

탈지 및 지질첨가 강남콩, 녹두와 옥수수 전분의 특성

이상균 · 신말식

전남대학교 식품영양학과

Physicochemical Properties of Defatted and Lipid-reintroduced Kidney Bean, Mung Bean and Corn Starches

Sang-Keum Lee and Mal-Shick Shin

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

Physicochemical properties of defatted and lipid-reintroduced kidney bean, mung bean, and corn starches were investigated. Granule shapes of kidney bean and mung bean starches were oval/round, but corn starch was polygonal and each shape was not changed after defatting and lipid reintroducing. The granule sizes of starches ranged 12~45 μm , 10~32 μm and 5~20 μm respectively, but those of lipid reintroduced starches increased slightly. All starches showed Ca type in x-ray diffraction but relative crystallinity was decreased by defatting. The amylose contents of starches increased after defatting but decreased after lipid-reintroduction. The swelling power and solubility of untreated starches at each temperature increased by defatting but decreased by lipid-reintroduction except corn starches. The initial pasting temperatures of kidney bean, mung bean and corn starches by amylograph were 87, 67 and 80°C respectively, and those of them were lowered by defatting. The peak viscosity, height at 50°C, consistency and setback on amylogram of starches decreased by defatting but increased by lipid-reintroduction.

Key words: kidney bean starch, mung bean starch, corn starch, defatting, lipid-reintroduction.

서 론

전분의 물성학적인 특성은 전분자체의 특성 이외에도 수분, 지질, 당류 및 온도, 첨가물질 등 여러 요인에 의하여 영향을 받게 되며 그 중 지질은 전분분자와 복합체를 형성함으로써 호화양상과 텍스처에 영향을 준다고 알려져 왔다⁽¹⁻⁶⁾. 전분에는 소량의 지질이 함유되어 있고 이 지질은 비전분지질인 유리지질과 전분지질인 결합지질로 나누어지며 결합지질일 경우 주로 전분입자의 아밀로오스와 복합체를 형성하여 존재하고 전분의 물리화학적 특성에 영향을 준다고 한다^(7,8). Morrison 등⁽⁹⁾은 전분에 함유된 지질은 주로 linoleic acid와 palmitic acid로 구성된 지방산과 lysophosphatidyl choline이라고 하였으며, 이들 지질은 전분의 호화를 억제하는 것으로 알려져 왔다. 전분과 지질의 상호작용은 에스터결합과 극성결합에 의해 나타나며, 결합지질은 나선구조안에 물분자의 침투를 저해하는 역할을 하고 유리지질은 온도상승에 따른 점도 증가를 제한하지는 않는다고 하였

다⁽¹⁰⁾. Mikus 등⁽¹¹⁾에 의하면 지질과 아밀로오스의 복합체형성 정도는 지방산의 사슬길이, 불포화도 정도, 친수성부분의 구성에 따라서 영향을 받는다고 하였다. Ghiasi 등⁽¹²⁾은 첨가된 지질이 85°C 이하의 온도에서 아밀로오스와 복합체를 이루어 전분입자의 팽윤과 아밀로오스의 용출을 낮춘다고 하였다. Takahashi 등⁽¹³⁾은 전분입자내의 지질이 아밀로오스의 용출을 억제하여 전분겔의 강도와 이장현상을 낮춘다고 하였다. Osman 등⁽¹⁴⁾에 의하면 계면활성제를 전분/수분혼합물에 첨가하게 되면 pasting temperature를 현저히 증가시킨다고 하였으며 Hoover 등⁽¹⁵⁾에 의하면 아밀로오스와 지질의 복합체가 팽윤력, 용해도, 물결합능력과 같은 전분의 물성학적인 특성에 영향을 준다고 하였다.

전분겔의 리올로지에 영향을 주는 요인들이 잘 이해되고 있지 않기 때문에 겔화 과정에서 일어나는 분자의 변화를 물성학적인 특성과 관련짓기 어려울 뿐만 아니라 녹두, 동부, 도토리, 메밀 등의 전분만이 묵과 같은 독특한 텍스처 특성을 갖는 겔을 형성하는 이유에 대해서도 많은 연구가 시도되고는 있으나 충분히 이해되지 못하고 있다.

