현미가루를 첨가한 증편반죽의 이화학적 특성

정상열 · 박미정 · 이숙영[†]

중앙대학교 식품영양학과

Physicochemical Properties of *Jeung-pyun* Dough Containing with Different Amounts of Brown Rice

Sang-Yeol Jeong, Mi-Jung Park and Sook-Young Lee[†]

Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstract

In this study, the physicochemical properties of polished rice flour, brown rice flour, and *Jeung-pyun* dough were studied. The protein, lipid, dietary fiber, pH of brown rice flour were higher than those of polished rice flour. The total polyphenol contents and electron donating ability (EDA) of brown rice flour (83.60 mg%, 2.44%, respectively) were higher than those of polished rice flour (56.91 mg%, 1.43%, respectively). The temperature gelatinization of brown rice flour higher than that of polished rice flour. The counts in *Jeung-pyun* dough were not significantly decreased brown-rice flour. The addition of brown rice flour decreased the amount of carbon dioxide gas evolved from *Jeung-pyun* dough. The pH values of brown rice *Jeung-pyun* dough generally decreased fermentation time.

Key words : brown rice, *Jeung-pyun*, dough, physicochemical properties

I. 서 론

우리나라는 예로부터 곡류음식이 많이 개발되고 널리 보급되어 토착성이 짙은 전통음식으로 계승되었다. 곡류조리의 대표적 음식인 죽, 떡, 밥은 농경이 시작되던 때에는 다같이 상용성을 갖는 음식이었으나 주식으로서 밥의 상용화가 정착된 이후부터 떡은 명절음식, 의례음식화 되어졌다(강인회 1991).

떡은 찢떡, 찢떡, 빗는떡, 지지는떡 등으로 크게 구분되는 우리나라 떡 중에서 증편은 누룩을 이용하여 만든 술에 쌀

가루를 반죽하여 따뜻한데 놓았다가 부풀어지면 찢내는 떡으로 술떡, 기주떡(起酒餅), 증병(蒸餅), 기증(起蒸)떡, 기지떡, 기정떡, 징편 및 병거지떡 등으로 불리고 있으며(황혜성 등 1994), 제조과정 중 발효과정을 공통적으로 거친다는 점에서 서양의 빵과 견줄만한 우리 고유의 떡으로 서구화된 맛에 익숙해져 있는 사람들이 쉽게 수용할 수 있다(Park YS와 Suh CS 1996).

증편에 관한 연구로는 제분방법을 달리한 쌀가루를 이용하여 증편을 만들었을 때 습식제분 쌀가루로 만든 제품이 건식제분 쌀가루로 만든 제품보다 팽화상태가 좋았고 전반적인 품질이 양호하였다고 보고한 연구가 있으며(Kim YI와 Kim KS 1994), 인삼막걸리로 제조한 증편의 품질특성(Sung JH와 Han MJ 2008), 쌀가루의 제분 방법에 따른 증편의 노화도 특성, 증편발효시간의 최적화에 관한 연구(Kim SJ 등 1990, Kim YI 등 1997, Park YS와 Suh CS 1997) 및 파프리

[†]Sook-Young Lee, Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Tel : 031-670-3274

Fax : 031-676-8741

E-mail : syklee48@paran.com

카즘을 첨가하여 유색증편 제조에 관한 연구가 보고되었다 (Jung JY 등 2004). 한편 발효원으로 이스트를 사용하여 제조한 증편의 연구로는 이스트가 발효원, 발효온도, 발효시간, 증편의 팽화 등에 미치는 영향에 관한 연구가 보고되었다 (Kang MY와 Choi HC 1993).

식생활의 서구화로 인해 성인병의 문제가 대두되고 식이섬유의 섭취에 대한 관심이 날로 증대되고 있으므로 영양성 및 기능성을 함유한 현미가루가 첨가된 증편의 개발에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다. 이에 본 연구에서는 백미가루를 현미가루로 대체하고 막걸리 대신 냉동동성 생효모를 사용하여 발효한 현미증편 반죽의 이화학적 특성을 알아보고자 하였다. 백미가루와 현미가루의 일반성분 및 항산화성, 총폴리페놀함량, 호화특성을 분석하였으며, 현미가루의 첨가량을 달리한 현미증편반죽의 발효특성을 연구하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 백미와 현미(경기도 이천시)는 2008년에 생산된 것이었고, 냉동동성 효모(조흥과학, 경기도 안산)는 2008년에 제조된 것이었으며, 설탕(제일제당 정백당)은 순도 99.0%, 소금(제일제당 정제염)은 NaCl 88% 이상이었다.

