

탈지와 지방질 첨가에 따른 고구마 전분의 특성

이신경·신말식
전남대학교 식품영양학과

Characteristics of Defatted and Lipid-reintroduced Sweet Potato Starches

Shin-Kyung Lee and Mal-Shick Shin

Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

Physicochemical properties and gelatinization patterns of defatted and lipid-reintroduced moist (Hwangmi) and dry (Suwon 147) type sweet potato starches were investigated. Starch granules of sweet potato were polygonal and round, and the sizes of starch granules ranged 5~13 μm . All starches showed Ca type in X-ray diffraction but relative crystallinity was decreased by defatting and reintroduction. The amylose content of defatted starches increased, but that of lipid-reintroduced starches decreased. The swelling power and solubility at each temperature increased by defatting, but decreased by reintroduction. Transmittance of Hwangmi and Suwon 147 showed a rapid increase at 60, 65°C, respectively. The initial pasting temperature by amylograph of Hwangmi and Suwon 147 were 67.5°C and 72.7°C, respectively. The peak viscosity and the height at 50°C on amylogram of Hwangmi were lower than those of Suwon 147. Hot paste viscosity and setback decreased by defatting but setback and consistency drastically increased by reintroduction. The peak temperature for gelatinization by the DSC was 65.7°C for Hwangmi and 68.5°C for Suwon 147. The gelatinization temperature and enthalpy of the DSC decreased and amylose-lipid melting peak was lost by defatting. The gelatinization temperature and enthalpy decreased by reintroduction.

Key words: defatting, lipid-reintroduction, moist and dry type sweet potato starches

서 론

고구마는 품종과 저장기간에 따라 가열 후 뚜렷한 텍스처 차이를 나타내며 분질과 점질로 구분된다. 이런 텍스처의 차이는 가열 중의 성분 변화와 관련이 있으며 이에 관하여 많은 연구보고가 있다⁽¹⁻¹⁰⁾.

전분에는 소량의 지질이 함유되어 있고, 이 지질은 결합지질과 유리지질로 나뉘며 이들은 전분의 물리화학적 성질에 각각 다른 영향을 미친다고 한다. 전분과 지질 사이에 상호작용의 형태는 에스터 결합과 극성의 흡착에 의해 나타나며, 결합지질은 나선구조 안에 물분자의 침투를 못하도록 하는 역할을 하고 유리지질은 온도증가에 따른 점도를 제한하지는 않는다고 보고되어 있다⁽¹¹⁾. Medcalf 등⁽¹²⁾은 전분내의 극성과 비극성 지질도 전분의 pasting 특성에 영향을 주어 극성지질은 최고 점도를 낮추고 무정형 부분의 수화를 저지시키며 비극성 지질은 최고 점도를 증가시키고 미셀 부분의 수화를 억제시킨다고 하였다.

Goshima 등⁽¹³⁾은 메탄올로 감자 전분을 탈지하고 지방산의 염으로 첨가하였을 때 전분내의 지질만큼 표면 지질도 전분의 몇 가지 이화학적 성질을 변화시킨다고 하였고, 전분을 탈지하거나 지질을 첨가했을 때 전분의 이화학적 성질과 호화특성이 달라지는데 이는 전분의 종류에 따라서도 큰 영향을 받는 것으로 알려져 있다^(13,14).

그러므로 본 실험에서는 텍스처 특성이 다른 고구마의 점질인 황미와 분질인 수원 147 전분을 분리하여 탈지와 지질을 첨가시킨 후에 이화학적 성질과 호화특성을 알아보고, 탈지된 전분과 지질이 첨가된 전분의 차이를 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

농촌진흥청 전라남도 무안 작물시험장에서 1988년에 수확한 점질 고구마인 황미와 분질 고구마인 수원 147을 사용하였다.

전분의 제조 및 일반성분의 분석

전분의 제조는 알칼리 침지법을 이용하였고, 일반성

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

분은 AOAC 방법⁽¹⁵⁾에 의하여 분석하였다. Crude lipid 함량은 Soxhlet 장치를 이용하여 ether로 16시간 추출하였고, total lipid는 90% methanol로 24시간 추출하였다.

전분의 탈지와 지질의 첨가방법

전분의 탈지는 Soxhlet 장치를 이용하여 99% 메탄올로 24시간 동안 추출한 다음 실온에서 건조한 후, 100 mesh로 분쇄하여 탈지전분 시료(DFS, defatted starch)로 사용하였다⁽¹¹⁾.

탈지전분에 추출한 지질을 첨가하여 무수에테르로 15시간 동안 reflux시킨 다음, 에테르를 완전히 날려보내고 실온에서 건조 후 100 mesh 체로 분쇄하여 지질첨가 전분시료(LRS, lipid-reintroduced starch)로 사용하였다⁽¹¹⁾.

전분입자의 형태 및 크기 분포 측정

전분입자의 성상은 광학현미경과 편광현미경(Olympus Co., Japan), 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, JEOL JSM-35, Japan)으로 각각 600, 1500 배로 확대하여 관찰하였다⁽¹⁶⁾.

