

찰쌀의 장기 수침 및 효소처리가 유과의 특성에 미치는 영향 - 제 2 보: 효소처리시킨 찰쌀가루의 이화학적 특성 연구 -

손경희 · 박 진
연세대학교 식품영양학과

Effect of Long-Term Steeping and Enzyme Treatment of Glutinous Rice on Yukwa Characteristics

- II. Physicochemical Characteristics of Enzyme-treated Glutinous Rice Flour -

Kyung-Hee Sohn and Jin Park

Department Food and Nutrition, Yonsei University

Abstract

Enzyme-treated glutinous rice flour, which was developed to shorten or skip a steeping process during the preparation of Yukwa, was analyzed for its physicochemical characteristics and compared with glutinous rice flour made by 28-day-steeping method. Total sugar content of the 28-day-steeped flour was the highest among all groups, on the other hand, the reducing sugar content was higher in enzyme-treated glutinous rice flour. The viscosity of enzyme-treated flours was significantly lower than that of the 28-day-steeped and particularly showed the lowest value at 65°C. The contents of Ca²⁺ and Mg²⁺ in enzyme-treated glutinous rice flours were higher than those of the 28-day-steeped group, however, the content of P⁺ was lower. Free sugar detected in glutinous rice flour prepared from 28-day-steeping method was glucose only, but enzyme-treated flours contained maltose and glucose, and the content of total free sugar was much higher than that of the 28-day-steeped group. In microscopic structure, both 28-day-steeped and enzyme-treated flours showed the particle size decreased and porous surface on some part of the flour granule.

Key words: steeping, enzyme, glutinous rice, starch hydrolysis, Yukwa

I. 서 론

유과는 찰쌀을 주원료로 하여 제조되는 우리 전통 과자류의 일종으로 독특한 질감 특성과 맛으로 인해 오늘날까지 계속적으로 사용되어 오고 있으나 만드는 방법이 복잡하고 제조 기간이 오래 걸려 대중화하는데 많은 제약을 지니고 있는 전통음식 중의 하나이다. 지금까지 유과에 대한 연구로는 명칭의 통일화¹⁾, 제조법의 표준화 및 첨가물에 대한 최적 조건의 확립 등^{2,3)}이 주종을 이루었으나 최근들어 몇몇 연구자들에 의해 미미하나마 유과의 제조단계를 단축시키려는 방안들이 시도되고 있다. 전⁴⁾은 유과 제조시 미생물 접종을 통해 수침기간을 단축하고자 하였고 박 등⁵⁾은 초미세분쇄기법을 도입하여 찰쌀 전분의 변성을 피함으로써 수침과정을 생략할 수 있는 방안을 보고한 바 있다. 이에 본 연구에서도 유과의 제조과정 단축화 방안의 일환으로, 전보⁶⁾에서 수침기간동안 일어나는 찰쌀

성분의 변화를 효소처리를 통해 단시간에 일으킴으로써 수침공정을 단축시킬 수 있는 효소처리 찰쌀가루를 개발하여 장기간 수침시켜 제조한 유과와의 품질 특성을 비교, 분석하였고 이에 대한 후속 연구로 효소처리시킨 찰쌀가루와 장기간 수침시킨 찰쌀가루간의 이화학적 특성을 비교, 검토함으로써 효소처리시킨 찰쌀가루의 최적 조건을 확립하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 찰쌀은 경기도 이천에서 수확한 1993년산 추정논찰을 사용하였고 부재료로는 청주(백화 주식회사), 콩(광고품종), 및 콩기름(신동방 주식회사)을 사용하였다. 효소는 α -amylase와 glucoamylase (Sigma co, U.S.A.)를 구입하여 사용하였는데 α -

amylase는 *Bacillus* sp.에서, glucoamylase는 *Rhizopus mold*에서 추출한 것으로, 각각의 활성은 20.8 units/mg protein, 320 units/mg protein이다.

