

발효과정 중 증편 반죽의 pH, 산도, 유기산 및 당함량의 변화

박영선 · 서정식*

대구대학교 식품영양학과

*영남전문대학 식품영양과

(1994년 9월 2일 접수)

Changes in pH, Acidity, Organic Acid and Sugar Content of Dough for Jeungpyun During Fermentation

Young-Sun Park and Chung-Sik Suh*

Department Food Science and Nutrition, Taegu University

*Department Food Science and Nutrition, Yeungnam Junior College

(Received September 2, 1994)

Abstract

Physicochemical properties of dough for Jeungpyun(Korean steamed rice cake) were analyzed during fermentation in the ranges of 0 to 10 hours. As fermentation time went by, pH of Jeungpyun dough was decreased while its titratable acidity and lactic acid content were increased continuously. Total sugar content was decreased continuously during fermentation. Reducing sugar content was increased greatly at the early stage of fermentation, reaching maximum value, 101 mg/g-dry matter at 4 hours, but it was decreased thereafter.

I. 서 론

증편 제조 방법은 발효과정을 거친다는 점에서 서양의 발효 빵류와 공통성이 있으나 재료나 제조 방법이 다양하며 실제 제조시 실패하는 일이 많은 점 등 여러가지 문제점들을 내포하고 있어서 증편 제조의 과학화 및 표준화가 절실히 요구된다. 이를 위하여서는 첨가 재료의 기능, 제조 중의 이화학적 성질 변화, 재료 배합의 조건, 발효조건 등의 검토를 통한 기존의 증편 제조 방법에 대한 과학적인 이해가 선행되어야 한다. 그러나 증편과 관련한 연구로는 몇편의 단편적인 보고가 있을 뿐이다^{1,4)}.

이와 같이 증편에 관한 연구는 상당히 제한적이므로 증편 제조에 따른 제반 현상의 이해에는 제조방법상 발효과정을 공통적으로 거치는 몇 종류의 곡류가공 제품에 관한 연구 결과가 크게 도움이 될 것으로 생각한다. 곡류를 이용한 발효식품의 대표적인 것으로는 크게 주류와 빵류를 들 수 있지만 증편은 제품의 특징상 빵류와 비견할 만하다. 빵류는 밀가루를 주재료로 하여 제조한다는 점에서 증편과는 제품의 특성이 다를 것으로 예상된다.

밀가루 이외의 발효식품으로는 sour dough로 만든

rye bread⁵⁾, 100% 쌀로 만든 효모 발효빵⁶⁾, 인도의 전통적인 발효 쌀식품인 idli(rice pudding)와 dosai(rice cake)⁷⁻¹⁴⁾, 필리핀의 puto(rice cake)^{15,16)} 등을 들 수 있다. 이들 발효식품들의 제조는 곡류재료를 분말로 한 후 적당한 부재료를 첨가하여 반죽을 만들고, 이를 발효시킨 후 가열처리하는 과정을 공통적으로 거친다. 그러나 밀가루를 원료로 한 빵류를 제외하고는 그 이용이 적은 편이지만 일부 지역에서 이용되고 있다는 점을 감안하면 금후 제품의 개발 및 다양화에 참고할 가치가 충분하다고 생각된다. 특히 쌀의 다양한 용도 개발이 점차 요청되고 있는 작금의 사정을 고려할 때, 증편의 과학화는 빵류 대체식품으로서의 의의 뿐만 아니라, 쌀의 이용 및 가공 방법의 개선에도 크게 이바지할 것으로 보여진다.

따라서 본 연구는 증편 제조의 표준화를 위한 기초 자료를 제시하고자 발효과정에 따른 증편 반죽의 이화학적 성질 변화를 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

시중에서 구입한 멥쌀(품종 : 아끼바레)을 쌀가루 제

조에 사용하였으며 탁주는 시판 막걸리(대구 제 2합동 제조장 제품)를 구입하였다. 설탕은 정백설탕(제일제당), 식염은 재염, 물은 수도물을 각각 사용하였다.

2. 증편 반죽

쌀가루 제조, 재료 배합 및 반죽 제조는 다음과 같이 실시하였다.

(1) 쌀가루 제조

쌀은 수세하여 20°C 에서 8시간 수침시킨 후, 체에 받쳐 1시간 방치하여 물빼기를 한 다음 쌀가루의 1.5% (w/w)에 해당하는 소금을 첨가하고 제분기에 2회 분쇄한 것을 전기체로 내려서 쌀가루 시료로 하였다. 이렇게 하여 얻어진 쌀가루의 무게는 원료쌀 무게의 1.4 배를 기준으로 하였고 이에 미달시는 반죽할 때 별도의 물로 보충하였다.