그러므로 전분에 함유된 지질함량이나 지질과 전분의 상호작용이 전분겔 형성과 특성에 미치는 영향을 알아 보기 위하여 묵 재료로 쓰이는 녹두전분과 강남콩전분,

Corresponding author: Mal-Shick Shin, Department of Food and Nutrition College of Home Economics, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

옥수수전분을 분리하여 탈지전분과 탈지시 추출된 지질을 다시 첨가시켜 만든 지질첨가 전분의 이화학적 특성을 알아보았다.

재료 및 방법

재료

전라남도 무안작물시험장과 농촌진흥원에서 1991년에 수확한 강남콩 수원 1호와 남평녹두를 사용하였으며 옥수수전분은 선일포도당에서 구입하여 사용하였다.

전분제조 및 일반성분의 분석

전분의 제조는 알칼리침지법⁽¹⁶⁾을 사용하였고 일반성분은 AOAC 방법⁽¹⁷⁾으로 수분, 회분, 조단백질, 조지질과 총지질을 분석하였다.

전분의 탈지와 지질의 첨가

탈지전분시료(DFS: defatted starch)는 Soxhlet 장치를 사용하여 99% 메탄올로 48시간 동안 추출하고 실온에서 건조한 다음 100 mesh 체를 통과하여 얻었다. 탈지전분에 추출한 지질을 첨가하여 에테르로 40℃에서 16시간 동안 reflux시킨 다음 실온에서 건조한 후 100 mesh 체를 통과하여 지질첨가 전분시료(LRS: lipid-reintroduced starch)로 사용하였다.

전분입자의 형태 및 크기분포

전분의 형태는 광학현미경(Nikon Co., Japan)으로 관찰하였고 크기 분포는 전분입자 100개의 장경을 측정하여 백분율로 나타내었다. 전분입자의 표면은 주사전현미경(JEOL JSM-35, Japan)을 사용하여 1500배로 관찰하였으며 기기의 조건은 가속전압 25 kV, phototime 90초로 하였다⁽¹⁸⁾.

X-ray 회절도

전분의 X-ray 회절도는 X-ray diffractometer(Rigaku Co., Japan)를 사용하여 Target: Cu-Kα, Scanning speed: 4°/min, Filter: Ni, Chart speed: 40 mm/min, Voltage: 30 kV, Current: 15 mV, Full scale range: 1000 cps, Time constant: 1 sec로 회절각도(2θ) 40~3°까지 회절시켜 분석하였다.

이화학적 성질

아밀로오스의 함량은 Williams 등의 방법⁽¹⁹⁾으로 정량하였고, 표준곡선은 Schoch의 부탄올법⁽²⁰⁾으로 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴을 일정비율로 혼합한 다음 위와 동일한 방법으로 작성하였다. 물결합능력은 Medcalf와 Gilles 방법⁽²¹⁾으로 하였으며 썩은력과 용해도는 Schoch의 방법⁽²²⁾에 따라 측정하였다.

Amylograph에 의한 호화양상

전분의 amylograph에 의한 호화양상은 전분현탁액(7%, 건량기준)을 만들어 Brabender/Visco/Amylograph를 사용하여 Medcalf와 Gilles의 방법⁽²¹⁾에 따라 측정하였다.

결과 및 고찰

일반성분

시료전분의 일반성분은 Table 1과 같으며, 탈지시 지질함량은 0.01~0.11%로 감소하였으며 지질이 첨가된 전분은 생전분과 비슷한 양의 지질을 함유하였다. 총지질은 곡류인 옥수수전분이 가장 많았으며 두류전분에서는 강남콩전분이 녹두전분보다 약 3배 정도 많았다.

