

11-15430
00-00286
3-01

농식품연구성과후속지원사업 제1차 연도 결과보고서

발간등록번호

11-1543000-002863-01

고품질
포켓빵
제조를
위한
RTB
발효냉동생지
기술
개발
최종보고서

고품질 포켓빵 제조를 위한 Ready to Bake(RTB) 발효 냉동생지 기술 개발 최종보고서

2019.08.08.

주관연구기관 / 삼양사(주)
협동연구기관 / 부산대학교

2019

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고품질 포켓빵 제조를 위한 Ready to Bake(RTB) 발효 냉동생지 기술 개발”(개발기간 : 2018.04.30. ~ 2019.04.29.)과제의 최종보고서로 제출합니다

2019. 08. 9.

주관연구기관명 : ㈜ 삼양사 (대표자) 송자람

협동연구기관명 : 부산대학교 산학협력단 (대표자) 윤석영



주관연구책임자 : 김봉찬

협동연구책임자 : 권미라

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	818025-1	해 당 단 계 연 구 기 간	1년	단 계 구 분	해당단계/ (총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농식품연구성과후속지원사업			
연구과제명	대 과 제 명	고품질 포켓빵 제조를 위한 Ready to Bake(RTB) 발효 냉동생지 기술 개발			
	세부 과제명	<ul style="list-style-type: none"> • 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작, 평가 및 제조 공정 확립과 제품화 • 포켓빵 RTB 발효 냉동생지 주원료의 품질 지표 확립 및 배합비 최적화 			
연구책임자	김봉찬	해당단계 참여연구원 수	총: 13명 내부: 8명 외부: 5명	해당단계 연구개발비	정부: 111,000천원 민간: 74,000천원 계: 185,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 13명 내부: 8명 외부: 5명	총 연구개발비	정부: 111,000천원 민간: 74,000천원 계: 185,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주) 삼양사 부산대학교 산학협력단			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반
-------------------------	----

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

- 본 연구는 팔과 같은 속을 채운 성형된 포켓빵 반죽을2차까지 발효한 후 냉동하여 베이커리에 공급함으로써, 베이커리에서 추가적인 과정이 없이 오븐에서 바로 굽기만 하면 완전한 포켓빵이 되는RTB 발효 냉동생지(frozen dough) 기술을 개발하는 것임.
- 발효 냉동생지 주원료들의 품질 평가와 배합비 최적화 실험을 계획대로 수행하였고, 단팔과 생지 배합비에서 동결 가능한 물의 양을 분석하여 냉동안정성이 가장 우수한 최적화된 배합비를 설정하였음.
- 최적화된 발효 냉동생지의 배합비를 적용하여 공장에서 시제품을 성공적으로 제작하였으며 품질 및 관능평가를 실시하여 긍정적인 결과를 도출하였고, 제품화를 위한 제조 공정을 수립하였음.
- 개발된 포켓빵 RTB 발효 냉동생지 기술은 특허로 출원(10-2019-0050045)하였음.
- 연구결과는 국내 논문에 투고하여 2016년 6월호에 게재하였음.

보고서 면수
70

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>본 연구는 팔과 같은 속을 채운 성형된 포켓빵 반죽을 2차까지 발효한 후 냉동하여 베이커리에 공급함으로써, 베이커리에서 추가적인 과정이 없이 오븐에서 바로 굽기만 하면 완전한 포켓빵이 되는 RTB 발효 냉동생지(frozen dough) 기술을 개발하는 것이다. 발효 냉동생지 주원료들의 품질 평가와 배합비 최적화 실험을 수행하였고 단팥과 생지 배합비에서 동결 가능한 물의 양을 분석하고자 하였다. 시제품 제작을 위한 최적 발효 냉동생지의 배합비를 찾아 공장에서 시제품을 제작하여 품질 및 관능평가를 실시하였고, 제품화를 위한 제조 공정을 수립하였다.</p>				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ RTB 발효 냉동생지 주원료들에 대한 품질 지표 설정을 위해 밀가루, 이스트, 유화제, 효소들에 대해 종류 및 첨가 농도를 달리하여 발효 냉동생지를 제조한 후 단팥빵을 만들어 품질 변화를 분석하여 냉동 안정성이 가장 우수한 원료들을 선별하였고 농도를 설정하여 품질 지표를 확립하였다. ▪ 배합비에서 생지 제조에 달리 첨가되는 물의 양과 4종류의 단팥양금에 대해 동결 가능한 물의 양을 시차주사열량측정기로 분석하여 냉동 안정성 증진을 위해 얼음 생성이 적은 물의 양 배합비와 단팥양금 시료를 선별하였다. ▪ 요인 분석법에 의해 생지의 배합비에서 4가지 원료로 이스트, 설탕, 마가린, 물의 양을 요인으로 하고 각 요인에 대해 2 수준으로 발효 냉동생지 제조 실험을 수행하여 물의 양과 설탕의 양이 단팥빵의 품질에 가장 영향을 많이 주는 중요 인자들로 확인이 되었고 냉동 안정성이 가장 우수한 최적화된 배합비를 설정하였다. ▪ 설정된 배합비를 현장 적용으로 삼양사 공장에서 발효 냉동생지 시제품을 성공적으로 제작하였고 구운 단팥빵의 품질은 우수한 것으로 평가되었다. ▪ RTB 발효 냉동생지 제품화를 위해 단팥양금과 생지의 비율을 살펴보고 제조 공정을 확립하였다. ▪ 개발된 포켓빵 RTB 발효 냉동생지 기술은 특허로 출원(10-2019-0050045)하였다. ▪ 일부의 연구결과는 국내 논문에 투고하여 2016년 6월호에 게재하였다. 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 RTB 발효 냉동생지 기술은 삼양사의 냉동생지 공장에서 활용되어 RTB 냉동생지 제품에 쉽게 적용 가능하여 제품화하여 판매할 예정이다. - 생지 안에 소들이 다양한 포켓빵을 신속 간편하게 제조할 수 있어 홈베이커리 산업 확장에도 활용할 계획이다. - RTB 포켓빵 발효 냉동생지의 원천기술 확보로 타 냉동 생지 제조회사에 기술 이전 가능성을 모색할 예정이다. ▪ 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - RTB 발효 냉동생지 기술의 표준화로 베이커리 산업의 발전에 기여 - RTB 발효 냉동생지 기술 개발로 수출시장의 확대도 가능 - 고품질 RTB 발효 냉동생지의 공급으로 베이커리 시장 확대 - 지적재산권 출원 및 등록으로 국내외 시장에 기술이전 가능 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	포켓빵	발효	냉동생지	배합비	제조공정
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	pocket bread	fermentation	frozen dough	formulation	processing

< 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 2 장 연구수행 내용 및 결과	6
제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	61
제 4 장 연구결과의 활용 계획 등	64
제 5 장 참고 문헌	67

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발 목적

생활방식의 서구화와 가족구성의 변화로 1인 가구가 늘어나면서 소비자들의 식생활도 크게 변화를 보이고 있어 이에 따라 편이식품에 대한 수요가 급격히 증가하는 한편, 식품의 안전성에 대한 인식도 증대되어 신선한 식품에 대한 요구도 커지고 있는 추세이다. 제빵 산업에서도 양산되는 빵 보다는 프랜차이즈 베이커리나 인스토어 베이커리에서 생산되는 갓 구워낸 신선한 빵에 대한 소비자들의 수요가 훨씬 더 큰 비중을 보이고 있다. 대부분의 프랜차이즈 베이커리나 인스토어 베이커리에서는 전문제빵사가 필요하여 인건비에 대한 부담이 상당히 큰 상태이다. 유럽 및 미국에서는 간편하게 제품을 제조할 수 있는 Ready to Bake(RTB) 발효 냉동생지의 수요가 커지고 있으나 아직 국내에는 시도되지 않아 인건비 절약 방안으로 적용 가능하여 이에 대한 연구가 필요하다.

성형한 반죽을 2차 발효까지 마친 후 냉동하는 발효 냉동생지의 개발은 2차 발효 후 품질의 유지가 기존의 냉동생지 보다는 더 어렵기 때문에 도전적인 면이 있으나, 여러 가지 문제점들을 해결하며 개발할 가치가 있다고 판단된다. 이에 부응하여 본 연구에서는 팔이나 야채와 같은 속을 채운 포켓빵 반죽을 성형 후 2차 발효까지 마친 다음 냉동한 생지를 베이커리에 공급함으로써 추가적인 발효과정 없이 오븐에서 바로 빵을 구워 한두 시간 내에 신선한 빵을 제공할 수 있는 경제 산업적 측면에서 중요하며 가치가 큰 포켓빵 RTB 발효 냉동생지 기술을 개발하고자 한다. 특히, 팔이나 야채와 같은 속이 찬 성형된 포켓빵이 한국, 중국, 일본 및 동남아시아에서 인기가 있으므로 수출시장 확대를 위해 이러한 기술을 적용한 시제품을 만들어 다양한 특성을 분석하고 점검하여 상업화가 가능한 수준의 제품을 개발하고자 한다.

제2절 연구개발의 필요성

1. 국내외 관련 기술의 현황 및 문제점

국내에서 제조되고 있는 보편적인 냉동생지 기술은 1차 발효와 성형을 마친 반죽을 -40°C 에서 급속 냉동시킨 후 -20°C 에서 보존하여 제품의 품질이 유지되도록 만든 반제품 냉동반죽 기술이다. 2000년대에들어 국내 프랜차이즈 베이커리 업계 및 인스토어 베이커리에서는 자사별로 차별화된 기술로 냉동생지를 제조하고 있으며, 이의 제조기술도 많이 발달하고 있다.

냉동 및 해동에 따른 품질 열화 극복 기술 개발을 위해 삼양사, 학계, 가전 회사가 참여한 공동연구에서 냉장/냉동 곡류 가공식품의 품질 연장 기술, 품질 표준화 기술, 품질 최적화 냉장/냉해동 기술을 개발하였고, 스마트 조리기기의 개발로 조리법을 표준화하려는 노력이 이루어져 왔다. 여러 냉장/냉동 곡류 가공제품들에 변성전분과 당을 사용하여 노화 지연 효과를 얻을 수 있었고, 변성전분과 발효시간을 적절하게 조절하여 냉동 생지로 만든 빵의 경도 감소와 부피 증대가 가능하였고, 냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 최적화를 위한 최적 냉동

방법과 최적 해동 방법도 개발되었다. 효소처리에 의한 냉동 생지의 도우시러핑 억제 기술 개발과 함께 냉장·냉동 생지의 이스트 동결 장애를 최소화시킬 수 있는 기술도 개발되었고, 냉장/냉동 곡류 가공식품의 조리법 표준화를 위해 전자레인지 및 복합레인지를 사용한 최적 해동법도 개발되었다.

국외에서는 반죽을 1차 발효 시킨 후 냉동한 냉동생지 제조기술은 상용화 되어 보편적으로 쓰이고 있으나, 반죽을 2차까지 발효 시킨 후 냉동한 RTB 발효 냉동생지 제조 기술은 아직 기초적인 수준이다. 현재까지 진행된 연구들은 주로 여러 가지 첨가제를 넣거나, 유전 공학의 활용, 냉동 및 저장조건을 최적화시켜 이스트의 동결 내성, 반죽의 구조 및 특성을 증진시킬 수 있는 방법들에 대한 것들이다.

효소 및 하이드로콜로이드 같은 첨가제들이 이스트의 동결 내성, 반죽의 특성 및 완성된 제품에 주는 영향은 상반되는 결과들이 보고되고 있다. 최적화된 냉동 및 저장 조건을 적용할 경우 이스트의 활성뿐만 아니라 반죽의 망상 구조가 냉해를 입는 것을 최소화 할 수 있으며, 초음파 보조 동결기술은 냉동을 가속화하고 얼음의 크기를 작고 균일하게 조절을 할 수 있어 반죽의 망상 구조가 보호될 수 있는 것으로 알려져있다. 또한 밀기울과 밀 알루론층을 첨가한 빵 반죽은 냉동 저장에서 냉해를 훨씬 적게 받는 것으로 보고되었고, 호밀겨에서 얻은 수용성 아라비노자일란이 냉동 스팀브래드 개량제로 매우 효과적인 것으로 보고되었다.

현재 보편적으로 사용되고 있는 냉동생지와는 달리 성형한 반죽을 2차까지 발효한 후 냉동하여 베이커리에 공급함으로써 숙련된 전문 제빵기술자가 없어도 오븐에서 빵을 바로 구워 한두 시간 내에 신선한 빵을 제공할 수 있는 RTB 발효 냉동생지 기술은 아직 미비하여 이에 대한 개발 연구가 필요하다(Fig. 1). 특히, 팔이나 야채와 같은 속이 찬 성형된 포켓빵이 한국, 중국, 일본 및 동남아시아에서 인기가 있으므로 포켓빵 발효 냉동생지의 개발은 큰 의미가 있다고 할 수 있다. 또한 냉동 생지의 저장에 따른 반죽의 물리적 변화에 대한 연구가 기초적인 연구로 이루어졌으나, 주원료인 밀가루의 냉해안정성과 관련된 품질지표 제시가 미비하므로 지표확립을 위한 연구가 필요하다.



Figure 1. Comparison of manufacturing process between frozen dough and RTB fermented frozen dough

2. 국내외 냉동생지 시장의 전망

국내 전체 제빵시장은 약 4조 8천억 원 규모로 추정되고, 그 중 냉동생지 부분은 6~7천억 원으로 추산되며, 냉동생지의 시장규모는 꾸준히 성장할 것으로 예측된다. 간편한 제품 선호 확산 및 1인 가구 증가와 가정간편식(HMR)에 대한 수요가 급증함에 따라 RTB 냉동생지로 제조하여 판매되는 냉동피자의 시장규모가 큰 비중을 차지하고 있다. 카페형 베이커리의 증가와 샌드위치 시장도 확대되고 웰빙빵의 소비 증가 및 제품 고급화 등의 변화로 프리미엄 디저트 제품도 활성화되고 있어 냉동생지의 소비도 더 증가 될 것으로 예상된다. 또한 식생활 패턴 및 식문화의 변화로 외식산업과 디저트 산업이 성장하였고, 이에 따라 양산빵의 소비보다는 프랜차이즈 베이커리, 카페베이커리, 인스��어 베이커리에서의 소비가 급격히 증가하는 추세이다.

2006년-2015년 제빵류 총 수출액은 약 41백만 달러에서 약 137백만 달러로 연평균 약 11백만 달러(약 14.4%)의 성장세를 유지하였고, 프랜차이즈 업계의 해외 진출이 확대되면서 맛의 표준화가 요구됨과 함께 냉동생지의 수출도 꾸준히 증가하고 있다. 예로 미국 진출 베이커리 관련 외식업체가 2014년 약 107개에서 2015년 7월에 약 125개로 증가하였다. 국외 제빵 시장의 규모도 유럽과 중동 시장이 2016년 기준 812억 달러였으며, 2017년에서 2021년 사이에 연평균복합성장율(CAGR)이 아시아태평양 지역은 5.5%, 유럽에서는 독일의 경우 6.38%일 것으로 예측되며, 아메리카의 경우 2021년까지 875억 달러에 이를 것으로 예측된다(Report by Technavio, 2016).

세계 냉동생지 시장은 2016년 159억 달러 정도로 추산되며, 2021년까지 8.1%의 연평균 복합 성장율로 235억 달러까지 증대할 것으로 예측되고, 유럽의 냉동베이커리 시장규모도 2016년 기준 70억 달러이며, 2022년까지 104억 달러에 이르러 2016년부터 2022년까지 8.1%의 연평균 복합성장율을 보일 것으로 예측되고 있다(Report by Rabobank, 2014). 유럽의 냉동생지 시장은 2016년 기준 44억 5천만 달러이며, 8.85%의 연평균복합성장율로 2021년까지 66억 2천만 달러로 성장할 전망이다. 미국은 양산빵의 제조 및 소비가 커서 냉동생지 시장이 상대적으로 크지 않으나, 일본은 한국보다 일찍 냉동생지를 활용하여 빵을 제조하였으며, 2014년 기준 냉동생지 시장 규모가 1,600억 엔이었고, 2019년에는 1,710억 엔까지 성장할 전망이다.

중국에서도 식습관의 변화로 아침식사가 서양식으로 대체되면서 베이커리 시장이 급성장하고 있다. 2011년부터 2016년까지 중국 베이커리 시장 규모는 평균 11.93%로 성장했으며, 2016년 매출액이 약 251억 8200만 달러로 중국의 베이커리 시장은 미국을 뒤이어 전세계 2위로 도약하였다. 중국의 경제력이 높은 대도시를 중심으로 고품질의 빵과 카페형 프리미엄 빵집에 대한 수요가 높아져 외국계 프랜차이즈 베이커리들의 입점이 늘어나고 있고, 한국의 파리바게트와 뚜레쥬르가 대표적인 한국 프랜차이즈 베이커리들로 자리를 잡고 있다. 중국의 베이커리 소비 트렌드는 가격보다는 신선, 위생, 맛이어서 냉동생지를 활용한 제빵 생산이 최근 크게 증가하여, 냉동생지 시장은 2008년 USD 8,200만 달러에서 2013년 3억2890만 달러로 연 32%의 증가를 보였으며, 2018년에는 5배 증가한 16억달러(중국 100억 위엔)의 규모가 될 전망이다.

따라서 국내외 냉동생지 시장의 성장이 지속될 전망이며, 기존의 일반 냉동생지와는 달리 성형한 반죽을 2차 발효까지 마친 후 냉동하는 발효 냉동생지는 2차 발효 후 품질 유지가 기존의 일반 냉동생지 보다 더 어렵기 때문에 도전적인 측면이 있으나, RTB 냉동생지시장의

확대를 위해 여러 가지 문제점들을 해결하며 개발할 가치가 있다고 판단되고 이를 위한 연구가 필요하다.

제3절 연구개발 범위

1. 포켓빵 RTB 발효 냉동생지 주원료들의 냉해안정성 증진을 위한 품질지표 확립 및 배합비 개발

가. 냉해안정성에 요구되는 RTB 발효 냉동생지 주원료의 품질지표 확립

(1) 밀가루의 품질 분석 및 지표 확립:

- 단백질 함량 및 글루텐 강도가 다른 3종의 밀가루를 선별하여 시험
- 밀가루의 기능성 성분 분석: Solvent Retention Capacity (SRC) 방법으로 아래와 같은 4가지 용매를 사용하여 측정하여 물 흡수도, 글루텐단백질, 손상전분, 아라비노자일란의 기여도를 분석함. (4가지의 용매: water, 5% (w/w) lactic acid, 5% (w/w) sodium carbonate, 50% (w/w) sucrose)
- 밀가루의 수용성, 불용성 및 총 아라비노자일란 함량을 비색법으로 분석

(2) 이스트의 품질 분석 및 지표 확립

- 삼양사의 선행지원 연구에서 선별된 냉동생지에 사용되는 3종의 이스트를 시험
- 냉동 조건(온도, 속도, 시간)에 따라 냉동 후 발효 능력을 측정하여 냉해 안정성 분석
- 동결내성이 가장 큰 이스트 선별

(3) 빵 개량제 (유화제, 효소 등)의 선별 및 지표 확립

- 유화제(SSL, DATEM, Mono & diglycerides 등)를 선별
- 각 유화제를 농도를 달리하여 첨가하여 제조한 RTB 발효 냉동 생지의 이스트 발효 능력과 빵의 품질 평가로 유화제의 효과 분석
- 효소로 자일라아제와 아밀라아제를 선택
- 각 효소마다 2-3종을 선택하여 농도를 달리하여 첨가하여 시험
- 가장 효과적인 효소 선택 및 혼합효소의 효과도 유화제 시험과 같이 효소를 첨가하여 제조한 냉동 생지의 이스트 발효 능력과 빵의 품질 평가로 분석

나. RTB 발효 냉동생지 포켓빵 단팥 소 및 생지의 배합비 최적화

(1) 단팥 소의 원료 및 배합비에 따른 냉동 중 얼음의 양 분석

- 단팥 소의 종류에 따른 당의 함량 및 비율 시험
- 단팥 소의 수분함량 분석
- 냉동 후 단팥소의 동결 가능한 물의 양 및 얼음의 양을 시차주사열량측정기로 측정

(2) 반죽 생지의 원료 및 배합비에 따른 냉동 중 얼음의 양 분석

- 반죽 생지의 원료인 밀가루, 이스트, 개량제의 비율 시험
- 반죽 생지의 수분함량을 달리하여 냉동시킴.
- 삼양사의 선행지원 연구에서 선별된 냉동 조건에 따른 냉동 생지의 동결가능한 물의 양 및 얼음의 양을 시차주사열량측정기로 측정

- (3) 반응표면분석법(Response surface model)이나 요인분석법을 사용하여 냉해안정성이 가장 큰 단팥 소와 생지의 원료와 배합비 탐색 및 최적화
- 단팥 소와 생지의 원료 및 수분함량을 인자로 설정
 - 반응표면분석법 또는 요인분석법에 의해 단팥 소와 생지의 원료 및 배합비 최적화 시험
 - 가장 중요인자 및 인자간의 상호작용 분석
 - 최적화된 원료 및 배합비 검증

2. 포켓빵 RTB 발효 냉동생지로 개발된 단팥빵 시제품 제작. 평가 및 제조 공정 확립

가. RTB 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작 및 평가

(1) 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작

- 부산대 실험결과를 바탕으로 이에 대한 확인 제조실험 실시
- 밀가루, 이스트, 빵 개량제에 대한 시제품 적용 평가
- 각 원료의 배합별 영향 평가
- 발효 냉동생지 공장 적용을 통한 시제품 제작

(2) 시제품에 대한 물리적 관능적 품질 평가

- 제조된 시제품을 각종 설비를 통한 물리적 품질 평가
- Texture analyzer, volscan 등을 통한 노화 정도, 부피 평가
- 자체 관능 패널을 통한 시제품 비교 관능평가
- 관능평가를 통한 최종 배합비 확정

(3) 시제품에 대한 소비자 평가

- 발효냉동생지를 사용하는 최종 소비자 사용 평가
- 사용상 편의성, 최종 소성 후의 품질 평가

나. RTB 발효 냉동생지 단팥빵 제조 공정 확립 및 제품화

(1) 반죽 생지 및 단팥 소 배합비의 표준화

- 발효 냉동생지 공정 적용을 위한 최종 배합비 조정

(2) 반죽, 발효, 냉동, 포장 공정의 최적화

- 상품화를 위한 공정 설계

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제1절 RTB 발효 냉동생지 주원료의 품질지표 확립

1. RTB 발효 냉동생지 제조를 위한 주원료의 품질 지표 확립

가. 요약

RTB 냉동생지 제조에 주원료로 사용되는 밀가루, 이스트, 유화제, 효소 각각에 대한 품질지표를 확립하였다. 밀가루는 강력분과 박력분의 혼합비율을 달리하여 강력분에 박력분을 10% 내 첨가 시 단팥빵 RTB 냉동 생지제조에 품질에 긍정적인 영향(빵의 질긴 텍스처 특성 감소)을 주었으나, 20 또는 30% 박력분의 증가로 발효 냉동생지의 냉동 저장 안정성이 저하됨을 알 수 있었다. 발효 냉동 생지제조에 적합한 밀가루 품질지표는 젓산 SRC가 140% 이상이고 글루텐 적성지수가 0.69 이상이었다. 내당성과 내한성이 큰 이스트들을 포함하여 세 종류의 이스트를 시험하였으며 내당성과 내한성이 큰 이스트들은 냉동 전 발효 생지로 만든 단팥빵의 부피를 크게 하였으나 냉동시킨 발효 냉동생지로 만든 단팥빵의 부피 감소와 함께 품질을 현저하게 저하시켜, 일반 건조이스트로 제조한 발효 냉동생지는 단팥빵의 부피 변화가 작아 냉동 안정성이 더 우수하여 발효 냉동생지에 더 성공적으로 활용될 수 있는 이스트로 판단되었다. 이스트의 농도는 2 - 2.5%가 적합하였고 발효시간은 1차 발효 30분, 2차 발효 1시간이 가장 우수한 단팥빵의 품질특성을 나타냈다. 유화제는 SSL, DATEM, lecithin 중 SSL 0.5%를 사용하여 제조한 발효 냉동생지가 가장 우수한 단팥빵의 품질 특성을 보여 냉동 안정성이 가장 우수하였다. 효소로 아밀라아제와 자일라아제를 함께 첨가하였을 때 냉동 전 발효 생지로 제조한 단팥빵의 부피가 크고 품질이 우수하였으나, 냉동시킨 발효 냉동생지로 제조한 단팥빵의 부피가 크게 감소하여 냉동 안정성이 낮게 나타났다. 반면 자일라아제만을 0.025% 사용하여 제조한 발효 냉동생지가 냉동 안정성이 유의적으로 크게 나타나 선호되는 효소로 판단되었다.

나. 재료 및 방법

(1) 밀가루 품질 분석 및 지표 확립

단백질 함량과 글루텐 강도가 다른 밀가루의 효과를 시험하기 위하여 강력분과 박력분을 혼합비율을 달리하여 실험에 사용하였다. 혼합비율은 강력분 : 박력분을 10:0, 9:1, 8:2, 7:3으로 하였으며 혼합된 밀가루의 품질특성을 solvent retention capacity방법으로 측정하였다.

