

메밀가루의 첨가량을 달리하여 제조한 냉동 현미증편반죽의 품질특성

정상열 · 박미정 · 이숙영†
중앙대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Frozen Brown-rice Jeung-pyun Dough Containing Different Amounts of Buckwheat Flour

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 buckwheat flour and quality characteristics of brown-rice doughs containing various concentrations of buckwheat flour stored at -18°C for 4 weeks and fermented were studied. The total polyphenolic contents, electron donating ability (EDA) of 0.5%, gelatinization onset temperature (T_o), gelatinization peak temperature (T_p), and gelatinization conclusion temperature (T_c) of buckwheat flour were 1,920.10mg%, 6.95%, 70.11°C , 78.21°C , and 84.05°C , respectively. There were no significant differences in the amount of yeast between brown-rice Jeung-pyun dough samples containing different levels of buckwheat flour and stored for different time periods. The amounts of carbon dioxide gas evolved from the brown-rice doughs were increased by increasing the concentration of buckwheat flour. The pH of brown-rice dough samples decreased with increasing storage period. Therefore, frozen brown-rice dough containing 6-15% buckwheat flour and stored for 3 weeks were the most desirable.

Key words : buckwheat flour, frozen brown-rice *Jeung-pyun* dough, physicochemical properties, quality characteristics

1. 서론

떡의 역사는 농경역사와 같이 시작하여 농업의 발달 및 용구의 발달과 함께 오랜 시간을 거쳐 다양하게 발전하여 왔다. 떡은 우리 민족의 농경의례와 토속신앙을 배경으로 한 각종 행제(行祭), 무의(巫儀) 또는 통과의례, 명절 행사 등에서 빼놓을 수 없는 한국의 고유음식으로, 제조방법에 따라 찌는 떡, 치는 떡, 빻는 떡, 지지는 떡, 삶는 떡이 있으

며, 그 종류만도 수백여 가지가 있다(강인희 등 2000, 윤서석 1988). 이 중에서 증편은 누룩을 이용하여 만든 술에 쌀가루를 반죽하여 따뜻한데 놓았다가 부풀어지면 찌내는 찌떡으로 술떡, 기주떡(起酒餅), 증병(蒸餅), 기증(起蒸)떡, 기지떡, 기정떡, 징편 및 병거지떡 등으로 불리우고 있으며(황혜성 등 1994), 1600년대의 음식디미방에 그 제조법이 소개되어 있다.

증편은 다른 떡과는 달리 발효를 시킴으로써 소화흡수가 용이하며 팽화된 해면상의 조직과 점탄성의 식감으로 빵과 같은 질감을 주며, 발효조직이 부드럽고 산도가 높으며, 다른 떡과 비교하여 노화가 느리고 더운 날씨에도 쉽게 상하지 않는 특성이 있어 저장성도 우수한 전통식품이다(Cho YH 등 1994, Park EJ 2004). 증편에 관한 연구로는 재래식 증편제조방법의 개량화로 2차 발효시켜 제조하는 방법(Kim

† Corresponding author: Sook-Young Lee, Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University
Tel : 031-670-3274
Fax : 031-676-8741
E-mail : syklee48@paran.com

CH와 Chang CH 1970)과 밀가루를 첨가하여 제조한 증편의 품질 특성에 관한 연구(Kim YH과 Lee HJ 1985), 막걸리 대신 생 이스트를 첨가하여 첨가비율에 따른 증편의 품질특성에 관한 연구가 보고되었다(Yoon SJ 2005). 냉동으로 인한 효모의 사멸과 동결장해, 부피 감소에 대한 보완대책을 마련한 연구(Lee JM 등 2001)와, 냉동 증편 반죽의 저장 온도 차이에 따른 증편의 품질 특성에 관한 연구(Choi WS와 Woo KJ 2006)가 보고되었다.

메밀은 쌀에서 부족한 비타민 B₁, B₂와 철분이 들어있으며(Kim SG 등 1999), 특히 메밀에 많이 함유되어 있는 flavonoids의 일종인 rutin은 폴리페놀화합물으로써 항산화성 및 뇌일혈과 고혈압의 예방에 효과가 있는 것으로 밝혀졌다(Goodhart RS와 Shils ME 1980). 또한 메밀은 당뇨병에 도움을 주는 건강식품으로 알려져 있다(Lee JS 등 1994).

