

발 간 등 록 번 호
11-1543000-001034-01

즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류가공식품
제조 기술 및 제품 개발

Development of technologies and products for
refrigerated and frozen cereal processed foods consumed
ready-to-eat and conveniently

삼양제넥스

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류가공식품 제조 기술 및 제품 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

연구수행기간 : 2012. 8. 8. ~ 2015. 8. 7. (36개월)

제1세부연구과제 : 식품 응용 및 특성 분석을 통한 고품질 냉장·냉동 곡류 가공식품 개발 및 제품화

제1협동연구과제 : 냉장·냉동 곡류 가공식품의 원료 및 제품 특성별 품질 지표 표준화

제2협동연구과제 : 냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 최적화를 위한 냉장 및 냉/해동 기술 개발

제3협동연구과제 : 냉장·냉동 곡류 가공식품의 저장 및 유통에 따른 품질 연장 솔루션 시스템 구축

제4협동연구과제 : 냉장·냉동 곡류 가공식품 맞춤형 스마트 쿠키 알고리즘 개발 및 스마트 복합전자레인지 개발

2015 년 09 월 21 일

주관연구기관명 : 삼양제넥스

주관연구책임자 : 이 강 표

세부연구책임자 : 이 강 표

연 구 원 : 한 정 숙

연 구 원 : 조 아 라

연 구 원 : 이 승 미

협동연구기관명 : 세종대학교

협동연구책임자 : 고 상 훈

협동연구기관명 : 서울대학교

협동연구책임자 : 최 영 진

협동연구기관명 : 세종대학교

협동연구책임자 : 유 상 호

협동연구기관명 : LG 전자

협동연구책임자 : 김 광 화

요 약 문

I. 제 목

즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류가공식품 제조 기술 및 제품 개발

II. 연구성과 목표 대비 실적

구분		특허		제품개발			(예시)논문		기타
		출원	등록	품질인자	시제품	상품화	SCI	비SCI	
1차 년도	목표	3		3	2			2	
	달성	3		3	2		1	3	6
2차 년도	목표	3		3	2		3		
	달성	2		3	2		1	1	13
3차 년도	목표	3	2	3	2	2	3	1	
	달성	3	2	3	2	3	1 (3편 투고완료)		17
4차 년도	목표		2			2	3	2	
	달성								
5차 년도	목표		2						
	달성								
계	목표	9	6	9	6	4	9	5	0
	달성	9	2	9	6	3	3	4	36

III. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구의 최종목표는 최근 글로벌 식품 시장에서 큰 비중을 차지하고 있는 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 지표 표준화, 냉장 및 냉해동 기술 개발, 저장 중 품질 연장 기술의 확립을 통하여 다양한 고품질의 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품을 개발하고자 함. 특히, 스마트 전자기술과의 융복합 연구를 토대로 가전기기별 냉장·냉동 곡류 가공식품 맞춤형 스마트 쿠킹 방법 표준화를 통한 수출전략형 냉장·냉동 곡류 가공식품 산업을 활성화하고자 함.

IV. 연구개발 내용 및 범위(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

- 제과, 제병, 제빵 제품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발
- 제과, 제병, 제빵 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품 제조 및 상품화
- 제과, 제병, 제빵용 냉장·냉동 생지의 품질 표준화 기술 개발
- 제과, 제병, 제빵 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발
- 제과, 제병, 제빵용 냉장·냉동 생지의 품질 최적화 냉장·냉해동 기술 개발
- 제과, 제병, 제빵용 냉동 완제품의 품질 최적화 냉해동 기술 개발
- 냉장·냉동 생지의 dough syruing 억제 기술 개발
- 냉장·냉동 완제품의 노화 억제 기술 개발
- 냉동 생지의 이스트 동결장애 최소화 기술 개발

- 제과용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 복합전자레인지 스마트 쿠키킹 방법 개발
- 제병용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 복합전자레인지 최적 해동법 개발
- 제빵용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 복합전자레인지 스마트 쿠키킹 방법 개발

V. 연구개발결과

- 제빵 계량제: 효소적 기반의 복합 제빵 계량제를 개발하였고, 기존 상업적 제품과 비교하여 품질 면에서 우수성을 보유하고 있다는 결과를 도출함. 이를 통하여 냉장·냉동 곡류 가공식품의 저장 중 노화를 억제하고 부피를 증가시킬 수 있는 긍정적 결과를 보여줌.
- 효모 활성: 미생물의 동결 또는 동결건조 시 활성이 줄어드는 문제를 개선하기 위해 효모의 동결건조 시 기능성 당류가 효모의 생존율에 미치는 영향을 평가하였으며, 상업적 동결보존제로 사용되는 trehalose 8%군과의 비교하여 탁월한 결과를 나타낸 turanose에 동결보존능에 대하여 특허를 출원하였음.
- 충전용 유지 대체제: 충전용 유지의 일부를 카놀라유로 대체하여 포화지방과 트랜스지방이 저감화된 페이스트리를 제조하는 연구를 진행하여 특허를 출원하였음.
- 변성전분을 이용한 품질개선: 전분의 노화를 억제하거나 지연시킬 수 있는 다양한 변성전분과 전분당의 효과를 살펴보고, 최적의 변성전분 및 전분당 사용량을 추정할 수 있었음. 이러한 연구결과를 토대로 실제로 냉동생지 및 떡에 변성전분과 당을 이용한 품질개선 효과를 보았으며, 현업 사용의 기초 데이터로 사용하고 있음.
- 제병에 적합한 냉동조건 확립: 제병에 적용 가능한 최적 냉장·냉동 조건을 찾아 이를 기술 이전함.
- 곡류 가공품에 적합한 해동 알고리즘 개발: 곡류 가공품에 적합한 해동 알고리즘을 확립하여 이를 다기능 레인지/오븐에 적용 및 제품화

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

- 삼양제넥스 식품연구소, 삼양 세븐스프링스 냉장·냉동 생지 및 완제품의 상품화를 통한 내수확대 및 수입대체
- 삼양제넥스 식품연구소, 삼양 세븐스프링스의 냉동 제병생지 및 완제품의 상품화를 통한 떡 수출 활성화
- 즉석 편의 식품 및 장기 저장 식품의 품질 향상을 위한 기반 기술 확립
- 냉장·냉동 생지의 품질 연장기술개발 및 표준품질 확립을 통하여 베이커리 및 떡 산업 발전에 기여
- 식품산업과 가전산업(LG전자)의 동반성장을 통해 식품산업의 선순환 발전에 기여
- 논문투고, 학술대회 발표

SUMMARY

(영문 요약문)

I. Title

Development of technologies and products for refrigerated and frozen cereal processed foods consumed ready-to-eat and conveniently

II. Research Achievement Compared to Plan

구분		Patent		Product			Paper		Others
		Applicat ion	Registra tion	Quality factor	Prototype	Commercial ization	SCI	non-SCI	
1st Year	Plan	3		3	2			2	
	Achieve ment	3		3	2		1	3	6
2nd Year	Plan	3		3	2		3		
	Achieve ment	2		3	2		1	1	13
3rd Year	Plan	3	2	3	2	2	3	1	
	Achieve ment	3	2	3	2	3	1 (3 papers submitted)		17
4th Year	Plan		2			2	3	2	
	Achieve ment								
5th Year	Plan		2						
	Achieve ment								
Total	Plan	9	6	9	6	4	9	5	0
	Achieve ment	9	2	9	6	3	3	3	36

III. Objective and Necessity of Research and Development

The ultimate goal of this research is to develop technologies and products for refrigerated and frozen cereal processed foods consumed ready-to-eat and conveniently which account for a large portion in the recent global food markets. The technologies such as quality factor standardization, freezing and thawing technology development, and quality prolongation technology development are keys to improve quality of the refrigerated-frozen cereal processed product. In particular, the convergence of smart electronic technology and food technology enables to standardize the smart cooking methods tailored for the refrigerated-frozen cereal processed product resulting in the vitalizations of food industry.

IV. Content and Scope of Research and Development

- Technical development of cereal processed product according to cooking method

- Preparation of refrigerated·frozen cereal dough and its processed product and commercialization
- Technical development of refrigerated·frozen cereal dough for quality standardization
- Technical development of refrigerated·frozen cereal processed product for quality standardization
- Development of freezing and thawing technology for frozen cereal dough with optimized quality
- Development of freezing and thawing technology for frozen cereal processed product with optimized quality
- Development of dough syruing prevention technology for refrigerated·frozen cereal dough
- Development of anti-retrogradation technology for refrigerated·frozen cereal processed product
- Technical development for maximizing yeast activity in frozen cereal dough
- Development of smart cooking method of the microwave range with steam and oven function for refrigerated·frozen cereal dough
- Development of optimized thawing method of the microwave range with steam and oven function for refrigerated·frozen rice cake

V. Result of Research and Development

- Baking improver: The enzyme-based multi-functional baking improvers were development. They showed good performance to improve bread quality compared to commercial product. The addition of the enzyme-based multi-functional baking improvers increased the volume, but suppressed the staling of cereal processed product.
- Yeast activity: Turanose, a functional sugar, was introduced to improve survival rate of yeast and its activity during freezing or freeze-drying processes. Turanose showed outstanding result compared with 8% of trehalose which is a conventional cryoprotectant. As a result, the application of turanose to the frozen bakery dough has filed a patent.
- Saturated fat replacer: Conola oil, a unsaturated fat, was used to replace saturated fat such as butter, margarine, and shortening in order to manufacturer Danish pastry. The Canola oil replaced solid roll-in fat up to 30% for the Danish pastry preparation. As a result, the application of canola oil to the Danish pastry dough has filed a patent.
- Tailoring texture of cereal processed products using modified starch: Various modified starches were used as texture adjusting agents for the cereal processed products.
- Optimized freezing for rice cake: Freezing temperature and rate were optimized to freeze rice cake which showed the best quality in terms of texture. As a result, the freezing technology of rice cake was transferred to a company which has been manufacturing rice cakes.
- Optimized thawing algorithms for frozen cereal processed products: Optimized thawing

method with steam and oven function for refrigerated·frozen rice cake technology were applied to newly developed microwave range and multifunctional oven.

VI. Outcome of Research and Development and the Plan for Practical Use

- Expansion of domestic demand and replacement of import demand by commercialization of refrigerated·frozen bakery dough and product via. .Samyang Genex and Samyang Seven springs
- Vitalizations in exporting rice cake by commercialization of frozen rice cake dough and product via. .Samyang Genex, Samyang Seven springs
- Establishment of basic technologies to improve quality for the foods consumed ready-to-eat and conveniently and the long-storage foods
- Contribution to bakery and rice cake industry through the development of quality prolongation technology and the technical development of refrigerated·frozen cereal processed product for quality standardization
- Accompanied growth of food industry and appliance industry
- Paper submission, conference presentation

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1 Introduction of Research and Development Project

- 1. Objective of research and development 11
- 2. Background of research and development 15
- 3. Scope of research and development 29

Chapter 2 Current Status of Domestic and Global Technical Development

- 1. Current status of domestic and global technical development 38
- 2. Expected outcome of technical development 44

Chapter 3 Content and Result of Research and Development

- 1. Development of frozen cereal processed product 46
- 2. Technical development of refrigerated·frozen cereal processed product for quality standardization 164
- 3. Development of freezing and thawing technology for frozen cereal processed product with optimized quality 221
- 4. Development of quality prolongation technology for refrigerated·frozen cereal processed product 340
- 5. Standardization of cooking technology for refrigerated·frozen cereal processed product 395

Chapter 4 Level of Achievement and Contribution

- 1. Level of achievement for research objective 421
- 2. Level of contribution in the food industry 426

Chapter 5 Outcome of Research and Development and the Plan for Practical Use

- 1. Outcome of research and development 428
- 2. Plan for practical use 433

Chapter 6 Scientific and Technical Information Collected Internationally during Research and Development 437

Chapter 7 Status of Facility·Equipment 439

Chapter 8 Performance Result of Laboratory Safety Management

- 1. Safety inspection system of laboratory 440
- 2. Safety education and training 440

3. Status of insurance	441
4. Additional plan	441
Chapter 9 References	443

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	
1절	연구개발의 목적	11
2절	연구개발의 배경 및 필요성	15
3절	연구개발의 범위	29
제 2 장	국내외 기술개발 현황	
1절	국내외 기술개발 현황	38
2절	연구결과의 기대효과 및 위상	44
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	
1절	냉동 곡류가공 응용식품 개발 및 제품화	46
2절	냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 표준화 기술 개발	164
3절	냉동 곡류 가공식품의 품질 최적화를 위한 냉/해동 기술 개발	221
4절	냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 연장 기술 개발	340
5절	냉장·냉동 곡류 가공식품의 조리법 표준화	395
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	
1절	연구목표의 달성도	421
2절	관련분야에의 기여도	426
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	
1절	연구결과 성과	428
2절	성과 활용계획	433
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	437
제 7 장	연구시설·장비 현황	439
제 8 장	연구실 안전관리 이행실적	
1절	실험실 안전 점검 체계	440
2절	안전 교육 훈련	440
3절	보험 가입 현황	441
4절	추가 이행 계획	441
제 9 장	참고문헌	443

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

1. 총괄 연구목표

가. 최종목표

- (1) 본 연구의 최종목표는 최근 글로벌 식품 시장에서 큰 비중을 차지하고 있는 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 지표 표준화, 냉장 및 냉해동 기술 개발, 저장 중 품질 연장 기술의 확립을 통하여 다양한 고품질의 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품을 개발하고자 함. 특히, 스마트 전자기술과의 융복합 연구를 토대로 가전 기기별 냉장·냉동 곡류가공식품 맞춤형 스마트 쿠킹 방법 표준화를 통한 수출전략형 냉장·냉동 곡류 가공식품 산업을 활성화하고자 함.

2. 세부연구과제별 연구목표

가. 제1세부과제

- (1) 최종 연구목표 : 본 연구에서는 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품의 가공, 냉장·냉동 저장, 조리 과정 중 제품의 품질에 영향을 미치는 요인을 분석하고 배합비 변화를 통하여 냉장·냉동 곡류 가공식품의 표준 품질을 확립하고자 함.

(2) 연차별 목표

(가) 1차년도

- ① 제과용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발
- ㉠ 제과용 생지의 가공, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉡ 생지의 배합비 변화를 통한 냉장·냉동 생지의 표준 품질 확립
- ㉢ 제과용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석

(나) 2차년도

- ① 제병용 냉동 생지 및 완제품의 품질 표준화 기술 개발
- ㉠ 찹쌀을 재료로 한 떡의 가공, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉡ 멥쌀을 재료로 한 떡의 가공, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉢ 떡의 배합비 변화를 통한 냉동 생지 및 완제품의 표준 품질 확립

(다) 3차년도

- ① 제빵용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발
- ㉠ 제빵용 생지의 가공, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉡ 생지의 배합비 변화를 통한 냉장·냉동 생지의 표준 품질 확립

- ㉔ 제빵용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석

나. 제1협동과제

- (1) 최종 연구목표 : 본 연구에서는 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품(제과, 제빵, 제빙 등)의 원료 및 제품 특성에 적합하며 원료 및 제품 특성별 품질 지표 표준화 기술을 개발하고자 함.

(2) 연차별 목표

(가) 1차년도

- ① 제과 제품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발 및 가공 식품 제조
- ㉔ 제과용 생지의 가공, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉔ 생지의 배합비 변화를 통한 냉장·냉동 생지의 표준 품질 확립
- ㉔ 제과용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석

(나) 2차년도

- ① 제빙용 냉동 생지 및 완제품의 품질 표준화 기술 개발
- ㉔ 찹쌀을 재료로 한 떡의 가공, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉔ 멥쌀을 재료로 한 떡의 가공, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉔ 떡의 배합비 변화를 통한 냉동 생지 및 완제품의 표준 품질 확립

(다) 3차년도

- ① 제빵용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발
- ㉔ 제빵용 생지의 가공, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석
- ㉔ 생지의 배합비 변화를 통한 냉장·냉동 생지의 표준 품질 확립
- ㉔ 제빵용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석

다. 제2협동과제

- (1) 최종 연구목표 : 본 연구에서는 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품(제과, 제빵, 제빙 등)의 원료 및 제품 특성에 적합하며 품질 손실을 최소화할 수 있는 최적 냉장, 냉/해동 방법을 개발하고자 함.

(2) 연차별 목표

(가) 1차년도

- ① 제과용 냉장·냉동 생지 및 완제품의 품질 최적화 냉해동 기술 개발
- ㉔ 제과용 냉동 완제품의 최적 냉동 방법 개발
- ㉔ Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법 개발

(나) 2차년도

- ① 제빙용 냉동 완제품의 품질 최적화 냉해동 기술 개발
- ㉔ 제빙용 냉동 완제품의 최적 냉동 방법 개발

- ㉔ Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법 개발

(다) 3차년도

- ① 제빵용 냉장·냉동 완제품의 품질 최적화 냉해동 기술 개발
- ㉓ 제빵용 냉동 완제품의 최적 냉동 방법 개발
- ㉔ Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법 개발

라. 제3협동과제

- (1) 최종 연구목표 : 본 연구에서는 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품의 저장 및 유통 중 품질을 감소시키는 원인을 탐색, 확인하고, 이 품질 저해 인자들을 극복해야 할 hurdle technology로 규정하여 냉장·냉동 곡류 가공식품의 복원성 개선을 통한 품질 연장 솔루션 시스템을 구축하고자 함.

(2) 연차별 목표

(가) 1차년도

- ① 냉장·냉동 생지의 dough syruping 억제 기술 개발
- ㉓ 냉장·냉동 중 dough syruping 유발 효소 활성 평가
- ㉔ Hydrocolloid를 활용한 냉해동 안정성 증진
- ㉕ 효소적 처리를 통한 냉해동 안정성 개선

(나) 2차년도

- ① 냉동 완제품의 노화 억제 기술 개발
- ㉓ 냉동 및 저장 조건에 따른 노화 패턴 분석
- ㉔ 냉동 곡류 식품 제조 방법에 따른 노화 지연 방법 탐색

(다) 3차년도

- ① 냉장·냉동에 따른 이스트 활성 보존 평가
- ㉓ 반죽 전처리 공정(냉동전 발효 유무, 성형유무 등)에 따른 냉동 저장 중 이스트 발효능 평가
- ㉔ 냉장·냉동에 따른 반죽 물성 최적화

마. 제4협동과제

- (1) 최종 연구목표 : 본 연구에서는 냉장·냉동 제과/제병/제빵용 생지의 가열특성을 분석하고 맞춤형 스마트 쿠키 알고리즘을 개발하며 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지에 적용한 스마트 쿠키 가전기기를 개발함.

(2) 연차별 목표

(가) 1차년도

- ① 제과용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키법 개발

- ㉠ 제과용 생지의 단기능 전자레인지 조리과정의 조리 품질 변화 인자 분석
- ㉡ 제과용 생지의 단기능 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발
- ㉢ 제과용 생지의 오븐 겸용 복합전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석
- ㉣ 제과용 생지의 스팀 겸용 복합전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석
- ㉤ 제과용 생지의 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발

(나) 2차년도

- ① 제병용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 최적 해동 방법 개발
 - ㉠ 제병용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 해동 품질 변화 인자 분석
 - ㉡ 제병용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 해동 성능 평가
 - ㉢ 제병용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 최적 해동 알고리즘 개발
 - ㉣ 제병용 냉동 생지의 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 해동 품질 변화 인자 분석
 - ㉤ 제병용 냉동 생지의 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 해동 성능 평가
 - ㉥ 제병용 냉동 생지의 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 최적 해동 알고리즘 개발

(다) 3차년도

- ① 제빵용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발
 - ㉠ 제빵용 생지의 단기능 전자레인지 조리과정의 조리 품질 변화 인자 분석
 - ㉡ 제빵용 생지의 단기능 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발
 - ㉢ 제빵용 생지의 오븐 겸용 복합전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석
 - ㉣ 제빵용 생지의 스팀 겸용 복합전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석
 - ㉤ 제빵용 생지의 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발

제 2 절 연구개발의 배경 및 필요성

1. 식품의 글로벌 트렌드 및 미래수요맞춤형 편의식품의 필요성

가. 식품 안전과 기능성 강화에 대한 소비자 요구가 높아지면서 새로운 식품에 대한 요구 또한 커지고 있으며, 식품 소비패턴의 다양화 및 현대화에 기인한 가공식품의 비율이 높아지고 있음. 아울러, 외식 산업이 활성화됨에 따라 선진국들은 식품산업의 중요성을 인식하고 세계의 주요 식품기업들은 급격한 시장 환경변화에 대응하고 고부가가치 창출을 위해 기업 자체의 R&D를 강화하고 있는 추세임.

나. 식품의 글로벌 트렌드는 즐거움, 건강, 운동, 편리성, 윤리의 5개 요소로 구분되며 각 요소의 세부적 내용은 아래의 표와 같음.

구분	트렌드	사례
건강 (Health)	의학, 치료 (Medical)	기능성 식품이나 건강기능식품과 같이 질병의 예방, 치료와 같은 기능을 강조한 식품
	천연 (Natural)	천연원료, 자연 그대로의 원료 등을 강조한 식품
	채식 (Vegetal)	채식 주의자를 위한 식품으로 식물성 뿐 아니라 다양한 기호를 만족시킬 수 있는 제품 개발
즐거움 (Pleasure)	교양 또는 세련 (Sophistication)	식품을 선택할 때 질적인 부분 즉 고급, 고기능, 브랜드 제품에 대한 선호가 높아지는 경향으로 소비의 고도화 또는 세련화
	이국적 (Exoticism)	제 3국이나 외국 식품에 대한 관심을 가지고 직접 체험
	오감의 다양성 (Variety of senses)	미각 뿐 아니라 식품을 통해 오감을 자극하고 즐거움을 느낄 수 있는 제품 개발
	즐거움 (Fun)	즐길 수 있는 재미를 부여한 식품으로 어린이 대상 식품에의 적용
운동 (Physical)	체중조절 (Slimness)	체중 조절에 도움이 되는 컨셉트 제품 개발
	미용, 먹는 화장품 (Cosmetics)	피부 미용을 비롯한 미용 효과를 얻을 수 있는 제품 개발
	에너지, 웰빙 (Energy, well-being)	삶의 활력 또는 에너지를 공급할 수 있는 제품 개발
편리 (Convenience)	시간 절약 (Time saving)	바쁜 현대인들의 시간을 절약할 수 있도록 바로 조리해서 섭취할 수 있는 즉석완제품 및 중간식품
	간편함 (Easy to handle)	가정에서 조리를 하기위해 세척하고 다듬는 시간을 절약할 수 있는 신선편의 제품 또는 용기나 포장이 사용하기 편하게 개발
윤리 (Ethics)	방목 (Nomadism)	자연에 방목한 동물로부터 생산된 원료를 바탕으로 만들어진 식품

환경 친화 (Ecology)	환경 친화적인 측면을 강조한 식품 소비 및 개발
연대, 결속 (Solidarity)	공정 거래, 지역 간의 결속 등 윤리적인 측면이 특별히 강조된 식품 소비 및 개발

- 다. 2011년 Food Technology는 전 세계적으로 핫 이슈가 되고 있는 식품 산업의 Top 10을 발표하였는데, 그 중에서도 가정에서 간편하게 조리해서 먹을 수 있는 홈메이드 시장에 주목을 하고 있음.
- 라. 소득 증가와 도시화 등 현대 소비자들의 생활패턴에 따른 즉석·편의 식품이 새로운 고부가가치 트렌드로 부상하고 있는데, 2007년 세계 편의식품 시장 규모는 1조 6000억 달러 수준임.



하루에 3번 편의식품
집에서 먹는 편의식품, 반조리식품

- 라. 특히 노인 및 독신가구 증가 등 인구구조의 변화와 생활양식의 변화 등도 즉석·편의 식품을 빠르게 성장시키는 한 요인으로 작용하고 있어 주식 소비에서 즉석에서 간편하게 요리할 수 있는 냉동, 냉장, 편의 식품 시장이 급격히 커지고 있고 개인별 기호 다양화에 따른 기능별 제품 시장도 증가되고 있음.
- 마. 급속도로 발전되는 사회 흐름에 따라 맞벌이부부, 독신자와 같은 다수의 소비자층들은 식품섭취의 간편화, 시간절약 등을 위해 신선편의식품, 완전조리식품을 구매하는 추세가 점차 증가하고, 경제적 여유가 늘어남에 따라 식품 선택 시 편의성, 건강지향성, 안전성, 고품질 등을 보다 중요시 여기게 되었으며, 식품산업분야에서도 이러한 독신 세대 및 한 세대로 구성된 핵가족의 증가에 따라 조리과정의 간편성을 충족시켜 향후 기대되는 간편 식품 시장의 성장에 대비해야 함.
- 바. 주 5일제가 본격적으로 시작되면서 주말을 야외에서 즐기려는 인구의 증가로 즉석식품의 매출이 30-40%이상 늘 것으로 전망되며, 수요 창출을 위한 제품 개발 및 판촉 경쟁이 예상됨. 즉석식품은 외식비용보다 저렴하여 비용 절감의 효과와 간편한 조리방법의 장점을 가짐. 전반적인 사회 소비 형태와 수요에 맞게 즉석 섭취가 가능하도록 오븐, 전자레인지 를 이용하여 손쉽게 조리할 수 있는 즉석제품형태로의 가공공정이 필요함.
- 사. 또한 현재 소비자들은 단순히 완성된 제품을 구매하여 취식하는 것에서 벗어나 가정에서 간단한 조리를 통하여 직접 만들어 먹는 재미를 추구하는 경향이 증가하고 있으며, 최근 국내에서도 소득 수준이 향상됨에 따라 오븐의 보급률이 확대되고 복합오븐, 전자레인지를 보유한 가정이 많아짐에 따라 이러한 신종 조리 기구를 이용하여 기존에 접해보지 못

했던 새로운 형태의 식품 소비를 통해 편리와 즐거움을 얻으려는 경향이 증가하고 있음.

- 아. 이러한 예로서 냉장·냉동 곡류가공 식품은 미래 수요가 증가될 것으로 예상되는 편의식품의 대표군으로 기대되고 있음. 하지만, 국내 일부 냉동생지 등의 냉장·냉동 곡류가공 식품이 판매되고 있으나 그 규모는 미미하고 소비자들이 쉽게 구매할 수 있는 체계가 갖추어지지 않은 상태이며, 주로 프랜차이즈 베이커리 업계의 자체 수요를 감당하기 위한 것으로 발전했을 뿐, 유통단계를 통한 직접 판매용 제품은 일부 수입품 등에 한정되어 있음.
- 자. 또한 프랜차이즈용 제빵 생지 이외에 다양한 종류의 냉장·냉동 곡류가공품이 개발되어 있지 않아 즉석섭취식품, 반조리식품 등 다양한 요구를 가지고 있는 소비자의 기대에 부응하지 못하고 있는 형편임.

2. 냉장·냉동 즉석섭취 편의식품 개발을 통한 곡류 가공식품 미래시장의 확대

- 가. 곡류 가공식품의 종류는 밥류, 면류, 떡류, 죽류, 빵류, 과자류, 주류, 장류, 음료류, 전분류, 유지류, 발아곡류 등이 있으며 밥류, 면류 등을 비롯한 많은 제품군들에서의 경쟁이 매우 치열함.
- 나. 이들 중 냉장·냉동 즉석섭취 및 편의식품에 적합한 곡류 가공식품을 선택하여 연구를 집중할 필요가 있는데, 면류의 경우에는 이미 국내에 품질이 우수한 냉동 짜장, 냉동 스파게티 등이 많이 출시되어 있으며 죽류의 경우에는 시판되고 있는 상온유통 레토르트 죽이 품질 면에서 매우 우수함.

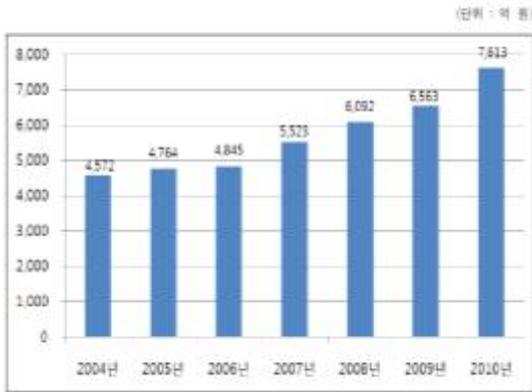
다. 결론적으로 제품의 시장이 매우 크지만 국내 기술 수준이 낮아 글로벌 기술 수준을 추격해야 하는 제품군과 글로벌 기술의 선도를 통하여 시장을 확대할 수 있는 제품군을 본 연구에서 선정하는 것이 바람직한데, 빵류(냉동 생지, 냉동 크로아상, 냉동 시나몬롤, 냉동 피자, 냉동 비스킷 등) 및 과자류(냉장 쿠키, 비스킷



등)의 분야는 식품의 품질유지와 기호성 측면에서 냉장 및 냉동제품의 개발이 필요하다고 판단되며 이들 제품군은 글로벌 시장이 매우 크지만 아직 국내에 시장을 크게 형성할 만한 제품이 존재하고 있지 않아 빠른 시간 내에 글로벌 기술 수준을 추격해야 할 필요가 있음.

- 라. 또한 떡류(냉동 떡 등)의 경우에는 냉동 떡 제품이 품질유지와 기호성 측면에서 많은 기회요인을 가지고 있다고 판단되며, 이 분야의 기술 개발을 통하여 글로벌 기술을 선도하고 관련 제품 시장을 확대할 수 있을 것으로 생각됨.
- 마. 제빵산업은 크게 양산빵 업체와 프랜차이즈 베이커리 업체로 나뉘는데 2010년 제빵시장 규모는 전년대비 약 7% 성장한 3조 5000억 원 정도임. 양산빵이란 공장에서 대량으로 기

제작업을 통해 생산한 빵으로 일반 슈퍼마켓, 편의점, 할인점에서 판매하는 빵을 말하며, 양산빵 시장규모는 2010년 전년대비 약 16%가 성장한 약 7,600억 원 규모이며 매년 성장하는 추세임. 최근 제빵업계는 인스��어 베이커리라는 대형할인점 내 빵집에서 가격 및 품질이 우수한 빵을 선호하고 있음. 이렇게 제과, 제빵 업계는 계속해서 성장하는 양상을 보임.

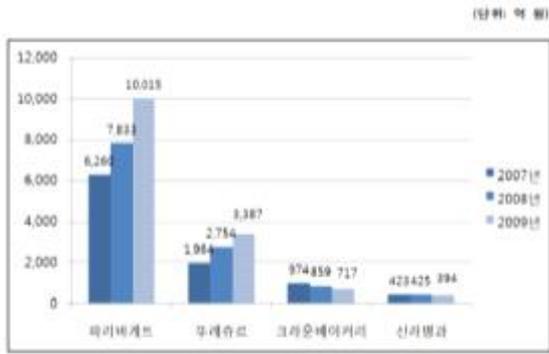


<양산빵 산업 매출액>

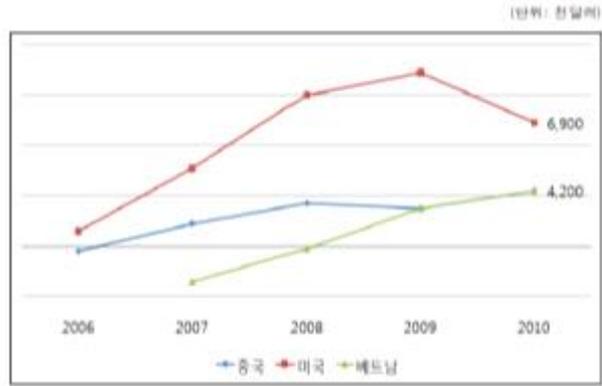
회사명	상호	점장 수
롯데브랜제리	보네스베(백화점, 마트, SSM 포함)	139
조선호텔베이커리	데이앤데이(이마트)	193
	이데이앤데이(SSM)	16
이피제분당제리	이피제분당제리(홈플러스, SSM 포함)	315

<인스��어 베이커리 현황-대한제과협회(2011)>

- 바. 베이커리 시장에서 프랜차이즈업계는 매년 20%가 넘는 높은 성장을 유지하고 있으며 시장 점유율 69%의 1위 기업인 과리바게트의 경우 2009년 1조 15억 원의 매출을 기록하고 있으며 푸레쥬르의 경우 3400억 원의 매출을 기록함. 또한 이러한 프랜차이즈 베이커리 업체는 인도, 중국, 미국, 베트남 등 해외로도 진출하고 있으며 세계에서 좋은 평가를 받으며 계속 발전하려는 경향을 보임.
- 사. 앞으로 곡류가공품 중 제과, 제빵에 대한 수요는 늘어 날 것으로 생각되며 프랜차이즈 베이커리 및 in-store 베이커리에 대한 수요를 냉장·냉동 곡류 가공식품으로 전환할 수 있는 다양한 가공식품의 개발과 상품화가 필요하며 해외로도 수출 할 수 있는 길을 모색하여야 함.
- 아. 또한, in-store 베이커리 제품은 원·부재료 값 상승, 유가변동, 환율 상승 등의 이유로 제품가격이 매년 오르는 추세를 보이고 있는데, 이에 관련된 기술수준이 앞선 선진국의 냉장·냉동 베이커리 제품이 국내에 FTA 등으로 저렴하게 공급된다면 국내에서도 이러한 냉장·냉동 베이커리 제품에 대한 관심이 늘어날 것이며, 국내 시장에 수입 제품이 시장을 선점하게 되고 급속한 확산을 이룰 것으로 생각됨.

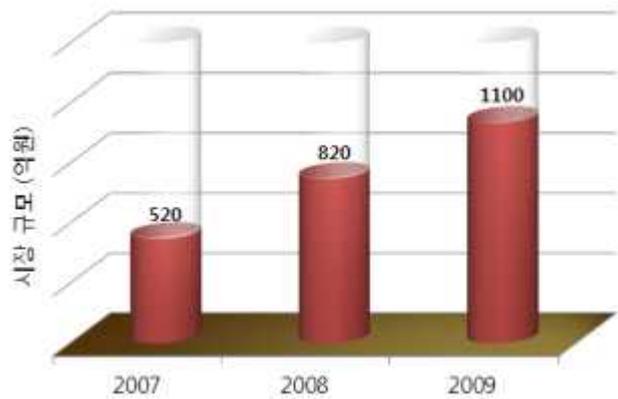


<프랜차이즈 베이커리 4개사 매출액 추이-농수축산신문(2010년)>



<프랜차이즈 M사의 해외 매출동향-기업 설문조사(2011년)>

자. 최근 각종 식품이물사건, 멜라민 과동 등이 발생하면서 소비자들이 보다 안전한 식품을 저렴하게 직접 만들어 먹는 프리믹스 시장이 급성장하기 시작함. 가정용 프리믹스 중 튀김가루, 부침가루가 차지하는 비율이 예전에는 높았으나, 최근에는 호떡믹스와 같은 간식용 프리믹스 제품이 다양해지면서 연평균 25.9%의 고성장을 거듭하고 있음. 특히 호떡용 믹스는 2008년도에 비하여 2009년도



<국내 프리믹스 시장의 성장 추세>

171% 판매량이 증가하였으며, 핫케익믹스와 오븐용 믹스제품도 각각 68%와 46%씩 성장함(식품정보원, 2010). 국내 홈메이드믹스 시장은 경제 불황 및 고물가시대에 소비자의 수요가 증가하고 있는데, 이에 따라 특히 가정에서 손쉽게 요리할 수 있도록 곡류가루에 설탕, 버터 등을 배합한 분말 제품인 프리믹스 매출이 증가하고 있음.



<프리 믹스 제품류>

차. 즉석 섭취 편의식품은 생산량 기준 국민 다소비 식품 3순위에 들만큼(2009년 기준) 보편화된 식품군이므로 앞으로 국내에서는 프리믹스보다 즉석섭취가 가능하거나 더욱 쉽게 조리해 먹을 수 있는 제품시장이 급속히 증가할 것으로 예상되며 냉장·냉동 빵류, 과자류, 떡류 제품은 소비자의 기호성을 충족시켜 줄 수 있으므로 이러한 트렌드에 가장 적합한 제품군으로 판단되므로 이를 위한 기술을 신속히 개발하는 것이 필요함.

카. 냉장·냉동 생지는 곡류분말을 사용하여 만든 반죽상태 또는 일정한 가공 공정을 거쳐 냉장·동결한 후 필요할 때 해동하여 재가공 후 가열을 통하여 구워내는 제품을 일컫음. 따라서 오랜 준비 과정이 필요 없고, 운송시간 및 운송 부피 등이 절감되어 점포뿐만 아니라 소비자가 집에서 직접 조리하여 기호성을 극대화하여 이용할 수 있는 편의성을 가지고 있음.

타. 냉장·냉동 반죽은 1945년 미국에서 처음 만들어지기 시작했고, 우리나라는 70년대 말 일본으로부터 처음 소개되어, 90년대 이후로 미국, 유럽 등 세계각지에서 기술을 수입하여 현재 베이커리 산업에 큰 발전을 가지고 왔음.

파. 선진국에서는 냉장-냉동이 가능한 즉석 곡류 가공식품이 발달하여 확대되고 있는 상황이며 미국 필스버리사의 냉동-냉장 베이커리 연간 매출액은 16억 달러, 일본 냉동 빵 시장 규모는 연간 약 1410억 엔으로 예상되나 우리나라의 경우 냉동 빵 매출이 약 50억 원 수준으로 예상된다.



<미국 Pillsbury 사의 제품 Cinnamon roll, Crescent>

하. 덴마크의 ‘란트만넨 유네베이크’는 총매출 1조 4천억 원(2010년 기준) 연간 생산량 47만톤 규모의 유럽 최대의 냉동빵 회사임. 전 세계 31개의 직영 공장을 가지고 있으며, 패스트푸드, 레스토랑, 커피숍 슈퍼마켓 등에 냉동빵을 공급하고 있음(국내 롯데리아, 피자헛, KFC등에 냉동빵 공급). 매년 150개 이상의 신제품이 출시될 만큼 다양하고 전문적인 냉동빵 회사임.



<냉동생지 제조업체 덴마크 ‘Lantmannen Unibake’사의 제품군>

가. 일본 아지노모토 냉동식품은 2010년 냉동빵 제품을 출시하였으며 가격은 일반 빵과 비슷한 수준임. 전자레인지로 이용하는 방법과 상온에서 해동하는 방법 등이 있음. 독신 남녀의 증가, 식습관 변화 등으로 인하여 냉동빵 시장의 지속적으로 성장하고 있음.

나. 국내에선 프랜차이즈 베이커리의 중앙공급시스템의 약점인 빵 제품류의 신선도, 효율성, 기술 인력의 노무환경 등의 문제를 해결할 방법으로 냉동생지를 이용한 take off 시스템이 요구되었고, 그에 따른 기술개발이 주를 이룸. 이처럼 국내 냉장, 냉동 생지의 발전은 주로 프랜차이즈 베이커리업체나 인스토어 베이커리 중심으로 기술이 발전하였고 국외의 간편한 형태로 소비자에게 공급되는 사업은 거의 진행되지 않고 있는 상황임.



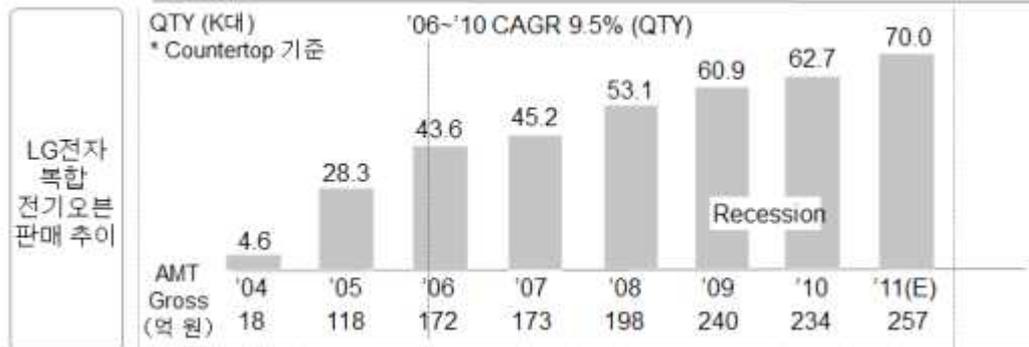
<아지노모토 냉동빵 제품군>

- 다. 빵의 유통기한은 제조 후 노화의 문제가 있어 바로 섭취하지 않고 보관 시에는 품질이 떨어지는 문제가 있으므로 공장에서 만들어진 완제품은 4~5일, 매장에서 굽는 빵 제품은 당일로 짧으나 냉동생지 제품은 이스트 투입제품은 45일, 미투입제품은 90일, 쿠키류는 120일로 반품률이 낮아 생산원가에 반품률을 반영하지 않음. 이러한 점을 미루어 봤을 때 냉장·냉동 생지제품은 경제적 효율성이 있음.
- 라. 결론적으로 국내에 아직 미개척 분야로 남아 있는 냉장·냉동 제과, 제빵 생지 및 완제품은 소비자의 기호성을 충족시키고 저장성 증가에 따른 경제적 효율성을 가진 곡류가공 제품군으로 국내 시장을 확대할 수 있으므로 선진국에 비하여 뒤떨어져 있는 기술을 전략적 개발을 통하여 추격할 필요가 있다고 판단됨.

3. 냉장·냉동 즉석섭취 편의식품 시장의 미래수요 증대 여건 성숙

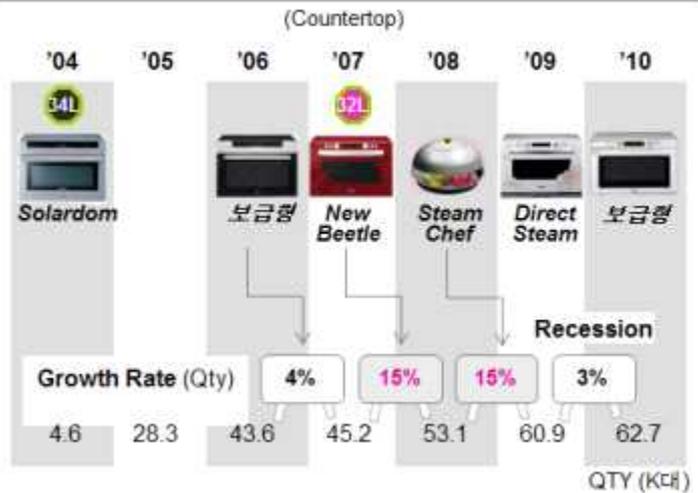
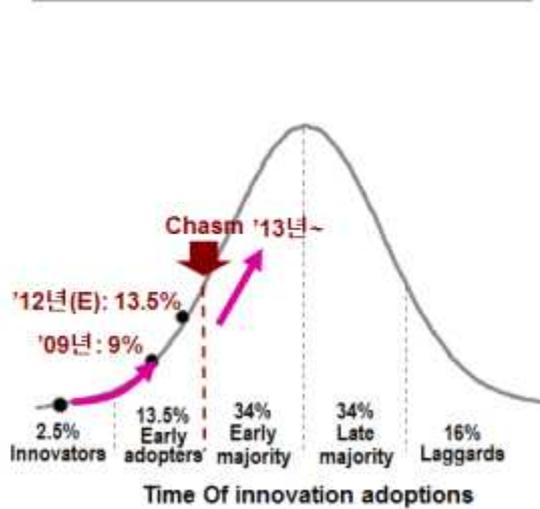
- 가. 국내의 가전기술이 세계 최고 수준으로 올라섬에 따라 기존의 가스레인지 중심의 조리방법 이외에 새로운 가열기구들의 보급이 최근 들어 급속히 확대되고 있는 추세임. 국내 대부분의 가정에 가스레인지 이외에 전자레인지가 보급되어 있으며 최근 들어 특히, 젊은 층 가정, 중산층 가정, 해외경험이 있는 가정을 중심으로 오븐의 보급도 활발히 증대되고 있음.
- 나. 식품산업의 변화는 오븐, 전자레인지 등 조리용 가전제품과 냉장고 등 저장용 가전제품의 기술과 같이 변화하여 왔는데, 냉장, 냉동고의 보급으로 냉동식품의 다양화가 이루어져있고 현재 국내 가정의 전자레인지 보급률은 92% 이상이며 가정용 가스 및 전기오븐의 높은 보급률은 가스·전기오븐의 대중화 시대를 대비한 제품 개발이 필요함을 보여줌.
- 다. 오븐겸용 복합전자레인지의 오븐기능은 서양 조리방법에 더 적합하도록 설계되어 있기 때문에 한국 식문화에선 필수 가전은 아니지만, 최근 20~30대 신세대의 제과/제빵 등 homemade로 요리하고자 하는 수요 증가 및 서구 식생활을 접한 여성의 출산이 본격화됨에 따라 그 시장 규모가 지속적으로 성장하고 있음.

	90년대 초반	90년대 후반	00년대 초반	00년대 후반	'11~
사회 이슈	해외여행 자유화	어학연수 시작	어학연수 및 해외유학 본격화		오븐 문화 지속 경험
식문화 변화	해외 대학 유학생 수	26만 명	29만 명	40만 명	
	1인당 연간 치즈 소비량	0.3kg	0.57kg	0.93kg	
		오븐 문화 경험 1세대		오븐 1세대 결혼/출산	확장 가속화



복합 전기 오븐 보급률 및 Status

한국 전기 오븐 라인업 History & 성장률



4. 냉장·냉동 즉석섭취 편의식품 맞춤형 스마트 쿠킹의 실현 가능성

가. 단기능 전자레인지만 판매되던 한국 시장에 2004년 LG전자는 오븐기능과 전자레인지 기능이 합쳐진 오븐겸용 복합전자레인지를 출시하였고 이어서 2007년에 오븐기능/전자레인지기능과 함께 스팀기능이 복합된 스팀겸용 전자레인지를 출시하여 국내 전자레인지 시장을 선도하고 있음.

나. 2006년 광파오븐·스팀오븐이 출시되며 형성되기 시작한 전기복합오븐 시장은 현재에도 성장세를 이루고 있음. 오븐과 그릴, 전자레인지의 'All in one(올인원)' 제품으로 작동도 간편해 요리를 처음 시작하는 초보자에게도 적합한 조리기구가 출시됨. 그릴히터의 복사열을 이용한 그릴 요리 시에는 요리를 턴테이블 방식으로 회전시켜 골고루 익힐 수 있으며 컨벡션 오븐으로 사용할 때는 상히터와 후히터의 열을 컨벡션 팬으로 강제 순환시켜

오븐 내부를 단시간에 효율적으로 가열할 수 있다는 장점을 지녀 매우 효율적임. 아울러 900 W의 고출력 전자레인지 기능으로 간편하게 조리, 해동이 가능함. 스팀 오븐의 경우 섭씨 300°C까지 가열된 미세 증기 입자로 음식물을 익혀 수증기 덕분에 음식물 내부가 촉촉하고 겉이 타지 않도록 하여 곡류 가공식품의 경우 촉촉한 조직감을 유지할 수 있는 기능을 탑재되어 있음. 광파오븐의 경우 원적외선을 발생해 전자 파장이 포함된 열과 빛으로 음식을 조리하여 예열이 필요 없고 조리 시간이 짧음. 5분만에 오븐 내부의 온도를 300°C까지 올리는 것이 가능하며 일반 가스오븐에 비해 조리 시간이 3분의 1 수준으로 수분 증발이 덜 일어나 고유의 조직감을 유지하는데 매우 좋음.

- 다. 이와 같은 다양한 방식의 오븐을 적용시킨 복합형 조리기구는 즉석섭취 편의식품을 대중화하기에 좋은 밑바탕이 되며, 계속적으로 높아지는 가정 내의 복합형 조리기구 보급률은 즉석 섭취 편의식품 시장의 확장 및 성장을 가져올 것으로 기대됨.
- 라. 하지만 국내에서 오븐 및 오븐겸용 복합전자레인지에 조리하는 요리는 대부분 농축수산물 원재료를 요리하는 것으로 재료 준비가 많이 들고 불편하여 이러한 최신형 조리 기구를 보유하고 있더라도 활발히 이용하지 못하는 문제를 가지고 있음. 뿐만 아니라, 서양 요리에 적합한 오븐 및 오븐겸용 복합전자레인지의 조리방법 및 조리조건에 익숙하지 않은 소비자들이 많아 조리 품질에 대한 소비자 만족도가 떨어지는 문제가 있음.
- 마. 이에 따라 시중에서 쉽게 구할 수 있는 오븐 적합형 즉석 편의 식품들이 다양하게 개발되고 오븐 및 오븐겸용 복합전자레인지의 제품 맞춤형 스마트 쿡킹 방법의 개발이 절실하게 요구되고 있음.
- 바. 앞으로 다양한 오븐 적합형 편의식품들이 개발된다면 제품 맞춤형 스마트 쿡킹 방법을 적용하여 소비자가 요구하는 편의성과 기호성을 만족시킬 수 있을 것으로 판단되며, 결과적으로 즉석편의 가공식품 산업과 국내 가전 산업이 동반 성장할 것으로 예상되며, 글로벌 수준의 제품 및 기술이 개발될 것으로 생각됨.

5. 기술추격형 냉장·냉동 베이커리 가공식품 기술 개발의 필요성

- 가. 냉동식품은 영하 40도 이하에서 급랭한 식품으로 맛과 향을 최대한 간직할 수 있고 열처리 방식을 거치지 않아 영양소 파괴도 적은 것이 특징임. 또한 첨가물이 들어가지 않아도 수주에서 수개월간 장기 보관할 수 있는 장점이 있음. 이러한 냉동식품의 여러 장점을 냉장·냉동 베이커리에 적용하고 있지만, 해동과정의 번거로움, 제품 노화 등의 단점을 최대한으로 축소하고 간편화하여 소비자에게 신선한 빵의 품질을 그대로 재현해낼 수 있어야 하는 어려움이 항상 존재함.
- 나. 2009년 일본 냉동빵 시장 규모는 약 1400억 엔 정도로 매년 성장세를 보이고 있음. 현재 우리나라의 냉동식품이 식생활에 차지하는 비중은 매우 미미한 상황에서 큰 성장을 이루고 가고 있음. 그러나 대부분이 면류가 대부분을 차지함. 곡류 냉동 완제품은 일부 업체에 의해 생산되고 있을 뿐 그 규모가 작음. 냉동빵은 ‘과리바게뜨’ 나 ‘기린’ 등이 냉동빵을 선보였으나 인식부족 및 번거로움으로 제품에 대한 선호도는 낮았음.
- 다. 국내에서 냉동생지에 대해 큰 관심을 갖게 된 요인은 프렌차이즈 베이커리라 할 수 있으며 완성빵 공급의 약점인 빵류의 신선도, 효율성, 노무환경 등의 문제를 해결하기 위함임.
- 마. 냉동생지 시장을 선도하고 있는 국내 기업 중의 하나인 ‘서울식품’은 냉동생지사업에 공격적인 투자를 바탕으로 냉동생지 업계를 선도하고 있으며 지속적인 수출 및 내수판매로

2010년 냉동생지 매출 신장률은 전년대비 33%로 지속적인 발전을 이루고 있음. 1990년대 부터 뚜레쥬르는 모든 빵을 100% 냉동생지로 생산하였으며 많은 인스토어 베이커리는 대규모 베이커리 공장을 확보하고 냉동생지를 각 매장에 공급하고 있음.

- 바. 국내 냉동생지 제조 기업은 국외기업에 비해 규모가 매우 작고 냉동 베이커리에서 전문성을 띠고 있지 않으며 냉동식품과 베이커리 완제품을 파는 동시에 냉동생지를 판매하고 있음. 그러므로 냉동생지 종류가 많지 않고 매우 제한적인 제품군을 나타내며, 대기업이 운영하는 프랜차이즈 빵 업체에 납품을 위한 냉동 베이커리 제품이 대부분을 차지함.



<냉동식품 제조업체 '그린식품'사의 냉동생지 제품군>

- 사. 이러한 프랜차이즈 업체를 위한 냉장·냉동 베이커리 제품을 제외하고 일반 소비자에게 직접적으로 판매되고 있는 제품은 몇몇 중소기업에 불과하며 이런 제품들 또한 다양하지 않아 소비자에게 잘 알려져 있지 않음.
- 아. 최근 국내에서 프리믹스, home meal replacement 등의 성장은 집에서 간편하게 조리하여 먹는 제품에 대한 수요가 증가하고 있다는 것을 의미하며 이러한 상황에서 2012년 한·미 FTA 발효 및 한·EU FTA 등으로 선진국이 기술을 주도하고 있는 식품들이 국내 시장으로 밀려들어올 예정임.
- 자. 단순히 제품을 구매해서 먹는 방식에서 직접 제품을 만들어 먹고 직접 체험해 볼 수 있는 홈메이드 제품이 크게 발전하고 있는 상황에서 이를 더 간단한 방법으로 만들 수 있는 것은 매우 중요함. 현재 우리 시장에는 믹스류 제품이 주를 이루고 있는데 이는 제품의 표준화가 될 수 없고 번거로운 과정이 존재함. 국외에는 이미 많은 종류의 냉동상태에서 유통되어 꺼내서 바로 오븐에 구울 수 있는 방식의 제품이 판매되고 있음. 이와 같은 제품이 국내로 들어올 경우 기존의 믹스류 홈메이드 식품의 외면과 시장에서 국외제품의 독점현상이 발생할 수 있음.
- 차. 현재 우리나라의 냉동빵은 온라인 쇼핑몰과 코스트코에서 주로 판매되고 있음. 미국계 회원제 창고형 할인매장인 코스트코는 2011년 매출이 2조863억 원에 이를 만큼 거대한 기업으로 성장함. 또한 한·미 FTA의 발효로 인해 제품이 가격경쟁력을 가질 수 있음. 실제로 국내 식자재 업체의 머핀 1개의 공급가격은 1000원 정도인 데에 비해 코스트코 머핀은 666원으로 33% 저렴함. 이로 인해 국내 커피 전문점의 머핀의 대부분이 코스트코 머핀으로 판매되고 있음. 이러한 현재 상황을 미루어봤을 때 냉동빵과 같은 곡류가공식품 또한 외국계 제품으로 시장을 선점 당할 수 있는 상황임. 외국의 선진화된 냉동빵 기술과 유통망을 통한 곡류 가공 완제품류의 국내수입을 국내 가공기술과 제품으로 대체해야 할 필요가 있음.
- 카. 온라인 쇼핑몰에서 판매되는 냉동빵은 삼립식품의 제품으로 대부분 한정되어 있음. 냉동생지에 비해 제품의 다양성이 떨어지고 생산하는 업체 또한 소수에 불과함. 홈베이커리에 대한 수요가 증가하고 있는 상황에서 냉동빵의 기술 연구 및 제품개발이 필요함.



<PEPPERIDGE FARM 냉동빵 제품군>

다. 냉장·냉동 빵생지, 냉동 생지 (냉동 크로아상, 냉동 시나몬롤, 냉동 피자 등) 및 과자생지 (냉장 쿠키, 비스킷 등)는 미국 및 유럽에서 이미 기술이 완성도에 도달한 분야이며 품질과 기호성 측면에서 소비자를 충분히 만족시키고 있으므로 미래의 국내 시장은 이들 국가로부터 수입된 제품으로 선점될 가능성이 있으므로 빠른 속도로 관련 분야의 기술을 추격하여 이러한 선진국 제품들이 시장을 선점하기 전 경쟁할 수 있는 제품을 개발해야 할 필요가 있음. 이에 비해 현재 국내 제품은 종류가 많지 않고 대형화된 제조시설을 보유하고 있지 않으므로 이에 대한 연구가 매우 시급함.



<삼립식품-오븐스마일 제품>

파. 또한 전자레인지, 오븐, 오븐겸용 복합전자레인지 등의 보급으로 가정 내 오븐 및 소형 조리기기의 보유율이 늘어나고 있는 상황에서 앞으로 이러한 제품의 수요는 더욱 늘어날 것으로 예상되므로 관련 기술을 빠르게 추격하여 국내산 경쟁 제품을 빠른 시간 내에 생산하고 국내 시장을 방어 및 선도할 필요가 있음.

하. 이러한 기술 추격과 더불어 수입산 냉장·냉동 베이커리 제품을 대체할 한국형 제품을 개발할 필요성이 있음. 최근 보리, 현미, 호밀, 호두 고구마 등 건강지향성 소재들뿐만 아니라 유산균, 비타민, 각종 무기질을 강화한 고급제품의 필요성이 대두되고 있음.

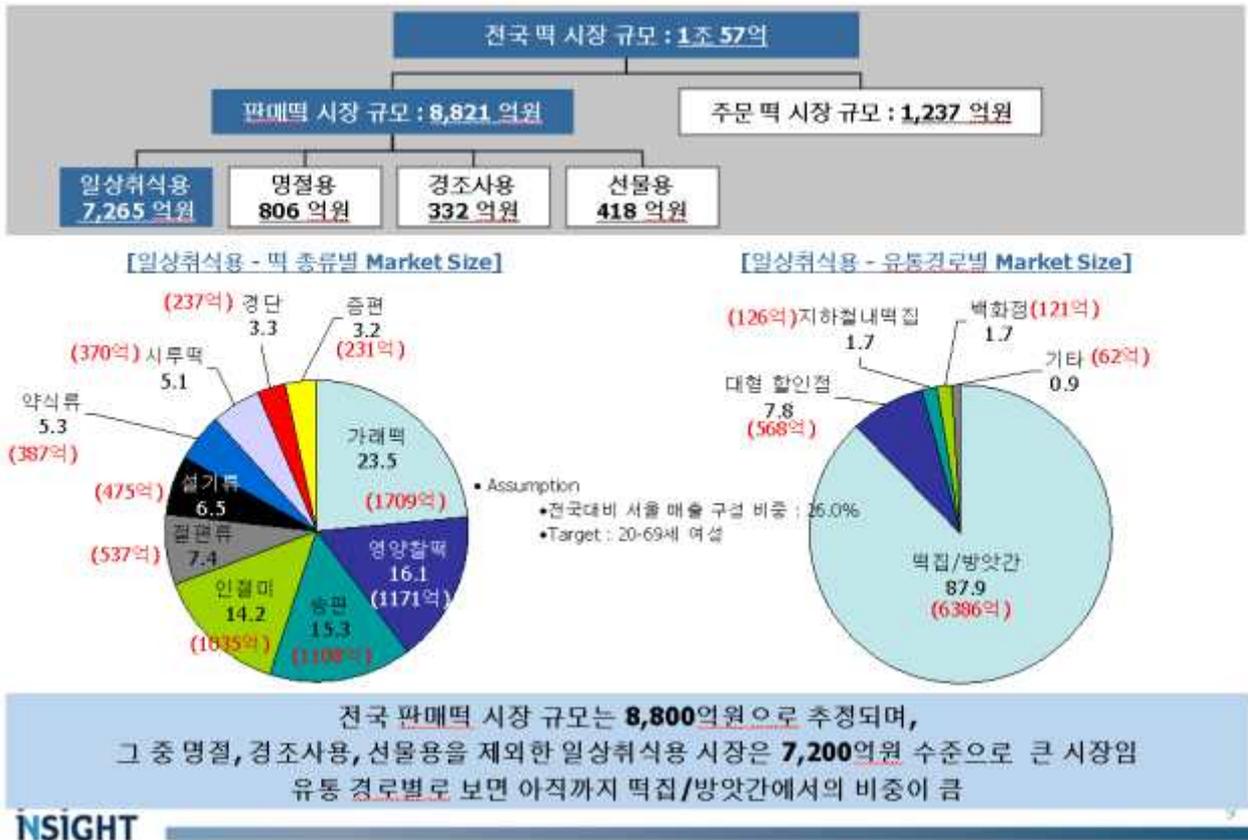
가. 식품안전과 관련된 사건, 수입 원료에 대한 불신 이후 소비자들의 식품안전 의식이 크게 늘어남에 따라 식품안전 및 안심 트렌드에 맞는 우리쌀, 우리밀 등 국내산 농산물 및 지역 특산물의 사용으로 제품의 고급화 및 다양한 소비자의 요구를 충족시켜야 함.

6. 기술선도형(수출형) 냉동 떡가공 기술 개발의 필요성

가. 현재 국내에 떡을 만드는 곳은 등록업체만 1만 8000여 곳이고 등록되지 않은 떡집까지 합하면 전국적으로 3만여 곳에 이를 것으로 추정됨. 국내 떡 시장은 정확한 시장규모는 알려져 있지 않지만, 대략 1조원 시장으로 보이며, 그중 일상 취식형의 일반 떡은 7천억

원 규모로 보이고 있으나, 대부분 인근의 떡집에서의 구매와 냉동 떡이 주를 이루고 있는 실정임. 또한 국내에서 쌀가루를 이용한 떡용 쌀가루 및 상기의 제품과 같은 premix용 떡가루는 최근 쌀가루 공급과 더불어 제품이 출시되고 있는 실정이나, 모두 직접 반죽을 하여 찌서 먹어야 하는 조리의 불편함이 있음.

나. 떡은 저장성이 개선되어 향토성을 살린 제품과 떡볶이 연구소와 함께 떡볶이가 관심을 갖게 되면서 비교적 활발하게 판매되고 있으며 경기도에 웰빙떡클러스터 사업을 지원받게 되어 새로운 시설이 구축되어 떡이 제조업으로 활성화되고 있음(영광의 모싯잎 송편, 화성시 정남농협 등).



다. 일본은 떡 냉동기술 분야에서 노화 지연, 냉동 떡 제조 기술에 관련한 세계 최고의 기술을 보유하고 있으며 일본의 떡 시장은 연간 5조 원 규모에 달함. 일본은 찹쌀을 주재료로 하여 썩, 도토리, 고구마, 팥 등을 첨가하여 만드는 것이 특징이며 편의점에서도 구매가 손쉽게 이루어지고 매우 대중화 되어 있음. 일본의 쌀을 재료로 한 냉동 모찌(떡)는 종류가 매우 다양하며 조리법 또한 철판구이, 오코노미야키, 나베 등 다양한 방법이 소개됨.

라. 일본의 떡은 쌀 또는 곡물을 주식으로 하는 동남아 국가에서 크게 거부감이 없이 판매되고 있으며 전자레인지나 팬에 구워 먹을 수 있는 간편하고 건강하게 먹을 수 있다는 편리성을 광고함. 서양에서도 뉴욕, 시카고, 텍사스 등 미국 주요도시와 캐나다 밴쿠버, 토론토 등 200여 곳의 대형마트에서도 판매 중이며 유통기한 한계점을 위해 급속 냉동 기술을 도입하여 해외시장으로의 진출 여건을 마련함.



<필리핀, Biko 사>

<Chinatown Food Corporation>

다. 국내 떡 산업의 가장 큰 애로사항은 떡의 유효기간이 1일에 불과하다는 점이며, 이 문제를 해결하기 위한 저장성 향상 기술 및 유통 기술 개발이 가장 필요함. 이러한 저장 및 유통 한계를 극복하기 위하여 국내에서는 많은 연구가 진행되어 왔는데, 대표적인 예로 농진청에서는 ‘굳지 않는 떡’을 제조하는 기술을 개발하였으며 노화억제 기술, 달라붙지 않는 떡, 떡 컵케이크 등의 기술 및 제품 개발이 되어 왔음.

바. 냉동 떡 기술은 떡의 산업화에 있어 중요한 요소이며 평균 1~2일에 지나지 않는 떡의 유통기한을 최대 12개월까지 연장할 수 있음. 국내에서 2003년 냉동 떡 기술 개발시작, 2007년부터 경기미로 만든 떡을 일본에 수출하기 시작함(시장 규모 42만 7천불, 수출량 51톤). 수출된 냉동 떡은 일본현지에서 냉동(-18°C) 상태로 유통이 되어 판매에서는 이를 해동한 후 재포장 하여 판매함.



사. 2011년 한국식품연구원 산업진흥연구본부 연구팀은 ‘수출전략형 전통 쌀 가공기술 고도화 및 가공식품 개발’ 연구를 수행하여 외국인의 입맛에 적합한 수출형 쌀 가공제품을 개발함. 냉동 공정에서 떡 표면에 균열 형상을 방지할 수 있는 기술 개발과 효소와 감류제를 첨가하여 떡의 물성을 개선함.

아. 국내의 떡 프랜차이즈 업체는 미리 썬 냉동 떡을 해동하거나 다시 썬 방식으로 소비자에게 떡을 제공하는 방식을 채택하고 있음. 냉동 떡 기술은 2003년부터 떡 관련 제품의 상품화를 할 수 있는 단계에 이르렀으며 유통기한을 12개월로 연장시키고도 상온에서 자연 해동시키거나 전자레인지에 데워서 먹으면 방금 만든 떡의 맛을 느낄 수 있는 기술을 개발해 오고 있음.

자. 냉동떡 기술의 발전은 장기적으로 안정적 수요 확대를 위한 해외시장 개척에 반드시 필요한 기술이며 한정된 국내 시장을 벗어나 장기적으로 해외시장을 개척하고 국내의 시장 상황을 안정시킬 수 있음.

차. 일반적인 냉동 떡 조리방법으로는 필요한 양만큼 한 개씩 꺼내어 상온에서 20분 동안 두거나 전자레인지로 30초 해동하여 제공하는데 현재까지 대부분의 냉동떡은 해동해서 즉석 섭취하는 단순한 방법을 채택하고 있으므로 기술개발을 통하여 신개념의 떡 제품 개발을 통한 떡 산업 활성화 및 수출 진흥을 촉진할 수 있는 전략이 필요함.

카. 이러한 일환으로 국내산 농산물로 제조한 떡류의 수요가 늘어나고 있는 점을 신개념의 떡 제품 개발 시 반영하며, 유통과정에서 냉동 떡의 장기보존성·상업성을 확보하기 위해 식품첨가물을 사용하고 있는 현실을 지양하는 새로운 방법이 모색되어야 함.

- 타. 또한 우리 떡을 ‘오리엔탈 디저트’로 개발하여 세계 디저트 시장을 공략할 수 있는 전략 수립이 필요하며, 고칼로리 디저트 메뉴인 케이크, 아이스크림, 초콜릿 대신 건강에도 도움이 되고 영양도 풍부한 프리미엄 디저트로 개발할 수 있음(* 초콜릿 505 kcal, 케이크 (치즈 321 kcal, 파운드 404 kcal), 초코칩 쿠키 514 kcal, 치즈 샌드 490 kcal, 증편 177 kcal, 꿀떡 215 kcal, 인절미 217 kcal, 백설기 234 kcal (100 g당 열량)).
- 파. 웰빙 트렌드에 맞춰 밀가루로 조리된 빵, 케이크보다 쌀로 만든 음식이 더 건강하다는 인식이 높고 한식 세계화가 활발히 진행됨으로써 한국 식문화에 대한 외국 고객의 기대가 점점 높아짐에 따라 냉동 떡 제품 수출 성공 가능성이 높아지고 있음.
- 하. 특히, 전통적인 떡 요리의 준비 과정이 복잡하여 조리법이 간편한 냉동 떡의 개발 요구가 증가하고 있으므로 전자레인지, 오븐, 오븐겸용 복합전자레인지와 같은 서양에서도 친숙하게 조리가 가능한 냉동 떡 식품을 개발하면 국내 기술로 가전제품 및 떡 제품의 동반 수출을 주도할 수 있을 것이라 판단됨.

제 3 절 연구개발의 범위

1. 연구사업단의 역할

가. 본 연구의 최종목표는 최근 글로벌 식품 시장에서 큰 비중을 차지하고 있는 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 지표 표준화, 냉장 및 냉해동 기술 개발, 저장 중 품질 연장 기술의 확립을 통하여 다양한 고품질의 즉석섭취·편의식품용 냉장·냉동 곡류 가공식품을 개발하고자 함. 특히, 스마트 전자기술과의 융복합 연구를 토대로 가전기기별 냉장·냉동 곡류가공식품 맞춤형 스마트 쿠킹 방법 표준화를 통한 수출전략형 냉장·냉동 곡류 가공식품 산업을 활성화하고자 함.

2. 세부연구과제별 연구내용 및 방법

가. 제1협동과제

(1) 1년차

① 제과제품의 냉장생지 포물라 개발

㉠ 냉장머핀 반죽 포물라 개발

㉠ 삼양그룹 보유소재인 밀가루, 설탕, 유지 등 기본 재료를 이용한 머핀 제조실험. 각종 재료를 혼합하여 믹스를 만든 후 물, 계란 등을 넣어 반죽을 만들고 적정량으로 분할하여 머핀 틀에 넣고 오븐에서 소성

㉡ 제 1 협동, 제 2협동과제를 통하여 최적 냉장머핀 반죽을 제조하여 품질을 평가

㉢ Brookfield viscometer를 통한 반죽점도 측정 및 냉장시간에 따른 반죽점도 변화 측정

㉣ Texture analyzer를 통하여 소성후 hardness 측정 및 시간경과에 따른 노화도 측정

② 제과제품의 조리방법(전자레인지, 오븐, 팬)에 따른 냉동완제품 제조 기술 개발

㉠ 냉동호떡(발효, 무발효)에서의 기계성형성 및 호떡 잼믹스 물성 최적화

㉠ 호떡배합에 따른 레온기 통과 후 반죽 끈적임 측정, Texture analyzer를 통하여 압축 시 반죽의 끈적임 및 강도 측정

㉡ 레온기 통과 가능한 호떡 잼믹스 개발 : 적정 점도 및 설탕 배합량 결정, 변성전분을 이용한 흐름성 조절, 소성 후 잼 용해성 측정

㉢ 발효타입 호떡의 적정배합, 이스트 투입시기, 반죽온도, 성형 시까지의 시간, 성형 후 후발효 적정시간 확립을 통한 생산공정 정립

㉣ 냉동쿠키 생지 포물라 개발

㉠ 제 1협동, 제 2협동과제를 통하여 최적 냉동생지 배합을 개발 (소성시의 퍼짐성, hardness를 보완할 수 있는 각종 변성전분 및 전분당, 검류를 이용)

㉡ 제 3협동, 제 4협동과제를 통하여 적절한 냉동해동을 통한 쿠키 소성 테스트

㉢ 일반배합 쿠키와 개발된 냉동생지 쿠키의 관능검사를 통한 품질 평가

(2) 2년차

① 전통 떡의 현대화 기술 개발

- ㉔ 경쟁력 있는 전통 떡의 발굴 및 기능성을 부여할 수 있는 한약재 등을 포함한 떡 제조 기술 개발
- ㉕ 전자레인지, 오븐, 재증숙, 팬 조리 등 조리방법에 따른 전통 냉동떡 개발
 - ㉔ 떡 제조업체인 정남농협과의 협동연구를 통하여 현장공정에 맞는 떡 개발
 - ㉕ 삼양제넥스 식품연구소는 떡의 조리 특성에 맞는 각종 첨가물(변성전분, 전분당, 검류)의 탐색 및 이를 사용하였을 때의 물성 특성 파악
 - ㉖ 해동 후 식감 변화를 texture analyzer를 통하여 데이터화하고 관능검사를 실시하여 최적 조리조건을 탐색
- ② 한국 입맛과 차별화된 현지 입맛에 맞춘 수출용 상품개발
 - ㉔ 현지 입맛을 고려한 다양한 부재료 선정 및 현지화 포물라 개발
 - ㉔ 한국의 입맛과 다른 현지인이 선호하는 맛의 전통 떡을 개발하는 것이 필요함. 여러 다양한 소와 고물을 이용한 시제품을 제조하여 현지 기호도 조사를 통한 수출 최적형 상품 개발

(2) 3년차

- ① 냉동장애가 최소화된 고품질 냉동생지 제조 기술 개발
 - ㉔ 제 1협동, 제 2협동과제를 통한 냉동장애가 최소화된 냉동생지 포물라를 이용하여 변성전분, 기능성 당류, 검류 등 첨가물을 이용한 냉동생지 품질 최적화
 - ㉕ 제 3협동, 제 4협동과제를 통한 냉동생지 제조조건을 통하여 냉동생지 제조 및 품질 평가
 - ㉔ 냉동생지 공정을 이용한 시제품 제조
 - ㉕ 일반냉동생지와 과제를 통하여 개발된 최적화된 냉동생지의 제빵 적성 테스트. 빵의 부피, 부드러움, 노화억제 효과 등을 측정

나. 제1협동과제

(1) 1년차

- ① 제과용 생지의 제조, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석
 - ㉔ 제과용 생지는 American Association of Cereal Chemists (AACC) 의 방법으로 제조한 후 5°C 냉장보관 또는 -80°C에서 급속 냉동한 후 -18°C에서 냉동보관 하여 냉장·냉동 생지를 제조함.
 - ㉕ 제과용 생지의 제조과정 중 품질 평가는 재료를 배합 한 후 Mixolab를 이용하여 반죽특성을 측정
 - ㉖ 제과용 생지의 냉장·냉동 후 품질 평가는 생지를 해동한 후 Rheometer를 이용하여 생지의 동적점탄성을 측정하고 조직감은 texture analyzer를 이용하여 compression/puncture test를 수행함.
 - ㉗ 굽기 공정 후 제품의 수분함량은 상압 가열 건조법을 이용하여 측정, 색도는 색도계를 사용하여 L, a, b값과 색변화 정도를 나타내는 ΔE값을 구하여 평가함. 퍼짐성 (spread ratio)는 AACC Method 10-52 방법을 이용하여 직경에 대한 두께의 비로 나타냄. 조직감은 texture analyzer를 이용하여 compression/puncture test를 수행함.
 - ㉘ 냉장·냉동 생지는 해동시간을 달리하여 해동 한 후 생지의 품질 평가와 굽기 공정 후

제품의 품질 평가를 수행함.

- ② 생지의 배합비 변화를 통한 냉장·냉동 생지의 표준 품질 확립
 - ㉠ 감미료, 식염, 유지, 유화제 함량을 변화시켜 냉장, 냉동생지의 품질 최적화.
- ③ 제과용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
 - ㉠ 원료배합-반죽-굽기-냉동 과정을 통해 냉동 완제품 제조함. 냉동 완제품은 해동시간을 달리하여 해동 한 후 재가열 한 후 제품의 품질 평가를 수행함.
 - ㉡ 재가열 공정 후 제품의 수분함량은 상압 가열 건조법을 이용하여 측정, 색도는 색도계를 사용하여 L, a, b값과 색변화 정도를 나타내는 ΔE 값을 구하여 평가함. 퍼짐성 (spread ratio)는 AACC Method 10-52 방법을 이용하여 직경에 대한 두께의 비로 나타냄. 조직감은 texture analyzer를 이용하여 compression/puncture test를 수행함.

(2) 2년차

- ① 찹쌀을 재료로 한 떡의 제조, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
 - ㉠ 찹쌀을 재료로 한 떡의 제조공정 중 품질 평가
 - ㉡ 찹쌀을 재료로 한 떡의 냉동저장에 따른 품질 평가
 - ㉢ 냉동 생지 및 완제품은 해동시간을 달리하여 해동 한 후 재가열 후 제품의 품질 평가를 수행함.
- ② 멥쌀을 재료로 한 떡의 제조, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
 - ㉠ 멥쌀을 재료로 한 떡의 제조공정 중 품질 평가
 - ㉡ 멥쌀을 재료로 한 떡의 냉동저장에 따른 품질 평가
 - ㉢ 냉동 생지 및 완제품은 해동시간을 달리하여 해동 한 후 재가열 후 제품의 품질 평가를 수행함.
- ③ 떡의 배합비 변화를 통한 냉동 생지 및 완제품의 표준 품질 확립
 - ㉠ 부원료 종류 또는 함량 조절하여 냉동 생지 및 완제품의 품질 최적화

(3) 3년차

- ① 제빵용 생지의 제조, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석
 - ㉠ 제빵용 생지는 제과제빵 기능사 방법으로 제조 한 후 -80°C 에서 급속 냉동한 후 -18°C 에서 냉동보관 하여 냉장·냉동 생지를 제조함.
 - ㉡ 제빵용 생지의 냉장·냉동 후 품질 평가는 생지를 구워 조직감은 texture analyzer를 이용하여 compression/puncture test를 수행함.
 - ㉢ 냉동 저장 온도에 따른 냉동 제과용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구
 - ㉣ 굽기 공정 후 제품의 수분함량은 상압 가열 건조법을 이용하여 측정, 색도는 색도계를 사용하여 L, a, b값과 색변화 정도를 나타내는 ΔE 값을 구하여 평가함. 제품의 비체적(specific volume)은 무게를 측정한 후 무게에 대한 부피의 비로써 산출함. 또한 Texture Analyzer를 이용하여 측정하여 얻은 힘-거리 곡선의 TPA(Texture Profile Analysis) parameter로부터 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성 등의 물성을 구함.
 - ㉤ 냉장·냉동 생지는 해동시간을 달리하여 해동 한 후 생지의 품질 평가와 굽기 공정 후 제품의 품질 평가를 수행함.
- ② 생지의 배합비 변화를 통한 냉장·냉동 생지의 표준품질확립

- ㉔ 감미료, 식염, 유지, 유화제, 이스트 함량 변화시켜 냉장, 냉동생지의 품질 최적화
- ③ 제빵용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석
 - ㉔ 원료배합-반죽-굽기-냉동 과정을 통해 냉동 완제품 제조함. 냉동 완제품은 해동시간을 달리하여 해동 한 후 재가열 한 후 제품의 품질 평가를 수행함.
 - ㉔ 재가열 공정 후 제품의 수분함량은 상압 가열 건조법을 이용하여 측정, 색도는 색도계를 사용하여 L, a, b값과 색변화 정도를 나타내는 ΔE 값을 구하여 평가함. 제품의 비체적(specific volume)은 무게를 측정한 후 무게에 대한 부피의 비로써 산출함. 또한 Texture Analyzer를 이용하여 측정하여 얻은 힘-거리 곡선의 TPA(Texture Profile Analysis) parameter로부터 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성 등의 물성을 구함.

다. 제2협동과제

(1) 1년차

- ① 제과용 냉동 생지 및 완제품의 최적 냉동 처리 방법 개발
 - ㉔ 냉동 속도에 따른 냉동 제과용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구
 - ㉔ 상온이나 그에 상응하는 조작 온도로부터 냉동 보관 온도까지 도달케 하는 냉동 처리 온도와 냉기의 흐름 등을 조절하고, 처리 시간과 냉동 처리 및 저장 온도에 의한 생지 및 완제품 내 이화학적, 물성적 변화를 검사, 분석하여 그 품질 변화를 최소화 할 수 있는 냉동 처리 방법을 제안하고자 함.
 - ㉔ 고속 급랭을 통한 냉동 방법
 - ㉔ 저속 냉동 방법
 - ㉔ 저온 냉동과 극저온(-55°C) 냉동 방법의 영향성 검증
 - ㉔ 냉동 저장 온도에 따른 냉동 제과용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구
 - ㉔ 냉동 저장 온도와 기간에 따른 생지 및 완제품 내 이화학적, 물성적 변화를 검사, 분석하여 그 품질 변화를 최소화 할 수 있는 냉동 온도를 제안하고자 함.
 - ㉔ 최적 냉동 프로토콜 개발
 - ㉔ 상기의 결과를 종합적으로 분석하여 제품의 특성에 맞는 최적 냉장 프로토콜을 확정함.
- ② Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법의 개발
 - ㉔ Microwave power에 따른 해동 속도 연구
 - ㉔ Microwave 주파수 및 power level을 변경하여 투과깊이와 발생열을 조절하는 해동 방법에 대한 연구
 - ㉔ Microwave 조사 시간 및 패턴에 따른 해동 속도 연구
 - ㉔ 제과용 냉동 생지와 완제품에 적합한 microwave 조사 시간 및 패턴 분석
 - ㉔ 최적 해동 프로토콜 제안
 - ㉔ 상기의 결과를 종합적으로 분석하여 제품의 특성에 맞는 최적 해동 프로토콜을 확정함.

(2) 2년차

- ① 제빙용 냉동 생지 및 완제품의 최적 냉동 방법 개발

- ㉓ 냉동 속도에 따른 제비용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구
 - ㉔ 상온이나 그에 상응하는 조작 온도로부터 냉동 보관 온도까지 도달케 하는 냉동 처리 온도와 냉기의 흐름 등을 조절하고, 처리 시간과 냉동 처리 및 저장 온도에 의한 제비용 생지 및 떡류 제품 내 이화학적, 물성적 변화를 검사, 분석하여 그 품질 변화를 최소화 할 수 있는 냉동 처리 방법을 제안하고자 함.
 - ㉕ 고속 급랭을 통한 냉동 방법
 - ㉕ 저속 냉동 방법
 - ㉕ 저온 냉동과 극저온 (-55°C) 냉동 방법의 영향성 검증
- ㉔ 냉동 저장 온도에 따른 냉동 제과용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구
 - ㉔ 냉동 저장 온도와 기간에 따른 생지 및 완제품 내 이화학적, 물성적 변화를 검사, 분석하여 그 품질 변화를 최소화 할 수 있는 냉동 온도를 제안하고자 함.
- ㉕ 최적 냉동 프로토콜 개발
 - ㉔ 상기의 결과를 종합적으로 분석하여 제품의 특성에 맞는 최적 냉동 프로토콜을 확정 함.

② Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법의 개발

- ㉓ Microwave power에 따른 해동 속도 연구
 - ㉔ Microwave 주파수 및 power level을 변경하여 투과깊이와 발생열을 조절하는 해동 방법에 대한 연구
- ㉔ Microwave 조사 시간 및 패턴에 따른 해동 속도 연구
 - ㉔ 제과용 냉동 생지와 완제품에 적합한 microwave 조사 시간 및 패턴 분석

(3) 3년차

- ① 제빵용 냉동 생지 및 완제품의 최적 냉동 방법 개발
 - ㉓ 냉동 속도에 따른 제빵용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구
 - ㉔ 상온이나 그에 상응하는 조작 온도로부터 냉동 보관 온도까지 도달케 하는 냉동 처리 온도와 냉기의 흐름 등을 조절하고, 처리 시간과 냉동 처리 및 저장 온도에 의한 제비용 생지 및 떡류 제품 내 이화학적, 물성적 변화를 검사, 분석하여 그 품질 변화를 최소화 할 수 있는 냉동 처리 방법을 제안하고자 함. 특히, 제빵용 생지의 경우 효모의 재활성화가 주요 냉동 처리 지표로 생각됨.
 - ㉕ 고속 급랭을 통한 냉동 방법
 - ㉕ 저속 냉동 방법
 - ㉕ 저온 냉동과 극저온 (-55°C) 냉동 방법의 영향성 검증
 - ㉔ 냉동 저장 온도에 따른 냉동 제과용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구
 - ㉔ 냉동 저장 온도와 기간에 따른 생지 및 완제품 내 이화학적, 물성적 변화를 검사, 분석하여 그 품질 변화를 최소화 할 수 있는 냉동 온도를 제안하고자 함.
 - ㉕ 최적 냉동 프로토콜 개발
 - ㉔ 상기의 결과를 종합적으로 분석하여 제품의 특성에 맞는 최적 냉동 프로토콜을 확정 함.

- ② Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법의 개발
 - ㉠ Microwave power에 따른 해동 속도 연구
 - ㉡ Microwave 주파수 및 power level을 변경하여 투과깊이와 발생열을 조절하는 해동 방법에 대한 연구
 - ㉢ Microwave 조사 시간 및 패턴에 따른 해동 속도 연구
 - ㉣ 제과용 냉동 생지와 완제품에 적합한 microwave 조사 시간 및 패턴 분석

라. 제3협동과제

(1) 1년차

- ① 냉장·냉동 중 dough syruing 유발 효소 활성 평가
 - ㉠ 다양한 곡류 분말 (밀가루: 박력분-중력분-강력분 등, 쌀가루 등)에 존재하는 xylanase 효소 활성을 분석하기 위하여 곡류 분말을 sodium acetate buffer와 섞은 후 상등액에 xylanase tablet을 가함. 그 후, trizma base solution을 사용하여 반응 종결 후 560nm 에서 흡광도를 측정함.
 - ㉢ 곡류 분말을 사용하여 반죽을 만든 후 저장기간별로 나누어 넣은 후, 냉장·냉동 온도에 보관함. 원심분리를 한 후, 상등액을 2시간 동안 같은 기울기로 놓아 draining시킨 후 침전물을 포함한 centrifuge tube의 무게를 측정함. Dough의 무게에서 침전물의 무게를 뺀 값이 상등액의 무게이고, dough syruing은 dough로부터 분리된 상등액의 무게 백분율로 표현할 수 있음.
 - ㉣ $\text{Dough syruing}(\%) = (\text{도우의 무게} - \text{침전물의 무게}) / \text{도우의 무게} * 100$
- ② Hydrocolloid를 활용한 냉해동 안정성 증진
 - ㉠ Hydrocolloid (Gellan, guar gum, HPMC 등)를 배합하여 샘플 제조 후 원심분리 방법을 통하여 수분흡수지수(water absorption index), 수분용해도(water solubility), 팽윤력 (swelling power)을 측정함.
 - ㉡ 수분흡수지수(water absorption index)= wet sediment weight/dry sample weight
 - ㉢ 수분용해도(water solubility,%)= dry supernatant weight/dry sample weight * 100
 - ㉣ 팽윤력(swelling power)= wet sediment weight/[dry sample weight * (1-WS/100)]
 - ㉢ 냉장·냉동 저장 중 hydrocolloid 에 의한 dough syruing 저해 효과와 수화능과의 연관성을 확립함.
- ③ 효소적 처리를 통한 냉해동 안정성 개선
 - ㉠ 냉장·냉동 생지에 단백질 결합 효소 (transglutaminase 등) 처리에 따른 수분흡수력, 용해도, 팽윤력 및 dough syruing을 분석함,
 - ㉢ 냉장·냉동 생지와 효소의 반응온도 및 시간을 변화시켜 처리한 후 냉장·냉동 저장하여 dough syruing을 최소화함으로써 냉해동 안정성을 극대화할 수 있는 효소 처리 조건을 최적화함.

(2) 2년차

- ① 냉동 및 저장 조건에 따른 노화 패턴 분석
 - ㉠ 냉동 속도(완만 냉동, 급속 냉동 등)를 달리하여 제조된 냉동 곡류 제품의 냉동 저장 후 노화도를 differential scanning calorimeter, texture analyzer 등을 사용하여 분석함.

- ㉔ 냉동 저장 조건(온도, 시간)을 달리하여 곡류 식품을 저장 시 노화 정도를 분석하여 노화 지연을 최소화할 수 있는 냉동 저장 조건을 제시함.
- ② 노화 hurdle설정을 통한 냉동 완제품의 노화 지연 솔루션 구축
 - ㉔ 냉동 곡류 제품에 사용되는 원료인 곡류분말, 물, 팽창제, 당류 등에 따른 반죽의 노화도를 mixolab을 사용하여 분석하며, 아울러 이들의 최종 제품의 노화도와의 연관성을 탐색함으로써 원료 hurdle을 설정함.
 - ㉔ 냉동 곡류 제품의 저장 시 효모와 반죽 매트릭스에 영향을 주는 배합 공정 조건(수분 흡수율, 혼합 시간, 발효 시간 등)에 따른 노화정도를 분석하여 노화도 지연을 위한 배합 hurdle을 설정함.
 - ㉔ 냉동 저장 전 par-baking 조건(가열 온도 및 시간 등)에 따른 노화도 영향 평가를 통하여 노화를 지연시킬 수 있는 냉동 전 baking hurdle을 설정함.
- ③ 떡의 배합비 변화를 통한 냉동 생지 및 완제품의 표준 품질 확립
 - ㉔ 부원료 종류 또는 함량 조절하여 냉동 생지 및 완제품의 품질 최적화

(3) 3년차

- ① 냉장·냉동에 따른 이스트 활성 보존 평가
 - ㉔ 냉장·냉동 생지의 원료(곡류 분말, 물, 당류 등)를 변화시켜 제조된 반죽을 냉장·냉동 시 이스트의 발효능을 분석함. 아울러, 생지 원료의 혼합 조건(물 온도, 후염법, 후이스트 등)을 변화시킬 때 이스트의 발효 안정성을 평가함.
 - ㉔ 반죽 제조 후 냉장·냉동 전 발효 조건 및 성형 유무/형태를 변화시키면서 fermentometer를 사용하여 이스트에 의해 생성된 CO₂를 측정하고 아울러, 굽기 공정 후 최종 제품의 부피를 측정하여 이스트의 발효능을 평가함.

마. 제4협동과제

(1) 1년차

- ① 제과용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발
 - ㉔ 제과용 생지의 전자레인지 조리과정의 조리 품질 변화 인자 분석
 - ㉔ 단기능 전자레인지에서 냉장 생지의 초기상태와 microwave power와 duty time에 따라 조리한 상태를 texture analyzer를 통한 tenderness 측정과 colorimeter를 통한 색상을 측정하여 냉장 생지의 초기상태와 Microwave power와 Duty time에 따른 조리 품질을 분석함.
 - ㉔ 냉동 생지를 전자레인지에서 표준방법에 의해 해동한 후 동일한 방법으로 조리 전 생지 상태와 microwave power와 duty time에 따른 조리품질을 분석함.
 - ㉔ 냉장 생지의 조리품질과 냉동 생지의 해동 후 조리품질을 비교 평가하여 해동 품질이 조리 품질에 미치는 영향을 분석함.
 - ㉔ 제과용 생지의 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발
 - ㉔ 냉장 제과용 생지의 전자레인지 최적 heating 알고리즘을 구성하고 조리실험을 통하여 스마트 쿠키 방법을 검증함.
 - ㉔ 냉동 제과용 생지의 해동 후 전자레인지 최적 heating 알고리즘을 구성하고 조리 실험

험을 통하여 스마트 쿠키 방법을 검증함.

② 제과용 냉장·냉동 생지의 오븐 스마트 쿠키 방법 개발

㉠ 제과용 생지의 오븐겸용 복합전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석

㉡ 오븐겸용 복합전자레인지에서 냉장 생지의 초기상태, 조리 온도, 조리 시간, 조리모드(Bake, Convection)에 따라 조리한 후 texture analyzer를 통하여 tenderness와 colorimeter를 통한 색상을 측정하여 냉장 생지의 초기상태, 조리 온도, 조리 시간, 조리모드에 따른 조리 품질을 분석함

③ 제과용 생지의 스팀겸용 복합전자레인지 조리 과정에서의 조리 품질 변화 인자 분석

㉠ 스팀겸용 전자레인지에서 냉장 생지의 초기상태와 조리 온도와 조리 시간과 습도에 따라 조리한 후 texture analyzer를 통하여 tenderness와 colorimeter를 통한 색상을 측정하여 냉장 생지의 초기상태와 조리 온도와 조리 시간과 습도에 따른 조리 품질을 분석함.

④ 제과용 생지의 오븐겸용/스팀겸용 복합전자레인지의 스마트 쿠키 방법 개발

㉠ 냉장 제과용 생지의 오븐겸용 복합전자레인지와 스팀겸용 복합전자레인지에서의 최적 heating 알고리즘을 구성하고 조리 실험을 통하여 스마트 쿠키 방법을 검증함.

(2) 2년차

① 제병용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 최적 해동법 개발

㉠ 제병용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 해동 품질 변화 인자 분석

㉡ 단기능 전자레인지에서 microwave power와 duty time에 따라 제병용 냉동 생지를 해동하고 texture analyzer를 통한 물성을 측정하여 해동 품질을 분석함.

㉢ 제병용 냉동 생지의 전자레인지 최적 해동법 개발

㉣ 단기능 전자레인지에서 제병용 냉동 생지의 최적 해동 algorithm을 구성하고 해동 실험을 통해 최적 해동법을 개발함.

㉤ 제병용 냉동 생지의 오븐겸용/스팀겸용 복합전자레인지 해동 품질 변화 인자 분석

㉥ 오븐겸용/스팀겸용 복합전자레인지에서 microwave 해동 알고리즘과 오븐기능의 heater power와 convection 풍량과 스팀기능의 스팀 양에 따라 제병용 냉동 생지를 해동하고 texture analyzer를 통한 물성을 측정하여 해동 품질을 분석함.

② 제병용 냉동 생지의 오븐겸용/스팀겸용 복합전자레인지 최적 해동법 개발

㉠ 오븐겸용/스팀겸용 전자레인지에서 제병용 냉동 생지의 최적 해동 algorithm을 구성하고 해동 실험을 통해 최적 해동법을 개발함.

(3) 3년차

① 제빵용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발

㉠ 제빵용 생지의 전자레인지 조리과정의 조리 품질 변화 인자 분석

㉢ 제빵용 생지의 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발

② 제빵용 냉장·냉동 생지의 오븐 스마트 쿠키 방법 개발

㉠ 제빵용 생지의 오븐겸용 복합전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석

㉡ 오븐겸용 복합전자레인지에서 냉장 생지의 초기상태, 조리 온도, 조리 시간, 조리모드(Bake, Convection)에 따라 조리한 후 texture analyzer를 통하여 tenderness와 colorimeter를 통한 색상을 측정하여 냉장 생지의 초기상태, 조리 온도, 조리 시간,

조리모드에 따른 조리 품질을 분석함.

- ㉞ 제빵용 생지의 스팀겸용 복합전자레인지 조리 과정에서의 조리 품질 변화 인자 분석
 - ㉠ 스팀겸용 전자레인지에서 냉장 생지의 초기상태와 조리 온도와 조리 시간과 습도에 따라 조리한 후 texture analyzer를 통하여 tenderness와 colorimeter를 통한 색상을 측정하여 냉장 생지의 초기상태와 조리 온도와 조리 시간과 습도에 따른 조리 품질을 분석함.
- ㉟ 제빵용 생지의 오븐겸용/스팀겸용 복합전자레인지의 스마트 쿡킹 방법 개발
 - ㉡ 냉장 제빵용 생지의 오븐겸용 복합전자레인지와 스팀겸용 복합전자레인지에서의 최적 heating 알고리즘을 구성하고 조리 실험을 통하여 스마트 쿡킹 방법을 검증함.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

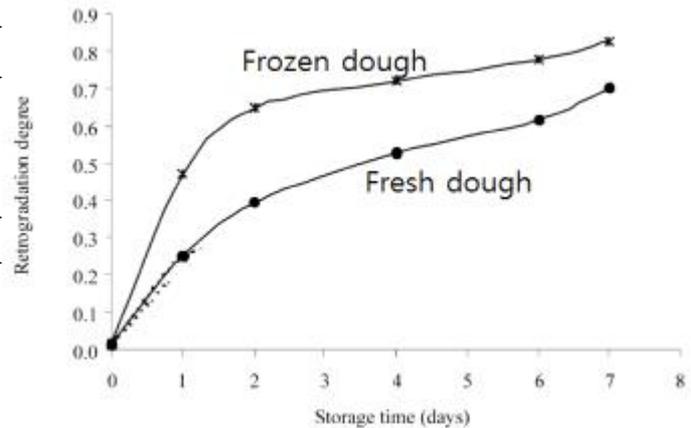
제 1 절 기술고도화를 위한 허들 극복 기술 현황

1. 냉장·냉동 곡류가공식품 개발 시 주요 허들: 1. 전분질의 노화

가. 곡류 가공 제품이 저장 중 딱딱해지는 현상 (노화)은 주로 전분 특히, 아밀로펙틴의 재결정화에 기인한다고 알려져 있으며 또한, 글루텐과 전분입자와의 수소결합도 곡류 가공 식품의 노화에 기여함. 이러한 노화 현상은 제품의 품질을 저하시켜 결국 소비자들의 선호도에 바람직하지 않은 영향을 미침.

나. 냉장 및 냉동 저장 동안 생지 내부의 물과 얼음은 재배열이 일어나게 되고 아울러, 냉동 저장 중 얼음 결정이 서로 결합하여 크기는 점점 커지고, 그 수는 감소하는 재결정화(ice-recrystallization)에 의하여 전분의 구조 및 배열이 영향을 받게 되고, 이는 결국 최종 제품의 전분 노화 및 복원에 영향을 미침.

다. 냉동 상태에서 생지가 오랫동안 저장될수록 전분의 재결정화에 의한 노화는 더 현저하게 일어난다고 알려짐. 이에 따라 냉동생지로 만들어진 빵의 경우 냉동하지 않은 빵에 비해서 현저하게 빠른 전분 결정화에 기인한 딱딱한 텍스처를 가지고 있음.



<냉동 및 비냉동 생지로 만든 빵의 냉동 저장(-18°C) 중 노화도>

라. 이에 따라, 냉장·냉동 저장에 따른 곡류 가공 식품의 노화를 억제하기 위한 기술이 필요함.

2. 냉장·냉동 곡류가공식품 개발 시 주요 허들: 2. 도우 시러핑(dough syringing)

가. 냉장·냉장 생지의 경우 저장 기간이 길어질수록 수분 보유력이 떨어지면서, 고형분은 침전이 되고, 갈색의 액체가 밖으로 흘러나오게 되는 dough syringing 현상이 일어남. 이러한 상분리 현상은 제품의 품질을 저하를 일으켜 상업적 유통 제품 개발에도 매우 큰 어려움을 초래함.

나. 현재 식품산업기술로는 이에 대한 구체적인 솔루션이 없는 상태이며, 관련 산업에서만 이러한 dough syringing 현상에 대해서 인지하고 있을 뿐, 아직까지 이 현상에 대한 학문적 연구가 전무한 상황임.

다. Dough syringing 현상에 대한 원인은 효소 작용으로 인한 생지 내 물질(arabinoxylan, 전분 등)의 분해로 짐작될 뿐, 작용 효소 및 그 메커니즘에 대한 어떠한 정보도 없는 상황임. 아울러, 저장 기간이 길어질수록 상분리 후 흘러나오는 갈색 물질이 무엇인지에 대한

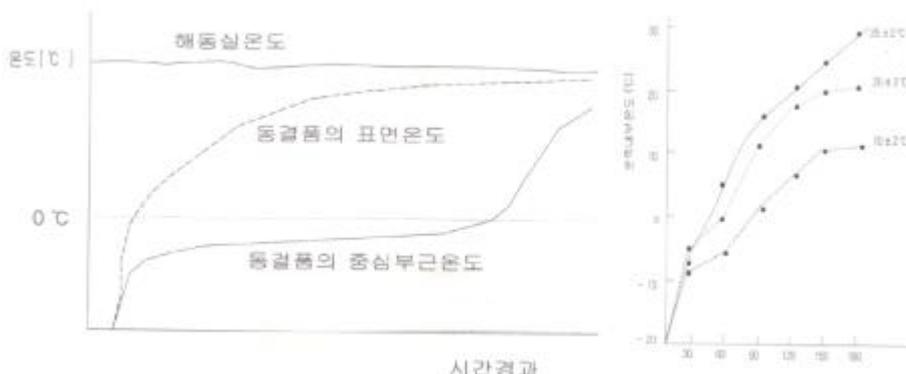
단서는 전무함.



<밀가루 반죽의 냉장 저장 중 변화>

3. 냉장·냉동 곡류가공식품 개발 시 주요 허들: 3. 해동 시 품질저하

- 가. 밀가루를 반죽, 1차 발효, 성형 후 급속냉동에 의해 발효를 일시 정지시키는 냉동생지의 가장 큰 문제점은 제품 부피의 저하, 효모의 동결장애, 얼음 결정에 의한 글루텐 막의 손상, 빵의 빠른 노화 등이며, 이를 개선하기 위하여 검류 첨가, 제빵 공정 개선, 냉동조건 개선, 이스트 개발 등 여러 방법이 이용되고 있음.
- 나. 냉동 곡류 가공 제품을 해동 시 온도가 변하지 않는 영역에서 오랜 시간 있게 되면 얼음 결정에 의한 조직 파괴 및 단백질 변성의 가능성이 있고, 수분 보유력의 감소에 따른 이수현상이 관찰될 수 있음. 또한, 냉동반죽을 해동 시 실내공기온도와 습도에 따라 반죽 표면에 물방울이 생길 수가 있어, 결국 반죽 물성을 나쁘게 함.
- 다. 특히, 아래 그림에서 보여주는 바와 같이 동결된 식품을 해동 시 식품내부의 중심 및 표면의 온도 변화가 확연히 다름. 이와 같은 현상은 공기/물을 이용하는 경우, 가열하는 경우, 전자레인지로 사용하는 경우 등의 해동 방법에 따라 그 양상이 매우 차이가 나기 때문에 이는 곧 최종 제품의 품질에도 영향을 미침.



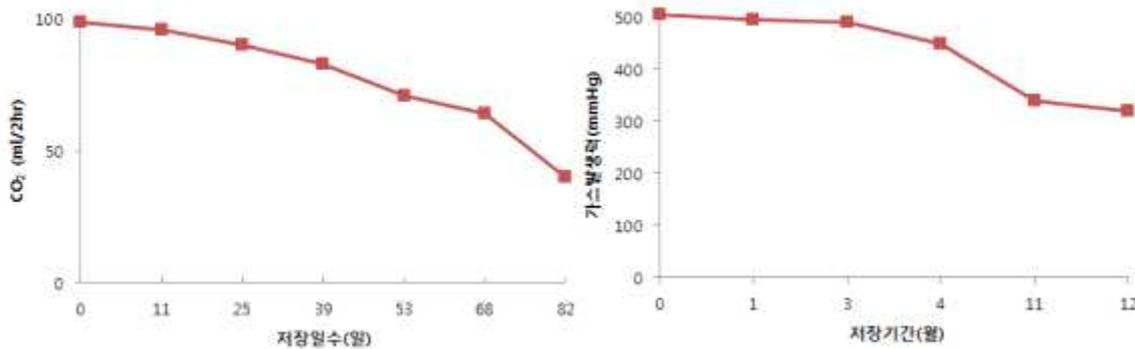
<해동 곡선>

- 라. 보다 균일한 품질의 제품을 얻기 위해서는 해동 방법의 표준화 및 표준 장치가 마련되어야 함.

4. 냉장·냉동 곡류가공식품 개발 시 주요 허들: 4. 효모(yeast) 동결장애

- 가. 제빵 공정에서 효모는 저온 처리에 의한 장애를 받게 되면 반죽에서의 발효력이 떨어지고 결국 최종 제품의 부피 및 텍스처에 큰 영향을 미침.
- 나. 냉장·냉동 저장 기간이 길어짐에 따라 효모의 활성이 감소하는데, 이 현상은 동결 전 발효 시간이 길어짐에 따라 현저히 나타남. 특히, 동결 저장 기간이 6주 이상이 되면 이스트의 활성을 나타내는 가스 발생력이 현저히 감소하고 저장 중 해동, 재 동결한 냉동반죽은 해동 후 이스트 활성이 크게 저하됨.

다. 따라서, 냉장·냉동 반죽에서 해결해야하는 가장 중요한 문제는 저온 저장 중 이스트의 생존율 및 활성을 유지하는 것임. 만약 이스트의 활성이 유지되지 못한다면 해동한 반죽은 팽창될 수 없어 최종 제품의 품질에 문제가 될 수 있음.



5. 냉장·냉동 곡류가공식품 개발 시 주요 허들: 5. 저칼로리, 저염, 무설탕, 저지방, 무트랜스 지방 등 건강에 대한 요구 해결

가. 최근 기능성, 천연, 건강 지향적 웰빙을 추구함에 따라 비만, 칼로리 과잉으로 인한 사회적 문제가 대두 되고 있음. 이에 따라 저칼로리, 저당, 저지방 제품인 다이어트식에 대한 관심이 늘어나고 그에 따른 수요 또한 증가할 것으로 보임. 또한 건강 지향적 소비가 늘어남에 따라 저콜레스테롤, 저염 제품이 많이 출시되고 있는 상황임. 이는 많은 사람들의 건강에 대한 요구를 나타내는 것으로 건강지향성 소재를 사용하여 이러한 요구에 맞는 제품을 지속적으로 확대해야함.

6. 냉장·냉동 곡류가공식품 개발 시 주요 허들: 6. 냉장·냉동 곡류가공식품별 조리 최적화를 위한 맞춤형 스마트 쿠킹

가. Microwave에 의한 가열의 경우, 열전달에 의한 가열보다는 제품 내 수분의 분자 운동 증가로 인한 온도 상승에 기반을 두므로, 제품 내부에 포함된 생물학적, 이화학적 물질의 빠른 변화 및 이동을 동반하는 것이 특징임. 따라서 이를 효율적으로 제어하는 기술 개발은 품질 변화를 최소화하는 냉동/해동 기술의 기반 기술임.

나. 오븐 기능의 경우 열원 및 시스템의 차이로 대류열 뿐 아니라 복사열, 전도열의 강도가 제품마다 다르게 설계되어 제품 특성에 맞는 algorithm 개발이 필요하고, 이를 위한 열원 개발 및 열원 조합 기술이 필요함.

다. 고객의 레시피 배합, 용기사용 등에 대한 요리 숙련도나 조리기기 조작 방법에 따라 요리 품질이 좌우되고 다양한 고객의 기호도를 충족할 수 있는 스마트 쿠킹 방법에 대한 표준이 없음.

라. 냉동/냉장 생지제품에 대한 단기능 전자레인지 및 복합 전자레인지의 스마트 쿠킹 방법이 표준화되어 있지 않아 이에 대한 연구가 필요함.

7. 즉석섭취 편의식품용 냉장·냉동 곡류가공식품 주요 허들의 극복 기술



8. 식품-전자 융복합 기술개발을 통한 동반성장의 필요성

- 가. 전 세계 전자레인지 시장규모는 7000만대(9조 원)이며 LG전자는 700만대로 10%의 시장 점유율을 차지하고 있으며, 국내 전자레인지의 보급률은 90%이상이며 시장 규모는 100만대(2000억 원)이며 국내 1위 업체인 LG전자는 40만대의 시장점유율을 가지고 있음.
- 나. 식품산업의 변화는 오븐, 전자레인지 등 조리용 가전제품과 냉장고 등 저장용 가전제품의 개발과 기술 발전과 더불어 변화하여 왔음. 다양한 냉동식품이 냉장, 냉동고의 보급으로 개발되었으며 전자레인지 및 전기오븐의 높은 보급률은 관련 가공식품의 성장을 견인하여 오고 있음.
- 다. 하지만, 글로벌 식문화 및 가공식품에 대한 연구는 식품산업체에서 별도로 수행하고 조리 기기 제품 개발 및 시장 트렌드 파악은 가전업체에서 별도로 해 왔을 뿐, 식품업체와 가전업체가 동반성장을 하려는 공동연구 시도는 거의 없었음.
- 라. 단편적인 예로 전자레인지 등 기존의 가전기기에서 조리되어지는 냉장·냉동 생지(제과, 제빵, 제빙)의 조리 품질에 대한 소비자 만족도가 높지 않으므로 냉장·냉동 생지의 가전기기별 스마트 쿠킹 방법에 대한 연구 개발이 필요함.
- 마. 식품업체와 가전업체가 융복합 공동 연구를 수행하면 냉장·냉동 제품과 가전조리기기 모두에서 상승효과를 부여할 수 있는데, 식품업체는 고품질의 즉석 냉장·냉동식품을 개발하고 이것이 최적으로 조리될 수 있는 조리 조건을 가전회사에 제시해 줄 수 있으며 가전회사는 이 정보를 바탕으로 각각의 냉장·냉동 식품에 최적화된 스마트 쿠킹 방법을 가전조리기기에 pre-programming 할 수 있어 소비자가 쉽게 조리를 가능하게 할 수 있음.
- 바. 예를 들면, 서양 사람들에게 친숙하지 않은 냉동 떡 제품일지라도 북미 및 유럽에 수출되는 오븐, 전자레인지, 복합조리기기가 이미 조리조건이 세팅된 조리 algorithm을 가지고 있으므로 국내 식품기업이 수출한 냉동 떡 제품을 현지인들이 손쉽게 조리할 수 있음.
- 사. 가전업체는 다양한 제품별 특성에 맞는 조리 algorithm 개발로 맛있는 요리에 대한 고객 욕구 충족함으로써 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합 전자레인지의 활용도를 높이고 동시에 식품 시장의 성장도 도모함.

아. 전자레인지 시장은 데우기/해동 기능 위주의 단기능 전자레인지에서 오븐 기능과 스팀 기능을 추가한 복합전자레인지 시장으로 옮겨가고 있음. 새롭게 개발되는 가전 조리 기기들은 가열원이 다르고 복합가열을 추구할 수 있으므로 이에 냉장 냉동 가공식품에 적합한 맞춤형 스마트 쿡킹 조리조건을 설정해 주어야 할 필요가 있음.



자. 전자레인지는 2.45GHz의 마이크로웨이브를 이용하여 냉장, 냉동, 해동 생지 및 냉동, 해동 완제품 내부에 포함된 물 분자를 진동시켜서 가열하는 시스템으로 Cavity내부에 위치한 냉장생지의 균일가열 성능 개선을 통하여 냉장 생지의 조리품질을 개선할 필요가 있으며 또한 내부 수분 증발을 적절히 제어할 수 있는 Inverter 기술 적용을 통하여 조리품질을 개선할 필요가 있음.



그림 4. 전자레인지 내부

차. 오븐 겸용 복합전자레인지는 전자레인지기능과 함께 상면/하면에 장착된 전기 히터에 의해 오븐기능을 할 수 있는 조리 기기로서 최근 단기능 전자레인지를 대체하면서 국내 보급률이 급속히 증가하는 추세임. 오븐 겸용 복합전자레인지의 경우 Microwave 가열성능 뿐만이 아니라 전기히터의 대류열전달에 의한 가열성능 개선을 통하여 냉장, 냉동, 해동 생지 및 냉동, 해동 완제품의 조리 품질을 개선할 수 있는 연구 개발이 필요함.

카. 스팀 겸용 복합전자레인지는 전자레인지기능과 상면에 장착된 복사가열형 히터와 후면에 장착된 대류가열형 전기히터에 의해 오븐 기능을 할 수 있으며 Steam generator로부터 발생된 Steam을 이용하여 Cavity 내부의 습도 조절을 통해 냉장, 냉동, 해동 생지 및 냉

동, 해동 완제품의 조리품질을 개선할 필요가 있음.

타. 시중에 판매되는 premix나 냉동/냉장 생지의 경우 다양한 복합전자레인지의 조리 조건을 충분히 만족시키지 못하여 조리 품질에 대한 소비자 만족도가 떨어지므로 맛있는 냉장·냉동 생지 식품 개발과 함께 단기능 전자레인지/오븐 겸용 전자레인지/스팀겸용 전자레인지에 적합한 냉장·냉동 생지의 스마트 쿡킹 방법을 개발하여 소비자에게 제공함으로써 저렴한 냉장 생지 등을 구매하여 빵이나 쿠키 등을 직접 가정 내에서 편리하고 안전하게 조리하여 즐길 수 있는 식생활 개선에 기여할 필요가 있음.

제 2 절 연구결과의 기대효과 및 위상

1. 기술적 측면

- (1) 냉동 곡류 가공식품의 품질 최적화 확립을 통하여 세계 수준의 목표 기술까지 도달함으로써 냉동 곡류 가공식품의 국제 경쟁력을 강화 할 수 있음.
- (2) 냉동 곡류 가공식품 개발은 유통기한을 연장시켜 저장성을 부여하는 기술 개발로 식품학적 안전성과 안정성이 담보된 연중생산시스템 구축을 도모할 수 있음.
- (3) 전분의 노화, 도우 시러핑, 해동 품질 저하, 효모 동결장애 억제에 관련된 선도 기술을 구축함으로써 곡류 가공제품의 품질 향상 등의 동반 효과를 기대함.
- (4) 냉해동 방법 및 그 최적화에 대한 연구는 즉석 편의 식품 및 장기 저장 식품의 품질 향상을 위한 기반 기술로서 다른 식품군으로의 활용이 가능함.
- (5) 제품별 가열기구의 조리법 최적화 연구를 통하여 제품의 특성과 가열기구의 조리법을 연결할 수 있는 기초자료로서 활용되어 DB 구축을 통한 기술력을 제고함.
- (6) 본 연구에서 도출한 결과로 지적재산권을 출원 및 등록하여 국내외 시장에서 기술력을 이전할 수 있을 것임.
- (7) 식품 산업 및 가전 산업을 이끌 수 있는 기술 개발과 전문가 인력 양성으로 다양한 R&D 기반을 구축함.

2. 경제적 · 산업적 측면

- (1) 수입감소 효과 : 제과용 냉동 생지 및 냉동 완제품, 제빵용 냉동 생지 및 냉동 완제품, 제빙용 냉동생지 및 냉동완제품의 상품화를 통하여 과제 종료 후 70억 원, 과제 종료 5년 후 300억 원 정도의 수입 감소효과를 기대하고 있으며, 과제 종료 10년 후에는 내수의 대부분이 국내기업에서 생산되는 제품으로 시장이 형성될 것으로 예상됨.
- (2) 수출증대 효과 : 제빙용 냉동생지 및 제빙용 완제품을 중심으로 수출이 될 것으로 예상되며, 과제 종료 후 30억 원, 과제 종료 5년 후 100억 원 정도의 수출증대를 기대하고 있으며, 과제 종료 5년 이후에는 제빙용 제품 이외의 제과용 및 제빵용 제품도 수출될 것으로 예상됨.
- (3) 연차적인 연구결과와 단계에 따른 산학연협동 연구가 원료생산에서 제품 생산 및 판매까지 체계적인 조직구성으로 산업화에 바로 적용될 수 있도록 함.

- (4) 산업체에서는 기초자료를 이용하여 다양한 제품을 개발할 수 있는 자료제공을 받을 수 있고 중소기업이나 대기업에서 각 산업체에 맞는 제품과 원료를 선택할 수 있으며 품질이 우수한 제품 개발 및 생산이 가능하여 수익 증대가 가능함.
- (5) 참여기업의 제품개발 마케팅 관련 know-how와 학계의 연구경험을 바탕으로 개발되는 제품을 기업의 유통망을 통하여 신속한 산업화가 가능함.
- (6) 다양한 냉동 곡류 가공 식품 개발로 즉석 섭취 식품, 반조리 식품 등 다양한 요구를 가지고 있는 소비자의 기대에 부응할 수 있음.
- (7) 냉동 생지의 품질 연장 기술 개발 및 표준 품질 확립을 통하여 베이커리 산업 기술 발전에 기여함.
- (8) 기술선도형 냉동 곡류 가공식품 개발을 통하여 국내 농산물 및 가공식품의 부가가치를 높일 수 있으며 수출 전략 상품 개발도 가능함.
- (9) 품질 개선 연구와 관련하여 노화 지연 떡류 등의 제품 개발은 저장기간의 향상을 가져올 수 있으며 더불어 제품의 다양화가 이루어진다면 전통식품인 국내 떡의 우수성을 전세계에 홍보할 수 있는 기틀이 마련될 것임.
- (10) 또한 떡류의 품질유지와 기호성 측면의 기회요인에 대한 기술을 개발함으로써 즉, 외국인의 생활 방식 및 기호에 부응한 차별화된 제품 개발로 글로벌 기술을 선도하고 한국형 신규 수출상품으로 관련 제품 시장을 확대할 것으로 기대함.
- (11) 냉동 떡 개발을 통해 전통 떡 조리 과정을 간편화하고 전자레인지, 오븐, 오븐 겸용 복합전자레인지가 보편화된 서양에서도 적용 가능하게 함으로써 국내 가전제품 및 떡 제품의 동반 수출을 기대할 수 있음.
- (12) 냉동 생지에 맞게 개발된 조리용 가전제품의 최적 조리 방법은 소비자가 직접 가정 내에서 편리하고 안전하게 조리할 수 있는 환경을 제공할 수 있어 조리기구의 활용도를 높임과 동시에 식품시장의 성장도 도모할 수 있어 이를 통한 식품산업의 선순환 발전에 기여함.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 제1세부과제(냉동 곡류가공 응용식품 개발 및 제품화)

[1년차]

[제1세부]

1. 제과 제품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발 및 가공 식품 제조

가. 냉장 머핀 생지 포물라 개발

(1) 머핀의 분류

머핀은 계란, 설탕, 밀가루, 버터, 이스트 또는 베이킹 파우더를 기본으로 한 반죽을 구워 만든 빵이다. 추가로 초콜릿, 견과류, 치즈나 견과일 등의 식재료를 첨가하여 만들 수 있으며, 첨가되는 식재료의 유무 및 종류에 따라 플레인머핀, 초코머핀, 건포도머핀, 치즈머핀 등 그 종류가 다양하다. 식생활의 서구화에 따라 국내에서도 머핀은 간식의 한 종류로 소비되고 있으며, 양산빵 업체나 베이커리 전문점에서 꾸준히 판매되고 있는 제과 품목임.

머핀은 맛과 재료에 따라 여러 종류로 나누어지지만 크게 발효 유무에 따라 영국식 머핀과 미국식 머핀으로 분류함. 미국식 머핀은 베이킹파우더 등의 팽창제를 포함하는 반죽을 컵케이크 모양의 틀에 넣고 굽는 방식이며, 영국식 머핀은 이스트를 사용하여 반죽을 발효시키고 둥그랗고 납작한 양면틀에 넣어 굽는 방식. 우리나라에서는 머핀이라 하면 일반적으로 미국식 머핀을 가리키며, 영국식 머핀의 경우 잉글리시머핀이라는 명칭으로 부르고 있음. 본 실험에서 머핀이라 함은 컵케이크 모양의 미국식 머핀을 의미함.

(2) 머핀 반죽의 분류

머핀은 이스트를 사용하지 않으며 주된 팽창 작용이 베이킹파우더와 같은 화학팽창제에 의존하는 반죽형 제과 제품이며 통상, 버터를 크림상태가 되도록 풀어준 후 설탕과 소금을 첨가해 섞어준 다음, 계란을 풀어 넣고 여기에 가루재료를 섞어 반죽 상태로 만들어 컵 모양의 틀에 넣어 오븐에서 굽는 방식으로 제조됨. 대량생산하는 경우, 공정을 단순화하고 균일한 품질의 완제품을 얻기 위해 가루재료가 혼합된 프리믹스(premix) 형태의 제품을 사용하여 여기에 유지, 물, 계란 등을 혼합하여 제품을 제조하고 있음.

(3) 재료 및 방법

(가) 실험 재료

머핀 제조에 사용된 박력1급(삼양사), 설탕(삼양사), 대두유, 분말유지P(삼양사), 베이킹파우더(제니코) 등은 시중에서 구입하여 사용하였고 변성전분은 삼양제넥스의 제품을 사용함.

(나) 냉장생지 머핀의 제조

머핀은 대량 생산에 적합하도록 프리믹스를 제조함. 밀가루, 설탕, 베이킹파우더, 소금, 변성전분 등의 가루재료를 각각 계량하여 믹서로 1단에서 10분간 저속 혼합함.

다시 체를 친 후 10분간 혼합하는 과정을 반복하여 머핀믹스를 만듦. 머핀 제조 시, 중량의 프리믹스에 대두유, 계란, 물을 계량하여 저속에서 2분 30초간 혼합하고, 머핀 반죽을 찰주머니에 밀봉한 상태로 4℃에서 5일간 냉장 보관함. 유산지를 깐 머핀틀에 머핀 반죽을 80g씩 취하여 오븐 온도 185℃를 기준으로 27분간 구워낸 후 상온에서 1시간 방냉한 다음 분석에 사용함. 변성전분은 삼양제넥스의 썬믹스 PS, 썬믹스 FR, 썬스넥을 적용하였고 대조구의 경우 박력분으로 대체하여 실험을 진행함.

표 3-1-1. 냉장머핀 배합비

원료명	배합비(%)	중량(g)
박력1급	24.4	121.9
정백당	22.6	113.1
탈지분유	2.2	11.0
유청분말	0.6	2.8
분말유지P	1.7	8.3
정제염	0.4	2.2
베이킹파우더	1.0	5.0
검류	0.1	0.3
변성전분*	1.0	5.0
계란	18.3	91.5
물	11.0	55.0
대두유	16.8	84.0
합계	100.0	500.0

(다) 냉동생지 머핀의 제조

국내 출시된 냉장생지 머핀이 전무하여 냉동머핀 생지를 구매하여 분석하였으므로, 변성전분을 적용한 냉장생지 중 품질이 가장 우수한 썬스넥을 적용한 배합비로 냉동생지를 제조함. 변성전분을 적용한 냉동생지의 냉동 기간에 따른 소성테스트를 진행하기 위해 동일한 배합의 반죽을 대량으로 제조하여 일정 기간별로 냉동한 뒤 해동하여 완제품 제조에 사용함. 제조 시 머핀 반죽을 찰주머니에 밀봉한 상태로 -40℃에서 30분간 급속 냉동한 후 -20℃에서 냉동 보관하였음. 25℃에서 1시간 동안 해동한 머핀 생지를 이용하여 유산지를 깐 머핀틀에 머핀 반죽을 70 g씩 취하여 오븐 온도 185℃를 기준으로 25분간 구워낸 후 상온에서 1시간 방냉한 다음 분석에 사용함.

(라) 시판 냉동생지의 품질분석

서울식품공업사에서 판매하는 냉동머핀생지를 2종(플레인, 치즈) 구매하여 시판 냉동생지제품의 품질 특성을 비교해봄. 머핀의 조지방 함량은 AOAC 방법에 의하여 분석함.

(마) 머핀의 반죽 물성 측정

냉장생지 머핀의 반죽 안정성을 간접적으로 측정하기 위해 반죽의 점도와 냉해동 안정성을 측정함. 반죽 점도는 각 25 g을 계량한 후 신속 점도 측정기를 이용하여 50℃, 60 rpm의 조건에서 측정함. 반죽의 냉해동 안정성을 측정하기 위해서 머핀 반죽 각 25 g을 -40℃에서 급속냉동한 후 60℃ 항온수조에서 해동하는 과정을 3회 반복하여 8000 rpm, 10분간 원심분리하여 반죽 안정성을 비교함. 반죽 안정성은 분리되는 상층액을 제거하여 반죽 초기무게 대비 백분율로 환산하여 계산함.

표 3-1-2. 박력분 함량에 따른 냉동 머핀 배합비

원료명	배합비(%)	중량(g)	원료명	배합비(%)	중량(g)	원료명	배합비(%)	중량(g)
박력1급	23	575	박력1급	24.4	610	박력1급	25.4	635
정백당	21	525	정백당	22.6	565	정백당	22.6	565
탈지분유	2.2	55	탈지분유	2.2	55	탈지분유	2.2	55
유청분말	0.6	15	유청분말	0.6	15	유청분말	0.6	15
정제염	0.4	10	정제염	0.4	10	정제염	0.4	10
베이킹파우더	2	50	베이킹파우더	1	25	베이킹파우더	1	25
검류	0.1	2.5	검류	0.1	2.5	검류	0.1	2.5
설탕	1	25	설탕	1	25	설탕	0	0
계란	18.6	465	계란	18.2	455	계란	18.2	455
물	13.4	335	물	11	275	물	11	275
대부유	17.7	442.5	대부유	18.5	462.5	대부유	18.5	462.5
합계	100	2500	합계	100	2500	합계	100	2500

(바) 머핀의 기계적 조직감 측정

머핀 완제품의 경도는 Texture analyzer(TA-XT2i Stable Micro Systems, UK)를 사용하여 시료를 10 mm×10 mm×30 mm로 잘라 프로브(20-mm rounded cylinder)를 pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s로 압착하여 가해지는 힘을 g로 측정하여 나타내었으며, 이는 단위 면적당(cm²) 가해지는 무게의 정도(g)에 해당함. 머핀을 누를 때 많은 힘이 소요되면 측정값이 높고, 이는 식감이 단단하다는 것을 의미하며, 단단한 머핀은 입안에서의 퍼짐성도 떨어져 품질 수준이 낮음을 나타냄. 한 처리군당 4개의 시료를 반복 측정하였으며, 머핀의 시간에 따른 노화도를 비교하기 위해 1일, 2일, 3일로 시간 간격을 두고 측정함.

(4). 결과 및 고찰

(가) 시판 냉동생지 머핀의 품질 분석

① 시판 냉동생지 머핀의 조지방 함량 측정

조지방 함량 측정 시 플레인 머핀은 평균 23%, 치즈 머핀은 평균 25%로 나타나 일반 머핀 제품보다 높은 편에 속하는 것으로 파악됨. 제과·제빵에서는 주로 완제품에 부드러운 식감과 풍미제공, 크림성, 노화억제 효과를 주기 위해 지방을 사용함. 서울식품공업사의 경우, 냉동생지의 품질 저하를 방지하기 위한 목적으로 유지함량을 상대적으로 높게 첨가한 포물라를 사용한 것으로 보임.

② 시판 냉동생지 머핀의 기계적 조직감 측정

서울식품공업사의 냉동머핀 반죽을 2종을 구매하여 1, 3, 6, 10주의 냉동 기간별로 상온에서 1시간 해동하여 3일간 조직감을 측정하여 소성 테스트를 실시함.(1주: 청색, 3주: 녹색, 6주: 황색, 10주: 보라색). 플레인, 치즈 머핀 두 제품 모두 냉동 기간이 경과함에 따라 경도가 증가하였으며, 플레인에서 그 증가 폭이 더 크게 관찰됨. 특히 냉동 3주차 이후의 플레인 머핀 반죽의 완제품을 제조하여 일자별로 texture analyzer를 이용하여 경도를 측정한 결과, 노화에 의한 뚜렷한 경도 증가가 관찰됨.

치즈 머핀의 경우 냉동 기간이 경과함에 따라 완제품의 경도가 증가하였지만 1주차의 초기 경도가 플레인 머핀보다 높았음에도 불구하고 6주차 이후에는 더 낮은 경도

값을 나타내며 반죽이 냉해동에 의한 노화에 더 안정함을 알 수 있음.

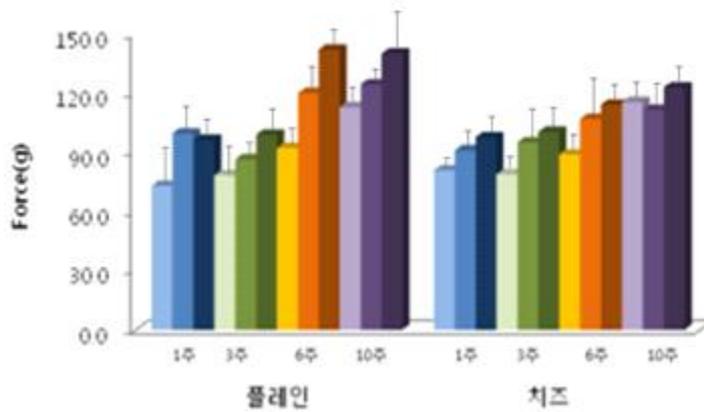


그림 3-1-1. 냉동기간에 따른 머핀의 경도 변화

표 3-1-3. 냉동 기간에 따른 머핀의 기계적 조직감 측정

냉동 기간	경과일	플레인 머핀 경도(g)	치즈 머핀 경도(g)
1주	1일	72.9	80.8
	2일	99.5	90.8
	3일	96.1	97.5
3주	1일	78.2	78.7
	2일	86.3	95.0
	3일	98.9	100.2
6주	1일	92.1	88.8
	2일	119.8	106.8
	3일	141.9	114.1
10주	1일	112.7	115.3
	2일	124.3	111.4
	3일	139.8	122.7

③ 머핀의 외형 및 단면 조직 측정

머핀의 외형은 머핀의 최고 높이(mm)를 측정하였으며 최고 높이에서 세로로 절단하여 단면의 내상을 관찰함. 냉동머핀의 소성 테스트 시, 플레인 머핀의 평균 높이는 70.7 mm, 치즈 머핀의 평균 높이는 70.0 mm로 나타났으며 단면 조직을 관찰한 결과 크고 작은 기공이 잘 발달되어 있었음. 단면의 일부에서는 터널 현상이 관찰되었는데, 이러한 현상은 글루텐 망상구조가 불안해져서 글루텐층이 무너짐에 따라 일부 기공이 붕괴되었기 때문에 일어나는 것으로 판단됨. 하지만 이러한 현상은 1주차 샘플에서도 관찰되어 냉동 기간과 유의적인 상관관계 없이 발생함. 육안으로 관찰하였을 때 냉동 기간 증가에 따른 외형, 단면 조직의 품질 저하는 일어나지 않음. 이것으로 미루어 보

아 냉해동에 의한 품질의 영향은 제품 경도의 증가에 영향을 미치지만 외관상으로는 품질 수준이 유사함을 알 수 있음.



그림 3-1-2. 시판 냉동 생지 머핀 외관
플레인 머핀(좌), 치즈 머핀(우)

④ 제조된 냉장생지 머핀의 반죽 물성

신속 점도 측정기로 유동상 반죽의 점도를 측정한 결과 대조구보다 전분을 적용한 경우 점도가 상승하는 경향을 나타냄.

표 3-1-4. 첨가된 전분의 종류에 따른 냉장 머핀 생지의 점도 및 반죽 안정성 비교

샘플명	점도(cP)	반죽안정성(%)
대조구	1892	91.4
썬믹스 PS	2365	98.3
썬믹스 FR	2207	95.6
썬스낵	2224	97.5

대조구 외에 3가지 변성전분을 첨가한 냉장생지의 반죽 안정성을 측정한 결과, 대조구의 반죽 안정성이 가장 떨어지는 것으로 나타남. 변성전분을 적용한 실험구에서는 모두 반죽 안정성이 향상되었으며, 썬믹스 PS, 썬스낵, 썬믹스 FR 순으로 나타남.

⑤ 제조된 냉장 머핀의 외형 및 단면 조직 측정

냉장머핀의 완제품 테스트 결과 썬믹스 PS를 적용한 반죽의 냉해동 안정성이 가장 우수한 반면 완제품의 외형이 불균등하게 나타남. 머핀과 같은 반죽형 제과 제품의 경우 반죽의 점도가 너무 높거나 낮은 경우, 이와 같은 불균등한 외형이 나타나기도 하는데, 완제품 테스트 시 대조구에 최적의 배합을 이용하여 가수량은 동일하게 유지

하고 변성전분의 종류만을 바꿔 머핀을 제조하였기 때문에 이러한 현상이 관찰된 것으로 보임. 썬믹스 FR과 썬스낵을 적용한 머핀의 경우 머핀의 외형이 균등하게 나타남.

