

지방함량 변화에 따른 도토리전분의 이화학적 특성

안호경·길훈배*·유해의**·오두환

연세대학교 식품공학과, 풀무원 식품*, 해태제과**

초록: 도토리전분의 지방함량 변화에 따른 이화학적 성질 변화를 건조전분, 탈지전분 및 지방산재첨가전분을 제조하여 비교 검토하였다. 탈지와 지방산재첨가에 의한 전분 표면의 손상은 관찰되지 않았으며 건조전분, 탈지전분 및 지방산재첨가전분의 팽화력과 용해도는 측정 온도 범위내에서 비슷한 경향을 보이며 증가하였으나 지방산재첨가전분의 경우 두 전분에 비해 그 값이 낮았다. 호화양상의 경우 전처리 조작에 따른 호화개시온도에는 변화가 없었으나 최고점도값과 breakdown값에는 영향이 있는 것으로 관찰되었다. 전분의 유동형태는 시료전분 모두 유동거동지수값이 1보다 작고($0 < n < 1$), 항복응력값이 존재하는 의가소성을 나타내었으며 지방산재첨가에 의해 항복응력값이 다소 상승하였다. 또한 점조도지수와 항복응력값이 농도와 온도의 변화에 의존함을 보였으며 점조도지수의 농도 의존성에서는 전분농도 5%에서 두개의 서로 다른 기울기를 나타내었고 항복응력값의 농도 의존성은 시료전분 모두 비슷한 변화 경향을 보여 주었다. 활성화 에너지는 건조전분이 2.19~2.69 Kcal/g·mol, 탈지전분이 2.79~3.75 Kcal/g·mol, 지방산재첨가전분이 1.70~2.11 Kcal/g·mol이었다(1990년 11월 15일 접수, 1990년 12월 22일 수리).

도토리는 참나무속(*Genus Quercus*)의 열매로서 오래전부터 이태리, 스페인 등에서는 빵, 과자, 대용 커피 및 죽을 만들 때 사용해 왔으며, 일본에서는 떡을 만드는데 사용하였고 우리나라에서는 옛부터 도토리묵을 만드는 원료로 사용하고 있다¹⁻³⁾.

도토리 및 도토리전분에 관한 연구에는 미국산 도토리 12품종을 시료로 하여 각각의 크기, 모양, 색, 일반성분 등을 분석 비교한 Ofcarcik과 Burns⁴⁾의 연구, 호화도, 점도, X-선회절도 등 도토리전분의 이화학적 특성에 대한 Kim과 Lee⁵⁾의 연구, 도토리전분에 관한 생화학적 연구와 도토리전분의 이용에 대한 Chung 등⁶⁾의 연구들이 있다. Park과 Koo⁷⁾는 도토리전분의 탄닌성분 분석과 물리적 성질에 관한 연구에서 탄닌함량은 도토리전분의 호화개시온도에는 영향을 미치지 않았으나 최고점도와 냉각점도에는 영향을 미친다고 보고하였다.

이와같이 탄닌성분과 관련된 도토리전분의 이화학적 성질 및 특성에 관해서는 많은 연구¹⁻⁶⁾가 보고되고 있으나, 도토리전분에 대한 지방함량이나 성분이 미치는 영향에 대한 연구는 없는 실정이다. 그러나 Choi 등⁷⁾의 쌀전분에 대한 보고에서 볼 수 있듯이 곡

류 및 근류 전분내에 함유되어 있는 지방함량이나 성분은 전분의 물리화학적 성질 및 리올리시 특성에 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다.

따라서 본 연구에서는 도토리성분중 지방의 함량 변화 및 지방산 첨가에 따른 도토리전분의 이화학적 성질과 유동특성 등의 변화를 관찰하여 도토리전분에 대한 지질 영향성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 도토리는 1989년에 생산된 것을 구입하여 사용하였으며 탈지처리를 위해 사용한 용매와 시약은 시판 특급을 사용하였다.

건조전분 제조

원료를 탈피기로 2~3쪽으로 파쇄하고 송풍기를 사용하여 겉질을 제거한 뒤 4배량의 물을 가해 4°C에서 24시간 방치하였다. 그 후 침지용수를 overflow시켜서 부유물을 제거하고 그라인더식 수평마쇄기로 파쇄한 후 마쇄액을 여과기에 넣어 용수를 연속적으로

로 공급하면서 전분유를 용출하고 이때 얻어진 전분유를 원심분리하여 침전물을 얻었다. 이 침전물에 2배량의 증류수를 가해 24시간 침지한 후 상등액을 제거하는 조작을 2회 반복한 다음 상온(18°C)에서 통풍건조하고 100mesh 체로 사별하여 건조전분(DS, dry starch)으로 하였다^{2,7)}.

