

## 발효과정 중 증편반죽의 가용성 단백질, 유리아미노산 및 전분의 변화

박영선 · 서정식\*

대구대학교 식품영양학과, \*영남전문대학 식품영양과

### Changes in Soluble Protein, Free Amino Acid and Starch of Jeungpyun Dough during Fermentation

Young Sun Park and Chung Sik Suh\*

Department Food Science and Nutrition, Taegu University

\*Department Food Science and Nutrition, Yeungnam Junior College

#### Abstract

Physicochemical properties of Jeungpyun dough were analyzed during fermentation in the ranges of 0 to 10 hours. Soluble Protein and total content of free amino acid of Jeungpyun dough were decreased at the early stage of fermentation, recording minimum value, 0.292 mg/g-dry matter and 13.31 mg/100g-dry matter at fermentation time, 2 hours and 4 hours respectively while they were increased since then. It was observed that, although few changes occurred at the early stage of fermentation, the height of peak on X-ray diffractogram was decreased somewhat and some disintegration of starch granule on scanning electron micrograph occurred slightly in dough samples of above 6 hours of fermentation time.

## I. 서 론

우리 고유의 증편은 이병류(餠類)의 대표적인 것<sup>1)</sup>으로 쌀가루에 醱酵源으로 술을 넣어 부풀린 술맛이 풍기는 새콤하고 달짝지근하며 消化性이 좋은 발효식품이라는 점과 또한 서양의 빵류와 같이 발효에 의해서 sponge상의 組織을 가지고 있는 단 하나의 떡류인 점에 그 특징이 있으며 현재에도 의례음식과 명절음식으로 널리 이용되고 있다.

그러나 실제 증편제조시 재료나 제조방법이 다양하며 또한 제조시 실패하는 일이 많은 등의 문제가 있기 때문에 증편제조의 표준화가 절실히 요구된다. 이를 위하여서는 첨가재료의 기능, 제조중의 이화학적 성질변화, 재료배합의 조건, 발효조건 등의 검토를 통한 기존의 증편제조 방법에 대한 이해가 선행되어야 한다. 그런데 지금까지의 증편과 관련한 연구<sup>2,3)</sup>는 상당히 제한적이었다. 따라서 본 연구는 증편제조 과정의 이해를 위한 기초작업으로 전보<sup>4,5)</sup>에 이어 발효중 증편반죽의 몇가지 이화학적 성질을 분석비교하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

멥쌀(품종: 아까바레)은 시중에서 구입하였으며 탁주는 시판 막걸리(대구 제 2합동제조장)를 실험 당일 구입하였다. 설탕은 정백설탕(제일제당), 식염은 재염, 물은 수도물을 각각 사용하였다.

### 2. 증편반죽

전보<sup>7)</sup>와 동일한 방법으로 쌀가루를 만들어 쌀가루 100, 설탕 10, 탁주 15, 물 30의 비율로 재료를 혼합하여 반죽을 만든 다음 30°C에서 발효를 행하였다.

### 3. 시료조제

소정시간 발효가 끝난 반죽을 전보<sup>7)</sup>와 동일하게 동결건조하여 이를 분석용 시료로 사용하였다.

### 4. 가용성단백질

동결 분말시료 0.1 g을 Fig. 1과 같이 증류수에 녹인 다음 여과하여 그 여액을 trichloroacetic acid(TCA) 용액으로 처리하여 가용성단백질을 침전분리하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 용해시킨 것을 시료액으로 하였다<sup>8)</sup>. 단백질의 정량은 Lowry법<sup>9)</sup>에 따라 실시하였다.

### 5. 유리아미노산

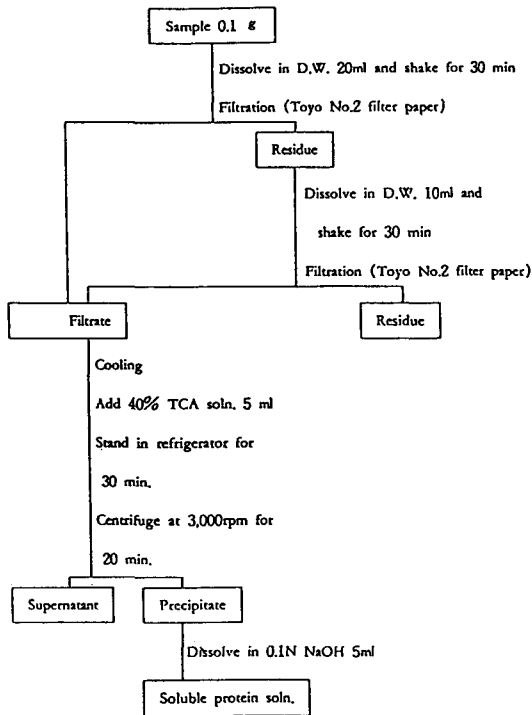


Fig. 1. Flow chart for separation of soluble protein.