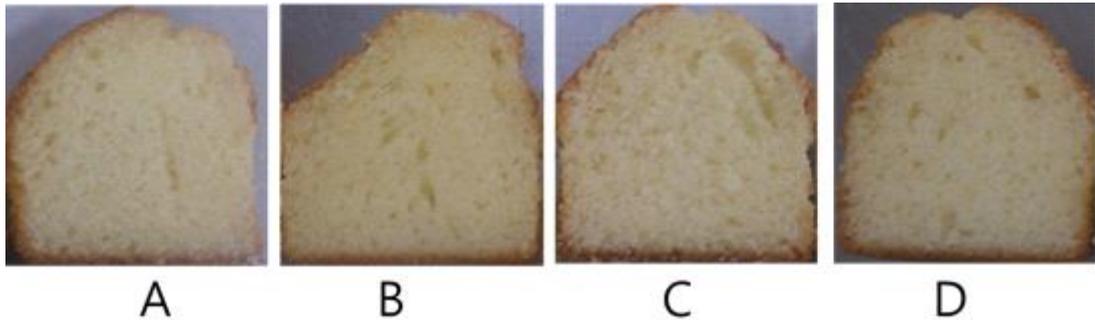


그림 3-1-3. 머핀의 외형 및 단면 조직 측정
(A: 대조구, B: 썬믹스, C:썬믹스 FR, D:썬스낵)

표 3-1-5. 제조된 머핀의 높이

샘플명	높이(mm)
대조구	64.7
썬믹스 PS	62.8
썬믹스 FR	64.9
썬스낵	64.2

⑥ 제조된 냉장 머핀의 기계적 조직감 측정

머핀의 완제품 테스트 결과 썬믹스 FR을 적용한 경우 대조구와 유사한 경도 변화를 보였으며, 썬스낵을 적용한 경우 대조구보다 경도가 낮게 나타났음. 썬스낵의 경우 화학적 변성을 통해 베이커리 제품에 적용 시 제품을 촉촉하게 유지시켜주는 특징이 있어 대조구보다 경도가 낮고 부드러움성이 우수한 머핀을 제조하는데 적합한 것으로 보임. 머핀의 반죽 안정성과 완제품의 외형, 경도 변화를 모두 고려하여 볼 때, 기존의 냉장생지 머핀의 배합을 유지하며 변성전분인 썬스낵을 적용하면 품질 수준이 우수한 완제품을 제조할 수 있음을 확인할 수 있음.

표 3-1-6. 냉장 기간에 따른 머핀의 경도 변화

샘플명	1일	2일	3일
대조구	121.9	130.5	162.5
썬믹스 PS	145.6	205.0	241.2
썬믹스 FR	128.7	136.6	176.5
썬스낵	107.3	109.0	138.3

⑦ 제조된 냉동생지 머핀의 외형

대조구는 변성전분을 첨가하지 않았고 실험구 1은 썬스넥 1% 적용하였으며 실험구 2는 썬스넥 1%와 베이킹파우더 1% 적용 후 가수량을 증가하여 샘플을 제조함.

1-3 주간 동안 냉동하여 완제품 테스트 결과 기간에 따른 제품 크기의 감소는 나타나지 않음.

표 3-1-7. 냉동기간에 따른 머핀의 높이 변화

샘플명	1주차(mm)	3주차(mm)
대조구	58.4	58.8
썬스넥	60.5	61.1
썬스넥, B.P	58.7	59.4

⑧ 제조된 냉동 머핀의 기계적 조직감 측정

1-3 주간 동안 냉동하여 완제품 테스트 결과 대조구 대비 썬스넥을 적용한 경우 제품 경도가 더 낮게 나타났으며, 썬스넥 외에 추가로 가수량과 베이킹파우더를 증량한 경우 경도가 제일 낮았음. 제품의 경도에 영향을 주는 요인으로는 기공의 발달 정도, 부피, 수분함량 등이 있으며 이전 연구 결과에서 기공이 발달될수록 베이커리 제품의 경도가 낮아지는 것으로 보고된 바가 있음. 냉동생지를 이용하는 베이커리 업체에서는 비발효제품인 머핀에 베이킹파우더 투입량을 증가시켜 품질 수준을 유지하기도 하는데 이는 반죽의 기공 형성을 촉진시켜 완제품이 보다 부드러운 식감을 가지도록 유도할 수 있음.

시판냉동생지 머핀의 경우 냉동 3주차 이후의 플레인 머핀 반죽의 완제품을 texture analyzer를 이용하여 경도를 측정한 결과, 노화에 의한 뚜렷한 경도 증가가 관찰됨. 이러한 결과를 바탕으로, 변성전분을 적용한 냉동생지의 품질저하 유/무는 냉동 6주, 10주차까지의 실험을 진행한 후에 보다 정확한 경향성을 확인할 수 있을 것으로 생각됨.

표 3-1-8. 냉동기간과 경과일에 따른 머핀 경도 변화

냉동 기간	경과일	대조구	썬스넥	썬스넥, B.P
1주	1일	75.6	70.1	44.5
	2일	100.8	85.4	55.7
	3일	119.1	102.7	66.8
3주	1일	77.5	64.6	36.6
	2일	119.1	82.9	56.9
	3일	123.1	107.0	59.1

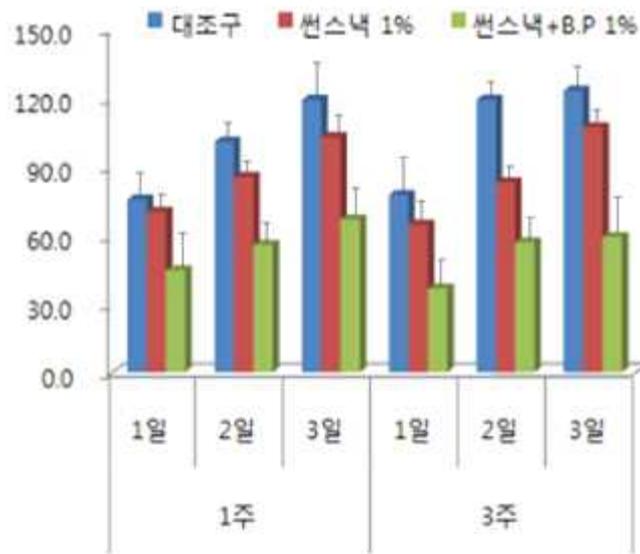


그림 3-1-4. 냉동기간과 경과일에 따른 머핀 정도 변화

⑨ 시제품의 제조

- ㉞ 썬스넥을 적용한 냉장생지의 소성 테스트 시 품질이 가장 우수한 제품을 얻을 수 있었으며, 시판되는 머핀 냉동생지 제품을 참고하여 냉장생지 시제품을 제조하였음.



그림 3-1-5. 썬스넥을 이용한 시제품 (냉장 머핀 생지)
(좌: 냉장 생지 시제품, 우: 시판제품)

㉟ 썬스넥을 적용한 냉장생지 시제품 배합비

표 3-1-9. 썬스넥을 적용한 냉장 생지 시제품의 배합비

원료명	배합비(%)	중량(g)
박력1급	24.4	121.9
정백당	22.6	113.1
탈지분유	2.2	11.0
유청분말	0.6	2.8
분말유지P	1.7	8.3
정제염	0.4	2.2
베이킹파우더	1.0	5.0
검류	0.1	0.3
썬스넥	1.0	5.0
계란	18.3	91.5
물	11.0	55.0
대두유	16.8	84.0
합계	100.0	500.0

㉔ 시제품을 이용한 머핀 완제품

상업화 측면에서 소비자들이 냉장생지 구매 시에는 재료계량, 반죽의 제조 등 소요 시간 없이 바로 오븐에 구울 수 있어 간단한 꾸밈 작업으로 시판 머핀과 같은 제품을 만들 수 있어 사용자 편리성이 증대될 것으로 생각됨.



그림 3-1-6. 머핀 시제품(좌), 시판제품(우)

(5) 결론

1차년도 제1 세부과제의 목표는 제과제품의 냉장냉동생지 포물라를 개발하는 것으로서, 구체적으로는 냉장머핀 반죽 포물라를 개발하는 것임. 현재 국내에서 시판되는 냉동생지 업체의 냉동머핀생지를 구매하여 품질을 분석하고 냉장머핀, 냉동머핀 반죽 포물라를 개발하는 테스트를 진행함. 냉장머핀에 삼양제넥스의 변성전분을 적용하여 완제품의 소성 테스트를 진행한 결과, 제품의 외관 및 조직감과 노화도를 고려할 때 썬스넥을 적용한 응용 포물라가 가장 우수한 품질 수준을 나타내었으며, 3주간 냉동한 냉동생지에서도 대조구에 비해 우수한 품질 수준을 유지함을 확인함. 냉장생지 머핀은 구매 후 반죽 제조에 필요한 소요 시간 없이 손쉽게 시판 머핀과 같은 우수한 품질의 제품을 만들 수 있어 간편성이 증대될 것으로 예측됨.

나. 냉동쿠키 생지 포물라 개발

(1) 쿠키의 분류

쿠키는 반죽의 특성과 제조특성에 따라 분류할 수 있음. 반죽의 특성에 따라 반죽형 쿠키, 거품 쿠키로 나눌 수 있는데, 반죽형 쿠키는 드롭 쿠키, 스냅쿠키, 거품형 쿠키로 분류됨. 드롭 쿠키는 반죽형 쿠키 중 최대의 수분을 함유한 제품으로 높은 비율의 계란이 사용되어 부드러운 특징이 있음. 그래서 소프트 쿠키라고도 하며 저장 중 건조되어 부스러지면 상품가치가 없다할 수 있음. 스냅쿠키는 드롭 쿠키보다 적은 액체 재료를 사용하며 굽기 과정에 많이 건조시켜 제품은 바삭바삭한 상태로 포장, 저장되어야 함. 저장 중 수분에 의해 눅눅해지면 상품가치가 떨어지며 일명 슈거 쿠키라고도 함. 쇼트브레드 쿠키는 스냅쿠키와 비슷하지만 지방 함량이 더 높은 게 근본적인 차이이며 버터를 많이 사용하여 향을 강화시킴. 거품형 쿠키는 머랭 쿠키와 스펀지 쿠키로 분류됨. 머랭쿠키는 계란 흰자와 설탕을 믹싱하여 얻는 머랭을 구성체로 하여 다른 몇 가지 재료를 혼합하여 만든 제품이며 스펀지 쿠키는 스펀지 케이크 반죽과 유사하나 그에 비해 더 많은 밀가루를 사용하여 모양을 유지시킬 수 있도록 한 제품임. 제조특성에 따라 쇼트도우 쿠키, 짜는 형태의 쿠키, 아이스박스 쿠키, 코코넛 마카롱, 아몬드 마카롱 쿠키로 분류할 수 있음. 쇼트도우 쿠키는 스냅과 쇼트브레드 쿠키와 같이 밀어펴서 정형하는 쿠키이며, 짜는 형태의 쿠키는 드롭 쿠키와 거품형 쿠키처럼 찰주머니 또는 주입기를 이용하여 짜서 성형하는 쿠키임. 코코넛 마카롱은 코코넛을 사용한 일종의 머랭쿠키이며 아몬드 마카롱 쿠키는 마카롱 쿠키를 기본으로 아몬드 페이스트를 사용한 쿠키임.

(2) 재료 및 방법

(가) 실험 재료

밀가루는 박력 1급 (삼양사), 버터(삼양사), 쇼트닝(삼양사), 설탕(삼양사), 물엿(삼양 제넥스), 정제염, 계란, 코코아가루를 시중에서 구입하여 사용하였고, 변성전분은 삼양 제넥스의 제품을 사용함.

(나) 냉동쿠키 제조

냉동 쿠키의 기본 배합비는 표 3-1-10과 같으며, 제조는 예비실험을 거쳐 다음과 같은 방법으로 함. Kitchenaid 믹서에 버터, 쇼트닝을 넣고 고속으로 약 1분간 돌려 크림 상태로 만든 후에 설탕, 물엿, 소금을 투입하여 2분간 믹싱을 함. 완전하게 크림 상태로 만든 후에 계란을 넣고 고속 1분간 혼합하고 박력분, 변성전분, 코코아가루를 잘 섞은 다음 체로 쳐 준 것을 넣고 글루텐이 형성되지 않게 손으로 가볍게 섞어 주어 쿠키 반죽을 제조함. 제조한 반죽은 비닐에 넣고 30분 정도 냉장 휴지시킴. 냉장 휴지된 쿠키 반죽은 롤러를 이용하여 0.5 cm 두께로 성형하고 일정한 간격으로 팬닝하여 -40°C에서 30분간 냉동 후 -18°C에서 냉동 보관을 진행함. 냉동 보관했던 쿠키를 팬에 일정한 간격으로 팬닝하여 윗불 200°C, 밑불 150°C로 예열된 오븐에 12분간 구운 후 꺼내 실온에서 30분 정도 식히고 제조한 냉동 쿠키는 지퍼백에 넣고 보관하였음.

표 3-1-10. 냉장쿠키 기본 배합비

재료	%	g
박력분	100	500
버터	33	165
쇼트닝	33	165
설탕	35	175
소금	1	5
물엿	5	25
계란	10	50
코코아	1	2
합계	218	1090

(다) 제조된 냉동 쿠키의 크기 및 퍼짐성 측정

쿠키의 크기는 쿠키의 직경과 두께를 측정함. 쿠키의 직경은 쿠키 6개를 가로로 정렬해 그 길이를 측정한 후 각각의 쿠키를 90°로 회전시켜 다시 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 계산함. 두께는 6개의 쿠키를 세로로 쌓아 올려 높이를 측정한 후 해체해 쌓아 올린 순서를 바꾸어 다시 쌓아 올려 높이를 측정해 얻은 수치를 각각 6으로 나누어 평균값을 얻음. 쿠키의 퍼짐성 지수는(spread factor)는 쿠키의 직경(mm)과 쿠키 6개의 높이(mm)를 각각 측정한 후 AACC Method 10-50D의 방법(American Association of Cereal Chemists 2000)을 이용함.

퍼짐성(Spread factor) =

$$\text{쿠키 6개에 대한 평균 넓이(mm)} / \text{쿠키 6개에 대한 평균 두께(mm)}$$

(라) 제조된 냉동 쿠키의 경도 및 바삭함 측정

제조한 쿠키의 조직감은 Texture Analyser(Stable Micro Systems사)로 측정하여 경도(hardness) 값을 나타냄. Hardness는 그래프 중 최고 피크점을 기준으로 하였으며 각 6회 반복하여 측정한 값의 평균값으로 나타냄. 쿠키의 바삭함은 그래프의 peak 수를 나타낸 값으로 각 6회 반복하여 측정한 값의 평균값으로 나타냄. Probe는 Light Knife Blade를 사용하였으며 분석조건은 pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 0.5 mm/s, return speed 10.0 mm/s, strain 50 %로 함.

(마) 시판 냉동 쿠키 제조 및 품질 평가

서울식품공업에서 판매하는 냉동쿠키생지 2종(플레인, 치즈)을 구매하여 시판 냉동생지 제품의 품질 특성을 비교함. 각 2종의 냉동 쿠키 생지 제조방법에 따라 플레인 쿠키는 실온에서 30분간 해동한 후 롤러를 이용하여 0.5 cm 두께로 성형하고 일정한 간격으로 팬닝함. 치즈 쿠키는 실온에서 10분간 해동 후 이미 성형되어 있기 때문에 별다른 과정 없이 일정한 간격으로 팬닝하였음. 윗불 200도°C, 밑불 150°C로 예열된 오븐에 12분간 구운 후 꺼내 실온에서 30분 정도 식히고, 제조한 쿠키는 지퍼백에 넣고 보관함.

(바) 쿠키의 경도 및 바삭함 측정

시판 냉동 쿠키의 조직감은 위와 같이 Texture Analyser(Stable Micro Systems사)로 측정하여 경도(hardness) 값을 나타냄. 2종의 쿠키 타입이 달라 strain 조건을 달

리하였음. Probe는 Light Knife Blade를 사용하였으며 분석조건은 pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 0.5 mm/s, return speed 10.0 mm/s, strain 50%(플레인)/ 70%(치즈)으로 함.

(3) 결과 및 고찰

(가) 냉동 쿠키 해동 과정 유무에 따른 쿠키 품질 변화

제조 과정의 최적화를 찾기 위해 제조 과정 중 해동 유무에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 따라서 기본 배합으로 냉동 쿠키 제조 후 바로 구운 것과 냉동 쿠키를 실온에서 1시간 해동 후 구웠을 때의 품질 변화를 확인함. 쿠키의 외관 확인 결과는 그림 3-1-7과 같음.

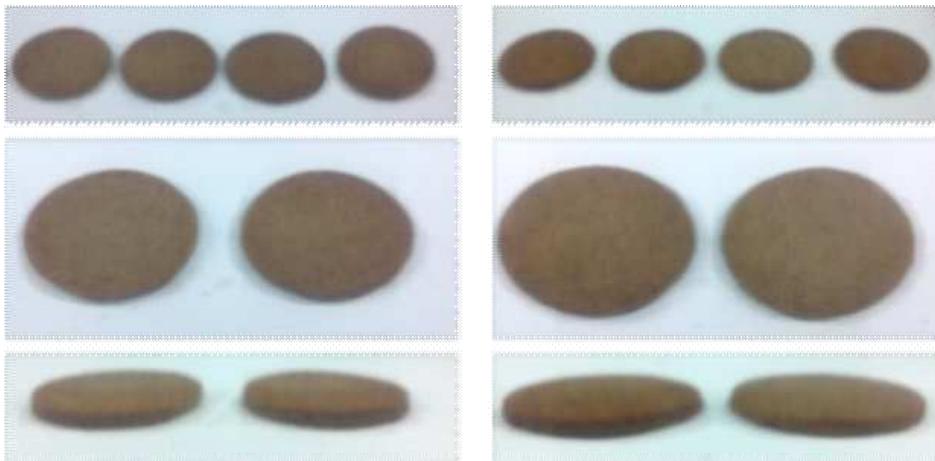


그림 3-1-7. 냉동 후 바로 구운 쿠키(좌), 냉동보관 후 해동을 한 쿠키(우)의 외관 비교

해동 1시간 후 구운 쿠키는 겉 표면의 색상이 고르지 않고 작은 반점이 나타났으나, 이에 비해 바로 구운 쿠키 표면 색상은 고르게 나타남. 또한 표 3-1-11에서 보는 바와 같이 냉동 쿠키의 경도와 바삭함을 측정된 결과, 해동 1시간 후 구운 쿠키의 경도가 해동 없이 구운 쿠키에 비해 높지만, peak 수는 더 적은 것으로 보아 바삭함이 떨어지는 것으로 나타남. 반면에 해동 과정 없이 구운 쿠키는 바삭함이 더 우수하게 나타났음. 해동 1시간 후 구운 쿠키보다 바로 구운 쿠키의 품질이 더 양호하기 때문에 해동과정 없이 바로 굽는 제조 방법으로 실험을 진행함.

표 3-1-11. 해동과정 유무에 따른 냉동쿠키의 경도의 바삭함

	바로 구운 쿠키	해동 후 구운 쿠키
Hardness(g)	4056.3	4283
Peak 수	64.2	55.8

(나) 변성전분 종류에 따른 냉동 쿠키의 품질 변화

변성전분 종류에 따른 쿠키의 품질 특성을 확인하기 위해 3가지 종류(썬스넥, 썬크리미 H, 네오 HP) 변성전분을 적용하여 쿠키를 제조함. 예비 실험 시, 변성전분 8% 첨가하였을 때 품질이 우수하였기 때문에 표 3-1-12를 기본 배합으로 비교실험을 진행함.

표 3-1-12. 변성전분 첨가한 냉동쿠키 배합비

재료	%	g
박력분	100	400
변성전분*	8(3.5)	32
버터	33	132
쇼트닝	33	132
설탕	35	140
소금	1	4
물엿	5	20
계란	10	40
코코아	1	4
합계	226	904

구운 쿠키의 외관을 비교하였을 때, 대조구와 변성전분이 첨가된 쿠키 모두 반점 없이 고르게 나타남. 쿠키의 크기를 측정된 결과, 제조 후 바로 구웠을 때 대조구의 크기가 가장 크고, 냉동 보관 후 구웠을 시에는 네오 HP를 첨가한 쿠키는 대조구보다 크기가 증가하였으며 썬스넥, 썬크리미 H를 첨가한 쿠키는 대조구와 크기가 유사한 것으로 나타남. 전반적으로 냉동 전보다 냉동 후의 크기가 소성 후 작아짐을 알 수 있음. 또한 두께를 비교해 본 결과, 냉동 전 반죽을 바로 구웠을 때 대조구에 비해 썬크리미 H, 네오 HP가 첨가된 쿠키의 두께가 증가하였고, 냉동 반죽을 구웠을 때에도 변성전분을 첨가한 쿠키가 대조구보다 증가하였음.



그림 3-1-8. 대조구(좌)와 변성전분 첨가한 쿠키의 외관 비교

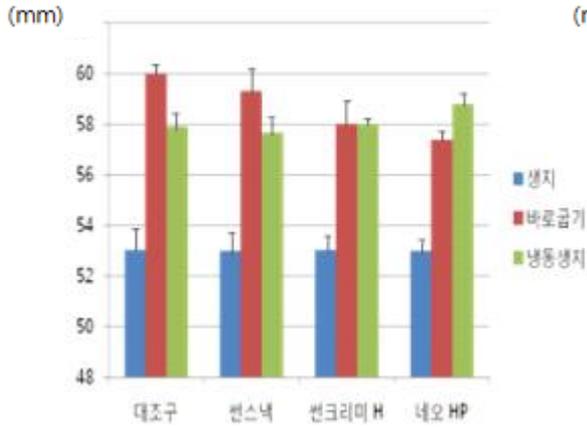


그림 3-1-9. 변성전분 종류에 따른 냉동 쿠키의 크기 변화

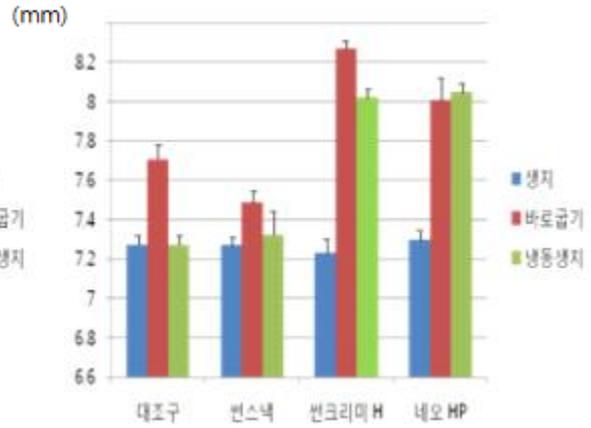


그림 3-1-10. 변성전분 종류에 따른 냉동 쿠키의 두께 변화

쿠키의 경도를 측정된 결과, 제조 후 바로 구운 쿠키 중 썬스넥이 약간 강도가 증가하였고 다른 쿠키들 간의 강도 차이는 크지 않으나, 냉동된 쿠키 반죽을 구웠을 때 썬스넥을 제외하고 바로 구운 쿠키보다 경도가 증가함. 썬스넥의 경우 화학적 변성을 통해 베이커리 제품에 적용 시 제품을 촉촉하게 유지시켜주는 특징이 있어 대조구나 다른 첨가구보다 경도가 낮아짐을 알 수 있음. 바삭함을 측정된 결과, 바로 구웠을 시 썬스넥을 적용한 쿠키가 바삭함이 가장 우수하게 나타남. 냉동 반죽을 구웠을 시, 바로 구운 쿠키보다 바삭함은 감소하나 썬스넥을 첨가한 쿠키는 바삭함의 감소폭이 낮았고 대조구보다 바삭함이 우수하게 나타남. 이에 비해 썬크리미 H, 네오 HP를 첨가한 쿠키는 대조구에 비해 바삭함이 떨어진 것을 확인 할 수 있음. 쿠키에서 전분은 구운 후에도 완전히 호화하지 않고 본래의 입자 상태를 유지하는데 이는 전분이 호화하는데 필요한 물이 부족하기 때문임. 하지만 썬스넥을 적용하면 쿠키의 바삭함이 현저히 증가하여 식감을 향상시키는데 이는 이미 호화되어 소량의 물로도 높은 팽창력을 보일 수 있기 때문으로 보임.

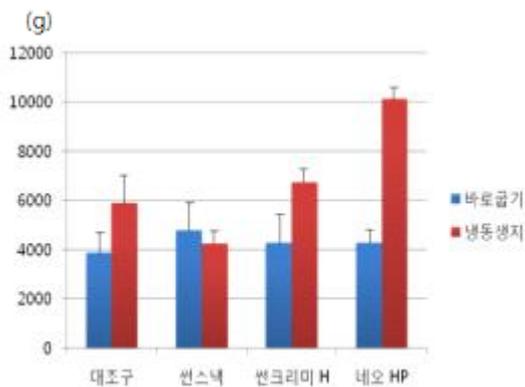


그림 3-1-11. 변성전분 종류에 따른 냉동 쿠키의 경도 변화

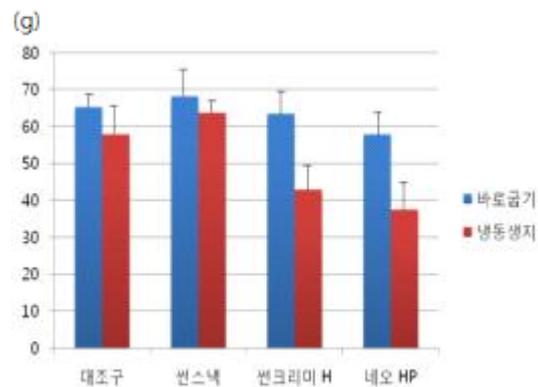


그림 3-1-12. 변성전분 종류에 따른 냉동 쿠키의 바삭함 변화

(다) 냉동기간에 따른 쿠키 외관 변화

위의 결과와 같이, 썬스넥을 적용한 쿠키가 대조구나 다른 변성전분에 비해 냉동과정을 거쳐도 품질변화가 가장 적고, 바삭함이 우수하였음. 따라서 변성전분 중 썬스넥을 선택하여 적용하였고 첨가량, 냉동기간을 달리하여 실험을 진행함. 썬스넥 함량은 4, 8, 12% 적용하였으며, 냉동기간은 2개월 보관하여 2주 간격(1, 3, 5, 7, 9 주)으로 품질 변화를 확인함. 또한 대조구 1을 제외한 모든 배합의 총 함량을 맞추어 배합비를 구성하였음.

표 3-1-13. 제조한 냉동 쿠키의 배합비
(A: 대조구 1, B: 대조구 2, C: 썬스넥 4%, D: 썬스넥 8%)

재료	%	g	재료	%	g
박력분	100	500	박력분	108	540
버터	33	165	버터	33	165
쇼트닝	33	165	쇼트닝	33	165
설탕	35	175	설탕	35	175
소금	1	5	소금	1	5
물엿	5	25	물엿	5	25
계란	10	50	계란	10	50
코코아	1	2	코코아	1	2
합계	218	1090	합계	218	1090

A			B		
재료	%	g	재료	%	g
박력분	104	520	박력분	96	480
썬스넥	4	20	썬스넥	12	40
버터	33	165	버터	33	165
쇼트닝	33	165	쇼트닝	33	165
설탕	35	175	설탕	35	175
소금	1	5	소금	1	5
물엿	5	25	물엿	5	25
계란	10	50	계란	10	50
코코아	1	2	코코아	1	2
합계	226	1130	합계	226	1130

(라) 냉동기간에 따른 냉동 쿠키 외관 변화

냉동기간에 따른 쿠키의 외관의 변화는 아래 그림과 같음. 대조구 1, 2는 냉동기간이 길어짐에 따라 색이 어두워지고 표면의 반점이 생겨 고르지 못한 문제점을 보였음. 썬스넥을 적용한 쿠키는 냉동기간이 길어짐에도 대조구보다 표면 색상이 비교적 고르게 나타났지만 5주차부터 표면에 반점이 생겨남. 썬스넥을 적용한 냉동 쿠키가 대조구보다 냉동기간이 길어져도 표면 색상이 밝고 고르게 유지하지만, 두 실험구 모두 냉동기간이 길어짐에 따라 반점이 생기는 문제점이 발생함

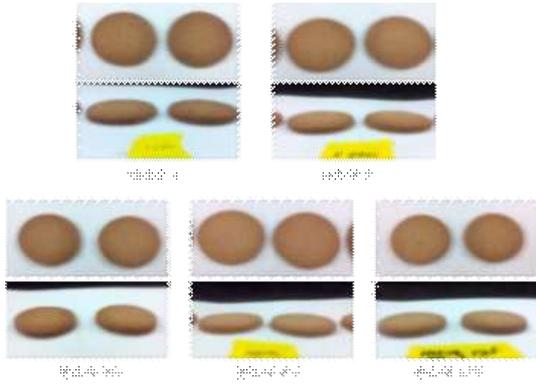


그림 3-1-13. 0주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관

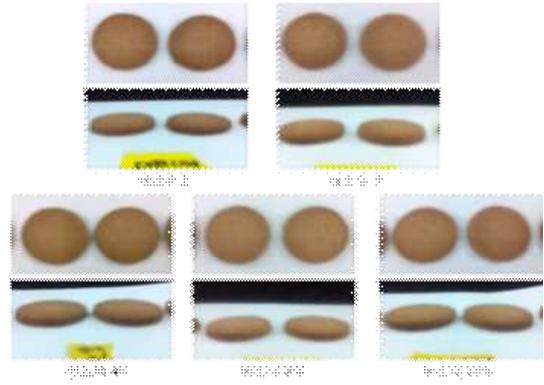


그림 3-1-14. 1주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관



그림 3-1-15. 3주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관

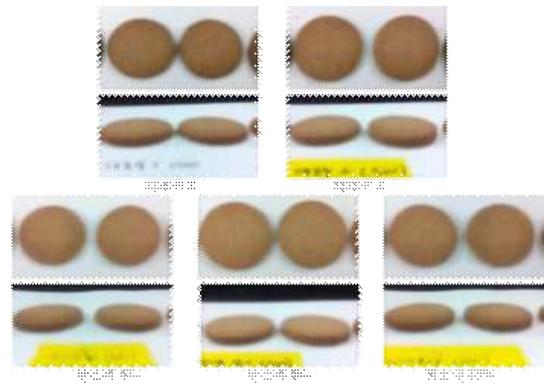


그림 3-1-16. 5주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관

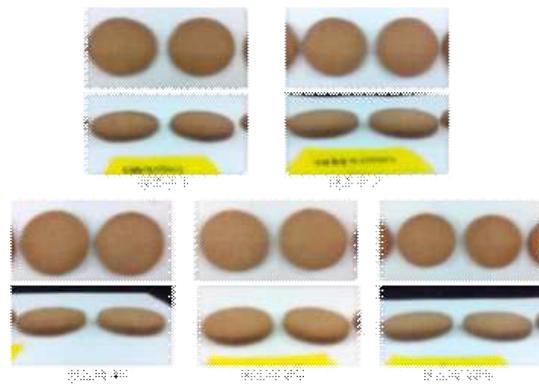


그림 3-1-17. 7주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관

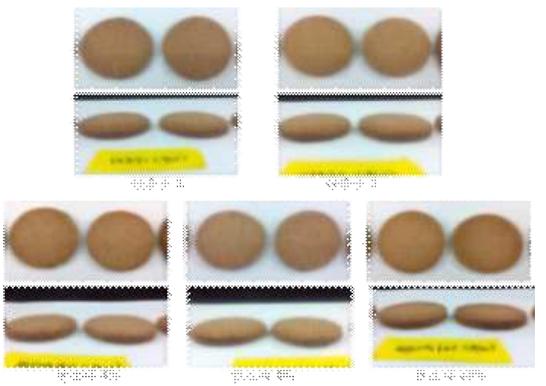


그림 3-1-18. 9주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관

(마) 냉동기간에 따른 냉동 쿠키의 크기, 두께 변화

썬스낵의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 냉동기간에 따른 크기와 두께 변화는 그림 3-1-19, 3-1-20과 같음. 대조구 1과 썬스낵 적용 냉동쿠키 비교 시, 대조구 1보다 썬스낵 적용 냉동 쿠키의 크기가 상대적으로 작게 나타남. 대조구 2와 비교 시 썬스낵 적용한 쿠키의 크기가 대체적으로 더 크게 나타남. 또한 전체적으로 냉동보관기간이 길수록 쿠키의 크기가 약간 작아지는 경향을 보임. 두께는 크기와 반비례한 결과를 보여, 대조구 1보다 상대적으로 대조구 2, 썬스낵 적용 냉동쿠키의 두께가 두

겉게 나타났으며 썬스넥 함량이 많을수록 냉동기간이 늘어남에 따라 대체적으로 두께가 두꺼워짐을 알 수 있음.

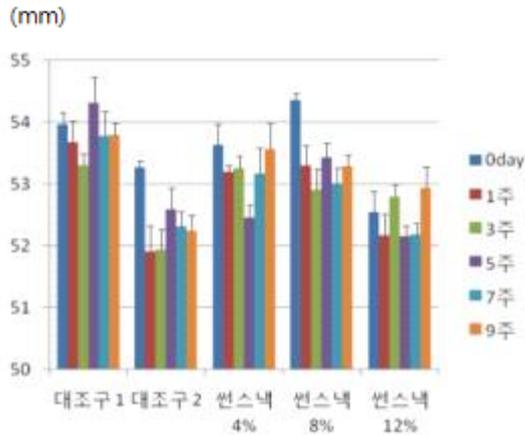


그림 3-1-19. 냉동기간에 따른 제조된 냉동 쿠키의 크기 변화

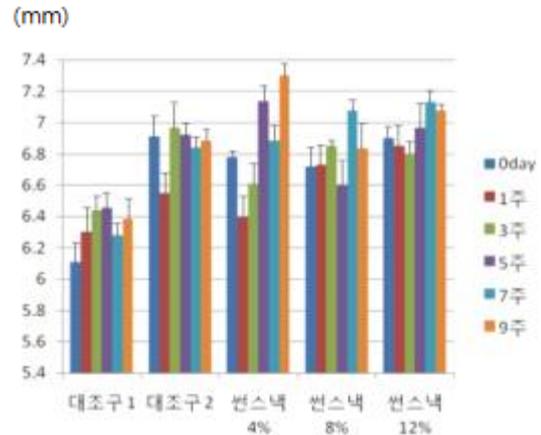


그림 3-1-20. 냉동기간에 따른 제조된 냉동 쿠키의 두께 변화

(바) 냉동기간에 따른 냉동 쿠키의 퍼짐성

썬스넥의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 냉동기간에 따른 퍼짐성 변화는 그림 3-1-21과 같음. 쿠키의 퍼짐성은 재료를 반죽하고 성형하여 오븐에서 굽는 과정에서 쿠키의 반죽의 두께가 감소하고 직경이 커지는 현상을 뜻하며, 퍼짐성과 직경이 큰 것을 바람직한 품질로 평가함. 냉동기간이 늘어남에 따라 전체적으로 모든 냉동쿠키의 퍼짐성이 작아지는 경향을 보였음. 대조구 1과 비교 시 대조구 2, 썬스넥 4, 8, 12% 모두 퍼짐성이 작아졌지만 대조구 2보다 썬스넥 8% 적용한 쿠키 9주차 퍼짐성의 값이 더 크게 나타남. 하지만 전체적으로 냉동기간에 따라 쿠키의 퍼짐성이 작아지는 것으로 보아 퍼짐에 영향을 끼치는 요인인 당과 유지 함량을 조절하여 냉동생지 쿠키의 크기 개선이 필요함.

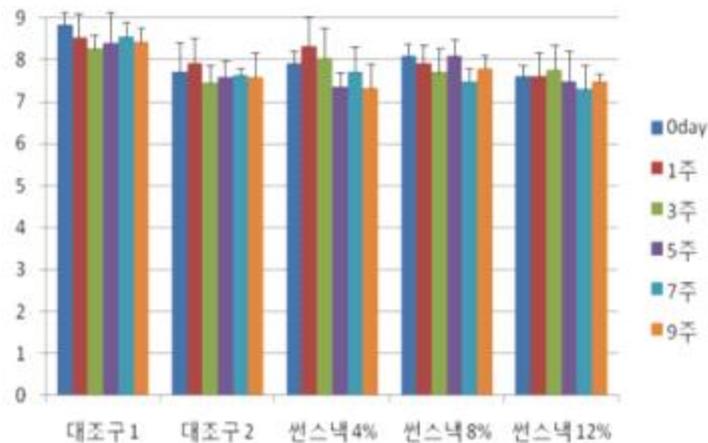


그림 3-1-21. 냉동 기간에 따른 제조된 냉동 쿠키의 퍼짐성 변화

(사) 냉동기간에 따른 냉동 쿠키의 경도 및 바삭함

썬스낵의 첨가량을 달리하여 제조한 쿠키의 냉동기간에 따른 경도 변화는 그림 3-1-22와 같음. 냉동기간이 길어짐에 따라 대조구 1, 2, 썬스낵 12%의 쿠키 경도가 급격히 증가하는 경향을 보이고 있는 반면, 썬스낵 4, 8% 적용한 냉동 쿠키는 냉동기간이 길어짐에 따라 비교적 안정적으로 경도를 유지하고 있음. 바삭함의 변화를 나타내는 그림 3-1-23에서 보이는 바와 같이, 전체적으로 썬스낵을 적용한 냉동쿠키가 대조구 1, 2와 비교하였을 때 바삭함이 우수하게 나타남. 또한 냉동기간이 길어짐에 따라 대조구 1은 바삭함이 감소하지만 썬스낵 4, 8% 적용 시 바삭함을 유지하는 경향을 보이고 있음. 이를 통해 냉동기간이 길어짐에 따라 썬스낵을 첨가한 냉동 쿠키의 식감이 우수함을 알 수 있고, 그 중에서도 썬스낵 4, 8% 적용한 냉동쿠키가 효과적인 것으로 나타남.

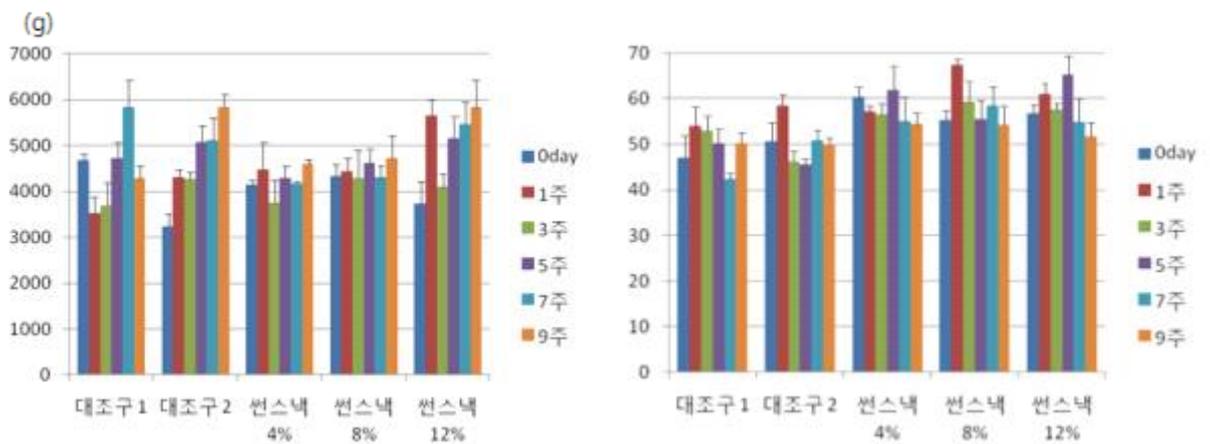


그림 3-1-22. 냉동 기간에 따른 제조된 쿠키의 경도 변화 그림 3-1-23. 냉동 보관 기간에 따른 제조된 냉동 쿠키의 바삭함 변화

(아) 냉동기간에 따른 쿠키 외관 변화

서울식품공업사에서 구매한 냉동쿠키 반죽 2종(플레인, 치즈)을 1, 3주의 냉동 기간 별로 쿠키 외관의 변화를 확인하였음. 플레인 쿠키는 단단한 타입의 쿠키이며 밝은 색상을 띄고, 치즈 쿠키는 쫄득한 휴잉 타입의 쿠키로 플레인보다는 어두운 노란빛의 쿠키임. 1주차에서 3주차까지의 외관적으로는 큰 차이를 보이지 않았음.

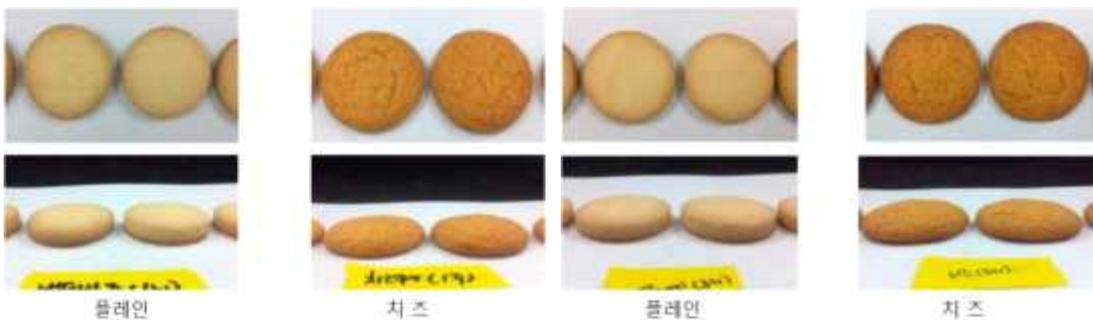


그림 3-1-24. 1주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관 비교 그림 3-1-25. 3주 냉동 보관 후 구운 쿠키의 외관 비교

(자) 쿠키의 크기, 두께 변화

시판 냉동 쿠키의 크기를 비교한 결과, 플레인, 치즈 쿠키 모두 3주차까지 거의 유사함을 보였고, 플레인은 두께 차이가 유사하지만 치즈쿠키는 두께가 1주보다 3주차 가 증가하였음. 이는 이미 분할된 냉동 치즈 쿠키이기 때문에 분할된 양과 모양에 의한 오차가 발생한 것으로 보임.

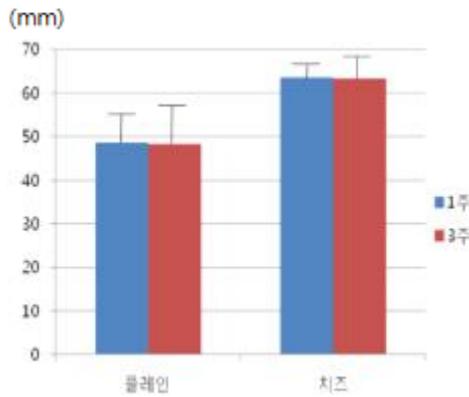


그림 3-1-26. 냉동 기간에 따른 냉동 쿠키의 크기 변화

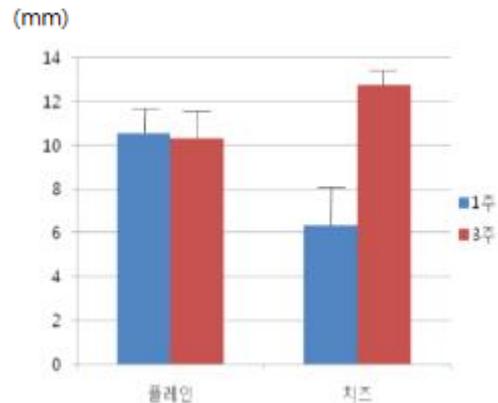


그림 3-1-27. 냉동 기간에 따른 냉동 쿠키의 두께 변화

(차) 쿠키의 경도 및 두께 변화

플레인, 치즈 쿠키 모두 3주차까지 경도 변화가 거의 없으며, 바삭함을 비교하였을 때 플레인은 냉동기간이 길어짐에 따라 약간 바삭함이 감소하였고 치즈쿠키는 바삭함이 증가하였음.

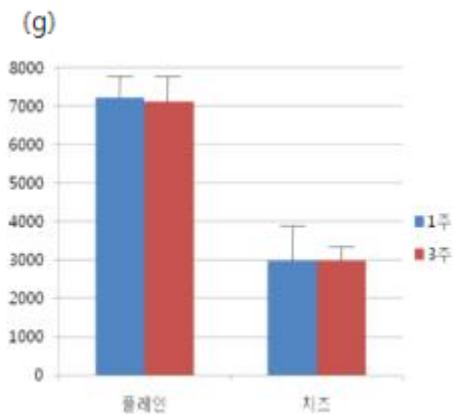


그림 3-1-28. 냉동기간에 따른 제조된 냉동 쿠키의 경도 변화

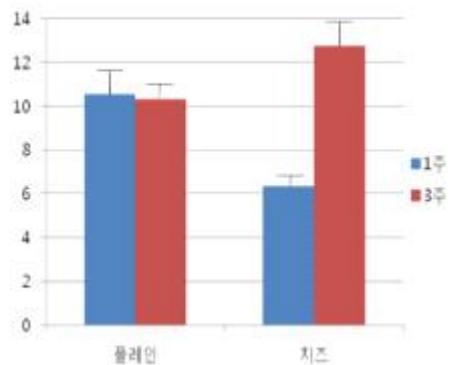


그림 3-1-29. 냉동기간에 따른 제조된 냉동 쿠키의 바삭함 변화

(4) 시제품의 제조

썬스넥을 적용한 냉동 쿠키 소성 테스트 시 냉동 기간에 늘어남에도 불구하고 식감이 우수한 제품을 얻을 수 있었으며, 시판되고 있는 냉동 쿠키 제품을 참고하여 시제품을 제조함. 냉동 기간이 길어짐에도 바삭한 식감을 유지할 수 있는 쿠키를 얻을 수 있어 소비자에게 편리성뿐만 아니라 쿠키의 품질까지 충족시킬 수 있는 것으로 예측됨.



<그림 3-1-31. 냉장 쿠키 시제품(좌)과 시판제품(우)>

(5) 결론

본 연구에서는 냉동 쿠키 배합 및 제조방법 최적화를 통해 냉동 쿠키의 포물라 개발을 하고자 하였음. 쿠키 제조 후 해동 유무에 따른 쿠키 품질을 확인한 결과 해동과정 없이 냉동 쿠키를 구웠을 때 외관이나 식감 면에서 우수하였음. 변성 전분인 썬스넥, 네오 HP, 썬크리미 H 적용 시, 썬스넥을 적용한 냉동 쿠키의 품질이 우수하였음. 썬스넥 적용함량(4, 8, 12%)을 달리하여 냉동기간(1, 3, 5, 7, 9주)에 따른 외관, 크기를 비교한 결과, 냉동기간이 길어짐에 따라 변성전분을 적용하지 않은 냉동쿠키에 비해 변성전분을 적용한 냉동쿠키의 색이 더 밝고 표면이 고르게 유지되었지만, 반점이 생기는 품질 저하 현상을 나타남. 또한 대조구 및 변성전분 적용 쿠키 모두 크기는 작아지고 두께가 두꺼워졌으며 퍼짐성 또한 감소하였음. 쿠키의 경도는 변성전분을 적용하지 않은 냉동쿠키와 썬스넥 12% 적용한 쿠키는 냉동기간이 길어짐에 따라 증가하여 단단해짐을 알 수 있었고, 썬스넥 4, 8% 적용한 쿠키는 비교적 안정적으로 경도를 유지하였음. 쿠키의 바삭함은 썬스넥 4, 8% 적용한 냉동 쿠키가 냉동기간이 길어짐에도 바삭한 식감을 유지하였음. 시판되고 있는 2종(플레인, 치즈) 쿠키는 냉동 보관 3주차까지 큰 차이를 보이지 않았음.

냉동기간이 지남에 따라 쿠키 표면의 반점이 생기는 문제점을 개선하고, 냉동 쿠키의 퍼짐성을 개선하고자 품질특성에 영향을 주는 요인인 당과 유지 조절하여 실험을 진행할 예정임. 또한 당과 유지는 기존 시판제품의 함량을 분석하여 비슷한 포물라의 제품을 제조하고 이에 따른 비교 테스트를 진행할 예정.

다. 냉동호떡(무발효)에서의 기계성형성 및 호떡 잼믹스 물성 최적화

(1) 냉동호떡

호떡은 예로부터 우리나라 전통간식으로 널리 취식해온 음식으로써 남녀노소 누구에게나 사랑받고 있음. 호떡은 밀가루를 주로한 반죽에 효모를 넣어 일정시간 반죽한 뒤 설탕을 주로한 호떡소를 넣고 성형한 뒤 기름에서 구워낸 제품임. 오븐이 없이도 제조가

가능한 제품으로 2008년경 삼양사에서 가정용 프리믹스인 호떡믹스를 출시한 이후에는 가정에서도 손쉽게 제조해 먹을 수 있게 되었음. 이후 호떡믹스는 가정용 프리믹스의 대표제품으로 우리나라에서 자리 잡았으며, 호박호떡, 흑미호떡 등 다양한 맛을 내는 제품들이 개발되어 왔음. 하지만 점점 더 조리가 쉽고 시간이 단축되는 제품에 대한 요구가 커지고 있음. 이에 몇몇 업체들은 호떡을 제조하여 냉동한 후 유통시키고 있음. 냉동호떡은 가정에서 간단히 후라이팬에 구워먹기만 하기 때문에 향후 그 시장이 확대될 것으로 보임. 이에 정남농협과 삼양제넥스는 냉동호떡 제품을 개발하고자 기계성형에 맞는 배합비를 개발하고자 아래의 연구를 실시하였음.

(2) 재료 및 방법

(가) 실험 재료

밀가루는 중력 1급 (삼양사), 썬믹스 S(삼양제넥스), 썬크리미(삼양제넥스), 찹쌀가루 (농심미분), 대두유(삼양사), 정제염, 팽창제를 이용하여 호떡믹스를 제조하였으며, 호떡소의 경우 설탕(삼양사), 썬믹스 PS(삼양제넥스), 과당 55(삼양제넥스), 맥아물엿(삼양제넥스), 땅콩분태, 아몬드분말, 볶음 코코넛을 사용하였음.

(나) 호떡의 제조

호떡믹스를 물로 반죽하여 반죽을 만들고 정남농협의 성형기에 넣고 제조하였음. 이때 호떡소의 경우도 소투입기에 넣어 호떡에 소가 포함될 수 있도록 제조하였음. 호떡 제조 후 비닐로 포장하여 -20°C에서 냉동고에 넣고 냉동하였음.

(다) 호떡소의 제조

설탕 및 전분 등 가루류를 계량한 후 믹서볼에 투입함. 믹서기에 휘퍼를 이용하여 저속에서 가루를 1분간 섞어줌. 계량한 물을 붓고 1단에서 30초간 섞어준 후 2단에서 30초간 추가 믹싱. 맥아물엿과 과당 55를 계량한 후 투입하고 1단에서 30초, 2단에서 30초, 3단에서 30초, 4단에서 1분간 믹싱.

(3) 실험 결과

(가) 호떡믹스 배합 개발

삼양사의 '바로바로 웰빙호떡믹스'는 쫄깃하면서도 성형 시 손에 달라붙지 않는 특성이 있음. 이에 이 믹스를 이용하여 기계적성을 테스트 한 결과, 새로운 배합 개발 없이 물량 조절로 사용이 가능함을 확인하였음. 이에 호떡 기계성형성 테스트에 '바로바로 웰빙호떡믹스' 배합을 사용하였음.

(나) 호떡소 배합 개발

① 경쟁제품 호떡소 분석

㉠ 점도 : 5579 cP

㉡ 62.5°Bx

㉢ 조리특성 : 조리 후 잘 흐르고 약간의 탄력이 느껴짐

② 배합에 따른 물성 변화

㉑ 배합비

표 3-1-14. 전분 및 전분당을 이용한 호떡소 배합

실험	물엿	백설탕	흑설탕	전 믹스 PS	전 믹스 S	전 크리미 H	정제염	과당 55	텍스트린
1	30	30	20.5	5	3	-	1.5	5	5
2	37.5	25	25	5	3	-	0.5	2	2
3	37.5	23.5	23.5	5	3	3	0.5	2	2
4	37.5	25	25	5	-	3	0.5	2	2
5	33.5	25	25	5	-	3	0.5	6	2
6	30.5	25	28	5	-	3	0.5	6	2
7	37	22	25	5	-	3	0.5	5.5	2
8	33.5	30	20	5	-	3	0.5	6	2
9	33.5	28	22	5	-	3	0.5	6	2
10	33.5	28	22	4.5	-	3.5	0.5	6	2
11	32.5	28	22	5	-	3	0.5	7	2
12	33	28	22	5	-	3	0.5	6.5	2

㉒ 결과

표 3-1-15. 테스트 결과

실험	가루 대비 가수량(%)	결과
1	22.5	74.4°Bx, 8248 cP, 찐맛이 강하며, 설탕이 잘 녹지 않음
2	24.5	70.6°Bx, 1410 cP, 너무 묽음
3	25	71.3°Bx, 5099 cP, 너무 부드러움. 미끈거리며 꺼끌거리는 식감부족
4	5	되직함. 구웠을 때 잘 흐름. 설탕 약간 남아있음
5	5	되직함. 실험 4보다 약간 더 됨. 구웠을 때 완전히 녹음
6	5	많이 됨. 구웠을 때 흐름성 약함. 설탕질 남아있음
7	5	묽은 편. 구웠을 때 흐름성 적음. 완전히 녹음
8	5	당도 높고 카라멜 향 약함. 설탕맛이 강함
9	8, 10	단맛은 적절. 조리 시 잘 흐르며, 설탕 잘 씹힘 10% 가수 시에는 묽어서 성형이 어려움. 8% 적당
10	5	약간 됨. 조리 시 식감이 부드럽고 설탕이 녹음. 단맛은 적절
11	8	점도 경쟁제품과 유사. 당도는 약간 높은 편
12	8	당도, 점도 모두 우수

(4) 결론

기계성형이 가능하기 위해서는 반죽의 부착성이 약하여 기계에 들러붙는 현상이 없어야 함. 이런 물성을 구현하기에는 기존 삼양사의 가정용 믹스제품인 '바로바로 웰빙호떡 믹스'의 배합을 이용하였을 때 무리없이 성형이 가능함을 확인하였음. 또한 기계 포양이 가능할 정도의 되기와 구웠을 때 적당히 흐르면서 설탕의 알갱이가 일부 씹힐 수 있는 호떡소는 삼양제넥스의 변성전분과 전분당을 이용하여 개발을 완료하였음.

[2년차]: 제비용 냉동 생지 및 완제품의 품질 표준화 기술 개발

1. 제병 식품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발 및 가공 식품 제조

가. 개요

한국 민족의 생활 속에서 깊숙이 뿌리내려온 떡은 대개 곡식가루를 반죽하여 찌거나 삶아 익힌 음식으로, 농경문화의 정착과 그 역사를 함께 하는 우리의 대표적인 전통 음식 중의 하나임. 최근에는 명절이나 잔치 때면 먹는 음식으로 여겨졌던 떡이 브랜드 떡집들이 생기고 현대화된 제과점과 카페 등을 도입하여 남녀노소에게 좋은 반응을 얻고 있음. 이에 따라 떡을 다양하고 좋은 품질을 갖춘 우수한 상품으로 만들어 소비자들이 언제라도 가까운 곳에서 사먹을 수 있게 상품화 및 대중화 되어야 함. 하지만 떡은 시간이 경과함에 따라 전분이 단단하게 굳는 노화 현상으로 떡제품의 제조 및 유통 판매에 커다란 장애가 되고 있음. 따라서 떡 산업에서 가장 중요하게 해결해야 할 문제인 노화 억제 기술을 개발한다면 떡 제품의 유통기간의 연장, 경쟁력 강화 및 소비자의 떡 가공품에 대한 선택의 폭을 넓힐 수 있을 것이며, 결과적으로 떡 소비 촉진을 향상시킬 수 있을 것임. 떡의 원재료인 쌀의 품질 뿐만 아니라 섞는 곡물이나 첨가하는 부재료에 따라서도 노화의 속도가 달라짐. 특히, 장기 유통을 하기 위해 냉동 포장을 하게 되면 냉동 후 유통과정과 해동 후 과정에서 품질 저하의 문제점이 발생하는데 이를 개선하기 위해 적절한 변성처리를 한 전분이나 당을 이용한 해결방안이 필요한 실정임. 변성 전분은 식감을 개선하고 수분 보유력이 우수하여 냉해동 안정성을 향상시켜 저장 안정성을 높여줌. 적절한 변성 전분 및 당의 적용은 냉동 떡의 저장성을 향상시켜 문제점을 해결하고 품질을 유지시키는데 기여할 수 있음.

반면 가래떡의 경우 떡의 노화를 촉진시킬 수 있는 방법에 대한 탐색이 필요함. 가래떡은 떡 제조 후 적절한 굳기로 굳어야만 썰기를 통하여 제품화할 수 있음. 현재는 떡 제조 후 1일에서 2일정도 냉장온도에서 냉풍으로 굳힌 후 썰기 작업을 함. 만약 썰기 작업 전까지의 공정시간을 단축할 수 있다면 생산량을 현저히 증가시킬 수 있을 것임. 이에 노화를 촉진시킬 수 있는 변성전분을 개발하여 냉장가래떡의 생산성을 향상시키고자 아래의 연구를 실시하였음.

나. 떡의 분류 및 종류

떡을 만드는 방법에 따라 찐 떡, 찐 떡, 지진 떡 및 삶은 떡 또는 빻는 떡으로 크게 구분함. 즉 곡물을 가루로 빻아서 시루에 찌면 백편이나 시루떡과 같은 찐 떡이 되고, 물에 불린 곡식을 시루에 찐 다음 안반에 놓고 매로 쳐서 만들면 인절미나 절편과 같은 찐 떡이 됨. 가루를 반죽하여 기름에 지지면 전이나 빈대떡과 같은 지진 떡, 반죽한 것을 모양 있게 단자나 경단처럼 빻어서 찌거나 삶은 다음 고물을 묻히면 삶은 떡 또는 빻는 떡이 됨. 떡은 예부터 백일, 생일, 혼인, 회갑, 상 제례 등에 반드시 쓰이는 음식으로 손님 접대와 계절에 따라 별식으로 이용되어온 음식임. 최근에는 떡집에서 전문적으로 기계로 만드는 떡이 대중화 되어가고 있음. 기계로 만드는 떡의 종류에는 시루떡, 절편, 가래떡, 인절미, 경단, 송편, 얼음송편, 꽃절편 등이 있음.

표 3-1-16. 떡의 종류

분류	종류	설명
찌는 떡	무리떡, 쪄떡, 약식 등	곡물을 가루내어 시루에 안치고 솥위에 없어 증기로 찌는 떡
치는 떡	인절미, 가래떡, 절편	찹쌀이나 떡가루를 시루에 쪄낸 다음 뜨거울 때 절구나 안반에 쳐서 끈기가 나게 한 떡
빚는 떡	송편, 경단, 단자	떡가루를 반죽하여 손으로 모양있게 빚어 만드는 떡
지지는 떡	화전, 빈대떡, 찹쌀부꾸미, 전병	주로 찹쌀가루를 반죽하여 모양을 만들어 기름에 지지는 떡

다. 떡의 일반적인 제조 공정

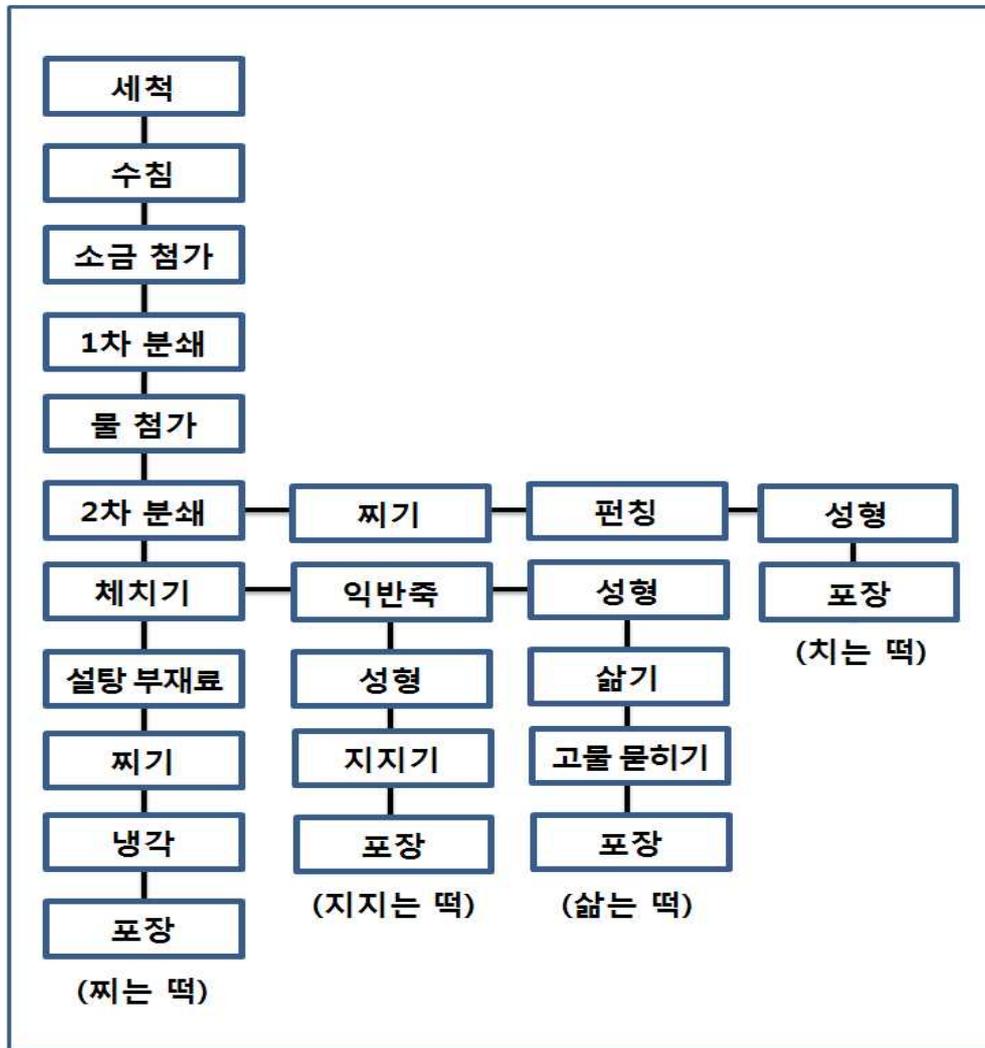


그림 3-1-32. 떡의 종류에 따른 제조공정

(1) 세척

곡물은 주로 건식으로 선별을 하지만 떡 가공에서는 왕겨, 해충, 먼지, 돌 등의 이물질을 제거한 다음 수침을 하는 습식수세를 함. 대량으로 세척을 하는 경우 대형 탱크에

물을 담아 일정시간 담가서 교반하면서 씻은 다음 건져내는 방식을 침지체척이라 하는데 교반하는 방식은 임펠러를 사용하는 방식과 탱크의 하단에서 공기를 주입하여 원료를 교반하는 방식이 있음.

(2) 수침

떡 제조에서 수침과정은 쌀을 세척한 다음 물에 담그는 공정으로 쌀의 난알에 수분을 흡수시키는 과정임. 전분입자가 덩어리지는 것을 막고 쌀 전분을 알파화 시키기 쉽게 때문에 건식분쇄보다는 습식분쇄를 위해 수침공정을 수행함.

- 수침기간이 길어질수록 pH는 낮아져 유기산이나 지방산의 생성이 증가한다.
- 이와 같이 pH와 미생물이 생성한 효소에 의해 쌀전분은 전분 사슬이 일부 잘리는 등 구조가 변화된다.
- 수침기간이 길어질수록 반죽의 끈적한 찰기는 증가하고 탄력성은 감소하는 경향이 있다.
- 수침기간이 길어질수록 쌀의 조직이 연화되어 입자의 결합력은 감소하고 조직의 연화와 함께 습식제분을 할 때 전분입자는 더욱 미세화된다.

(3) 분쇄

떡 가공에서 분쇄는 수침한 쌀의 물빼기를 한 다음, 롤밀을 사용하여 습식으로 분쇄하는 것임. 분쇄를 하여 입자의 크기가 감소하면 표면적이 증가하여 찌는 공정에서 스팀에서 열이 전달되는 속도가 증가하여 찌는 시간을 단축시키고 전분이 충분히 호화됨.

(4) 체질

체질은 입자가 큰 쌀가루를 분리하는 일반적인 목적과 함께 체를 통과한 입자간에 공간을 가지게 하여 찌 때 시루내부의 쌀가루 사이로 증기가 잘 통하게 하여 골고루 잘 찌지도록 하는 목적이 있음.

(5) 찌기

수증기로 쌀가루를 익히는 과정으로 이 과정을 통해 쌀전분을 베타상태에서 알파상태로 호화시킴.

(6) 반죽

찌기를 거친 쌀가루는 호화되어 점성을 가짐. 이러한 호화된 쌀가루에 물리적인 힘을 가하여 점탄성을 가지게 하는 공정을 반죽이라고 함. 반죽을 치기 또는 편칭이라고 하기도 함. 떡 가공에서 반죽은 3가지가 있음.

(가) 익힌 쌀가루를 쳐서 찌는 찰기를 가진 반죽 (예:인절미)

(나) 찌기 전에 성형을 하기위해 쌀가루에 물을 부어 약간의 점성을 가지게 하는 익반죽 (예:송편)

(다) 효모를 이용하여 반죽이 발효될 때 생성되는 탄산가스로 부풀게 한 반죽(예:증편)

(7) 성형

인절미, 성형기, 개피떡 성형기, 가래떡 절단기, 경단/찰쌀떡 성형기, 송편, 꿀떡 등 다양한 성형기로 떡 고유의 모양과 원하는 모양으로 떡을 제조함.

라. 떡 시장의 규모

국내 떡 시장의 규모는 2013년 기준 약 3조3천억원으로 추정되며 이중 떡 제조 가공 업체의 매출은 6603억 원으로 추정되고 있음 (식품산업 정보 시스템)

곡류가공식품 산업의 시장규모는 일정하게 유지되고 있으며 떡류와 빵류의 비중이 증가하고 있고 떡류 제조산업이 빵류 제조산업의 성장율보다 23.7%p 높게 나타나 시장확대가 가속화되고 있음.

마. 떡시장의 분류

대형 유통업체, 즉석제조업체, 개인운영 제과점, 프랜차이즈, 떡 카페, 노점, 가관, 인터넷(지마켓, 옥션, 자체 사이트, 우체국쇼핑, NH쇼핑), 백화점, 가정의례 행사장, 뷔페 등 식당, 호텔, 편의점, 군납(충성클럽, 식자재), 학교급식(학교직영, 케이터링업체), 케이터링 등이며 특수 시장으로 면세점, 공공 기관, 휴게소, 피시방, 기내식, 패스트푸드 업체, 기차역 등을 통해 판매되고 있음.

바. 연구개발의 목표

2차년도 과제목표는 전통 떡의 조리방법에 따른 제조기술 개발 및 가공식품 제조하는 것으로, 구체적으로는 전통 떡 발굴 및 포물라 개발, 조리방법에 따른 냉동떡을 개발하는 것임.

사. 전통떡의 현대화 기술 개발

(1) 홍천 특산물 수리취를 이용한 수리취떡 개발

(가) 수리취

수리취는 전국의 산지에 분포하는 다년초로 초록색의 착색매체로 이용되는 식용색소 식품임. 예로부터 한방에서는 건위, 이뇨, 진해거담, 두통, 현기증, 종창, 부종, 지혈, 토혈,안태 등의 약리작용을 나타내는 것으로 알려져 왔으며 최근의 연구에 따르면 수리취를 비롯한 산채류가 항암작용도 하는 것으로 나타났음. 수리취는 식용으로는 어린잎을 따서 가볍게 데친 후 잠시 물에 우렸다가 찜으로 먹거나 양념 간장에 무쳐 나물로 먹기도 하고 단오절식에는 수리취절편을 만들어 먹기도 하였음. 식품재료로서 수리취는 독특한 향취가 미각을 돋우며, 식품의 노화를 지연시키는 기능이 있는 것으로 알려져 왔음. 또한 수리취는 채소 중 섬유소 함량이 가장 높아(건조중량의 40%)식이섬유 공급원으로도 우수함.

특히 홍천수리취는 국립문화재연구소 '강원도 세시풍속 편' 외 다수의 고문서에 5월 단옷날 홍천 일대에서 수리취떡을 만들어 먹은 기록이 있는 역사와 전통이 깊은 홍천의 향토식품으로 다른 지역의 수리취와 비교 때 총 식이섬유, 무기질, 일반성분 함량

이 뛰어난 것으로 알려져 있음. 단옷날은 수릿날이라고도 하는데 수리는 수레를 뜻하는 것으로 수릿날의 떡은 수레바퀴 문양의 떡살로 찍어냈음. 수리취는 강원도 산골에 많이 생산되는 대표적인 나물로 홍천과 정선이 유명함.

보통 수리취떡은 인절미와 송편으로 만들고 있는데 천연건강식으로 한 끼 식사로 대용이 가능하며 건강에 좋아 점차 그 수요량이 커지고 있는 상황임. 냉동 보관 시 냉동실에서 꺼낸 뒤 실온1~2시간 해동시켜 먹으면 본래의 맛을 그대로 느낄 수 있음.

그러나 주로 냉동으로 유통되는 과정에서 유통 중 온도의 상승이 일어날 수 있고 해동후 시간이 경과함에 따라 노화되어 떡이 단단해지고 식감이 저하되는 현상이 발생할 수 있음. 또한 냉동과 해동이 반복되었을 때 떡 중 전분의 사슬이 재배열하여 떡이 단단해지고 특유의 쫄깃하고 부드러운 식감이 변질되어 품질이 급격히 저하될 수 있음. 수리취떡의 안정한 냉동 유통 및 식감 변화 없이 오랫동안 취식이 가능한 제품을 제공하기 위해서는 무엇보다 냉해동 안정성과 노화 안정성이 우수한 떡 배합 개발이 필요함. 이에 떡에 사용되어 냉해동 안정성 및 노화 안정성을 부여할 수 있는 여러 첨가물들을 탐색하고 최적의 배합을 개발하고자 아래의 실험을 실시하였음.

(나) 실험재료

절편과 설기 제조용 멥쌀가루는 (주)대두에서 생산된 제품을 사용하였음. 찹쌀떡 제조사에서 찹쌀을 구입하여 불려서 사용하였음. 설기떡 제조를 위하여 설탕(삼양사), 소금, 찌믹스PS(삼양사), 트레할로스를 사용하였으며 찹쌀떡 제조를 위하여 수리취분말 설탕(삼양사), 트레할로스(삼양사), 폴리글리시톨시럽30(삼양사), 찌크리미(삼양사), KRS-3(한국마프즈다니), 떡제조용 효소(비전바이오웍스)를 사용하였으며 송편제조용으로 수리취분말, 트레할로스(삼양사), 소금, 찌믹스PS(삼양사), HPMC(삼성정밀)를 사용하였음.

(다) 떡의 제조

① 찹쌀떡

제조방법은 찹쌀을 깨끗하게 세척하여 여름에는 4시간이상 겨울에는 8시간 이상 침지함. 불린 찹쌀은 물기를 빼고 로울러에 1차 분쇄함. 소금이나 전분, 수리취분말 등의 부재료를 고루 섞고 가수하여 2차 분쇄함. 스팀에 재료를 넣고 양에 따라 20~30분간 완전히 익을 때 까지 증자함. 편칭기에 재료를 넣고 설탕을 투입하여 편칭, 설탕이 녹은 후, 트레할로스, 덱스트린 순서대로 투입 후 양에 따라 5~7분간 편칭함. 편칭기에서 꺼내어 랩을 간 틀에 넣어 성형하고 -40℃에서 30분간 급속냉동한 후 -18℃ 냉동고에서 보관하였음. 부재료 사용에 따른 배합비는 다음과 같음. 수리취는 분말을 사용하였음.

표 3-1-17. 인절미 배합비

	비교구	효소 첨가	트레하, PGS 30	트레하, PGS 30, 찌크리미 첨가	트레하, PGS 30, 찹쌀전분 첨가
원재료명	증량(g)	증량(g)	증량(g)	증량(g)	증량(g)
찹쌀분	1000	1000	1000	950	950
수리취분말	20	20	20	20	20

설탕	100	100	50	50	50
PGS 30			50	50	50
트레할로스			50	30	30
효소		3			
썬크리미				50	
찹쌀전분					50
소금	11	11	11	11	11
물	170	170	190	210	210

② 송편

제조방법은 멥쌀은 깨끗이 씻어 여름에는 6시간 이상 겨울에는 8시간 이상 불려 물기를 제거한 후 1차 분쇄함. 소금, 취분말, 기타 부재료를 넣고 2차 분쇄함. 반죽기에 넣고 가수하여 반죽한 후 성형기에서 고물을 넣고 성형함. -40℃에서 30분간 급속냉동한 후 -18℃ 냉동고에서 보관하였음. 수리취는 품질의 균일성 유지를 위하여 분말을 사용하였음. 배합비는 아래와 같음.

표 3-1-18. 수리취 송편 배합비

	1. 비교구	2. 트레하 첨가	3. 트레하 첨가	4. 썬믹스 PS 첨가	5. 썬믹스 PS, 트레하 첨가	6. 썬믹스 PS, 트레하, HPMC 첨가
원재료명	중량(g)	중량(g)	중량(g)	중량(g)	중량(g)	중량(g)
찹쌀분	1000	1000	1000	1000	1000	1000
수리취분말	20	20	20	20	20	20
소금	11	11	11	11	11	11
트레할로스		30	50		30	30
썬믹스 PS				50	30	30
HPMC						3
물	375	375	375	490	450	470

(라) 품질 평가

① 해동 방법

수리취 인절미의 해동 방법은 냉동된 떡을 상온에서 2시간 해동 후 측정하였으며, 냉해동을 5번 반복하여 분석하였음. 수리취 송편은 15분 찜기에 썬 후 40분간 급속냉동 후에 상온에서 2시간 해동하여 분석하였음.

② 경도 및 씹힘성 측정

위와 같은 방법으로 해동한 수리취떡과 송편의 조직감은 Texture Analyser(Stable Micro Systems)로 측정하였으며, TPA(texture profile analysis) 방법으로 two bite compression에 의해 4회 반복 측정한 값의 평균값으로 경도(hardness), 씹힘성(chewiness)값을 나타내었음. 경도는 수리취 인절미는 4 cm×4 cm의 사각형, 송편은 지름 5 cm의 원형 크기로 자른 떡을 압착하여 가해지는 힘을 g으로 나타내었으며, 그 정도는 단위 면적당 가해지는 무게(g)에 해당함. 씹힘성은 경도×응집성×탄력성의 값으로 측정됨. Probe는 36-mm rounded cylinder로 사용하였으며 분석조건은 pre-test speed 1.6 mm/s, test speed 1.7 mm/s, return speed 1.7 mm/s, strain 30 %로 하였음.

(마) 실험결과

① 수리취 인절미의 편칭시간에 따른 변화

시간(min))	형태	중량 2kg
0	증자 후 편칭기 투입	
0	당류 투입	
1분 경과	당에 의해 분리되었던 반죽이 뭉쳐지기 시작함	
2분 경과	당의 입자가 전혀 보이지 않고 반죽이 매끄러워지기 시작	

3분 경과	거친 입자가 보이지 않고 공처럼 뭉쳐지기 시작	
4분 경과	뭉치고 퍼지기를 반복. 반죽에 탄력이 생기기 시작함	
5분 경과	반죽의 퍼짐과 뭉침의 반복. 시간이 지나면 전분 분해 현상이 일어날 수도 있어 편칭을 멈춤	

② 수리취 인절미의 관능적 식감 변화

㉠ 비교구의 경우 초기 만들고 나서는 식감이 우수하나 약간 단단한 느낌이 있었음.

냉동고에 보관하면서 냉해동을 반복하여 측정 시 1회 해동 시에는 취식이 가능할 정도였으나 냉해동 횟수가 거듭될수록 해동이 잘 되지 않으며 노화가 심하게 일어났음. 즉 찹쌀떡의 고유의 쫄깃하면서도 부드러운 식감이 아니라 단단하고 딱딱 끊어지는 식감이 나타났음. 즉 찹쌀가루에 설탕만을 첨가하는 경우 냉해동 안정성이 떨어지고, 냉해동이 반복될수록 노화속도가 급격히 증가하는 것으로 나타났음.

㉡ 찹쌀가루에 알파아밀라제를 첨가하는 경우

비교구와 초기에는 식감이 유사하였으나, 특히 편칭 시간이 길어지면 고온에서 알파아밀라제가 찹쌀가루 중의 전분에 작용하여 전분사슬이 분해되기 때문에 쫄깃거리는 것보다는 끈적이고 물러지는 현상이 나타남. 그러므로 적절한 편칭시간을 지키는 것이 필요함. 편칭 시 효소를 투입하는 시점은 반죽온도가 60~70℃ 정도가 되었을 때

하는 것이 좋음. 비교구와는 달리 반복하여 냉해동을 하여도 부드럽고 쫄깃한 식감이 유지되는 것을 알 수 있었음.

㉔) 트레할로스와 PGS 30을 첨가하는 경우

트레할로스는 특히 전분의 노화를 억제하고 냉해동 안정성을 부여하는 당으로 잘 알려져 있음. 포도당이 알파 1,1 결합으로 연결된 이당류로써 떡 등 전분질 식품에 노화지연소재로 사용되고 있음. PGS 30의 경우 물엿을 수첨시켜 환원한 물엿으로 특히 수분 보유력이 우수하고 노화지연 효과가 있는 것으로 알려져 있음. 두 가지 소재는 삼양제넥스가 생산 혹은 수입판매하고 있는 제품임.

이 실험구의 경우 특이하게 제조 직후보다는 냉동 후 해동하였을 때 오히려 식감이 향상되는 것을 볼 수 있었음. 기호도가 매우 우수하며 냉해동을 수회 반복하여도 식감이 그대로 유지되어 냉해동 안정성이 뛰어난 것으로 나타났음. 노화 및 냉해동에 안정한 두 가지 소재를 사용한 효과가 나타난 것으로 보고 있음.

㉕) 트레할로스와 PGS 30, 그리고 찹쌀변성전분을 첨가하는 경우

찹쌀가루의 5%를 찹쌀변성전분(KRS 3, 초산전분)으로 대체하여 실험한 경우, 위의 실험결과와 거의 유사한 결과를 나타내었음. 기호도가 매우 좋았으며 수회 냉해동을 반복하여도 식감이 우수하게 유지되는 것을 볼 수 있었음. 찹쌀초산전분은 전분에 초산기를 도입하여 노화안정성, 냉해동안정성을 부여한 전분으로 떡에 찹쌀 대신 일부 사용됨으로써 우수한 특성을 부여하는 것으로 알려져 있음. 앞의 실험구들에 비하여 물 첨가량을 증가하였음에도 찹쌀변성전분이 물을 잡아주는 효과가 우수하여 늘어지 않고 보형성이 우수한 떡 제조가 가능하였음.

㉖) 트레할로스, PGS 30, 썬크리미 첨가

썬크리미는 삼양제넥스에서 제조하고 있는 찹옥수수 변성알파전분으로 제빵 프리믹스 등에 사용되어 반죽 형성을 도와주고 빵의 부피증진 및 노화 안정성 증가, 부드러운 식감 부여 등을 하는 식품용 변성전분임. 제조 직후보다 오히려 냉동 후 해동하였을 때의 식감이 향상하는 것으로 나타났음. 수회 반복하여 냉해동을 실시하여도 식감 유지가 가능하였음. 그리고 수분 증가로 인하여 떡이 늘어지고 성형이 잘되지 않을 수도 있었으나 보형성이 우수하여 성형에 문제가 없었음. 그러나 다만 끈적임이 심하여 씹을 때 이에 달라붙는 성질이 있어 다른 변성전분의 탐색이 필요할 것으로 보임.

③ 수리취 인절미의 기계적 측정 결과

㉑) 그래프에서 볼 수 있듯이 냉해동을 반복하면 찹쌀수리취떡의 경우는 4반복까지는 강도변화가 크게 없는 것으로 나타났음. 그 이후에는 트레할로스와 PGS 30을 넣은 구와 썬크리미를 넣은 구에서는 크게 변화가 없는 것으로 나타났고, 효소처리구와 찹쌀변성전분 첨가구에서는 약 2배 정도의 강도 증가가 있었음.

㉒) 썬크리미를 첨가한 경우가 가장 강도가 낮았으며, 이는 썬크리미의 높은 냉해동 안정성과 더불어 전분을 첨가함으로써 가수량 또한 증가하였기 때문으로 보임.

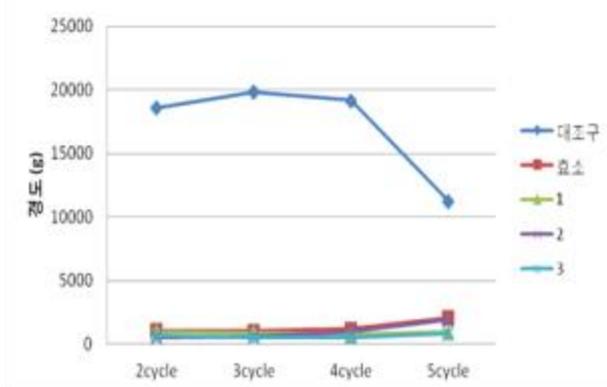


그림 3-1-33. 냉해동에 따른 수리취 인절미의 경도 변화

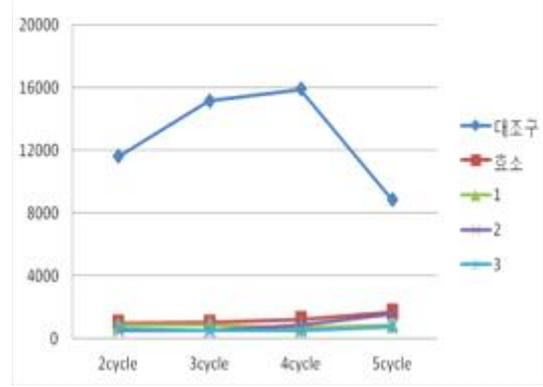


그림 3-1-34. 냉해동에 따른 수리취 인절미의 씹힘성 변화

㉔ 냉해동을 반복하면 기계적 측정 시 관능적으로 평가한 결과, 비교구에 비하여 효소 등을 첨가한 실험구의 경우가 냉해동 반복시에도 품질변화가 적음을 확인할 수 있었음. 비교구의 경우 냉해동을 반복하면 식감이 찰쌀떡과 같이 쫄깃한 것이 아니라 멍쌀과 같이 딱딱 끊기는 것으로 나타났음.

5반복 냉해동을 하면 비교구 외 4구는 모두 부드럽고 취식이 가능한 식감을 가지는데 그 중 썬크리미를 적용한 것이 가장 부드러웠음. 그러나 약간의 끈적임이 있어 다른 변성전분을 고려해볼 만함.

④ 수리취 송편의 해동에 따른 품질 변화

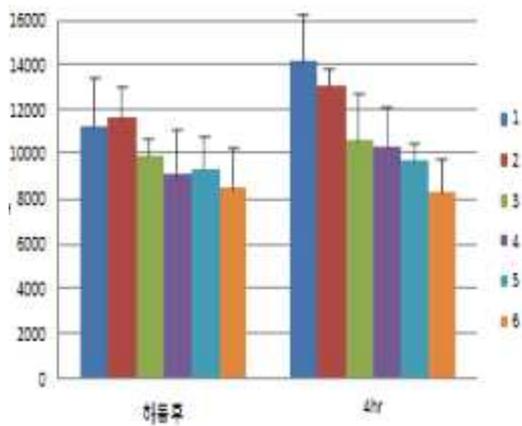


그림 3-1-35. 해동에 따른 수리취 송편의 경도 변화

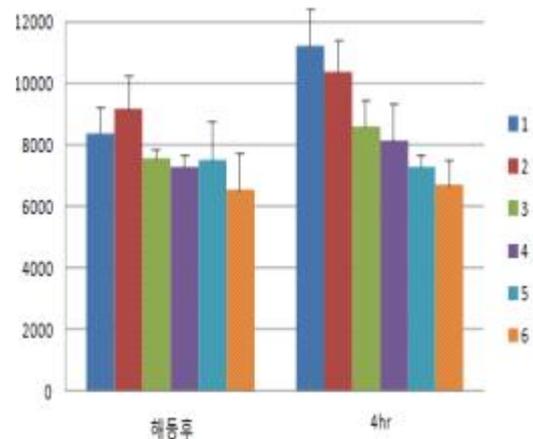


그림 3-1-36. 해동에 따른 수리취 송편의 씹힘성 변화

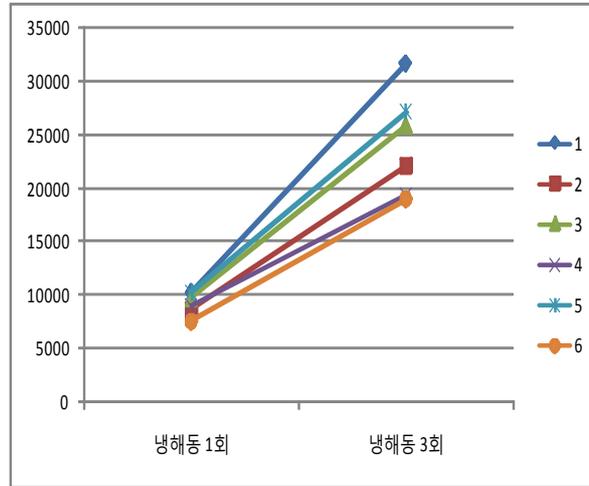


그림 3-1-37. 냉해동 반복에 따른 경도 변화

- ㉑ 그래프에서 볼 수 있듯이 해동 후 수치취 송편의 강도가 대조구와 트레할로스 30을 넣은 구가 가장 높게 나타났으며, 해동 직후와 다르게 4시간 지난 후에는 대조구가 가장 높은 강도를 보였음. 식감 확인 시에도 대조구는 씹는 힘이 많이 들어가고 딱딱 끊기는 식감으로 찰진 식감이 떨어지는 반면, 트레할로스 적용 시 대조구에 비해 촉촉함이 유지됨을 확인 할 수 있었음. 또한 썬믹스 PS 첨가구는 오히려 트레할로스를 적용한 송편에 비해 강도가 더 낮게 나타났음. 이를 통해서 트레할로스나 썬믹스 PS 적용시 아무 것도 처리하지 않은 대조구에 비해 노화지연에 효과가 있고 트레할로스 보다 썬믹스 PS 적용 시 그 효과가 더 우수하게 나타났음.
- ㉒ 트레할로스 50, 썬믹스 PS와 트레할로스를 넣은 구, 트레할로스와 썬믹스 PS, HPMC 첨가구가 모두 대조구에 비해 강도가 낮게 나타났으며 그 중에서도 트레할로스와 썬믹스 PS, HPMC 첨가구의 강도가 가장 낮았음. 또한 4시간 후 비교 시, 해동 후와 마찬가지로 트레할로스와 썬믹스 PS, HPMC 첨가구의 강도가 가장 낮게 나타났으며 해동 후와 강도의 변화가 거의 없게 나타났음. 식감을 확인하였을 때에도, 트레할로스와 썬믹스 PS, HPMC 첨가구가 가장 부드러운 식감을 유지하였고 해동 후와 시간이 지난 후에도 식감의 차이가 없음을 확인하였음.
- ㉓ 냉해동 반복실험 결과, 그림 3-1-36에서 볼 수 있듯이 HPMC 첨가구와 썬믹스 PS 처리구의 경우가 가장 냉해동 안정성이 우수한 것으로 나타났음.
- ㉔ 이를 통해 썬믹스 PS, 트레할로스와 HPMC 첨가구가 단독으로 사용하는 것에 비해 효과적으로 식감을 유지하였고, 노화 지연 효과 및 보습성 효과가 가장 우수함을 확인하였음.

(2) 홍삼박 가루를 이용한 떡 개발

(가) 홍삼박

인삼은 한국을 대표하는 수출농산물일 뿐 아니라 건강식품으로 전 세계적으로 이용되고 있음. 말리지 않은 인삼을 수삼이라고 하며, 약효가 순수하게 보존되어 인기가 높은 상품이나 약 70%의 수분이 있어 오래 저장하기 어려운 단점이 있음. 수삼을 증숙

또는 기타 방법으로 익혀 만든 것을 홍삼이라고 함. 특히 인삼은 그 자체로 소비되기도 하지만 홍삼으로 제조하였을 때 그 효과가 증진되는 것으로 알려져 건강식품으로 우리나라 사람이 가장 애용하는 제품임. 홍삼제품으로는 홍삼정, 홍삼정차, 홍삼정과 등이 있으며 홍삼 엑기스용으로 2010년에는 1200여톤이 사용되었다고 함. 특히 강원도 인삼 재배는 홍천, 춘천, 횡성, 양구 등을 중심으로 꾸준히 증가하고 있어 이 부분에 대한 부산물 이용에 대한 필요성은 점점 더 커지고 있음. 홍삼박에는 잔존하는 여러 생리활성 물질들이 존재하는데 현재는 제대로 이용되지 못하고 있는 실정임. 농가의 부산물로 사료 등에만 사용되는 홍삼박을 건조하여 분말화하여 이용할 수 있다면 부산물의 고부가가치화 뿐 아니라 한약재를 이용한 떡 개발의 부재료로써 이용될 수 있어 본 연구를 실시하였음.

홍삼박의 주요성분 분석 결과는 다음과 같음.

표 3-1-19. 홍삼박의 주요 성분

가공 부산물종류	조지방(%)	조단백질(%)	다당체(mg/kg)
홍삼박	1.73	8.6	2.0

표 3-1-20. 진세노사이드 종류 및 함량

(단위 : mg/g)

가공 부산물종류	Rg1	Re	Rf	Rg2	Rb1	Rc	Rb2	Rd	Rg3
인삼정과 당침액	0.49	0.18	0.13	0.06	0.24	0.22	0.14	0.14	0.13
홍삼박	0.18	0.14	0.46	1.01	1.31	2.13	1.97	1.90	3.15

(출처: 경기도 농업기술원)

홍삼박의 제조공정은 다음과 같음.



(출처 : 경기도 농업기술원)

그림 3-1-38. 홍삼박의 제조 공정

(나) 실험재료

참쌀떡 제조 시에서 참쌀을 구입하여 불려서 사용하였음. 참쌀떡 제조를 위하여 홍삼박분말(경기도 농업기술원 제조), 설탕(삼양사), 트레할로스(삼양사), 폴리글리시톨시럽 30(삼양사), 썬크리미 H(삼양사), 떡제조용 효소(비전바이오켐)을 사용하였음.

(다) 떡의 제조

제조방법은 찹쌀을 깨끗하게 세척하여 여름에는 4시간이상 겨울에는 8시간 이상 침지함. 불린 찹쌀은 물기를 빼고 로올러에 1차 분쇄함. 소금이나 전분, 홍삼박분말 등의 부재료를 고루 섞고 가수하여 2차 분쇄함. 스팀에 재료를 넣고 양에 따라 20~30분간 완전히 익을 때까지 증자함. 편칭기에 재료를 넣고 설탕을 투입하여 편칭, 설탕이 녹은 후, 트레할로스, PGS 30 순서대로 투입 후 양에 따라 5~7분간 편칭함. 편칭기에서 꺼내어 랩을 깐 틀에 넣어 성형하고 -40℃에서 30분간 급속냉동한 후 -18℃ 냉동고에서 보관하였음. 부재료 사용에 따른 배합비는 다음과 같음.

표 3-1-21. 홍삼박 인절미 배합비

	비교구	효소 첨가	트레하, PGS 30	트레하, PGS 30, 썬크리미 첨가	트레하, PGS 30, 찹쌀전분 첨가
원재료명	중량(g)	중량(g)	중량(g)	중량(g)	중량(g)
찹쌀분	1000	1000	1000	950	950
홍삼박분말	30	30	33	35	35
설탕	100	100	50	50	50
PGS 30			50	50	50
트레할로스			50	30	30
효소		3			
썬크리미				50	
썬크리미 H					50
소금	11	11	11	11	11
물	160	170	190	210	210

(라) 품질 평가

① 해동 방법

홍삼박 인절미의 해동 방법은 냉동된 떡을 상온에서 2시간 해동 후 측정하였으며, 냉해동을 3번 반복하여 분석하였음.

② 경도 및 씹힘성 측정

위와 같은 방법으로 해동한 인절미의 조직감은 Texture Analyser(Stable Micro Systems)로 측정하였으며, TPA(texture profile analysis) 방법으로 two bite compression에 의해 4회 반복 측정된 값의 평균값으로 경도(hardness), 씹힘성(chewiness)값을 나타내었음. 경도는 4 cm×4 cm의 사각형 크기로 자른 떡을 압착하여 가해지는 힘을 g으로 나타내었으며, 그 정도는 단위 면적당 가해지는 무게(g)에 해당함. 씹힘성은 경도×응집성×탄력성의 값으로 측정됨. Probe는 36-mm rounded cylinder로 사용하였으며 분석조건은 pre-test speed 1.6 mm/s, test speed 1.7 mm/s, return speed 1.7 mm/s, strain 30 %로 하였음.

(마) 실험결과

① 홍삼박 인절미의 관능적 식감 변화

㉠ 홍삼박 인절미의 경우 수리취 인절미와 다르게 반죽이 좀 더 진 편이었음.

㉡ 홍삼박을 첨가하는 경우 전체적으로 반죽 물성을 무르게 하여 노화지연 효과가 우수

한 것으로 나타났음.

- ㉔ 전체적으로 편칭 시 반죽이 퍼지는 느낌이 강하였으며, 썬크리미 H를 사용하였을 때 가장 편칭 시 탄력이 좋았으며 썬크리미는 약간 퍼지는 느낌이 있었음.
 - ㉕ 홍삼박을 이용하는 경우는 초기 식감은 거의 유사하였으며, 냉해동 반복 후에도 식감 변화가 작은 것으로 나타나 떡의 좋은 부재료로 사용이 가능함을 알 수 있었음.
 - ㉖ 썬크리미 H 첨가구의 경우 이에 달라붙지 않고 가장 우수한 식감을 나타내었음.
- ② 홍삼박 인절미의 기계적 측정 결과

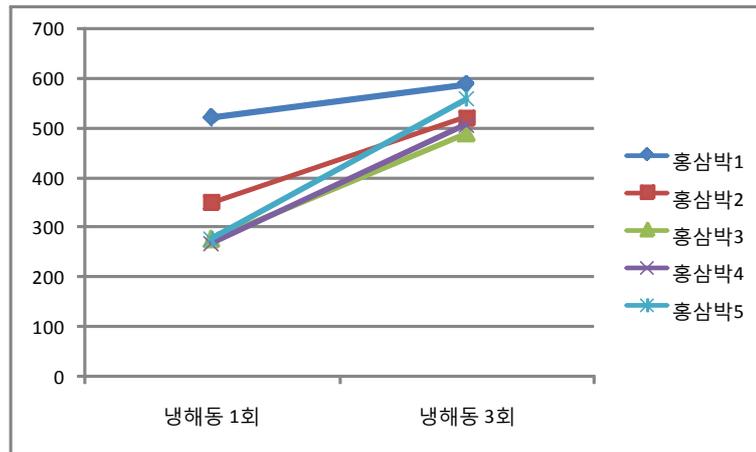


그림 3-1-39. 냉해동 반복에 따른 홍삼박 인절미의 경도 변화

- ㉔ 그림 3-1-39에서 볼 수 있듯이 수리취 인절미와는 달리 냉해동 반복을 하여도 경도 변화가 크지 않은 것을 볼 수 있음. 즉 냉해동에 의한 노화축진이 거의 일어나지 않는다는 것을 알 수 있음.
- ㉕ 냉해동 안정성이 가장 우수한 실험구는 트레할로스과 PGS 30이 적용된 실험 3이며, 썬크리미가 적용된 경우도 우수한 것으로 나타났음.
- ㉖ 그러나 전체적으로 냉해동 안정성이 우수하여 식품첨가물의 첨가 없이 우수한 식감을 가지는 홍삼박 인절미의 제조가 가능한 것으로 나타났음.

아. 변성전분 및 전분당을 이용한 냉동절편 냉해동 안정성 증진실험

(1) 실험 재료

쌀가루는 멥쌀가루로 농심미분, 소금은 시중에서 구입하여 사용하였고, 변성전분(네오 HP, 썬텐더 H, 썬믹스 PS), 말티톨, PGS-S, 트레할로스는 삼양제넥스의 제품을 사용하였음.

(2) 절편 제조

절편의 기본 배합비는 표 3-1-22와 같으며, 제조는 예비실험을 거쳐 다음과 같은 방법으로 하였음. 표 3-1-23, 3-1-24와 같이 쌀가루 기준으로 변성전분은 5%, 10% 대체하였고, 당류는 5% 첨가로 혼합하여 사용하였음. 절편의 제조는 소금이나 당류는 물에 녹인 후 준비한 쌀가루, 변성전분과 혼합하였고 이때 수분함량은 60%로 조절하였음. 고르게 섞은 쌀가루를 체로 한번 쳐서 찜기에 20분간 증자한 후 제병기를 이용하여 제조하였음.

제조한 절편은 5 cm×5 cm(가로×세로)정도의 길이로 제조하여 참기름을 바른 다음, 지퍼백에 밀봉하여 영하 40°C 급속냉동고에서 30분간 냉동시킨 후 냉동 보관하였음.

표 3-1-22. 절편 기본 배합비

주재료	배합비(%)	중량(g)
쌀가루	100	2000
소금	1.4	28
가수량	60	1200

표 3-1-23. 변성전분을 적용한 절편 배합비

주재료	배합비(%)	중량(g)
쌀가루	95, 90	1900, 1800
변성전분	5, 10	100, 200
소금	1.4	28
가수량	60	1200

표 3-1-24. 당을 적용한 절편 배합비

주재료	배합비(%)	중량(g)
쌀가루	100	2000
당	5	100
소금	1.4	28
가수량	60	1200

(3) 냉동 절편의 품질 평가

(가) 해동 방법

냉동 절편은 상온해동과 증숙해동 방법으로 해동하였음. 상온 해동은 냉동절편을 25도씨 향온 향습기에서 3, 6, 24, 48 시간별로 보관하여 해동하였고 증숙 해동은 냉동 절편을 찜기에서 1분간 재증숙한 후 지퍼백에 넣어 상온해동과 같이 3, 6, 24, 48시간 보관하여 분석에 사용하였음.

(나) 절편의 경도 및 씹힘성 측정

위와 같은 방법으로 해동한 냉동절편의 조직감은 Texture Analyser(Stable Micro Systems)로 측정하였으며, TPA(texture profile analysis) 방법으로 two bite compression에 의해 4회 반복 측정한 값의 평균값으로 경도(hardness), 씹힘성(chewiness)값을 나타내었음. 경도는 5 cm×5 cm의 일정한 크기로 자른 절편을 압착하여 가해지는 힘을 g으로 나타내었으며, 그 정도는 단위 면적당 가해지는 무게(g)에

해당함. 씹힘성은 경도 × 응집성 × 탄력성의 값으로 측정됨. Probe는 36-mm rounded cylinder로 사용하였으며 분석조건은 pre-test speed 1.6 mm/s, test speed 1.7 mm/s, return speed 1.7 mm/s, strain 50 %로 하였음.

(4) 결과 및 고찰

(가) 변성전분 종류별 해동 방법에 따른 절편 품질 변화

변성전분 종류에 따른 냉동 떡의 품질 특성을 확인하기 위해 3가지 종류(네오 HP, 썬텐더 H, 썬믹스 PS) 변성전분을 적용하여 절편을 제조하였음. 또한 제조 후 냉동 보관한 절편의 해동 과정의 최적화를 찾기 위해 해동 방법에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 따라서 자연 해동과 증숙 해동 하였을 때의 품질 변화를 확인하였음.

① 네오 HP를 적용한 절편의 해동방법에 따른 품질 변화

변성전분과 해동 과정의 최적화를 찾기 위해 변성전분인 네오 HP를 5, 10% 적용하여 상온 해동과 증숙 해동에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 상온 해동 절편은 절편 제조 직후와 냉동 보관 후 상온 25도씨에서 3시간, 6시간, 24시간, 48시간 해동 후의 경도와 씹힘성을 확인하였고, 증숙 해동 절편은 1분간 재 증숙한 직후와 증숙 해동 후 3시간, 6시간, 24시간, 48시간의 경도와 씹힘성을 확인하였음. 네오 HP를 적용한 냉동 절편의 상온 해동 후 시간에 따른 경도와 씹힘성은 그림 3-1-40, 3-1-41과 같음. 상온 해동 후 절편의 경도와 씹힘성을 측정된 결과, 제조 직후 절편의 경도가 가장 낮으며 냉동 보관 후 상온에서 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구, 네오 HP 5, 10% 적용한 절편 모두 경도와 씹힘성이 증가하였음. 식감을 확인하였을 때에도 시간이 지남에 따라 단단해지면서 씹는 힘이 더 들어감을 확인하였음. 또한 대조구와 네오 HP 5, 10% 적용한 절편 간의 경도와 씹힘성 모두 큰 차이를 보이지 않았음.

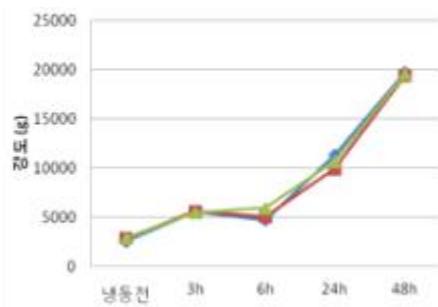


그림 3-1-40. 네오 HP 적용한 절편의 상온 해동에 따른 경도 변화

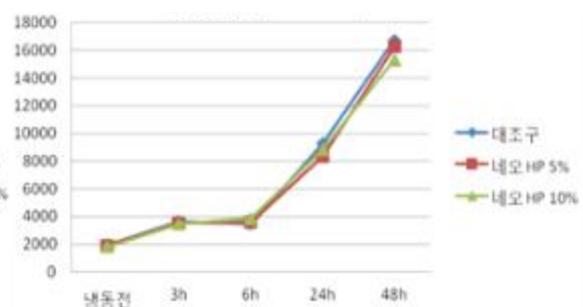


그림 3-1-41. 네오 HP 적용한 절편의 상온 해동에 따른 씹힘성 변화

1분간 재증숙 후 시간 경과에 따른 절편의 경도와 씹힘성 측정 결과는 그림 3-1-42, 3-1-43와 같음. 제조 직후 절편의 경도가 가장 낮으며 증숙 해동 후 시간이 지남에 따라 대조구, 네오 HP 5, 10% 적용한 절편 모두 경도와 씹힘성이 증가하였음. 대조구와 네오 HP 적용한 절편을 비교하였을 때, 3시간까지는 대조구와 유사한 경도와 씹힘성을

보였고, 6시간 이후부터 네오 HP 10% 적용한 절편의 경도와 씹힘성이 대조구에 비해 낮아지는 것으로 나타났음. 이는 네오 HP 적용 시 떡의 노화를 지연시켜 경도나 씹힘성 모두 낮아지는 것을 확인하였음. 또한 상온 해동과 증숙 해동 비교 시 상온 해동에 비하여 증숙 해동 후의 경도와 씹힘성이 낮은 것을 확인하였고, 이는 증숙 해동이 상온 해동보다 부드러운 식감을 유지시키기 위한 방법으로 더 적합함을 확인하였음.

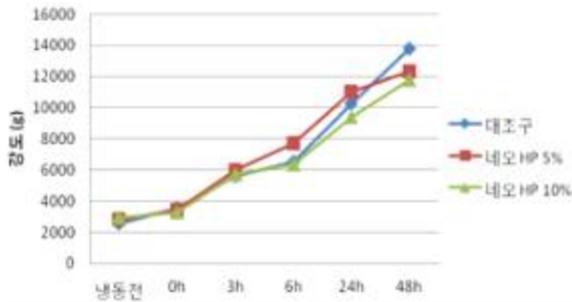


그림 3-1-42. 네오 HP 적용한 절편의 증숙 해동에 따른 경도 변화

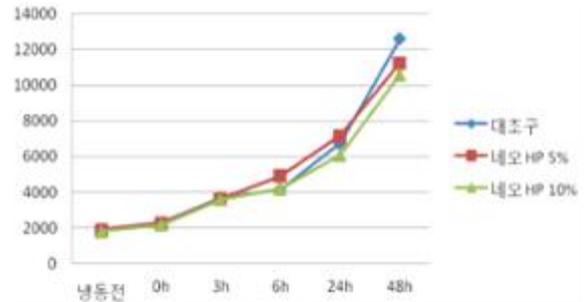


그림 3-1-43. 네오 HP 적용한 절편의 증숙 해동에 따른 씹힘성 변화

② 썬텐더 H를 적용한 절편의 해동방법에 따른 품질 변화

변성전분인 썬텐더 H를 5, 10% 적용하여 네오 HP와 같이 상온 해동과 증숙 해동에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 상온 해동 과정 중 시간경과에 따른 경도와 씹힘성 변화는 그림 3-1-44, 3-1-45와 같음. 상온 해동 후 절편의 경도와 씹힘성을 측정 한 결과, 냉동 보관 후 상온에서 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구, 썬텐더 H 5, 10% 적용한 절편 모두 경도와 씹힘성이 증가하였음. 또한 대조구와 썬텐더 H 적용한 절편을 비교하였을 때, 6시간까지는 대조구와 유사한 경도와 씹힘성을 보였고, 6시간 이후부터 썬텐더 H 10% 적용한 절편의 경도와 씹힘성이 대조구에 비해 낮아지는 것으로 나타났지만 큰 차이를 보이지 않았음. 식감 확인 시에도 크게 차이가 나지 않았음.

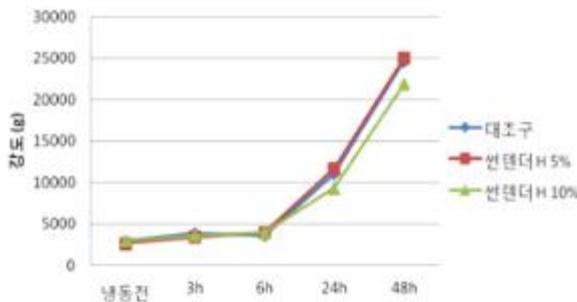


그림 3-1-44. 썬텐더 H 적용한 절편의 상온 해동에 따른 경도 변화

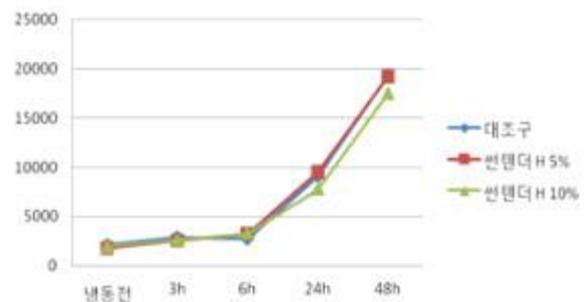


그림 3-1-45. 썬텐더 H 적용한 절편의 상온 해동에 따른 씹힘성 변화

1분간 재증숙 후 절편의 경도와 씹힘성을 측정된 결과, 그림 3-1-46, 3-1-47에서 보는 바와 같이 시간이 지남에 따라 대조구, 썬텐더 H 5, 10% 적용한 절편 모두 경도와 씹힘성이 증가하였음. 또한 상온 해동과 다르게 증숙 해동 후 시간이 지남에 따라 썬텐더 H 5% 적용한 절편의 경도나 씹힘성이 대조구에 비해 약간 낮게 나타남을 확인하였지만 확연한 차이는 보이지 않았음. 그리고 상온해동과 증숙 해동을 비교하였을 때, 네오 HP 적용한 절편과 마찬가지로 상온 해동에 비해 증숙 해동 후의 경도와 씹힘성이 낮은 것을 확인하였음.

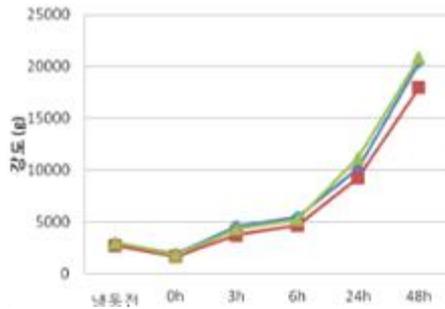


그림 3-1-46. 썬텐더 H 적용한 절편의 증숙 해동에 따른 경도 변화

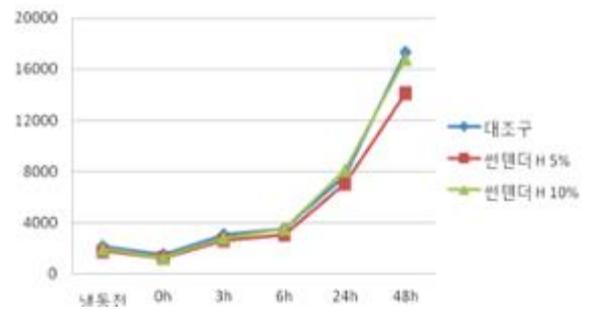


그림 3-1-47. 썬텐더 H 적용한 절편의 증숙 해동에 따른 씹힘성 변화

③ 썬믹스 PS를 적용한 절편의 해동방법에 따른 품질 변화

변성전분인 썬믹스 PS를 5, 10% 적용한 냉동 절편의 상온 해동 후 시간 경과에 따른 경도, 씹힘성 변화는 그림 3-1-48, 3-1-49와 같음. 해동 시간이 지남에 따라 대조구와 썬믹스 PS 5, 10% 적용한 절편 모두 경도와 씹힘성이 높아지는 것을 확인하였지만, 썬믹스 PS 적용한 절편이 대조구에 비해 경도나 씹힘성 모두 확연히 낮은 값을 보였고 변화폭 또한 작게 나타났음. 상온해동 24시간까지 썬믹스 PS 5% 적용한 절편과 10% 적용한 절편간의 큰 차이가 없었고, 그 이후에는 썬믹스 PS 10% 적용한 절편이 경도나 씹힘성 모두 훨씬 낮은 값을 나타내었음. 이러한 결과는 썬믹스 PS 적용 시 냉해동 안정성이 우수하여 제조 직후 절편의 식감을 유지할 수 있는 효과가 매우 크다는 것을 확인할 수 있음.

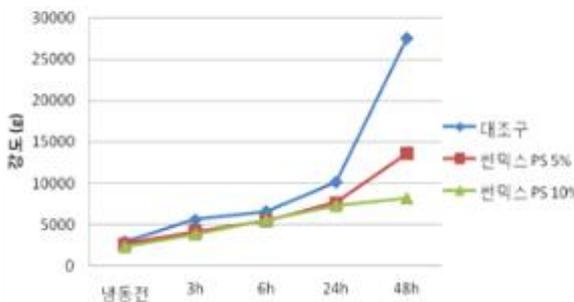


그림 3-1-48. 썬믹스 PS 적용한 절편의 상온 해동에 따른 경도 변화

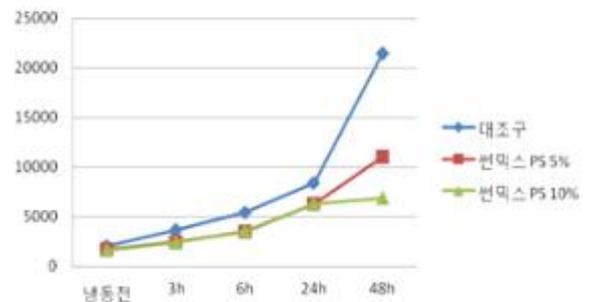


그림 3-1-49. 썬믹스 PS 적용한 절편의 상온 해동에 따른 씹힘성 변화

썬믹스 PS 적용한 냉동 절편의 증숙 해동 후 시간에 따른 경도와 씹힘성은 그림 3-1-50, 3-1-51과 같음. 재증숙 후 절편의 경도와 씹힘성을 측정한 결과, 증숙 해동 후 시간이 지남에 따라 대조구, 썬믹스 PS 5, 10% 적용한 절편 모두 경도와 씹힘성이 증가하였고 증숙 해동 후 6시간까지는 대조구와 썬믹스 PS간의 큰 차이는 없었음. 하지만 6시간 이후 대조구보다 썬믹스 PS 적용한 절편의 경도와 씹힘성의 변화가 적게 나타났고 특히, 썬믹스 PS 10% 적용한 절편이 대조구에 비해 확연하게 경도와 씹힘성이 낮게 나타났음. 또한 대조구는 상온 해동과 증숙 해동간의 품질 차이가 많이 보였지만, 썬믹스 PS 10% 적용 시 상온 해동과 증숙 해동간의 경도나 씹힘성의 차이가 크게 나타나지 않았고, 이는 품질 변화가 크지 않음을 의미함. 위의 두 전분인 네오 HP와 썬텐더 H를 적용한 절편보다도 썬믹스 PS 적용 시 해동 후 식감유지 효과가 우수함을 확인하였음. 썬믹스 PS는 수분 보유력이 우수하고 냉해동 안정성이 뛰어나 이를 적용한 냉동 떡의 노화 억제 효과가 가장 우수한 것으로 보임.

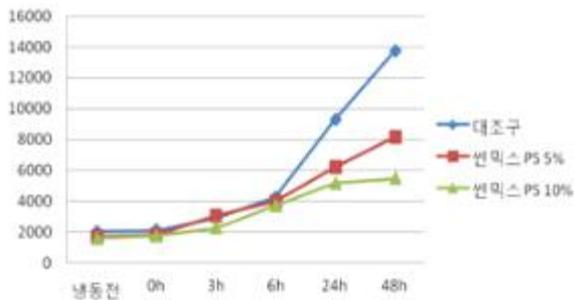


그림 3-1-50. 썬믹스 PS 적용한 절편의 증숙 해동에 따른 경도 변화

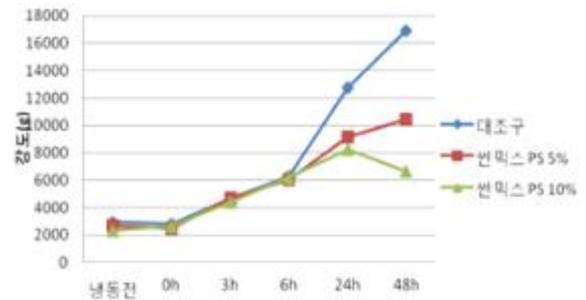


그림 3-1-51. 썬믹스 PS 적용한 절편의 증숙 해동에 따른 씹힘성 변화

(나) 당 종류별 해동 방법에 따른 절편 품질 변화

떡 제조 시 당을 첨가하였을 때 저장 중 조직감 변화를 최소화하여 노화억제에 효과가 있다는 연구보고가 있어 노화방지와 보습효과가 우수한 당인 말티톨, PGS-S, 트레할로스를 적용하여 실험을 진행하였음.

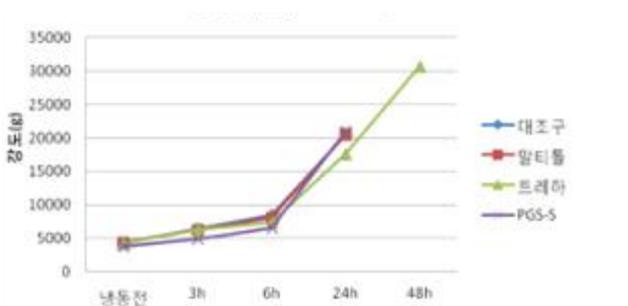


그림 3-1-52. 당을 적용한 절편의 상온 해동에 따른 경도 변화

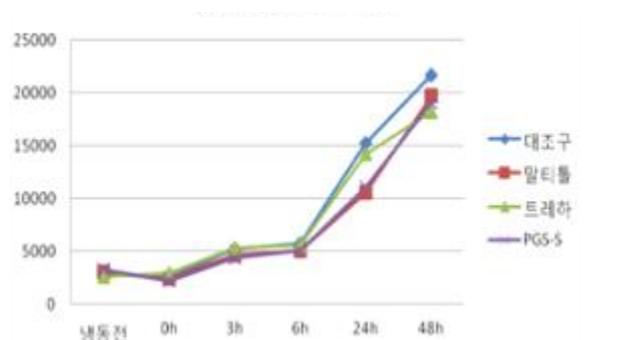


그림 3-1-53. 당을 적용한 절편의 상온 해동에 따른 씹힘성 변화

당류 물질 즉 말티톨, 트레할로스, PGS-S를 5% 첨가한 절편을 상온 해동하며 시간 경과에 따른 경도와 씹힘성을 측정된 결과, 대조구와 당류를 적용한 절편간의 큰 차이는 나타나지 않았음. 상온 해동 48시간 후에는 트레할로스가 대조구나 다른 당류에 비해 경도나 씹힘성이 가장 낮았지만 큰 효과를 나타내지 않았음.

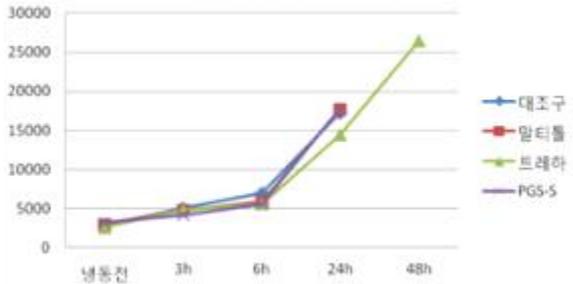


그림 3-1-54. 당을 적용한 절편의 증속 해동에 따른 경도 변화

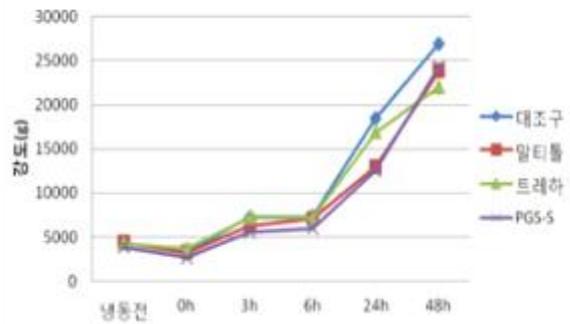


그림 3-1-55. 당을 적용한 절편의 증속 해동에 따른 씹힘성 변화

1분간 재증속 해동 후 시간 경과에 따른 경도와 씹힘성은 그림 3-1-54, 3-1-55와 같음. 증속 해동 후 6시간까지는 대조구와 당류를 적용한 절편간의 큰 차이는 없었고 6시간 이후에는 말티톨과 PGS를 적용한 절편이 경도가 낮게 나타났음. 하지만 증속 해동 48시간 후에는 트레할로스를 적용한 절편의 경도와 씹힘성이 가장 낮게 나타났음. 이에 따라 대조구에 비해 당 적용 시 비교적 노화 지연 효과가 있으나 확연하게 나타나지 않음을 확인하였음.

(다) 썬믹스 PS와 트레하 적용 해동 방법에 따른 절편 품질 변화

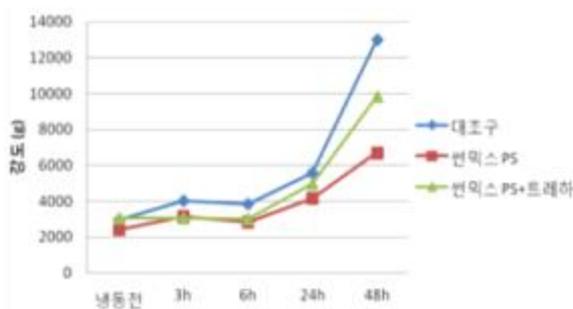


그림 3-1-56. 썬믹스 PS, 트레할로스를 적용한 절편의 상온 해동에 따른 경도 변화

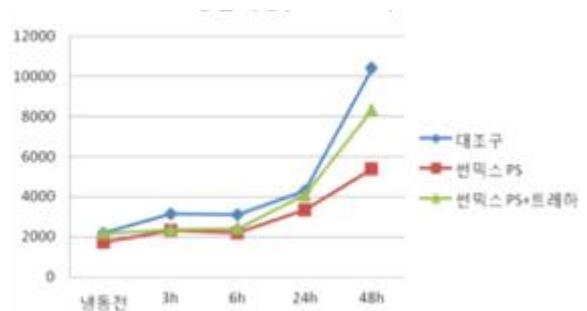


그림 3-1-57. 썬믹스 PS, 트레할로스를 적용한 절편의 상온 해동에 따른 씹힘성 변화

앞선 실험에서 절편을 제조하여 해동 시 변성전분 중에서 썬믹스 PS가 노화 지연효과 및 품질 유지효과가 우수하였으며, 트레할로스를 적용하여 절편을 제조 하여 해동 시 다른 당보다 노화가 지연되는 것을 확인하였음. 이에 썬믹스 PS와 트레하를 함께 적용하여 최적의 조합을 찾기 위한 실험을 진행하였음. 대조구와 썬믹스 PS 10% 및 썬믹스 PS 5%+트레할로스 5%를 적용한 절편의 상온해동 과정 중 시간 경과에 따른 강도와 씹힘성 변화는 그림 3-1-56, 3-1-57과 같음. 상온해동 후 절편의 강도와 씹힘성을 측정 한 결과, 냉동 보관 후 상온에서 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구의 강도와 씹힘성 모두 증가하였음. 반면, 썬믹스 PS 10%와 썬믹스 PS 5%+트레할로스 5%를 적용한 절편의 경우 대조구에 비해 강도나 씹힘성 모두 낮게 나타났음. 특히 썬믹스 PS 10% 적용한 절편이 트레할로스와 혼용한 절편보다 노화 지연 효과가 우수한 것으로 확인하였음. 이에 따라 절편은 썬믹스 PS 단독으로 적용하였을 때 노화 지연 및 품질 향상 효과가 높은 것으로 확인하였음.

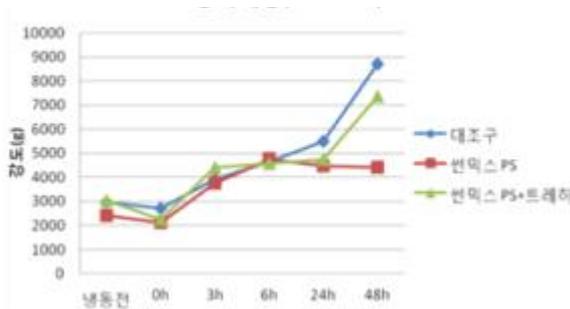


그림 3-1-58. 썬믹스 PS, 트레할로스를 적용한 절편의 증속 해동에 따른 경도 변화

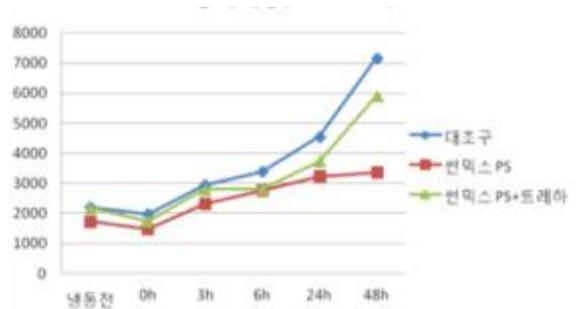


그림 3-1-58. 썬믹스 PS, 트레할로스를 적용한 절편의 증속 해동에 따른 씹힘성 변화

증속 해동 후 시간 경과에 따른 강도, 씹힘성 변화는 그림 3-1-58, 3-1-59과 같음. 증속 해동 후 절편의 강도와 씹힘성을 측정 한 결과, 증속 해동시 시간이 지남에 따라 대조구의 강도와 씹힘성 모두 증가하였으나, 썬믹스 PS 10% 적용한 백설기의 경우 증속 해동 시 강도 및 씹힘성이 낮게 나타나 변화가 거의 없음을 확인하였음. 반면, 썬믹스 PS와 트레할로스를 혼용하여 적용한 절편이 썬믹스 PS를 단독으로 적용한 절편보다 강도나 씹힘성이 높게 나타남을 알 수 있었음. 이에 따라 위의 상온 해동한 실험과 마찬가지로 변성전분인 썬믹스 PS를 단독으로 사용하였을 때, 노화 지연 효과 및 품질 향상 효과가 높은 것을 확인하였고, 상온해동 보다 증속 해동 시 식감 유지 및 품질 유지 효과가 우수한 것을 확인하였음.

(라) 썬믹스 PS와 트레하 적용 냉해동에 따른 절편 품질 변화

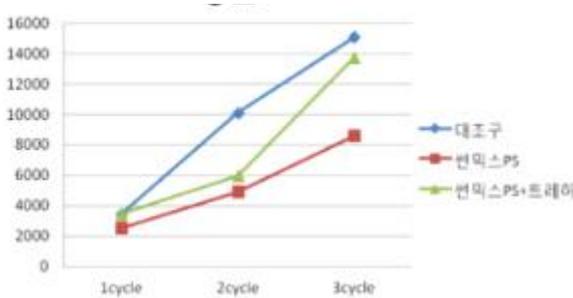


그림 3-1-60. 전분, 당을 적용한 절편의 냉해동에 따른 경도 변화

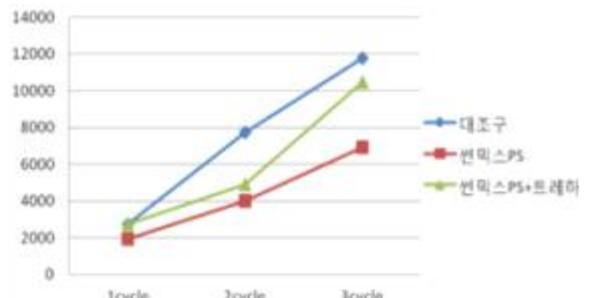


그림 3-1-61. 전분, 당을 적용한 절편의 냉해동에 따른 씹힘성 변화

위의 그래프에서 볼 수 있듯이 냉동된 절편을 해동하여 2시간 후에는 썬믹스 PS가 가장 경도나 씹힘성이 낮지만 크게 차이가 나타나지 않았음. 하지만 냉해동 반복이 2번 이상일 경우 대조구와 썬믹스 PS, 썬믹스 PS+트레하 간의 품질차이가 확연히 나타남을 확인할 수 있었음. 썬믹스 PS 10% 적용한 절편이 냉해동 안정성이 가장 우수하여 경도나 씹힘성의 변화가 가장 적었으며 썬믹스 PS+ 트레하 적용 시 냉해동 2번째일 때에는 썬믹스 PS 단독 적용하였을 때과 큰 차이는 나지 않지만 3번째 해동 후 테스트 시 경도가 증가하였음. 식감 확인 시에도 썬믹스 PS가 가장 부드러우면서 쫄깃한 식감을 나타냈음. 이에 따라 썬믹스 PS 단독으로 적용하였을 때 냉해동 안정성이 가장 우수하여 냉동 절편에 가장 적합함을 확인하였음.

(5) 시제품의 제조

썬믹스 PS를 적용한 냉동 절편 해동 테스트 시, 상온이나 증숙 해동 후에도 노화 지연 효과에 따른 품질이 우수한 제품을 얻을 수 있었으며, 시판되고 있는 절편 제품을 참고하여 시제품을 제조하였음. 냉동 보관으로 장기 보관이 가능해지고, 냉동 보관하여도 상온이나 증숙 해동 시 바로 제조한 떡과 같은 수준의 품질을 유지할 수 있는 절편을 얻을 수 있어 소비자에게 편리성뿐만 아니라 절편의 품질까지 충족시킬 수 있는 것으로 예측됨.



<냉장생지 시제품(좌), 시판제품(우)>

그림 3-1-62. 냉동절편 시제품

(6) 결론

본 연구는 냉동 절편 포물라 개발 및 조리방법에 따른 냉동떡을 개발하고자 하였음. 냉동 절편 제조 시, 변성전분인 네오 HP, 썬텐더 H, 썬믹스 PS과 당인 말티톨, PGS-S, 트레할로스 적용 시, 썬믹스 PS 10% 적용한 냉동 절편의 품질이 가장 우수하였음. 썬믹스 PS는 적용 함량을 달리하여 냉동 절편 제조 후 해동하여 시간이 경과함에 따른 경도, 씹힘성을 비교한 결과, 썬믹스 PS 5% 적용한 절편보다 썬믹스 PS 10% 적용한 절편이 노화 억제가 향상되어 품질유지가 우수함을 확인할 수 있었음. 당을 적용하였을 때에는 트레할로스가 다른 당에 비해 노화가 지연되어 경도, 씹힘성이 낮았지만 변성전분인 썬믹스 PS를 적용한 냉동 절편보다는 효과가 미미하였음. 또한 썬믹스 PS와 트레하를 혼용하여 사용한 절편보다도 썬믹스 PS를 단독으로 사용한 냉동 절편이 노화 지연 효과가

우수하여 품질 유지 효과가 뛰어나함을 확인하였음. 냉해동 안정성을 측정한 결과, 냉해동 반복 2번째일 때 썬믹스 PS와 썬믹스 PS, 트레하를 혼용하여 사용한 절편이 대조구에 비해 경도나 씹힘성이 낮아 부드러우면서 쫄깃한 식감을 나타내었음. 냉해동 3번째부터는 썬믹스 PS 단독으로 사용하였을 때가 트레하와 혼용으로 사용할 때보다 품질 유지가 더 우수한 것으로 확인하였음. 이에 따라 냉동 절편의 품질 유지에 가장 효과적인 배합은 썬믹스 PS 10% 적용할 때 노화 억제 및 냉해동 안정성에 따른 품질이 가장 우수한 것으로 나타났음.

자. 변성전분 및 전분당을 이용한 냉동백설기 냉해동 안정성 증진실험

(1) 실험 재료

쌀가루는 전통떡용 쌀가루 (농심미분), 설탕(삼양사), 정제염을 시중에서 구입하여 사용하였고, 변성전분(네오 HP, 썬텐더 H, 썬믹스 PS), PGS-S(폴리글리시톨시럽-S), 말티톨, 트레할로스는 삼양제넥스의 제품을 사용하였음.