탈지전분 제조

건조전분 100g당 petroleum ether, 400ml를 가해 reflux(60°C, 48시간)하여 여과하고 침전물을 200ml의 petroleum ether로 세척하였다. 그 후 이를 60°C vacuum dry oven에서 1시간 건조하고 100mesh 체로 사별하여 탈지전분(DFS, defatted starch)으로 하였다⁷⁾.

지방산재침가전분 제조

Oleic acid 2.0g을 소량의 methyl alcohol에 녹여 1N NaOH로 검화하고 이를 탈지전분 현탁액(200g 탈지전분/600ml 증류수)에 가한 다음 60°C에서 3시간 동안 교반시켰다. 그 후 원심분리하여 전분을 분리하고 200ml의 증류수로 두차례 세척하여 세척액을 제거한 다음 증류수 200ml에 현탁하고 2N H₂SO₄를 사용하여 pH를 4.5로 조절하였으며 그 후 다시 증류수로 세척하고 원심분리하였다. 얻어진 침전물을 400ml petroleum ether에 재현탁하여 여과하고 소량의 ethyl ether로 세척하여 전분표면의 지방을 제거하였으며 실온에서 통풍건조하고 100mesh체로 사별하여 지방산재침가전분(RIS, reincorporated starch)으로 하였다⁸⁾.

표면구조의 관찰

전분립의 표면구조는 주사형 전자현미경(Philips model SEM 501)을 사용하여 관찰하였다.

팽화력 및 용해도 측정

팽화력 및 용해도는 Schoch⁹⁾의 방법을 수정하여 다음과 같이 측정하였다. 시료전분 약 0.5mg을 50ml 원심분리관에 취하고 여기에 증류수 30ml를 가하여 잘 분산시켰다. 이를 shaking water bath에서 일정한 온도로 30분간 진탕 후 1,000×g에서 20분간 원심분리하였다.

원심분리를 통해 침전된 전분의 무게(B) 및 상등액을 증기욕조에서 농축한 후 105°C에서 건조시켜 얻은 전분시료의 무게(A)를 측정하고 다음 식에 의하여 용해도 및 팽화력을 계산하였다.

$$\text{용해도(\%)} = \frac{A \times 100}{\text{시료무게(건물기준)}}$$

$$\text{팽화력} = \frac{B \times 100}{\text{시료무게}(100 - \text{용해도})}$$

호화액의 제조 및 호화양상의 측정

시료전분에 증류수를 가하여 3, 4, 5, 6 및 7% 현탁액을 만들고 잘 혼합한 다음 항온수조에서 일정한 속도로 교반하면서 액의 온도가 95°C에 달한 때부터 20분간 가열호화시켰다. 이 호화액을 냉각수에서 60°C로 냉각하고 측정하고자 하는 온도로 냉각시켜 측정 시료액으로 하였다.

도토리전분의 호화양상은 Brabender Visco-Amylograph를 사용하여 다음과 같이 조사하였다.

6% 전분현탁액을 제조하여 amylograph bowl에 넣은 다음 50°C로 부터 95°C까지 1.5°C/min의 일정한 속도로 가열하고 10분간 유지시킨 후 가열할 때와 같은 속도로 50°C까지 냉각하면서 점도를 측정하였다. 이와 같이 하여 얻어진 amylogram으로 부터 호화개시온도, 최고점도 η_{max} , 95°C을 10분간 유지했을 때 점도변화값 $\Delta\eta_{95C}$ 전분호화액의 노화특성을 나타내는 setback $\Delta\eta_{50C}$ 최고점도 도달 후 점도값의 감소인 breakdown 및 최고점도온도 등의 특성값을 구하였다⁷⁾.

시료의 점도 측정

전분시료액의 점도는 MV sensor system(Haake, Inc., Saddle Brook, NJ)이 부착된 Haake viscometer(model RV 12)를 사용하여 측정하였다. 모든 MV cup내의 시료(70ml)는 점도계에 연결한 후 5분간 열평형시켜 30°C에서 측정하였으며 전단속도에 따른 torque값은 x-y-t기록계(model 7015B, Hewlette Packard)로써 기록하였다.

전단응력(shear stress)과 전단속도(shear rate)는 실험으로부터 구한 회전속도에 따른 토오크로부터 각각 다음 관계식에 의하여 구하였다.

$$\tau = A \times S \tag{1}$$

$$\dot{\gamma} = M \times D \tag{2}$$

여기서 S는 토오크 눈금값, A는 shear stress factor (A=5.44), M은 shear rate factor(M=0.44), D는 회전

속도(sec⁻¹)이다.