2. 효소처리 시킨 찹쌀가루의 제조방법

본 실험에서 제조된 효소 처리 찹쌀가루는 이 등²⁾의 방법을 수정하여 여러 차례의 예비실험을 통하여 우수한 품질의 유과를 만들 수 있는 조건을 결정하였다. 찹쌀가루 340 g에 증류수 800 ml를 넣은 후 0.02% α-amylase와 glucoamylase를 각각 0.05 M phosphate buffer(pH 6.9)와 0.05 M acetate buffer(pH 4.3)에 희석시켜 동시에 첨가한 후, 0.1 N NaOH로 pH 6.5로 맞추어 35°C에서 1시간 반응시키고 다시 0.1 N HCl로 pH 3.5로 조절하여 1시간 반응시킨 후, 100°C에서 2분간 가열하여 효소를 실행시켰다. 이 가수분해액을 4,500 rpm에서 15분간 원심분리한 후 증류수로 세척하고 실온에서 건조시켜 50 mesh체로 내린 후 냉동하여 사용하였다. 위와 같은 방법으로 pH조건을 달리하여 4가지 효소처리 찹쌀시료(S1: pH 6.5→pH 3.5, S2: pH 7.5→pH 4.5, S3: pH 6.5→pH 4.5, S4: pH 7.5→pH 3.5)를 제조하였다. 또한 온도를 달리한 찹쌀가루 제조를 위해 pH의 조건을 pH 6.5→pH 3.5로 고정시키고 45°C(S5), 55°C(S6), 65°C(S7)로 온도 변화를 주어 제조하였다. 각 시료에 대한 대조군으로는 찹쌀을 28일간(온도 18°C) 수침시켜 찹쌀가루를 제조하여 이들간의 이화학적 특성을 비교 평가하였다.

3. 찹쌀가루의 이화학적 특성분석

(1) 총당 및 환원당 측정

총당 측정은 Phenol-Sulfuric acid법으로 측정하였고 환원당은 Somogyi-Nelson법에 의해 정량하였다. 이때 표준용액은 glucose 용액을 사용하였다.

(2) 점도 측정

처리를 달리하여 제조한 찹쌀 시료의 점도양상을 알아보고자 4% 시료용액을 만들어 95°C에서 10분간 호화시킨 후, 호화액을 40°C로 냉각시키고 Brookfield Viscometer(Model DV-II*)를 사용하여 Spindle 1번, 회

Table 1. Operation Condition of HPLC for Analysis of Free Sugar in Glutinous Rice Flour

Mobile phase	: Milli-Q-water
Column	: Sugar-Pack Column (6.5×300 mm waters, U.S.A.)
Flow rate	: 0.6 ml/min
Detector	: RI(×4)(Waters410, U.S.A.)
HPLC system	: 600E(Waters, U.S.A.)

전속도 100 rpm에서 측정한 후 centipose(cp) 단위로 표시하였다.

(3) 무기이온의 정량

① 칼슘, 마그네슘, 나트륨의 정량

각 처리시료 5 g을 정확히 칭량한 후 전처리 과정을 거쳐 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na)의 시료용액을 제조하여 원자흡광분광광도계(Automatic Absorption Spectrophotometer: Buch Scientific 200-A)로 정량하였다.

② 인의 정량

인은 Molybden blue colorimetric method를 사용하여 측정하였다. 시료용액을 제조하여 650 nm에서 흡광도를 측정한 후 표준용액(1 mg=0.2 mg P)으로 검량선을 그리고 다음과 같이 계산하였다.

$$P(\text{mg } \%) = K \times 100/w \times 1/a \times 100$$

K: 시료의 P 함량(검량선에서 찾음)