(2) 재료 배합 및 반죽 제조

쌀가루 100, 설탕 10, 탁주 15, 물 30의 비율로 재료를 혼합한 다음 과리가 일도록 20분간 휘저은 것을 반죽 0시간으로 정하고 30°C 항온기에서 소정의 시간동안 반죽의 발효를 행하였다.

3. 시료 조제

소정시간 발효가 끝난 반죽을 그 즉시 -40°C 로 급속동결시킨 다음 동결건조기(SDM-5000, Donghae Co., Japan)에서 15시간 동결건조하였다. 건조시료는 즉시 밀봉하여 냉장고에 보관하고 이를 분석시료로 사용하였다.

4. pH

pH는 Mathason¹⁷⁾의 방법에 따라 시료 5g에 증류수 25 ml를 가하고 homogenizer(Ace AM7, NIHON SEIKI KAISHA, Japan)로 균질화시킨 후 pH meter (TOA Model HM-10K, Japan)로 측정하였다. 이 때 분석용 시료로 발효 직후의 반죽을 그대로 사용하였다.

5. 적정산도

분말 시료 1.0g을 정평하여 증류수 10ml에 용해시킨 후 pH 8.3까지 적정하는 데 필요한 0.01 N NaOH 용액 ml 수를 구하고¹⁸⁾ 이로부터 건물 g당 소요되는 NaOH의 mEq를 계산하여 적정산도로 하였다.

6. 유기산

유기산의 분리¹⁹⁻²¹⁾ 및 정량²²⁾은 다음과 같이 실시하였다. 즉 Fig. 1과 같이 분말 시료 1g에 80% ethanol 용액 200 ml를 가하여 유기산을 추출하고 20 ml로 농축시킨 다음 Amberlite IR-45에 흡착시켰다. 이를 2 M

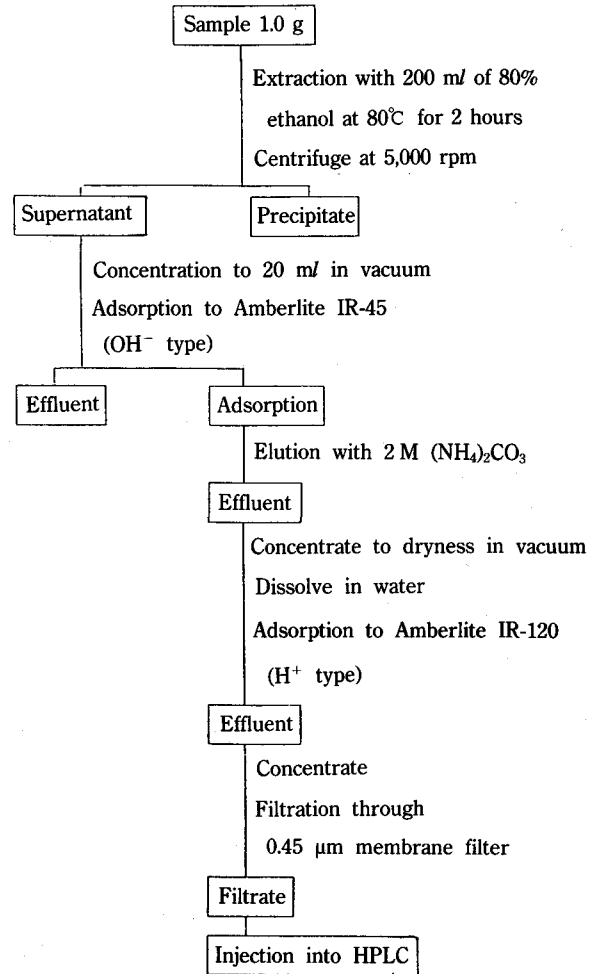


Fig. 1. Flow chart for separation of organic acid.

(NH₄)₂CO₃ 용액으로 용출시킨 후, 진공농축하여 Amberlite IR-120을 통과시키고 이 때 유출액을 농축한 후, membrane filter(φ 0.45 μm)로 여과하고 그 여액을 HPLC(Waters)에 주입시켜 분석하였다. 이 때 HPLC 분석조건은 다음과 같다: Column, Aminex HPX-87H (300×7.8 mm); Mobile phase, 0.008 N H₂SO₄; Flow rate, 0.6 ml/min; Detector, RI 401.