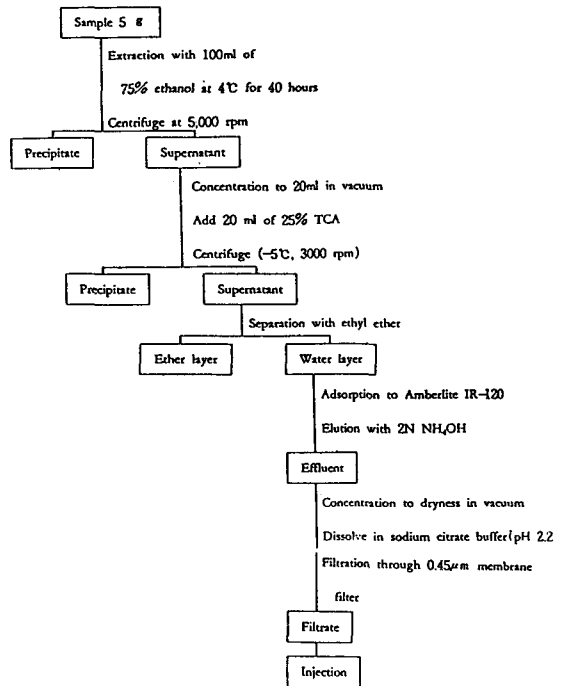


Fig. 2. Flow chart for separation of free amino acid.

유리아미노산분석을 위한 시료의 전처리는 최<sup>10)</sup>의 방법에 따라 Fig. 2와 같이 실시하였다. 즉 동결 분말 시료 5 g을 취하여 75% ethanol용액으로 유리아미노산을 추출한 후, 여과하고 여액을 20 ml로 감압농축시킨 다음 농축액에 25% TCA 용액 20 ml를 가하여 단백질을 침전시켜 원심분리하였다. 상등액을 취하여 ethyl ether로 TCA를 추출 제거한 후, Amberlite IR-120에 통과시켜 아미노산을 흡착시킨 다음 암모니아용액으로 용출시켰다. 용출액을 감압농축하여 암모니아를 제거한 후, loading buffer solution(0.2 N sodium citrate, pH 2.2)으로 희석한 다음 membrane filter(0.45 µm)로 여과시켜 그 여액을 분석시료액으로 하여 아미노산 자동분석기(LKB 4151 Alpha Plus Amino Acid Analyzer)에 의하여 다음의 조건으로 분리, 정량하였다<sup>11)</sup>.

- Flow rate: buffer 35 ml/hr, ninhydrin 25 ml/hr
- Wavelength: 440 nm, 579 nm
- Column size: 4.5 × 200 mm
- Buffer: pH 3.2 - pH 4.25 - pH 6.45 (sodium citrate)
- Temperature: 55°C - 58°C - 90°C

6. X선 회절도

Zobel의 방법<sup>12)</sup>에 따라 상기한 동결 분말시료에 대하여 X-ray diffractometer(Rigaku Co., Japan)를 사용하여 다음과 같은 조건으로 2θ 5°부터 40°까지 회절시켜 조사하였다.