S: 회화에 사용한 시료의 중량

a: 시료 용액의 채취량

(4) 미세구조 관찰

효소처리 시켜 제조한 찹쌀가루와 2시간, 28일간 수침시켜 제조한 찹쌀가루의 미세구조를 비교, 관찰하

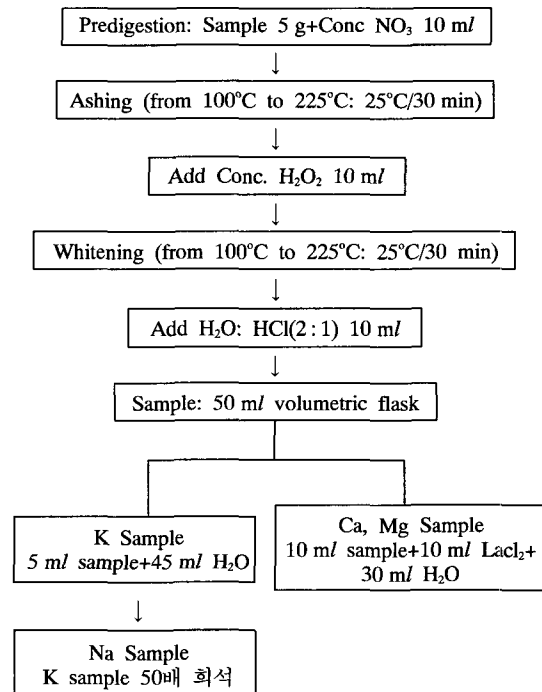


Fig. 1. Flow Diagram of Preparation Procedure for Analysis of Mineral Compounds.

기 위해 이들 시료를 105°C에서 완전 건조시킨 후, 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscope, S-2700, Hitachi)으로 5,000배 확대하여 가루의 입자형태를 촬영하여 관찰하였다.

(5) 유리당 분석

각 처리시료의 유리당 분석은 HPLC(Model 745, Waters, U.S.A.)를 사용하여 분석하였다. 유리당 분석 시료의 전처리에는 찹쌀가루 시료 10 g을 80% ethanol을 사용하여 추출하였고 8,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후, 상정액을 0.2 µl membrane filter로 여과, 농축하여 25 µl를 injection 하였다. 유리당 정량용 표준물질은 Sigma사의 glucose, fructose, sucrose, maltose를 사용하였으며 분석조건은 Table 1과 같다.

5. 통계처리

SAS package를 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며 one way ANOVA로 유의성 검증을 하였고 유의성이 인정되면 Duncan's multiple range test를 하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총당 및 환원당 함량

효소처리시켜 제조한 찹쌀가루와 28일간 수침시켜 제조한 찹쌀가루간의 총당 및 환원당 함량을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 총당 함량은 28일간 수침시켜 제조한 찹쌀가루가 170.3 mg(건물 1 g당)으로 가장 높았고 효소처리군에서는 대부분 28일간 수침시킨 것보다 낮은 수치를 보였다. 또한 환원당의 경우 28일간 수침시킨 것이 효소처리군에 비해 낮게 나타났고 전보⁸⁾에서 가장 우수한 유과를 제조할 수 있었던 pH 6.5→pH 3.5 처리군에서도 28일간 수침시킨 것에 비

Table 2. Sugar content of enzyme-treated Glutinous Rice Flour (Unit: mg/g dry matter)

Sample	Treatment	Total sugar	Reducing sugar
Control	28 days steeping	170.3 ^a	67.2 ^c
S1	pH 6.5→pH 3.5	155.4 ^c	89.7 ^c
S2	pH 7.5→pH 4.5	139.4 ^d	90.2 ^c
S3	pH 6.5→pH 4.5	130.6 ^b	98.8 ^a
S4	pH 7.5→pH 3.5	167.1 ^b	70.2 ^c
S5	45°C	152.4 ^d	75.3 ^d
S6	55°C	141.2 ^e	74.2 ^d
S7	65°C	133.6 ^e	94.1 ^b

^{a-h}Means with different letters in a same column are significantly different (p<0.05).

해 총당 함량은 낮고 환원당은 높게 나타나 이들 결과로 미루어 효소처리시킨 찹쌀가루에서 전분 분해가 더 많이 진행되었음을 알 수 있었다.