2. 백미가루 및 현미가루의 제조

백미가루 및 현미가루의 제조는 Choi WS와 Woo KJ(2006), An SM 등(2002)의 방법을 약간 변형하여 사용하였다. 백미 및 현미는 각각 5회 수세하여 30℃ 항온기에서 백미는 4시간 동안, 현미는 8시간 동안 침지한 후 1시간 동안 체에 발혀 물기를 빼었고 분쇄기(No 2200, 대성전기)로 가루를 만든 다음, 20 mesh의 체에 내려 냉동고(-18℃)에 보관하면서 사용하였다.

3. 증편반죽의 제조

Choi WS와 Woo KJ(2006) 및 Yoon SJ(2005)의 방법을 약간 변형하여 예비실험을 거쳐 증편반죽을 제조하였으며, 백미가루 대신 현미가루로 0, 10, 20, 30, 40, 50%의 비율로

첨가하였다. 증편반죽의 재료배합비율은 Table 1과 같으며 그 수분 함량은 동일하게 조절하였다.

35℃의 물에 설탕과 소금을 녹인 후 생효모(냉동동성), 미리 체질해 놓은 백미가루와 현미가루를 섞어 반죽을 한 다음, 500 cc 용량의 플라스틱 그릇에 반죽을 100 g씩 넣고 폴리에틸렌 필름으로 덮은 후 35℃ 항온기에서 2시간 동안 1차 발효를 시켰다. 1차 발효시킨 반죽을 한쪽방향으로 저어 가스를 제거하는 과정을 거친 후 38℃의 항온기에서 1시간 동안 2차 발효를 진행시켰으며 가스를 제거한 후 현미증편 반죽의 품질특성을 측정하였다.

Table 1. Formulas for brown-rice Jeung-pyun dough with various added percentages of brown-rice flour (unit : %)

Samples	BR0 ¹⁾	BR1	BR2	BR3	BR4	BR5
Polished-rice flour (water:34.3%)	100	90	80	70	60	50
Brown-rice flour (water:35.6%)	0	10	20	30	40	50
Sugar	30	30	30	30	30	30
Salt	1	1	1	1	1	1
Fresh Yeast	2	2	2	2	2	2
Water	53	52.87	52.74	52.61	52.48	52.35

¹⁾BR0 ; Polished-rice flour 100%

BR1 ; Polished-rice flour 90% + Brown-rice flour 10%

BR2 ; Polished-rice flour 80% + Brown-rice flour 20%

BR3 ; Polished-rice flour 70% + Brown-rice flour 30%

BR4 ; Polished-rice flour 60% + Brown-rice flour 40%

BR5 ; Polished-rice flour 50% + Brown-rice flour 50%

4. 백미가루 및 현미가루의 이화학적 특성 측정

1) 일반성분

백미가루와 현미가루의 수분, 회분, 조단백질, 조지방 및 식이섬유의 함량은 AOAC 방법(1996)에 따라 정량분석하였으며, pH는 pH meter(model-430, Corning, U.S.A)를 사용하여 분석하였다.

2) 총 폴리페놀 함량

백미가루와 현미가루의 총 폴리페놀 함량 측정은 Dewanto V 등(2002)의 방법을 이용하여 일정 농도로 조정 한 시료액 100 μ L에 2% sodium carbonate 2 mL와 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μ L를 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 한 표준검량선에 의하여 산출하였다.

3) 전자공여활성

전자공여활성(Electron donating ability, EDA)은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 각 시료의 농도를 일정하게 희석한 용액 0.2 mL에 0.4 mM DPPH(1,1 diphenyl- 2-picryl-hydrazyl) 용액 0.8 mL를 가하여 10초간 진탕한 후 상온에서 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. EDA 활성도(%)는 다음 계산식 $\text{Electron donating ability}(\%) = \{1 - (\text{시료흡광도} / \text{대조구흡광도})\} \times 100$ 에 의하여 산출하였다.

4) Differential Scanning Calorimetry에 의한 호화도

백미와 현미를 분쇄하여 20 mesh를 통과시킨 시료 10 mg에 2배의 증류수를 첨가하여 스텐레스스틸 팬에 담고 밀봉한 다음 differential scanning calorimeter(DSC, Setarm 92, France)를 사용하여 5 $^{\circ}$ C/min의 속도로 30 $^{\circ}$ C부터 120 $^{\circ}$ C까지 승온하여 흡열 곡선을 얻었다. Reference pan에는 시료 pan에 넣은 시료와 같은 양의 증류수를 넣었다. DSC thermogram으로 부터 호화 개시온도(T_o), 호화피크온도(T_p) 호화종료온도(T_c)를 구하였고, 흡열피크의 면적으로부터 엔탈피(ΔH)를 구하였으며(Kim HS 등 1988, Hyun CK 등 1988), 그 측정조건은 Table 2와 같다.