혼합 비율을 달리하여 섞은 밀가루로 RTB 발효 냉동생지를 제조하여 냉동 저장 안정성을 측정하였다. RTB 발효 냉동생지로 단팥빵을 제조하였으며 냉동생지의 기본 배합비는 밀가루 100 g, 설탕 25 g, 버터 20 g, 이스트(일반 건조이스트) 2 g, 탈지분유 3 g, 소금 1.8 g, 전란 10 g, 물 55 g이었고 제조 과정은 다음 Fig. 2와 같다. 제조된 냉동 전 발효 생지와 1일과 7일 냉동 저장된 발효 냉동생지를 각각 상판 180℃, 하판 160℃로 예열 된 오븐(Phantom M301 Combi, Samjung)에서 20분간 구워 빵의 품질을 분석하는데 사용하였다. 냉동 저장된 발효 냉동

생지는 상온에서 1시간 해동시킨 후 오븐에서 구웠다. 구운 빵은 상온에서 1시간 동안 식힌 후에 부피, 무게, 지름, 색도 등의 품질 분석에 사용하였다.

발효 생지와 발효 냉동생지로 구운 단팥빵의 개당 무게를 측정하였고 crumb의 수분 함량은 AACC method 44-15.02(AACC 2010)로 측정 하였다. 약 3 g의 crumb 무게를 측정 후 칭량용기에 넣고 130°C에서 정확히 1시간 동안 열풍건조 오븐(FO 600-M, Jeio Tech, Daejeon, Korea)에서 건조한 후 감소된 무게로부터 수분함량을 계산하였다. 부피는 종자 치환법(AACC method 10-05.01; AACC 2010)을 약간 변형하여 측정하였다. 빵의 높이와 지름은 캘리퍼(caliper) (Mitutoyo Crop. SD-60E, Japan)를 사용하여 여러 각도로 회전하여 측정하였다. 단팥빵의 위쪽 표면 crust의 색도는 제조 직후에 색도계(CR-20, Minolta, Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 L*(Lightness, 명도), a*(redness, 적색도), b*(yellowness, 황색도) 값을 5회 반복 측정하였다.

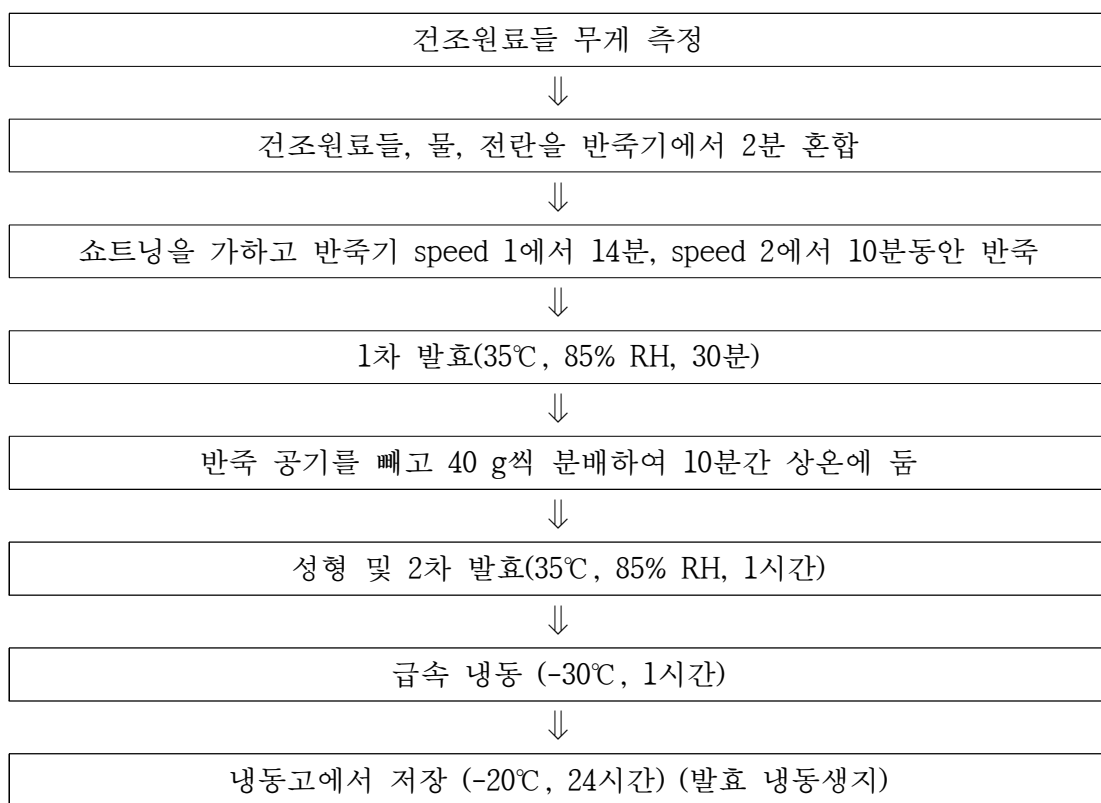


Figure 2. Schematic diagrams for preparing RTB fermented frozen dough

(2) 이스트의 품질 분석 및 지표확립

냉해안정성을 지니면서 설탕의 농도가 높은 배합비에 적합한 osmotolerant 냉동이스트가 냉동생지 품질 특성에 주는 영향을 기존에 사용하던 일반 건조이스트와 비교하기 위하여 이스트의 농도 및 발효시간을 변화시켜 이스트의 가공적성을 평가하였다. 기본 배합비로 밀가루 100 g, 물 55 g, 마가린 25 g, 설탕 20 g, 이스트 1-2 g을 사용하여 실험을 수행하였다. 냉동 전 발효 생지와 냉동한 발효 냉동생지를 위의 Fig. 2과 같은 과정으로 제조하였으며 단팥빵을 구운 후 빵의 품질을 측정 분석하였다.

또한 내당성 건조이스트를 포함한 세 종류의 이스트의 발효 냉동생지 가공적성을 비교하기

위하여 이스트 1(일반 건조 이스트), 이스트 2(내당성 건조 이스트), 이스트 3(내한성 냉동이스트)를 사용하였으며 시험한 이스트의 농도는 밀가루 대비 1과 2%였다. 이때 기본 배합비는 밀가루 100 g, 설탕 20 g, 마가린 15 g, 달걀 10 g, 탈지분유 3 g, 이스트 1-2 g, 소금 1.8 g, 물 45 g를 사용하였다. 냉동 전 발효 생지와 냉동 한 발효 냉동생지를 위의 Fig. 2와 같은 과정으로 제조하였으며 단팥빵을 구운 후 빵의 품질을 측정 분석하였다.

(3) 빵 개량제의 선별 및 지표확립

(가) 유화제의 선별

유화제에 의한 발효 냉동생지의 냉동안정성에 대한 효과를 살펴보기 위하여 세 종류의 유화제 (Sodium stearoyl lactylate-SSL, Diacetyltartaric and fatty acid esters of glycerol-DATEM, lecithin)를 0.5와 1.0% 사용하여 제조한 냉동 전 발효 생지와 냉동 한 발효 냉동생지를 위의 Fig. 2와 같은 과정으로 제조하였으며 단팥빵을 구운 후 빵의 품질을 측정 분석하였다.

(나) 효소 종류를 달리하여 제조한 단팥빵 발효 냉동생지의 품질

효소로는 α -amylase와 xylanase를 단독으로 또는 혼합으로 0.025와 0.05% 사용하여 제조한 냉동 전 발효 생지와 냉동한 발효 냉동생지를 위의 Fig. 2와 같은 과정으로 제조하였으며 단팥빵을 구운 후 빵의 품질을 측정 분석하였다.

다. 결과

(1) 밀가루 품질분석 및 지표확립

(가) 밀가루의 품질 특성

품질 특성이 유의적으로 다른 강력분과 박력분을 혼합한 밀가루의 품질 특성 측정을 위한 SRC값들은 혼합비율에서 강력분의 비율은 줄고 박력분의 비율이 증가됨에 따라 물 흡수도를 나타내는 물SRC, 글루텐 형성 강도를 나타내는 젖산SRC, 손상전분을 나타내는 탄산나트륨SRC, 아라비노자일란의 기여도를 나타내는 설탕SRC값들이 감소하였다(Table 1).

Table 1. SRC results of the flours varied the blending ratio of strong and weak flour

밀가루	물 SRC (%)	젖산 SRC (%)	탄산나트륨 SRC (%)	설탕 SRC (%)
강:박(10:1)	69.8	146.1	94.0	117.6
강:박(9:1)	67.6	144.3	92.5	115.3
강:박(8:2)	65.5	139.5	89.6	113.2
강:박(7:3)	64.0	134.6	86.4	110.8
강:박(0:10)	54.6	101.6	71.1	98.0

(나) 밀가루의 아라비노자일란 함량

박력분의 혼합비율 증가에 따라 수용성 아라비노자일란 함량은 증가하였고 불용성 아라비노자일란 함량은 감소하였다. 총 아라비노자일란 함량은 박력분 30%를 첨가하였을 때 가장 낮게

나타났다(Fig. 3).

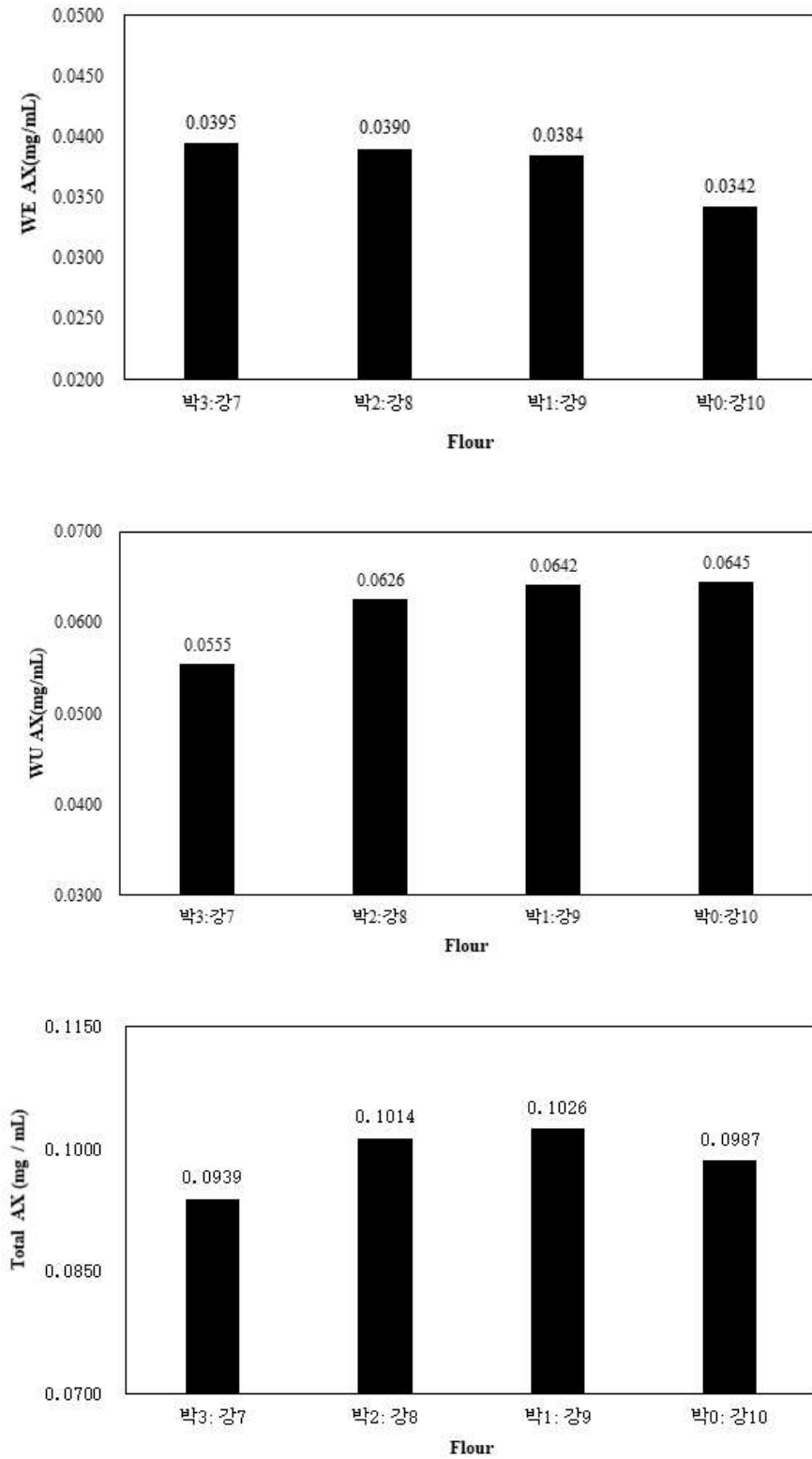


Figure 3. Arabinoxylan contents of the flours varied the blending ratios of strong and weak gluten flour

(다) 빵의 부피

- ① 강력분만 사용했을 때보다 강력분과 박력분을 9:1의 비율로 섞었을 때 단팥빵의 부피가 컸고 7일 동안 냉동 후에 구웠을 때도 부피가 커 냉해 안정성이 더 우수한 것으로 사료된다 (Fig. 4).
- ② 강력분과 박력분을 7:3으로 섞은 경우 발효 후 즉시 구운 단팥빵의 부피는 강력분만 사용하였을 때보다 작지 않았으나 냉동 후 구웠을 때 부피의 감소가 커 냉동안정성이 우수하지 못함을 알 수 있었다.

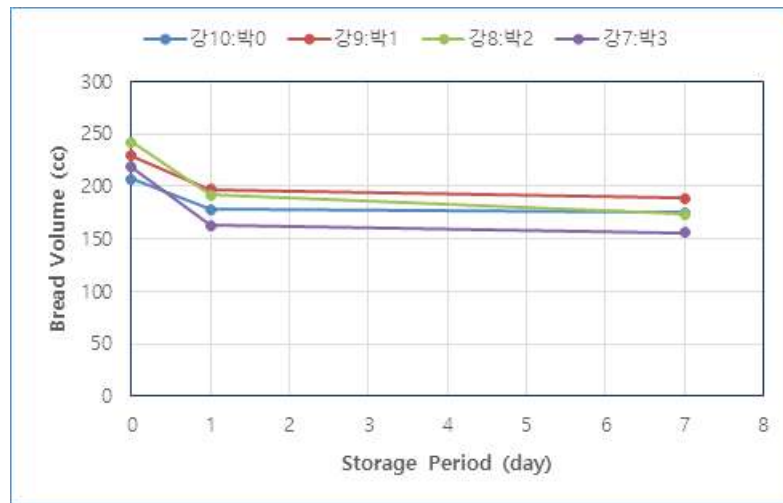


Figure 4. Volume of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied flour blends during frozen storage

(라) 빵의 높이

- ① 강력분만 사용했을 때보다 강력분과 박력분을 9:1의 비율로 섞었을 때 단팥빵의 높이가 냉동 저장 후에 구웠을 때도 높이의 변화가 적어 냉해안정성이 더 우수한 것으로 사료된다.
- ② 강력분과 박력분을 7:3으로 섞은 경우 발효 후 즉시 구운 단팥빵의 높이는 강력분만 사용하였을 때보다 작지 않았으나 냉동 후 구웠을 때 높이의 감소가 커 냉동안정성이 우수하지 못함을 알 수 있었다(Fig. 5).

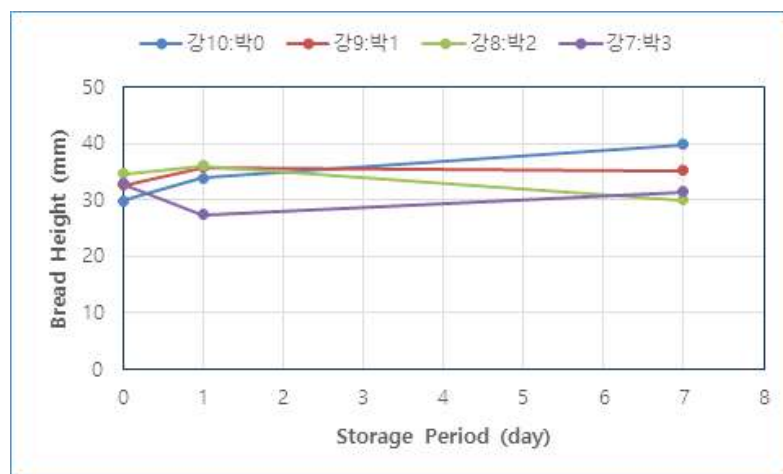


Figure 5. Height of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied flour blends during frozen storage

③ 강력분만 사용한 경우 7일 냉동 저장 후 구웠을 때 높이가 증가한 것으로 나타났으나 이는 빵의 윗 표면의 중심부분이 크게 팽창하여 큰 air pocket이 생긴 결과로 사료된다.

(마) 빵의 지름

① 빵의 지름은 혼합비율을 달리한 모든 밀가루로 제조한 발효 냉동생지를 냉동 저장 후 구웠을 때 단팥빵의 지름이 감소함을 알 수 있었고 밀가루 혼합비율의 차이에 따라 영향이 상대적으로 적게 나타났다(Fig. 6).

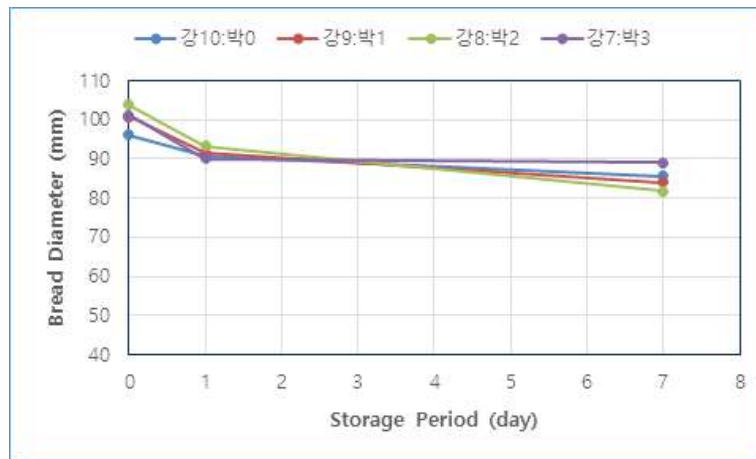


Figure 6. Diameter of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied flour blends during frozen storage

② 강력분과 박력분을 7:3으로 섞은 경우 발효 후 즉시 구운 단팥빵의 지름은 강력분만 사용하였을 때보다 작지 않았고, 7일 동안 냉동시킨 후 구웠을 때 지름에서의 감소가 상대적으로 작게 나타났다.

③ 강력분만 사용하여 제조한 발효 냉동생지의 경우 냉동 저장 후 구웠을 때 지름의 변화가 다른 혼합비율의 밀가루보다 작았지만, 전체적으로 차이가 크지 않았다.

(바) 빵의 색도

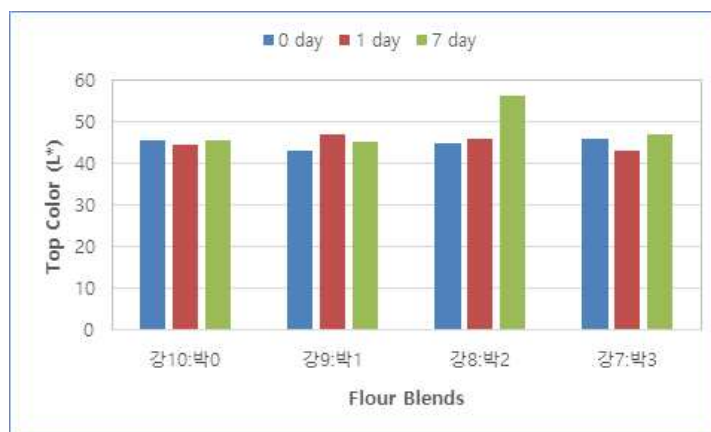


Figure 7. Top crust color (L*) of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied flour blends during frozen storage

- ① 빵의 색도 측정결과 냉동 저장 후 구웠을 때 L^* 인 밝기의 변화는 밀가루의 혼합비율에 따라 차이가 없었고 강력분과 박력분을 8:2로 섞어 제조한 발효 냉동생지의 경우 7일 냉동 저장 시료에서 L^* 가 상대적으로 크게 증가한 것으로 나타나 이는 밀가루 혼합비율의 영향이라기보다는 실험상의 오차로 판단된다(Fig. 7).
- ② 단팥빵 윗표면의 적색도(a^*) 측정에서는 강력분만 사용하여 제조한 발효 냉동생지를 냉동 저장 후 구웠을 때 가장 큰 감소를 보였고 박력분을 섞은 밀가루 시료들로 제조한 단팥빵은 냉동 저장 후 구웠을 때 적색도의 감소가 크지 않았다(Fig. 8).
- ③ 강력분과 박력분을 7:3으로 섞은 경우 7일 냉동 저장 후에 구웠을 때에도 적색도의 변화가 거의 없었다.

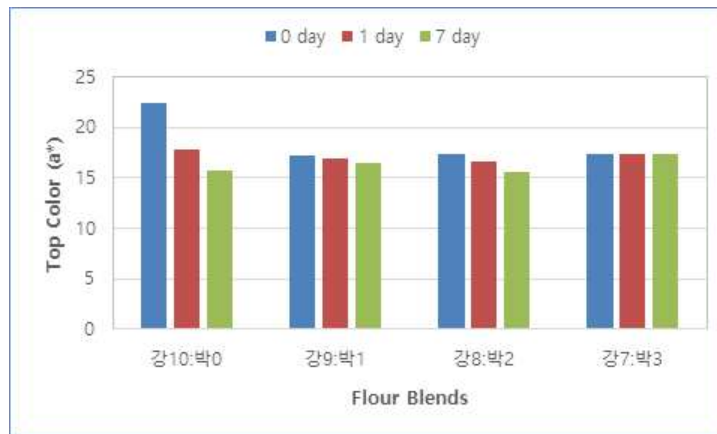


Figure 8. Top crust color (a^*) of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied flour blends during frozen storage

- ④ 단팥빵 윗표면의 황색도(b^*) 측정결과는 밝기(L^*)의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 밀가루의 혼합비율에 따라 차이가 없었고 강력분과 박력분을 8:2로 섞은 경우 7일 냉동 저장 시료가 상대적으로 b^* 가 크게 증가한 것으로 나타나 밀가루의 차이라기 보다는 실험상 오차로 사료된다(Fig. 9).

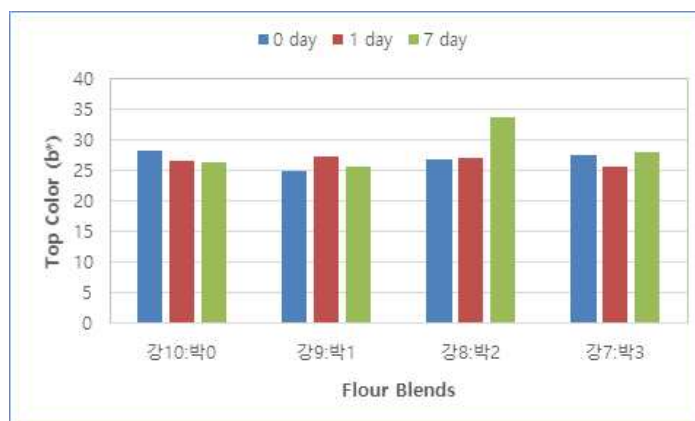


Figure 9. Top crust color (b^*) of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied flour blends during frozen storage

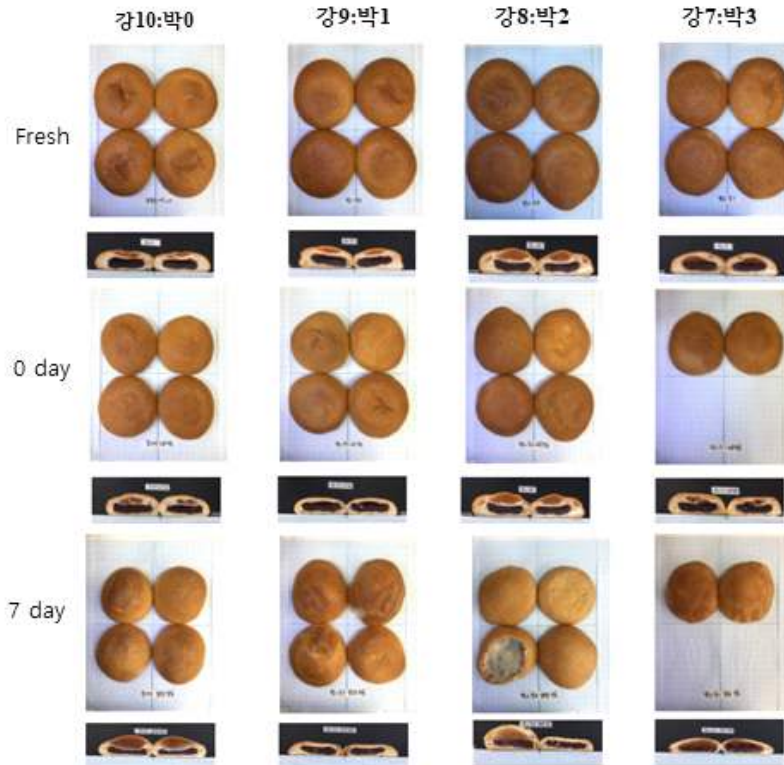


Figure 9. Top view and cross-section of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied flour blends during frozen storage

(2) 이스트의 종류를 달리하여 제조한 RTB 발효 냉동생지 단팥빵의 품질 특성

1차 발효와 2차 발효시간을 달리하여 발효시킨 생지를 냉동하지 않고 구운 단팥빵과 냉동 후 해동시켜 구운 단팥빵의 품질을 분석한 자료는 다음 Table 2 - 6과 같다.