전분입자의 형태 및 크기분포

전분의 모양은 Fig. 1과 같이 강남콩과 녹두전분인 경우에는 둥근 타원형이었으며, 옥수수전분에서는 다각형을 보여주었고 탈지하거나 지질을 첨가하였을 때에도 모양은 변하지 않았다. 강남콩전분과 녹두전분의 입자 표면은 매끄럽고 부드러운데, 옥수수전분의 표면은 매끄럽다기보다는 다소 홈이 있는 형태를 보였다. 이러한 전분의 형태는 Lai와 Varriano⁽²³⁾ 그리고 두류전분에 대한 여러 연구자들의 연구보고와 일치하였다⁽²⁴⁻²⁶⁾. 탈지와 지질첨가 전분시료에서도 변화된 형태는 보이지 않아 시료처리 과정 중 전분입자의 손상이 없음을 알 수 있었다. 전분입자의 크기분포는 Fig. 2와 같으며 강남콩전분은 12~45 μm, 녹두전분은 10~32 μm, 옥수수전분은 5~20 μm의 크기분포를 보여주었다. 탈지전분에서는 입자의 분포양상이 생전분과 거의 유사하게 나타났으나 지질을 첨가한 전분 입자의 크기는 다소 증가하는 경향이었으며, 강남콩전분 입자의 크기 증가율이 가장 컸다.

X-ray 회절도

전분의 X-ray 회절도는 Fig. 3과 같았다. 시료전분 모두

Table 1. The proximate composition of various starches

Samples	Components	Moisture (%)	Protein (%)	Ash (%)	Lipid (%)	
					Crude	Total
Kidney bean Starch	UTS ¹	12.17	0.38	0.05	0.12	0.29
	DFS ²	9.39	0.23	0.05	0.01	0.03
	LRS ³	10.71	0.49	0.08	0.03	0.22
Mung Bean Starch	UTS	14.48	0.31	0.03	0.02	0.10
	DFS	13.57	0.19	0.06	0.03	0.06
	LRS	9.28	0.54	0.08	0.03	0.09
Corn Starch	UTS	10.47	0.49	0.03	0.05	0.54
	DFS	10.61	0.35	0.03	0.06	0.11
	LRS	8.23	0.62	0.05	0.04	0.52

¹UTS: Untreated starch, ²DFS: Defatted starch, ³LRS: Lipid-reintroduced starch.