증편의 제조방법은 복잡성과 제조시간이 길어 그 실효성을 제대로 발휘하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 이의 일환으로 빵 제조 시 냉동생지를 이용하여 대량 생산을 가능하게 한 것과 같이 증편제조 시 냉동반죽을 이용한다면 바쁜 현대인과 주부들이 증편을 만들 수 있는 기회가 늘어나 증편의 소비량이 증대될 것으로 기대된다. 현재까지 증편의 제조는 대부분이 쌀가루(멥쌀, 찰쌀)만을 사용하여 제조되고 있으며, 기능성이 우수한 곡류를 활용한 증편의 제조와 연구들이 다소 이루어져 있으나 산업화와 생리기능 활성증가를 위하여 새로운 재료를 첨가한 증편제조의 연구가 아직은 미흡한 실정이다. 이에 백미가루에 현미가루 및 메밀가루를 혼합하여 증편을 만들면 기능성 증편의 개발이 가능하리라 사료된다.

냉동에 대한 내성 yeast가 연구되어 냉동반죽 제빵법의 결점이 극복되었고(Lee JM 등 2001), Kim SG 등(1999)은 비타민 C나 azodicarbonamide(ADA)와 같은 첨가물을 사용하여 냉동저장 중 밀가루 반죽의 gluten 손상 방지를 보고하였다. Lee JH 등(2003)은 효모수가 냉동저장 중에 감소되는 것을 보완하기 위해 냉동생지 제조 시 비타민 C를 100 ppm 첨가하여 제조한 냉동생지 빵이 효모생존율이 높고 관능적 특성이 향상되었다고 보고하였다. Bender LD와 Lamb J(1977)의 연구에서 -40℃보다 -20℃에서 천천히 냉동하는 것이 효소 활성의 저해가 적다고 보고하였으며, 대부분 소규모 증편제조업체에서 -18℃ 냉동고를 사용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 메밀가루의 이화학적 특성을 알아보고자 메밀가루의 일반성분, pH, 총 폴리페놀함량, 전자공여활성, 소화도 등을 분석하였으며, 또한 증편 제조과정의 편의성을 증가시키고 증편의 발효특성 및 항산화성을 향상시키고자, 냉동동성 효모 및 비타민 C를 첨가하고 메밀가루의 첨가량을 달리한 반죽을 -18℃에서 냉동저장한 후 발효시킨 현미증편반죽의 품질특성을 연구하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 백미와 현미(경기도 이천시)는 2008년에 생산된 것이었고, 메밀가루는 2008년(강원도 춘천농협의 시판용 메밀가루, 안산농수산물도매센터)에 생산된 것, 냉동동성 효모(조흥과학, 경기도 안산)는 2008년에 제조된 것이었으며, 설탕(제일제당 정백당)은 순도 99.0%, 소금(제일제당 정제염)은 NaCl 88%, 비타민 C(Junsei, Japan)는 순도 100%이었다.

2. 메밀 현미증편반죽의 제조

쌀가루의 제조(백미, 현미)는 Choi WS와 Woo KJ(2006) 및 An SM 등(2002)의 방법을 변형하여 사용하였다. 백미가루는 백미를 5회 수세하여 30℃ 항온기에서 4시간 동안 침지 한 후 1시간 동안 체에 밭쳐 물기를 빼고 분쇄(No 2200, 대성전기)하여 20mesh의 체에 내려 냉동(-18℃) 보관하면서 사용하였다. 현미가루는 현미를 5회 수세하여 30℃ 항온기에서 8시간 동안 침지 한 후 1시간 동안 체에 밭쳐 물기를 빼고 분쇄(No 2200, 대성전기)하여 20mesh의 체에 내려 냉동(-18℃) 보관하면서 사용하였다.

Choi WS와 Woo KJ(2006)과 Yoon SJ(2005)의 방법을 약간 변형하여 선행연구에서 품질특성이 좋았던 백미가루 70%에 현미가루 30%를 혼합하여 제조한 현미증편에 메밀가루 첨가량을 0, 3, 6, 9, 12, 15%로 달리하여 메밀 현미증편반죽을 제조하였다. 재료배합비율은 Table 1과 같으며 수분 함량은 동일하게 조절하였다.