2. 점도측정

참쌀시료간의 점도를 비교한 결과는 Table 3에 나타내었다. 점도는 효소처리시킨 찹쌀가루가 28일간 수침시켜 제조한 찹쌀가루에 비해 유의적으로 낮았으며, 특히 65°C에서 제조한 찹쌀가루의 점도가 가장 낮게 나타났다. 이러한 점도의 감소는 효소처리로 인해 찹쌀 전분의 분해가 촉진됨에 따라 유리형태의 당류가 증가하고 전분의 저분자화 진행되었기 때문으로 여겨진다. 임 등¹⁰⁾은 찹쌀의 침지시간에 따른 amylogram을 측정된 결과 침지시간이 증가할수록 최고점도가 감소하였다고 보고하였는데 이는 침지 후기에 α-amylase의 작용이 활발해져 전분의 가수분해가 급속히 진전되기 때문이라고 하여 본 연구와 일치하였다. 또한, Deman 등¹¹⁾은 산이 전분의 점도에 영향을 미친다고 하였고 김 등¹²⁾도 pH 4.5 이하에서 찹옥수수 전분의 점도가 급격히 감소하는 경향을 보인다고 보고하였는데 본 실험에서 효소처리 시료의 점도가 낮은 것은 효소에 의한 가수분해 이외에 시료 제조시 pH 조건을 산성으로 조정된 것도 이에 다소 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

3. 무기이온의 함량

2시간, 28일간 수침시킨 찹쌀가루와 각각의 처리를 달리하여 제조한 찹쌀가루 시료의 무기이온 함량을 측정, 비교한 결과는 Table 4와 같다. Ca²⁺ 함량은 2시간 수침시 56.2 mg%, 28일간 수침시킬 경우 15.3 mg%로 72.8% 용출되었고 Mg²⁺은 2시간 수침시킬 경우 28.9 mg%, 28일 경과하게 되면 10.3 mg%로 64.4% 용출되었다. 또한, Na⁺은 24.5 mg%에서 15.8 mg%로 60% 용출되었으나 반면 P⁺ 함량은 23.2 mg%에서 15.8 mg%로 31.9% 용출되어 다른 무기이온에 비해 수침시 용출되는 양이 적음을 알 수 있다. 따라서 28일간 수침시 많은 양의 무기이온이 용출되는데 이는 김⁹⁾에 의하면 쌀을 장기간 수침시킬 경우 각종 미생물의 작용으로 인해 lactic acid, citric acid, acetic acid 등의 유기산 발효가 쉽게 일어나 이들 유기산이 전기적 음성도가 높은 amylopectin chain 사이에 형성된 cross linkage 중의 Ca²⁺나 Mg²⁺ 같은 다가 금속 이온을 용출시키기 때문이라고 보고하였다. 또한 효소처리시킨 찹쌀가루는 Ca²⁺, Mg²⁺의 경우 모든 시료에서 28일간 수침시킨 것보다 높게 나타났고, P⁺은 대부

Table 3. Viscosity of enzyme-treated Glutinous Rice Flour

Sample	Treatment	Viscosity (c.p./40°C)
Control	28 days steeping	45.7 ^a
S1	pH 6.5→pH 3.5	33.4 ^c
S2	pH 7.5→pH 4.5	34.3 ^c
S3	pH 6.5→pH 4.5	39.5 ^b
S4	pH 7.5→pH 3.5	34.6 ^c
S5	45°C	35.5 ^c
S6	55°C	34.3 ^c
S7	65°C	30.6 ^d

^{a-d}Means with different letters in a same column are significantly different ($p < 0.05$).

분의 효소처리 시료에서 28일간 수침시킨 시료에 비해 낮은 수치를 보여 장기간 수침시킨 찹쌀가루에서 팽화력에 방해가 되는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 같은 다가 금속이온의 용출¹⁵⁾이 더 크게 일어남을 알 수 있다. 따라서 효소처리 시료와 장기간 수침시킬 경우 유과의 팽화력이 증가하는 것으로 생각된다.

4. 유리당 함량

효소처리시킨 찹쌀가루와 28일간 수침시켜 제조한

찹쌀가루의 유리당 함량을 비교한 결과는 Table 5에 나타내었다. Glucose, fructose, sucrose, maltose의 4가지를 조사하였는데, 28일간 수침시킨 찹쌀가루에서는 glucose만이 검출되었으나 효소처리 시료에 비해 매우 낮았다. 반면, 효소처리 시료에서는 glucose가 다량 검출되었고 이외에 maltose가 소량 검출되었다. 효소처리 시료의 총유리당 함량은 28일간 수침시킨 대조군에 비해 매우 높게 나타났는데 특히, pH 7.5→pH 4.5 처리군에서 17,660 mg%로 가장 높았다. 이러한 결과는 찹쌀 침지시 생성되는 유리당으로 침지기간이 길어질수록 90% 이상이 glucose 형태로 존재하고 maltose는 소량 생성되며 sucrose는 수침 초기에 완전 분해되어 침지 1일 이후에는 검출되지 않았다고 보고한 임 등¹⁰⁾의 결과와 일치하였다.

