

## 발효시간에 따른 증편제품의 성분 변화

박영선 · 서정식 \*

대구대학교 식품영양학과, \*영남전문대학 식품영양과

## Changes in Chemical Properties of Jeungpyun Product During Fermentation

Young-Sun Park and Chung-Sik Suh\*

Department Food and Nutrition, Taegu University

\*Department Food Science and Nutrition, Yeungnam Junior College

### Abstract

Jeungpyun products prepared with different fermentation time (0-10 hours) were analyzed to study phenomena occurred during steaming of Jeungpyun dough. The tendencies of changes in chemical properties of Jeungpyun products according to the fermentation time were similar to those of Jeungpyun dough. Titratable acidity, lactic acid, total sugar content, reducing sugar content, soluble protein and total content of free amino acid of Jeungpyun product decreased while its pH increased somewhat, during steaming compared with those of Jeungpyun dough. Especially reducing sugar decreased greatly.

Key words: Jeungpyun, fermentation, chemical properties, dough steaming, rice processing

### I. 서 론

제조과정 중 발효과정을 공통적으로 거친다는 점에 서 증편은 서양의 빵에 비견할 수 있는 우리 고유의 쌀로 만든 빵이라 할 수 있다. 빵과 증편을 비교하면 빵은 주원료가 밀가루이지만 증편은 쌀가루를 주원료로 이용하며 우리 고유의 술인 막걸리를 발효원으로 이용한다는 점에서 독특하다. 빵은 최종적으로 고온에서 굽는 과정을 거치며 증편의 경우도 빵 제조과정과 차이는 있지만 증자과정을 거친다.

제빵시 baking 과정 중에 반죽팽창은 60°C까지 일어나고 빌효미생물의 파괴, 효소불활성화, 전분의 호화, gluten의 열응고, 수분증발, 빵 외층의 경화 등 많은 물리적, 화학적, 생물학적 과정이 관계한다<sup>1,2)</sup>. 제빵과는 다르지만 증편제조에 있어서도 이 증자과정 중에 많은 변화가 일어날 것으로 예상된다. 그러나 증편과 관련하여 주로 제조 방법의 표준화 문제, 첨가재료를 달리한 증편 가공특성에 관한 연구들이 수匮乏 보고된 바 있으나<sup>3-15)</sup> 반죽의 증자과정과 직접적으로 관련된 것은 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 증자과정 중 일어나는 화학적 성질의 변화양상을 밝히고자 발효시간에 따른 증편제품의 성분을 분석하고 전보<sup>16,17)</sup>의 증편반죽의 자료와 비교 검토하였다.

### II. 재료 및 방법

#### 1. 실험재료

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

#### 2. 증편제조

쌀가루 제조, 재료배합 및 증편제조는 전보<sup>18)</sup>에 준하였다.

##### (1) 쌀가루 제조

쌀은 수세하여 20°C에서 8시간 수침시킨 후, 채에 반쳐 1시간 방치하여 물빼기를 한 다음 쌀가루의 1.5% (w/w)에 해당하는 소금을 첨가하고 제분기에 2회 분쇄한 것을 전기체로 내려서 쌀가루 시료로 하였다. 쌀 가루의 무게는 원료쌀의 1.4배를 기준으로 하였고 이에 미달시는 반죽할 때 별도의 물로 보충하였다.

##### (2) 반죽의 재료배합 및 증편제조

쌀가루 100, 설탕 10, 택주 15, 물 30의 비율로 재료를 혼합한 다음 꽈리가 일도록 20분간 휘저은 것을 반죽 0시간으로 정하고 30°C 항온기에서 발효시간(0-10시간)만을 각각 달리하여 반죽의 발효를 행하였다.

발효가 끝난 반죽을 떡틀(size: 37×31×2 cm)에 담아 무쇠솥에서 30분간 찐 것을 본 실험의 증편시료로 사용하였다.