메밀 현미증편반죽은 35℃의 물에 설탕, 소금을 녹인 후 생효모(냉동동성), 비타민 C를 넣고 미리 체질해 놓은 백미,

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

Samples	Ingredients	Buckwheat flour	Polished - rice flour	Brown -rice flour	Sugar	Salt	Fresh yeast	Vitamin C	Water
BW0		0	70.0	30.0	30	1	2	0.018	53.00
BW3		3	67.9	29.1	30	1	2	0.018	53.69
BW6		6	65.8	28.2	30	1	2	0.018	54.38
BW9		9	63.7	27.3	30	1	2	0.018	55.07
BW12		12	61.6	26.4	30	1	2	0.018	55.76
BW15		15	59.5	25.5	30	1	2	0.018	56.45

¹⁾BW0 ; Brown-rice *Jeung-pyun* dough without buckwheat flour
 BW3 ; Brown-rice *Jeung-pyun* dough with buckwheat flour 3%
 BW6 ; Brown-rice *Jeung-pyun* dough with buckwheat flour 6%

BW9 ; Brown-rice *Jeung-pyun* dough with buckwheat flour 9%
 BW12 ; Brown-rice *Jeung-pyun* dough with buckwheat flour 12%
 BW15 ; Brown-rice *Jeung-pyun* dough with buckwheat flour 15%

현미, 메밀가루를 섞어 반죽을 한 뒤 500 mL 용량의 플라스틱 그릇에 100 g씩 넣고 폴리에틸렌 필름으로 덮어 -18℃에서 4주간 저장한 다음 5℃의 무균실에서 16시간 해동을 한 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 진행시키고 가스를 제거한 후 시료로 사용하였다. 이 때 발효 3시간은 예비실험을 통해 가장 적절한 시간으로 선정되어 사용하였다.

3. 메밀가루의 이화학적 특성 측정

1) 일반성분 및 pH

메밀가루의 수분, 회분, 조단백질, 조지방 및 식이섬유의 함량은 AOAC 방법(1996)에 따라 정량분석하였으며, pH는 pH meter(model-430, Corning, USA)를 사용하여 분석하였다.

2) 총 폴리페놀 함량

메밀가루의 총 폴리페놀 함량 측정은 Dewanto 등(2002)의 방법을 이용하여 일정 농도로 조정된 메밀가루용액 100 µL에 2% sodium carbonate 2 mL과 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 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 방법을 일부 변형하여 표준물질로 사용된 비타민 C 용액의 농도인 0.5%를 기준으로 선정된 0.1, 0.5, 1.0% 메밀가루 용액 각각 0.2 mL에 0.4 mM DPPH(1,1 diphenyl-2-picryl-hydrazyl)용액 0.8mL를 가하여 10초간 진탕한 후 상온에서 10분간 방치 한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. EDA 활성도는 다음 계산식 Electron donating ability(%)=(1-(시료흡광도/대조구흡광도))× 100에 의하여 산출하였다.

4) 시차주사열량기에 의한 호화도

시차주사열량기(Differential Scanning Calorimetry, DSC, Setarm 92, France)에 의한 호화도는 Donovan(Donovan JW 1979)의 방법을 일부 변형하여 메밀가루 10 mg에 2배의 증류수를 첨가하여 스테레스 스틸 팬에 담고 밀봉한 다음 24시간 실온에서 수분평형에 도달하도록 방치한 후 DSC를 사용하여 5℃/min의 속도로 30℃부터 120℃까지 승온시키면서 흡열곡선을 얻었다. Reference pan에는 sample pan에 넣은 가루와 같은 양의 증류수를 넣었다. DSC 흡열곡선으로부터 호화개시온도(To), 호화피크온도(Tp), 호화종료온도(Tc)를 구하였고, 흡열피크의 면적으로부터 엔탈피(ΔH)를 구하였으며, 그 측정조건은 Table 2와 같다.

Table 2. The condition of differential scanning calorimetry

Parameter	Condition
Sample mass	30.0mg
Initial Temp	30℃
Final Temp	120℃
Heat Flow	5.0℃/min

4. 메밀가루의 첨가량을 달리한 현미증편반죽의 품질특성 측정

1) 효모수

메밀가루를 각각 0, 3, 6, 9, 12, 15% 첨가한 반죽은 -18℃에서 4주간 저장한 다음 5℃의 무균실에서 16시간 해동을 한 후, 1, 2차 발효과정을 거치면서 메밀 현미증편반죽 각각 1g을 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℃, 24시간 배양하여 효모수를 산출하였다.

2) CO₂ 발생량

CO₂ 발생량은 Tamura 등(1986)의 방법으로 측정하였다. 메밀가루 첨가량을 달리한 메밀 반죽을 -18℃에서 4주간 냉동저장하면서 매주 꺼내어 5℃의 무균실에서 16시간 해동한 메밀 반죽 10 g을 meisel flask에 넣은 다음 항온기(동양과학, 인천)에서 1, 2차 발효시킨 후 중량을 측정하여 감소된 중량으로부터 CO₂발생량(mg/mL)을 구하였다.