Table 2. The condition of differential scanning calorimetry

Parameter	Condition
Sample mass	30.0 mg
Initial Temp	30 $^{\circ}$ C
Final Temp	120 $^{\circ}$ C
Heat Flow	5.0 $^{\circ}$ C/min

5. 증편 반죽의 품질특성 측정

1) 효모수

백미가루 대신 현미가루를 0, 10, 20, 30, 40, 50%의 비율로 첨가하여 1, 2차 발효과정을 거치면서 증편 반죽을 각각 1 g 취하여 인산완충액에 10배 단계로 희석한 후 Sabouraud dextrose medium(peptone 10 g, dextrose 40 g, agar 15 g, distilled water 1,000 mL, pH 5.6)에서 30 $^{\circ}$ C, 24시간 배양하여 효모수를 산출하였다.

2) CO₂ 발생량

Choi WS와 Woo KJ(2006)의 방법을 약간 변형하여 meisel flask를 사용하여 측정하였다. 백미가루 대신 현미가루를 0, 10, 20, 30, 40, 50%의 비율로 첨가하여 1, 2차 발효과정을 거치면서 시간별로 중량을 측정하여 감소하는 중량(mg)을 CO₂발생량으로 하였다.

3) pH

증편 반죽의 pH는 증편반죽 5 g에 증류수 25 mL 넣고 잘 교반한 후 pH meter(model-430, Corning, U.S.A)를 사용하여 측정하였다

6. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정 하였으며, SPSS (Version 13.0) package program을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, t-test 및 분산분석으로 유의차가 있는 항목에 대하여는 Duncan's multiple range test에 의해 5% 유의수준에서 시료간의 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 시료의 이화학적 특성

1) 일반성분

백미가루 및 현미가루의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 현미(수침)가루의 수분함량은 35.60%로 백미(수

Table 3. Chemical composition of polished-rice flour and brown-rice flour

(100 g)

Samples	Moisture (%)	Crude Protein (%)	Crude Lipid (%)	Sugar (%)	Dietary fiber (%)	Ash (%)	pH
Polished-rice flour	34.30±1.87 ¹⁾	8.51±0.13	0.91±0.01	54.79±2.00	0.89±0.00	0.60±0.00	3.97±0.02
Brown-rice flour	35.60±2.21	9.73±0.21	2.72±0.12	48.79±2.66	2.47±0.11	0.70±0.01	4.45±0.03
t-value	31.77 ^{***}	98.26 ^{***}	157.61 ^{***}	-47.45 ^{***}	38.89 ^{***}	121.24 ^{***}	343.81 ^{***}

¹⁾Values are mean±SD. *** p<0.001

침)가루의 34.30% 보다 높았으며 현미가루의 조회분, 조단백 및 조지방, 식이섬유 등은 백미가루보다 높은 수치를 나타내었다.

이와 같이 현미가루는 백미가루에 비해 겨층(과피, 종피, 호분층)과 배아를 포함하고 있어 식이섬유가 풍부하다. 이러한 식이섬유의 섭취는 열량식품으로만 인식되던 개념에서 영양식품으로도 충분히 활용할 만한 가치가 있다고 생각되며, 현미가루를 증편제조 시 첨가한다면 영양성을 높일 수 있는 증편이 되리라 사료된다.

2) 총 폴리페놀함량

백미가루 및 현미가루의 총 폴리페놀함량은 Table 4와 같다. 페놀성화합물은 식물 계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 항산화, 항균 활성 등의 생리활성 기능을 나타내며(Kuhnau J 1976), 일반적으로 항산화활성을 나타내는 물질은 페놀성화합물이 작용하는 것으로 알려져 있다. 총 폴리페놀함량은 현미가루 83.60 mg%, 백미가루 56.91 mg%로써, 현미의 폴리페놀함량이 백미보다 더 높았다(p<0.001).

