분이었으며, 획분1 (F₁)의 요오드-복합체 최대 흡수 파장은 570 nm, 획분2 (F₂)의 것은 660 nm 부근이었다. 따라서 획분1은 아밀로펙틴, 획분2는 아밀로오스 부분으로 볼 수 있다.

Fig. 1의 각 획분 면적 비율로부터 계산한 탄수화물 분포를 보면 Table 2와 같다. 아밀로오스 부분에 해당하는 획분2는 White종이 37.81%로 요오드 복합체의 흡광도로부터 구한 아밀로오스 함량(Table 1)보다 약 1~3% 높은 값을 보였으나 각 품종별 경향은 같았다. 획분 2에 대한 획분 1의 비율을 보면 White종이 0.61로서 Pink종과 Red종의 0.52~0.53보다 다소 높았다.

전분의 사슬분포

강낭콩 전분을 pullulanase, β -amylase 그리고 두 효소를 함께 처리한 다음 Sephadex G-50에 의한 용출 패턴은 Fig. 2와 같다. 강낭콩 전분을 pullulanase에 의해 α -1,6 결합을 분해하였을 경우 두개의 획분과 중간 획분으로 나누어 졌다. 획분1 (F₁)은 아밀로오스와 DP 60 이상의 아밀로펙틴 초장사슬, 중간 획분(Int.)은 아밀로펙틴의 DP 45~60 부분 그리고 획분2 (F₂)는 아밀로펙틴의 DP 10~20 부분이였다. 그러나 쌀 전분⁽²⁵⁾이 DP

55 이상의 획분1, DP 40~50의 획분2 그리고 DP 15~20의 획분3으로 사슬이 분포한 것과는 차이를 보임으로써, 그 구조가 쌀과 강낭콩 전분은 서로 달랐다.

각획분에 대한 분포 비율은 Table 2와 같다. 아밀로오스와 아밀로펙틴의 초장사슬인 획분1 (F₁)은 Pink종이 38.48%, Red종이 45.28%, White종이 40.30%로 Red종이 가장 높았다. 최근들어, 아밀로오스에 α -1,6 결합의 가지구조가 밝혀지고 있어서 약간의 오차는 있을 수 있으나 획분1 (F₁)에서 아밀로오스를 빼면 아밀로펙틴의 초장사슬로 생각할 수 있다. 아밀로펙틴의 초장사슬(DP 60 이상)은 Pink종이 5.28%, Red종이 12.62%, White종이 5.8%로 Red종이 훨씬 많이 분포하고 있었다. 이러한 아밀로펙틴의 초장사슬은 쌀의 경우에도 알려져 있다⁽²⁶⁾. 중간획분(Int.)은 29.85~33.65%로서 White종이 가장 낮고 Pink종이 가장 높았다. 획분2 (F₂)는 22.94~29.85%로서 Red종이 가장 낮고 White종이 가장 높았다.

따라서 강낭콩의 아밀로펙틴 사슬 분포는 DP 60 이상의 초장사슬, DP 45~60인 B 사슬 그리고 DP 10~20인 A 사슬로 분포하였다. 강낭콩의 아밀로펙틴 분자구조는 품종별로 차이가 있었는데, Pink종은 B 사슬, Red종은 초장사슬 그리고 White종은 A 사슬이 다른 종에 비하여 더 많이 분포하였다.

전분을 β -amylase에 의해 α -1,4 결합을 비환원성 말단으로부터 순차적으로 분해하였을 때 분해물인 획분2는 주로 maltose 부분과 분해되지 않은 β -limit dextrin의 획분1 (F₁)으로 나누어졌다. 그리고 그 분포 비율

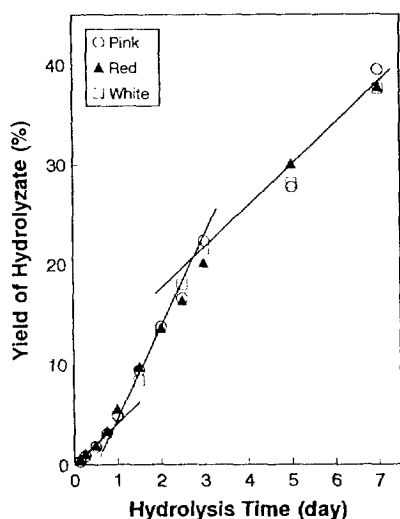
Table 2. Carbohydrate proportion (%) of each fraction in gel chromatography of kidney bean starch debranched by pullulanase (Debranched starch) and hydrolyzed by β -amylase (Hydrolyzed starch)

