

Quality characteristics of frozen brown rice *Jeung-pyun* dough containing different amounts of acorn flour

Sang-Yeol Jeong¹, Min-Kyoung Lee², Jung Soon Gwag³, Sook-Young Lee^{2*}

¹Food Service Management and Culinary Arts, Gyeongju University, Gyeongju 38065, Korea

²Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, Anseong 17546, Korea

³Department of Hotel Food Service Culinary Art, Busan Women's College, Busan 47228, Korea

도토리가루의 첨가량을 달리하여 제조한 냉동 현미증편반죽의 품질특성

정상열¹ · 이민경² ·곽정순³ · 이숙영^{2*}

¹경주대학교 외식조리학부, ²중앙대학교 식품영양학과, ³부산여자대학교 호텔외식조리학과

Abstract

In this study, physicochemical properties of acorn flour was investigated, and characteristics of the *Jeung-pyun* dough added with the acorn flour at various concentrations were evaluated after storage at -18°C for 4 weeks and fermentation. Total polyphenolic content, electron donating ability (EDA) of 0.5%, gelatinization onset temperature (T_o), gelatinization peak temperature (T_p), and gelatinization conclusion temperature (T_c) of acorn flour were 3,525.12 mg%, 16.71%, 68.41 $^{\circ}\text{C}$, 73.83 $^{\circ}\text{C}$, and 82.96 $^{\circ}\text{C}$, respectively. These all values were increased in the *Jeung-pyun* dough possibly due to addition of the acorn flour. The yeast count was not affected by the addition levels of acorn flour and the frozen storage period before fermentation. The amount of carbon dioxide gas evolved from *Jeung-pyun* dough during fermentation was significantly changed with the concentration of acorn flour, but it was negligible. The *Jeung-pyun* added with 6% acorn flour showed an small increase in the amount of carbon dioxide after frozen storage of 1 wk and fermentation. The pH of the fermented *Jeung-pyun* samples decreased along with the increasing storage period as well as the increasing acorn flour content, ranging from 4.21 to 5.34. Therefore, the frozen *Jeung-pyun* dough containing 6~15% of acorn flour and stored for 3 weeks was the most desirable among all the tested samples in this study.

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

서 론

떡의 역사는 매우 길고, 종류와 제조기법 및 형태가 다양하여 조선시대의 문헌에서는 그 종류가 200 여종이나 있으며, 찌떡, 찔떡, 빗는떡, 지지는떡 등으로 크게 구분된다. 그 중 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 있다(1). 증편은 다른 종류의 떡과는 달리 해면상의 다공성 조직을 형성하여 독특한 점탄성이 있으며, 빨리 쉬지 않아 저장성과 부패 및 노화 지연이 우수한 대표적 여름 떡이다(2,3). 또한 증편 특유의 조직감은 발효과정 중에 일어나는 반죽 구성성분들의 상호 작용 및 발생하는 CO_2 의 팽압에 의한 반죽의 팽창, 그리고 성형 후 가열과정을 통해 나타난 반죽 및 CO_2 등의 가열 변성에 따른 망상조직의 형성에 기인한다고 할 수 있다. 그러므로 증편이 빵과 같은 해면상의 조직감이 가능하기 위해서는 구성 단백질의 글루텐 망상구조 형성 및 가스포집 능력, 구성전분의 호화 특성, 구성 검질, 구성 지방산 등의 상호작용에 조화가 적절히 이루어져야 한다(4,5).

*Corresponding author. E-mail : chsy405@naver.com
Phone : 82-53-850-1465, Fax : 82-53-850-1469
Received 28 October 2015; Revised 1 February 2016; Accepted 24 April 2016.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

증편에 관한 연구로는 재래식 증편제조방법의 개량화로 2차 발효시켜 제조하는 방법(6)과 밀가루를 첨가하여 제조한 증편의 품질 특성에 관한 연구(7), 막걸리 대신 생 이스트를 첨가하여 첨가비율에 따른 증편의 품질특성 및 향상에 관한 연구(8)가 보고되었다. 또한 Yang 등(9)의 감귤류를 첨가한 증편의 품질특성에 관한 연구와 검류 첨가에 의한 개량 증편의 노화억제 효과에 대한 연구(10), 식이성 다당류 첨가 증편을 제조하여 제조공정의 간편화 및 보급화에 관련된 연구(11) 등이 보고되었으며, 그 밖에도 냉동에 대한 내성 yeast가 연구되어 냉동반죽 제빵법의 결점이 극복되었고(12), Kim 등(13)의 연구에서는 비타민 C나 azodicarbonamide(ADA)와 같은 첨가물을 사용하여 냉동 저장 중 밀가루 반죽의 gluten 손상 방지를 보고하였다. 또한 현미가루를 첨가한 증편반죽의 이화학적 특성에 관한 연구가 보고되었으며(14), 메밀가루의 첨가량을 달리하여 제조한 냉동 현미증편반죽의 품질특성을 분석한 연구도 보고되었다(15).