(2) 백설기 제조

백설기의 기본 배합비는 표 3-1-25와 같으며, 제조는 예비실험을 거쳐 다음과 같은 방법으로 하였음. 표 3-1-26, 3-1-27, 3-1-28과 같이 쌀가루 기준으로 변성전분은 5%, 10% 쌀가루를 대체하였고, 당류는 5% 설탕 대체로 혼합하여 사용하였음. 백설기의 제조는 쌀가루와 변성전분을 고르게 섞어준 후 소금과 당류(말티톨, PGS-S, 트레하)를 녹인 물을 고르게 부어 섞어주었음. 손으로 비벼 쌀가루가 뭉치는 부분을 풀어주고, 비닐백에 넣고 30분간 정치시켜 주었음. 쌀가루 반죽을 고운 체에 내린 후 설탕을 부어 고르게 섞어주었음. 쌀가루 반죽을 떡시루에 고르게 펴고 가로 5 cm, 세로 5 cm, 높이 5 cm 크기로 칼집을 낸 후 덮개에 보자기를 덮고 20분간 증숙하였음. 5분간 뜸을 들인 후 떡시루에 있는 백설기를 꺼내어 놓고 30분간 상온에서 식힌 후 -40℃ 송풍식 급속 냉동고에서 40분간 얼린 다음 비닐백에 넣고 밀봉하여 -20℃에서 냉동 보관하였음.

표 3-1-25. 백설기 기본 배합비

주재료	배합비(%)	증량(g)
쌀가루	100	1,000
소금	1.3	13
설탕	9	90
가수량	55	550

표 3-1-26. 변성전분(네오 HP, 썬텐더 H, 썬믹스 PS) 적용한 백설기 배합비

주재료	배합비(%)	중량(g)
쌀가루	95, 90	950, 900
변성전분	5, 10	50, 100
소금	1.3	13
설탕	9	90
가수량	55	550

표 3-1-27. 당(말티톨, 트레하, PGS-S) 적용한 백설기 배합비

주재료	배합비(%)	중량(g)
쌀가루	95	950
썬믹스 PS	5	50
소금	1.3	13
설탕	4	40
당	5	50
가수량	550	550

표 3-1-28. 썬믹스 PS, 당(말티톨, PGS-S, 트레하)적용한 백설기 배합비

주재료	배합비(%)	중량(g)
쌀가루	100	1,000
소금	1.3	13
설탕	4	40
당	5	50
가수량	55	550

(3) 냉동 백설기의 품질 평가

(가) 해동 방법

냉동 백설기는 상온해동과 증숙 해동 방법으로 해동하였음. 상온 해동은 비닐백에 넣은 냉동 절편을 25℃ 항온기에서 3, 6, 24시간 별로 보관하여 해동하였고, 증숙 해동은 냉동 백설기를 찜기에서 6분간 재 증숙한 후 지퍼백에 넣어 상온 해동과 같이 0, 6, 9, 24, 48시간 보관하여 분석에 사용하였음.

(나) 백설기의 조직감 및 절단 강도 측정

위와 같은 방법으로 해동한 냉동 백설기의 조직감은 Texture Analyser(Stable Micro Systems)로 측정하였으며, TPA(texture profile analysis) 방법으로 two bite compression에 의해 4회 반복 측정된 값의 평균값으로 강도(hardness), 씹힘성(chewiness)값을 나타내었음. 경도는 5 cm×5 cm×5 cm의 일정한 크기로 자른 백설

기를 압착하여 가해지는 힘을 g으로 나타내었으며, 그 정도는 단위 면적당 가해지는 무게(g)에 해당함. 씹힘성은 경도×응집성×탄력성의 값으로 측정되며 단위는 없음. Probe는 100-mm rounded cylinder를 사용하였으며 분석조건은 pre-test speed 1.7 mm/s, test speed 1.7 mm/s, return speed 1.7 mm/s, strain 50 %로 하였음.

해동한 냉동 백설기의 절단 강도는 texture analyser(Stable Micro Systems)로 측정하였으며, return to start 방법에 의해 4회 반복 측정한 값의 평균값으로 경도(hardness) 값을 나타내었음. 경도는 5 cm×5 cm×5 cm의 일정한 크기로 자른 백설기를 칼날로 절단 시 가해지는 힘을 g으로 나타내었으며, probe는 Light Knife Blade를 사용하였으며 분석조건은 test speed 1.7 mm/s, strain 70%로 하였음.

(4) 결과 및 고찰

(가) 변성전분 종류별 해동 방법에 따른 백설기 품질 변화

변성전분 종류에 따른 냉동 백설기의 품질 특성을 확인하기 위해 3가지 종류(썬믹스 PS, 네오HP, 썬텐더 H) 변성전분을 적용하여 백설기를 제조하였음. 또한 제조 후 냉동 보관한 백설기의 해동 과정의 최적화를 찾기 위해 해동 방법에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 따라서 상온해동과 증숙 해동하였을 때의 품질 변화를 확인하였음.

① 썬믹스 PS를 적용한 백설기의 해동방법에 따른 품질 변화

변성전분과 해동 과정의 최적화를 찾기 위해 변성전분인 썬믹스 PS를 5,10% 적용하여 상온해동과 증숙해동에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 썬믹스 PS를 적용한 냉동 백설기의 상온해동 후 시간에 따른 강도, 씹힘성과 절단강도는 그림 63, 64, 65와 같음. 상온해동 후 백설기의 경도 비교 시 시간이 지남에 따라 대조구의 경우 경도가 급격하게 증가하는 반면, 썬믹스 PS를 5%, 10% 적용한 시료의 경우 상온해동 후 저장 시간에 따라 경도가 증가하지만, 대조구에 비하여 완만한 속도로 경도가 증가하였음. 썬믹스 PS를 10% 첨가하였을 때, 24시간 후의 강도가 가장 낮게 측정되었음. 씹힘성의 경우도 강도와 유사한 결과를 보였으며, 대조구에 비하여 썬믹스 PS를 적용하였을 시 상온해동 후 강도의 변화가 적고 식감을 유지하는 것으로 나타났음. 절단강도의 경우 상온해동 후 9시간까지는 대조구와 썬믹스 PS 적용한 백설기간의 큰 차이가 없었으나, 저장 기간이 길어짐에 따라 조직감 테스트한 결과와 같이 대조구는 강도가 크게 증가하였으나, 썬믹스 PS를 적용한 시료의 경우 완만하게 증가하였음. 식감을 확인하였을 때에도 시간이 지남에 따라 대조구의 경우 떡이 단단해지고 건조하고 입안에서 잘게 부서졌으나, 썬믹스 PS를 적용한 백설기의 경우 시간이 지나도 대조구에 비하여 식감이 부드럽고 찰진감을 유지하였음.

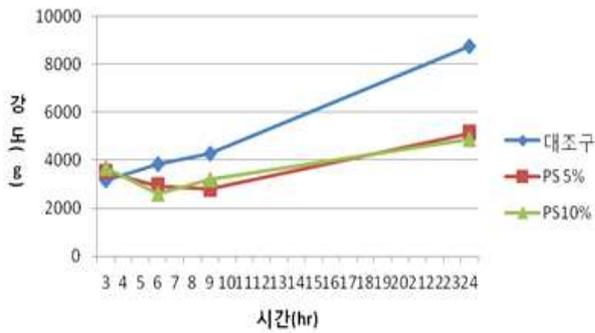


그림 3-1-63. 썬믹스 PS 적용한 백설기의 상온 해동에 따른 강도 변화

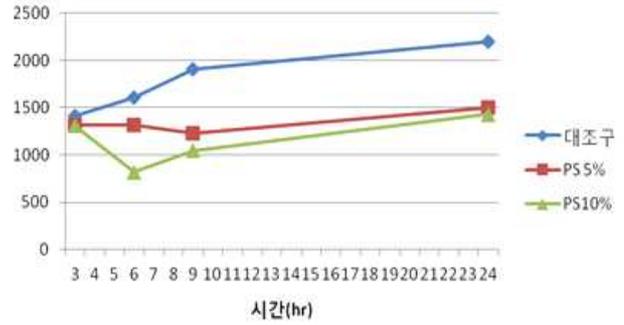


그림 3-1-64. 썬믹스 PS 적용한 백설기의 상온 해동에 따른 씽힘성 변화

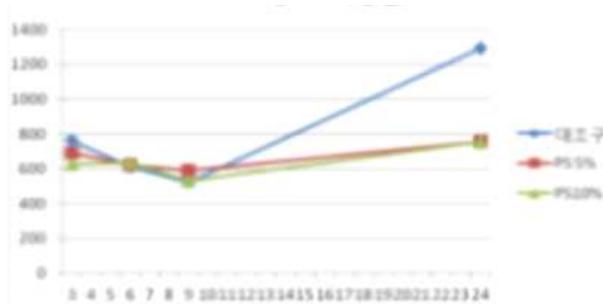


그림 3-1-65. 썬믹스 PS 적용한 백설기의 상온 해동에 따른 절단 강도 변화

6분간 재 증숙 후 시간 경과에 따른 백설기의 강도, 씽힘성, 절단강도 측정 결과는 그림 3-1-66, 3-1-67, 3-1-68과 같음. 증숙 직후의 강도가 가장 낮으며, 증숙 해동 후 시간이 지남에 따라 대조구의 경우 강도가 증가하였음. 썬믹스 PS를 5%, 10% 적용한 백설기의 경우 증숙 해동 후 시간이 지남에 따라 대조구에 비하여, 강도 변화가 적었으며, 썬믹스 PS 10% 적용한 백설기의 경우 강도 변화가 가장 작았음. 씽힘성의 경우도 강도와 같은 결과를 보였으며, 썬믹스 PS 10% 적용한 백설기의 씽힘성이 저장 기간에 따라 가장 낮게 측정되었음. 절단강도의 경우 증숙 해동 초기에는 대조구의 절단 강도가 가장 낮았으나 시간이 지남에 따라 대조구의 강도가 가장 높았으며, 썬믹스 PS 5%, 10% 적용한 백설기의 절단 강도가 낮게 나타났음. 식감 비교 시에도 증숙 해동 후 시간 경과 시 대조구의 경우 촉촉함이 떨어지고 단단해 지는 반면, 썬믹스 PS를 적용한 백설기의 경우 시간이 경과하여도 촉촉함을 유지하면서 부드럽고 찰진 식감이 유지되었음. 이는 썬믹스 PS를 적용 시 떡의 노화를 지연시켜 경도나 씽힘성 및 절단강도가 낮아지는 것을 확인하였으며, 또한 상온 해동과 증숙 해동 비교 시 상온 해동에 비하여 증숙 해동 후 강도와 씽힘성, 절단강도가 낮은 것을 확인하였고, 또한 저장 기간이 더 길어지는 것을 확인하였음. 이는 증숙 해동이 상온 해동보다 부드러운 식감을 유지시키기 위한 방법으로 더 적합함을 확인하였음.

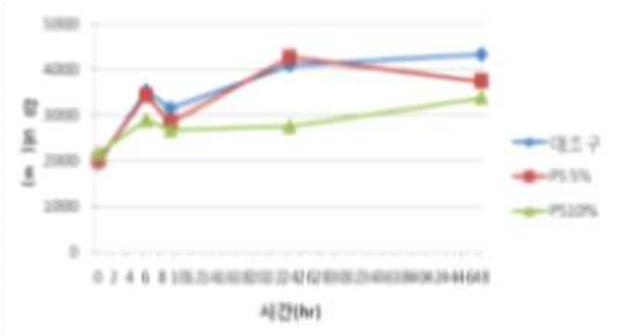


그림 3-1-66. 썬믹스 PS 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 강도 변화

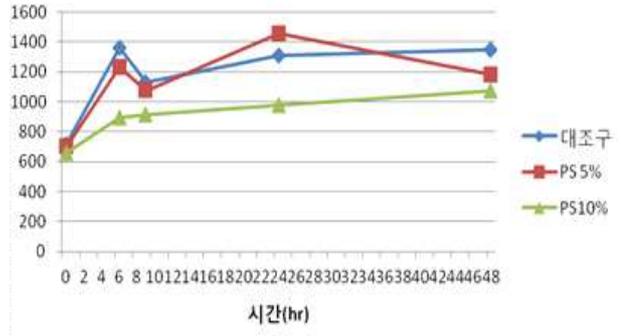


그림 3-1-67. 썬믹스 PS 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 씹힘성 변화

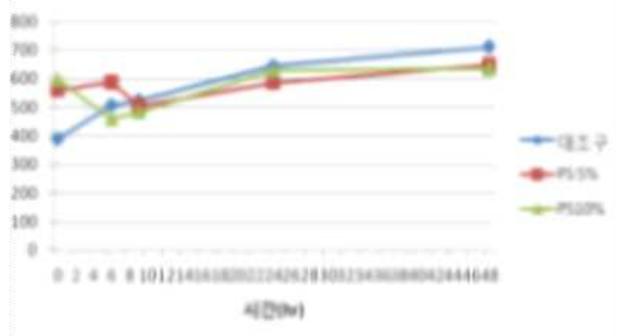


그림 3-1-68. 썬믹스 PS 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 절단 강도 변화

② 네오 HP를 적용한 백설기의 해동방법에 따른 품질 변화

변성전분인 네오 HP를 5, 10% 적용하여 썬믹스 PS와 같이 상온 해동과 증숙 해동에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 상온 해동 과정 중 시간 경과에 따른 강도, 씹힘성과 절단강도 변화는 그림 3-1-69, 3-1-70, 3-1-71과 같음. 상온 해동 후 백설기의 경도와 씹힘성을 측정된 결과, 냉동 보관 후 상온에서 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구, 네오 HP 5, 10% 적용한 백설기의 경도와 씹힘성 모두 증가하였음. 또한 대조구와 네오 HP를 적용한 백설기를 비교하였을 때, 9시간까지는 대조구와 유사한 강도와 씹힘성을 보였고, 9시간 이후부터 네오 HP 5, 10% 적용한 백설기의 강도와 씹힘성이 대조구에 비해 낮아지는 것으로 나타났음. 네오 HP의 함량이 높을수록 강도 및 씹힘성의 변화가 적은 것으로 나타났음. 상온 해동 후 백설기의 절단강도를 측정된 결과 대조구에 비하여 18시간까지는 네오 HP 5, 10% 적용한 백설기의 절단 강도가 높았으며, 18시간 이후에는 대조구의 절단 강도가 높았음. 이는 네오 HP를 적용한 백설기의 찰기가 강하여, 절단하는데 힘이 많이 들어가는 것으로 보임. 네오 HP 5, 10% 적용한 백설기의 경우 상온 해동 시 절단 강도 변화가 크게 없는 것으로 나타났음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 네오 HP 적용한 백설기의 찰기가 강하였으며, 시간 경과에 따라 대조구는 단단해지고 건조하며 부서지는 식감인데 비하여, 네오 HP 적용한 백설기의 경우 찰기가 강하고 강도는 약하였음.

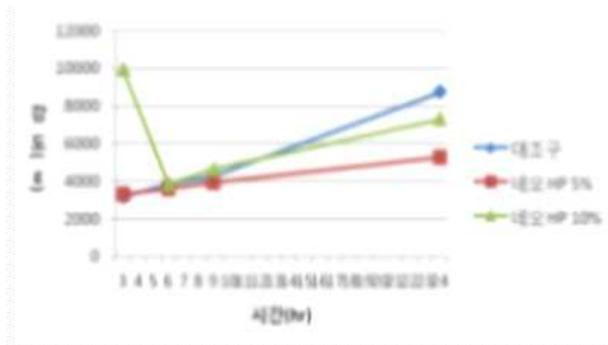


그림 3-1-69. 네오 HP 적용한 백설기의 상온해동에 따른 강도 변화

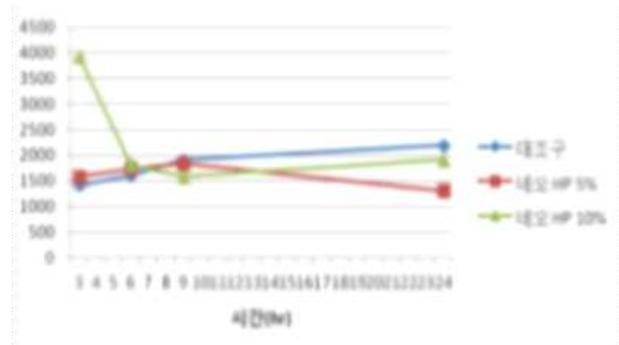


그림 3-1-70. 네오 HP 적용한 백설기의 상온해동에 따른 씽힘성 변화

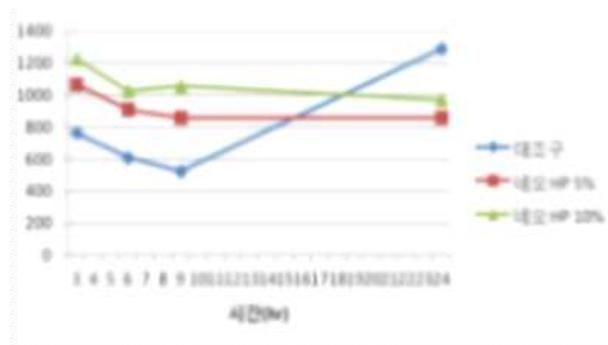


그림 3-1-71. 네오 HP 적용한 백설기의 상온해동에 따른 절단강도 변화

6분간 재증숙 후 백설기의 강도, 씽힘성과 절단강도를 측정된 결과는 그림 3-1-72, 3-1-73, 3-1-74와 같음. 증숙 해동 후 백설기의 경도와 씽힘성을 측정된 결과, 상온에서 보관 시 시간이 지남에 따라 대조구, 네오 HP 5,10% 적용한 백설기의 경도와 씽힘성 모두 증가하였음. 강도는 대조구와 네오 HP를 적용한 백설기를 비교하였을 때, 유사한 강도를 보였음. 씽힘성의 경우 상온 보관 시간이 길어질수록 네오 HP가 적용된 백설기의 씽힘성이 높았음. 증숙 해동 후 백설기의 절단강도를 측정된 결과 대조구에 비하여 네오 HP 5, 10% 적용한 백설기의 절단 강도가 높았음. 이는 네오 HP를 적용한 백설기의 찰기가 강하여, 절단하는데 힘이 많이 들어가는 것으로 보임. 네오 HP 5, 10% 적용한 백설기의 경우 증숙 해동 시 절단 강도가 증가 하는 것으로 나타났음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 네오 HP 적용한 백설기의 찰기가 강하였으며, 시간 경과에 따라 대조구는 단단해지고 건조하며 부서지는 식감인데 비하여, 네오 HP 적용한 백설기의 경우 찰기가 강하여 질기게 느껴졌음. 상온 해동과 증숙 해동을 비교하였을 때, 썬믹스 PS 적용한 백설기와 마찬가지로 상온 해동에 비하여 증숙 해동 후의 경도, 씽힘성 절단강도가 낮은 것을 확인하였음.

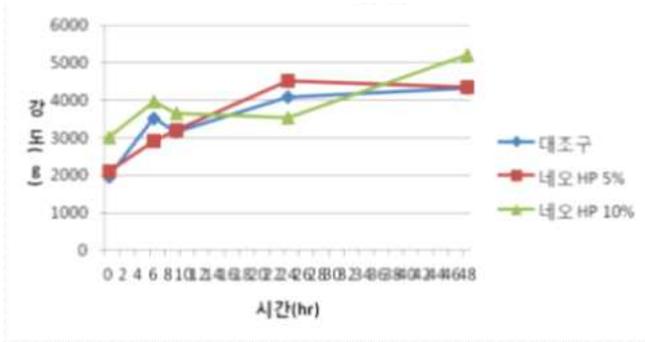


그림 3-1-72. 네오 HP 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 강도 변화

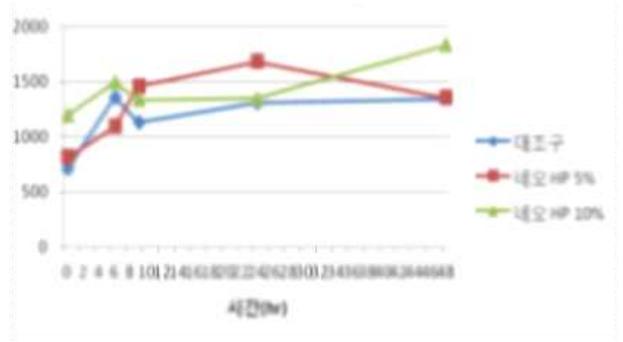


그림 3-1-73. 네오 HP 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 썩힘성 변화

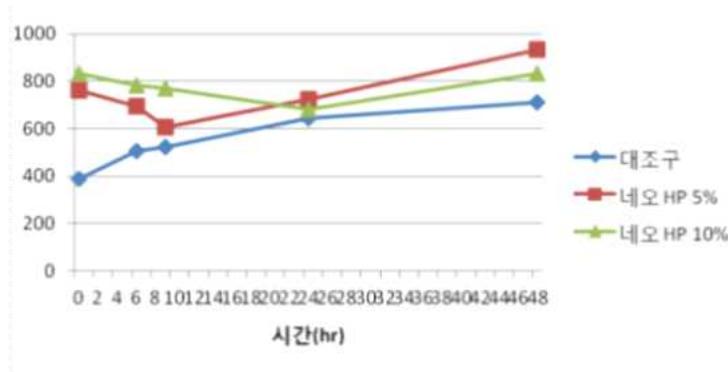


그림 3-1-74. 네오 HP 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 절단강도 변화

③ 썩텐더 H를 적용한 백설기의 해동방법에 따른 품질 변화변성전분인 썩텐더 H를 5, 10% 적용하여 썩믹스 PS와 같이 상온 해동과 증숙 해동에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 상온 해동 과정 중 시간 경과에 따른 강도, 썩힘성과 절단강도 변화는 그림 3-1-75, 3-1-76, 3-1-77과 같음. 상온 해동 후 백설기의 강도와 썩힘성을 측정된 결과, 냉동 보관 후 상온에서 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구, 썩텐더 H 5, 10% 적용한 백설기의 강도와 썩힘성 모두 증가하였음. 또한 대조구와 썩텐더 H를 적용한 백설기를 비교하였을 때, 10% 적용한 썩텐더 H의 경우 대조구와 시간 경과에 따라 유사한 강도와 썩힘성을 보였으나, 썩텐더 H 5% 적용한 경우 9시간 까지는 강도와 썩힘성이 가장 높았으며, 9시간 이후에는 강도와 썩힘성이 낮아지는 것으로 나타났음. 썩텐더 H 적용 시에는 상온 해동 시 노화 지연 효과가 앞선 썩믹스 PS나 네오 HP에 비하여 떨어지는 것으로 나타났음. 상온 해동 후 백설기의 절단강도를 측정된 결과 저장 기간 동안 대조구에 비하여 썩텐더 H 5, 10% 적용한 백설기의 절단 강도가 높았음. 이는 썩텐더 H를 적용한 백설기의 찰기가 강하여, 절단하는데 힘이 많이 들어가는 것으로 보임. 썩텐더 H 5, 10% 적용한 백설기의 경우 상온 해동 시 절단 강도가 크게 증가하는 것으로 나타났음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 썩텐더 H 적용한 백설기의 찰기가 강하고 질긴 감이 있었으며, 시간 경과에 따라 대조구는 단단해지고 건조하며 부서지는 식감인데 비하여, 썩텐더 H 적용한 백설기의 경우 단단하고 질긴 식감이었음.

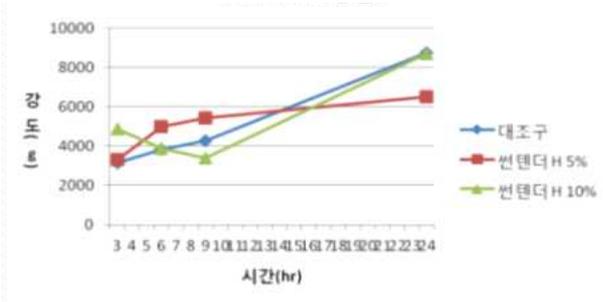


그림 3-1-75. 썬텐더 H 적용한 백설기의 상온해동에 따른 강도 변화

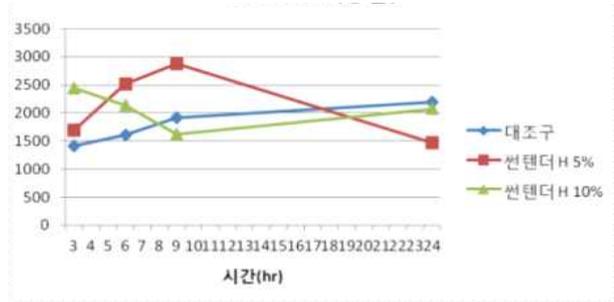


그림 3-1-76. 썬텐더 H 적용한 백설기의 상온해동에 따른 씹힘성 변화

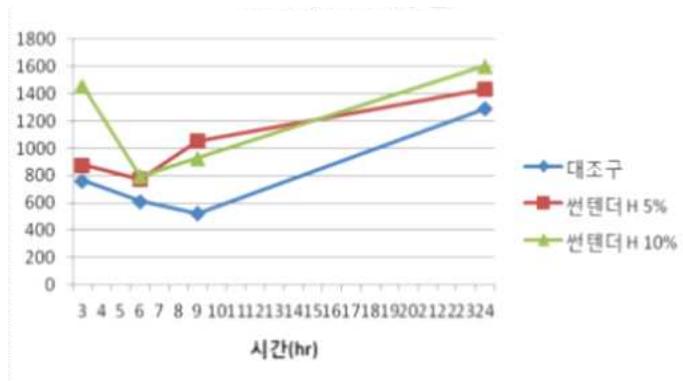


그림 3-1-77. 썬텐더 H 적용한 백설기의 상온해동에 따른 절단 강도 변화

6분간 재증숙 후 백설기의 강도, 씹힘성과 절단강도를 측정된 결과는 그림 3-1-78, 3-1-79, 3-1-80과 같음. 증숙 해동 후 백설기의 경도와 씹힘성을 측정된 결과, 상온에서 보관 시 시간이 지남에 따라 대조구, 썬텐더 H 5, 10% 적용한 백설기의 경도와 씹힘성 모두 증가하였음. 강도는 대조구와 네오 HP를 적용한 백설기를 비교하였을 때, 대조구에 비하여 썬텐더 H를 적용한 백설기가 높은 강도를 보였음. 씹힘성의 경우도 강도와 같은 결과였음. 증숙 해동 후 백설기의 절단강도를 측정된 결과 대조구에 비하여 썬텐더 H 5, 10% 적용한 백설기의 절단 강도가 높았음. 이는 썬텐더 H를 적용한 백설기의 찰기가 강하여, 절단하는데 힘이 많이 들어가는 것으로 보임. 썬텐더 H 5, 10% 적용한 백설기의 경우 증숙 해동 시 절단 강도가 증가 하는 것으로 나타났음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 썬텐더 H 적용한 백설기의 찰기가 강하였으며 질긴 느낌이 강하였음. 시간 경과에 따라 대조구는 단단해지고 건조하며 부서지는 식감인데 비하여, 썬텐더 H 적용한 백설기의 경우 강도가 높고 질기게 느껴졌음. 썬텐더 H의 경우 상온 해동보다 증숙 해동 때 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 앞선 썬믹스 PS와 네오 HP에 비하여 냉동 백설기의 품질 향상에 효과가 없는 것으로 나타났음. 변성전분으로 백설기에 적용하여 테스트한 결과 썬믹스 PS, 네오 HP, 썬텐더 H 중에서 썬믹스 PS를 백설기에 적용 시 해동 후 식감 효과가 가장 우수함을 확인하였음. 썬믹스 PS는 수분 보유력이 우수하고 냉해동 안정성이 뛰어나 이를 적용한 냉동 떡의 노화 억제 효과가 가장 우수한 것으로 보임.

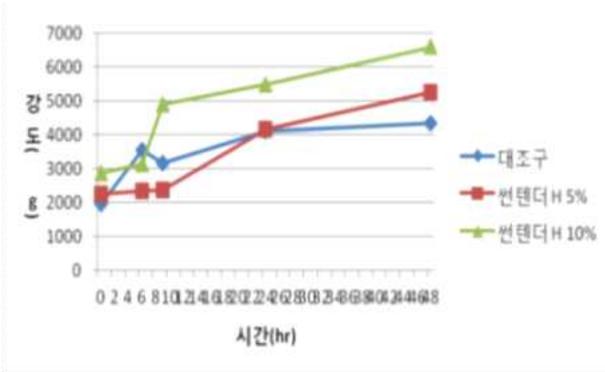


그림 3-1-78. 썬텐더 H 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 강도 변화

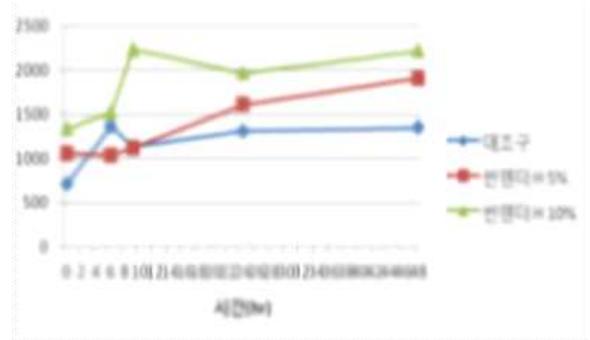


그림 3-1-79. 썬텐더 H 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 썩힘성 변화

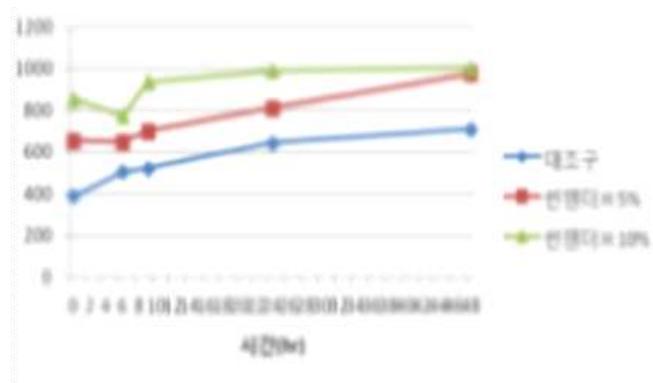


그림 3-1-80. 썬텐더 H 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 절단강도 변화

(나) 당 종류별 해동 방법에 따른 백설기 품질 변화

백설기 제조 시 당을 첨가하였을 때 저장 중 조직감 변화를 최소화하여 노화 억제에 효과가 있다는 연구보고를 참고하여 노화방지와 보습효과가 우수한 당인 말티톨, PGS-S, 트레할로스(비용해, 용해)를 적용하여 실험을 진행하였음. 당류 물질 즉 말티톨, PGS-S, 트레하(비용해, 용해)를 5% 첨가한 백설기를 상온 해동 과정 중 시간 경과에 따른 강도, 썩힘성과 절단강도 변화는 그림 3-1-81, 3-1-82, 3-1-83과 같음. 상온 해동 후 백설기의 경도와 썩힘성을 측정된 결과, 냉동 보관 후 상온에서 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구, 트레하(비용해) 5% 적용한 백설기의 경도와 썩힘성 모두 증가하였음. 반면 말티톨, PGS-S, 트레하(용해)를 5% 적용한 백설기의 경우 상온 해동 시 강도 및 썩힘성의 변화가 대조구에 비하여 적었으며, 강도 및 썩힘성도 낮게 측정되었음. 대조구와 트레하(비용해)를 적용한 백설기를 비교하였을 때, 대조구에 비하여 강도와 썩힘성이 높게 측정되었음. 트레하를 용해하지 않고 백설기에 투입 시 오히려 노화를 촉진시키는 것으로 나타났음. 트레하를 용해하여 적용 시 노화 지연효과가 있는 것으로 나타남에 딸, 트레하 사용 시 다른 당과 같이 배합수에 녹여 사용하는 것이 백설기 품질을 향상 시키는 데 도움이 되는 것으로 보임. 상온 해동 후 상온 보관 시간별 백설기의 절단강도를 측정된 결과 저장 기간 동안 트레하(비용해), 말티톨, PGS-S를 적용한 백설기의 경우 대조구와 유사한 절단 강도를 보였으나, 트레하(용해)

를 적용한 백설기의 경우 대조구보다 낮은 절단 강도를 보였음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 트레하(비용해)를 제외한 당류를 적용한 백설기의 식감은 시간 경과에 따라 부드럽고 촉촉한 식감이었으며, 특히 트레하(용해)를 적용한 백설기의 경우 24시간 이후에도 촉촉한 식감을 유지하였음.

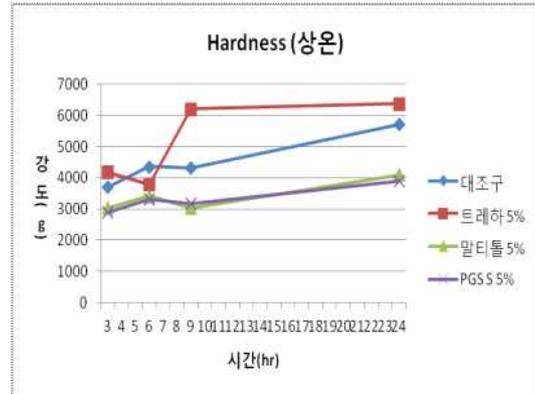


그림 3-1-81. 당을 적용한 백설기의 상온해동에 따른 강도 변화

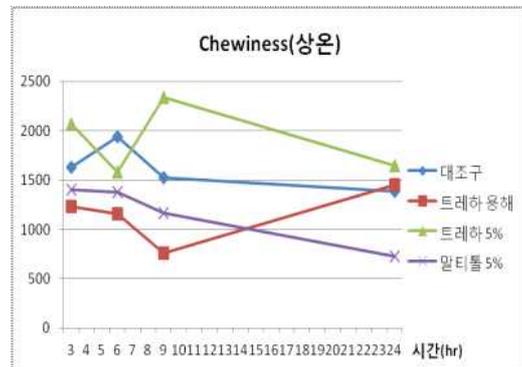
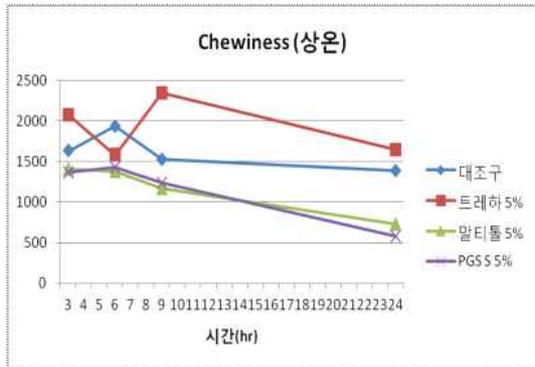


그림 3-1-82. 당을 적용한 백설기의 상온해동에 따른 씹힘성 변화

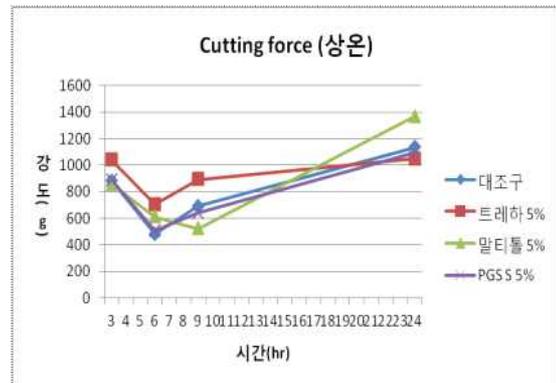


그림 3-1-83. 당을 적용한 백설기의 상온해동에 따른 절단 강도 변화

6분간 증숙 해동 후 시간 경과에 따른 강도, 씹힘성과 절단강도 변화는 그림 3-1-84, 3-1-85, 3-1-86과 같음. 증숙 해동 후 백설기의 강도와 씹힘성을 측정된 결과, 시간이 지남에 따라 대조구의 강도와 씹힘성 모두 증가하였음. 반면 말티톨, PGS-S, 트레하(비용해,용해)를 5% 적용한 백설기의 경우 상온 해동 시 강도 및 씹힘

성의 변화가 대조구에 비하여 적었으며, 강도 및 씹힘성도 낮게 측정되었음. 상온 해동 시에는 트레하와 비교해서 노화 지연효과가 없는 것으로 나타났으나, 증숙 해동 시에는 트레하(비용해)도 백설기 품질 향상에 효과가 있는 것으로 나타났음. 이는 재증숙과정에서 결정으로 녹지 않은 트레하가 녹으면서 백설기의 노화 지연 효과 및 보습성 효과를 나타낸 것으로 보임. 상온 해동 후 상온 보관 시간별 백설기의 절단강도를 측정된 결과 저장 기간 동안 트레하(비용해, 용해), 말티톨, PGS-S를 적용한 백설기의 경우 대조구보다 낮은 절단 강도를 보였음. 당류 중에서 트레하(용해) 적용 백설기의 절단 강도가 가장 낮게 측정되었음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 당을 적용한 백설기의 식감은 시간 경과에 따라 부드럽고 촉촉한 식감이었으며, 48시간 이후에도 촉촉한 식감을 유지하였음.

당을 백설기에 적용 시 노화 지연 효과가 있는 것으로 나타났으며, 트레하의 경우 배합수에 녹여 사용 시 제 기능을 하는 것으로 나타났음. 당 종류 중에서 트레하를 용해하여 백설기에 적용 시 품질 향상 효과가 가장 뛰어난 것으로 나타났으며, 말티톨과 PGS-S도 품질 효과 향상이 뛰어난 당으로 나타났음.

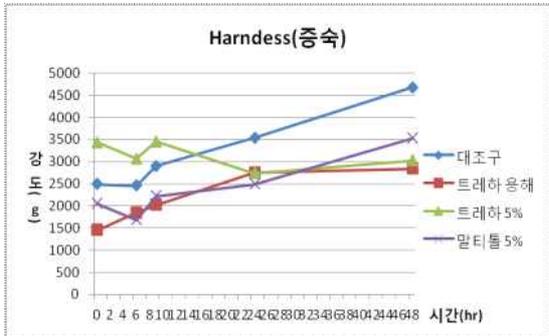


그림 3-1-84. 당을 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 강도 변화

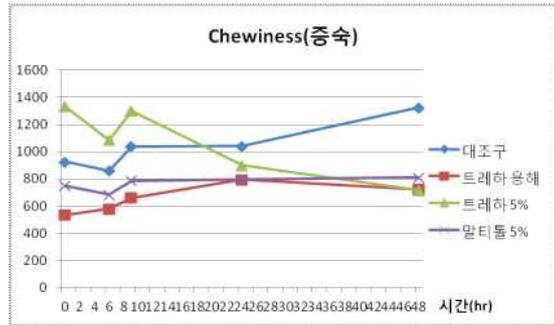
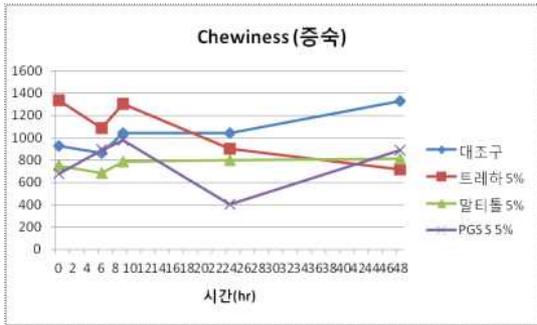


그림 3-1-85. 당을 적용한 백설기의 증숙 해동에 따른 씹힘성 변화

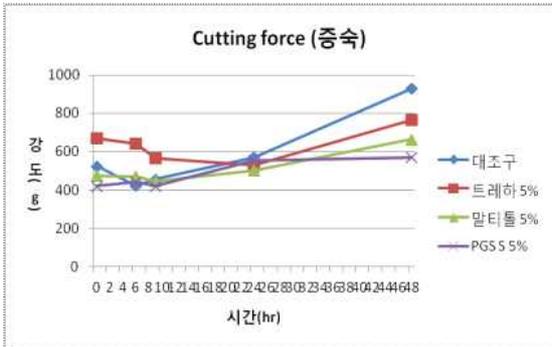


그림 3-1-86. 당을 적용한 백설기의 증숙 해동에 따른 절단 강도 변화

(다) 썬믹스 PS와 당 종류별 해동 방법에 따른 백설기 품질 변화

앞선 실험에서 백설기 제조하여 해동 시 변성전분 중에서 썬믹스 PS가 노화 지연 효과 및 품질 유지효과가 우수하였으며, 말티톨, PGS-S, 트레할로스(용해)를 적용하여 백설기를 제조하여 해동 시 노화 지연 효과 및 품질 유지효과가 우수하였음. 이에 썬믹스 PS와 당류를 종류 별로 적용하여 최적의 조합을 찾기 위한 실험을 진행하였음. 썬믹스 PS 5%와 당류 말티톨, PGS-S, 트레할로스(용해)를 5% 첨가한 백설기를 상온 해동 과정 중 시간 경과에 따른 강도, 씹힘성과 절단강도 변화는 그림 3-1-87, 3-1-88, 3-1-89와 같음. 상온 해동 후 백설기의 강도와 씹힘성을 측정된 결과, 냉동 보관 후 상온에서 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구의 강도와 씹힘성 모두 증가하였음. 반면 썬믹스 PS 와 말티톨, 썬믹스 PS와 PGS-S, 썬믹스 PS와 트레할로스를 5%씩 적용한 백설기의 경우 상온 해동 시 강도 및 씹힘성의 변화가 대조구에 비하여 적었으며, 강도 및 씹힘성도 낮게 측정되었음. 또한 썬믹스 PS와 말티톨, PGS S, 트레할로스를 단독으로 각각 적용한 백설기보다 노화 지연 효과가 우수한 것으로 나타났다. 노화지연 효과가 우수한 썬믹스 PS와 보습성 및 노화 지연효과가 우수한 당을 같이 썼을 때 백설기의 품질 향상 효과가 증진되는 것을 알 수 있었음. 상온 해동 후 상온 보관 시간별 백설기의 절단강도를 측정된 결과도 조직감 결과와 같은 결과였음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 썬믹스 PS 5%와 당류 5%를 적용한 백설기의 식감은 시간 경과에 따라 부드럽고 촉촉한 식감이었으며, 특히 24시간 이후에도 촉촉한 식감을 유지하였음. 이전 실험에서 변성전분과 당을 단독으로 사용하여 상온 해동하였을 시 24시간 후에는 촉촉한 감이 떨어지고 강도가 높게 느껴졌던 것에 비하면, 변성전분과 당을 동시 적용 시 노화 지연 효과 및 품질 향상 효과가 높은 것으로 보임.

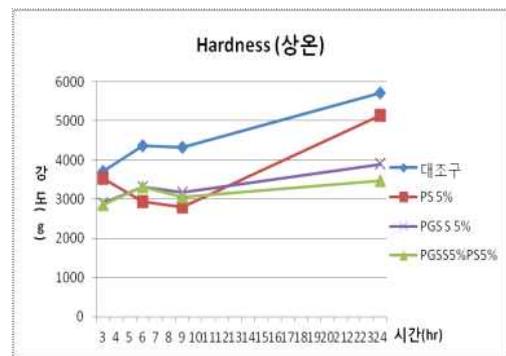
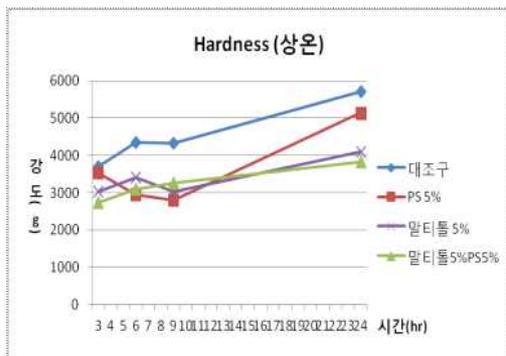


그림 3-1-87. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 상온 해동에 따른 강도 변화

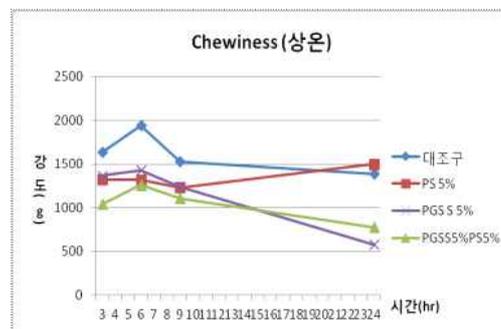
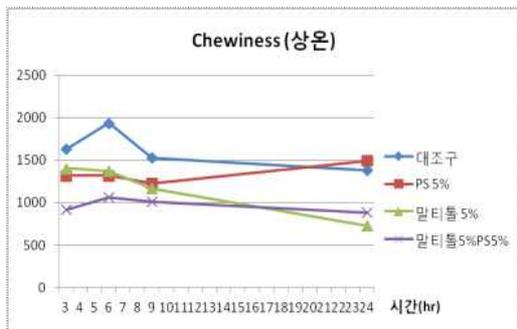


그림 3-1-88. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 상온 해동에 따른 씹힘성 변화



그림 3-1-89. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 상온 해동에 따른 절단강도 변화

6분간 증숙 해동 후 시간 경과에 따른 강도, 씹힘성과 절단강도 변화는 그림 3-1-90, 3-1-91, 3-1-92와 같음. 증숙 해동 후 백설기의 강도와 씹힘성을 측정된 결과, 증숙 해동 시 시간이 지남에 따라 대조구의 강도와 씹힘성 모두 증가하였으나, 썬믹스 PS와 말티톨, 썬믹스 PS와 PGS-S, 썬믹스 PS와 트레할로스를 5%씩 적용한 백설기의 경우 증숙 해동 시 강도 및 씹힘성의 변화가 거의 없었으며, 강도 및 씹힘성도 낮게 측정되었음. 또한 썬믹스 PS와 말티톨, PGS S, 트레할로스를 단독으로 각각 적용한 백설기보다 노화 지연 효과가 우수한 것으로 나타났음.

노화지연 효과가 우수한 썬믹스 PS와 보습성 및 노화 지연효과가 우수한 당을 같이 썼을 때 백설기의 품질 향상 효과가 증진 되는 것을 알 수 있었음. 증숙 해동 후 상온 보관 시간별 백설기의 절단 강도를 측정된 결과도 조직감 실험 결과와 같은 결과를 보였음. 식감 확인 시 대조구에 비하여 썬믹스 PS 5%와 당류 5%를 적용한 백설기의 식감은 시간 경과에 따라 부드럽고 촉촉한 식감이었으며, 특히 48시간 이후에도 촉촉한 식감을 유지하였음. 이전 실험에서 변성전분과 당을 단독으로 사용하여 상온 해동 하였을 시 24시간 후에는 촉촉한 감이 떨어지고 강도가 높게 느껴졌던 것에 비하면, 변성전분과 당을 동시 적용 시 노화 지연 효과 및 품질 향상 효과가 높은 것으로 보였으며, 상온 해동

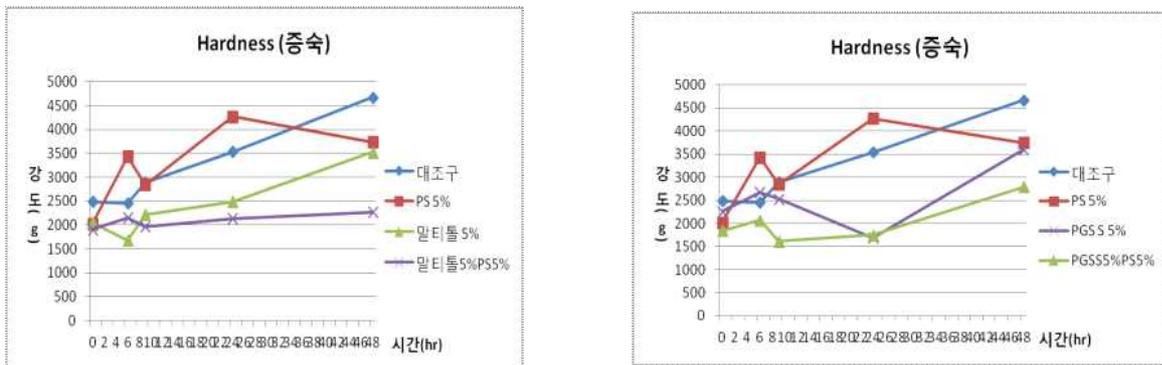


그림 3-1-90. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 증숙 해동에 따른 강도 변화

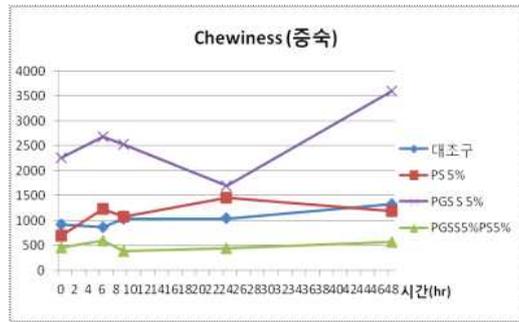
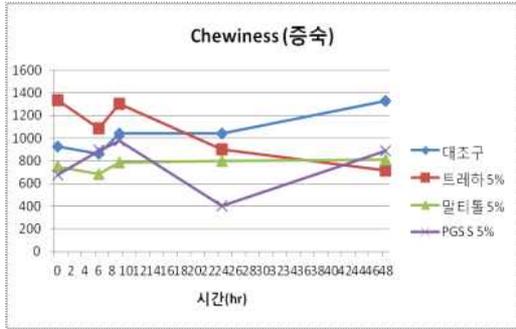


그림 3-1-91. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 증속 해동에 따른 씹힘성 변화

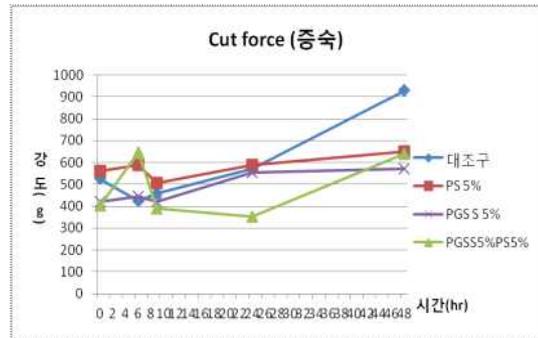


그림 3-1-92. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 증속 해동에 따른 절단강도 변화

(라) 냉동 백설기 최적 배합 선정

변성전분인 썬믹스 PS와 당류를 같이 사용하여 백설기를 제조하여 냉동 후 해동 시 식감유지가 변성전분과 당류를 단독으로 사용하는 것보다 우수한 것으로 나타났음. 변성전분인 썬믹스 PS와 당류를 적용하였을 때의 식감 비교는 그림 3-1-93, 3-1-94와 같음. 상온 해동 시에서는 썬믹스 PS와 트레할로스를 적용하였을 때가 강도와 씹힘성, 절단강도에서 변화가 말티톨과 PGS-S보다 적게 나타났으며, 수치도 낮게 측정이 되었음. 증속 해동에서는 당류 간에 식감 차이가 없었으나, 그 중에서도 트레할로스를 적용한 백설기의 식감 변화가 적은 것으로 나타났음. 기계적 분석치에서는 썬믹스 PS와 트레할로스를 5%씩 적용하였을 때 냉동 후 해동 시 식감 유지를 할 수 있는 최적의 배합인 것으로 나타났음.

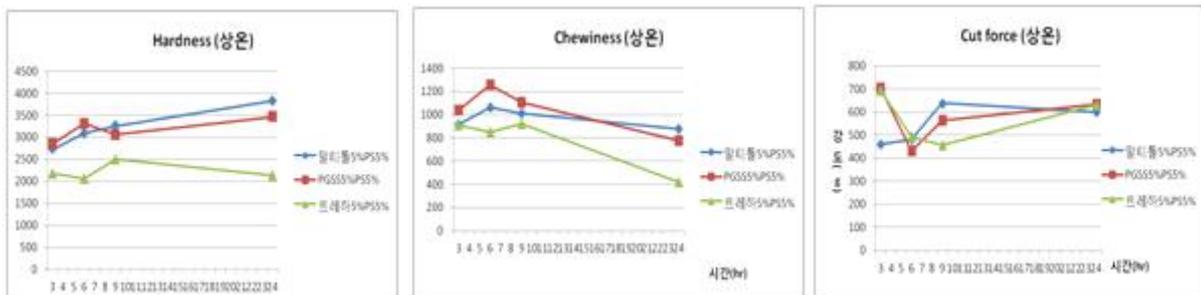


그림 3-1-93. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 상온해동에 따른 식감 변화비교

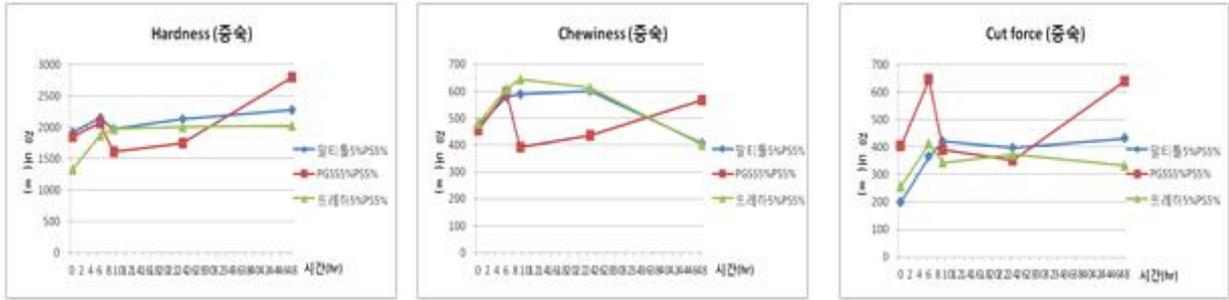


그림 3-1-94. 썬믹스 PS 5%와 당 5%를 적용한 백설기의 증숙해동에 따른 식감 변화비교

(5) 시제품의 제조

썬믹스 PS와 트레하를 적용한 냉동 백설기의 해동 테스트 시 시간경과에 따라 노화가 지연되고 식감이 우수한 제품을 얻을 수 있었으며, 시판되는 되고 있는 냉동 백설기 제품을 참고하여 시제품을 제조하였음. 냉동된 백설기를 해동하고 장시간 보관하여도 백설기 고유의 식감을 유지할 수 있는 백설기를 얻을 수 있어 소비자에게 편리성뿐만 아니라 백설기의 품질까지 충족시킬 수 있는 것으로 예측됨.



<냉동백설기 시제품 (좌), 시판제품 (우)>

(6) 결론

본 연구에서는 냉동 백설기의 배합 및 제조방법 최적화를 통해 냉동 백설기의 포물라 개발을 하고자 하였음. 변성전분을 백설기에 종류별로 적용하여 냉동 후 상온, 증숙 해동 시의 식감 유지 부분에 대한 테스트를 실시하였으며, 썬텐더 H, 네오 HP, 썬믹스 PS를 각각 5%, 10% 첨가하였을 때, 썬믹스 PS 10% 첨가한 백설기가 상온, 증숙 해동 후 보관 시 식감 변화가 가장 적었음. 당류를 백설기에 종류별로 적용하여 냉동 후 상온, 증숙 해동 시의 식감 유지 부분에 대한 테스트를 실시하였으며, 말티톨, 폴리글리시톨시럽, 트레할로스를 각각 5% 첨가하였을 때, 냉동 백설기를 상온, 증숙 해동 시 식감 변화가 적게 나타나는 것을 확인하였음. 트레할로스의 경우 배합수에 용해하여 투입하였을 때, 효과가 발현되는 것으로 확인되었음. 해동 방법 중에서는 상온 해동 보다는 증숙 해동하는 것이 해동 후 백설기의 품질변화가 적게 나타나는 것으로 확인되었음. 변성전분과 당류를 혼합 사용하였을 때 냉동 백설기의 해동 후 품질 유지 효과를 보기 위하여, 변성전분 중에서 효과가 우수한 썬믹스 PS와 말티톨, 폴리글리시톨시럽, 트레할로스를

각각 5%씩 혼합 사용하여 냉동 백설기 테스트를 진행하였음. 썬믹스 PS와 당류를 혼합하여 적용하였을 시 단독으로 각각 사용하였던 것보다 냉동 백설기의 상온, 증숙 해동 후 품질 유지효과가 우수한 것으로 나타났으며, 특히 상온 해동에서 품질 유지 효과가 뛰어나게 개선되는 것으로 나타났음. 혼합 배합 중에서 썬믹스 PS와 트레하를 각각 5% 적용하였을 때, 백설기의 해동 후 식감 변화가 가장 적었음.

차. 한국입맛과 차별화된 현지 입맛에 맞춘 수출용 상품개발

(1) 개요

서양에서 대부분 차지하고 있는 빵, 파스타, 우유, 치즈 등의 글루텐을 함유하고 있는 식품과 유제품으로 인해 한국에서는 찾아보기 힘든 유전 질환인 실리악 스프루(밀단백질인 글루텐에 면역반응을 보이는 질환)에 고생하는 환자가 전체 인구의 약 0.8%(약 133명 중 1명) 점유하고 있음. 실리악 스프루 환자들은 약으로 병을 치료할 수 없고, 글루텐 단백질과 유당을 포함한 음식을 먹지 않는 것만이 유일한 예방법임. 이 외에도 대부분의 소비자들이 건강에 대한 인식이 높아지면서 최근 무글루텐(Gluten-Free) 상품의 시장이 급속도로 발전하고 있고, 쌀을 건강 식품으로 인식되면서 쌀 식품의 전용 판매 공간이 늘고 있고 있음. 그 중 한국의 대표적인 전통 먹거리인 떡은 밀가루를 사용하는 서양식 디저트에 비해 유제품을 거의 사용하지 않는 것도 이로운 점이며, 수리취를 사용하여 영양소 중 식이섬유함유율이 높은 것도 실리악 스프루 환자들에게는 매력적인 음식임. 하지만 떡은 외국인들이 특히 싫어하는 이에 붙는 느낌이나 끈적임, 한입에 먹기 힘든 크기와 고물이 떨어져 옷을 더럽히는 등의 문제로 기피하고 있음. 이에 따라 한국 입맛과 차별화된 현지 입맛에 맞춘 수출용 상품개발이 필요한 실정임. 따라서 떡을 수출하기 위한 방안으로 외국인들이 특히 싫어하는 찹쌀보다는 멍쌀 위주의 제품을 개발하거나 손쉽게 접할 수 있도록 제품을 소형화, 커피와 어울리는 떡 개발, 외국인들이 선호하는 설기류의 응용상품 개발, 다양한 부재료를 통한 방법 모색 등이 필요함.

(2) 개발 방향

한국인은 찹쌀이 가지는 특유는 쫄깃함을 매우 선호하는 경향이 있음. 쫄깃한 국수, 쫄깃한 빵, 쫄깃한 떡과 같이 전분 중 아밀로펙틴이 많이 함유된 곡물로 제조한 식품에 대한 선호도가 높음. 반면 외국인들은 쫄깃하면서 끈적이는 식감을 싫어하는 경향이 뚜렷한 것으로 알려져 있음. 예를 들면 우리나라 사람들이 아밀로펙틴이 많이 함유된 자포니카 타입의 쌀로 만든 밥을 좋아하는 반면, 외국인들은 아밀로펙틴 함량이 적은 인디카 타입의 쌀로 만든 밥을 즐김. 즉, 외국인이 좋아하는 식감은 찹쌀로 만든 떡보다는 멍쌀로 만든 떡을 좀 더 좋아하는 경향이 있으므로 수출용 떡 제품 개발로는 멍쌀을 이용한 백설기 및 송편 등이 가장 보편적인 제품이 될 것임. 또한 아무리 멍쌀로 떡을 하여도 특유의 찰기가 있기 때문에 끈적임 대신 보슬보슬한 식감과 촉감을 줄 수 있는 배합개발이 필요할 것임. 이와 아울러 수출용 떡의 경우 무엇보다도 냉동으로 출하되어 소비자에게 소비되기까지 긴 시간이 소요되며, 과정 중에 온도 불균일로 인하여 냉해동이 반복될 수 있는 위험성이 있음. 또한 떡에 대한 이해가 부족하기 때문에 보관 및 재조리에 대한 숙지가 어려워 외국인이 간편하게 상온해동하여도 식감의 큰 변화가 없도록 하는 것이 가장 필요한 과제라 할 수 있음. 제 1과제인 전통떡의 현대화 기술개발을 통하여

개발된 냉해동 안정성 및 노화 안정성이 우수한 백설기, 절편, 송편 등의 배합을 이용하여 외국인이 선호하는 맛 및 식감을 구현할 수 있는 새로운 배합을 개발하는 것이 필요함. 즉 건강에 유익한 전통 한약재나 지역특산물을 이용하되, 끈적임이 적은 멥쌀떡, 그리고 냉해동 등 유통조건에 안정하면서도 상온해동으로 간단히 취식할 수 있는 제품으로 아래의 수리취 송편, 절편, 백설기의 관능평가를 실시함.

(3) 관능평가 방법

관능검사원은 관능검사에 대한 이해도가 높고 경험이 있는 사내 연구원 15명을 패널로 선정하였음. 훈련은 1주일에 3회씩 1개월간 이루어졌으며, 훈련 1회당 평균 30분씩 소요되었음.

시료준비는 제안된 배합비로 만들어진 냉동시료를 상온에서 24시간 방치 후 관능 평가를 실시하였음. 각 시료에는 난수표를 이용하여 무작위로 추출한 세 자리 숫자를 표시하였고 시료 제시 순서는 항상 랜덤하게 정하였고, 검사요원에게는 입을 가릴 수 있는 물을 함께 제공하였음. 관능검사실은 일정온도(25±1℃)와 냄새가 없는 상태를 유지하였음. 냉동떡의 관능적 특성은 촉촉한 정도, 단단한 정도, 쫄깃한 정도, 맛 기호도와 전반만족도 순서로 평가하였고 9점 척도를 사용하였음.

(4) 최적 배합비 선정

(가) 송편

제 1 과제에서 송편의 경우 상온 해동 시 트레하 5%, 썬믹스 PS, 썬믹스 PS+트레하, 썬믹스 PS+트레하+HPMC가 해동 후 4시간이 경과해도 크게 경도가 증가하지 않고 식감이 유지되는 것을 알 수 있었음. 대조구의 경우, 해동 후 4시간 경과 후 급격하게 경도가 증가하였음. 백설기에 썬믹스 PS라는 변성전분을 첨가하면 쌀전분 입자사이를 감자변성전분이 들어가 쌀전분이 호화되어 서로 엉기는 성질을 막아주어 특유의 보슬보슬한 식감을 부여하게 됨. 또한 5% 첨가만으로 첨가되는 수분을 30% 가량 증량시킬 수 있어 수율향상에도 기여할 수 있게 됨. 트레하는 냉해동 안정성, 전분의 노화안정성을 부여하는 이당류로써 특히 떡에 많이 사용되고 있는 당임. HPMC는 그 중합도 및 메칠기에 따라 점도 및 겔성이 달라지는 점임. 백설기에 소량 사용 시 조금 더 부드러운 특성을 부여하는 것으로 나타났음.

① 제안 배합비

표 3-1-29. 수리취 송편 제안 배합비

원재료명	대조구 중량(g)	트레하 첨가 중량(g)	썬믹스 PS, 트레하 첨가 중량(g)
멥쌀분	1000	1000	1000
수리취분말	20	20	20
소금	11	11	11
트레할로스		50	30
썬믹스 PS			30
HPMC			
물	425	435	450

② 관능평가 결과

표 3-1-30. 수리취 송편 관능평가 결과

	특성 강도* (약함-강함)			기호도 (싫어함-좋아함)	
	촉촉한 정도	단단한 정도	쫄깃한 정도	맛 기호도	전반만족도
대조구	5.6	5.3	4.9	5.4	5.3
트레하	6.2	4.3	6.2	6.2	6.3
썬믹스 PS	6.0	4.6	5.8	5.7	5.6

* 특성이 강할수록 9점에 가까움

- **촉촉한 정도/쫄깃한 정도** : 트레하 > 썬믹스PS > 대조구 순으로 대조구에 비해 트레할로스, 썬믹스PS 첨가시, 촉촉한 정도와 쫄깃한 정도가 증가하는 경향을 보임. 이는 트레할로스, 썬믹스PS 의 수분보유율(?)이 영향을 미치는 것으로 사료됨
- **단단한 정도** : 대조구 > 썬믹스PS > 트레하 순으로 대조구에 비해 트레할로스, 썬믹스 PS 첨가시, 노화가 지연되어 경도가 낮아짐
- **맛 만족도/전반만족도** : 트레하 > 썬믹스PS > 대조구 순으로 대조구에 비해 트레할로스, 썬믹스PS 첨가시 전반만족도 상승하였고, 세 시료 중 트레할로스 첨가 시료가 가장 우수하게 평가되었음
- **관능 검사 결과**, 수리취 제조시 트레할로스를 첨가하여 제조하는 경우 가장 우수한 관능적 특성을 가지는 것으로 나타났음.

(나) 절편

제 1 과제에서 절편의 경우 썬믹스 PS를 5, 10% 적용한 경우 해동시간이 지남에도 대조구에 비하여 경도의 변화폭이 확실히 낮은 것을 볼 수 있었음. 상온해동 24시간 까지 썬믹스 PS 5%나 10% 첨가한 절편의 경우 취식이 가능하였으며, 특히 10% 첨가구의 경우 노화안정성이 우수하여 48시간 이후에도 먹을 수 있는 수준이었음. 이러한 결과는 썬믹스 PS이 높은 냉해동 안정성 및 노화안정성을 보여주는 사례라 할 수 있음.

송편과 달리 절편의 경우는 트레하의 효과가 거의 없었으며, 기타 삼양제넥스의 노화지연 당들을 적용하였을 때 큰 효과가 나타나지 않았음. 그러나 썬믹스 PS와 공동 적용으로 시너지 효과가 있을 수 있으므로 향후 이 부분에 대한 추가실험을 진행할 예정임.

① 제안 배합비

표 3-1-31. 절편 제안 배합비 1>

썬믹스 PS 대체	
원재료명	중량(g)
쌀가루	1800

표 3-1-32. 절편 제안 배합비 2

썬믹스 PS, 트레하 첨가	
원재료명	중량(g)
쌀가루	1800

썬믹스 PS	200
소금	28
가수량	1200

썬믹스 PS	200
소금	28
트레하	100
가수량	1200

② 관능평가 결과

표 3-1-33. 절편 관능평가 결과

	특성 강도* (약함-강함)			기호도 (싫어함-좋아함)	
	촉촉한 정도	단단한 정도	쫄깃한 정도	맛 기호도	전반만족도
대조구	2.9	7.4	3.8	3.6	3.7
썬믹스 PS	6.3	4.9	5.9	6.4	6.6
썬믹스 PS+트레하	4.7	5.7	5.2	5.3	5.6

* 특성이 강할수록 9점에 가까움

- **촉촉한 정도/쫄깃한 정도** : 썬믹스PS > 썬믹스PS+트레하 > 대조구 순으로 대조구의 촉촉한 정도/쫄깃한 정도가 가장 낮았으며, 썬믹스PS+트레하 혼합 첨가에 비해 썬믹스PS 단독 첨가시, 촉촉한 정도/쫄깃한 정도가 가장 많이 증가하였음
- **단단한 정도** : 대조구 > 썬믹스PS+트레하 > 썬믹스PS 순으로 촉촉함/쫄깃함과 유사하게 썬믹스PS+트레하 혼합 첨가에 비해 썬믹스PS 단독 첨가시, 경도가 가장 낮았음
- **맛 만족도/전반만족도** : 썬믹스PS > 썬믹스PS+트레하 > 대조구 순으로 대조구에 비해 썬믹스PS 단독 첨가시 가장 우수하게 평가되었음
- **관능 검사 결과**, 절편 제조시 썬믹스PS 단독 첨가하여 제조하는 경우 가장 우수한 관능적 특성을 가지는 것으로 나타났음.
- **기타 의견**

control	너무 단단하다/오래된 떡 같다/윤기가 적다
썬믹스PS	촉촉하다/쫄깃하다/씹힘성이 좋다/윤기가 흐른다
썬믹스PS+트레하	약간 단단하다/쫄깃함이 덜하다

(다) 백설기

제 1 과제에서 백설기의 경우 상온 해동 시 썬믹스 PS 5, 10%가 모두 대조구에 비하여 24시간까지 식감 및 경도 변화가 현저히 작았음. 대조구의 경우 떡이 단단해지고 건조하여 입안에서 잘게 부서지는 특성을 보였으나 썬믹스 PS를 적용한 백설기는 백설기 특유의 식감을 잘 유지하였음. 썬믹스 PS와 말티톨, PGS S를 함께 적용한 백설기의 경우 대조구에 비하여 현저히 식감 유지가 잘 될 뿐 아니라, 변성전분과 당을 단독으로 사용하였을 때보다 노화지연 효과가 우수한 것으로 나타났음. 노화지연 효과가 우수한 썬믹스 PS와 보습성이 우수한 당을 함께 사용하는 경우 우수한 백설기 품질이

발현되는 것을 알 수 있었음.

① 제안 배합비

표 3-1-34. 백설기 제안 배합비 1

썬믹스 PS, 말티톨 첨가	
원재료명	중량(g)
쌀가루	950
썬믹스 PS	50
소금	13
설탕	40
말티톨	50
가수량	550

표 3-1-35. 백설기 제안배합비 2

썬믹스 PS, 트레하 첨가	
원재료명	중량(g)
쌀가루	950
썬믹스 PS	50
소금	13
설탕	40
트레하	50
가수량	550

② 관능평가 결과

표 3-1-36. 백설기 관능평가 결과

	특성 강도*			기호도	
	(약함-강함)			(싫어함-좋아함)	
	촉촉한 정도	단단한 정도	쫄깃한 정도	맛 기호도	전반만족도
대조구	3.5	5.8	2.3	3.3	3.7
트레하 + PS	5.3	4.9	4.1	4.9	5.0
말티톨 + PS	5.1	4.9	3.7	4.8	4.8

* 특성이 강할수록 9점에 가까움

- **촉촉한 정도/쫄깃한 정도** : 트레하 + PS > 말티톨 + PS > 대조구 순으로 트레하+PS, 말티톨 +PS 첨가시, 촉촉한 정도과 쫄깃한 정도가 증가하는 경향을 보임.
- **단단한 정도** : 대조구 > 트레하 + PS = 말티톨 + PS 순으로 트레하+PS, 말티톨 +PS 첨가시, 대조구에 비해 단단한 정도가 낮은 것으로 평가됨
- **맛 만족도/전반만족도** : 트레하 + PS > 말티톨 + PS > 대조구 순으로 대조구의 경우 전체적으로 단단하며 입에서 잘 부서지는 물성을 나타내어 바람직하지 않은 것으로 나타났음. 이에 비해 썬믹스 PS와 당을 첨가한 것의 관능평가 결과가 우수하게 나타났음.
- **관능 검사 결과**, 백설기 제조시 썬믹스 PS와 트레하를 첨가하여 제조하는 경우 가장 우수한 관능적 특성을 가지는 것으로 나타났음.

(5) 향후 계획

위의 실험을 통하여 선정된 최종 배합비를 이용하여 냉동떡 완제품 생산을 흥천 소재 순우리식품 영농조합을 통하여 실현할 예정임. 순우리 영농조합 기술이사의 말에 따르면 흥천지역에서는 수리취 재배농가들이 수리취를 많이 재배하고자 하여도 수리취 나물 외에는 별다른 용도가 없어 수요처를 찾고 있지 못하다고 함. 수리취를 이용한 떡을 지역

특산품으로 개발한다면 홍천지역 수리취 재배 농민들에게 큰 도움이 될 것으로 보임. 또한 홍천 홍삼의 부산물인 홍삼박의 경우 사료로 사용되는 것에서 벗어나 건강지향 고부가가치 제품으로 개발가능성이 있음. 즉 홍천의 특산물인 수리취와 홍삼 부산물인 홍삼박을 이용한 떡제품 개발은 지역경제 활성화 및 부산물의 고부가가치화를 통한 농가 소득 증진에 기여할 것으로 보임. 홍천의 농업기술센터의 생산기기를 통한 부재료 생산 및 순우리식품 영농조합을 통한 최종 완제품 생산을 통하여 상품화할 수 있도록 협력관계를 구축중임.

카. 가래떡용 노화 촉진전분 개발

(1) 실험재료

가래떡 제조용 멥쌀가루는 다음과 같이 제조하였음. 쌀을 깨끗이 씻어 물에 불림. 여름철 6시간 이상, 겨울철 8시간 이상 충분히 불려줌. 킨밀을 이용하여 1차 분쇄함. 소금과 물을 섞어주고 2차 분쇄함. 소금은 시판제품을 사용하였음.

(2) 가래떡의 제조

가래떡은 불려서 소금과 같이 뺀 쌀가루와 물로만 제조함.

표 3-1-37. 가래떡 배합비

성분	배합비(%)	중량(g)
쌀가루	95	950
전분	5	0

쌀가루에 전분을 일정량 넣고 잘 섞어준 후 스팀기에 넣고 15분간 쪄. 10분간 뜸을 들인 후 반죽을 꺼내어 성형기에 넣고 가래떡 모양으로 성형함. 성형한 떡을 준비한 냉수에 냉각한 후 적당한 크기로 절단함. 비닐백에 넣고 냉장고에 보관하였음.

(3) 노화정도 측정

냉장고에 보관 중인 가래떡을 취하여 2 cm 높이로 잘라 측정하였음. 냉장고 방치 시간 별로 가래떡을 취하여 texture analyzer 측정한계치인 35,000 g을 초과할 때까지 걸리는 시간을 측정하였음. 이때 평판 원형 프루브(plate-cylindrical prove, 36-mm aluminum)으로 measure force in compression 모드로, 측정하였음. 이때 probe의 속도는 1.7 mm/sec이었으며 변형율(deformation ratio)은 50%로 하였음. 실험은 각각 3회 반복하였음.

(4) 실험결과

(가) 원료전분 선정

- ① 시료 : 쌀전분, 소맥전분, 옥수수전분, 감자전분
- ② 방법 : 산처리 반응에 따른 겔 형성 및 겔 강도 측정을 통한 적정 전분 선정
- ③ 결과

- 쌀전분, 옥수수전분, 소맥전분은 10% 호액에서 겔 형성이 거의 안 되었음.
- 특히 쌀전분과 소맥전분은 산처리 시 작은 입자의 호화로 여과가 잘 되지 않아 현장 제조가 어려울 것으로 추정됨.
- 옥수수전분에 비하여 감자전분의 겔강도가 높으며, 겔 형성속도도 높은 것으로 나타나 원료전분은 감자전분으로 선정하였음.

(나) 감자 산처리 시간에 따른 노화촉진 효과

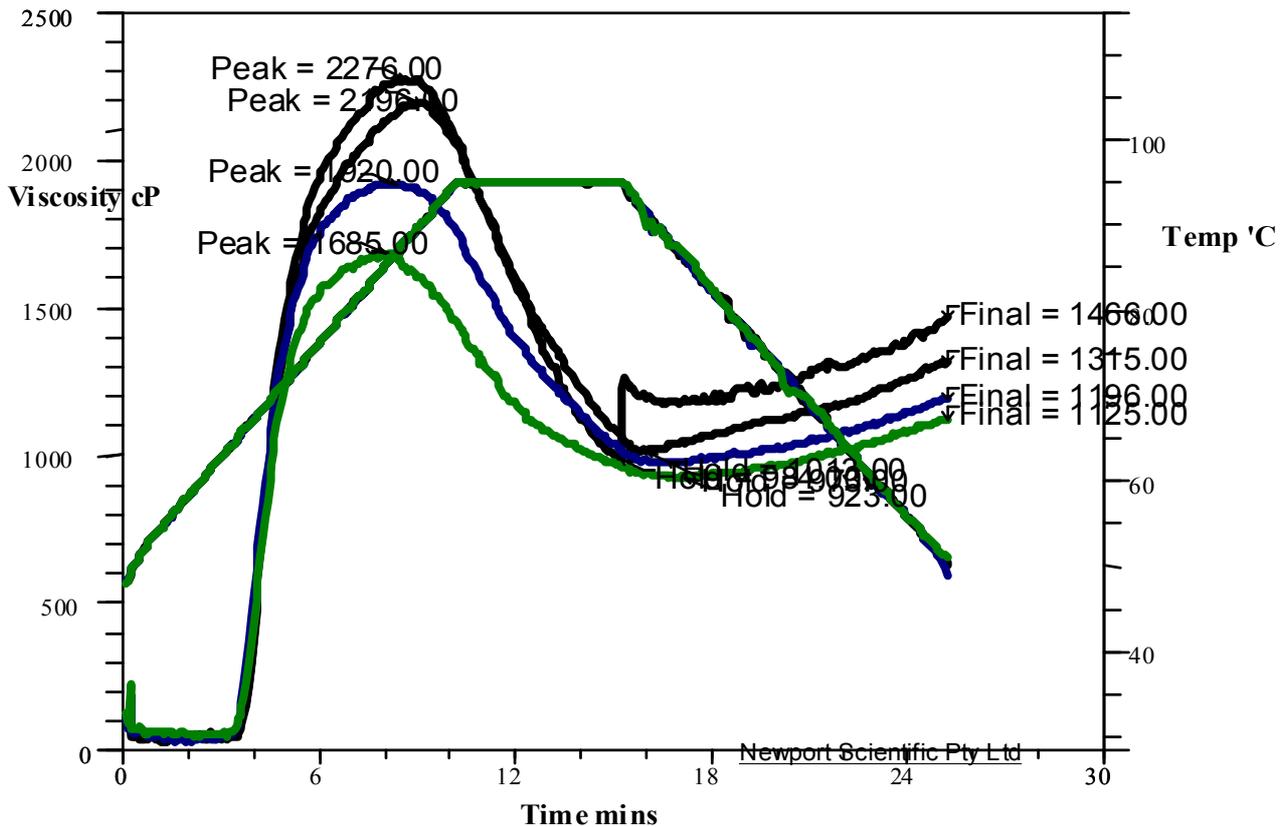


그림 3-1- 95. 감자 산처리 전분 점도그래프

표 3-1-38. 산처리 시간에 따른 가래떡 노화시간

산처리시간(hr)	노화시간(hr)	기타
2	10.5	-
3	10	-
4	9.5	식감, 투과도 대조구와 유사
5	9	식감, 투과도 대조구와 유사
6	10	-
비교구	18	-

- ① 감자전분의 산처리 시간에 따른 점도 변화를 살펴보면, 시간이 지남에 따라 피크점도가 점차 감소하는 것을 확인할 수 있음. 산처리에 의한 피크점도의 하강만 일어날 뿐 호화개시온도와 피크온도의 변화는 나타나지 않음.
- ② 감자전분의 산처리 시간에 따른 가래떡의 노화시간을 측정한 결과는 위의 표와 같음.

산처리 초기 샘플도 노화를 현저히 촉진시키는 것으로 나타났음. 하지만 4~5시간 산처리를 하는 경우, 대조구와 식감이나 투과도는 유사한 반면, 노화속도는 가장 많이 촉진되는 것으로 나타났음. 반면 산처리 시간이 좀더 늘어나면 오히려 노화시간이 증가되는데 이는 전분 중의 아밀로스 결합이 적절히 분해되어야 노화가 잘 되는데, 오랜 시간 산처리로 인하여 과도한 분해가 일어나 오히려 노화가 억제되는 것으로 보임. 이를 통하여 적절한 산처리 시간은 4~5시간 정도로 보임.

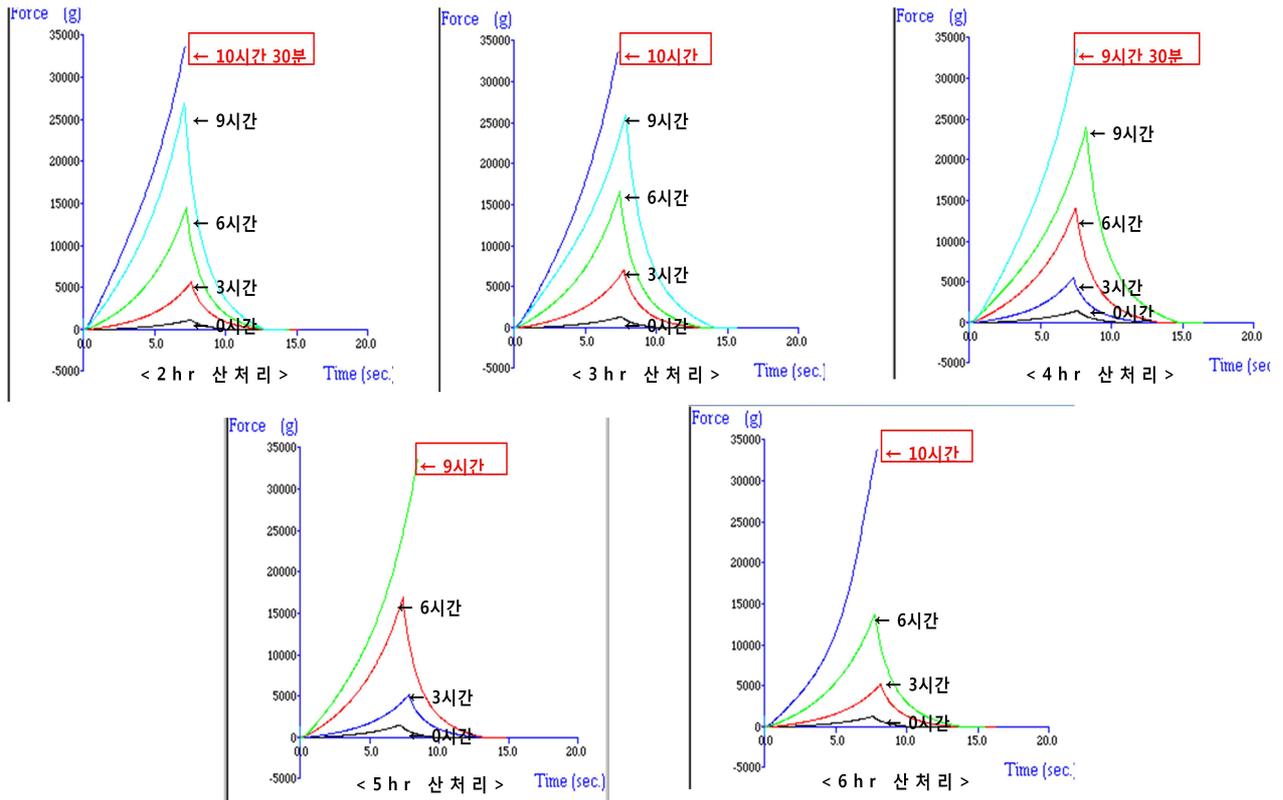


그림 3-1-96. 산처리 시간에 따른 경도 측정

(5) 시생산 결과

(가) 개요

실험실적으로 정립된 방법으로 제조된 전분으로 가래떡의 노화시간을 단축시킬 수 있음을 확인하였음. 실제 현장 스케일로 제조하였을 때의 문제점을 파악하고, 대규모 생산 시에도 실험실과 동일한 결과가 재현되는지 확인하고자 파일롯트 설비를 이용하여 전분을 제조하고 물성을 측정하였음.

(나) 원료 : 신송 포테이토(감자전분) 200 kg

(다) 시생산 결과

- ① 수율 : 85.5%
- ② 조회분 : 0.12%

③ 5% RVA 그래프

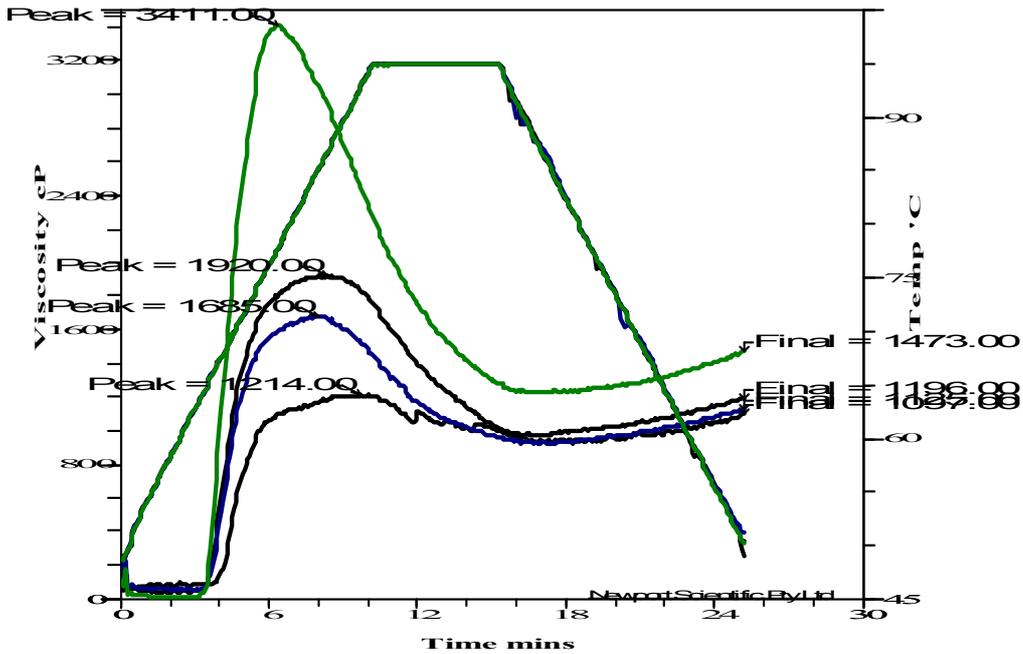


그림 3-1-97. 5% RVA 점도 그래프

- 감자전분에 비하여 산처리 전분의 점도가 낮아짐을 알 수 있음.
- 대량생산 시 lab에서 제조하는 것보다 산처리 효율이 증가하는 것으로 보임. 파일롯트 샘플의 점도 저하가 lab에 비하여 큰 것을 알 수 있음.

④ 가래떡 제조결과

표 3-1-39. 전분 적용량에 따른 가래떡 노화시간

전분 적용량(%)	노화시간(Hr)
2	11
5	9
쌀가루 100%	18

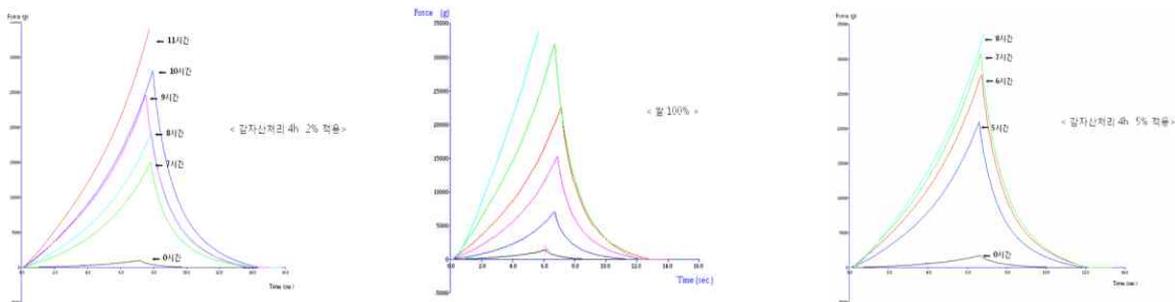


그림 3-1-98. 가래떡 제조 경과시간에 따른 경도 변화

- 가래떡 제조결과 5% 첨가 시에는 노화시간 56% 단축 효과가 있어 목표수준 50% 이상을 달성하였음.
- 업체에서 요구하는 적용량 2% 적용 시에도 노화시간 39% 단축 효과가 있는 것으로 나타났음.

(라) 결론

정립된 방법으로 파일롯트에서 제조된 변성전분을 소량 첨가 시, 쌀가루 100%로 만든 대조구에 비하여 노화속도가 최대 **55% 이상 빨라짐**을 확인할 수 있었음.

(6) 1차 현장 생산

- (가) 제조일자 : 2015년 1월 29일~30일
- (나) 수율 : 82%
- (다) 원료전분

표 3-1-40. 원료전분 성분 분석결과

분석항목	분석결과
수분 (%)	19.58
조단백 (%)	0.095
pH (30%)	7.11
회분 (%)	0.476
백도	95.6
잔류 과산화수소 (ppm)	0
SO ₂ (ppm)	0

① 5% 브라벤더 비스코그래프

표 3-1-41. 점도 분석 결과

	Time [min]	Viscosity [BU]	Temperature [°C]
Beginning of gelatinization	9.75	24.0	63.7
Maximum viscosity	17.42	1684.0	76.3
Start of holding period	30.00	1030.0	95.1
Start of cooling period	60.00	502.0	95.0
End of cooling period	90.00	742.0	50.5
End of final holding period	105.00	691.0	50.0
Breakdown		1182.0	
Setback		239.0	

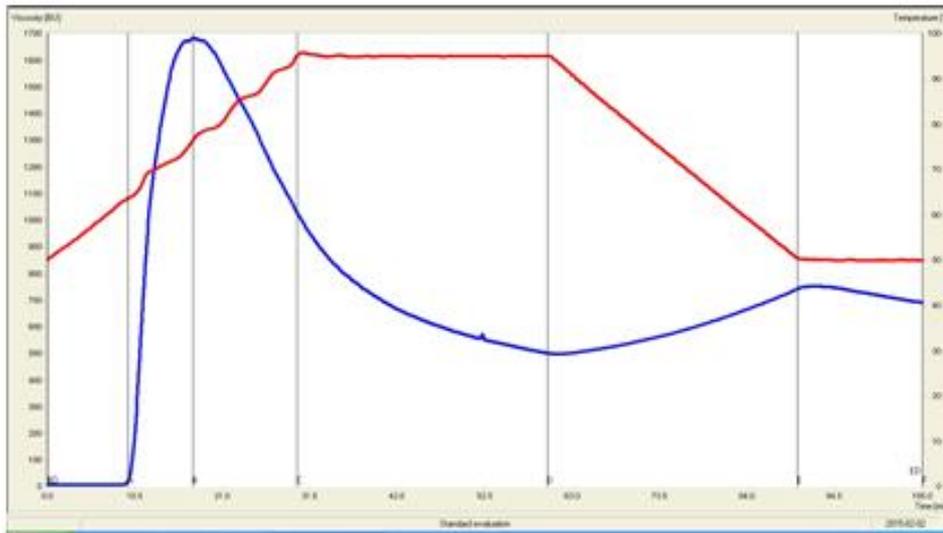


그림 3-1-100. 5% 브라벤더 비스코그래프

(라) 생산결과

① 5% RVA 그래프측정결과

표 3-1-42. 산처리 시간에 따른 점도 변화

	케익(cP)	건조 후(cP)
2 시간	3432	3527
3 시간	3266	3010
4 시간	2900	2890
5 시간	2687	2753

- 케익과 건조 후 점도 값이 거의 비슷하게 나왔음.
- 실험실에 비하여 점도값 떨어지는 속도가 늦어 과일롯트에 비하여 1시간 더 반응하였음.

② 5% 브라벤더 비스코그래프 측정 결과

표 3-1-43. 점도 분석결과

	Time [min]	Viscosity [BU]	Temperature [°C]
Beginning of gelatinization	10.25	26.0	64.5
Maximum viscosity	26.83	829.0	89.9
Start of holding period	30.00	785.0	94.7
Start of cooling period	60.00	414.0	95.0
End of cooling period	90.00	580.0	50.6
End of final holding period	105.00	560.0	50.0
Breakdown		414.0	
Setback		164.0	

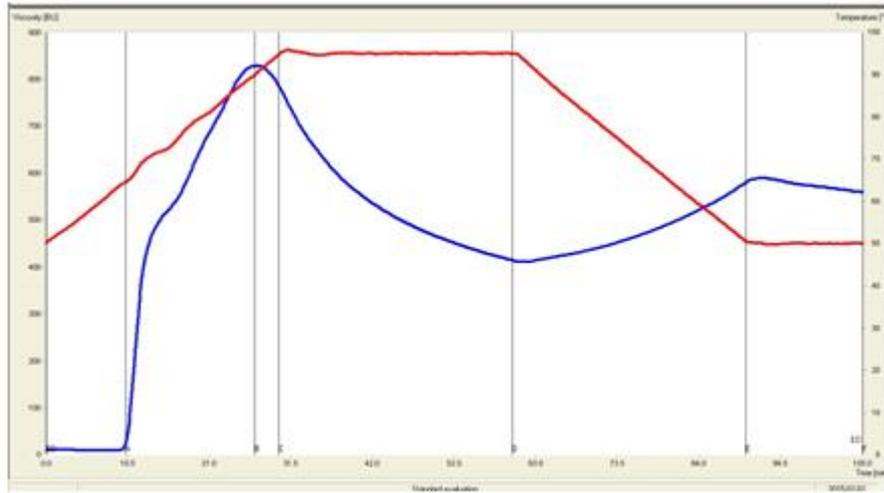


그림 3-1-101. 5% 브랜더 비스코그래프

③ 조회분 : 0.23%

(마) 가래떡 제조결과

<표 3-1-44. 가래떡 노화시간 비교>

1차 생산품	8시간
비교구	13시간

- ① 쌀가루는 대두식품의 시판 쌀가루를 이용하였음. 미리 수분함량을 맞추어 준 후 사용하였음.
- ② 전체적으로 이전 실험에서는 비교구의 노화시간이 18시간인데 반하여 13시간으로 단축되었으며, 1차 생산품의 노화시간도 8시간으로 단축되었음.
- ③ 전분을 5% 혼합함으로 약 40%의 노화시간 단축을 도모할 수 있음.

(7) 결론

- (가) 감자전분은 옥수수전분에 비하여 이송 시 기계적 마찰에 의한 호화 및 필름형성이 매우 잘 일어나, 기존 인천공장의 생산설비로는 생산이 어려울 것으로 보임.
- (나) 이 제품을 지속적으로 생산하기 위해서는 감자전분을 가공할 수 있는 공장에서 위탁 생산을 통하여야할 것으로 보임.
- (다) 현장생산을 통하여 생산된 제품으로 가래떡을 제조한 결과, 실험실과 파일롯트 시생산과 동일한 실험결과가 나타났음.
- (라) 현장 생산을 통해 생산된 제품은 ‘썬세터’로 명명되었으며, 추후 판촉을 통하여 가래떡업체에 판매하고자 함.

[3년차]: 제빵용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발

1. 제빵 식품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발 및 가공 식품

가. 개요

(1) 냉동생지란?

냉동생지란 빵 반죽을 제빵공정 중에 동결시킴으로써 효모와 효소의 활동을 억제시켜 장기간 보존이 가능하도록 하며, 해동 시 제빵공정을 재개할 수 있도록 제조한 반죽을 의미함. 빵은 밀가루를 주재료로 하여 효모, 유지, 설탕, 소금, 기타 재료를 혼합하여 만드는데, 주재료인 밀가루는 보관 중에 노화가 진행되어 품질이 저하되기 때문에 소비자에게 신선한 제품을 공급하기 위해 냉동생지라는 새로운 개념이 제빵법에 도입되었음. 그러나 냉동생지에는 보통 빵 반죽과는 달리 냉동, 냉동저장, 해동에 따른 여러 가지 주의가 따르기 때문에 적절한 제조 및 취급이 함께 이루어지지 않으면 고품질의 빵을 제조하기 어려움. 이에 따라 수분 보유력이 우수하고 냉해동 안정성을 부여할 수 있는 소재를 적용함으로써 품질 유지 향상을 개선할 필요가 있음. 냉동기간에 따른 품질 유지를 향상시킬 수 있는 변성전분, 당, 효모제재 적용은 냉동생지의 저장성을 향상시켜 품질을 유지시키는데 기여할 수 있음.

(2) 냉동생지의 종류

현재 세계적으로 사용되고 있는 베이커리 제품의 일반적인 냉동 제법들은 크게 6가지로 나눌 수 있음.

(가) 성형 냉동 : 성형한 후 냉동하는 방식으로 국내에서 가장 널리 사용하고 있는 냉동생지 제조법. 원료배합부터 성형까지만 마친 상태에서 냉동하기 때문에 제조시간은 짧음.

(나) 생지냉동 : 분할, 동글리기 후 냉동하는 방법으로 공장에서의 작업부하는 줄일 수 있으나 매장에서 성형, 발효를 해야 하기 때문에 매장에 전문 인력이 있어야 함.

(다) 반제품 냉동(PAR-BAKED FREEZING)

착색 과정이 생략된 상태로 불완전하게 구운 후 냉동, 유통하여 해동, 완전히 굽는 방법임. 냉동 전까지의 공정이 제품 특성에 따라 섬세하게 조절되는 기술적 어려움이 있으나 유럽에서 매우 확산되고 있는 냉동법이라 할 수 있음. 냉동시킬 제품의 부피가 크므로 냉동 및 유통상 성형냉동에 비하여 불리함. 그러나 매장에서 해동, 발효공정이 생략되므로 균일한 최종 제품을 판매할 수 있는 큰 장점이 있음.

(라) 발효 후 냉동(PRE-FROOFED FREEZING)

2차 발효를 100% 끝낸 후에 냉동하는 기법으로 매장에서 냉동제품을 해동 공정 없이 구울 수 있음. 따라서 비전문가도 가장 손쉽고 빠르게 최종 제품을 만들 수 있는 장점이 있음. 미국 및 유럽에서 가장 확산 추세에 있는 베이커리 냉동제품의 하나임. 그러나 냉동 기술이 매우 까다롭고 2차 발효 후이기 때문에 유통상 공간을 많이 차지하며, 취급상 파손 등의 문제가 있음.

(마) 발효 중 냉동

최근 유럽에서 개발되어 일본 등에서 활발히 연구 되고 있는 방식으로 해동과 최종

발효가 매장의 오븐에서 동시에 이루어지는 방법이라 할 수 있음. 새로운 즉석 (BAKE OFF) 방식으로 시스템은 30%에서 70% 정도 발효가 진행된 상태에서 냉동한 뒤 오븐 안에서 발효와 굽기를 한번에 행하는 방식임. 이러한 방식에는 전용 제빵 개량제를 사용해야 하며, 또 때에 따라서는 전용 오븐(승온식)이 필요함. 우수한 품질의 제품, 작업의 용이성, 최대한 단축된 작업시간 등을 장점으로 꼽을 수 있음.

(바) 완제품 냉동

완전히 구운 제품을 그대로 냉동하는 기법으로 가장 단시간에 상품화 할 수 있음. 즉 냉동고에서 꺼내어 30분 정도 자연해동, 또는 전자레인지의 해동 모드에서 10분 이내의 해동과정만 거치면 됨. 데니쉬 페이스트리, 도넛류에 적합하며 저열배합의 프렌치 브랜드에는 부적합함. 필링을 사용한 빵의 경우에는 해동시간이 많이 걸리며 해동 후 보형성이 좋지 않음. 별다른 연구 없이 일반제품과 동일한 품질의 제품을 얻을 수 있는 냉동방법이나 냉동시키는 제품의 부피가 크므로, 냉동효율, 보관효율이 비교적 낮음. 미국의 경우 매우 활성화 되어 있음.

(3) 냉동생지의 문제점

빵을 제조하기 위해서는 빵반죽에 적절한 가스 발생력(이스트의 활성) 및 가스 보유력(반죽의 조직구조)이 갖춰져야 함. 냉동생지의 가장 큰 문제점은 동결, 동결저장, 해동 공정 중에 빙결정 성장에 의한 효모의 냉동 장애, 소맥단백질의 냉동 변성, 글루텐 네트워크의 붕괴, 동결 장애 효모로부터 배출되는 환원형 글루타치온에 의한 연화로 인해 소성 후 적절한 부피의 빵을 얻기 어렵고, 빵의 노화도 빨라지고, 빵 표면 구조가 고르지 못한 문제점이 있음. 따라서 이들 작용의 저하를 최소한으로 줄이도록 냉동생지를 제조하고 취급하는 것이 냉동생지를 이용하는 기본이 됨.

(4) 연구개발의 목표

3차년도 과제목표는 제빵 식품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발 및 가공 식품 제조하는 것으로, 구체적으로는 냉동장애가 최소화된 고품질 냉동생지 제조 기술 개발하는 것임.

나. 변성전분과 기능성 당류를 이용한 냉동 단과자빵 개발

(1) 실험재료

단과자빵 제조에 강력1급(삼양사), 설탕(삼양사), 소금, 쇼트닝(삼양사), 개량제(푸라토스 코리아사, 에스키모), 탈지분유, 이스트(오뚜기), 계란을 사용하였음. 당류는 사이코스, 트레하와 G3/4 mixture(이하 G3/4 혼합당)를 사용하였고 액상과 분말 타입으로 삼양제맥스에서 개발한 제품으로 사용하였음. 변성전분은 감자변성 알파전분인 썬믹스 PS와 찰옥수수 변성알파전분인 썬크리미 H를 사용하였음.

(2) 냉동생지 단과자빵의 제조

(가) 단과자빵 냉동생지의 제조

재료 중 쇼트닝과 기능성 당류(사이코스, 트레하, G3/4 혼합당)를 제외한 밀가루, 설탕, 소금, 개량제, 탈지분유, 이스트, 계란을 믹싱기에 투입하고 이어 사이코스는 물에 용해시켜 투입 후 저속에서 혼합함. 반죽이 하나로 뭉쳐지는 클린업 단계가 되면 쇼

트닝을 투입하여 10~12분간 혼합하여 최종단계인 90~100%에서 반죽을 완료함. 제조한 반죽은 50 g씩 분할하여 둥글게 성형하고 팬닝을 하여 영하 40℃ 온도에서 30분간 급속냉동을 함. 급속 냉동한 생지는 영하 18℃ 온도에서 냉동 보관함. 냉동 보관한 냉동생지의 해동 방법은 냉동된 생지는 실온에서 90분간 해동 후 38℃, 습도 85%의 발효실에서 60분간 발효를 하였음. 발효 후 윗불 180℃, 아랫불 150℃ 온도로 예열한 오븐에서 12분간 구워 실온에서 식힌 후 지퍼백에 넣고 보관하였음.

(나) G3/4 혼합당을 적용한 단과자빵 냉동생지의 제조

기능성 당류의 하나인 G3/4 혼합당 적용 시, 냉동생지 제조 방법에 따른 당류의 효과를 비교하기 위하여 제조법을 달리하여 생지를 제조하였음.

표 3-1-44. 냉동 단과자빵 G3/G4 혼합당 적용방법

	제조방법	비고
G3/4	G3/4 혼합당을 계량 후 일반 제조법과 동일하게 사용	이하 1) 단과자빵 냉동생지의 제조 참고
효모액1	G3/4 혼합당과 탈지분유, 물 100g을 미리 혼합, 냉장 30분 보관 후 사용	이하 1) 단과자빵 냉동생지의 제조 참고
효모액2	G3/4 혼합당과 탈지분유, 물 100g을 혼합 후 바로 사용	이하 1) 단과자빵 냉동생지의 제조 참고

(다) 건조효모제제를 적용한 단과자빵 냉동생지의 제조

재료 중 기능성 당류인 G3/4 혼합당과 탈지분유, 이스트를 세종대학교에서 제조한 건조효모제제 샘플을 제공받아 실험에 사용하였음. 재료 중 쇼트닝을 제외한 밀가루, 설탕, 소금, 에스키모, 건조효모제제, 계란을 믹싱기에 투입하고 저속에서 혼합함. 이때, 건조효모제제 사용 전 수분함량을 가수를 첨가하여 보정함. 반죽이 하나로 뭉쳐지는 클린업 단계가 되면 쇼트닝을 투입하여 10~12분간 혼합하여 최종단계인 90~100%에서 반죽을 완료함. 제조한 반죽은 50g씩 분할하여 둥글게 성형하고 팬닝을 하여 영하 40℃ 온도에서 30분간 급속냉동을 함. 급속 냉동한 생지는 영하 18℃ 온도에서 냉동 보관함. 냉동 보관한 냉동생지의 해동 방법은 냉동된 생지는 실온에서 90분간 해동 후 38℃, 습도 85%의 발효실에서 60분간 발효를 하였음. 발효 후 윗불 180℃, 아랫불 150℃ 온도로 예열한 오븐에서 12분간 구워 실온에서 식힌 후 지퍼백에 넣고 보관하였음.

표 3-1-45. 냉동 단과자빵 변성전분 3% 적용 배합비

항목	대조구	변성전분 3%
강력분	100	100
이스트	6	6
쇼트닝	10	10
설탕	12	12

변성전분	0	3
계란	20	20
개량제	1.5	1.5
소금	2	2
탈지분유	4	4
물	43	43

표 3-1-46. 냉동 단과자빵 변성전분 1.5% 적용 배합비

항목	대조구	변성전분 1.5%
강력분	100	98.5
이스트	7	7
쇼트닝	10	10
설탕	16	16
변성전분	0	1.5
계란	15	15
개량제	1	1
소금	2	2
탈지분유	3	3
물	46	46

표 3-1-47. 냉동 단과자빵 사이코스 적용 배합비

항목	대조구	사이코스 적용
강력분	100	100
이스트	6	6
쇼트닝	10	10
설탕	12	6
사이코스	0	6
계란	20	20
개량제	1.5	1.5
소금	2	2
탈지분유	4	4
물	43	43

표 3-1-48. 냉동 단과자빵 트레하 5 % 적용 배합비

항목	대조구	트레하 5%
강력분	100	100
이스트	7	7
쇼트닝	10	10
설탕	16	11
당	0	5
계란	15	15
개량제	1	1

소금	2	2
탈지분유	3	3
물	46	46

(3) 저장기간 중 품질 평가

(가) 수분 및 수분활성도 측정

위와 같은 방법으로 제조한 단과자빵의 수분함량은 수분분석기(Satoriuns, Germany)를 이용하여, 시료 3 g을 칭량하였고, 온도는 125℃, 시간은 자동모드로 설정하여 수분함량을 측정하였음.

수분 활성도는 수분활성도 측정기(Decagon Devices, Inc., USA)를 이용하여 측정 용기에 샘플을 담아 측정하였음.

(나) 경도 측정

제조한 단과자빵의 조직감은 Texture Analyser(Stable Micro Systems)로 측정하였으며, compression 방법으로 5회 반복 측정된 값의 평균값으로 경도(hardness)값을 나타내었음. 경도는 단과자빵을 압착하여 가해지는 힘을 g으로 나타내었으며, 그 정도는 단위 면적당 가해지는 무게(g)에 해당함. Probe는 36-mm rounded cylinder로 사용하였으며 분석조건은 test speed 1.7 mm/s, post speed 10.0 mm/s, strain 40 %로 하였음.

(다) 부피 측정

제조한 빵의 부피를 종자치환법에 의하여 측정하였음. 구체적으로, 지름 10 cm 높이 10 cm의 원형틀에 조를 채운 후 이를 1 L의 메스실린더에 부어 부피를 측정하고 상기 틀에 제조한 빵을 넣고 다시 조를 채우고 빵을 꺼낸 후 채워진 조를 메스실린더에 부어 부피를 측정하여 그 차이를 빵의 부피로 측정하였음. 이때 빵의 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(specific volume)으로 나타내었음. 기계적 측정 방법으로는 Volscan profiler 600을 사용하여 단과자빵의 평균 부피를 측정하였음.

(4) 실험결과

(가) 변성전분 적용에 따른 냉동생지 단과자빵의 품질 변화

변성전분은 전분분자의 D-glucopyranosyl 단위의 일부 구조에 변화가 유도되어 호화와 노화특성, 젤 형성능, 수분보유력, 친수성 등의 특성을 변화시키는 것으로 알려져 있는 만큼 냉동 제품의 품질 안정제로서 이용되고 있음. 냉동생지의 대표적인 문제점인 냉동 보존 중의 빙결정의 성장 등에 의한 글루텐 네트워크 구조 파괴 및 노화 지연을 개선하고자 삼양제넥스의 변성전분을 적용함으로써 최적의 소재를 찾고자 하였음. 이의 일환으로 변성전분 종류에 따른 냉동생지 단과자빵의 품질 특성을 확인하기 위해 2가지 종류(썬크리미 H, 썬믹스 PS) 변성전분을 적용하여 제조하였고, 냉동 보관 기간에 따른 품질 변화를 확인하였음.

① 변성전분 3% 적용 냉동 단과자빵의 품질 특성 확인

㉠ 저장기간에 따른 단과자빵의 수분함량, 수분활성도 변화

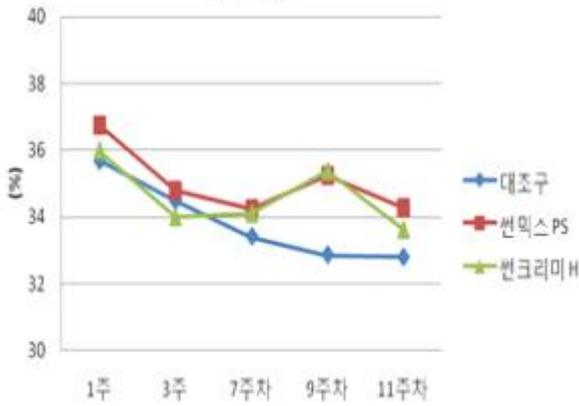


그림3-1-102. 변성전분 3% 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 수분함량 변화

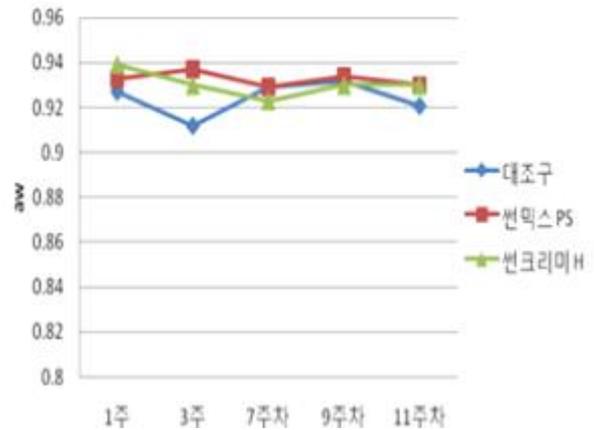


그림3-1-103. 변성전분 3% 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 수분활성도 변화

변성전분인 썬믹스 PS와 썬크리미 H를 3% 적용하여 저장기간에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 제조한 냉동 단과자빵을 해동하여 베이킹 후 1주차, 3주차, 7주차, 9주차, 11주차의 수분함량과 수분활성도를 확인하였고 그림 3-1-102, 3-1-103과 같음. 제조 후 1주차에는 썬믹스 PS 적용한 단과자빵의 수분함량이 가장 높았으며, 썬크리미 H와 대조구는 수분함량이 유사하게 나타났음. 냉동 기간이 길어짐에 따라 대조구의 수분함량은 점차 감소되었고, 변성전분을 적용한 단과자빵은 대조구에 비해 수분함량이 유지됨을 확인하였음. 특히, 11주 경과 후, 썬믹스 PS 적용한 단과자빵의 수분함량이 가장 높게 나타났고, 이를 통해 썬믹스 PS 적용 시 수분 보유력이 가장 우수한 것을 알 수 있음. 빵에서 수분 함량은 수분 보유 효과를 나타내는 것으로 수분함량이 많을수록 노화가 느리며 저장기간이 길어짐에도 수분함량이 많으면 노화 지연 효과가 큰 것으로 해석할 수 있음. 또한 수분활성도는 대조구와 변성전분을 적용한 단과자빵 모두 크게 차이가 나지 않으므로, 변성 전분 적용하였을 때, 수분함량은 유지되면서 유통기한에는 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있음.

㉠ 저장기간에 따른 단과자빵의 부피 변화

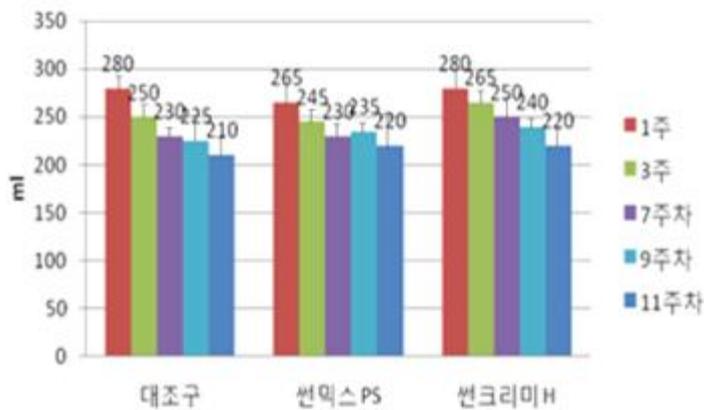


그림3-1-104. 변성전분 3% 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 부피 변화

변성전분인 썬믹스 PS, 썬크리미H를 적용하여 냉동생지의 저장 시간 경과에 따른 부피 변화를 확인한 결과, 제조 후 1주차는 대조구와 썬크리미 H가 부피가 유사하였고, 썬믹스 PS 적용 시 부피가 작게 측정되었음. 하지만 냉동 보관 시간이 길어짐에 따라 변성 전분을 적용한 단과자빵의 부피 감소율이 작게 나타났고 그 중에서도 썬믹스 PS 적용한 단과자빵이 16.98%의 부피 감소율로, 25%의 부피 감소율을 나타내는 대조구와 21.43%의 부피 감소율을 나타내는 썬크리미 H보다 가장 작게 나타났음. 이에 따라 11주차에는 썬믹스 PS와 썬크리미H 적용한 단과자빵의 부피가 유사하였고 대조구가 가장 작게 나타나, 변성전분 적용한 단과자빵이 냉동기간이 길어짐에 따라 부피 유지가 우수함을 확인하였음. 이에 따라 변성전분 적용 시, 냉동 저장 시에 발생하는 얼음 입자의 재결정화를 지연하는 효과가 있어 얼음 결정체가 성장하는 속도와 크기를 줄임으로써 글루텐 구조의 물리적인 손상이 적어 품질 향상에 기여한 것으로 생각됨.

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 경도 변화

변성전분인 썬믹스 PS, 썬크리미 H를 적용한 단과자빵의 냉동 기간에 따른 경도 변화는 그림 105 와 같음. 제조 후 1주 경과, 변성전분을 적용한 냉동 단과자빵의 경도가 대조구에 비해 경도가 낮게 나타났으며, 냉동 기간이 길어짐에 따라 대조구와 경도 차이의 폭이 점차 크게 나타났음. 9주차 까지 변성전분 간의 차이는 크게 나타나지 않았으며, 11주 경과 후 썬크리미 H의 경도가 가장 낮게 나타났음. 경도 증가율 또한 썬크리미 H가 22.9%로 대조구에 비해 증가율 폭이 가장 낮음을 확인하였음. 이에 따라 변성 전분을 적용하였을 때 냉동기간이 길어짐에도 불구하고 냉동생지 단과자빵의 부드러움이 유지되었으며, 특히 썬크리미 H 적용 시 품질 안정성이 가장 우수하게 나타났음.

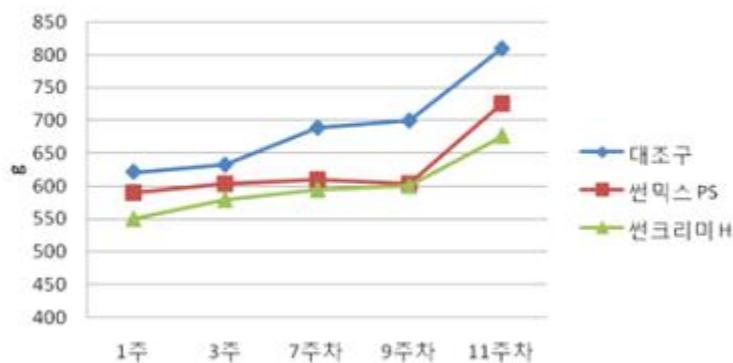


그림3-1-105. 변성전분 3% 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 경도 변화

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 외관 변화

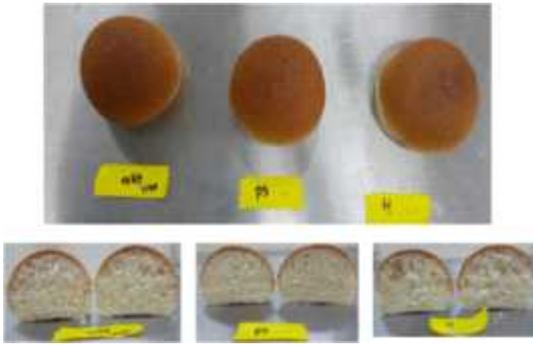


그림3-1-106. 변성전분3% 적용한 1주차 단과자빵

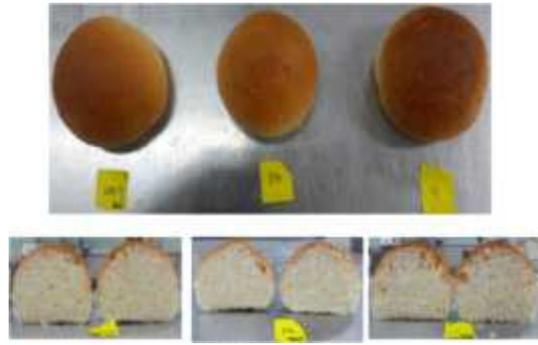


그림3-1-107. 변성전분3% 적용한 3주차 단과자빵

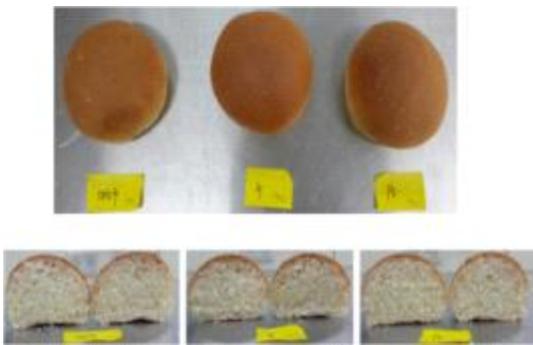


그림3-1-108. 변성전분3% 적용한 7주차 단과자빵

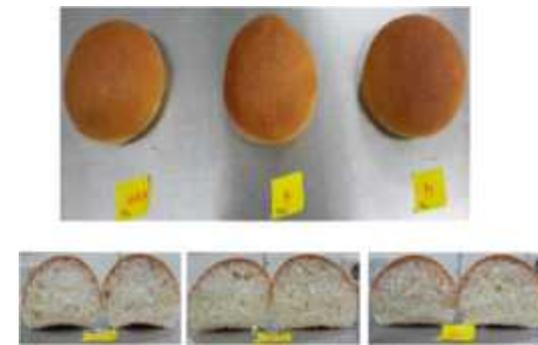


그림3-1-109. 변성전분3% 적용한 9주차 단과자빵

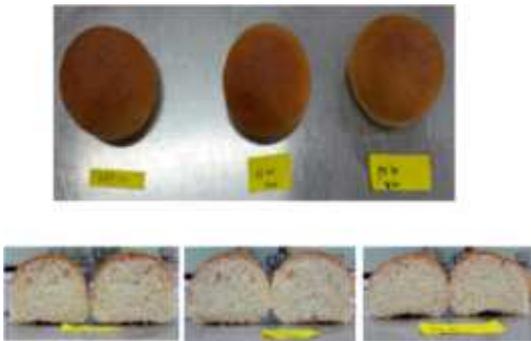


그림3-1-110. 변성전분3% 적용한 11주차 단과자빵

냉동 단과자빵을 11주간 보관한 후 해동하여 제조한 빵의 외관 및 단면은 위의 그림 3-1-110과 같음. 1주차 보관 후 빵을 제조하여 외관과 빵의 내상을 비교하였을 때 대조구와 썬크리미 H를 적용한 빵의 부피감이 유사하였고 기공 크기는 썬크리미 H가 더 크게 나타났음. 썬믹스 PS 적용 시 기공이 조밀하게 분포되었음. 11주차 보관 후 외관 비교 시, 대조구는 색상이 어두워졌으며 반면 변성 전분 적용한 단과자빵은 대조구보다 밝은 색상을 띄었음. 내상은 썬믹스 PS 적용 단과자빵의 기공이 조밀하게 분포되었고 대조구와 썬크리미 H는 유사하게 나타났음.

㉔ 변성전분 1.5% 적용 냉동 단과자빵의 품질 특성 확인

위와 같이 변성전분 3% 적용하였을 때, 냉동기간이 길어짐에 따라 대조구에 비해 수분보유력이 우수하고 부드러운 식감을 유지하는 것으로 확인하였음. 이에 따라 제조 단가를 고려하여 변성전분의 함량을 줄여, 적은 함량을 적용하여도 품질 유지에 효과가 있는지 확인함으로써 경제적이면서 고품질의 냉동생지 최적 배합을 찾고자 하였음.

㉕ 저장기간에 따른 단과자빵의 수분함량 변화

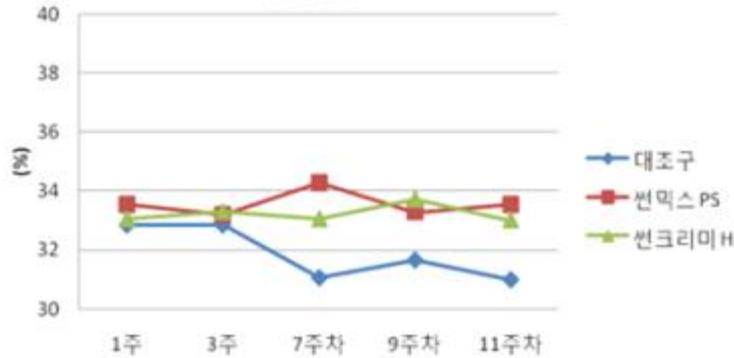


그림3-1-111. 변성전분 1.5% 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 수분함량 변화

변성전분을 1.5% 적용하여 냉동 기간에 따른 단과자빵의 수분함량 측정된 결과는 그림 3-1-111와 같음. 제조 후 1주차 수분함량 측정 시, 썬믹스 PS 적용한 단과자빵이 대조구에 비해 수분함량이 높게 나타났고, 썬크리미 H는 대조구에 비해 높게 나타났지만 큰 차이를 보이진 않았음. 냉동 저장기간이 길어짐에 따라 대조구는 수분함량이 감소하는 반면, 변성전분 적용한 단과자빵은 수분함량이 유지되는 것을 확인하였음. 3주차 경과 후 수분함량의 차이는 확연히 나타났으며, 변성전분 중에서도 썬믹스 PS가 수분 보유력이 가장 우수하였음. 수분활성도를 측정된 결과 대조구와 변성전분 적용한 단과자빵 간의 큰 차이를 보이지 않았음.

㉖ 저장기간에 따른 단과자빵의 부피 변화

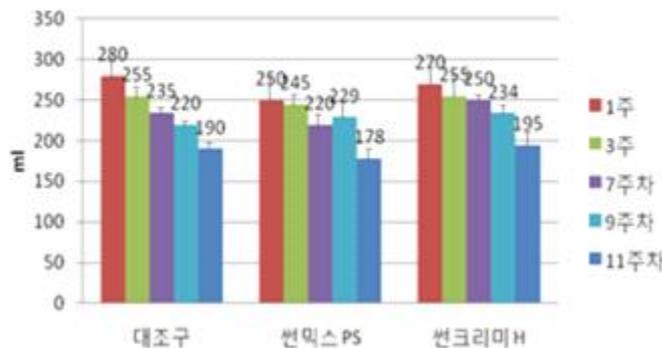


그림3-1-112. 변성전분 1.5% 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 부피 변화

변성전분 1.5% 적용하여 냉동생지 단과자빵의 시간 경과에 따른 부피 변화율 측정 결과, 초기 부피는 대조구와 썬크리미 H를 적용한 단과자빵이 유사하게 나타났음. 11주차 경과 후에도 대조구와 썬크리미 H의 부피가 유사하였으며, 썬믹스 PS 적용한 단과자빵의 부피가 가장 작게 나타났음. 하지만 대조구는 부피 감소율이 32.16%인 반면, 썬믹스 PS 적용한 단과자빵은 28.8%, 썬크리미 H 적용 단과자빵은 27.7%로 변성전분 적용 시 부피감소율이 작게 나타나는 것을 확인하였음. 이에 따라 변성전분 적용 시 품질 유지면에서 우수하였고, 1.5% 적용한 단과자빵보다는 3%의 변성전분을 적용한 단과자빵의 부피가 더 우수하게 나타나는 것으로 확인하였음.

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 경도 변화

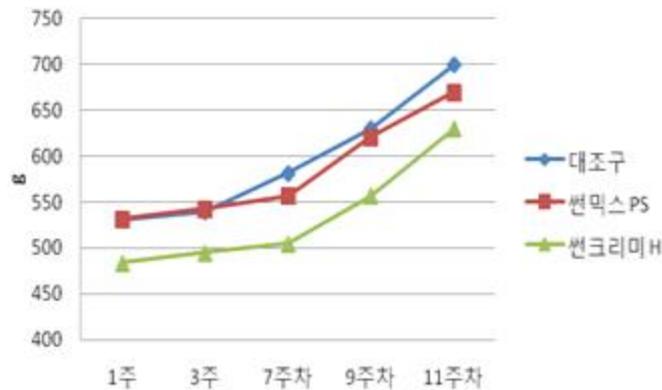


그림3-1-113. 변성전분 1.5% 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 경도 변화

냉동 기간에 따른 냉동생지 단과자빵의 경도 측정 결과는 그림 3-1-113와 같음. 경도를 측정한 결과, 썬크리미 H를 적용한 단과자빵의 경도가 대조구와 썬믹스 PS에 비해 전체적으로 낮게 나타났으며, 가장 부드러운 식감을 유지하였음. 썬믹스 PS 적용 시 3주차까지는 대조구와 큰 차이가 없었지만, 3주차 이후에는 대조구에 비해 경도가 낮게 나타났음. 또한 변성전분 적용한 단과자빵이 대조구에 비해 전체적으로 경도 증가율이 낮은 것으로 보아 품질 유지 효과를 확인하였음. 관능적 식감으로 확인하였을 때도, 대조구는 시간이 지남에 따라 노화가 진행되어 씹는 힘이 더 들어간 반면, 변성전분을 적용한 단과자빵은 부드러우면서 촉촉한 식감을 유지하였음.

㉕ 저장기간에 따른 단과자빵의 외관 변화



그림3-1-114. 변성전분 1.5% 적용한 1주차 단과자빵

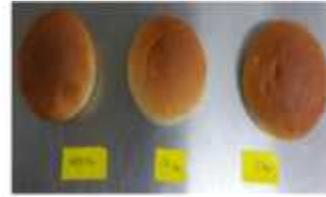


그림3-1-115. 변성전분 1.5% 적용한 3주차 단과자빵

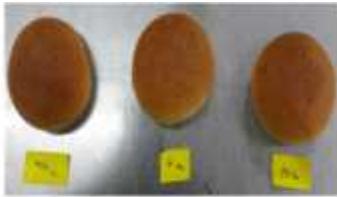


그림3-1-116. 변성전분 1.5% 적용한 7주차 단과자빵

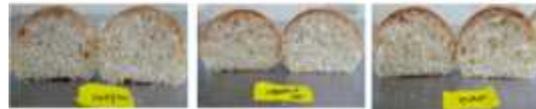
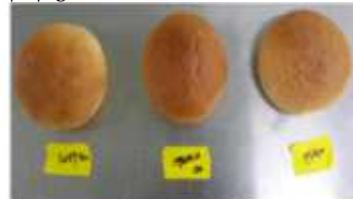


그림3-1-117. 변성전분 1.5% 적용한 9주차 단과자빵



그림3-1-118. 변성전분 1.5% 적용한 11주차 단과자빵

변성전분을 1.5% 적용한 냉동 단과자빵을 11주간 보관한 후 해동하여 제조한 빵의 외관 및 단면은 위의 그림 3-1-118과 같음. 1주차 보관 후 빵을 제조하여 외관과 빵의 내상을 비교하였을 때 대조구와 썬크리미 H를 적용한 빵의 부피감이 유사하였으나 썬믹스 PS 적용 시 빵의 크기가 작게 나타났고, 기공은 썬크리미 H가 가장 고르게 분포되었음. 11주차 보관 후 외관 비교 시, 크게 차이가 나지 않았지만 내상은 썬크리미 H 적용하였을 때 크고 고르게 분포됨을 확인하였음.

(나) 당 적용에 따른 냉동생지 단과자빵의 품질 변화

① 사이코스 타입에 따른 냉동 단과자빵의 품질 특성 확인

사이코스는 2분자의 글루코스가 알파 1-1 결합한 2당류로서 사이코스 자체의 구조변화가 작아서 주위의 물의 확산이 어려워 말토스나 정백당에 비해 수화력이 강하므로 일정한 온도, 시간에서 발효산물의 생성을 촉진하고, 가스 발생력을 일정하게 함. 또한 급속한 pH의 저하를 막아 안정적인 발효가 일어나게 함. 이러한 사이코스의 효과가 냉동생지에서 긍정적인 효과를 보일 것으로 생각되어 사이코스의 타입에 따른 냉동생지의 품질 특성을 확인하고자 하였음. 이에 따라 사이코스의 액상과 분말 타입을 적용하여 단과자빵을 제조하였고, 냉동 보관 기간에 따른 품질 변화를 확인하였음. 사이코스의 액상 타입은 25% 사이코스과 그 외 포도당, 과당을 함유한 시럽이며, 사이코스 분말은 순도 98%의 분말임.

㉞ 저장기간에 따른 단과자빵의 수분함량, 수분활성도 변화

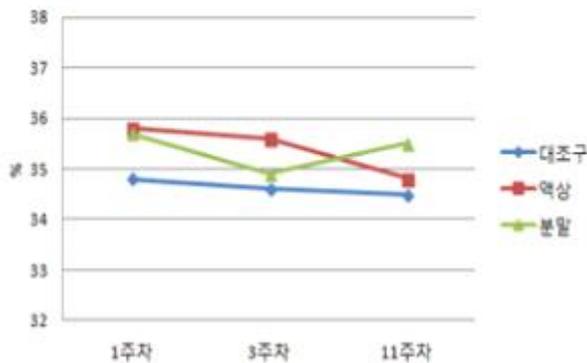


그림3-1-119. 사이코스 액상, 분말타입을 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 수분함량 변화

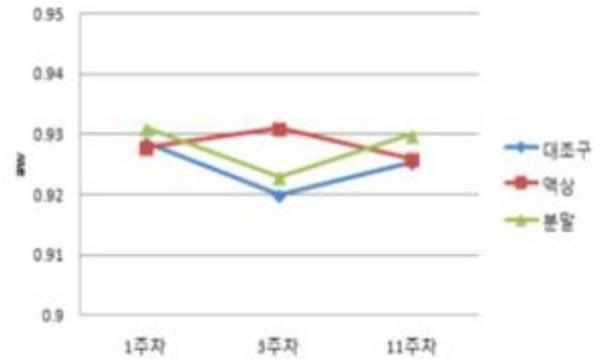


그림3-1-120. 사이코스 액상, 분말타입을 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 수분활성도 변화

사이코스의 액상과 분말 타입을 적용하여 냉동생지의 저장 시간 경과에 따른 품질 변화를 확인하고자 하였음. 위의 배합비와 같이 사이코스 액상 또는 분말로 설탕의 50%를 대체하여 제조한 냉동 단과자빵을 해동하여 베이킹 후 1주차, 3주차, 11주차의 수분함량과 수분활성도를 확인하였고 그림 3-1-119, 120과 같음. 사이코스를 일부 대체한 경우, 설탕을 사용한 대조구에 비해 수분함량이 높게 나타났고, 수분활성도는 11주차로 보아 크게 차이가 없게 나타났음. 이는 사이코스를 적용하였을 때 수분 보유력이 높아 촉촉한 식감의 빵을 얻을 수 있음을 알 수 있음. 또한 사이코스 적용 시 냉동생지가 높은 수분함량을 보유하고 있음에도 불구하고 수분활성도는 크게 차이가 나지 않으므로 사이코스 적용에 따라 유통기한에 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있음. 특히 11주차 경과 후 사이코스 분말 타입의 수분함량이 더 높은 것으로 보아 액상 타입보다 분말타입이 수분 보유력에 더 효과적인 것을 알 수 있음.