Table 4. The contents of total polyphenolic compounds in polished-rice flour and brown-rice flour

Samples	Total polyphenolic compounds (mg %)
Polished-rice flour	56.91±3.85 ¹⁾
Brown-rice flour	83.60±5.70
t-value	26.08 ^{***}

¹⁾Values are mean±SD. ***p<0.001

이와 같은 현미가루의 폴리페놀 함량은 능이버섯의 아세톤 추출물에서 폴리페놀 함량 56 mg%(Kim YH와 Oh SH 1987)에 비해 높았으며, 당귀(52 mg%)와 흑두(55 mg%), 백지(75 mg%), 소회향(81 mg%)(Moon JS 등 2004) 등의 약용 식물 추출물의 폴리페놀 함량보다도 높았다.

3) 전자공여활성

백미가루 및 현미가루의 항산화 활성을 알아보기로 대표적 지표로 알려진 전자공여활성(Electron Donating Ability, EDA)을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)는 비타민 C, 토코페롤, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류 등에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로서 항산화물질의 전자공여능을 측정할 때 주로 사용하는 방법으로 알려져 있다(Blois MS 1958). 본 실험에서 백미가루, 현미가루의 EDA값은 0.5% 동일농도에서 각각 1.43%, 2.44%로 전자공여활성을 나타내었다(p<0.001).

Table 5. Electron donating ability (EDA) of polished-rice flour and brown-rice flour (unit : %)

Samples %	Polished-rice flour	Brown-rice flour	t-value
0.1	1.22±0.01 ^{b1)}	1.51±0.06 ^c	105.66 ^{***}
0.5	1.43±0.15 ^b	2.44±0.22 ^b	16.51 ^{**}
1.0	1.48±0.03 ^a	3.51±0.23 ^a	85.45 ^{***}
F-value	7.197 [*]	88.38 ^{***}	

¹⁾Values are mean±SD.^{a-c)}Means with different letters within a same column are significantly different at p<0.05.^{*} p<0.05, ^{**} p<0.01, ^{***} p<0.001

EDA(%) of 0.5% Vit-C: 63.16±2.93

이와 같이 현미는 백미에 비해 농도가 높아질수록 전자공여 활성이 높게 나타났으며, 백미와 현미 각각에서 농도가 높아질수록 전자공여 활성이 높게 나타난 결과를 보더라도 증편제조 시 현미를 첨가한다면 기능성을 부과할 수 있는 증편의 개발이 가능하리라 생각된다.

4) Differential scanning calorimetry에 의한 호화도

DSC를 이용하여 백미가루와 현미가루의 호화 특성을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 백미가루와 현미가루의 호화개시 온도(T_o)는 각각 63.98℃, 67.56℃ 이었고, 호화 피크온도(T_p)는 각각 70.78℃, 72.76℃ 였으며, 그리고 호화종료온도(T_c)는 각각 81.88℃, 83.97℃ 였다. 백미가루에 비해 현미가루가 호화개시 온도(T_o)와 피크온도 (T_p) 그리고 호화종료온도(T_c)에서 모두 높았다. Biliaderis CG 등(1980)에 의하면 전분의 호화온도가 낮은 것은 전분입자의 결정도가 낮기 때문이라고 하였고, Ghiashi K 등(1982)은 가열시 팽윤이 느린 전분은 높은 호화온도를 가진다고 하였다. 현미가루의 경우 식이섬유, 단백질, 지질 등의 영양성분과 전분입자들이 배유(전분)세포에서 완전한 분리가 되지 않았기 때문에 호화개시온도가 높았다고 생각된다.

엔탈피(ΔH , mJ/mg)는 저장 중 수소결합이 형성되면서 전분 분자는 부분적으로 재배열이 일어나며, 이를 재호화시키는데 필요한 열량을 나타내는데, 엔탈피의 감소는 호화의 지연효과를 가진다고 하였는데(Jung MH 2002), 본 실험에서 현미가루의 엔탈피값은 2.03으로 백미의 2.04에 비해 유의적으로 낮았으므로, 증편반죽에서 현미가루의 첨가는 호화를 지연시킬 수 있으리라 생각된다. Choi GC 등(2005)의 찰흙미 전분의 호화 특성에서 신선찰벼 전분과 찰흙미 전분의 호화개시 온도(T_o)는 각각 62.9℃, 63.0℃ 였으며, 호화 피크온도(T_p)는 각각 69.1℃, 69.4℃ 였으며, 종료온도(T_c)는 각각 78.7℃, 78.9℃ 였는데, 본 연구의 백미가루는 신선찰벼와 찰흙미에 비해 호화개시온도 및 호화피크온도는 유사하였으나, 호화종결온도는 더 높았다. Lii CY 등(2005)의 찹쌀 전분의 호화개시 온도가 64.0℃ 라고 보고하여 본 연구의 백미가루와 유사한 경향을 보였다.