도토리(*Quercus acutissima*)는 우리나라 전역의 산림에서 분포되어 있는 참나무과 나무의 열매로서 약 28종이 있으며(16), 「동의보감」, 「본초강목」 등의 한의서에서는 만성 위장염이나 피로, 숙취 해소에 널리 쓰였으며 위와 장을 강화하여 지사작용, 허약체질 보신효과 및 잇몸질환, 인후두염, 화상 등에 그 효과가 탁월하다고 하였다(17). 또한 영양적으로도 우수한 저칼로리 식품으로서 각종 노화 관련 요인을 억제하는 효과가 있는 것으로 보고되었으며(18), 특히 도토리에는 식물성 폴리페놀인 탄닌과 항산화 성분인 gallic acid, di-gallic acid, gallotannin 등을 다량 함유하고 있어, 항산화작용이 뛰어난 식품이라 할 수 있다(19).

한편, 지금까지의 증편의 제조방법은 제조시간이 길고 복잡하다는 단점이 있어 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 증편의 소비량이 증대될 것으로 기대된다. 실제 Lee 등(12)은 냉동에 대한 내성 효모가 연구되어 냉동반죽 시 제빵법의 결점이 극복되었고, Lee 등(20)은 효모수가 냉동저장 중에 감소되는 것을 보완하기 위해 냉동생지 냉동반죽 제조 시 비타민 C를 100 ppm 첨가하여 제조한 냉동생지 빵이 효모생존율이 향상되었다고 보고하였다. Bender와 Lamb(21)의 연구에서도 -40°C 보다 -20°C 에서 천천히 냉동하는 것이 효소 활성의 저해가 적다고 보고하였으며, Jeong 등(15)은 대부분 소규모 증편제조업체에서 -18°C 냉동고를 사용하고 있다고 하였다. 또한 현재까지 증편의 제조는 대부분이 쌀가루(멥쌀, 찰쌀)만을 사용하여 제조되고 있으며, 기능성이 우수한 곡류를 활용한 증편의 제조와 연구들이 다소 이루어져 왔으나 산업화 및 생리기능 활성증가를 위한 새로운 재료를 첨가한 증편제조 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 백미가루에 현미가

루 및 도토리가루를 혼합하여 증편을 만들면 기능성 증편의 개발이 가능하리라 사료된다.

따라서 본 연구에서는 증편의 기능성을 향상시키고자 첨가되는 도토리가루의 일반성분, pH, 총 폴리페놀 함량, 전자공여능, 호화도를 분석하였고, 증편 제조과정의 편의성과 증편의 발효특성 및 항산화성을 향상시키고자 냉동동성 효모와 비타민 C, 그리고 도토리가루의 첨가량을 달리하여 냉동저장 후 발효된 도토리 현미증편반죽의 품질특성을 연구하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 백미와 현미는 경기도 이천시에서, 도토리가루는 경상북도 의성군에서 생산된 것을 사용하였다. 냉동동성 생효모(조흥과학, Ansan-si, Korea), 설당(제일제당 정백당, Seoul, Korea)은 순도 99.0%, 소금(제일제당 정제염)은 NaCl 88%, 비타민 C(Junsei, Tokyo, Japan)는 순도 100%의 것을 사용하였다.

백미 및 현미 쌀가루 제조

도토리 현미증편반죽을 제조하기 위한 쌀가루의 제조(백미, 현미)는 Choi와 Woo(22), Ahn 등(23) 및 Jeong 등(15)의 방법을 변형하여 사용하였다. 백미가루는 백미를 5회 수세하여 30°C 항온기에서 4시간 동안 침지 한 후 1시간 동안 체에 내려 물기를 빼고 분쇄(No 2200, Daesung artlon Ltd., Seoul, Korea)하여 20 mesh의 체에 내려 냉동(-18°C) 보관하면서 사용하였다. 현미가루는 현미를 5회 수세하여 30°C 항온기에서 8시간 동안 침지 한 후 1시간 동안 체에 내려 물기를 빼고 분쇄한 후 20 mesh의 체에 내려 냉동(-18°C) 보관하면서 실험 때마다 꺼내어 사용하였다. 그리고 도토리가루도 20 mesh의 체에 내려 냉동(-18°C) 보관하면서 실험 때마다 꺼내어 사용하였다.

도토리 현미증편반죽 제조

도토리 현미증편반죽은 Choi와 Woo(22), Yoon(8) 및 Jeong 등(15) 방법을 약간 변형하여 예비실험을 거친 후 제조하였다. Jeong(36)의 선행연구에서 백미가루 70%에 현미가루 30%를 첨가하여 제조한 현미증편의 관능적 기호도가 높았으므로, 이의 배합비율에 도토리가루 대체량을 0, 3, 6, 9, 12, 15%로 달리하여 최적의 도토리가루 배합 비율을 찾자 도토리 현미증편반죽을 제조하였다. 재료배합비율은 Table 1 과 같으며 수분 함량을 동일하게 하기 위해 백미가루(수분함량 34.3%), 현미가루(수분함량 35.6%) 제조시 도토리가루는 수침하지 않아 백미 및 현미가루(백미 70%+현미 30%=34.7%)에 비해 도토리가루(수분함량 7.50%)

의 수분함량이 약 27% 적으므로 증편제조시 도토리가루 중량의 27%의 물을 더 첨가하여 증편을 제조하였다(15).