### 3. 시료조제

증편 제조 직후 전보<sup>16)</sup>와 동일하게 동결건조하여 이를 분석용 시료로 하였다.

### 4. 화학적 성질분석

#### (1) pH

pH는 Mathason<sup>19)</sup>의 방법에 따라 시료 5 g에 증류수 25 ml를 가하고 homogenizer(Ace AM7, NIHON SEIKI KAIWA, Japan)로 균질화시킨 후 pH meter(TOA Model HM-10K, Japan)로 측정하였다. 이 때 분석용 시료로 제조 직후의 증편을 그대로 사용하였다.

#### (2) 적정산도

분말시료 1.0 g을 정평하여 증류수 10 ml에 용해시킨 후 pH 8.3까지 적정하는데 필요한 0.01 N NaOH 용액 ml수를 구하고<sup>20)</sup> 이로부터 건물 g당 소요되는 NaOH의 mEq를 계산하여 적정산도로 하였다.

#### (3) 유기산

유기산의 분리<sup>21-23)</sup> 및 정량<sup>24)</sup>은 다음과 같다. 분말시료 1 g에 80% ethanol 용액 200 ml를 가하여 유기산을 추출하고 20 ml로 농축시킨 다음 Amberlite IR-45에 흡착시켰다. 이를 2 M (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액으로 용출시킨 후, 진공농축하여 Amberlite IR-120을 흡착시키고 이 때 유출액을 농축한 후, membrane filter(0.45 μm)로 여과하고 그 여액을 전보<sup>16)</sup>와 동일한 조건으로 HPLC(Waters)에 의하여 분석하였다.

#### (4) 당

Somogyi-Nelson법<sup>25)</sup>에 의하여 당을 정량하였다. 총당은 분말시료 0.1 g을 취하여 2% HCl 용액으로 기수분해하고 중화한 후, lead acetate와 sodium oxalate를 사용하여 제단백한 것을, 환원당은 분말시료 0.1 g을 증류수 50 ml로 4시간 추출, 여과한 액을 정량에 이용하였다. 이 때 표준용액으로 glucose 용액을 이용하였다.

#### (5) 가용성단백질

분말시료 0.1 g을 전보<sup>17)</sup>에서처럼 증류수에 녹인 다음 여과하여 그 여액을 trichloroacetic acid(TCA)용액으로 처리하여 가용성단백질을 침전분리하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 용해시킨 것을 시료액으로 하였다<sup>26)</sup>. 단백질의 정량은 Lowry 법에 따라 실시하였다<sup>27)</sup>.

#### (6) 유리아미노산

시료의 전처리는 최<sup>28)</sup>의 방법에 의하였다. 즉 분말시료 5 g을 취하여 75% ethanol 용액으로 유리아미노산

을 추출한 후, 여과하고 여액을 20 ml로 감압농축시킨 다음 농축액에 25% TCA 용액 20 ml를 가하여 단백질을 침전시켜 원심분리하였다. 상동액을 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 전보<sup>17)</sup>와 동일한 조건으로 정량하였다.

## III. 결과 및 고찰

증편제조시 반죽의 증자과정 중의 변화양상을 규명하고자 발효시간에 따른 증편제품의 성분 변화를 전보<sup>16,17)</sup>에서 발표한 반죽의 결과와 비교 검토하였다.

### 1. pH

발효시간에 따른 반죽<sup>7)</sup>과 증편의 pH 변화를 관찰시켜 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 증편의 pH 변화도 발효시간에 따라 경시적으로 감소하여 반죽의 경우와 유사함을 알 수 있었다. 그러나 반죽에 비하여 증편의 pH가 발효 전과정을 통하여 다소 높은 경향을 보여주고 있는데 이러한 차이는 반죽의 증자(蒸煮)과정에서 일어나는 변화에 기인된 것으로 증자 중의 온도상승으로 인하여 효소작용이 활발해짐에 따라 유기산, 유리아미노산, 기타성분 등의 변화와 또한 고온에서 일