유동특성값의 산출

Yield torque가 모든 전단속도에서 중요한 부분을 차지하므로 yield stress를 포함한 Herschel-Bulkley model¹⁰⁾을 적용하여 유동특성값을 구하였다.

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n + \tau_y \tag{3}$$

여기서 τ 는 전단응력(Pa), τ_y 는 항복응력(Pa), $\dot{\gamma}$ 는 전단속도(sec⁻¹), n은 유동거동지수, K는 유체의 점조도지수(Pa · sec⁻ⁿ)이다. 양변에 대수를 취하여 다음의 (4)식을 얻었다.

$$\log(\tau - \tau_y) = \log K + n \cdot \log \dot{\gamma} \tag{4}$$

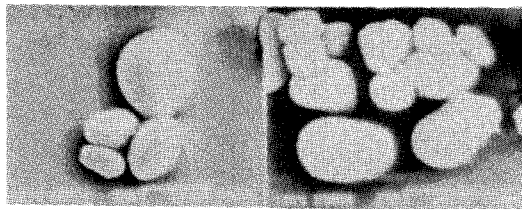
(4)식으로 부터 n값은 $\log(\tau - \tau_y)$ 와 $\log \dot{\gamma}$ 관계의 기울기로서, K값은 $\log \dot{\gamma} = 0$ 일 때의 절편값으로부터 각각 구하였으며, τ_y 값은 다음의 Casson식¹¹⁾에 의하여 구하였다.

$$\sqrt{\tau} = \sqrt{\tau_y} + K_c \cdot \sqrt{\dot{\gamma}} \tag{5}$$

결과 및 고찰

전분시료의 표면구조

각 시료전분의 표면구조를 주사형 전자현미경으로 관찰한 결과 전분입자의 크기는 건조, 탈지(Fig. 1) 및 지방산 재첨가 과정에 상관없이 5~10 μ m이었으며 전처리과정에 의한 전분립의 손상은 관찰되지 않았다.



A : Dry acorn starch B : Defatted acorn starch

Fig. 1. Scanning electron micrographs of acorn starch(× 3,000)

팽화력 및 용해도

시료전분의 팽화력을 측정한 결과, 건조전분과 탈지전분은 60℃이후에 팽화력이 급격히 증가하였으나, 지방산재첨가전분의 경우 팽화력의 증가 정도가 두

전분과 비교해 낮음을 알 수 있었다(Fig. 2). 또한 시료전분 모두 60℃에서 팽화력의 증가 정도가 달라지는 2단 거동현상을 보였으며 이와 같은 현상은 전분 입자내에 서로 다른 온도에서 완화가 되는 2종의 내부결합이 존재하기 때문이라 생각되며 이는 일부 곡

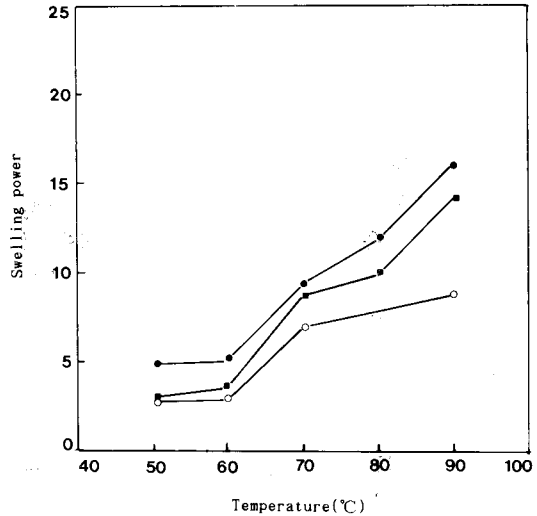


Fig. 2. Swelling power of acorn starch.

- : Dry acorn starch,
- : Defatted acorn starch,
- : 2% oleic acid-reincorporated acorn starch.

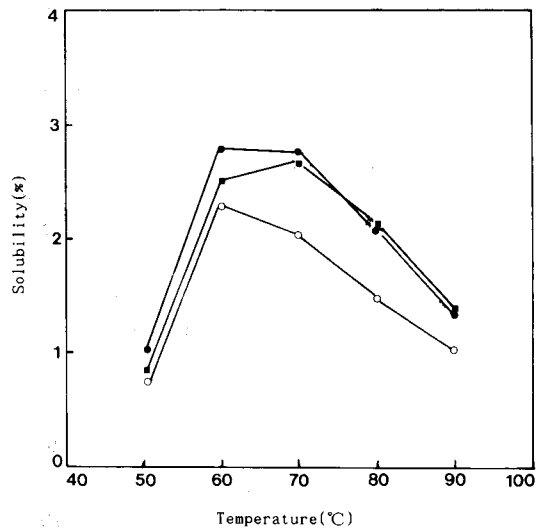


Fig. 3. Solubility of acorn starch.