도토리 현미증편 반죽은 35°C의 물에 설탕, 소금을 녹인 후 생효모(내냉동성), 비타민 C를 넣고 미리 체질해 놓은 백미, 현미, 도토리가루를 섞어 반죽을 한 뒤 500 mL 용량의 플라스틱 그릇에 100 g씩 넣고 랩으로 덮어 -18°C에서 4주간 저장한 다음 5°C의 무균실에서 16시간 해동을 한 후, 35°C 항온기에서 2시간 동안 1차 발효를 시켰다. 1차 발효시킨 반죽을 한쪽방향으로 저어 gas를 제거하는 과정을 거친 후 38°C의 항온기에서 1시간 동안 2차 발효를 진행시키고 gas를 제거한 후 시료로 사용하였다. 이 때 발효 3시간은 예비실험을 통해 가장 적절한 시간으로 선정되어 사용하였다.

Table 1. Formulation of *Jeung-pyun* dough containing acorn flour at different concentrations

Sample ¹⁾	AF0	AF3	AF6	AF9	AF12	AF15
Acorn Flour	0	3	6	9	12	15
Polished rice flour	70.0	67.9	65.8	63.7	61.6	59.5
Brown rice flour	30.0	29.1	28.2	27.3	26.4	25.5
Sugar	30	30	30	30	30	30
Salt	1	1	1	1	1	1
Yeast	2	2	2	2	2	2
Vitamin C	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
Water	53.00	53.81	54.63	55.44	56.25	57.06

¹⁾AF0, Brown-rice *Jeung-pyun* dough without Acornflour; AF3, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 3%; AF6, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 6%; AF9, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 9%; AF12, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 12%; AF15, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 15%.

도토리가루의 이화학적 특성 측정

일반성분 및 pH

시료의 수분, 회분, 조단백질, 조지방 및 식이섬유의 함량은 AOAC(24)에 따라 정량분석하였으며, pH는 pH meter (model-430, Corning incorporated, UK. Rev .B. Gaithersburg, MD, USA)를 사용하여 분석하였다.

총 폴리페놀 함량

도토리가루의 총 폴리페놀 함량 측정은 Dewanto 등(25)의 방법을 이용하였으며, 도토리가루용액 100 µL에 2% sodium carbonate 2 mL와 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 한 표준검량선에 의하여 산출하였다.

전자공여능

전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 Blois(26)

의 방법을 일부 변형하였으며, 표준물질로 사용된 비타민 C 용액의 농도인 0.5%를 기준으로 선정한 0.1, 0.5, 1.0% 도토리가루 용액(0.2 mL)에 각각 0.4 mM 1,1 diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH)용액 0.8 mL를 가하여 10초간 진탕한 후 상온에서 10분간 방치 한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음 계산식 Electron donating ability(%)=1-(시료흡광도/대조구흡광도)×100에 의하여 산출하였다.

시차주사열량기에 의한 호화도

시차주사열량기(Differential Scanning Calorimetry, DSC, Setarm 92, l'Oratoire, 69300 Caluire, Paris, France)에 의한 호화도는 Donovan(27)의 방법을 일부 변형하였다. 도토리가루 10 mg에 2배의 증류수를 첨가하여 스텐레스 스틸 팬에 담고 밀봉한 다음 24시간 실온에서 수분평형에 도달하도록 방치한 후 DSC를 사용하여 5.0°C/min의 속도로 30°C부터 120°C까지 승온시키면서 흡열곡선을 얻었다. Reference pan에는 sample pan에 넣은 가루와 같은 양의 증류수를 넣었다. DSC 흡열곡선으로부터 호화개시온도(To), 호화피크온도(Tp) 호화종료온도(Tc)를 구하였고 그 측정조건은 Table 2와 같다.

Table 2. The condition of differential scanning calorimetry

Parameter	Condition
Sample mass	30.0 mg
Initial temperature	30°C
Final temperature	120°C
Heat flow	5.0°C/min

도토리가루의 첨가량 및 냉동 저장기간을 달리한 현미증편반죽의 품질특성 측정

효모수

도토리가루를 각각 0, 3, 6, 9, 12, 15% 첨가한 반죽은 -18°C에서 4주간 저장한 다음 5°C의 무균실에서 16시간 해동을 한 후, 1, 2차 발효과정을 거치면서 도토리 현미증편반죽 각각 1 g을 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°C, 24시간 배양하여 효모수를 산출하였다.