㉞ 저장기간에 따른 단과자빵의 부피 변화

그래프에서 볼 수 있듯이 사이코스의 액상과 분말 타입을 적용하여 냉동생지의 저장 시간 경과에 따른 부피 변화를 확인한 결과, 사이코스 분말을 적용한 단과자빵이 대조구와 액상 제품을 적용하였을 때 보다 부피가 크고 1주차와 11주차를 비교하였을

때 부피 감소율이 가장 작게 나타났음. 이는 사이코스 분말 적용 시, 저장기간이 길어짐에도 빵의 부피 유지가 우수하여 냉동 생지의 품질 안전성이 향상됨을 의미함.

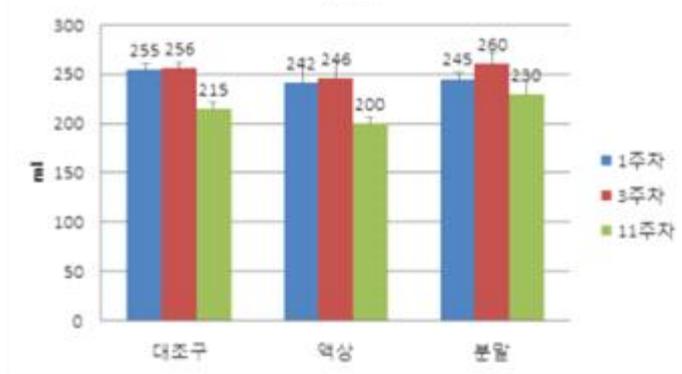


그림3-1-121. 사이코스 액상, 분말타입을 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 부피 변화

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 경도 변화

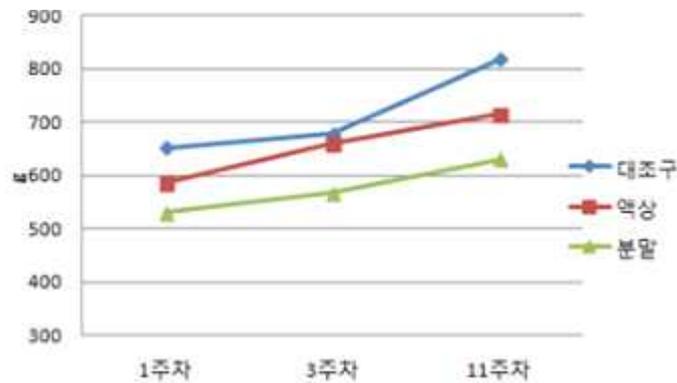


그림3-1-122. 사이코스 액상, 분말타입을 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 경도 변화

사이코스의 액상과 분말 타입을 적용하여 냉동생지의 저장 시간 경과에 따른 경도 변화를 확인한 결과, 사이코스를 적용하지 않은 대조구는 1주차와 비교하였을 때 11주 보관 후의 경도가 25.38% 증가하였음. 경도 증가율이 높은 것은 저장기간에 따른 품질 저하로 인해 식감이 단단하다는 것을 의미하며, 단단한 빵은 부드럽고 촉촉한 식감이 떨어져 품질 수준이 낮음을 의미함. 사이코스를 적용한 냉동생지 단과자빵이 대조구에 비해 경도 증가율이 낮으며, 특히 사이코스 분말을 적용한 단과자빵의 경도 증가율이 가장 낮게 나타났음. 이는 사이코스 분말이 부드러운 식감을 가장 잘 유지함을 의미함. 관능적 식감으로 확인한 결과, 대조구는 시간이 지남에 따라 푸석해지고 썩는 힘이 더 들어간 반면, 사이코스 분말을 적용한 단과자빵은 부드러우면서 촉촉한 식감을 유지하였고 이는 위의 경도 측정 결과와 유사한 경향을 확인하였음.

㉕ 저장기간에 따른 단과자빵의 외관 변화

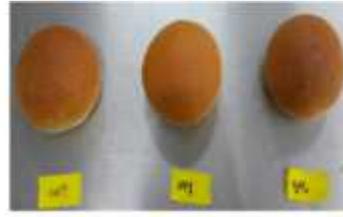
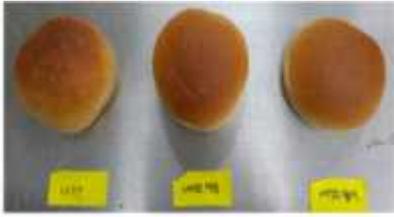


그림3-1-123. 사이코스 액상, 분말타입을 적용한 1주차 단과자빵

그림3-1-124. 사이코스 액상, 분말타입을 적용한 3주차 단과자빵

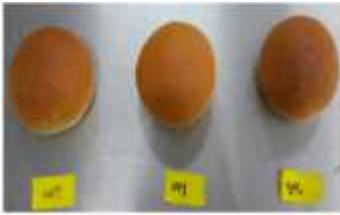


그림3-1-125. 사이코스 액상, 분말타입을 적용한 11주차 단과자빵

사이코스 타입에 따라 단과자빵에 적용하여 제조 후 생지를 11주간 보관 후에 해동하여 제조한 빵의 외관과 내상을 비교하였을 때 사이코스 분말을 적용한 빵의 부피감이 가장 좋았으며, 빵의 기공이 고르게 분포되어 내상이 더 균일함을 알 수 있었음.

② 트레하 적용에 따른 냉동 단과자빵의 품질 특성 확인

포도당 2 분자로부터 만들어진 천연 비환원성 당인 트레하는 전분의 노화 억제 효과가 다른 당질에 비해 높은 것으로 알려져 있으며 냉해동 안정성에도 우수하기 때문에 트레하를 적용하여 냉동 기간에 따른 단과자빵의 품질 특성을 확인하고자 하였음.

㉠ 저장기간에 따른 단과자빵의 수분함량, 수분활성도 변화

트레하를 5% 적용하여 제조한 냉동생지 단과자빵의 냉동 기간에 따른 수분함량을 측정한 결과, 트레하를 적용한 단과자빵의 초기 수분함량이 대조구에 비해 높게 나타났으며, 냉동기간이 길어짐에도 수분 함량이 감소되는 대조구와 달리 수분함량이 유지되는 것을 확인하였음. 트레하가 냉해동 안정성과 보습 효과를 부여함에 따라 냉동기간이 길어짐에도 품질 유지 효과를 나타내었음. 수분 활성도를 측정한 결과 냉동 기간에 따라 전체적으로 대조구에 비해 트레하 적용 시 수분활성도가 약간 높게 나타났지만 차이가 크지 않으며, 유통기한에 영향을 미치지 않는 수준임.

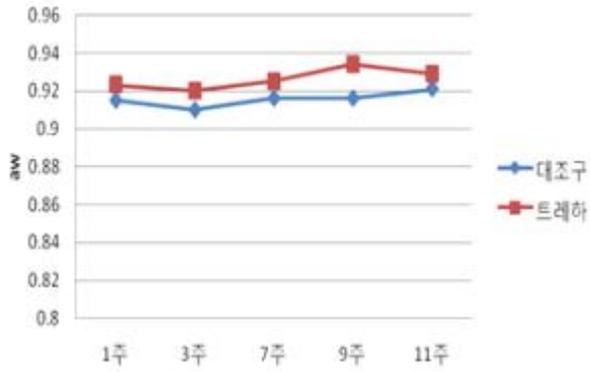


그림3-1-126. 트레하 5%를 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 수분활성도 변화

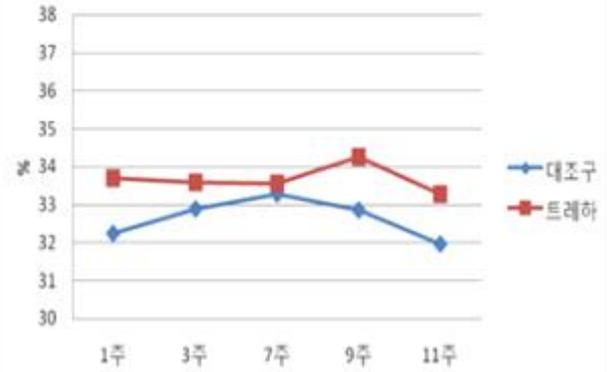


그림3-1-127. 트레하 5%를 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 수분함량 변화

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 부피 변화

냉동 기간에 따른 냉동생지 단과자빵의 부피를 실험한 결과, 초기 부피 측정 시 트레하 적용한 단과자빵이 대조구에 비해 부피가 크게 나타났으며 11주 경과 후에도 부피 감소율이 32%인 대조구보다 트레하 적용한 단과자빵이 28.5%로 부피 감소가 작게 나타났다. 이는 트레하 적용 시, 저장기간이 길어짐에도 빵의 부피 유지가 우수하여 품질 안정성 향상에 기여함을 의미함.

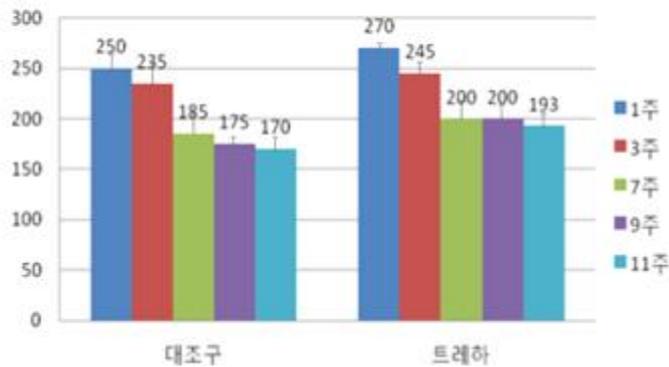


그림3-1-128. 트레하 5%를 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 부피 변화

㉕ 저장기간에 따른 단과자빵의 경도 변화

11주간 냉동 기간에 따른 빵의 경도를 측정된 결과, 1주차부터 11주차까지 전반적으로 트레하 적용한 단과자빵의 경도가 대조구에 비해 경도가 낮게 나타났다. 특히, 9주차까지 트레하 적용 단과자빵은 경도 변화가 거의 없게 나타나 부드러운 식감 유지에 큰 효과가 있는 것으로 확인하였음. 관능적으로 확인하였을 때에도 트레하를 적용한 단과자빵이 대조구에 비해 부피감이 있으면서 부드러운 식감을 확인하였음.

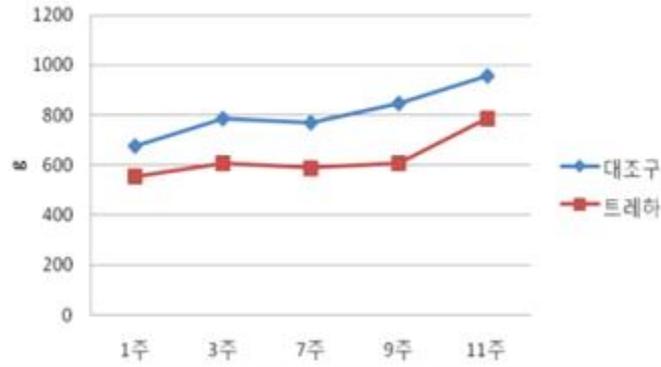


그림3-1-129. 트레하 5%를 적용한 단과자빵의 시간 경과에 따른 경도 변화

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 외관 변화

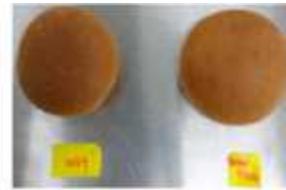


그림3-1-130. 트레하 5% 적용한 1주차 단과자빵

그림3-1-131. 트레하 5% 적용한 3주차 단과자빵



그림3-1-132. 트레하 5% 적용한 7주차 단과자빵

그림3-1-133. 트레하 5% 적용한 9주차 단과자빵

트레하를 적용함에 따른 냉동 단과자빵 생지 제조 후 11주간 보관 후에 해동하여 제조한 빵외관과 내상을 비교하였음. 1주차 경과 후 확인하였을 때, 트레하를 적용한 빵의 부피감이 우수하였으며, 빵의 기공이 고르게 분포되어 내상이 더 균일함을 보여주었음. 또한 저장 기간이 길어짐에 따라 대조구는 기공의 크기가 작아져 부피가 감소함을 보였고, 트레하를 적용한 단과자빵의 부피감은 유지됨을 확인하였음.

③ G3/G4 혼합당 적용에 따른 냉동생지 단과자빵의 품질 특성 확인

기능성 당류의 하나인 G3/4 혼합당 적용 시, 냉동생지 제조 방법에 따른 당류의 효과

를 비교하기 위하여 제조법을 달리하여 생지를 제조하였음. G3/4 혼합당을 적용한 냉동생지 제조 시 혼합당을 단순 믹싱하는 방법으로 생지를 제조하고, 혼합당을 이스트에 적용하는 방법을 비교하기 위해 이스트와 탈지분유를 혼합하여 냉장고에서 30분간 정치 후 단과자빵 생지 제조에 사용하였음(효모액1). 30분간 냉장고에서 정치 시, 이스트가 G3/4 혼합당을 원료로 발효가 시작되어 탄산가스가 발생하여 효모액이 부풀어오르는 현상이 관찰되었음. 이러한 현상에 대한 대조구로 이스트와 G3/4 혼합당, 탈지분유를 미리 혼합한 효모액을 제조하여 바로 냉장 저장기간 없이 생지 제조에 사용하였음(효모액2).

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 수분함량 및 수분활성도 변화

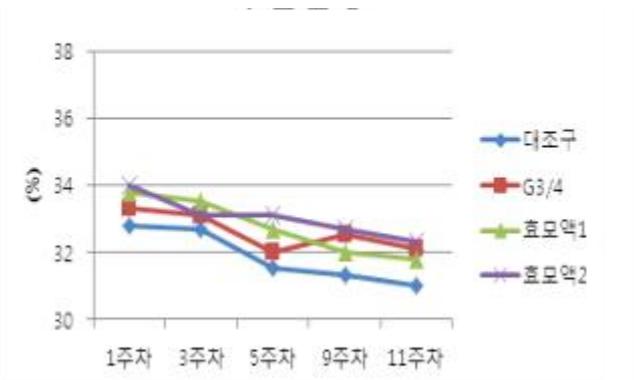


그림3-1-134. 냉동기간에 따른 수분함량

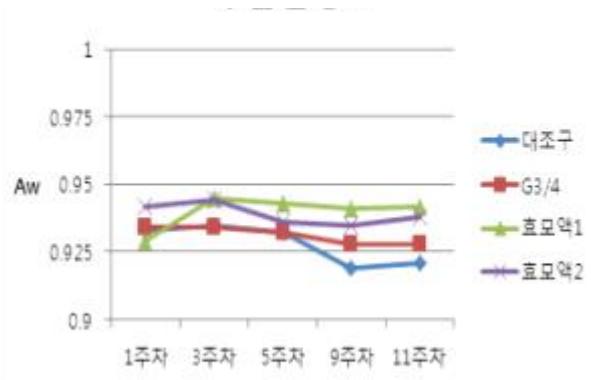


그림3-1-135. 냉동기간에 따른 수분활성도

수분함량 측정 시, 모든 샘플에서 저장기간이 증가함에 따라 수분함량은 감소하는 것을 확인하였음. 대조구의 경우 모든 G3/4 혼합당 처리 실험구보다 수분함량이 적게 나타났으며, 냉동보관 기간중 수분 함량이 적은 것은 G3/4혼합당>효모액2>효모액1>대조구 순으로 나타났음.

수분활성도 측정 시, 냉동 초기에는 실험구와 대조구간의 차이가 크게 나타나지 않았음. 하지만 9주차 이후 수분활성도 측정 시, 대조구에서는 수분활성도가 감소하였으나 G3/4 혼합당을 단순믹싱한 샘플, 효모액1, 효모액 2 실험구의 경우 대체적으로 수분활성도가 감소하지 않고 유지됨을 확인하였음.

㉕ 저장기간에 따른 단과자빵의 부피 변화

실험 결과 냉동 초기에는 대조구에 비해 모든 실험구에서 부피가 증가하였음. G3/4 혼합당 실험구의 경우 총 실험기간에 걸쳐 부피가 대조구에 비해 크게 나타났음. 1, 3, 5, 9, 11주차간 냉동기간이 경과함에 따라 일부 샘플에서는 대조구에 부피가 감소하는 현상이 관찰되었음. 냉동 9주차 소성테스트 시, 제품의 부피 증감률은 초기 제품 대비 65~75% 수준으로 나타났는데 대조구와 G3/4혼합당, 효모액 2 실험구는 70% 이상으로 나타났고 효모액 1 실험구는 64% 정도로 나타났음. 이것은 효모액 1의 초기 부피가 가장 크기 때문에 상대적으로 감소율이 큰 것으로 보임. 11주차에서는 대조구와 실험구 모두 70% 이하로 떨어져 부피를 기준으로 한 품질유지 적정 기간은 9주 미만으로 예측됨.

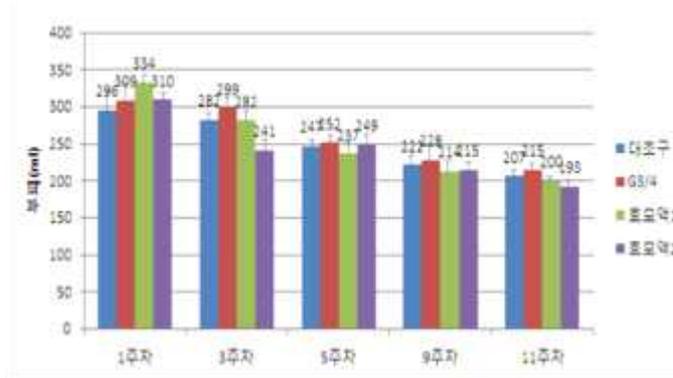


그림3-1-136. 냉동기간에 따른 부피

이스트와 혼합당, 탈지분유를 pre-mixing한 효모액1, 효모액2 실험구 중에서는 특히 적으로 30분간 냉장 보관한 효모액 1의 부피가 유의적으로 크게 관찰되었음. 이러한 현상은 기 서술한대로 냉장보관 기간 동안 이스트의 선 발효가 진행되기 때문으로 보이는데, 밀가루 속 글루텐 성분에 의해 강화된 밀가루 반죽이 탄산가스에 의해 팽창하는 과정이 효모액 2에 비해 활성화 된 것으로 보임. 단과자빵 제빵 테스트를 진행하며 일반적인 품질 수준에 영향을 미치는 인자로는 이스트와 반죽의 진행 정도를 들 수 있는데 이 경우 이스트의 발효가 대조구 또는 타 실험구에 비해 증진되었고, 결과적으로 부피 증가에는 긍정적인 영향을 미쳤음. 반면 효모액 1과 효모액 2의 내상을 비교해보면 효모액 1의 기공이 더 크게 발달한 것을 육안으로 확인할 수 있는데, 이러한 사실은 냉동생지 제조 시 동량(50g)의 생지를 이용하여 제품을 제조 후 소성테스트를 진행하였으므로 효모액 저장 방법의 차이에 의해 효모액 2보다 부피가 큰 사실을 뒷받침해주는 결과임.

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 경도 변화

1차년도에 진행하였던 제과 제품에 비해 단과자빵의 경우 상대적으로 당류 함량이 낮기 때문에 밀가루 속 전분의 노화에 의해 더 큰 영향을 받음. 실험에서 사용한 단과자빵의 경도측정 시 영향을 미치는 요인으로는 제품 표면의 단단함과 내부의 수분 함량, 기공의 발달 정도를 들 수 있음. 측정에서 사용한 기계적 조직감 분석 방법으로는 단순 경도만을 측정하여 포괄적인 제품 식감에 대한 설명을 하기에는 불충분함. 하지만 제빵에 있어 제품의 경도는 품질 수준을 측정하는 주된 요인 중 하나로, G3/4 혼합당을 적용한 냉동생지 제조시 단순믹싱하거나 효모액1, 효모액 2 실험구 모두 대조구 대비 경도가 낮아져 식감이 향상된 제품을 제조할 수 있음을 확인하였음.

대조구의 경우 냉동 기간이 5~9주 이상으로 경과함에 따라 경도가 급격히 증가하는 것을 확인할 수 있음. 반면 G3/4 혼합당 실험구의 경우 9주차까지 경도가 낮고, 경도 증가가 완만하여 대조구에 비해 품질수준이 우수함. 앞선 ‘저장기간에 따른 부피변화’ 실험결과를 참조할 때, 냉동기간 9주차까지의 냉동생지 소성 테스트 시 G3/4 혼합당을 적용한 실험구에서 대조구와 유사한 부피에 대조구보다 경도가 낮아 부드러운 식감을 가지는 단과자빵 완제품을 제조할 수 있음을 확인하였음.

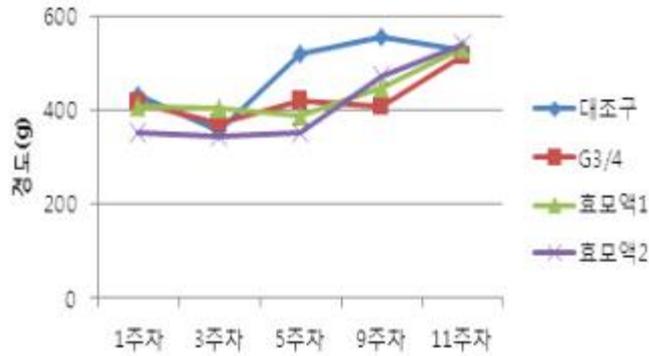


그림3-1-137. 냉동기간에 따른 강도

㉔ 저장기간에 따른 단과자빵의 외관 변화

냉동생지 제조 시 급속냉동을 통해 생지를 제조하기 때문에 보관 초기에는 냉해 폭이 크지 않아서, 실험구 간에 외형 차이가 발생하지 않았음. 냉동생지 소성테스트 시 공통적으로 냉동보관 기간이나 실험구 종류에 상관없이 일부 샘플에서 베이킹 후 표면이 얼룩이 관찰되었음. 이러한 현상은 1시간여의 해동기간 동안 생지 표면이 불균일하게 건조가 일어났기 때문으로, 실험실 조건에서 해동 시 상온에서 비닐을 덮어 간이적으로 진행되었기 때문에 발생하였음. 제품화 시에는 공장 공정 조건 상에서 해동 시의 온/습도 조절이 가능하기 때문에 이러한 현상 없이 품질 수준을 유지할 수 있을 것임. 총 11주간의 소성테스트 기간 동안 냉동 초기에는 냉동 기간이 증가할수록 부피 감소나 경도증가가 관찰 되었으나, 외관은 큰 변화가 없는 것으로 나타났음. 하지만 냉동기간이 9주 이상 경과한 경우 동일한 오븐 조리 시간을 적용했음에도 냉동 초기 제품과 비교하여 제품 표면 가장자리 부분의 색상이 밝아지는 모습이 관찰되었음. 냉동기간이 경과할수록 완제품의 수분함량이 감소하는 수분측정 결과와 비교하여 볼 때, 이러한 현상은 수분함량에 의한 영향이라고 보기는 어려움. 앞선 ‘저장기간에 따른 부피변화’ 실험결과를 참조할 때, 9주차 이후에는 동일 중량으로 제조한 단과자빵의 부피가 냉동 초기에 비해 감소하여 단위면적당 제품의 밀도가 높아지고 표면적이 감소하게 되므로 동일시간 조리 시 발색이 연하게 되는 것으로 추정됨.



그림 3-1-138. 대조구 및 G3/4 혼합당 적용 1주차 단과자빵



그림 3-1-139. 대조구 및 G3/4 혼합당 적용 3주차 단과자빵



그림 3-1-140. 대조구 및 G3/4 혼합당 적용 5주차 단과자빵



그림 3-1-141. 대조구 및 G3/4 혼합당 적용 9주차 단과자빵



그림3-1-143. 효모액 1 적용 3주차 단과자빵

그림3-1-144. 효모액 1 적용 9주차 단과자빵



그림3-1-145. 효모액 2 적용 1주차 단과자빵

그림3-1-142. 효모액 1 적용 1주차 단과자빵



그림3-1-146. 효모액 2 적용 3주차 단과자빵



그림3-1-147. 효모액 2 적용 5주차 단과자빵



그림 3-3-148. 효모액 2 적용 9주차 단과자빵



그림3-1-149. 효모액 2 적용 11주차 단과자빵

④ 효모제제 적용에 따른 냉동생지 단과자빵의 품질 특성 확인

3/4 혼합당과 탈지분유가 포함된 효모제제 실험구의 경우 혼합당과 탈지분유를 혼합하지 않고 이스트만 건조한 효모제제(대조구)에 비해 생지 소성 시 완제품의 부피증가가 뚜렷하게 나타났음. 완제품의 부피는 평균적으로 32% 증가하였음. 또한 제품 품질 특성을 나타내는 중요 지표 중 하나인 경도에 있어서도 긍정적인 영향을 나타내었음. 건조효모 단독으로 적용한 대조구에 비해 효모제제 적용한 실험구의 경우 경도는 36% 감소해 부드러운 식감을 향상시킬 수 있을 것으로 기대됨. 반면 수분활성도의 경우 두 시료간 큰 차이가 나타나지 않았음.

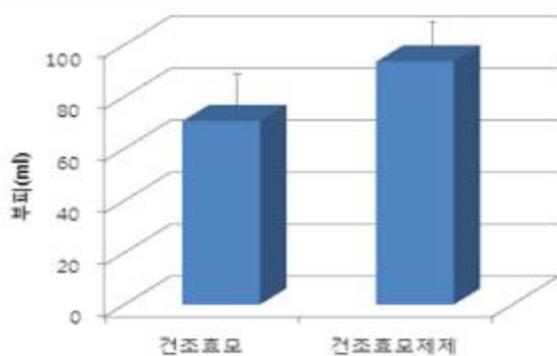


그림3-1-150. 냉동기간에 따른 부피 변화

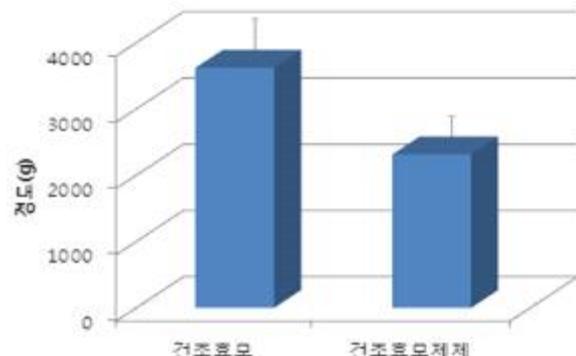


그림3-1-151. 냉동기간에 따른 강도 변화

본 연구는 냉동 단과자빵의 저장 기간이 길어짐에도 품질을 유지할 수 있는 소재 탐색 및 배합의 최적화를 통해 냉동 단과자빵의 품질을 최적화하고자 하였음. 변성전분을 냉동 단과자빵에 종류별, 함량별 적용하여 냉동 저장기간에 따른 품질특성을 확인

하였고, 썬믹스 PS, 썬크리미 H 적용 시 수분 보유력이 우수하였음. 또한 부피 및 식감 유지면에서는 변성 전분 중에서도 썬크리미 H가 부피감이 가장 좋고 부드러우면서 촉촉한 식감을 유지하는 것으로 확인하였음. 수분함량이나 경도 측정 시 1.5%만 적용하여도 효과를 볼 수 있었으나 3% 적용하였을 때 부피 유지 효과가 더 우수하였음. 당류를 냉동 단과자빵에 적용하여 확인한 결과, 트레하와 사이코스는 액상 타입보다 분말 타입으로 적용하였을 때 부드러운 식감과 부피 모두 우수하게 나타났음.

저온저장 중 이스트의 활성을 올려주고 동결에 의한 활성저하를 방지하기 위해 다양한 방법으로 G3/4 혼합당을 적용해 보았음. 생이스트의 사용기간이 짧은 단점을 보완하고 사용편리성을 위해 제조한 호모제제의 경우 물리적인 측정 결과에서 대조구에 비해 현저한 품질상승 효과가 있으므로, 추가적으로 대량으로 건조호모분말을 제조하여 실제 단과자빵 제조 테스트를 진행하면 완제품에도 긍정적인 효과를 낼 수 있을 것으로 생각됨.

냉동생지를 실제 사용하는 대형 프랜차이즈 베이커리 업체의 경우, 냉동생지 실 사용기간이 짧게는 1-2일, 길게는 1~2주일 이내라는 점을 감안할 때, G3/4 혼합당을 첨가해 나타나는 냉동초기 완제품의 부피증진 및 높은 수분함량은 제품 품질수준 향상에 기여할 수 있음.

다. 변성전분, 당 이용한 냉동 크로와상 개발

(1) 실험재료

강력1급(삼양사), 설탕(삼양사), 소금, 가공유지(삼양사), 에스키모(푸라토스코리아), 키모 FNP(푸라토스코리아), 탈지분유, 이스트(오뚜기)를 사용하였음. 전분은 삼양제넥스의 썬믹스 PS 썬크리미 H, 기능성 당류는 트레하와 poly glycitol syrup(PGS) S를 사용하였음.

(2) 냉동생지 크로와상의 제조

(가) 크로와상 냉동생지의 제조

충전용 마가린 제외한 모든 재료를 믹서볼에 넣고 발전단계까지 믹싱한 다음 30분간 4℃ 냉장 휴지함. 충전용 마가린을 쌀 수 있을 정도로 반죽을 밀어 편 후 넓게 핀 충전용 마가린을 올려놓고 반죽으로 감쌌. 충전용 마가린을 싼 반죽을 직사각형으로 늘린 후 3절 접기함. 반죽 방향을 90도씩 돌려가며 3절 접기 3회 반복함. 이때 3절 접기마다 30분간 냉장 휴지 시켜줌. 두께 0.3 cm로 밀어편 후 가로 9 cm, 세로 18 cm 크기의 이등변 삼각형으로 성형함. 반죽을 말아 올려 초승달 모양으로 성형하여 -40℃에서 30분간 냉동한 후 -18℃ 냉동 보관함. 상온에서 1시간 30분간 해동 후 35℃, RH 85% 에서 1시간 발효함. 윗불 180℃, 밑불 180℃, 20분간 오븐조리함.

표 3-1-49. 냉동 크로아상 배합비

재료	%	g
강력분	100	500
생 이스트	6	30
썬믹스 PS	(1.5)	7.5
개량제 (S500 KIMO, KIMO FNP)	1.5or5	7.5or25
소금	2	10
설탕	6	30
마가린	5	25
탈지분유	2	10
충전용마가린	40	200
물	50	250

표 3-1-50. 변성전분 적용시 냉동 크로아상 배합비

재료	%	g
강력분	100	500
생 이스트	6	30
썬믹스 PS	(1.5or2.0)	(7.5 or 10)
개량제 (S500 KIMO, KIMO FNP)	(1.5or5)	7.5or25
소금	2	10
설탕	6	30
마가린	5	25
탈지분유	2	10
충전용마가린	40	200
물	50	250

표 3-1-51. 당류 적용시 냉동 크로아상 배합비

재료	%	g
강력분	70	700
박력분	30	300
생 이스트	7	70
변성전분*	2	20
KIMO FNP	5or2.5	50or25
소금	2	20
설탕	8	80
마가린	5	50
당류**	3or5	30or50
탈지분유	2	20
충전용마가린	40	400
물	55	550

썬믹스 PS ** :트레하 or poly glycitol syrup(PGS) S

표 3-1-52. 개량제 혼합 사용시 냉동 크로아상 배합비

재료	%	g
강력분	70	700
박력분	30	300
생 이스트	7	70
변성전분*	2	20
KIMO FNP	5	50
S500 KIMO	1	10
소금	2	20
설탕	8	80
마가린	5	50
당류**	3or5	30or50
탈지분유	2	20
충전용마가린	40	400
물	50	500

* : 썬믹스 PS or 썬크리미 H, ** :트레하 or poly glycitol syrup(PGS) S

(3) 저장기간 중 품질 평가

(가) 경도 측정

제조한 단과자빵의 조직감은 Texture Analyser(Stable Micro Systems)로 측정하였으며, compression 방법으로 4회 반복 측정한 값의 평균값으로 경도(hardness)값을 나타내었음. 경도는 단과자빵을 압착하여 가해지는 힘을 g으로 나타내었으며, 그 정도는 단위 면적당 가해지는 무게(g)에 해당함. Probe는 36-mm rounded cylinder로 사용하였으며 분석조건은 test speed 1.7 mm/s, post speed 10.0 mm/s, strain 40 %로 하였음.

(나) 부피 측정

제조한 빵의 부피를 종자치환법에 의하여 측정하였음. 구체적으로, 지름 10 cm 높이 10 cm의 원형틀에 조를 채운 후 이를 1 L의 메스실린더에 부어 부피를 측정하고 상기 틀에 제조한 빵을 넣고 다시 조를 채우고 빵을 꺼낸 후 채워진 조를 메스실린더에 부어 부피를 측정하여 그 차이를 빵의 부피로 측정하였음. 이때 빵의 부피를 무게로 나눈 값을 비용적(specific volume)으로 나타내었음.

(4) 실험결과

(가) 변성전분과 재빵계량제, 이스트 종류에 따른 냉동생지 크로아상의 품질 변화

① 대조구



그림 3-1-152. 냉동생지 크로아상

무첨가구 냉동생지 크로아상을 해동 후 바로 구울 시 제품 크기가 작고 내상이 치밀한 것을 확인하였음. 해동 후 발효 시 생지를 바로 구웠을 때만큼 복원됨. 완제품의 표면이 거칠고 기포가 많이 발생되어 품질수준이 좋지 않음.

표 3-1-53. 냉동 크로아상 크기

	생지 소성	해동후	해동&발효
높이(mm)	38.892	33.05	37.454
둘레(mm)	44.568	39.562	46.67

② FNP 5%

냉동생지 해동 후 바로 구울 시 완제품의 크기는 대조구에 비해서는 약간 크게 나타났음. 해동 후 발효 없이 바로 굽는 경우, 기포 포집이 떨어져 제품 절단 시 내상이 치밀하게 나타났으며 외관 관찰 시 표면이 거칠고 기포가 많이 발생하여 품질 수준이 떨어지는 것으로 보임.

표 3-1-54. 냉동 크로아상 크기

	생지 소성	해동후
높이(mm)	38.96	35.03
둘레(mm)	52.79	43.39

생지 소성



냉동생지 해동후 소성



그림 3-1-153. FNP 적용 냉동생지 크로아상

③ FNP 5% + 썬믹스 PS 1.5% (오뚜기 이스트 골드)

제빵계량제와 전분을 혼합 사용할 시의 결과를 비교하기 위한 실험구로 썬믹스 PS를 추가한 실험구 제조, 해동 후 바로 구울 시 완제품의 복원력은 우수하나, 여전히 내상이 촘촘하게 나타났음. 동일 생지를 해동 후 발효 시 제품의 복원력 우수하며 표면이 고르고 기포 발생이 없어 발효과정 품질수준에 영향을 미치는 것을 확인하였음.

표 3-1-55. 오뚜기 이스트 골드 적용시 냉동 크로아상 크기

	생지 소성	해동후	해동&발효
높이(mm)	35.65	37.84	38.99
둘레(mm)	44.22	48.30	52.66

생지 소성



냉동생지 해동후 소성



냉동생지 해동&발효 후 소성

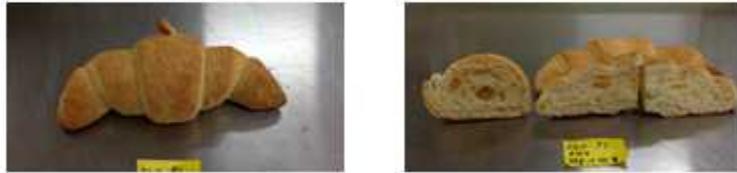


그림 3-1-154. 제니코 생이스트 적용시 냉동생지 크로아상

④ FNP 5% + 썬믹스 PS 1.5% (제니코 생이스트)

해동 후 바로 구울 시 완제품의 복원력이 우수하며, 절단면의 내상도 양호함. 해동 후 발효 시 완제품의 복원력이 우수하고 표면이 고른 편이나 약하게 기포가 발생함을 확인하였음.

표 3-1-56. 제니토 생이스트 적용시 냉동 크로아상 크기

	생지 소성	해동후	해동&발효
높이(mm)	41.82	38.40	39.73
둘레(mm)	53.77	45.43	56.80

이상의 실험 결과를 통해 FNP KIMO와 변성전분 적용 시 냉동생지 해동 후 추가의 발효공정 없이 크로아상을 제조 가능함을 확인하였음. 특히, 조리조건 중 해동 후 발효하여 제품 소성 시, 기존 제품과 같은 품질의 완제품을 제조 가능함을 확인하였음. 두 종류의 이스트 중 오뚜기 생이스트 골드에 비하여 제니코 생이스트가 냉동생지에 더 적합한 것으로 나타남. 다만 해동 후 발효 유/무와 별개로 완제품의 표면에는 기포가 발생하여 이 부분에 대한 개선이 필요함.

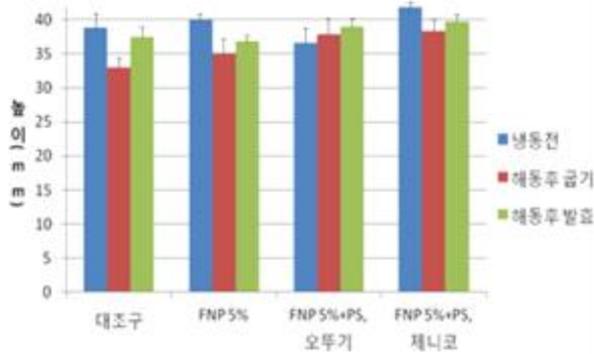


그림 3-1-155. 조리조건에 따른 크로아상 높이 비교

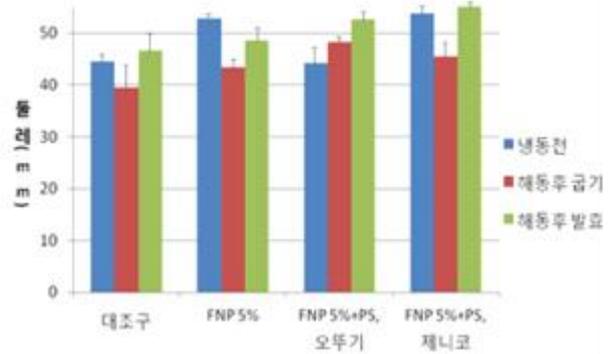


그림 3-1-156. 조리조건에 따른 크로아상 둘레 비교

(나) 냉동 기간에 따른 크로아상의 품질 변화

① 대조구 : 개량제 S 500 KIMO, 제니코 생이스트

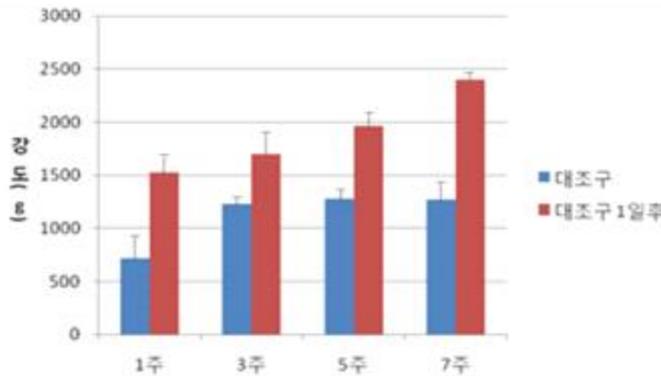


그림3-1-157. 냉동기간 경과에 따른 완제품 강도 비교

냉동 저장 기간이 길수록 발효가 제대로 이뤄지지 않아 완제품의 크기가 작아지며, 내상이 치밀해지고 층 구조가 관찰되지 않았음. 제품 외관으로 볼 때, 냉동 저장 기간이 길수록 표면이 거칠고 기포가 많이 발생되어 품질 수준이 저하되었음. 소성 후 완제품의 단단한 정도를 비교할 수 있는 기계적 강도 측정 시, 저장기간이 경과할수록 제품 강도 증가 및 1일 후 노화도가 증가하였음.

표 3-1-57. 냉동기간에 따른 냉동 크로아상 크기

	생지 소성	해동&발효	1주	3주	5주	7주
높이(mm)	38.89	37.45	36.94	36.29	35.42	33.61
둘레(mm)	44.57	46.67	50.21	46.44	45.63	43.80

② FNP 5% + 썬믹스 PS 1.5%

냉동 기간이 경과할수록 완제품의 크기 감소가 관찰되었으며, 특히 3주차부터 크기 감소 현상이 심화되었음. 제품 내상 관찰 시, 크로아상의 부피증진에 영향을 주는 유지 팽창으로 인한 층구조가 3주차 실험구까지는 확실하나, 5주차부터는 내상이 치밀하여

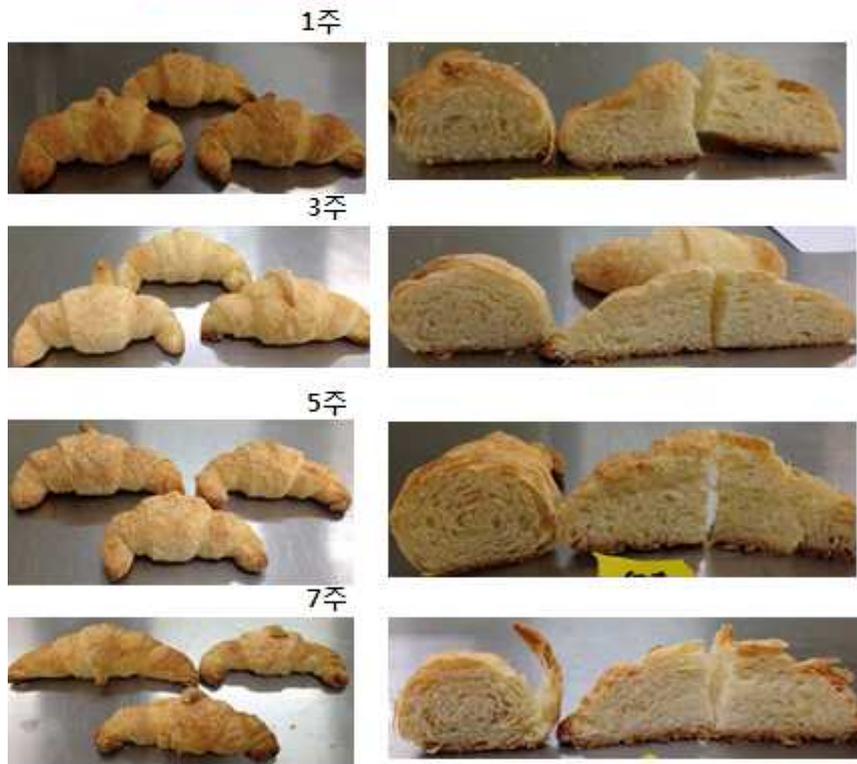


그림3-1-158. 냉동 기간에 따른 냉동생지 크로아상

층 구조가 사라졌음. 외관 관찰 시 윗면이 고르고 기포 발생이 없었음. 냉동기간이 길수록 제품의 강도와 노화도가 증가하였으며, 대조구와 비교 시 제품 크기는 크나 강도가 현저히 높았음.

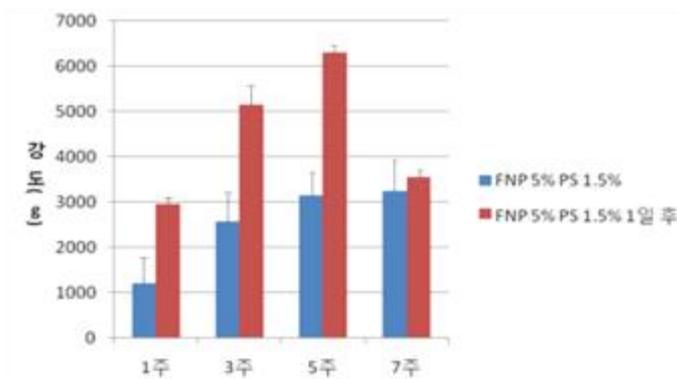


그림3-1-159. 냉동기간 경과에 따른 완제품 강도 비교

표 3-1-58. 냉동기간에 따른 크로아상 크기

	생지소성	해동 후	1주	3주	5주	7주
높이 (mm)	41.98	38.40	39.55	36.90	35.78	33.15
둘레 (mm)	53.78	45.44	50.36	47.41	44.97	43.19

③ FNP 5% + 썬믹스 PS 2.0%

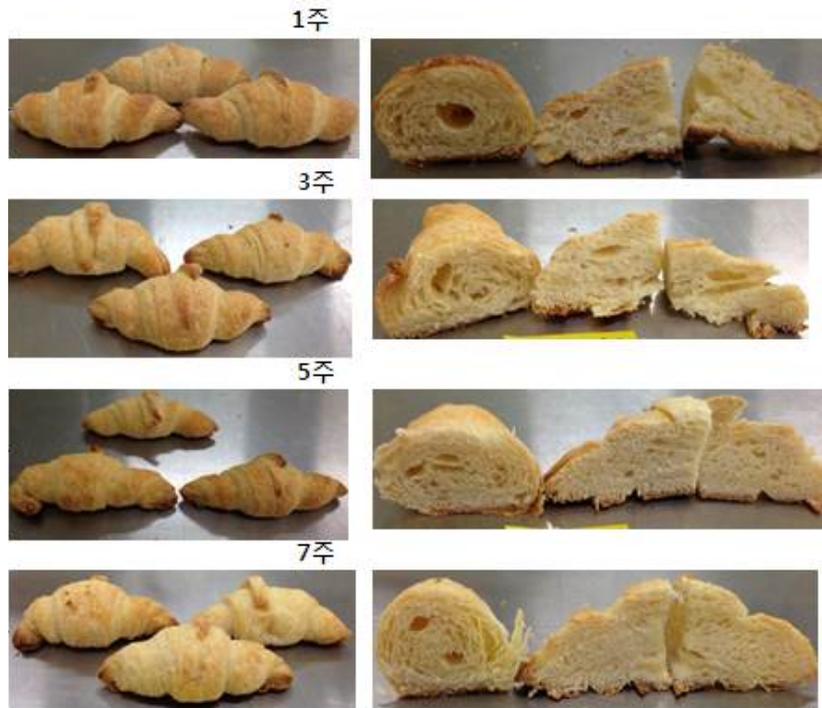


그림3-1-160. 냉동기간 경과에 따른 완제품

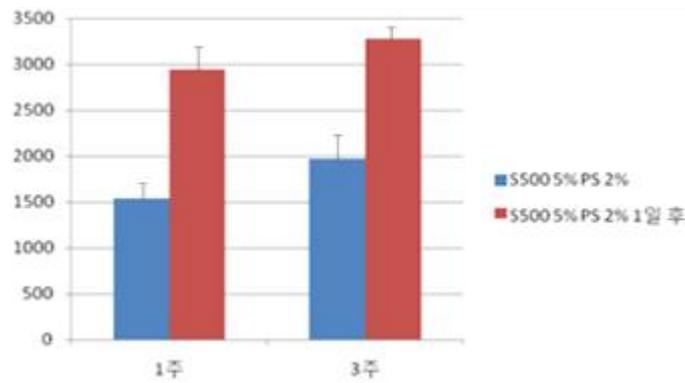


그림3-1-161. 냉동기간 경과에 따른 완제품 강도 비교

표 3-1-59. 냉동기간에 따른 크로아상 크기

	생지 소성	해동 후	1주	3주	5주	7주
높이 (mm)	41.82	40.25	41.28	39.29	38.80	34.93
둘레 (mm)	53.78	52.64	53.68	52.16	51.88	46.86

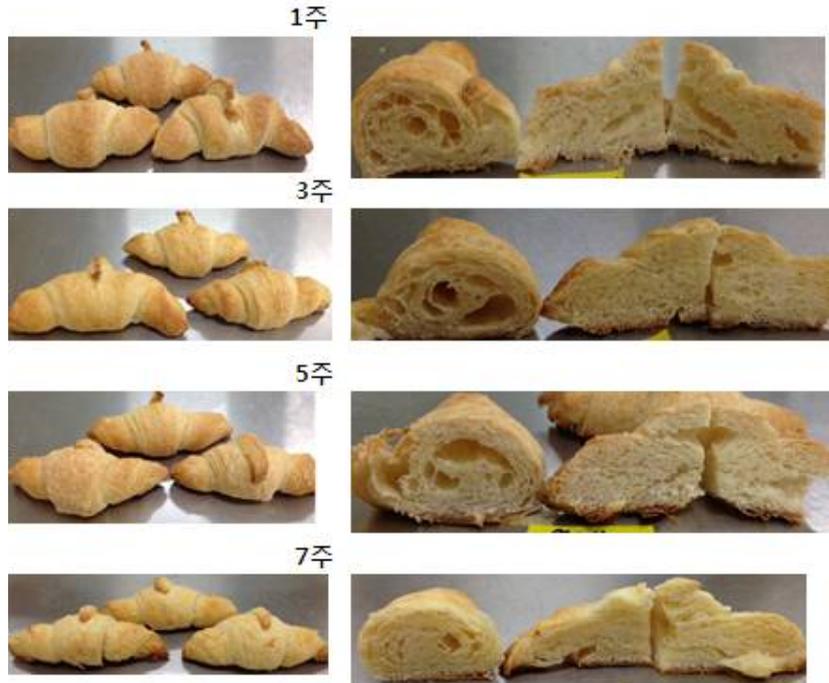


그림3-1-162. 냉동 기간에 따른 크로아상

냉동 기간이 길수록 완제품의 크기가 감소하며, 생지의 퍼짐성이 없으며, 조리 후 제품의 크기가 작음. 내상 관찰 시, 냉동기간이 증가함에 따라 내상이 치밀하며 층 구조 없는 뻘뻘한 구조가 관찰됨. 외관 상 표면이 고르고 기포 발생이 없었음. 냉동 후 해동하여 크로아상 조리 시 완제품의 강도 증가 및 노화도 증가가 관찰되었음.

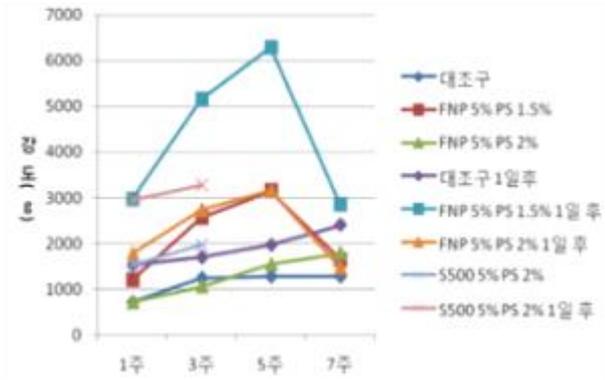


그림3-1-63. 냉동 기간별 소성 후 제품 강도 비교

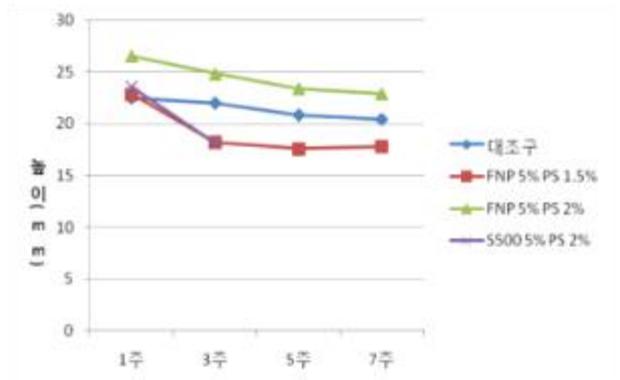


그림3-1-164. 냉동 기간별 소성 후 제품 크기 비교

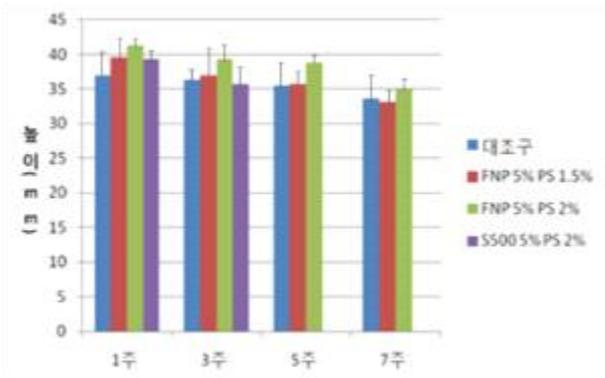


그림3-1-165. 냉동 기간별 소성 후 제품 크기 비교

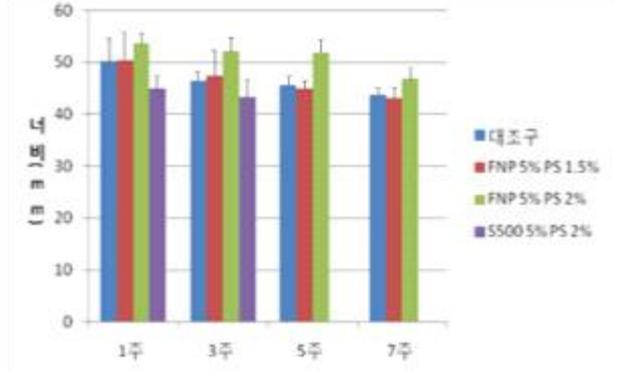


그림3-1-166. 냉동 기간별 소성 후 제품 크기 비교

이상의 실험 결과에서, FNP KIMO와 변성전분 적용 시 냉동생지 해동 후 추가의 발효공정 없이 제품 제조 가능하였으나 S KIMO 500만 적용 시에는 해동 후 발효공정 없이 고품질의 완제품 제조가 어려움을 확인하였음. 냉동기간이 길어질수록 이스트 활성 저하 및 물성 변화로 인한 제품 크기 감소 및 제품 강도 증가가 뚜렷하게 관찰되었음. 추가적으로, 소비자가 제품 구매 후 소비하는 기간을 고려할 때, 완제품 소성 후 판매기간 동안 발생하는 제품의 노화 억제에 대한 연구의 일환으로 밀가루 조성을 변경하여 글루텐 함량을 달리한 냉동생지 제조도 필요할 것으로 생각됨.

(다) 변성전분, 기능성 당류 적용에 따른 냉동생지 크로아상의 품질 변화

글루텐 함량 변화에 따른 발효 및 노화도 연구를 위해 밀가루의 배합을 변경하여 실험을 진행하였음. 기존의 강력분을 일부 글루텐 함량이 적은 박력분으로 대체하여 제품 강도를 낮추고자 하였으며, 발효 촉진을 위해 이스트 함량을 6%에서 7%로 변경하였고 기능성 당류 적용에 따른 품질 향상효과를 확인하기 위해 트레하와 PGS S를 적용하였음.(이하 FNP 3rd) 완제품 소성 후 노화 테스트 시 실험의 균일성을 위해 실온 보관하지 않고 오븐 조리 후 25℃ 항온 챔버에 보관하며 강도를 측정하였음.

변경사항

- 썬크리미 H : 찰옥수수 초산아디핀산 알파전분 테스트

- 발효 타입 테스트 실시: KIMO FNP 500 -> S 500 KIMO 개량제 사용

① FNP 3rd : 강력7+박력3, FNP 5%, 제니코 생이스트 7%, 찌믹스 PS 2%

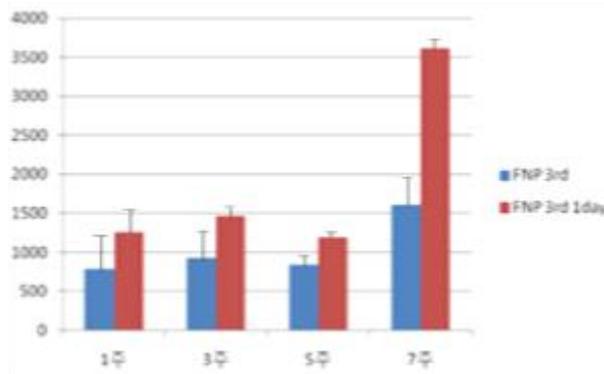


그림 3-1-167. 냉동 기간별 제품 강도

저장기간에 따른 소성 테스트 시, 냉동 초기(1~5주)에는 제품 노화도가 크게 증가하지 않아 전 실험에 비하여 노화 정도 낮아 제품 품질이 개선됨을 확인하였음. 냉동 저장 기간 5주차부터 완제품의 크기가 감소하나 계속 감소하지 않아 제품의 품질이 개선됨을 확인하였음. 절단면을 통해 본 내상 변화는 크지 않으며, 크로아상 특유의 층 구조가 잘 보이는 것으로 보아 완제품 식감에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각됨. 제품 표면 관찰 시에도 제품 표면이 고르고 기포 발생이 없었음.

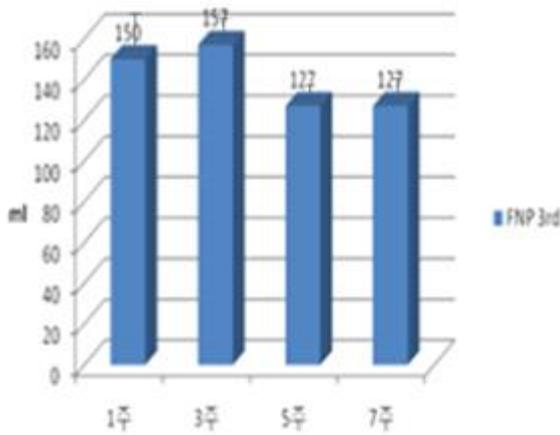


그림 3-1-168. 냉동 기간별 제품 부피

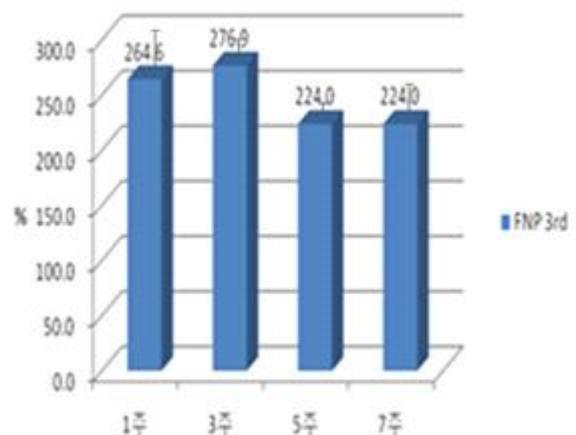


그림 3-1-169. 냉동 기간별 제품 부피증가율

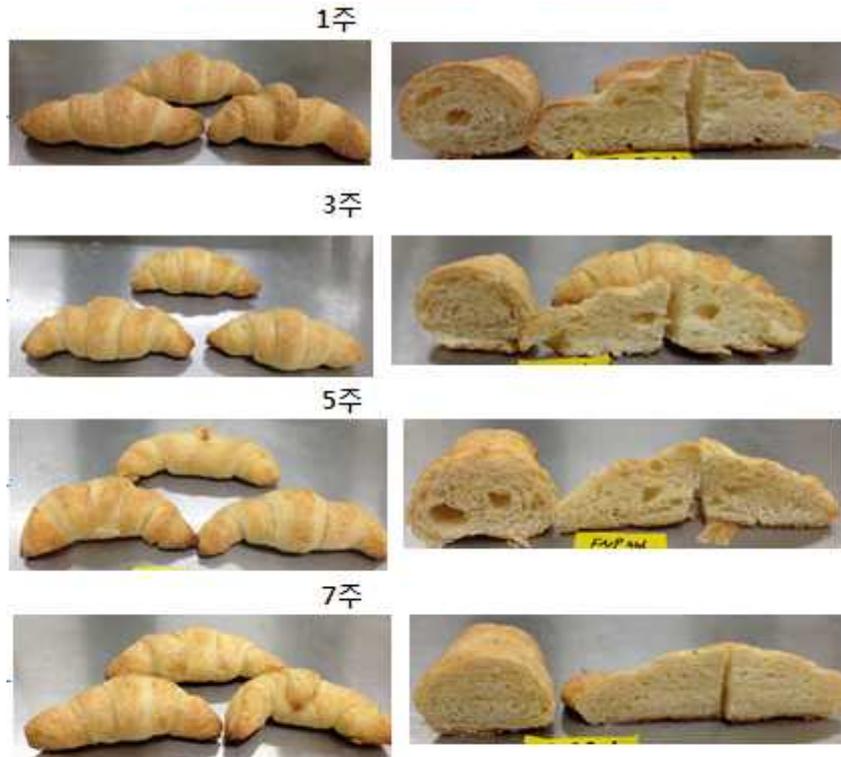


그림 3-1-170. 냉동 기간별 크로아상

② FNP 3rd FNP 2.5%, 찰믹스 PS 2%

냉동 기간이 길수록 제품 크기가 감소하였으나, 냉동 5주차까지는 부피 증가율이 실험 1에 비하여 높게 나타났음. 제품 내상 관찰 결과, 내부 유지층에 의한 층이 5주차까지는 확실하나, 7주 결과 실험구의 경우는 내상이 치밀하여 층 구조가 사라져 관찰되지 않았음. 표면은 고르고 기포 발생이 없었음. 냉동기간이 경과할수록 제품 강도와 노화도가 증가하여 품질 수준이 저하되었음.

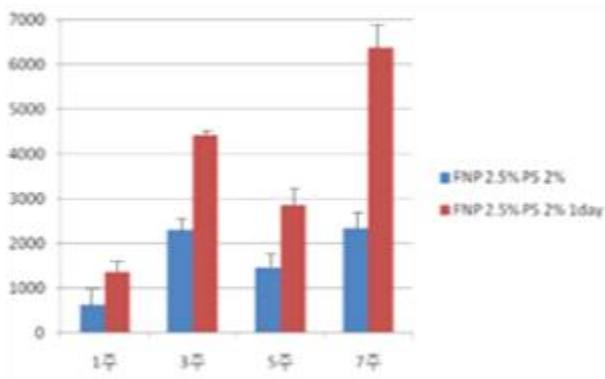


그림 3-1-171. 냉동 기간별 제품 강도

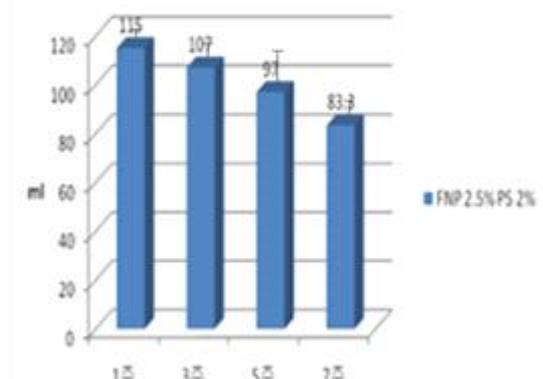


그림 3-1-172. 냉동 기간별 제품 부피

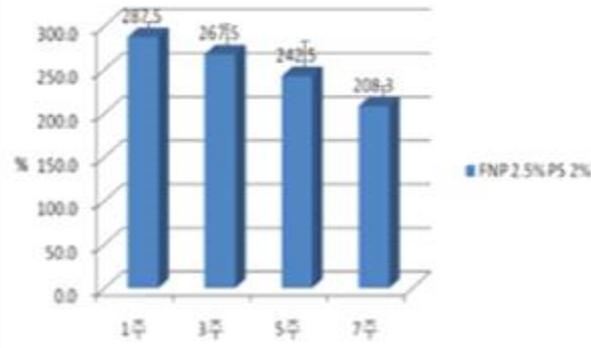


그림 3-1-173. 냉동 기간별 부피증가율

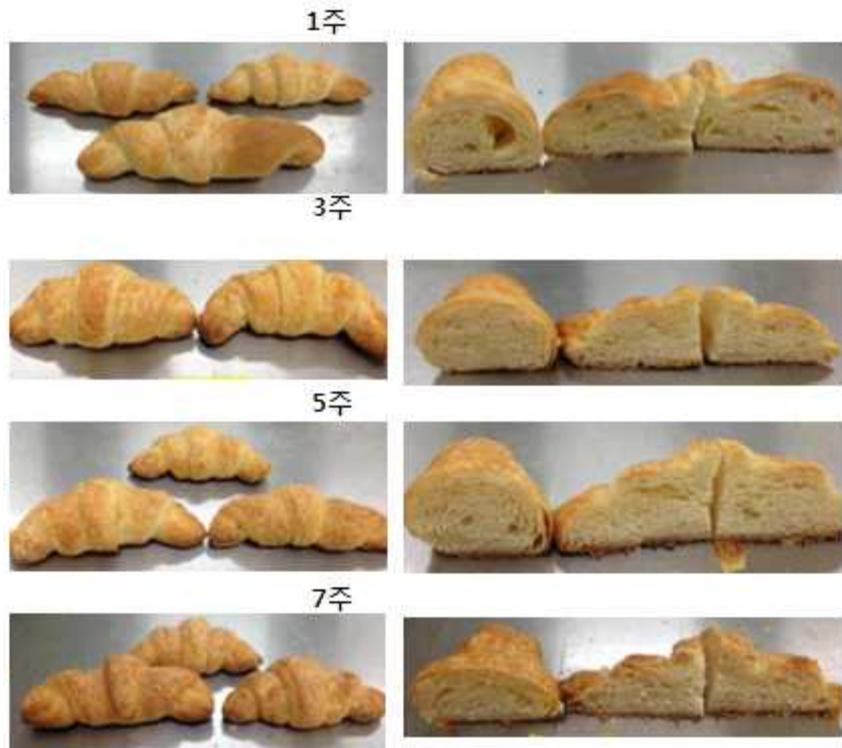


그림 3-1-174. 냉동기간별 크로아상

③ FNP 3rd, 썬믹스 PS 2%, 트레하 3%

트레하 적용 시, 냉동 기간에 따라 제품 크기 변화가 적게 나타났으며 시판 제품에 비하여 부피증가율이 높았음. 냉동 기간에 따라 층 구조의 변화가 적으며 외관 관찰 시 표면 고르고 기포 발생이 없어 트레하 적용 시 완제품의 품질 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였음. 특히 냉동 기간에 따라 강도 변화가 적으며, 노화도가 낮아 제품 식감 증진에 효과가 있음. 밀가루 속 글루텐 함량을 낮출 시 강력분에 비하여 제품 품질 향상되었으며, 당류 적용 시 제품 품질 향상 및 노화도 억제에 긍정적인 영향을 줄을 확인하였음.

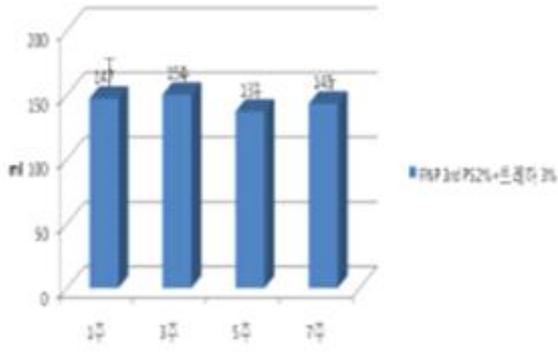


그림 3-1-175. 냉동기간별 부피

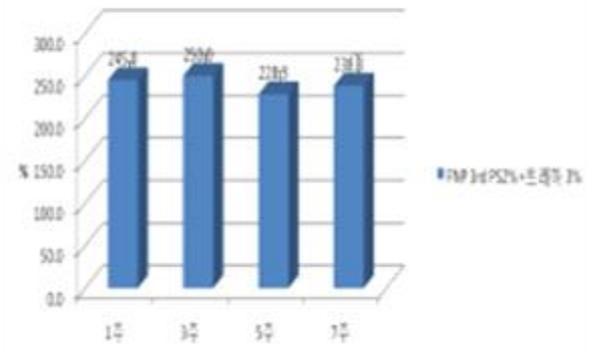


그림 3-1-176. 냉동기간별 부피증가율

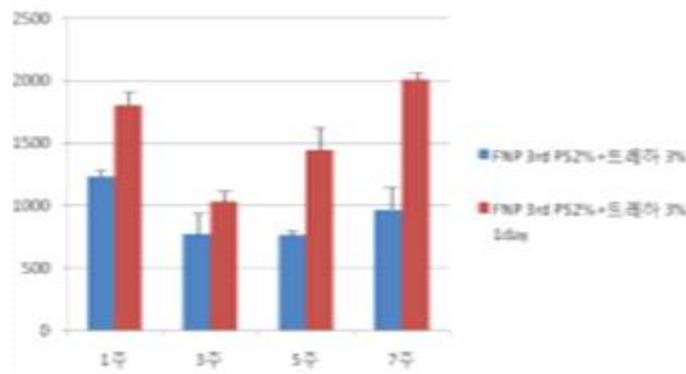


그림 3-1-178. 냉동기간별 제품 강도

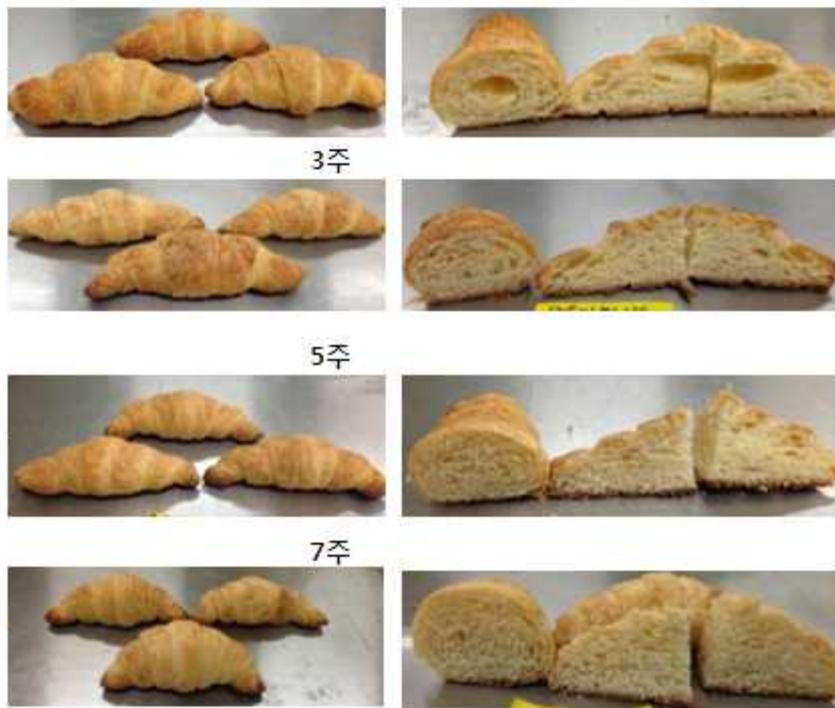


그림 3-1-177. 냉동기간별 크로아상

④ FNP 3rd, 썬믹스 PS 2%, PGS S 3%

완제품의 부피 측정 시, 평균 부피가 크며 부피증가율이 이전 실험에 비해 높아 크기 변화가 크게 나타났음. 시판제품과 비교 시 시판제품에 비하여 부피증가율이 큼. 냉동기간 경과 시 제품 크기가 감소하나 강도 변화 및 노화도가 낮은 편이며, 트레하 3% 첨가구에 비하여 노화도도 낮게 측정되어 식감 변화가 적은 것을 확인하였음.

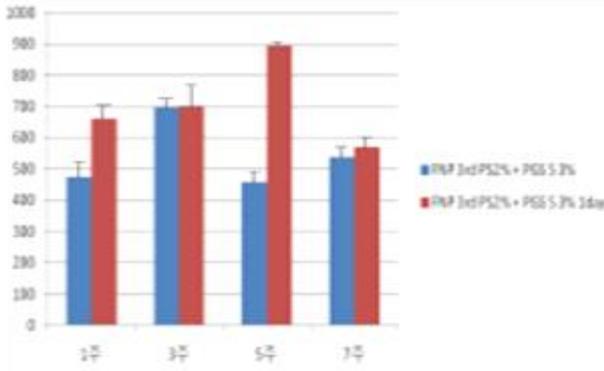


그림 3-1-179. 냉동기간별 제품 강도

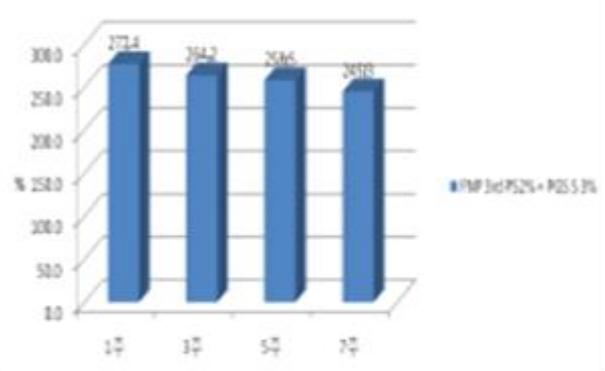


그림 3-1-180. 냉동기간별 부피증가율

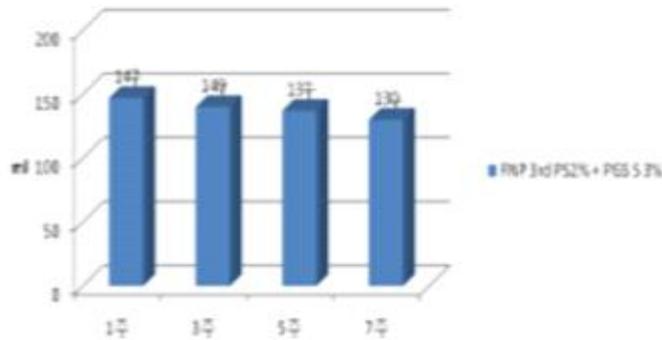


그림 3-1-181. 냉동기간별 부피

⑤ FNP 3rd, 썬믹스 PS 2%, 트레하 5%

트레하 적용량을 5% 증가한 냉동생지 샘플 해동 후 조리 시, 완제품 크기가 크며, 부피증가율도 크게 나타났음. 완제품의 강도 변화와 노화도 실험결과, 트레하를 3% 적용한 실험구와 유사한 결과를 나타냈음. 냉동기간 경과에 따른 부피변화를 비교해보면 부피 유지 효과가 떨어지며, PGS-S 적용구에 비하여 강도가 높아 단단하며 노화 지연효과 떨어지는 것을 확인하였음.

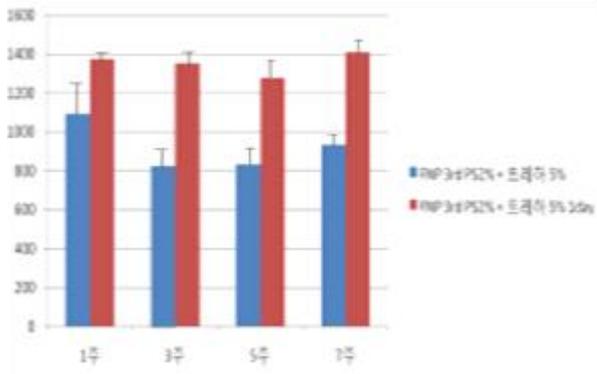


그림 3-1-182. 냉동기간별 제품 강도

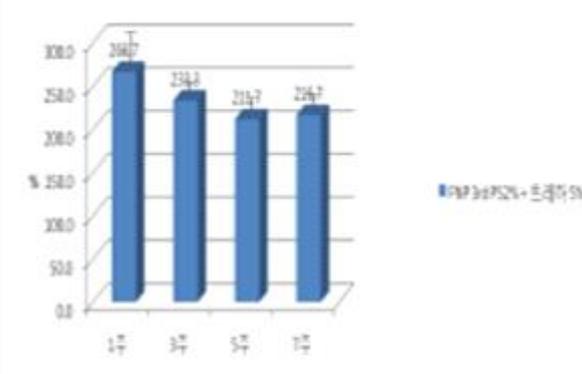


그림 3-1-183. 냉동기간별 부피증가율

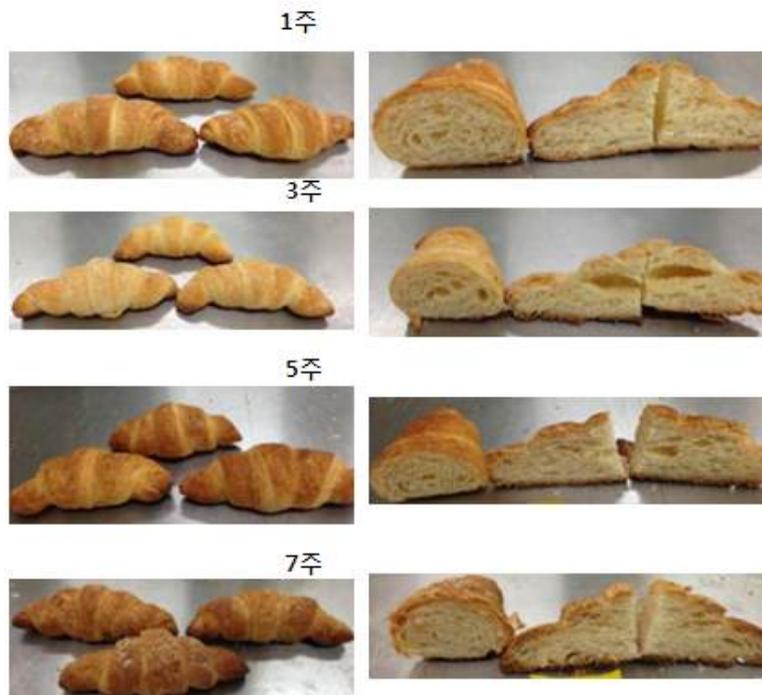


그림 3-1-184. 냉동기간별 크로아상

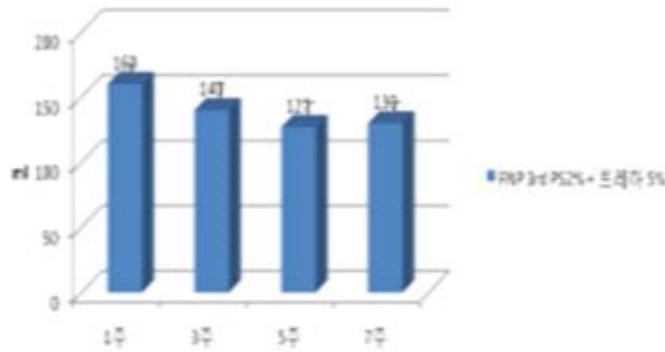


그림 3-1-185. 냉동기간별 부피

⑥ FNP 3rd, 썬믹스 PS 2%, PGS S 5%

냉동기간 경과에 따라 완제품의 크기 감소하나 부피 증가율은 시판제품에 비하여 크게 나타났음. 냉동 후 해동 시 강도 변화 및 노화도 PGS S 3% 적용 시와 유사하며, 노화 지연효과 있는 것으로 보임. 트레하 적용구보다 부피 유지 효과는 떨어지나, 5주차까지는 크게 부피증가율이 크게 감소하지 않았음. 완제품의 부피 비교 시, 트레하 3~5% 적용구, PGS S 3% 적용구보다 작게 나타났음.

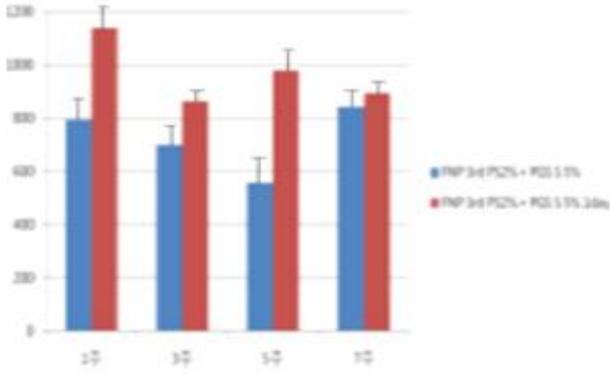


그림 3-1-186. 냉동기간별 강도

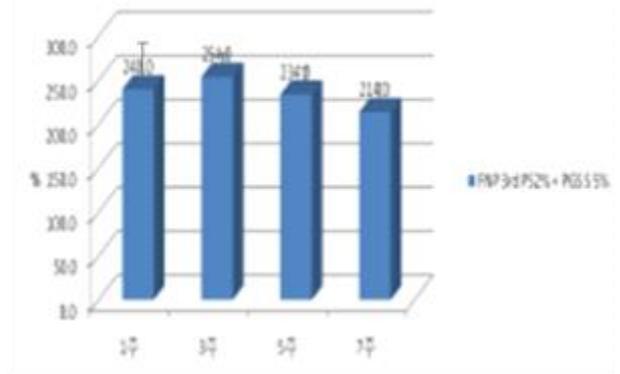


그림 3-1-187. 냉동기간별 부피증가율

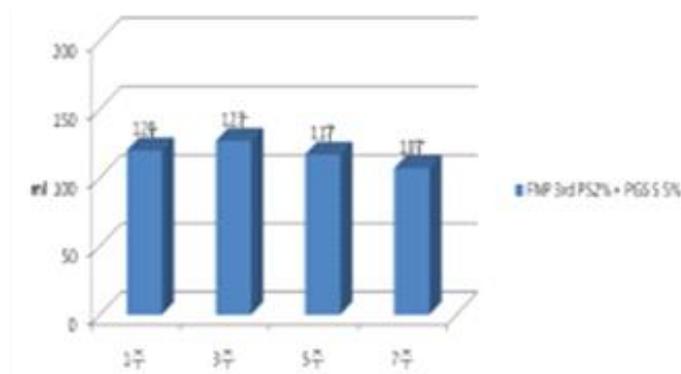


그림 3-1-188. 냉동기간별 부피

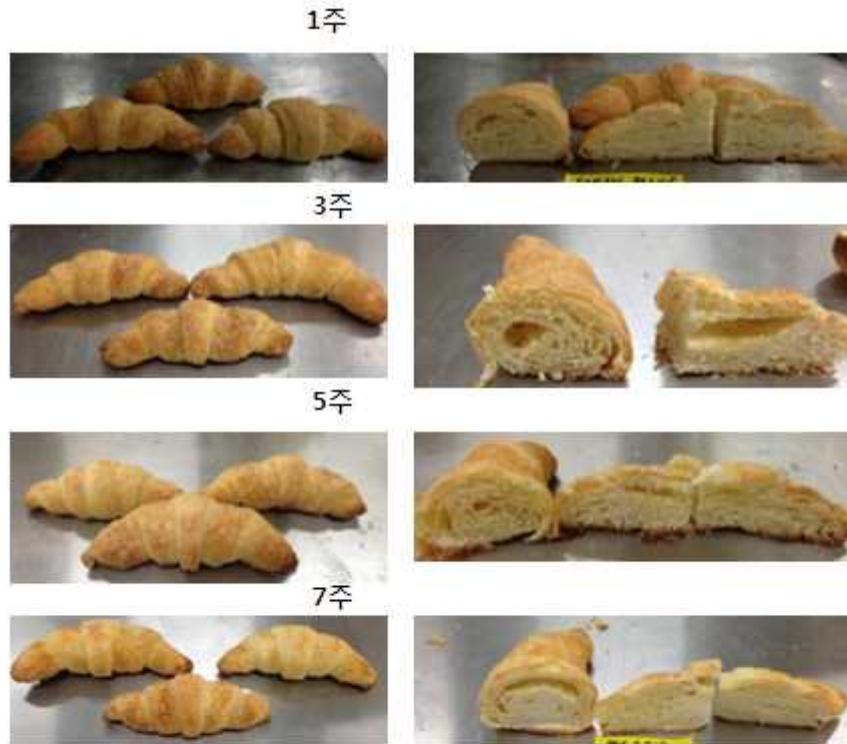


그림 3-1-189. 냉동기간별 소성테스트

⑦ FNP 3rd, 썬크리미 H 2%

썬크리미 H 2% 적용 시, 완제품의 크기가 앞선 실험에 비해 큰 편이며, 부피증가율도 높게 나타났음. 냉동기간이 경과함에 따라 제품 크기가 감소하나 소폭 감소하며, 부피증가율은 시판제품에 비하여 큰 편으로 제품 품질향상에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였음.

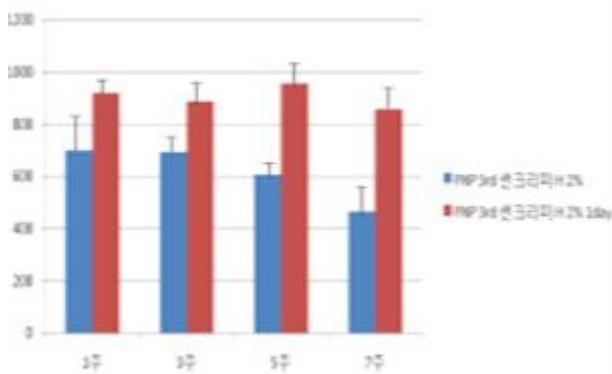


그림 3-1-190. 냉동기간별 강도

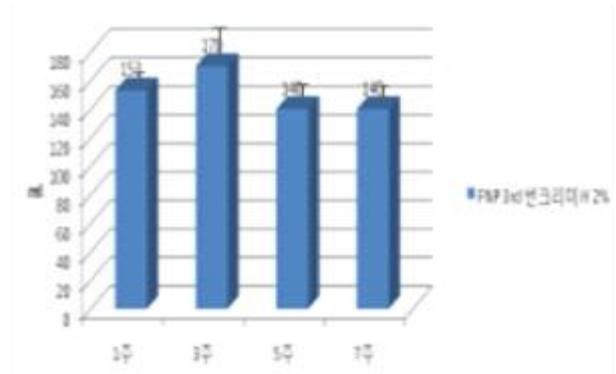


그림 3-1-191. 냉동기간별 부피

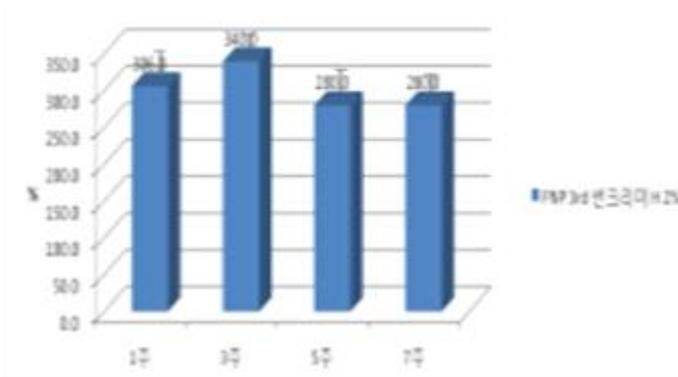


그림 3-1-192. 냉동기간별 부피증가율

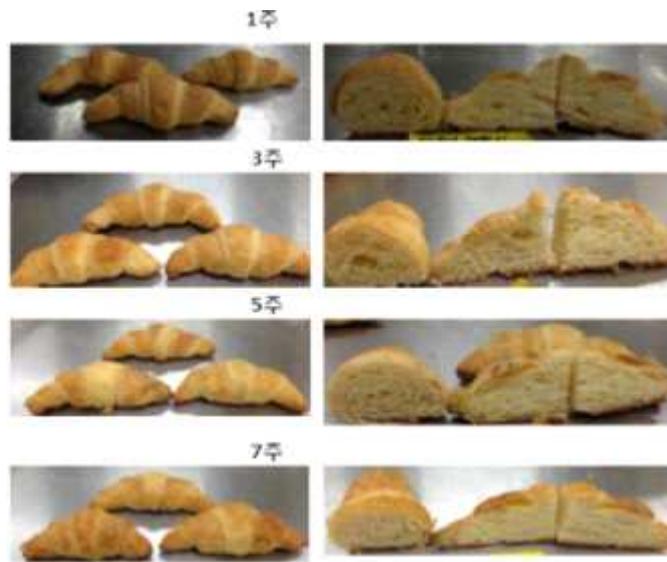


그림 3-1-193. 냉동기간별 크로아상

⑧ FNP 3rd, 썬크리미 H 2%+PGS S 3%

완제품 소성테스트 시 부피가 크나, 부피 증가율은 앞의 실험에 비하여 적어 시판 제품과 유사한 부피 증가율을 나타냈음. 5주차까지 제품의 부피 변화 없이 부피감소가 관찰되지 않았음. 결론적으로, 전분과 기능성 당류를 첨가해 냉동생지의 냉해동에 의한 품질변화를 비교한 결과 트레하, PGS S 3% 적용 시 제품 부피 변화 최소화 및 노화 지연 효과가 우수한 냉동생지를 제조할 수 있었음. 당류를 첨가하는 경우, 첨가 당 함량이 5% 이상 적용 시 제품 품질에 역효과가 나타나 당류 첨가량은 3%가 바람직함. 전분에 따른 차이를 비교 시, 썬크리미 H가 썬믹스 PS 에 비하여 냉동생지 적성이 우수하며, 발효 타입의 경우 냉동생지 완제품의 부피 증가 및 유지가 우수하게 나타났음.

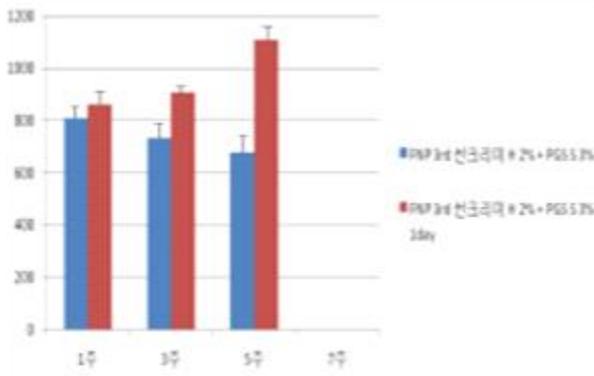


그림 3-1-194. 냉동기간별 강도

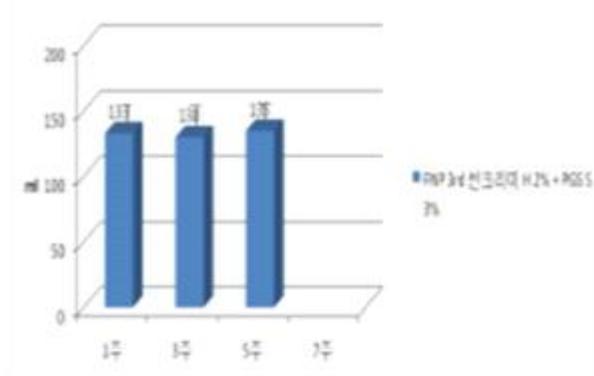


그림 3-1-195. 냉동기간별 부피

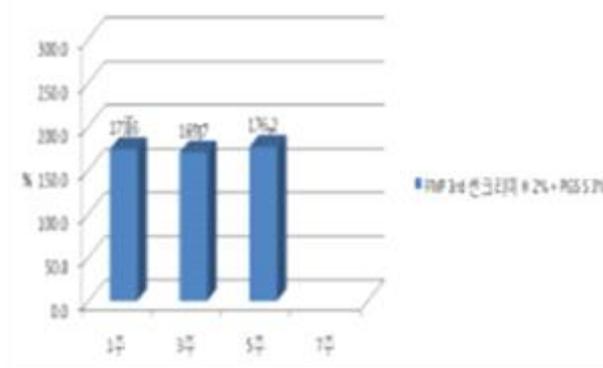


그림 3-1-196. 냉동기간별 부피증가율

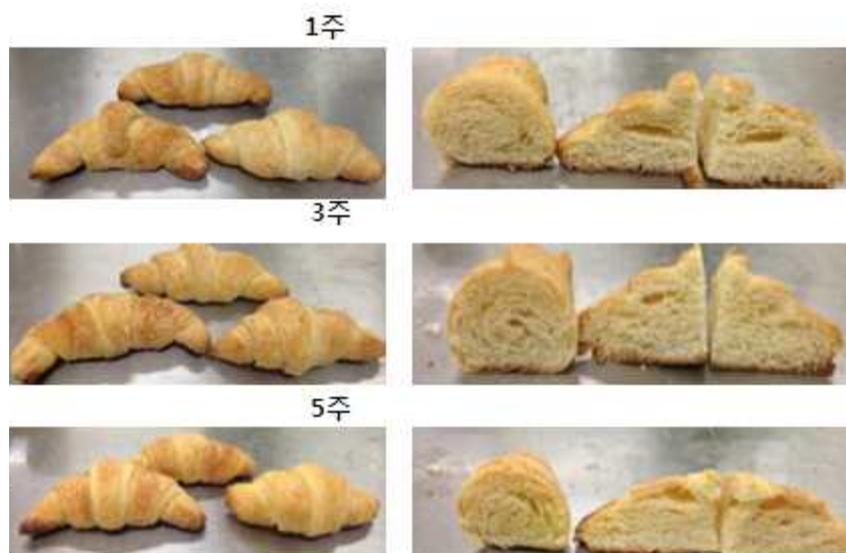


그림 3-1-197. 냉동기간별 크로아상

⑨ 시판제품(서울식품공업사, 비발효, 발효 type)

소비자가 구매 가능한 시판 제품을 구매하여 냉동 기간에 따른 제품 크기 변화를 관찰하였음. 7주간 보관하여 소성테스트 한 결과 냉동 기간에 따른 제품 부피 변화가 적

있음. 완제품의 내/외관 관찰 시 크로아상 특유의 층구조가 뚜렷하게 나타났으며 표면이 고르고 기포 발생이 없었음. 다만 부피 증가율은 우리사 원료를 적용한 실험구에 비하여 낮은 수준을 나타내었음.

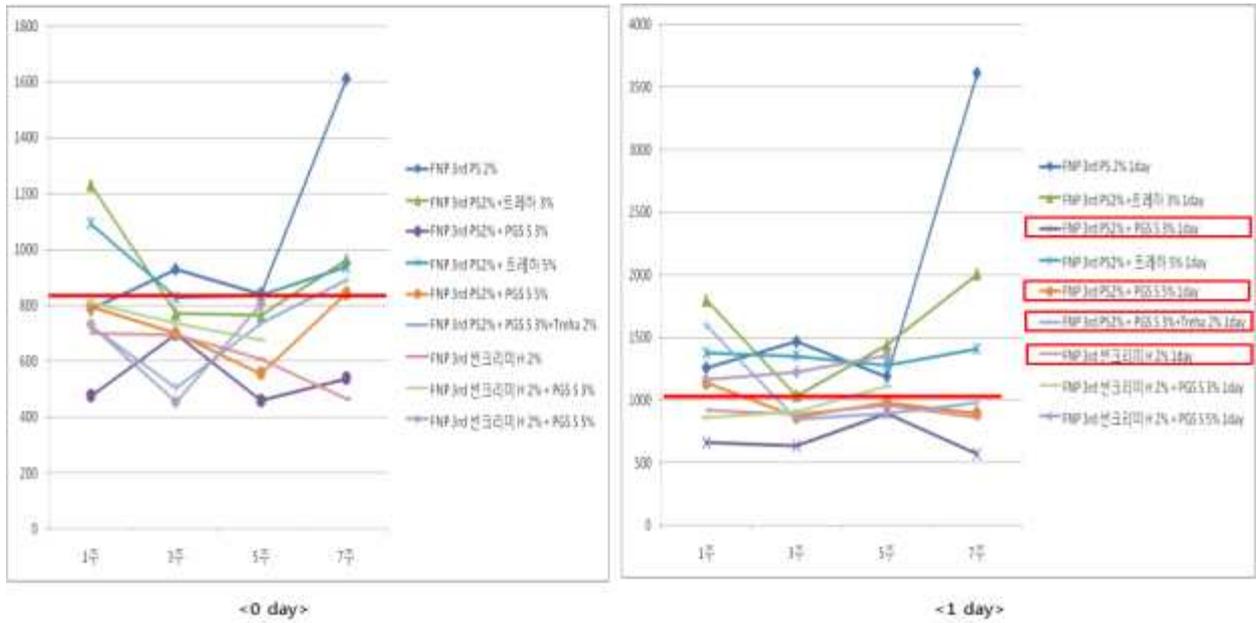


그림 3-1-198. 전분 및 기능성 당류 적용에 따른 냉동기간별 강도 변화

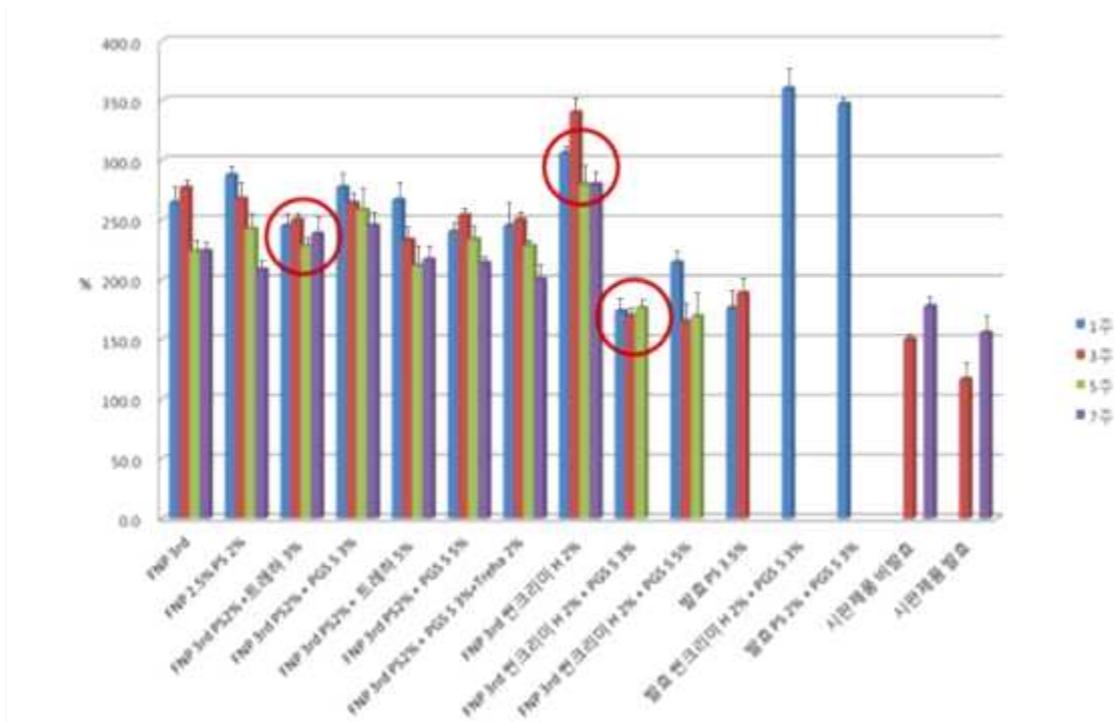


그림 3-1-199. 냉동 기간별 소성 후 제품 부피 증가율 비교

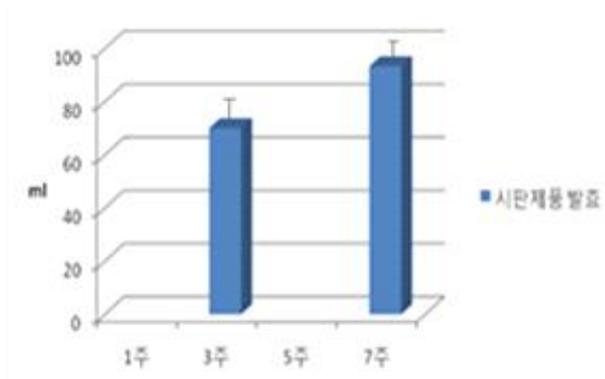


그림 3-1-202. 시판제품 부피(발효)

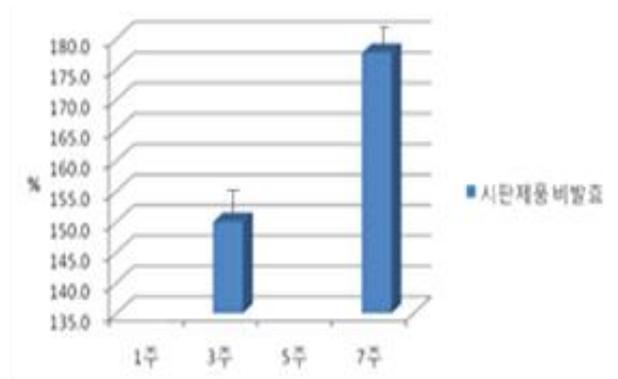


그림 3-1-201. 시판제품 부피증가율(비발효)

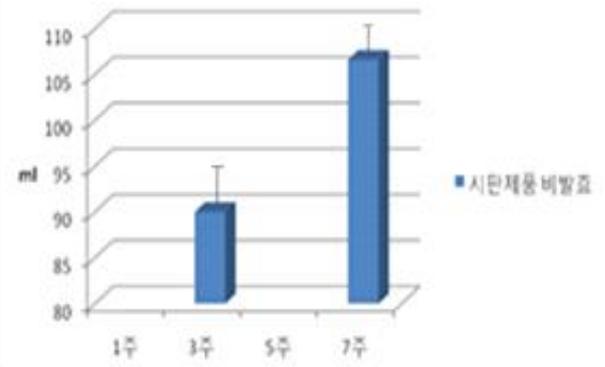


그림 3-1-200. 시판제품 부피(비발효)

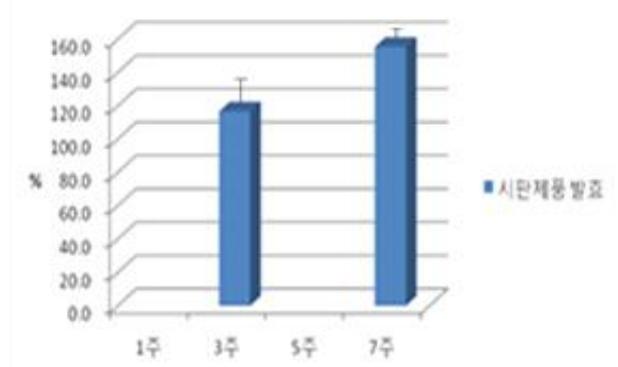


그림 3-1-203. 시판제품 부피증가율(발효)

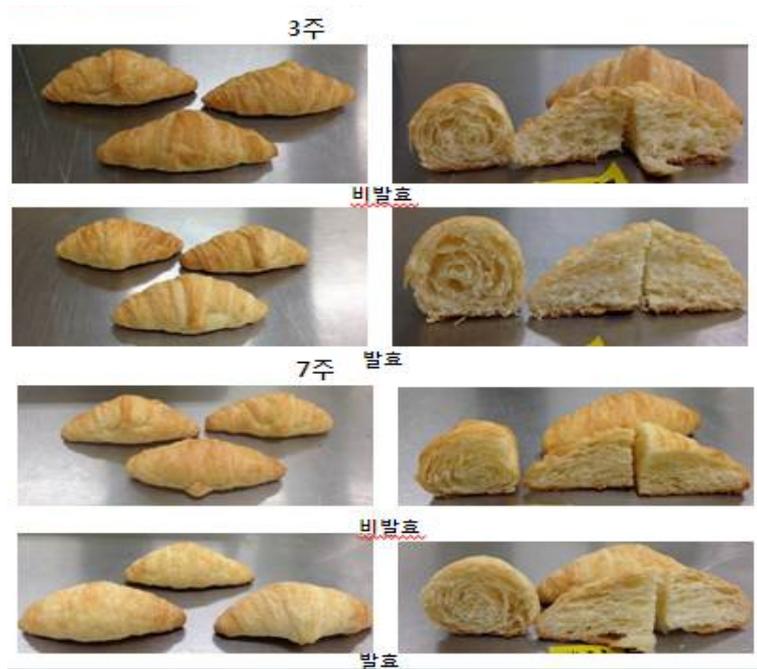


그림 3-1-204. 냉동기간별 크로아상

라. 냉동생지 시제품



그림 3-1-205. 냉동생지(단과자빵) 시제품



그림 3-1-206. 냉동생지(크로아상) 시제품

마. 결론

냉동생지 단과자빵을 제조하여 냉동 기간에 따른 품질을 확인한 결과 변성 전분인 썬믹스 PS, 썬크리미 H 모두 품질 안정성을 부여하며 특히, 썬크리미 H를 3% 적용하였을 때 수분 보유력과 부피감이 우수하였음. 또한 기능성 당류 적용 시, 트레하 5%와 사이코스(엑상, 분말), G3/4 혼합당 중에 G3/4 혼합당을 단순적용하면 노화 안정성을 부여하고 냉동장애를 지연시켜 부피감도 우수한 완제품을 제조할 수 있음을 확인하였음.

냉동생지 크로아상 제조 시, 제니코 생이스트가 적합하였으며 전분과 기능성 당류를 첨가해 냉동생지의 냉해동에 의한 품질변화를 비교한 결과 트레하, PGS S 3% 적용 시 제품 부피 변화 최소화 및 노화 지연 효과가 우수한 냉동생지를 제조할 수 있음.

사. 포장재가 유통기한에 미치는 영향

(1) 현황조사

(가) 베이커리 제품의 유통기한을 연장하는 효과적인 방법은 제품을 온도를 낮추어 냉장하거나 냉동하는 방법임. 판매와 소비의 관점에서는 불편할 수 있지만, 우수하고 신선한 품질의 빵이나 케이크를 원하는 소비자에 의하여 선호됨. 냉동빵의 경우 LDPE 백에 포장되고 냉동 케이크는 종이 박스에 담겨서 OPP나 폴리올레핀계 필름으로 포장되고 있음.

(나) 반죽을 냉동하여 소비자가 가정에서 구워서 먹을 수 있는 제품으로 발효로 부풀린 반죽과 피자 반죽 등이 주로 서구에서 판매되고 있는데 지금까지는 주로 알루미늄을 적층시킨 판지 트레이에 제품을 넣고 PET로 wrap시킨 포장에 사용되었으나 전자레인지의 보급과 함께 알루미늄 증착시킨 PET를 발열체로 사용한 포장에 늘고 있음.

(다) 냉장상태로 유통되는 쿠키용 반죽은 O₂와 CO₂에 차단성이 있는 PVC/PVDC 공중합체의 필름포장에 소시지와 비슷한 형태로 포장됨. 비스킷이나 롤빵용의 반죽은 component can에 포장되어 판매되는데 포장 시에는 완전히 충전하지 않으나 유통 저장 중 발효에 의한 CO₂의 발생으로 반죽이 팽창하여 0.3~1.3 기압의 게이지압을 발생시킴.

(2) 실험방법

(가) 본 연구에서는 냉동빵 저장 실험을 위하여 LDPE 재질 백에 냉동생지를 6개월간 보관하면서 품질 특성을 분석하여, 저장 기간을 연장시킬 수 있는 방안에 대하여 실험을 진행함.

(나) 본 연구를 통하여 개발된 제빵개량제를 활용하였고 이를 상업적으로 시판되는 제빵개량제와 비교함.

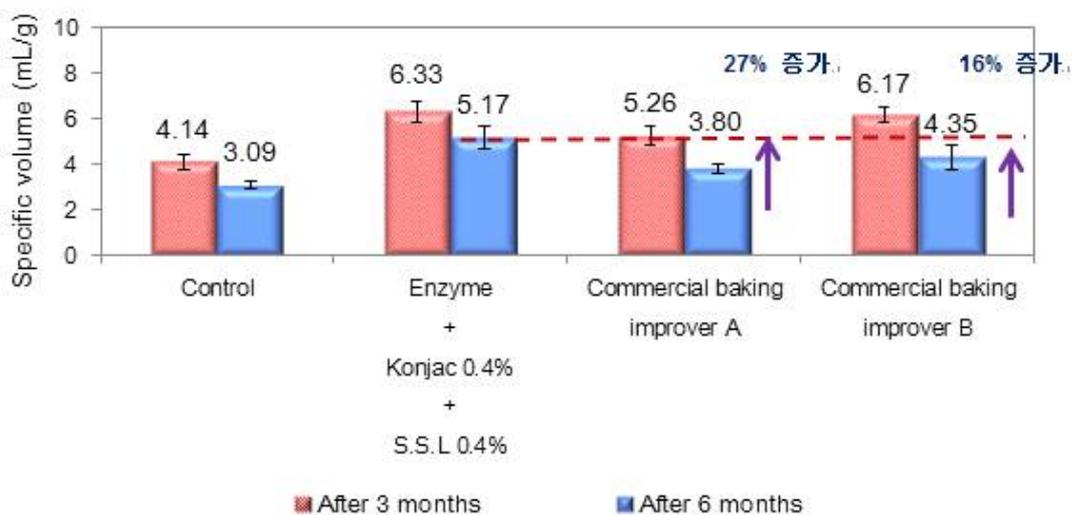


그림 3-1-207. 탈지분유 함량에 따른 냉동생지의 물성 평가

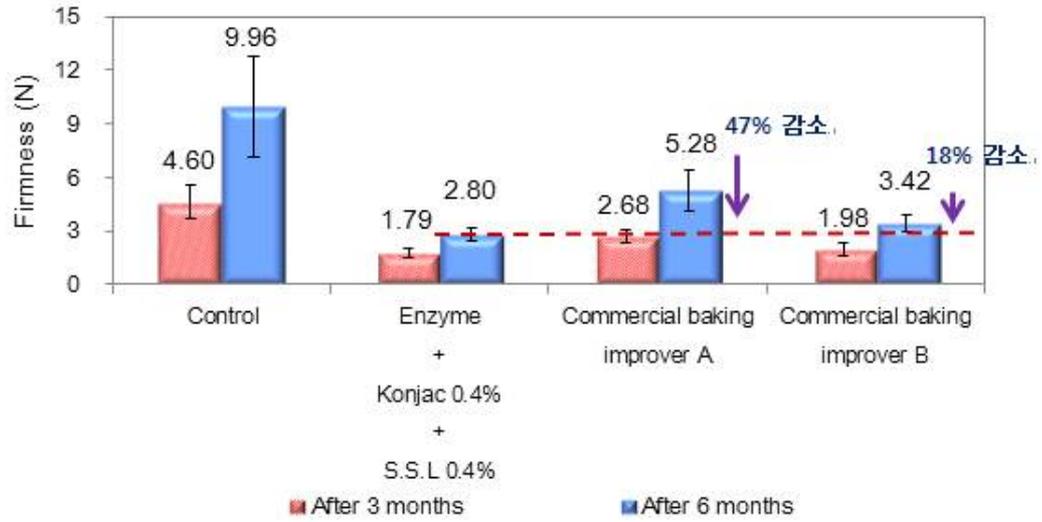


그림 3-1-208. 탈지분유 함량에 따른 냉동생지의 물성 평가

- ① 그 결과, 개발된 제빵개량제를 사용 시 빵의 부피가 현격히 증가하였고, 아울러 부드러운 텍스처 특성을 보여 저장기간이 증가되는 결과됨.

제 2 절 제1협동과제(냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 표준화 기술 개발)

[1년차]: 제과용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발

1. 냉장용 쿠키 생지 제조

가. 제과용 생지의 제조 및 쿠키의 품질 평가

- (1) A.A.C.C 쿠키 제조법을 기초로 하여 냉장용 쿠키 생지를 제조하고 7주간 냉장 보관함. 냉장보관 된 쿠키의 품질저하가 예상되어 이를 보완하기 위해 레시틴(0, 2, 4%), 구아검(0, 0.5, 1%)을 추가로 첨가하여 샘플을 제조하고 비닐팩(LDPE)에 생지 9개씩 냉장보관을 실시함. 품질 변화를 측정하기 위해 생지의 점탄성, 완성된 쿠키의 색도, 경도, 퍼짐성을 측정함.

박력분(g)	설탕(g)	흑설탕(g)	탈지분유(g)	베이킹파우더(g)	소금(g)	쇼트닝(g)	물(g)
225	72	22	2	4	3	110	49

표 3-4-1. 냉장용 쿠키생지 배합비

설탕, 흑설탕, 탈지분유, 소금, 베이킹파우더와 쇼트닝 섞기.

- 키친에이드를 사용하여 3분간 속도 1로 섞어줌. (1분 마다 고무주걱으로 긁어준다)

고과당시럽 용해 및 섞기.

- 1분간 속도 1로 섞어줌.
- 고무주걱을 이용하여 긁어주고 1분간 속도 2로 섞어줌.

밀가루 넣고 섞기

- 2분간 속도 1로 섞어줌. (30초 마다 고무주걱으로 긁어준다)



그림 3-4-1. 냉장용 쿠키생지 제조공정 및 완성된 쿠키생지의 냉장보관 방법

나. 냉장 저장 중 품질지표 3-4 분석 방법 및 결과

(1) 냉장 쿠키 생지의 탄성 측정 표준방법 및 결과

- (가) 냉장 쿠키 생지의 점탄성은 rheometer를 이용하여 0.1~50 Hz 범위에서 0.1% strain으로 frequency sweep test를 진행함. 0.1% strain은 strain sweep test를 통해 구간을 결정함. Serrated plate 위에서 측정하였고 측정온도는 30°C로 세팅한 후 2회 반복 측정하여 평균값으로 탄성을 나타냄. 쿠키 생지의 유변학적 특성 분석을 위하여 냉장보관 된 쿠키를 상온에서 20분간 보관한 후 rheometer를 이용 2회 반복 측정하여 쿠키 생지의 탄성(G')을 측정함.

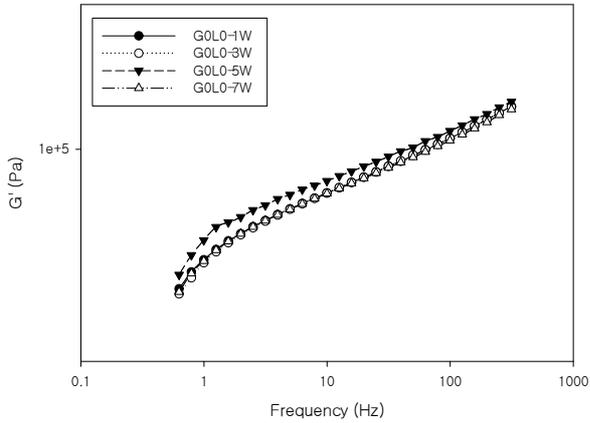


그림 3-4-2. A.A.C.C 제조법으로 제조된 쿠키생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성의 변화

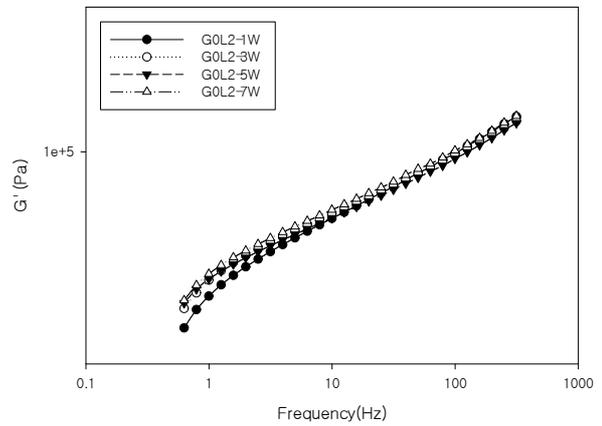


그림 3-4-3. 레시틴 2%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

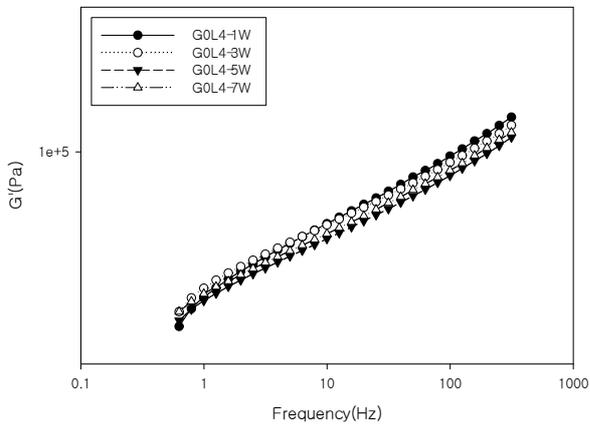


그림 3-4-4. 레시틴 4%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

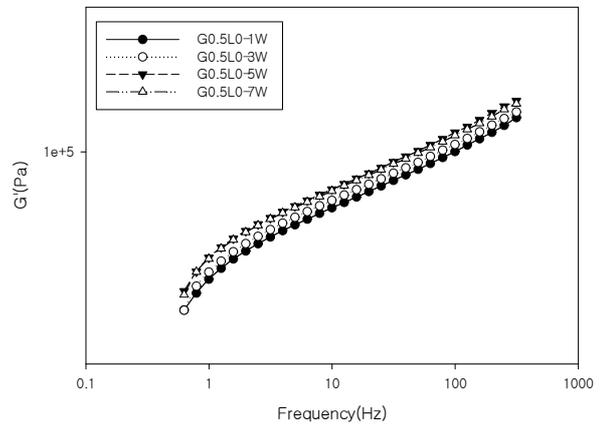


그림 3-4-5. 구아검 0.5%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

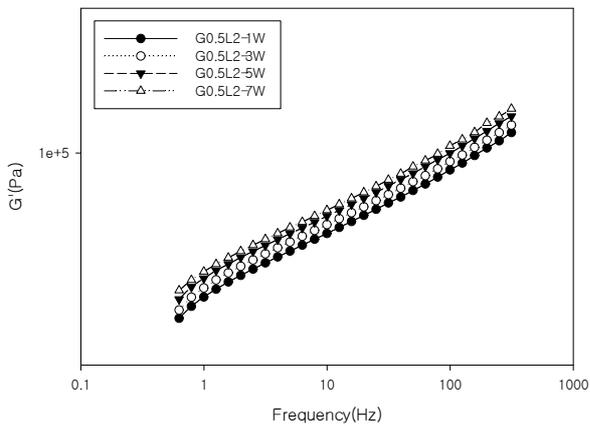


그림 3-4-6. 구아검 0.5%, 레시틴 2%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

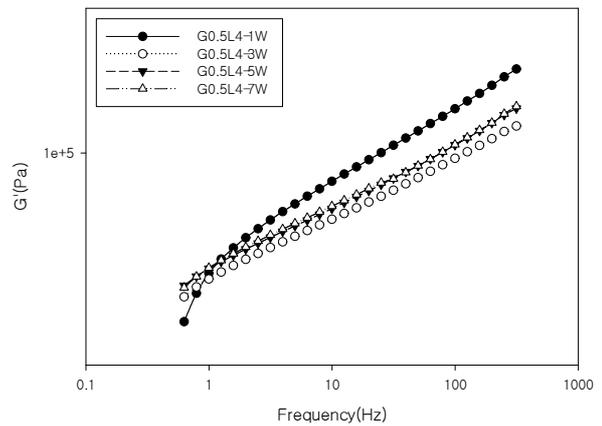


그림 3-4-7. 구아검 0.5%, 레시틴 4%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

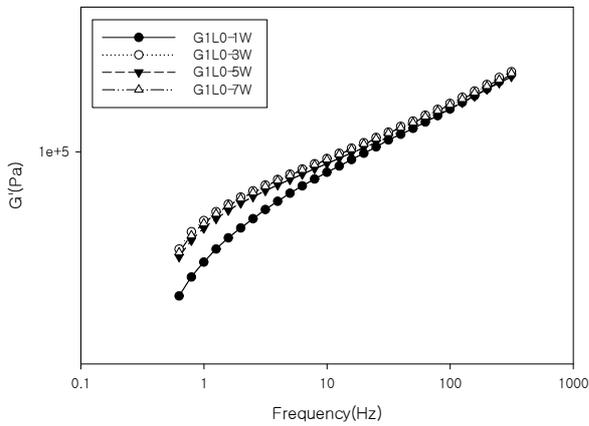


그림 3-4-8. 구아검 1%, 레시틴 0%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

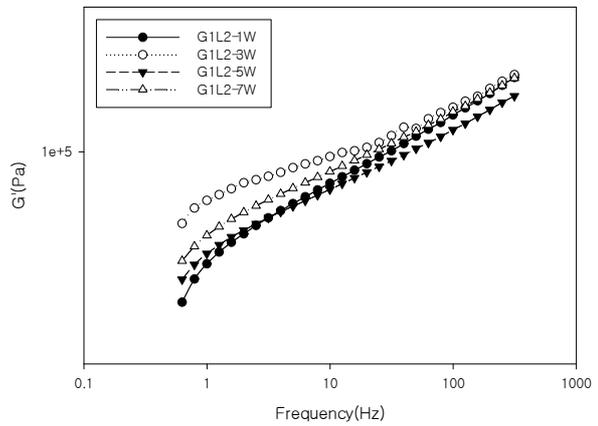


그림 3-4-9. 구아검 1%, 레시틴 2%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

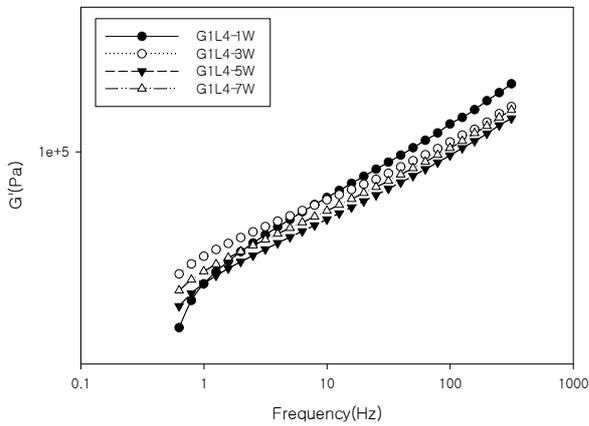


그림 3-4-10. 구아검 1%, 레시틴 4%를 첨가한 쿠키 생지의 냉장보관 기간에 따른 탄성변화

- ① 레시틴(0, 2, 4%) 구아검(0, 0.5, 1%) 모두에서 시간이 지남(1, 3, 5, 7주)에 따라 탄성값이 증가하는 경향을 보였으나 차이가 크게 나타나지는 않음. 레시틴의 함량을 늘릴수록 생지의 탄성값이 감소하고 생지의 탄성이 약해짐에 따라 쿠키의 퍼짐성이 커지는 결과를 나타냄. 구아검은 생지의 탄성에 영향을 거의 미치지 않는 것으로 나타남. 7주간의 냉장보관 상태까지의 생지는 큰 변화 없이 상태가 유지되는 것으로 생각됨.

(2) 냉장 생지로 제조된 쿠키의 경도 측정 표준방법 및 결과

(가) 냉장보관 된 생지를 30분간 상온에서 보관하고 185°C에서 12분간 구워 쿠키를 완성함. 완성된 쿠키를 30분간 상온에서 방치한 후 1시간 동안 데시케이터에서 보관하고 경도를 측정하였음. 쿠키의 경도측정은 texture analyzer를 이용하였고 snapping test 방법으로 측정된 그래프의 피크 값을 경도로 나타내었고 6개의 시료를 측정하여 평균값으로 계산함.

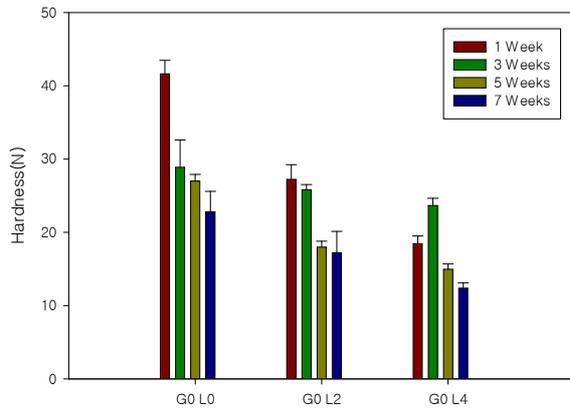


그림 3-4-11. 구아검 0%, 레시틴(0, 2, 4%)의 함량으로 제조한 후 냉장 보관(1~7주)한 생지를 이용하여 구운 쿠키의 경도

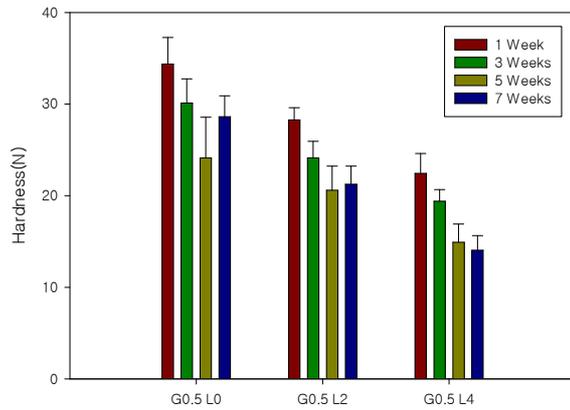


그림 3-4-12. 구아검 0.5%, 레시틴(0, 2, 4%)의 함량으로 제조한 후 냉장 보관(1~7주)한 생지를 이용하여 구운 쿠키의 경도

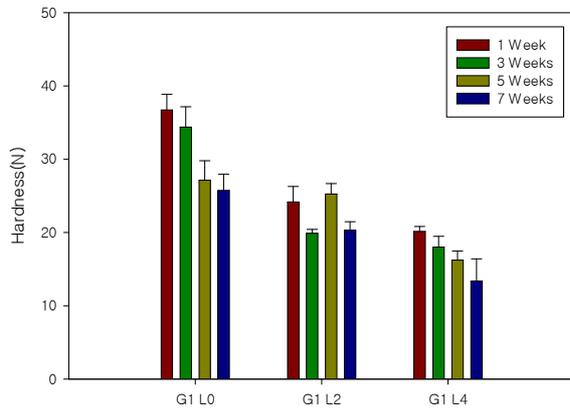


그림 3-4-13. 구아검 0%, 레시틴(0, 2, 4%)의 함량으로 제조한 후 냉장 보관(1~7주)한 생지를 이용하여 구운 쿠키의 경도

① 쿠키의 경도는 레시틴의 함량이 증가할수록 작아지는 경향을 보였으며 4%이상이 첨가되면 경도가 지나치게 낮아져 적합하지 않은 물성을 가짐. 구아검의 경우 0.5%까지는 경도에 큰 영향을 미치지 않았으나 1%에서는 경도가 증가하는 경향을 보임. 이는 냉장보관 상태에서도 같은 현상을 나타내었음. 냉장보관 시간에 따라 쿠키의 경도는 낮아지는 현상을 보였음. 조리 후 적절한 수준의 경도를 유지하기 위한 추가 연구가 필요할 것으로 생각됨.

(3) 냉장 생지로 제조된 쿠키의 퍼짐성 측정 표준방법 및 결과

(가) 쿠키의 퍼짐성 지수는 A.A.C.C 방법(10-50D)을 이용하여 측정하였음. 쿠키 6개를 나란히 수평으로 정렬하여 길이를 측정하고 다시 90°C로 회전시켜 길이를 측정한 후 쿠키 1개에 대한 평균 너비를 구하였음. 쿠키의 높이는 6개를 수직으로 쌓아올려 측정하고 순서를 무작위로 바꾼 후 반복 측정하여 1개의 평균높이를 구하였음. 이를 비로 환산하여 퍼짐성 지수로 나타냄.

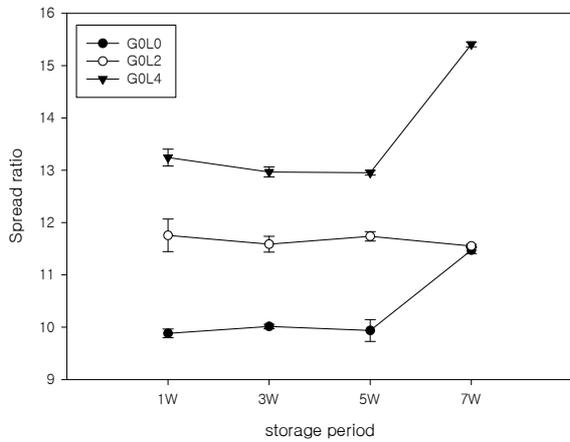


그림 3-4-14. 구아검 0%, 레시틴의 함량(0, 2, 4%)의 변화에 따른 냉장 보관된 생지를 이용하여 구운 쿠키의 퍼짐성 변화

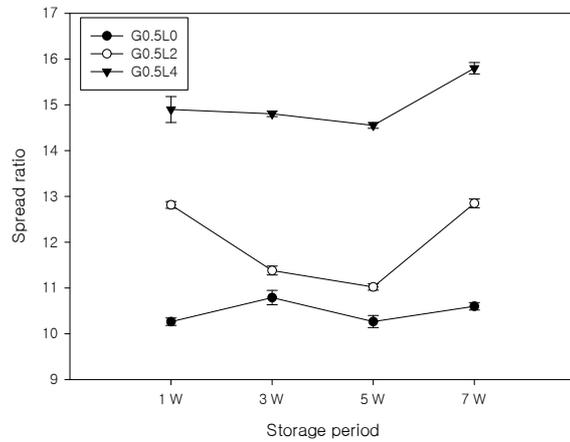


그림 3-4-15. 구아검 0.5%, 레시틴의 함량(0, 2, 4%)의 변화에 따른 냉장 보관된 생지를 이용하여 구운 쿠키의 퍼짐성 변화

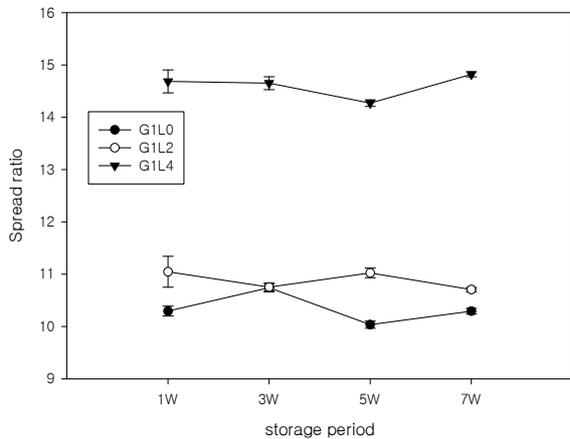


그림 3-4-16. 구아검 1%, 레시틴의 함량(0, 2, 4%)의 변화에 따른 냉장 보관된 생지를 이용하여 구운 쿠키의 퍼짐성 변화

- ① 쿠키의 퍼짐성의 경우 레시틴의 함량이 늘어날수록 증가하였고, 구아검의 함량이 늘어날수록 감소하는 경향을 보였음. Guar gum 0%, Lecithin 0, 2% 시료와 Guar gum 0.5%, Lecithin 0, 2, 4%에서 퍼짐성 지수가 증가하는 경향을 보임. 이는 쿠키의 넓이는 일정하게 유지되지만 높이가 감소하여 퍼짐성 지수가 크게 나타남. 이를 제외한 나머지 시료에서는 저장기간에 따른 퍼짐성의 변화는 나타나지 않음.