3) pH

메밀가루를 각각 0, 3, 6, 9, 12, 15% 첨가한 메밀 반죽을 -18℃에서 4주간 저장하면서, 매주 꺼내어 5℃의 무균실에서 16시간 해동을 거쳐 3시간 발효시킨 증편반죽의 pH는 증편

반죽 5 g을 취하여 증류수 25 mL를 가하고 잘 저어주면서 pH meter(Model 430, Corning, USA)를 사용하여 측정하였다.

5. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, SPSS(Version 13.0) package program을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였으며, 분산분석으로 유의차가 있는 항목에 대하여서는 Duncan's multiple range test(p<0.05)에 의해 시료간의 유의적 차이를 검증하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 메밀가루의 이화학적 특성

1) 일반성분

메밀가루의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 수침하지 않은 메밀가루의 수분함량은 11.70%였다. Jeong SY(2009)은 수침한 백미가루와 현미가루의 수분은 각각 34.3%와 35.6%, 식이섬유와 pH는 각각 0.89%, 2.47%와 3.97, 4.45라 보고하였다. 본 실험의 메밀가루의 식이섬유와 pH는 각각 1.49%와 6.64이었는데, 식이섬유는 백미가루보다 많고 현미가루보다는 적었으며, pH는 백미가루와 현미가루보다 높았다. 메밀의 성분은 Shim TH 등(1998)의 한국산 메밀의 성분 분석에서 회분 2.3%, 조지방 3.1%, 조단백 11.5%로 본 연구와 비슷한 결과를 나타냈다.

2) 총 폴리페놀 함량

메밀가루의 총 폴리페놀 함량은 Table 4와 같다. 일반적으로 항산화 활성을 나타내는 물질은 페놀성 화합물, 토코페롤, 아스코르빈산, 셀레늄, 플라본 유도체 등(Fukuda 와 Nagata 1986)인 것으로 알려져 있다. 메밀가루의 총 폴리페

Table 3. Chemical composition of buckwheat flour

Samples	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Carbohydr-rate (%)	Dietary fiber (%)	Ash (%)	pH
Buckwheat flour	11.70±0.89 ¹⁾	11.62±0.24	3.13±0.10	69.96±2.73	1.49±0.06	2.10±0.03	6.64±0.01

¹⁾ Values are mean±SD.

Table 4. The contents of total polyphenolic compounds and electron donating ability of % buckwheat flour

Total polyphenolic compounds (mg%)		1920,10±16,14 ¹⁾
EDA(%) ²⁾	0,1%	2,99 ^b ± 0,54
	0,5%	6,95 ^a ± 0,07
	1,0%	7,05 ^a ± 0,28

¹⁾ Values are mean±SD.

^{a,b)} Means with different letters within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0,05.

²⁾ EDA(%) of 0,5% Vitamin C : 63,16±2,93

놀 함량은 1920,10 mg%로 비교적 많았다. Lee JS 등(2007)은 꾸지뽕나무의 총 폴리페놀 함량이 1312 mg%(mg/100g)라고 하였으며, 또한 Lee JH와 Lee SR(1994)는 시금치의 폴리페놀 함량이 720 mg% 이라고 보고하였다. Jeong SY(2009)은 백미가루와 현미가루의 총 폴리페놀 함량은 각각 56,91 mg%, 83,60 mg%로 나타나 메밀가루의 총 폴리페놀함량이 비교적 높음을 알 수 있었다. 메밀가루는 백미가루, 현미가루, 꾸지뽕나무 및 시금치보다 높은 총 폴리페놀 함량을 함유하고 있어 메밀가루의 첨가는 증편의 기능성을 향상시킬 수 있으리라고 생각된다.

3) 전자공여활성

메밀가루의 전자공여활성(Electron Donating Ability, EDA) 결과는 Table 4와 같다. 메밀가루 0,5%의 EDA값은 6,95%로써, 같은 농도의 현미가루(2,44%)와 백미가루(1,43%)보다 높은 전자공여활성을 나타내었다(Jeong SY 2009). 메밀가루의 항산화활성은 측정가능한 농도인 0,1, 0,5, 1,0% 농도에서 실험을 한 결과, 각각 2,99, 6,95, 7,05% 이었다. Jung SJ 등(2004)이 낮은 농도인 0,01%에서 측정된 순비기나무의 전자공여능이 18,4%라고 보고하여, 메밀가루보다 더 높았다.