7. 당

(1) 총 당

분말 시료 0.1g을 취하여 2% HCl 용액으로 가수분해하고 중화한 후, lead acetate와 sodium oxalate를 사용하여 제단백한 것을 일정량 취하여 Somogyi-Nelson 법²³⁾에 의하여 정량하였다.

(2) 환원당

분말 시료 0.1g을 증류수 50 ml로 4시간 추출, 여과한 액을 일정량을 취하여 위와 같이 Somogyi-Nelson 비색법에 의해 정량하였다. 이 때 표준용액으로 glucose 용액을 이용하여 검량선을 작성하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH의 변화

발효시간에 따른 반죽의 pH 변화는 Fig. 2와 같이 발효시간이 경과함에 따라 감소하였다. 그 감소 정도는 발효 4시간을 전후하여 두 단계로 구분되었으며, 특히 발효 4시간까지의 pH 감소가 그 이후보다도 더 큰 경향이였다.

본 실험의 결과는 반죽의 발효 중 pH 저하를 보고한 이²⁾, 김 및 이⁴⁾의 결과와 일치하였다. 제빵시 pH 5에서 일반적으로 빵의 부피가 최대이며 발효 중 반죽의 pH는 5.0~5.5 사이로 감소하고 발효 중 반죽의 pH에 단백질이 가장 크게 기여한다²⁰⁾고 하였다. 그러나 증편 반죽의 경우 이러한 pH 감소의 원인은 초기 pH의 범위로 보아서 주로 첨가된 타주에서 이행된 젖산균의 증식에 기인된 것으로 생각되었다.

2. 적정산도의 변화

발효시간에 따른 반죽의 적정산도를 보면 Table 1과 같이 발효시간이 경과함에 따라 산도는 경시적으로 증가하는 경향이었고 특히 발효 6시간 이후에 산도의 증가가 현저하였다. 이러한 산도의 변화양상은 앞의 pH 변화와는 대조적으로 pH 변화가 상대적으로 큰 발효

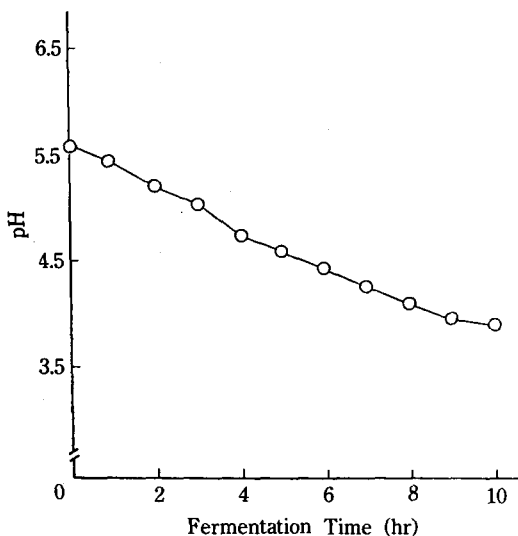


Fig. 2. Changes in pH of dough during fermentation.

초기보다도 pH 변화가 적은 발효후기에 산도가 크게 증가하였다. 이는 생성된 유기산의 완충작용에 기인된 결과로 생각된다. 본 결과는 반죽의 총 산도가 숙성시간에 따라 현저히 증가하였다는 이²⁾의 보고와 일치하였다.

3. 유기산의 변화

반죽의 유기산을 발효시간에 따라서 비교한 결과는 Table 2와 같다. 유기산은 여러 가지 종류가 예상되지만 본 실험조건에서는 lactic acid와 succinic acid 만이 검출된 것으로 보아 나머지 검출되지 않은 것은 미량인 것으로 생각된다. 발효시간이 경과함에 따라 lactic acid는 상당히 증가하였고, 특히 발효 6시간부터 크게 증가하였다. 이러한 lactic acid의 변화 양상은 앞의 산도변화와 잘 일치하였다. succinic acid는 발효시간에 따라서 생성은 되나 그 양은 증가하지 않았으며, 또한 lactic acid에 비하여 그 양이 매우 적었다. 따라서 lactic acid가 유기산의 주종임을 알 수 있었다.