(4) 제조된 냉장 생지 쿠키의 색도 측정 표준방법 및 결과

(가) 완성된 쿠키를 30분간 상온에서 보관한 후 쿠키의 가운데 부분을 colorimeter를 사용하여 측정함. 측정값은 Hunter Lab color로 나타내었으며 L(명도), a(적색도), b(황색도)로 각각 나타냄.

표 3-4-2. 구아검 0%, 레시틴함량(0, 2, 4%)의 변화에 따른 냉장 보관된 생지를 이용하여 구운 쿠키의 색도

	L	a	b
G0L0-1w	64.93±1.56	8.62±0.89	27.34±0.18
G0L0-3w	66.07±2.60	6.91±1.47	28.70±0.45
G0L0-5w	66.20±2.16	6.93±0.68	29.09±0.50
G0L0-7w	67.89±3.43	5.39±1.19	30.83±1.01
G0L2-1w	63.27±1.80	8.85±0.53	27.07±0.72
G0L2-3w	63.49±1.99	8.17±0.87	28.96±0.35
G0L2-5w	67.86±1.97	6.55±1.13	28.83±0.64
G0L2-7w	67.3±1.19	6.19±1.31	28.40±0.60
G0L4-1w	61.74±1.76	9.70±1.22	26.26±0.75
G0L4-3w	59.43±2.19	9.93±0.92	26.66±0.39
G0L4-5w	65.13±1.73	8.18±1.68	29.39±0.18
G0L4-7w	63.46±0.83	7.25±0.81	28.72±0.42

표 3-4-3. 구아검 0.5%, 레시틴함량(0, 2, 4%)의 변화에 따른 냉장 보관된 생지를 이용하여 구운 쿠키의 색도

	L	a	b
G0.5L0-1w	65.26±1.91	7.57±0.87	31.27±0.5
G0.5L0-3w	65.96±1.27	7.94±0.68	30.17±0.54
G0.5L0-5w	65.97±3.29	6.23±1.37	28.40±0.77
G0.5L0-7w	66.61±0.90	8.72±0.74	28.05±0.32
G0.5L2-1w	59.56±1.39	9.50±0.55	29.72±0.72
G0.5L2-3w	64.52±1.32	7.88±0.89	27.88±0.57
G0.5L2-5w	66.34±1.11	6.44±0.94	27.74±0.46
G0.5L2-7w	64.41±0.54	8.51±0.54	28.05±0.32
G0.5L4-1w	60.73±2.24	9.26±1.12	28.75±0.85
G0.5L4-3w	60.88±1.59	9.39±0.92	27.18±0.66
G0.5L4-5w	57.33±2.49	9.49±0.75	27.50±0.68
G0.5L4-7w	63.54±1.98	7.84±1.44	28.13±0.38

표 3-4-4. 구아검 1%, 레시틴함량(0, 2, 4%)의 변화에 따른 냉장 보관된 생지를 이용하여 구운 쿠키의 색도

	L	a	b
G1L0-1w	64.54±0.65	8.83±1.02	29.23±0.13
G1L0-3w	67.42±0.86	8.13±1.65	28.41±0.24
G1L0-5w	66.09±2.85	5.85±1.12	28.51±0.86
G1L0-7w	67.78±1.10	7.61±1.08	28.37±0.23
G1L2-1w	63.54±1.11	8.70±0.44	27.32±0.33
G1L2-3w	66.40±1.20	6.97±0.86	29.06±0.65
G1L2-5w	63.62±1.09	8.74±0.57	28.02±0.27
G1L2-7w	67.37±2.15	6.71±1.37	26.94±0.39
G1L4-1w	57.84±3.29	10.75±0.87	26.76±0.26
G1L4-3w	59.69±1.16	9.68±0.48	27.79±0.67
G1L4-5w	61.00±1.53	10.04±1.05	27.60±0.17
G1L4-7w	65.04±1.26	8.37±1.71	26.86±0.38

- ① 쿠키의 색도는 레시틴의 함량이 늘어날수록 명도 값이 감소하고 적색도, 황색도가 증가하였으며 레시틴함량 4%에서는 색이 짙어지는 현상이 나타나 이상적인 쿠키의 색을 나타내지 않았음. 색도 또한 시간에 의한 영향을 받지 않는 것으로 나타남.

(5) 결론

(가) 쿠키를 7주간 냉장보관 하여 품질특성을 측정된 결과 시간에 따른 쿠키의 변화는 생지의 탄성치 증가, 쿠키의 경도 감소를 보였지만 변화의 폭이 크지 않은 것으로 나타

남. 제과용 냉장 쿠키 생지의 제조에 제한사항은 없는 것으로 생각됨. 따라서 일반적으로 쿠키를 제조할 때 품질을 향상시킬 수 있는 인자 및 그의 함량을 그대로 제과용 냉장 생지 제조에 적용하는 것이 적합할 것으로 예상됨. 제과용 냉장생지 측정 방법의 표준화를 통해 제과용 냉장 쿠키 생지의 품질기준을 설정하였으며 쿠키의 대표적인 품질인자로 생지의 탄성, 쿠키의 경도, 퍼짐성, 색도임을 결정함. 향후 통계적 처리를 통해 대표 3-4-품질인자의 확인 및 이를 활용하는 방법에 대한 연구를 진행할 예정임.

2. 제빵용 생지의 배합비 변화를 통한 냉동 생지의 표준 품질 확립

가. 제빵용 생지 제조

(1) 다음 표 3-4-1의 배합비를 이용하여 데니쉬 페이스트리를 제조하였으며 글루텐과 개량제의 함량과 충전용 유지의 종류를 다르게 하여 제조함. 충전용 유지와 첨가제(글루텐, 개량제)의 함량을 달리한 데니쉬 페이스트리 제조를 위하여 모든 재료를 혼합 후, 30분간 1차 냉장(4~5°C) 발효함. 냉장 발효가 끝난 후 반죽을 정사각형으로 밀어 펴고 충전용 유지를 올려 싼 후 3절로 접어 시트를 제조하였으며 제조된 시트 형태의 반죽은 냉장 휴지를 3회 거쳐 총 27겹의 겹을 갖도록 하였음. 최종 두께를 3mm로 하여 가로 10cm, 세로 14cm의 이등변 삼각형으로 자른 후 크로와상 형태로 성형함. 제조된 크로와상 형태의 반죽은 40°C오븐(MA921NGS, LG Electronics Inc., Korea)에 넣은 후, 습한 조건에서 30분 동안 2차 발효를 하고 2차 발효가 끝난 후 165°C에서 15분 동안 굽기 공정을 수행함. 제조된 데니쉬 페이스트리를 충분히 식힌 후 플라스틱 백에 넣어 데시케이터에 보관하였음.

표 3-4-5. 데니쉬 페이스트리 제조 배합비

재료	g		
강력분	1100	반죽	지속, 2분 (가루형재료)
중력분	600		액체(물,계란) 약2-3분, 버터 3분 (반죽 상태에 따라 조정)
설탕	160	냉장 휴지	(1차) 4° C ,5분
버터	50	성형	3절접기 - 1
소금	25	냉장 휴지	(2차) 4° C ,15분
생이스트	80	성형	3절접기 - 2
계란	400	냉장 휴지	(3차) 4° C ,30분
물	650	성형	3절접기 - 3
롤인용 버터	1000	성형	두께 3mm, 밀변 10cm, 높이 14cm 이등변삼각형
*개량제	0/0.5/1.0	발효	40° C, 스팀추가가능
*글루텐	0/3/6		

그림 3-4-17. 데니쉬 페이스트리 제조법>

나. 글루텐, 개량제 함량과 충전용 유지의 종류에 따른 생지 및 완제품의 품질 변화

(1) 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성(G') 표준 측정 방법

(가) 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 측정을 위해 Oscillatory rheometer (AR1500ex, TA instruments, New castle, DE, USA)를 이용하여 strain 0.1%, 30°C, frequency 0.1 ~ 10Hz 범위에서 frequency sweep test를 실시하였음. 데니쉬 페이스트리 생지의 유변

학적 특성을 분석하기 위해 27점의 데니쉬 페이스트리를 제조한 후 냉장 발효(해동) 1시간 30분과 실온 발효 30분 후 측정함.

(2) 충전용 유지의 종류에 따른 데니쉬 페이스트리 완제품의 경도 표준 측정 방법

(가) 데니쉬페이스트리의 경도 측정을 위해 texture analyzer(TMS-Pro, Food Technology Co., Sterling, VA, USA)를 이용하여 시료를 지름2cm의 원통형으로 잘라 높이를 모두 같게 설정하여 texture analyzer에 놓은 후 프로브(probe)를 2번 아래 방향으로 반복 compression test를 실행함. 프로브 지름 5cm, 변화율 50%, 이동속도 30 mm/min로 하여 경도, 조밀성, 씹힘성을 정량화 할 수 있었으며 3회 반복함.

(3) 결과

(가) 측정결과, 탄성을 나타내는 G'값이 클수록 경도(Hardness)가 컸으며 탄성 값과 경도의 상관관계를 보임. 데니쉬 페이스트리의 질감은 도우의 품질 지표로 선정했을 시 탄성 값을 바탕으로 예상이 가능함

① 버터 데니쉬 페이스트리 도우의 탄성 및 경도 측정 결과

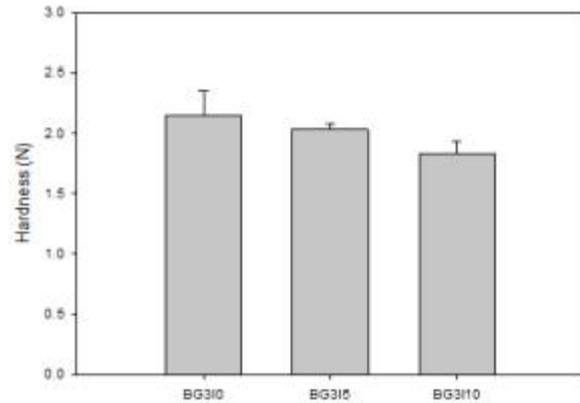
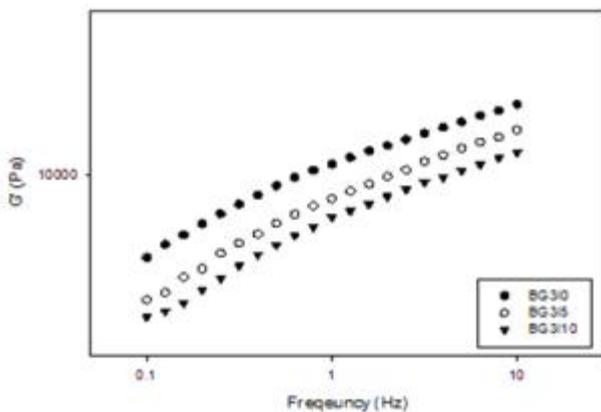


그림 3-4-18. 글루텐 3% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

그림 3-4-19. 글루텐 3% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

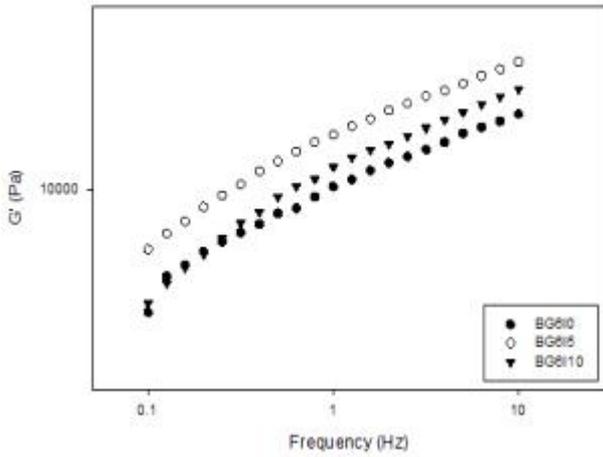


그림 3-4-20. 글루텐 6% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리의 탄성 변화

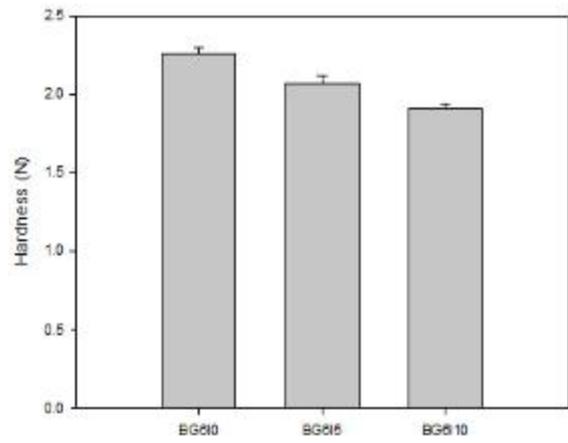


그림 3-4-21. 글루텐 6% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

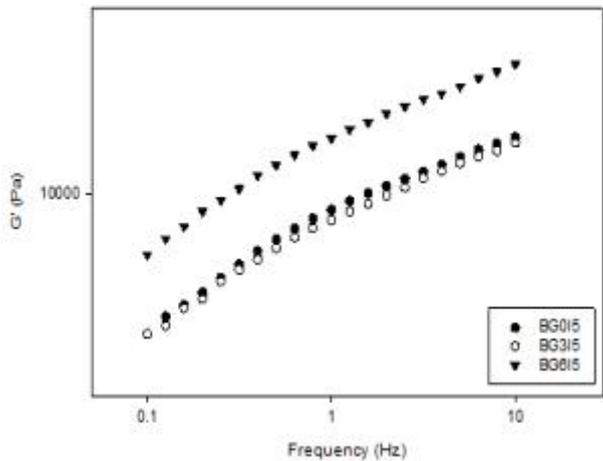


그림 3-4-22. 개량제 0.5% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리의 탄성 변화

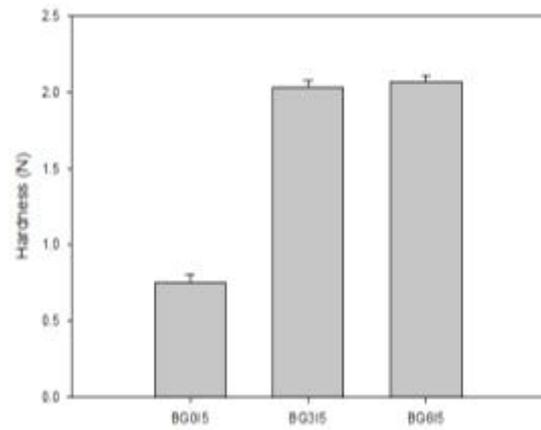


그림 3-4-23. 개량제 0.5% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

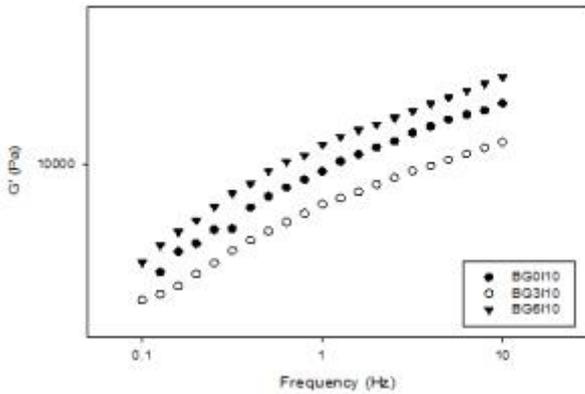


그림 3-4-24. 개량제 1.0% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리의 탄성 변화

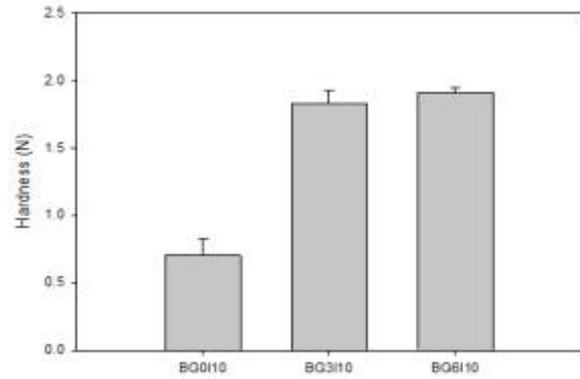


그림 3-4-25. 개량제 1.0% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 버터 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

㉑ 버터를 롤인용 유지로 이용하였을 경우, 글루텐을 3% 첨가하였을 때 추가로 개량제를 첨가하지 않은 도우의 점탄성이 가장 컸음을 보여줌. 글루텐을 6%를 첨가하였을 때 추가로 개량제를 0.5%를 첨가한 도우(BG6I5)의 점탄성이 가장 컸음. 개량제 0.5%를 이용했을 때 글루텐 3%와 0%의 점탄성은 차이가 없으나 글루텐 6%를 첨가하였을 때 G' 값이 매우 커짐. 개량제 1.0%를 이용했을 때 글루텐을 첨가하지 않은 도우의 점탄성이 크게 증가함.

㉒ 마가린 데니쉬 페이스트리 도우의 탄성 및 경도 측정 결과

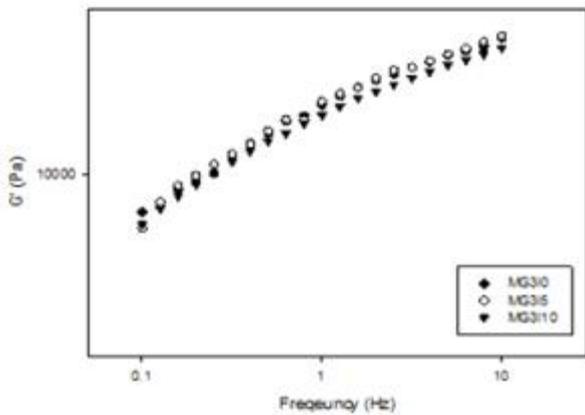


그림 3-4-26. 글루텐 3% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리의 탄성 변화

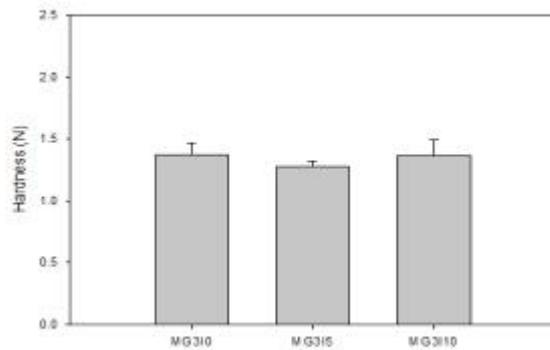


그림 3-4-27. 글루텐 3% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

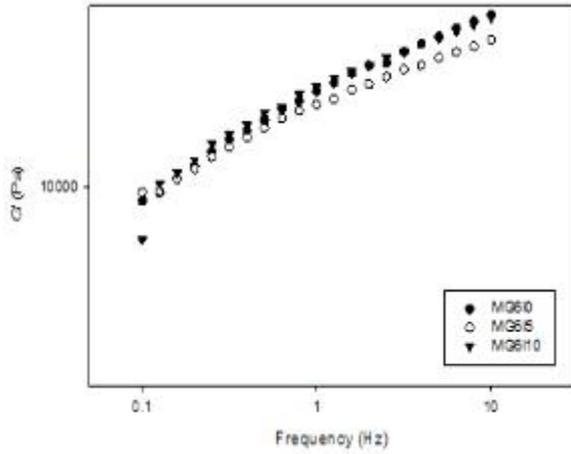


그림 3-4-28. 글루텐 6% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

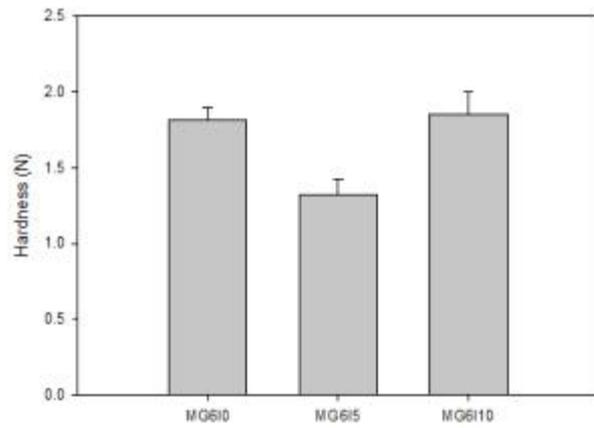


그림 3-4-29. 글루텐 6% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

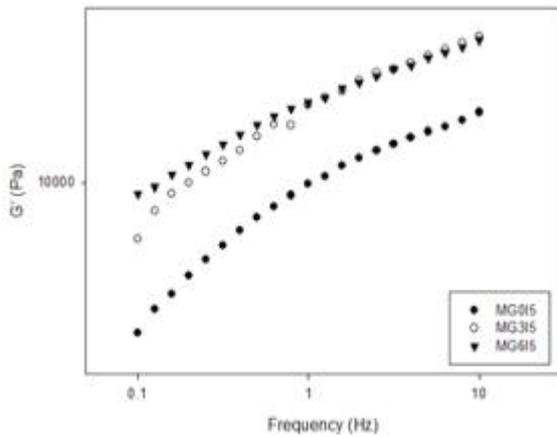


그림 3-4-30. 개량제 0.5% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

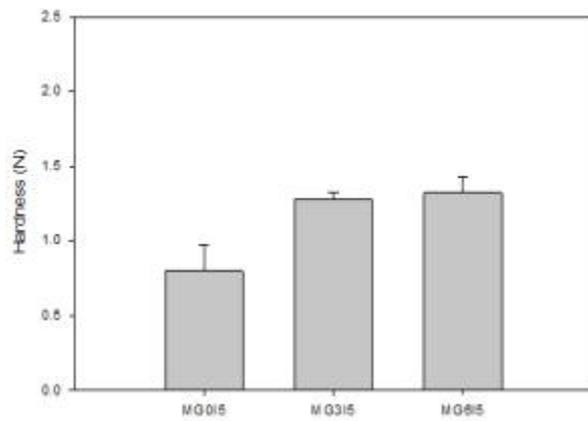


그림 3-4-31. 개량제 0.5% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

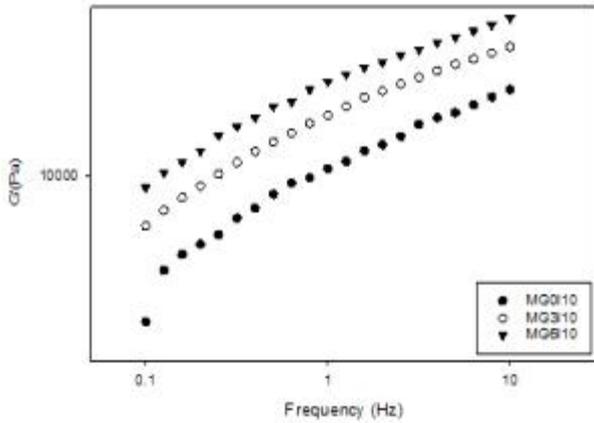


그림 3-4-32. 개량제 1.0% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

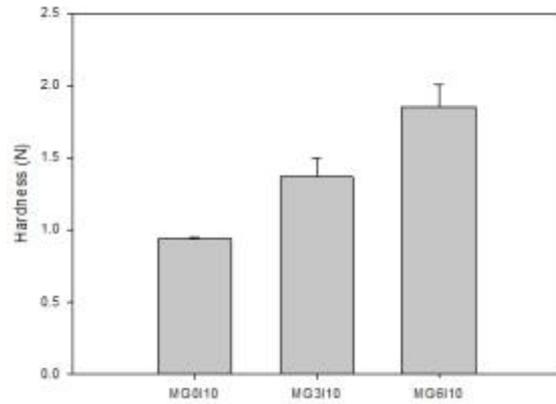


그림 3-4-33. 개량제 1.0% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 마가린 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

㉔ 마가린 패스트리 도우의 경우 개량제 첨가에 따른 탄성 변화가 작음(그림 3-4-10,12). 반면 글루텐 함량에 따라 도우의 점성이 크게 변함 (그림 3-4-14,16). 글루텐 3%와 개량제 0.5%를 첨가한 도우와 글루텐 6%과 개량제 0.5%를 첨가한 도우의 탄성이 유사하지만 1.0%의 개량제를 첨가하였을 때 탄성 값의 차이가 매우 증가함.

② 쇼트닝 데니쉬 페이스트리 도우의 탄성 및 경도 측정 결과

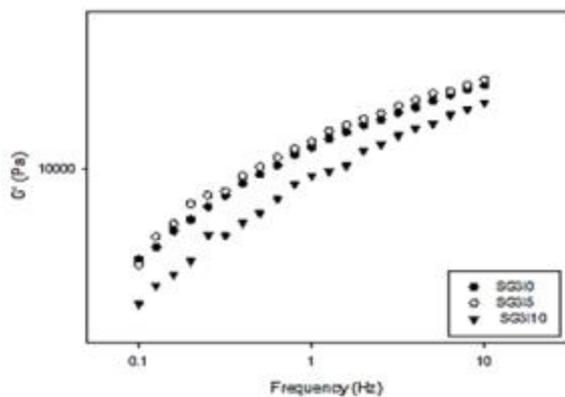


그림 3-4-34. 글루텐 3% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

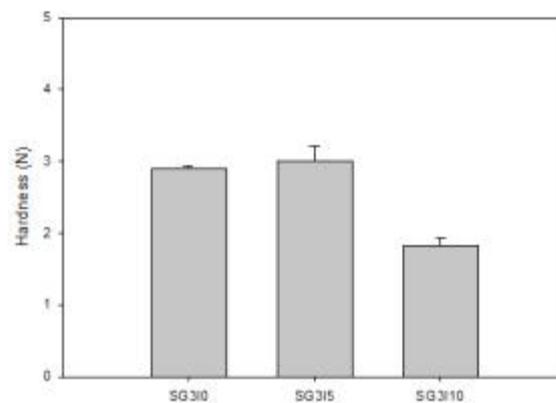


그림 3-4-35. 글루텐 3% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

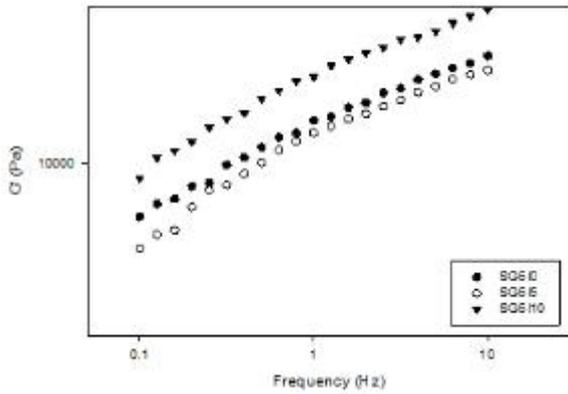


그림 3-4-36. 글루텐 6% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

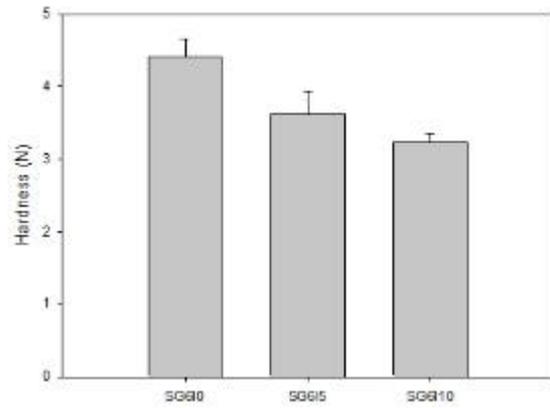


그림 3-4-37. 글루텐 6% 첨가하였을 때 개량제 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

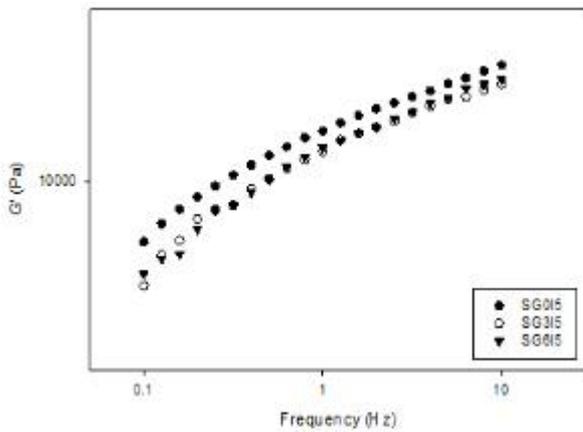


그림 3-4-38. 개량제 0.5% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

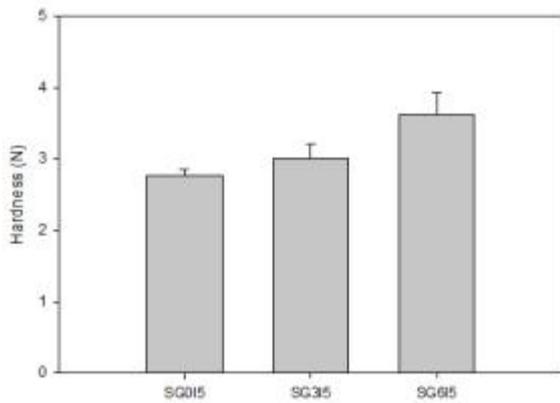


그림 3-4-39. 개량제 0.5% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

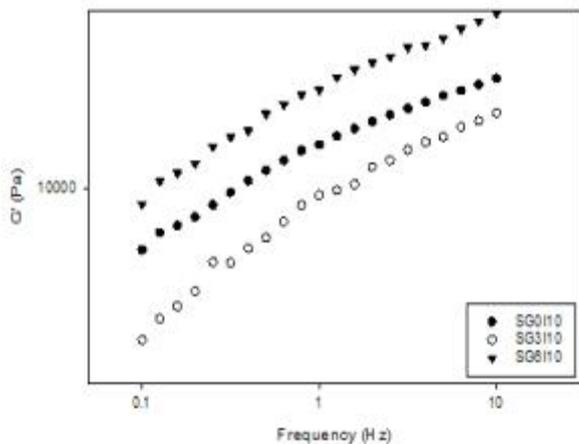


그림 3-4-40. 개량제 1.0% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리 생지의 탄성 변화

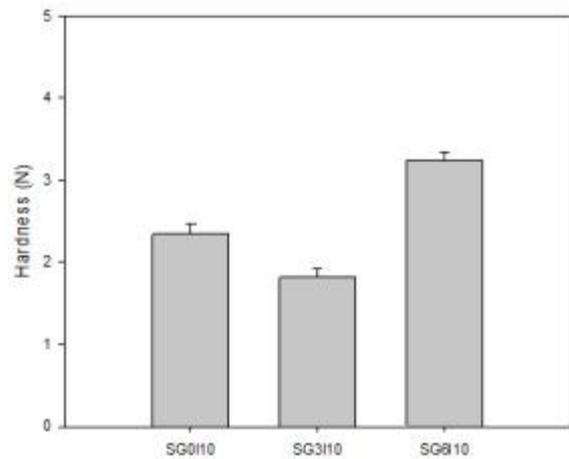
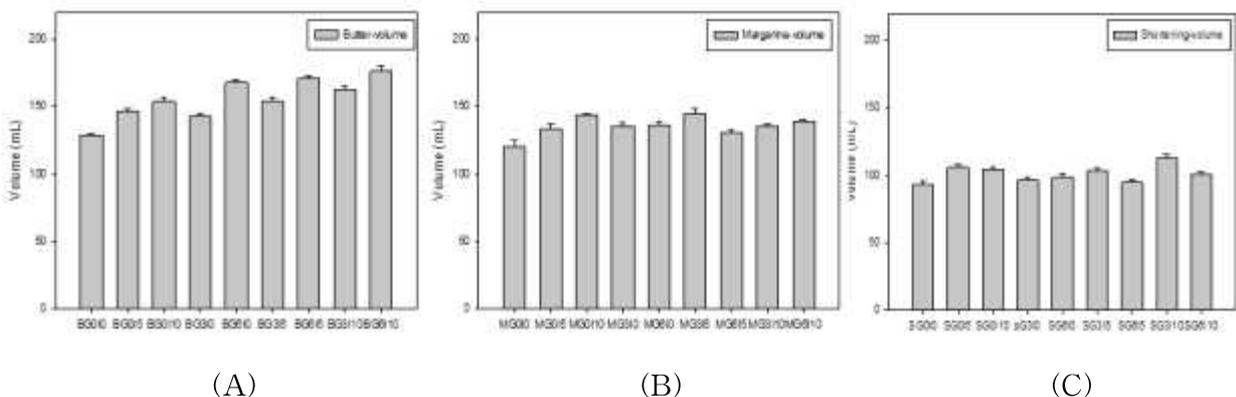


그림 3-4-41. 개량제 1.0% 첨가하였을 때 글루텐 함량에 따른 쇼트닝 데니쉬 페이스트리의 경도 비교

- ㉑ 글루텐 3%를 첨가하였을 때, 개량제를 넣지 않은 데니쉬 페이스트리 도우의 탄성과 개량제 0.5%를 첨가한 데니쉬 페이스트리 도우의 탄성 값(G')의 차이가 거의 없음. 글루텐 6%와 개량제 1.0%를 이용하였을 때 도우의 점탄성이 크게 증가함. 개량제 0.5%를 첨가한 SG0I5, SG3I5, SG6I5 간의 탄성 값 차이가 크지 않았지만 개량제 1.0%를 첨가하였을 때 쇼트닝 데니쉬 페이스트리는 글루텐 함량에 따라 탄성의 크기가 크게 달라짐을 확인.

다. 글루텐, 개량제 배합비 변화에 따른 데니쉬 페이스트리 완제품의 부피 표준 측정 방법 및 결과

- (1) 부피측정기(Volscan profiler, Stable Micro System, UK)를 이용하여 수직 스캔 간격 0.5mm로 상온(25°C)에서 3회 반복 측정하여 mL 단위로 나타냄.



<그림 3-4-42. 충전용 유지 별, 개량제와 글루텐 함량에 따른 부피 변화>

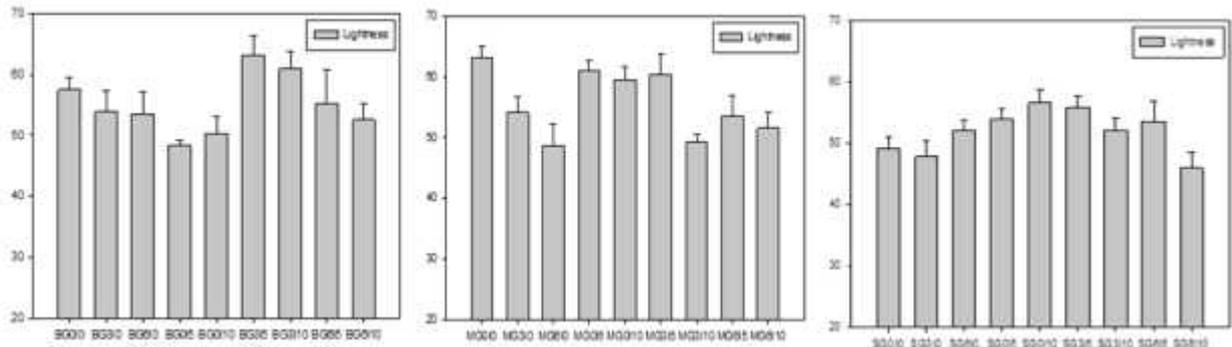
(A: 버터 데니쉬 페이스트리, B: 마가린 데니쉬 페이스트리, C: 쇼트닝 데니쉬 페이스트리)

(가) 생지의 무게 40g을 동일 시 하였으며 버터 데니쉬 페이스트리의 부피는 128.6 ± 0.8

mL를 나타냈으며 마가린, 쇼트닝 데니쉬 페이스트리의 부피는 각각 120.4 ± 4.7 , 93.0 ± 2.5 mL를 나타냈음. 버터 데니쉬 페이스트리(BG0I0)와 마가린 데니쉬 페이스트리(MG0I0)는 유의수준 0.05수준에서 유의적 차이가 없었으며 쇼트닝 데니쉬 페이스트리의 경우 가장 부피가 작게 나타나는 것으로 관찰됨. 대체적으로 개량제 함량과 글루텐 함량이 많을 수록 부피가 증가하였으며 증가 폭은 쇼트닝 데니쉬 페이스트리에서 가장 작게 관찰됨

라. 글루텐, 개량제 함량과 유지의 종류 변화에 따른 데니쉬 페이스트리 완제품의 표면색도 측정 결과

(1) 데니쉬 페이스트리의 표면 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 데니쉬 페이스트리의 중앙 부위를 6회 반복 측정하여 표면 색도를 측정함. 표면 색도는 Hunter 체계에 의하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타냄

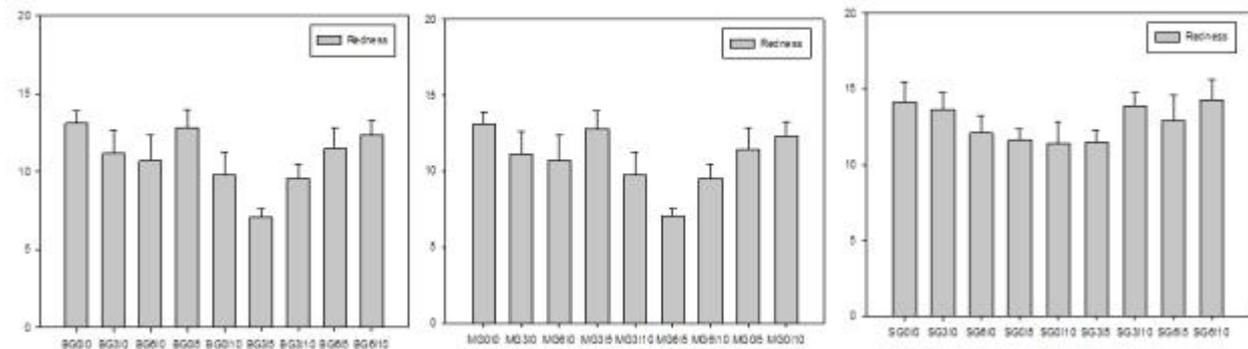


(A-1):버터

(B-1):마가린

(C-1):쇼트닝

그림 3-4-43. 유지의 종류, 글루텐과 개량제 함량에 따른 데니쉬 페이스트리의 표면 명도 비교



(A-2):버터

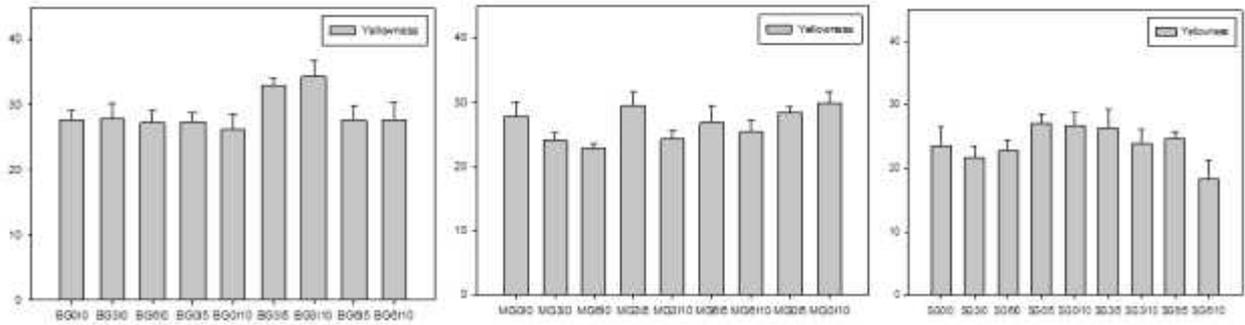
(B-2):마가린

(C-2):쇼트닝

그림 3-4-44. 유지의 종류, 글루텐과 개량제 함량에 따른 데니쉬 페이스트리의 표면 적색도 비교

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

(가) 대체적으로 마가린을 이용했을 때 명도가 가장 크게 나왔으며 쇼트닝을 이용하였을 때 가장 어두운 색상을 나타냄. 반면 버터 데니쉬 페이스트리와 마가린 데니쉬 페이



(A-3):버터 (B-3):마가린 (C-3):쇼트닝
 그림 3-4-45. 유지의 종류, 글루텐과 개량제 함량에 따른 데니쉬 페이스트리의 표면 황색도 비교

표 3-4-6. 유지의 종류에 따른 데니쉬 페이스트리의 표면색도 비교

Fat type	L(lightness)	a(Redness)	b(Yellowness)
Butter	57.53 ± 2.01a	13.10 ± 0.76b	27.74 ± 1.35a
Margarine	63.13 ± 1.84b	9.52 ± 0.95a	28.43 ± 2.66a
Shortening	49.15 ± 1.77c	14.10 ± 1.39b	23.54 ± 2.92b

스트리 간의 표면 색도에서는 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값에서는 유의수준 0.05에서 차이를 보이지 않음.

[2년차]: 제병용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발

1. 냉동용 백설기 생지 제조

가. 제병용 백설기 생지의 제조

(1) 멥쌀가루(농심미분, 떡용 5호) 100 g 당 소금(CJ, 천일염) 1.3 g, 물 60 g(쌀가루 함량 대비 60%) 또는 65 g(쌀가루 함량 대비 65%)을 첨가하여 섞어준 후 체에 내리는 과정을 두 번 반복하여 찌기 전에 설탕 18 g을 넣어 가루가 뭉치지 않도록 고르게 퍼준 후 일정한 크기의 틀(가로 4.5 cm, 세로 4.5 cm, 높이 4 cm 의 정사각형 모형)에 담아 6, 8, 10분 간 스팀 공정을 적용하였음.

(가) 예비 실험 결과, 가수율이 55%이하인 경우 떡이 완전히 호화 되지 않아 적절하지 않은 품질을 가지는 것을 확인하였음. 가수율을 60, 65%로 나누어서 백설기를 제조하였으며 떡을 호화 시키는데 최소 6분 이상의 스팀시간이 필요하였음.

(나) 가수율 변수에 따른 스팀 온도 변화 profile을 비교하기 위해 백설기 중앙의 온도를 측정하였음. 측정결과 가수량에 따라 최대온도는 W55의 경우 100.9±0.2℃, W60의 경우 101.4±0.3℃, W65의 경우 101.0±0.2℃을 나타냈으며 100℃에 도달한 지점으로부터 6, 8, 10분간 백설기를 찌고 30분간 상온에서 식힌 후 백설기의 질감을 측정하였음.

나. 주요 품질 인자(가공공정, 가수량)에 따른 백설기의 품질 평가

(1) 가공공정과 가수량 변화에 따른 백설기의 표면 색 비교

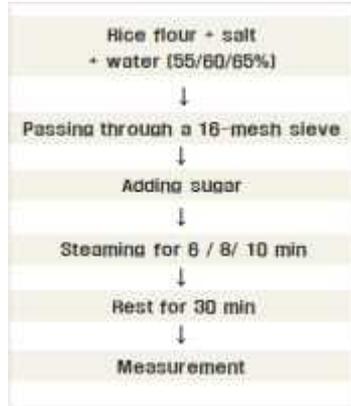


표 3-4-7. 가수량과 스팀시간 변수에 따라 제조된 백설기 sample

가수량 (%) \ 스팀 시간 (분)	60	65
6	W60_S6	W65_S6
8	W60_S8	W65_S8
10	W60_S10	W65_S10

그림 3-4-46. 떡(백설기, 인절미) 제조에 쓰인 전기 찜기, 그림 3-4-47. 백설기 제조 과정

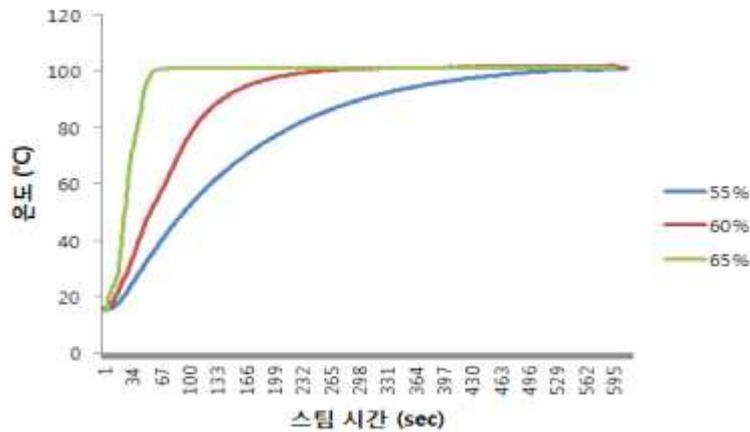
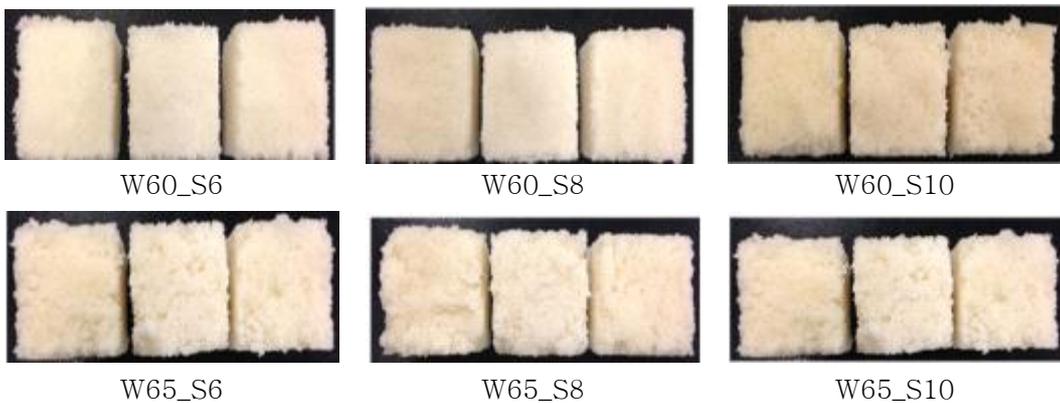


그림 3-4-48. 스팀공정 중 가수량 변화에 따른 백설기의 중앙 온도 profile 비교

표 3-4-8. 스팀시간과 가수율을 다르게 적용한 백설기 모양 및 표면 색 비교



(가) 가수율이 60%, 스팀시간이 10분 이상일 경우 상대적으로 노란빛을 띄었으며 가수율이 65% 이상의 백설기를 제조할 경우 일정한 모형을 유지하기 어려웠으며 가수율이 60%, 스팀시간이 8분 이상 적용된 백설기가 가장 좋은 품질을 가질 것으로 예상되었음.

(2) 가공공정과 가수량 변화에 따른 백설기의 질감 비교

(가) 제비용 제품의 텍스처 특성 중 경도와 부착성의 변화가 저장 중 품질 유지에 중요한 요인임을 확인하여 다음과 같이 주요 품질 인자의 변수에 따른 백설기의 경도와 부착성을 나타내었음.

(나) 같은 스팀 공정 시간을 적용한 경우 가수량이 증가할수록 경도가 증가하는 경향을 나타내었음. 제조된 백설기의 compression test를 실시한 결과, 가수율 65% 이상의 백설기의 경우 쌀 입자 사이에 수분이 상대적으로 많이 분포되어 있어 더 큰 경도 값과 작은 부착성을 나타낸 것으로 생각됨.

(다) 반면, 가수율이 65% 이상 첨가하여 제조된 백설기는 스팀 공정 시간이 길어질수록 경도는 줄어들었지만 스팀시간이 6분인 경우 부착성이 가장 큰 것으로 나타났음. 이로써 65% 이상의 가수율을 적용하였을 때 백설기의 질감은 씹기에 큰 경도를 가지며 물 분자와 쌀 입자 간에 골고루 분포되지 않아 모형이 일정하지 않고 뭉치는 형태를 가지므로 부적합한 결과를 갖는 것으로 생각됨.

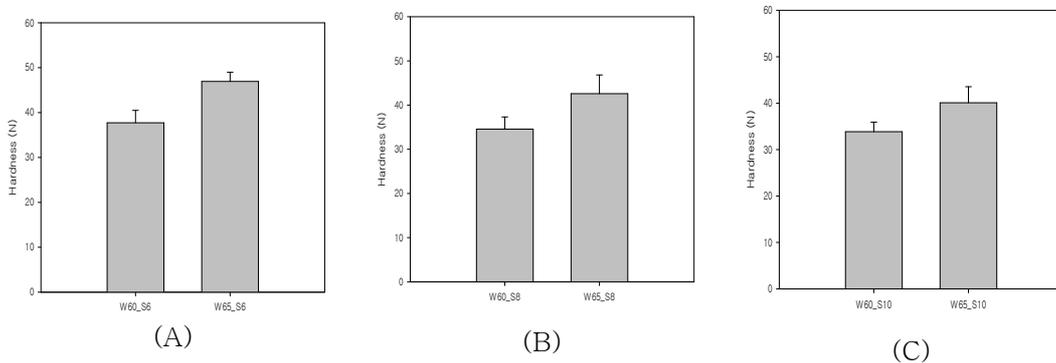


그림 3-4-49. 가수율 변수에 따른 백설기의 경도 비교 (스팀시간 별 비교)
(A) : 6분, (B) : 8분, (C) : 10분

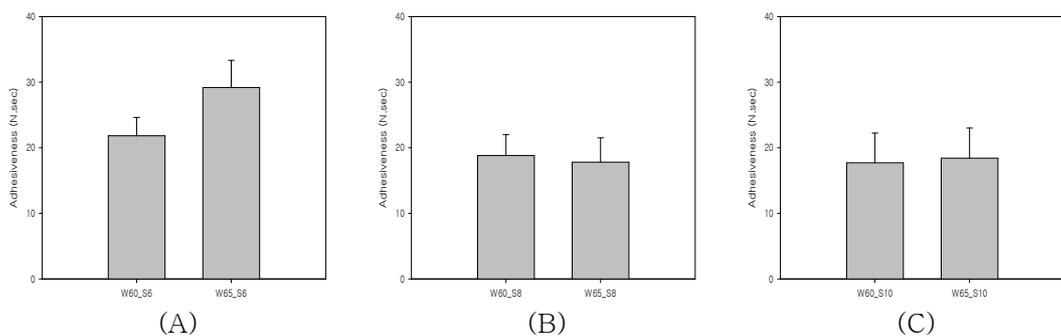


그림 3-4-50. 가수율 변수에 따른 백설기의 부착성 비교 (스팀시간 별 비교)
(A) : 6분, (B) : 8분, (C) : 10분

다. 해동 후 저장 기간 중 백설기의 품질 변화

(1) 냉동용 백설기 생지를 제조하기 위해 -40 °C에서 40분간 급속 냉동 처리 후 -20 °C에서

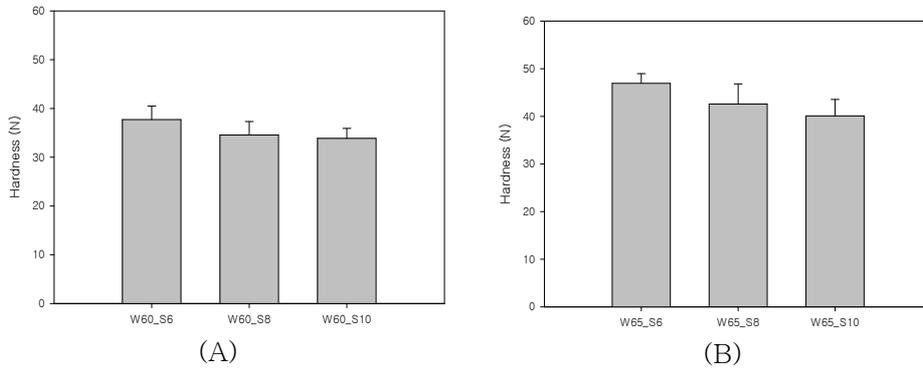


그림 3-4-51. 스팀시간 변수에 따른 백설기의 경도 비교 (가수율별 비교)

(A) : 가수율 60%, (B) : 가수율 65%

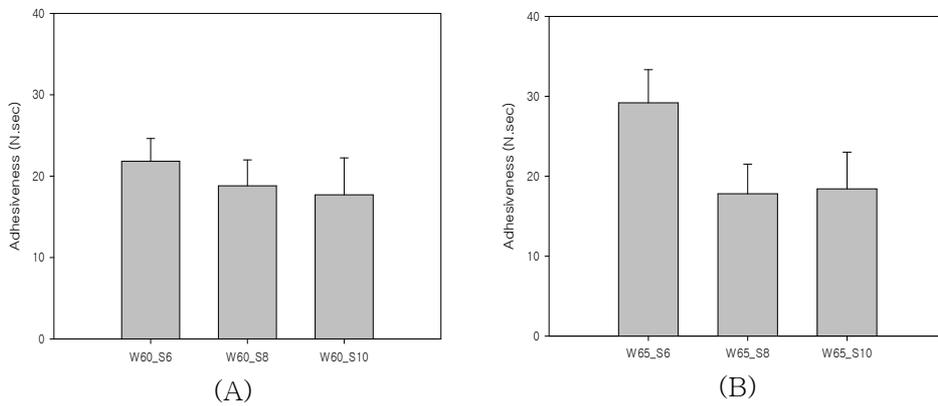


그림 3-4-52. 스팀시간 변수에 따른 백설기의 부착성 비교 (가수율별 비교)

(A) : 가수율 60%, (B) : 가수율 65%

0 - 4주간 냉동 보관하였음.

(가) 재증숙(재가열)

- ① 냉동 보관 기간 후 재증숙으로 처리한 후 경도 측정 결과, 0 - 1 주간 경도의 큰 증가 폭을 보이지 않았지만 4주 냉동 후 재증숙 해동한 결과, 스팀시간을 길게 처리한 백설기의 경우 변화율이 매우 작았지만 스팀을 6분 적용한 백설기의 경도 변화는 매우 컸음.

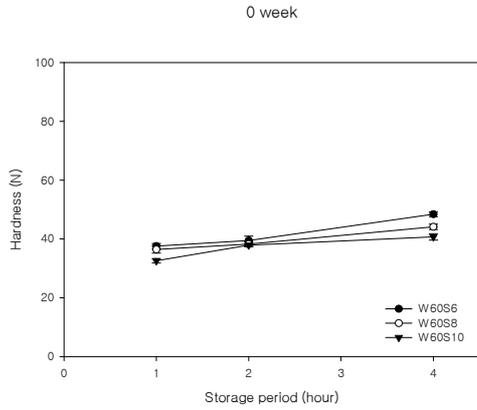


그림 3-4-53. 0주(하루) 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 재증속(해동) 처리한 백설기의 경도 변화

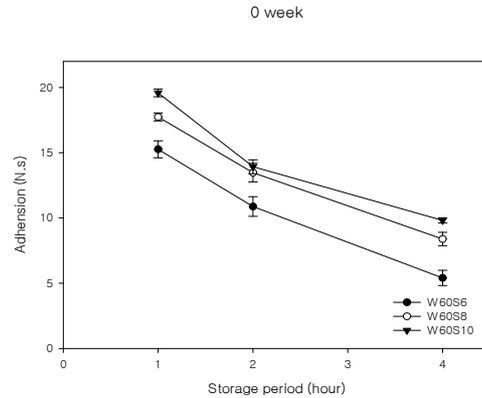


그림 3-4-54. 0주(하루) 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 재증속(해동) 처리한 백설기의 부착성 변화

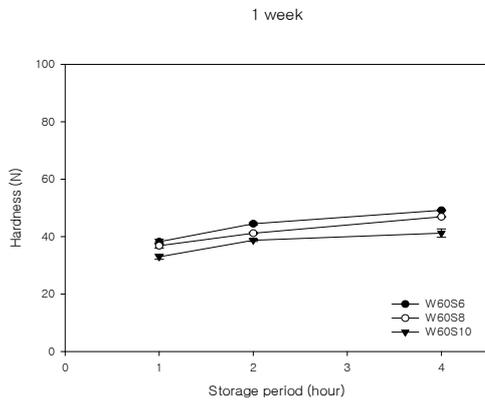


그림 3-4-55. 1주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 재증속(해동) 처리한 백설기의 경도 변화

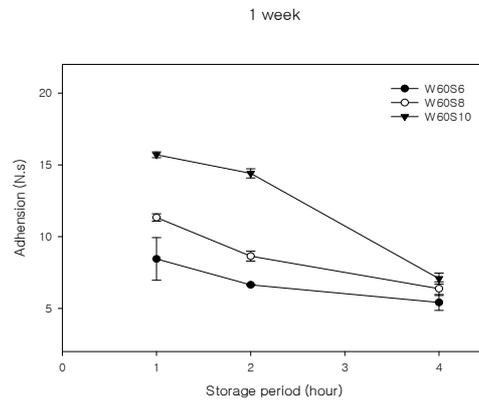


그림 3-4-56. 1주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 재증속(해동) 처리한 백설기의 부착성 변화

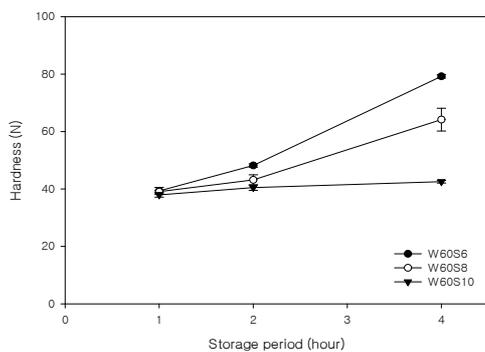


그림 3-4-57. 4주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 재증속(해동) 처리한 백설기의 경도 변화

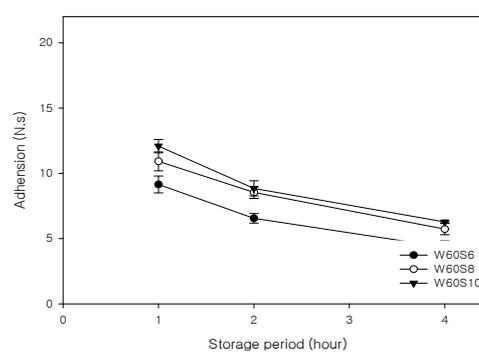


그림 3-4-58. 4주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 재증속(해동) 처리한 백설기의 부착성 변화

② 경도의 변화폭에 비해 부착성의 변화율은 상대적으로 컸음을 확인하였음. 재증속 해동 후 냉동 보관 1주 이상, 상온에서 4시간 해동 한 결과, 스팀공정 시간에 관계없이 Adhesion값이 10 N.s 보다 작았으며 상온 보관 기간이 길어지고 스팀공정 시간이 짧아

질수록 그 감소변화율이 매우 컸음을 나타내었음.

- ③ W60S10의 경우 하루 동안 냉동 보관 후 재증숙 하였을 때 냉동하지 않은 백설기의 부착성과 차이가 없었지만 냉동 보관, 상온저장 기간이 길어짐에 따라 부착성 감소율이 증가하였음.

(나) 상온해동

- ① 재증숙으로 해동 처리한 백설기보다 상온해동으로 처리한 백설기는 상대적으로 높은 경도 값을 보였음. 또한 스팀시간에 따른 경도 차이가 매우 컸으며 해동 후 보관 기간에 따른 경도 증가율은 매우 높았음. 가수율 60%로 제조한 백설기의 경우 스팀시간이 길어질수록 상온보관 후 경도 값이 매우 커짐을 확인하였으며 4주 냉동 보관, 해동 후 상온 보관 4시간이 경과한 백설기의 경도 측정 결과, W60S6의 경도 80.50 ± 2.10 N, W60S8의 경도 87.97 ± 1.50 N, W60S10의 경도 96.25 ± 3.18 N를 보였음.

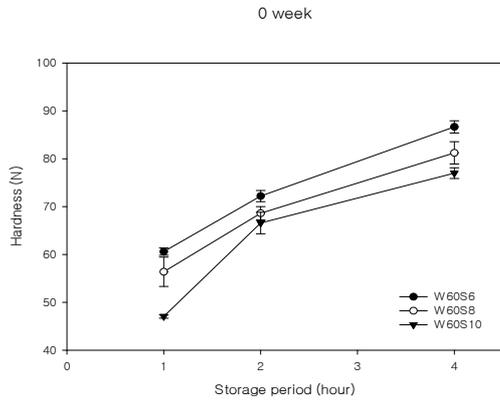


그림 3-4-59. 0주(하루) 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 상온해동 처리한 백설기의 경도 변화

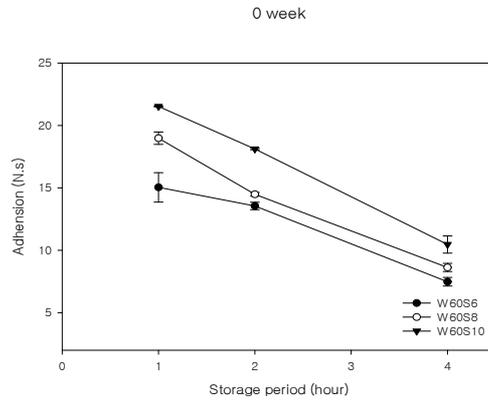


그림 3-4-60. 0주(하루) 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 상온해동 처리한 백설기의 부착성 변화

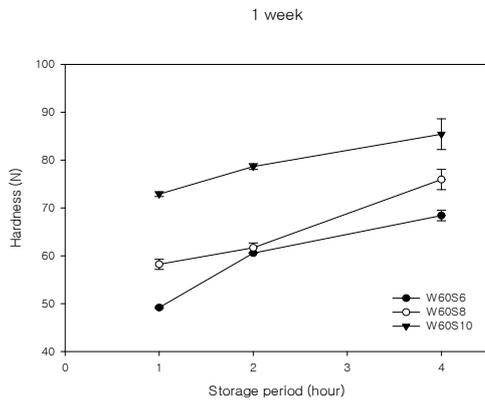


그림 3-4-61. 1주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 상온해동 처리한 백설기의 경도 변화

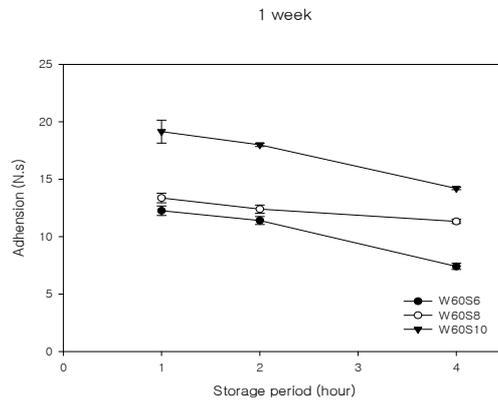


그림 3-4-62. 1주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 상온해동 처리한 백설기의 부착성 변화

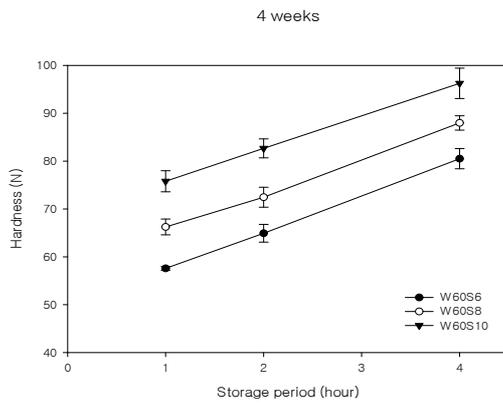


그림 3-4-63. 4주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 상온해동 처리한 백설기의 경도 변화

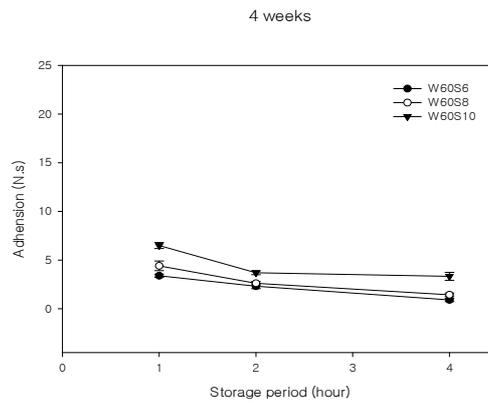


그림 3-4-64. 4주 냉동 보관 후 상온 저장 기간에 따른 상온해동 처리한 백설기의 부착성 변화

㉔ 냉동 보관 및 상온 해동 처리를 한 백설기의 부착성은 스팀시간이 길어질수록 큰 값을 가지며 냉동 보관 기간이 길어질수록 스팀시간 적용 시간에 따른 부착성 차이는 점차

작아지는 것을 확인하였음.

- ㉔ 4주 이상 냉동 보관 시 스팀시간 변수에 따른 차이가 줄어들어 장기간 냉동 보관 및 유통할 경우 스팀시간에 따른 부착성 차이가 없을 것으로 예상되었음.(그림 3-4-19)

2. 냉동용 인절미 생지 제조

가. 제병용 인절미 생지의 제조

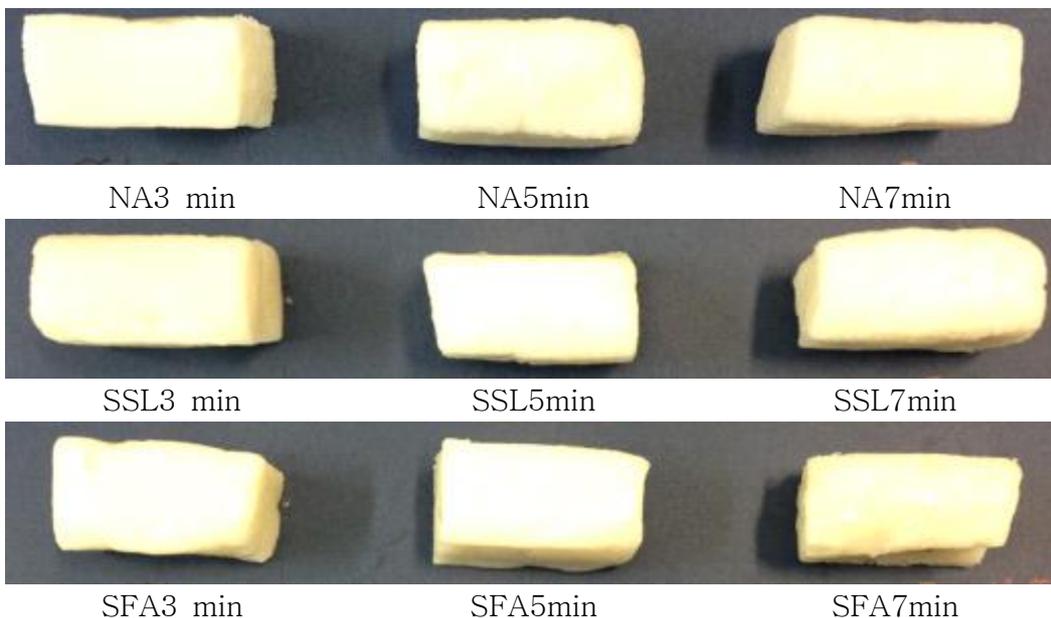
- (1) 찹쌀가루(농심미분) 600 g 당 소금(CJ, 천일염) 7.8 g, 물 360 g을 첨가하여 섞어준 후 전기 steamer에 8분간 쪄 후 떡 편칭기 KM 97, Kyung Chang Precision, Seoul, Korea)에 익은 찹쌀 도우와 설탕 18 g을 넣어 1 Kw의 일정한 power로 3, 5, 7분간 나누어 편칭 공정을 적용함.
- (2) 인절미 제조에 사용된 유화제 중 액체 타입인 Propylene glycol(PG)는 물에 용해된 상태로 첨가되었으며 가루 타입인 Sucrose esters of fatty acid(SFA)와 Sodium stearyl lactylate(SSL)은 쌀가루, 소금과 섞어 쌀가루 함량 대비 0.5%의 비율로 첨가되었음.



그림 3-4-65. 인절미 제조를 위해 사용된 떡 편칭기

나. 주요 품질 인자(편칭시간, 유화제 종류)에 따른 인절미의 품질 평가

- ① 가공공정과 유화제 종류에 따른 인절미의 표면 색 비교





PG3 min

PG5min

PG7min

그림 3-4-66. 가공공정과 유화제 조류에 따른 인절미 표면색 비교

㉔ 결보기의 색으로는 유화제 종류별, 펀칭 시간별 차이가 없었음. 제조된 인절미는 가로 4.5 cm, 세로 4.5 cm, 높이 4 cm 의 직육면체 모형으로 잘라 질감 측정에 사용되었음.

㉕ 가공공정과 유화제 종류에 따른 인절미의 질감 비교

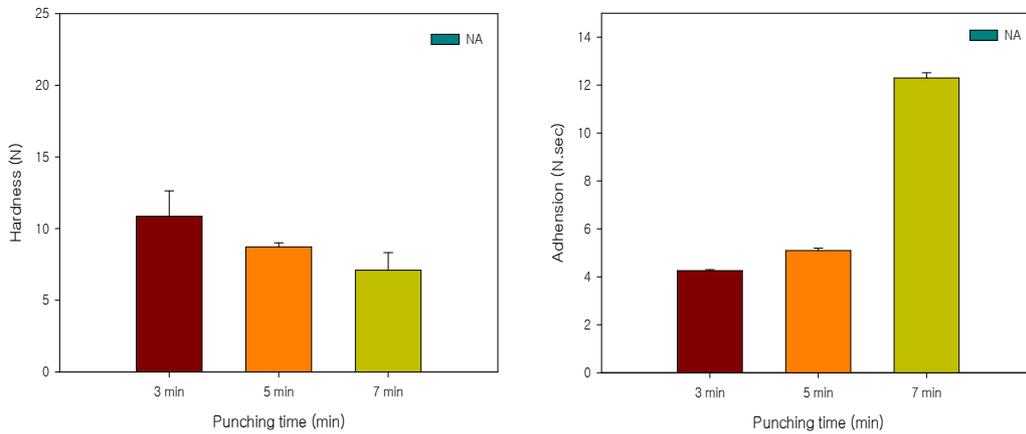


그림 3-4-67. 유화제 무침가가 주는 인절미의 질감 비교

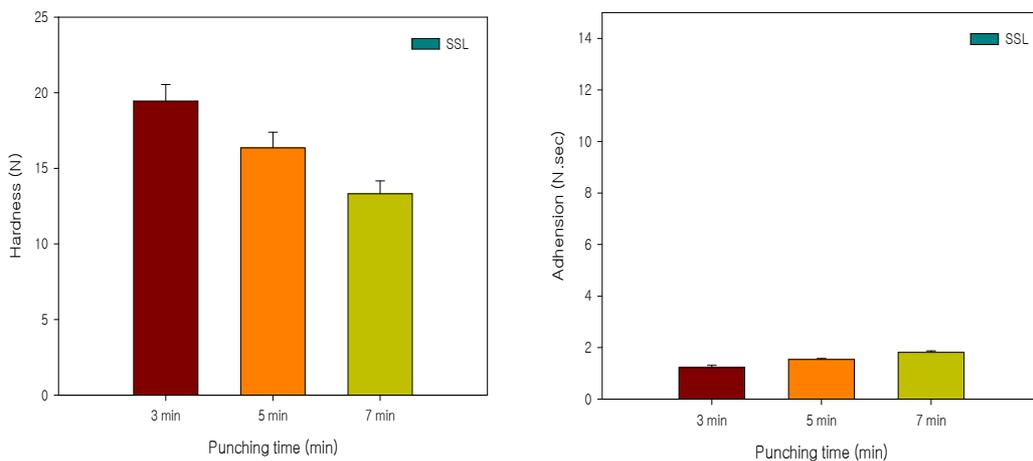


그림 3-4-68. Sodium stearyl lactylate(SSL) 첨가가 주는 인절미의 질감 비교

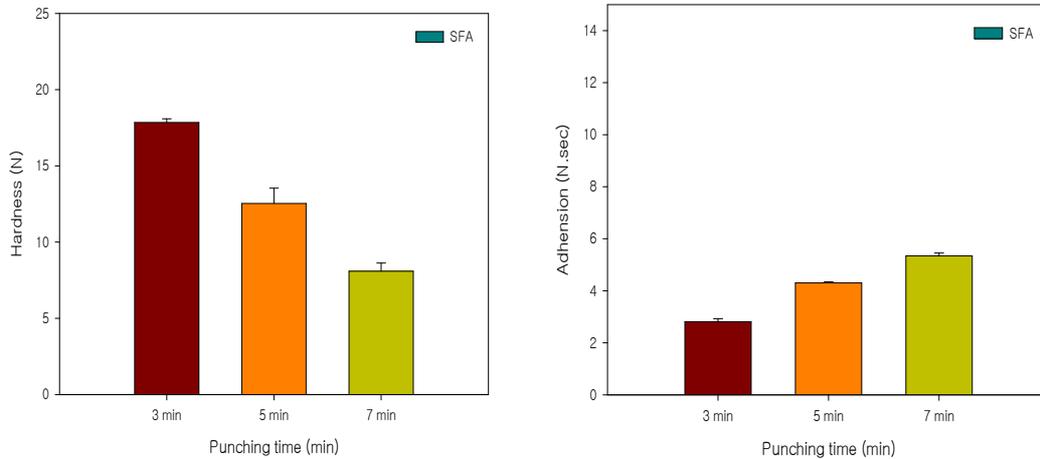


그림 3-4-69. Sucrose esters of fatty acid(SFA) 첨가가 주는 인절미의 질감 비교

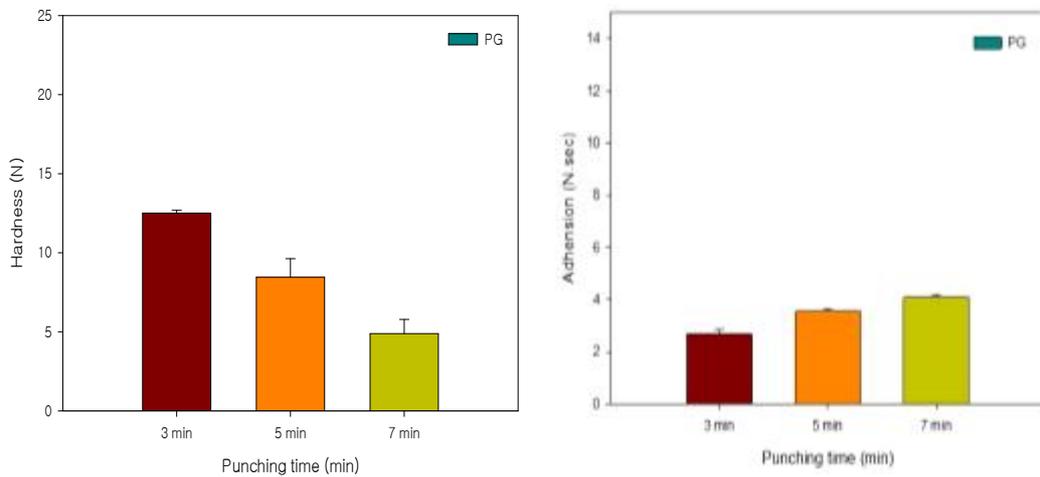


그림 3-4-70. Propylene glycol(PG) 첨가가 주는 인절미의 질감 비교

㉔ 유화제를 첨가하지 않은 NA와 유화제를 첨가한 SFA, SSL, PG 모두 펀칭 시간이 증가할수록 부착성은 증가하였지만 경도는 낮아지는 결과를 보였음. 또한 실온에서 보관하는 시간이 길어질수록 펀칭 시간이 늘어남에 따라 경도와 부착성 변화율이 가장 작았음. 이는 호화된 인절미 반죽이 물리적 충격을 받아 펀칭 시간이 길어질수록 전분 입자 간의 결합이 끊어져 마이셀 구조를 파괴시켜 노화를 지연되어 경도 증가 속도가 상대적으로 느림을 나타내었음. 이를 통해 제조 시, 펀칭을 3분 이상 실행해야 품질 변화를 적게 나타낼 것으로 생각됨.

다. 해동 후 저장 기간 중 인절미의 품질 변화

- ① 냉동용 백설기 생지를 제조하기 위해 -40°C 에서 40분간 급속 냉동 처리 후 -20°C 에서 0 - 4주간 냉동 보관하였음.
- ㉠ 유화제 무첨가 (NA)

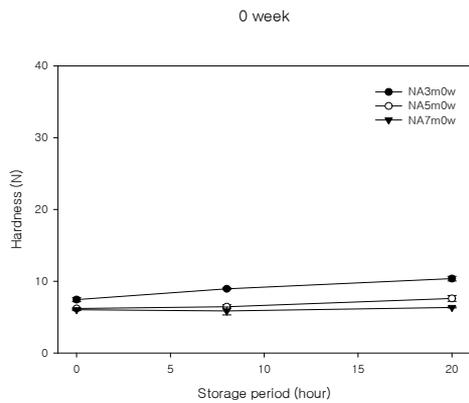


그림 3-4-71. 0주(하루) 냉동 저장 후 편칭 시간을 다르게 적용하여 유화제를 첨가하지 않은 인절미 (NA)의 경도 변화

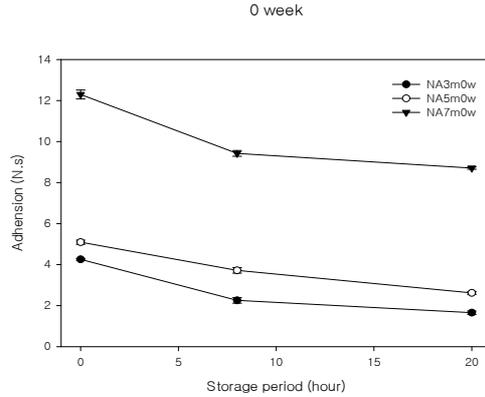


그림 3-4-72. 0주(하루) 냉동 저장 후 편칭 시간을 다르게 적용하여 유화제를 첨가하지 않은 인절미 (NA)의 부착성 변화

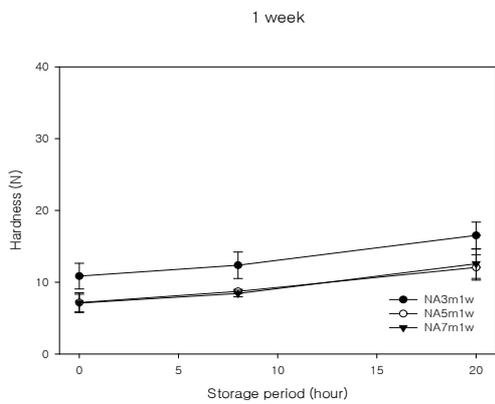


그림 3-4-73. 1주 냉동 저장 후 편칭 시간을 다르게 적용하여 유화제를 첨가하지 않은 인절미 (NA)의 경도 변화

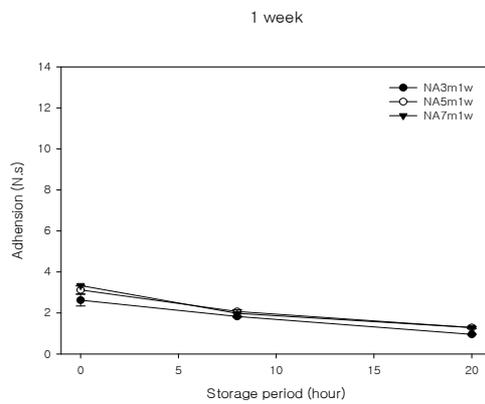


그림 3-4-74. 1주 냉동 저장 후 편칭 시간을 다르게 적용하여 유화제를 첨가하지 않은 인절미 (NA)의 부착성 변화

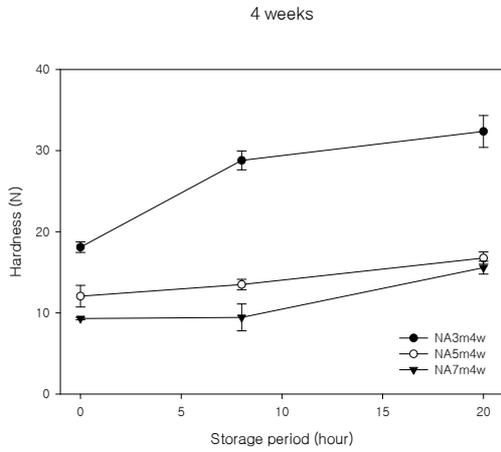


그림 3-4-75. 4주 냉동 저장 후 펀칭 시간을 다르게 적용하여 유화제를 첨가하지 않은 인절미 (NA)의 경도 변화

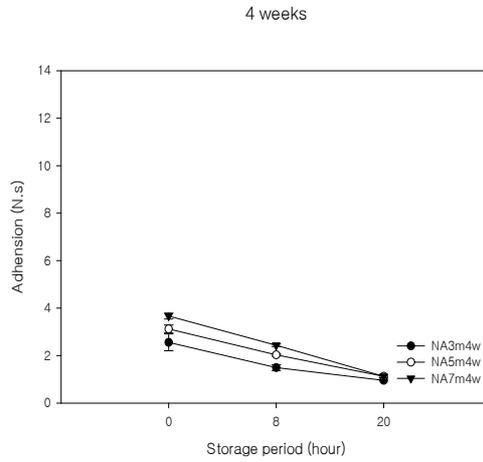


그림 3-4-76. 4주 냉동 저장 후 펀칭 시간을 다르게 적용하여 유화제를 첨가하지 않은 인절미 (NA)의 부착성 변화

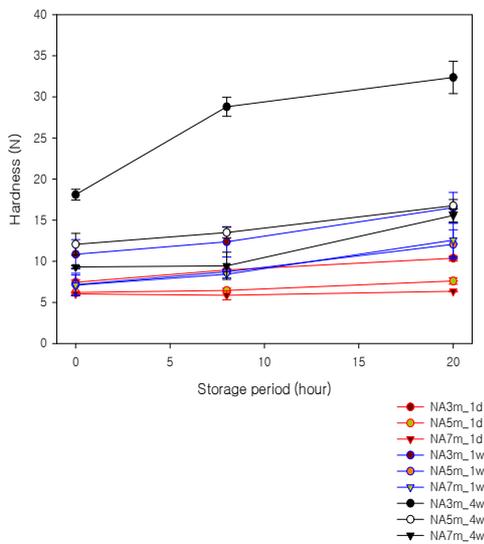


그림 3-4-77. 펀칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제를 첨가하지 않은 인절미의 경도 변화

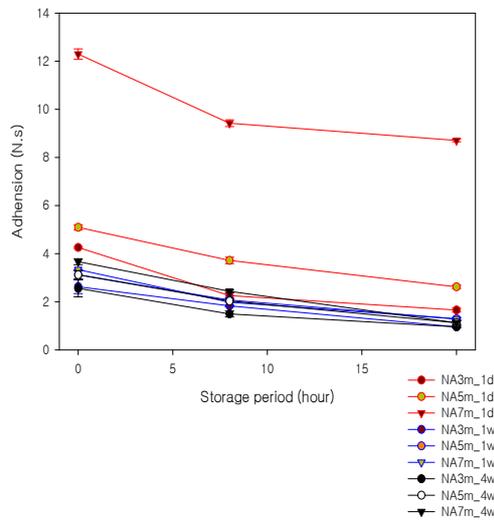


그림 3-4-78. 펀칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제를 첨가하지 않은 인절미의 부착성 변화

㉞ Sodium stearoyl lactylate 첨가 (SSL)

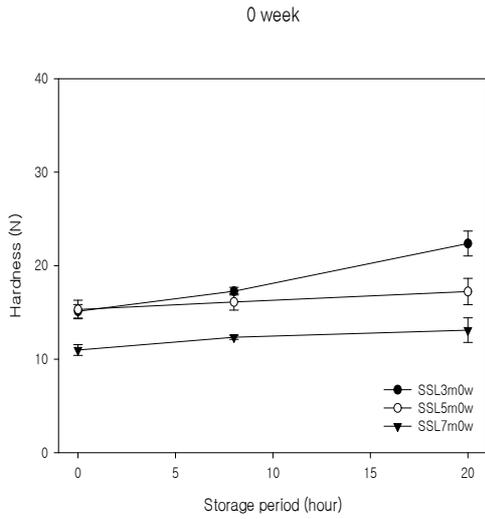


그림 3-4-79. 0주(하루) 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(SSL)의 경도 변화

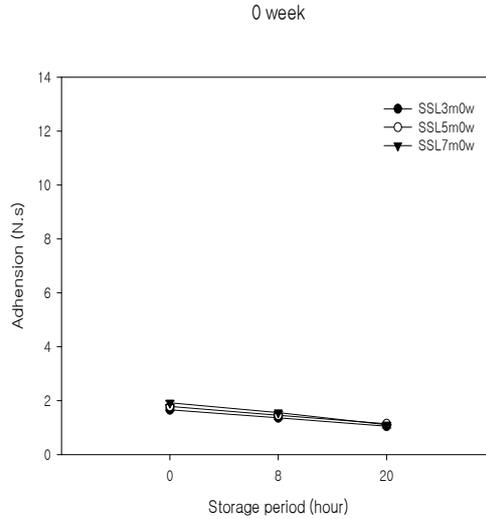


그림 3-4-80. 0주(하루) 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(SSL)의 부착성 변화

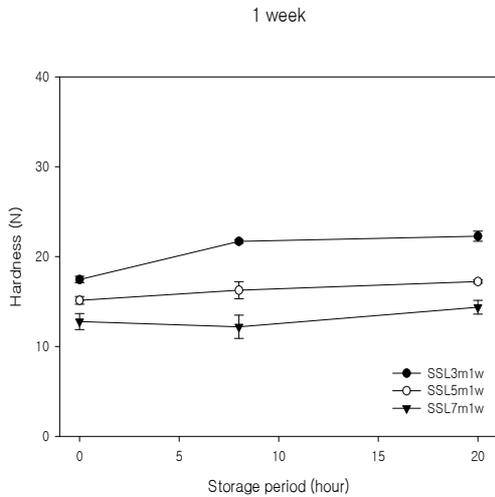


그림 3-4-81. 1주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(SSL)의 경도 변화

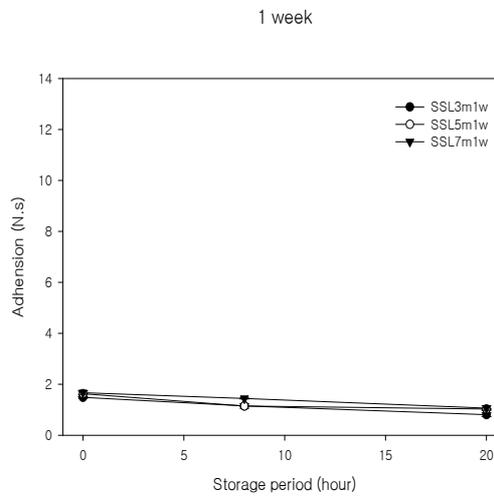


그림 3-4-82. 1주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(SSL)의 부착성 변화

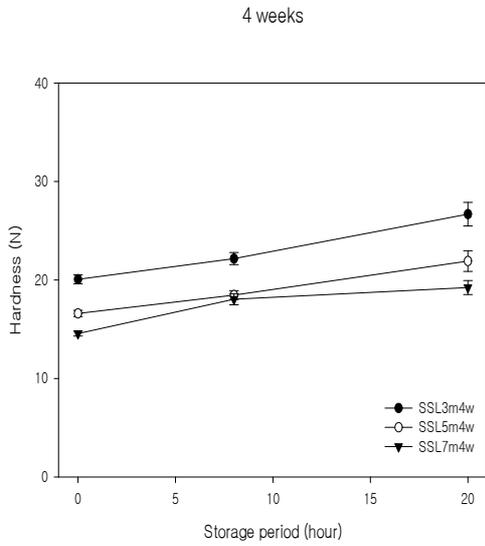


그림 3-4-83. 4주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(SSL)의 경도 변화

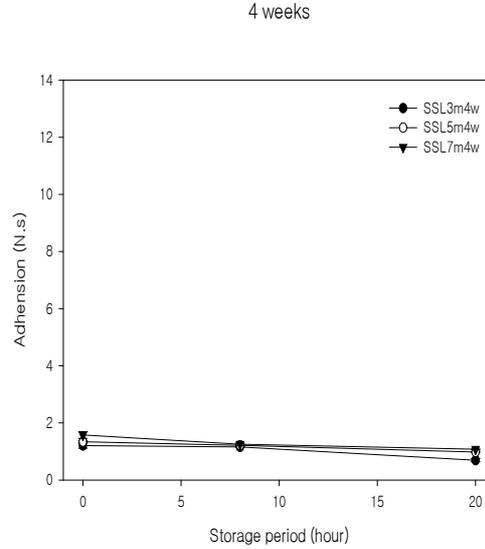


그림 3-4-84. 4주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(SSL)의 부착성 변화

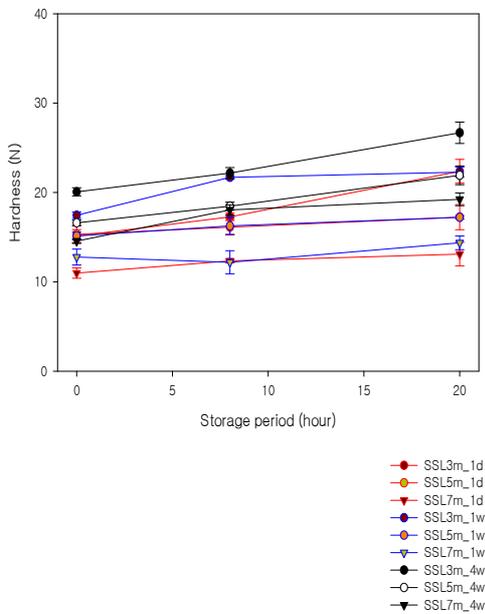


그림 3-4-85. 편칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제 스테아릴 젯산나트륨을 첨가한 인절미(SSL)의 경도 변화

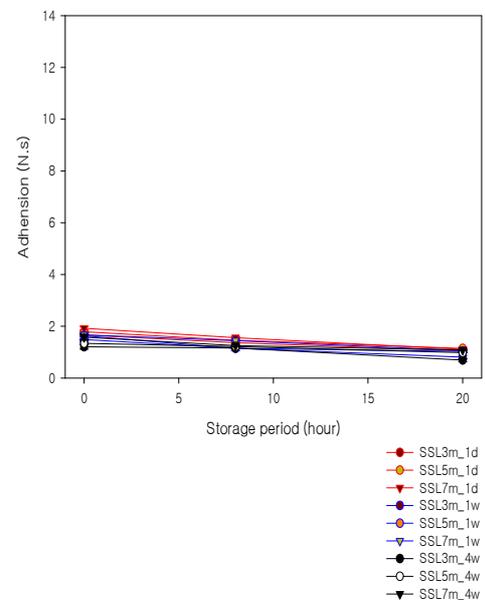


그림 3-4-86. 편칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제 스테아릴 젯산나트륨을 인절미의 경도 변화

㉔ Sucrose esters of fatty acid 첨가 (SFA)

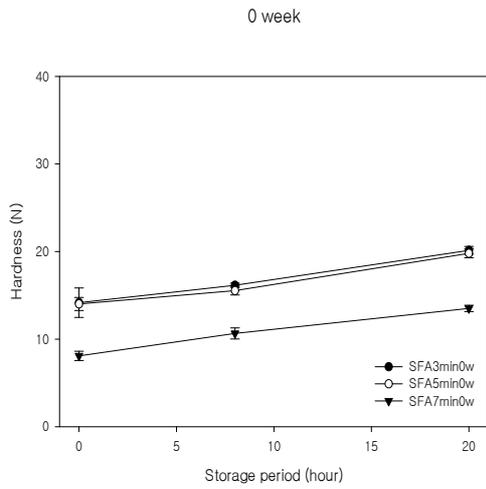


그림 3-4-87. 0주(하루) 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미(SFA)의 경도 변화

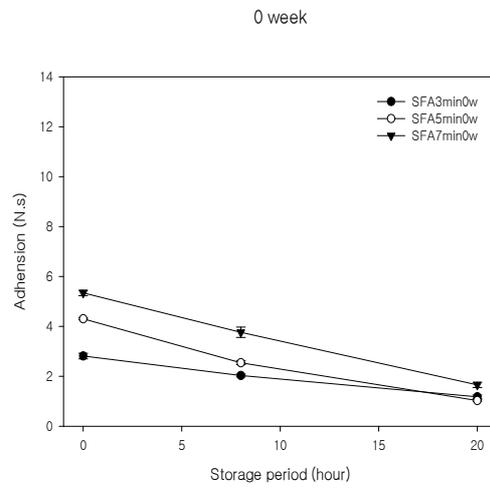


그림 3-4-88. 0주(하루) 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미(SFA)의 경도 변화

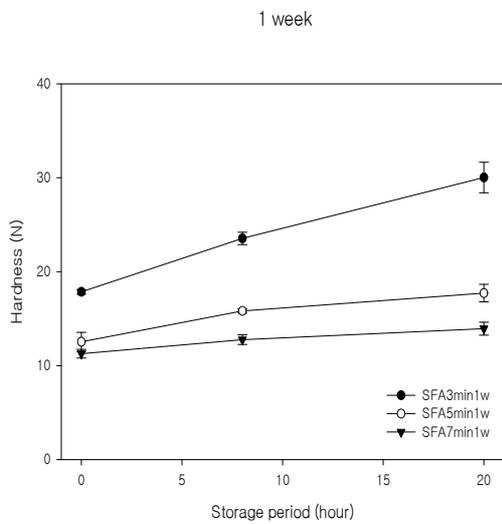


그림 3-4-89. 1주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미(SFA)의 경도 변화

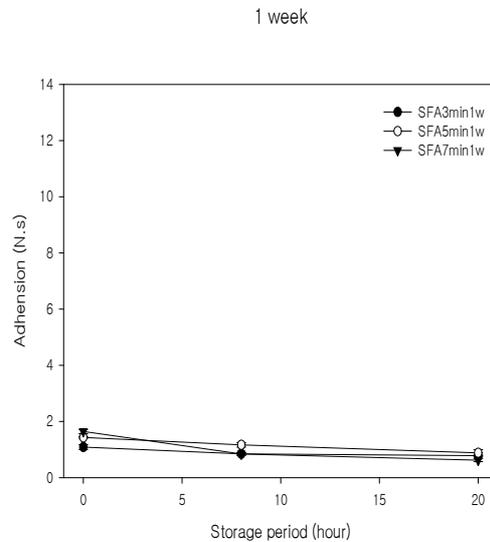


그림 3-4-90. 1주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미(SFA)의 경도 변화

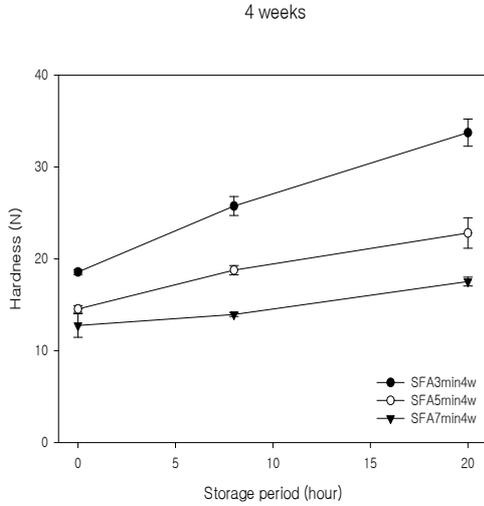


그림 3-4-91. 4주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미 (SFA)의 경도 변화

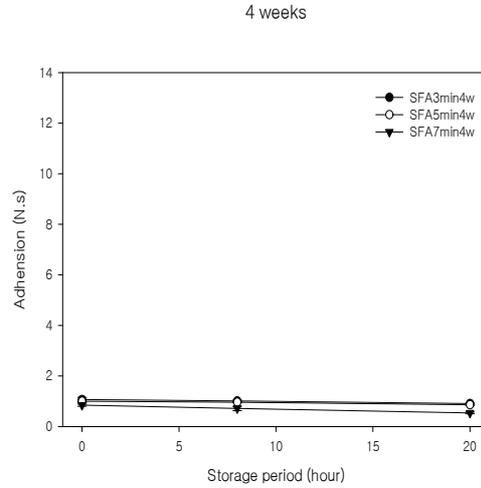


그림 3-4-92. 4주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미 (SFA)의 경도 변화

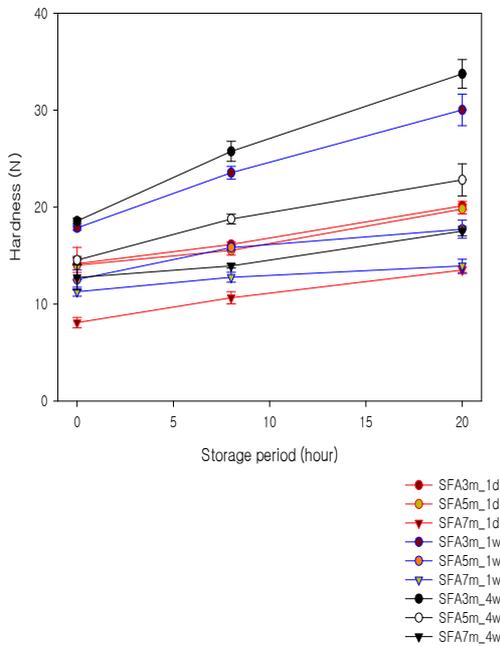


그림 3-4-93. 펀칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제 자당지방산에스테르를 첨가한 인질미(SFA)의 경도 변화

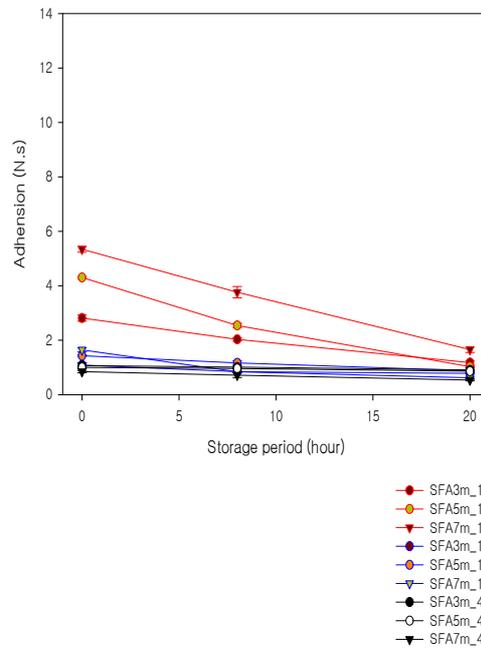


그림 3-4-94. 펀칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제 자당지방산에스테르를 첨가한 인질미(SFA)의 경도 변화

㉠ Propylene glycol 첨가 (PG)

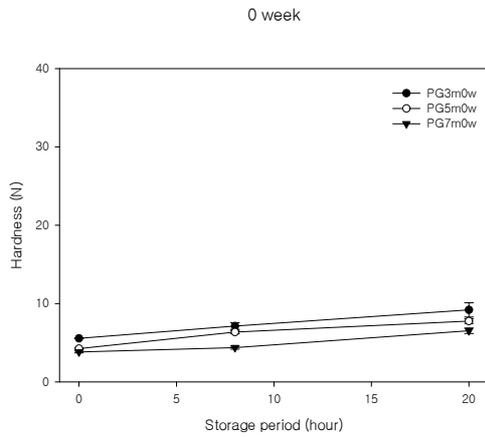


그림 3-4-95. 0주(하루) 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미 (PG)의 경도 변화

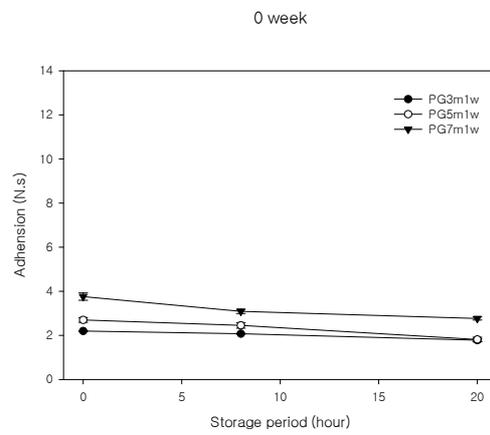


그림 3-4-96. 0주(하루) 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미 (PG)의 부착성 변화

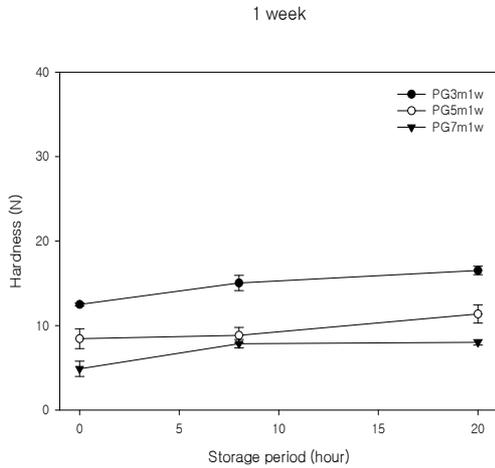


그림 3-4-97. 1주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미(PG)의 경도 변화

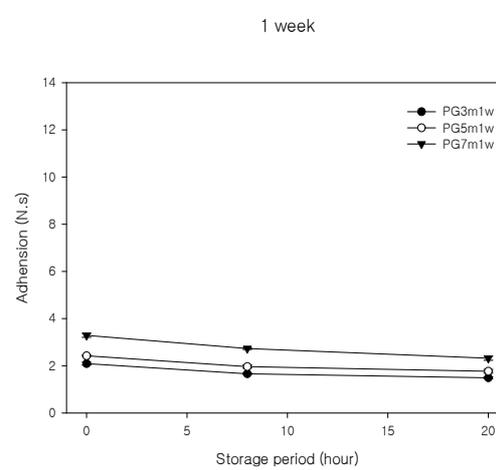


그림 3-4-98. 1주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인질미(PG)의 부착성 변화

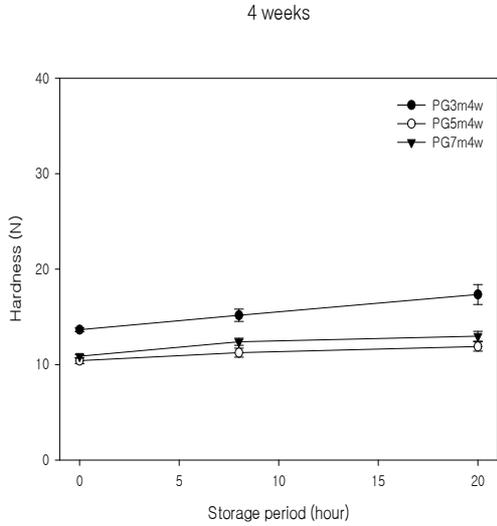


그림 3-4-99. 4주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(PG)의 경도 변화

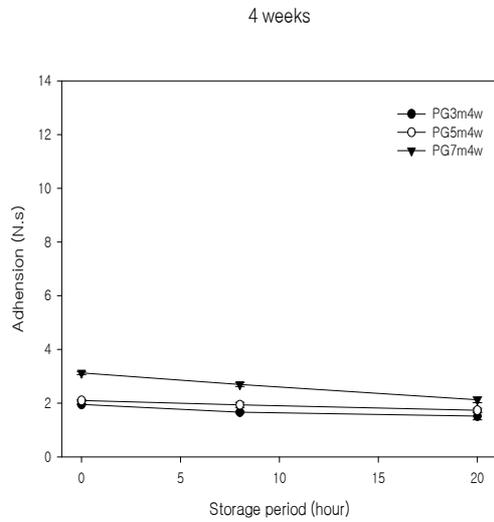


그림 3-4-100. 4주 냉동 저장 후 해동 및 상온보관시간에 따른 인절미(PG)의 부착성 변화

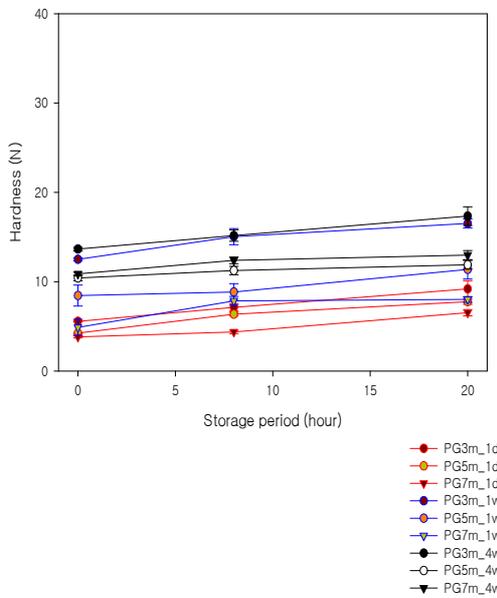


그림 3-4-101. 펀칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제 프로필렌 글리콜을 첨가한 인절미(PG)의 경도 변화

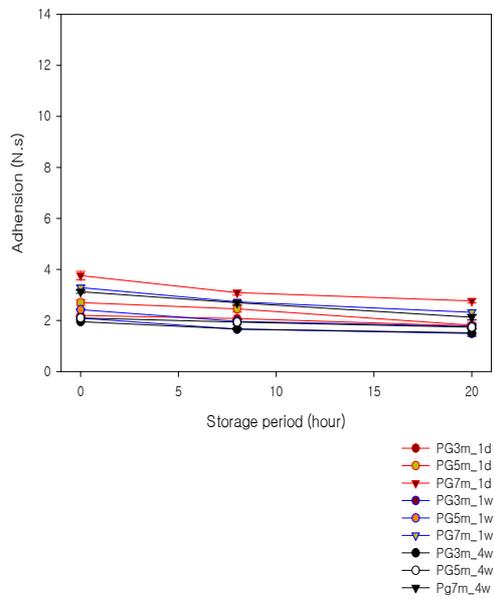


그림 3-4-102. 펀칭시간 및 냉동 저장 기간에 따라 유화제 프로필렌 글리콜을 첨가한 인절미(SFA)의 경도 변화

㉠ 인절미 제조 시, Propylene glycol을 첨가한 인절미의 질감 특성 분석 결과 PG 3 min의 경도(12.50 ± 0.17 N)는 유화제를 첨가하지 않은 NA 3 min(10.85 ± 1.78 N)의 경도와 유의적 차이가 없음을 보였지만 SFA 3 min의 경도(17.85 ± 0.24 N)와 SSL-3 min의 경도(19.45 ± 1.09 N)는 NA 3 min의 경도보다 매우 큰 값을 보였음. 특히 SSL은 부착성을 감소시켜 인절미의 모형을 유지하는 데 효과가 있으나 찹쌀 도우의

특성 중 달라붙는 질감을 형성하는 데 가장 비효율적인 결과를 나타냈음. SFA의 경우 편칭 시간이 짧을수록 저장 경과에 따른 경도 증가 속도가 가장 높아 인절미 제조 시 첨가할 유화제로 부적합함을 확인하였음.

㉠ 질감 특성 측정 결과, 본 실험에 사용된 유화제 SFA, SSL, PG 중 PG가 저장 경과(0, 8, 20 시간)에 따라 가장 작은 질감 변화율을 보여 인절미 제조에 가장 적합할 것으로 생각됨. PG는 열 안전성을 가져 스팀과 같이 높은 온도에서도 안정적이며 PG의 분자 구조 상 수산화기가 물 분자와 결합하는 성질이 있어 수분함량 유지에 좋은 효과를 나타낼 것으로 예상되었음.

㉡ 유화제 SSL을 첨가하여 제조한 인절미는 편칭시간, 냉동 보관, 상온 보관 시간에 관계 없이 상대적으로 매우 낮은 부착성을 가지는 것을 확인하였음. 유화제 SFA를 첨가한 인절미의 경우 편칭을 3분 이하 실시한 경우 다른 공정을 처리한 인절미보다 높은 경도를 가져 부적절한 질감을 가질 것으로 예상되었음.

3. 결론

가. 찹쌀을 재료로 한 떡의 제조, 냉동저장 과정 중 품질 변화 요인 분석

① 찹쌀을 재료로 한 떡으로 인절미를 선택하여 제조 및 저장 중 품질 변화 요인을 분석하였음. 인절미의 제조 과정 중 가장 중요한 공정은 반죽기(편칭머신)나 떡메로 치는 과정이며 이는 찹쌀 도우의 물성을 변화 시켜 제조한 후 저장에 따른 품질 변화에도 미치는 영향을 나타내었음.

나. 멥쌀을 재료로 한 떡의 제조, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석

① 멥쌀을 재료로 한 떡으로 백설기를 선택하여 제조, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인을 분석하였음. 백설기는 물과 멥쌀가루를 섞은 후 체에 내리는 과정과 찌는 과정을 통해 제조되었음. 쌀가루를 이용하여 떡을 제조하는 것은 스팀공정을 통해 일종의 호화과정을 거치는데 전분의 호화에는 호화온도, pH, 염류, 당류 등 여러 요인이 영향을 미침. 그 중 수분함량은 높을수록 호화가 촉진되고 수분함량이 30~60%인 제품에서 노화가 촉진되며 냉동 및 상온 보관 중 인절미에 함유된 수분이 녹말입자 사이에서 빠지게 되면서 점차 베타형으로 변하여 녹말 분자가 다시 결합하여 노화가 일어나게 되는 것을 확인하였음.

다. 떡의 배합비 변화를 통한 냉동 생지 및 완제품의 표준 품질 확립

① 장기간의 냉동 보관에 따른 냉동용 인절미의 품질 유지를 위해 곡류 제품의 노화를 방지하는 대표적 유화제를 선정하여 쌀가루 함량 대비 0.5%를 첨가하여 인절미를 제조하였음. 대표적 유화제로 자당지방산에스테르(SFA), 프로필렌글리콜(PG), 스테아릴 젯산나트륨(SSL)을 선정하였고 SFA는 수산기가 8개인 지방산의 에스테르화 정도에 따라 HLB(친수성정도, 클수록 물과의 친화력이 큼)가 다양하며 케이크용 기포제, 유화제, 활택제 등에 사용되어 노화를 지연시키는 효과를 가지며 PG는 식품의 유통기한을 늘려주고 수분 보유력 향상에 도움이 되며 SSL의 경우 수중 유형에 적합한 친수성 유화제로 물에 잘 분산되고 글루텐의 안정성과 탄력성을 증가시키는 효과를 가지고 있음. SFA와 SSL을 첨가한 인절미의 경우 탄력성이나 모형 유지에 도움이 되는 것을 확인하였으나 부착

성은 감소하고 경도는 증가하여 소량으로 이용해야 할 것으로 확인되었지만 PG를 첨가한 인절미의 경우, 유화제를 첨가하지 않은 인절미의 경도 증가속도보다 매우 느린 노화 속도를 가지는 것을 확인하여 냉동용 제빙 생지를 제조하는데 PG를 첨가하는 것이 적합함을 증명하였음.

라. 품질인자

① Amylose 함량

㉠ 찹쌀가루에는 0-1%, 멥쌀가루에는 약 20%의 amylose를 가지고 있는 것으로 알려져 있음. 두 종류의 쌀가루의 구성성분이 매우 차이가 있어 가공식품의 품질에도 상당한 차이를 보임. 아밀로펙틴의 사슬길이가 짧고 초장쇄가 적은 쌀 타입은 경도가 낮고 부착성이 높아 식감이 좋음. 쌀가루는 수분과 결합되어 높은 온도에서 gel의 형태나 반죽된 형태를 띠게 되는데 이 때 스팀과 같은 가열 공정을 진행하게 되면 전분의 호화가 일어나면서 전분 분자의 결정이나 결합이 깨져 떡의 물성을 가지게 됨. 또한 찹쌀가루의 경우 amylopectin의 함량이 amylose보다 많아 구조상 차이로 인해 노화반응이 느리게 일어나는 것으로 알려져 있음.

② 수분함량 (가수율)

㉠ 멥쌀을 이용하여 백설기를 제조한 후 노화된 백설기의 특성을 측정하였음. 백설기 제조에 적절한 가수량 (60%)보다 더 많은 양의 물을 첨가하였을 때 XRD(X-ray diffraction) 측정을 한 결과, 결정화도가 클 것으로 예상되었으며 질감측정결과, 노화가 일어나는 속도가 빠름을 확인할 수 있었음. 이러한 수분 손실을 막기 위한 방법으로 유화제나 설탕을 첨가하여 노화를 지연할 수 있는 효과를 증명하였음.

③ 가공공정

㉠ 수분함량 13.26%의 멥쌀가루를 쌀가루 함량 대비 60%의 물을 첨가하여 16mesh의 체에 두 번 내려 떡의 중심온도가 100℃에 도달한 지점으로부터 8분간 제조한 인절미가 때가장 좋은 품질을 가지는 것으로 확인되었음. 10분 이상 스팀을 실시할 경우, 떡의 색이 높은 온도와 수분함량으로 인해 카라멜화가 진행되어 표면색이 노랗게 변화를 보이고 경도가 점차 증가하는 것을 알 수 있었음.

㉡ 1 KW의 일정한 힘으로 찹쌀도우를 편칭할 수 있는 떡 반죽기를 이용하였을 때 3분 이하로 짧은 시간 내에 편칭을 실시할 경우 반죽 전체가 고르게 힘을 받지 못해 일부만 인절미의 달라붙는 성질을 나타내는 것을 확인하였으며 7분 이상 편칭을 적용한 인절미에서는 장기간 냉동 보관 시 부착성을 잃지 않고 상온 저장이 길어질수록 품질 변화 속도가 느림을 확인하였음. 따라서 4주 이상의 냉동용 제빙 생지를 제조를 위해 7분 이상의 편칭을 실시하는 것이 적절하다고 판단되었음.

[3년차]: 제빵용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발

1. 제빵용 냉동용 생지 제조

가. 제빵용 냉동 생지의 제조 및 빵의 품질 평가

(1) 제빵 기능사 자격증 단팥빵 제조법을 기초로 하여 냉동 생지를 제조하고 60일 냉동 보관함. 냉동보관 된 빵의 품질저하가 예상되어 이를 보완하기 위해 변성전분(선크리미 H), 첨가당(polyglycitol syrup)을 각각 (0, 1, 2%)씩 추가로 첨가하여 샘플을 제조하고 비닐백(LDPE)에 냉동보관을 실시하였음. 냉동보관 된 생지를 2시간동안 상온에서 보관하고 1차 발효를 한 뒤 40 g씩 분할 후 2차 발효 후 200°C에서 11분간 구워 빵을 굽는 방법과 2시간 해동 후 2차 발효 후 200°C에서 11분간 구워 빵을 구웠음. 제조된 빵을 분히 식힌 후 플라스틱 백에 넣어 데시케이터에 보관하였음. 품질 변화를 측정하기 위해 완성된 빵의 부피, 경도, 색도를 측정하였음.

표 3-4-9. 냉동 생지 배합비

강력분(g)	달걀(g)	이스트(g)	S500 kimo(g)	설탕(g)	소금(g)	마가린(g)	탈지분유(g)	물(g)
1100	165	77	12	176	22	132	33	506

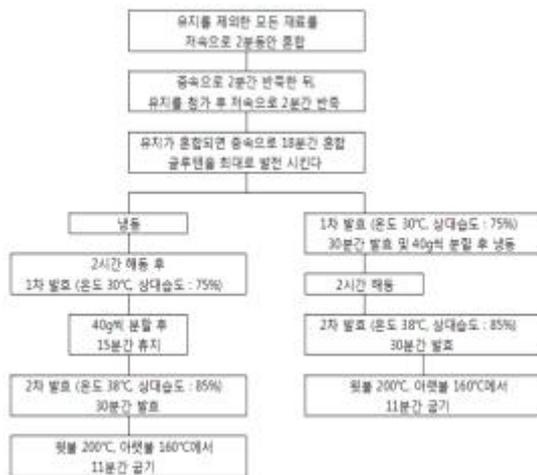


그림 3-4-103. 냉동 생지 제조공정 및 완성된 생지의 냉동보관 방법

(가) 냉동 생지로 제조된 빵의 경도 측정 표준 측정 방법 및 결과

① 빵의 경도 측정을 위해 texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., Sterling, VA, USA)를 이용하여 texture analyzer에 놓은 후 프로브(probe)를 2번 아래 방향으로 반복 compression test를 실행함. 프로브 모양은 구형, 변화율 50%, 이동속도 100 mm/min로 하여 경도, 조밀성, 씹힘성을 정량화 할 수 있었으며 3회 반복함.

㉠ 1차 발효 전 냉동 생지의 경도 측정 결과

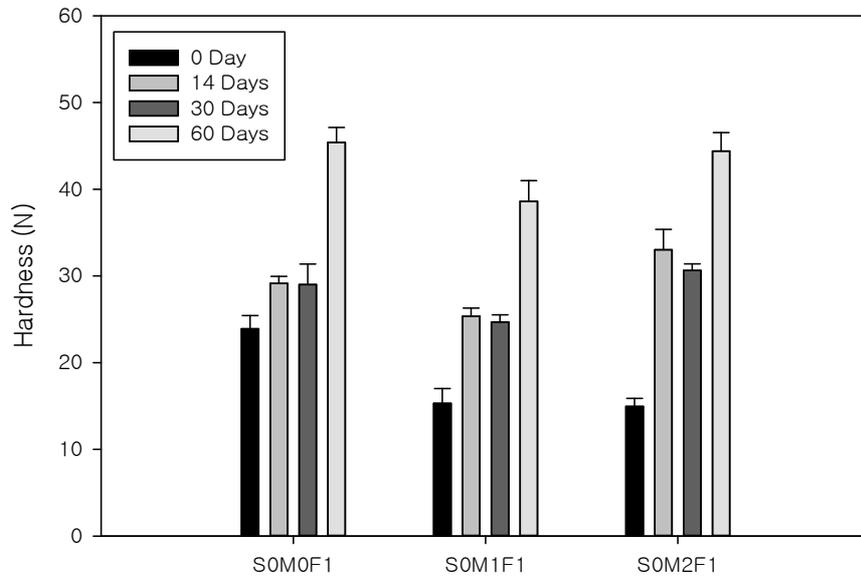


그림 3-4-104. 첨가당 0%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 경도 변화

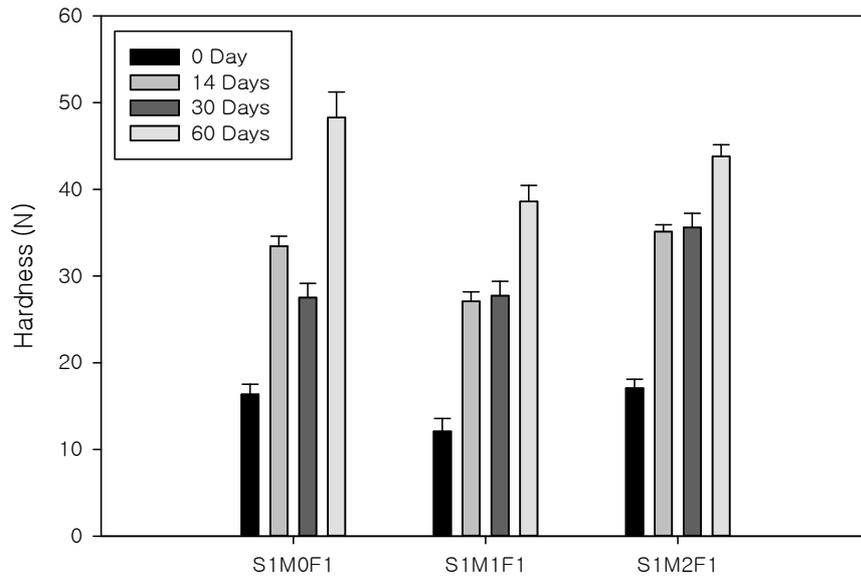


그림 3-4-105. 첨가당 1%, 변성전분 함량(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 경도 변화

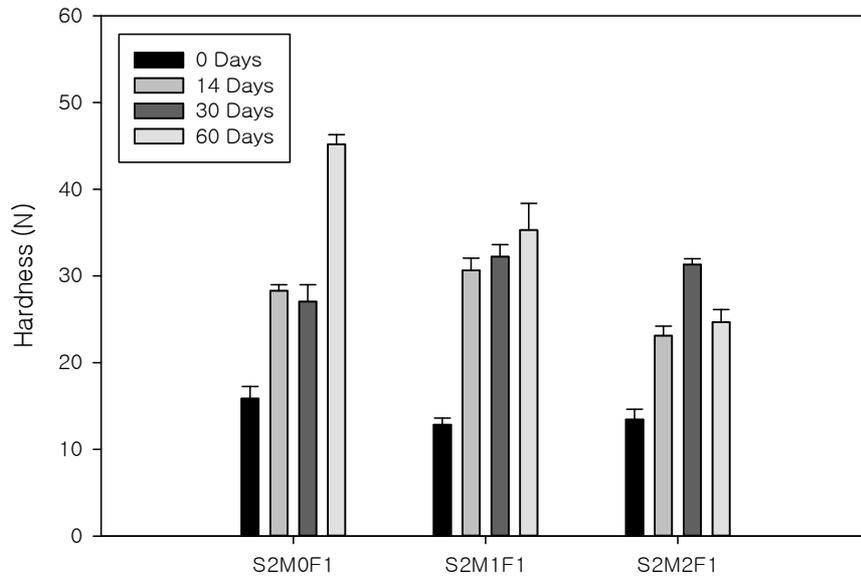


그림 3-4-106. 첨가당 2%, 변성전분 함량(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 경도 변화

㉔ 2차 발효 전 냉동 생지의 경도 측정 결과

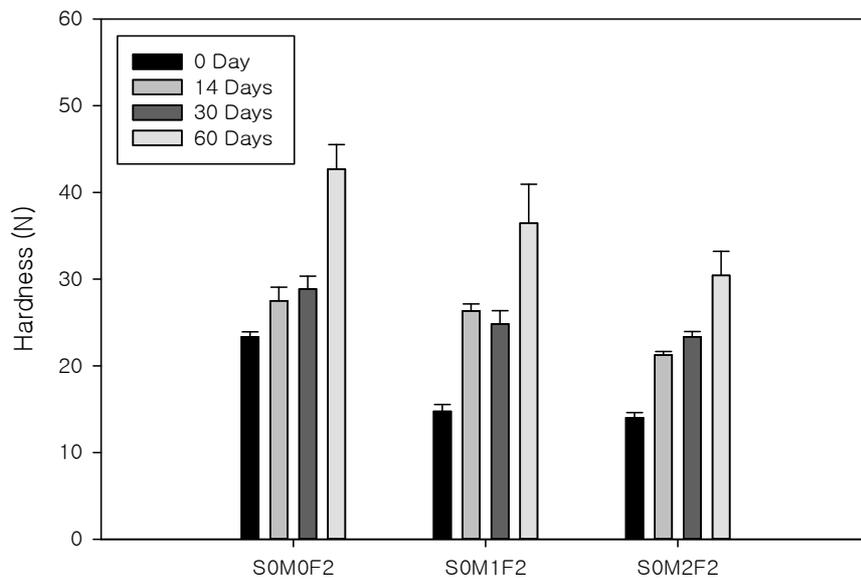


그림 3-4-107. 첨가당 0%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 경도 변화

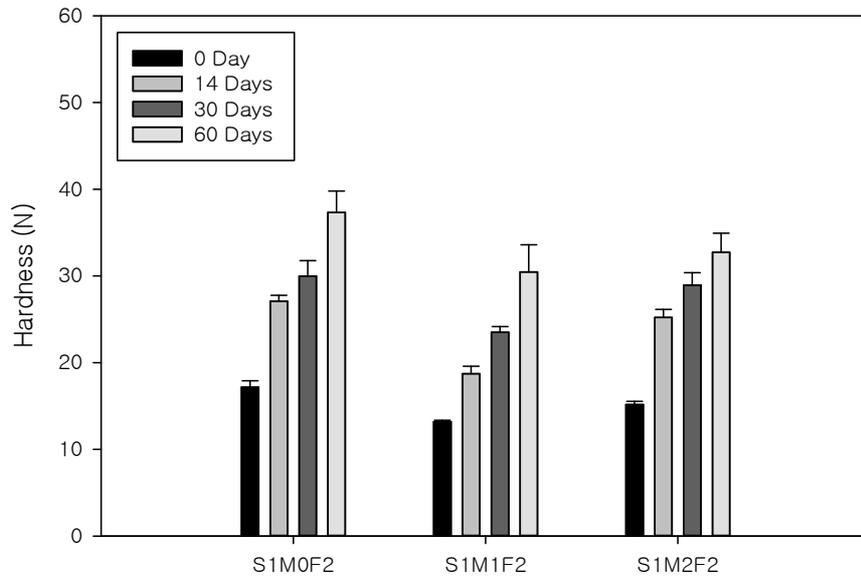


그림 3-4-108. 첨가당 1%, 변성전분 함량(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 경도 변화

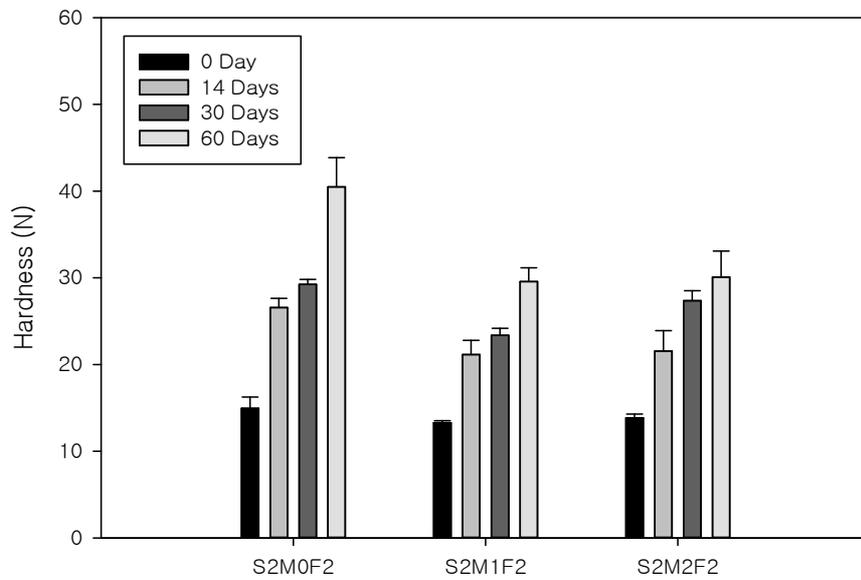


그림 3-4-109. 첨가당 2%, 변성전분 함량(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 경도 변화

㉠ 첨가당 함량이 (0, 1, 2%)와 변성전분의 함량이(0, 1, 2%)일 때의 조건에서의 빵의 경도와 부피를 측정된 결과, control 그룹 보다 첨가당과 변성전분이 함유된 냉동용 제빵 생지의 경도의 변화가 상대적으로 낮은 것을 확인하였음.

(나) 냉동 생지로 제조된 빵의 부피 측정 표준 측정 방법 및 결과

① 부피측정기(Volscan profiler, Stable Micro System, UK)를 이용하여 수직 스캔 간격 0.5 mm로 상온(25°C)에서 3회 반복 측정하여 mL/g 단위로 나타냄.