Kidney bean	Raw starch ¹⁾ (by Sepharose CL-2B)			Debranched starch ²⁾ (by Sephadex G-50)			Hydrolyzed starch ³⁾ (by Sephadex G-50)		
	F1	F2	F2/F1	F1	Intermediate	F2	F1	F2	F2/F1
Pink	65.43	34.57	0.53	38.48	33.65	27.87	29.62	70.38	2.37
Red	65.73	34.27	0.52	45.28	31.78	22.94	29.36	70.24	2.36
White	62.19	37.81	0.61	40.30	29.85	29.85	28.63	71.37	2.49

¹⁾From Fig. 1. Fraction F1 and F2 of kidney bean starch are above $MW 2 \times 10^7$ and below $MW 2 \times 10^7$

²⁾From Fig. 2. Fraction F1 and F2 of debranched starch are above DP 55 and DP 15~25

³⁾From Fig. 2. Fraction F1 and F2 of hydrolyzed starch are β -limit dextrin and hydrolyzate (all data are mean value of three determinations)

**Fig. 3. Yield of hydrolyzate of kidney bean starch with 2.2 N HCl at 35°C**

은 Table 2와 같다. 회분2 (F₂)의 비율은 β -아밀라아제 분해한도에 해당하며 White종이 71.37%, Pink종이 70.38%, Red종이 70.24%로서 앞의 결과(Table 1)와 비슷하였다.

Pullulanase와 β -amylase를 동시에 처리하였을 경우는 전분이 모두 분해되어 강낭콩 전분은 모두 글루코오스가 α -1,4 결합과 α -1,6 결합에 의해 결합되어 있음을 알 수 있었다.

산 가수분해 특성

강낭콩 전분을 7일 동안 산처리하면서 조사한 가수분해율의 변화는 Fig. 3과 같다. 강낭콩 전분은 산에 의하여 3단계 가수분해 현상을 보였는데, 1단계는 산처리 1일까지(가수분해율: 5% 이하)로 완만한 속도로 진행되었고, 2단계는 산처리 1일부터 3일까지(가수분해율: 5~22%)로 빠른 속도로 진행되었으며 그리고 3단계에서는 3일부터 7일까지(가수분해율: 22~40%)

Table 3. Acid hydrolysis rate constants (K) of hydrolyzed kidney bean starches

Kidney bean	First stage	Second stage	Third stage
	K $\times 10^4$ (hr ⁻¹)		
Pink	6.05	15.34	5.36
Red	6.61	14.23	5.64
White	5.71	15.85	5.21

로 다시 완만한 속도로 가수분해되었다.

산처리 시간에 따른 가수분해율로 계산한 가수분해 반응속도 상수값은 Table 3과 같다. 강낭콩 전분의 산 가수분해 반응속도 상수는 1단계가 $5.71 \sim 6.05 \times 10^4$ hr⁻¹, 2단계가 $14.23 \sim 15.85 \times 10^4$ hr⁻¹ 그리고 3단계가 $5.21 \sim 5.64 \times 10^4$ hr⁻¹로서, 2단계가 가장 크고 1단계와 3단계는 비슷한 값을 보였다. 강낭콩의 품종별 전분의 산 가수분해 특성은 1, 2단계에서 약간의 차이를 보였고 3단계에서는 큰 차이를 보이지 않았다. Red종은 1단계에서는 산 가수분해도가 가장 빨랐지만 2단계에서는 가장 느렸다.

강들⁽²²⁾도 쌀 전분을 2.2 N HCl로 가수분해하였을 때 3단계 가수분해 패턴을 보인다고 보고하였는데, 1, 2단계는 비결정 영역으로 1단계는 완만한 속도로 가수분해되는 반면, 2단계는 빠른 속도로 가수분해되며 3단계는 결정 영역으로 거의 변화가 일어나지 않는다고 하였다.