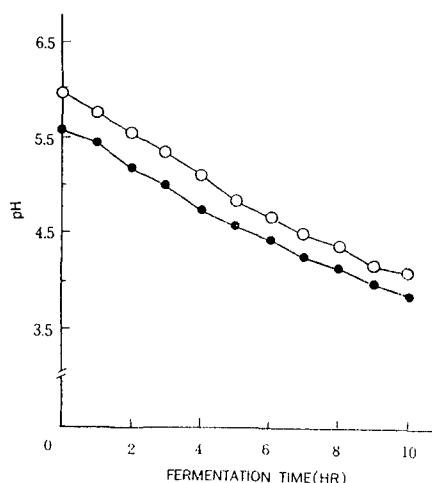


Fig. 1. Changes in pH of dough and Jeungpyun.  
Sample: ●—● : dough, ○—○ : Jeungpyun.

어날 수 있는 성분상호간의 반응 등이 복합적으로 작용한 것에 의한 결과로 생각된다.

김과 이<sup>6</sup>, 조 등<sup>11</sup>과 이<sup>12</sup>의 연구에서도 재료 및 제조 방법들이 각각 다름에도 불구하고 발효시간이 길수록 반죽과 증편의 pH는 더 낮아지는 경향이었고 또한 반죽 보다 증편 제품의 pH가 더 높은 값을 기록하여 본 연구결과와 일치하였다.

## 2. 적정산도

증편의 산도를 발효시간에 따라서 본 결과는 Table 1과 같다. 발효시간에 따라서 증편의 산도도 경시적으로 증가하였으며 특히 발효 8시간경부터 크게 증가하는 경향이어서 반죽<sup>7</sup>의 변화양상과 일치하였다.

증편시료와 반죽시료의 비교에서 증편의 산도가 발효 전과정을 통하여 반죽에 비하여 다소 낮았다. 증자과정 중 이러한 산도의 감소를 pH 상승을 보여준 앞의 결과와 비교할 때 산도와 pH 사이에 관련성이 매우 큼을 알 수 있었다.

## 3. 유기산

Table 2는 발효시간에 따른 증편의 유기산분석 결과이다. lactic acid의 경우 발효시간에 따라 경시적으로

**Table 1. Changes in titratable acidity of Jeungpyun according to fermentation time**

Fermentation time (hr)	Titratable acidity* (m Eq/g-dry matter)
0	0.019(-0.006)**
2	0.021(-0.006)
4	0.027(-0.008)
6	0.032(-0.005)
8	0.043(-0.005)
10	0.058(-0.005)

\*Titratable acidity was calculated from 0.01N NaOH required to neutralize to pH 8.3.

\*\*Values in parentheses mean titratable acidity of Jeungpyun minus that of dough.

**Table 2. Changes in organic acid of Jeungpyun according to fermentation time (mg/100 g-dry matter)**

Fermentation time (hr)	Lactic acid	Succinic acid
0	ND*	ND
2	30(-4)**	15(-1)
4	45(-4)	19(1)
6	77(-6)	20(1)
8	106(-8)	16(1)

\*ND: not detected.

\*\*Values in parentheses mean organic acid content of Jeungpyun minus that of dough.

증가하였는데 특히 발효 6시간부터 크게 증가하여 반죽<sup>16</sup>의 변화양상과 잘 일치하였다. 그러나 증편의 경우 lactic acid 양이 반죽에 비하여 약간 감소하여 전술한 증편의 pH 및 적정산도의 변화양상과 일치하는 경향이었다. 따라서 증편의 신맛과 pH는 lactic acid 함량과 밀접한 관계가 있는 것으로 풀이된다.

Succinic acid는 그 함량이 반죽<sup>16</sup>의 경우에서처럼 lactic acid에 비하여 현저히 적은 양인 15-20 mg(전물 100 g당)으로 발효과정 중에 거의 변화를 보이지 않았다. 또한 증편과 반죽의 succinic acid 함량은 거의 비슷하여 증자과정에 따른 차이를 볼 수 없었다.