전분입자의 크기분포는 관찰된 전분입자 400개 정도의 장경을 측정하여 백분율로 나타내었다.

이화학적 성질의 측정

X-선 회절도는 X-ray diffractometer(Rigaku Co., Japan)를 사용하여 Target : Cu-K α , Filter : Ni, 35 kV, 15 mA, full scale range : 1×10^3 cp에서 2 θ 40 $^\circ$ ~0 $^\circ$ 까지 회절시켜 분석하였다.

아밀로오스 함량은 Williams 등⁽¹⁷⁾의 방법으로 정량하였고, 표준곡선은 Schoch⁽¹⁸⁾의 부탄올 법으로 분리한 아밀로오스와 아밀로펙틴을 일정비율로 혼합한 다음, 위와 동일한 방법으로 작성하였다. 밀도는 xylene 치환법⁽¹⁹⁾, 물결합 능력은 Medcalf 및 Gilles⁽²⁰⁾의 방법, 팽윤력과 용해도는 Schoch⁽²¹⁾의 방법에 따라 측정하였다.

호화 양상의 측정

광투과도는 0.1% 전분 현탁액을 50~90 $^\circ$ C까지 5 $^\circ$ C 간격으로 항온수조에서 5분간 가온한 후 분광광도계를 사용하여 625 nm에서 측정하였고⁽²²⁾, 아밀로그라프에 의한 호화양상은 6% 전분 현탁액을 Brabender/Visco/Amylograph를 이용하여 Medcalf와 Gilles⁽²⁰⁾의 방법에 따라 측정하였다. DSC 측정은 Krueger 등⁽²³⁾의 방법에 따라 3600 Thermal Analysis Data Station(TADS)이 부착된 Perkin-Elmer Differential Scanning Calorimeter DSC-2(Perkin-Elmer Co., Instrument Norwalk, CT)를 사용하여, 27 $^\circ$ C에서 137 $^\circ$ C까지 10 $^\circ$ C/min로 가열하였다. 총 시료는 10 mg 이었으며 물과 전분의 비는 1 : 1로 하였고 reference로는 empty pan, 보정은 naphthalene을

Table 1. Proximate composition of sweet potato starches

Samples	Moisture (%)	Protein (N \times 6.25) (%)	Ash (%)	Lipid(%)	
				Crude	Total
Hwangmi UTS ¹⁾	DFS ²⁾	7.63	0.44	0.08	0.11
	LRS ³⁾	12.95	0.44	0.08	0.09
	UTS	12.51	0.52	0.11	0.09
Suwon 147	DFS	8.31	0.52	0.11	0.03
	LRS	12.49	0.53	0.11	0.10

¹⁾UTS; untreated starch, ²⁾DFS; defatted starch, ³⁾LRS; lipid-reintroduced starch

사용하였다.

결과 및 고찰

전분의 일반성분

시료전분의 일반성분은 Table 1에서 보는 바와 같이 전분 종류 간에는 큰 차이가 없었고, 탈지시 지질함량은 0.04~0.05%로 감소하였으며, 지질이 첨가된 전분은 생 전분과 같은 양의 지질을 함유하였다.

전분입자의 형태 및 크기분포

전분입자의 형태는 Fig. 1, 2와 같이 황미는 다각형, 수원 147은 둥근형을 나타내었으며, hilum이 중심에 위치하였고, 뚜렷한 십자형의 복굴절 현상을 나타내었다. 탈지하거나 지질을 첨가하였을 때 전분입자의 모양은 변함이 없었고, 복굴절 현상은 그대로 유지하였다. 이는 김과 김⁽²⁴⁾의 탈지 감자 전분이 복굴절 현상이 뚜렷하다는 보고와 같았다. 전분입자의 표면형태는 Fig. 3과 같이 탈지와 지질 첨가에서도 전분입자의 표면은 매끄럽고 부드러웠으므로 탈지나 지질 첨가 과정 중에서 전분입자의 손상이 없음을 알 수 있었다.

전분입자의 크기분포는 Fig. 4와 같이 5~13 μ m 범위에 있는 것이 주를 이루었고, 탈지와 지질 첨가에서도 큰 변화를 보이지 않았다. Madamba 등⁽²⁵⁾은 전분입자의 크기와 분포율이 전분의 행동이나 이화학적 성질에 영향을 미치는 요인이 된다고 보고하였다.

이화학적 성질

X-선 회절도는 Fig. 5와 같이 황미와 수원 147 전분의 결정형은 Ca형을 보여 Takeda 등⁽²⁶⁾이나 신과 안⁽²⁷⁾이 보고한 결과와 같았으나 황미 전분에는 회절각도 5.3 $^\circ$ 에서 peak가 보였다.

탈지나 지질 첨가 전분의 결정형은 Ca형을 그대로 유지하였으나 황미 전분의 회절각도 5.3 $^\circ$ 의 peak는 소실되었다.