CO₂ 발생량

반죽의 CO₂ 발생량은 Tamura 등(28)의 방법으로 측정하였다. 도토리가루 첨가량을 달리한 반죽을 -18°C에서 4주간 냉동저장하면서 매주 꺼내어 5°C의 무균실에서 16시간 해동한 반죽 10 g을 meisel flask에 넣은 다음 항온기(Donguang lab Ins., Co., Bucheon, Korea)에서 1, 2차 발효시킨 후 중량을 측정하여 감소된 중량으로부터 CO₂ 발생량

(mg/mL)을 구하였다.

pH

도토리가루를 각각 0, 3, 6, 9, 12, 15% 첨가한 도토리 증편반죽을 -18℃에서 4주간 저장하면서, 매주 꺼내어 5℃의 무균실에서 16시간 해동을 거쳐 3시간 발효시킨 증편반죽의 pH는 증편반죽 5 g을 취하여 증류수 25 mL를 가하고 잘 저어주면서 pH meter를 사용하여 측정하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였으며, SPSS(Version 13.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 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.

결과 및 고찰

도토리가루의 이화학적 특성

일반성분

도토리가루의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 수침하지 않은 도토리가루의 수분함량은 7.50%였으며, 식이섬유와 pH는 각각 1.23%, pH 4.84였다. Shim 등(29)의 보고에 의하면 도토리 가루의 성분분석 결과 조지방 1.8%, 회분 0.2%, 조단백 7.3%로 본 실험과 유사한 경향을 보였으며, Chae와 Yu(30)의 연구와 Kim와 Cho(31), Lee와 Kim(32)의 연구에서도 이와 유사한 결과를 보였다.

Table 3. Chemical composition of acorn flour

Samples	(100 g)					
	Moisture (%)	Ash (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Dietary fiber (%)	pH
Acorn flour	7.50±0.46 ¹⁾	0.60±0.02	6.82±0.18	2.91±0.13	1.23±0.08	4.84±0.04

¹⁾Values are mean±SD.

총 폴리페놀함량

식물계에 널리 분포되어 있는 페놀성 물질은 다양한 구조와 분자량을 가지며 이들의 phenolic hydroxyl이 단백질과 같은 거대분자와 결합하여 항산화, 항암, 항균 등의 생리 기능을 갖는 것으로 알려져 있다(33). 본 연구에서 도토리가루의 총 폴리페놀함량을 측정 한 결과 3,525.12 mg%였다.

Lee와 Kim(32)의 연구에서는 도토리의 이용과 가공에 앞서 전처리 추출조건에 따른 도토리의 항산화적 특성에 대하여 연구한 결과 도토리 추출물의 총 페놀함량은 최대값 212.37 mg%로 나타나 본 연구보다는 함량이 적었다.

Kim(34)의 천년초 열매 분말 첨가 증편의 이화학적 특성에서 천년초 열매의 총 페놀 함량은 725 mg% 이었다고 보고 하였는데, 천년초 열매보다 도토리가루가 4.86배 함량이 높았다. 또한 Jung 등(35)의 국내산과 중국산 도토리 가루의 성분 분석에 관한 연구에서는 국내산 도토리가루의 총 페놀 함량은 20 mg/g으로 중국산 도토리 가루보다 더 높은 페놀 함량을 나타냈다. 따라서 도토리가루의 첨가가 증편의 기능성을 향상시킬 수 있으리라고 생각되었다.

전자공여능

도토리가루의 항산화 활성을 알아보기 위하여 대표적인 지표로 알려진 전자공여능을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. DPPH는 비타민 C, 토코페롤, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민류 등에 의해 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로서 항산화 물질의 수소공여능을 측정할 때 주로 사용하는 방법으로 알려져 있다(26). 도토리가루 0.5%의 전자공여능은 16.71%로써, 같은 농도의 현미가루(2.44%), 백미가루(1.43%)와 메밀가루(6.95%)보다 높은 전자공여능을 나타내었다(15,36). 도토리가루의 농도별 (0.1, 0.5 및 1.0%) 항산화 활성을 측정 한 결과, 전자공여능은 각각 5.20, 16.71, 28.18%이었으며 이는 같은 농도인 메밀가루(2.99, 6.95, 7.05%)의 전자공여능보다 높았다(15).

Table 4. Electron donating ability of acorn flour at different concentrations

Concentration (%)	Electron donating ability (%) ¹⁾
0.1	5.20±0.77 ²⁾⁽³⁾
0.5	16.71±0.08 ^b
1.0	28.18±1.35 ^a

¹⁾EDA(%) of 0.5% Vitamin C: 63.16±2.93.

²⁾Values are mean±SD.

^{3)(A-C)}Means with different letters within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

도토리가루는 첨가량이 증가함에 따라서 전자공여능이 유의적으로 증가하였으나 0.5% 비타민 C의 63.16%에는 미치지 못하였다. 그러나 약용식물 메탄올 추출물의 전자공여능을 측정 한 Jung 등(37)의 연구에서는 항산화성이 우수하다고 알려진 순비기나무의 전자공여능이 0.1 mg/mL의 농도에서 18.4%였다고 하여 본 연구에서 0.5% 도토리가루의 전자공여능과 유사하였고, 1.0% 도토리가루의 전자공여능 보다는 낮았다. Shim 등(29)의 도토리 가루의 성분분석과 항산화능에 대한 연구에서는 도토리가루의 추출조건에 따른 DPPH 전자 공여능은 메탄올 추출물이 가장 높게 나타났으며, 실제 Yook 등(38)의 연구에서는 도토리 50% 메탄올 추출물로 흰쥐 생체내 실험을 한 결과, 도토리의 함유수준이 높을수록 체내 지질 수준을 효과적으로 감소시켰다고 보고하였다. 또한 Cha 등(39)의 Nut류의 항산화성에

대한 비교 분석 연구에서도 국내 nut 4종의 샘플로 메탄을 추출물에 대한 항산화 활성을 측정한 결과, 도토리 추출물이 가장 강한 항산화 활성을 나타내었다고 보고하였다. 이와 같이 전자공여능이 높은 도토리가루를 현미증편에 첨가한다면 기능성이 부과된 증편의 개발이 가능하리라 생각되었다.