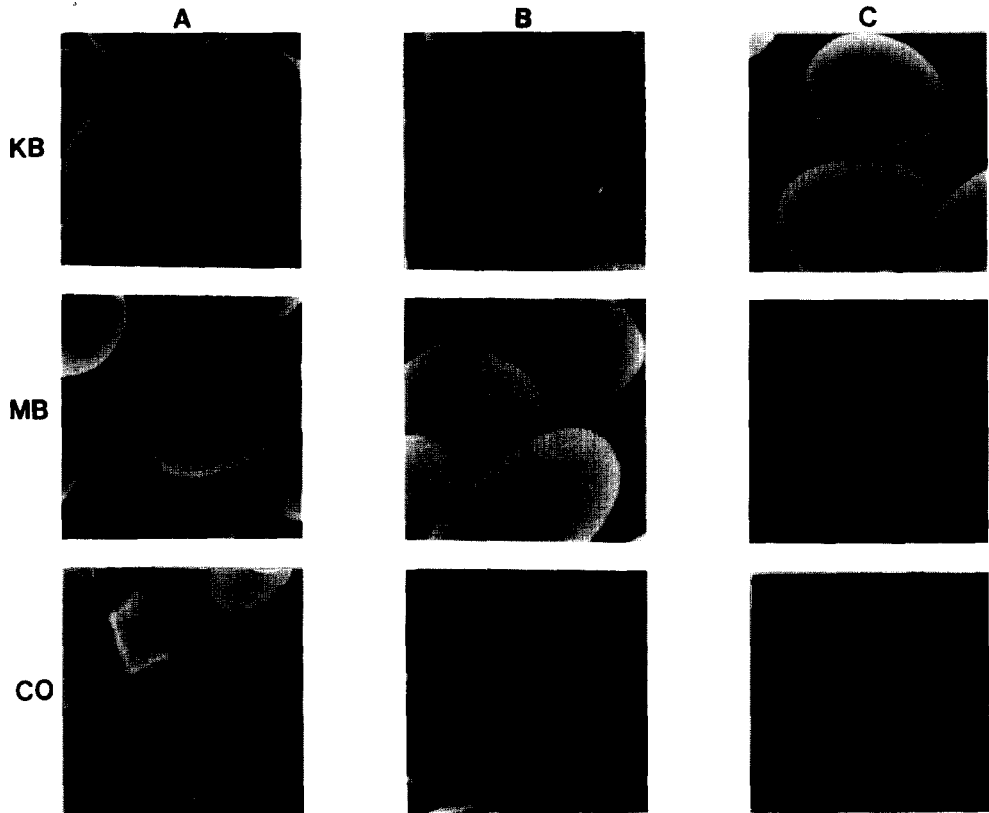


Fig. 1. Scanning electron micrographs of Kindney bean (KB), Mung bean (MB) and Corn (CO) starches
A: untreated, B: defatted, C: lipid-reintroduced

C형으로 A형에 가까우며, 전형적인 A형이나 B형과는 다른 회절양상을 보여주었으며 권⁽²⁷⁾이 보고한 결과와 같았으나 옥수수전분은 다른 곡류전분과 다르게 18.3°의 peak가 17.3°보다 낮은 Ca형을 보였다. 탈지와 지질첨가 전분의 결정정도 유지하였으나 탈지시에 결정성의 정도는 감소하였고 지질을 첨가한 전분시료에서는 증가함을 보였다. 최 등⁽²⁸⁾은 탈지한 쌀전분의 결정성의 정도는 생전분을 100%로 하였을 때 83.1%, 지질을 첨가한 전분은 93.3%로 생전분보다 탈지시에 감소하였으며 지질 첨가시에 다시 증가하였으나 그 정도는 생전분보다 낮았다고 보고하였다.

이러한 결과는 옥수수전분의 결정성이 탈지전분인 경우 86.36%, 지질첨가전분은 95.45%로서 생전분보다 낮게 나타난 본 실험의 결과와 일치하였다. 그러나 두류전분인 강남콩전분과 녹두전분은 다른 양상을 보였으며 탈지 강남콩전분의 결정성은 83.3%이고 지질첨가전분은 122.2%였으며 탈지녹두전분은 80.95%이고 지질첨가전분은 119.0%로서 생전분에 비해 탈지시에는 결정성의 정도가 감소하였으나 지질을 첨가하게 되면 생전분보다 더 증가하여 곡류전분과는 다른 양상을 보였다.

이화학적 성질

전분의 이화학적 특성은 Table 2와 같았다. 아밀로오스의 함량은 녹두전분, 강남콩전분, 옥수수전분 순이었으며 탈지하면 증가되었고 지질을 첨가하면 생전분보다 더 감소하였다. 탈지시 아밀로오스 함량의 증가는 지질과 아밀로오스 복합체가 유리되면서 요오드와의 친화력이 증가되었기 때문이라 생각되며⁽⁵⁾ 본 실험의 아밀로오스 함량에 있어서도 신⁽²⁹⁾과 김 등⁽³⁰⁾이 보고한 결과와 같은 경향을 보였다.

지질을 첨가하게 되면 아밀로오스의 함량이 생전분에 비해 감소하는 것은 지질첨가 과정에서 요오드와 결합할 수 있는 아밀로오스 함량이 감소하였거나 첨가된 지질이 생전분과는 다른 형태로 전분입자내에 존재하므로 요오드가 아밀로오스의 나선구조속으로 스며들어가는 것을 저해하기 때문이라 생각된다. 또한 지질첨가 강남콩전분의 경우 총지질의 함량이 생전분과 비슷한 반면 지질첨가 후의 아밀로오스의 함량의 감소 정도는 매우 컸으므로 아밀로오스와 지질의 복합체 뿐만 아니라 아밀로오스의 구조적인 변화가 영향을 주는 것으로 생각된다. 물결합능력은 녹두전분이 다른전분에 비해 높게