회절각도 22.8 $^\circ$ 에서 구한 전분의 상대 결정강도는 수원

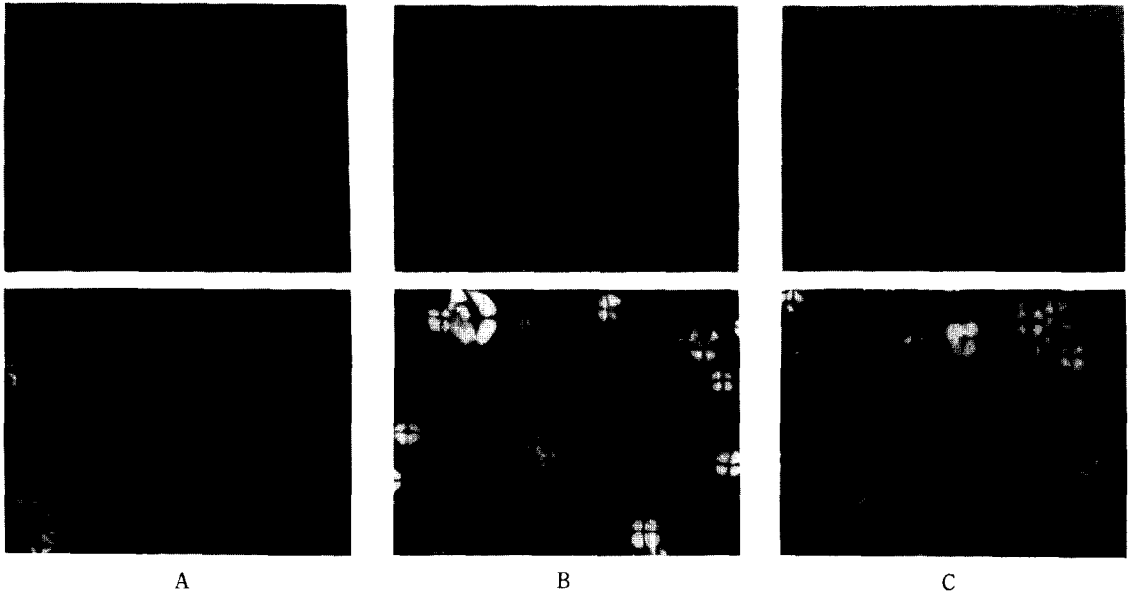


Fig. 1. Light(up) and polarized(down) light micrographs of untreated (A), defatted (B), and lipid-reintroduced (C) Hwangmi starches

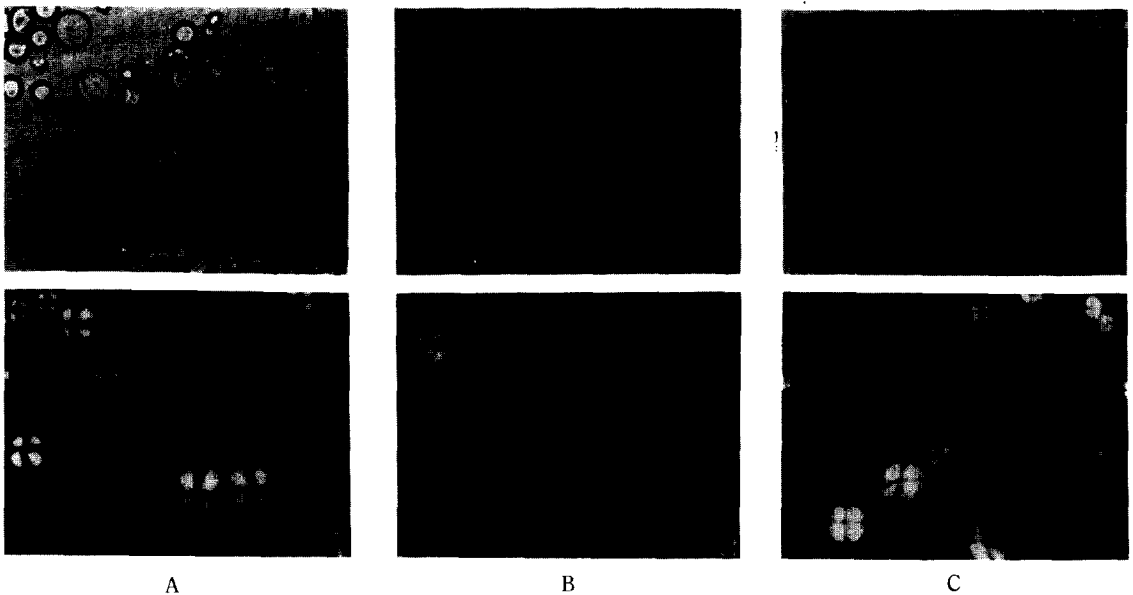


Fig. 2. Light(up) and polarized(down) light micrographs of untreated (A), defatted (B), and lipid-reintroduced (C) Suwon 147 starches