이상의 유기산 변화 양상이나 발효온도로 보아 원료 타주에서 이행된 미생물 중 젖산균 증식이 발효과정에 크게 관여하는 것으로 생각된다. 이 등²⁵⁾은 타주의 유기산 중 lactic acid가 가장 많았다고 보고하였고 Rabe²⁶⁾는 sour dough 제조시 30~35°C에서는 lactic acid,

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

Fermentation time (hr)	Titratable acidity* (mEq/g-dry matter)
0	0.025
2	0.027
4	0.035
6	0.037
8	0.048
10	0.063

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

Table 2. Changes in organic acid of dough during fermentation for Jeungpyun. (mg/100 g-dry matter)

Fermentation time (hr)	Lactic acid	Succinic acid
0	ND*	ND
2	34	16
4	49	18
6	83	19
8	114	15

*ND: not detected

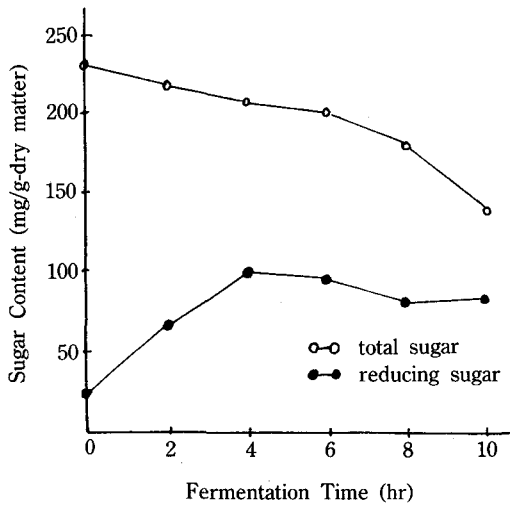


Fig. 3. Changes in sugar content of dough for Jeung-pyun during fermentation.

20~25°C에서는 acetic acid 생성이 각각 우세하였고 바람직한 발효율은 lactic acid : acetic acid = 80 : 20의 비율이라고 하였다. Johnson 등²⁷⁾은 발효빵 반죽 중 생성되는 유기산은 일반적으로 acetic acid보다 lactic acid가 많다고 하였고 Wiseblatt²⁸⁾는 직접 반죽법(straight dough method)에 의한 식빵 반죽 중 휘발성 유기산 양의 조사에서 발효종료 시점에서 acetic acid가 반죽 중량의 11.6 mg%로 압도적이었고 Richard-Molard와 Cahagnier²⁹⁾도 볼라서 빵반죽 중 휘발성 유기산 중에 acetic acid가 역시 압도적으로 많았다고 보고하였다. 본 실험에서는 시료의 동결건조과정 중 acetic acid가 휘발하여 없어진 것으로 생각되었다.

4. 당의 변화

발효시간에 따른 반죽의 당 함량변화는 Fig. 3과 같다. 총 당은 발효과정 중 경시적으로 감소하는 경향이 있으며 특히 발효초기와 발효 6시간 이후 크게 감소하였다. 총 당은 전술한 적정산도 및 유기산과 유사한 변화를 보였다. 이러한 총 당의 감소는 발효 중 미생물 증식 및 유기산발효에 기인한 것으로 생각된다.

환원당은 초기에 급격히 증가하여 발효 4시간에서 최대치를 기록하였고, 그 이후 서서히 감소하는 경향이였다. 이는 발효초기 amylase의 활성이 크게 높아져 전분의 환원당으로의 분해가 매우 활발하며 발효 4시간 이후 서서히 감소하는 것은 환원당의 생성보다는 젖산발효 등에 의해서 환원당의 분해 정도가 크게 증가됨에 기인된 결과로 생각되었다.

IV. 요약

발효시간을 0~10시간으로 달리한 증편 반죽에서 발효시간에 따른 이화학적 성질 변화를 검토하였다. 발효경과에 따라 pH는 감소하였으나 적정산도와 젖산은 계속적으로 증가하였다. 발효 중 총당은 계속적으로 감소하였으나 환원당은 발효초기 크게 증가하여 발효 4시간에 건물 기준으로 최대 101 mg/g에까지 도달한 다음 다시 감소하였다.