4) Differential scanning calorimetry(DSC)에 의한 호화도

메밀가루의 호화 특성 결과는 Table 5와 같다. 메밀가루의 호화개시온도(To), 호화피크온도(Tp), 호화종료온도(Tc)는 각각 70,11℃, 78,21℃, 84,05℃였다. Baik SJ(1999)는 유색미 전분 현탁액의 호화개시온도가 66,2℃라 하여 본 연구의 메밀가루보다는 낮았다. Lee JK(2003)의 설기떡 연구에서 백미의 호화개시온도가 64,68℃, 호화피크 온도가 71,17℃, 호화

Table 5. The DSC characteristics of buckwheat flour

Sample	To(°C)	Tp(°C)	Tc(°C)	ΔH(mJ/mg)
Buckwheat flour	70,11±0,09 ¹⁾	78,21±2,67	84,05±1,00	1,721±0,00

¹⁾ Values are mean±SD.

To : onset gelatinization

Tp : peak temperature

Tc : conclusion temperature

ΔH : gelatinization enthalpy

종결온도가 82,70이라고 하여 본 연구의 메밀가루보다 낮았다. Biliaderis CG 등(1980)에 의하면 전분의 호화온도가 낮은 것은 전분입자의 결정도가 낮기 때문이라고 하였다. 메밀가루의 경우 식이섬유, 단백질, 지질 등의 영양성분과 전분입자들이 배유(전분)세포에서 완전한 분리가 되지 않았기 때문에 호화개시온도가 높았다고 생각된다.

2. 냉동저장 중 메밀 현미증편반죽의 품질특성

1) 효모수

반죽의 냉동저장기간에 따른 메밀 현미증편반죽의 효모수 변화는 Table 6과 같다. 냉동하지 않은 증편반죽의 효모수는 대조군 6,73에서 6,79~7,21 log CFU/g 수준으로 메밀가루 첨가에 의해 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다.

반죽의 냉동저장기간에 따른 효모수의 유의적인 변화가 없었는데, 이는 본 연구에서 반죽의 냉동저장 시에 효모수 감소를 방지하기 위해 냉동동성 효모를 사용하였고 -18℃에서 냉동저장하였으며, 또한 냉동동성 효모의 활성을 높이기 위해 비타민 C를 첨가한 방법들이 효모수를 유의적으로 감소시키지 않았다고 생각된다.

2) CO₂ 발생량

반죽의 냉동저장기간에 따른 증편반죽의 CO₂ 발생량 측정 결과는 Table 7과 같다. 증편반죽의 CO₂ 발생량은 메밀가루 12%, 15% 첨가군이 다른 시료군보다 많았으며(p<0,05), 4주 냉동저장시 반죽의 CO₂ 발생량이 감소하였으므로(p<0,01), 3주까지의 냉동저장이 가능하다고 생각되었다. 이와 같이 메밀가루 첨가량에 따라 CO₂ 발생량이 증가한 것으로 보아 메밀가루는 증편 제조시 부피를 크게 할 수 있어 품질을 향상시킬 것으로 생각된다.

Table 6. The count of yeast after fermentation of frozen brown-rice Jeung-pyun doughs with various concentrations of buckwheat flour and frozen at -18°C (log CFU/g)

Samples ¹⁾	Storage period (weeks)					F-value
	0	1	2	3	4	
BW0	6.73±0.68 ²⁾	6.21±0.11	6.95±0.64	6.56±0.48	6.79±0.59	1.09 ^{NS}
BW3	6.83±0.59	6.38±0.18	7.00±0.53	6.54±0.55	6.55±0.47	1.06 ^{NS}
BW6	6.97±0.59	6.16±0.12	6.36±0.67	6.68±0.55	6.67±0.54	1.39 ^{NS}
BW9	6.79±0.63	6.27±0.13	6.70±0.64	6.70±0.51	6.59±0.50	0.61 ^{NS}
BW12	7.21±1.70	6.21±0.04	6.71±0.42	6.58±0.40	6.56±0.42	0.76 ^{NS}
BW15	6.87±0.59	6.21±0.04	6.61±0.28	6.58±0.56	6.62±0.53	1.61 ^{NS}
F-value	0.14 ^{NS}	1.86 ^{NS}	0.73 ^{NS}	0.07 ^{NS}	0.15 ^{NS}	

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Values are means±SD. NS : not significant

Table 7. The amounts of carbon dioxide gas after fermentation of frozen brown-rice Jeung-pyun doughs with various concentrations of buckwheat flour and frozen at -18°C (unit : mg/mL)