147 전분이 100%일 때 황미 전분이 86.7%로 수원 147 전분의 결정성이 컸고, 생전분에 비해 탈지 전분은 94.8~95.3%, 지질 첨가 전분은 95.9~96.5%로 감소하였다. Lorenz 등⁽¹³⁾은 탈지한 밀 전분의 결정강도가 93.2%로 감소하였다고 보고하였으며, 최 등⁽²⁸⁾도 탈지한 쌀 전분이 83.1%, 지방산 첨가 전분은 93.3%로 생전분보다 탈

지시에 감소하였고 지방산을 첨가하면 다시 증가하였으나 그 정도는 생전분보다 낮았다고 하여 본 실험결과와도 같은 경향이었다.

아밀로오스 함량은 Table 2와 같이 황미가 17.8%로 수원 147 전분의 18.6%보다 약간 낮았다. 이는 Rasper와 Coursey⁽²⁹⁾의 14~23%와 Takeda 등⁽²⁶⁾의 17.2~19.0%

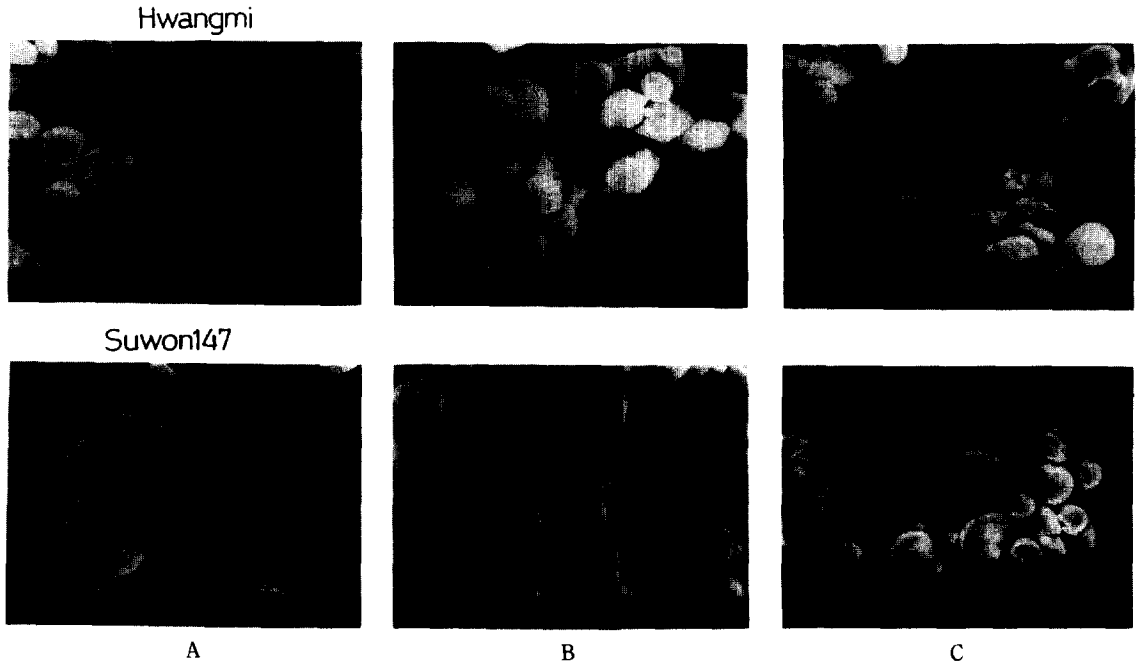


Fig. 3. Scanning electron micrographs of untreated (A) defatted (B), and lipid-reintroduced (C) Hwangmi and Suwon 147 starches

와 같은 경향이였다.

탈지의 경우 황미와 수원 147이 각각 19.0, 19.5%로 생전분에 비해 약간씩 증가하여 최 등⁽²⁸⁾의 보고와도 같은 경향이였다. 이런 증가는 탈지시에 amylose-lipid complex가 깨어지고 유리 아밀로오스 함량이 증가되어 요오드와 친화력이 증가되었기 때문으로 생각된다.

지질을 첨가하면 각각 16.7, 17.8%로 생전분에 비해 약간 감소하였다. 이는 지질 첨가 과정 중에 요오드와 결합할 수 있는 아밀로오스 함량이 감소하거나 첨가된 지질이 생전분과는 다른 형태로 존재하고 있음을 추측할 수 있었다.

밀도는 Table 2와 같이 황미와 수원 147 각각 1.52, 1.56으로 수원 147이 약간 높았고, 탈지하면 약간씩 증가하였으나, 지질 첨가시에는 큰 차이를 보이지 않았다.