그동안 보고된 백설기에 관한 연구에서 식이섬유, 당류 등의 첨가가 백설기의 노화 지연에 효과가 있다고 하였으며 (Choi YS와 Kim YA 1993, Lee SY와 Kim KO 1986, Choi YS

와 Kim YA 1992), 또한 Choi YS와 Kim YA(1993)의 현미가루 첨가에 의한 백설기의 특성에 관한 연구에서 현미가루 50%를 첨가하였을 경우 노화를 지연시킬 수 있다고 보고하였다. 이와 같이 현미가루가 백미가루에 비해 식이섬유 함량이 더 높고 단백질, 지질 등의 영양성분이 더 많아 호화가 지연되는 것으로 생각되며, 따라서 증편 제조 시 현미를 첨가한다면 노화를 지연시킬 수 있는 가능성이 있다고 사료된다. 또한 백미가루 및 현미가루의 전분입자 및 전분의 함량에 따라 호화온도가 영향을 받아 호화개시온도, 피크온도, 종결온도에 영향을 주었다고 생각한다.

Table 6. The DSC characteristics of gelatinized polished-rice flour and brown-rice flour

Samples	T_o (°C)	T_p (°C)	T_c (°C)	ΔH (mJ/mg)
Polished-rice flour	63.98±3.98 ¹⁾	70.78±2.55	81.88±5.01	2.04±0.001
Brown-rice flour	67.56±4.21	72.76±0.04	83.97±.054	2.03±0.003
t-value	27.83 ^{***}	48.08 ^{***}	28.31 ^{***}	-8.66 [*]

¹⁾Values are mean±SD. *p<0.05, *** p<0.001

T_o : onset temperature

T_p : peak temperature

T_c : conclusion temperature

ΔH : gelatinization enthalpy

2. 현미증편반죽의 품질특성

1) 효모수

현미가루의 첨가량을 달리한 현미증편 반죽의 효모수 변화는 Table 7과 같다. 현미증편 반죽의 효모수 변화는 현미가루의 첨가량에 따라 대체로 6.93~6.80 log CFU/g으로 나타났다. Table 3에서 현미가루의 당함량이 더 적어 현미가루 첨가에 의해 효모수가 약간 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 따라서 현미가루 첨가량 50% 까지는 발효나 증편의 품질에 큰 영향을 주지 않으며 또한 효모의 활성을 저해하지 않음을 알 수 있었다.

Table 7. The count of yeast in brown-rice doughs fermented with various concentrations of brown-rice flour

Samples ¹⁾	Yeast count (log CFU/g)
BR0	6.93±0.56 ²⁾
BR1	6.92±0.67
BR2	6.69±0.60
BR3	6.70±0.60
BR4	6.77±0.58
5BR	6.80±0.55
F-value	0.092 ^{NS}

¹⁾Refer to Table 1²⁾Values are means±SD. NS : not significant.2) CO₂ 발생량

현미증편 반죽의 발효력을 알아보기 위해 CO₂ 발생량을 측정된 결과는 Table 8과 같다. 현미증편 반죽의 CO₂ 발생량은 10% 첨가군에서 발효 1시간 경과 후에는 0.05 mg/mL

로 증가하다가 시간이 경과될수록 0.04 mg/mL로 낮아졌으나, 2시간과 3시간 사이에는 유의적 차이가 없었다(p<0.05). 20% 첨가군에서는 시간이 경과함에 따라 CO₂ 발생량이 0.02~0.04 mg/mL로 증가하였고(p<0.01), 50% 첨가군의 증편 반죽에서도 1시간 경과 후 CO₂ 발생량이 가장 많았고 시간이 경과함에 따라 감소하였으나, 2시간과 3시간 사이에는 유의적 차이가 없었다(p<0.01). 또한 현미가루 첨가에 따라 CO₂ 발생량이 대체로 감소하였는데, 이는 현미가루의 경우 당함량이 백미에 비해 적어 효모발효에 의한 CO₂ 발생이 더 적었다고 생각된다. Choi WS와 Woo KJ(2006)의 냉동 증편 반죽의 저장 온도 차이에 따른 증편의 품질특성에서 발효 3시간 동안의 CO₂ 발생량을 측정된 결과 유의적인 차이는 없었으나 감소하는 경향이라 하여 본 실험과 유사한 경향을 보였다.