## 4. 당

발효시간에 따른 증편의 당 함량변화를 본 결과는 Table 3과 같다. 총 당은 반죽<sup>7</sup>의 경우와 마찬가지로 발효시간에 따라 감소하였으며 반죽과 증편을 비교하여 보면 증자과정 중 총 당의 상당한 감소를 볼 수 있는데 발효 4시간까지 특히 많은 감소를 보였고 그 이후에도 경시적으로 줄어들었다. 이는 증자과정 중 발효 4시간까지의 시료에서의 당 분해반응이 그 이후의 시료에서보다 활발하게 진행됨을 의미하는 결과로 생각된다. 환원당의 경우 그 변화양상은 절대치로 보아서 반죽의 경우와 또한 유사하였으며 증자과정에 따른 변화는 총 당의 경우와 마찬가지로 모든 시료에서

**Table 3. Changes in sugar content of Jeungpyun according to fermentation time (mg/g-dry matter)**

Fermentation time (hr)	Total sugar	Reducing sugar
0	212.1(-27.2)*	11.0(-14.9)
2	185.8(-33.8)	42.4(-25.7)
4	182.1(-30.0)	67.0(-33.9)
6	176.7(-25.0)	65.0(-31.5)
8	162.9(-17.1)	47.7(-32.3)
10	144.5(-10.9)	54.6(-28.1)

\*Values in parentheses mean sugar content of Jeungpyun minus that of dough.

**Table 4. Changes in soluble protein of Jeungpyun according to fermentation time (mg/g-dry matter)**

Fermentation time (hr)	Soluble protein
0	0.268(-0.136)*
2	0.256(-0.036)
4	0.256(-0.084)
6	0.320(-0.104)
8	0.712(-0.140)
10	1.380(-0.136)

\*Values in parentheses mean soluble protein of Jeungpyun minus that of dough.

Table 5. Changes in free amino acid content of Jeungpyun according to fermentation time (mg/100 g-dry matter)

Amino acid	Fermentation time (hr)				
	0	2	4	6	8
Aspartic acid	0.60(-0.31)	0.44( 0.12)	0.40( 0.08)	0.30( 0.04)	0.32( 0.03)
Threonine	0.72( 0.05)	0.35( 0.02)	0.32( 0.02)	0.37( 0.02)	0.45( 0.03)
Serine	1.49( 0.05)	0.98( 0.13)	0.76( 0.24)	1.20( 0.12)	1.43( 0.23)
Glutamic acid	2.84( 0.84)	1.40( 0.27)	1.46( 0.20)	1.25(-0.46)	3.86( 1.53)
Proline	2.20(-0.19)	3.80(-0.08)	4.35( 0.10)	4.80(-0.13)	6.35(-0.15)
Glycine	0.60(-0.06)	0.59( 0.01)	0.43( 0.11)	0.55(-0.06)	0.89( 0.30)
Alanine	2.85( 0.06)	1.13( 0.02)	0.89(-0.08)	1.49( 0.02)	3.50( 0.17)
Cysteine	0.09(-0.27)	0.04(-0.10)	0.06(-0.16)	0.05(-0.15)	0.11(-0.32)
Valine	0.93(-0.05)	0.72(-0.16)	0.50( 0.16)	0.78(-0.08)	0.80( 0.05)
Methionine	0.41( 0.04)	0.23( 0.02)	0.32( 0.03)	0.15( 0.01)	0.22( 0.02)
Isoleucine	0.35(-0.34)	0.31(-0.30)	0.11(-0.11)	0.13(-0.13)	0.36(-0.35)
Leucine	1.14(-0.09)	0.22( 0.08)	0.25( 0.11)	0.39(-0.30)	0.90(-0.13)
Tyrosine	0.75( 0 )	0.66( 0 )	0.28( 0 )	0.24( 0 )	0.37( 0 )
Phenylalanine	1.16(-0.64)	1.20(-0.77)	0.80(-0.75)	0.57(-0.34)	1.50(-1.02)
Histidine	0.68(-0.02)	0.60(-0.04)	0.46(-0.08)	0.40(-0.44)	0.73( 0.02)
Lysine	1.88(-0.17)	1.30(-0.22)	0.90(-0.15)	1.12(-0.14)	2.06(-0.39)
Arginine	0.98(-0.21)	1.10( 0.13)	0.07(-0.65)	0.90(-0.17)	1.70(-0.34)
Total	19.67(-1.31)	15.07(-1.13)	12.36(-0.91)	14.69(-2.79)	25.55(-0.320)