물결합 능력은 Table 2와 같이 황미가 88.3%, 수원 147이 86.5%로 점질 전분이 분질 전분보다 물결합 능력이 높았다. 전분입자의 비결정부분이 많이 포함되어 있으면 더 많은 수분을 흡수할 수 있고⁽³⁰⁾, Halick와 Kelly⁽³¹⁾는 전분입자의 내부 치밀도가 낮은 것이 수분 흡수도가 크다고 하여 황미가 수원 147에 비해 비결정부분이 많고 내부 치밀도가 낮은 것을 알 수 있었다.

탈지한 황미와 수원 147 전분은 각각 99.1, 93.0%로 생전분에 비해 증가하여 보리, triticale, rye 등 탈지 곡류 전분과 같은 경향이였으며, 쌀이나 밀, 감자 전분과는 다른 양상을 보여⁽¹³⁾ 전분의 종류에 따라 전분의 구조가 다르고 탈지 후에 전분입자의 구조 차이를 보이기 때

문이라 생각한다.

지질을 첨가한 전분의 물결합 능력은 각각 119.3, 103.8%로 생전분이나 탈지 전분과 비교시 상당량 증가하였다. 지질 첨가한 전분은 전분 표면에 지질이 흡착되어 전분립에 물이 침투되는 것을 억제하며 전분립 사이의 공간에 물을 함유함으로써 원심분리한 후 전분죽과 같은 형태로 남아 있기 때문에 높게 나왔으며, 생전분에서 사용하는 물결합 능력 측정법과는 다른 방법이 모색되어야 겠다.

팽윤력은 Fig. 6과 같이 황미와 수원 147 전분 모두 55~60°C에서부터 급격히 증가하기 시작했고, 각 온도에서의 팽윤력은 수원 147에 비해 황미가 더 높음을 볼 수 있었다. Leach 등⁽³²⁾은 온도에 따른 팽윤력이 전분립 내부의 결합력과 전분분자간의 회합에 따라 다르며, 결합력이 강한 구조를 갖는 전분이 제한받는다고 하여, 수원 147이 황미보다 전분입자내의 분자간 결합이 강함을 알 수 있었다.

탈지한 전분은 생전분과 같은 경향을 보였으며 각 온도에서의 팽윤력은 생전분보다 약간씩 증가하였는데, 이는 생전분에 함유된 지질 성분들이 아밀로오스의 나선구조 내에서 amylose-lipid complex를 이루고 있어 입자의 팽창을 저해하기 때문인 것으로 사료된다.

지질 첨가 전분은 생전분이나 탈지 전분과는 달리 팽윤력의 증가 정도가 완만하고 각 온도에서의 팽윤력도 생전분보다 낮았다. 이는 지질이 첨가되면서 전분입자에 수분을 흡수하는 것을 저해하기 때문이라 생각

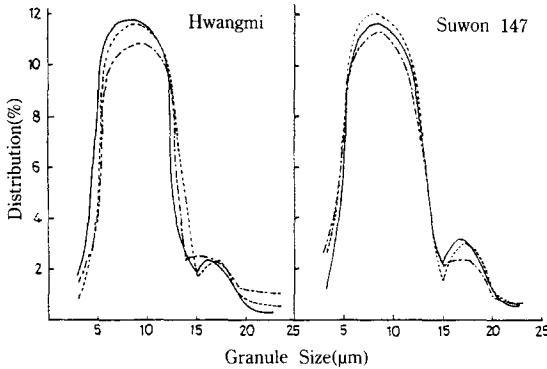


Fig. 4. Granule size distribution of untreated (—), defatted (---), and lipid-reintroduced (-·-) Hwangmi and Suwon 147 starches

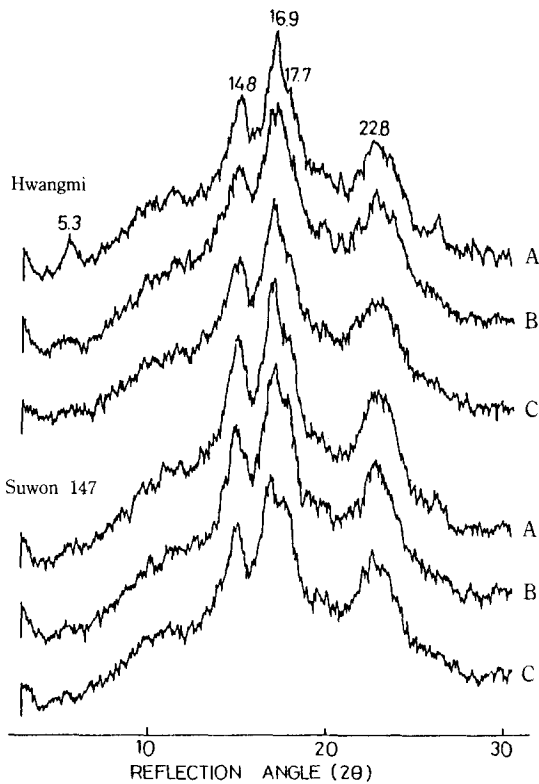


Fig. 5. X-Ray diffraction patterns of untreated (A), defatted (B), and lipid-reintroduced (C) Hwangmi and Suwon 147 starches

된다.