산처리 전분의 요오드 반응

강낭콩 전분의 산 가수분해에 따른 요오드 반응의 변화는 Fig. 4, 5와 같다.

전분-요오드 복합체에 대하여 625 nm에서 흡광도와 최대흡수 파장을 측정하는 전분의 요오드 반응은 전분의 α -1,4 결합 정도를 간접적으로 알 수 있다.

즉, 쌀 전분 요오드반응의 흡광도 값과 최대흡수 파장⁽²³⁾은 아밀로오스를 20% 정도 함유하는 전분의 경우 0.24~0.25와 584~594 nm, 대부분의 α -1,4 결합만을 가

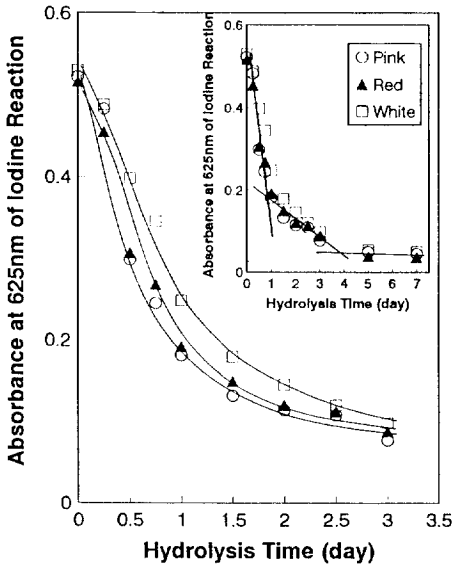


Fig. 4. Iodine reaction of acid treated kidney bean starch

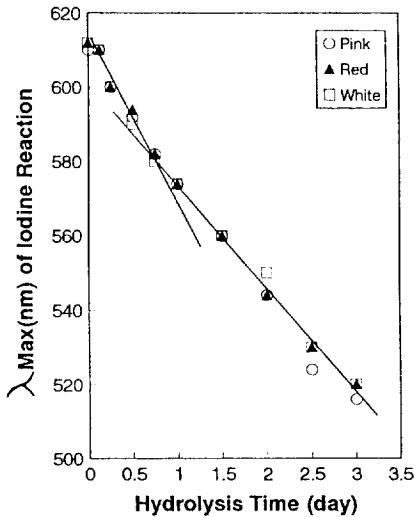


Fig. 5. Iodine reaction of acid treated kidney bean starch

진 아밀로오스의 경우 1.17~1.20과 630~640 nm 그리고 α -1,4 결합과 α -1,6 결합을 가진 아밀로펙틴의 경우 0.08~0.09와 516~520 nm로서, 전분의 α -1,4 결합과 α -1,6 결합의 차이에 따라 요오드 반응이 다를 수 있다.

산처리 시간이 경과함에 따라 산처리 전분의 요오드 반응 흡광도값은 계속 감소하였는데 그 경향은 3단계로 나타났으며, 최대흡수 파장은 산처리 3일까지 거의 직선적으로 감소하였다. 그 1단계는 산처리 1일까

Table 4. Relative crystallinity (%) of acid treated kidney bean starches

Kidney bean	Hydrolysis time (day)			
	0	1.5	3	7
Pink	100	138.6	157.2	167.8
Red	100	136.3	145.0	158.1
White	100	128.7	149.4	154.8

지로서 흡광도 값이 급격한 감소를 보였고, 2단계는 산처리 1~3일까지로 완만한 감소를 보였으며, 3단계는 거의 변화가 일어나지 않았다. 이것은 산 가수분해율에서 보인 3단계 가수분해 현상과 같은 산처리 시간에서 나타난 현상으로서, 강낭콩 전분은 산에 의하여 3단계로 단계적인 변화가 일어남을 알 수 있었다.

이러한 3단계 변화는 쌀 전분의 경우에서도 나타났는데⁽²²⁾, 2단계에서 강낭콩 전분은 흡광도가 감소하였으나 쌀 전분은 증가하였다. 이것은 이 단계에서 강낭콩 전분은 아밀로오스의 α -1,4 결합이 가수분해되고, 쌀 전분은 아밀로펙틴의 α -1,6 결합이 가수분해된다고 볼 수 있다.