\*Values in parentheses mean amino acid of Jeungpyun minus that of dough.

크게 감소하였다. 총 당과 환원당이 증편에서 동시에 감소하는 것으로 보아 증자과정에서의 당 감소는 주로 환원당의 감소에 기인된 것으로 생각된다. 총 당은 분석하지 않고 증편의 환원당을 부분적으로 보고한 이<sup>12)</sup>의 연구에서 발효시간이 길어질수록 환원당이 증가하는 경향을 보여주어 유사한 결과이나 제조 및 발효조건이 본 연구와는 달라서 직접 비교하기는 곤란하다고 판단된다.

### 5. 가용성단백질

증편의 가용성단백질 변화를 발효시간에 따라서 본 결과는 Table 4와 같다. 증편의 가용성단백질은 발효 초기의 시료에서는 약간 감소하다가 발효 6시간의 시료에서부터 크게 증가하여 대체로 반죽<sup>17)</sup>의 변화양상과 일치하였다. 그러나 모든 증편시료의 가용성단백질 양은 반죽의 값에 비하여 약간 감소하였는데, 이는 증자과정에서 일어나는 pH 변화 및 단백질변성 등의 반응에 기인된 결과로 추측된다.

### 6. 유리아미노산

Table 5는 발효시간에 따른 증편의 유리아미노산 소장(消長)을 본 결과이다.

Proline을 제외한 모든 아미노산은 경시적으로 감소하여 발효 4시간 혹은 6시간경에 최저치를 기록하였고 그 이후 다시 증가하여 대체로 반죽<sup>17)</sup>의 변화양상

과 유사한 경향을 보였다. Proline의 경우 반죽시료에서와 마찬가지로 다른 아미노산과는 달리 발효시간에 따라 경시적으로 증가하였고 그 값도 매우 큰 편이었다. 증편시료와 반죽시료의 차이를 보면 아미노산에 따라서 약간 증가 혹은 감소하여 전체적으로 볼 때 일정한 경향을 가지지 않았다. 그러나 증편시료의 값이 glutamic acid의 경우 크게 증가한 반면 phenylalanine은 크게 감소하였다.

총 유리아미노산은 발효시간에 따라서 경시적으로 감소하여 발효 4시간에서 최저치를 기록하였고 그 이후 다시 증가하여 반죽의 변화양상과 일치하였다. 그러나 절대값은 모든 시료에서 반죽에 비하여 약간 낮았다.

### IV. 요 약

증편반죽의 증자과정 중에 일어나는 변화양상을 규명하고자 발효시간을 0에서 10시간까지 달리한 증편제품들을 비교 검토하였다. 발효시간에 따른 증편제품의 화학적 성질들의 변화양상은 반죽시료의 경우와 유사하였으나 증자과정 중 pH는 약간 증가한 반면에 적정산도, lactic acid, 총 당과 환원당, 가용성 단백질과 총 유리아미노산은 감소하였고 특히 환원당이 크게 감소하였으며 또한 유리아미노산의 종류별로는 다소 증가 혹은 감소하여 일정한 경향을 보이지 않았다.