나타났으며, Beleia 등⁽³¹⁾은 전분입자에 비결정성 부분이 많이 포함되어 있으면 더 많은 수분을 흡수할 수 있다고 하였다. 탈지한 전분시료는 생전분에 비해 물결합능력이 증가하였으며, 지질을 첨가한 전분은 생전분과 탈지전분보다도 더 높게 나타났는데 이러한 결과는 이와 신⁽⁶⁾의 보고와 같았다. 이와 신은 지질첨가전분의 표면에 지질이 흡착되어 있어서 전분입자에 물이 흡수되는 것을 저해하며, 전분립 사이의 공간에 물을 함유함으로써 원심분리한 후에도 전분죽과 같은 형태로 남아있기 때문에 높게 나타났다고 하였다. 녹두전분은 다른 두 전분과는 달리 탈지와 지질첨가 후에 물결합능력의 변화가 거의 없어

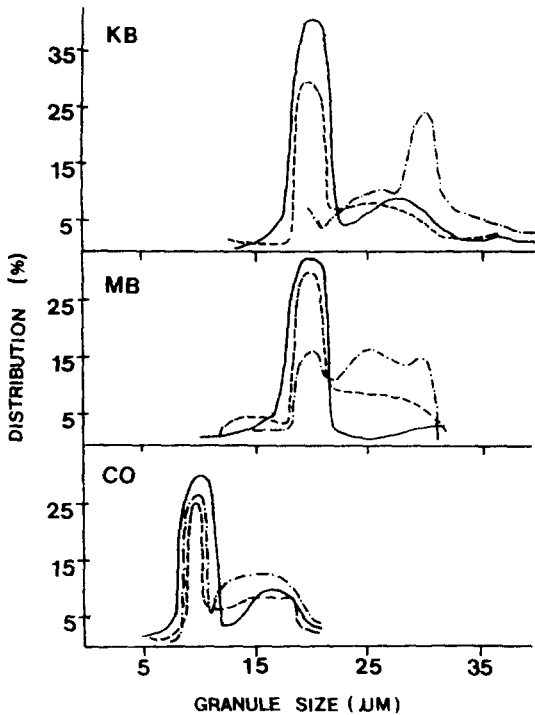


Fig. 2. Granule size distribution of Kidney bean (KB), Mung bean (MB) and Corn (CO) starches
Untreated: (—), Defatted: (---), Lipid-reintroduced: (-.-)

생전분의 지질함량이 적으므로 지질의 유무에 큰 영향을 받지 않았다고 생각된다.

온도에 따른 팽윤력은 Fig. 4와 같았다. 팽윤력은 시료전분 모두 온도상승에 따라 증가하였고 탈지전분이

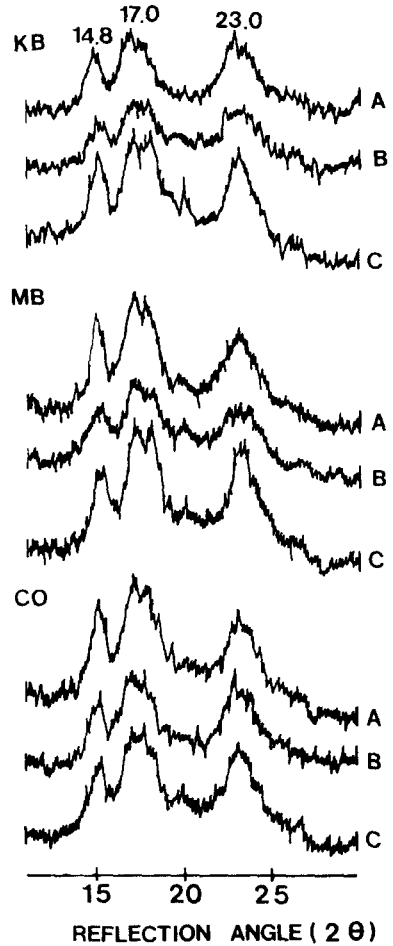


Fig. 3. X-ray diffraction patterns of Kidney bean (KB), Mung bean (MB) and Corn (CO) starches
A: untreated, B: defatted, C: lipid-reintroduced

Table 2. The physicochemical properties of various starches

Properties	Starches	Kidney bean			Mung bean			Corn		
		UTS ¹⁾	DFS ²⁾	LRS ³⁾	UTS	DFS	LRS	UTS	DFS	LRS
Amylose content (%)		30.8	34.1	21.0	36.0	36.3	34.9	25.1	29.6	24.4
Water binding capacity (%)		85.7	103.1	146.8	108.0	111.7	112.7	81.1	95.0	130.0
Swelling power at 80°C		8.7	8.9	7.2	17.0	16.7	12.0	11.7	13.2	11.9
Solubility (%) at 80°C		10.3	12.4	5.6	15.8	17.6	12.0	8.0	16.6	10.3

¹⁾UTS: Untreated starch, ²⁾DFS: Defatted starch, ³⁾LRS: Lipid-reintroduced starch.