Differential scanning calorimetry(DSC)에 의한 호화도

도토리가루 시료를 DSC를 이용하여 호화 특성을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 도토리가루의 호화개시 온도(T_0)와 피크온도(T_p) 그리고 종료온도(T_c)는 각각 68.41°C, 73.83°C, 82.96°C였다. Lee 등(20)과 Jeong(36)의 연구에서는 도토리가루가 백미가루, 현미가루 보다 호화개시 온도(T_0)와 피크온도(T_p) 그리고 종료온도(T_c)에서 모두 높았다고 보고하였는데, 이는 도토리가루의 경우 식이섬유, 단백질, 지질 등의 영양성분과 전분입자들이 배유 세포에서 완전한 분리가 되지 않았기 때문에 호화개시온도가 높았다고 생각되었다.

Table 5. DSC characteristics of acorn flour

Parameter	$T_0^{1)}$ (°C)	$T_p^{2)}$ (°C)	$T_c^{3)}$ (°C)
Acorn flour	68.41±2.99	73.83±0.10	82.96±1.97

¹⁾ T_0 , onset temperature.

²⁾ T_p , peak temperature.

³⁾ T_c , conclusion temperature.

냉동저장 중 도토리 현미증편반죽의 품질특성

효모수

반죽의 냉동저장기간에 따른 도토리 현미증편반죽의 효모수 변화는 Table 6과 같다. 도토리가루 현미증편 반죽의 효모수는 약 6~7 log CFU/g 수준으로 저장기간 및 첨가량에

따라 유의적인 차이가 없었다. 이는 도토리가루가 효모활성과 저해에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단되며, 대체량에 따른 증편의 부피를 일정하게 하여 품질 좋은 증편을 기대할 수 있으리라 생각되었다.

또한 본 실험에서는 도토리 현미증편반죽의 냉동저장시에 효모수 감소를 방지하기 위해 냉동동성 효모를 사용하였고 -18°C에서 냉동저장을 하였으며, 냉동동성 효모의 활성을 높이기 위해 비타민 C 0.018 g을 첨가하여 사용하였다. 그 결과 저장기간에 따른 효모수 변화에는 유의적인 차이가 없었고, 효모수가 감소하지 않는 것으로 보아 이러한 일련의 방법들이 효모수를 유지하는데 큰 효과를 발휘하였다고 생각되었다.

CO₂ 발생량

반죽의 냉동저장기간에 따른 증편반죽의 CO₂ 발생량 측정 결과는 Table 7과 같다. 도토리 현미증편반죽의 CO₂ 발생량은 도토리가루 6% 첨가군에서 저장시간이 경과함에 따라 0.05~0.02 mg/mL로 감소하였고($p<0.01$), 도토리가루 첨가량에 따라 CO₂ 발생량은 0, 2, 4주에서 유의적으로 감소하였다($p<0.001$). Kim와 Yang(40)은 양배추 분말 첨가량이 증가할수록 1, 2차 발효 시 CO₂ 발생량이 감소하였다고 하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었으며, Choi 등(41)의 증편 반죽의 냉동 가능성에 관한 연구에서도 냉동동성 생이스트와 보통 생이스트를 첨가한 반죽을 제조하여 -20°C에서 4주 동안 증편반죽의 CO₂ 발생량을 측정 한 결과 1주 냉동 반죽까지는 즉시 제조와 비슷한 경향을 보였으나 2주부터는 감소하는 경향을 보여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 즉 냉동저장기간에 따른 시료의 CO₂ 발생량은 도토리가루 6% 첨가군에서만 냉동저장 1주일에 증가하였다가 3주일 이상 냉동저장시에 약간 감소하였다. 결과적으로 도토리가루의 첨가량에 따라 CO₂ 발생량이 감소한

Table 6. Yeast count of *Jeung-pyun* dough containing different concentrations of acorn flour after storage at -18°C and fermentation

Samples ¹⁾	Storage period (weeks)					F-value
	0	1	2	3	4	
AF0	6.94±0.57 ^{2)NS3)}	6.14±0.13	6.66±0.69	6.76±0.49	6.64±0.58	1.28 ^{NS}
AF3	6.51±0.44	6.31±0.15	6.74±0.49	6.74±0.42	6.61±0.57	0.68
AF6	6.74±0.60	6.22±0.09	6.83±0.58	6.74±0.46	6.60±0.47	1.02
AF9	6.66±0.76	6.24±0.12	7.05±0.71	6.66±0.45	6.82±0.59	1.05
AF12	6.57±0.47	6.27±0.12	7.16±0.61	6.64±0.53	6.77±0.58	1.69
AF15	7.01±0.95	6.18±0.13	6.99±0.61	6.69±0.58	6.77±0.48	1.21
F-value	0.38 ^{NS}	0.91	0.38	0.04	0.12	

¹⁾AF0, Brown-rice *Jeung-pyun* dough without Acornflour; AF3, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 3%; AF6, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 6%; AF9, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 9%; AF12, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 12%; AF15, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 15%.