- : Dry acorn starch,
- : Defatted acorn starch,
- : 2% oleic acid-reincorporated acorn starch.

류전분에서도 보고되고 있는 현상이다¹²⁾. 용해도(Fig. 3)의 경우도 평화력과 마찬가지로 2단 거동의 양상을 나타내었으며 건조전분과 탈지전분의 용해도가 지방산재첨가전분에 비해 높게 나타났다. 이러한 현상은 지방산이 아밀로오스와 복합체를 형성하여 아밀로오스의 용출을 억제하기 때문으로 생각되었다^{7, 13)}.

호화양상

시료전분의 amylogram에 의한 각각의 특성값을 Table 1에 나타내었다. 호화개시온도는 건조전분 72°C, 탈지전분 71°C, 지방산재첨가전분이 68°C로 관찰되어 탈지 조작은 도토리전분의 호화개시온도에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 또한 최고점도값에서는 건조전분이 340B.U.이며 탈지전분의 경우 그 값이 조금 낮아져 280B.U.로 나타나 탈지처리에 의해 최고점도값은 영향을 받는 것으로 관찰되었으며, 쌀가루의 amylogram에서 탈지후에도 최고점도값을 나타낸다는 Kim등¹⁴⁾의 결과와 일치하였다. 탈지처리에 따른 breakdown값은 건조전분 50B.U., 탈지전분 35B.U.로 탈지전분에서 다소 감소하였으며 지방산재첨가전분에서는 breakdown값이 증가하여 70B.U.로 나타났다. 따라서 탈지전분은 Choi등⁷⁾의 보고에서와 같이 건조전분에 비해 열 또는 전단력에 강함을 알 수 있었다.

전분호화액의 유동거동 특성

건조, 탈지 및 지방산재첨가전분 호화액(3%~

7%)의 0~128sec⁻¹의 전단속도에 따른 전단응력의 변화를 30°C에서 측정한 결과 Fig. 4와 같았다.

측정시료 모두 전단속도에 따른 전단응력의 변화가 비직선적으로 증가하였으며 항복응력값을 가지고 있는 pseudoplastic의 특징을 보여주었고 전단응력의 변화 경향은 시료전분의 농도가 증가함에 따라 증가

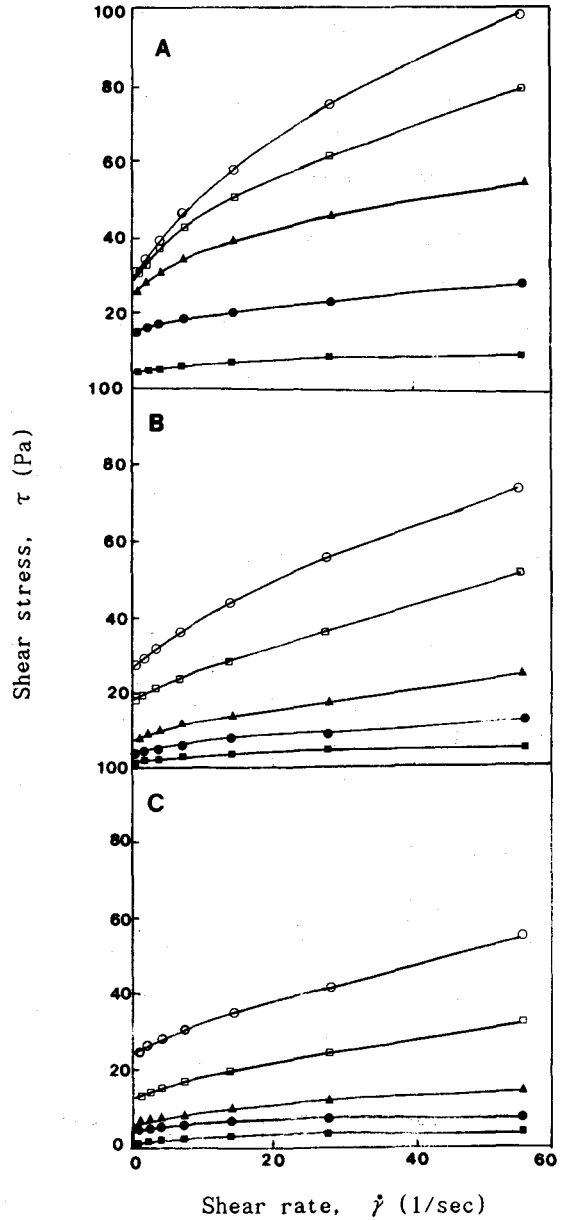


Fig. 4. Flow curves for acorn starch pastes at 30°C.