㉠ 1차 발효 전 냉동 생지의 부피 측정 결과

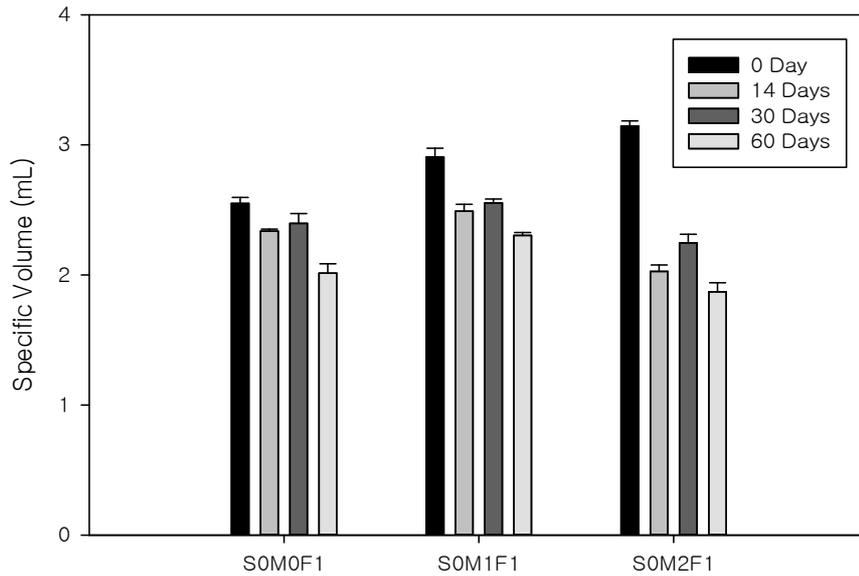


그림 3-4-110. 첨가당 0%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 부피 변화

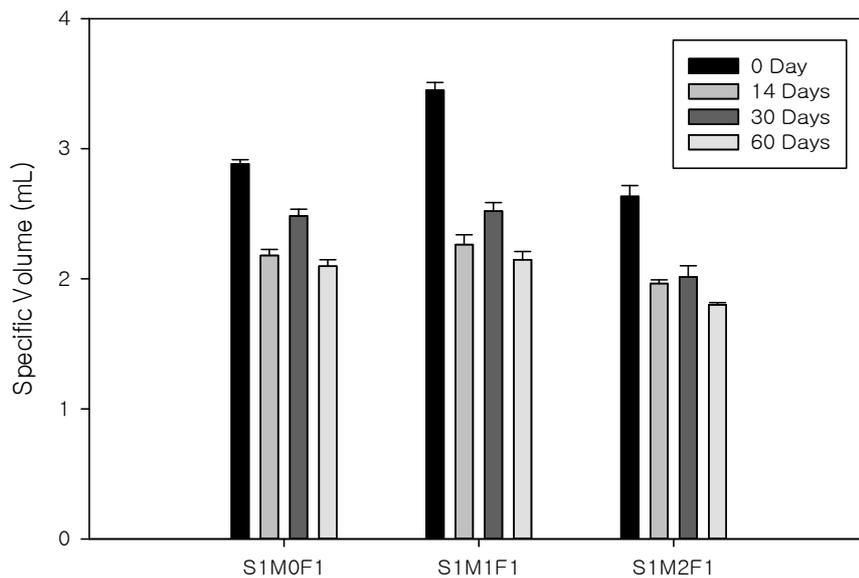


그림 3-4-111. 첨가당 1%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 부피 변화

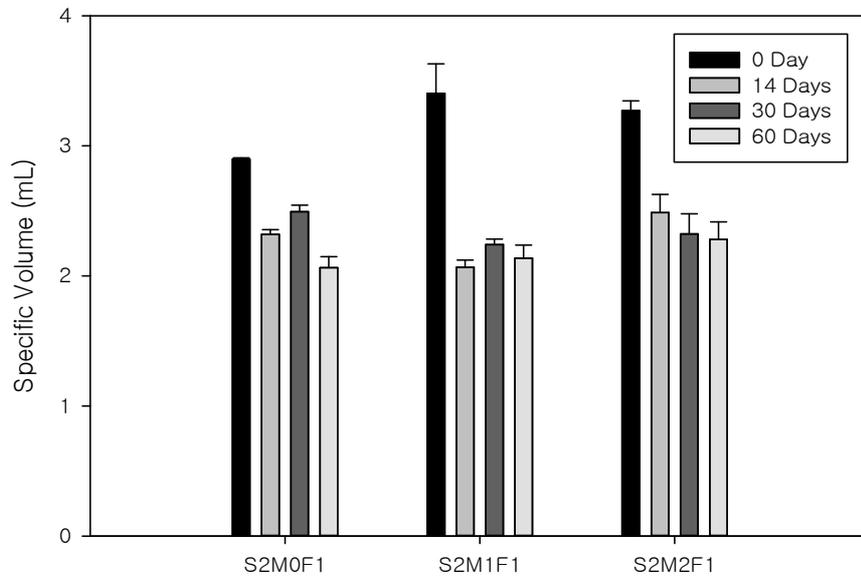


그림 3-4-112. 첨가당 2%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 부피 변화

㉔ 2차 발효 전 냉동 생지의 부피 측정 결과

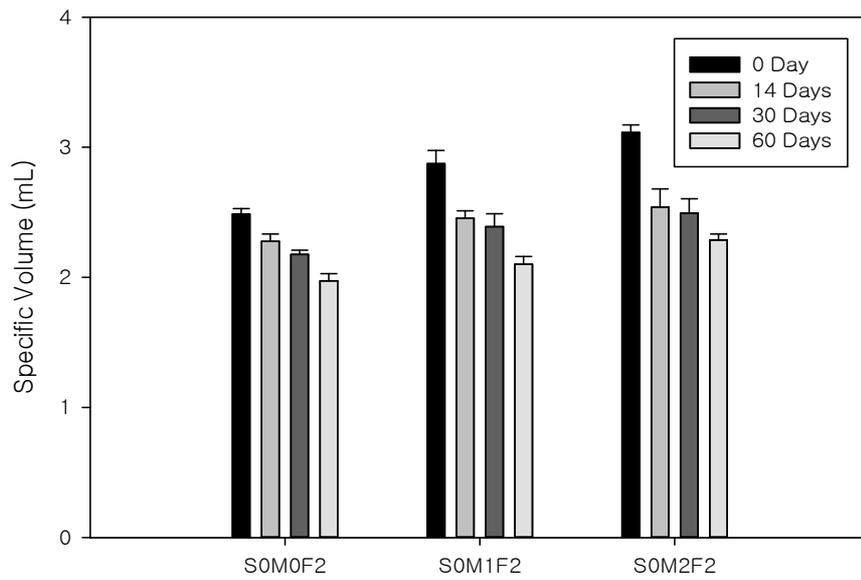


그림 3-4-113. 첨가당 0%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 부피 변화

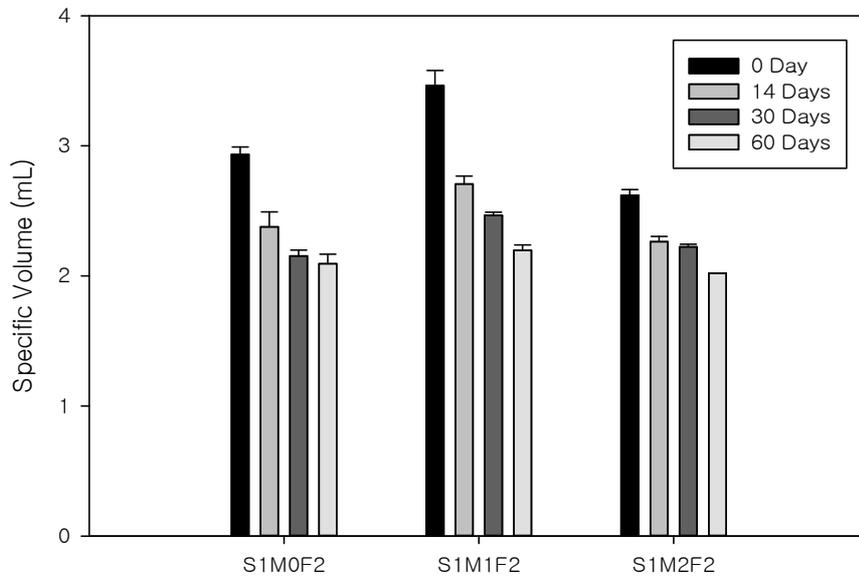


그림 3-4-114. 첨가당 1%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 부피 변화

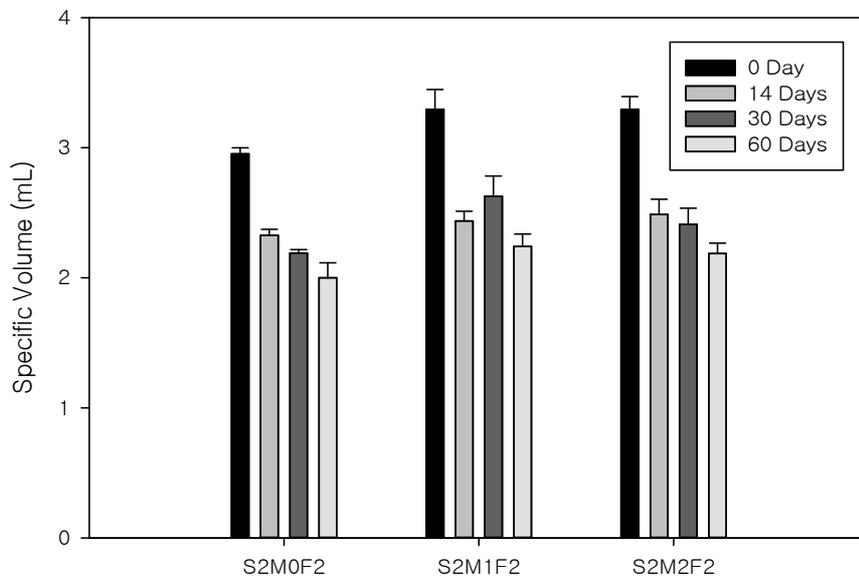
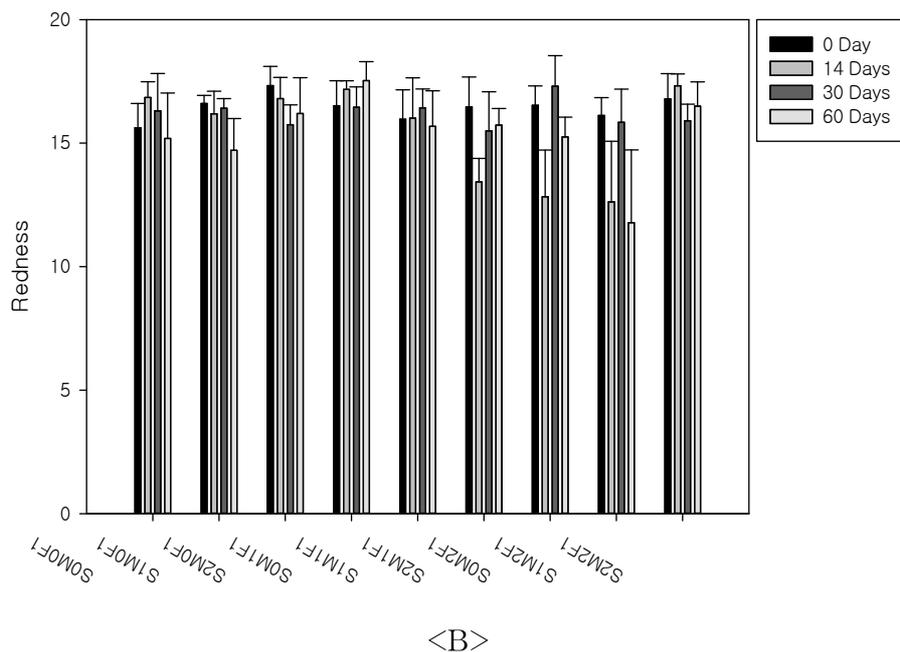
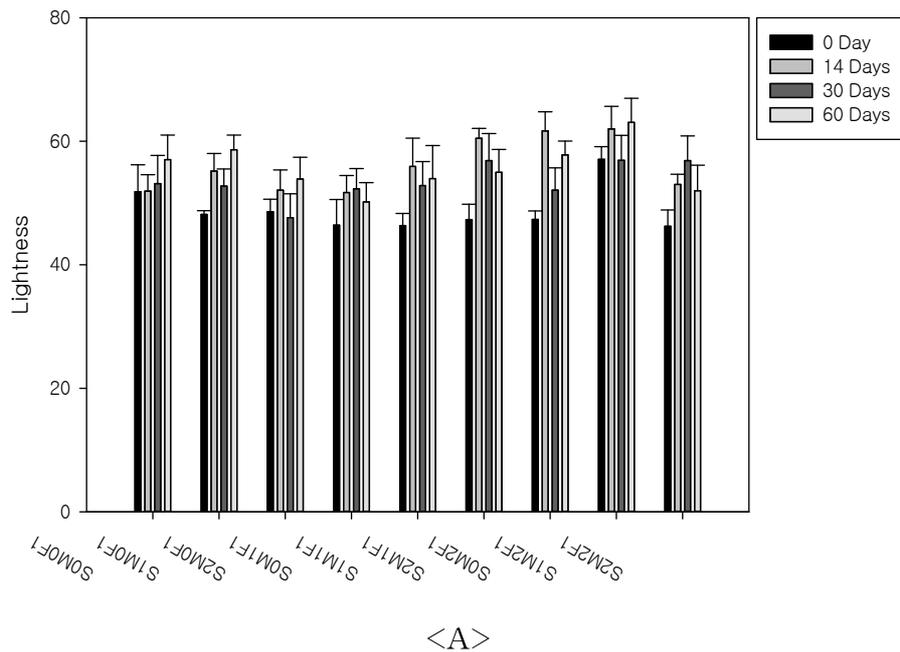


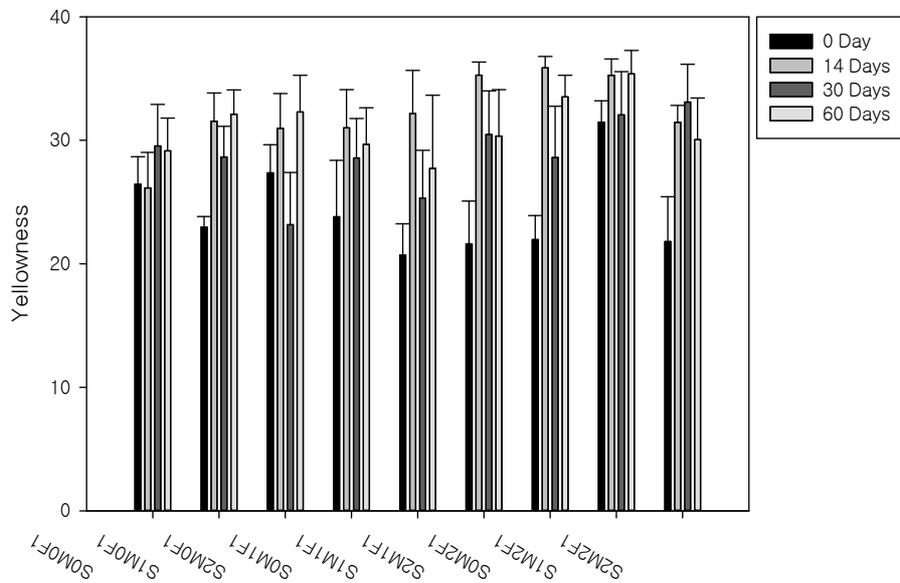
그림 3-4-115. 첨가당 2%, 변성전분 함량이(0, 1, 2%)일 때 저장기간에 따른 냉동 생지를 이용하여 구운 빵의 부피 변화

㉠ 제빵용 냉동 생지 제조에 있어서 첨가당 또는 변성전분을 넣지 않는 것 보다 첨가하는 것이 바로 구웠을 경우 부피가 큼을 확인하였고, 그 결과 control 그룹보다 저장 후에도 더 큰 부피값을 가지는 것을 확인하였음.

(다) 냉동 생지로 제조된 빵의 표면색도 측정 결과

① 냉동 생지로 제조된 빵의 표면 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 빵의 중앙 부위를 6회 반복 측정하여 표면 색도를 측정함. 표면 색도는 Hunter 체계에 의하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타냄. E value와 Delta E value로 정의되는 값을 통하여 control과 실험군의 색의 차이를 비교함.



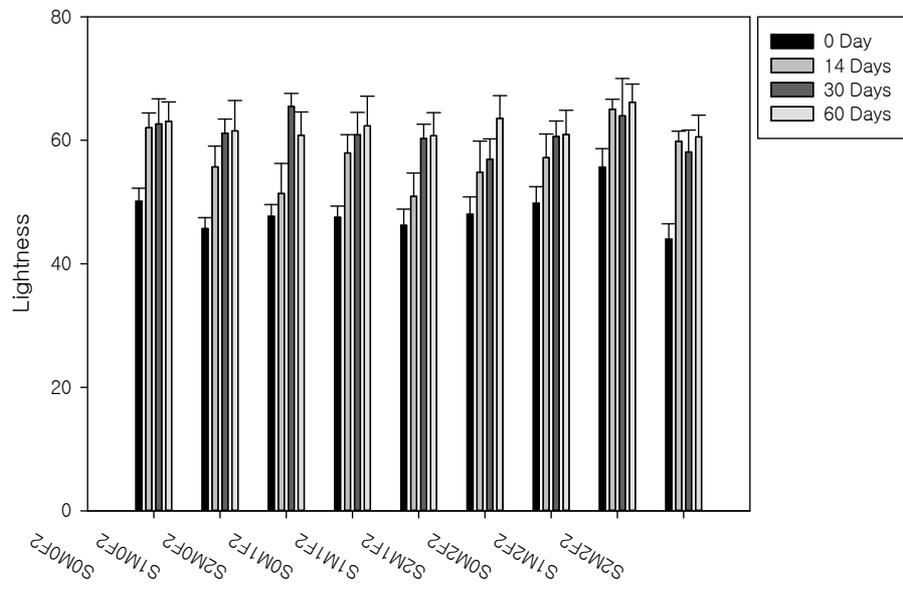


<C>

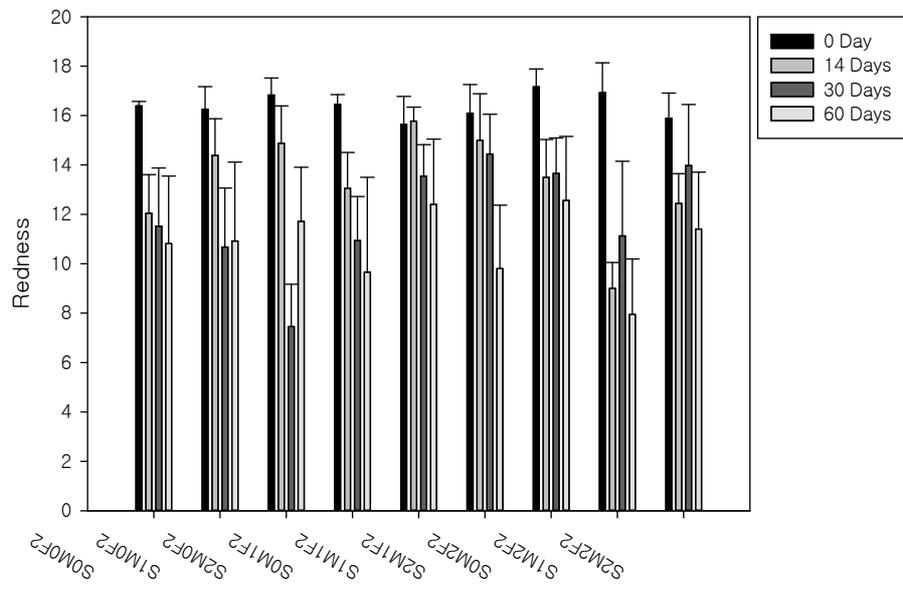
그림 3-4-116. 1차 발효 전 냉동 생지의 색도 측정 결과
(A: Lightness, B: Redness, C: Yellowness)

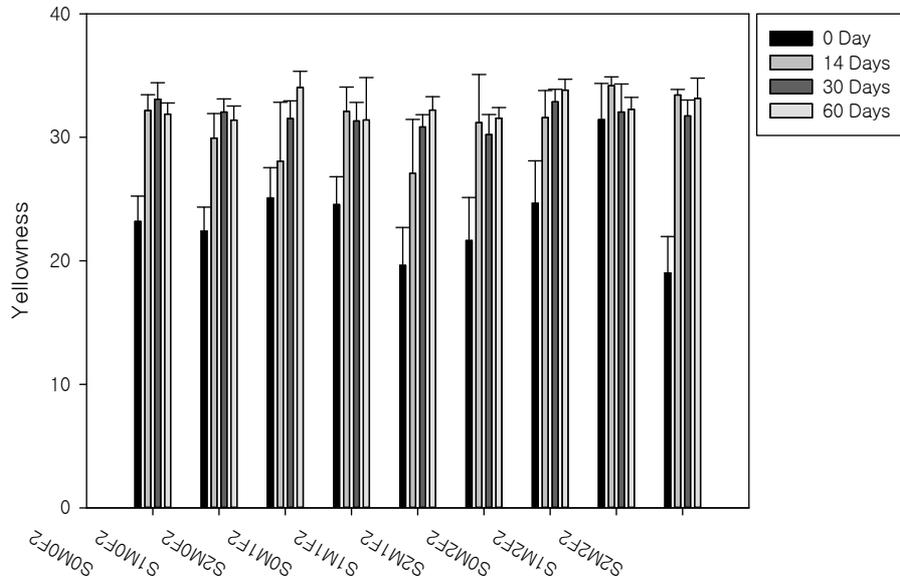
표 3-4-10. 1차 발효 전 냉동 생지의 E value와 Delta E value 측정 결과

	SOM0		S1M0		S2M0	
	E value	△E value	E value	△E value	E value	△E value
0 day	60.26	-	55.87	-	58.39	-
14 days	60.53	1.27	65.58	11.09	62.88	5.05
30 days	62.96	3.43	62.22	7.30	55.25	4.59
60 days	65.83	5.87	68.44	14.03	64.89	7.34
	SOM1		S1M1		S2M1	
	E value	△E value	E value	△E value	E value	△E value
0 day	54.72	-	53.21	-	54.57	-
14 days	62.69	8.95	66.46	14.93	71.29	19.21
30 days	61.83	7.57	60.84	7.98	66.35	13.06
60 days	60.87	7.04	62.65	10.35	64.72	11.63
	SOM2		S1M2		S2M2	
	E value	△E value	E value	△E value	E value	△E value
0 day	54.73	-	67.13	-	53.79	-
14 days	72.49	20.32	72.44	7.15	64.02	11.81
30 days	61.89	8.21	67.21	0.67	67.69	15.55
60 days	67.53	15.10	59.83	7.51	64.85	12.87



<A>





<C>

그림 3-4-117. 2차 발효 전 냉동 생지의 색도 측정 결과
(A: Lightness, B: Redness, C: Yellowness)

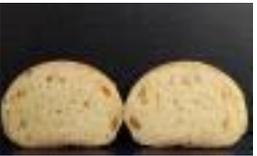
표 3-4-11. 2차 발효 전 냉동 생지의 E value와 Delta E value 측정 결과

	S0M0		S1M0		S2M0	
	E value	△E value	E value	△E value	E value	△E value
0 day	57.64	-	53.43	-	56.46	-
14 days	70.92	15.51	64.84	12.64	60.41	5.12
30 days	71.79	16.67	69.86	19.04	73.05	21.10
60 days	71.48	16.52	69.93	18.96	70.67	16.68
	S0M1		S1M1		S2M1	
	E value	△E value	E value	△E value	E value	△E value
0 day	55.98	-	52.60	-	55.11	-
14 days	67.53	13.31	59.83	8.85	64.85	11.77
30 days	69.33	15.94	69.05	18.10	66.06	12.47
60 days	70.45	17.66	69.86	19.48	71.62	19.44
	S0M2		S1M2		S2M2	
	E value	△E value	E value	△E value	E value	△E value
0 day	58.20	-	66.12	-	50.49	-
14 days	66.72	10.74	74.00	12.57	69.64	21.68
30 days	70.30	13.99	72.40	10.14	67.67	19.10
60 days	70.81	15.09	74.04	13.85	69.97	22.23

㉔ 1차 발효 전 냉동, 2차 발효 전 냉동 실험군 모두 공통적으로 저장기간이 길어질수록 yellowness의 값이 증가하고, redness의 값은 유사하거나 감소함을 확인 할 수 있었음. 그 결과 저장기간이 길어질수록 E value의 값이 증가함을 확인함.

(라) 냉동 생지로 제조된 빵의 겉보기 특성

표 3-4-12. 냉동 생지로 제조된 빵의 표면과 단면도 사진

	0 Day	14 Days	30 Days	60 Days
1차 발효 전 냉동				
				
2차 발효 전 냉동				
				

① 냉동 생지의 겉보기 특성 확인 결과 1차 발효 전 냉동을 한 제품이 2차 발효 전 냉동 실험군의 crust의 색 변화가 상대적으로 작은 것을 확인 할 수 있었으며, crumb부분에서 둘의 차이가 나타남. 1차 발효 전 냉동 실험군의 경우 해동 후 1차 발효 후 추가적인 공정이 들어가지만 2차 발효 전 냉동 실험군의 경우 별다른 공정 없이 바로 2차 발효에 들어가게 되어 해동 중에 부분적인 발효가 진행되어 빵 내부의 기공의 크기가 불균형한 차이를 가지고 온 것으로 예상됨.

2. 제빵용 냉동용 생지 제조

가. 제빵용 냉동 생지의 해동 발효시간에 따른 품질 평가

(1) 제빵 기능사 자격증 단팥빵 제조법을 기초로 하여 냉동 생지를 제조하고 60일 냉동 보관함. 이전 연구에서 1차 발효 후 냉동한 SOM1, S1M1 실험군을 대상으로 하여 해동 후 2차 발효 전에 punching을 통하여 기공의 불균형 한 차이를 최소화하고자 함. 냉동보관된 생지를 25℃에서 해동(1.5시간/2시간)하고 punching 공정 후, 2차 발효 시간(30/35/40분) 후 200℃에서 11분간 구워 빵을 구웠음. 제조된 빵을 분히 식힌 후 플라스틱 백에 넣어 데시케이터에 보관하였음. 품질 변화를 측정하기 위해 완성된 빵의 부피, 경도, 색도를 측정함.

표 3-4-13. 냉동 생지 배합비

강력분(g)	달걀(g)	이스트(g)	S500 kimo(g)	설탕(g)	소금(g)	마가린(g)	탈지분유(g)	물(g)
1100	165	77	12	176	22	132	33	506



그림 3-4-118. 냉동 생지 제조과정 및 완성된 생지의 냉동보관 방법

(가) 냉동 생지로 제조된 빵의 경도 측정 표준 측정 방법 및 결과

① 빵의 경도 측정을 위해 texture analyzer (TMS-Pro, Food Technology Co., Sterling, VA, USA)를 이용하여 texture analyzer에 놓은 후 프로브(probe)를 2번 아래 방향으로 반복 compression test를 실행함. 프로브 모양은 구형, 변화율 50%, 이동속도 100 mm/min로 하여 경도, 조밀성, 씹힘성을 정량화 할 수 있었으며 3회 반복함.

㉠ 첨가당 1%, 변성전분 1%를 첨가한 생지의 경도 측정 결과

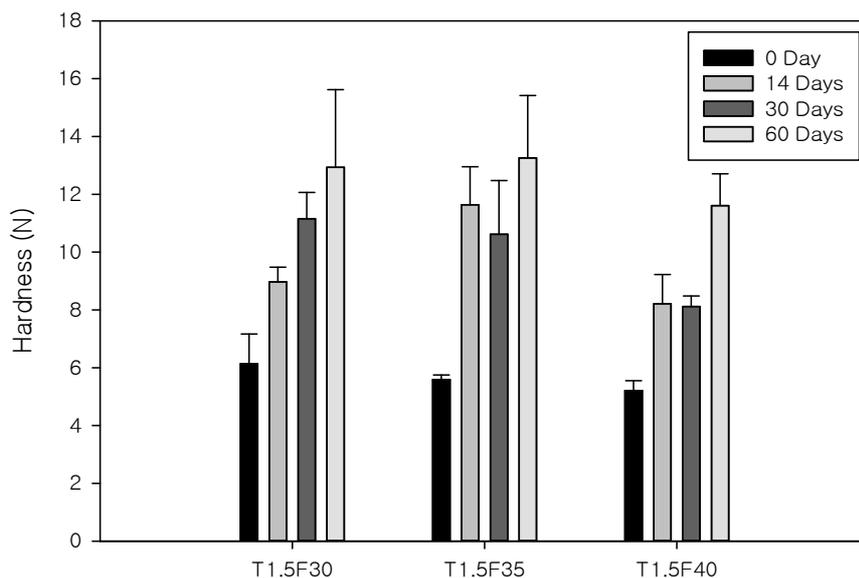


그림 3-4-119. 1.5시간 해동한 S1M1 냉동 생지의 경도 측정 결과

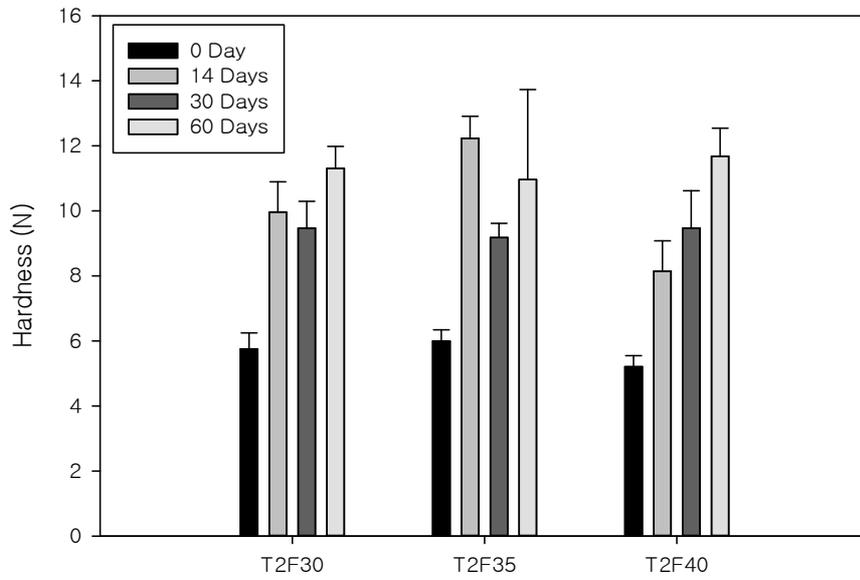


그림 3-4-120. 2시간 해동한 S1M1 냉동 생지의 경도 측정 결과

㉞ 첨가당 0%, 변성전분 1%를 첨가한 생지의 경도 측정 결과

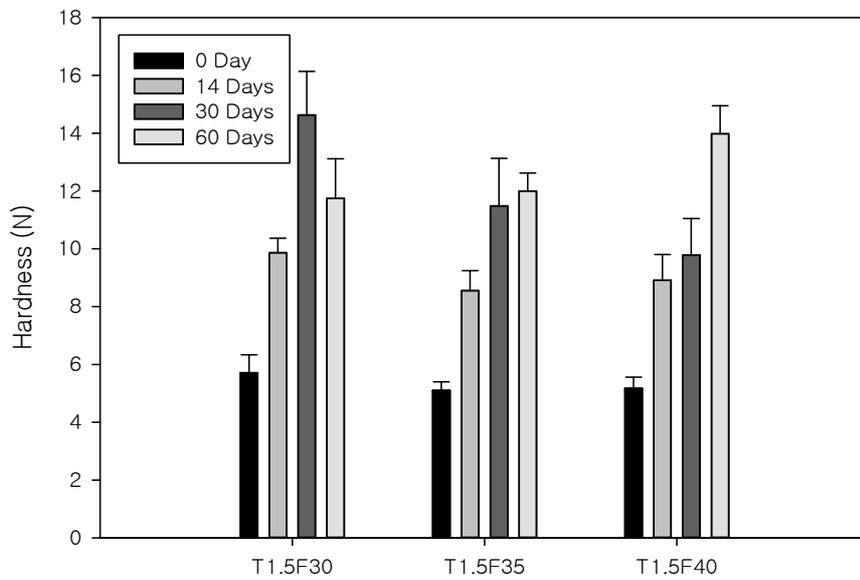


그림 3-4-121. 1.5시간 해동한 SOM1 냉동 생지의 경도 측정 결과

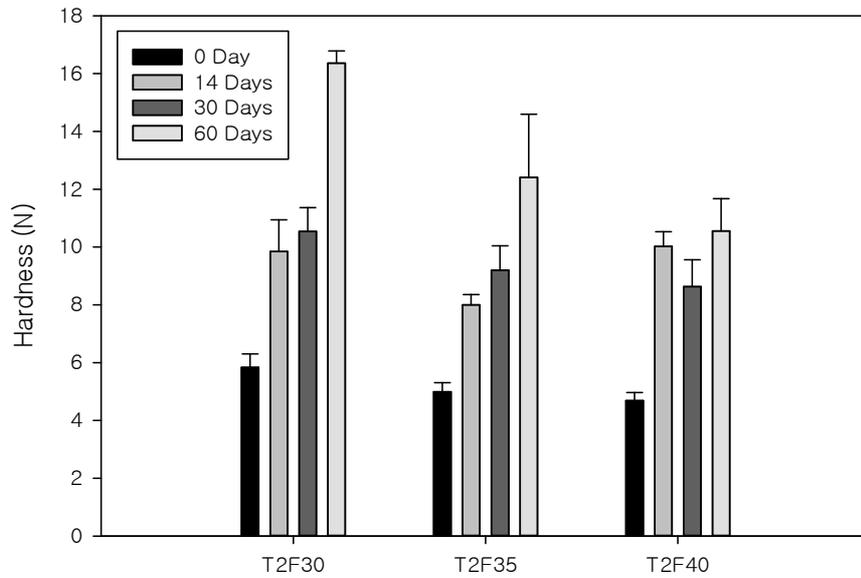


그림 3-4-122. 2시간 해동한 S0M1 냉동 생지의 경도 측정 결과

㉠ 발효시간이 증가 할수록 냉동 생지를 이용해 구운 빵의 경도가 감소하는 경향을 보였음. 하지만, 해동시간이 빵에 경도에 미치는 영향은 큰 차이가 없었음.

(나) 냉동 생지로 제조된 빵의 부피 측정 표준 측정 방법 및 결과

① 부피측정기(Volscan profiler, Stable Micro System, UK)를 이용하여 수직 스캔 간격 0.5 mm로 상온(25°C)에서 3회 반복 측정하여 mL/g 단위로 나타냄.

㉡ 첨가당 1%, 변성전분 1%를 첨가한 생지의 경도 측정 결과

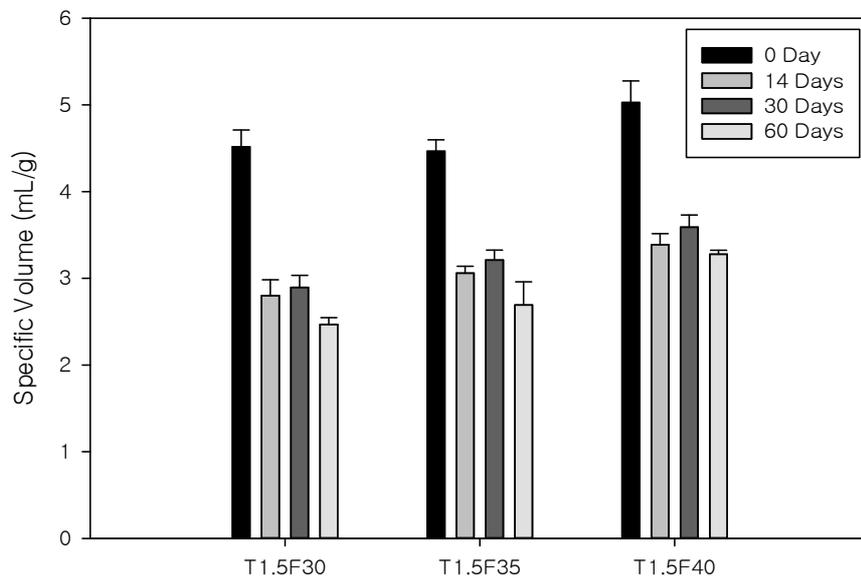


그림 3-4-123. 1.5시간 해동한 S1M1 냉동 생지의 부피 측정 결과

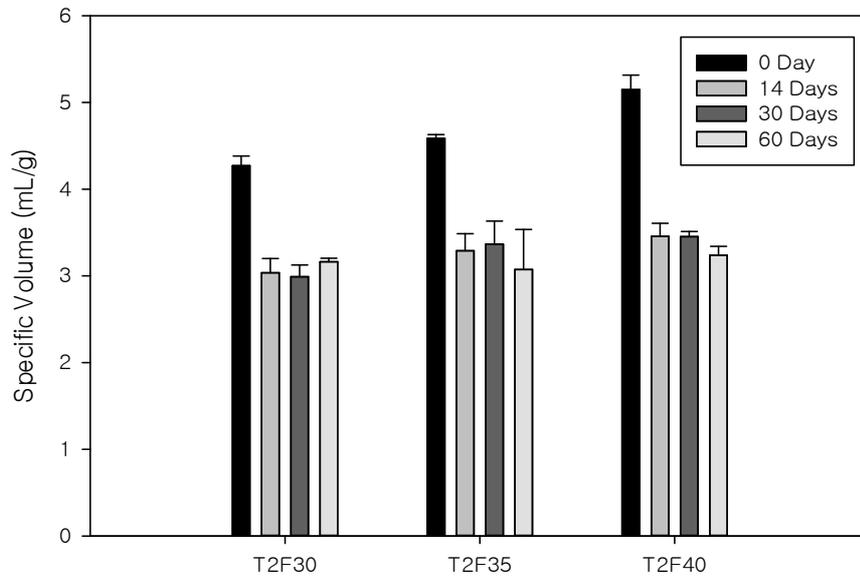


그림 3-4-124. 1.5시간 해동한 S1M1 냉동 생지의 경도 측정 결과

㉞ 첨가당 0%, 변성전분 1%를 첨가한 생지의 경도 측정 결과

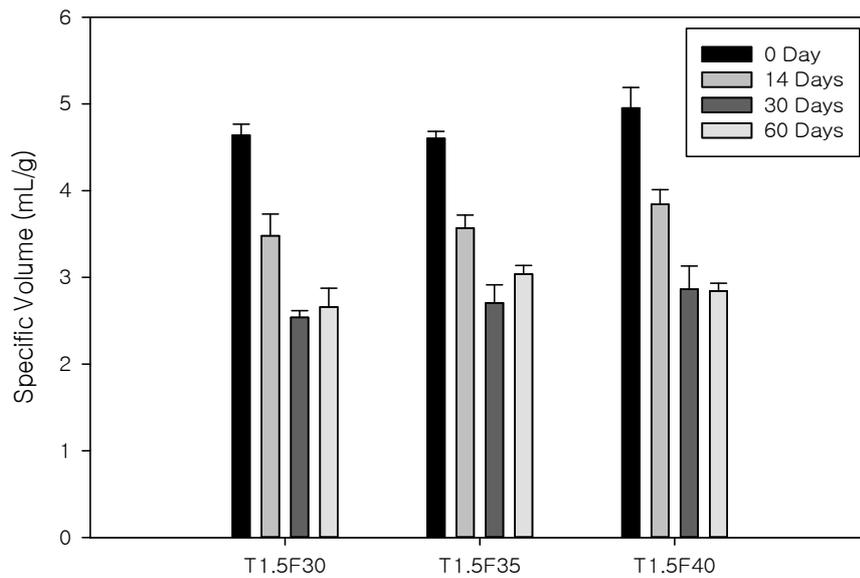


그림 3-4-125. 1.5시간 해동한 S0M1 냉동 생지의 경도 측정 결과

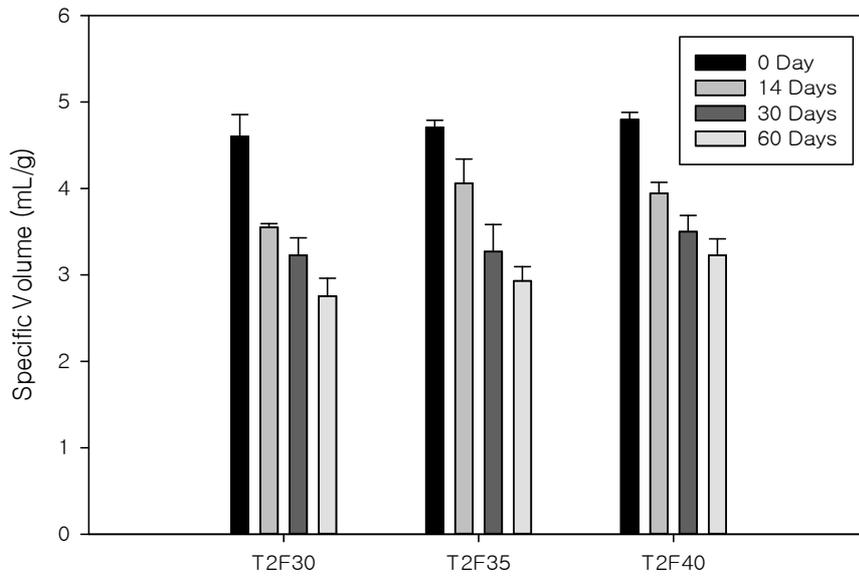
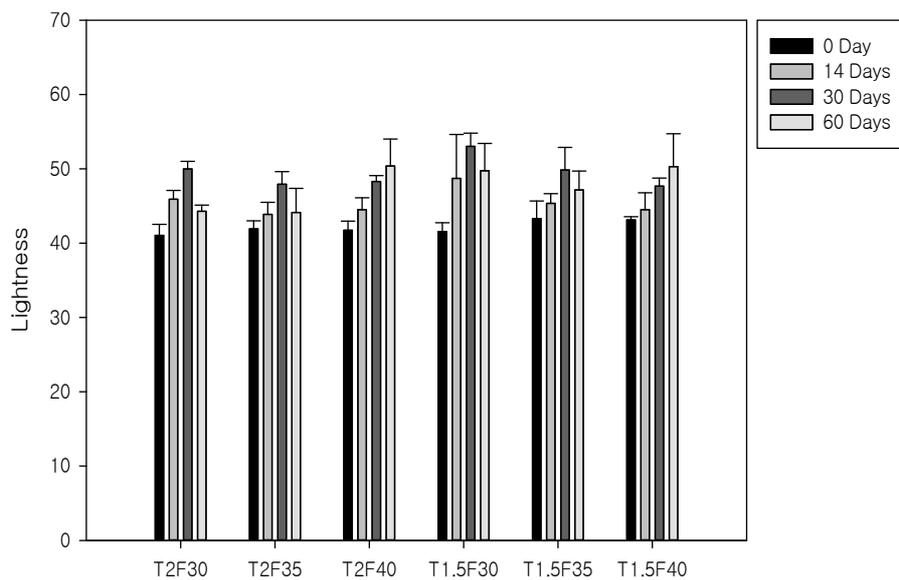


그림 3-4-126. 2시간 해동한 SOM1 냉동 생지의 경도 측정 결과

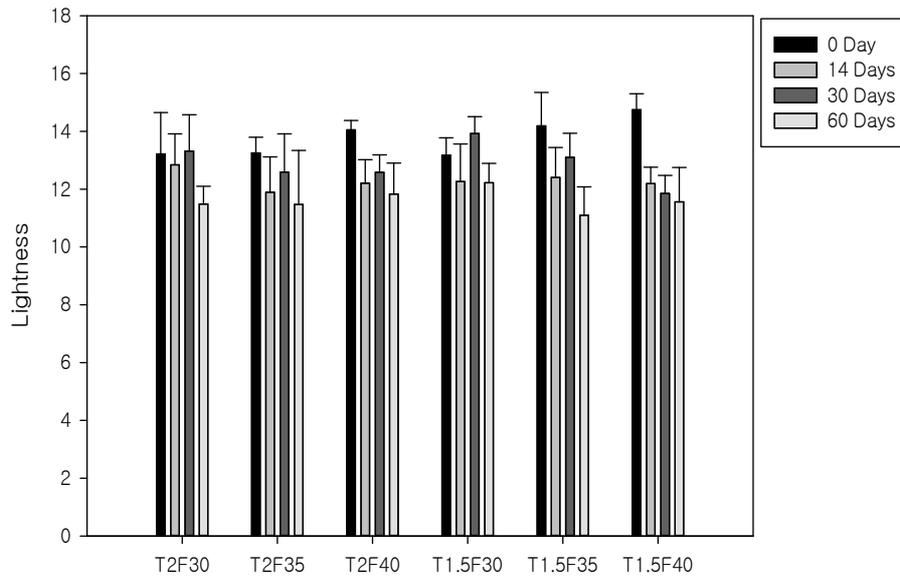
㉠ 발효시간이 길어질수록 냉동 생지를 이용한 빵의 부피가 증가하는 경향을 보였지만, 발효시간이 과할 경우 빵이 처지는 현상과 발효취가 났음.

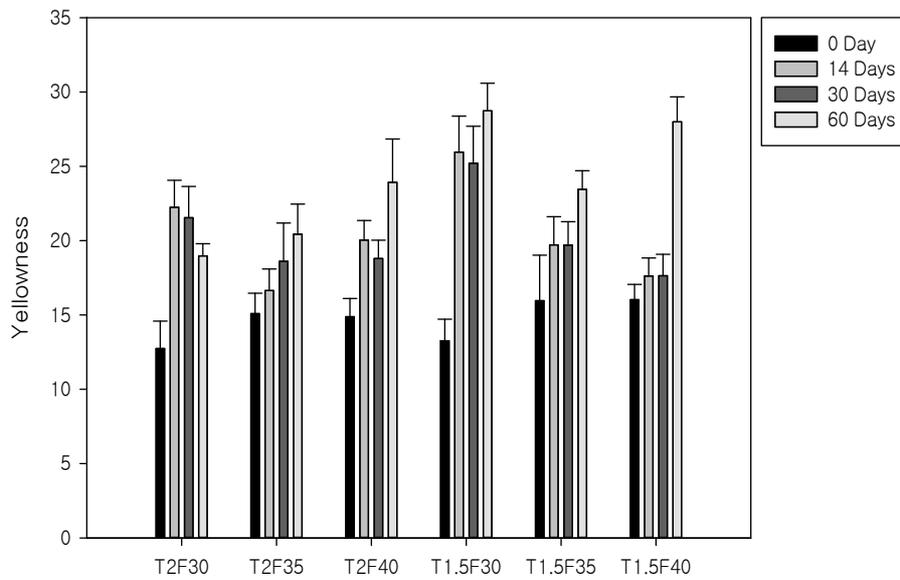
(다) 냉동 생지로 제조된 빵의 표면색도 측정 결과

① 냉동 생지로 제조된 빵의 표면 색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 빵의 중앙 부위를 6회 반복 측정하여 표면 색도를 측정함. 표면 색도는 Hunter 체계에 의하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타냄. E value와 Delta E value로 정의되는 값을 통하여 control과 실험군의 색의 차이를 비교함.



<A>



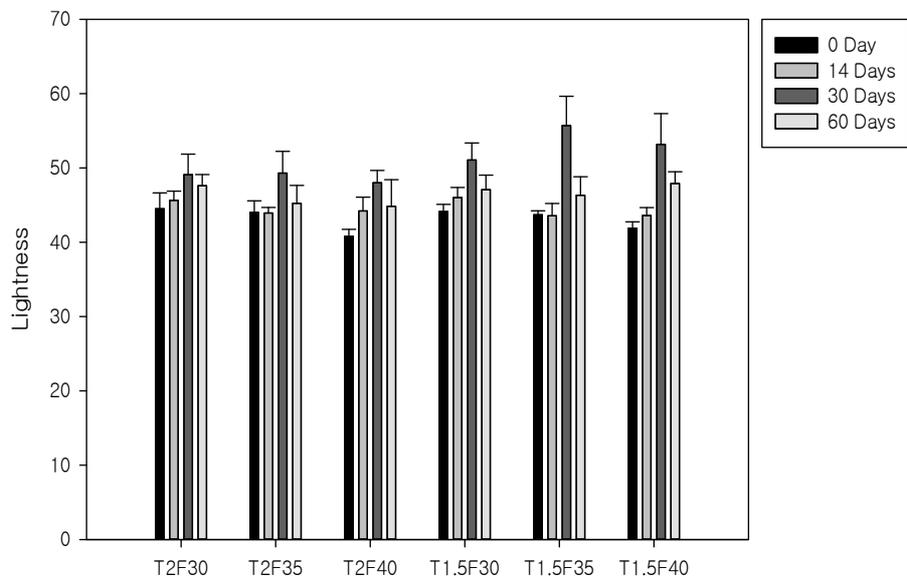


<C>

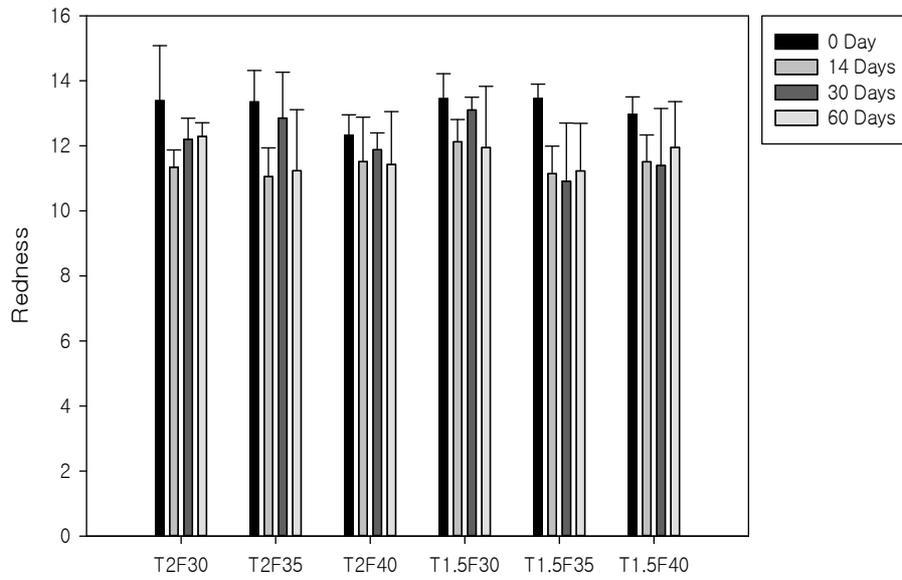
그림 3-4-127. S1M1 냉동 생지의 색도 측정 결과
(A: Lightness, B: Redness, C: Yellowness)

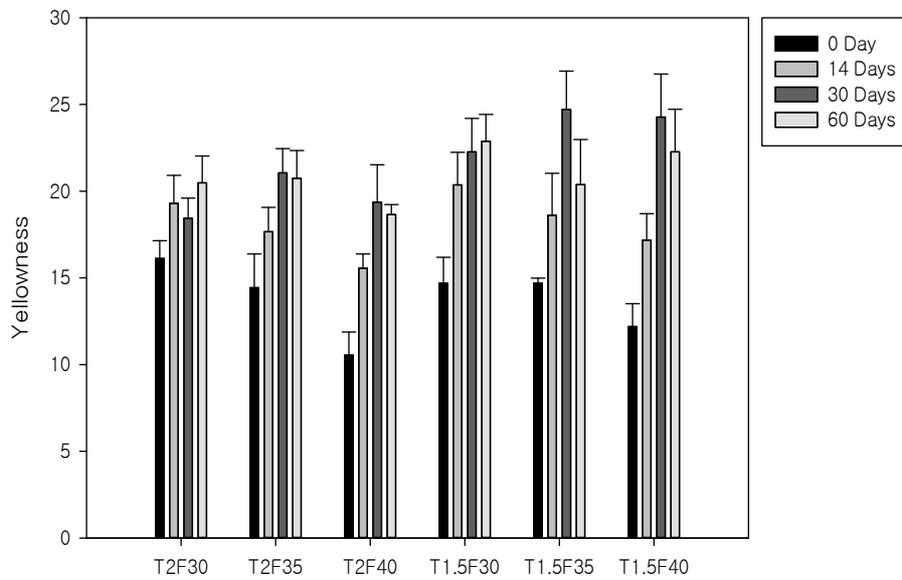
표 3-4-14. S1M1 생지의 E value와 Delta E value 측정 결과

S1M1						
	T2F30		T2F35		T2F40	
	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value
0 day	44.98	-	46.50	-	46.48	-
14 days	52.69	12.15	48.79	4.52	49.95	6.43
30 days	56.04	12.61	52.95	6.51	53.33	8.12
60 days	49.36	7.46	49.38	8.72	57.54	17.3
	T1.5F30		T1.5F35		T1.5F40	
	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value
0 day	45.56	-	48.31	-	48.31	-
14 days	56.16	13.07	50.99	4.92	49.89	5.39
30 days	60.36	16.91	55.84	6.89	52.19	5.34
60 days	57.34	17.48	53.06	12.03	57.31	16.77



<A>





<C>

그림 3-4-128. S0M1 냉동 생지의 색도 측정 결과
(A: Lightness, B: Redness, C: Yellowness)

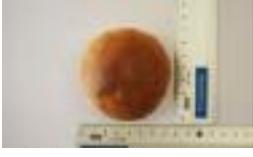
표 3-4-15. S0M1 생지의 E value와 Delta E value 측정 결과

S0M1						
	T2F30		T2F35		T2F40	
	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value
0 day	48.74	-	48.24	-	43.92	-
14 days	50.87	5.95	48.64	4.70	48.10	7.45
30 days	55.18	9.15	55.26	6.91	53.13	10.73
60 days	52.85	10.93	50.22	7.76	49.97	9.12
	T1.5F30		T1.5F35		T1.5F40	
	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value	E Value	ΔE value
0 day	48.42	-	48.02	-	45.54	-
14 days	51.75	6.43	49.04	4.83	48.26	5.02
30 days	57.67	11.35	62.69	14.83	60.29	15.68
60 days	52.73	9.83	51.29	8.37	53.84	12.31

㉠ 색도 측정결과, lightness와 redness에서 샘플 간에 유의적 차이는 보이지 않았으나, yellowness에서 큰 차이를 보였음. 저장기간이 길어질수록 yellowness값이 증가하는 경향을 보였음.

(라) 냉동 생지로 제조된 빵의 겉보기 특성

표 3-4-16. 냉동 생지로 제조된 빵의 표면과 단면도 사진

	0 Day	14 Days	30 Days	60 Days
30분 발효				
				
35분 발효				
				
40분 발효				
				

① 냉동 생지의 겉보기 특성 확인 결과 0 day에서 발효시간이 길어질수록 냉동 생지를 이용한 빵이 퍼져서 결과적으로 둥근 모양의 빵이 아니라 내려앉은 형태를 관찰 할 수 있었음. 발효 과정 중에 gas가 발생하여 글루텐 막이 점점 얇아져 과발효가 될 경우 반죽이 힘을 받지 못하여 내려앉은 것으로 보임.

제 3 절 제2협동과제(냉동 곡류 가공식품의 품질 최적화를 위한 냉/해동 기술 개발)

[1년차] 제과용 냉동 완제품의 품질 최적화 냉/해동 기술 개발

1. 냉동 및 해동 시스템 제작

가. 냉동 시스템

(1) 냉동 시스템 구성

(가) 제과용 냉동 생지를 대상으로 냉동 조건을 제어하기 위하여 냉동고(FD-10-SF, (주) 유니크 대성)를 개조하여 냉동 시스템을 제작하였음(그림 3-3-1). 전체 냉동 시스템은 냉동고 내부 시스템과 외부에 위치한 냉동고 control box로 구성되어 있으며 냉동고 내부 시스템에는 실질적으로 제과용 생지를 냉동할 fan이 부착된 단열박스가 설치되어 있고, 단열박스에 원하는 온도의 냉기를 공급하기 위해 조절 가능한 compressor와 condenser fan이 위치함. 또한 외부 control box에 냉기조절을 위해 필요한 온도/습도 정보를 제공하기 위해 습도센서와 온도 센서를 설치하였음. 주로 냉동고(단열박스 외부)에 설치된 온도 센서로부터 얻어지는 온도정보를 바탕으로 냉동고 외부의 control box는 compressor와 condenser fan을 on/off 모드로 제어하며, 해당 정보는 control box를 통해 최종 제어 PC에 전송됨.

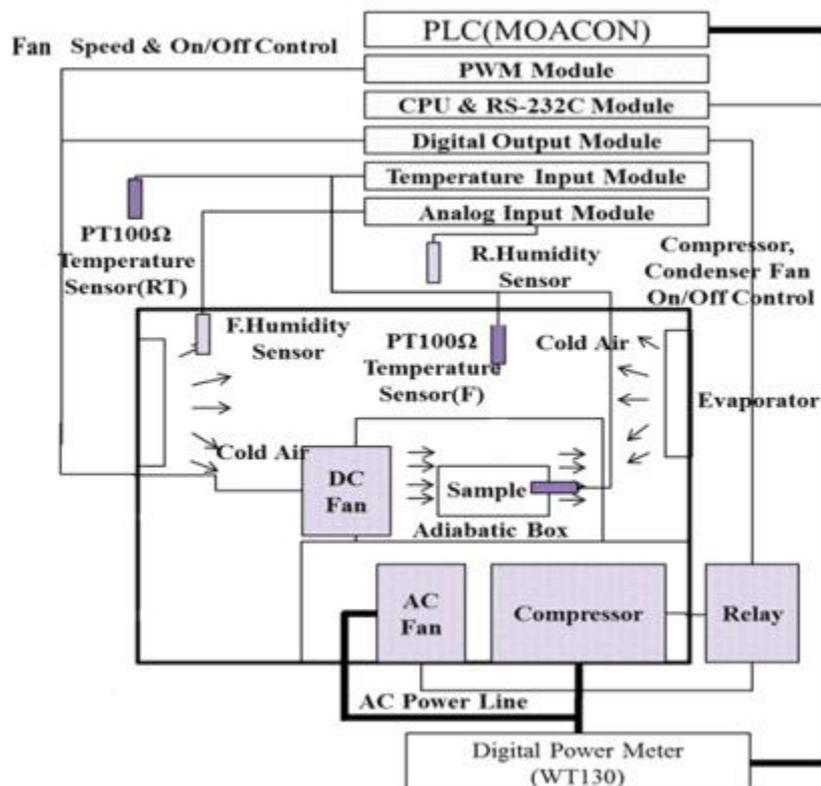


그림 3-3-1. 냉동고 시스템의 모식도.

(2) 냉동고

(가) 제작한 냉동 시스템에 사용된 냉동고의 최저 냉동 온도는 -55°C 로 그림 3-3-2와 같은 크기를 가지고 있음. 해당 냉동고를 기초로 하여 생지의 냉동에 사용될 냉기를 공급하고, 필요에 따라 compressor 및 condenser fan의 작동을 조작할 수 있도록 냉동고 시스템을 구축하였음.

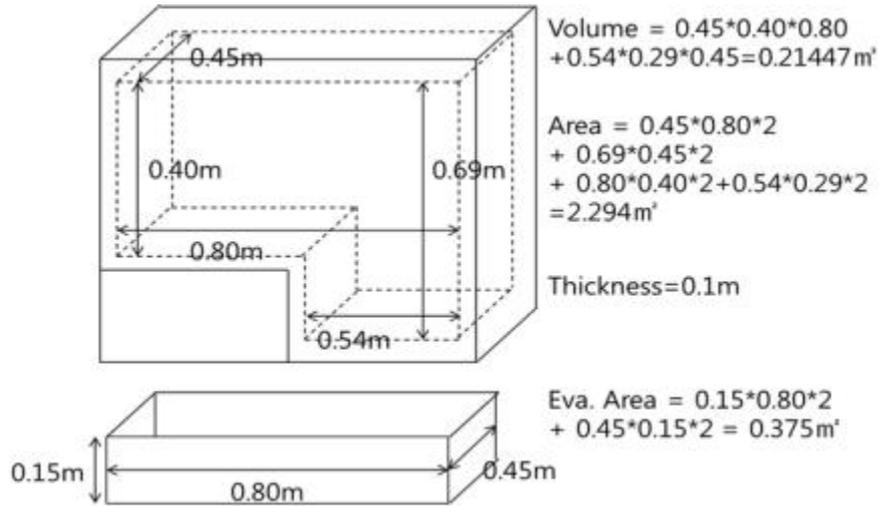


그림 3-3-2. 냉동고의 크기 및 구성.

(3) 단열박스

(가) 그림 3-3-3은 냉동고 내부에 설치한 단열박스의 크기와 구성을 나타낸 그림으로 보는 바와 같이 fan이 부착되어 냉동고로부터 생성된 냉기를 생지에 공급하여 냉동시키며, fan 속도를 조절할 수 있도록 fan controller를 설치하여 냉기 flux를 조절함으로써 생지의 냉동속도를 증가시킬 수 있는 강제대류가 가능하도록 제작하였음. 또한 fan의 위치에 따라 대류량에 차이가 있을 수 있으므로, fan을 수평적으로 설치한 것과 수직적으로 설치한 단열박스를 제작하여 설치하였음. 단열박스가 설치된 냉동고의 내부는 그림 3-3-4와 같음.

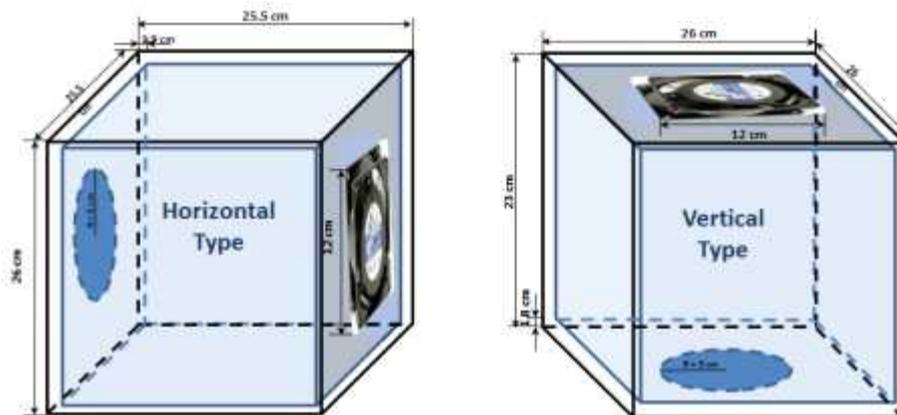


그림 3-3-3. 냉동고 내부에 장착한 단열박스의 구성.

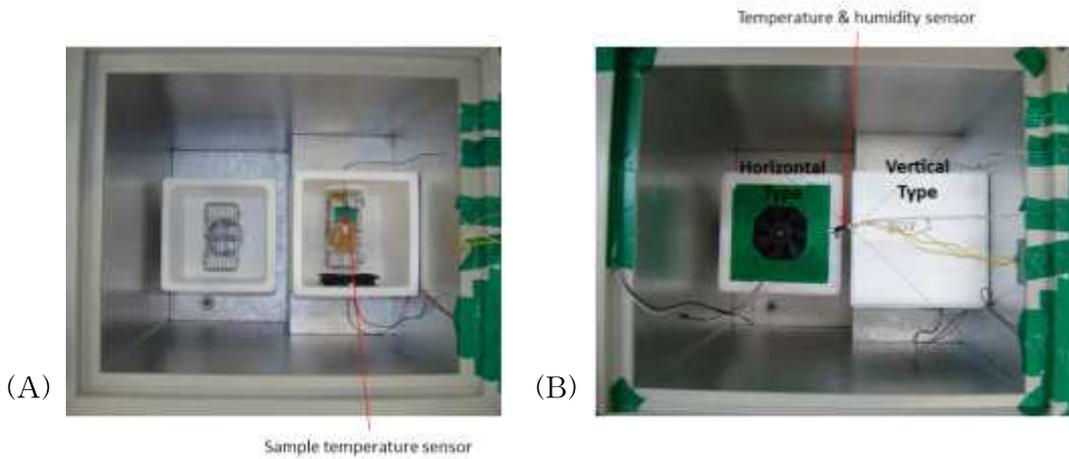


그림 3-3-4. 단열박스를 장착한 냉동고 내부. (A) 단열박스 내부, (B) 단열박스 외부.

(나) 단열박스에 설치된 fan은 전압의 크기로 조절되므로, 전압의 변화에 따른 단열박스 중앙의 풍속을 그림 3-3-5와 같이 측정하였음. 해당 그래프를 바탕으로 fan의 전압을 달리하면 해당 풍속이 어떠한지 확인할 수 있기 때문에 냉기의 flux를 계산할 수 있음.

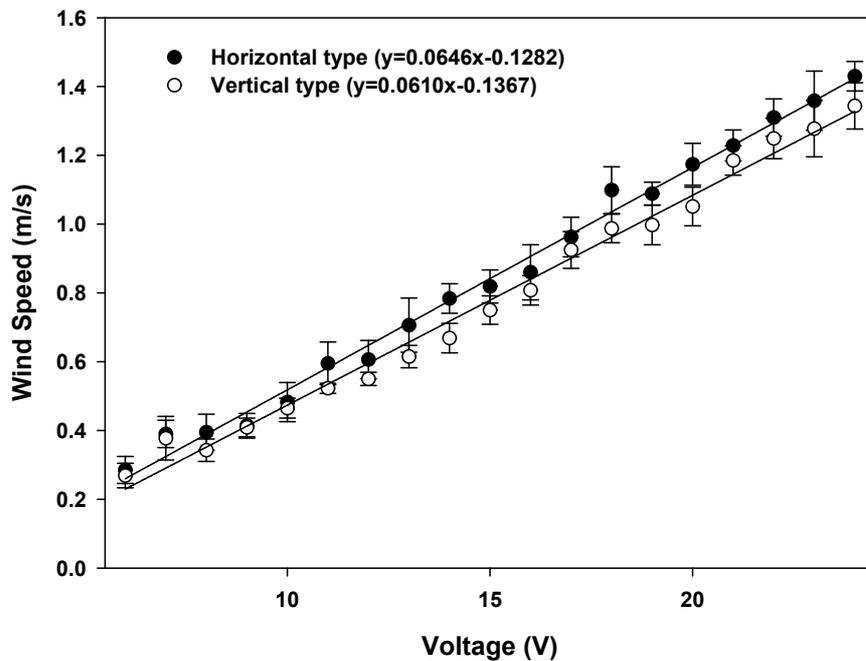


그림 3-3-5. Fan 전압에 따른 송풍속도

(4) 제어부

(가) Control box는 앞서 설명하였듯이 냉동고 시스템의 온도 및 습도와 전력소비 등의 정보를 획득하고 제어 PC에 전송하며, 제어 PC에 입력한 정보를 바탕으로 냉동고 시스템을 제어하는 역할을 함. 그림 3-3-6은 control box와 전력 측정계 및 단열박스 fan controller를 포함한 control hardware의 구성을 나타내는 사진으로 control box는 정보를 전송/습득하기 위한 모듈들이 설치되었으며, 냉동고의 compressor와 condenser fan의 on/off를 제어하기 위한 자동 스위치가 설치되었음.



그림 3-3-6. 냉동고 콘트롤 하드웨어의 구성.

(나) 제어 PC에 설치된 냉동고 control software는 LabView 프로그램을 바탕으로 제작되었으며, 그림 3-3-7의 (A)에서와 같이 원하는 냉기온도 등의 냉동고 시스템을 제어하기 위한 조작 조건을 입력하는 동시에 냉동고로부터 획득된 정보를 실시간으로 확인할 수 있고 (B)에서 보이는 바와 같이 엑셀프로그램 형태로 저장되어 원하는 data를 얻을 수 있음.

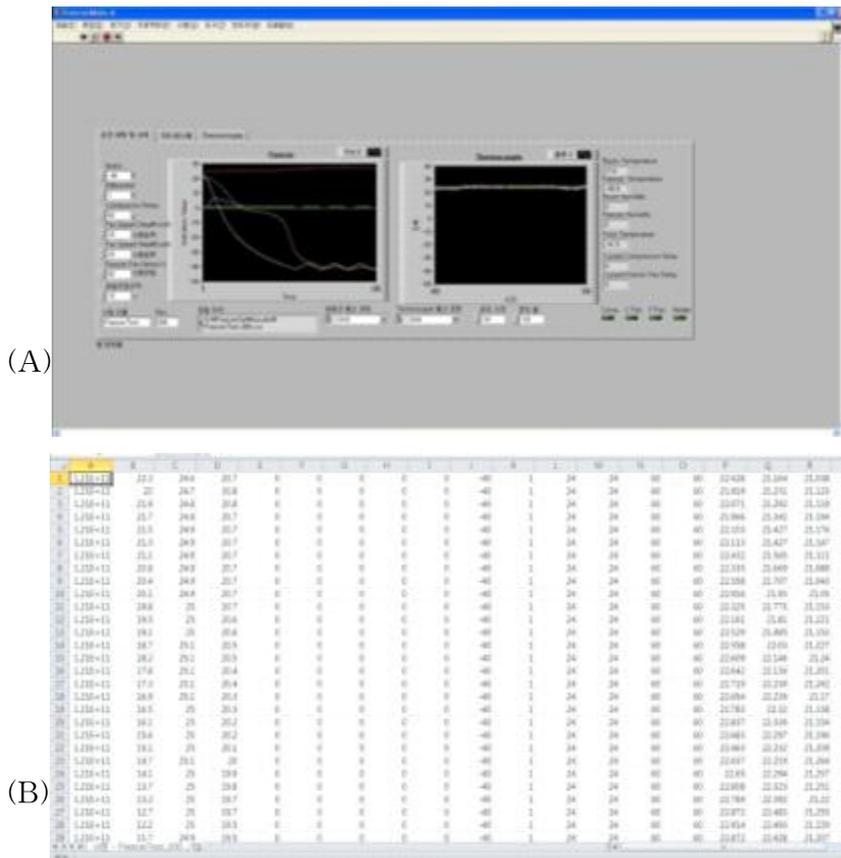


그림 3-3-7. Labview를 이용한 냉동고 콘트롤 GUI 프로그램. (A) 프로그램 조작 및 출

력화면, (B) 프로그램 조작으로 인해 저장되는 결과 데이터 화면.

나. 해동 시스템

(1) 해동 시스템 구성

(가) 하드웨어

① 해동 시스템은 LG DIOS microwave 오븐을 개조하여 제작하였음. 해당 microwave 오븐은 microwave(1600 W) 기능과 일반 오븐(광과오븐, 1250 W) 및 그릴 기능을 제공함. 오븐 내부에는 각각 2개씩 뒷부분과 윗부분에 히터가 설치되어 있어 오븐 및 그릴 기능을 제공하고, 우측면에 microwave 발생기가 설치되어 microwave 기능을 지원함. Microwave 기능에서 세기를 조절할 수는 없고, microwave 발생 주기를 조절하여 강도를 달리할 수 있음. 그림 3-3-8의 (A)는 해당 오븐 내부 구성을 나타내며, (C)는 조작부에서 각각의 연결부위가 담당하는 기능에 대해 설명한 사진임. 각각 2개씩의 히터는 22 A의 전류량을 사용함으로써 오븐 기능은 두 세트를 모두 사용하여 44 A의 전류량을 소모하고, 그릴 기능은 한 세트를 사용하여 22 A의 전류량을 소모함. 또한 microwave는 30 A의 전류량을 소모함. 이러한 정보를 바탕으로 그림 6의 (B)에서와 같이 전력측정계로 전류량을 측정하면, 각각 해당 기능의 on/off 상태를 확인할 수 있음.

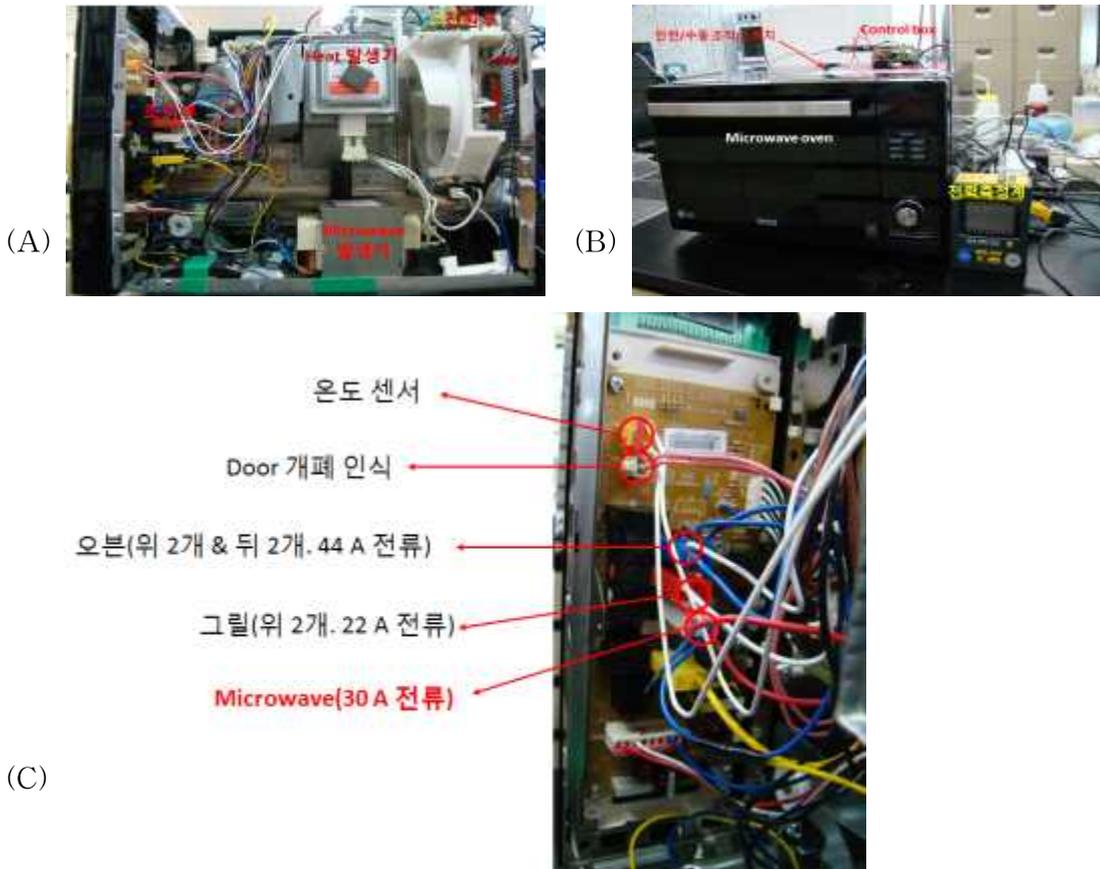


그림 3-3-8. 개조한 해동 시스템(microwave 오븐) 구조. (A) microwave 오븐 내부 구성도, (B) 개조한 microwave 오븐 외부 구성, (C) microwave 오븐 내부의 조작부 구성도.

② 개조된 전체 모습은 그림 3-3-8의 (B)와 같으며 이 중 control box, 안전/수동 스위치와 relay 스위치에 의한 microwave 제어 시스템 구성도는 그림 3-3-9와 같음. 최종 제어는 안전/수동 스위치에서부터 시작되어 위급상황에 대처할 수 있도록 하였고, controller를 설치하여 제어 PC로부터 전송된 제어 정보를 바탕으로 relay 스위치를 제어하도록 하였음. 따라서 방법에 따라 제어 PC 입력된 정보(microwave 주기정보)에 따른 자동조작과 안전/수동 스위치를 이용한 수동조작이 가능함.

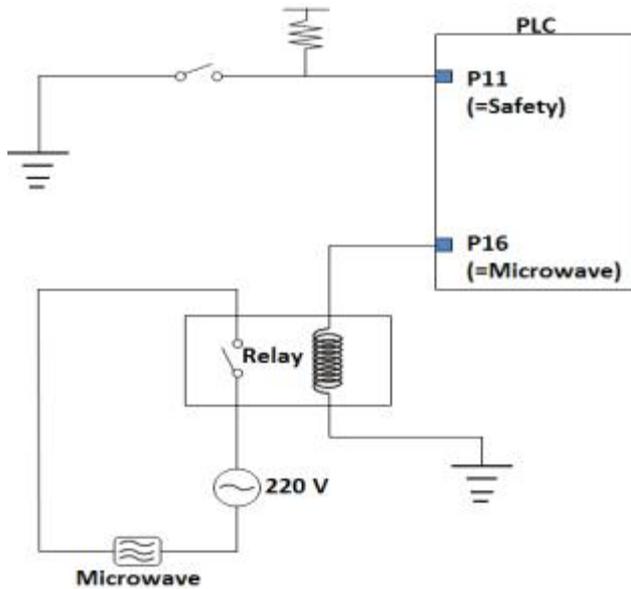


그림 3-3-9. 개조된 microwave 오븐의 microwave 기능 control 시스템 구성도.

(나) 소프트웨어

① 산업용 controller를 위한 CUBLOC이라는 ladder logic 프로그램을 이용하여 microwave 오븐의 microwave 기능의 조절이 가능한 소프트웨어를 제작하였으며, 각각 자동과 수동조작의 작동 알고리즘은 그림 3-3-10의 (A), (B)와 같음.

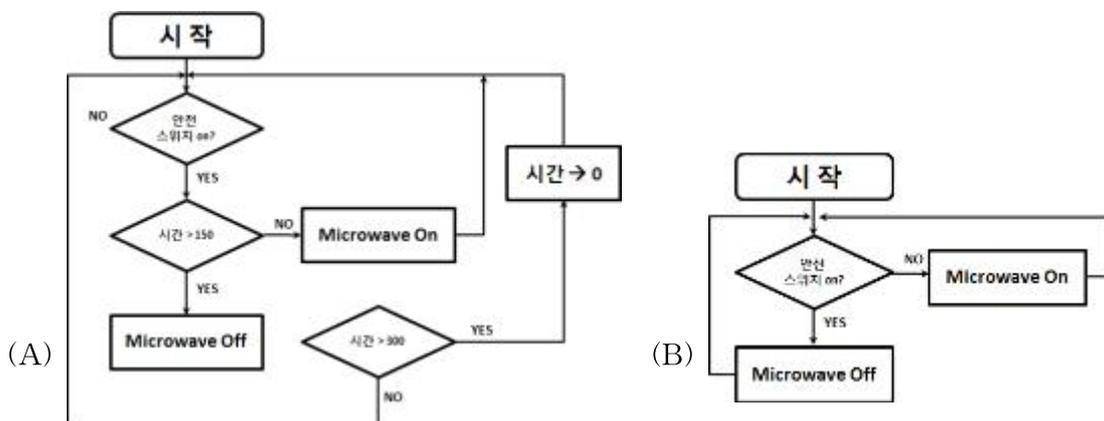


그림 3-3-10. 개조 microwave 오븐 콘트롤 알고리즘의 예. (A) 자동조작 알고리즘, (B) 수동조작 알고리즘.

2. 냉동 쿠키 제품

가. 냉동

(1) 연구방법

(가) 쿠키 생지 재료 및 조리법

① 재료

㉠ 실험에 사용한 쿠키용 생지의 배합비는 표 3-3-1과 같음.

표 3-3-1. 냉동 쿠키 생지의 재료 및 배합비

재 료	배합비(%)	중량(g)
박력분	44.4	500
변성전분(썬스넥)	3.5	40
버터	14.6	165
쇼트닝	14.6	165
백설탕	15.5	175
정제염	0.4	5
물엿	2.2	25
계란	4.4	50
코코아 파우더	0.2	2
합계	100	1,127

② 조리법

㉠ 버터, 쇼트닝 믹싱(5분)

㉡ 백설탕, 물엿, 정제염 투입 후 믹싱(3분)

㉢ 계란을 투입 후 고속믹싱(크림화, 5분)

㉣ 미리 체 친 가루재료(박력분, 코코아 파우더, 변성전분)를 넣고 저속믹싱(2분) 후 중속 믹싱(5분)

㉤ 생지를 비닐에 넣고 30분 냉장(4℃) 조건에서 휴지

㉥ 30 g 단위로 소분한 후 $\phi 60$ mm로 성형

(나) 냉동 및 저장

① 냉동 조작 조건

㉠ 쿠키생지의 냉동 조작 조건은 그림 3-3-11과 같음. 먼저 냉동고로부터 제공되는 냉기 온도를 -20, -40, -55℃로 설정하고(냉동속도의 차이가 생김), 단열박스에 설치된 fan 을 on/off(on=24 V의 출력의 fan)하여 자연 및 강제 대류에 의한 효과를 확인할 수 있게 하였음. 또한 냉동 종료 온도는 -20, -40, -55℃로 설정하고 각 온도에서 수집된 시료는 -18℃에서 냉동 보관(3주차 까지) 하였음.

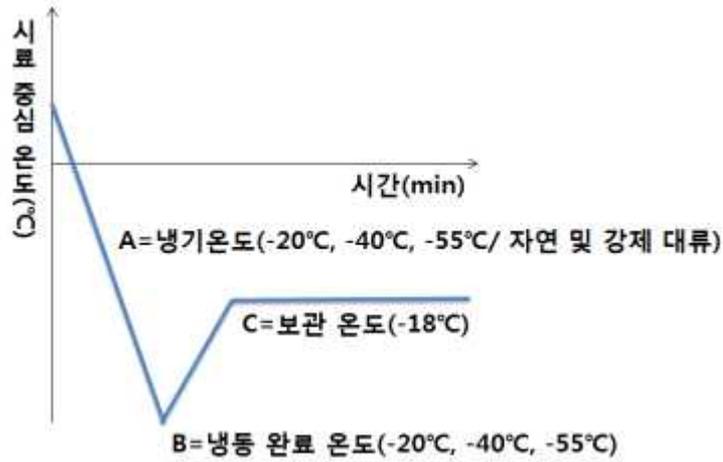


그림 3-3-11. 냉동 조작조건에 대한 모식도.

㉔ 실험군 명명법

- ㉔ 예시 1 : N-55-20(자연대류에 의해 -55°C 냉기온도로 중심온도가 -20°C가 되는 시점에 냉동을 종료한 실험군)
- ㉔ 예시 2 : F-40-40(24 V 출력 fan의 강제대류에 의해 -40°C 냉기온도로 중심온도가 -40°C가 되는 시점에 냉동을 종료한 실험군)

② 냉동온도 프로파일링

- ㉔ 샘플(쿠키 생지)의 가운데 부분에 thermocouple을 삽입하여 냉동기간 동안 온도변화를 확인함.

③ 저장 조건

- ㉔ 각기 다른 냉동 조건에서 냉동된 생지는 -18°C에서 저장하고 시간에 따른 품질 변화는 측정하였음. 그림 3-3-12는 -18°C 설정 값에서 저장에 사용된 냉동고 내부의 온도 변화를 나타낸 결과로서 보는 바와 같이 -18°C를 중심으로 밑으로는 약 2.5°C, 위로는 약 4°C의 심한 차이를 보이지만, 실제 냉동 생지의 내부 온도는 빨간 선과 같이 1°C 안팎으로 온도가 변하는 것이 확인되었음.

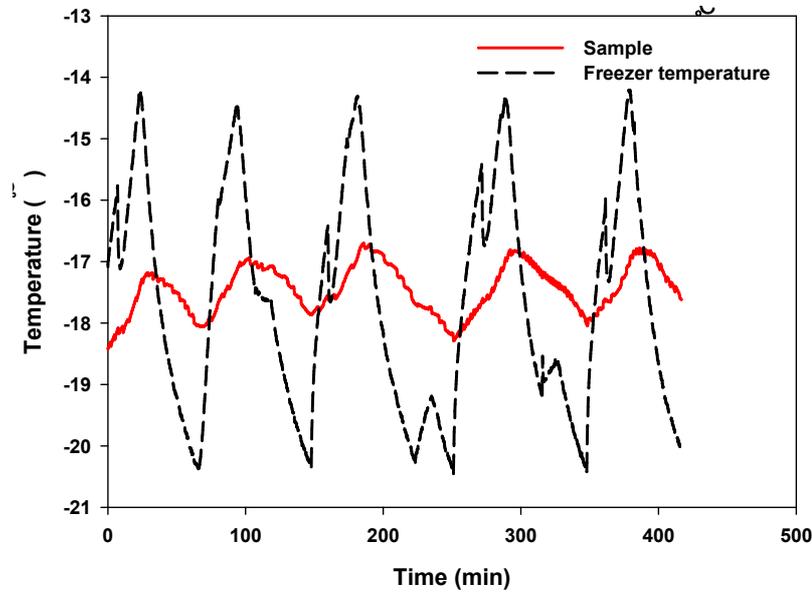


그림 3-3-12. -18℃ 설정온도에서 냉동고의 실제 온도변화와 이에 따른 시료의 온도 변화.

- ㉔ 냉동한 쿠키 생지를 -18℃에서 3주간 저장하면서 1일, 1주, 3주 단위로 특성을 확인하여 저장 특성을 확인하였음. 본 보고서에는 1일까지의 결과를 서술하였으며, 1차년도 남은 기간 중으로 저장실험에 대한 결과를 획득할 예정임.

(다) 해동 및 굽기

- ① 상온(25℃)에서 50분간 해동 후 오븐기능으로 200℃에서 12분간 구움.

(라) 측정방법

① 겉보기 특성

- ㉔ 3개 또는 4개를 한 set로 하여 구워진 쿠키의 겉모습 사진을 디지털카메라를 이용하여 찍었고 쿠키의 크기를 확인할 수 있도록 100원짜리 동전($\phi = 24 \text{ mm}$)과 함께 사진을 찍었음.

② 색도

- ㉔ 쿠키의 상단 중앙부를 선택하여 색도계(Chromameter CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였음.

③ 퍼짐성

- ㉔ 퍼짐성 측정은 다음 식을 이용하여 계산하였음.

$$\text{퍼짐성 (spread factor)} = \frac{\text{쿠키의 지름 (mm)}}{\text{쿠키의 높이 (mm)}}$$

④ 물성(hardness, flexibility)

- ㉔ 쿠키의 물성을 측정하는 방법은 AIB 표준방법에 따라 Texture Analyzer(TA-XT2i, WDI Ltd.)를 이용하여 three point bending 테스트를 실시하였음.
- ㉕ Three point bending 테스트를 위한 조건은 다음과 같음.
- ㉖ Probe : Three Point Bending Rig (HDP/3PD)
 - ㉗ Mode : Measure Force in Compression
 - ㉘ Option : Return to Start
 - ㉙ Pre-Test Speed : 2.5 mm/s
 - ㉚ Test Speed : 2.0 mm/s
 - ㉛ Post-Test Speed : 10.0 mm/s
 - ㉜ Distance : 15 mm
 - ㉝ Trigger Type : Auto - 20 g
 - ㉞ Tare Mode : Auto
 - ㉟ Data Acquisition Rate : 200 pps (양 거치대 사이 거리 = 40 mm)
- ㊱ Three point bending 테스트의 전형적인 결과는 그림 3-3-13과 같음. Hardness(N)는 가해진 응력의 최대 peak 값으로 정의되며, flexibility(mm)는 그 점에 도달하는 지점까지의 변형길이를 나타냄.

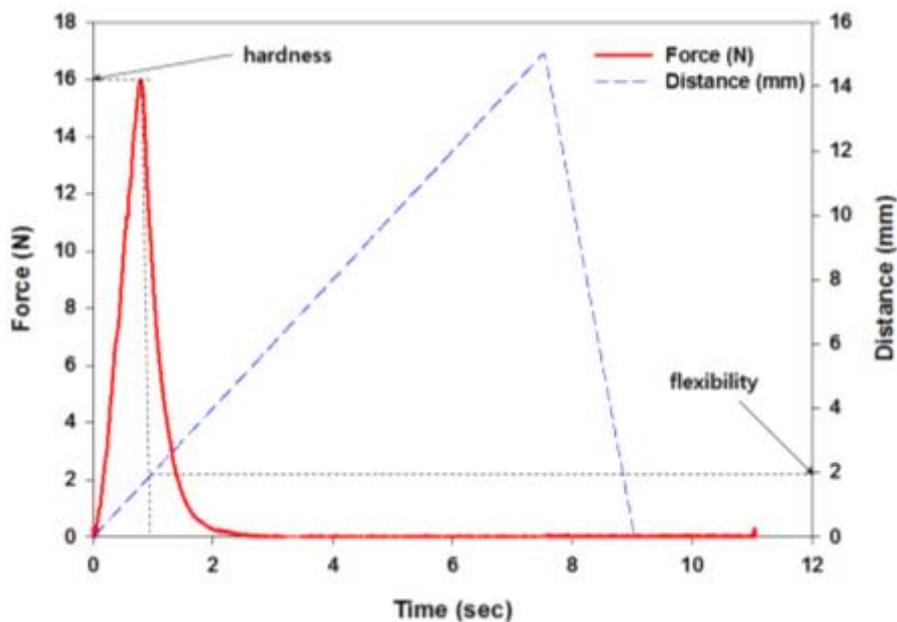


그림 3-3-13. 전형적인 three point bending 테스트 결과.

(2) 연구결과

(가) 냉동 중 시료 온도변화

- ① 냉동 중 쿠키 생지의 온도 변화를 그림 3-3-14에 나타내었음. (A)는 fan을 가하지 않은 자연대류(N)에 의해 냉동된 쿠키 생지의 온도변화이며, (B)는 24 V 전압 세기의 fan을 가한 강제대류(F)에 의해 냉동된 쿠키 생지의 온도변화임. 강제대류 시 자연대류로 냉동할 때보다 적게는 2/3, 많게는 1/2만큼 냉동시간이 단축되었음. 공통적으로 나타나는 특징은 상이 변화하는 지점이 특별하게 확인되지 않았는데 이는 쿠키 재료의

배합비에서 확인할 수 있듯이 수분이 포함된 재료는 계란을 제외하고 첨가되지 않았고, 계란에 포함된 수분 또한 상변화를 일으키기 힘든 형태로 각각의 재료들과 비공유적 상호작용하고 있기 때문임.

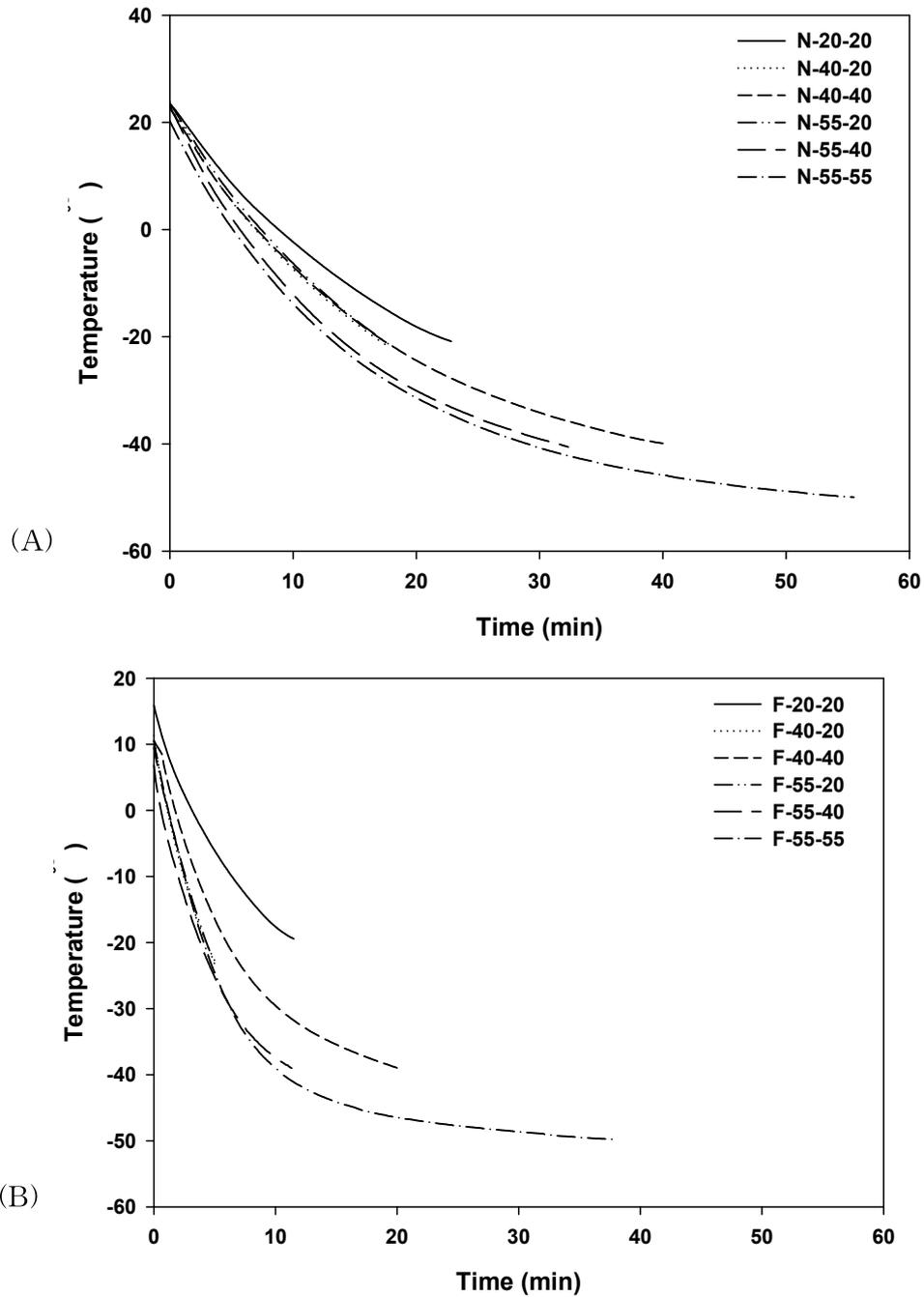


그림 3-3-14. 냉동 중 쿠키 생지의 온도변화. (A) 자연대류(N)에 의한 쿠키 생지의 온도 변화, (B) fan에 의한 강제대류(F, fan speed=24 V)에 의한 쿠키 생지의 온도변화.

(나) 구운 후 특성

- ① 냉동변수 조작에 따른 결과
- ② 겉보기 특성

㉠ 표 2에 쿠키 냉동생지를 냉동 조작변수에 따라 냉동한 후 1일간 저장하여 일정한 해동 조건을 통해 구워진 쿠키의 겉보기 변화를 나타냈음. 모든 샘플에서 해동 전 냉동 쿠키생지에 비해 크기가 증가하였음. 강제대류에 의해 냉동된 샘플들이 fan의 자연대류에 의해 냉동된 샘플들에 비해 약간 어두운 경향이 보이긴 하지만, 냉동 조작변수의 차이에 의해 냉동된 후 구워진 쿠키들은 눈을 통해 식별이 가능할 만큼의 큰 차이점을 보이지 않았음. 따라서 겉보기의 특성이 아닌 색도와 물성적인 특성을 확인하여 각 냉동 조건이 처리된 샘플들의 차이를 확인하는 것이 필요함.

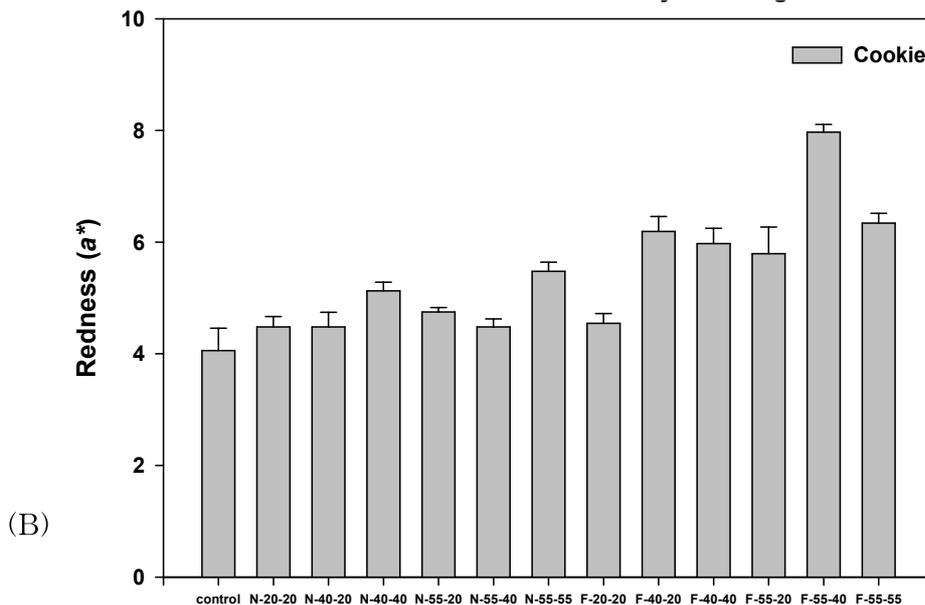
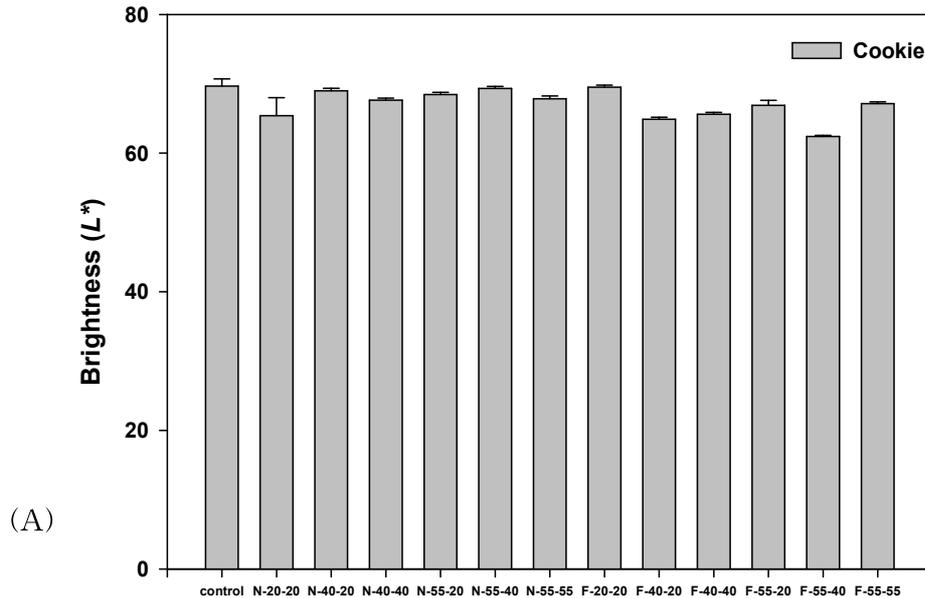
표 3-3-2. 냉동 변수 조작에 따른 저장 1일 경과 후 쿠키의 겉보기 변화

냉동고온도 (℃)		냉동종료 (℃)		냉동방법	
				N	F
control					
-20	-20				
-40	-20				
	-40				
-55	-20				
	-40				
	-55				

㉔ 색도

㉑ 그림 3-3-15는 냉동 조작 변수에 따른 냉동저장 1일 경과 후 쿠키의 색도를 나타낸 결과임. (A), (B), (C), 그리고 (D)는 각각 구운 후 쿠키의 brightness(L^*), redness(a^*), yellowness(b^*), 그리고 E value로 정의되는 값을 나타내며 E value의 정의는 다음과 같음.

$$E = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$$



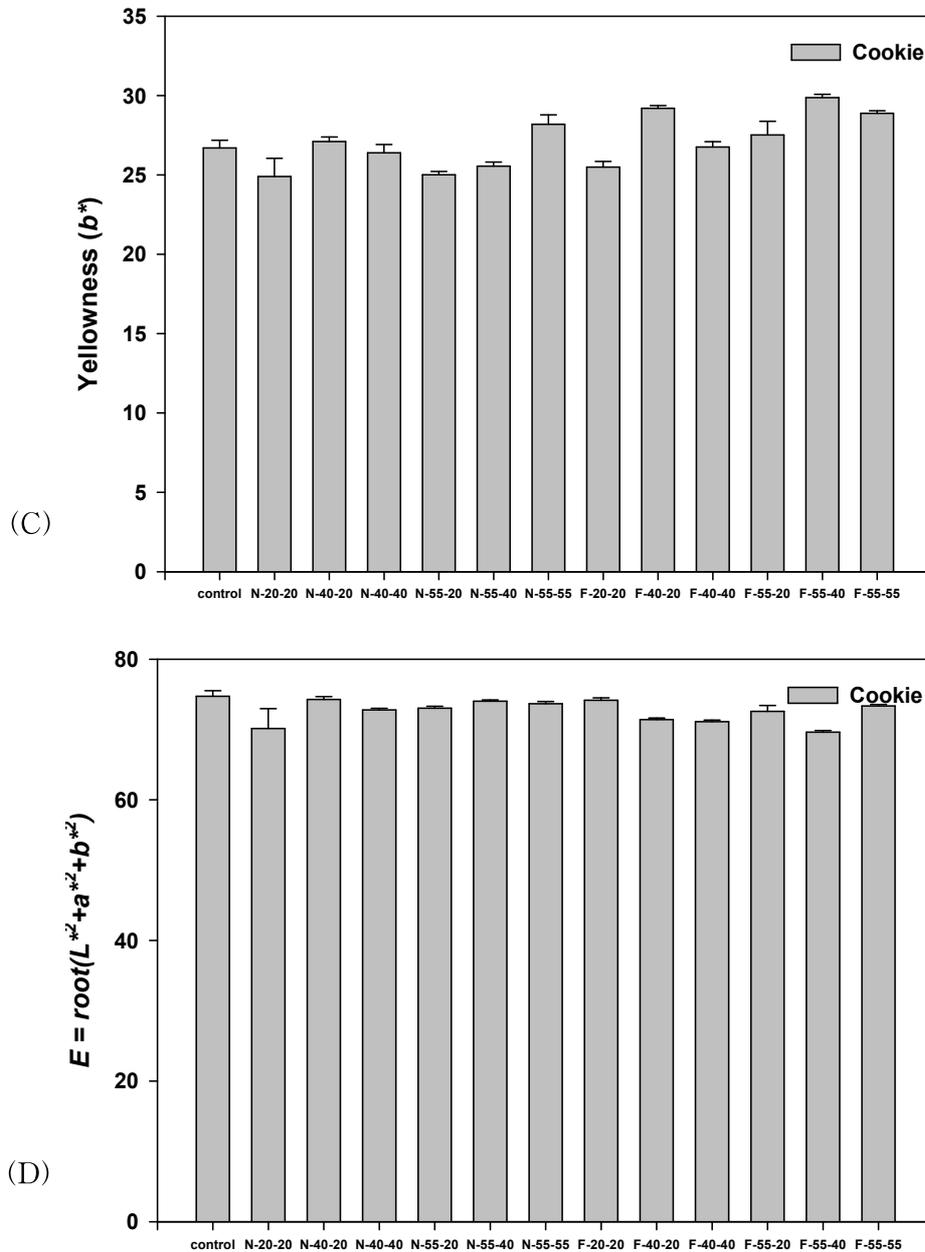


그림 3-3-15. 냉동 변수 조작에 따른 저장 1일 경과 후 쿠키의 색도. (A) brightness(L^*), (B) redness(a^*), (C) yellowness(b^*), (D) E value($E = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$).

- ㉠ 겉보기 특성에서 강제대류로 냉동된 샘플들이 대체적으로 좀 더 어둡다고 언급한 것처럼, brightness에서도 비슷한 결과가 관찰되었음. 매우 큰 정도의 차이가 있는 것은 아니지만, F-20-20 샘플을 제외한 강제대류로 냉동된 샘플들의 brightness가 자연대류로 냉동된 샘플들의 brightness에 비해 더 낮게 나타남. 하지만, 강제대류로 냉동된 샘플들 중 냉기온도와 냉동 종료온도에 따른 차이는 관찰되지 않았음. 강제대류 냉동군과 달리 자연대류 냉동군에서는 N-20-20 샘플을 제외하고는 대조군과 거의 유사한 brightness 값을 나타내었음.
- ㉡ Redness도 역시 brightness와 비슷한 경향이 관찰되었음. F-20-20 샘플을 제외한 강제대류 냉동군에서 대조군에 비해 더 높은 값의 redness를 갖고, N-55-55 샘플을

제외한 자연대류 냉동군은 대조군과 비슷한 redness 값을 나타내었음.

- ㉔ Yellowness는 N-55-55 샘플을 제외한 자연대류 냉동군에서 대조군보다 낮은 값을 갖거나 비슷한 값을 갖는 반면, 강제대류 냉동군의 경우는 F-20-20과 F-40-40 샘플을 제외하고 대조군과 비슷한 값을 나타내었음.
- ㉕ *E value*는 N-20-20, F-40-20, F-40-40, 그리고 F-55-40을 제외한 모든 샘플에서 대조군과 유사한 값을 나타내었음.
- ㉖ 따라서 냉동 쿠키생지의 품질이 대조군(비 냉동 쿠키생지)과 유사할수록 좋은 것으로 가정하고 색도만을 기준으로 판단했을 때는, N-40-20, N-40-40, N-55-20, N-55-40, 그리고 F-20-20 샘플의 냉동 조건이 쿠키 냉동생지를 만들기 위한 적절한 조건이라 생각되며, 이 결과 중 강제대류에 의한 냉동군 중에는 F-20-20 조건만이 적합한 조건으로 판단됨.
- ㉗ 퍼짐성
 - ㉗ 냉동 조건에 따른 1일 경과 후 냉동 쿠키의 퍼짐성에 대한 결과는 그림 3-3-16과 같음. 모든 냉동조건의 실험군이 대조군과 비슷한 수준의 퍼짐성을 가지고 있지만, 그 중에서도 N-20-20, N-40-20, N-55-40, F-40-20, 그리고 F-40-40은 유의적인 차이를 보였음.

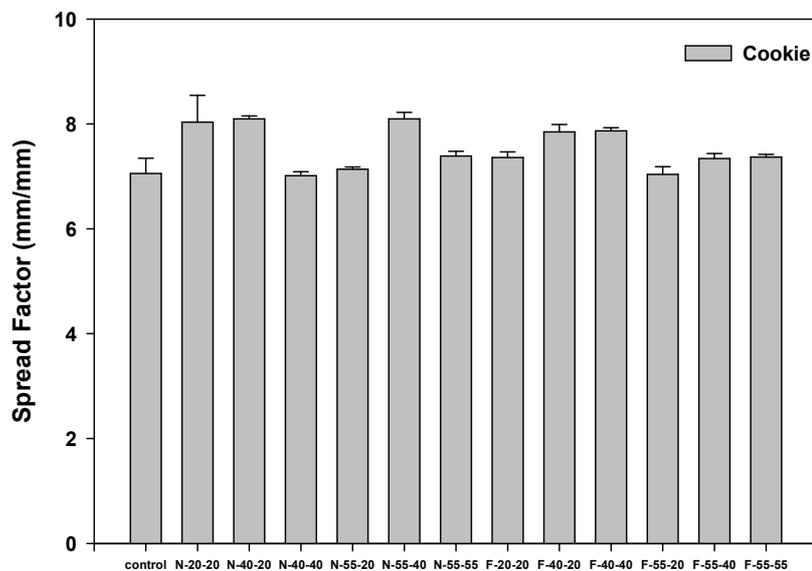


그림 3-3-16. 냉동 변수 조작에 따른 저장 1일 경과 후 쿠키의 퍼짐성.

㉘ 물성(hardness, flexibility)

- ㉘ 그림 3-3-17에 냉동 조작 조건의 차이에 따른 냉동저장 1일 경과 후 쿠키의 물성을 나타내었음. Hardness의 경우, 자연대류 냉동군은 N-55-55 샘플을 제외한 나머지 샘플들은 대조군에 비해 낮은 hardness 값을 나타내었고, 강제대류 냉동군은 F-20-20과 F-40-40 샘플을 제외한 나머지 샘플들에서 대조군에 비해 높은 hardness 값을 나타내었음.

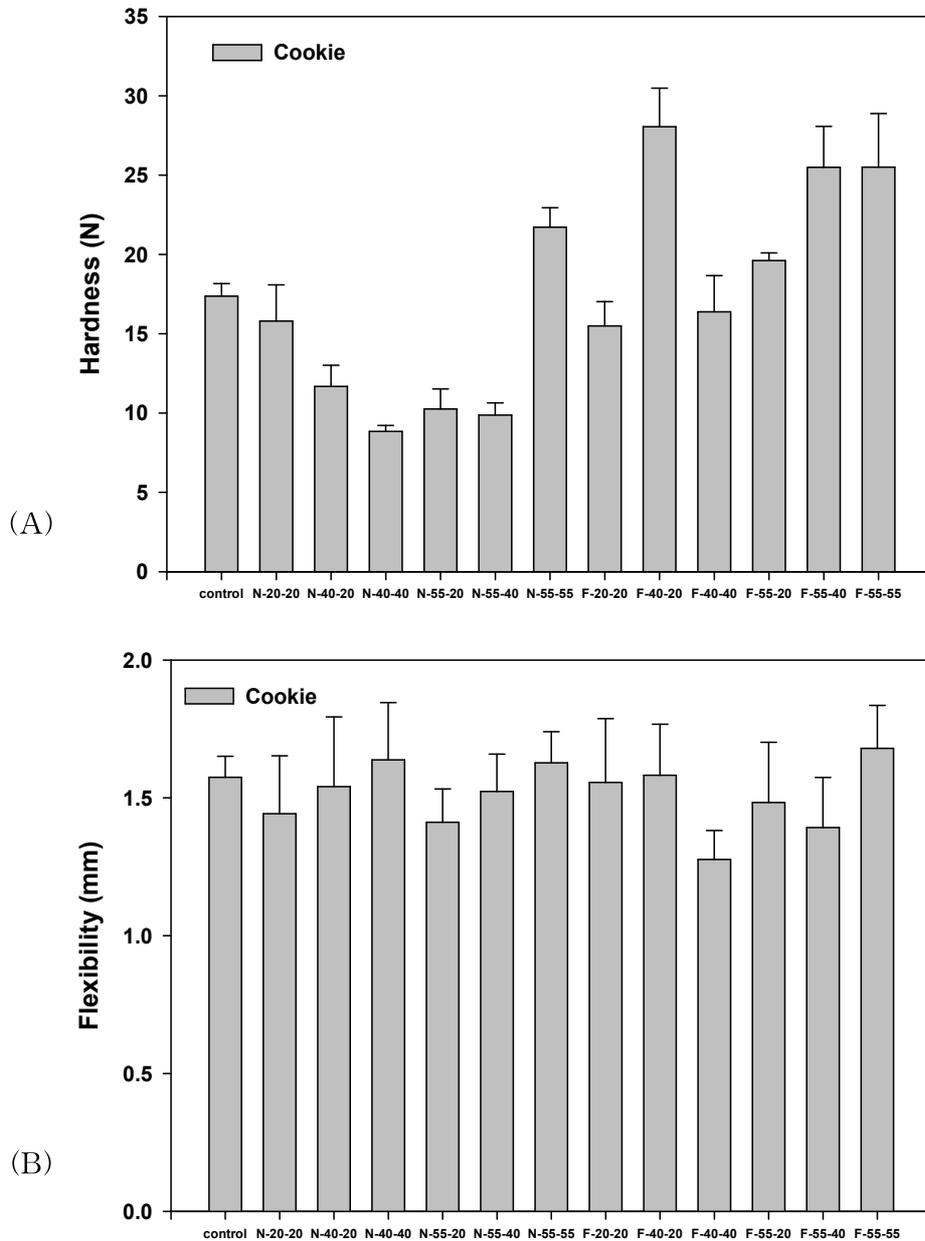


그림 3-3-17. 냉동 변수 조작에 따른 저장 1일 경과 후 쿠키의 물성. (A) Hardness, (B) flexibility.

- ㉠ Flexibility의 경우, 모든 샘플군에서 대조군과 큰 차이를 나타내지 않았음.
- ㉡ 쿠키의 물성 측면에서 N-20-20, F-20-20, F-55-20 샘플들이 대조군과 비슷한 hardness와 flexibility를 나타내었음.

(나) 저장 중 특성변화

① 겉보기 특성

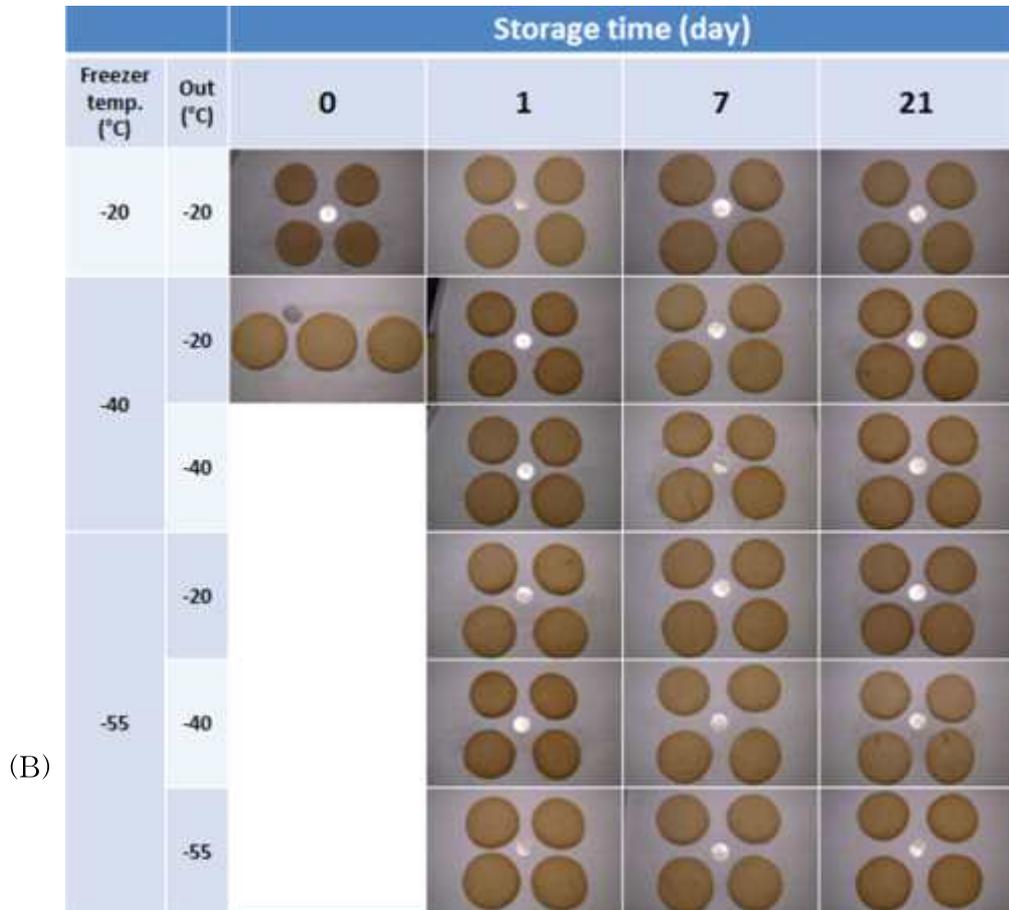
- ㉢ 표 3-3-3에서 확인되는 바와 같이 겉보기 특성상 눈에 떨 정도로 큰 차이는 보이고 있지는 않지만, 자연대류가 아닌 강제대류 냉동조건에 의해 냉동된 쿠키가 비교적 어두운 것으로 확인되었음.

- ㉔ 저장기간 동안 겉모양이나 색 측면에서 눈으로 식별될 수 있을 정도의 경향성이나, 패턴이 나타나지 않아 냉동저장 기간의 증가가 구운 후 쿠키의 겉보기에 미치는 영향은 미미하다고 생각됨.

표 3-3-3. 냉동(-18℃) 저장에 따른 쿠키의 겉보기 특성변화: (A) 자연대류 냉동조건, (B) 강제대류 냉동조건

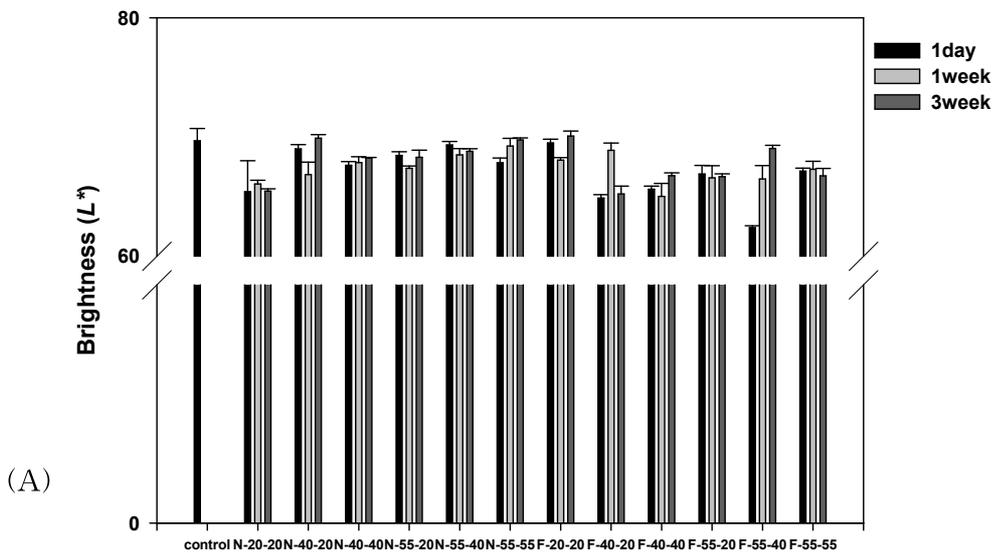
		Storage time (day)			
Freezer temp. (°C)	Out (°C)	0	1	7	21
-20	-20				
	-40				
-55	-40				
	-55				
	-55				

(A)



② 색도

㉠ 저장 기간 중 brightness는 그림 3-3-18(A)와 같음. 대체적으로 팬에 의해 강제대류로 냉동된 쿠키의 brightness가 낮았으며, 이는 겉보기 특성에서도 확인됨. 하지만, 저장 기간 중에 나타나는 brightness의 변화는 규칙성이 없이 임의의 값을 갖는 것으로 확인됨.



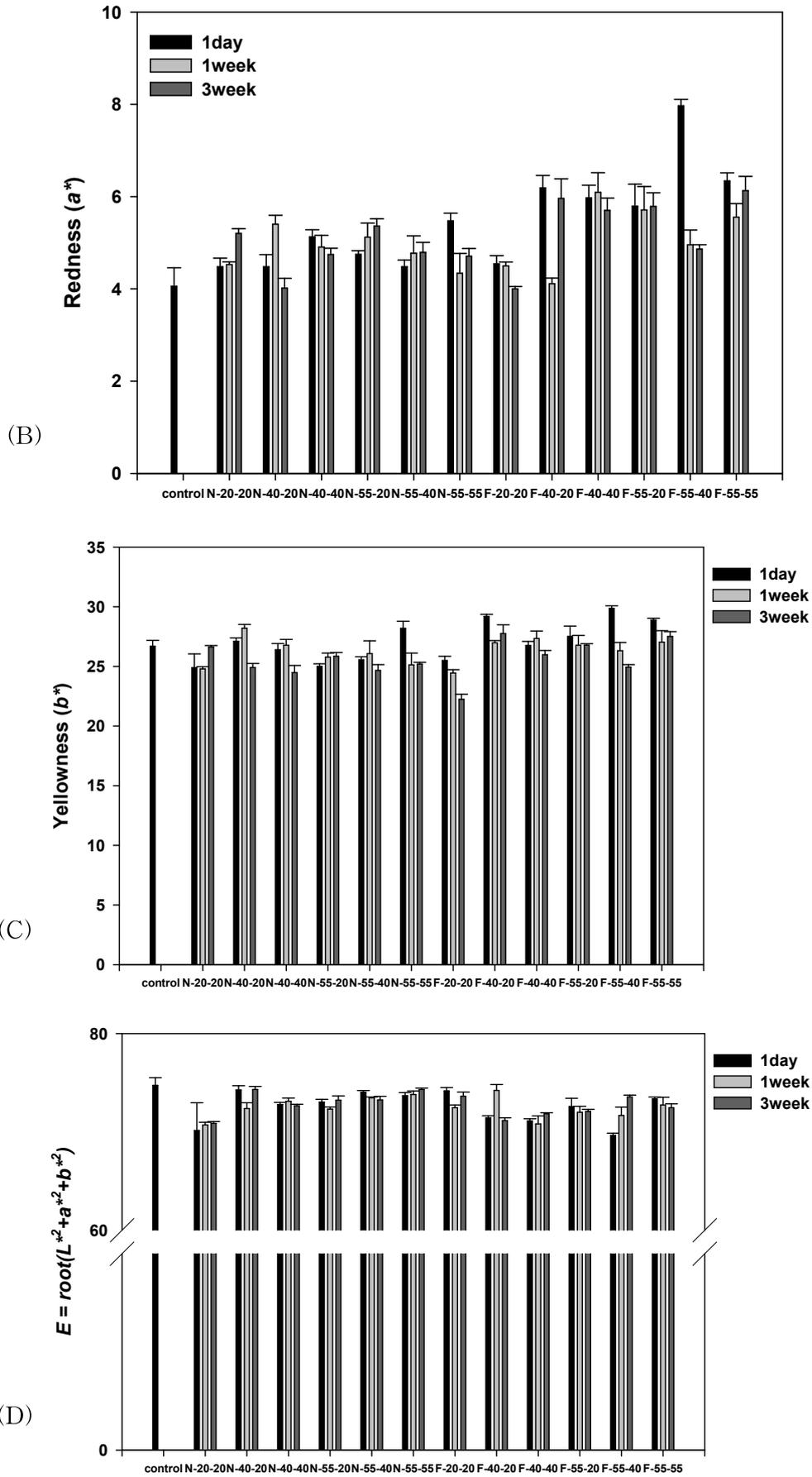


그림 3-3-18. 냉동(-18°C) 저장에 따른 쿠키의 색도변화. (A) Brightness, (B) redness, (C)

yellowness, (D) *E value*.

- ㉔ Redness는 brightness와 달리 F-20-20 실험군을 제외한 강제대류 냉동 실험군이 전체적으로 높은 값을 갖는 것을 확인할 수 있었고, 저장 기간 중의 변화는 규칙적이지 않은 것으로 나타남.
- ㉔ Yellowness는 redness와 비슷하게 F-20-20 실험군을 제외하고 강대대류 군이 더 높았고 대체적으로 3주 저장 후의 yellowness가 1일 저장 후 yellowness보다 더 낮았음.
- ㉔ *E-value*는 다른 색도 기준 값에 비해 샘플간의 편차가 크지 않았으나, N-20-20 실험군을 제외한 자연대류 냉동 군이 대체적으로(F-20-20 실험군 제외) 강제대류 냉동 군보다 대조군과 비슷한 수준의 높은 값을 가지는 것이 확인됨.

③ 퍼짐성

- ㉔ 저장기간 중 쿠키의 퍼짐성은 그림 3-3-19와 같이 나타남. 자연대류와 강대대류 실험군 사이의 차이점은 별다르게 관찰되진 않았으나, 대체적으로 두 실험군 모두 저장기간이 길어질 수록 퍼짐성이 감소하여 대조군과 비슷한 수준이 되는 것이 관찰됨.

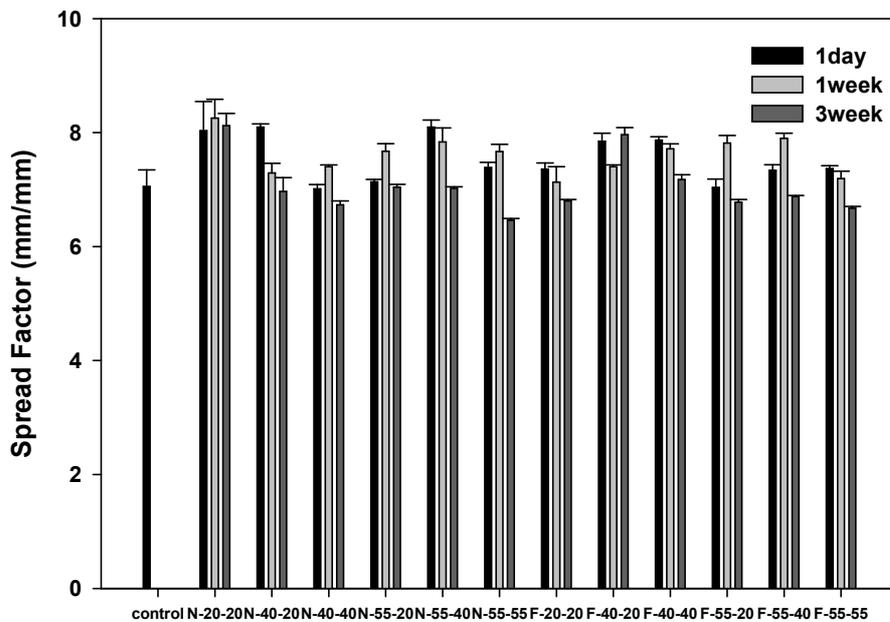


그림 3-3-19. 냉동(-18℃) 저장에 따른 쿠키의 퍼짐성 변화.

④ 물성(hardness, flexibility)

- ㉔ 그림 3-3-20에 냉동저장 기간 중 물성(hardness, flexibility)의 변화를 나타냈음. 대체적으로 강제대류에 의해 냉동된 실험군이 hardness가 높게 나타나는 경향이 있으나, 저장 중 hardness가 증가한다거나 감소하는 등의 명확한 경향성은 나타나지 않았음. 다만, N-20-20과 F-20-20 실험군의 저장기간 중 hardness가 대조군과 유사하다는 것을 확인할 수 있었음.

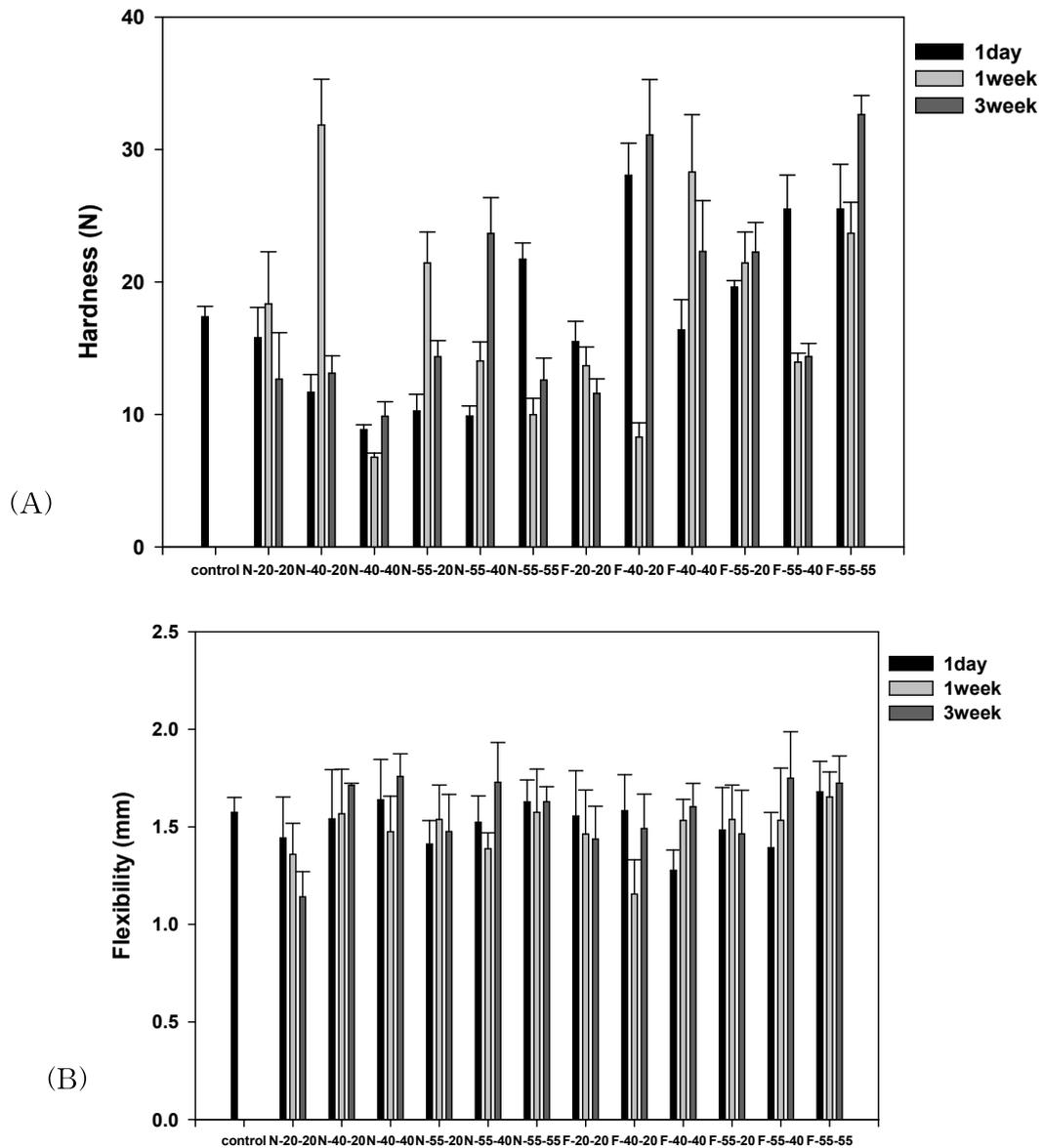


그림 3-3-20. 냉동(-18°C) 저장에 따른 쿠키의 물성 변화. (A) Hardness, (B) flexibility.

㉞ Flexibility는 자연대류와 강제대류 간 특정적 차이가 없는 것으로 판단되며, 저장 기간 중 특정한 경향성도 관찰되지 않았음.

(3) 소결론

(가) 냉동 후와 냉동 저장 기간 중 측정된 쿠키의 형태적 특성과 색도, 퍼짐성과 물성적 특성 결과로 판단할 때, 즉석 섭취/조리 가능한 쿠키생지를 만들기 위한 최적의 냉동 조건은 F-20-20, 즉 -20°C의 냉기로 강제대류를 이용하여 냉동하고 -20°C에서 냉동을 종료시키는 조건이라고 판단됨. 또한 fan에 의한 강제 대류로 인해 단시간(약 12분)내에 냉동을 종료시킬 수 있고, 냉동생지의 일반적 저장온도(-18°C)와 유사한 -20°C에서 냉동하므로 경제적 측면에서도 냉동에 소모되는 에너지를 절감할 수 있는 이점이 있다고 판단됨.

나. 해동

(1) 연구방법

(가) 냉동 및 저장

- ① 냉동실험을 통해 얻어진 쿠키생지의 최적 냉동 조건(F-20-20)으로 냉동하고 -18℃에서 1일간 저장한 샘플을 해동실험에 사용함.

(나) 해동 조건 조작 변수

① 대조군

- ㉔ 대조군은 상온(25℃)에서 50분 동안 해동한 후 200℃에서 12분 동안 구워진 쿠키생지이며, 상온에서 해동되는 동안 냉동 쿠키생지 중심의 온도변화는 그림 3-3-21과 같았고 해동 시간 내에 상온과 동일한 온도에 도달하였음.

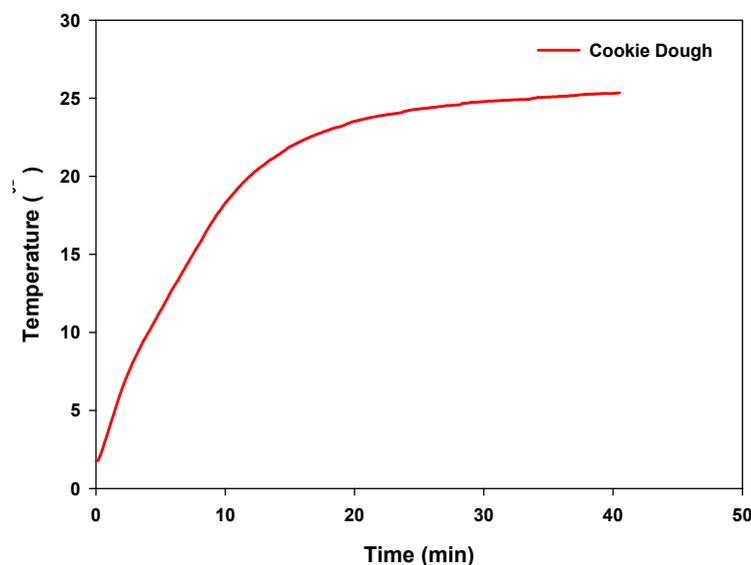


그림 3-3-21. 냉동 쿠키 생지의 해동 중(대조군) 온도변화

② 실험군

㉔ 해동과정 없이 굽기(오븐기능)

- ㉔ 대조군에서는 상온해동 후 200℃에서 12분 굽기를 하여 쿠키를 조리하였기 때문에 이 실험에서는 오븐기능을 이용하여 12, 16, 20분 동안 200℃에서 구워 해동과정이 필요한지에 대한 검증을 하고자 함.