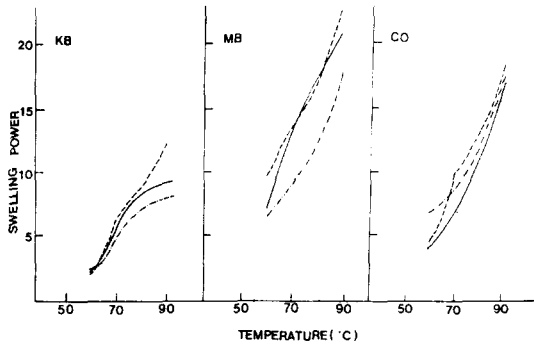


Fig. 4. Swelling powers of Kidney bean (KB), Mung bean (MB) and Corn (CO) starches

A: untreated, B: defatted, C: lipid-reintroduced

생전분에 비해 높았으며 생전분과 같은 경향이 증가하였다. 지질을 첨가한 강낭콩과 녹두전분의 팽윤력은 생전분과 탈지전분에 비해 낮게 나타났으나, 옥수수전분에서는 생전분보다 높게 나타나 다른 양상을 보여주었다. 용해도는 팽윤력의 결과와 같은 경향을 보였다.

Amylograph에 의한 호화양상

호화에 따른 점도변화는 Fig. 5와 같았다. 호화개시온도는 강낭콩, 녹두, 옥수수전분이 각각 87, 67, 80°C로서 녹두전분의 호화가 가장 빨리 시작되었고, 강낭콩전분의 호화개시온도는 다른 전분에 비하여 현저히 높았으며 이러한 결과는 신⁽²⁹⁾의 보고와 같은 경향을 보였다. 탈지시에는 호화개시온도가 생전분보다 낮아졌고, 녹두와 옥수수전분은 95°C 이전에 최고점도를 보였으나 강낭콩의 경우에는 나타나지 않았으며, 가열 냉각과정에서도 전반적으로 점도의 증가가 아주 미약하였는데 이는 동부와 녹두만이 95°C 이전에 최고점도를 보였고, 강낭콩은 최고점도가 나타나지 않았다는 권⁽²⁷⁾의 결과와 일치하였다. 강낭콩전분을 제외하고 탈지시킨 모든 전분시료에서는 최고점도, 냉각점도, consistency, setback 모두 생전분보다 감소하였으며, 지질을 첨가시킨 전분에서는 녹두전분인 경우 생전분보다는 낮게 탈지전분보다는 높게 나타났으며, 옥수수전분은 최고점도에 있어서는 생전분과 유사하게 증가하였으나 다른 특성치들은 생전분보다도 오히려 높게 나타났다. 이러한 결과는 쌀전분을 탈지시켰더니 아밀로그래프의 최고점도가 나타나지 않았고 그 형태도 변화되었으며 지질을 첨가하게 되면 최고점도 뿐만 아니라 형태에 있어서도 생전분과 유사하게 나타났으며 hot paste viscosity와 냉각점도는 생전분보다 높게 나타났다는 Yasumatsu 등⁽³²⁾의 보고와 같은 경향이였다.