- A : Reincorporated acorn starch,
- B : Defatted acorn starch,
- C : Dry acorn starch.

Table 1. Amylogram parameters of acorn starch

Parameters	DS	DFS	RIS
Pasting temperature(°C)	72	71	68
Peak viscosity(B.U.)	340	280	380
Temperature(°C) at maximum viscosity	94.5	93	94
Viscosity at 95°C(B.U.)	320	250	370
Viscosity after 10min at 95°C(B.U.)	300	245	310
Breakdown(B.U.)	50	35	70
Viscosity at 50°C(B.U.)	570	480	700
Setback(B.U.)	270	235	290

DS : Dry acorn starch, DFS : Defatted acorn starch,
 RIS : 2% oleic acid-reincorporated acorn starch.

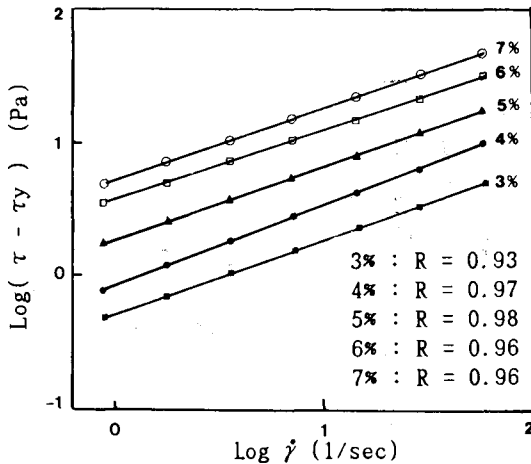


Fig. 5. $\text{Log}(\tau - \tau_y)$ vs $\text{log } \dot{\gamma}$ of defatted acorn starch pastes

하였으며 지방산재첨가전분에 변화 정도가 다소 크게 나타났다.

모든 시료의 항복응력값(τ_y)을 Casson 식을 이용하여 구한 후 각 시료의 전단응력값에 항복응력값을 뺀 차이값에 대한 전단속도의 관계를 Fig. 5와 같이 양대수좌표가 도시하였다. 그 결과 시료전분 모두가

직선관계를 나타내었으므로 시료전분의 리올로지적 거동은 Herschel-Bulkley 식에 잘 적용됨을 알 수 있었다. 양대수좌표에 도시한 직선의 기울기와 절편값으로 부터 리올로지 특성값인 유동거동지수(n) 및 점조도지수(K)값을 구하였으며 이를 항복응력값(τ_y)과 함께 Table 2에 나타내었다. Table 2에서 보는 바와 같이 측정 범위내 모든 시료의 유동거동지수값(n)은 1보다 작았으며($0 < n < 1$), 측정온도와 농도변화에 따라 뚜렷한 변화를 보이지 않았고 건조전분이 0.43~0.73, 탈지전분이 0.55~0.74, 지방산재첨가전분은 0.55~0.85로 나타내었으며 항복응력값이 0보다 크게 나타나 항복치가 있는 의가소성(pseudoplastic)의 성질을 가지고 있는 것을 알 수 있었다. 유체의 점조도지수(K)와 항복응력값(τ_y)은 모든 시료에서 농도와 온도에 변화가 의존함을 보여 농도가 증가함에 따라 증가하고 온도가 상승함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 탈지전분과 지방산재첨가전분의 K 와 τ_y 값은 건조전분과 비교해 대응하는 온도와 농도에서 큰 값을 가져 탈지 및 지방산 재첨가 조작에 의해 도토리전분 호화액의 유동특성에 변화가 생김을 알 수 있다.