Samples ¹⁾	Storage period (weeks)					F-value
	0	1	2	3	4	
BW0	^A 0.03±0.00 ^{b2)}	^B 0.02±0.00 ^b	^B 0.02±0.00 ^a	^A 0.03±0.01	^C 0.01±0.00 ^b	10.50 ^{**}
BW3	^A 0.03±0.00 ^b	^A 0.03±0.01 ^a	^C 0.01±0.00 ^b	^A 0.03±0.00	^B 0.02±0.00 ^a	12.00 ^{**}
BW6	^A 0.03±0.01 ^b	^A 0.03±0.00 ^a	^B 0.02±0.00 ^a	^A 0.03±0.00	^B 0.02±0.00 ^a	4.50 [*]
BW9	^A 0.03±0.00 ^b	^A 0.03±0.00 ^a	^B 0.02±0.00 ^a	^A 0.03±0.00	^B 0.01±0.00 ^b	7.6 ^{**}
BW12	^A 0.04±0.01 ^a	^{AB} 0.03±0.00 ^a	^B 0.02±0.01 ^a	^{AB} 0.03±0.00	^B 0.02±0.00 ^a	5.25 [*]
BW15	^A 0.04±0.01 ^a	^{AB} 0.03±0.01 ^a	^B 0.02±0.00 ^a	^{AB} 0.03±0.00	^B 0.02±0.00 ^a	5.25 [*]
F-value	4.62 [*]	3.41 [*]	4.17 [*]	0.000 ^{NS}	20.87 ^{***}	

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Values are mean±SD.

^{a,b)} 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).

NS: not significant, * p(0.05), ** p(0.01), *** p(0.001)

Kim GY와 Yang MO(2010)는 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 1, 2차 발효 시 CO₂ 발생량이 감소하였다고 하여 본 실험과 반대의 경향을 보였다. Maleki M 등(1980)은 발효과정 중의 가스 발생량은 효모, 당분, 반죽온도, 효소활성, 반죽의 pH 등 다양한 환경에 의한 영향을 받는다고 하였는데, 본 실험에서 메밀가루의 첨가에 의해 pH가 증가되어 오히려 내냉성 생효모의 최적 pH 5.0보다 더 높아졌음에도 불구하고 CO₂ 발생량이 증가된 것으로 보아, 메밀가루가 효모활성에 도움이 되었다고 생각된다.

3) pH

냉동저장기간을 달리하여 발효시킨 메밀 현미증편반죽의 pH는 Table 8과 같다. 냉동저장하여 발효시킨 반죽의 pH는 메밀가루 첨가량이 증가할수록 대체적으로 증가하였는데, 이는 Table 3에서 메밀가루의 pH가 6.64로써 백미가루(3.97) 및 현미가루(4.45)에 비해 높았기 때문이라고 생각된다.

한편, 냉동저장하지 않고 발효시킨 반죽의 pH는 메밀가루 3% 첨가에 의해 증가하였으나 6% 이상 첨가시에는 점차적으로 감소하였는데, 이와 같은 감소는 메밀가루 첨가량의 증가에 의해 효모활성을 도와 CO₂ 발생량이 증가되어 pH가

Table 8. The pH values after fermentation of frozen brown-rice Jeung-pyun doughs with various concentrations of buckwheat flour and frozen at -18°C

Samples ¹⁾	Storage period (weeks)					F-value
	0	1	2	3	4	
BW0	$5.21 \pm 0.01^{d2)}$	5.11 ± 0.01^b	5.15 ± 0.00^c	4.99 ± 0.01^d	5.36 ± 0.01^b	693.00 ^{***}
BW3	5.34 ± 0.01^a	4.99 ± 0.02^c	5.12 ± 0.02^d	4.98 ± 0.01^d	5.14 ± 0.01^d	290.18 ^{***}
BW6	5.26 ± 0.01^{bc}	5.12 ± 0.04^b	5.30 ± 0.01^b	4.99 ± 0.01^d	5.33 ± 0.01^c	151.88 ^{***}
BW9	5.26 ± 0.03^{bc}	4.99 ± 0.03^c	5.32 ± 0.00^a	5.07 ± 0.01^c	5.42 ± 0.01^a	237.54 ^{***}
BW12	5.28 ± 0.01^b	5.13 ± 0.01^b	5.29 ± 0.01^b	5.14 ± 0.01^b	5.32 ± 0.00^c	302.63 ^{***}
BW15	5.24 ± 0.00^c	5.32 ± 0.00^a	5.33 ± 0.01^a	5.28 ± 0.02^a	5.41 ± 0.00^a	120.90 ^{***}
F-value	26.45 ^{***}	85.24 ^{***}	217.46 ^{***}	279.00 ^{***}	464.40 ^{***}	

¹⁾ Refer to Table 1.