산처리로 인한 전분의 요오드 반응 감소는 전분의 α -1,4 결합의 감소로 볼 수 있다. 산처리 초기(1 단계)에 요오드 반응의 급격한 감소는 아밀로오스의 α -1,4 결합이 아밀로펙틴의 α -1,6 결합보다 산에 더 쉽게 가수분해됨을 알 수 있었다. 요오드 반응에서 각 품종별 특징은 White종이 다른 종에 비하여 산처리 시간에 따라 흡광도의 감소가 상대적으로 작았는데 이는 α -1,4 결합의 분해가 적게 일어나 다른 종과는 전분의 구조가 다를 수 있다. 또한, 최대흡수 파장은 품종간 큰 차이 없이 초기 610 nm (0 day)에서 520 nm (3 day)까지 감소하였다.

X-선 회절양상과 결정화도

생전분의 X-선 회절양상은 그림으로는 나타내지 않았지만, 세 품종 모두 Ca 형(2 θ :15.1°, 17.0°, 18.0°, 23.2°)을 나타냈다.

산처리 전분의 X-선 회절 양상으로 구한 산처리 전분의 결정화도는 Table 4와 같다. 산처리 전분은 산처리가 진행될수록 생전분의 회절양상을 그대로 유지하면서 각 피크의 크기가 점점 증가하므로 전분의 결정성이 증가함을 보여 주었다.

산처리에 따른 각 품종간 강낭콩 전분의 결정화도는 각 산처리 시간에서 Pink종이 다른 종에 비하여 상대적으로 높은 값을 보였다.

Song과 Ahn⁽²⁷⁾은 강낭콩 전분의 X-선 회절양상은

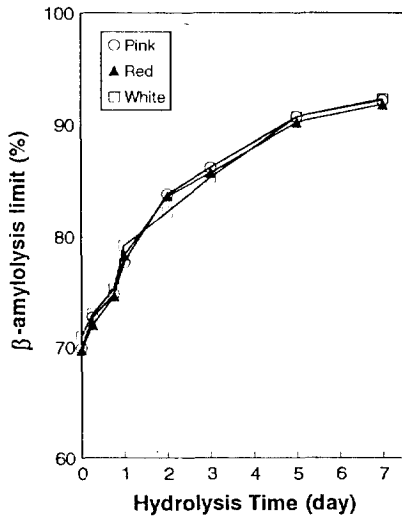


Fig. 6. β -amylolysis limit of acid treated kidney bean starch

Ca형이고, 산처리할수록 전분의 결정성이 증가한다고 보고하였다.

산처리 전분의 β -아밀라아제 분해한도

산처리에 따른 강낭콩 전분의 β -아밀라아제 분해한도는 Fig. 6과 같다.

산처리 전분의 β -아밀라아제 분해한도는 품종간에 큰 차이 없이 산처리 시간에 따라 계속 증가하였다. 산처리에 따라 β -아밀라아제 분해한도가 증가한다는 것은 전분이 산에 의하여 α -1,4 결합이외에도 α -1,6 결합이 계속 분해되어 산처리할수록 α -1,6 결합보다는 α -1,4 결합이 상대적으로 더 증가함을 알 수 있다. 산처리 5일 이후에는 β -아밀라아제에 의해 거의 90% 이상이 가수분해되고 α -1,6 결합이 거의 존재치 않음을 알 수 있는데 이는 산이 α -1,6 결합을 거의 분해했다는 것을 의미한다. Biliaderis 등⁽²⁸⁾은 전분을 산처리함에 따라 β -아밀라아제 분해한도가 증가하는 것은 산에 의하여 아밀로펙틴의 α -1,6 결합이 분해되기 때문이라고 하였다. 결국 전분은 더 오랫동안(7일 이후) 산처리하게 되면 α -1,4 결합으로 된 결정성 부분만 남게 된다고 볼 수 있다.

산처리 전분의 사슬분포

3일과 7일 산처리 전분에 대하여 Sephadex G-50의 용출패턴으로부터 사슬분포를 본 결과는 Fig. 7과 같다. 3일 산처리 전분의 피크 정점에서의 \overline{DP} 는 35인 반면, 7일 산처리 전분은 25로서 10 정도 감소하였다.