Table 2. Rheological parameters of gelatinized acorn starch

Temp.	Conc.	DS			DFS			RIS		
		K ($\text{Pa} \cdot \text{s}^{-n}$)	n	τ_y (Pa)	K ($\text{Pa} \cdot \text{s}^{-n}$)	n	τ_y (Pa)	K ($\text{Pa} \cdot \text{s}^{-n}$)	n	τ_y (Pa)
30°C	3%	0.22	0.67	0.24	0.51	0.58	1.08	0.42	0.66	0.71
	4%	0.37	0.63	3.38	0.84	0.62	3.64	0.91	0.57	2.50
	5%	0.94	0.64	4.42	1.79	0.57	6.89	1.92	0.63	5.81
	6%	1.98	0.58	10.68	3.46	0.54	15.65	3.03	0.61	15.20
	7%	3.41	0.52	20.99	5.80	0.55	22.53	5.51	0.62	25.05
50°C	3%	0.18	0.60	0.38	0.33	0.57	0.60	0.33	0.57	0.83
	5%	0.89	0.61	3.10	1.21	0.59	5.29	1.21	0.56	4.47
	7%	2.92	0.58	11.53	3.40	0.62	13.95	4.18	0.57	14.75
60°C	3%	0.17	0.73	0.28	0.20	0.67	0.28	0.21	0.76	0.59
	5%	0.77	0.52	4.82	1.20	0.61	4.34	0.89	0.59	3.42
	7%	2.77	0.55	10.52	3.74	0.58	12.88	2.30	0.63	12.47
80°C	3%	0.08	0.55	0.36	0.18	0.74	0.38	0.15	0.85	0.42
	5%	0.70	0.51	4.36	0.82	0.66	4.72	0.63	0.55	3.17
	7%	2.29	0.43	12.01	2.27	0.66	10.30	1.90	0.67	9.43

DS : Dry acorn starch and DFS : Defatted acorn starch, RIS : 2% oleic acid-reincorporated acorn starch.

점조도지수 및 항복응력의 농도 의존성

점조도지수 K값의 농도 의존성을 검토하기 위하여 탈지전분의 점조도지수의 대수값을 농도에 대하여 표시한 결과 Fig. 6과 같았다. LnK값의 농도 의존성

은 건조전분과 지방산재첨가전분 모두 Fig. 6에 도시한 탈지전분의 경우와 같이 전분농도 5%에서 기울기가 서로 달라지는 두개의 직선관계를 보여 주었으며 점조도지수 K값과 농도의 관계는 다음과 같은 지

수함수식으로 나타낼 수 있었다¹⁵⁾.

$$K = K_c \cdot \exp^{(B \cdot C)} \quad (6)$$

여기서 K_c 는 무한 희석용액에서 점조도지수($\text{Pa} \cdot \text{sec}^{-n}$), B 는 농도 의존성 정도를 나타내는 상수, C 는 농도(%)이며, 각각의 K_c 값과 B 값은 Table 3에 나타내었다. 이와 같이 직선의 기울기가 달라지는 현상은 다른 전분에서도 나타나는 것으로서 쌀전분은 7~8%^{14, 16)}, 옥수수전분은 6~7%¹⁷⁾, 쌀보리전분은 5%¹⁸⁾, 밤전분은 1.6%²⁰⁾ 농도 부근에서 기울기값이 달라진다고 보고된 바 있다. Lee등¹²⁾은 전분호화액의 구조적 특성이 달라지기 때문에 기울기가 달라지는 것으로 보고하였으며 Choi등⁷⁾은 기울기가 달라지는 농도가 micelle의 형성, gel의 형성 및 packing density와 밀접한 관련을 갖는 것으로 보고하였다. 따라서 도토리전분도 5% 농도 부분에서 전분의 gel형성능등 구조적 성질이 변하는 것으로 생각되었다.

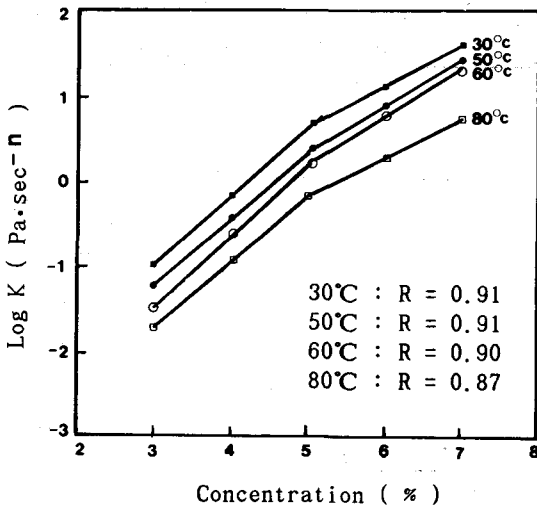


Fig. 6. Concentration dependency on consistency index of defatted acorn starch pastes

5% 농도 이하에서 시료전분의 K_c 와 B 값을 비교해 보면 K_c 값은 측정온도 범위내에서 탈지전분과 지방산재첨가전분이 건조전분보다 다소 큰 값을 가져 이들 전분이 건조전분보다 농도 의존성이 높음을 알 수 있었다. 또한 B 값은 탈지 및 지방산 재첨가 조작에 관계없이 시료전분 모두 0.581~0.712의 값을 나타내었다.