용해도는 Fig. 7과 같이 팽윤력의 결과와 비슷한 경향을 보였으며, 탈지 전분은 생전분보다 각 온도에서의 용해도는 증가하였으나 지질 첨가 전분은 낮아졌다. 이는 감자 전분을 탈지시 팽윤력과 용해도가 증가하였고, 지방산을 첨가하면 생전분보다 감소를 보인 Goshima 등⁽¹¹⁾

Table 2. Physicochemical properties of sweet potato starches

Samples		Amylose content (%)	Density (g/cm ³)	Water binding capacity (%)	Swelling power at 80°C	Solubility at 80°C
Hwangmi	UTS	17.8	1.52	88.3	37.0	17.8
	DFS	19.0	1.55	99.1	45.5	20.1
	LRS	16.7	1.52	119.3	22.2	11.6
Suwon 147	UTS	18.6	1.56	86.5	33.4	16.7
	DFS	19.5	1.59	93.0	35.9	22.9
	LRS	17.8	1.54	103.8	30.0	11.2

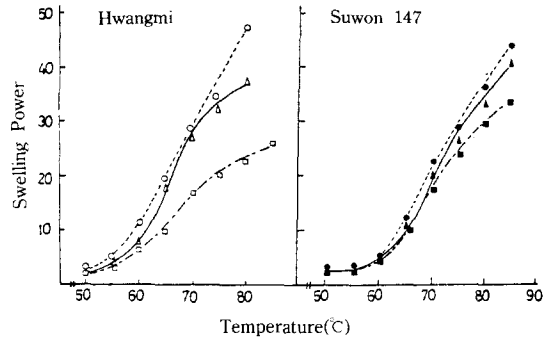


Fig. 6. Swelling patterns of untreated (—), defatted (---), and lipid-reintroduced (-·-) Hwangmi and Suwon 147 starches

의 결과와 일치하였다.

광투과도에 의한 호화

광투과도는 Fig. 8과 같이 황미가 60°C에서 수원 147이 65°C에서 급격한 증가를 보여 황미가 수원 147보다 빨리 호화됨을 알 수 있었다. 전분의 호화온도는 품종에 따라 차이가 있고 Madamba 등⁽²⁵⁾은 아밀로오스 함량과 정의 상관관계가 있다고 했는데, 아밀로오스 함량이 높은 수원 147이 황미보다 호화온도가 높게 나와 이들의 결과와 일치하였다.

탈지하면 광투과도도 생전분보다 모두 증가하였으며 황미는 60°C 이상에서 수원 147은 65°C 이상에서 급격한 증가를 보였다. 지질을 첨가하면 생전분보다 모두 낮았으며 온도에 따른 증가 정도는 모두 완만하였다. 이는 첨가된 지질이 전분립 표면에 흡착되어 수분의 침투를 억제함으로써 전분의 호화를 저해하기 때문으로 생각된다.

Amylograph에 의한 호화

Amylograph로부터 구한 전분의 특성은 Table 3과 같다. 호화개시온도는 수원 147이 72.7°C로 황미의 67.5°C에 비해 5°C 정도 높았으며 최고 점도, hot paste viscosity, 냉각 점도는 황미가 수원 147보다 높았으며, setback은 수원 147이 더 높았다.

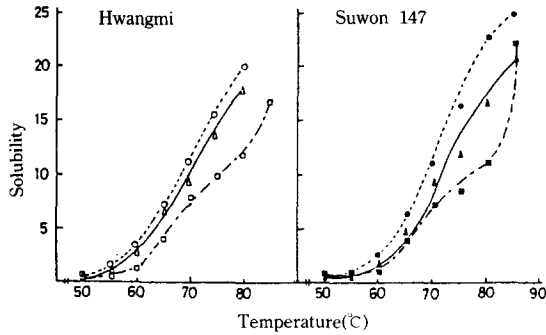


Fig. 7. Solubility of untreated (—), defatted (---), and lipid-reintroduced (-·-) Hwangmi and Suwon 147 starches

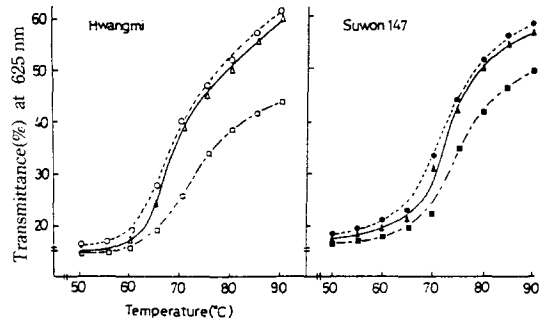


Fig. 8. Transmittance of 0.1% untreated (—), defatted (---), and lipid-reintroduced (-·-) Hwangmi and Suwon 147 starches