이상과 같은 결과로부터 전분속에 있는 지질은 비록 적은 양이더라도 이화학적 특성 뿐만 아니라 아밀로그래프에 의한 호화양상에 영향을 주게 되며 지질을

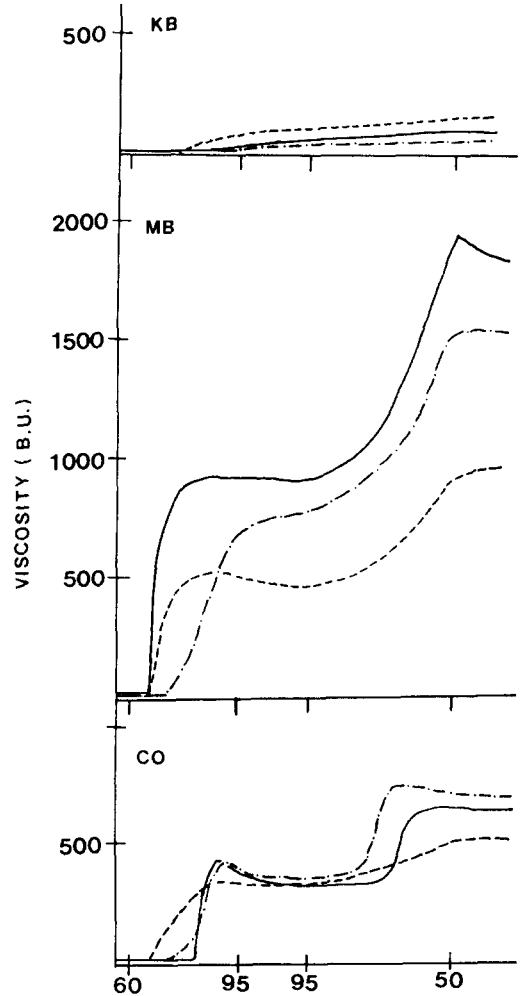


Fig. 5. Amylogram patterns of Kidney bean (KB), Mung bean (MB) and Corn (CO) starches

Untreated: (—), Defatted: (---), Lipid-reintroduced: (-.-)

첨가하게 되면 생전분과는 다른 양상으로 전분입자의 표면이나 내부에 존재하므로 전분의 물성적인 특성에 기여하게 되리라 생각된다.

요 약

강낭콩, 녹두, 옥수수전분을 99% 메탄올로 탈지시키고 추출된 지질을 에테르로 탈지시료전분에 첨가한 다음 이화학적 특성과 호화양상을 알아보았다. 전분입자의 형태는 강낭콩전분과 녹두전분이 둥근타원형이었고 옥수수전분은 다각형이었으며 시료처리 후에도 모양은 변하지 않았다. X-ray 회절도에 나타난 결정형은 모두 Ca형을 보였고 탈지전분의 결정성의 정도는 생전분에

비해 감소하였으나 지질을 첨가한 전분은 증가하였는데 옥수수전분인 경우는 생전분보다 낮게 강남콩전분과 녹두전분은 더 높게 증가하였다. 아밀로오스의 함량은 탈지 후 증가하였으나 지질을 첨가한 다음에는 감소하였고, 물결합능력에서는 지질첨가전분이 생전분과 탈지전분보다 높게 나타났다. 팽윤력과 용해도는 모든 시료전분에서 온도증가에 따라 상승하였고, 강남콩전분과 녹두전분은 탈지전분, 생전분, 지질첨가전분 순으로 높게 나타났으며, 옥수수전분만이 다른 양상을 보였다. 아밀로그라프에 의한 소화온도는 강남콩, 녹두, 옥수수전분이 각각 87, 67, 80°C였으며 강남콩전분을 제외한 탈지시료전분에서는 최고점도, 냉각점도, consistency, setback 모두 생전분보다 감소하였고 지질첨가전분에서는 녹두전분은 생전분보다는 낮게 탈지전분보다는 높게 증가하였으며 옥수수전분인 경우 최고점도는 생전분과 유사하였으나 다른 특성치들은 생전분과 탈지전분보다 더 증가하였다.