농도에 따른 항복응력값의 변화를 살펴본 결과 Fig. 7과 같았다. 모든 시료는 농도의 증가에 따라

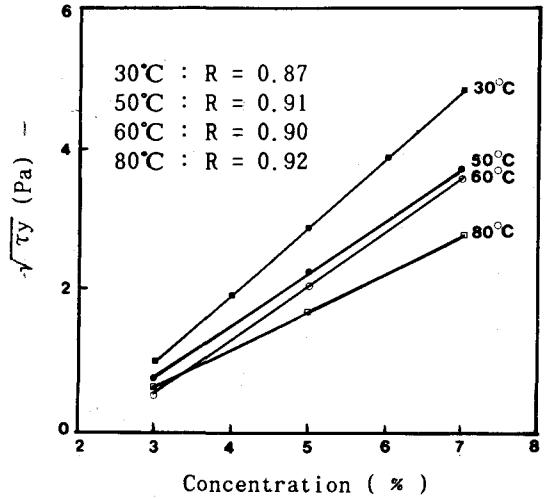


Fig. 7. Concentration dependency on $\sqrt{\tau_y}$ of defatted acorn starch pastes

$\sqrt{\tau_y}$ 값이 직선적으로 증가하였으며 Evans와 Haisman¹⁹⁾이 제안한 (7)식에 잘 적용됨을 알 수 있었다.

$$\sqrt{\tau_y} = K_y \cdot (C - C_0) \quad (7)$$

여기서 C_0 는 전분호화액이 항복응력을 보이기 시작하는 농도, K_y 는 항복응력의 농도 의존성을 나타내는 상수이다. (7)식을 적용하여 Fig. 7로 부터 기울기 K_y 와 $\sqrt{\tau_y}=0$ 에서의 C 값인 C_0 를 최소선형차승법으로 구하였으며 그 결과를 Table 3에 나타내었다. K_y 값은 시료 모두 온도증가에 따라 감소하였으나 건조전분과 비교하여 탈지전분과 지방산재첨가전분의 K_y 값이 대응하는 온도에서 비슷한 값을 보여 항복응력의 농도 의존성 경향은 시료전분 모두 비슷함을 알 수 있었다.

점조도지수의 온도 의존성

점조도지수의 온도 의존성을 알아보기 위하여 여러 전분농도에서 측정온도에 따른 점조도지수의 변화를 검토하였다. 그 결과 $\log K$ 와 $1/T$ 의 관계는 직선 관계를 보였으며 다음의 Arrhenius 식으로 설명할 수 있었다.

$$K = A_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (8)$$

Table 3. K_c , B values and K_y , C_0 values of gelatinized acorn starch

Sample	Temp	K_c ($\text{Pa} \cdot \text{s}^{-n}$)	B	K_y ($\text{Pa} \cdot \text{s}^{-n}$)	C_0 (g/100ml)
Dry acorn starch	30°C	0.026	0.712	0.97	2.47
	50°C	0.024	0.694	0.70	2.23
	60°C	0.022	0.697	0.67	2.09
	80°C	0.023	0.680	0.70	2.00
Defatted acorn starch	30°C	0.074	0.630	0.97	2.03
	50°C	0.058	0.581	0.75	1.98
	60°C	0.046	0.631	0.96	1.85
	80°C	0.030	0.637	0.65	1.91
2% oleic acid- reincorporated acorn starch	30°C	0.064	0.663	0.91	2.36
	50°C	0.050	0.634	0.72	1.63
	60°C	0.046	0.596	0.65	1.39
	80°C	0.039	0.653	0.59	0.72

여기서 A_0 는 빈도인자($\text{Pa} \cdot \text{sec}^{-n}$), E_a 는 활성화 에너지($\text{Kcal/g} \cdot \text{mol}$)로서, 각각의 값은 직선의 절편 및 기울기로부터 구하였으며 이를 Table 4에 나타내었다. 활성화 에너지값은 농도가 증가할수록 시료전분 모두에서 조금씩 증가하여 건조전분이 2.19~2.69Kcal/g·mol, 탈지전분에서 2.79~3.75Kcal/g·mol, 지방산 재첨가전분에서는 1.70~2.11Kcal/g·mol로서 건조전분의 활성화 에너지값보다 탈지전분의 활성화 에너지값이 다소 크게 나타났다.

이는 탈지전분의 온도 의존성이 건조전분에 비해 더 크다는 것을 나타내며 지방산 재첨가에 의해 이러한 경향이 바뀌어짐을 알 수 있었으며, 건조전분의 팽윤력이 탈지전분보다 낮게 나타나고 지방산 재첨가에 의해 팽윤력이 다소 감소한 실험결과와 일치하는 것이었다.