3) pH

현미가루 첨가 및 발효시간에 따른 현미증편 반죽의 pH 변화는 Table 9와 같다. 현미증편 반죽의 pH변화는 0~50% 첨가군에서 유의적인 차이를 보였다. 현미증편 반죽의 pH는 발효시간에 따라 감소하였으며 현미가루 첨가에 따라 대체로 증가하는 경향이였다. Choi WS와 Woo KJ(2006)의 냉동

Table 8. The amounts of percentage of carbon dioxide gas evolved from brown-rice dough manufactured with various concentrations of brown-rice flour and fermented for 3 hr (unit : mg/mL)

Samples ¹⁾	Fermentation time (hrs)			F-value
	1	2	3	
BR0	^B 0.10±0.001 ^{a2)}	^A 0.13±0.009 ^a	^C 0.08±0.007 ^a	38.814 ^{***}
BR1	^A 0.05±0.005 ^c	^B 0.04±0.004 ^c	^B 0.04±0.002 ^c	6.667 [*]
BR2	^B 0.02±0.003 ^c	^A 0.04±0.002 ^c	^A 0.04±0.005 ^c	31.579 ^{**}
BR3	^B 0.04±0.004 ^d	^A 0.08±0.006 ^b	^B 0.04±0.005 ^c	62.338 ^{***}
BR4	^A 0.04±0.003 ^d	^C 0.02±0.001 ^d	^B 0.03±0.004 ^d	34.355 ^{**}
BR5	^A 0.07±0.007 ^b	^B 0.04±0.005 ^c	^B 0.05±0.005 ^b	21.212 ^{**}
F-value	129.908 ^{***}	171.446 ^{***}	38.333 ^{***}	

¹⁾Refer to Table 1²⁾Values are mean±SD.^{a-c)}Means with different letters within a same column are significantly different at p<0.05.^{A-C)}Means with different letters within a same row are significantly different at p<0.05.^{*} p<0.05, ^{**} p<0.01, ^{***} p<0.001

Table 9. Changes in pH values of brown-rice doughs fermented for 3 hours

Samples ¹⁾	Time (hrs)	Before storage pH	Samples	Time (hrs)	Before storage pH
BR0	0	5.58±0.34 ^{a2)}	BR3	0	5.64±0.08 ^a
	1	5.30±0.21 ^{ab}		1	5.42±0.21 ^{ab}
	2	5.21±0.16 ^{ab}		2	5.28±0.24 ^{ab}
	3	5.04±0.09 ^b		3	5.15±0.21 ^b
F-value		3.24 [*]	F-value		3.56 [*]
BR1	0	5.78±0.10 ^a	BR4	0	5.85±0.11 ^a
	1	5.44±0.31 ^{ab}		1	5.56±0.21 ^a
	2	5.14±0.10 ^{bc}		2	5.21±0.20 ^b
	3	4.96±0.18 ^c		3	5.13±0.09 ^b
F-value		10.49 ^{***}	F-value		326.0 ^{***}
BR2	0	5.75±0.11 ^a	BR5	0	5.63±0.30 ^a
	1	5.39±0.28 ^b		1	5.53±0.14 ^a
	2	5.19±0.19 ^b		2	5.10±0.12 ^b
	3	5.04±0.13 ^b		3	5.17±0.10 ^b
F-value		8.12 ^{**}	F-value		1731.48 ^{***}

¹⁾Refer to Table 1²⁾Values are mean±SD.^{a-c)}Means with different letters within a same column are significantly different at p<0.05.^{*} p<0.05, ^{**} p<0.01, ^{***} p<0.001

증편 반죽의 저장 온도 차이에 따른 증편의 품질특성에서 시료를 발효시켜 3시간 후 pH를 냉동기간의 온도별로 비교한 결과 모든 시료에서 발효시간 3시간 후 pH가 낮아졌다고 하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다. Park GS와 Park EJ(2004)의 발효시간에 따른 동충하초 첨가 증편의 품질특성에서 반죽의 발효초기에는 pH가 5.2-5.3 정도였으나 1, 2차 발효를 거치는 동안 4.1 정도로 낮아졌다고 보고하였다. 본 실험에서 3시간 발효 시 증편반죽의 pH가 4.96~5.17로 다소 높은 경향을 보인 것은 본 실험에 사용된 내냉동성 생효모의 성분에 기인한 것으로 첨가된 효모의 종류에 따른 차이의 영향으로 생각된다. Cho EJ 등(2007)의 연구에서도 발효시간이 경과함에 따라 pH가 낮아졌다고 하여 본 실험과 비슷한 경향을 보였다.