Table 2. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with 1% dried yeast with varied fermentation times.

Ferment time (min)	Frozen storage (day)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
60/60*	0	188.2	37.1	64.3	90.6	44.7	17.9	26.3	26.7
	1	182.1	37.0	64.6	88.5	50.4	18.1	31.4	29.1
	7	182.3	38.0	64.4	87.9	52.8	18.2	34.0	30.0
45/60	0	202.3	36.8	64.3	93.4	47.2	18.0	29.0	30.6
	1	192.0	37.8	64.6	90.2	51.3	18.3	32.5	28.9
	7	174.7	38.8	64.5	89.2	57.0	16.7	35.1	29.1
30/60	0	192.1	34.3	64.5	94.0	48.9	18.3	30.6	27.0
	1	177.9	33.5	65.0	90.0	49.9	18.5	31.6	30.4
	7	176.2	36.5	63.6	89.5	57.6	15.9	34.3	29.6
15/60	0	195.4	35.0	64.6	92.8	54.1	17.5	33.4	31.0
	1	182.6	33.8	64.7	89.3	52.4	18.2	33.2	29.3
	7	171.4	32.6	64.3	89.0	57.2	16.5	33.8	28.4

*1st fermentation/2nd fermentation

Table 3. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with 2% dried yeast with varied fermentation times

Ferment time (min)	Frozen storage (day)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
60/60*	0	218.0	33.6	65.1	94.8	42.3	17.6	24.5	28.4
	1	176.7	39.4	65.6	88.2	42.9	17.8	27.1	30.4
	7	164.9	37.0	64.7	84.1	45.4	17.8	27.4	26.2
45/60	0	230.1	34.4	65.0	95.4	43.1	17.5	24.5	29.8
	1	199.7	38.2	65.5	87.6	42.1	18.0	25.6	27.6
	7	179.9	37.1	65.0	87.5	47.0	17.2	25.4	31.3
30/60	0	205.4	31.6	65.0	94.5	43.2	18.1	26.2	28.8
	1	191.5	37.4	64.7	89.7	45.2	17.6	28.6	28.5
	7	190.1	37.3	64.6	89.6	46.9	17.5	28.0	29.9
15/60	0	219.4	31.3	65.9	95.5	46.1	18.1	27.8	30.4
	1	208.4	38.5	65.2	92.5	41.8	18.0	24.9	30.4
	7	184.1	37.1	64.5	87.9	51.0	17.6	31.1	32.5

*1st fermentation/2nd fermentation

Table 4. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with 1% high sugar-tolerant dried yeast with varied fermentation times

Ferment time (min)	Frozen storage (day)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
60/60*	0	198.0	35.5	64.8	94.7	48.5	18.5	30.5	27.8
	1	193.7	35.7	64.8	90.8	48.8	18.3	31.5	29.0
	7	184.3	42.4	64.6	90.4	55.3	16.9	31.5	29.3
45/60	0	211.6	35.0	65.1	94.5	49.9	18.1	31.6	29.0
	1	187.3	34.6	65.1	88.2	49.3	18.5	31.1	29.7
	7	179.4	42.9	64.2	90.4	52.7	18.1	32.7	27.1
30/60	0	193.0	30.8	64.7	92.0	51.8	18.6	32.6	31.0
	1	183.1	32.0	65.0	88.2	53.0	18.2	32.6	31.6
	7	173.1	35.2	64.1	88.0	53.9	17.6	32.2	27.1
15/60	0	189.1	33.1	64.8	91.5	53.1	17.8	32.4	30.8
	1	185.1	31.8	64.7	89.5	53.8	17.6	32.2	30.5
	7	178.6	36.4	64.5	89.9	56.8	17.2	33.5	28.1

*1st fermentation/2nd fermentation

발효 시간은 이스트의 농도에 따라 최적 효과를 나타내는 시간이 달랐으며 1%의 이스트 농도에서는 1차 발효 60분과 2차 발효 60분이 발효 냉동생지의 냉동 저장에 의한 품질 저하가 적은 것으로 나타났으며 2% 이스트 농도에서는 1차 발효 30분이나 45분과 2차 발효 60분의 발효 시간으로 제조된 발효 냉동생지의 냉동 중 저장성이 더 좋은 것으로 나타났다.

Table 5. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with 2% high sugar-tolerant dried yeast with varied fermentation times

Ferment time (min)	Frozen storage (day)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
60/60*	0	233.7	38.3	64.3	95.2	40.3	21.4	23.2	28.0
	1	170.7	38.1	64.5	84.5	42.9	16.4	24.4	29.7
	7	173.7	38.2	64.2	87.5	44.1	17.3	25.7	26.5
45/60	0	232.7	35.0	64.6	101.0	43.1	17.9	26.1	29.2
	1	175.3	37.5	64.2	86.9	42.8	16.6	24.0	29.6
	7	169.7	37.5	65.0	87.8	43.1	16.8	24.4	27.9
30/60	0	216.4	35.1	64.5	98.4	43.3	17.9	26.3	29.3
	1	181.9	39.6	65.2	86.1	43.0	17.0	24.7	29.9
	7	176.9	39.6	65.2	85.9	43.1	16.7	24.7	29.8
15/60	0	239.7	35.8	64.2	100.7	44.9	17.6	26.8	30.2
	1	184.3	38.2	64.9	90.4	44.7	17.1	25.6	28.0
	7	179.7	43.4	65.0	90.0	44.7	16.4	26.2	27.6

*1st fermentation/2nd fermentation

Table 6. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with 2% freeze-tolerant yeast with varied fermentation times

Ferment time (min)	Frozen storage (day)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
60/60*	0	220.5	33.7	64.4	100.7	42.5	17.2	24.9	29.3
	1	205.2	41.4	64.7	88.1	46.7	17.9	28.9	30.3
	7	184.7	39.0	65.1	86.5	46.0	16.9	26.8	29.1
45/60	0	225.3	34.1	64.7	98.4	43.6	17.5	25.5	28.7
	1	220.8	42.2	64.0	90.3	42.8	17.1	24.9	29.2
	7	198.5	35.0	64.9	85.6	46.0	17.9	27.5	26.4
30/60	0	233.3	31.4	64.6	101.2	43.1	17.3	24.4	28.6
	1	208.3	39.6	64.5	88.0	39.6	15.8	22.5	29.5
	7	170.6	37.4	64.5	89.5	47.7	17.0	28.1	27.9
15/60	0	236.3	34.7	64.4	100.2	44.1	17.1	25.2	27.0
	1	204.5	42.1	64.1	90.8	39.0	16.0	21.7	28.1
	7	186.9	34.1	64.9	90.0	41.7	15.9	22.2	28.1

*1st fermentation/2nd fermentation

이스트를 2% 사용하였을 때 1%에 비해 단팥빵의 부피가 증가함을 알 수 있었고, 동일한 이스트 농도 2%와 동일한 발효시간(1차 발효 30분/2차 발효 60분)의 비교에서 냉동 전 발효 생지로 제조한 단팥빵의 부피가 세 종류의 이스트 중 일반 건조이스트<내당성 건조 이스트<내한성 냉동 이스트 순으로 컸으나 냉동 후 발효 냉동생지로 제조된 단팥빵의 부피가 내당성 건조 이스트<내한성 냉동 이스트<일반 건조이스트 순으로 큰 것으로 나타나 일반 건조 이스트가 발효 생지의 냉동 저장 중 변화가 가장 적은 것으로 관찰되었다(Fig. 11 & 12, Table 7)

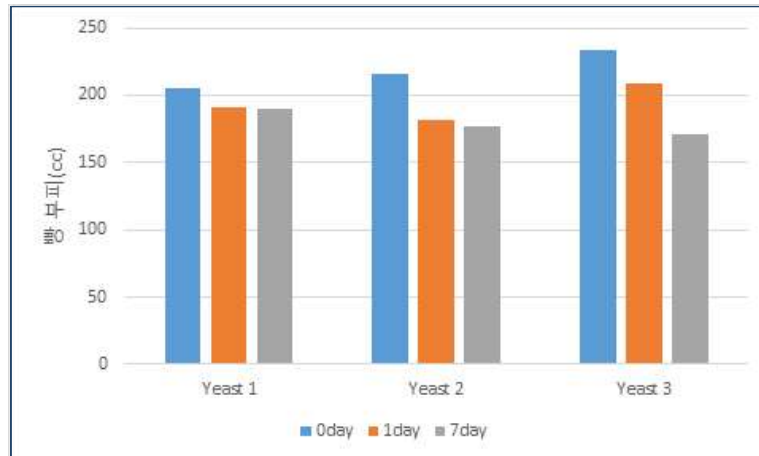


Figure 11. Volume of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeasts

Table 7. Change in percentage of volume of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeasts

Frozen storage (day)	Yeast 1	Yeast 2	Yeast 3
0	100	100	100
1	93	84	89
7	93	82	73



Figure 12. Top view and cross-section of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeasts with 1 day frozen storage

(3) 유화제 종류를 달리하여 제조한 RTB 발효 냉동생지 단팥빵의 품질 특성

유화제로 DATEM, SSL, lecithin을 농도를 달리하여 첨가하여 제조한 발효 생지로 구운 단팥빵의 품질 특성과 24시간 냉동한 발효 냉동생지로 구운 단팥빵의 품질 특성을 분석한 결과는 각각 Table 8, 9, 10과 같다. 세 종류의 유화제 모두 발효 냉동생지로 단팥빵을 구웠을 때 빵의 부피와 지름이 현저히 감소하였다. 반면 빵의 높이는 증가하여 이는 단팥빵 속의 단팥앙금과 crumb사이의 빈 공간이 커진 것을 시사하였다. 유화제 중 SSL 0.5%를 사용한 발효 생지가 냉동에 의해 빵의 부피에서 변화가 적어 냉동 안정성이 큰 것으로 사료되어 발효 냉동생지 제조에 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

Table 8. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied DATEM concentrations

Frozen storage (day)	Emulsifier conc. (%)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
0	0.25	241.7	38.1	63.8	103.7	42.5	17.0	24.8	30.0
	0.50	236.9	33.4	63.8	104.6	46.7	16.9	25.4	29.6
	1.00	235.8	35.2	64.1	104.2	46.0	15.8	24.4	30.0
1	0.25	199.8	38.1	64.2	89.8	43.6	16.0	23.4	29.3
	0.50	200.5	42.7	64.1	90.5	42.8	16.8	24.6	30.2
	1.00	200.5	44.3	64.4	91.3	46.0	16.8	26.0	30.1

Table 9. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied SSL concentrations

Frozen storage (day)	Emulsifier conc. (%)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
0	0.25	210.6	32.4	63.7	100.4	44.1	17.9	27.5	29.9
	0.50	228.2	38.2	63.9	100.8	43.9	17.7	26.2	29.7
	1.00	239.2	35.3	63.7	105.0	43.3	17.9	26.4	30.2
1	0.25	190.0	40.9	64.8	93.7	44.9	17.0	24.3	30.1
	0.50	207.0	41.0	64.3	91.7	43.4	16.7	24.3	30.0
	1.00	186.2	28.9	64.0	93.7	41.9	17.0	23.0	30.3

Table 10. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied lecithin concentrations

Frozen storage (day)	Emulsifier conc. (%)	Volume (cc)	Height (mm)	Weight (g)	Diameter (mm)	L*	a*	b*	Moisture content (%)
0	0.25	226.4	33.4	63.9	103.6	42.9	17.3	24.7	29.9
	0.50	223.8	41.1	63.5	98.6	42.1	16.9	24.4	29.7
	1.00	231.2	38.8	64.5	98.6	42.9	17.4	25.6	30.2
1	0.25	186.6	40.8	64.4	91.0	43.3	15.9	22.6	29.8
	0.50	194.3	41.8	64.9	91.4	43.5	16.0	22.6	29.8
	1.00	205.1	41.0	65.1	84.5	43.2	17.4	25.7	29.9

(4) 효소의 종류를 달리하여 제조한 RTB 발효 냉동생지 단팥빵의 품질 특성

효소로 아밀라아제와 자일라아제를 0.025% 첨가하여 제조한 발효 냉동생지로 단팥빵을 구웠을 때 냉동시키지 않은 발효 생지로 구운 빵에 비해 부피와 지름에서의 감소를 나타냈다 (Fig. 13). 효소를 첨가하지 않은 시료들이 부피와 지름에서의 감소 폭이 훨씬 컸으며 자일라아제와 아밀라아제를 함께 섞어 사용한 경우가 자일라아제 단독효소만을 사용한 것보다 냉동시키지 않은 발효 생지로 구운 빵은 품질이 우수하였으나, 냉동시킨 발효 냉동생지로 구운 빵의 품질에서의 저하가 더 크게 나타났다(Fig. 14). 이는 아밀라아제에 의해 당이 많이 생성되어 빙점이 강해졌기 때문으로 사료된다. 결과적으로 자일라아제 단독효소를 저농도로 사용하여 불용성 아라비노자일란의 길이를 분자 크기를 줄여 냉해 방지 효과를 증진시킬 수 있음을 시사하였다.

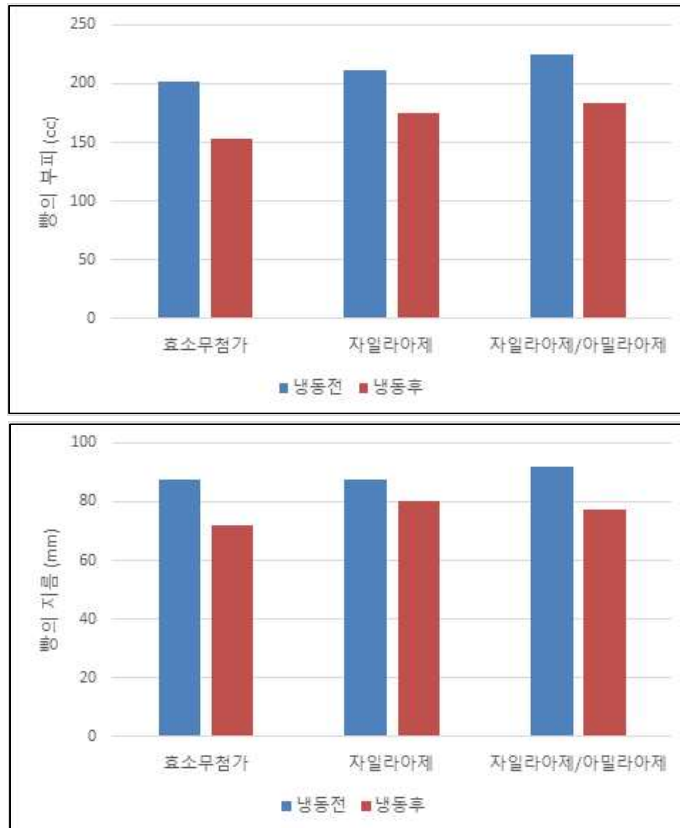


Figure 13. Characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with varied enzymes



Figure 14. Top view and cross-section of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different enzymes with 1 day frozen storage

2. RTB 발효 냉동생지 포켓빵 단팥 소 및 생지의 배합비 최적화

가. 요약

RTB 단팥빵 발효 냉동생지의 최적화된 배합비 개발을 위해 4종류의 단팥앙금의 당도, 수분함량, 동결 가능한 물의 양을 측정하였고, 배합비의 물의 양을 달리하여 제조한 발효 냉동생지의 동결 가능한 물의 양도 시차주사열량측정기로 측정하였다. 단팥앙금 시료 중에서 수분함량이 적고 당도가 상대적으로 높은 C시료가 얼음 생성도 적게 나타나 발효 냉동생지 제조에 적합한 것으로 판단되었다. 배합비 물의 양 증가에 따라 동결 가능한 물의 양이 증가하였고, 제조된 발효 냉동생지로 구운 단팥빵의 품질 저하도 크게 나타나 배합비 물의 양 조절이 매우 중요한 인자임을 확인하였다. 요인 분석법을 활용하여 이스트, 설탕, 마가린, 물을 실험인자로 하여 배합비를 살펴본 결과, 물과 설탕의 양이 발효 냉동생지의 품질에 가장 큰 영향을 주는 인자임을 알 수 있었다. 종합적인 결과를 바탕으로 설탕과 물의 양을 조절하여 최적화된 생지의 배합비를 찾았으며 적합한 단팥앙금도 선별하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 단팥앙금의 종류에 따른 냉동 중 얼음 양 분석

(가) 단팥앙금의 종류에 따른 수분 및 당도 분석

입자크기 및 당도가 다른 단팥앙금 4종(앙금 A, B, C, D)을 시중에서 구입하였다. 수분함량은 3 g 단팥앙금을 130°C 건조오븐에서 1시간동안 건조하여 측정하였고, 당도는 단팥앙금과 물을 1:1비율로 혼합한 후 당도계를 사용하여 Brix를 측정하였다.

(나) 종류가 다른 단팥앙금의 동결 가능한 물의 양 분석

단팥앙금의 동결가능한 물의 양을 시차주사열량측정기(DSC 6000, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 측정하였다. Sharadanant R & Khan K(2003)의 방법을 약간 개조하여 단팥앙금 약 40 mg 무게를 재어 알루미늄 팬에 담아 밀봉한 후 DSC에 넣어 -50°C까지 온도를 내린 후 -50°C에서 30°C까지 10°C/min 속도로 온도를 상승시켜 생성된 얼음의 녹는 온도와 엔탈피를 Pyris Software (version 13, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 계산하였다.

(2) 반죽생지 제조에 첨가한 물의 양에 따른 동결 가능한 물의 양 분석

물의 양을 달리하여 제조한 5종류 발효 생지와 24시간 냉동 보관한 발효 냉동생지의 동결 가능한 물의 양을 측정하기 위하여 냉동된 시료의 ice-melting 엔탈피를 Sharadanant R & Khan K(2003)의 방법을 약간 개조하여 시차주사열량측정기(DSC 6000, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 측정하였다. 물의 함량(45.0, 47.5, 50.0, 52.5, 55.0 g/100 g flour)을 달리하여 제조한 발효 생지를 약 40 mg 무게를 재어 알루미늄 팬에 담아 밀봉한 후 DSC에 넣어 -50°C까지 온도를 내린 후 -50°C에서 30°C까지 10°C/min 속도로 온도를 상승시켜 생성된 얼음의 녹는 온도와 엔탈피를 측정하였다. 남은 발효 생지는 냉동고(-18°C)에서 24시간 냉동한 후 위에서 사용한 방법과 동일한 조건으로 측정한 후 생성된 얼음의 녹는 온도와 엔탈피를 Pyris Software (version 13, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)로 계산하였다.

(3) 요인 분석법(Factorial design)을 사용하여 냉해안정성이 가장 큰 단팥소, 생지의 원료 그리고 배합비 탐색 및 최적화

(가) 요인분석법에 의해 단팥앙금과 생지의 원료와 배합비 탐색 및 최적화

① 요인분석법에 의해 생지의 배합비 탐색 및 최적화

생지의 주원료 중 요인으로 이스트, 설탕, 버터, 물의 양을 선정하였고 Design Expert 프로그램을 활용하여 각 요인에 대해 2 수준으로 실험을 아래와 같이 디자인하고 발효 냉동생지를 제조하였으며 각 발효 냉동생지를 구워 단팥빵을 제조하여 품질을 비교하였다. 배합비에 따라 단팥빵을 제조하여 발효 후 즉시(A), 발효 후 즉시 냉동(-50°C,1h)(B), 냉동 후 냉동고에 보관(-20°C, 24h)(C)한 시료들을 오븐(상판 180°C, 하판 160°C)에서 20분간 구운 후 빵의 품질을 평가하였다. 평가항목은 빵 무게, 팥 무게, 빵의 수분함량, 부피, 높이, 직경, 빵의 윗표면 색도(밝기-L*,적색도-a*,황색도-b*)였다. 통계분석에 의해 가장 중요인자 및 인자간의 상호작용을 살펴보았다.

(밀가루 100g 기준)

Std #	Run #	water	마가린	sugar	이스트
1	8	45	15	10	1
2	13	55	15	10	1
3	17	45	25	10	1
4	4	55	25	10	1
5	11	45	15	20	1
6	1	55	15	20	1
7	5	45	25	20	1
8	16	55	25	20	1
9	12	45	15	10	2
10	9	55	15	10	2
11	3	45	25	10	2
12	14	55	25	10	2
13	6	45	15	20	2
14	15	55	15	20	2
15	7	45	25	20	2
16	2	55	25	20	2
17	10	50	20	15	1.5
18	18	55	20	15	1.5

② 단팥앙금을 달리한 발효 냉동생지 제조 및 단팥빵 품질 특성 측정

종류가 다른 단팥앙금을 사용하여 최적화된 배합비로 발효 냉동생지를 제조하여 단팥빵을 만들어 품질을 비교 분석하였다.

③ 배합비 물의 양을 달리한 발효 냉동생지 제조 및 단팥빵 품질 특성 측정

배합비에서 물의 양을 다르게 첨가하여 발효 냉동생지를 제조한 후 구운 단팥빵의 품질을 비교 분석하였다.

(나) 최적화된 원료 및 배합비 검증

최적화된 원료 및 배합비 검증을 위해 반복 실험을 하였고 삼양사에 방법을 전수하였다.

다. 결과

(1) 단팥앙금의 종류에 따른 냉동 중 얼음 양 분석

(가) 단팥앙금의 수분 및 당도

측정된 단팥앙금의 수분함량과 당의 함량은 Fig. 15와 같다. 단팥앙금 C가 가장 당도가 높게 나타났고 A가 가장 낮았다. 측정된 당도는 단팥앙금 A<B<D<C 순으로 높게 나타났고 수분함량은 단팥앙금 C<D<B<A 순으로 높아 당도와 수분함량이 부의 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 수분함량의 결과로부터 단팥앙금의 동결 가능한 물의 양도 달라짐을 예측할 수 있었다.

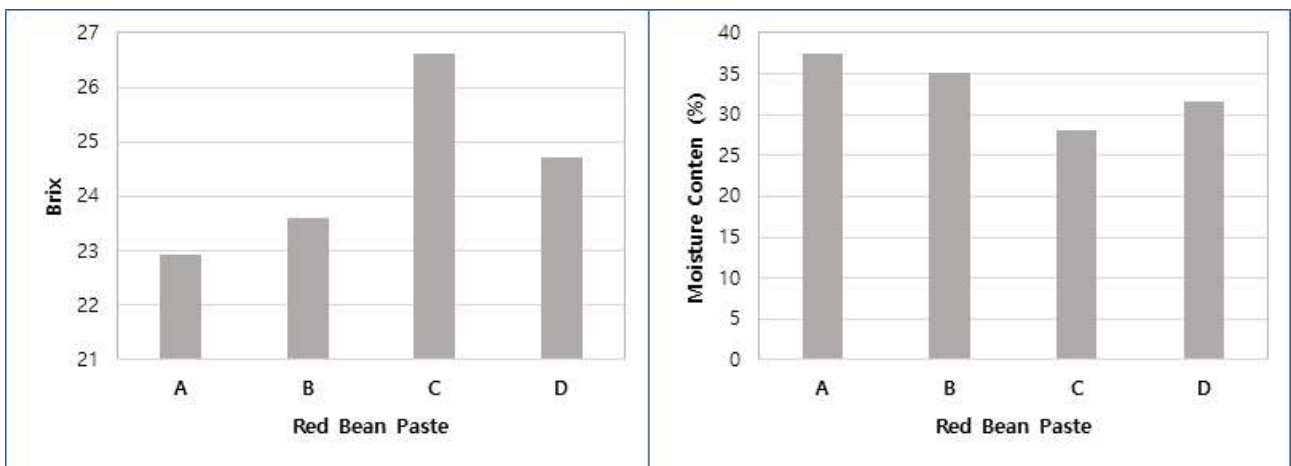


Figure 15. Brix and moisture content of the red bean paste products

(나) 단팥앙금의 동결 가능한 물의 양

단팥앙금의 동결 가능한 물의 양을 시차주사열량측정기로 온도를 -50°C 까지 낮추어 얼음을 생성하게 한 후 ice-melting 온도와 엔탈피(ΔH)를 측정한 결과(Table 11), 단팥앙금 C가 상대적으로 얼음 생성이 적어 단팥빵 발효 냉동생지의 제조를 위해 가장 적합한 단팥앙금 원료로 판단되었다. 이는 자유수로 존재하는 수분함량이 상대적으로 적기 때문으로 사료된다.