### 참고문헌

1. Desrosier, N.W.: Elements of Food Technology, AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut, p. 473 (1977).
2. Jelen, P.: Introduction to Food Processing, Reston Publishing Co., Inc., A Prentice-Hall Company, Reston, Virginia, p. 102 (1985).
3. 김천호, 장지현: 재래식 증병제조법의 개량화에 관한 연구. 대한가정학회지 8: 292 (1970).
4. 이옥희: 증병제조에 관한 조리과학적 연구. 세종대학 석사학위 논문 (1983).
5. 한재숙: 한국 병과류의 조리학적 연구. II. 증편을 중심으로. 영남대학교 자원문제연구소, 3: 133 (1984).
6. 김영희, 이효자: 밀가루 첨가 및 발효시간에 따른 증편의 특성. 대한가정학회지, 23(3): 63 (1985).
7. 이병호, 류병수: 전통 증편의 단백질 보강에 관한 연구, 한국영양식량학회, 21(5): 525 (1992).
8. 강미영, 최해춘: 증편 제조법 표준화 연구(I) - 발효조건이 증편의 膨化 및 性狀에 미치는 영향, 한국농촌 생활과학회지, 4(1): 13 (1993).
9. 강미영, 최해춘: 증편 제조법 표준화 연구(II) - 발효조건이 증편의 食味에 미치는 영향 - 동아시아 식생활학회지, 3(2): 165 (1993).
10. 이병호: 전통 증편의 과학적 제조 조건과 영양적 품질 개선, 한국음식문화연구원 논문집, 4: 109 (1993).
11. 조윤희, 우경자, 홍성야: 증편 제조에 관한 연구 1 (표준화에 관해서), 한국조리과학회지, 10(4): 322 (1994).
12. 이종미: 제조 방법에 따른 증편의 특성, 한국음식문화 연구원논문집, 5: 209 (1994).
13. 최영희, 강미영: 쌀 품종별 증편 가공적성에 관한 연구, 동아시아 식생활학회지, 4(3): 67 (1994).
14. 김영인, 김기숙: 전식 및 습식제조 쌀가루로 제조한 증편의 맹화특성, 한국조리과학회지, 10(4): 329 (1994).
15. 최영희, 전화숙, 강미영: 첨가재료에 따른 증편의 관능적 물성적 특성, 한국조리과학회지, 12(2): 200 (1996).
16. 박영선, 서정식: 발효과정 중 증편반죽의 pH, 산도, 유기산 및 당함량의 변화. 한국식생활문화학회지, 9(4): 329 (1994).
17. 박영선, 서정식: 발효과정 중 증편반죽의 가용성 단백질, 유리아미노산 및 전분의 변화. 한국조리과학회지, 11(3): 282 (1995).
18. 박영선, 최봉순: 증편반죽의 가수조건에 관한 연구, 한국조리과학회지, 10(4): 334 (1994).
19. Mathason, I.J.: pH and determination control. Baker's Digest, 52: 703 (1978).
20. Horwitz, W.: A.O.A.C., 13th ed., p. 366 (1980).
21. Bryant, F. and Overell, B.T.: Quantitative chromatographic analysis of organic acid in plant tissue extracts. Biochem. Biophys. Acta., 10: 471 (1953).
22. Resnick, F.E., Lee, L.A. and Powell, W.A.: Chromatography of organic acids in cured tobacco. Anal. Chem., 27: 928 (1955).
23. 이성우: 녹숙고추의 저온저장에 따른 종자갈변에 관한 생리학적 연구 제1보 종자 갈변에 관계되는 기질과 중간대사성분의 변화. 한국식품과학지, 3(1): 29 (1971).
24. Palmer, J.K. and List, D.M.: Determination of organic acids in foods by chromatography. J. Agr. Food Chem., 21: 903 (1973).
25. 일본식품공업학회 식품분석법 편집위원회편: 식품분석법. 광림, p. 170 (1982).
26. 동경대학 농예화학교실: 실험농예화학 (1962).
27. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J.: Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193: 265 (1951).
28. 최홍식: 쌀밥의 향미에 관한 연구. 동국대학교 박사학위 논문 (1976).

(1996년 6월 19일 접수)