㉔ 해동과정 없이 굽기(오븐기능)

㉔ Microwave 해동(180 W)

- ㉔ 최저 출력인 180 W의 경우, microwave의 조사 패턴은 1분을 단위로 6초간 켜졌다가(on) 54초간 꺼지고(off) 전체 조사 시간을 6, 7, 8분으로 달리하여 해동을 실시함.

㉔ Microwave 해동(900 W)

- ㉔ 최대 출력인 900 W의 경우, microwave의 조사 패턴은 1분을 단위로 30초간 켜졌다가(on) 30초간 꺼지고(off) 전체 조사 시간을 2, 3분으로 달리하여 해동을 실시함.

㉞ 개조한 해동시스템을 이용하여 조사패턴을 15초 on/15초 off, 45초 on/45초 off로 변경하여 1분 30초간 조사하여 해동실험을 실시함.

㉟ Microwave 해동(연속 조사)

㉠ Microwave가 조사되는 동안 강도는 같기 때문에, 연속 조사하는 시간을 30, 35, 40, 42.5, 45초로 변경하여 해동하였음.

㉡ 연속 조사시간 중 최적의 조건을 확립한 후 microwave 조사하는 주기를 변형하여 (10초 on/20초 off, 20초 on/20초 off, 40초 연속) 해동 실험하였음.

(다) 측정방법

① 구운 쿠키의 특성에 대한 측정은 냉동의 방법과 동일함.

(2) 연구결과

(가) Microwave를 이용한 해동

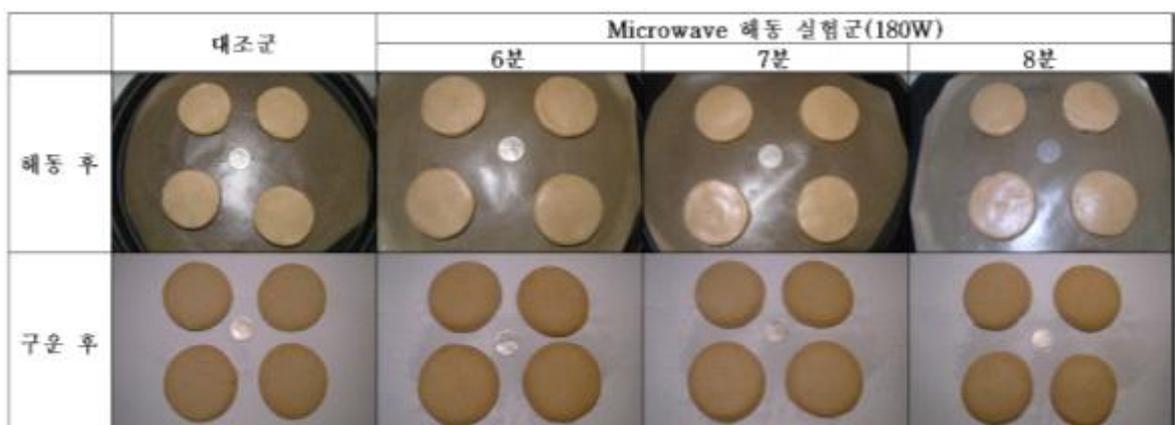
① Microwave 해동(출력: 180 W)

㉠ 겉보기 특성

㉡ 일반적으로 microwave는 냉동식품을 해동하기 위해 널리 사용되는 방법으로 짧은 시간 내에 간단하게 냉동식품을 해동할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 이러한 microwave의 장점을 이용한 냉동 쿠키 반죽의 해동방법을 개발하기 위하여, 개조된 microwave오븐으로 최저 출력인 180 W으로 냉동쿠키를 해동하는 실험을 하였음.

㉢ 표 3-3-4는 해당 대조군과 실험군 쿠키의 겉보기 특성을 나타낸 결과로 먼저 해동 후의 특성을 보면 6분 실험군은 아직 완전히 녹지 않았고, 7분 실험군은 완전히 녹은 것이 확인되며 8분 실험군은 약간 과열된 상태로 해동된 것을 확인할 수 있었음. 이에 따라 나타나는 구운 후 쿠키의 겉보기가 7분 실험군을 제외한 6, 8분 실험군에서 약간 검붉게 된다는 것을 확인할 수 있었음.

표 3-3-4. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 겉보기 특성



㉣ 색도

㉤ 조사시간에 따른 색도의 변화를 그림 3-3-22에 나타내었음. 조사시간에 따른 색도의

차이는 전반적으로 크지 않았으나, 7분 실험군의 쿠키가 대조군과 가장 유사한 색도를 나타내었음. 이에 비해 6, 8분 실험군의 쿠키는 brightness가 감소하고, redness와 yellowness가 약간 증가하였음.

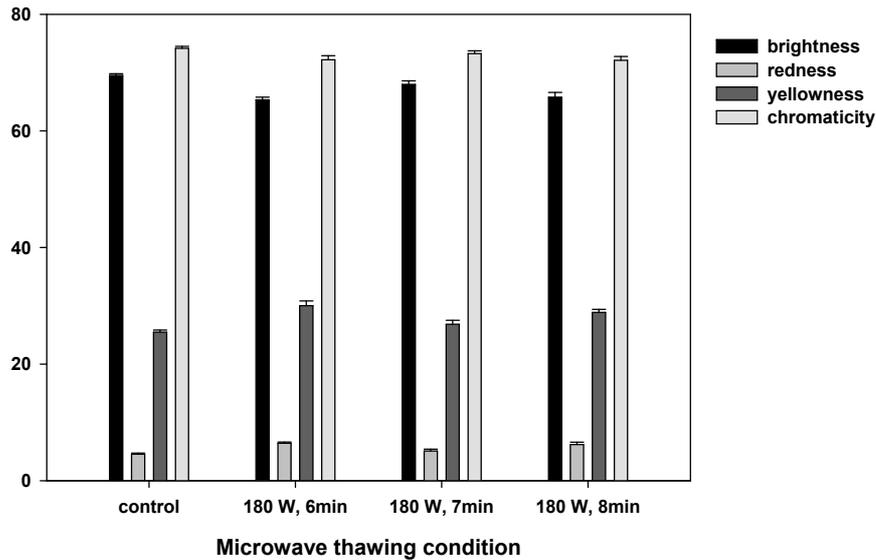


그림 3-3-22. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 색도.

㉔ 퍼짐성

㉔ 퍼짐성은 그림 3-3-23에서 확인되는 바와 같이 대조군과 실험군 사이에 유의적인 차이가 나타나지 않았음.

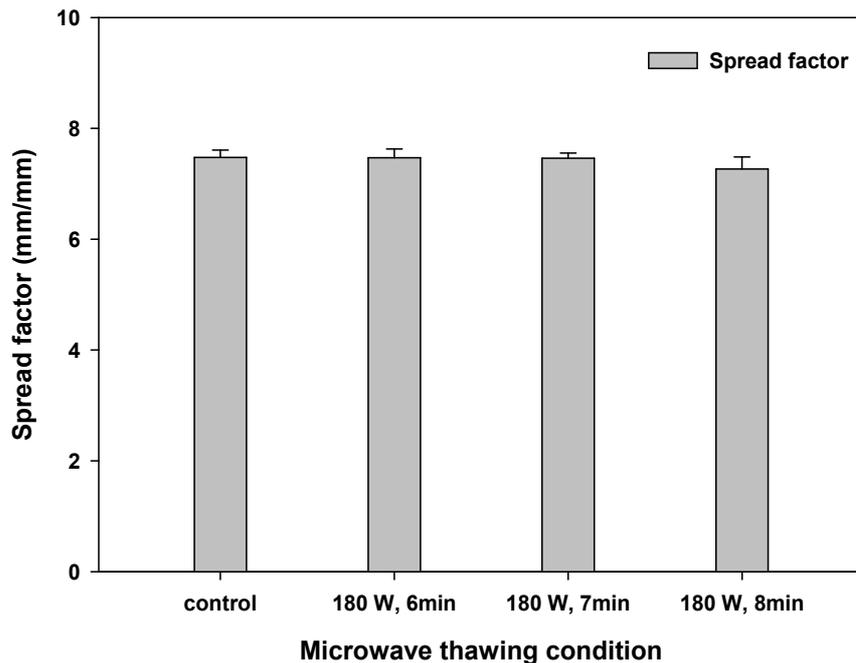


그림 3-3-23. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 퍼짐성.

라) 물성(hardness, flexibility)

- ㉠ 그림 3-3-24는 실험군과 대조군 쿠키의 hardness와 flexibility를 포함하는 물성적 특징을 나타내는 결과로 7분 실험군은 겉보기, 색도, 퍼짐성 측면에서 180 W microwave를 사용한 해동실험에서 최적화된 실험군이라고 판단되었으나 flexibility와 hardness가 대조군에 비해 작은 값을 가지므로, 물성적 측면에서는 최적화되었다고 보기 어려움. 따라서 180 W microwave를 사용한 해동방법은 상온에서의 해동방법을 대체하기 어려울 것이라 판단됨.
- ㉡ 6분 실험군은 냉동 반죽이 완전히 해동되지 않은 상태로 해동이 종료된 실험군으로서 대조군보다 2배 정도의 hardness 값을 나타내었음. 이 결과만을 기준으로 판단하기에 성급한 결론이긴 하지만, 앞으로 언급할 실험에서도 공통적인 결과로 확인되는 점은 완전히 해동되지 않은(부분적으로 해동된) 상태에서의 냉동 쿠키반죽을 구울 경우 hardness가 증가한다는 것임. 따라서 대조군을 품질이 최적화된 쿠키라고 가정할 경우, 해동이 덜된 상태에서의 baking은 쿠키 품질의 저하를 가져온다고 볼 수 있음.

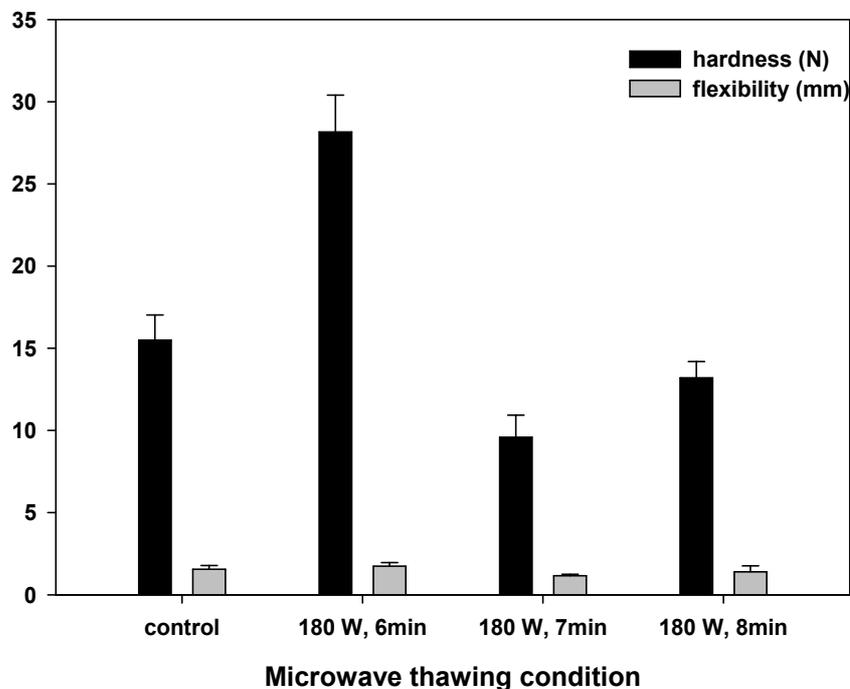


그림 3-3-24. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 물성.

㉠ Microwave 해동(출력: 900 W)

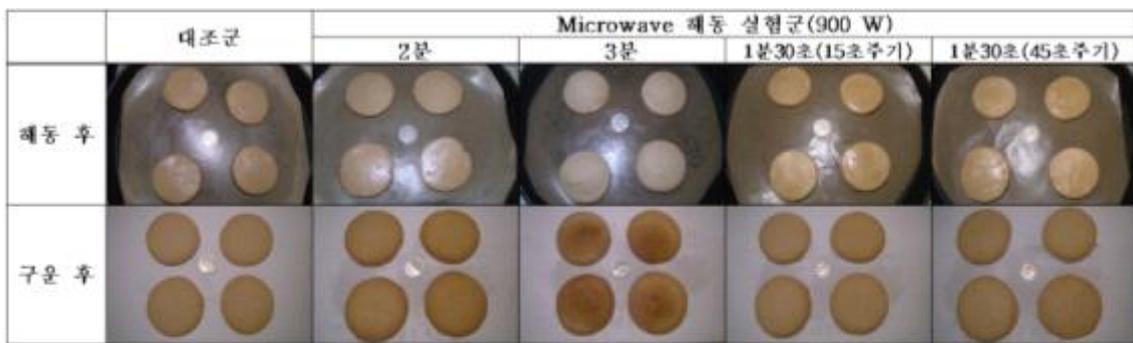
㉠ 겉보기 특성

- ㉠ Microwave의 출력 세기 조절은 기본적으로 조사패턴 조절을 통해 이루어짐. 180 W인 경우에 비하여 900 W의 경우는 1분 단위로 6초간 조사되던 시간이 5배인 30초로 증가되어 출력이 증가하는 것임. 조사시간이 5배 증가한 만큼 180 W에 비해 단시간 내에 냉동반죽의 해동을 가능케 할 것으로 예상되었고 실제로 그러한 결과가 확인되었음. Microwave 조사시간을 2분 이상으로 한 이유는 1분 조사에 의해선 냉동반죽

이 거의 녹지 않기 때문임.

- ㉔ 표 3-3-5는 900 W 출력의 microwave를 조사하여 냉동 쿠키를 해동한 모습과 해동된 반죽을 구운 후 모습을 나타낸 결과임. 2분 조사할 시 냉동반죽이 완벽히 녹은 상태에서 약간 데워진 것이 확인되었고, 3분 조사 시에는 냉동 반죽이 부분적으로 경과되고 부풀어 올라 매끄럽지 않은 표면을 갖는 것이 관찰되었음. 그리고 해당 실험군을 구운 후 관찰한 결과 2분 실험군은 대조군에 비해 약간 어두운 색도를 가지며, 3분 실험군은 심하게 갈변화하여 품질이 떨어지는 것을 확인하였음. 대조군과 비슷한 겉보기를 갖는 조건을 찾기 위해 microwave 조사시간을 1분 30초로 단축하여 실험을 추가로 실시함.

표 3-3-5. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 겉보기



- ㉕ 1분 30초로 microwave 조사시간을 단축하고 조사 주기를 15초 on/15초 off, 45초 on/45초 off로 변경하여 해동한 결과 2, 3분 실험군에 비해 대조군과 유사한 겉보기를 나타냈음. 굳이 두 샘플을 구분하자면 15초 주기로 microwave를 조사한 실험군이 더 대조군과 유사한 것으로 관찰됨.
- ㉖ 색도
 - ㉗ 색도는 그림 3-3-25에서 보듯이 눈으로 확인된 결과와 마찬가지로 2, 3분 microwave처리 실험군은 대조군을 기준으로 밝기가 감소하고 붉기가 증가하였음. 그리고 1분 30초 microwave 처리한 두 실험군은 대조군과 거의 유사한 색도를 나타냄.

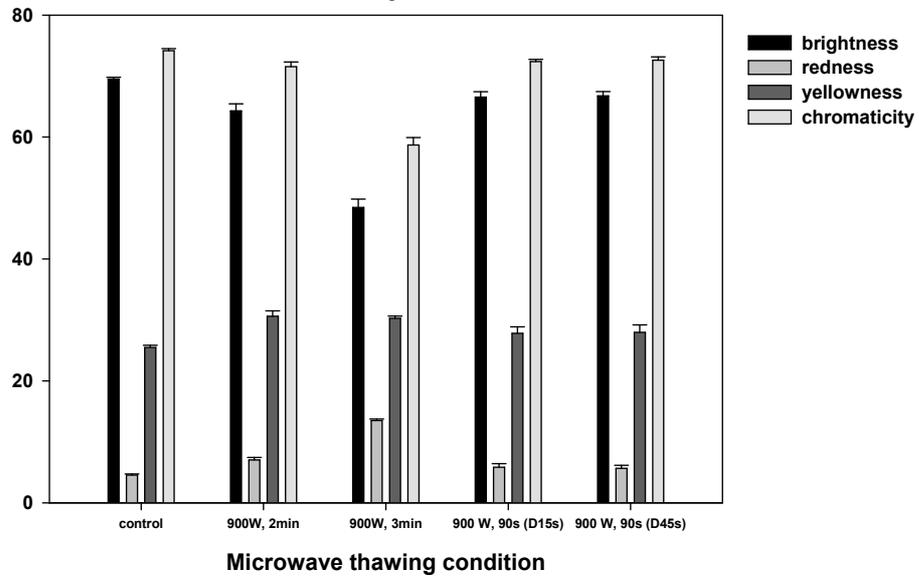


그림 3-3-25. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 색도.

㉔ 퍼짐성

㉔ 그림 3-3-26은 대조군과 실험군의 퍼짐성을 나타낸 결과로 과해동되었다고 판단되는 2, 3분 microwave 조사 실험군은 대조군에 비해 퍼짐성이 약간 증가한 것으로 보이나 이 밖의 두 실험군에서는 대조군과 차이를 보이지 않았음.

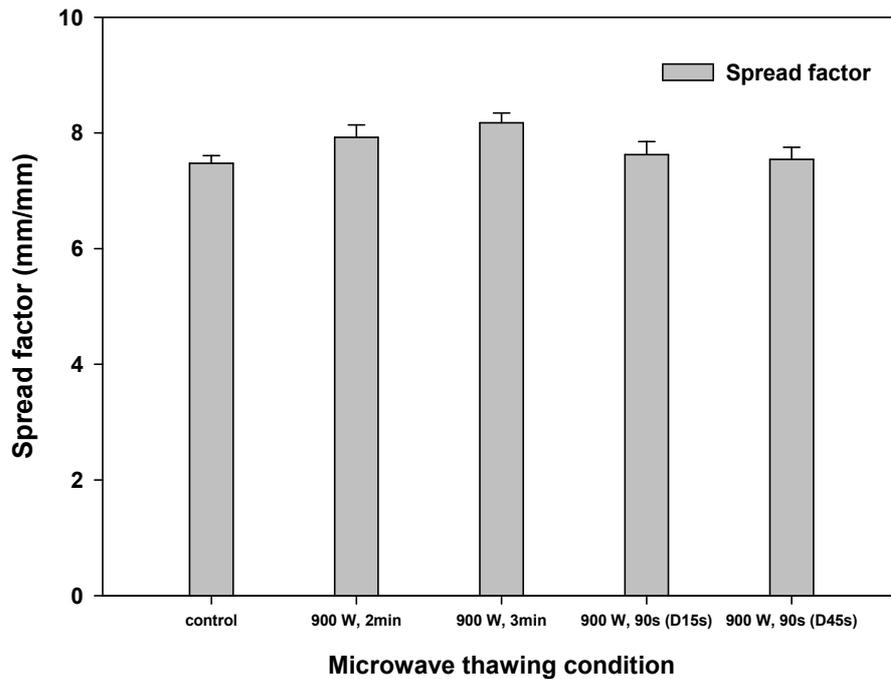


그림 3-3-26. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 퍼짐성.

㉕ 물성(hardness, flexibility)

㉕ 그림 3-3-27은 대조/실험군의 물성을 나타낸 결과로 과해동된 두 실험군(2, 3분)은 대조군에 비해 상당히 높은 hardness를 갖고, 1분 30초 microwave 처리한 두 실험

군은 이에 비해 대조군과 유사한 hardness와 flexibility를 나타내었음.

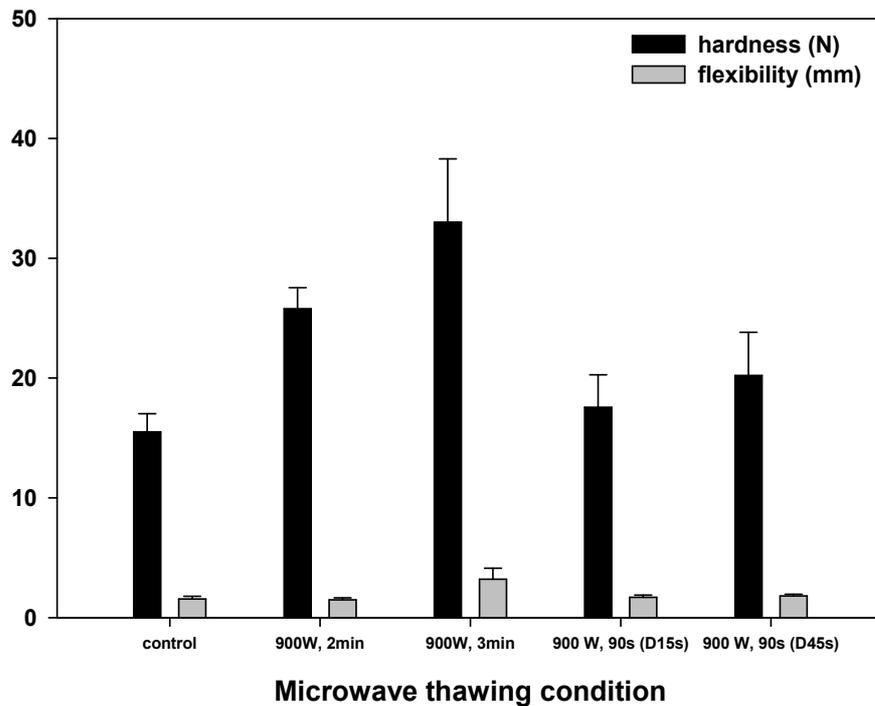


그림 3-3-27. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 물성.

㉞ 1분 30초 microwave 처리한 두 실험군중 15초 on/off 주기로 처리한 실험군이 대조군과 가장 유사한 물성을 나타냄.

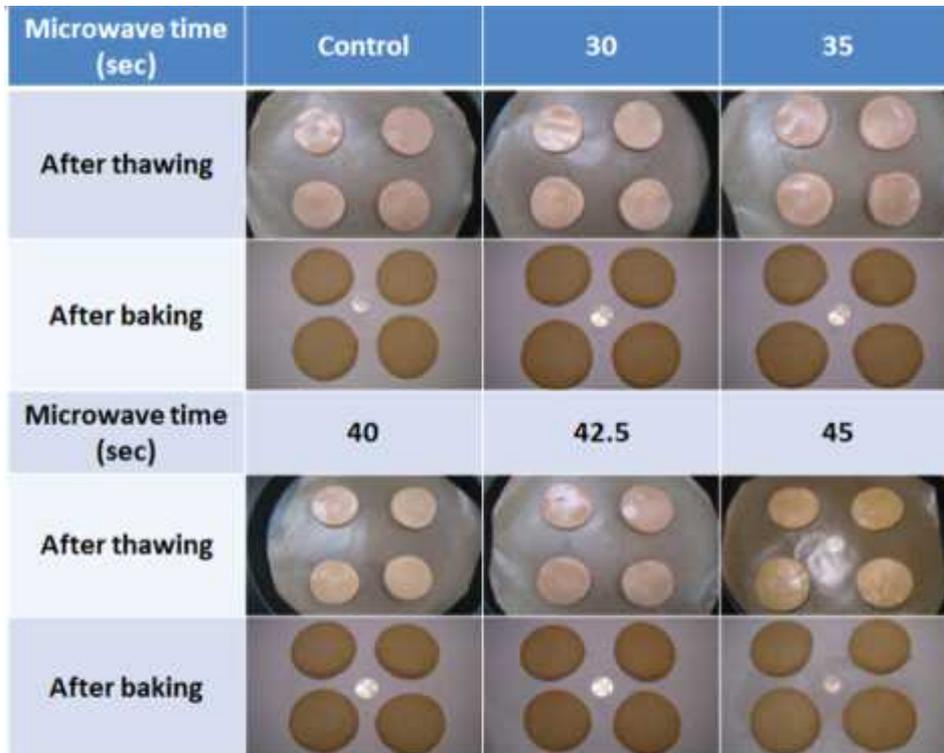
③ Microwave 해동(연속조사)

㉠ Microwave 연속조사 시간

㉡ 결보기 특성

㉢ 표 3-3-6은 연속적으로 조사되는 microwave를 이용하여 냉동쿠키 생지를 해동한 후와 구운 후의 결보기 결과임. 30초 연속으로 microwave를 조사하여 해동한 경우에는 생지가 완벽히 해동되지 않고 부분적으로 덜 녹은 cold spot이 존재했고, 45초 연속 조사 실험군은 상온보다 약간 더 온도가 높은 부분이 존재하였음.

표 3-3-6. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 결보기



- ㉞ 구워진 후 대조군과 비교하였을 때, 30, 35초 실험군이 약간 더 어두운 것을 확인할 수 있었음.
- ㉟ 색도
- ㉠ 그림 3-3-28에서 확인되는 결과와 같이, 30, 35초 연속조사 조건의 실험군은 대조군에 비해 brightness와 *E-value*가 더 낮고 redness와 yellowness가 더 높았음. 이는 겉보기에서 확인하였듯이 완벽히 해동이 일어나지 않았기 때문인 것으로 판단됨.

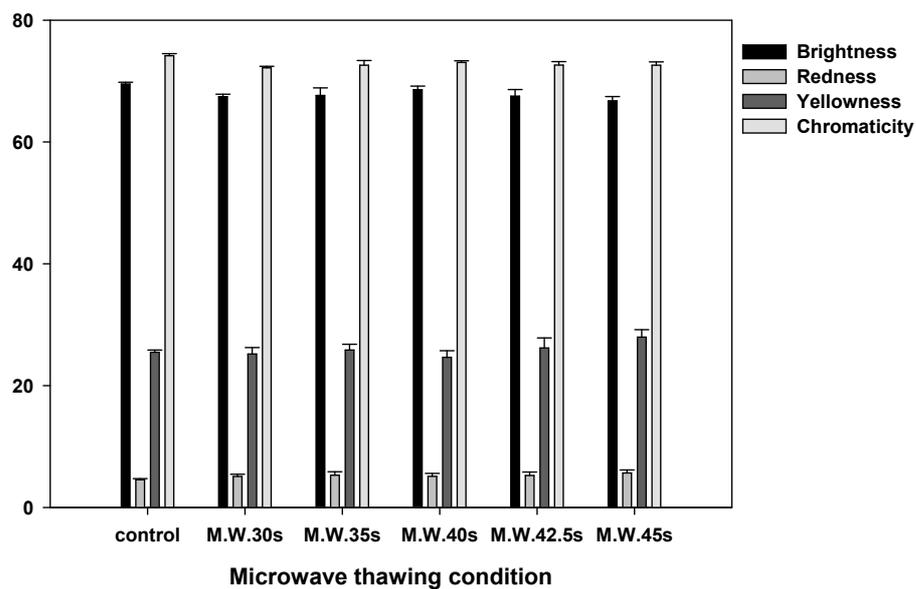


그림 3-3-28. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 색도.

㉞ 40초 연속조사 조건의 실험군의 모든 색도변수는 대조군과 거의 유사한 것이 확인되었고, 40초 이후의 42.5, 45초 연속조사 조건 실험군들은 brightness와 *E-value*를 제외한 redness와 yellowness가 대조군에 비해 높았음. 이는 40초의 microwave 조사시간이 냉동 쿠키생지의 조사시간에 가장 적당하고, 더 이상의 조사는 과해동을 일으킬 수 있다고 판단할 수 있는 근거가 될 수 있음.

㉟ 퍼짐성

㉠ 퍼짐성(그림 3-3-29)은 눈으로도 확인될 정도로 차이가 나진 않지만, 해동이 덜 되었다고 판단되는 30, 35초 실험군은 대조군에 비해 퍼짐성이 조금 낮았음. 그리고 40초 이후의 실험군에서는 microwave 조사 시간이 길어질수록 퍼짐성이 증가하는 경향이 확인되었으며, 45초 실험군은 오히려 대조군보다 높은 퍼짐성 특성을 나타내었음.

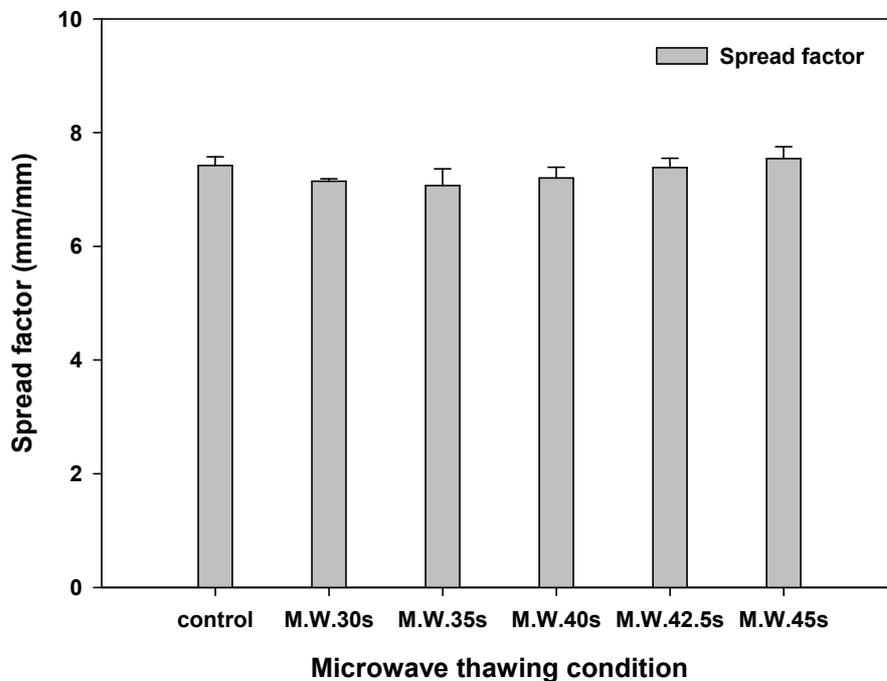


그림 3-3-29. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 퍼짐성.

㊰ 물성(hardness, flexibility)

㉡ Flexibility는 모든 대조군에서 거의 유사하게 나타났음(그림 3-3-30). 하지만 hardness는 겉보기 특성, 색도, 퍼짐성과 마찬가지로, 30, 35초 실험군에서는 대조군보다 낮은 값을, 40초 이후의 실험군에서는 점차 증가하는 경향이 관찰되었음. 특히 40, 42.5초 실험군은 대조군과 거의 유사한 hardness를 나타내었음.

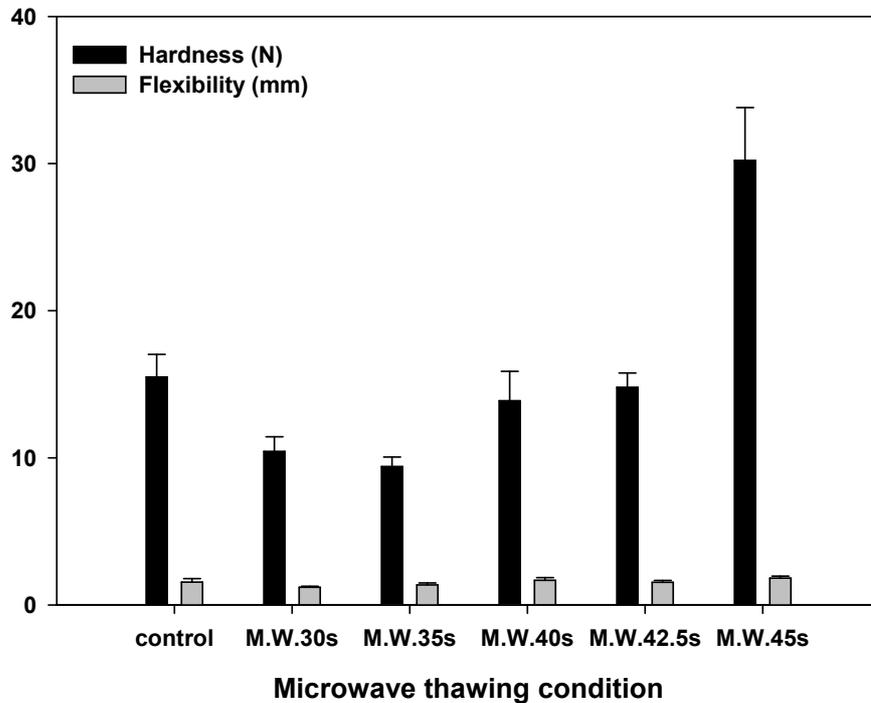


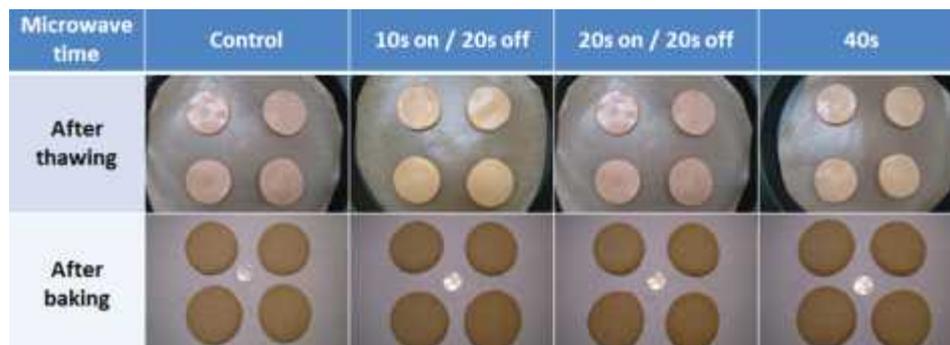
그림 3-3-30. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 물성.

㉞ Microwave 조사 주기 변경

㉟ 결보기 특성

- ㉠ 표 3-3-7에서처럼 결보기에서 확인된 바에 의하면 microwave 해동 후 cold 혹은 hot spot이 관찰되지 않았고, 구운 후에도 눈에 띄는 차이를 보이지 않았음.

표 3-3-7. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 결보기



㊲ 색도

- ㉠ 결보기 특징에서 관찰된 결과와 같이 색도에서도 모든 샘플군에서 유의할 만큼 차이를 보이지 않았으며, 대조군과 비슷한 수준의 색도를 가지고 있는 것이 확인되었음(그림 3-3-31).

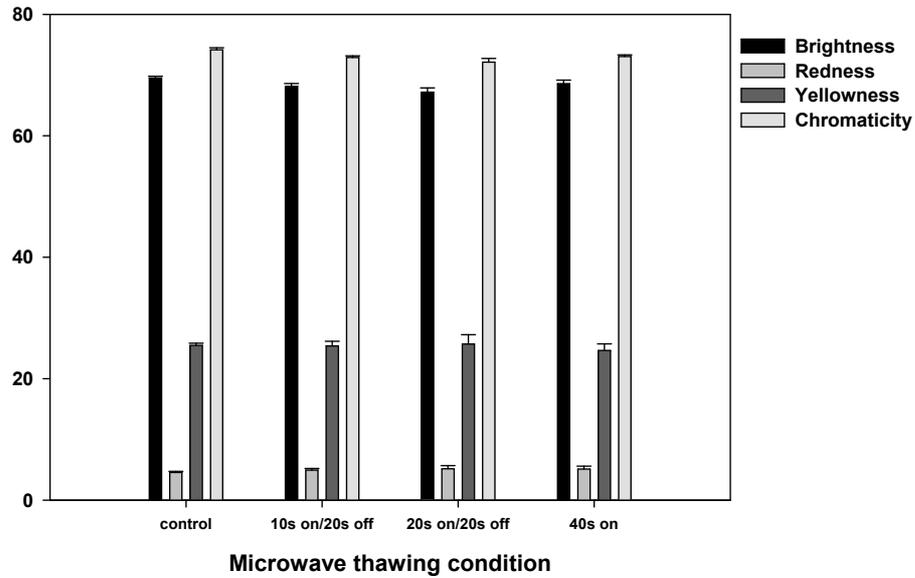


그림 3-3-31. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 색도.

㉔ 퍼짐성

- ㉔ 그림 3-3-32에서 표현된 것처럼 모든 샘플이 비슷한 수준의 퍼짐성을 갖고 있는 것이 확인되었음. 따라서 microwave의 주기가 퍼짐성에 별다른 영향을 주지 않는 것으로 판단됨.

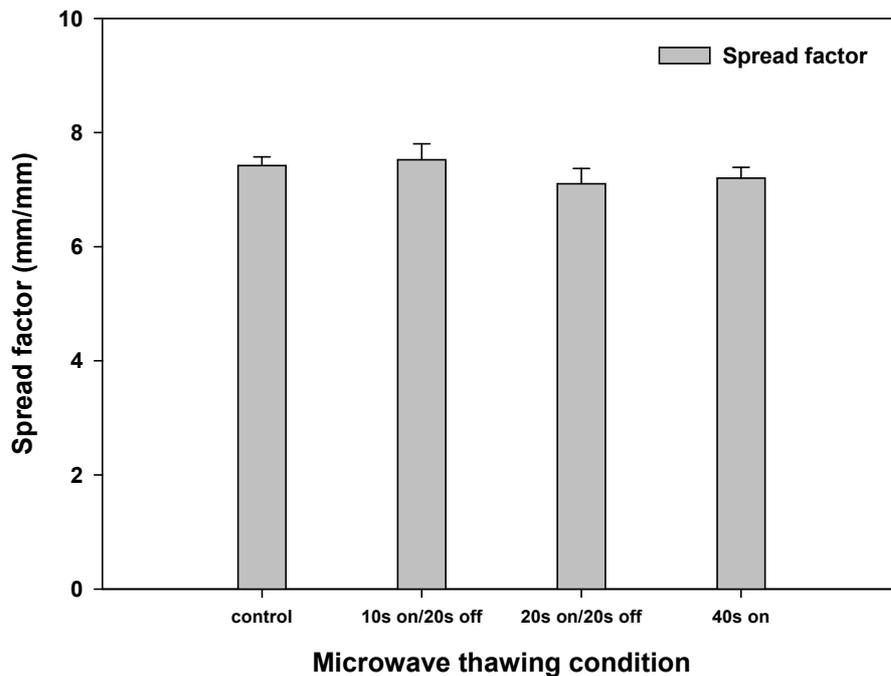


그림 3-3-32. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 퍼짐성.

㉕ 물성(hardness, flexibility)

- ㉕ 위에 언급된 겉보기 특성, 색도, 퍼짐성에서는 해당 실험군들의 별다른 차이점이 보이지 않았지만, 3-3-그림 33에서 확인되는 바와 같이 hardness 측면에서는 주기를

가지고 microwave 해동을 한 것에 비해 연속적으로 microwave를 조사한 것이 더 높은 값을 나타내었으며 대조군과 비교적 유사하였음. 따라서 대조군과 유사한 것을 좋은 품질이라고 판단할 때는 연속적인 microwave의 조사가 해동에 더 적합한 방법이라 판단됨.

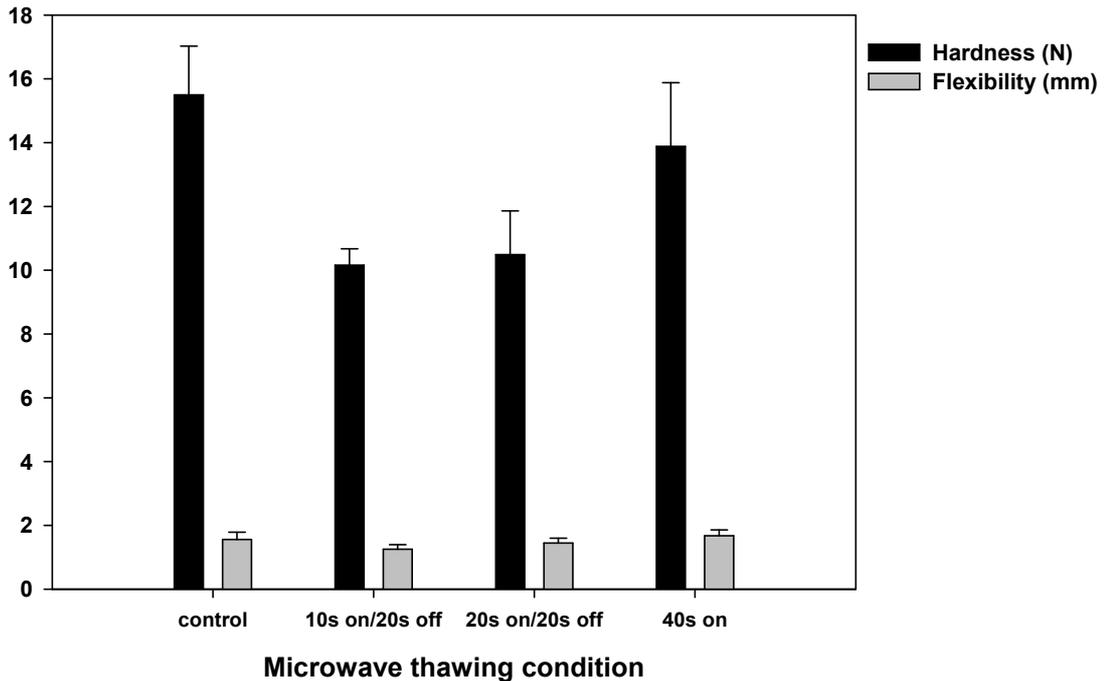


그림 3-3-33. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 쿠키의 물성.

(3) 소결론

(가) 냉동 쿠키반죽을 해동과정 없이 바로 구울 경우 대조군과 비교해 눈으로 식별될 만큼 색의 차이가 심하고, hardness가 증가하므로 해동과정은 좋은 품질의 쿠키를 조리하기 위해 꼭 필요하다고 판단됨.

(나) Microwave를 이용한 냉동 쿠키 반죽의 해동은 단시간 내에 해동이 가능하다는 장점이 있기 때문에, 조사 출력을 높여 좀 더 단시간 내에 해동하는 방법이 목적에 부합된다고 생각됨. 같은 이유로 더 높은 출력을 이용해 해동하는 방법이 적합하며 실험적인 결과를 바탕으로 대조군과 유사한 특성들을 갖는 쿠키가 우수하다고 판단했을 때, 15초 on/off 주기로 900 W 출력을 이용하여 1분 30초 동안 microwave를 조사한 조건도 적합한 방법임. 하지만 좀 더 단시간 내에 해동을 달성하여 시간과 에너지를 절약하는 것이 목적이라면, 전자보다는 1600 W의 microwave 최대 전력을 40초 동안 연속으로 조사하는 것이 냉동 쿠키반죽을 해동하기 위한 최적이라 판단됨.

3. 냉동 머핀 제품

가. 냉동

(1) 연구방법

(가) 머핀 생지 재료 및 조리법

① 재료

㉠ 냉동 머핀 생지의 배합비는 표 3-3-8과 같음.

표 3-3-8. 냉동 머핀 생지의 재료 및 배합비

재 료	배합비(%)	중량(g)
박력분	24.4	448
백설탕	22.6	452
탈지분유	2.2	44
유청 분말	0.6	12
정제염	0.4	8
베이킹파우더	1	20
잔탄검	0.1	2
변성전분(썬스넥)	1	20
계란	18.2	364
물	11	220
대두유	18.5	370
합계	100	1,960

② 조리법

- ㉠ 가루재료(박력분, 백설탕, 탈지분유, 유청 분말, 정제염, 베이킹파우더, 잔탄검, 변성전분)를 계량하여 체 친 후 고속으로 10분 혼합하여 머핀믹스를 제조
- ㉡ 계란, 물, 대두유를 계량한 후 섞어 머핀 믹스에 투입한 뒤 저속으로 2분 30초간 혼합
- ㉢ 생지를 250 g씩 소분하여 짤 주머니에 넣고 밀봉

(나) 냉동 및 저장

- ① 냉동 쿠키 생지와 동일한 방법을 적용함.

(다) 해동 및 굽기

- ① 상온(25℃)에서 1시간 동안 해동하여 유산지가 깔린 각각의 머핀용 컵에 70 g씩 소분한 후, 오븐기능으로 190℃로 27분 동안 구움.

(라) 물리적 특성

① 겉보기(표면/단면)

- ㉠ 표면은 머핀의 위, 옆 부분을 촬영하였고, 단면은 구워진 머핀 바닥으로부터 25 mm 높이를 절단하여 디지털 카메라를 이용하여 촬영하였고 크기를 확인할 수 있도록 100 원 짜리 동전과 같이 촬영하였음.

② 색도(표면/단면)

- ㉠ 표면은 구워진 머핀의 윗부분 중 어두운 갈색을 띠는 부분의 중앙의 색도를 측정하였고, 단면은 바닥으로부터 25 mm 높이 절단면의 중앙의 색도를 측정하였음.

③ 물성(elasticity)

- ㉠ 머핀의 물성을 측정하는 방법은 AIB 표준방법에 따라 18 mm ϕ rounded cylinder

probe를 이용하여 compression test를 실시하였음. 그림 3-3-34는 전형적인 결과로서 주요 물성 특성인 elasticity는 최대 peak에서의 힘(f_1), 그리고 30초간 stress relaxation이 일어난 후의 힘(f_2)을 구한 후 f_2/f_1 값을 구하면 이 값이 elasticity임.

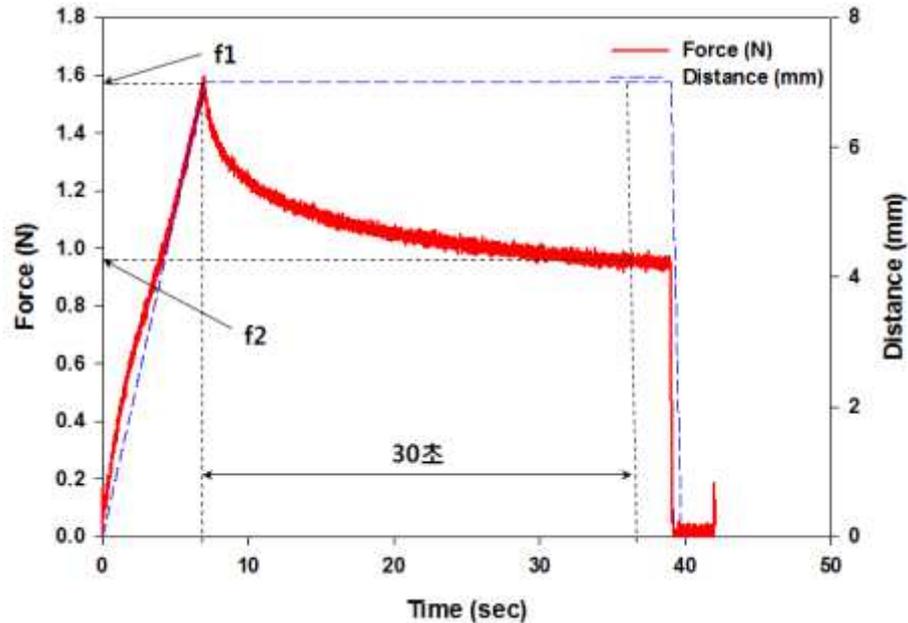


그림 3-3-34. 전형적인 머핀 compression test 결과.

㉞ Three point bending 테스트를 위한 조건은 다음과 같음.

- ㉟ Probe : 18 mm ϕ Rounded Cylinder Probe (P/18R)
- ㊀ Mode : Measure Force in Compression
- ㊁ Option : Hold until time
- ㊂ Pre-Test Speed : 2.0 mm/s
- ㊃ Test Speed : 1.0 mm/s
- ㊄ Post-Test Speed : 10.0 mm/s
- ㊅ Distance : 7.0 mm
- ㊆ Time : 32,00 s
- ㊇ Trigger Type : Auto - 5 g
- ㊈ Tare Mode : Auto
- ㊉ Data Acquisition Rate : 200 pps

(2) 연구결과

(가) 냉동 중 머핀 생지의 온도 변화

- ① 냉동 중 머핀 생지의 온도 변화는 그림 3-3-35와 같음. (A)는 자연대류(N)에 의해 냉동된 머핀 생지의 온도변화이며, (B)는 24 V 전압 세기의 fan을 이용하여 강제대류(F)로 냉동된 머핀 생지의 온도변화임. 머핀 생지의 경우, 약 $-11.4\sim-17.8^{\circ}\text{C}$ 범위에서 상변화가 일어났음. 일반적으로 제빵용 생지의 경우, 약 $-7\sim-9^{\circ}\text{C}$ 에서 상변화가 일어나는 것에 비하면 빙점 강하현상이 더욱 두드러지게 나타났음. 이는 머핀 생지의 재

료 중 일반적인 제빵용 생지에 비하여 지방, 당, 소금, 계란 등의 성분들을 더 많이 함유하기 때문임.

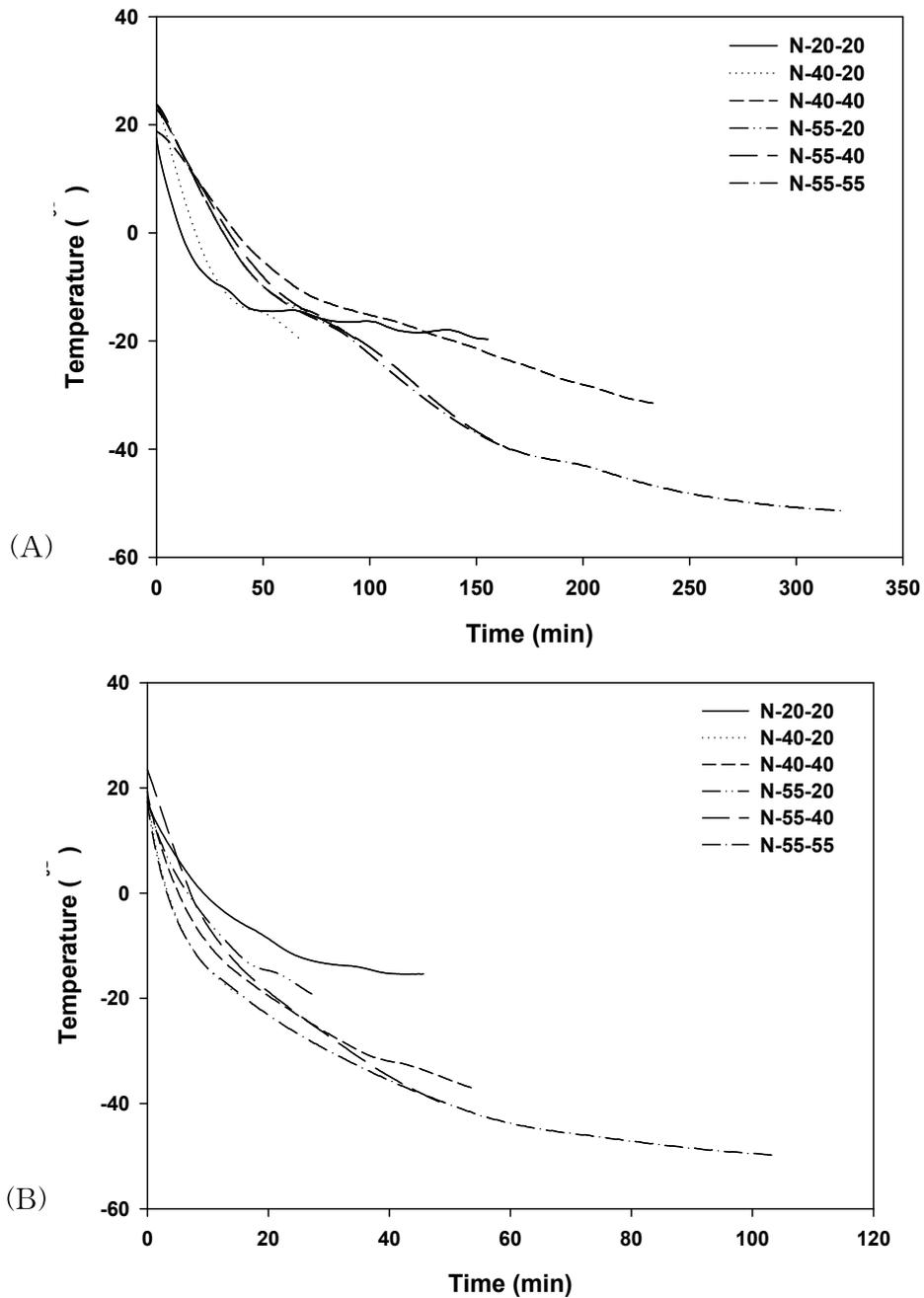


그림 3-3-35. 냉동 중 머핀 반죽의 온도변화. (A) 자연대류(N)에 의한 머핀 반죽의 온도변화, (B) fan에 의한 강제대류(F, fan speed=24 V)에 의한 머핀 반죽의 온도변화.

(나) 구운 후 특성

① 냉동변수 조작에 따른 결과

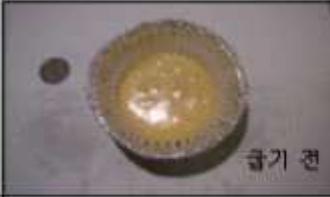
㉠ 겉보기(표면/단면)

㉡ 표 3-3-9는 냉동 조작에 따른 각각 조건의 실험군의 겉보기를 나타낸 결과임.

Control에서 확인할 수 있듯이 머핀생지는 묽은 형태로 존재하며, 구운 후에는 베이킹

과우더에 의해 부피가 부푼 고체를 형성함.

표 3-3-9. 냉동 변수 조작에 따른 저장 1일 경과 후 머핀의 겉보기 특성

냉동고온도 (℃)		냉동종료 (℃)		대류방법	
				N	F
control		윗면			
		옆면			
		단면			
-20	-20	윗면			
		옆면			
		단면			

그

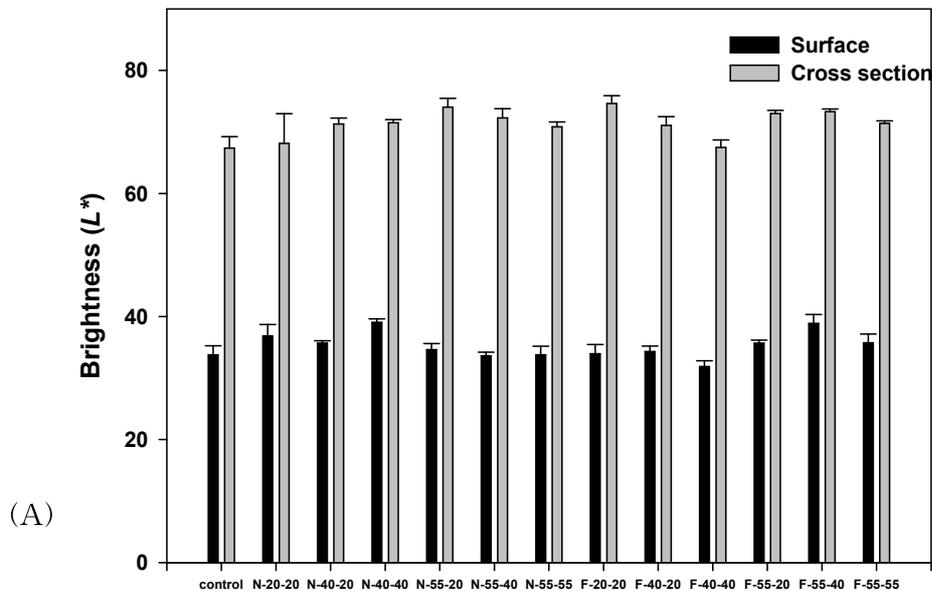
냉동고온도 (℃)	냉동종료 (℃)	대류방법		
		N	F	
-40	-20	뒷면		
		옆면		
		단면		
	-40	뒷면		
		옆면		
		단면		

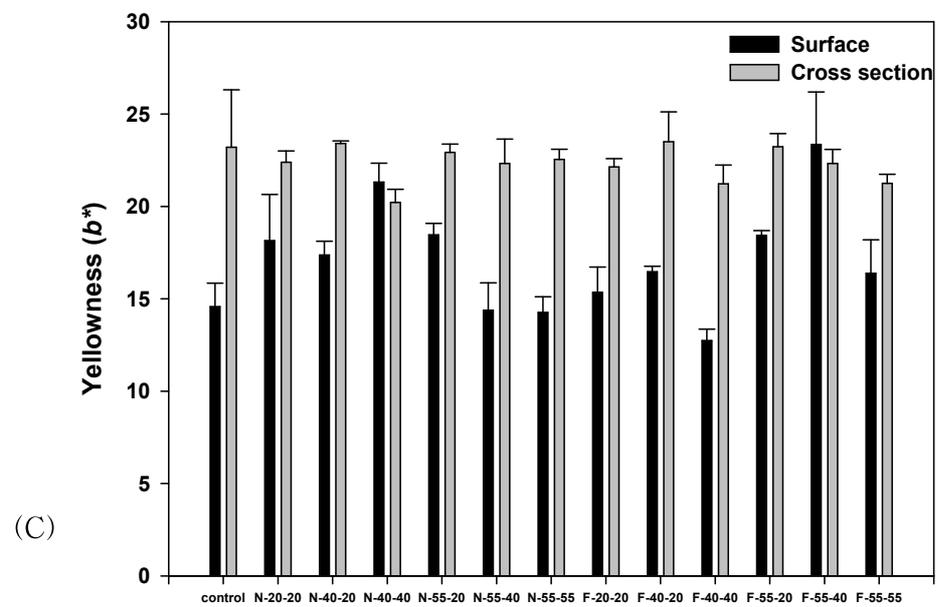
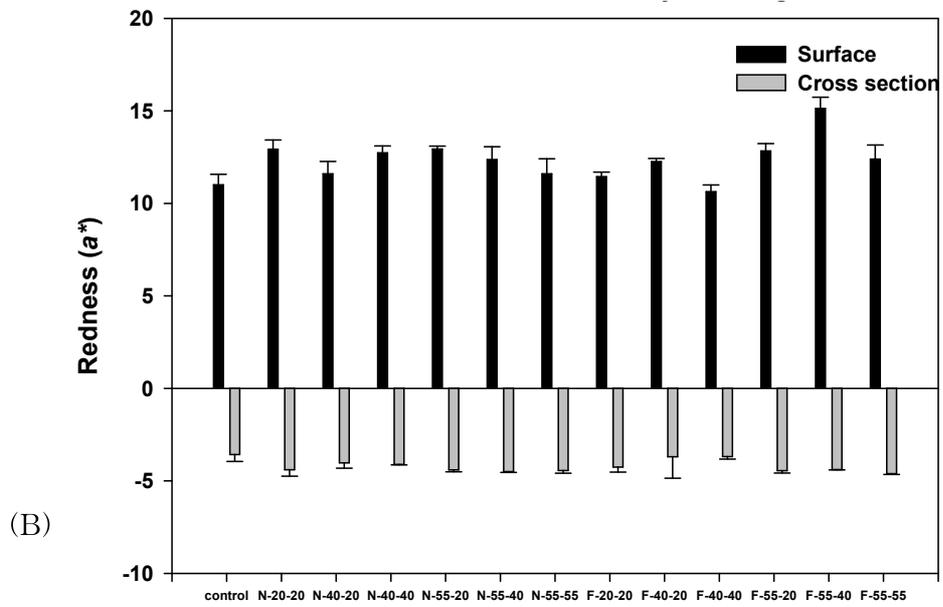
냉동온도 (℃)		대류방법		
		N	F	
-55	-20	상온		
		냉동		
		상온		
	-40	상온		
		냉동		
		상온		
	-55	상온		
		냉동		
		상온		

㉔ F-55-40조건을 제외한 모든 실험군과 대조군에서 나타나는 공통적인 형태적 특징은 어두운 갈색을 가지는 비교적 단단한 머핀의 윗부분이 비스듬히 형성되어 있다는 점임. 이는 굽는 과정 중 먼저 열기와 접촉하는 머핀생지의 윗부분이 경화되고, 이에 이어 열이 전달된 머핀생지의 내부에서 CO₂가 형성되어 부풀어 오르면서 형성된 모습으로 추측됨. 다만 F-55-40조건 샘플의 경우는 경화된 생지의 윗부분의 강도가 약하거나 얇게 형성되어, 경화된 윗부분을 부수고 양 옆이 아닌 중심으로 CO₂가 분출되어 나오면서 구워져 형성된 모습이라 생각됨. 세 개의 샘플이 모두 같은 형태를 띠고 있는 것을 보아 해당 형태가 생성된 냉동효과에 의한 원인이 있을 것이라 생각되므로, 관련된 차후 연구를 필요할 것으로 판단됨.

㉕ 색도

㉑ 그림 3-3-36은 냉동 조작 변수에 따른 냉동저장 1일 경과 후 머핀의 표면과 단면의 색도를 나타낸 결과임. 모든 조건의 샘플들의 표면 brightness는 대조군보다 비슷하거나 높은 값을 가지며, 겉보기에서 확인하였듯이 표면이 짙은 갈색을 띄므로 이보다 높은 brightness를 갖는다는 것은 긍정정인 결과로 사료됨. 따라서 brightness 측면에서는 높은 표면 brightness를 갖는 N-55-20, F-20-20, F-55-20, 그리고 F-55-40조건의 실험군의 품질이 좋은 것으로 판단됨.





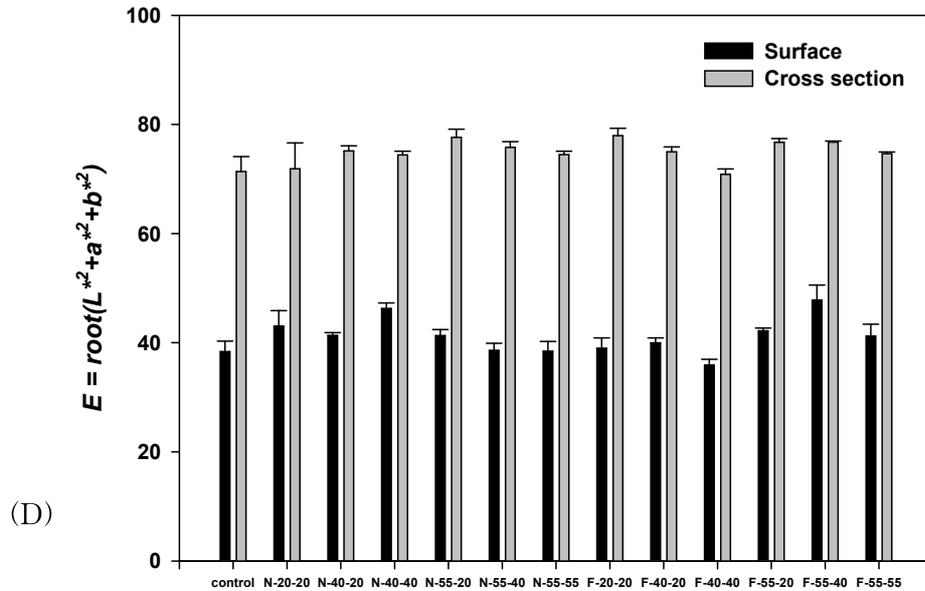


그림 3-3-36. 냉동 변수 조작에 따른 저장 1일 경과 후 머핀의 색도. (A) brightness(L^*), (B) redness(a^*), (C) yellowness(b^*), (C) E value.

- ㉠ Redness 측면에서는 모든 실험군 머핀 단면의 redness는 대조군과 거의 유사한 값을 가지고, 표면의 redness는 유사하거나 높은 값을 가짐. 표면 redness를 기준으로 대조군과 유사한 값을 가지는 실험군의 품질이 우수하다고 판단했을 때, N-40-20, N-55-55, F-20-20, 그리고 F-40-40이 우수하다고 할 수 있음.
- ㉡ Yellowness 측면에서는 N-40-40, F-40-40, F-55-55조건의 샘플을 제외한 나머지 실험군에서 단면의 yellowness가 대조군과 유사하게 나타났으며, 표면의 yellowness는 N-40-40조건의 실험군을 제외하고 대조군보다 높거나 유사하게 나타났음. 표면 yellowness를 기준으로 볼 때, 대조군과 유사한 값을 갖는 실험군은 N-55-40, N-55-55, F-20-20, F40-40임.
- ㉢ 표면의 E value는 실험군 N-20-20, N-40-40, N-50-40를 제외하고 대조군과 유사한 값을 나타내었음.
- ㉣ 따라서 냉동 쿠키생지의 품질이 머핀표면 brightness는 높을수록 좋고, 나머지 색도에 의한 특성이 대조군(비 냉동 쿠키생지)과 유사할수록 좋은 것으로 가정하여 판단했을 때, F-20-20 조건이 우수한 냉장 머핀생지를 만드는 냉동 조건이라 할 수 있음.
- ㉤ 물성(elasticity)
 - ㉦ Elasticity는 그림 3-3-37에서 보듯이 모든 실험군과 대조군이 별 차이 없이 비슷하게 나타났음. 따라서 냉동 머핀생지의 냉동조건의 변화는 구운 후 머핀의 물성에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있음.

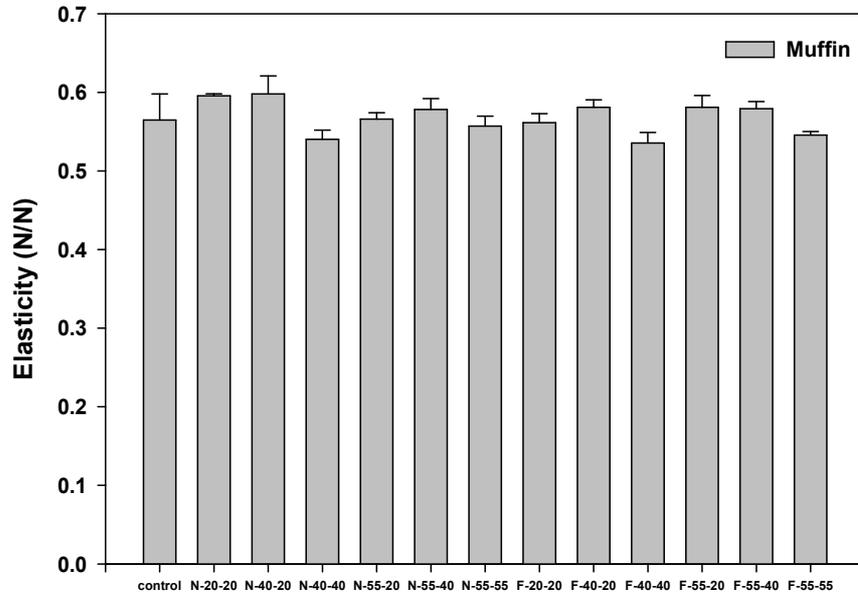


그림 3-3-37. 냉동 변수 조작에 따른 저장 1일 경과 후 머핀의 물성(elasticity).

② 저장 중 특성변화

㉠ 겉보기(표면)

㉠ 겉으로 보이는 머핀의 차이는 색의 차이보다는 모양의 차이에서 두드러지게 나타났음(표 3-3-10). 극명한 경향이 있지는 않았으나, 저장 기간이 길어질수록 융암처럼 가운데가 솟아오른 머핀으로 구워질 확률이 높은 것으로 판단됨. 이는 자연대류 냉동조건과 강제대류 냉동조건 실험군에서 공통적으로 나타나는 현상으로 보임. 이 밖의 경향성은 확인되지 않았음.

표 3-3-10. 냉동(-18℃) 저장에 따른 머핀의 겉보기 특성변화: (A) 자연대류 냉동조건, (B) 강제대류 냉동조건

(A)

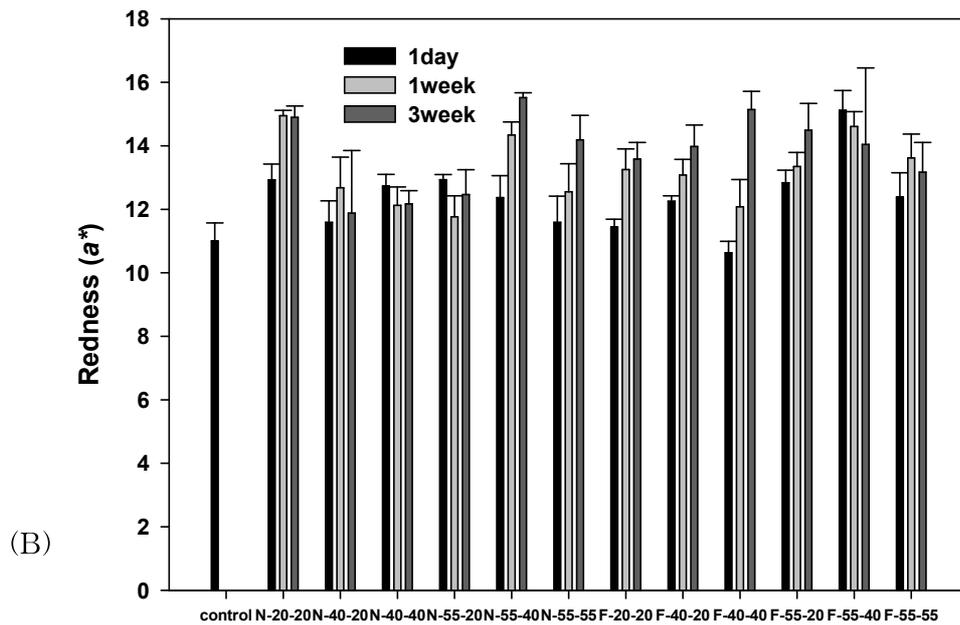
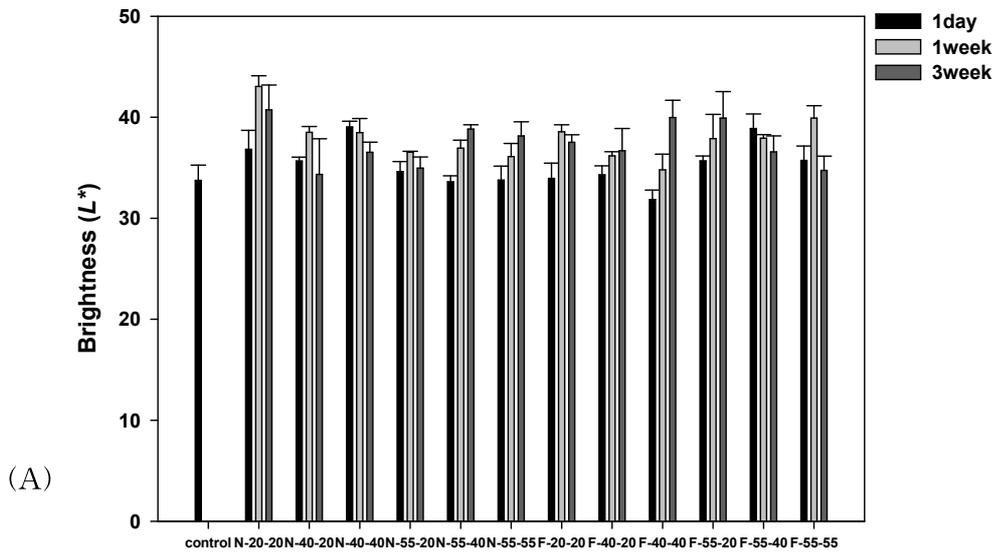
		Storage time (day)			
Freezer temp. (°C)	Out (°C)	0	1	7	21
-20	-20				
-40	-20				
	-40				
-55	-20				
	-40				
	-55				

(B)

		Storage time (day)			
Freezer temp. (°C)	Out (°C)	0	1	7	21
-20	-20				
-40	-20				
	-40				
-55	-20				
	-40				
	-55				

㉔ 색도

㉑ 그림 3-3-38에 저장 기간 중 머핀 표면의 색도 변화를 나타내었음. 저장 기간 중의 변화를 살펴보았을 때, 이중 brightness와 *E-value*는 경향성 없이 변화하는 것이 관찰되었고 redness와 yellowness는 저장한 이후에 약간 증가하는 듯이 보임. 하지만 전체적으로 경향이 크지 않았고 각 실험군 간의 차이가 확실하게 나타나지 않음. 따라서 냉동조건 및 저장기간이 영향을 주어 머핀표면의 색도가 변한다고 설명할 수 없을 듯함. 즉, 냉동 및 저장이 머핀표면의 색도적 특성에 미치는 영향은 미미하다고 판단됨.



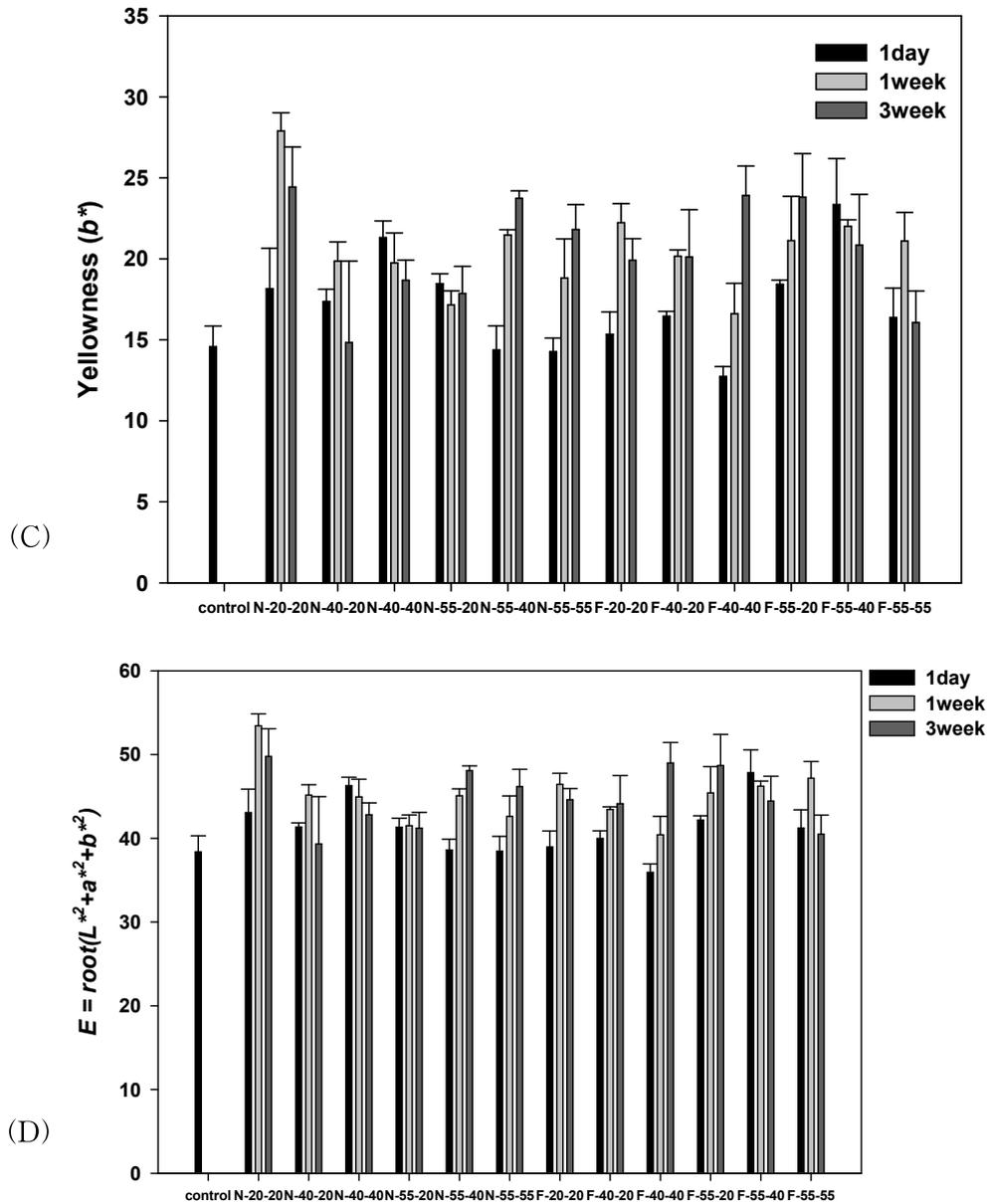
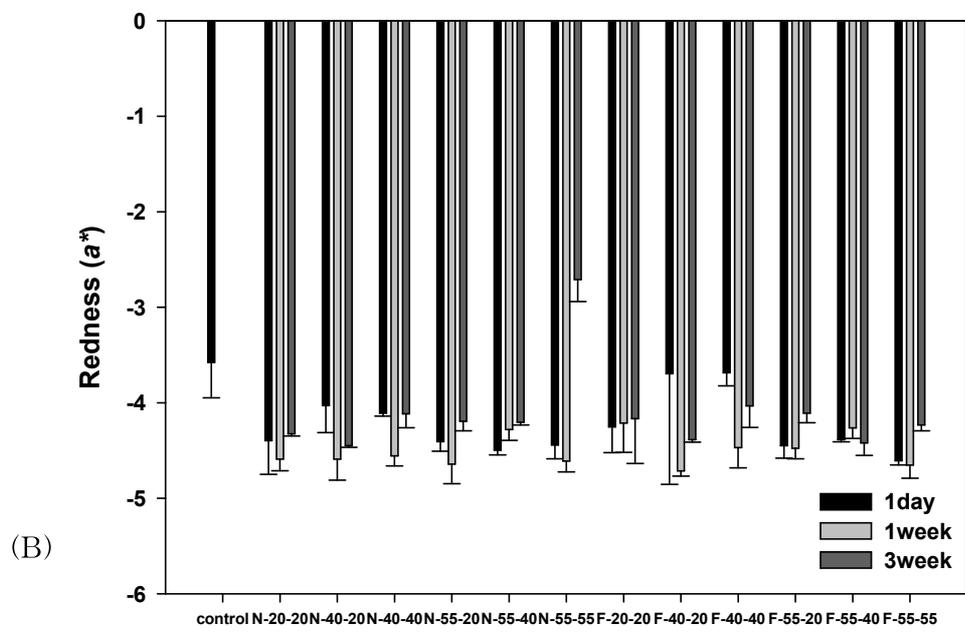
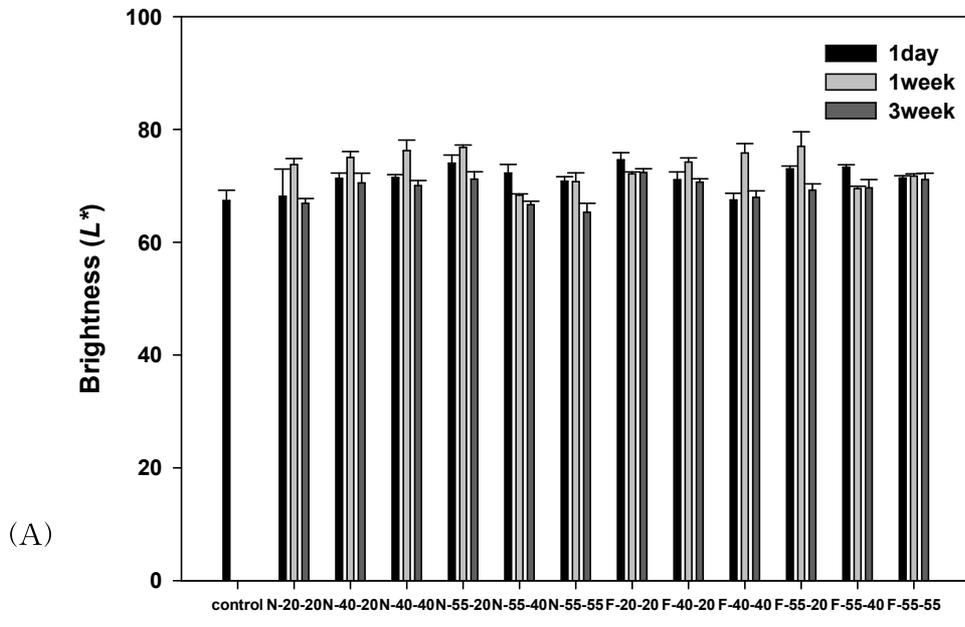


그림 3-3-38. 냉동(-18°C) 저장에 따른 머핀 표면의 색도변화. (A) Brightness, (B) redness, (C) yellowness, (D) *E value*.

㉠ 그림 3-3-39는 저장 기간 중 머핀 단면의 색도변화를 나타낸 그래프로서, 모든 색도 (brightness, redness, yellowness, *E-value*)에서 실험군간 차이나 경향성이 나타나지 않았음. 이는 머핀 표면의 색도변화를 나타내는 그림 3-3-38과 동일한 결과로서, 냉동조건과 저장이 머핀 단면의 색도변화에 미치는 영향 또한 미미하다는 것을 나타내는 결과로 생각됨.



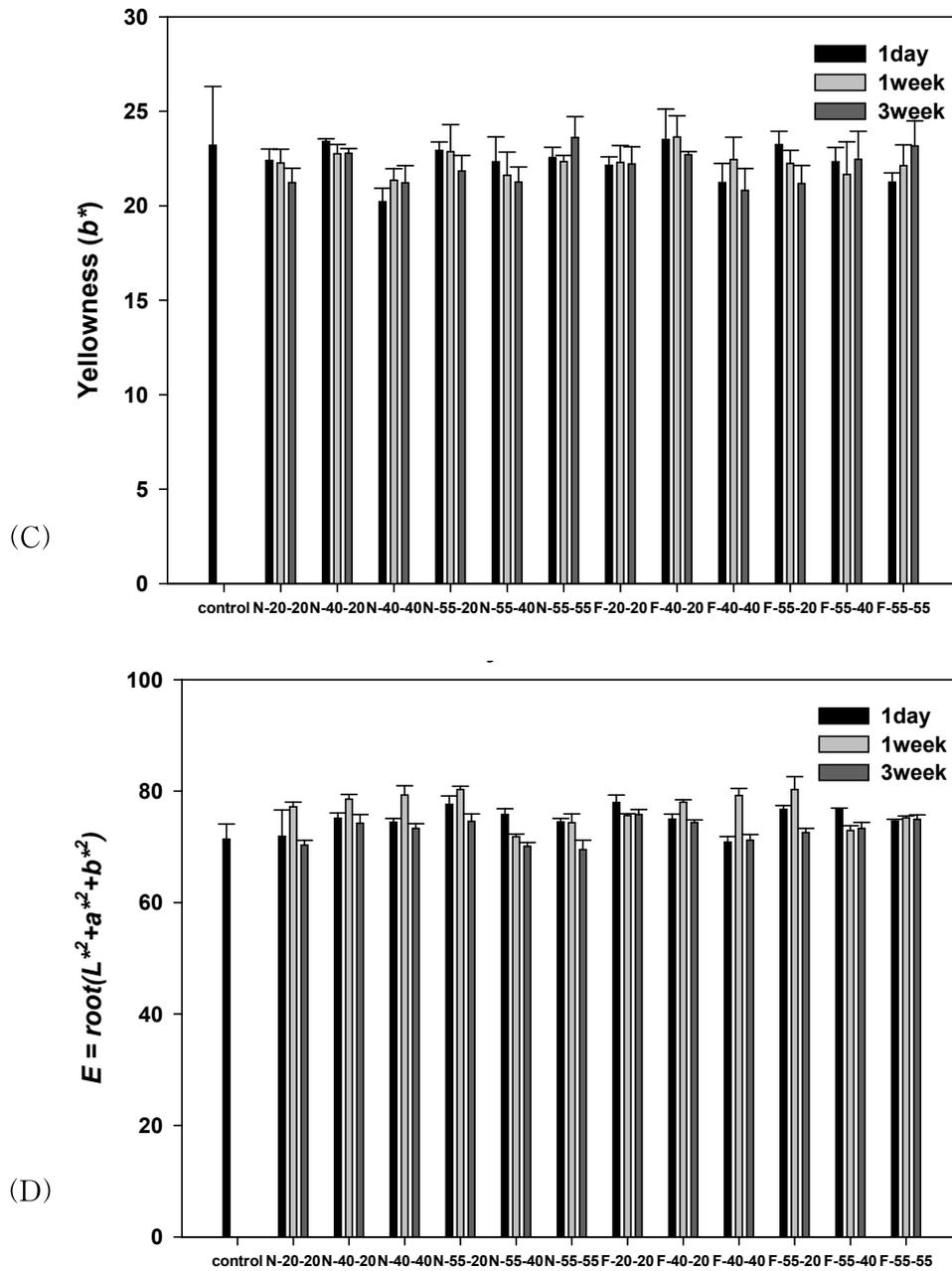


그림 3-3-39. 냉동(-18℃) 저장에 따른 머핀 단면의 색도변화. (A) Brightness, (B) redness, (C) yellowness, (D) *E value*.

㉔ 물성(elasticity)

㉔ 위에서 살펴본 특성들과 비슷하게 특별한 경향성이 나타나기 보다는 임의적으로 실험군의 샘플별로 편차가 있는 것으로 판단됨(그림 3-3-40). 따라서 냉동조건 및 냉동 저장 기간의 증가는 머핀의 물성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각됨.

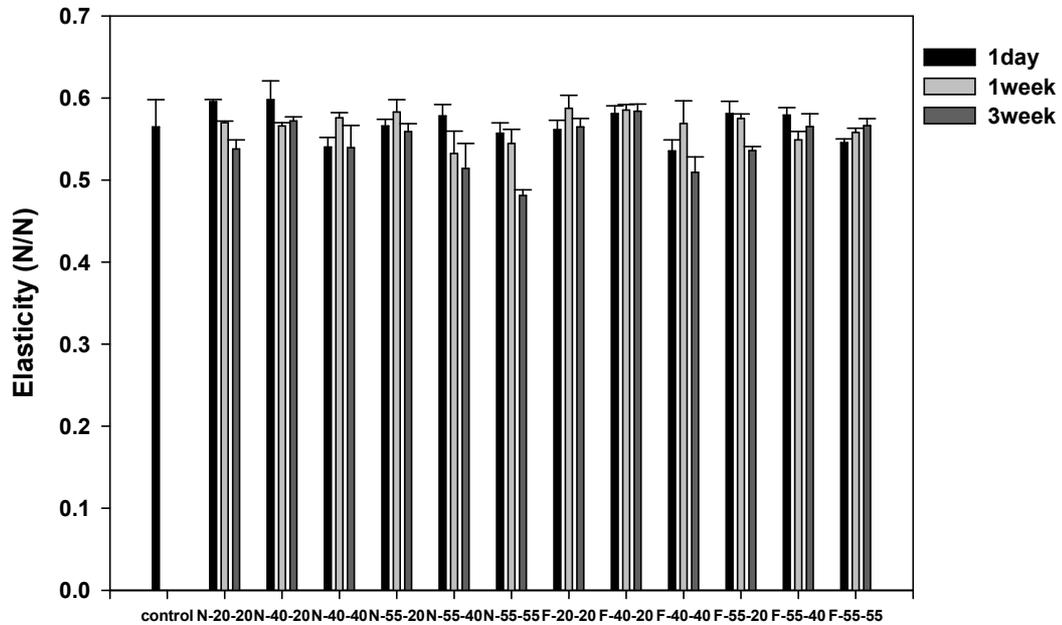


그림 3-3-40. 냉동(-18°C) 저장에 따른 머핀 단면의 물성변화(elasticity).

(3) 소결론

(가) 머핀의 겉보기 특성과 색도, 물성적 특성(elasticity)을 통해 위와 같은 결과들을 확인 하였음. 해당 연구결과들과 에너지 소모 측면을 고려하여 도출된 즉석 섭취/조리 가능한 머핀생지를 만들기 위한 최적의 냉동 조건은 강제대류로 -20°C의 냉기온도로 -20°C에서 냉동을 종료시키는 조건이라고 판단됨. 또한 강제 대류는 단시간 내에 냉동 종료를 가능케 하고, 냉기온도를 낮추기 위해 소모되는 에너지를 절감할 수 있기에 적합한 냉동 조건이라 생각됨.

나. 해동

(1) 연구방법

(가) 냉동 및 저장

- ① 냉동실험을 통해 얻어진 머핀생지의 최적 냉동 조건(F-20-20)으로 냉동하고 -18°C에서 1일간 저장한 샘플을 모든 해동실험에 사용하였음.

(나) 해동 조건 조작 변수

① 대조군

- ㉞ 상온(25°C)에서 60분 동안 해동한 후 190°C에서 27분 동안 구워진 머핀생지이며, 상온에서 해동되는 동안 냉동 머핀생지 중심의 온도변화는 그림 3-3-41과 같음. 그림과 같이 대조군 냉동 머핀생지는 빙결점 구간을 지나 해동온도인 25°C에 미치지 못한 채로 해동이 종료되는 것을 확인하였음. 해동 종료시점이 상온에 온도가 미치지 못한 상태이지만, 머핀의 경우 유산지가 깔린 컵에 생지를 찢 수 있을 정도로 유동성을 가지고 있는 상태면 충분히 해동된 것이기 때문에 문제가 없을 것이라 생각됨.

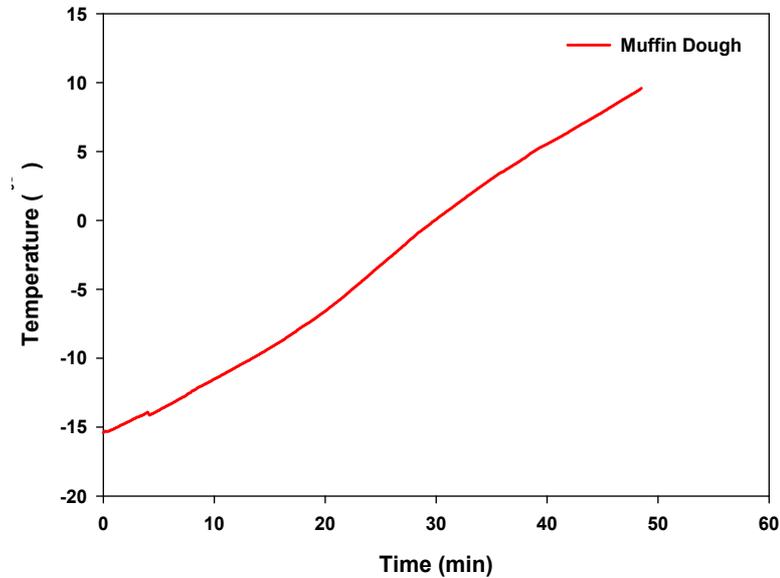


그림 3-3-41. 냉동 머핀 생지의 해동 중(대조군) 온도변화.

② 실험군

㉠ Microwave를 이용한 해동

㉠ Microwave 해동(180 W)

- ㉠ Microwave오븐에 기입된 180 W 출력 microwave의 조사시간의 주기는 1분을 단위로 6초 on, 54초 off임.
- ㉠ 5, 6, 7분 동안의 microwave 기능으로 조사시간을 조절하여 실험을 하였음.

㉡ Microwave 해동(900 W)

- ㉠ Microwave오븐에 기입된 900 W 출력 microwave의 조사시간의 주기는 1분을 단위로 30초 on, 30초 off임.
- ㉠ 1, 2분 동안의 microwave 기능으로 조사시간을 조절하여 실험을 하였음. 또한 2분 조사시간의 경우, 개조한 해동시스템을 바탕으로 주기(15초 on / 15초 off, 60초 on / 60초 off)를 변경하여 실험하였음.

㉢ Microwave 해동(연속 조사)

- ㉠ Microwave가 조사되는 동안 강도는 같기 때문에, 연속 조사하는 시간을 40, 45, 50, 60, 70초로 변경하여 해동하였음.
- ㉠ 연속 조사시간 중 최적의 조건을 확립한 후 microwave 조사하는 주기를 변형하여 (10초 on/20초 off, 20초 on/20초 off, 40초 연속) 해동 실험하였음.

(다) 측정방법

- ① 구운 머핀의 특성에 대한 측정은 냉동의 방법과 동일함.

(1) 연구결과

(가) Microwave를 이용한 해동

① Microwave 해동(출력 : 180 W)

㉠ 겉보기 특성

㉠ 표 3-3-11은 해당 대조군과 실험군의 겉모습을 보여주는 결과임. 180 W microwave를 이용하여 5, 6분 해동한 실험군의 표면은 대조군에 비해 갈변화가 덜 일어난 것으로 확인되었고, 7분 해동한 실험군은 대조군과 유사하였다. 그리고 단면의 차이점은 발견되지 않았음.

표 3-3-11. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 겉보기



㉡ 색도

㉠ 겉보기 특성에서 관찰된 결과가 색도에 반영되어 그림 3-3-42와 같은 결과를 얻었음. 5, 6분 microwave 해동 실험군은 대조군과 비교하여 yellowness를 제외하고 모든 측정값이 증가하였으며, 7분에 해당되는 실험군은 눈으로 관찰된 결과와 같이 대조군과 거의 유사한 색도를 갖는 것이 확인되었음.

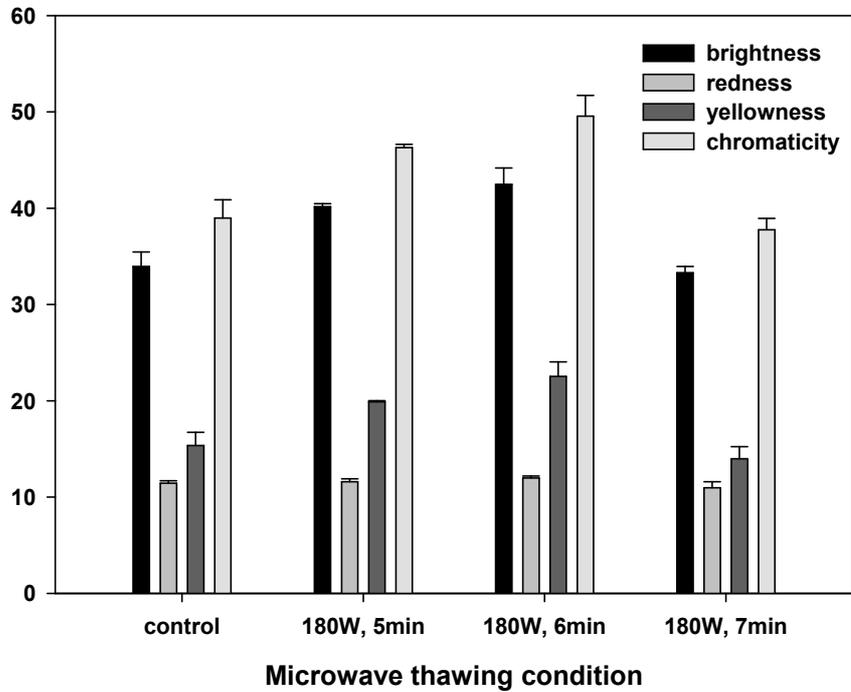


그림 3-3-42. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀표면의 색도.

㉔ 단면의 색도는 모든 샘플에서 유의적인 차이 없이 동일하였음(그림 3-3-43).

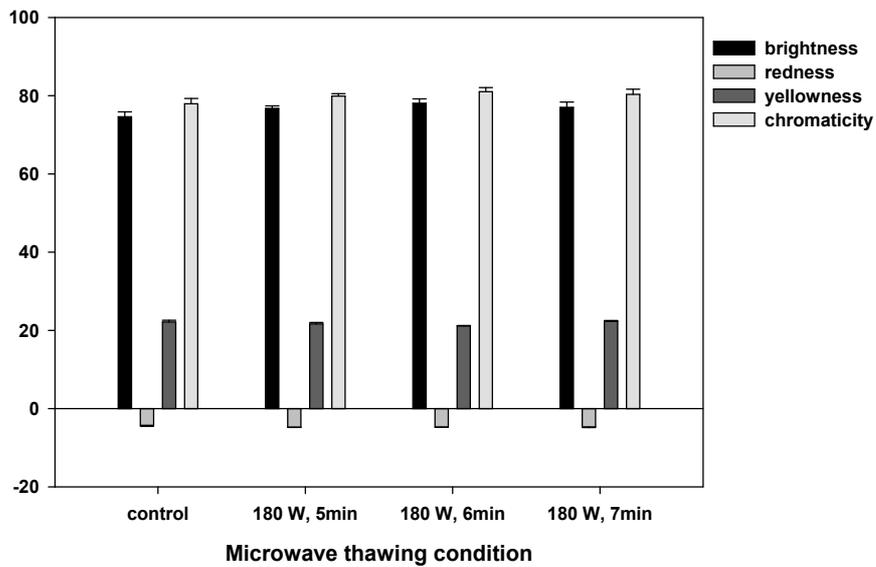


그림 3-3-43. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀단면의 색도.

㉕ 물성(elasticity)

㉕ 모든 대조군과 실험군의 머핀이 유의적인 차이 없이 유사한 elasticity를 가지는 것이 관찰되었음(그림 3-3-44).

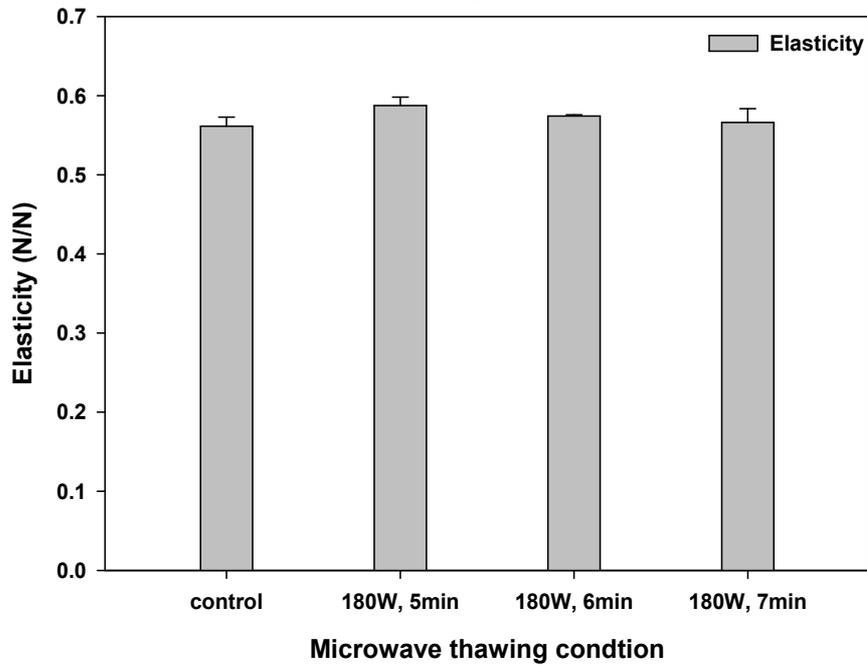


그림 3-3-44. 180 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 물성.

② Microwave 해동(출력 : 900 W)

㉠ 겉보기 특성

㉠ 900 W 출력의 microwave를 사용하여 냉동 머핀반죽을 해동한 결과는 표 3-3-12와 같음. 1분 동안 microwave를 이용하여 해동한 실험군은 대조군과 유사한 특성을 지니는 것이 관찰되었으며, 이를 제외한 나머지 실험군에서는 대조군보다 갈변화가 더 된 것으로 확인되었음.

표 3-3-12. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 겉보기

	대조군	Microwave 해동 실험군(900 W)			
		1분	2분	2분(15초주기)	2분(60초주기)
윗면					
옆면					
단면					

㉡ 색도

㉠ 색도를 측정하여 확인한 결과(그림 3-3-45)는 겉보기 특성과 유사하게 관찰되었음. 900 W 출력 microwave로 1분 동안 냉동 생지를 해동한 실험군은 대조군과 거의 흡

사한 색도 값을 가지며, 이를 제외한 실험군은 대조군보다 yellowness를 제외한 모든 색도에서 낮은 값을 갖는 것이 확인되었음. 900 W 출력 microwave의 1분은 30초 작동 30초 off를 의미하기 때문에, 연속적으로 microwave를 30초 동안 조사하는 것과 같은 결과임.

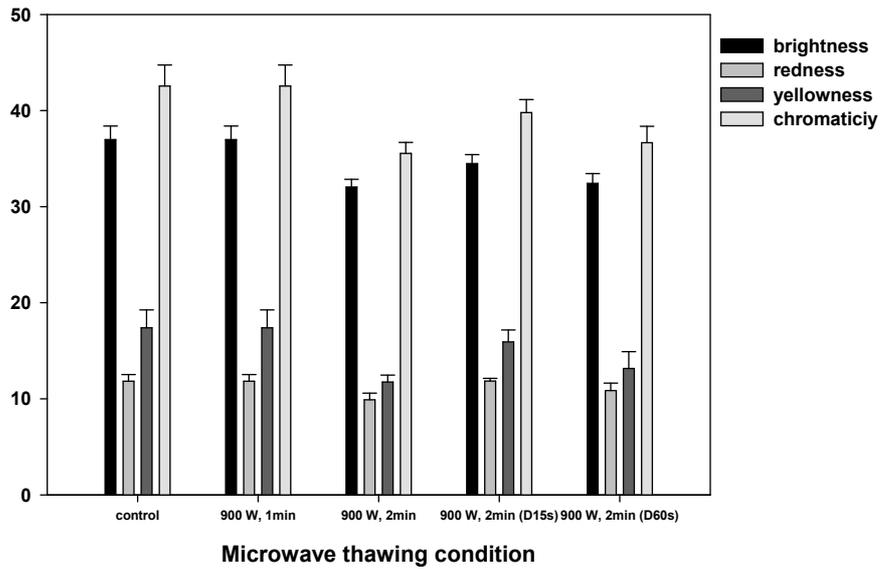


그림 3-3-45. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀표면의 색도.

- ㉠ 2분 실험군 머핀생지의 해동 종료시점에는 생지가 과해동되어 온도가 증가하였으며 이러한 결과가 색도 값에 영향을 미친 것으로 보임.
- ㉡ 머핀 단면의 색도는 모든 대조군과 실험군에서 유의적인 차이를 보이지 않았음(그림 3-3-46).

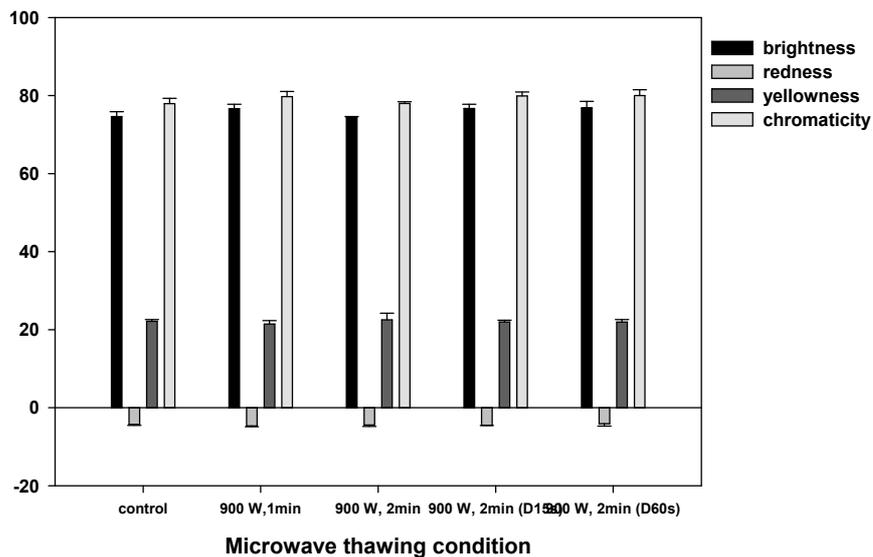


그림 3-3-46. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀단면의 색도.

- ㉢ 물성(elasticity)

㉠ 머핀의 elasticity는 모든 대조군과 실험군에서 유의적인 차이를 보이지 않았음(그림 3-3-47).

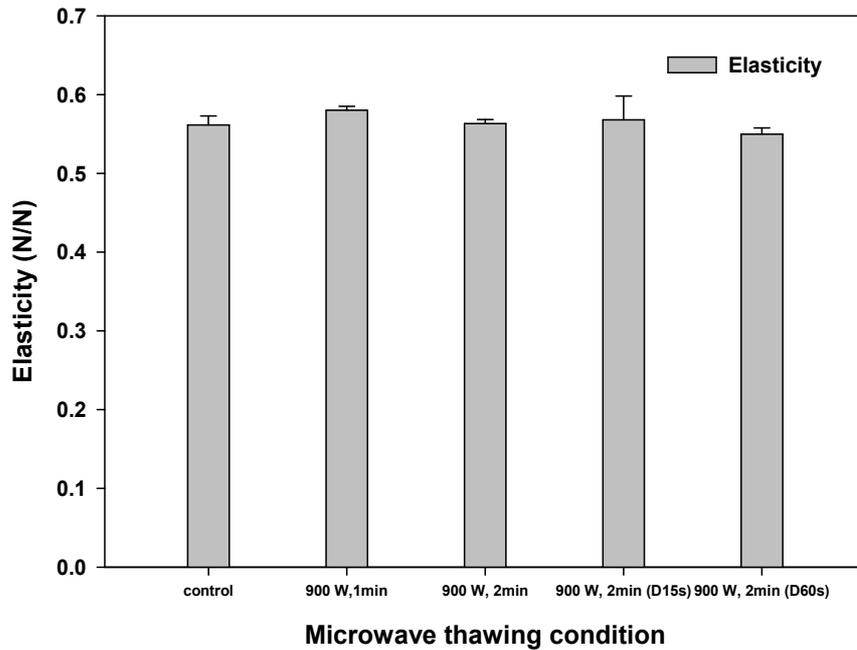


그림 3-3-47. 900 W의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 물성.

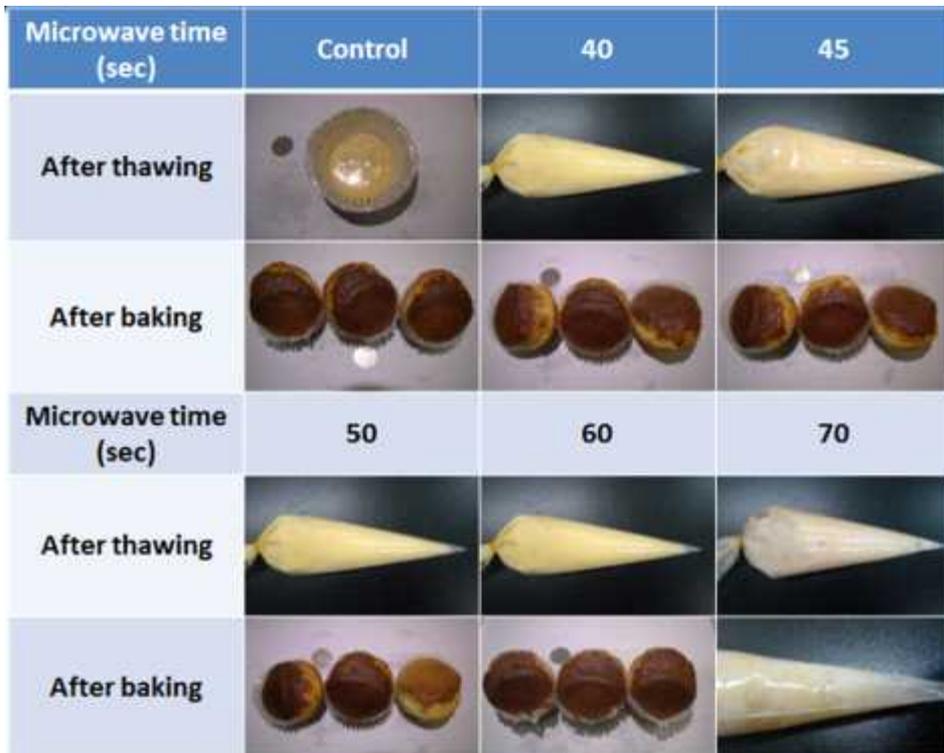
③ Microwave 해동(연속조사)

㉠ Microwave 연속조사 시간

㉡ 겉보기 특성

㉢ 표 3-3-13은 microwave 연속 조사하여 해동한 머핀의 겉보기를 나타낸 결과로 50, 60초 실험군은 비교적 좁은 부분인 짤 주머니 아랫부분이 온도가 높고 약간 부풀어 있었음. 더구나 70초 실험군은 전체적으로 높아진 온도에 의해 갈변화가 되지 않은 채로 baking이 되었음. 따라서 70초 실험군의 결과는 무의미하기 때문에 제외하였음.

표 3-3-13. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 겉보기



㉞ 구워진 후의 겉보기 특성에서 두드러진 특징은 50, 60초 실험군의 표면이 40, 45초 실험군에 비해 어둡다는 것이었다. 이 밖의 모양 상에서 확인되는 차이점은 없었음.

㉟ 색도

㉠ 겉보기 특성에서 언급한 것과 같이 40, 45초 실험군의 brightness는 control과 비슷한 수준을 유지하는 것이 확인되었으나(그림 3-3-48), 그 이상의 시간동안 microwave를 조사하여 해동한 머핀의 brightness는 control에 비해 낮게 나타났음. 이러한 경향은 brightness를 제외한 모든 색도 값에서 공통적으로 나타났음.

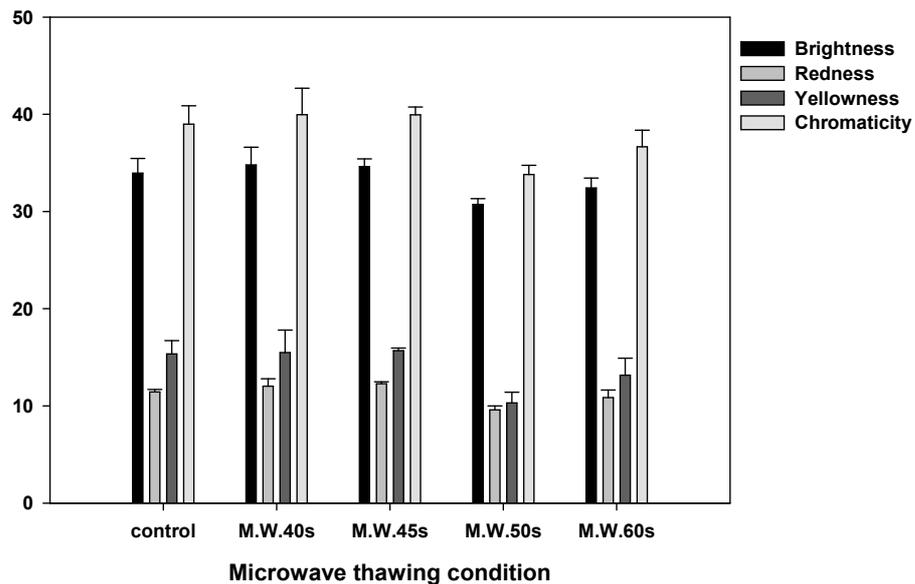


그림 3-3-48. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀 표면의 색도.

㉞ 그림 3-3-49에 머핀 단면의 색도를 나타냈음. 60초 실험군을 제외한 실험군의 색도 값은 대조군의 값과 거의 유사하게 나타나 그림 3-3-48과 3-3-49 기준으로는, 40, 45초 실험군 모두 대조군과 유사한 색도 특성을 나타내는 것을 알 수 있었음.

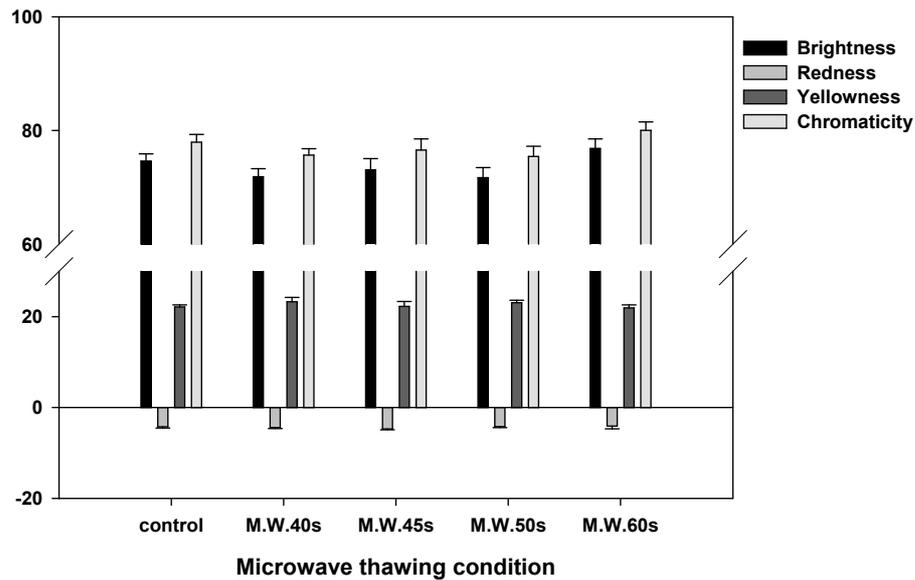


그림 3-3-49. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀 단면의 색도.

㉟ 물성(elasticity)

㉠ 그림 3-3-50은 머핀의 elasticity를 측정하는 도해이다. 앞서 겉보기와 색도를 바탕으로 50, 60초 실험군이 냉동머핀 생지의 해동방법에 적합하지 않다는 것을 말해주는 것과 같이, 50초 실험군은 대조군에 비해 높고 60초 실험군은 대조군에 비해 낮은 elasticity를 갖는 것으로 확인되었음. 따라서 이에 비해 대조군의 물성 값에 비교적 더 비슷한 값을 가지는 40초, 45초가 연속 조사되는 microwave를 이용하여 냉동 머핀생지를 해동하는데 적합한 시간임을 확인함.

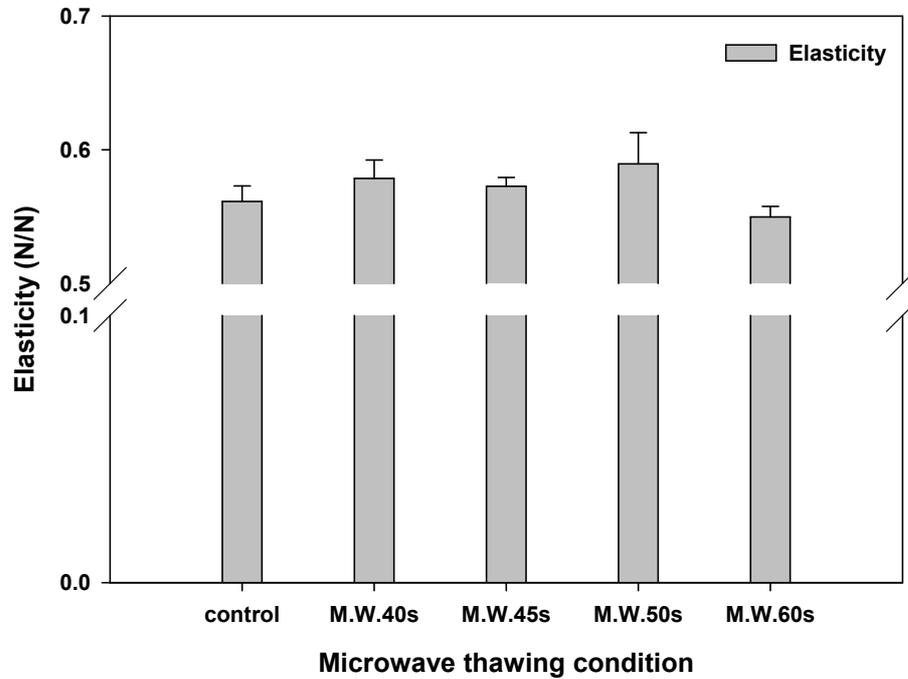


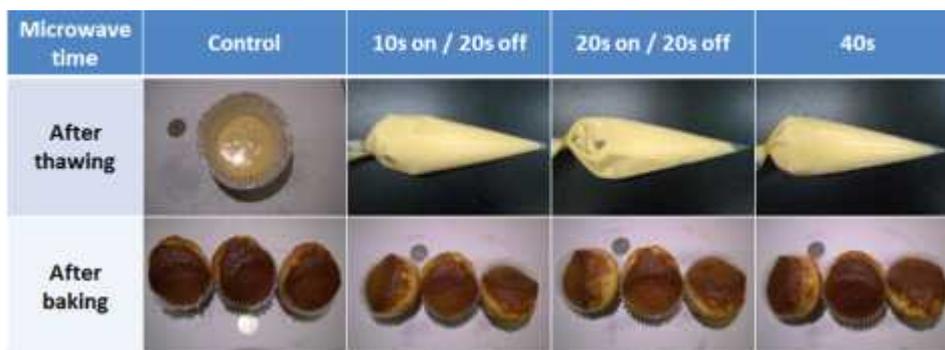
그림 3-3-50. 연속 조사된 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 물성.

㉔ Microwave 조사 주기 변경

㉕ 겉보기 특성

- ㉖ 표 3-3-14는 microwave의 총 조사시간을 40초로 고정하고 on/off 시간을 조작하여 실험한 후의 결과로 해동 후 머핀생지가 담긴 짤 주머니와 구운 후 머핀에서 모두 눈으로 확인될 만큼의 특이한 점이 발견되지 않았음.

표 3-3-14. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 겉보기



㉗ 색도

- ㉘ 주기를 변경하여 microwave를 가한 실험군(10초 on/20초 off, 20초 on/20초 off)는 대조군에 비해 모든 색도 값이 높게 나타났으나, 연속적으로 조사한 실험군은 대조군과 유사하게 나타났음(그림 3-3-51).

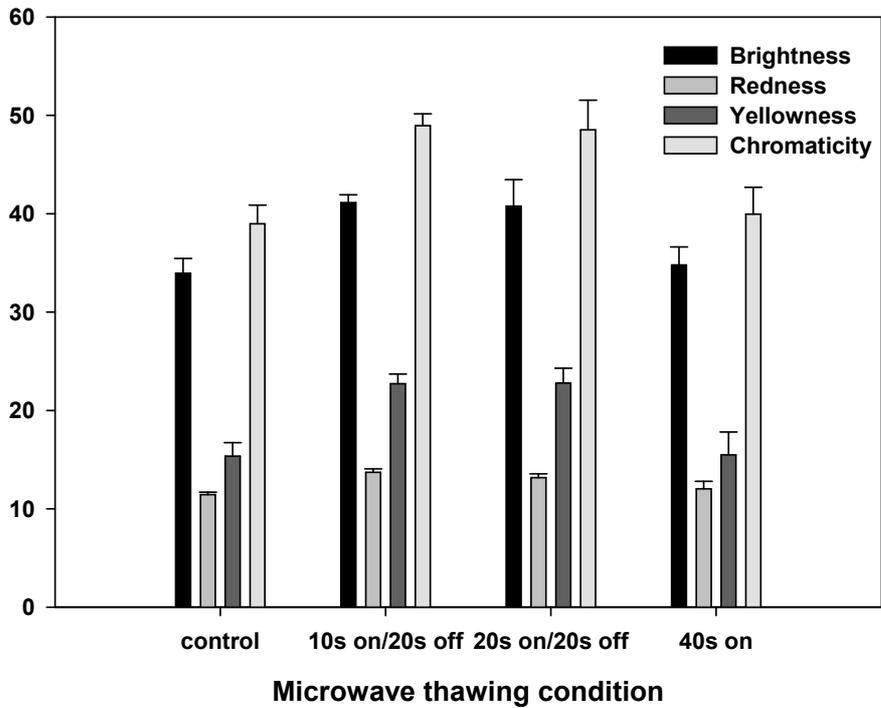


그림 3-3-51. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀 표면의 색도.

㉞ 머핀의 단면의 색도를 확인했을 때 20초 on/20초 off 실험군이 대조군과 가장 가까운 색도 특징을 나타내었으나, 40초 연속조사 실험군과 유의할 만큼의 큰 값의 차이를 보이지 않았음(그림 52). 따라서 위의 색도 결과는 주기를 변경하기보단 연속적으로 microwave를 조사하여 냉동 머핀생지를 해동하는 것이 유리하다고 판단됨.

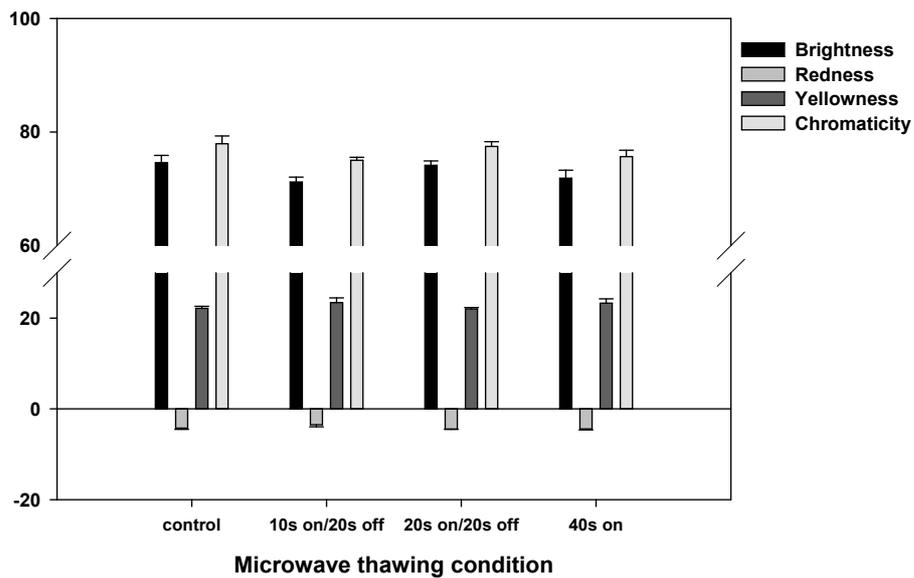


그림 3-3-52. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀 단면의 색도.

㉔ 물성(elasticity)

㉔ 그림 3-3-53은 해당 실험군에서의 elasticity를 나타낸 결과로 모든 실험군의 수치가 유의할 만큼 크지 않으므로 같은 시간 내에서의 microwave 조사 주기변화가 구운 후 머핀의 물성적 특징에 미치는 영향은 미미하다고 판단됨.

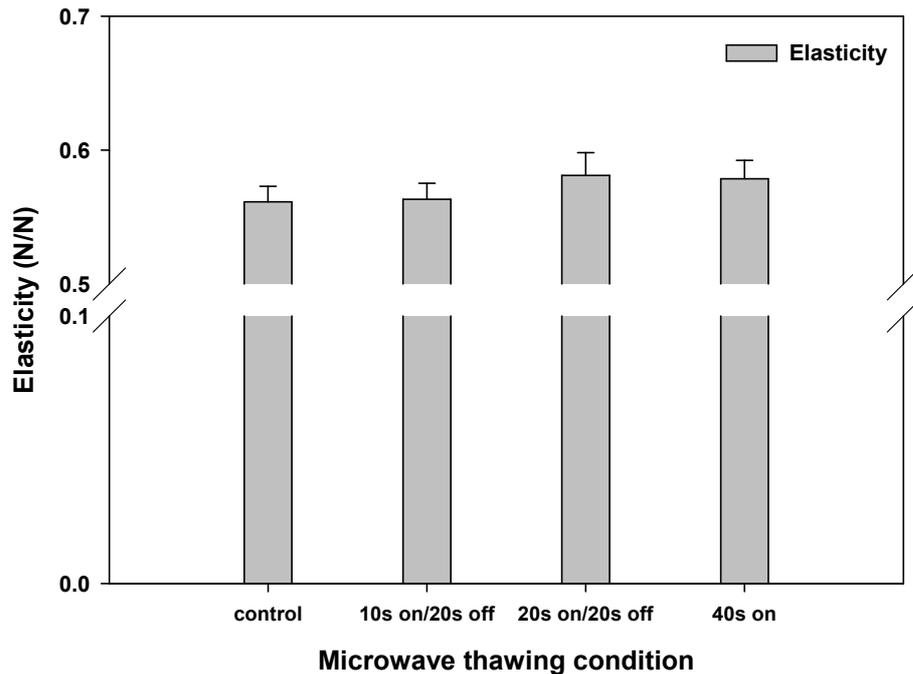


그림 3-3-53. 변경된 주기의 microwave를 이용하여 해동한 후 구워진 머핀의 물성 (elasticity).

(3) 소결론

(가) Microwave를 이용한 냉동 머핀 반죽의 해동은 단시간 내에 해동이 가능하다는 장점이 있기 때문에 180 W 보다는 900 W로 해동하는 방법이 적합하다 판단되고, 또한 연속적으로 조사하는 것이 조리시간 단축 및 에너지 절약에 유리하므로 앞선 900 W 출력의 방법보다 더 낫다고 판단됨. 실험적인 결과를 바탕으로 대조군과 유사한 특성들을 갖는 머핀이 우수하다고 가정했을 때, 30초 on/off 주기로 900 W 출력을 이용하여 1분 동안 microwave를 조사한 것이 냉동 머핀반죽을 해동하기 위한 최적조건이라 판단됨. 즉 이는 microwave를 단 30초 동안 연속 조사한 것(1600 W)과 같으므로 (900 W 출력으로 1분 동안 30초 on/30초 off에서 뒤의 off는 의미가 없음), microwave를 30초 동안 연속 조사한 것이 냉동 머핀반죽을 해동하기 위한 최적조건임.

4. 결론

가. 연구를 통해 도출된 제과용 냉동 생지를 제조하기 위한 최적 냉/해동 조건은 표 15와 같음.

표 3-3-15. 제과용 냉동 생지를 제조하기 위한 최적 냉/해동 조건

	최적 냉동조건	최적 해동조건
냉동 쿠키생지	<ul style="list-style-type: none"> -20℃의 냉기로 fan의 강제 대류에 의해 -20℃에서 냉동을 종료 	<ul style="list-style-type: none"> 정해진 1600 W 출력의 microwave를 40초 동안 연속 조사
냉동 머핀생지	<ul style="list-style-type: none"> -20℃의 냉기로 fan의 강제 대류에 의해 -20℃에서 냉동을 종료 	<ul style="list-style-type: none"> 정해진 1600 W 출력의 microwave를 30초 동안 연속 조사

[2년차] 제빙용 냉동 완제품의 품질 최적화 냉/해동 기술 개발

1. 냉동 백설기 제품

가. 냉동

(1) 연구방법

(가) 백설기 완제품 재료 및 조리법

① 재료

- ㉔ 냉동 백설기의 배합비는 표준 레시피에 근거하여 표 3-3-16과 같이 실험에 적용하였음.

표 3-3-16. 냉동 백설기의 재료 및 배합비

재 료	배합비(%)	중량(g)
멥쌀가루	57.05	200
물	37.08	130
설탕	5.13	18
정제염	0.74	2.6
합계	100	350.6

㉕ 조리법

- ㉑ 소금을 물에 녹여 쌀가루와 혼합
 ㉒ 상기 혼합가루를 16 mesh의 체를 이용하여 내린 후 30분간 상온에서 휴지
 ㉓ 16 mesh의 체에 한 번 더 내린 후 설탕 투입
 ㉔ 틀에 소분하여 넣고 8분간 증숙
 ㉕ 상온에서 80분간 방냉(백설기 중심온도 25℃에 도달)

(나) 냉동 및 저장

① 냉동 조작 조건

- ㉑ 1차 년도에 제작한 냉동 시스템을 활용하여 냉동 실험을 수행하였음.
 ㉒ 백설기의 냉동 조작 조건은 그림 3-3-54와 같음. 먼저 냉동고로부터 제공되는 냉기온도를 -20, -40, -55℃로 설정하고, 단일박스에 설치된 fan을 on/off (on=24 V의 출력의 fan)하여 자연 및 강제 대류에 의한 효과를 확인할 수 있게 하였음. 온도와 대류 여부에 따라 냉동속도가 다르며 냉동 종료 온도는 -20, -40, -55℃로 설정하고 각 온도에서 수집된 시료는 -20℃에서 냉동 보관하였음.

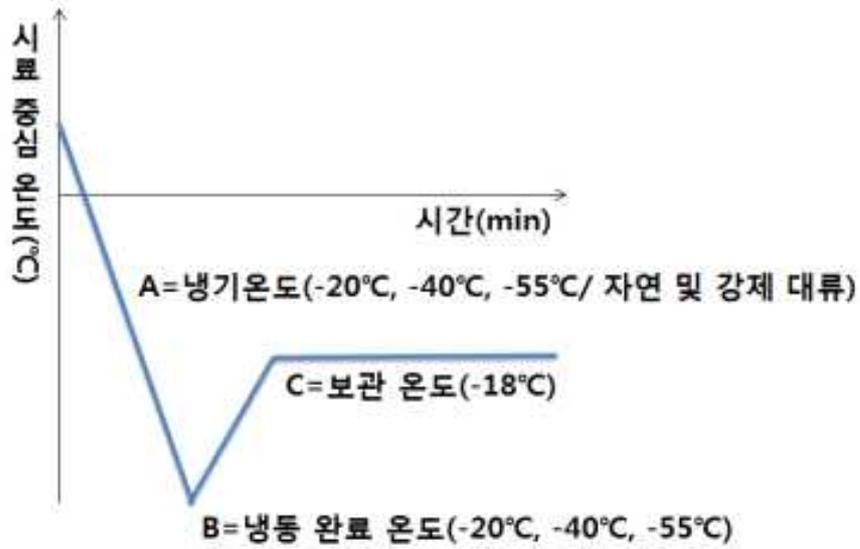


그림 3-3-54. 냉동 조작조건에 대한 모식도.

㉔ 실험군 명명법

- ㉔ 예시 1 : N-55-20 (자연대류에 의해 -55°C 냉기온도로 중심온도가 -20°C가 되는 시점에 냉동을 종료한 실험군)
- ㉔ 예시 2 : F-40-40 (24 V 출력 fan의 강제대류에 의해 -40°C 냉기온도로 중심온도가 -40°C가 되는 시점에 냉동을 종료한 실험군)

② 냉동온도 프로파일링

- ㉔ 시료(백설기)의 중심 부분에 thermocouple을 삽입하여 냉동시간 동안 품온 변화를 확인하였음.

③ 저장 조건

- ㉔ 각기 다른 냉동 조건에서 냉동된 백설기를 -18°C에서 저장하면서 저장시간에 따른 품질 변화를 측정하였음. 그림 3-3-55는 설정값이 -18°C인 저장 냉동고 내부의 실제 온도 변화를 나타낸 결과로 주기적으로 설정값에서 $\pm 1^\circ\text{C}$ 범위에서 변동함. 하지만 저장 중인 백설기의 내부 온도 변화는 빨간 선과 같이 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 안팎으로 비교적 일정한 온도를 유지하였음.