참고문헌

1. 김천호, 장지현. 재래식 증편제조법의 개량화에 관한 연구. 대한가정학회지 8: 292, 1970.
2. 이옥휘. 증편제조에 관한 조리과학적 연구. 세종대학 석사학위 논문, 1983.
3. 한재숙. 한국 병과류의 조리학적 연구, II. 증편을 중심으로. 영남대학교 자원문제 연구소 3: 133, 1984.
4. 김영희, 이효지. 밀가루 첨가 및 발효시간에 따른 증편의 특성. 대한가정학회지 23(3): 63, 1985.
5. Belitz, H.D. and Grosch, W. Food Chemistry, Springer-Verlag, Berlin, p. 524, 1987.
6. Nishita, K.D., Roberts, R.L., Bean, M.M. and Kennedy, B.M. Development of a yeast-leavened rice-bread formula. Cereal Chem. 53: 626, 1976.
7. Steinkraus, K.H., van Veen, A.G. and Thiebeau, D.B. Studies on idli-An Indian fermented black gram-rice food. Food Technol. 21: 916, 1967.
8. Van Veen, A.G. Fermented rice foods. In "Rice: Chemistry and Technology", ed. by Houston, D.F., Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN., p. 428, 1972.
9. Batra, L.R. and Millner, P.D. Some Asian fermented foods and beverages and associated fungi. Mycologia 66: 942, 1974.
10. Hessltine, C.W. Some important fermented foods of mid-Asia, the Middle East and Africa. J. Am. Oil Chem. Soc. 56: 367, 1979.
11. Susheelamma, N.S. and Rao, M.V.L. Functional role of the a rabinogalactan of black gram(*Phaseolus mungo*) in the texture of leavened foods(steamed pudding). J. Food Sci. 44: 1309, 1979.
12. Wang, H.H. Fermented rice products. In "Rice: Production and Utilization", ed. by Luh, B.S., AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT., p. 650, 1980.
13. Reddy, N.R. and Salunkhe, D.K. Effects of fermentation on phytate phosphorus and mineral content in black gram, rice and black gram and blends. J. Food Sci. 45: 1708, 1980.
14. Juliano, B.O. and Sakurai, J. Miscellaneous rice pro-

- ducts. In "Rice: Chemistry and Technology", ed. by Juliano, B.O., Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN., p. 607, 1985.
15. Perdon, A.A. and Juliano, B.O. Amylose content of rice and quality of fermented cake. *Stärke* **27**: 196, 1975.
 16. Sanchez, P.C. Varietal influence on the quality of Philippine rice cake(puto). *Philipp. Agric.* **58**: 376, 1975.
 17. Mathason, I.J. pH and T.T.A. determination control. *Baker's Digest* **52**: 703, 1978.
 18. Horwitz, W. A.O.A.C., 13th ed., p. 366, 1980.
 19. Bryant, F. and Overell, B.T. Quantitative chromatographic analysis of organic acid in plant tissue extracts. *Biochem. Biophys. Acta.* **10**: 471, 1953.
 20. Resnick, F.E., Lee, L.A. and Powell, W.A. Chromatography of organic acids in cured tobacco. *Anal. Chem.* **27**: 928, 1955.
 21. 이성우. 녹숙고추의 저온저장에 따른 종자갈변에 관한 생리학적 연구 제1보 종자 갈변에 관계되는 기질과 중간대사성분의 변화. *한국식품과학회지* **3**(1): 29, 1971.
 22. Palmer, J.K. and List, D.M. Determination of organic acids in foods by liquid chromatography. *J. Agr. Food Chem.* **21**: 903, 1973.
 23. 일본식품공업학회 식품분석법 편집위원회편. 식품분석법. 광림, p. 170, 1982.
 24. MacRitchie, F. Physicochemical aspects of some problems in wheat research. In "Advances in Cereal Science and Technology Vol. III", ed. by Pomeranz, Y., American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, p. 303, 1980.
 25. 이원경, 김정림, 이명환. 국균을 달리한 탁주 양조 중 유리아미노산 및 유기산의 소장. *한국농화학회지* **30**(4): 323, 1987.
 26. Rabe, E. Organic acids of breads processed in various ways. I. Method for determining the type of acidulant. *Getreide, Mehl Brot* **34**: 90, 1980.
 27. Johnson, J.A., Miller, B.S. and Curnutte, B. Organic acids and esters produced in pre-ferments. *J. Agric. Food Chem.* **6**: 384, 1958.
 28. Wiseblatt, L. The volatile organic acids found in dough, oven gases, and bread. *Cereal Chem.* **37**: 734, 1960.
 29. Richard-Molard, D. and Cahagnier, B. Formation of acetic and lactic acids during dough making effects on the bread flavor. *Getreide, Mehl Brot* **34**: 147, 1980.