²⁾Values are means±SD.

³⁾NS, not significant.

Table 7. Amount of carbon dioxide gas of *Jeung-pyun* dough containing different concentrations of acorn flour after storage at -18°C and fermentation

Samples ¹⁾	Storage period (weeks)					F-value
	0	1	2	3	4	
AF0	^{NS5)} 0.03±0.00 ²⁾³⁾	0.02±0.00 ^{NS}	0.02±0.00 ^b	0.03±0.00 ^{NS}	0.04±0.00 ^a	—
AF3	^{NS} 0.01±0.00 ^c	0.01±0.00	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00	0.02±0.00 ^b	—
AF6	^{C4)} 0.02±0.01 ^b	^A 0.05±0.00	^B 0.03±0.00 ^a	^C 0.02±0.00	^C 0.02±0.00 ^b	25.50 ^{**}
AF9	^{NS} 0.02±0.00 ^b	0.02±0.00	0.02±0.00 ^b	0.03±0.00	0.02±0.00 ^b	—
AF12	^{NS} 0.02±0.00 ^b	0.01±0.00	0.03±0.00 ^a	0.03±0.00	0.02±0.00 ^b	—
AF15	^{NS} 0.02±0.00 ^b	0.02±0.00	0.02±0.00 ^b	0.02±0.00	0.02±0.00 ^b	—
F-value	7.200 ^{**6)}	—	7.164 ^{***}	—	16.667 ^{***}	

¹⁾AF0, Brown-rice *Jeung-pyun* dough without Acornflour; AF3, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 3%; AF6, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 6%; AF9, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 9%; AF12, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 12%; AF15, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 15%.

²⁾Values are mean±SD.

^{3)a-c)}Means with different letters within a same column are significantly different at p<0.05.

^{4)A-C)}Means with different letters within a same row are significantly different at p<0.05.

⁵⁾NS, not significant.

^{6)*}, p<0.05; ^{**}, p<0.01; ^{***}, p<0.001.

것으로 보아 과도한 첨가량은 오히려 CO₂ 발생량을 감소시킬 수 있고, 증편의 부피에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로 증편제조 시 참고 할 만 한 가치가 있다고 생각되었다.

pH

냉동저장기간을 달리하여 발효시킨 도토리 현미증편반죽의 pH는 Table 8과 같다. 냉동저장 전 시료의 pH는 도토리가루 3% 첨가군이 가장 높았던 반면, 도토리가루 6, 9, 15% 첨가군의 pH가 가장 낮았다(p<0.001). 또한, 무첨가군과 9% 첨가군을 제외한 나머지 시료들은 냉동저장에 의해 pH가 감소하였다(p<0.001). 냉동저장일에 따른 pH의 변화는 냉동저장 1,2,4일에서 도토리가루 무첨가군의 pH가 높

았던 반면, 15% 첨가군은 낮은 pH를 보였다(p<0.001). 증편 반죽의 발효과정 중 pH 변화를 측정 한 선행연구를 살펴보면, Park와 Park(3)의 발효시간에 따른 동충하초 첨가 증편의 품질특성에서 반죽의 초기 발효에는 pH가 5.2-5.3 정도였으나 1, 2차 발효를 거치는 동안 pH 4.1 정도로 낮아졌다고 보고하였다. 또한 Kang와 Kang(42)의 발효시간에 따른 증편반죽의 이화학적 특성 연구결과에서는 발효가 진행됨에 따라서 반죽의 pH가 점차 낮아졌다고 보고하고 있어 본 실험의 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 이와 같이 도토리가루의 첨가량과 저장기간에 따라 pH가 감소한 것은 발효과정 중의 효모의 활발한 운동성에 따른 젖산의 생성과 이와 관련된 효소들의 활발한 생육에 의해 유기산,

Table 8. T The pH of *Jeung-pyun* dough containing different concentrations of acorn flour after storage at -18°C and fermentation.