5. 미세구조 관찰

처리를 달리하여 제조한 효소처리 찹쌀가루의 미세구조를 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscope, S-2700, Hitachi)으로 5,000배 확대하여 가루의 입자형태를 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 수침 2시간의 찹쌀가루 입자는 다른 처리시료에 비해 표면이 매끄럽고 입자의 손상이 적었으나 28일간 수침시켜 제조한 찹

Table 4. Ca, Mg, Na and P content of enzyme-treated Glutinous Rice Flour

(unit: mg%)

Sample	Treatment	Ca	Mg	Na	P
Control	2 hours steeping	56.2 ^a	28.9 ^a	24.5 ^a	23.2 ^a
	28 days steeping	15.3 ^g	10.3 ^f	9.8 ^e	15.7 ^b
S1	pH 6.5→pH 3.5	27.5 ^d	13.2 ^e	14.8 ^c	13.0 ^{ef}
S2	pH 7.5→pH 4.5	26.3 ^{de}	14.5 ^{de}	19.7 ^b	11.0 ^g
S3	pH 6.5→pH 4.5	26.3 ^{de}	18.2 ^b	23.0 ^{ab}	11.7 ^g
S4	pH 7.5→pH 3.5	36.2 ^b	15.1 ^{cd}	14.1 ^{cd}	11.2 ^g
S5	45°C	25.0 ^e	16.0 ^{bc}	9.9 ^e	14.2 ^{cd}
S6	55°C	18.8 ^f	15.2 ^{cd}	10.5 ^e	14.8 ^{bcd}
S7	65°C	33.8 ^{bc}	15.6 ^{cd}	10.8 ^e	13.6 ^{de}

^{a-g}Means with different letters in a same column are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Free sugar content of enzyme-treated Glutinous Rice Flour

(Unit: mg%)

Sample	Treatment	Glucose	Fructose	Maltose	Sucrose	Total
Control	28 days steeping	1,560	n.d. ¹	n.d.	n.d.	1,560
S1	pH 6.5→pH 3.5	12,370	n.d.	560	n.d.	12,930
S2	pH 7.5→pH 4.5	16,400	n.d.	1,260	n.d.	17,660
S3	pH 6.5→pH 4.5	13,020	n.d.	860	n.d.	13,880
S4	pH 7.5→pH 3.5	12,190	n.d.	650	n.d.	12,840
S5	45°C	12,050	n.d.	210	n.d.	12,260
S6	55°C	10,430	n.d.	190	n.d.	10,620
S7	65°C	8,440	n.d.	100	n.d.	8,540

n.d.: not detected.

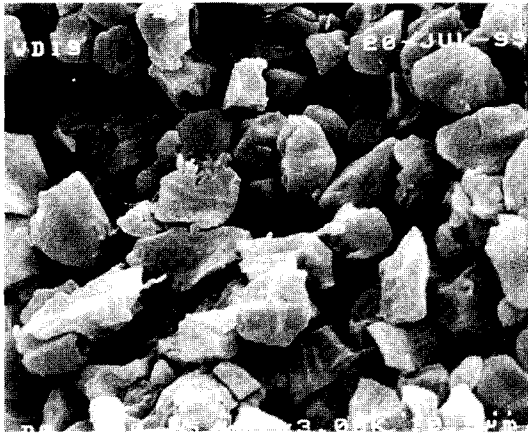


Fig. 2-1. 0.08 day steeping.