²⁾ Values are mean \pm SD.

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

^{A-E)} Means with different letters within a same row are significantly different at $p < 0.05$.

*** $p < 0.001$

감소되었기 때문이라고 사료된다. 4주간 냉동저장하여 발효시킨 시료의 pH가 높아졌는데, 이는 4주간 냉동저장에 의해 효모활성이 감소되어 CO₂ 발생량이 낮아졌기(Table 7) 때문이라고 사료된다. 반면, Kim GY와 Yang MO(2010)는 양배추 분말 4% 이상 첨가할수록 증편반죽의 pH가 증가하였다고 하였고, Ko MS와 Kim SA(2007)는 새송이버섯을 첨가할수록 반죽의 pH는 대조군 4.91에서 4.93~5.32로 증가하였다고 하였으며, Kim SH와 Pack GS(2010)는 연잎 첨가에 의해 반죽의 pH는 대조군 5.01에서 5.09~5.19로 증가하였다고 보고하였는데, 이는 부재료의 높은 pH 때문이라고 사료된다.

V. 요약 및 결론

본 연구에서 메밀가루의 일반성분, pH, 총 폴리페놀함량, 전자공여활성, 소화도를 분석한 결과와 내냉동성 효모 및 비타민 C를 첨가하고 메밀가루의 첨가량을 달리한 반죽을 -18°C 에서 4주간 냉동저장하면서 매주 꺼내어 해동하여 발효시킨 현미증편반죽의 품질특성을 연구한 결과는 다음과 같다.

메밀가루의 총페놀함량, 전자공여활성(EDA), 소화개시온도(T_o), 소화피크온도(T_p) 소화종료온도(T_c)는 각각 1,920.10 mg%, 6.95%, 70.11 $^{\circ}\text{C}$, 78.21 $^{\circ}\text{C}$, 84.05 $^{\circ}\text{C}$ 였다. 메밀가루 첨가

량 및 저장기간에 따른 메밀 현미증편반죽의 효모수 변화에는 유의적인 차이가 없었으나, 반죽의 냉동저장기간에 따른 증편반죽의 CO₂ 발생량은 메밀가루 12%, 15% 첨가군이 다른 시료군보다 많았으며, 4주 냉동저장한 반죽의 CO₂ 발생량이 감소하였다. 냉동저장하여 발효시킨 반죽의 pH는 메밀가루 첨가량이 증가할수록 그리고 저장기간이 길수록 대체적으로 증가하였으며, 냉동저장하지 않고 발효시킨 반죽의 pH는 메밀가루 3% 첨가에 의해 증가하였으나 6% 이상 첨가시에는 점차적으로 감소하였다. 따라서 메밀가루는 6~15% 첨가하고 3주까지 냉동저장한 반죽으로 발효시키는 것이 바람직하다고 생각되었다.

이상의 결과를 종합하면, 전통음식의 하나인 증편을 현대인에 맞게 편의성 및 생리활성 증가를 위하여 메밀가루 및 비타민 C를 첨가한 냉동 현미반죽을 해동하여 내냉동성 효모로 발효시켜 제조한 메밀 현미증편반죽의 제조과정을 개발하였으며, 반죽의 냉동저장기간은 3주까지 가능하다고 생각되었다. 또한 항산화활성을 지니는 총 폴리페놀 화합물과 전자공여활성이 메밀가루에서 높았으므로, 증편의 제조시에 메밀가루 첨가는 노화 지연, 기능성 향상, 효모활성 및 발효력 증대 등의 효과를 줄 수 있으리라고 생각된다.