Samples ¹⁾	Storage period (weeks)					F-value
	0	1	2	3	4	
AF0	^{B4)} 5.21±0.01 ²⁾³⁾	^D 5.11±0.01 ^a	^C 5.15±0.00 ^a	^E 4.99±0.01 ^c	^A 5.36±0.01 ^a	693.000 ^{***}
AF3	^A 5.28±0.00 ^a	^E 4.84±0.01 ^e	^C 5.06±0.01 ^b	^D 4.95±0.03 ^d	^E 5.12±0.01 ^b	350.000 ^{***}
AF6	^A 5.14±0.02 ^d	^E 4.95±0.01 ^c	^D 4.99±0.00 ^c	^E 5.11±0.01 ^a	^C 5.05±0.01 ^d	135.429 ^{***}
AF9	^E 5.11±0.01 ^d	^A 5.16±0.01 ^a	^E 4.97±0.01 ^a	^D 5.04±0.00 ^d	^C 5.07±0.00 ^d	257.500 ^{***}
AF12	^A 5.19±0.00 ^c	^D 4.98±0.01 ^b	^D 4.98±0.02 ^c	^C 5.02±0.01 ^b	^E 5.07±0.00 ^c	191.750 ^{***}
AF15	^A 5.14±0.01 ^d	^D 4.88±0.01 ^d	^E 4.84±0.00 ^d	^E 4.99±0.01 ^c	^C 4.96±0.01 ^e	507.000 ^{***}
F-value	98.143 ^{***5)}	385.700 ^{***}	434.400 ^{***}	41.014 ^{***}	851.400 ^{***}	

¹⁾AF0, Brown-rice *Jeung-pyun* dough without Acornflour; AF3, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 3%; AF6, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 6%; AF9, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 9%; AF12, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 12%; AF15, Brown-rice *Jeung-pyun* dough with Acornflour 15%.

²⁾Values are mean±SD.

^{3)a-e)}Means with different letters within a same column are significantly different at p<0.05.

^{4)A-E)}Means with different letters within a same row are significantly different at p<0.05.

^{5)***}, p<0.001.

아미노산 및 기타 산들이 생성되어 pH가 낮아 졌다고 생각 되었으며, 도토리가루는 pH에 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서 도토리가루의 일반성분, pH, 총 폴리페놀함량, 전자공여능, 호화도를 분석한 결과와 내냉동성 효모 및 비타민 C를 첨가하고 도토리가루의 첨가량을 달리한 반죽을 -18°C에서 4주간 냉동저장하면서 매주 꺼내어 해동하여 발효시킨 현미증편반죽의 품질특성을 연구한 결과는 다음과 같다. 도토리가루의 총페놀함량, 전자공여능, 도토리가루의 호화개시 온도(To)와 피크온도(Tp) 그리고 종료 온도(Tc)는 각각 3525.12 mg%, 16.71%, 68.41°C, 73.83°C, 82.96°C이었다. 도토리가루 첨가량 및 냉동저장기간에 따른 도토리현미증편 냉동반죽의 효모수 변화에는 유의적인 차이가 없었다. 냉동저장기간에 따른 시료의 CO₂ 발생량은 도토리가루 6% 첨가군 에서만 냉동저장 1주일에 증가하였다가 3주일 이상 냉동저장시에 약간 감소하였다. 이상의 결과를 종합하면, 냉동저장기간에 따른 도토리현미증편 냉동반죽의 효모수 변화가 없었고 CO₂ 발생량도 도토리가루 6% 첨가군 에서만 3주일 이상 냉동저장시에 약간 감소하였으므로, 내냉동성 효모의 사용은 도토리현미증편 냉동반죽의 개발을 가능하게 하였다. 또한 냉동반죽의 제조 시에 향산화활성을 지니는 총 폴리페놀함량과 전자공여능이 높은 도토리가루의 첨가가 바람직하다고 생각되었다.

References

- Hwang HS, Han BR, Han BS (1994) Traditional food of Korea. Kyomunsa, Seoul, Korea, p 24-25
- Yoon SJ (2003) Mechanical and sensory characteristics of *Jeung-pyun* prepared with different fermentation time. J Korean Food Cook Sci, 19, 423-428
- Park GS, Park EJ (2004) Quality characteristics of *Jeung-pyun* added *Paecilomyces japonica* powder according to fermentation time. J Korean Soc Food Sci Nutr, 33, 1703-1708
- Bloksma AH (1990) Dough structure dough rheology and baking quality. Cereal Foods World, 35, 237
- Park MJ (2007) Quality characteristics of *Jeung-pyun* with brown rice and barley flour. J Korean Food Cook Sci, 23, 720-730
- Kim CH, Chang CH (1970) The studies on improvement of manufacturing technology of korean native *Jung-pyun* (fermented and steamed rice bread)-Improvisation of manufacturing technology by dry yeast. J Korean Home Econ Assoc, 8, 100-119
- 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 Econ Assoc, 23, 63-73
- Yoon SJ (2005) Characteristics of quality in *Jeung-pyun* with different amount of raw yeast. J Korean Food Cook Sci, 21, 399-405
- Yang MO, Choi WS, Cho EJ (2007) The quality properties of *Jeung-pyun* added with Citrus fruits. J East Asian Soc Dietary Life, 17, 719-726
- Kang BS, Km DH, Whang HJ, Moon SW (2006) The retrogradation of steamed Korean rice cake (*Jeung-pyun*) with addition of gums. Korean J Food Sci Technol, 38, 838-842
- Lee AY (2005) Study on the improvements in the quality of *Jeung-pyun* prepared with dietary polysaccharides, soybean and starters. MS Thesis, Sungshin Women's University, Korea, p 78-89
- 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, 190-194
- Kim SG, Cho NG, Kim YW (1999) Science of bread and cake, B & C World Co., Seoul, Korea, p 51-56
- Jeong SY, Park MJ, Lee SY (2011) Quality characteristics of brown rice *Jeung-pyun*. J Korean Soc Food Cult, 26, 86-93
- Jeong SY, Park MJ, Lee SY (2011) Quality characteristics of frozen brown-rice *Jeung-pyun* dough containing different amounts of buckwheat flour. Korean J Food Cook Sci, 27, 11-19
- Ahn HK, Kil HB, Yoo HE, Oh DH (1990) Effect of lipid contents on the physicochemical characteristics of acorn starch. J Korean Agric Chem Soc, 33, 293-300
- Kim YA, Rhee HS (1987) Physicochemical properties of acorn crude starch and acorn refined starch. Korean J Food Cook Sci, 3, 14-19
- Lee SH, Kim DI, Cho SY, Jung HJ, Cho SM, Park HJ, Lillehoj HS (2005) Effect of acorn (*Quercus acutissima* CARR.) supplementation on the level of acetylcholine and its related enzyme activities in the brain of dementia mouse model. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 738-742
- Kim BN (1995) A study on the literature review of acorn in Korea. Korean J Food Cook Sci, 11, 158-163