Table 11. Ice-melting properties of different red bean paste products

Red bean paste	T_{onset} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{peak} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{end} ($^{\circ}\text{C}$)	Heat of transition (ΔH , J/g)
A	-13.4 ± 0.5	-4.5 ± 0.4	10.4 ± 0.3	30.0 ± 1.1
B	-13.8 ± 0.5	-4.5 ± 0.4	11.1 ± 0.3	32.2 ± 0.2
C	-14.5 ± 0.2	-3.3 ± 0.3	9.7 ± 0.1	29.2 ± 0.3
D	-14.9 ± 0.2	-3.2 ± 0.1	10.6 ± 0.4	31.6 ± 0.5

(2) 배합비 물의 양이 다른 발효 냉동생지의 동결 가능한 물의 양

물의 함량을 달리하여 제조한 발효 생지와 발효 냉동생지의 냉동 가능한 물의 양 측정을 위하여 생성된 얼음의 녹는 온도 및 엔탈피(heat of transition)를 측정된 결과는 Table 12와 같다. 물의 첨가량이 클수록 얼음 생성이 커 얼음이 녹는 시작 온도에서는 차이가 크지 않았으나 종료 온도가 더 높게 나타났다($p<0.05$). 또한 물의 양의 증가에 따라 동결 가능한 물의 양이 증가하여 ice-melting 엔탈피가 거의 비례적인 증가를 보였으며, 45.0 g 물을 첨가한 경우(D-1) 26.6-28.9 J/g에서 55.0 g 물을 첨가하였을 때(D-5) 38.4-39.7 J/g으로 측정되었다. 반죽에 첨가되는 물의 양 증가에 따라 동결 가능한 물의 양이 증가하여 반죽의 냉동 저장 중 얼음 생성량이 많아 발효 중 활성화된 이스트의 세포막을 파괴하여 사멸을 용이하게 하여 냉동 생지로 제조한 단팥빵의 품질 저하를 더 많이 유발할 것으로 사료되었다.

Table 12. Thermal properties of ice-melting of the doughs formulated with different amounts of water.

Dough ID	Water amount (g/100g flour)	Frozen storage (day)	T _{onset} (°C)	T _{peak} (°C)	T _{end} (°C)	Heat of transition (J/g)
D-1	45.0	0	-13.1±0.5 ^{ab}	-3.4±0.1 ^b	10.1±0.2 ^a	26.6±0.3 ^a
		1	-14.0±0.4 ^a	-4.1±0.1 ^a	11.6±0.3 ^{abc}	28.9±0.7 ^b
D-2	47.5	0	-13.0±0.4 ^{ab}	-2.8±0.5 ^{cd}	10.6±0.1 ^{ab}	27.3±0.5 ^a
		1	-12.7±0.3 ^{ab}	-3.1±0.1 ^{bc}	11.9±0.9 ^{bcd}	30.7±0.5 ^b
D-3	50.0	0	-12.9±0.6 ^{ab}	-2.2±0.1 ^{de}	10.5±0.3 ^{ab}	31.6±0.7 ^b
		1	-12.4±0.4 ^b	-2.4±0.1 ^{de}	13.2±0.3 ^{cd}	31.4±1.2 ^b
D-4	52.5	0	-13.1±0.5 ^{ab}	-2.4±0.1 ^{de}	12.5±0.4 ^{cd}	34.2±1.5 ^c
		1	-12.3±0.3 ^b	-1.9±0.0 ^e	13.0±0.4 ^{cd}	35.6±0.5 ^c
D-5	55.0	0	-13.0±0.4 ^{ab}	-2.3±0.2 ^{de}	12.6±0.1 ^{cd}	38.4±1.4 ^d
		1	-12.8±0.4 ^{ab}	-2.0±0.2 ^e	12.9±0.1 ^d	39.7±0.4 ^d

[†]Results are expressed as Mean±SD. Values with the same letter within the same column are not significant ($p<0.05$) according to Tukey's HSD test.

(3) 요인 분석법(Factorial design)을 사용하여 냉해안정성이 가장 큰 단팥소와 생지의 원료와 배합비 탐색 및 최적화

(가) 요인분석법에 의해 단팥앙금과 생지의 원료와 배합비 탐색 및 최적화

① 요인분석법에 의해 생지의 배합비 탐색 및 최적화

빵 무게와 팥 무게는 발효 후 즉시, 발효 후 즉시 냉동, 냉동 후 냉동고에 보관한 시료들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 빵의 수분함량도 세 단계에서 실험한 시료들 사이에 차이를 보이지 않았다. 빵의 부피, 높이, 직경, 색도에 대한 결과는 다음과 같다.

빵의 부피

- 대부분 시료들이 발효 후 즉시 구운 빵(A)에 비해 발효 후 즉시 냉동한 후 구웠을 때(B) 부피가 현저하게 감소되었고, 냉동 후 냉동고에 하루 보관한 후 구웠을 때(C) 조금 더 감소하는 경향을 보였다(Fig. 16).

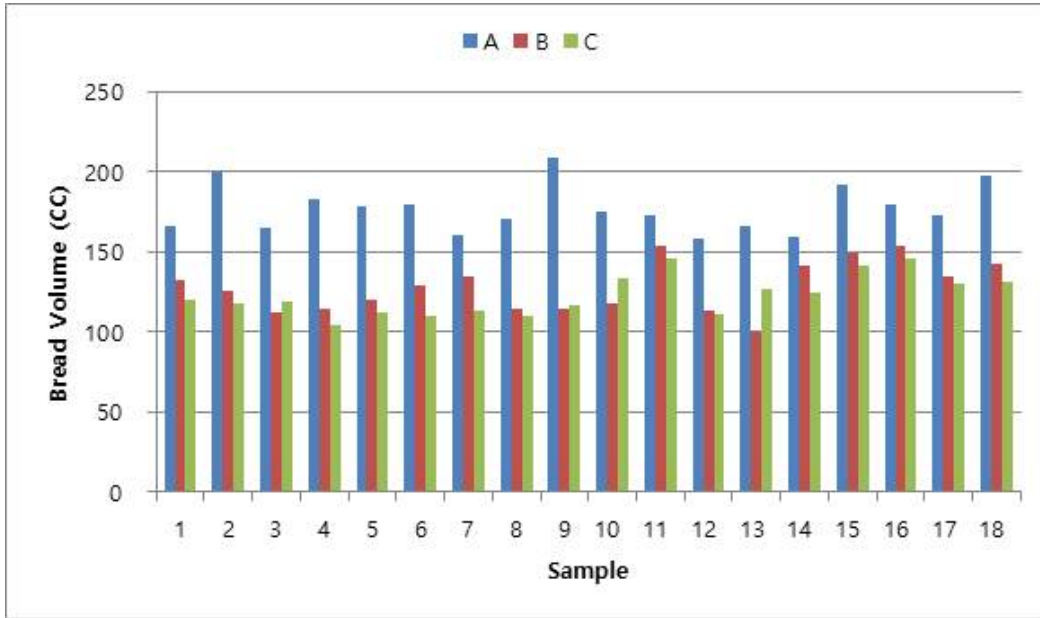


Figure 16. Volume of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels.

- 빵 부피측정 결과 배합비들 중 #11(45, 25, 10, 2), #14(55, 15, 20, 2), #16(55, 25, 20, 2)로 만든 시료들이 냉동에 의한부피의 감소가 상대적으로 적었다.
- 특히 그들 배합비 중 #11과 #16으로 만든 단팥빵을 냉동한 후 구웠을 때 빵의 부피가 상대적으로 컸다.

빵의 높이

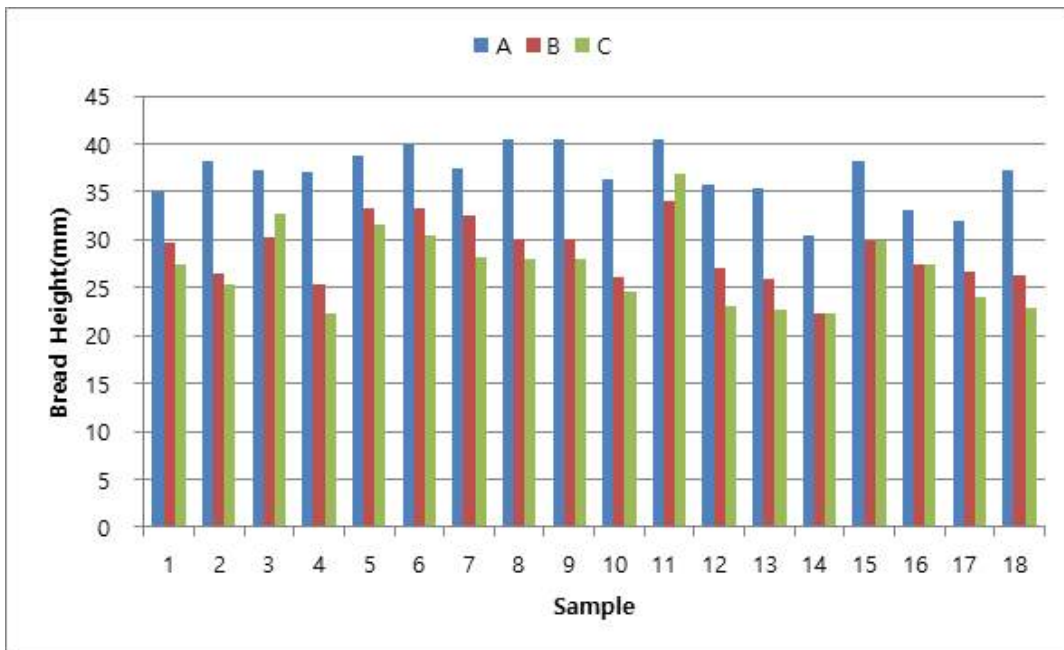


Figure 17. Height of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels.

- 빵의 부피측정 결과와 같이 빵의 높이 또한 모든 배합비로 만든 시료들이 발효 후 즉시 구운 빵에 비해 발효 후 즉시 냉동한 후 구웠을 때 현저하게 감소됨을 알 수 있었고, 냉동 후 냉동고에 하루 보관하여 구웠을 때 조금 더 감소되는 경향을 보였다(Fig. 17)
- 모든 배합비에서 #3(45, 25, 10, 1)과 #11(45, 25, 10, 2)로 만든 시료들이 냉동에 의한 감소가 상대적으로 적게 나타났다.
- 특히 배합비 #11의 경우 발효 후 냉동하여 굽거나 냉동고에 보관 후 구웠을 때에도 빵의 높이가 모든 다른 시료들에 비해 현저히 커서, 오븐스프링이 가장 양호한 배합비로 사료되었다.

빵의 직경

- 빵의 직경은 부피나 높이에 비해 냉동에 의한 감소효과가 상대적으로 작게 나타났다.

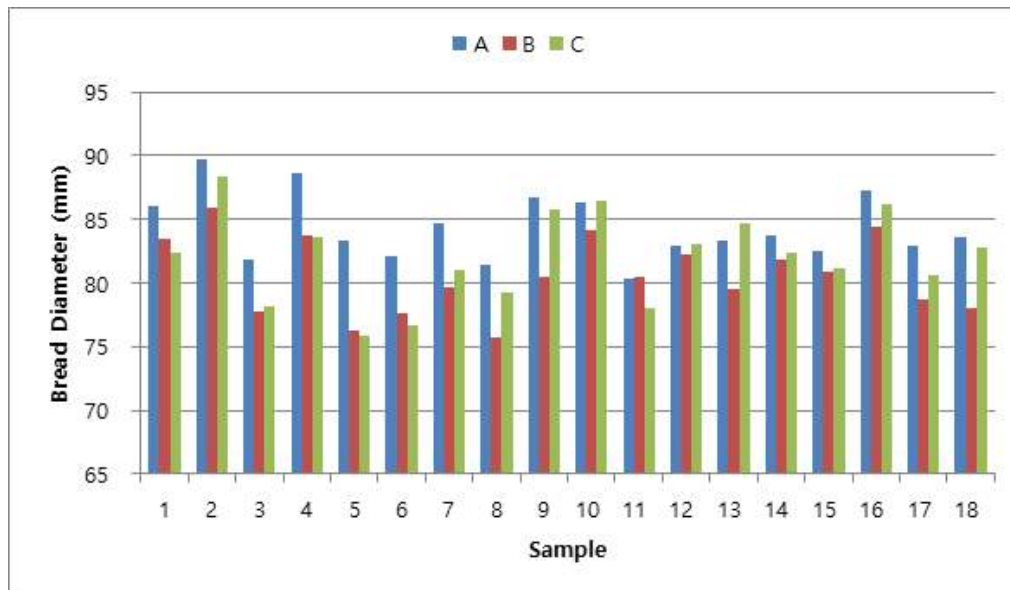


Figure 18. Diameter of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels.

- 배합비들 중, #2(55, 15, 10, 1), #10(55, 15, 10, 2), #11(45, 25, 10, 2), #12(55, 25, 10, 2), #14(55, 15, 20, 2), #15(45, 25, 20, 2), #16(55, 25, 20, 2) 로 만든 시료들이 냉동에 의해 크게 감소되지 않았다.
- 이들 배합비 중 #2, #10, #16으로 만든 시료들은 다른 시료들에 비해 냉동 후 구웠을 때 직경이 큰 빵이 제조되었고 #11로 만든 시료들은 상대적으로 직경이 작은 빵이 제조되었다(Fig. 18).

빵의 부피, 높이, 직경의 결과를 종합하여 분석하였을 때 #11 배합비로 제조된 빵들이 절대적인 직경은 작았지만, 부피나 높이에서 가장 양호하게 나타나 냉동적합성이 우수한 것으로 판단되었으며, #14, #15, #16 배합비로 만든 시료들도 냉동 적합성이 양호한 것으로 판단되었다.

빵의 색도(밝기, L*)

- 빵의 위쪽 표면 색도의 밝기는 발효 후 즉시 구운 빵에 비해 모든 배합비에서 냉동한 후 구운 빵이 현저하게 증가되는 것으로 나타났다(Fig. 19). 즉 발효 후 즉시 냉동하거나 냉동 후 냉동고에 하루 보관한 후 빵을 구웠을 때 빵이 잘 부풀지 않고 빵 표면의 수분이 빨리 증발되지 않아 Maillard 반응에 의한 색소 형성이 쉽게 일어나는 것이 억제되는 것으로 추측되었다.
- 배합비들 중 #7(45, 25, 20, 1), #10(55, 15, 10, 2), #11(45, 25, 10, 2)로 만든 시료들이 냉동 후 구웠을 때 밝기가 크게 증가되지 않아 갈변반응이 상대적으로 잘 일어남을 알 수 있었다.

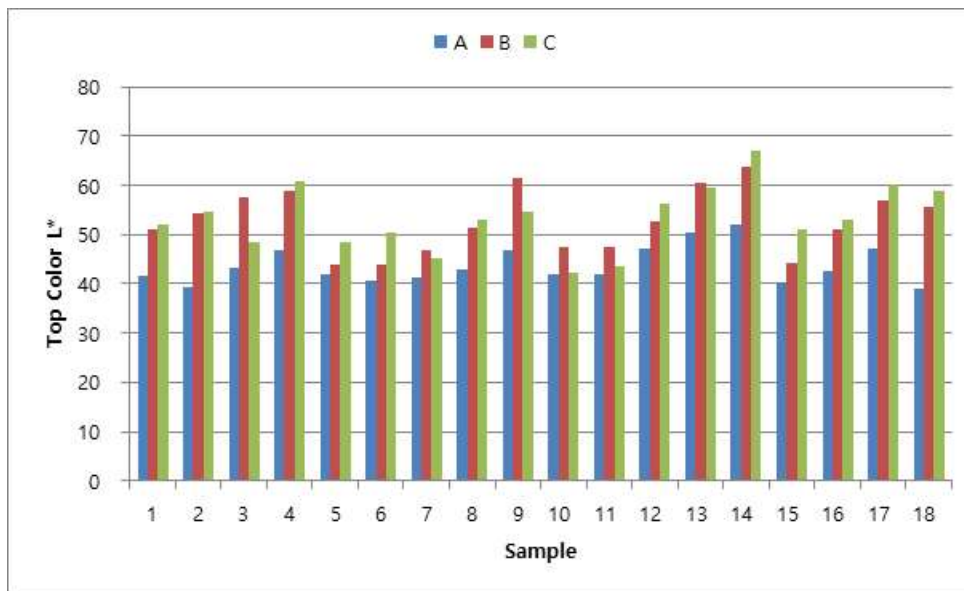


Figure 19. Top crust color (L*) of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels.

빵의 색도(적색도, a*)

- 빵의 위쪽 표면의 적색도는 몇 배합비로 만든 시료를 제외하고 냉동에 의해 갈색반응이 크게 억제 되지 않았다.
- 배합비들 중 냉동에 의해 큰 변화를 보인 것들은 #4(55, 25, 10, 1), #9(45, 15, 10, 2), #13(45, 25, 10, 2), #14(55, 15, 20, 2), #17(50, 20, 15, 1.5)이었다.
- 특히 배합비#14로 만든 시료들은 냉동에 의해 가장 급격한 변화를 보였다(Fig. 20).

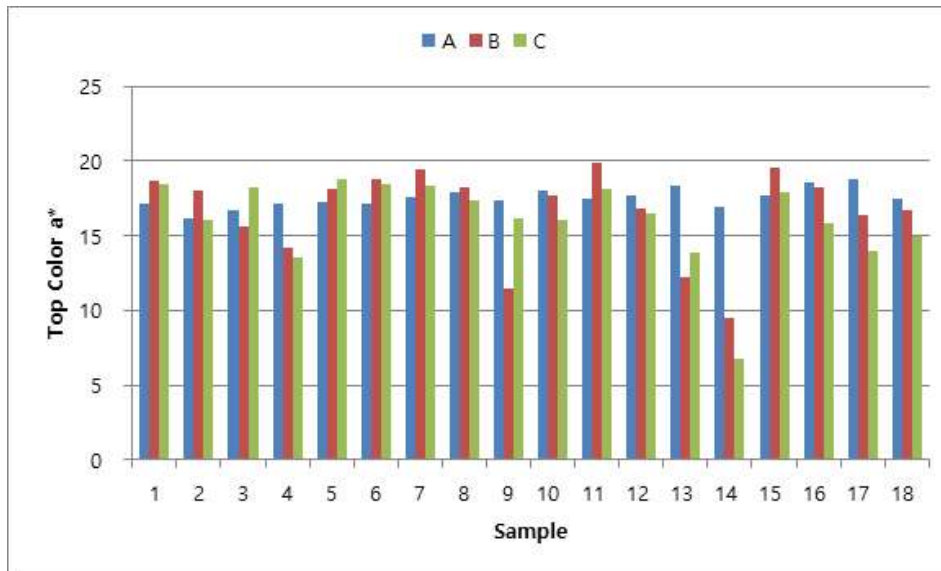


Figure 20. Top crust color (a*) of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels.

빵의 색도(황색도, b*)

- 빵의 위쪽 표면의 황색도는 냉동 후 구웠을 때 대부분 배합비로 만든 시료들에서 증가하는 것으로 나타났다.
- 배합비들 중 #9(45, 15, 10, 2), #12(55, 25, 10, 2), #13(45, 25, 10, 2), #14(55, 15, 20, 2)로 만든 시료들이 냉동에 의해 상대적으로 적은 증가를 보였다.
- 배합비#7, #10, #11은 냉동에 의한 황색도의 변화 경향이 비슷하여 발효 후 냉동시켜 구운 시료보다, 냉동고에 보관 후 구운 시료가 오히려 적색도가 감소되었다(Fig. 21).

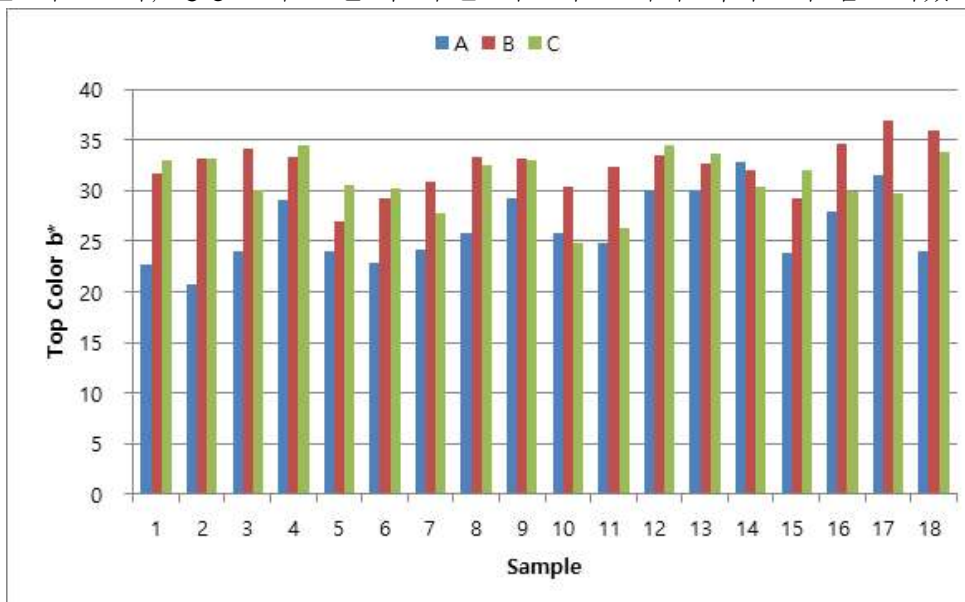


Figure 21. Top crust color (b*) of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels.

빵의 색도결과를 분석하였을 때 배합비#7, #10, #11이 전체적으로 냉동에 의한 변화가 적어 냉동저장 적합성이 양호한 것으로 판단되었다.

빵의 품질 지표에 대한 주요 인자들의 영향 분석

ANOVA에 의해 분석된 각 품질지표에 대한 유의적인 인자들은 다음과 같다.

Table 14. Significant factors affect the quality the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels.

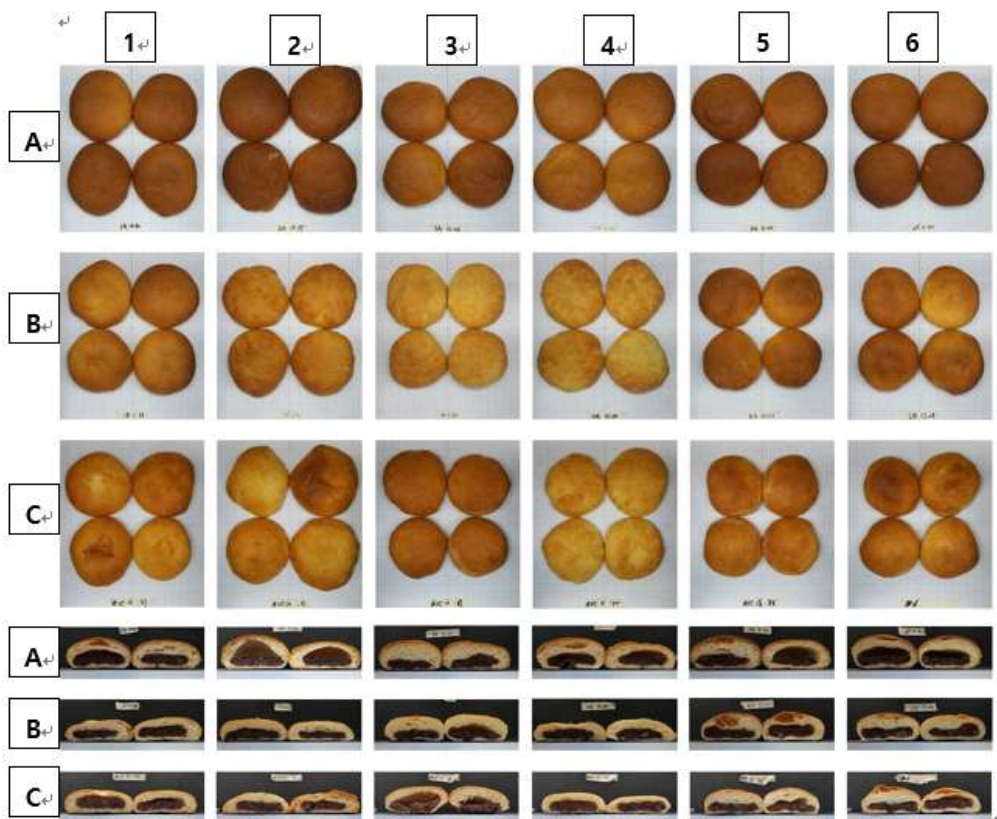
Bread volume							
A			B			C	
Factor	P-value		Factor	P-value		Factor	P-value
			sucrose	0.0096	+		
Bread height							
A			B			C	
Factor	P-value		Factor	P-value		Factor	P-value
			water	0.0101	-	sucrose	0.0054
			sucrose	0.0117	+	water	0.0111
Bread diameter							
A			B			C	
Factor	P-value		Factor	P-value		Factor	P-value
water	0.0010	+	water	0.0034	+	water	0.0008
margarine	0.0305	+					
L*							
A			B			C	
Factor	P-value		Factor	P-value		Factor	P-value
sucrose	0.0004	-	sucrose	< 0.0001	-	sucrose	0.0059
			water	0.0027	+	water	0.0279
a*							
A			B			C	
Factor	P-value		Factor	P-value		Factor	P-value
yeast	0.0375	-	sucrose	< 0.0001	+	sucrose	0.0107
			water	0.0043	-	water	0.0287
b*							
A			B			C	
Factor	P-value		Factor	P-value		Factor	P-value
sucrose	0.0006	-	sucrose	0.0273	-		

- 빵의 부피는 배합비에서 설탕의 양과 밀접한 관계를 보여 설탕의 양이 많으면 빵의 부피는 클 것으로 분석되었다.
- 빵의 높이는 배합비에서 물의 양이 많으면 작고, 설탕의 양이 많으면 클 것으로 분석되

었다. 특히 냉동 후 구운 시료들에서 이들 인자들의 영향이 유의적이었다.