또한 도토리전분의 활성화 에너지값(1.70~3.75

Kcal/g·mol)은 쌀전분(5.93Kcal/g·mol) 및 보리전분(6.1Kcal/g·mol)의 3% 농도에서의 활성화 에너지값⁷⁾에 비해서는 낮음을 알 수 있었다.

Table 4. E_a and A_0 value for gelatinized acorn starch

Sample	Conc.	E_a (Kcal/g·mol)	A_0 ($\text{Pa} \cdot \text{sec}^{-n}$)
Dry acorn starch	3%	2.19	1.04×10^{-2}
	5%	2.48	2.02×10^{-2}
	7%	2.69	3.93×10^{-2}
Defatted acorn starch	3%	2.79	0.25×10^{-2}
	5%	3.17	0.92×10^{-2}
	7%	3.75	1.13×10^{-2}
2% oleic acid- reincorporated acorn starch	3%	1.70	2.30×10^{-2}
	5%	1.81	1.20×10^{-2}
	7%	2.11	0.93×10^{-2}

참 고 문 헌

- Kim, J. O. and Lee, M. J. : Korean J. Food Sci. Technol., 8 : 230(1976)
- Park, J. Y. and Koo, S. J. : Korean J. Nutr., 17 : 41 (1984)
- Kim, C. S. and Shin, E. T. : Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng., 3 : 17(1975)
- Ofcareik, R. P. and Burns, E. E. : J. Food Sci., 36 : 576(1971)
- Chung, D. H., Yu, T. J. and Choi, B. K. : Korean Agri. Chem. Society, 18 : 108(1975)
- Chae, S. K. and Yu, T. J. : Korean J. Food Sci. Technol., 5 : 258(1973)

7. Choi, H. T., Lee, S. Y., Yang, R. and Oh, D. H. : Korean J. Food Sci. Technol., 20 : 834(1988)
8. Sathe, S. K., Iyer, V. and Salunkhe, D. K. : J. Food Sci., 46 : 1914(1981)
9. Schoch, T. J. : J. Am. Chem. Soc., 64 : 2954(1942)
10. Charm, S. E. : "Fundamentals of food engineering", AVI, Westport Connecticut(1963)
11. Casson, N. : "In rheology of disperse system", Ed. C. C. Mill, Pergamon Press, London, pp.84~104(1959)
12. Lee, S. Y., Pyun, Y. R., Cho, H. Y., Yu, J. H. and Lee, S. K. : Korean J. Food Sci. Technol., 16 : 29 (1984)
13. Goshima, G., Abe, M., Sato, N., Ohashi, K. and Tsume, H. : Stärke, 37 : 10(1985)
14. Kim, S. M., Kim, K. O. and Kim, S. K. : Korean J. Food Sci. Technol., 18 : 393(1986)
15. Rao, M. A. : J. Texture Studies, 8 : 135(1977)
16. Lorenz, K. : J. Food Sci., 41 : 1357(1976)
17. Zobel, H. F. : "In method in carbohydrate chemistry", Whistler, R. L.(ed.), Academic Press, New York, Vol. 48, p. 109(1964)
18. Park, Y. K., Lho, I. H., Kim, K., Kim, S. K. and Lee, S. Y. : Korean J. Food Sci. Technol., 18 : 278(1976)
19. Evans, L. A. and Haisman, D. R. : J. Texture Studies, 10 : 347(1979)
20. Park, Y. H., Kim, S. K., Lee, S. Y. and Kim, J. B. : Korean J. Food Sci. Technol., 16 : 314(1984)

Effect of lipid contents on the physicochemical characteristics of acorn starch

Ho-Kyoung Ahn, Hun-Bae Kil*, Hae-Euy Yoo** and Doo-Hwan Oh(Department of Food Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749, *Pulmuwon Food Co., Ltd., Seoul, **Haitai Confectionery Co., Ltd., Seoul)

Abstract : The physical and chemical properties of dry acorn starch(DS), defatted acorn starch (DFS) and reincorporated acorn starch(RIS) were investigated. Swelling power and solubility of all starch sample, were exhibited two stage behavior. It had a little change on the pasting temperature of DS and DFS but the peak viscosity and breakdown value of DFS was somewhat higher than those of DS and RIS. Flow behavior of gelatinized starch pastes showed a pseudoplastic behavior and flow behavior index was lower than unit. The consistency coefficient showed concentration and temperature dependency. The activation energies of DS, DFS and RIS were from 1.70Kcal/g · mol to 3.75Kcal/g · mol.