20. Lee JH, Choi DR, Lee SK, Min SG (2003) The effect of vitamin C on properties of the bread made by dough frozen after 1st fermentation. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 92-96
21. Bender LD, Lamb J (1977) The preservation of yeast viability in frozen dough. *J Sci Food Agric*, 28, 952-953
22. 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, 429-437
23. An SM, Lee KA, Kim KJ (2002) Quality characteristics of *Jeung-pyun* according to the leavening agents. *Korean J of Human Ecology*, 5, 48-61
24. AOAC (1996) Official Methods of analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 1-35
25. Dewanto V, Wu X, Liu RH (2002) Processed sweet corn has higher anti oxidant activity. *J Agric Food Chem*, 50, 4959-4964
26. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
27. Donovan JW (1979) Phase transitions of the starch water system. *Biopolymers*, 18, 263-267
28. Tamura M, Hasizume K, Ogarwa N (1986) Technical Rep. Japan Yeast Ind Assoc, 56, 13
29. Shim TH, Jin YS, Sa JH, Shin IC, Heo SI, Wang MH (2004) Studies for component analysis and antioxidative evaluation in acorn powders. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 800-803
30. Chae SK, Yu TJ (1973) Studies on the hydrolysis of tannin in food by fungal tannase. *Korean J Food Sci Technol*, 5, 258-267
31. Kim YY, Cho HJ (2000) A study on the quality properties of *Dotoridduk* added with acorn jelly powder. *Korean J Food Cook Sci*, 16, 260-266
32. Lee JM, Kim SH (2008) Antioxidant properties of acorn hot-water extract using response surface methodology. *Korean J Food Preserv*, 15, 111-117
33. Park CS (2005) Component and quality characteristics of powdered green tea cultivated in Hwagae area. *Korean J Food Preserv*, 12, 36-42
34. Kim MJ (2008) Physicochemical characteristics of *Jeung-pyun* by different addition ratios of prickly pear powder during storage. MS Thesis, Sungshin Women's University, Korea, 73-95
35. Jung MJ, Heo SI, Wang MH (2007) Comparative studies for component analysis in acorn powders from Korea and China. *Kor J Pharmacogn*, 38, 90-94
36. Jeong SY (2009) Quality characteristics of brown rice *Jeung-pyun* dough added with different amounts of brown rice, acorn, and buckwheat flour. Ph D Thesis, Chung-Ang University, Seoul, Korea, 26-28
37. Jung SJ, Lee JH, Seong NS, Lee SE, Baek NI (2004) Screening for antioxidant activity of medicinal plant extracts. *J Korean Soc Appl Biol chem*, 47, 135-140
38. Yook GJ, Lee HJ, Kim MK (2002) Effect of chestnut and acorn on lipid metabolism, antioxidative capacity and antithrombotic capacity in rats. *J Nutr Health*, 35, 171-182
39. Cha BC, Lee HW, Choi MY (1998) Antioxidative and antimicrobial effects of nut species. *Kor J Pharmacogn*, 29, 28-34
40. Biliaderis CG, Maurice TJ, Vose JR (1980) Starch gelatinization phenomena studied by differential scanning calorimetry. *J Food Sci*, 45, 1669-1674
41. Kim GY, Yang MO (2010) Quality properties of *Jeung-pyun* prepared with cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) powder. *J East Asian Soc Dietary Life*, 20, 291-298
42. Choi WS, Rho JO, Woo KJ (2003) A study on freezing possibility of *Jeung-pyun* batter. *East Asian Soc Dietary Life*, 13, 593-600
43. Kang MS, Kang MY (1996) Changes in physicochemical properties of *Jeung-pyun* (fermented and steamed rice cake) batter during fermentation time. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 25, 255-260