- 빵의 직경은 배합비에서 물의 양이 많을수록 크고, 발효 후 즉시 구운 시료들의 경우 마가린의 양도 정의 상관관계를 보였다.
- 빵의 색도 중 밝기는 설탕의 양이 많을수록 짙고, 물의 양이 많을수록 밝은 것으로 분석되었다.
- 빵의 색도 중 적색도는 밝기와 반대로 설탕의 양이 많으면 크고, 물의 양이 많으면 작았다. 이들 경향은 냉동시킨 후 구운 시료들에서 유의적이었다. 발효 후 즉시 구운 시료들의 경우 적색도가 이스트의 양과 부의 상관관계를 보였다.
- 빵의 색도 중 황색도는 설탕의 양과 부의 상관관계를 나타냈다. 그러나 이런 경향은 냉동고에 보관한 후 구운 시료들에서는 유의적으로 나타나지 않았다.

각 배합비로 제조하여 구운 빵들의 윗면과 측면 사진은 그림 23과 같다.



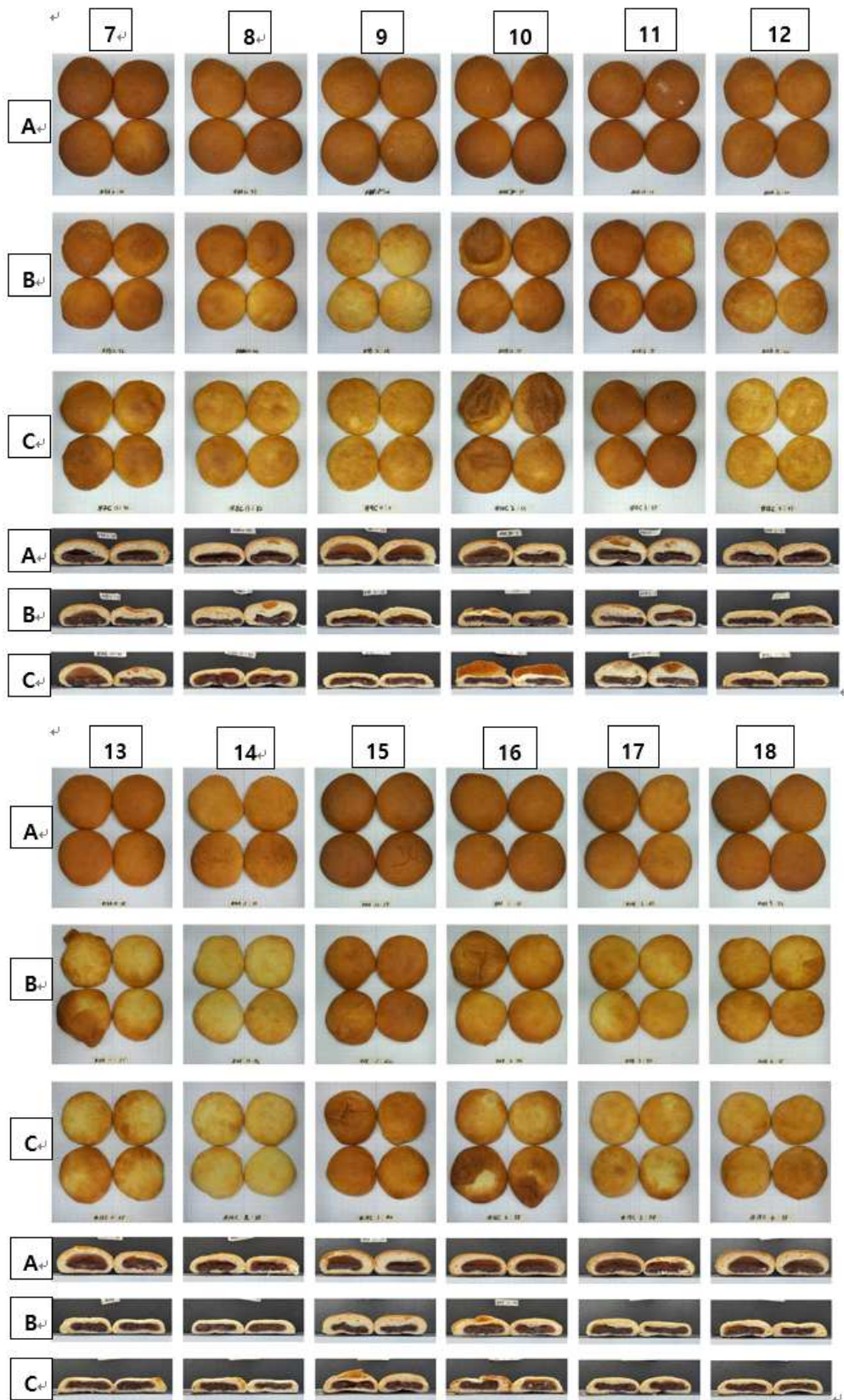


Figure 22. Top view and cross-section of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different yeast, sucrose, margarine, and water levels: A, without frozen; B, quick frozen at -50°C for 1h; C, frozen storage at -20°C for 24h .

② 단팥앙금을 달리한 발효 냉동생지 제조 및 단팥빵 품질 특성 측정

종류가 다른 단팥앙금을 사용하여 최적화된 선정된 배합비를 사용하여 발효 냉동생지를 제조하여 단팥빵을 만들어 품질을 비교 분석하였다.

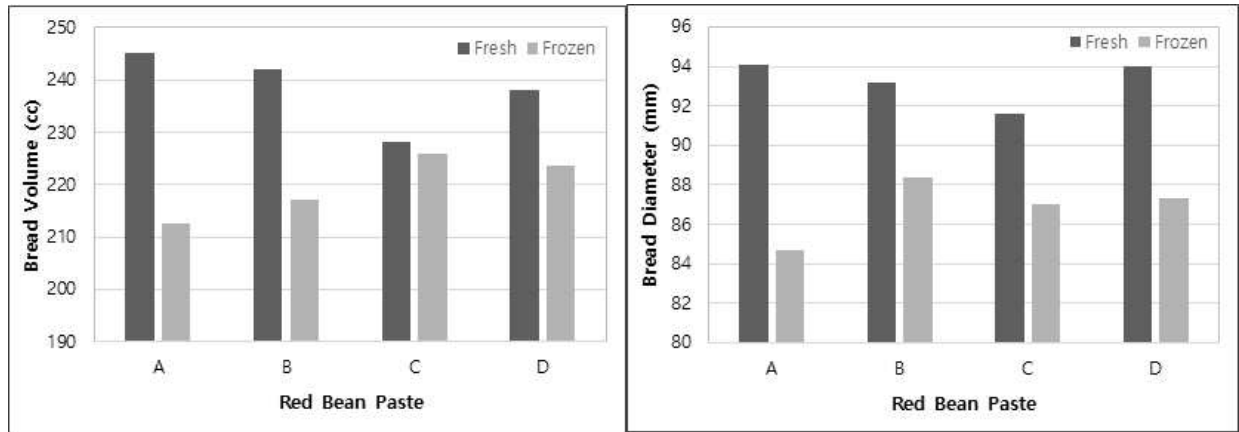


Figure 23. Volume and diameter of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with different red bean paste products.

Table 15. Quality characteristics of the breads with red bean paste baked from the fermented frozen doughs formulated with with different red bean paste products.

Red bean paste	Frozen Storage (day)	Bread weight (g/piece)	Moisture content (%)	Bread Height (mm)	Color of top crust		
					L*	a*	b*
A	0	66.6±1.0 ^{ab1)}	27.6±0.2 ^{bc}	41.6±2.2 ^{ab}	44.7±0.5 ^c	18.4±0.2 ^d	27.9±0.9 ^c
	1	66.2±0.3 ^{ab}	31.0±0.7 ^d	44.5±3.0 ^b	40.8±1.3 ^{ab}	16.7±0.3	22.2±1.5 ^{ab}
B	0	66.4±0.3 ^{ab}	26.5±0.1 ^{ab}	41.7±2.5 ^{ab}	42.7±0.3 ^{bc}	18.0±0.3 ^{cd}	25.4±0.4 ^{cde}
	1	67.3±0.8 ^b	28.4±0.2 ^c	43.8±3.7 ^{ab}	40.7±0.9 ^{ab}	17.1±0.4 ^{abc}	22.4±1.4 ^{abc}
C	0	66.7±0.9 ^{ab}	25.5±0.1 ^a	40.4±0.8 ^{ab}	43.6±0.6 ^{bc}	18.3±0.3 ^d	26.9±0.5 ^{de}
	1	67.1±0.5 ^b	27.8±0.1 ^c	42.3±1.2 ^{ab}	39.1±0.5 ^a	16.5±0.2 ^a	20.7±0.5 ^a
D	0	65.4±0.2 ^a	25.9±0.0 ^a	41.4±1.1 ^{ab}	42.9±1.2 ^{bc}	18.3±0.2 ^d	28.1±1.8 ^c
	1	66.2±0.7 ^{ab}	27.7±0.0 ^c	38.8±2.1 ^a	42.0±2.9 ^{abc}	17.6±0.7 ^{bcd}	24.5±2.3 ^{bcd}

¹⁾Results are expressed as Mean±SD. Values with the same letter within the same column are not significant ($p<0.05$) according to Tukey's HSD test.

Table 16. Moisture content and crust color of the breads with red bean paste formulated with different amounts of water in dough.

Bread ID	Water amount in dough (g/100g flour)	Frozen Storage (day)	Weight (g/piece)	Moisture (%)	Color of bread crust		
					L*	a*	b*
B-1	45.0	0	65.9±0.5 ^{b1)}	28.4±1.5 ^a	47.1±0.8 ^b	17.7±0.3 ^{abc}	28.0±0.4 ^{bc}
		1	66.2±0.1 ^b	29.8±1.3 ^a	46.7±0.8 ^b	17.9±0.1 ^{abc}	28.0±0.4 ^{bc}
B-2	47.5	0	66.1±0.2 ^b	28.2±0.7 ^a	46.0±0.3 ^{ab}	18.0±0.3 ^{abc}	26.7±0.3 ^{ab}
		1	66.4±0.2 ^b	30.6±1.9 ^a	46.6±0.8 ^b	18.2±0.2 ^{bc}	28.3±0.8 ^{bc}
B-3	50.0	0	66.1±0.4 ^b	29.9±1.7 ^a	46.1±1.6 ^{ab}	18.3±0.5 ^{abc}	28.1±0.7 ^{bc}
		1	66.0±0.3 ^b	30.9±0.5 ^a	46.4±1.5 ^{ab}	18.5±0.3 ^{bc}	29.1±0.6 ^c
B-4	52.5	0	65.0±0.3 ^a	30.4±0.5 ^a	45.6±1.1 ^a	17.3±0.4 ^a	25.7±1.2 ^a
		1	65.8±0.4 ^{ab}	30.8±0.0 ^a	46.5±0.4 ^{ab}	17.7±0.4 ^{abc}	28.3±0.1 ^{bc}
B-5	55.0	0	65.7±0.4 ^{ab}	30.7±0.3 ^a	45.9±1.4 ^{ab}	17.8±0.5 ^{abc}	27.1±0.9 ^{ab}
		1	66.1±0.1 ^b	30.8±0.4 ^a	45.5±1.2 ^{ab}	17.5±0.4 ^{ab}	27.9±0.9 ^{bc}

¹⁾Results are expressed as Mean±SD. Values with the same letter within the same column are not significant ($p<0.05$) according to Tukey's HSD test.

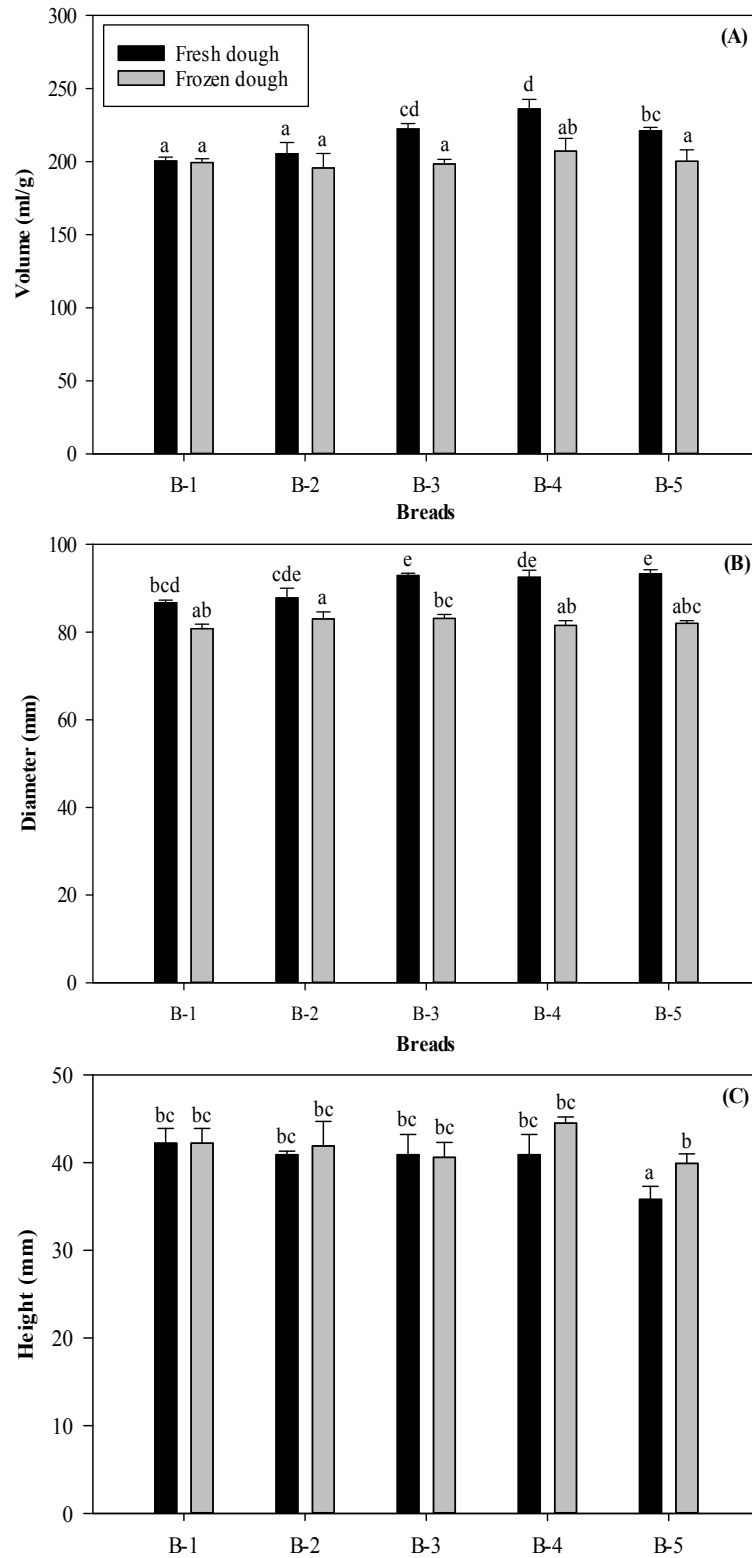


Figure 24. Volume (A), diameter (B) and height (C) of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs formulated with different amounts of water: B-1, 45.0 g water; B-2, 47.5 g water; B-3, 50.0 g water; B-4, 52.5 g water; B-5, 55.0 g water.

제2절 RTB 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작 및 제품화

1. RTB 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작 및 평가

가. 요약

RTB 단팥빵 발효 냉동생지 시제품 제작을 위해 빵 개량제에 대한 시제품 적용 평가를 실시하였고 냉동 방법으로 초저온 급속냉동의 영향도 평가하였다. 연구결과들을 바탕으로 부산대에서 개발한 배합비를 적용하여 삼양사 인천 제2공장에서 시제품을 제작하여 품질 특성을 비교하였다. 제조된 단팥빵의 품질 특성에서 냉동시키지 않은 발효 생지와 RTB 발효 냉동 생지간 차이가 없었으며, 관능평가에서도 두 제품 간 통계적으로 유의한 차이가 없어 시제품으로 성공적인 결과를 도출하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작

(가) 빵 개량제에 대한 시제품 적용을 평가 시험

부산대에서 선별한 효소와 유화제를 첨가하여 랩에서 단팥빵 제조 시험을 실시하였다. 배합비는 밀가루 100 g, 이스트 2.5 g, 탈지분유 3.0 g, 설탕 20 g, 트레할로스 5.0 g, 소금 1.8 g, 자일라아제 0.03 g, SSL 0.5 g, 비타민 C 0.05 g, 전란액 10 g, 마가린 16 g, 물 47.5 g을 사용하였다. 제조공정은 밀가루, 이스트, 탈지분유, 설탕, 트레할로스, 소금, 자일라아제, 스테아릴젯산나트륨(SSL), 비타민C의 분말 원료를 반죽기 저속에서 1분 혼합한 후, 정제수와 전란액을 첨가하였다. 저속 2분, 중고속 8분 혼합한 후, 마가린을 첨가하였다. 이후, 저속 2분, 중고속 7분 혼합하여 반죽 글루텐 네트워크가 최종단계까지 형성된 것을 확인하였다. 믹싱이 완료된 반죽을 1차 발효(온도 35°C, 습도 75%)를 30분 동안 진행하였고, 반죽을 40 g 되게 분할하여 15분 동안 중간발효를 시켰다. 중간발효가 완료된 반죽에 단팥(30 g)을 포앙하여, 2차 발효(온도 38°C, 습도 85%)를 60분간 진행하였다. 발효 후, 즉시 -70°C에서 15분간 또는 -40°C에서 1시간 냉동시킨 후 꺼내어 냉동고(-20°C)에서 1일 저장한 후, 1시간 동안 상온에서 해동하여 오븐(위쪽 온도 180°C, 아래쪽 온도 160°C)에서 20분간 구운 빵들의 품질을 평가하였다. 단팥빵 품질 평가 항목은 부피, 높이, 수분함량이었으며 관능평가도 실시하였다.

(나) 트레할로스의 효과 실험

부산대에서 제안한 조건에 트레할로스의 효과를 파악하기 위하여 실험을 실시하였다. 실험조건, 평가항목은 (가) 항과 동일하게 실시하였고 배합비는 Table 17과 같다

Table 17 The formulation of bread added sugar and trehalose.

Ingredient	Sugar	Trehalose
Bread flour	100	100
Fresh yeast	3	3
Sugar	25	20
Trehalose	-	5
Salt	1.8	1.8
Whole egg	10	10
Shortening	16	16
Yeast food	0.12	0.12
Alginic acid ester	0.2	0.2
Pectin and enzyme	1	1
Emulsifier	1	1
Water	48	48

(다) 냉동 방법에 따른 제품의 품질 영향 평가

발효한 생지를 액체 질소를 활용하여 급속하게 냉동하여 제조한 발효 냉동생지로 구운 단팥빵의 품질을 평가하였다. 배합비는 밀가루 100 g, 이스트 2.5 g, 탈지분유 3.0 g, 설탕 20 g, 트레할로스 5.0 g, 소금 1.8 g, 제빵개량제 1.0 g, 이스트 후드 0.12 g, 전란액 10 g, 마가린 16 g, 물 47.0 g을 사용하였다. 제조 공정은 위의 (가)에서의 방법과 동일하게 실시하였다.

(라) 발효 냉동생지의 공장 적용을 통한 시제품 제작

부산대에서 개발한 RTB 단팥빵 발효 냉동생지 배합비를 적용하여 삼양사 인천 제2공장에서 시제품 생산을 수행하였다. 발효 생지의 냉동은 -40°C에서 1시간 수행하여 얻어진 시제품을 구워 만든 단팥빵의 일반 품질 분석과 아울러 자체 관능 평가를 통하여 발효 냉동생지로 구운 빵의 품질을 평가하였다.

(2) 시제품에 대한 물리적 관능적 품질 평가

(가) 소성 후 저장기간에 따른 물리적 평가

삼양사에서 시생산한 제품을 소성후 저장기간에 따라 소성직후, 3일 보관 후, 7일 보관 후의 물리적 성질의 평가를 수행하였다

(나) 냉동 저장기간에 따른 물리적 평가

삼양사에서 시생산한 제품을 냉동 저장기간에 따라 즉, 소성직후, 냉동 1일 후, 냉동 20일 후의 부피, 높이, 수분 함량등의 물리적 평가를 수행하였다. 자체 훈련받은 패널 20명을 대상으로 진행하였다.

(3) 시제품에 대한 소비자 평가

(가) 자체 관능 패널을 통한 시제품 관능평가 및 최종 배합비 확정

삼양사 자체 관능 패널을 통한 시제품 관능평가를 수행하였고, 이를 최종 배합비로 확정하였다.

(나) 시판제품과의 비교

삼양사에서 시생산한 제품과 시판 중인 P사, C사의 제품을 구입하여 소비자 평가를 진행하였다. 단팥빵 시료는 1/4씩 제공하였고, 검은 깨 토핑, 윤기 등의 영향을 배제하기 위하여 외관 평가는 제외하고 소비자 평가를 진행하였다. 소비자 평가를 위하여 자체 패널 20명을 활용하여 평가하였다.

다. 결과

(1) 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작

(가) 빵 개량제에 대한 시제품 적용

배합비에 따라 믹싱과 발효가 끝난 반죽을 액체 질소를 활용하여 -70°C 에서 냉동을 한 경우, 냉동 직후, 반죽 겉표면이 -40°C 에서 냉동한 것보다 더 매끈한 것으로 나타났다. 단팥빵의 높이는 -40°C 로 냉동공정을 거친 발효 냉동 생지의 빵보다 -70°C 에서 냉동을 한 발효 냉동생지의 빵이 상대적으로 더 높았으나, 부피는 두 시료 간에 차이가 없었다(Fig. 25, 26). 수분함량에서도 두 시료 간에 차이를 나타내지 않았고, 관능평가에서도 두 단팥빵 시료간의 품질 차이는 거의 없는 것으로 나타났다(Table 17). 냉동한 발효 냉동생지로 제조한 단팥빵의 부피와 높이가 냉동시키지 않은 발효 생지로 만든 단팥빵에 비해 크게 감소되어 빵 개량제에 의한 냉해 안정성 효과가 적게 나타났다. 또한 효소 및 유화제를 사용한 것과 효소와 유화제를 사용하지 않은 것을 비교한 결과 부피, 높이, 관능 검사 결과 개선되지 않은 결과가 도출되었다(Fig 27, 28, Table 18). 이 결과는 부산대에서 얻어진 결과와 크게 상이하여 실험에 사용된 기기들과 랩의 환경에서의 차이로 사료되었다.

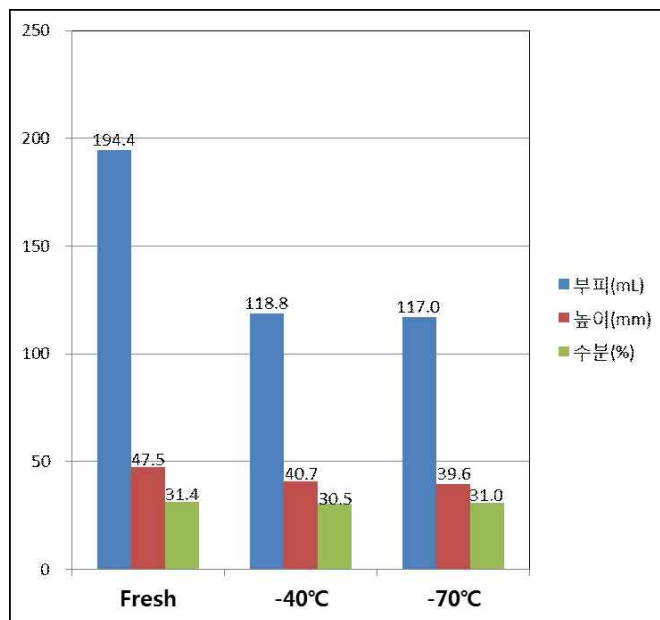


Figure 25. Volume, height, and moisture content of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs formulated with bread improvers at different freezing temperatures.

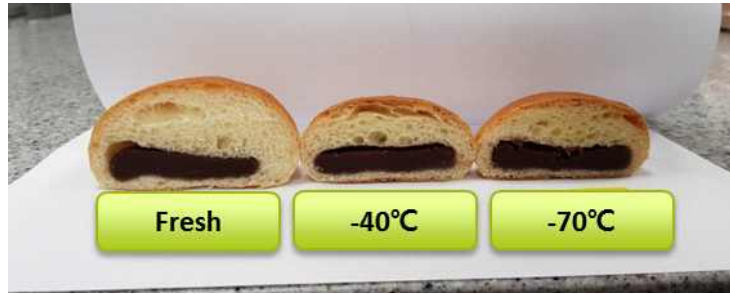


Figure 26. Cross-section of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs formulated with bread improvers at different freezing temperatures.