Table 3. Amylogram characteristics of sweet potato starches

Starch	Initial pasting temperature(°C)	Peak viscosity (B.U.)P	15-min Height (B.U.)H	Height at 50°C (B.U.)C	Breakdown (P-H)	Consistency (C-H)	Setback (C-P)
Hwangmi	UTS	67.5	890	740	830	150	-60
	DFS	69.0	790	600	680	190	-110
	LRS	70.5	740	660	760	80	100
Suwon 147	UTS	72.7	770	705	800	65	30
	DFS	70.5	750	545	630	205	-120
	LRS	75.0	600	600	750	0	150

Table 4. DSC characteristics of sweet potato starches

Samples		Gelatinization peak			Amylose-lipid complex peak		
		T _o (°C)	T _m (°C)	ΔH ₁ (cal/g)	T _o (°C)	T _m (°C)	ΔH ₁ (cal/g)
Hwangmi	UTS	59.3	65.7	2.1	101.5	117.9	0.8
	DFS	57.3	63.2	2.1	—	no peak	—
	LRS	55.4	65.0	2.0	107.3	119.6	0.3
Suwon 147	UTS	60.5	68.5	2.5	109.2	113.6	0.4
	DFS	57.0	64.7	2.3	—	no peak	—
	LRS	57.5	65.4	2.2	109.1	112.6	0.2

T_o: onset temperature, T_m: melting temperature (peak temperature)

탈지 전분의 호화개시온도는 황미, 수원 147이 각각 69, 70.5°C로 황미는 거의 같았으며, 수원 147은 약간 감소하였다. 최고 점도와 hot paste viscosity는 모두 감소하였고, setback도 감소하여 노화가 생전분보다 늦게 일어난다고 생각되어진다.

지질 첨가 전분의 호화개시온도는 생전분에 비해 증가되었으며 점도는 감소하여 지방산을 첨가한 감자 전분에서와 같은 결과를 나타내었고⁽¹¹⁾, setback과 consistency가 생전분에 비해 크게 증가하여 노화되기가 쉬워졌다고 생각되어진다.

DSC(Differential Scanning Calorimeter)에 의한 호화 DSC에 의한 호화 양상은 Table 4와 같았다. 황미와

수원 147 각각 호화개시온도(T_o)는 59.3, 60.5°C, peak 온도(T_m)는 65.7, 68.5°C로 광투과도나 아밀로그래프에 의한 결과와 같은 경향이였다.

호화엔탈피(ΔH₁)는 황미는 2.1 cal/g, 수원 147은 2.5 cal/g으로 수원 147 전분의 결정성이 큼을 알 수 있었다. 황미는 101.5~117.9°C에서, 수원 147은 109.2~113.6°C에서 amylose-lipid melting endotherm이 나타났으며, 이 때의 용융엔탈피(ΔH₂)는 0.8 cal/g, 0.4 cal/g이었다.

탈지 전분은 생전분보다 호화온도가 낮아졌고 탈지 황미와 수원 147의 amylose-lipid endotherm은 소실되어 아밀로오스에 결합되었던 지질이 추출되었음을 알 수 있었다. 이는 옥수수과 밀을 탈지시 생전분에서 보였던 amylose-lipid endotherm이 사라졌다는 Takahashi와

Seib⁽¹⁴⁾의 결과와 일치하였다.

이상과 같은 결과로부터 전분속에 있는 지질은 적은 양일지라도 아밀로그라프에 의한 호화 양상에 영향을 미치며 탈지 전분에 지질을 첨가하면 생전분과는 다른 양상을 보였고, Differential Scanning Calorimeter에 의한 호화온도, 호화엔탈피가 감소하였고 amylose-lipid endotherm의 용융엔탈피가 낮아졌다.

이로부터 지질을 첨가시 지질의 양은 생전분과 비슷하게 첨가되었지만 생전분의 amylose-lipid 결합형태를 이루지 않고, 생전분과는 다른 starch-lipid interaction을 하고 있음을 알 수 있었다.

요 약

점질인 황미와 분질인 수원 147 고구마 전분을 99% 메탄올로 탈지하고 추출된 지질을 첨가한 다음 이화학적 성질과 호화특성을 조사하였다. 전분입자의 모양은 다각형과 둥근형이었고, 크기는 5~13 μm이며, 결정형은 모두 Ca형이었고 탈지나 지질 첨가 후 결정강도는 감소하였다. 아밀로오스 함량은 탈지 후 증가하였으나 지질 첨가 후에는 감소하였고, 물결합 능력은 증가하였다. 팽윤력과 용해도는 55~60°C에서 급격히 높아졌고, 각 온도에서의 팽윤력은 탈지 후에는 증가, 지질 첨가 후에는 낮아졌다. 광투과도는 황미가 60°C, 수원 147이 65°C에서 급격한 증가를 보였고, 아밀로그라프에 의한 호화온도는 황미와 수원 147이 각각 67.5, 72.7°C였고, 황미의 최고 점도, 냉각 정도는 수원 147보다 낮았고, 탈지시 최고 점도, hot paste viscosity, setback은 감소했고, 지질 첨가 후에 최고 점도는 감소했으나 setback과 consistency는 크게 증가하였다. DSC에 의한 호화온도는 황미와 수원 147 각각 65.7, 68.5°C였고, 탈지 후에는 호화온도와 엔탈피는 낮아졌고, amylose-lipid melting peak는 소실되었으며 지질 첨가 후에도 호화온도와 엔탈피가 낮아졌다.