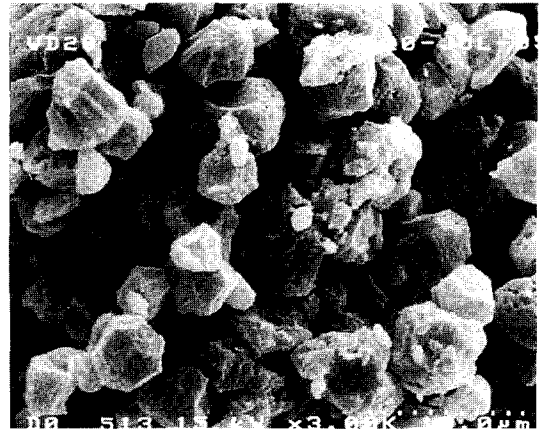


Fig. 2-4. pH 7.5→pH 4.5 (S2).

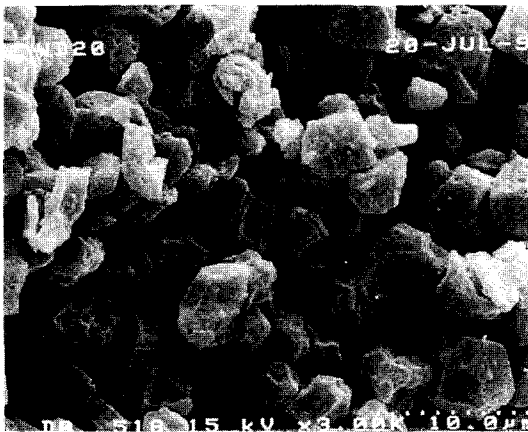


Fig. 2-2. 28 days steeping.

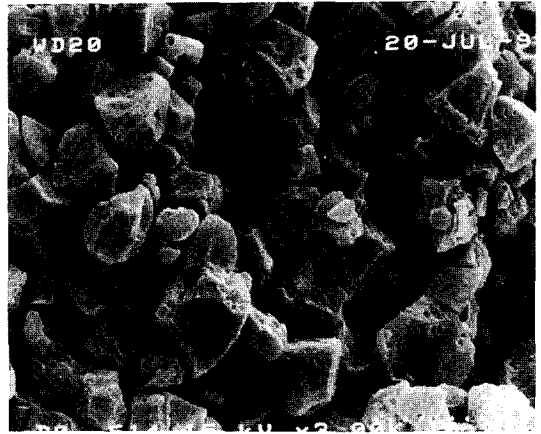


Fig. 2-5. pH 6.5→pH 4.5 (S3).

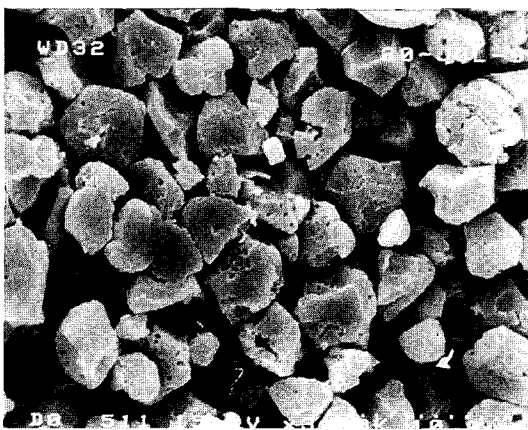


Fig. 2-3. pH 6.5→pH 3.5 (S1).

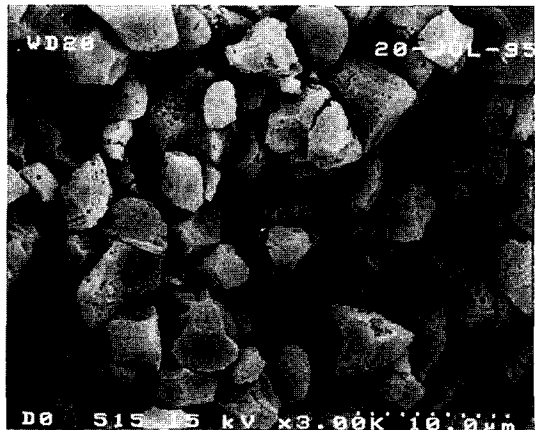


Fig. 2-6. pH 7.5→pH 3.5 (S4).

Fig. 2. Microscopic Appearance of enzyme-treated Glutinous Rice Flour.