Table 17. Sensory evaluation results for the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs formulated with bread improvers at different freezing temperatures.

	식감	전반적인 맛	외관
Fresh	4.8	4.8	4.2
-40°C	4.3	3.7	3.9
-70°C	4.3	3.7	3.8

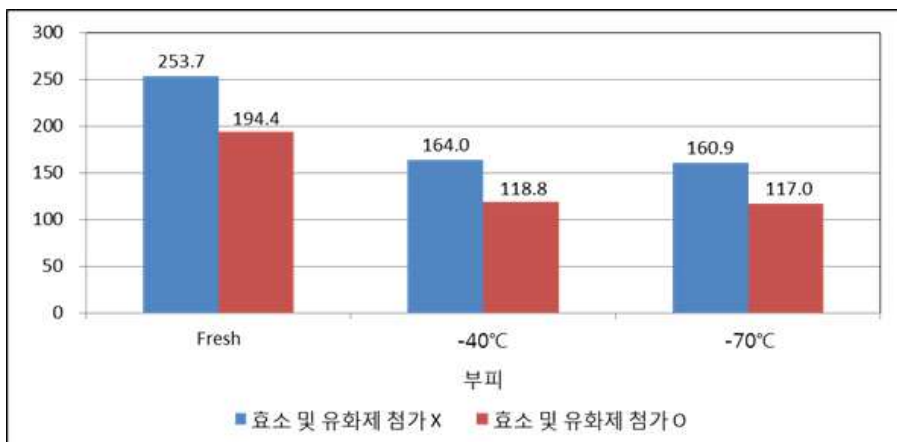


Figure 27. Volume of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs formulated with bread improvers at different freezing temperatures.

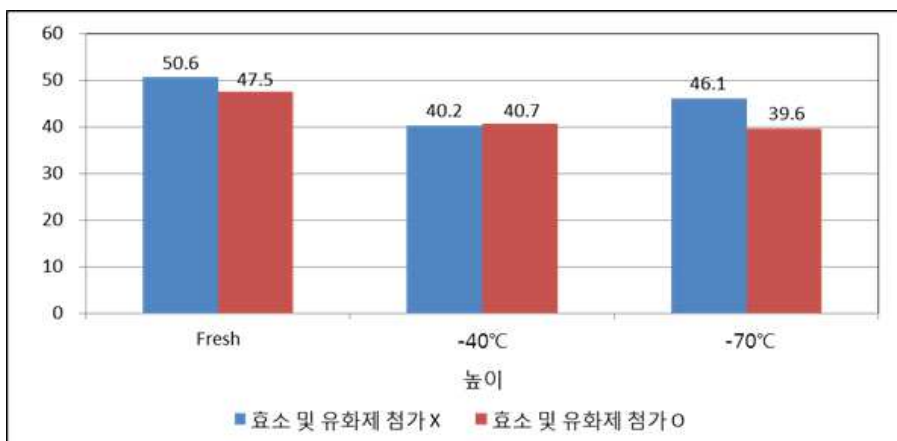


Figure 28. Height of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs formulated with bread improvers at different freezing temperatures.

Table 18. Sensory evaluation results for the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs formulated with bread improvers at different freezing temperatures.

		식감	전반적인 맛	외관
Fresh	효소 및 유화제 첨가 X	4.8	4.8	4.5
	효소 및 유화제 첨가 O	4.8	4.8	4.2
-40°C	효소 및 유화제 첨가 X	3.8	3.7	3.6
	효소 및 유화제 첨가 O	4.3	3.7	3.9
-70°C	효소 및 유화제 첨가 X	3.9	3.7	3.5
	효소 및 유화제 첨가 O	4.3	3.7	3.8

(나) 트레할로스의 효과 실험

일본에서 제빵 개량제로 널리 사용되는 트레할로스를 설탕을 대체하여 첨가하여 실험한 경우 Fig. 29와 같이 반죽에서는 큰 차이가 보이지 않았다. 그러나 냉동 1일차에서는 설탕과 비용적의 차이가 많이 관찰되었지만, 냉동 8일에는 설탕과 차이가 나지 않는 것으로 보아, 트레할로스는 단기 냉동 보관제품의 품질 개선 효과는 있다고 할 수 있다(Fig. 30, Fig 31). 그렇지만 수분 보유량은 소성 후 1일에서 차이를 보여주고 있다(Fig 32).



Figure 29. The shape of the breads with red bean paste added Sugar and Trehalose

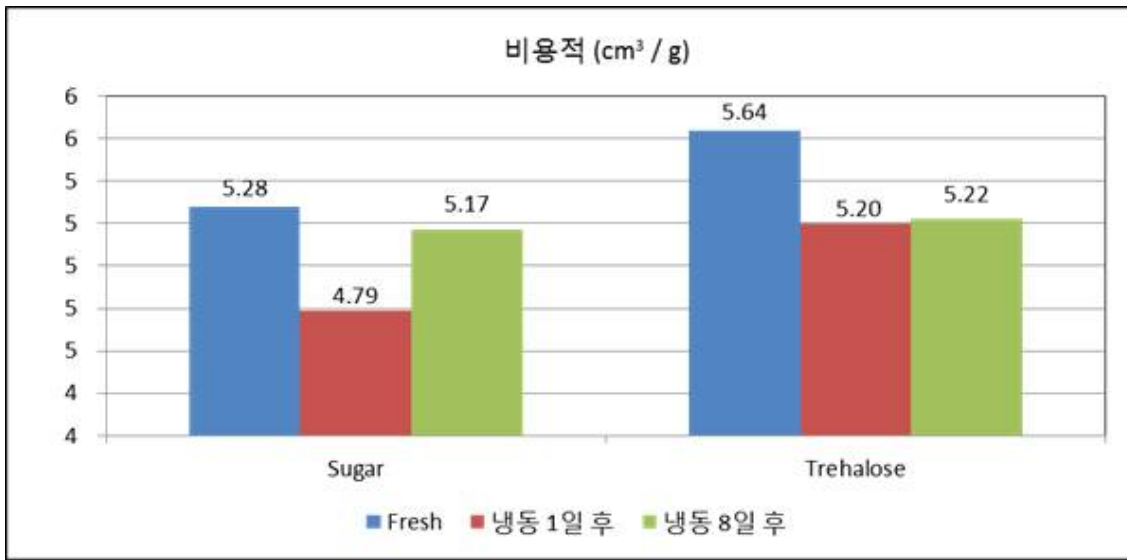


Figure 30. The specific volume of the breads with red bean paste added Sugar and Trehalose.

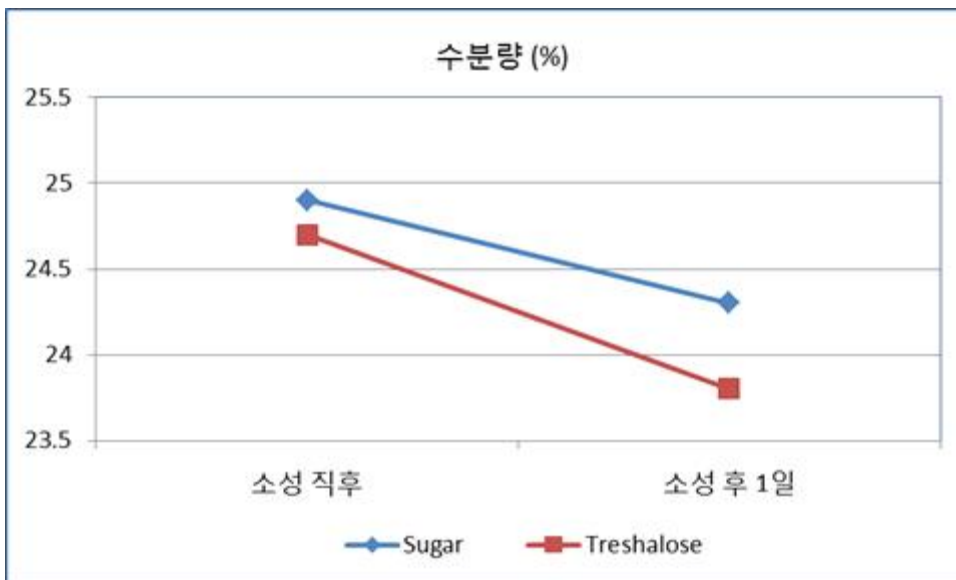


Figure 31. The water content of the breads with red bean paste added Sugar and Treshalose

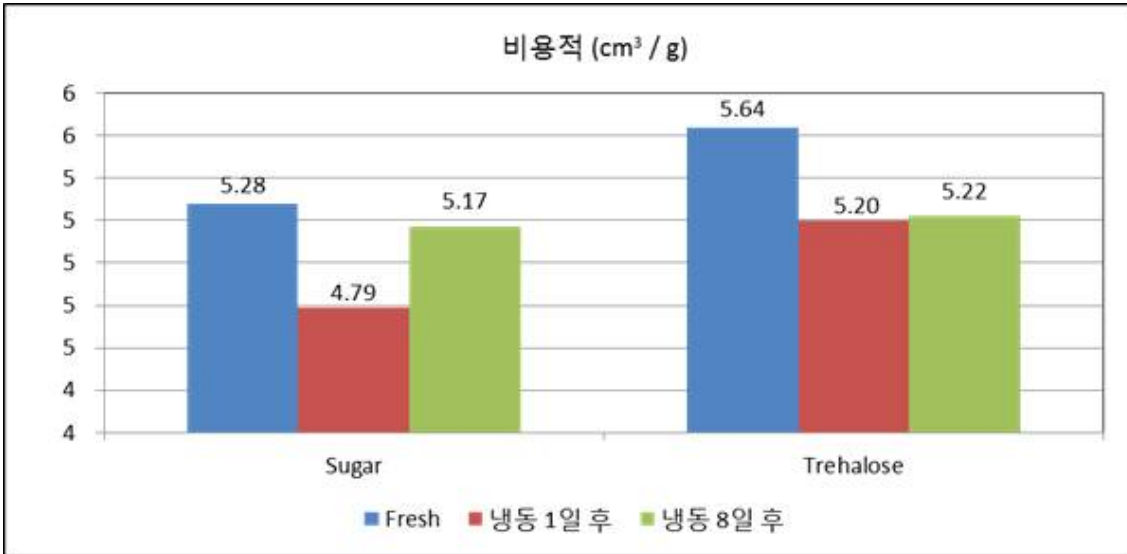


Figure 32. The water content of the breads with red bean paste added Sugar and Trehalose

(다) 냉동 방법에 따른 제품의 품질 영향 평가

발효 냉동생지 제조를 위해 발효가 끝난 생지를 액체 질소를 활용하여 -70°C 로 초저온 급속 냉동시켰을 때 냉동 직후 반죽의 겉 표면에 주름지는 현상이 덜하였다. 그러나 해동 과정에서 주름진 현상은 사라지며, -40°C 로 냉동한 발효 냉동생지와 겉 표면에서의 차이가 나타나지 않았다. 냉동한 발효 냉동생지로 제조한 단팥빵의 부피와 높이가 냉동시키지 않은 발효 생지로 만든 단팥빵에 비해 크게 감소되었고, 온도가 다른 두 냉동 공정을 거친 발효 냉동생지로 만든 단팥빵들의 부피, 높이 및 수분함량은 유의적인 차이가 없는 것으로 판단되었다(Fig. 27, 28)

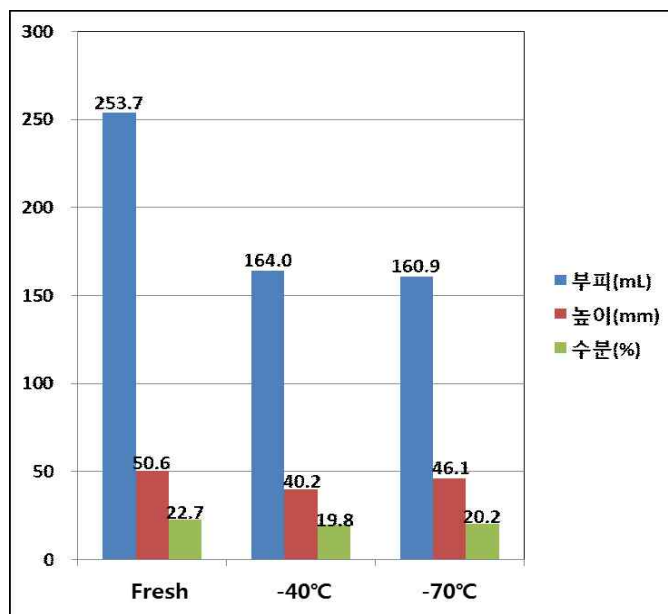


Figure 23. Volume, height, and moisture content of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs at different freezing temperatures.

또한, 단팥빵의 관능평가에서도 두 냉동공정을 거쳐 제조한 발효 냉동생지로 만든 단팥빵간의 품질 차이는 거의 없는 것으로 나타났다(Table 18). 따라서 액체질소를 활용한 초저온 냉동과정은 일반 급속 냉동과정과 비교하여 품질에 큰 효과가 없는 것으로 판단되었다.

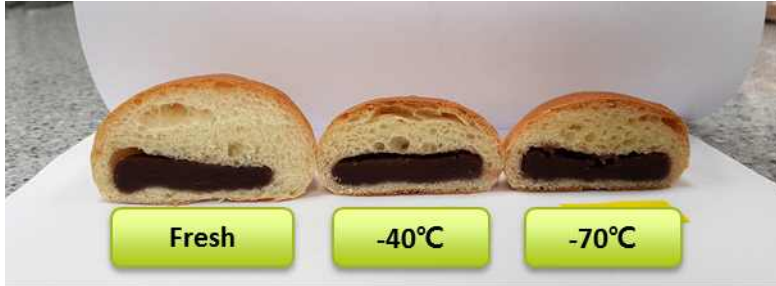







Figure 34. Cross-section of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs at different freezing temperatures.

Table 18. Sensory evaluation results for the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs at different freezing temperatures.






	식감	전반적인 맛	외관
Fresh	4.8	4.8	4.5
-40°C	3.8	3.7	3.6
-70°C	3.9	3.7	3.5

(라) 발효 냉동생지의 공장 적용을 통한 시제품 제작

냉동생지 공장에서 생산라인을 활용하여 RTB 단팥빵 발효 냉동생지 시제품을 생산하는 각 과정의 공정은 다음과 같이 실시하였다.

순서	항목	내용
1	혼합	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 분말원료를 먼저 혼합한 후, 액상 및 유지 원료를 혼합함 ▪ 글루텐 네트워크가 최종단계까지 형성된 것을 확인함 <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
2	분할	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 믹싱 완료된 반죽을 반죽분할기에 넣어 40 g씩 일정하게 분할함 <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">    </div>

		
3	1차 발효 및 중간발효	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 온도 35°C, 습도 75%로 셋팅된 발효기에 30분 동안 발효시킴 ▪ 1차 발효 완료 후, 재둥글리기를 하여, 15분간 상온에서 중간발효 시킴 
4	성형	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 중간발효가 완료된 반죽에 단팥(30g)을 포양함 
5	2차 발효	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 온도 38°C, 습도 85%로 셋팅된 발효기에 60분 동안 발효시킴 

		
6	급속냉동	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 발효 후 즉시 -40°C의 급속냉동기에 넣어, 반죽을 냉동시킴  
7	해동	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 냉동이 완료된 RTB 단팥빵을 1시간 상온에서 해동함 ▪ 해동시, 수분의 손실을 적게하기 위해 비닐을 덮어줌 
8	소성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 해동이 완료된 반죽을 오븐에서 위쪽 온도 180°C, 아래쪽 온도 160°C에서 20분간 소성함 

냉동생지 설비 공정상, 1차발효-분할 공정이 아닌, 분할 후 1차발효를 진행하여도 최종 제품의 품질에 악영향을 나타내지 않았다. 제품 외관측면에서 냉동시키지 않은 발효 생지를 구워 만든 단팥빵과 냉동한 RTB 발효 냉동생지를 구워 만든 단팥빵 제품 간에 외관이 비슷하였고, 또한 두 제품 간의 부피도 비슷하였다(Fig 35). 시제품 제작은 성공적이었으며 발효 냉동생지의 최적의 배합비 및 공정을 확립할 수 있었다.

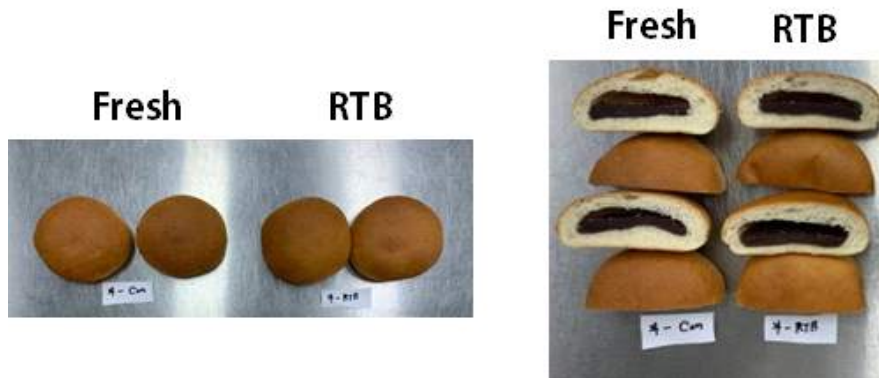


Figure 35. Top views and cross-section of the breads with red bean paste baked from the prototypes of the fresh and frozen fermented doughs produced in the Incheon plant.

(2) 시제품에 대한 물리적 관능적 품질 평가

(가) 소성 후 저장기간에 따른 물리적 평가

삼양사에서 시생산한 제품을 소성 후 저장기간에 따라 소성직후, 3일 보관 후, 7일 보관 후의 물리적 성질의 평가는 Fig 36에 나타내었다. 노화에 따른 단팥빵의 품질 저하는 냉동을 하지 않은 제품과 RTB 냉동생지에서 동일한 패턴을 보이며 이는 일반적인 베이커리 제품에서 나타나는 현상이다. 따라서 단팥빵의 품질 저하에 따라 제조된 단팥빵은 장기 유통시키지 않고 즉시 판매 및 섭취되는 것이 좋다고 판단된다.

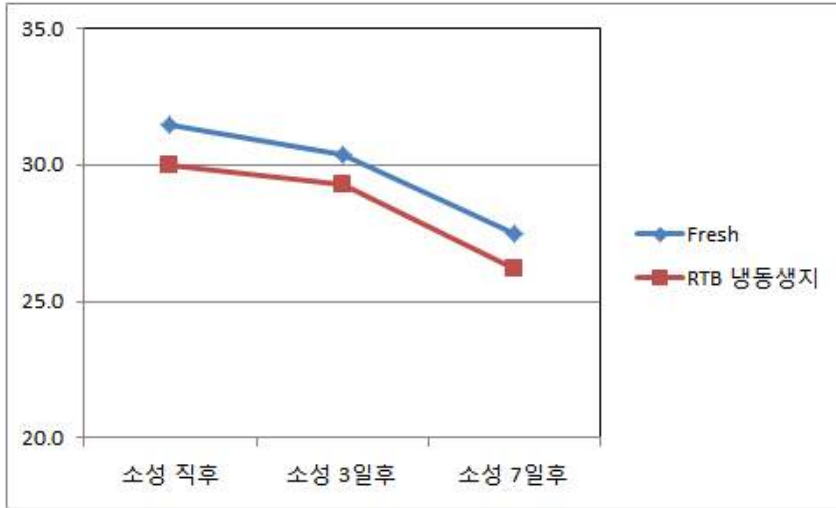


Figure 36. Water content of the bread baked on immediately, after 3days, after 7days from fresh and frozen fermented doughs produced in the Incheon plant

(나) 냉동 저장기간에 따른 물리적 평가

삼양사에서 시생산한 제품을 냉동 저장기간에 따라 즉, 소성직후, 냉동 1일 후, 냉동 20일 후의 부피, 높이, 수분 등의 의 물리적 평가를 수행한 결과, 냉동 저장기간이 길어짐에 따라 제품의 열화가 일어나는 것을 알 수 있었다(Fig 37, 38, 39).

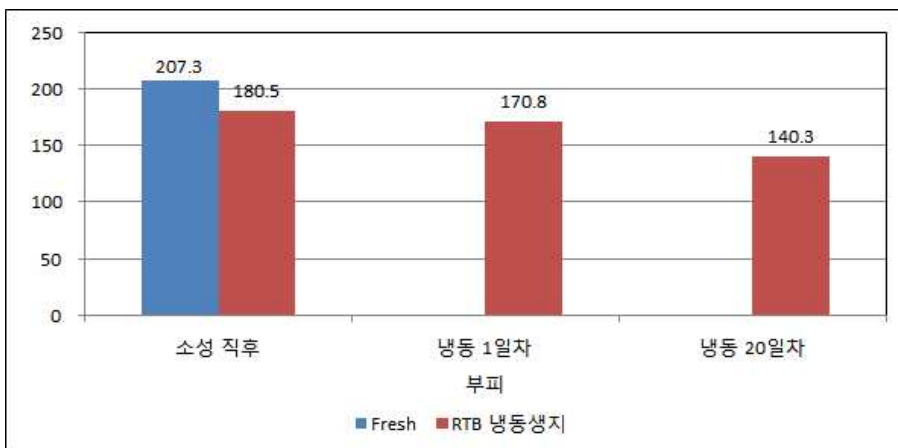


Figure 37. Volume of the breads with red bean paste baked at immediately, after freezing for 1days, after freezing for 20days.

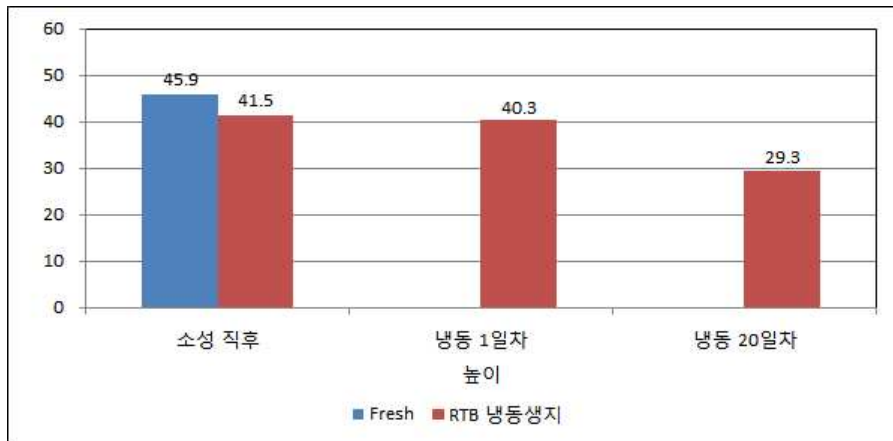


Figure 38. Height of the breads with red bean paste baked at immediately and after freezing for 1days and 20days.



Figure 39. Water contents of the breads with red bean paste baked at immediately and after freezing for 1days and 20days.

(3)시제품에 대한 소비자 평가

(가) 자체 관능 패널을 통한 시제품 관능평가 및 최종 배합비 확정

관능 평가 결과를 통계적으로 독립 표본 T 검정 수행을 하였을 때 “외관만족도” 만 유의적으로 차이가 있는 것으로 나타났으나, 다른 품질 평가 항목 모두에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 여러 소비자 조사에서 제품을 구매하는 가장 큰 결정요인으로 맛을 꼽고 있어 본 관능 검사 결과에서 가장 중요한 인자인 맛의 차이가 없어 시험한 배합비로 제품화를 진행하는 데 큰 무리가 없는 것으로 판단이 되어 제품화를 위한 최종 배합비로 확정하였다(Table 19).

Table 19. Sensory evaluation results for the breads with red bean paste baked from the prototypes of the fresh and frozen fermented doughs

	외관 만족도	팥 앙금		빵		향 강도 ²	맛 만족도	전반 만족도
		부드러움 ¹	식감 만족도	부드러움	식감 만족도			
냉동전	4.0±0.6*	3.7±1.0	3.8±1.0	3.5±0.7	3.6±1.2	3.5±0.7	3.6±0.8	4.0±0.4
냉동후	3.2±0.8*	3.3±0.8	3.4±0.9	3.0±0.8	3.2±0.8	3.5±0.7	3.2±1.0	3.6±0.5

*P<0.05

- 1) 부드러운 정도: 1점(전혀 부드러우지 않다) - 5점(매우 부드럽다) : 5점에 가까울수록 부드러움
- 2) 향 강도: 1점(약함) - 5점(강함)

(나) 시판제품과의 비교

삼양사에서 시생산한 제품과 시판 중인 P 社, C 社 제품과 관능적으로 비교한 결과를 그림39, 표20에 나타내었다. 빵의 크기, 앙금의 비율, 광택 등의 차이를 배제하고, 관능적으로 평가한 결과 팥앙금의 부드러운 정도, 식감만족도등은 상당히 유사한 수준이었으며, 빵의 부드러운 정도와 식감만족도는 약간 미흡한 부분도 있었다(Fig 39, Table 20). P 社, C 社 의 제품이 발효 전 냉동생지에 의한 것 인을 감안하면 실제 유통시에는 대등한 품질 이 될 것으로 사료된다.