- Target: Cu-Kα
- Scanning Speed: 4°/min
- Filter: Ni
- Chart Speed: 4 cm/min
- Voltage: 35 KV
- Divergency: 1°
- Current: 12 mA
- Receiving slit: 0.3 mm
- Time constant: 1 sec
- Detector: PC
- Full scale range: 1 × 10<sup>3</sup> cps

7. 표면구조의 관찰

반죽 표면구조는 동결 분말시료에 대하여 SEM(ISI SS-130 Akashi, Japan)을 사용하여 관찰하였다. 이 때 시료를 접착제로 고정시키고 백금으로 도금시킨 다음 가속전압은 15 KV, 배율은 7.15배 - 975배로 달리한 조건에서 조작하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 가용성단백질

증편반죽의 발효과정이 단백질성분 중 특히 변화가 예민하여 맛 등과 관련이 있을 것으로 추측되는 가용성 단백질에 미치는 영향을 보고자 증편반죽의 발효 시간에 따른 가용성단백질 함량의 변화를 보았다 (Table 1). 발효 2시간에서 가용성단백질이 약간 감소하나 그 이후 경시적으로 증가하는 경향이며, 특히 발효 6시간 이후 크게 증가하였으며 발효중 각종 인자의 복합작용에 기인한 성분변화가 활발히 진행되어짐을 추측할 수 있다.

단백질의 용해도는 일반적으로 pH에 크게 좌우되는데 가용성단백질이 발효 2시간에 최저치를 기록하는 것으로 보아 이 때의 pH가 등전점 부근인 것으로 생각한다. 전보<sup>7)</sup>의 pH 변화와 비교하여 보면 발효 2시간의 pH가 5.18이었는데 이 pH에서 벗어남에 따라 가용성단백질의 양이 증가되었다. 이로 미루어 보아 가용성단백질은 pH 변화와 밀접한 관련이 있음을 추측할 수 있다. 빵반죽의 pH 저하에 동반하여 가용성단백질이 증가하였다는 보고<sup>13)</sup>도 있다.

#### 2. 유리아미노산

증편 반죽의 발효시간에 따른 유리아미노산의 소장(消長)을 본 결과는 Table 2와 같다. proline을 제외한 대부분의 아미노산의 경우 발효시간에 따라 감소하여 대체로 발효 4시간 경에 최저치를 기록하였으나 그 이후 증가하여 발효 8시간에는 발효전보다 다소 감소한 경우도 있지만 전반적으로 약간 높은 값을 보였다. 다른 아미노산에 비하여 함량이 많은 proline의 경우 다른 아미노산의 변화양상과는 달리 발효진행에 따라 계속 증가하여 발효 0시간의 2.39 mg에서 발효 8시간에는 6.50 mg를 기록하였는데 이 값은 다른 아미노산에 비하여 현저히 많은 양이었다. 발효 8시간에 있어서 alanine, phenylalanine, lysine, glutamic acid의 함량도 다른 아미노산에 비하여 비교적 높은 편이었다. 총

**Table 1. Changes in soluble protein of dough during fermentation for Jeungpyun preparation (mg/g-dry matter)**

Fermentation time (hr)	Soluble protein
0	0.404
2	0.292
4	0.340
6	0.424
8	0.852
10	1.516

유리아미노산의 함량도 발효시간에 따라 감소하여 발효 4시간에 최저치를 기록하였으나 그 이후 다소 증가하여 발효 8시간의 경우 발효 0시간의 값보다 약간 높았다.

이상의 결과에서 발효 중 유리아미노산 변화가 활발히 진행됨을 알 수 있었으며 그 변화 양상도 앞의 가용성 단백질의 결과와 대체로 유사하여 서로 관련성이 있음을 보여 주었다. 특히 발효 4시간까지의 유리아미노산 감소는 주로 미생물증식에 따른 아미노산의 소비증가에 기인하며 그 이후의 증가는 protease 활성의 증가와 또한 아미노산의 소모보다는 생성의 증가에 기인된 것으로 생각된다.

#### 3. X-선 회절도

증편반죽의 발효시간에 따른 X-ray 회절도는 Fig. 3과 같다. 모든 시료는 회절각도( $2\theta$ ) 15.0, 17.0, 17.7, 23.0°에서 강한 peak를 보이고 있어서 곡류전분의 전형적인 A도형<sup>12)</sup>과 일치하였다. 발효시간에 따라서는 전반적으로 발효전 시료의 peak를 그대로 유지하고 있는 것으로 보아 전분구조상의 변화는 거의 없는 것으로 추측된다. 그러나 발효 6시간과 발효 8시간에 있어서 peak의 높이(면적)가 약간 감소하는 것으로 보아 이는 전분분해효소 등의 작용에 의한 전분구조상의 변화로 인하여 결정화도(結晶化度)<sup>14)</sup>가 약간 감소한

**Table 2. Changes in free amino acid content of dough during fermentation for Jeungpyun preparation (mg/100 g-dry matter)**