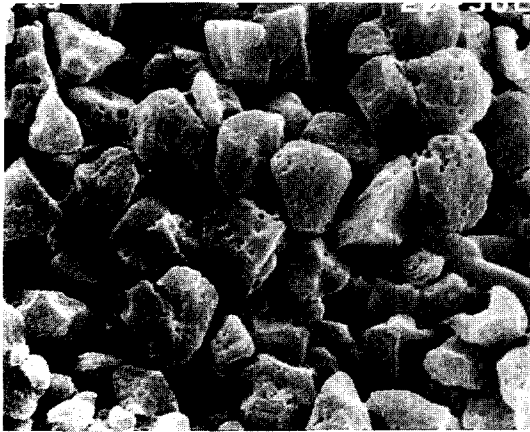


Fig. 2-7. Temp. 45°C (S5).

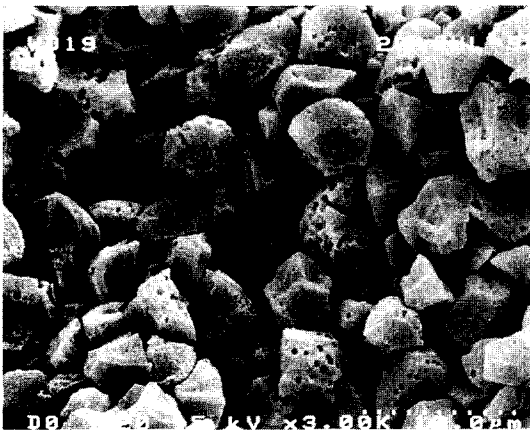


Fig. 2-8. Temp. 55°C (S6).



Fig. 2-9. Temp. 65°C (S7).

Fig. 2. Microscopic Appearance of enzyme-treated Glutinous Rice Flour.

쌀가루와 효소처리 시킨 찹쌀가루는 2시간 수침시킨 것에 비해 입자의 크기가 작아진 것이 많고 표면에 많은 구멍이 관찰되었다. 이러한 구멍의 존재는 전분 가수분해효소에 의해 찹쌀가루 입자의 표면중 공격받기 쉬운 부분에서부터 구멍이 뚫리면서 내부로 효소작용을 받기 때문인 것으로 사료된다. 신 등¹³⁾도 amylase로 처리시킨 전분에서 입자 표면에 구멍이 뚫리면서 효소의 공격을 받는다고 하였고 김 등¹⁴⁾도 감자 전분의 입자를 관찰한 결과, 수침 2일 이후부터 구멍이 나타나며 이는 수침기간이 증가할수록 증가하였다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

IV. 요약

본 연구는 유과의 수침기간 단축을 위한 방안으로 찹쌀가루에 효소를 가하여 pH 및 온도를 달리하여 제조한 찹쌀가루와 28일간 수침시켜 제조한 찹쌀가루간의 이화학적 특성을 비교, 분석함으로써 효소처리 찹쌀가루의 최적 조건 확립을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

1. 총당 함량은 28일간 수침시켜 제조한 찹쌀가루가 가장 높게 나타났고 환원당의 경우는 효소처리 시킨 찹쌀가루가 28일간 수침시킨 것에 비해 높은 수치를 보였다.

2. 점도는 효소처리시킨 찹쌀가루의 경우 28일간 수침시켜 제조한 찹쌀가루에 비해 유의적으로 낮았으며 특히, 65°C에서 제조한 찹쌀가루의 점도가 가장 낮게 나타났다.

3. 무기이온의 함량은 Ca^{2+} , Mg^{2+} 및 Na^+ 의 경우 28일간 수침시킬 경우 2시간 수침시킨 것에 비해 많은 양이 용출되었고 효소처리 시료는 28일간 수침시킨 것에 비해 Ca^{2+} , Mg^{2+} 의 양이 높았던 반면 P^+ 함량은 낮게 나타나 다소 차이를 보였다.

4. 유리당은 28일간 수침시킨 찹쌀시료의 경우 glucose만 존재하였고 효소처리 시킨 경우 glucose 외에 maltose도 소량 검출되었다. 또한 효소처리시 총 유리당 함량은 28일간 수침시킨 것보다 매우 높게 나타났다.