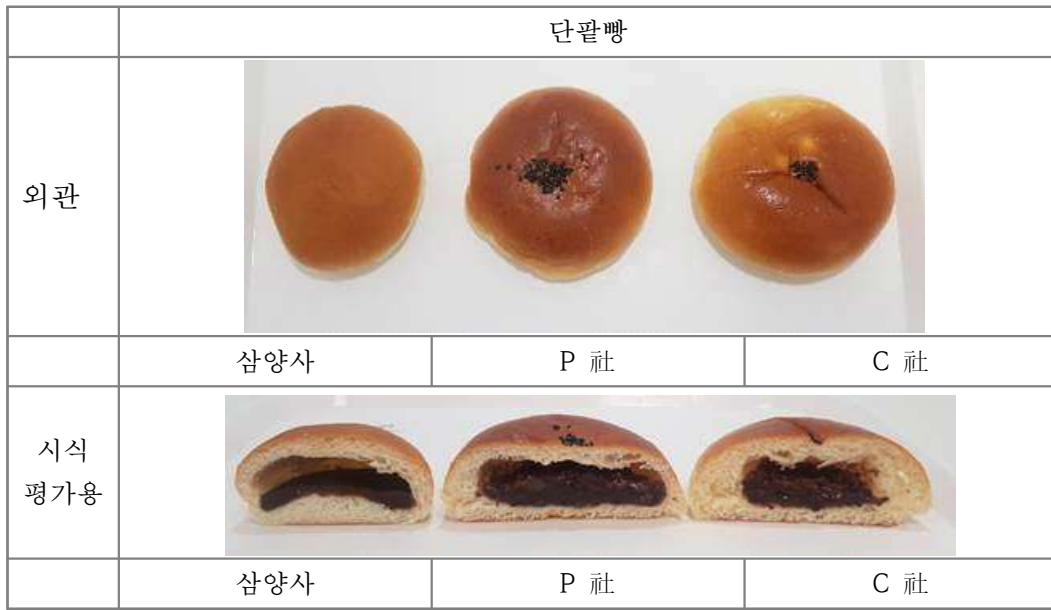


Figure 39. Top views and cross-section of the breads with red bean paste baked from Samyangsa, P company and C company.

Table 20. Sensory evaluation results for the breads with red bean paste baked from Samyangsa, P company and C company.

	팥 앙금		빵 부분		맛만족도	전반만족도
	부드러운 정도 ¹⁾	식감만족도	부드러운 정도	식감만족 도		
삼양사	3.6	3.4	3.1	3.3	3.3	3.3
P 社	3.2	3.6	3.4	3.6	3.7	3.7
C 社	3.3	3.5	3.5	3.4	3.4	3.5

1) 부드러운 정도: 1점(전혀 부드러우지 않다) - 5점(매우 부드럽다) : 5점에 가까울수록 부드러움

1. RTB 발효 냉동생지 단팥빵 제조 공정 확립 및 제품화

가. 요약

RTB 단팥빵 발효 냉동생지 제조 공정을 확립하기 위하여 반죽 생지와 단팥 앙금의 배합비율을 달리하여 최종 제품의 품질에 미치는 영향을 살펴보고 최종 배합비를 설정하였다. 효율적인 발효 냉동생지의 생산을 위해 반죽, 발효, 냉동, 포장 공정의 최적화 제조 공정이 확립되었으며 단팥앙금이 포함되지 않은 제품에 개발된 발효 냉동생지 기술을 활용하여 우선적으로 제품화하여 판매하고 있으며 단팥빵 발효 냉동생지 제품화도 앞두고 있다.

나. 재료 및 방법

(1) 반죽 생지 및 단팥 소 배합비의 표준화

생지와 단팥앙금의 비율을 달리하여 발효 냉동생지를 제조하였고 최종 단팥빵의 품질 특성을 비교하였다. 배합비는 밀가루 100 g, 이스트 2.5 g, 탈지분유 3.0 g, 설탕 20 g, 트레할로스 5.0 g, 소금 1.8 g, 제빵개량제 1.0 g, 이스트 후드 0.12 g, 전란액 10 g, 마가린 16 g, 물 47.0 g을 사용하였다. 제조공정은 분말 원료를 반죽기 저속에서 1분 혼합한 후, 정제수와 전란액을 첨가하였다. 저속 2분, 중고속 8분 혼합한 후, 마가린을 첨가하였다. 이후, 저속 2분, 중고속 7분 혼합하여 반죽 글루텐 네트워크가 최종단계까지 형성된 것을 확인하였다. 믹싱이 완료된 반죽을 1차 발효(온도 35°C, 습도 75%)를 30분 동안 진행하였고, 반죽을 40 g 또는 50 g 되게 분할하여 15분 동안 중간발효를 시켰다. 중간발효가 완료된 반죽 40 g에 30 g 단팥을 포양하거나 50 g 반죽에는 35 g 단팥을 포양하여, 2차 발효(온도 38°C, 습도 85%)를 70분간 진행하였다. 발효 후, 즉시 -70°C에서 15분간 또는 -40°C에서 1시간 냉동시킨 후 꺼내어 냉동고(-20°C)에서 1일 저장한 후, 1시간 동안 상온에서 해동하여 오븐(위쪽 온도 180°C, 아래쪽 온도 160°C)에서 20분간 구운 빵들의 품질을 평가하였다. 단팥빵 품질 평가 항목은 부피, 높이, 수분함량이었다.

(2) 반죽, 발효, 냉동, 포장 공정의 최적화

RTB 발효 냉동생지의 제품화를 위해 요구되는 반죽, 발효, 냉동, 포장 각 공정 조건들을 최적화하고 상품화를 위한 제조 공정 Flow, 제조공장의 Lay-out, 설비 및 가동조건 작성하였다.

다. 결과

(1) 반죽 생지 및 단팥 소 배합비의 표준화

생지와 단팥앙금의 비율을 달리하여 제조한 발효 냉동생지의 경우, 생지 50 g, 팥소 35 g으로 제조한 발효 냉동생지가 생지 40 g, 팥소 30 g으로 제조한 발효 냉동생지보다 단팥빵의 크기는 컸으나 냉동 후 구운 단팥빵의 품질에서 부피가 248 mL에서 151 mL로 더 크게 감소되어 냉동 안정성이 낮은 것으로 판단되었다(Fig. 40, 41). 따라서 발효 냉동생지로 크기가 큰 단팥빵을 제조하기 위하여 원료 및 제조 과정에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

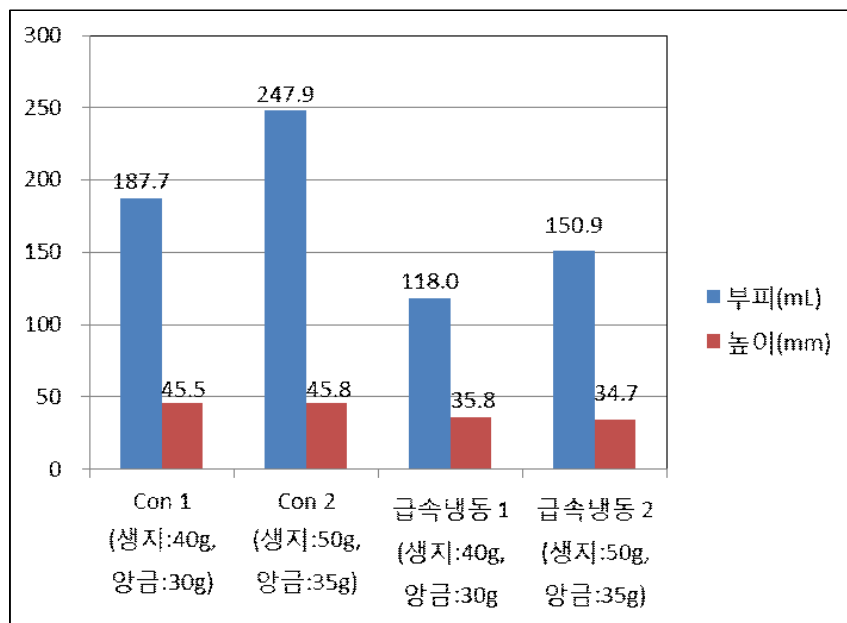


Figure 40. Top views and cross-section of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs with different ratios of dough and red bean paste



Figure 41. Cross-section of the breads with red bean paste baked from the fresh and frozen fermented doughs with different ratios of dough and red bean paste

(2) 반죽, 발효, 냉동, 포장 공정의 최적화

RTB 발효 냉동생지의 제품화를 위해 요구되는 제조 공정 Flow, 제조공장의 Lay-out, 설비 및 가동조건을 작성하였다.

(가) 제조 공정 Flow

RTB 발효 냉동생지의 제품화를 위한 제조 공정 Flow는 Fig. 42와 같다. 제품화를 위한 제조 공정은 실험실적으로 제안된 공정과 동일하다.



Figure 42. Flow chart of suggested RTB frozen dough production process.

(나) 제조공장의 Lay-out

RTB 발효 냉동생지의 제품화를 위한 제조 공장의 Lay-out은 Fig. 43와 같다. 향후 연속 생산과 자동화 공정을 위해서는 각 공정 후의 이동이 컨베이어벨트 등으로 자동적으로 이동할 수 있게 되어야 하면서도 설비의 가동 및 보전이 용이하도록 설비가 배치되어야 한다.

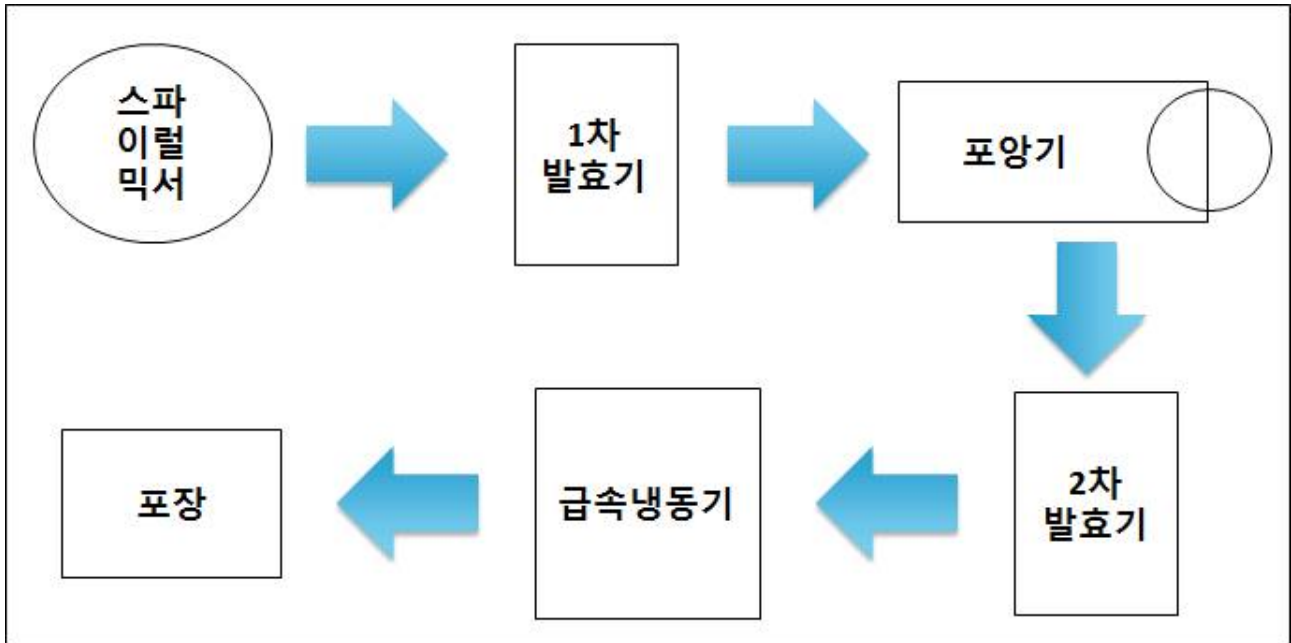


Figure 43. Lay-out of suggested RTB frozen dough production process.

(다) 설비 및 가동조건

RTB 발효 냉동생지의 제품화에 필요한 제조 설비와 가동조건은 Table 21과 같다. 본 설비를 사용하였을 때, 배치당 70g 기준 단팥빵(빵반죽 40g, 팥소 30g) 약 3,000개의 생산이 가능하다. 냉동생지의 연속 생산을 위해서 각 설비의 용량이 균형이 맞아야 하며, 균형 잡힌 연속 생산을 위해서는 설비의 용량 선정이 중요하다. 설비의 선정은 (주) 삼양사의 공장 건설시 사용된 데이터와 연구결과를 활용하여 작성하였다.

Table 21. Equipments and their operational conditions of RTB frozen dough production process.

공정	설비	제원 및 가동조건
혼합	스파이럴 믹서	제조사 : ESCHER MIXERS Brand 모델명 : MT160P Flour capacity : 100kg Dough capacity : 160kg 사이즈 : 1,793mm(W) * 1,770mm(D) * 1,692mm(H) 전 력 : P - 3P+N / 380V / 60Hz Kw - 12.5Kw
1차발효	발효기	제조사 : TOSTEM Brand 모델명 : TDC-2R2D Rack capacity : 2 Racks Pan capacity : 72 Pans 사이즈 : 1,130mm(W) * 1,775mm(D) * 2,775mm(H) 전 력 : P - 3P+N / 380V / 60Hz Kw - 5Kw 온 도 : 20°C ~ 40°C 습 도 : 60% ~ 99%
분할 및 성형	포양기 (반죽분할가능)	제조사 : Rheon 모델명 : AN551 사이즈 : 1,757mm(W) * 980mm(D) * 1,383mm(H) 중 량 : 580kg 전기용량 : 3.2Kw 호퍼용량 : 15L 제품 중량 범위 : 10 - 300g 새안 개수 10 - 100pcs/min 벨트속도 : 1.3 - 22m/min 제품길이범위 : 0 - 500mm 토출능력 : 400kg/h
2차발효	발효기	제조사 : TOSTEM Brand 모델명 : TDC-2R2D Rack capacity : 2 Racks Pan capacity : 72 Pans 사이즈 : 1,130mm(W) * 1,775mm(D) * 2,775mm(H) 전 력 : P - 3P+N / 380V / 60Hz Kw - 5Kw 온 도 : 20°C ~ 40°C 습 도 : 60% ~ 99%
급속냉동	급속냉동기	제조사 : KOMA 모델명 : IBF-15.45.27 전 력 : 380V/3PH+N/32KW 내부용량 : (W)660*(D)820*(H)1,845mm 랙 4개용 외부사이즈 : (W) 4800*(D) 1800*(H) 2982mm 콘덴싱 유닛 : 30마력

제3절 RTB 발효 냉동생지 연구개발 성과

1. 특허 출원

부산대학교 산학협력단에서 수행한 연구결과를 특허로 출원하였으며, 발명의 명칭은 “포켓빵용 발효 냉동 생지의 제조방법”으로 출원번호는 10-2019-0050045임.

출원 번호 통지서

출원 일자 2019.04.29
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(ZP20190063)
 출원 번호 10-2019-0050045 (접수번호 1-1-2019-0441751-06)
 출원인 명칭 부산대학교 산학협력단(2-2004-004484-3)
 대리인 성명 김중석(9-2009-003900-9)
 발명자 성명 권미라 문유진 자오위샤 김소진 황사오
 발명의 명칭 포켓빵용 발효 냉동 생지의 제조방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(거과코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자특허청정가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제63조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기간 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

2. 학회 학술 발표

- 연구결과를 2018년 10월 19일 서울교육대학교에서 개최된 한국식품조리과학회에 “요인설계법을 통해 냉동적합성이 양호한 Ready to Bake(RTB) 발효 냉동생지 포켓빵 배합비 모색”이라는 제목으로 포스터 발표를 하였음.



요인설계법을 통해 냉동적합성이 양호한 Ready to Bake(RTB) 발효 냉동생지 포켓빵 배합비 모색

Finding Ready to Bake (RTB) fermented frozen dough pockets bread mix ratio with good freezing compatibility through factor design method

플레이드! 자오웨이! 문유진! 켈미라!*

Ye-Eun Hong¹, Yuxia Zhao¹, Yujin Moon¹, Meera Kweon^{1*}

Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan, South Korea

ABSTRACT

생밀빵사의 서구화와 가족구성원 변화로 1인 가구가 늘어나면서 소비자들의 식생활도 크게 변화를 보이고 있다. 이에 따라 빵이 서구화 되면 수요가 급격히 증가하는 한편, 식품의 안정성에 대한 인식도 증대됨에 따른 신선한 식품에 대한 요구도 커지고 있는 추세이다. 제빵 산업에서도 소비자들은 양산되는 빵보다는 각 수요층에 신선했던 빵에 대한 수요가 높고 품질을 보이고 있다. 대부분의 프랜차이즈 베이커리나 인스턴트 베이커리에서는 빵은 제빵사가 필요하여 인건비에 대한 부담이 상당히 심하여 큰 상환과 인건비 절감의 한 방안으로서 제품을 간편하게 제조할 수 있는 Ready to Bake(RTB) 발효 냉동생지 포켓빵의 수요가 증가하는 추세이고 이에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 먼저 보편적으로 사용되고 있는 냉동생지의 달리 단량으로 육를 재료 포켓빵 반죽을 성형 후 2차까지 발효된 다음 냉동하여 베이커리에 공급함으로써 추가적인 발효과정 없이 오븐에서 빵을 제조, 구워 한 두 시간 내에 신선한 빵을 제공할 수 있는 RTB 발효 냉동생지 포켓빵의 최적화 실험을 보고자 하였다. 요인설계법을 이용하여 주요 인자들을 요인으로 하고, center point를 포함하여 연구를 수행하였다. 요인으로는 4가지 주 재료인 물, 마가린, 실링, 미스트로 발효 온도(25°C, 30°C)에 대해 주 수종으로 실험하였다. 물 45, 55g, 마가린 15, 25g, 실링 10, 20g, 미스트 1, 2g, 설계된 배합비에 따라 단량별 반죽을 제조하여 발효(35°C, 60%, 1hr) 후 즉시(A), 발효 후 즉시, 급속 냉동(-50°C, 1hr) 후 급속 냉동 후 냉동고에 보관(-20°C, 24hr)한 시료들에 대해 오븐(상온 180°C, 하온 160°C)에서 20분 구운 후 빵의 품질을 평가하였다. 빵의 품질 평가로는 빵의 무게, 굽의 무게, 굽의 수분함량, 굽의 높이, 굽의 직경 및 표면의 색도(광택도)를 측정하였다. 이와전 데이터는 Design Expert를 사용하여 통계적으로 분석하였으며, 각 품질 평가 지표에 유의적인 영향을 주는 인자들을 확인하였다. 요인 중 실링과 굽은 단량들의 영향과 색도에 크게 영향을 주어 유의적으로 중요한 인자들이었으며, 마가린이나 미스트의 영향은 상대적으로 미미하게 나타났다. 실링은 빵의 무게와 굽의 높이, 굽의 직경도(A) 및 광택도(B)와 빵의 상관관계를 보였고, 빵의 굽기(B)는 굽의 상관관계를 보였고, 빵의 굽기(B)는 굽의 직경도 및 광택도(B)와 빵의 상관관계를 보여 주었다. 특히 냉동 후 구운 시료들에서 각 주 재료들의 영향이 유의적으로 크게 나타났다. 굽의 무게 및 빵의 수분함량은 4가지 인자들에 의해 유의적인 영향이 나타났다. 전체적인 빵의 품질 평가로부터 55g의 물, 25g의 마가린, 20g의 실링, 2g의 미스트가 사용된 시료와 45g의 물, 15g의 마가린, 20g의 실링, 1g의 미스트가 사용된 시료가 냉동적합성이 양호한 배합비로 판단되었다.

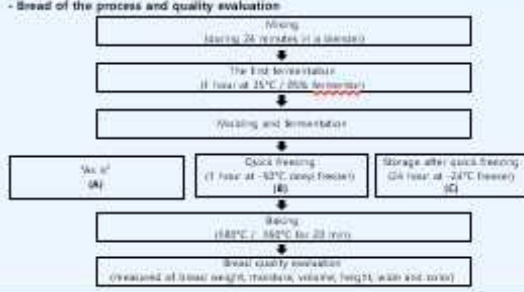
MATERIALS AND METHODS

MATERIALS
밀가루(중질분), 물, 실링, 소금, 미스트, 전지방, 전지방유, 마가린

METHODS
Design
Design Expert Program를 사용하여 4 factors, 2 levels로 실험을 실시 하였으며 중심점(center point) 포함한다.

Factor	Water(g)	Margarine(g)	Sugar(g)	Yeast(g)
Low	45	15	10	1
High	55	25	20	2

Bread of the process and quality evaluation



RESULTS

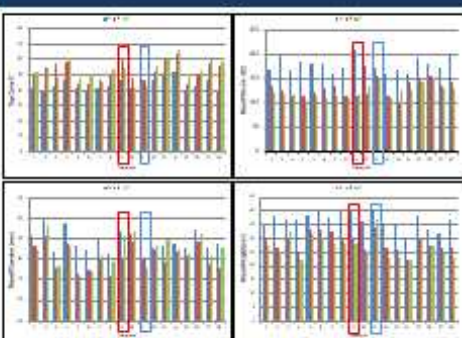


Fig. 1. Quality characteristics of RTB pocket bread. (A) water, (B) quick-freezing, (C) storage after quick-freezing, (D) baking.



Fig. 2. Top view and cross-section of RTB pocket bread. (A) #10 (the water level #10), (B) #11 (the water level #11).

Table 1. Significant factors and p-value values related to RTB bread quality characteristics.

Response	Factor	F-value	Factor	F-value	Factor	F-value
Bread weight	Water	0.0001	Marg	0.0001	Sugar	0.0001
	Yeast	0.0001	Temp	0.0001	Time	0.0001
Bread volume	Water	0.0001	Marg	0.0001	Sugar	0.0001
	Yeast	0.0001	Temp	0.0001	Time	0.0001
Bread height	Water	0.0001	Marg	0.0001	Sugar	0.0001
	Yeast	0.0001	Temp	0.0001	Time	0.0001
Bread diameter	Water	0.0001	Marg	0.0001	Sugar	0.0001
	Yeast	0.0001	Temp	0.0001	Time	0.0001
Bread weight	Water	0.0001	Marg	0.0001	Sugar	0.0001
	Yeast	0.0001	Temp	0.0001	Time	0.0001
Bread height	Water	0.0001	Marg	0.0001	Sugar	0.0001
	Yeast	0.0001	Temp	0.0001	Time	0.0001
Bread diameter	Water	0.0001	Marg	0.0001	Sugar	0.0001
	Yeast	0.0001	Temp	0.0001	Time	0.0001

CONCLUSION

- 모든 배합비에서 빵의 부피와 높이는 발효 후 즉시 구운 빵(A)에 비해 발효 후 급속 냉동 후 구운 빵(B)에 비해 감소되었고, 급속 냉동 후 냉동고에 하루 보관한 후 구운 빵(C)도 빵의 굽 높이는 감소되었다.
- 모든 배합비에서 #11은 발효 후 급속 냉동하여 급거나 또는 냉동고에 보관 후 구운 빵에 비해 빵의 굽 높이가 다른 시료들에 비해 상대적으로 작아 냉동적합성이 가장 양호한 배합비로 사용되었다.
- 빵의 직경은 부피나 높이에 비해 냉동에 의한 감소효과가 상대적으로 작게 나타났다. 배합비 #11은 과소된 빵들이 굽대 직경은 작았지만 냉동에 의한 변형이 작아 냉동적합성이 우수한 것으로 판단되었다.
- 빵의 위 표면 색도의 광택도 및 직색도는 발효 후 즉시 구운 빵에 비해 급속 냉동 후 구운 빵에서 상대적으로 작아 냉동 후 구운 빵에서 상대적으로 증가하는 것을 알 수 있었으며 이는 냉동 중 형성된 얼음으로 인해 구운 중 물이 크리сталлизация 현상에 의한 색소 형성이 저조한 것으로 사료되었다.
- 전체적으로 물의 양이 적고 실링의 양이 많은 #11 배합비가 양호한 냉동적합성을 보여준 것으로 판단되었다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 2018년도 농림축산식품부의 농식품연구성과지원사업(19025-01-1-H0016)의 지원에 의해 수행되었습니다.

- 연구결과를 2019년 6월 28일 인천 송도 컨벤시아에서 개최된 한국식품과학회 국제학술대회에서 “Effects of added water amount and yeast type in formulation on quality of fermented frozen dough of pocket bread with red bean paste”라는 제목으로 포스터 발표를 하였음.

Effects of added water amount and yeast type in formulation on quality of fermented frozen dough of pocket bread with red bean paste

Thyeun Shim¹, Hyun-Min¹, Hyun-Kim¹, Sun-Wang¹, Minsoo Cho¹
¹Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan, South Korea

Background

Consumers are more interested in fresh bread as increasing consumption of natural and safe foods. In Korea, number of franchise bakery is increasing owing to selling fresh bread. Ready to proof (RTP) frozen dough is commonly used, but it requires thawing/fermentation/baking process. Comparing RTP, fermented frozen dough can provide savings in preparation time and labor cost.