Amino acid	Fermentation time (hr)				
	0	2	4	6	8
Aspartic acid	0.91	0.32	0.34	0.26	0.29
Threonine	0.67	0.33	0.30	0.35	0.42
Serine	1.44	0.85	0.52	1.08	1.20
Glutamic acid	2.00	1.13	1.26	1.71	2.33
Proline	2.39	3.88	4.25	4.93	6.50
Glycine	0.66	0.58	0.32	0.61	0.59
Alanine	2.79	1.11	0.97	1.47	3.33
Cysteine	0.36	0.14	0.22	0.20	0.43
Valine	0.98	0.88	0.34	0.86	0.75
Methionine	0.37	0.21	0.29	0.14	0.20
Isoleucine	0.69	0.61	0.22	0.26	0.71
Leucine	1.23	0.14	0.14	0.69	1.03
Tyrosine	0.75	0.66	0.28	0.24	0.37
Phenylalanine	1.80	1.97	1.55	1.91	2.52
Histidine	0.70	0.64	0.54	0.44	0.71
Lysine	2.05	1.52	1.05	1.26	2.45
Arginine	1.19	1.23	0.72	1.07	2.04
Total	20.98	16.20	13.31	17.48	25.87

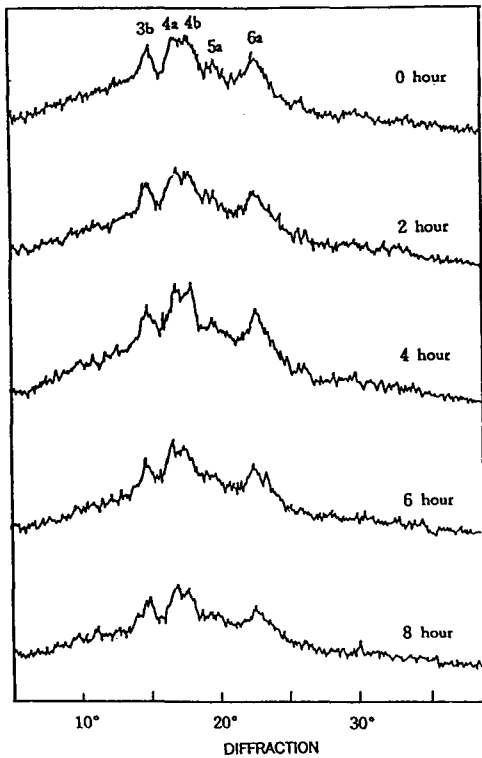


Fig. 3. X-ray diffraction pattern of dough according to fermentation time.

것으로 생각된다.

따라서 이러한 결정화도의 감소는 전분성질에 직접 영향을 주므로 발효 6시간경부터는 반죽의 물성도 약간 달라질 것으로 생각된다.

#### 4. 표면구조

증편반죽의 표면구조를 보기 위하여 상기의 동결 건조한 반죽시료를 주사형 전자현미경에 의하여 관찰한 결과는 Fig. 4와 같다. 모든 시료에서 모양이나 크기로 보아 주로 전분으로 생각되는 입자<sup>15)</sup>를 볼 수 있었다.

특히 여기서 중요한 것은 발효 2시간과 4시간의 시료에서는 전분입자 모양의 변화를 거의 볼 수 없었지만 발효 6시간과 8시간 시료의 경우 전분입자의 크기가 작아지거나 외관상 약간의 변화가 일어남을 관찰할 수 있었다.

이는 앞에서 본 X-선 회절도상의 결정화도 감소와 관련이 있을 것으로 보여진다.