문 헌

1. 이은숙, 김성곤 : 옥수수의 침지조건이 전분의 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 22, 99(1990)
2. 손경희, 윤계순, 정해정, 채선희 : 두류전분의 이화학적 특성비교. 한국식품과학회지, 6, 13(1990)
3. 전호남, 최갑성, 김재욱 : 한국산 옥수수의 지질성분에 관한 연구. 한국농화학회지, 29, 122(1986)
4. Lorenz, K.: Physicochemical properties of lipid-free cereal starches. *J. Food Sci.*, 41, 1357(1976)
5. 이신경, 신말식 : 탈지와 지방질 첨가에 따른 고구마전분의 특성. 한국식품과학회지, 23, 341(1991)
6. 최인숙, 이서래 : 지방질성분이 보리가루의 amylograph 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 16, 99(1984)
7. 엄수현, 송영옥, 최홍식 : 녹두의 전분지질에 관한 연구. 한국영양식품과학회지, 19, 87(1990)
8. Melvin, M.A.: The effect of extractable lipid on the viscosity characteristics of corn and wheat starches. *J. Sci. Food Agric.*, 30 731(1979)
9. Morrison, W.R., Mann, D.L., Wong, W., and Conventry, A.M.: Selective extraction and quantitative analysis of non-starch and starch lipids from wheat flour. *J. Sci. Food Agric.*, 26, 507(1965)
10. Goshima, G., Abe, M., Sato, N., Ohashi, K., and Tsuge, H.: Amylographic reproducibility of defatted potato starch by the reintroduction of lipid. *Starch*, 37, 10 (1985)
11. Mikus, F.F., Hixon, R.M., and Rundle, R.E.: The complexes of fatty acids with amylose. *J. Am. Chem. Soc.*, 68, 1115(1946)
12. Ghiasi, K., Varriano-Marston, E., and Hoseney, R.C.: Gelatinization of wheat starch. II. Starch-surfactant interaction. *Cereal Chem.*, 59, 86(1982)
13. Takahashi, S. and Seib, D.A.: Paste and gel properties prime corn and wheat starches with and without native lipids. *Cereal Chem.*, 65, 475(1988)
14. Osman, E.M., Leith, S.J., and Fles, M.: The complexes of amylose with surfactants. *Cereal Chem.*, 38, 449

- (1961)
15. Hoover, R. and Hadziyev, D.: Characterization of paste starch and its monoglyceride complexes. *Starch*, 33, 290(1981)
16. Wilson, L.A., Birmingham, V.A., Moon, D.F., and Snyder, H.E.: Isolation and characterization of starch from mature soybean. *Cereal Chem.*, 55, 661(1978)
17. A.O.A.C.: Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 14th ed., Washington, D.C.(1984)
18. MacMaster, M.M.: Microscopic techniques for determining starch granule properties. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R. L.(ed), Academic Press, New York, N.Y., Vol.4, p.223(1964)
19. 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 (1970)
20. Schoch, T.J. and Leach, W.: Whole starches and modified starches. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed), Academic Press New York, N.Y., Vol.4, p.101(1964)
21. Medcalf, D.F. and Gilles, K.A.: Wheat Starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42, 558(1965)
22. Schoch, T.J.: Swelling power and solubility of granular starches. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whistler, R.L.(ed), Academic Press New York, N.Y., Vol.4, p.106(1964)
23. Lai, C.C. and Varriano-Marston, E.: Studies on the characteristics of black bean starch. *J. Food Sci.*, 44, 528(1979)
24. Faki, H.A., Desikachar, H.S.R., Paramahans, S.V., and Tharanathan, R.N.: Physicochemical characteristics of starches from chick pea, cow pea and horsegram. *Starch*, 35, 118(1983)
25. Lineback, D.R. and Ke, C.H.: Starches and low molecular weight carbohydrates from chick pea and horse bean flours. *Cereal Chem.*, 52, 334(1975)
26. 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(1981)
27. 권미라 : 두류전분의 분자구조와 겔 특성. 서울대학교 박사학위논문(1992)
28. 최영택, 이진영, 양 용, 오두환 : 탈지 및 지방산 첨가가 쌀전분의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20, 834(1988)
30. 김향숙, 권미라, 안승요 : 동부전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 19, 18(1987)
31. Beleia, A., Varriano, M.E., and Hoseney, R.C.: Characterization of starch from pearl millets. *Cereal Chem.*, 57, 300(1980)
32. Yasumatsu, K., Moritara, S., and Kakinuma, T.: Effect of change during storage in lipid composition of rice on its amylogram. *Agric. Biol. Chem.*, 28, 265(1964)

(1993년 9월 14일)