참고문헌

- 강인희, 조후중, 이춘자, 이효지, 조신호, 김혜영, 김종태. 2000. 한국
음식대관 제 3권. 한림출판사. 서울. pp 213-214
- 윤서석. 1988. 한국음식 역사와 조리. 수학사. 서울. pp 3-27
- 황혜성, 한복려, 한복선. 1994. 한국의 전통음식. 교문사. 파주. pp
24-25
- 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
- A.O.A.C. 1996. Official Methods of Analysis. 16th ed, Association of
Official Analytical Chemists, Washington D.C USA.
- Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR. 1980. Starch gelatinization
phenomena studied by differential scanning calorimetry. J Food
Sci 45:1669-1674
- Bender LD, Lamb J. 1977. The preservation of yeast viability in
frozen dough. J Sci Food Agric 28:952-953
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free
radical. Nature 26: 1199-1200
- Cho YH, Woo KJ, Hong SY. 1994. The studies of Jeungpyun
preparation(In standardization of preparation), Korean. J Food
Sci, 10(4):322-327
- 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
- Dewanto V, Xianzhang W, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has
higher antioxidant activity. J Agric Food Chem 50:4959-4964.
- Donovan JW. 1979. Phase transitions of the starch water system.
Biopolymers 18:263-267
- Fukuda Y, Nagata M. 1986. Chemical aspects of the antioxidative
activity of roasted sesame seed oil and effect of using the oil
for frying. Agric Biol Chem 50:857-861
- Goodhart RS, Shils ME. 1980. Modern Nutrition in Health and
Disease. 6th ed, Lea and Febiger Publisher. Philadelphia, PA,
USA, p 279
- Jeong SY. 2009. Quality characteristics of brown rice Jeung-pyun and
frozen Jeung-pyun dough added with different amounts of
brown rice, acorn, and buckwheat flour. Doctoral thesis,
Chungang University. p 26-28
- Jung SJ, Lee JH, Song HN, Seong NS, Lee SE, Baek NI. 2004.
Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. J
Korean Soc Appl Biol Chem 47:135-140
- Kim CH, Chang CH. 1970. The studies on improvement of
manufacturing technology of korean native Jungpyun(fermented
and steamed rice bread)- Improvisation of manufacturing
technology by dry-yeast. The Korean Home Economics
Association 8(1):100-119
- Kim GY, Yang MO. 2010. Quality properties of Jeungpyun prepared
with cabbage powder. J East Asian Soc Dietary Life 20(2):291-298
- Kim SH, Park GS. 2010. Qualitative characteristics of JeungPyun
following the addition of lotus leaf powder. J East Asian Soc
Dietary Life 20(1):60-68
- Kim SG, Cho NG, Kim YW. 1999. Science of bread and Cake, B &
C World Co, Seoul, 51-56
- Kim YH, Lee HJ. 1985. The effect of partial replacement of rice flour
with wheat flour and fermentation time on the characteristics of
Jeung-Pyun. J Korea Home Econo Assoc. 23(3):63-73
- Kim YS, Chung SH, Suh HJ, Chung ST, Cho JS. 1994. Rutin and
mineral contents on improved kinds of korean buckwheat at
growing stage(in Korean). Korean J Food Sci, Technol 26:759-763
- Ko MS, Kim SA. 2007. Sensory and physicochemical characteristics of
Jeungpyun with *Pleurotus eryngii* powder. Korean J Food Sci
Technol. 39:194-199
- Lee JH, Choi DR, Min SG. 2003. The effect of vitamin C properties
of the bread made by dough frozen after 1st fermentation.
Korean J. Food Sci, Technol., 35(1): 92-96
- Lee JH, Lee SR. 1994. Analysis of phenolic substances contents in
korean plants foods. Korean J Food Sci Technol. 26:310-316
- Lee JK. 2003. Characteristics of quality and frozen storage of the
seolgiddeok and cooked rice affected by the different kinds of
pigmented rice and its addition percent. Doctoral thesis, Chungang
University. pp 20-33
- Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Kim SM. 2001. Effect of gums
added in making frozen dough on the characteristics of
bread-making. Korean J Food Sci, Technol 33(2):190-194
- Lee JS, Son HS, Maeng YS, Chang YK, Ju JS. 1994. Effects of
buckwheat on organ weight, glucose and lipid metabolic in
streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J Nutr 27(8):819-821
- Lee JS, Han GC, Han GP, Kozukue N. 2007. The antioxidant activity
and total polyphenol content of *Cudrania tricuspidata*. J East
Asian Soc Dietary Life 17(5):696-702

- Maleki M, Hosney RC, Mattern PJ. 1980. Effect of loaf volume moisture content and protein quality on the softness and staling rate of bread. *Cereal Chem*, 57:138-140
- Shin TH, Lee HH, Lee SY, Choi YS. 1998. Composition of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivars from Korea. *Korean J Food Sci, Technol* 30(6):1259-1266
- Tamura M, Hasizume K, Ogarwa N. 1986. Tech. Rep. Jan. Yeast, Ind. Assoc, 56:13
- Yoon SJ. 2005. Characteristics of quality in Jeungpyun with different amount of raw yeast. *Korean J Food Cookery Sci* 21(4):399-405