#### IV. 요약

발효시간을 0-10시간으로 달리한 증편반죽에서 발효시간에 따른 이화학적 성질변화를 검토하였다. 가용성단백질과 유리아미노산 총량은 발효초기에 감소

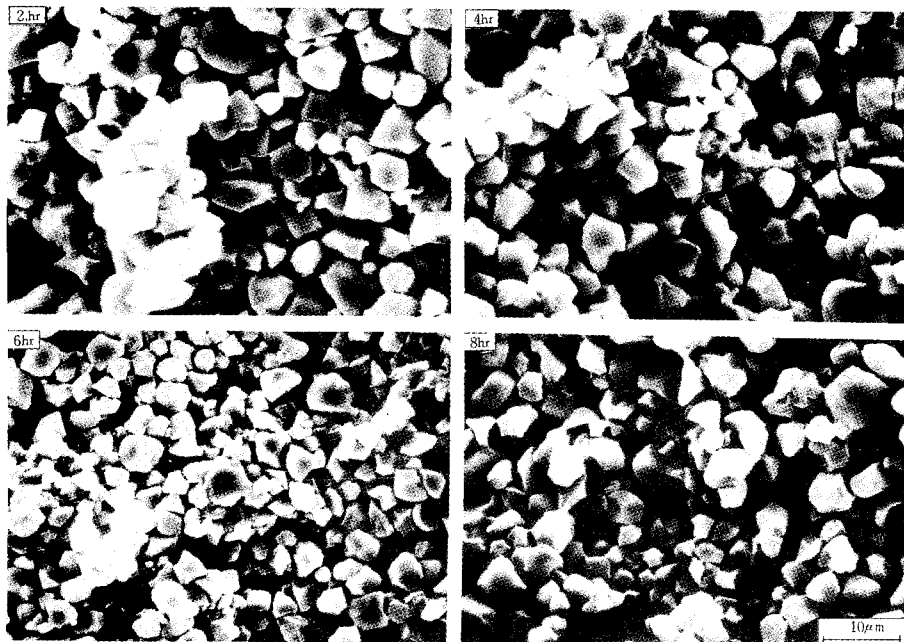


Fig. 4. Scanning electron micrographs of dough according to fermentation time. Specimen of 6 or 8 hours of fermentation time showed smaller particles than that of 2 or 4 hours.

하여 발효 2시간과 4시간에 각각 최저치 0.292 mg/g-dry matter와 13.31 mg/100 g-dry matter를 기록하였으나 그 이후에는 다시 증가하였다. 발효 초기단계에서는 발효전 시료와의 차이를 볼 수 없으나 발효 6시간 이상의 반죽시료에서 전분의 결정화도가 감소되고 전분입자가 붕괴되는 현상이 다소 일어남이 X-ray 회절도와 주사형 전자현미경에 의하여 각각 확인되었다.

### 참고문헌

1. 이철호, 맹영선: 한국 떡에 관한 문헌적 고찰. 한국식문화학회지, **2**(2): 177 (1987).
2. 김천호, 장지현: 재래식 증병제조법의 개량화에 관한 연구. 대한가정학회지, **8**: 292 (1970).
3. 이옥휘: 증병제조에 관한 조리과학적 연구. 세종대학 석사학위 논문 (1983).
4. 한재숙: 한국 병과류의 조리학적 연구. II. 증편을 중심으로. 영남대학교 자원문제연구소, **3**: 133 (1984).
5. 김영희, 이효지: 밀가루 첨가 및 발효시간에 따른 증편의 특성. 대한가정학회지, **23**(3): 63 (1985).
6. 박영선, 최봉순: 증편반죽의 가수조건에 관한 연구. 한국조리과학회지, **10**(4): 334 (1994).
7. 박영선, 서정식: 발효과정 중 증편 반죽의 pH, 산도, 유기산 및 당함량의 변화. 한국식생활문화학회지, **9**(4): 329 (1994).
8. 동경대학 농예화학교실: 실험농예화학 (1962).
9. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J.: Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265 (1951).
10. 최홍식: 쌀밥의 향미에 관한 연구. 동국대학교 박사학위 논문 (1976).
11. 석호문: Roasting 온도가 쌀보리맥아의 향기생성에 미치는 영향. 중앙대학교 박사학위 논문 (1987).
12. Zobel, H.F.: X-ray analysis of starch granules. In "Methods in Carbohydrate Chemistry", ed. by Whistler, R.L., Academic Press, **4**: p.109 (1964).
13. 唐澤惠子, 武田紀久子: 低温醱酵 ハソについて(第2報) 糖および水溶性室素の消長. 家政學雜誌, **29**(7): 480 (1978).
14. 檜作進: 澱粉粒のX線回折. In "澱粉科學" ハント"フック", 中村道德, 鈴木繁男編集, 朝倉書店, p.211 (1977).
15. Gallant, D.J. and Sterling, C.: Examination and Analysis of Starch and Starch Products, ed. by Radley, J.A., Applied Science Publisher Ltd., London, p.34 (1976).