Objectives

The present study explored the effects of added water amount (45, 50, 55 g /100g flour) and yeast type (yeast A, B, C) in formulation on quality of fermented frozen dough of pocket bread with red bean paste. Quality of the fermented frozen dough was analyzed by the bread before and after frozen storage with appearance, geometry, crust color and moisture content.

Materials and Methods

Materials

- Basic formulation: flour 100 g, sugar 20 g, margarine 10 g, yeast 2.5 g, whole egg 20 g, modified dry milk 7 g, ash 1.0 g, water 45 g
- Water amount: 45, 50, 55 g /100 g flour
- Yeast type: yeast A, B, C

Flow of the process and quality evaluation

Weigh the dry ingredients and mix it with water and whole egg for 2 min
I
Add shortening and mix at speed 1 for 12 min and speed 2 for 10 min
II
Ferment the dough at 25°C/85% RH for 30 min
III
Divided the dough into 40 g and mixed with red bean paste
IV
Ferment the molded dough at 25°C/85% RH for 1 h
V
Freeze quickly at -24°C for 1 h
VI
Store the dough at -18°C for 26 h
VII
Take at 180°C/160°C for 15min
VIII
Cool the bread and evaluate quality

Results

Table 1. Moisture content and crust color of the bread with red bean paste formulated with different amounts of water and yeast in dough

Formal ID	Water amount in dough (g/100g flour)	Yeast (g/kg)	Crust moisture (%)	Color of bread crust		
				L*	a*	b*
W-1	45	0	33.8±1.7 ^a	21.1±0.7 ^a	11.7±0.7 ^a	23.0±0.2 ^a
		1	29.8±1.7 ^a	28.7±0.9 ^b	17.9±0.7 ^a	23.0±0.2 ^a
W-2	50	0	30.6±1.7 ^a	26.1±1.4 ^a	18.3±0.7 ^a	28.1±0.7 ^a
		1	30.9±0.7 ^a	26.6±1.7 ^a	18.3±0.7 ^a	28.1±0.2 ^a
W-3	55	0	30.7±0.7 ^a	25.9±1.2 ^a	17.8±0.7 ^a	27.1±0.7 ^a
		1	30.8±0.2 ^a	25.7±1.2 ^a	17.7±0.2 ^a	27.1±0.2 ^a
Y-1	45	0	38.0±0.7 ^a	23.0±0.4 ^a	18.8±0.7 ^a	26.3±1.8 ^a
		1	38.0±0.2 ^a	23.2±1.8 ^a	18.7±0.2 ^a	26.4±1.2 ^a
Y-2	50	0	33.4±0.2 ^a	28.0±0.7 ^b	18.7±0.7 ^a	26.4±0.2 ^a
		1	36.2±1.0 ^a	28.3±0.7 ^b	18.7±0.2 ^a	26.3±0.8 ^a
Y-3	55	0	38.9±0.7 ^a	28.0±1.0 ^b	18.7±0.7 ^a	26.3±0.7 ^a
		1	38.9±0.7 ^a	28.3±1.0 ^b	18.7±0.7 ^a	26.3±0.1 ^a

Fig. 1. Volume (V), Diameter (D) and height (H) of the breads with red bean paste formulated with different amounts of water and yeast before and after frozen storage. Fermented doughs: W-1, 45.0 g, W-2, 50.0 g, W-3, 55.0 g water; Y-1, yeast A, Y-2, yeast B, Y-3, yeast C.

Fig. 2. Comparison of top view and cross section of the breads with red bean paste formulated with different amounts of water (W1 to W3) and yeast (Y1 to Y3) before and after frozen storage.

Conclusion

With increasing the level of added water, the volume of bread before and after frozen storage decreased significantly, compared with that before frozen storage, which demonstrated poor stability of fermented frozen dough against freezing. Among yeast type, yeast A showed the better stability of fermented frozen dough. Controlling added water amount and yeast type in formulation could improve stability of fermented frozen dough during frozen storage.

References

- 1. J. Y. Yi, E. M. J. Kim, J. H. Lee, 2009. Effects of Water and Flour on Bread Dough and Bread Properties. Journal of Food Science and Technology
- 2. G. S. Kim, S. H. Lee, S. M. Lee, 2005. Frozen Dough: Effects of Dough Stage, Water Content, and Staling Conditions. Cereal Foods World 50:124-126.
- 3. H. K. J. Kim, S. H. Lee, S. M. Lee, 2006. Proofing Dough: Factors Affecting Stability of Proofed Dough. Cereal Chem 83(2): 219-224.

Acknowledgement

The research was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (IPET) through Agro Food R&D Performance Evaluation Support Program (Project No. 2019-01-0000) funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Korea.

- 58 -

3. 논문 게재

논문 제목을 “배합비 물의 양과 이스트 종류가 다른 단팥빵 발효 냉동생지의 품질에 미치는 영향”으로 작성하여 한국조리과학회지에 투고하여 2019년 6월호에 게재되었음.

Korean J Food Cook Sci
Vol. 35, No. 3, pp. 262~270 (2019)



pISSN 2287-1780
eISSN 2287-1772

<https://doi.org/10.9724/Kjcs.2019.35.3.262>

배합비 물의 양과 이스트 종류가 단팥빵 발효 냉동생지의 품질에 미치는 영향

차오위샤¹ · 문유진² · 배우성³ · 남충우⁴ · 권미라^{2,5*}

¹부산대학교 식품영양학과 대학원생, ²부산대학교 김치연구소 연구원, ³㈜삼양사 식품연구소 대리,
⁴㈜삼양사 식품연구소 팀장, ⁵부산대학교 식품영양학과 부교수

Effects of Added Water Amount and Yeast Type in Formulation on the Quality of Fermented Frozen Dough of Pocket Bread with Red Bean Paste

Yuxia Zhao¹ · Yujin Moon² · Woosung Bae³ · Choongwoo Nam⁴ · Meera Kweon^{2,5*}

¹Master Student, Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 46241, Korea

²Researcher, Kimchi Research Institute, Pusan National University, Busan 46241, Korea

³Researcher, Food R&D Center, Samyang Corp., Gyeonggi 13488, Korea

⁴Team Manager, Food R&D Center, Samyang Corp., Gyeonggi 13488, Korea

⁵Associate Professor, Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 46241, Korea

Abstract

Purpose: The present study explored the effects of the amount of water added and yeast type in formulation on the quality of fermented frozen dough of pocket bread with red bean paste. **Methods:** Five levels of added water (45.0, 47.5, 50.0, 52.5, and 55.0 g/100 g flour) and three types of yeast (yeast A, B, and C), were used in the study. The enthalpies (heat of transition) of ice melting for the fermented frozen doughs with different water levels were analyzed by differential scanning calorimetry (DSC). Quality of fermented frozen dough was analyzed for the bread baked before and after frozen storage of the doughs by appearance, geometry (volume, diameter and height), crust color, and moisture content. **Results:** The enthalpy of ice melting for the fermented frozen dough increased with increasing level of added water, but the volume of bread baked after frozen storage of the dough decreased significantly compared to that before frozen storage, which demonstrated poor stability of the fermented frozen dough. The fermented frozen dough using yeast A exhibited better stability to frozen storage than those using yeasts B and C. **Conclusion:** Controlling the amount of water added and selecting an appropriate yeast type in the formulation could improve the stability of fermented frozen dough for the pocket bread with red bean paste during frozen storage.

Key words: fermented frozen dough, yeast type, water level of dough, quality of bread, red bean paste

1. 서론

생활방식이 서구화되면서 가족구성이 변화되어 1인 가구가 늘고, 소비자들의 식생활도 크게 변화하여 편의식품에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 이와 함께 식품 안전성에 대한 소비자들의 인식도 증대되어 신선한 식품에 대한 요구도 커지고 있는 추세이다. 제빵산업에서도 양산되는 빵 보다는 프랜차이즈 베이커리나 인스��어 베이커리에서 생산되는 갓 구워 낸 신선한 빵에 대한 소비

자들의 수요가 훨씬 더 큰 비중을 보이고 있다(aT Food Information Statistics System 2018).

대부분의 프랜차이즈 베이커리나 인스��어 베이커리에서는 냉동생지를 주로 사용하여 베이커리에서 직접 빵을 제조하고 있다. 냉동생지는 제조하는 과정에 따라 크게 ready to proof(RTP)와 ready to bake(RTB) 두가지로 분류될 수 있다(Le-Bail A 등 2010, Frauenlob J 등 2017). RTP 냉동생지는 빵 반죽을 마친 후 성형하여 냉동 시킨 것으로 성형 냉동생지로 불리우며, 베이커리에서 필요시

*Corresponding author: Meera Kweon, Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, 2, Busandaehak-ro 63beon-gil, Geunjeong-gu, Busan 46241, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3073-6898>

Tel: +82-51-510-2716, Fax: +82-51-583-3648, E-mail: meera.kweon@pusan.ac.kr



© 2019 Korean Society of Food and Cookery Science

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

4. 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
		관련제품	개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2년		
	소요예산(백만원)				
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			0	10억원	20억
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0	1	2
국외					
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제1절 목표

본 과제에서는 “고품질 포켓빵 제조를 위한 RTB 발효 냉동생지 기술 개발”이라는 목표를 달성하기 위하여 주관기관인 기업에서는 포켓빵 발효 냉동생지로 개발된 RTB 단팥빵의 시제품 개발 및 제품화와 협동기관인 대학에서는 포켓빵 발효 냉동생지 주원료들의 품질지표 확립 및 배합비 개발을 연구 목표로 하여 공동 연구를 수행하였다. 연구목표 달성을 위해 주관과 협동과제 연구책임자간의 월별 또는 쿼터별 간담회를 통하여 과제 진행 상황을 정기적으로 점검하였고, 인적 네트워크를 최대한 활용하여 필요시 과제 진행에 도움 되는 전문가의 자문 및 의견을 수렴하여 양쪽의 과제가 원활하게 진행될 수 있도록 서로 협력하여 연구목표를 성공적으로 달성하였다.

제2절 목표 달성여부

세부과제명	세부연구내용	연구개발 수행내용	달성도 (%)
1. 포켓빵 RTB 발효 냉동생지 주원료의 품질 지표 확립 및 배합비 최적화 (협동)	(1) 냉해안정성에 요구되는 RTB 발효 냉동생지 주원료의 품질지표 확립	a. 발효 냉동생지의 주원료로 밀가루, 이스트, 유화제, 효소의 종류 및 첨가 양을 시험하였음. b. 밀가루는 0.69이상 글루텐적성지수, 이스트는 일반 건조이스트, 유화제는 SSL, 효소는 자일라아제가 가장 냉동안정성이 우수한 원료들로 선정되었고 각 원료에 대한 품질 지표가 설정되었음.	100
	(2) RTB 발효 냉동생지 포켓빵 단팥소 및 생지의 배합비 최적화	a. 포켓빵 단팥소로 입자크기와 당도가 다른 4종류의 단팥앙금의 수분함량과 동결가능한 물의 양을 분석하였음, b. 발효 냉동생지 제조를 위해 배합비 물의 양을 달리하여 제조한 생지의 동결가능한 물의 양을 분석하였음.	100

		c. 요인분석법을 사용하여 냉동 안정성이 우수한 발효 냉동생지 제조를 위해 생지 주원료들의 품질에 대한 영향과 최적 배합비를 설정하였음.	
2. 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작, 평가 및 제조 공정 확립과 제품화 (1세부)	(1) RTB 발효 냉동생지 단팥빵 시제품 제작 및 평가	a. 협동연구기관인 부산대에서 개발한 배합비를 현장에 적용하여 삼양사 냉동생지 공장에서 시제품을 제작하였고 품질을 평가하였음. b. 물리적 평가 및 관능검사를 통해 시제품의 품질을 평가를 수행하였음.	100
	(2) RTB 발효 냉동생지 단팥빵 제조 공정 확립 및 제품화	a. 발효 냉동생지의 단팥소와 생지의 비율을 달리하였을 때 단팥빵의 품질 변화를 평가하였음. b. 발효 냉동생지의 제품화를 위한 제조공정을 확립하였음.	100

제3절 관련분야의 기술발전의 기여도

1. 기술적 측면

가. RTB 발효 냉동생지의 기술개발 및 표준화로 베이커리 산업의 기술 발전에 기여한다.

나. RTB 발효 냉동생지 제조의 허들을 극복하여 제조된 제품은 간편하고 신속한 조리과정을 통해 고품질의 신선한 빵을 제공할 수 있어 수출시장을 확대 할 수 있게 한다.

다. 삼양사에서 이미 보유하고 있는 냉장/냉동 생지기술과 본 과제에서 개발된 RTB 발효 냉동생지 기술을 융합하여 냉해안정성 저해에 관련된 인자들을 억제함으로써 고품질의 베이커리제품을 생산할 수 있는 선도기술 구축도 가능하다.

라. 본 과제에서 도출한 결과로 지적재산권 출원 및 등록으로 국내외 시장에 기술이전도 할 수 있다.

마. 제품별 가열기구의 조리법 최적화 연구를 통해 제품의 특성과 가열기구의 조리법을 연결

할 수 있는 기초자료로서 데이터베이스를 구축하는 것도 가능하다.

2. 경제적·산업적 측면

- 가. 소비자들을 만족시킬 수 있는 표준화된 고품질의 발효 냉동생지의 공급이 가능하여 손쉽게 베이커리 제품을 생산할 수 있어 베이커리 시장의 확대가 가능하다.
- 나. 전문적인 제빵사 없이 간편하고 신속하게 완제품의 제조가 가능하여 가정에서 쉽게 제조할 수 있어 홈베이커리 산업으로 성장할 수 있고, 카페나 레스토랑에서 신선한 고품질의 갓 구운 빵을 고객에게 제공할 수 있다. 또한 중소 베이커리 매장에서 표준화된 맛있는 빵을 제공할 수 있다.
- 다. 중국이나 동남아시아와 같이 소가 들어있는 빵을 선호하는 나라로의 수출 시장을 증대시킬 수 있다.
- 라. 삼양사와 LG전자와의 선행 공동연구에서 얻어진 오븐 및 복합오븐 개발 기술을 접목하여 즉석 섭취 편의식품의 성장 증진에도 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

제 4 장 연구결과의 활용 계획 등

제1절 연구 성과의 활용분야 및 활용방안

1. 현장적용 방안

- 가. 본 과제를 통해 개발된 기술을 사용하여 제품을 생산할 때 삼양사의 기존 시설을 활용하는 것이 가능하다.
- 나. 삼양사의 냉동생지 공장은 RTB 발효 냉동생지를 생산할 수 있는 여건이 조성되어 있어서 최적화된 반죽과 소의 배합비로 제품을 생산하는 것은 적은 투자로도 쉽게 현장에 적용을 할 수 있다.

2. 실용화·제품화 방안

- 가. 본 과제에서 개발한 속을 포함하는 RTB 발효 냉동생지 기술은 삼양사에서 다양한 속이 포함된 제품을 제조하는 것이 가능하다.
- 나. 또한, 삼양사에서 보유하고 있는 냉해안정성 증진 기술을 접목시킨다면 고품질의 RTB 발효 냉동생지 제품들을 생산할 수 있다.
- 다. 이러한 제품이 출시될 경우 국내에서의 베이커리 시장 점유율을 높일 수 있다.
- 라. 국내에서의 호응이 좋을 경우 해외에 공장을 지어 사업을 해외로 확장함으로써 외화획득에도 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

3. 미래원천기술 확보

- 가. RTB 발효 냉동생지 기술은 국내에서는 최초로 시도하는 것이므로 미래기술이 될 수 있다.
- 나. 소가 포함된 성형 후 2차 발효된 포켓빵 RTB 발효 냉동 생지의 원천기술을 확보하는 것이 가능하다.

4. 신산업 창출

- 가. RTB 발효 냉동생지 기술을 활용하면 다양한 제품들의 생산이 가능하다.
- 나. 이에 따라 카페, 레스토랑, 단체급식 등 다양한 시설에서 신선하고 맛있는 갓구운 빵을 제공할 수 있다.
- 다. 발효과정 없이 가정에서도 손쉽게 신선한 빵을 제조할 수 있어 홈베이커리 산업을 확장시키는 것도 가능하다.

제2절 추가 연구의 필요성

RTB 포켓빵 발효 냉동생지 시제품 생산을 성공적으로 수행하기 위하여서는 배합비를 최적화해야 하는데 모든 원료들의 영향뿐만 아니라 생지와 속 각각의 동결가능한 물의 양의 영향에 대해 면밀히 분석 검토하는 것이 필요하여 연구 기간이 계획한 것보다 오래 요구되는 연구 과정들이었다. 특히 실험을 수행하면서 단팥빵의 성형이 수동으로 이루어지고 있어 찹쌀떡(모찌) 기계와 같이 성형을 자동으로 수행하는 연구가 필요하다고 사료되며, 이스트의 경우 냉동 안정성이 크다고 알려진 내한성 이스트가 본 연구의 발효 냉동생지 제조에서는 유리한 측면을 보여주지 않아 냉동 과정 조건에 따른 이스트 세포의 활성화에 대한 심도 있는 실험을 통해 발효 냉동생지에 효율적으로 적용할 수 있는 조건이나 방법을 찾는 연구도 필요하다고 판단된다.

제3절 타 연구에의 응용

본 연구에서 수행된 RTB 포켓빵 발효 냉동생지 결과에서 특히 소가 포함되지 않는 생지를 위해 선정된 원료와 최적화된 배합비를 한국인과 아시아인들이 선호하는 brioche타입의 빵 (예, 모닝빵, 시나몬롤 등) 발효 냉동생지 제품개발에 응용이 가능하며 포켓빵 발효 냉동생지보다 제품화가 더 용이하다. 또한 소 종류를 달리하거나 생지의 배합비를 달리한 다양한 제품개발들에 본 과제에서 사용한 것과 유사한 접근법을 사용할 수 있으며 우수한 제품들의 시장 출시로 냉동생지 시장의 성장을 기대할 수 있다.

제4절 기업화 추진방안

베이커리, 카페, 레스토랑에서의 바로 갓 구운 베이커리 제품(Bake Off)에 대한 니즈때문에 많은 베이커리 매장에서의 베이커리 제품을 즉석으로 제조하고 있다. 따라서 발효가 된 상태로 공급되어 바로 구울 수 있는 RTB 발효냉동생지는 전세계에서 큰 인기를 얻고 있다. (주) 삼양사는 이 시장을 타겟으로 한 페이스트리용 RTB 발효냉동생지를 국내에서 생산 판매하고 있으며, 국내외 니즈가 있는 단팥빵, 크림빵, 모닝빵, 시나몬롤 등 포켓빵 형태의 제품으로 확대하려고 하고 있다. 본 연구에서 수행된 RTB 포켓빵 발효 냉동 생지 연구 결과는 이와 같은 기업화에 꼭 필요한 연구로 (주) 삼양사와 대형, 중소형 베이커리 기업의 RTB 발효 냉동생지 개발에 활용될 것이다. 특히 맛과 품질이 우수한 우리나라 베이커리 제품을 해외에 수출하려고 하는 많은 노력을 하고 있지만, 베이커리제품은 상온에서의 유통기한이 짧고, 노화에 의한 제품의 열화가 일어나기 쉬운 제품 특성상 수출이 곤란한 제품이었다. 이를 해결하기 위하여 냉동유통, 현지 공장 건설 등의 해결 방법을 찾고 있지만, 해결이 쉽지 않은 과제이다. 본 연구에서 수행된 RTB 포켓빵 발효 냉동생지 기술은 우리나라 베이커리 제품의 수출을 위한 좋은 해결 방법 중 하나이며, (주)삼양사에서는 본 기술을 활용한 RTB 냉동생지의 대량생산 및 수출도 추진 중에 있어 좋은 결과가 기대된다.

제5절 기술이전

본 연구에서 얻어진 포켓빵용 RTB 냉동생지 기술은 기초에서 응용까지 포괄한 연구로 기업체에서 여러 가지 종류의 냉동생지 제품의 개발과 생산에 활용이 가능하기 때문에 냉동생지 기술을 확보하고 싶은 중소 베이커리 업체에 기술이전이 가능하다.

제 5장 참고문헌

AACC. 2010. Approved methods of analysis. 11th ed. AACC International, St. Paul, MN, USA. Method 08-01.01, 44-15.02, 54-40.02, 56-11.02.

AOAC. 2012. Official methods of analysis of AOAC international. 19th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA. Method 2001.11

aT Food Information Statistics System. 2018. Market status of processed food subdivision in 2018 – Bread market. Available from: <https://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=2969&page=&searchKey=&searchString=&searchCategory=> Accessed May 20, 2019.

Choi DR, Lee JH, Yoon YC, Lee SK. 2005. Effect of vital wheat gluten on the quality characteristics of the dough frozen after 1stfermentation. *KoreanJFoodSciTechnol*37(1):55-60.

Gelinas P, Deaudelin I, Grenier M. 1995. Frozen Dough: Effects of dough shape, water content, and sheeting-molding conditions, *Cereal Foods World* 40:124-126.

Han YS. 2004. Study on the freezing conditions for the frozen-dough preparation of bread. *J East Asian Soc Dietary Life* 14(5): 443-448.

Hsu KH, Hoseney RC, Seib PA. 1979. Frozen dough. I. Factors affecting stability of yeasted doughs. *Cereal Chem* 56(5): 419-424.

Kim JS. 2003. Effect of thawing temperature on the properties of the Danish pastry made from frozen dough. *Korean J Food & Nutr* 16(4): 359-364.

Kim KC, Jang SG, Do DH. 1997. Effects of thawing-fermentation condition of frozen dough on frozen bread quality. *Korean J Food & Nutr* 10(3): 287-294.

Kim SY, Han JH, Song Y, Lee SK. 2003. The effect of the ash content in flour on the rheological properties of frozen dough. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46(1): 39-45.

Kindel PK, Liao SY, Liske MR, Olien CR, 1989. Arabinoxylans from rye and wheat seed that interact with ice. *Carbohydr Res* 187(2): 173-185.

Kweon M, Slade L, Levine H. 2011. Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: Principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes, as well as in wheat breeding - a review. *Cereal Chem* 88(6):537-552

Le-Bail A, Nicolitch C, Vuillod C. 2010. Fermented frozen dough: impact of pre-fermentation time and of freezing rate for a pre-fermented frozen dough on final volume of the bread. *Food Bioprocess Tech* 3: 197-203.

Lee JH, Choi DR, Lee SK, Min SG. 2003. The effect of vitamin C on properties of the breads made by dough frozen after 1st fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 35(1):92-96.

Lee JH, Choi DR, Lee SK, Lee JK. 2004. Effect of emulsifiers on properties of the breads made by dough frozen after first fermentation. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47(1): 107-112.

Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Cha WJ, Park CK. 2000. Effect of gums on the characteristics of the dough in making frozen dough. *Korean J Food Sci Technol* 32(3): 604-609.

Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Cho NJ, Lim 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 MG, Lee JM, Chang JH, Park CJ. 2000. The effect of addition of potato starch on the frozen dough. *Korean J Food & Nutr* 13(5): 403-410.

Luo W, Sun DW, Zhu Z, Wang QJ. 2018. Improving freeze tolerance of yeast and dough properties for enhancing frozen dough quality – A review of effective methods. *Trends in Food Sci & Technol* 72: 25-33.

Ma S, Li L, Wang XX, Zheng XL, Bian K, Bao QD. 2016. Effect of mechanically damaged starch from wheat flour on the quality of frozen dough and steamed bread. *Food Chem* 202: 120-124.

Neyreneuf O, Van Der Plaat JB. 1991. Preparation of frozen French bread dough with improved stability. *Cereal Chem* 68(1): 60-66 .

Park BJ, Sihm EH, Park CS. 2006. Influence of emulsifiers and α -amylases on the quality of frozen dough. *Korean J Food Sci Technol* 38: 59-67.

Räsänen J, Laurikainen T, Autio K. 1997. Fermentation stability and pore size distribution of frozen prefermented lean wheat doughs. *Cereal Chem* 74(1): 56-62.

Sharadanant R, Khan K. 2003a. Effect of hydrophilic gums on frozen dough. I. dough quality. *Cereal Chem* 80: 764-772.

Sharadanant R, Khan K. 2003b. Effect of hydrophilic gums on frozen dough. I. bread characteristics. *Cereal Chem* 80: 773-780.

Steffolani ME, Ribotta PD, Perez GT, Puppo MC, Leon AE. 2012. Use of enzymes to minimize dough freezing damage. *Food Bioprocess Tech* 5: 2242-2255.

The monthly bakery. 1996. In *What is frozen dough?* Korean bakers association , February, pp 90-92.

Tsolmonbaatar A, Hashida K, Sugimoto Y, Watanabe D, Furukawa S, Takagi H. 2016. Isolation of baker's yeast mutants with proline accumulation that showed enhanced tolerance to baking-associated stresses. *Int J Food Microbiol* 238:233-240.

Wang P, Tao H, Jin Z, Xu X. 2016. Impact of water extractable arabinoxylan from rye bran on the frozen steamed bread dough quality. *Food Chem* 200: 117-124.

Yun MS. 2004. The effect of flour's protein contents to the properties of the Danish pastry made with frozen dough. *Korean J Food & Nutr* 17(3): 322-327.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.