문 헌

1. 이은희, 안승요 : 가열에 의한 고구마 당의 변화. 한국농화학회지, 24, 245(1981)
2. Hammett, H.L.: Some effects of variety curing and baking upon the carbohydrate content of sweet potatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 78, 421(1961)
3. Jenkins, W.F. and Gieger, M.: Curing, baking time and temperatures affecting carbohydrates in sweet potatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 70, 419(1957)
4. Losh, J.M., Phillips, J.A., Axelson, J.M. and Schulman, R.S.: Sweet potato quality after baking. *J. Food Sci.*, 46, 283, 290(1981)
5. Ali, M.K. and Jones, L.G.: The effect of variety and length of storage on the carbohydrate contents and table quality of sweet potatoes. *J. Sci. Ind. Res.*, 10, 121(1967)
6. Walter, W.M., Purcell, A.E. and Nelson, A.M.: Effect

of amylolytic enzyme on moistness and carbohydrate changes of baked sweet potato cultivars. *J. Food Sci.*, 40, 793(1975)

7. Baugardner, R.A. and Scott, L.E.: The relation of pectic substances to firmness of processed sweet potatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 83, 629(1963)
8. Ahmed, E.M. and Scott, L.E.: Pectic constituents of the fleshy roots of sweet potatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 71, 376(1958)
9. Sistrunk, W.A.: Carbohydrate transformations, color and firmness of canned sweet potatoes as influenced by variety, storage, pH and treatment. *J. Food Sci.*, 36, 39(1971)
10. 이경애 : 가열에 의한 고구마 펙틴질의 변화. 서울대학교 석사학위논문 (1984)
11. 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)
12. Medcalf, D.G., Young, V. and Gilles, K.A.: Wheat starches. II. Effect of polar and nonpolar lipid fraction on pasting characteristics. *Cereal Chem.*, 45, 88(1968)
13. Lorenz, K.: Physicochemical properties of lipid-free cereal starches. *J. Food Sci.*, 41, 1357(1976)
14. Takahashi, S. and Seib, D.A.: Paste and gel properties of prime corn and wheat starches with and without native lipids. *Cereal Chem.*, 65, 474(1988)
15. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. (1984)
16. MacMaster, M.M.: Microscopic techniques for determining starch granule properties. In *Methods in Carbohydrate Chemistry*, Whister, R.L.(ed), Academic Press, New York, N.Y., Vol.4, p.233(1964)
17. 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)
18. 정동효, 이현유 : 통일벼의 도정과 품질 및 저장 개선 방안에 관한 연구. 제 2보 통일쌀 녹말의 특성. 한국식품과학회지, 8, 179(1976)
19. 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)
20. Medcalf, D.F. and Gilles, K.A.: Wheat Starches. I. Comparison of physicochemical properties. *Cereal Chem.*, 42, 558(1965)
21. 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)
22. 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)
23. Krueger, B.R., Knutson, C.A., Inglett, G.E. and Walker, C.E.: A differential scanning calorimetry study on the effect of annealing on gelatinization behavior of corn starch. *J. Food Sci.*, 52, 715(1987)
24. 김경애, 김선민 : 품종별 한국산 감자의 전분 특성 비교

- (II). 탈지한 감자 전분의 이화학적 성질. 한국조리과학회지, 5, 43(1989)
25. Madamba, L.S.P., Bustrillos, A.R. and San Pedro, E.L.: Sweet potato starch: Physicochemical properties of the whole starch. *Phillipp. Agric.*, 58, 338(1975)
26. Takeda, Y., Tokunaga, N., Takeda, C. and Hizukuri, S.: Physicochemical properties of sweet potato starches. *Starch*, 38, 345(1986)
27. 신말식, 안승요: 한국산 고구마의 이화학적 특성에 관한 연구. 한국농화학회지, 26, 137(1983)
28. 최형택, 이신영, 양 응, 오두환: 탈지 및 지방산 첨가가 쌀전분의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 20, 834(1988)
29. Rasper, V. and Coursey, D.G.: Properties starches of some of West Africa yams. *J. Sci. Food Agr.*, 18, 240 (1967)
30. Beleia, A., Varriano, M.E. and Hosney, R.C.: Characterization of starch from pearl millets. *Cereal Chem.*, 57, 300(1980)
31. Halick, J.V. and Kelly, V.J.: Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem.*, 36, 91(1959)
32. Leach, H.W., McCowen, L.D. and Schoch, T.J.: Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.*, 35, 534 (1959)

(1991년 3월 15일 접수)