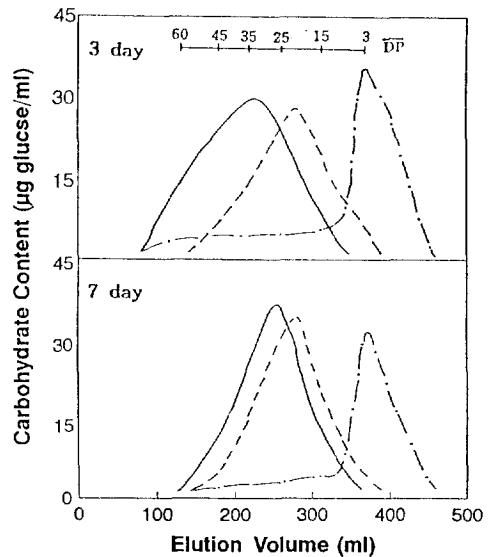


Fig. 7. Elution profiles on Sephadex G-50 of acid treated (3 day, 7 day, —) kidney bean starch (pink) treated with β -amylase (---) and pullulanase (---)

이들 두 시료를 pullulanase로 α -1,6 결합을 분해한 후에는 모두 \overline{DP} 20으로 이동하였는데, 3일 시료는 \overline{DP} 가 15정도, 7일 시료는 \overline{DP} 가 5정도 감소하였다. 또한, 두 시료를 β -아밀라아제로 α -1,4 결합을 분해하였을 경우 3일 산처리 전분은 87%, 7일 산처리 전분은 92%까지 분해되었다.

이러한 결과로 볼 때 산은 전분의 α -1,6 결합을 분해하여 \overline{DP} 20 정도의 직쇄사슬로 이루어진 전분(텍스트린)을 만든다.

전분은 산처리가 진행될 수록 α -1,4 결합 뿐만 아니라 α -1,6 결합이 분해되므로써 그 결정성이 증가하는데, 결국은 무정형의 α -1,6 결합은 모두 분해되고 결정형의 α -1,4 결합만이 존재함을 알 수 있었다.

요 약

세 품종의 강낭콩 전분에 대하여 분자구조적 측면에서 그 특성을 조사하였다. 전분의 아밀로오스 함량과 β -아밀라아제 분해한도는 Pink종이 다른 종에 비하여 다소 높았다. 그리고 아밀로펙틴의 사슬분포는 \overline{DP} 60 이상의 초장사슬, \overline{DP} 45~60인 B 사슬, 그리고 \overline{DP} 10~20인 A 사슬로 분포하였으며, 그 분포도는 품종별로 차이를 보였는데, Pink종은 B 사슬, Red종은 초장사슬, 그리고 White종은 A 사슬이 다른 종에 비하여 더 많이 분포하였다. 전분의 산 가수분해(2.2 N HCl)는 3 단계로 일어났으며, 각 품종간에는 가수분해

속도와 요오드 반응에서 다소 차이를 보였다. 전분은 산처리에 따라 아밀로오스와 무정형인 아밀로펙틴의 α-1,6 결합이 점차 분해되어, 결국은 결정성을 가진 DP 20 정도의 사슬로 남았다. 이러한 결과로부터 강낭콩은 품종에 따라 전분의 분자구조가 다름을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 1995년도 전남대학교 학술연구비에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문헌