본 연구에서 현미증편 반죽이 발효과정을 거치면서 pH가 5.17~4.96으로 감소하였는데, 이 범위의 pH는 증편에 적합

한 pH 범위에 속한다고 생각되었다. Lee EA와 Woo KJ(2001)의 연구에서 pH가 5 이하로 내려가면 젖산균 외의 유해균은 번식이 억제되기 때문에 증편의 저장성이 높아진다고 하였으며, Park GS와 Park EJ(2004)은 낮은 pH가 미생물의 번식을 용이하지 않도록 하여 증편이 저장성이 높은 여름 떡으로서 이용 가능하다고 하였다. 또한 대체로 현미가루 첨가량이 증가할수록 pH가 높아졌는데 이는 백미가루에 비해 현미가루의 pH가 높은 것과 현미가루 첨가에 의해 CO₂ 발생량이 감소한 것에 기인된 것으로 여겨진다.

발효 중에 pH가 낮아짐은 이스트 생육에 따른 젖산 발효에 의해 산이 생성됨과 증편 발효시간이 경과할수록 효소작용이 활발해짐에 따라 유기산, 유리아미노산, 기타 성분 등의 변화 등에 의해 pH가 감소되는 것으로 예측하였다(Park YS와 Suh CS 1996). 따라서 pH의 변화는 증편반죽내의 여러 효소들의 활성에 영향을 미치는 주요한 환경요인이 되리

라 생각된다. 이러한 이유로 인하여 증편은 다른 떡에 비해 쉽게 쉬지 않아 여름철에 상용되어 왔던 저장성이 우수한 전통음식이라 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 백미가루와 현미가루의 일반성분 분석, 항산화성, 호화특성을 비교분석하였으며, 현미증편 반죽의 효모수, CO₂ 발생량, pH를 측정한 결과는 다음과 같다.

백미가루 및 현미가루의 일반성분을 분석한 결과, 현미가루의 수분함량은 35.60%로 백미가루의 34.30% 보다 높았으며 현미가루의 조회분, 조단백 및 조지방, 식이섬유 등은 백미가루보다 높은 수치를 나타내었다. 백미, 현미가루의 총 폴리페놀함량 결과는 현미가루(83.60 mg%)가 백미가루(56.91 mg%) 보다 높았다. 백미가루, 현미가루의 전자공여능은 현미가루(2.44%)가 백미가루(1.43%)보다 높았다. DSC 측정결과, 호화 개시온도(T_o), 호화피크온도(T_p) 호화종료온도(T_c) 모두 백미가루보다 현미가루가 높았다. 현미증편 반죽의 효모수는 현미가루 첨가량에 따라 6.93~6.80 log CFU/g으로 감소하는 경향이었으나 유의적인 차이는 없었다. 현미증편 반죽의 CO₂ 발생량은 시간이 경과함에 따라 증감은 있었으나 대체로 발효 3시간에 0.08-0.05 mg/mL로 감소하는 경향을 보였으며, pH는 발효시간이 경과함에 따라 대체로 감소하였다. 현미가루의 첨가에 따라 백미가루에 비해 당함량이 적어 증편반죽의 CO₂ 발생량이 감소하였다.

이상의 결과에서, 전통음식인 증편 제조 시 백미가루를 여러 수준으로 현미가루를 첨가하였을 때 현미가루 첨가에 의하여 효모수의 감소가 일어나지 않아 현미가루를 첨가한 증편개발의 가능성을 보여주었다. 앞으로는 현미증편반죽을 이용하여 다양한 기능성소재를 첨가한 증편의 개발이 필요하리라 생각된다.