5. 찹쌀가루의 미세구조 관찰 결과, 2시간 수침시킨 찹쌀가루는 다른 처리군에 비해 표면이 매끄럽고 입자의 손상이 적은 반면, 28일간 수침시킨 시료와 효소처리 시료는 2시간 수침시킨 것에 비해 입자 크기가 작아진 것이 많았고 표면에 구멍이 관찰되어 서로 유사한 양상을 나타내었다.

이상의 결과를 통하여 효소처리 시킨 찹쌀가루와

28일간 수침시킨 참쌀가루간의 이화학적 특성이 다소 차이를 나타내기는 하나 미세구조에 있어 비슷한 양상을 보임에 따라 유과의 수침시 어느정도 전분 분해를 받는다는 사실을 확인할 수 있었고 전보⁸⁾에서 효소처리 참쌀가루를 pH 6.5~pH 3.5, 30~45°C 온도 조건에서 제조할 경우, 28일간 수침시켜 제조한 유과와 비교할 만한 품질의 유과를 제조할 수 있었던 점으로 미루어 참쌀가루를 효소처리시킬 경우 유과제조가 가능하며 이 자료를 토대로 후속적인 연구를 통해 효소처리 참쌀가루의 최적조건을 확립한다면 수침공정없이 유과를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 1997년 연세대학교 학술연구비에 의해 수행한 연구 결과의 일부이며, 연구비를 지원하여 준 연세대학교에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김중만, 양희천: 부수계의 명칭 및 특성에 관한 고찰, *식품과학*, **5**(2), 33 (1982).
2. 박진영: 전통적인 강정 제조 방법의 표준화, 이화여자대학교 대학원, 석사학위 논문, (1991).
3. 신동화, 김명곤, 정태규, 이현유: 유과의 저장성과 팽화 방법 개선 시험, *한국식품과학회지* **22**(3), 266 (1990).
4. 김중만, 웨이룬신: 부수계 제조에 관한 연구-대두 첨가가 부수계(산자)의 바탕의 품질에 미치는 영향, *한국영양학회지*, **14**(1), 52 (1985).
5. 김중만: 부수계(산자)에 관한 식품학적 해석, *식품공*

- 업, **2**, 15 (1993).
6. 전형주: 유과의 조리법 표준화 및 참쌀의 수침 기전에 관한 연구, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1992.
7. 박동준, 구경형, 목철균: 참쌀의 초미세분쇄/공기분급 특성과 유과제조공정 개선, *한국식품과학회지*, **26**(7), 1008 (1995).
8. Jin Park, Kyung-Hee Sohn and Hyeong-Ju Jeon: Effect of Long-Term Steeping and Enzyme Treatment of Glutinous Rice on Yukwa Characteristics(I) -Improvement of Yukwa Processing by Development of Enzyme-treated Glutinous Rice Flour-, *J. Asian Regional Association for Home Economics*, **5**(1), (1998).
9. 이상열, 신용철, 이석희, 박성숙, 김형수, 변시명: 무중자 전분의 당화에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **16**(4), 464 (1984).
10. 임영희, 이현유, 장명숙: 유과제조시 참쌀의 침지중 이화학적 성분변화에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **25**(3), 247 (1993).
11. Deman, T.W., Voisey, P.W., Pasper, V.E. and Stanley, D.W.: Rheology and Texture in Food Quality, *Avi-pub.*, 438 (1976).
12. 김형수, 우지원, 윤계순, 허문희: 찹 전분류의 이화학적 특성(점성) 검토, *한국농화학회지*, **28**, 219 (1985).
13. 신말식, 안승요: 고구마 전분에 대한 고구마 조효소와 전분분해효소의 작용에 대하여, *한국식품과학회지*, **18**(6), 431 (1986).
14. Kyung-Ae Kim, Sung-Woo Lee and Sung-Kon Kim: Changes of starch properties during steeping of potato, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**(5), 691 (1989).
15. 김중만: 산자(부수계) 바탕 제조에 관한 이화학적 연구, 전북대학교 대학원 박사 학위 논문, (1983).

(1998년 6월 30일 접수)