1. 조은자 : 강낭콩의 저장에 따른 이화학적 성질 및 조리 특성 변화. 한국조리과학회지, **7**, 15 (1991)
2. 김정교, Watanabe, T., 이철호 : 강낭콩 고물과 대두 고물의 미세구조와 조직감에 대한 연구. 한국식품과학회지, **19**, 164 (1987)
3. Desphand, S. S. and Cheryan: Microstructure and water uptake of *Phaseolus* and winged bean. *J. Food Sci.*, **51**, 218 (1986)
4. Rizley, N. F. and Sistrunk, W. A.: Effect of maturity, soaking treatment and cooking method on the quality and mineral content of southern peas. *J. Food Sci.*, **44**, 220 (1979)
5. Smith, A. K., Nash, A. M. and Wilson, L. I.: Water absorption of soybean. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **38**, 120 (1961)
6. Hsu, K. H., Kim, C. J. and Wilson, L. A.: Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. *Cereal Chem.*, **60**, 208 (1983)
7. Sahasrabudhe, M. R., Quinn, J. R., Paton, D., Youngs, C. G. and Skura, B. J.: Chemical composition of white bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and functional characteristics of its air-classified protein and starch fractions. *J. Food Sci.*, **46**, 1079 (1981)
8. Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K.: Solubilization and electrophoresis characterization of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins. *J. Food Sci.*, **46**, 82 (1981)
9. Augustin, J., Beak, C. B., Kalbfleish, G., Kagel, L. C. and Matthews, R. H.: Variation in the vitamin and mineral content of raw cooked commercial *Phaseolus vulgaris* classes. *J. Food Sci.*, **46**, 1701 (1981)
10. Silva, H. C. and Braga, G. L.: Effect of soaking and cooking on the oligosaccharide content of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Food Sci.*, **47**, 924 (1982)
11. 中里トシ子, 岩田祐子, 田中香織 : 壓力禍による乾燥豆の煮方(第1報)-いんげん豆のゆで方について, 家庭學雜誌, **35**, 753 (1984)

12. 中里トシ子, 市川朝子, 三谷副子, 佐佐木市枝 : いんげん豆貯藏中の品質變化量變化について-ベクチソ, カルシウム, マグネシウム量の變化, 調理科學, **19**, 281 (1986)
13. 中里トシ子, 新谷券美子, 三谷副子, 田中香織 : いんげん豆の貯藏條件がいんげん豆の(品質)および調理特性におぼす影響について, 家庭學雜誌, **37**, 17 (1986)
14. Yamamoto, K., Sawada, S. and Onogaki, T.: Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku*, **20**, 99 (1973)
15. Robin, J. P., Mercier, C., Charbonniere, R. and Guilbot, A.: Lintnerized starches, filtration and enzymatic studies of insoluble residues from prolonged acid treatment of potato starch. *Cereal Chem.*, **51**, 389 (1974)
16. Dubois, M., Gilles, K., Hamiton, J. K. Rebers, P. A. and Smith, F.: Calorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350 (1956)
17. Williams, P. C., Kuzina, F. D. and Hlynka, L.: A rapid colorimetric procedure for estimating the amylose content of starches and flours. *Cereal Chem.*, **47**, 411 (1970)
18. Suzuki, A., Hizukuri, S. and Takeda, Y.: Physicochemical studies of Kuzu starch. *Cereal Chem.*, **58**, 266 (1981)
19. Nelson, N.: A photometric adaption of the Somogyi method the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, **153**, 375 (1944)
20. Komiya, T. and Nara, S.: Changes in crystallinity and gelatinization phenomena of potato starches by acid treatment. *Starch*, **38**, 9 (1986)
21. Chinnaswamy, R. and Bhattacharya, K. R.: Characteristics of gel chromatographic fractions of starch in relation to rice and expended rice product qualities. *Starch*, **38**, 51 (1986)
22. Kang, K.J., Kim, K. and Kim, S.K.: Three stage hydrolysis pattern of rice starch by acid-treatment. *J. Applied Glycosci.*, **41**, 211 (1994)
23. 김 관, 강길진, 김성곤 : 일만계와 통일계 쌀 전분과 분획의 몇가지 구조적 성질 비교. 한국식품과학회지, **24**, 187 (1992)
24. 김성란, 안승요 : 고구마 전분의 산처리 특성과 산분해 잔사의 구조적 특성. 한국농화학회, **35**, 196 (1992)
25. 강길진, 김 관, 김성곤 : 계통이 다른 쌀 전분의 구조적 성질. 한국영양식량학회, **24**, 684 (1995)
26. 강길진, 김 관, 김성곤 : 쌀의 아밀로펙틴 분자구조와 밥의 텍스처. 한국식품과학회지, **27**, 105 (1995)
27. Song, H.N and Ahn, S.Y: Structural characterization of acid hydrolyzed legume starches. *Foods and Biotechnology*, **3**, 219 (1994)
28. Biliaderis, C.G., Grant, D.R. and Vose, J.R.: Structural characterization of legume starches. II. Studies on acid-treated starches. *Cereal Chem.*, **58**, 562 (1981)

(1996년 2월 21일 접수)