참고문헌

- 강인희. 1991. 한국 식생활사(제 2판). 삼영사. pp 81-82
- 황혜성, 한복려, 한복선. 1994. 한국의 전통음식. 교문사. pp 24-25
- AOAC. 1996. Official Methods of Analysis. 16 th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C
- An SM, Lee KA, Kim KJ. 2002. Quality characteristics of Jeung-Pyun according to the leavening agents. Korean J Human Ecology 5(1):48-61
- Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. J Food Sci 45:1669-1674
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. Nature 26:1199-1200
- Cho EJ, Kim MJ, Choi WS. 2007. Quality properties of Jeung-pyun with added with prickly pear powder. J East Asian Dietary Life 17(6):903-910
- Choi GC, Na HS, Oh GS, Kim SK, Kim K. 2005. Gelatinization properties of waxy black rice starch. J Korean Soc Food Sci Nutr. 34(1):87-92
- Choi WS, Woo KJ. 2006. Quality characteristics of Jeung-pyun made rice batter stored at different freezing temperatures. J East Asian Soc Dietary Life 16(4):429-437
- Choi YS, Kim YA. 1993. Effect of addition of brown rice flour on quality of backsulgies. Korean J Food Cookery Sci 9(2):67-73
- Choi YS, Kim YA. 1992. Effect of addition of dietary fibers on quality of Backsulgies. Korean J Food Cookery Sci 8:281-289
- Dewanto V, Xianzhang W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher anti oxidant activity. J Agric Food Chem 50:4959-4964.
- Ghiashi K, Varriano-Marston E, Hoseney RC. 1982. Gelatinization of wheat starch. IV. Amylograph viscosity. Cereal Chem 59:263-267
- Hyun CK, Park KH, Kim YB, Yoon IH. 1988. Differential scanning calorimetry of rice starch. Korean J. Food Sci. Technol. 20(3):331-337
- Jung JY, Choi MH, Hwang JH, Chung HJ. 2004. Quality characteristics of Jeung Pyun prepared with paprika juice. J Korean Soc Food Sci, Nutr 33(5):869-874
- Jung MH. 2002. Comparative effect of physicochemical and sensory characteristics by storage conditions of breads added with *Paecilomyces japonica* and *Copdyceps mliaris*. Masterate Thesis Catholic University, Daegy. pp 40

- Kang MY, Choi HC. 1993. Studies on the standardization of fermentation and preparation methods for steamed rice bread(1) -Effect of various fermentation factors on the expansion characteristics of steamed rice bread. The Korean Society of Community Living Science 5(1):13-22
- Kim HS, Lee MS, Woo JW. 1988. Retrogradation properties of waxy starches. *Korean J. Food Sci Technol* 20(6):794-800
- Kim YI, Kim KS. 1994. Expansion characteristics of Jeung-pyun by dry and wet milling rice flours. *Korean J Soc. Food, Sci* 10(4):329-333
- Kim SJ, Wakida M, Hatae K, Shimada A. 1990. Factors affecting the physical properties of a traditional Korean food Jeung-pyun. *J Home Econ, Jpn* 41(1):29-33
- Kim YI, Kum JS, Lee SH, Lee HY. 1997. Retrogradation characteristics of Jeung-pyun by different milling method of rice flour. *Korean J Food Sci, Technol* 27(6):834-838
- Kim YH, Oh SH. 1987. Analysis of general composition polyphenols and amino acids in *Sarcodon aspratus*. *J Choonbok Univ* 18:44-50
- Kuhnau J. 1976. The flavonoids; a class of semi-essential food components; their role in human nutrition. *World Rev. Nutr, Diet* 24:117-120
- Lee EA, Woo KJ. 2001. Quality characteristics of Jeung-pyun according to the type and amount of the oligosaccharide added. *Korean J Soc. Food Cookery Sci* 17(5):431-440
- Lee SY, Kim KO. 1986. Sensory characteristics of Paeksulkis (Korean traditional rice cakes) containing various sweetening agents. *Korean J. Food Sci, Technol* 18:325-328
- Lii CY, Tsai ML, Tseng KH. 1995. Effect of amylose content on the rheological property of rice starch. *Cereal Chem* 73(2):415-420
- Moon JS, Kim SJ, Park YM, Hwang IS, Kim EY, Park JW, Park IB, Mim SW, Kang WG, Park YK, Jung ST. 2004. Antimicrobial effect of methanol extracts from some medicinal herbs and content of phenolic compounds. *Korean J Food Preserv* 11:207-213
- Park GS, Park EJ. 2004. Quality characteristics of Jeungpyun added *Paecilomyces Japonica* powder according to fermentation time. *J Korean Soc. Food Sci, Nutr* 33(10):1703-1708
- Park YS, Suh CS. 1996. Changes in chemical properties of Jeung-pyun product during fermentation. *Korean J Soc. Food Sci* 12(3):300- 304
- Park YS, Suh CS. 1997. Changes in physical properties of Jeung-pyun during fermentation. *Korean J Soc. Food, Sci* 13(4):396-401
- Sung JH, Han MJ. 2008. Quality characteristics of Jeungpyun manufactured by ginseng makgeolli. *Korean J. Food Cookery Sci.* 24(6):837-848
- Yoon SJ. 2005. Characteristics of quality in jeungpyun with different amount of raw yeast. *Korean J Food Cookery Sci* 21(4):399-405