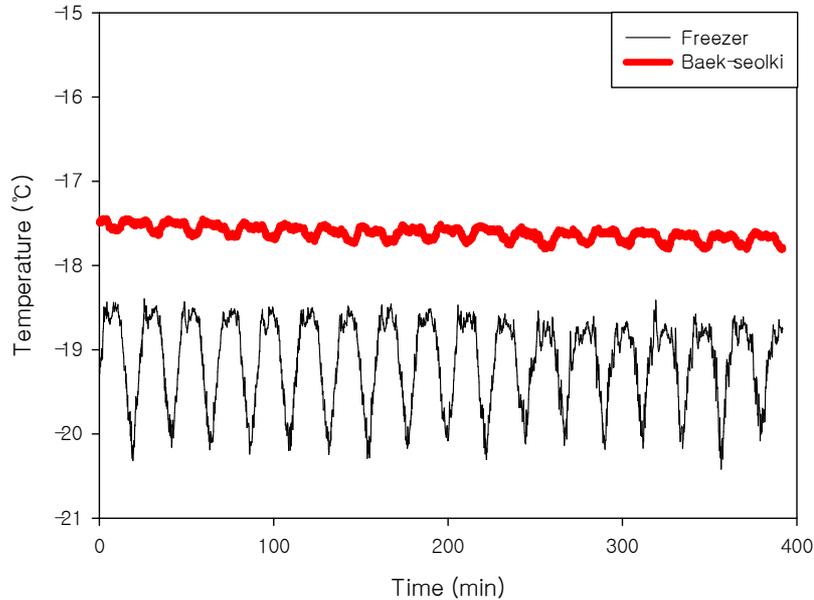


그림 3-3-55. -18°C 설정온도에서 냉동 저장고의 실제 온도변화와 이에 따른 시료의 온도 변화.

- ㉞ 냉동 백설기를 -18°C 에서 4주간 저장하면서 1일, 1주, 2주, 3주, 4주 단위로 품질 특성을 측정하여 저장 중 특성 변화를 확인하였음.

(다) 해동

- ① 품질특성을 측정하기 위하여 냉동 백설기의 중심온도가 25°C 에 도달할 때까지 80분간 상온(25°C)에서 해동하였음. 해동은 수분의 증발을 방지하기 위해 밀봉한 상태로 상온(25°C) 챔버에서 실시하였음.

(라) 측정방법

- ① 물성
 - ㉞ Texture Analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming, UK)를 이용하여 백설기에 대한 texture profile analysis 테스트를 실시하였음. 여러 특성 중 백설기의 품질특성은 경도(hardness)와 응집성(cohesiveness)으로 나타내었음.
 - ㉞ Texture profile analysis 테스트를 위한 조건은 다음과 같음.
 - ㉞ Probe : 100 mm compression plate (P100)
 - ㉞ Mode : Measure Force in Compression
 - ㉞ Option : T.P.A
 - ㉞ Pre-Test Speed : 1.7 mm/s
 - ㉞ Test Speed : 1.7 mm/s
 - ㉞ Post-Test Speed : 1.7 mm/s
 - ㉞ Distance : 40 %
 - ㉞ Trigger Type : Auto - 0.05 N
 - ㉞ Tare Mode : Auto

- ⊗ Data Acquisition Rate : 200 pps
- ㉔ Texture profile analysis 테스트의 전형적인 결과는 그림 3-3-56과 같음. Hardness (N)는 가해진 응력의 최대 peak 값이며, cohesiveness는 Area 2/Area 1으로 계산하며 물체가 있는 그대로의 형태를 유지하려는 힘을 나타냄. Springiness는 elasticity라고도 하며, 두 번째 0점에서 peak까지의 거리를 나타내는데 가해지는 힘이 제거된 후 물체가 원래대로 돌아오려는 힘을 의미함.

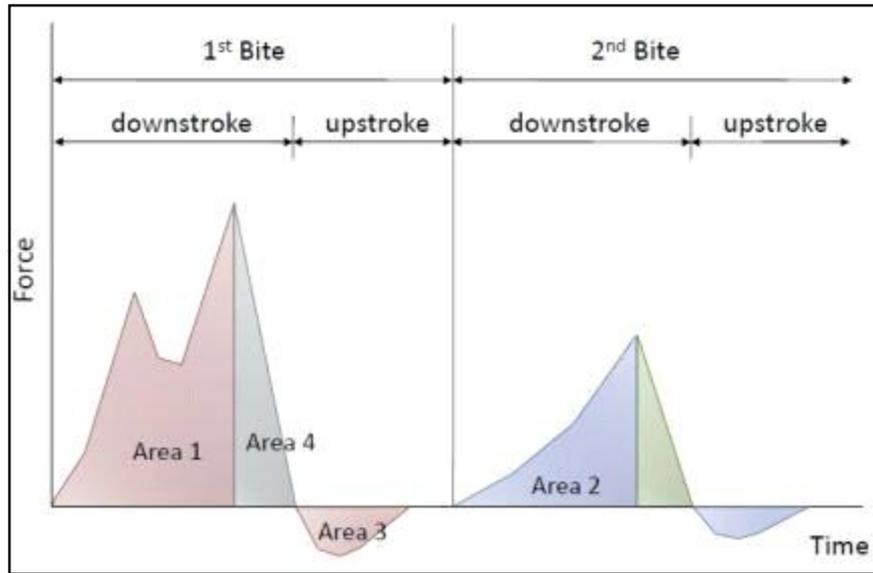


그림 3-3-56. 전형적인 texture profile analysis 테스트 결과.

- ① 시차주사열량계(differential scanning calorimetry, DSC)를 통한 엔탈피 측정
- ㉔ 시차주사 열량계를 사용하여 냉동 저장 중 노화된 정도를 측정하였다. 냉동 조건이 백설기의 저장 중 노화 진행에 영향을 미치는지 알아보기 위해 DSC aluminium pan 에 배합비와 같은 비율로 시료를 넣고 증숙과정과 방냉, 냉동, 저장 과정을 모사하여 실험하였음. 일정 기간 동안 저장 후 상온에서 130℃까지 온도를 스캔하여 흡열 peak 가 나타나는지 확인하였음. Peak가 생긴다는 것은 흡열과정이 일어나는 것으로서 노화가 진행되었는지 알 수 있는 간접적인 척도가 됨.

(2) 연구결과

(가) 백설기의 동결곡선

- ① 냉동 중 백설기의 중심 온도 변화를 나타낸 동결곡선은 그림 3-3-57과 같음. (A)는 자연대류(N)에 의해 냉동된 백설기의 온도변화이며, (B)는 24 V 전압 세기의 fan을 가한 강제대류(F)에 의해 냉동된 백설기의 온도변화임. N-20-20 조건에서 냉동이 완료되는데 가장 오랜 시간인 약 138분이 소요되었음. F-55-20 조건에서 냉동 시간이 가장 빨랐으며 약 11.5분이 소요되었음. 동일 냉기 온도에서 강제대류 시 자연대류로 냉동할 때보다 적게는 50%, 많게는 70%만큼 냉동시간이 단축되었음. 공통적으로 나타나는 특징은 상변화하는 온도 범위가 크고 0℃보다 낮은 온도에서 열기 시작한다는 점임. 백설기의 냉동 중 수분의 상변화는 -3℃ 부근에서 시작하여 -17℃ 부근에서

종료되었음. 이는 백설기 재료의 배합비에서 확인할 수 있는데 수분이 전체 배합비의 37.08%를 차지하며 쌀가루 자체도 13% 내외의 수분을 포함하고 있으며 고형분에 의한 어는점 내림 현상과 더불어 첨가된 정제염과 설탕의 anti-freeze 효과로 상변화의 온도가 일반적인 물의 어는점보다 낮은 온도에서 시작하며 그 범위가 넓게 분포하는 것을 관찰할 수 있었음.

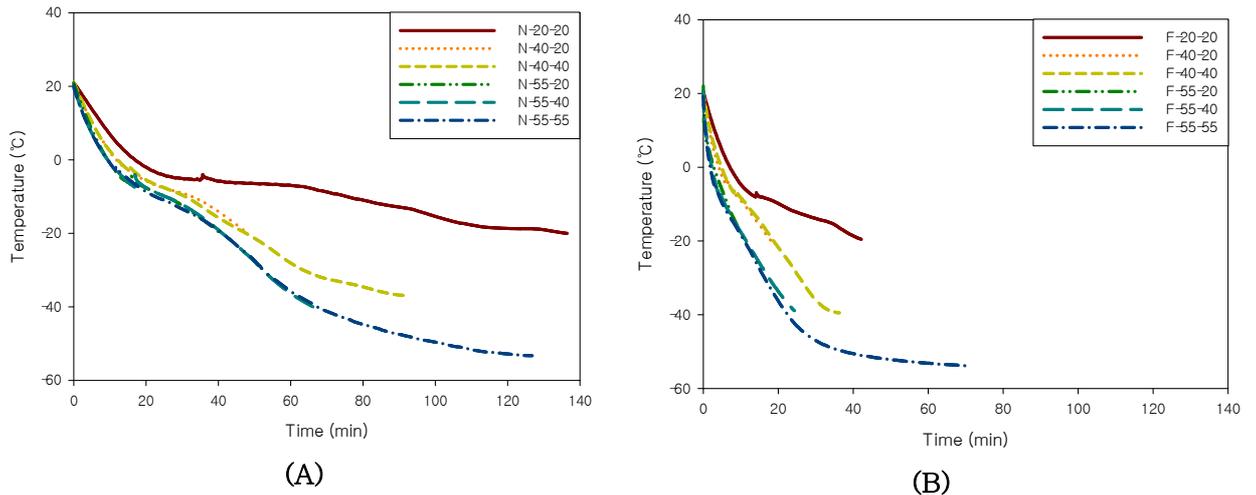
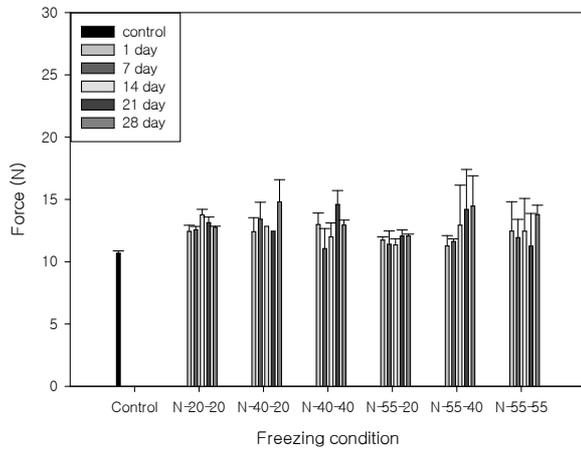


그림 3-3-57. 냉동 중 백설기의 온도변화. (A) 자연대류(N)에 의한 백설기의 온도변화, (B) 강제대류(F, fan speed=24 V)에 의한 백설기의 온도변화.

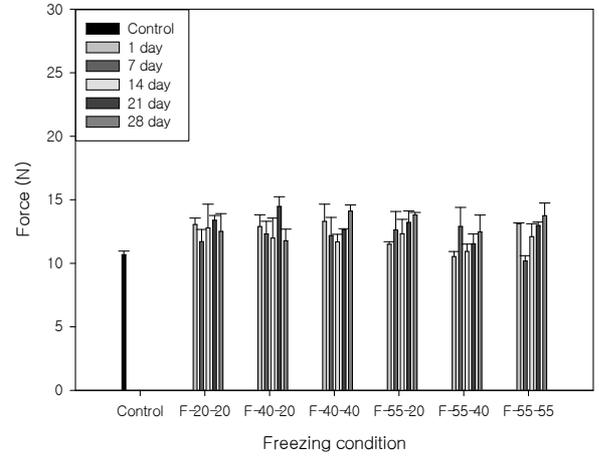
(나) 해동 후 품질특성

① 물성(hardness, cohesiveness)

㉞ 그림 3-3-58과 3-3-59에 냉동 조작 조건에 따른 냉동 백설기의 해동 품질특성 측정 결과를 나타내었음. 결과적으로 냉동 조작 조건(냉기 온도, 냉동종료온도, 대류 유무 등)은 저장 중 백설기의 품질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났음. Hardness는 전체적으로 상승하였으나 모든 조건에서 10-15 N사이에 분포하고 cohesiveness는 대조군을 포함하여 전체적으로 0.7 내외에 분포하는 것으로 보아 실제 식감에는 영향을 미칠 정도가 아니었음. 냉동 저장 중 백설기의 구조적 특성에 가장 큰 영향을 미치는 노화 작용이 일어나지 않았음을 알 수 있었음. 이런 결과는 전분의 경우 -18°C의 냉동저장 중에는 노화가 지연된다는 여러 연구 결과와 일치하였고, 백설기의 경우는 저장 3주까지도 조직감을 잃지 않는다는 보고와 일치하였음(김창순. "DSC와 효소법을 이용한 멥쌀 밀 찹쌀떡의 노화도에 관한 연구." 한국조리과학회지 12, no. 2 (1996): 186-192).

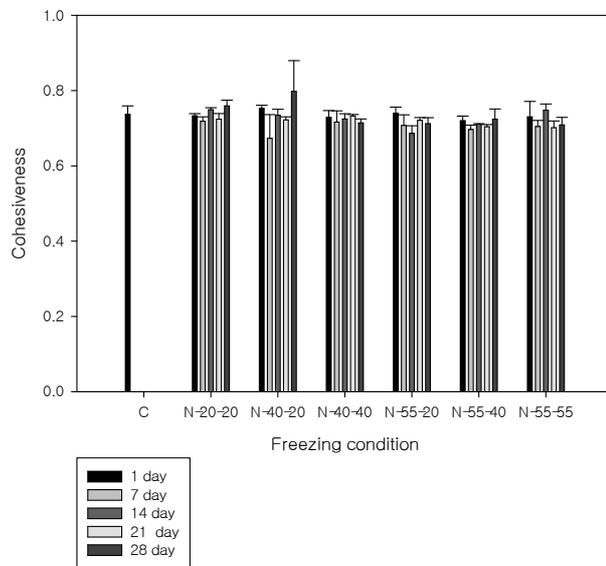


(A)

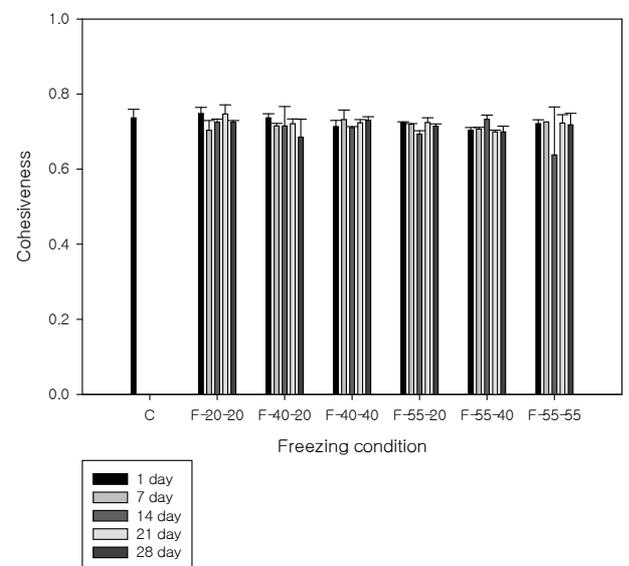


(B)

그림 3-3-58. 냉동 조건과 냉동 저장 기간에 따른 백설기의 hardness 변화. (A) 자연대류(N)를 이용한 냉동 백설기, (B) 강제대류(F, fan speed=24 V)를 이용한 냉동 백설기.



(A)



(B)

그림 3-3-59. 냉동 조건과 냉동 저장 기간에 따른 백설기의 cohesiveness 변화. (A) 자연대류(N)를 이용한 냉동 백설기, (B) 강제대류(F, fan speed=24 V)를 이용한 냉동 백설기.

② 시차주사열량계(DSC)를 이용한 열적 특성 분석

㉠ 냉동 중 백설기의 열적 특성 변화를 분석하기 위하여 그림 3-3-57을 이용하여 냉동 조건에 따른 평균 냉동속도를 계산하였음(표 3-3-17). 동일 냉기온도일지라도 강제 대류의 경우 냉동속도가 자연대류의 경우보다 2-3배 빨랐으며 N-55와 F-20은 냉기온도가 다르지만, 평균 냉동속도는 비슷하였음.

표 3-3-17. 백설기의 냉동조건에 따른 냉동속도

냉동조건	냉동속도(°C/min)
N-20	0.3
N-40	0.62
N-55	0.91
F-20	0.94
F-40	1.65
F-55	2.66

㉔ 시차주사열량계를 통한 흡열곡선 조사

㉑ 계산한 냉동속도(표 3-3-17)를 적용하여 백설기를 냉동 후 저장하는 과정을 모사하여 열분석 실험을 하였음. 저장 4주 후 냉동고에서 꺼내어 상온에서부터 130°C까지의 온도 범위를 스캔하여 흡열곡선이 나타나는지를 확인하였음(그림 3-3-60). 가장 느린 냉동조건 N-20부터 냉동속도가 가장 빠른 냉동조건인 F-55까지의 모든 조건에서 흡열 peak가 나타나지 않았음. 이는 냉동 중 백설기에서는 노화가 지연되어 4주 저장기간 동안 크게 노화가 일어나지 않는다는 것을 증명하는 간접적인 결과임.

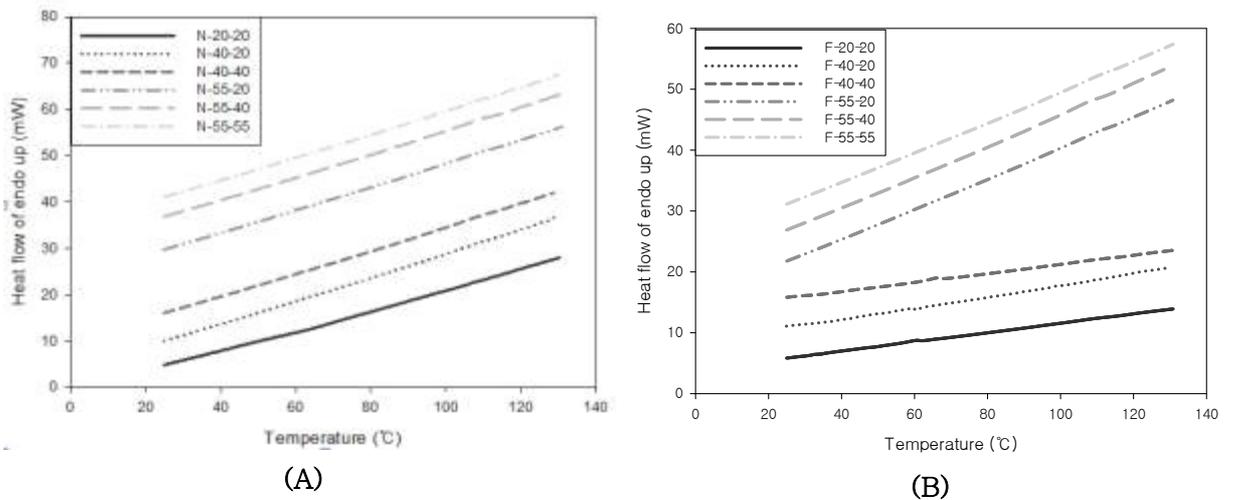


그림 3-3-60. 시차주사열량계를 통한 냉동 백설기의 흡열곡선. (A) 자연대류에서 냉동한 백설기 (B) 강제대류에서 냉동한 백설기.

(3) 소결론

(가) 측정된 백설기의 물성적 특성과 노화 엔탈피를 바탕으로 판단할 때, 즉석 섭취/조리 가능한 백설기 완제품을 만들기 위한 최적의 냉동 조건을 탐색하는 과정에서 냉동 백설기 완제품이 냉동 조건에 크게 영향을 받지 않는 것으로 관찰되었음. 또한 시차주사열량계를 이용하여 흡열곡선을 확인한 결과 흡열 peak가 나타나지 않아 노화가 일어나지 않았다는 간접적이며 동일한 실험결과를 얻을 수 있었음. 따라서 백설기 완제품의 최적 냉동조건은 제품의 품질에 미치는 영향보다는 에너지 절감과 냉동 시간을 단

측시할 수 있도록 강제대류 방법으로 -20℃의 냉기온도로 -20℃에서 냉동을 종료시키는 조건이 최적 조건임. 강제대류 시 사용된 fan의 전력 소모량은 36 - 72 Wh임. N-55과 F-20의 냉동속도는 비슷하나 냉동고의 냉기 온도를 저온으로 내리는데 소모되는 전력보다 fan을 가동할 때 소모되는 전력이 작아 전체적으로 F-20의 냉동조건이 에너지 측면에서 더 유리할 것으로 판단됨.

나. 해동

(1) 연구방법

(가) 냉동 및 저장

- ① 냉동 백설기의 저장 중의 품질 변화를 관찰한 결과, 냉동 조건이 백설기의 품질에 큰 영향을 미치지 않기 때문에 가장 빨리 냉동되는 조건인 F-55-20에서 냉동한 후 -18℃에서 1일간 저장한 샘플을 해동실험에 사용하였음.

(나) 해동 조건 조작 변수

① 대조군

- ㉔ 대조군은 증숙 후 냉동 과정 없이 방냉 전 뜨거운 백설기와 상온(25℃)에서 80분 동안 방냉하여 중심온도가 상온(25℃)에 도달한 백설기를 사용하였음.

② 실험군

- ㉔ 상온 해동, 재 증숙 해동 및 microwave를 이용한 해동을 적용하여 냉동 백설기의 품질 특성을 비교하였음.

(다) 상온(25℃) 해동

- ① 냉동 백설기는 밀봉한 상태로 상온(25℃) 챔버에서 해동하였음.

(라) 재증숙을 통한 해동

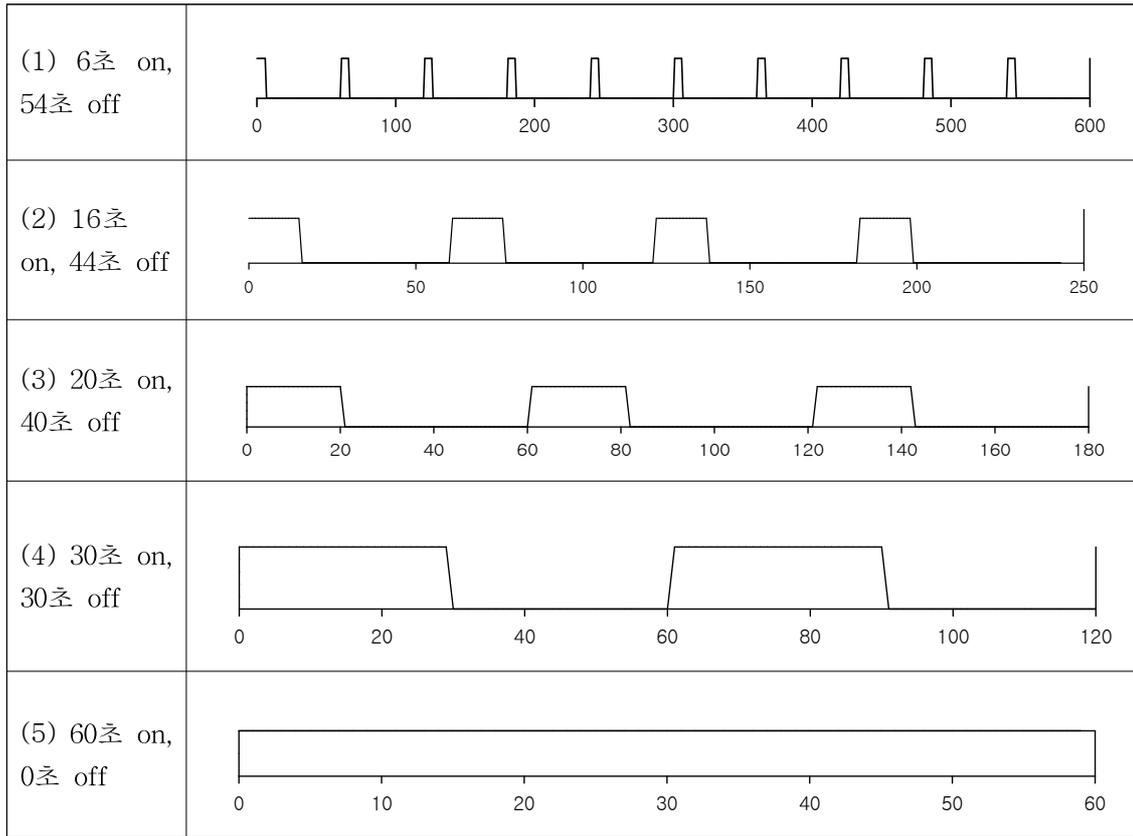
- ① 냉동 백설기에 다시 스팀을 가하여 재증숙 한 후 방냉 전 뜨거운 백설기와 방냉 후 내부온도가 상온(25℃)에 도달한 백설기를 각각 측정하였음.

(마) Microwave를 이용한 해동

- ① 1차 년도에 개조한 해동 시스템을 활용하여 실험에 사용하였음.
- ② 해동 중 백설기의 수분 증발을 막기 위해 랩으로 개별 포장하여 microwave를 조사하였음.
- ③ Microwave 해동(연속 조사)
 - ㉔ Microwave의 연속 조사 시간을 달리하여 적절한 연속조사시간을 탐색하였음.
- ④ Microwave 해동(간헐 조사)
 - ㉔ Microwave의 연속 조사 실험을 통해 얻어진 최적 총 조사시간이 1분이 되도록

microwave를 간헐 조사 주기를 다양하게 바꾸어 해동하였음. 간헐 조사 조건은 (1) 6초 on, 54초 off, (2) 16초 on, 44초 off, (3) 20초 on, 40초 off, (4) 30초 on, 30초 off (5) 60초 on, 0초 off으로 달리하여 총 조사시간이 1분이 될 때까지 반복 조사하였고 이를 도식으로 표 3-3-18에 나타내었음.

표 3-3-18. Microwave 간헐 조사 조건의 도식



(바) 해동 백설기의 품질특성

- ① 해동 중 백설기의 품온 변화를 측정하고, 품질특성은 앞선 냉동의 경우와 같은 방법으로 측정하였음.
- ② Microwave oven으로 해동할 때 T.P.A test에서 cohesiveness 대신에 adhesiveness를 측정하여 나타내었음.

(2) 연구결과

(가) 해동 조건 조작 변수

- ① 상온 해동 (25℃, 2시간)
- ② 냉동 백설기는 상온에서 2시간 후에 내부온도가 상온(25℃)에 도달하였음(그림 3-3-61).

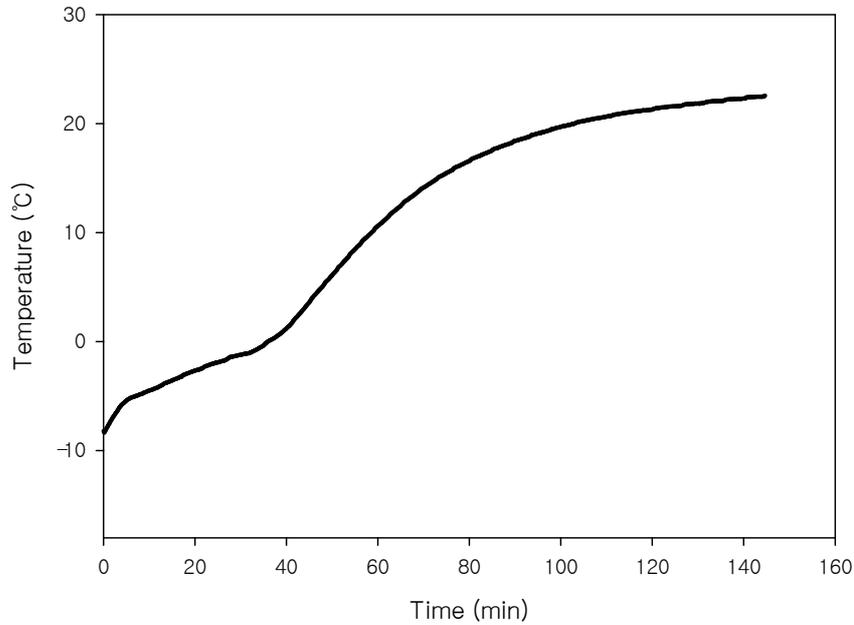


그림 3-3-61. 상온 해동 중 백설기의 온도변화.

㉞ 상온(25°C)에서 2시간 동안 해동한 백설기의 물성을 측정하여 대조군과 비교하였을 때 상온 해동방법만으로 해동된 백설기의 hardness가 약 0.9 N 증가하였고 cohesiveness는 거의 변화가 없었음(그림 3-3-62). 그러나 이 정도의 변화로는 식감에서 차이를 느낄 수 없었고 따라서 즉석섭취가 가능할 정도로 해동이 되는 것으로 나타났다.

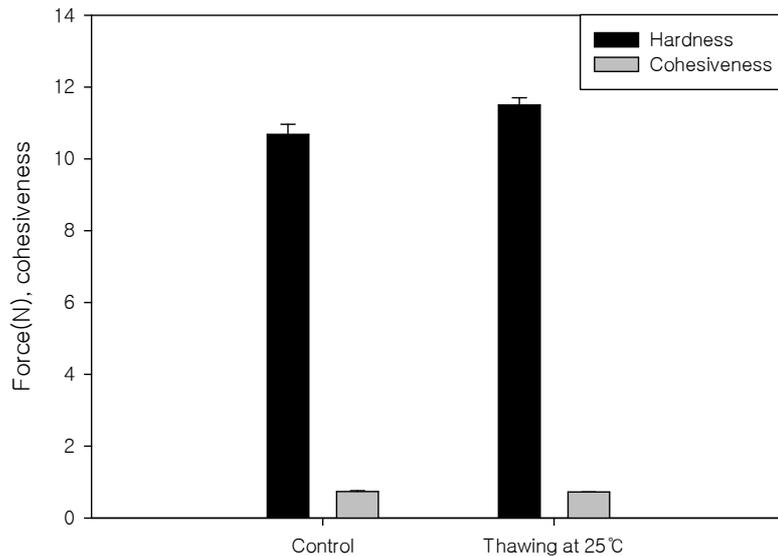


그림 3-3-62. 대조군과 상온(25°C)해동 백설기의 물성(hardness, cohesiveness).

㉞ 재증속 해동 시 냉동 백설기의 내부온도는 1분 이내에 약 95°C 내외에 도달하여 증속 중 일정하게 유지되는 것이 관찰되었음(그림 3-3-63).

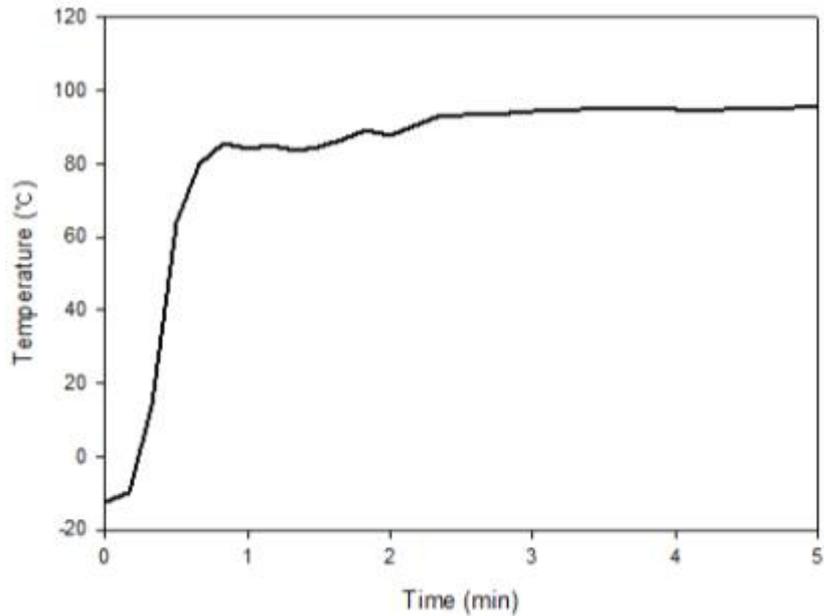


그림 3-3-63. 냉동 백설기의 재증숙 중 온도변화.

㉔ 백설기의 재증숙 시간을 3, 4, 5, 6분으로 다양하게 하여 방냉 전과 후의 물성을 측정한 결과를 그림 3-3-64에 나타내었음. 방냉 전 뜨거운 상태일 때의 백설기의 경우 6분 동안 재증숙 한 백설기의 hardness는 8.9 N으로 대조군인 7.3 N과 가장 비슷하였으며 재증숙 시간이 길어질수록 hardness와 cohesiveness가 감소하는 경향을 보였음.

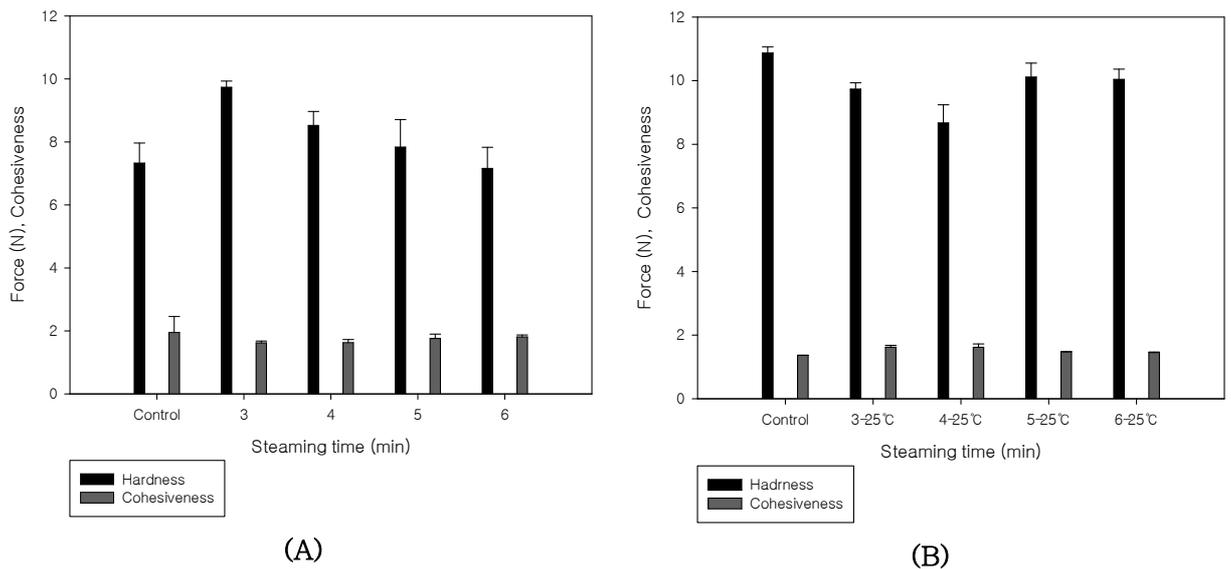


그림 3-3-64. 냉동 백설기를 재증숙 한 후의 hardness와 cohesiveness. (A) 방냉 전의 백설기, (B) 방냉하여 내부온도가 상온(25°C)에 도달한 백설기.

㉕ 방냉 후 중심온도가 상온(25°C)에 도달한 백설기는 5, 6분 재증숙 한 조건에서 대조군

과 가장 비슷한 결과를 보였음.

② Microwave oven을 이용한 해동

㉠ Microwave 연속조사

㉡ 물성

- ㉢ 일반적으로 microwave oven은 사용 편의성 때문에 냉동식품의 해동에 많이 이용되고 있지만, 식품 내 얼음의 분포 양상에 따라 에너지 흡수율이 다르기 때문에 균일하게 해동하기 매우 어려움. 따라서 microwave oven의 편의성을 최대한 활용하되 품질 손사를 최소화 할 수 있는 냉동 백설기의 해동방법을 개발하기 위하여, 개조된 microwave오븐으로 연속조사를 통해 냉동 백설기를 해동하는 실험을 하였음. 백설기를 랩으로 포장하지 않은 상태에서 microwave를 조사하면 수분의 증발로 인해 백설기의 외부 표면이 건조되며 딱딱해지기 때문에 랩으로 개별 포장하여 실험하였음.
- ㉣ Microwave 연속 조사 후 백설기의 내부온도를 측정하여 그림 3-3-65에 나타내었음. 40초 이내로 microwave를 연속 조사한 경우에는 cold spot이 존재하여 백설기가 고르게 해동되지 않았음. 따라서 즉석섭취가 가능한 상태로 해동이 되었다고 볼 수 없었음. 45초 동안 연속조사하면 백설기의 내부온도는 약 95℃에 도달하며 그 이상의 시간을 조사한 백설기의 내부온도가 모두 이와 비슷한 값으로 측정되었고 cold spot 없이 전체적으로 고르게 해동되었음.

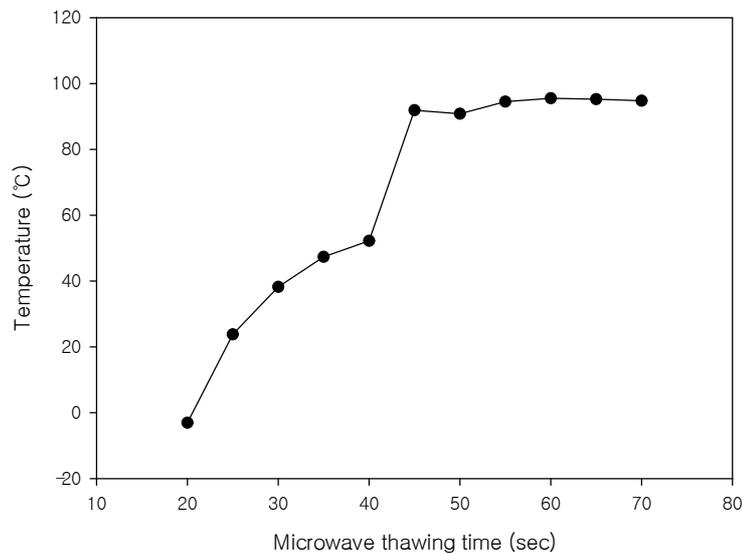


그림 3-3-65. Microwave 연속 조사시간에 따른 백설기의 중심온도 변화.

- ㉤ 그림 3-3-65에서 보듯이 45초 이하로 microwave를 연속조사한 경우에는 해동이 다 일어나지 않기 때문에 백설기의 hardness와 adhesiveness 값이 대조군에 비하여 매우 컸음. 45초 이상으로 연속조사한 경우 조사시간에 따라 점차 hardness와 adhesiveness값이 감소하여 60초 동안 연속 조사한 백설기의 hardness는 8.92 N, adhesiveness는 0.64 N·s로 대조군 백설기의 hardness 7.3 N, adhesiveness 0.7 N·s

와 가장 가까웠음. 연속조사시간이 65초 이상 된 경우부터는 수분 증발 증가로 인하여 조직이 단단해져 다시 hardness가 크게 증가하였음(그림 3-3-66).

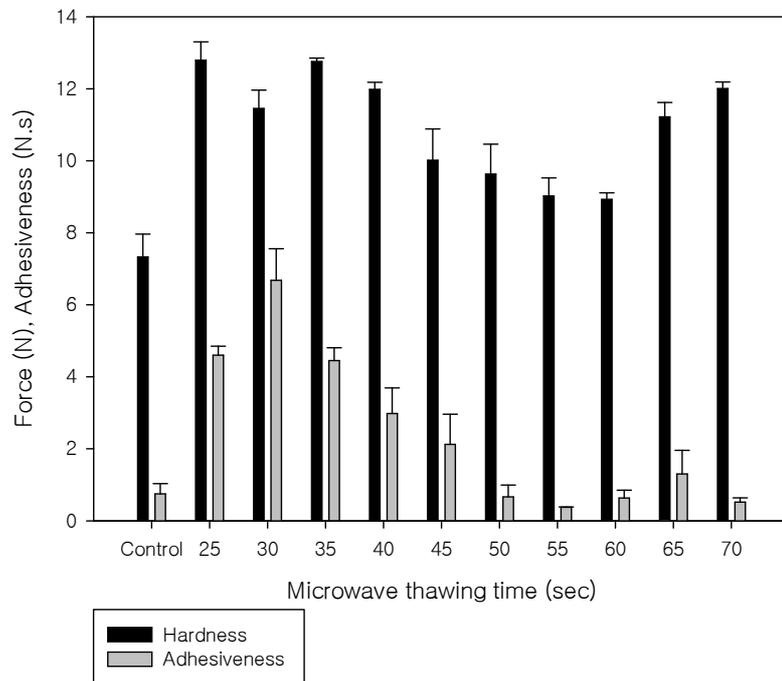


그림 3-3-66. Microwave 연속조사를 통해 해동한 백설기의 hardness와 adhesiveness.

㉞ Microwave 간헐조사

㉟ 물성(hardness, adhesiveness)

- ㉠ 총 조사시간을 60초로 하고 다양한 on-off 조합으로 간헐 조사한 백설기는 조사 조건에 관계없이 60초 조사 후 내부온도가 95℃에 도달하며 전체적으로 해동이 잘 되었음(그림 3-3-67). 연속조사 60초와 가장 비슷한 결과를 나타낸 실험군은 16초 on 조건이었음.

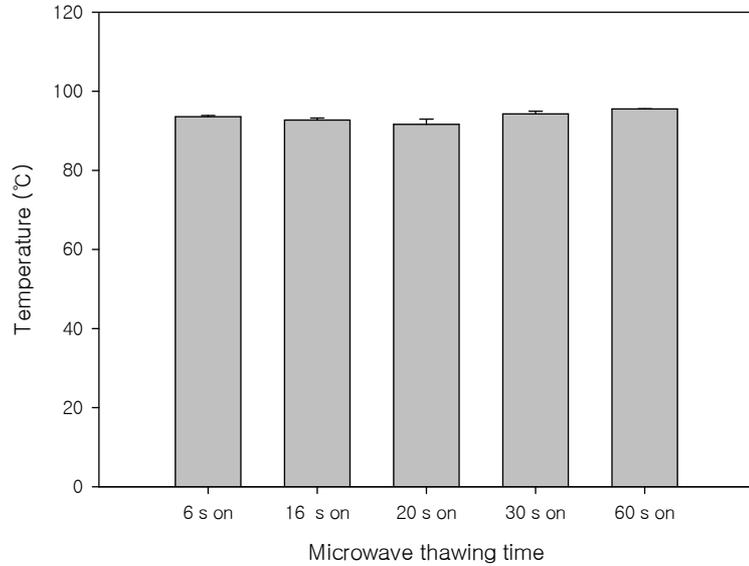


그림 3-3-67. Microwave 간헐 조사로 해동한 백설기의 중심온도.

- ㉞ 간헐조사 조건을 달리하여 해동했을 때 16초 on 조건으로 해동한 백설기의 hardness가 8.38 N로 대조군인 7.32 N과 가장 비슷하였고, 60초 on으로 해동한 백설기의 adhesiveness와 springiness가 각각 0.64 N·s와 6.0으로 대조군의 0.75 N·s, 6.84와 가장 비슷한 결과를 보였음(그림 3-3-68).

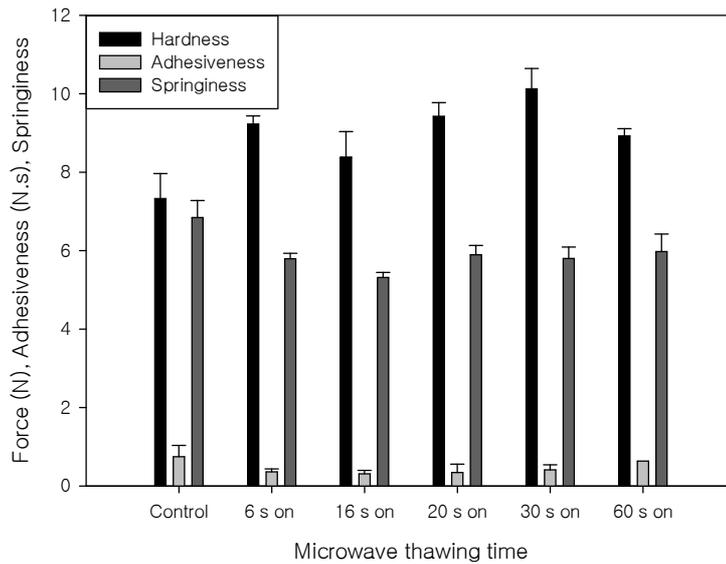


그림 3-3-68. Microwave 간헐 조사로 해동한 백설기의 hardness, adhesiveness, springiness.

- ㉟ 간헐조사 조건을 달리하여 해동했을 때 30초 on 조사 조건에서 hardness 10.125 N으로 나타났는데 이는 대조군의 hardness 7.32 N와 2.8 N만큼 차이를 보였지만 이러한 hardness의 차이는 식감으로는 차이를 느낄 수 없는 정도임(그림 3-3-68).

(3) 소결론

- (가) 냉동 백설기를 상온에서 해동하여 먹는 것보다 가열을 통해 해동하는 것이 해동시간을 훨씬 줄일 수 있고 대조군과 더 비슷한 식감을 가지는 것으로 나타났음. 6분간 재증숙을 통한 백설기 해동방법이 물성적으로는 대조군과 가장 비슷한 결과를 보였지만 즉석섭취나 편의식품의 해동방법으로 활용하기 어렵다는 단점이 있으므로 쉽게 사용할 수 있는 microwave oven을 이용하여 해동하는 것이 가장 적합한 방법이라고 판단됨.
- (나) Microwave를 이용한 냉동 백설기의 해동은 단시간 내에 해동이 가능하다는 장점이 있기 때문에 간헐 조사 조건 중에서 좀 더 짧은 시간 내에 해동하는 방법이 목적에 부합된다고 생각됨. 따라서 최대한 간헐 조사조건을 적게 반복하여 해동하는 것이 가장 짧은 시간 내에 해동을 종료하는 방법임. 간헐 조사조건 중 대조군과 가장 비슷한 물성적 특성을 나타낸 60초 on, 0초 off의 경우 백설기를 해동하는데 가장 짧은 시간이 소요되므로 이를 microwave oven에 적용할 경우 최대출력으로 해동하면 됨. 그러나 일반적인 microwave oven은 900 W 출력을 적용하고 있기 때문에 microwave를 지속적으로 조사하는 것이 불가능함. 따라서 60초 연속조사 조건을 제외하면 가장 단시간에 해동할 수 있는 microwave 조사 조건은 30초 on, 30초 off의 주기로 microwave를 간헐 조사 하는 조건이 백설기를 해동하는 가장 적합한 해동 조건임.
- (다) 상기 해동 실험 결과는 제4협동의 단기능 microwave를 이용한 해동 알고리즘 개발의 기초 데이터로 제공되어 크기와 형태에 따른 영향을 바탕으로 최적 해동 알고리즘을 개발하였음(32초 duty cycle, Power=700 W, 40%P: 14초 on/18초 off, 총 3분).
- (라) 냉동 백설기 완제품을 편의식품으로서 즉석섭취가 가능하도록 microwave oven을 이용한 최적 해동 조건을 탐색하였음. 소비자는 microwave oven에 적용된 제빙 완제품의 최적 해동 프로토콜을 이용하여 냉동 백설기 완제품을 간편하게 해동할 수 있음.

2. 냉동 인절미 제품

가. 냉동

(1) 연구방법

(가) 인절미 재료 및 조리법

① 재료

- ㉠ 냉동 인절미의 배합비는 표준 레시피에 근거하여 표 3-3-19와 같이 실험에 적용하였음.

표 3-3-19. 냉동 인절미의 재료 및 배합비

재 료	배합비(%)	중량(g)
참쌀가루	59.60	300
물	35.76	180
설탕	3.87	19.5
정제염	0.77	3.9
합계	100	503.4

② 조리법

- ㉠ 정제염을 물에 녹여 찹쌀가루와 혼합
- ㉡ 찹기에 올려 8분 동안 증숙
- ㉢ 편칭기에 설탕 투입 후 4분간 편칭
- ㉣ 상온에서 1시간 방냉

(나) 냉동 및 저장

① 냉동방법과 저장방법은 상기 백설기의 실험방법과 동일하였음.

㉠ 저장 조건

㉡ 각기 다른 냉동 조건에서 냉동된 인절미를 -18°C 에서 저장하고 저장시간에 따른 품질 변화를 측정하였음. 그림 3-3-69는 설정값이 -18°C 인 저장 냉동고 내부의 실제 온도 변화를 나타낸 결과로 주기적으로 설정값에서 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 범위에서 변동하였음. 하지만 저장 중인 인절미의 내부 온도 변화는 빨간 선과 같이 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 안팎으로 비교적 일정한 온도를 유지하였음.

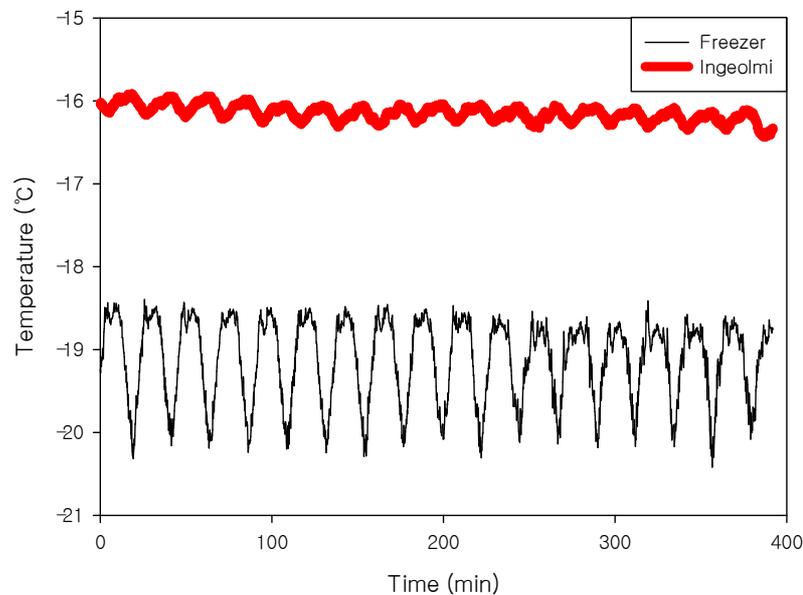


그림 3-3-69. -18°C 설정온도에서 냉동 저장고의 실제 온도변화와 이에 따른 시료의 온도 변화.

㉢ 냉동한 인절미를 -18°C 에서 6주간 저장하면서 2주, 4주, 6주 단위로 저장 특성을 확인하였음.

(다) 해동

① 상온(25°C)에서 1시간 동안 해동

(라) 물리적 특성

① 물성

㉔ 인절미의 품질 특성은 T.P.A test를 통해 hardness와 springiness를 측정

㉕ Texture profile analysis 테스트를 위한 조건은 다음과 같았음.

㉖ Probe : 10 mm ϕ Rounded Cylinder Probe (P/10R)

㉗ Mode : Measure Force in Compression

㉘ Option : T.P.A

㉙ Pre-Test Speed : 10 mm/s

㉚ Test Speed : 1.7 mm/s

㉛ Post-Test Speed : 1.7 mm/s

㉜ Distance : 75 %

㉝ Time : 3.00s

㉞ Trigger Type : Auto - 0.05 N

㉟ Tare Mode : Auto

㊱ Data Acquisition Rate : 200 pps

㉒ 시차주사열량계 (Differential scanning calorimetry)를 통한 엔탈피 측정

㉓ 상기 백설기 연구의 흡열곡선을 측정하는 방법과 동일함.

(2) 연구결과

(가) 냉동 중 인절미의 온도 변화

㉔ 냉동 중 인절미의 온도 변화는 그림 3-3-70과 같았음. (A)는 자연대류(N)에 의해 냉동된 인절미의 온도변화이며, (B)는 24 V 전압 세기의 fan을 이용하여 강제대류(F)로 냉동된 인절미의 온도변화임. N-20-20과 N-55-55 냉동 조건에서 냉동 시간이 약 87분으로 가장 오래 걸렸음. 강제대류 시 자연대류로 냉동할 때보다 적게는 22%, 많게는 70% 만큼 냉동시간이 단축되었음. F-55-20 조건에서 냉동 시간이 가장 빨랐으며 약 10분이 소요되었음. 공통적으로 나타나는 특징은 상변화가 0℃보다 낮은 온도에서 일어난다는 점임. 인절미의 경우, 약 -9℃ 범위에서 상변화가 일어났는데 이는 인절미 재료의 배합비에서 확인할 수 있듯이 수분이 전체 배합비의 35.76%를 차지하며 쌀가루 자체도 13% 내외의 수분을 포함하고 있음. 또한 고형분에 의한 어는점 내림 현상과 더불어 첨가된 정제염과 설탕의 anti-freeze 효과로 상변화의 온도가 일반적인 물의 어는점보다 낮은 온도에서 시작하는 것을 관찰할 수 있었음.

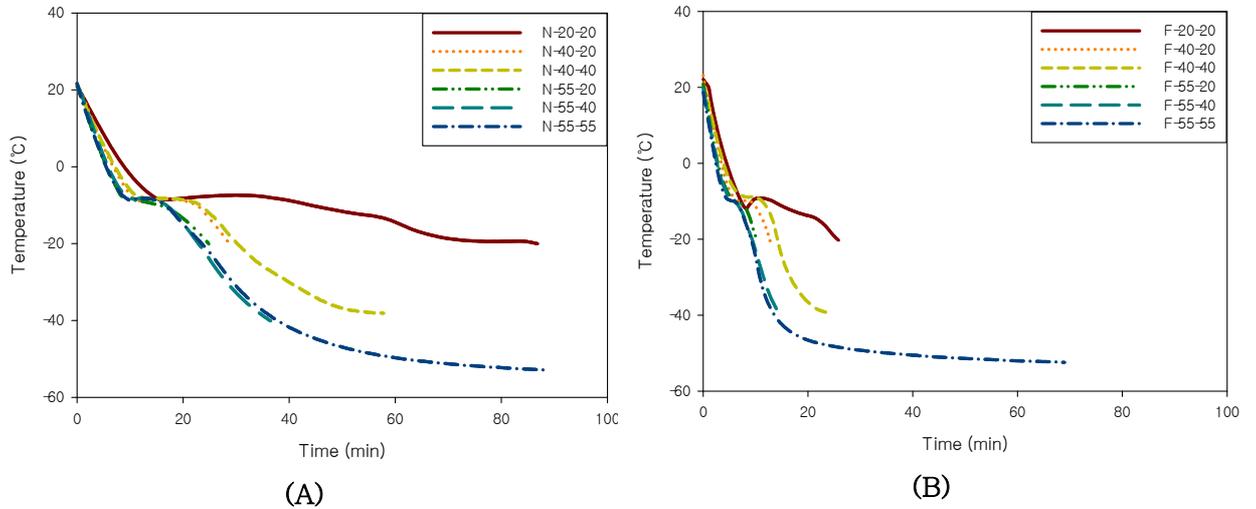


그림 3-3-70. 냉동 중 인절미의 온도변화. (A) 자연대류(N)에 의한 인절미의 온도변화, (B) fan에 의한 강제대류(F, fan speed=24 V)에 의한 인절미의 온도변화.

(나) 시차주사열량계(DSC)를 이용한 열적 특성 분석

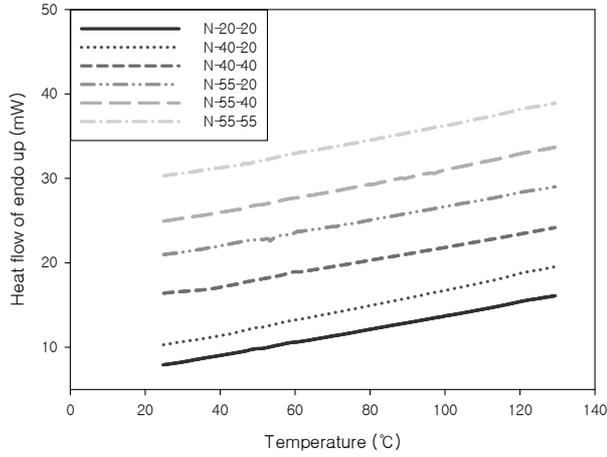
- ① 냉동 중 인절미의 열적 특성 변화를 분석하기 위하여 그림 3-3-70을 활용하여 냉동 조건에 따른 평균 냉동속도를 계산하였음(표 3-3-20). 동일 냉기온도일지라도 강제 대류의 경우 냉동속도가 자연대류의 경우보다 2-3배 빨랐음. N-55와 F-20은 냉기온도가 다르지만, 평균 냉동속도는 비슷하였음.

표 3-3-20. 인절미의 냉동조건에 따른 냉동속도

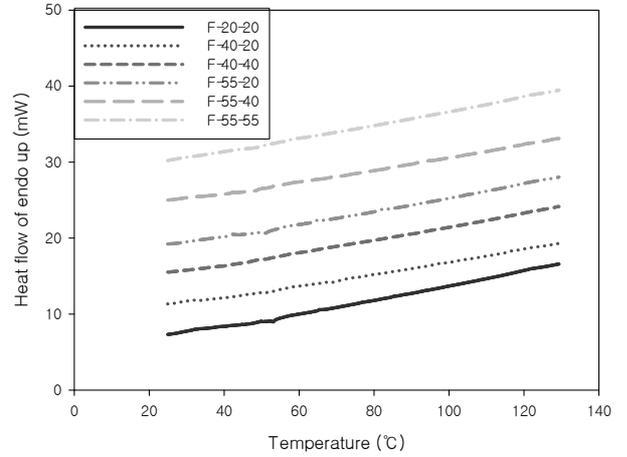
냉동조건	냉동속도(°C/min)
N-20	0.47
N-40	1.02
N-55	1.69
F-20	1.63
F-40	2.47
F-55	4.03

② 시차주사열량계를 통한 흡열곡선 조사

- ㉠ 계산한 냉동속도를 적용하여 인절미를 냉동 후 저장하는 과정까지 모사하여 실험을 하였음. 6주 동안 냉동 저장 후 상온에서 130°C까지 온도를 스캔하여 흡열 peak가 나타나는지 확인하였음. 가장 느린 냉동조건 N-20부터 냉동속도가 가장 빠른 냉동조건인 F-55까지 모든 조건에서 흡열 peak가 나타나지 않았음(그림 3-3-71). 이는 냉동 중인 인절미는 노화가 지연되어 6주 동안에는 크게 노화가 일어나지 않는다는 것을 알 수 있었음.



(A)



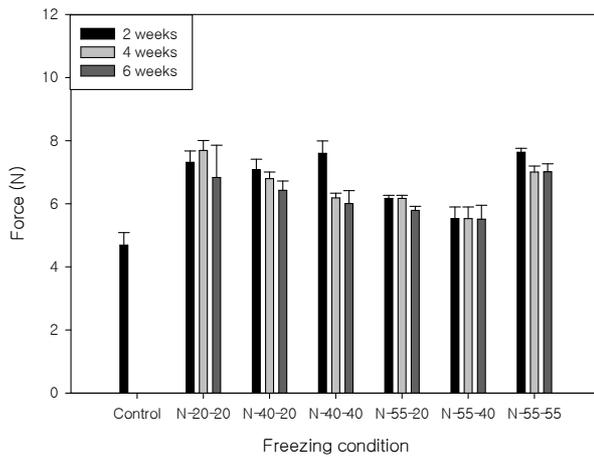
(B)

그림 3-3-71. 시차주사열량계를 통한 냉동 인절미의 흡열곡선. (A)자연대류로 냉동한 인절미, (B)강제대류로 냉동한 인절미.

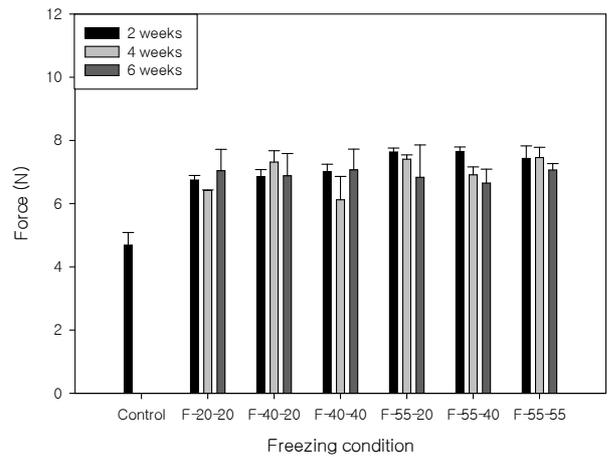
(다) 해동 후 특성

① 물성(Hardness, Springiness)

㉞ 2주 동안 냉동 저장한 후의 인절미는 모든 냉동 조건의 hardness가 대조군의 hardness보다 증가하였음. N-20-20조건으로 냉동한 인절미를 6주 동안 냉동 저장한 인절미의 hardness는 6.83 N이고 대조군의 hardness는 4.69 N로 약 1.5배 정도의 차이를 보였으며 F-55-20 조건으로 냉동한 인절미를 6주 냉동 저장한 경우 hardness는 7.04 N이었음. 12개의 조건들로 냉동한 인절미를 6주 동안 냉동 저장한 결과 hardness는 6-8 N 사이로 관찰되었음(그림 3-3-72).



(A)



(B)

그림 3-3-72. 냉동 저장 6주 후 냉동 조건에 따른 인절미의 물성. (A) 자연대류 조건에서 냉동한 인절미의 hardness, (B)강제대류 조건에서 냉동한 인절미의 hardness.

㉞ Springiness를 측정된 결과에서는 N-20-20의 조건에서 6주 동안 냉동 저장한 백설기

는 12.49이며 F-55-20에서 11.89로 모든 조건에서 대조군의 springiness인 12.00와 큰 차이를 보이지 않았음(그림 3-3-73).

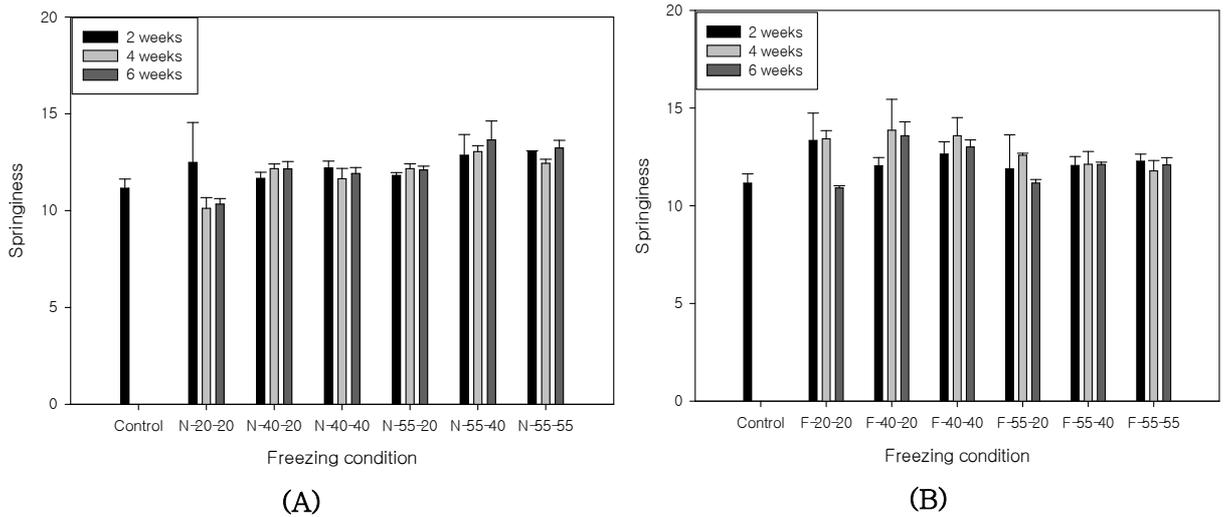


그림 3-3-73. 냉동 저장 6주 후 냉동 조건에 따른 인절미의 물성. (A) 자연대류 조건에서 냉동한 인절미의 springiness, (B)강제대류 조건에서 냉동한 인절미의 springiness.

㉔ Hardness와 springiness에 차이를 보이거나 식감으로는 차이를 느낄 수 없었음.

(3) 소결론

(가) 2주 동안 냉동 저장한 인절미의 hardness와 springiness를 확인한 결과, 수치적으로는 차이를 보였으나 식감으로 느낄 수 있는 정도는 아니었음. 또한 시차주사열량계로 모사실험을 하여 냉동 저장 6주 후 시료의 열적 특성을 분석한 결과 흡열 peak가 나타나지 않아 노화가 진행되지 않았다는 것을 알 수 있었음.

(나) 실험에 사용된 전력을 계산하여보면 강제대류 시 사용된 fan의 전력은 108 Wh이며 강제대류 시 사용된 fan의 전력 소모량은 14.6 - 72 Wh임. N-55과 F-20의 냉동속도는 비슷하나 냉동고의 냉기 온도를 저온으로 내리는데 소모되는 전력보다 fan을 가동할 때 소모되는 전력이 작아 전체적으로 F-20의 냉동조건이 에너지 측면에서 더 유리할 것으로 판단됨.

나. 해동

(1) 연구방법

(가) 냉동 및 저장

① 상기 냉동 백설기의 냉동 및 저장실험 방법과 동일함.

(나) 해동 조건 조작 변수

① 대조군

㉔ 방냉하여 상온(25℃)에 도달한 인절미를 대조군으로 사용하였음.

② 실험군

㉠ Microwave를 이용한 해동

㉠ 해동 중 인절미의 수분 증발을 막기 위해 랩으로 개별 포장하여 microwave를 조사 하였음.

㉡ Microwave 연속조사

㉡ Microwave를 5초, 10초, 15초, 20초, 25초, 30초 동안 연속 조사하였음.

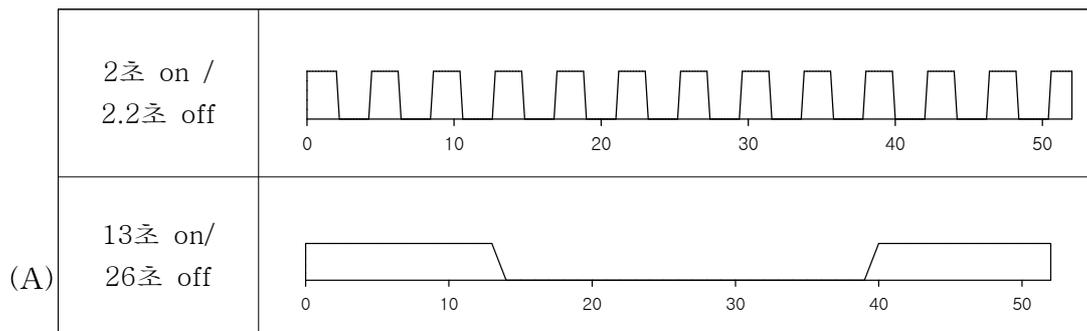
㉢ Microwave 해동 (간헐 조사)

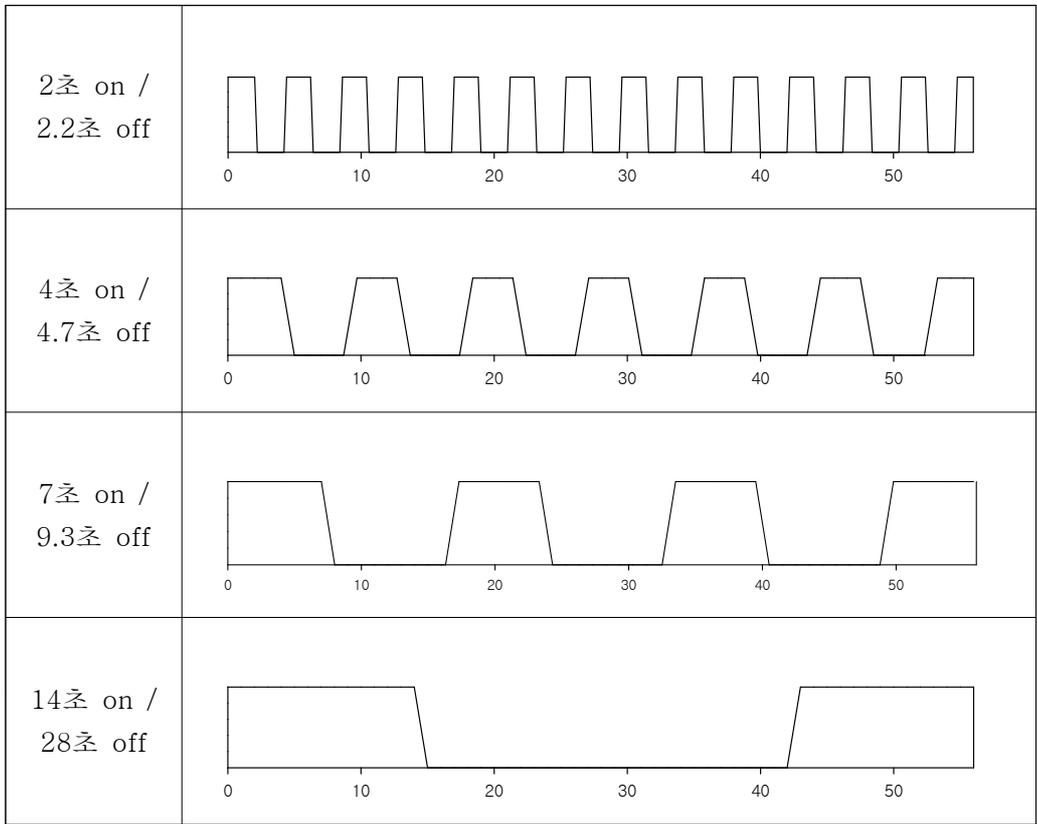
㉢ 개조한 해동시스템을 바탕으로 on/off 시간을 조절하여 실험하였음. 냉동 인절미는 microwave를 26초 연속 조사 시부터 형태가 완전히 무너졌으므로 microwave가 조사되는 총 on/off 시간을 26/26, 28/28, 30/30초로 이를 세분화하여 실험하였음. Microwave on 시간이 총 26초인 경우 microwave on 시간을 2, 13초로 나누어 조사하였고 28초인 경우 2, 4, 7, 14초로 나누어 조사하였으며 30초인 경우 3, 5, 6, 10, 15초로 off 시간도 이와 마찬가지로 각각 나누어 실험하였음.

㉢ 위의 실험결과를 바탕으로 microwave on 시간이 총 30초일 경우 on 시간이 6초이고 off시간이 7.5초 일 때 형태를 가장 잘 유지하였으므로 off 시간을 7.5초의 배수로 늘려가며 최적 해동 조건을 탐색하였음.

㉢ Microwave 간헐 조사 조건을 표 3-3-21, 표 3-3-22에 도식으로 표현하였음. 도식 내에서 위로 올라가면 microwave on, 아래 선과 닿아있으면 microwave off를 나타냄.

표 3-3-21. Microwave 간헐 조사 조건의 도식: (A) Microwave 총 조사시간 52초 (26초 on), (B) Microwave 총 조사시간 56초 (28초 on), (C) Microwave 총 조사시간 60초 (30초 on)





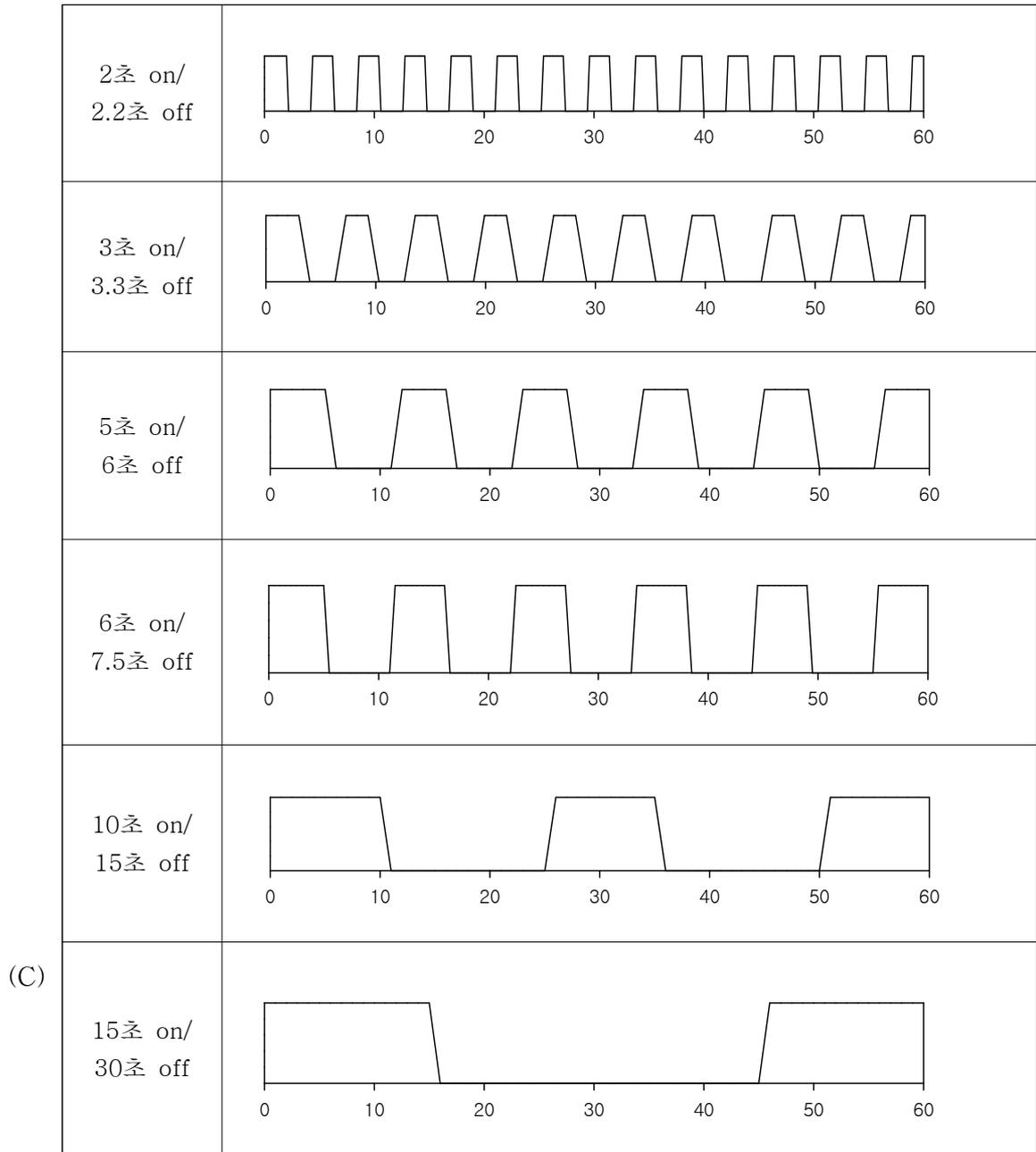
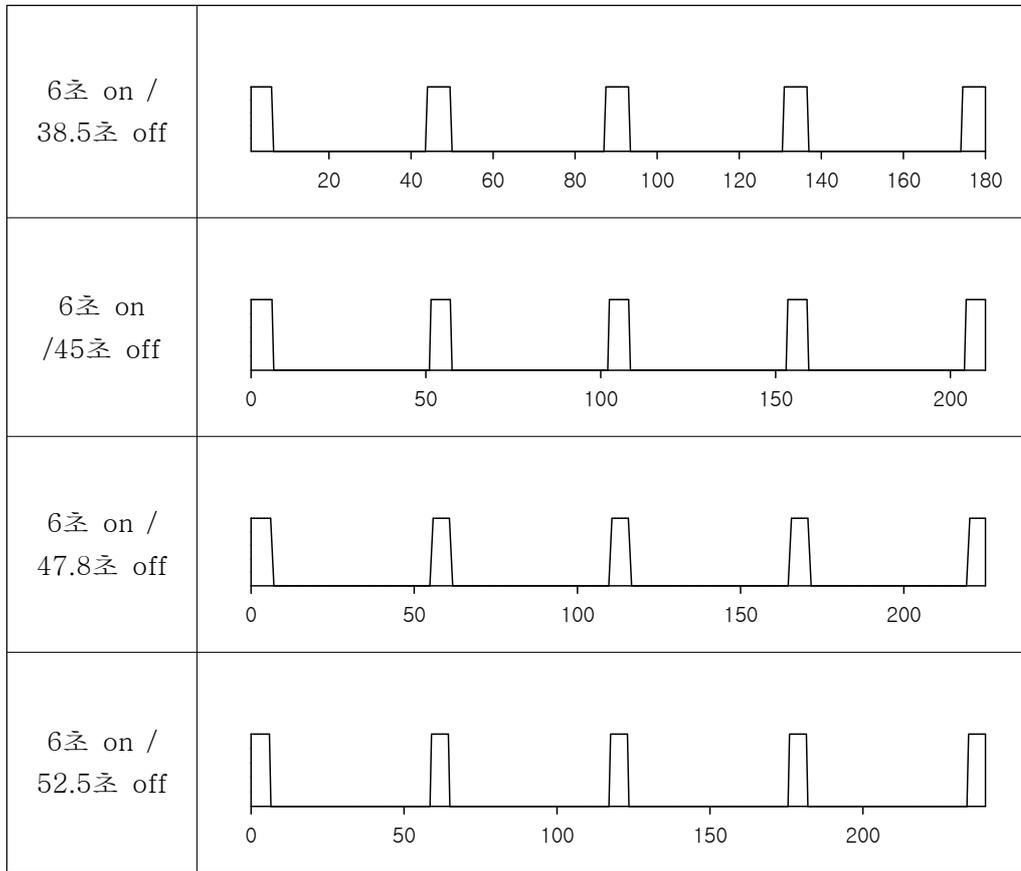


표 3-3-22. Microwave 조사시간이 6초 on일 때 off 시간을 조절한 해동 조건의 도식



(다) 해동 인절미의 품질특성

- ① 해동 후 인절미의 품온 변화를 측정하고, 품질특성은 앞선 냉동의 경우와 같은 방법으로 측정하였음.
- ② Microwave oven으로 해동 후 내부 온도와 hardness를 측정하였음.

(2) 연구결과

(가) 해동 조건 조작 변수

- ① 상온(25℃)에서의 해동
 - ㉠ 인절미를 상온에서 해동했을 때 충분히 즉석섭취가 가능할 만큼 식감을 그대로 유지하고 있었음. 인절미는 그림 3-3-74와 같이 상온에서 1시간 이내로 해동하였을 때 내부온도가 상온에 도달하였음.

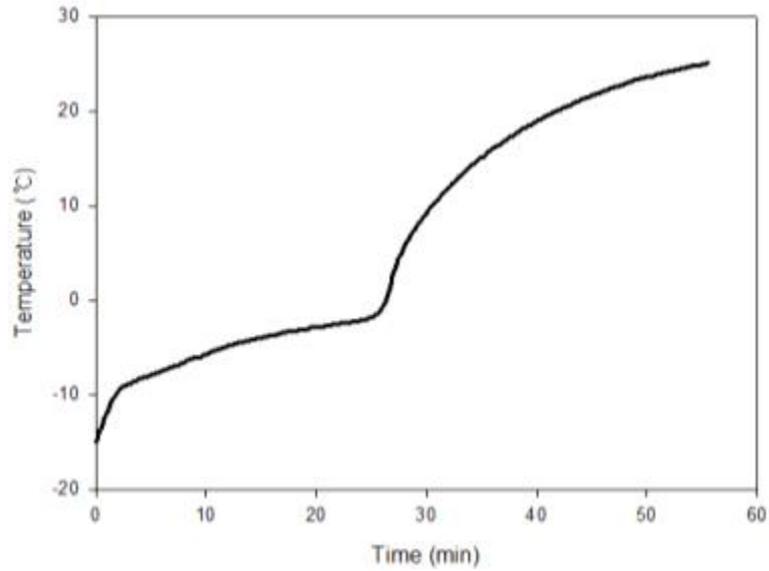


그림 3-3-74. 냉동 인절미의 상온(25℃) 해동 중 온도변화.

② Microwave oven을 이용한 해동

㉠ Microwave 연속조사

- ㉠ 개조된 microwave 오븐으로 연속조사를 통해 냉동 인절미를 해동하는 실험을 하였음. 인절미를 가열을 통해 해동하면 인절미의 형태를 잃고 무너져 내림. 인절미를 5, 10, 15, 20, 25, 30초 동안 microwave를 연속으로 조사하여 해동한 결과를 표 3-3-23에 나타내었음.

표 3-3-23. Microwave 연속 조사를 통한 인절미 해동

Microwave 연속 조사 시간	앞면	뒷면
5초		
10초		
15초		
20초		
25초		
30초		

- ㉠ Microwave를 15초 이내로 연속하여 조사한 경우에는 인절미의 형태를 유지하였으나 인절미 내부에 투명하지 않은 부분인 cold spot을 눈으로 관찰할 수 있었음. Microwave를 20초 이상 연속 조사하였을 때는 인절미의 형태가 무너지기 시작하였으며 cold spot도 관찰할 수 있었음. 30초 microwave를 연속 조사했을 때는 인절미의 구조가 완전히 무너져 바닥에 붙어버렸음. 따라서 microwave를 이용한 연속 조사 방법은 냉동 인절미를 해동하는 방법으로 적절하지 않았음.
- ㉡ Microwave 해동(간헐 조사)
 - ㉢ 표 3-3-24에서 보듯이 microwave의 연속조사 시간이 20초일 때부터 구조가 무너지기 시작하여 30초 조사했을 경우 구조는 모두 무너졌으나 제품 전체의 온도는 일정하였음. 따라서 microwave의 총 조사시간을 52초(26초 on), 56초(28초 on), 60초(30

초 on)로 설정하고 이를 on 시간으로 나누어 주기를 조절하여 실험한 결과를 표 3-3-23에 나타내었음. Microwave 총 조사시간이 52초이며 2초 on의 조건에서는 전체적으로 해동이 되지 않았으며, 13초 on인 조건에서는 과도한 에너지로 인하여 구조가 무너졌음. Microwave 총 조사시간이 56초일 때, 2초 on과 4초 on의 경우에는 해동이 완전하게 일어나지 않았으며, 7초 on과 14초 on의 경우에는 구조가 무너졌음.

표 3-3-24. Microwave 간헐 조사를 이용한 인절미 해동: (A) Microwave 총 조사시간 52초 (26초 on), (B) Microwave 총 조사시간 56초 (28초 on), (C) Microwave 총 조사시간 60초 (30초 on)

Microwave 조사 시간(26초 on)	윗면	옆면
2초 on / 2.2초 off		
13초 on/ 26초 off		

(A)

Microwave 조사 시간(28초 on)	윗면	옆면
2초 on / 2.2초 off		
4초 on / 4.7초 off		
7초 on / 9.3초 off		
14초 on / 28초 off		

(B)

Microwave 조사 시간(50초 on)	윗면	아래면
2초 on/ 2.2초 off		
3초 on/ 3.3초 off		
5초 on/ 6초 off		
6초 on/ 7.5초 off		
10초 on/ 15초 off		
15초 on/ 30초 off		

(C)

- ㉞ Microwave 총 조사시간이 60초일 때 on 시간이 6초보다 작은 경우 cold spot이 존재하였고, 6초보다 긴 경우 인절미의 구조가 아래 부분부터 무너졌음. 6초 on, 7.5초 off로 주기를 조절하여 해동했을 때 인절미의 구조가 무너지지 않고 해동되었으나 이 또한 위아래 표면의 온도차가 존재하였음(표 3-3-24C).
- ㉟ 위의 실험결과로부터 얻은 인절미 해동 조건 6초 on, 7.5초 off 일 때에 제품의 위아래 온도차가 존재하였으므로 이를 줄이기 위해 off 시간을 7.5초의 배수로 늘려가며

실험하였음. 표 3-3-25에서 볼 수 있듯이 38.5초 off인 경우 인절미 아래 부분의 구조가 약간 무너졌고 45초, 52.5초 off로 실험한 결과 45초 off 조건에서는 구조가 무너지지 않고 고르게 해동된 데 반해 52.5초 off의 경우엔 다시 구조가 약간 무너진 것을 육안으로 관찰하였음. 따라서 45초 off와 52.5초 사이의 47.8초 off 조건을 추가하여 실험하였음.

표 3-3-25. Microwave 조사시간이 6초 on일 때 off 시간을 조절한 인절미 해동

Microwave 조사 시간 (6초 on)	윗면	옆면
6초 on / 38.5초 off		
6초 on / 45초 off		
6초 on / 47.8초 off		
6초 on / 52.5초 off		

㉔ 인절미를 6초 on / 37.5초 off, 6초 on / 45초 off와 6초 on / 47.8 off, 6초 on / 52.5초 off 네 가지 조건으로 해동했을 때 내부 온도를 측정하였음. 37.5초 off일 때와 52.5초 off일 때 각각 41.14℃, 46.67℃이며 45초 off, 47.8초 off일 때는 45℃내외로 측정되었음(그림 3-3-75).

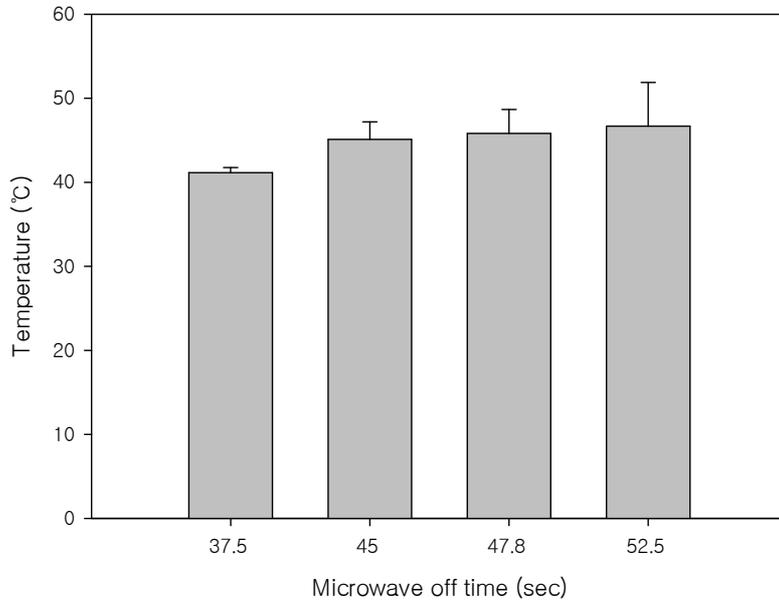


그림 3-3-75. Microwave off시간 조절에 따른 냉동 인절미의 중심온도.

㊸ 인절미를 6초 on / 45초 off와 6초 on / 47.8 off 두 조건으로 해동했을 때 구조를 유지하며 섭취 가능한 상태로 해동된 것을 관찰할 수 있었음. Off 시간이 45초일 때 hardness는 4.61 N으로 대조군인 4.69 N과 가장 비슷한 것으로 나타났음(그림 3-3-76).

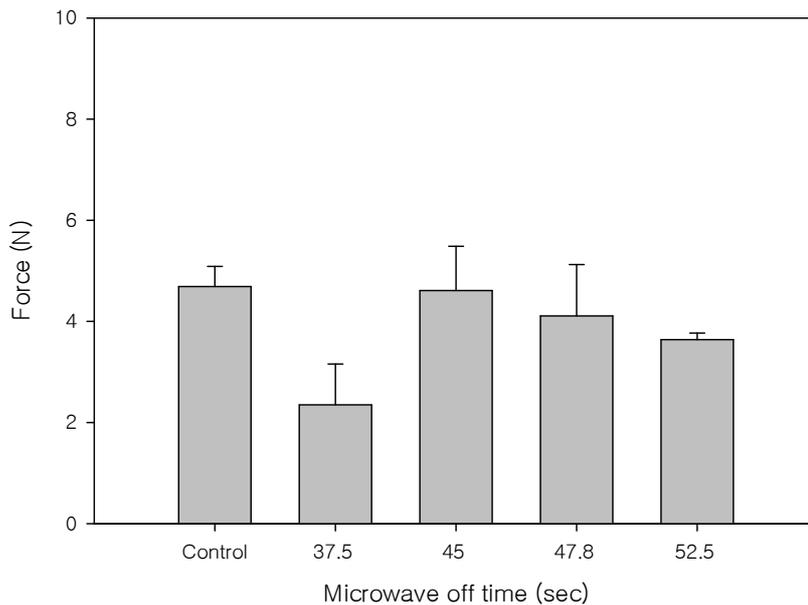


그림 3-3-76. Microwave off시간 조절에 따른 냉동 인절미의 hardness.

(3) 소결론

(가) Microwave를 15초 이하로 연속 조사하여 해동하였을 경우에 내부가 고르게 녹지 않

고 cold spot이 존재하였고, microwave를 20초 이상 연속조사 하여 인절미를 해동하였을 경우 인절미의 형태가 무너지기 시작하여 30초 연속조사 시에는 결국 바닥에 달라 붙었음. 따라서 microwave를 연속 조사하는 해동방법은 인절미를 해동하는 방법으로 적절하지 않았음.

- (나) 인절미를 해동하기 위해서는 microwave 간헐 조사 방법이 더 적합할 것이라고 판단하여 on/ off 시간을 세분화하여 실험하였음. 총 조사시간이 1분인 30초 on/30초 off 조건에서 6초 on / 7.5초 off로 주기를 조절하여 해동하였을 때 구조가 가장 잘 유지되었고 그 결과를 바탕으로 off 시간을 늘려 실험하였음. 대조군과 가장 비슷한 특성을 가지는 냉동 인절미의 microwave oven을 이용한 해동 조건은 6초 on/ 45초 off 로 총 조사시간이 3분 30초이며 이 조건에서는 인절미의 구조가 무너지지 않고 즉석섭취가 가능한 상태로 해동되었음.
- (다) 상기 해동 실험 결과는 제4협동의 단기능 microwave를 이용한 해동 알고리즘 개발의 기초 데이터로 제공되었음. 인절미의 경우, 복합전자레인지리를 이용하여 출력을 조절하였을 때 최적 해동 조건이었으나, 단기능 microwave를 사용할 경우의 해동 조건으로 크기와 형태에 따른 영향을 고려하여 해동 알고리즘을 개발하였음(32초 duty cycle, Power=700 W, 40%P: 14초 on/18초 off, 총 3분).
- (라) 냉동 백설기 완제품을 편의식품으로서 즉석섭취가 가능하도록 microwave oven을 이용한 최적 해동 조건을 탐색하였음. 소비자는 microwave oven에 적용된 제빙 완제품의 최적 해동 프로토콜로 냉동 인절미 완제품을 간편하게 해동할 수 있음. 위에 제시된 최적 해동 프로토콜을 기초로 하여 인절미의 크기와 모양에 대한 해동 프로토콜도 개발이 가능함.

3. 결론

가. 연구를 통해 도출된 냉동 제빙 완제품 제조하기 위한 최적 냉/해동 조건을 표 3-3-26에 나타내었음. 최적 해동 조건은 연구개발 종료 시점에서 제4협동에서 개발하는 조리 장치에 smart cooking 기능으로 반영되어 one-touch만으로도 해동 조리가 가능하도록 할 계획임.

표 3-3-26. 제빙용 냉동 완제품을 제조하기 위한 최적 냉/해동 조건

	최적 냉동조건	최적 해동조건
백설기	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 품질은 크게 영향 받지 않음. ▪ 에너지 절감과 시간을 고려하여 F-20-20이 적합함. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Microwave oven으로 30초 on, 30 초 off (900W)로 2분간 조사.
인절미	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 품질은 크게 영향 받지 않음. ▪ 에너지 절감과 시간을 고려하여 F-20-20이 적합함. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Microwave oven으로 6초 on, 45초 off로 총 3분 30초 조사.

[3년차] 제빵용 냉동 완제품의 품질 최적화 냉/해동 기술 개발

1. 냉동 크루아상 제품

가. 냉동

(1) 연구방법

(가) 크루아상 재료 및 조리법

① 재료

- ㉠ 크루아상의 배합비는 제 1 협동 실험결과에 근거하여 표 3-3-27과 같이 실험에 적용하였음.

표 3-3-27. 크루아상의 재료 및 배합비

재료	비율(%)	중량(g)
강력분	27.06	275
중력분	14.76	150
백설탕	3.94	40
버터	1.23	12.5
정제염	0.62	6.25
이스트 (오뚜기)	1.97	20
계란	9.84	100
차가운 물	15.99	162.5
Roll-in용 버터	24.60	250
총계	100	1016.25

② 조리법

- ㉠ 강력분, 중력분, 백설탕, 정제염, 이스트를 넣고 2-3분간 믹싱
- ㉡ 계란과 차가운 물을 넣고 2-3분 믹싱
- ㉢ 버터를 넣고 3분간 믹싱 후 30분간 냉장온도 (4°C)에서 30분간 휴지
- ㉣ Roll-in용 버터 넣어 1차 접기 & 2차 냉장휴지(4°C, 5분)
- ㉤ 2차 접기(Roll-in 용 버터) & 3차 냉장휴지(4°C, 15분)
- ㉥ 3차 접기(Roll-in 용 버터) & 4차 냉장휴지(4°C, 30분)
- ㉦ 반죽을 삼각형으로 자른 후 크루아상 모양으로 몰딩

(나) 냉동 및 저장

① 냉동 조작 조건

- ㉠ 1차 년도에 제작한 냉동 시스템을 활용하여 냉동 실험을 수행하였음.
- ㉡ 크루아상의 냉동 조작 조건은 그림 3-3-77과 같음. 먼저 냉동고로부터 제공되는 냉기 온도를 -20, -40, -55°C로 설정하고(냉동속도의 차이가 생김), 단열박스에 설치된 fan을 on/off (on=24 V의 출력의 fan)하여 자연 및 강제 대류에 의한 효과를 확인할 수 있게 하였음. 또한 냉동 종료 온도는 -20, -40, -55°C로 설정하고 각 온도에서 수집된 시료는 -20°C에서 냉동 보관하였음.

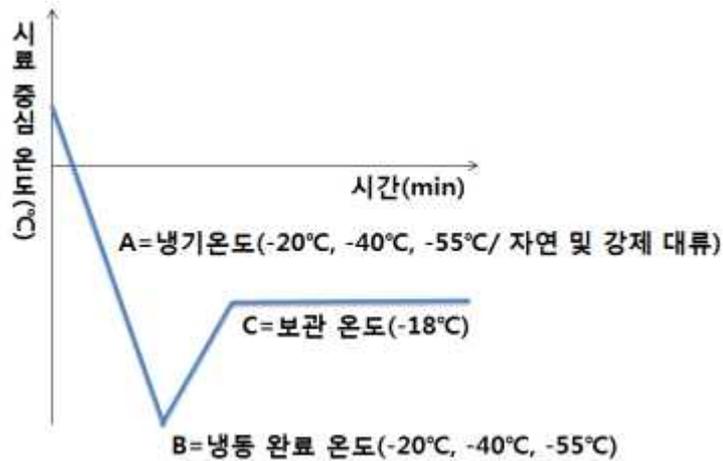


그림 3-3-77. 냉동 조작조건에 대한 모식도.

㉔ 실험군 명명법

- ㉔ 예시 1 : N-55-20 (자연대류에 의해 -55°C 냉기온도로 중심온도가 -20°C가 되는 시점에 냉동을 종료한 실험군)
- ㉔ 예시 2 : F-40-40 (24 V 출력 fan의 강제대류에 의해 -40°C 냉기온도로 중심온도가 -40°C가 되는 시점에 냉동을 종료한 실험군)

② 냉동온도 프로파일링

- ㉔ 시료(크루아상)의 중심 부분에 thermocouple을 삽입하여 냉동시간 동안 품온 변화를 확인하였음.

③ 저장 조건

- ㉔ 각기 다른 냉동 조건에서 냉동된 크루아상 반죽을 -18°C에서 저장하고 저장시간에 따른 품질 변화를 측정하였음. -18°C인 저장 냉동고 내부의 실제 온도 변화는 해당 설정 값에서 $\pm 1^\circ\text{C}$ 범위에서 변동함.
- ㉔ 크루아상 냉동 반죽을 -18°C에서 1일 및 1-7주까지 일주일 단위로 품질 특성을 측정하여 저장 중 특성 변화를 확인하였음.

(다) 해동

- ① 품질특성을 측정하기 위하여 크루아상 냉동 반죽의 품온이 25°C에 도달할 때까지 90분간 상온(25°C)에서 해동하였음. 해동은 수분의 증발을 방지하기 위해 밀봉한 상태로 수행하였음.

(라) 발효 및 굽기

- ① 해동된 크루아상 냉동 반죽을 35°C, 상대습도 85%인 발효기에서 60분간 발효 후 LG DIOS '참 쉬운 광파오븐'으로 180°C에서 20분간 구워 품질을 측정하였음.

(마) 측정방법

① 냉동 곡선 측정

㉠ 시료 중심에 thermocouple을 연결하여 냉동 곡선을 측정함.

② 외관 (단면)

㉠ 크루아상의 단면을 관찰함.

③ 부피

㉠ Volscan profiler(Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK)를 이용하여 냉동 조건에 따른 크루아상의 부피를 측정하였음. 부피는 크루아상의 Specific volume(비부피)로 나타내어 그 정도를 신선한 크루아상을 대조군으로 하여 비교하였음.

④ 물성

㉠ Texture Analyzer(TA-XT2i, WDI Ltd.)를 이용하여 크루아상 물성에 대한 실험을 실시하였으며 여러 특성 중 크루아상의 품질특성은 경도(firmness)를 이용하여 비교하였음.

㉠ 크루아상의 firmness는 AACC 74-09방법으로 아래의 조건과 같이 측정하였음.

㉠ Texture profile analysis 테스트를 위한 조건은 다음과 같음.

㉠ Probe : 50 mm diameter aluminium cylinder probe (P50)

㉠ Mode : Measure Force in Compression

㉠ Option : Compression test

㉠ Pre-Test Speed : 1.7 mm/s

㉠ Test Speed : 1.7 mm/s

㉠ Distance : 40 %

㉠ Trigger Type : Auto - 0.05 N

㉠ Tare Mode : Auto

㉠ Data Acquisition Rate : 200 pps

㉠ Texture analysis방법으로 firmness를 측정한 전형적인 결과는 그림 78과 같으며 firmness(N)는 가해진 응력의 최대 peak 값을 나타냄.

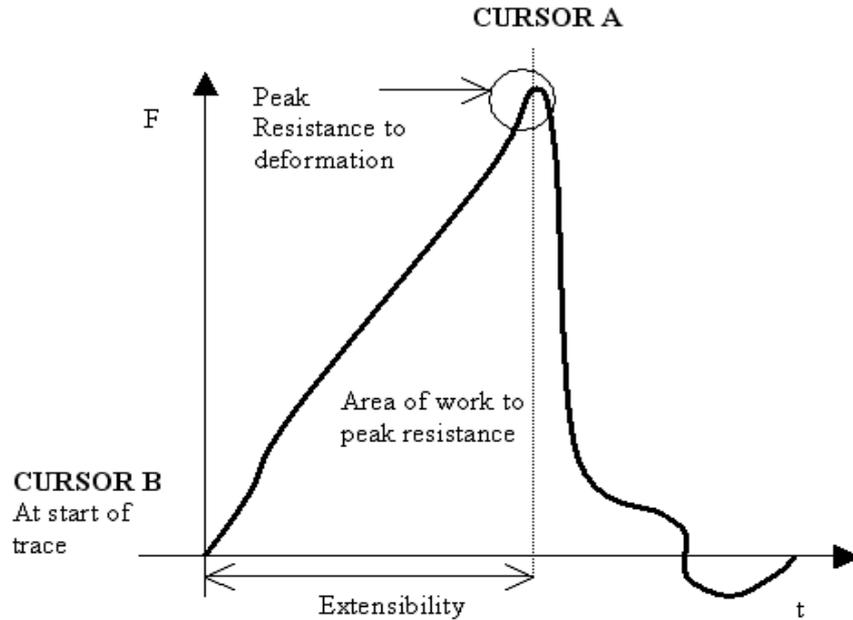


그림 3-3-78. 전형적인 firmness 테스트 결과.

- ⑤ 시차주사열량계(differential scanning calorimetry)를 통한 상변화 온도 측정
 - ㉠ 시차주사 열량계(DSC)를 사용하여 냉동속도에 따라 시료의 상변화가 일어나는 온도를 비교하였음. 냉동 곡선으로부터 냉동 속도를 계산하고 이를 적용하여 냉동 공정을 유사 실험으로 진행하였음.
- ⑥ Scanning electron microscopy (SEM)
 - ㉠ 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 각각의 조건에서 냉동한 크루아상의 미세구조를 관찰하였음.
 - ㉡ 시료는 cooling stage (Deban, Suffolk, UK)를 주사전자현미경에 연결하여 시료가 녹지 않도록 한 상태에서 단면으로부터 관찰하였음.
- ⑦ 효모 생존율 측정
 - ㉠ 저장 기간에 맞추어 냉동 반죽을 상온에서 해동한 뒤 희석하여 배양함.
 - ㉡ Sabouraud dextrose agar 배지를 사용하였고 30 시간 이후 집단을 계수함.
- ⑧ 시차주사열량계를 통한 효모의 어는점 측정
 - ㉠ 효모의 어는점 측정을 위해 생효모를 dsc팬에 넣어 측정하여 효모의 상변화를 관찰하였음.

(2) 연구결과

(가) 크루아상 반죽의 동결곡선

- ① 냉동 중 크루아상 반죽의 온도 변화를 나타낸 동결곡선은 그림 3-3-79와 같음. (A)는 fan을 가지지 않은 자연대류(N)에 의해 냉동된 크루아상의 온도변화이며, (B)는 24 V 전압 세기의 fan을 가한 강제대류(F)에 의해 냉동된 크루아상의 온도변화임. N-20-20

의 조건에서 상변화가 종료되는 때까지 약 40분이 소요되었음. 또한 전체 냉동 시간은 N-55-55에서 냉동이 완료되는데 가장 오랜 시간인 약 115분이 소요되었음. 반면 F-55-20 조건에서 냉동 시간이 가장 빨랐으며 약 11.5분이 소요되었음. N-55-55의 경우 시료의 내 외부 온도차가 점점 줄어들며 속도가 감소하는 동시에 일정 온도 이하에서 냉동고 자체의 온도가 -55°C 에 도달하는 시간이 오래 걸리게 되어 시료의 냉동 속도가 점점 줄어드는 것으로 확인하였음.

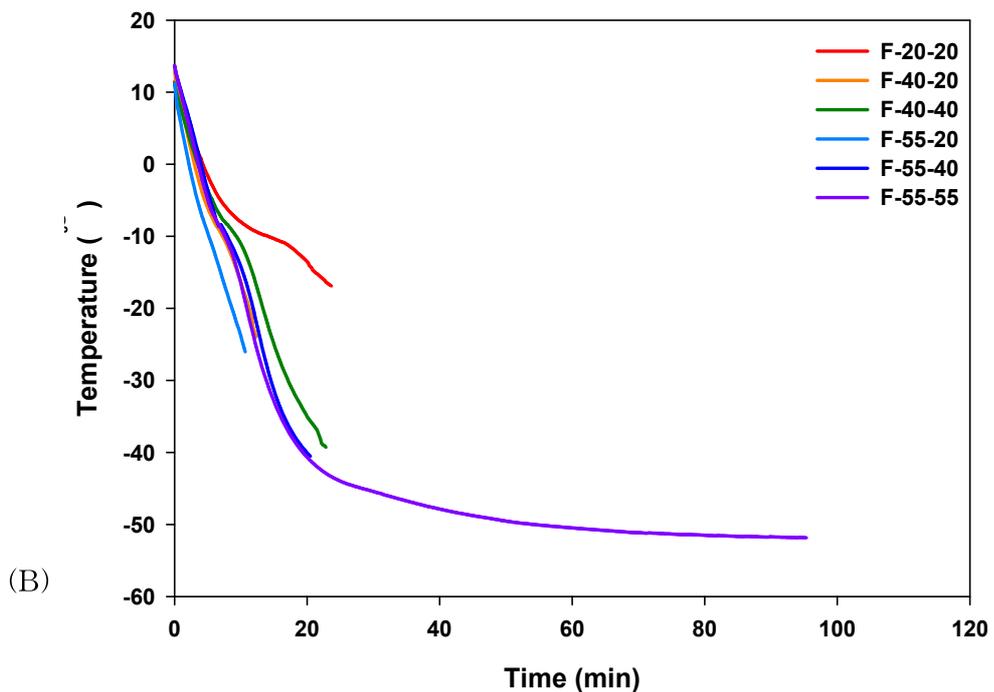
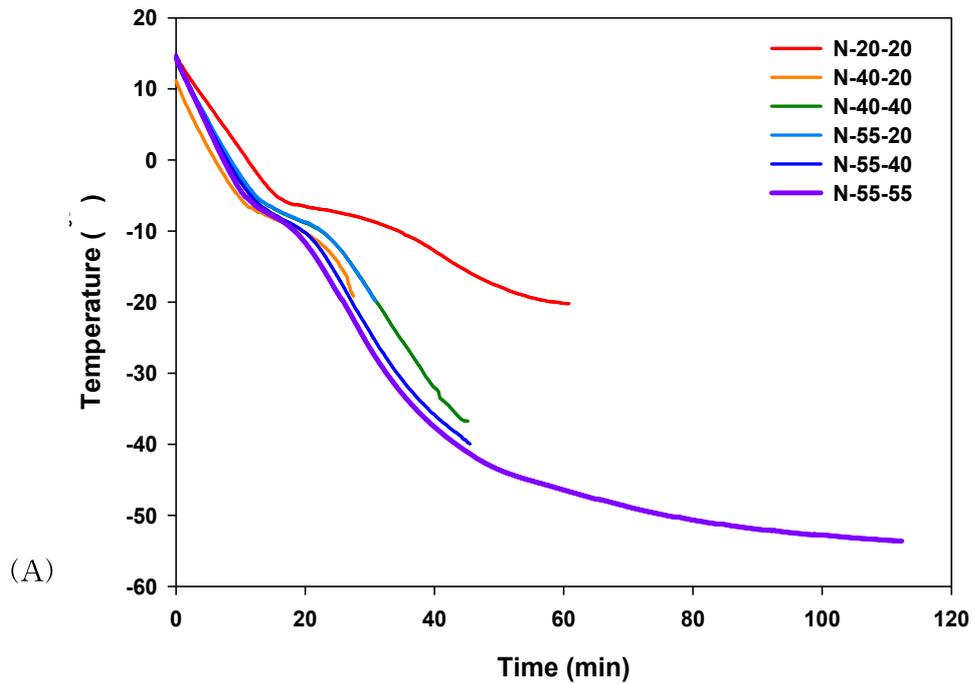


그림 3-3-79. 냉동 중 크루아상의 온도변화. (A) 자연대류(N)에 의한 크루아상의 온도

변화, (B) fan에 의한 강제대류(F, fan speed=24 V)에 의한 크루아상의 온도변화.

- ② 크루아상의 냉동 중 수분의 상변화는 그림 3-3-80에 나타내었음. 상변화는 -5°C 부근에서 시작하여 -11°C 부근에서 종료되었음. 고형분에 의한 어는점 내림 현상과 더불어 첨가된 정제염과 설탕의 anti-freeze 효과로 상변화의 온도가 일반적인 물의 어는점보다 낮은 온도에서 시작하며 그 범위가 넓게 분포하는 것을 관찰할 수 있었음. 냉기 온도가 낮을수록 상변화 시간이 짧았으며 특히 강제대류일 경우에 상변화 시간이 가장 짧았음.

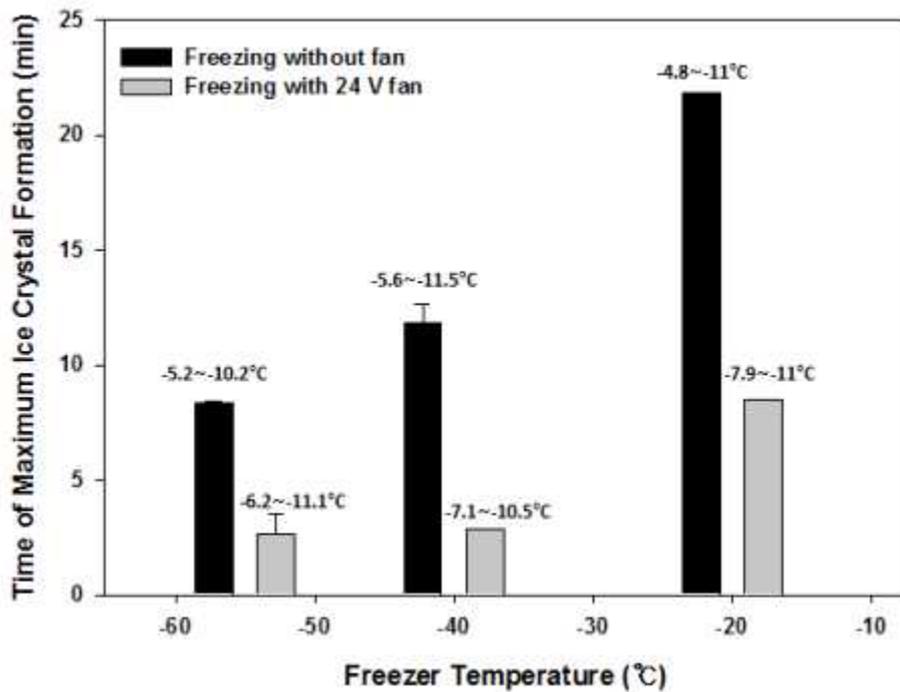


그림 3-3-80. 자연대류 조건(검정)과 강제대류 (회색)방법과 냉기온도(-20, -40, -55°C)에 따른 크루아상의 상변화 온도 및 시간.

- ③ 냉동 곡선으로부터 다음의 식을 활용하여 냉동 속도를 계산하고 이를 열적 특성 분석에 적용하였음.

㉠ 냉동속도 F_r (°C/min)

$$F_r = \frac{T_2 - T_1}{t_2 - t_1}$$

T_1 : 냉동 시작온도

T_2 : 냉동 종료온도(-20, -40, -55 °C)

$t_1 - t_2$: 냉동 곡선의 시작부터 종료까지 걸린 시간

The International Institute of Refrigeration (L., 1986)에서 참조함.

(나) 크루아상의 품질 측정

① 부피 (Specific volume)

㉔ 냉동 조건에 따른 크루아상의 품질 평가 지표로써 1일 저장 후 해동, 발효 굽기 과정을 거친 크루아상의 부피를 측정하여 신선한 크루아상의 부피와 비교하였음(그림 3-3-81). 빵의 부피는 효모가 발효 중 생성하는 이산화탄소와 생성된 이산화탄소를 글루텐 네트워크가 포집하는 결과로서 나타남.

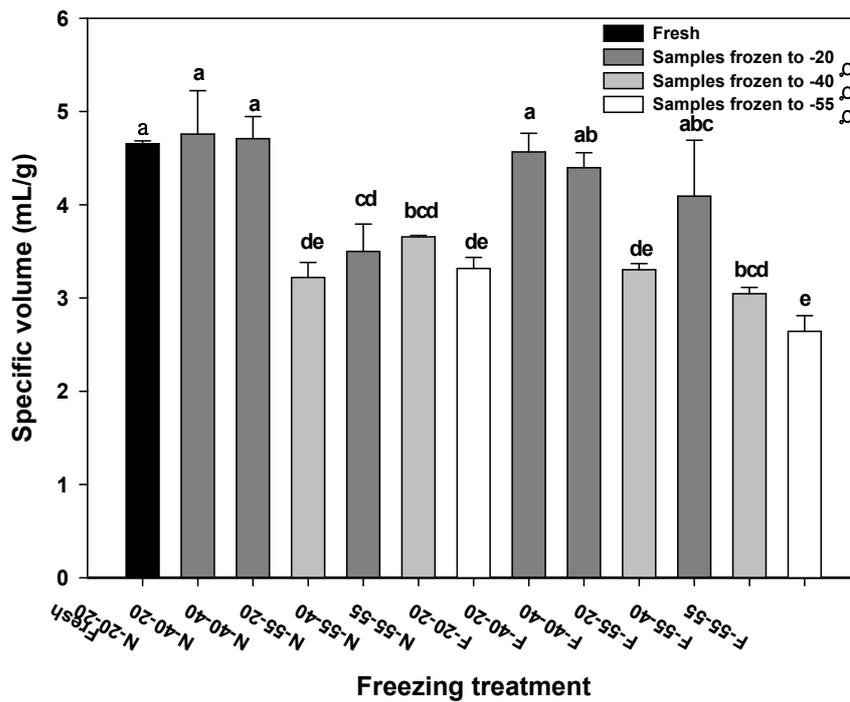


그림 3-3-81. 냉동 저장 1일 후 냉동 조건에 따른 크루아상의 부피.

㉔ 부피가 클수록 빵의 품질이 좋다고 할 수 있으며 신선한 크루아상의 부피가 4.66 mL/g으로 가장 큰 수치를 보였음. N-20-20, N-40-20 그리고 F-20-20의 조건으로 냉동한 크루아상의 볼륨은 대조군과 유의적으로 차이를 보이지 않았으며 그 뒤를 F-40-20, F-55-20의 순으로 크루아상이 부풀 것을 보여주었음($p < 0.05$). 냉동 속도가 같은 경우 냉동 종료온도가 -20°C 인 조건들에서 대체적으로 빵의 부피가 큰 수치를 나타내었음. 이는 냉동 속도와 함께 냉동 종료온도 또한 빵의 품질에 영향을 미친다는 것을 나타냄.

㉔ 냉동 조건에 따른 크루아상 반죽을 이용하여 구운 크루아상의 품질을 1-7주까지의 저장기간 동안 일주일 단위로 부피를 측정하여 저장기간에 따른 품질 변화를 알아보았음(그림 3-3-82). 1주부터 7주까지 부피가 점차적으로 감소하였으며 7주 후 크루아상의 부피는 전체적으로 50%의 부피 감소율을 보였음. 또한 냉동 조건에 따른 1일차 결과와 같은 경향을 나타내었음.

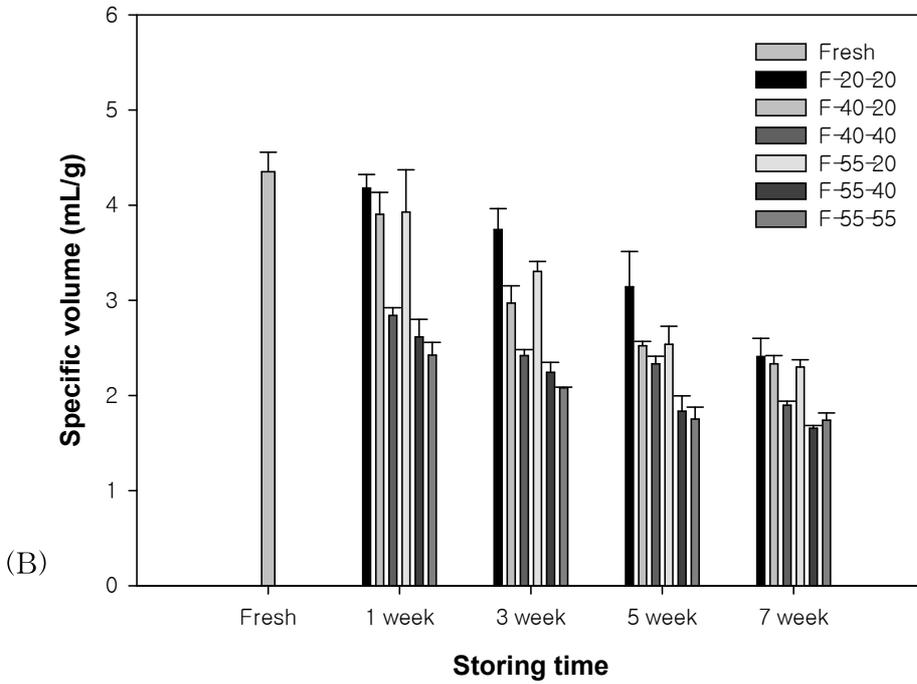
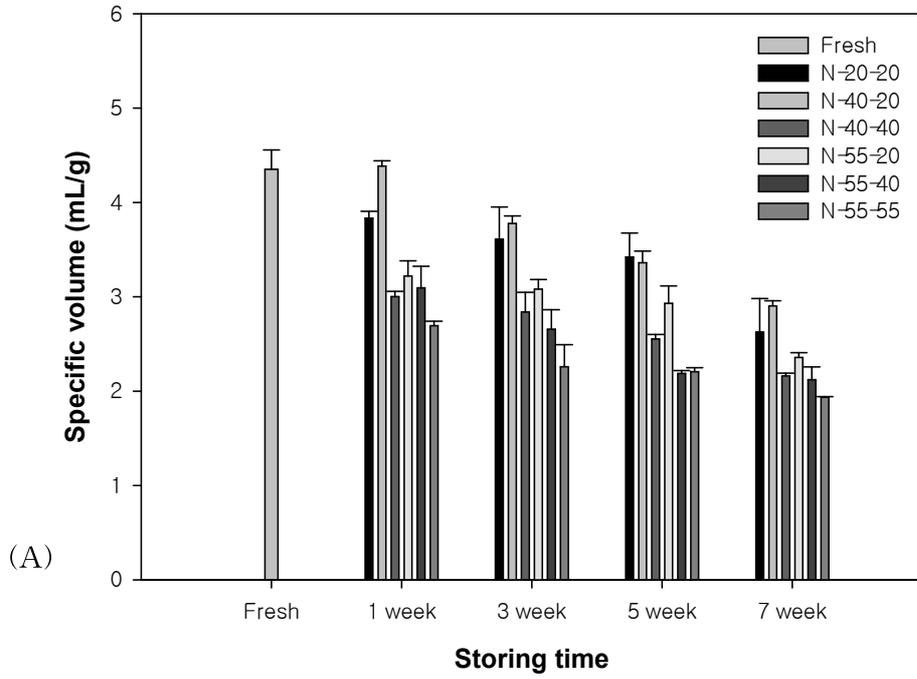


그림 3-3-82. 냉동 저장 기간 중 냉동 조건에 따른 크루아상의 부피 변화. (A) 자연대류 조건에서의 저장 중 크루아상의 부피 변화, (B) 강제대류 조건에서의 저장 중 크루아상의 부피 변화.

② Firmness

㉞ 냉동 조건에 따른 크루아상의 품질평가를 위해 크루아상의 firmness를 측정하였음(그

림 3-3-83). 대조군으로 사용된 갓 구운 크루아상의 firmness는 5.66 N으로 가장 낮았음. 모든 실험군의 firmness는 대조군보다 높게 나타났으나 N-55-55를 제외하고 통계적으로 유의적 차이를 보이지 않았음. N-55-55 조건 및 F-55-55 조건에서 firmness가 다른 조건에서보다 큰 수치를 보였고 이는 냉동 속도 또는 노출 시간이 길어짐에 따라 크루아상의 품질에 영향을 미치는 것으로 사료되었음. 또한 같은 냉동 속도임에도 불구하고 냉동 종료 온도가 다를 경우 F-55-20와 F-55-55의 경우에 약 1.5 N정도의 firmness가 증가하는 것으로 나타났음.

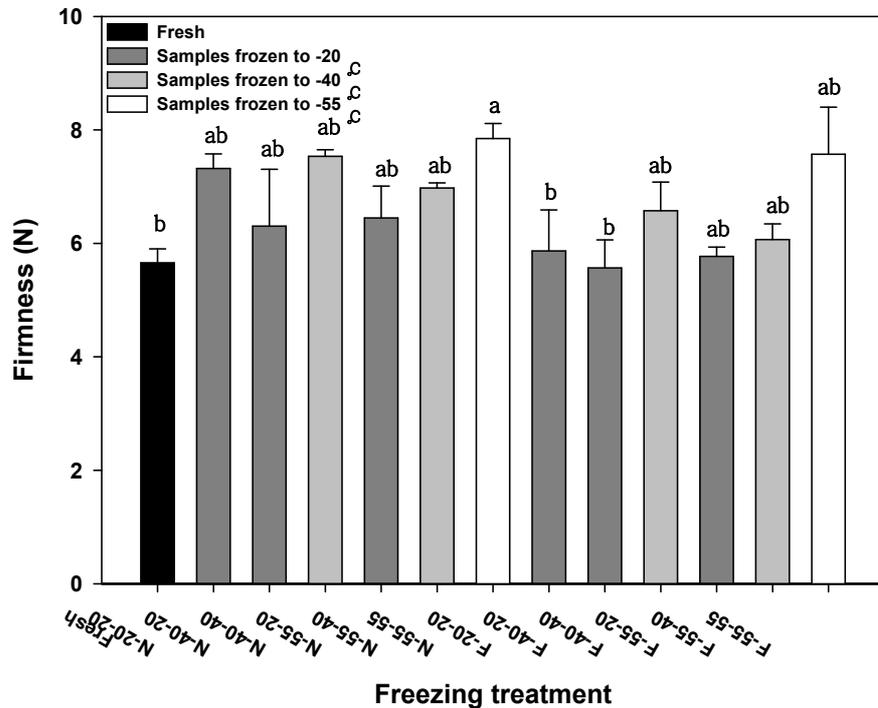


그림 3-3-83. 냉동 저장 1일 후 냉동 조건에 따른 크루아상의 firmness.

- ㉔ 일반적으로 firmness가 낮은 부드러운 빵이 좋은 품질을 나타내며 이 사실은 대조군과의 비교를 통해 확인하였음. 이러한 이유로는 냉동 속도가 증가 또는 냉동 종료 온도가 감소함에 따라 효모의 생존율이 감소함. 손상 받은 효모가 분해되며 생산되는 물질로부터 글루텐 네트워크의 disulfide 결합이 파괴되어 결국 빵이 부풀지 못해 firmness가 증가한다는 연구 결과가 있음(Verheyen et al., 2015).
- ㉔ 또한 저장 기간이 길어질수록 노화로 인해 아밀로펙틴이 회합되어 글루텐 네트워크가 점점 두꺼워지므로 그 구조의 밀도가 높아진다고 알려져 있음.

③ 외관

- ㉔ 냉동 조건에 따른 크루아상의 단면을 관찰하였음(그림 3-3-84). 가장 상변화 시간이 길었던 N-20-20조건에서의 크루아상의 단면은 큰 구멍들이 보였으며 가장 상변화 시간이 짧았던 F-55-20, F-55-40, F-55-55 세 조건에서의 단면은 냉동 종료온도가 가

장 높은 F-55-20에서 빵의 부피가 가장 잘 부풀었으며 층이 보였음. 반면 F-55-40과 F-55-55 조건에서의 단면은 그 구조가 치밀하며 빵이 많이 부풀지 않은 것을 확인할 수 있었음. N-20-20, N-40-20, F-20-20 조건으로 냉동한 반죽으로부터 구운 크루아상의 부피가 가장 많이 부풀었으며 N-40-20과 F-20-20 조건의 크루아상의 단면도 글루텐 네트워크들이 빵의 부피를 잘 유지하고 있었음.

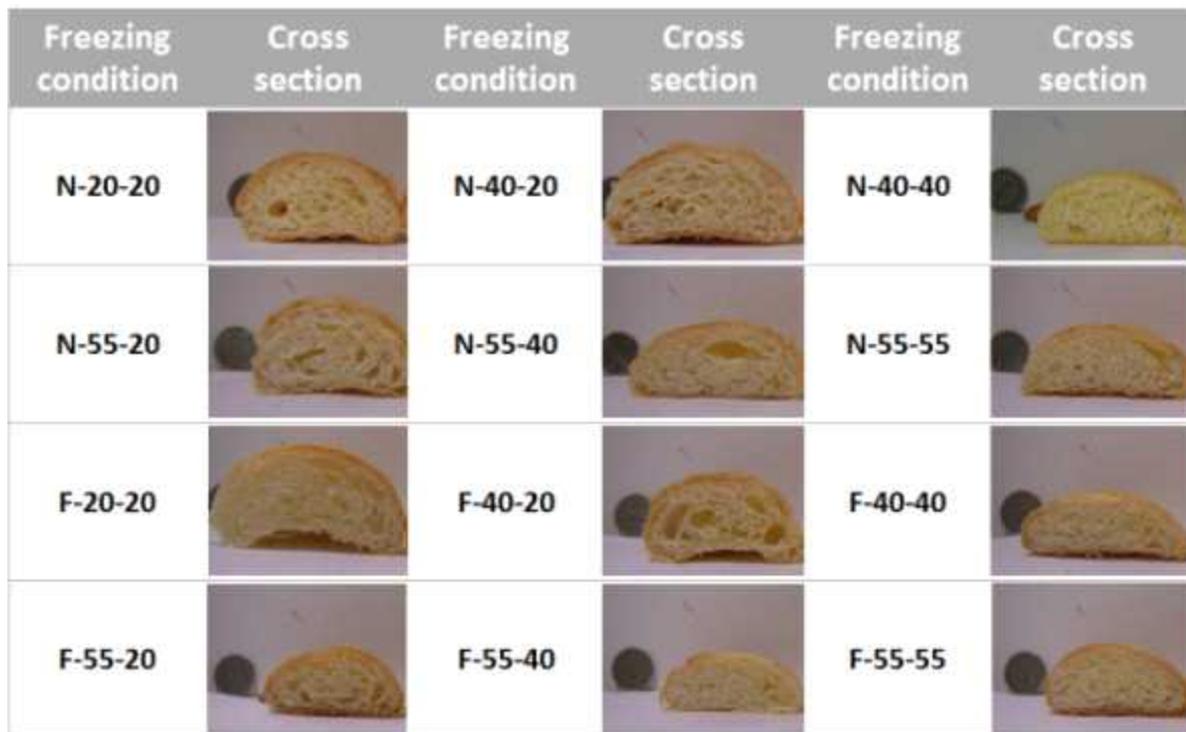


그림 3-3-84. 냉동 저장 1일 후 냉동 조건에 따른 크루아상의 단면.

㉔ 크루아상의 품질을 측정된 결과 크루아상의 부피는 N-20-20, N-40-20, F-20-20에서 대조군과 유의적으로 차이가 없었으며 firmness는 F-20-20, F-40-20에서 대조군과 가장 비슷한 수치를 나타내었음. 또한 크루아상의 특징인 겹겹이 쌓인 층을 크루아상의 단면을 통해 관찰한 결과 부피가 대조군과 가장 비슷하며 글루텐 네트워크가 잘 유지되어 크루아상의 층이 겹겹이 보이는 F-20-20 조건에서 가장 품질이 좋은 것으로 나타났음.

④ 냉동 중 크루아상 반죽 내부의 상변화 관찰

- ㉑ 냉동 공정 중 내부 수분에 의해 상변화가 일어나며 이 상변화로 반죽 내부에 얼음 결정이 생성되는데 이 때 얼음 결정의 크기와 위치가 상변화 구간을 지나는 시간 즉 냉동 속도에 따라 결정됨.
- ㉒ 위의 냉동 곡선에서 계산한 표 3-3-28의 냉동 속도를 DSC에 적용하여 상변화 중 얼음 결정의 크기와 분포를 알기 위해 모사 실험을 진행하였음.

표 3-3-28. 크루아상의 냉동조건에 따른 냉동속도

냉동조건	냉동속도(°C/min)
N-20	0.72
N-40	1.43
N-55	1.50
F-20	1.84
F-40	3.19
F-55	3.56

㉔ 냉동 속도에 따른 어는점을 나타내는 발열 피크를 그림 3-3-85에 나타내었음. 발열 곡선이 냉동 속도가 빨라짐에 따라 왼쪽으로 이동하는 것을 볼 수 있음. 냉동 곡선에서도 확인하였듯이 어는점 내림 현상으로 가장 느린 속도인 N-20의 0.72°C/min에서는 약 -8°C에서 상변화가 시작되었으며 가장 빠른 냉동 속도인 F-55의 3.56°C/min에서는 약 -13°C에서 상변화가 시작되었음. 또한 냉동 속도가 빨라질수록 발열 피크의 넓이와 상변화 시작온도와 종료온도의 차이인 너비가 점점 넓어지는 것을 관찰하였음.

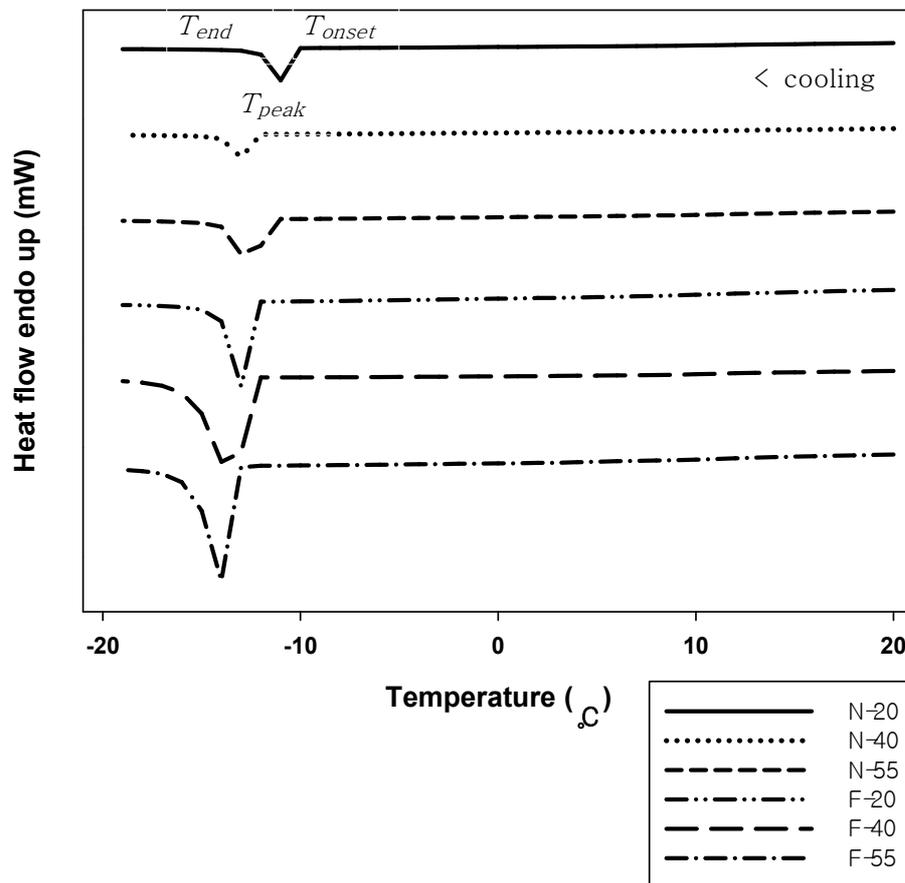
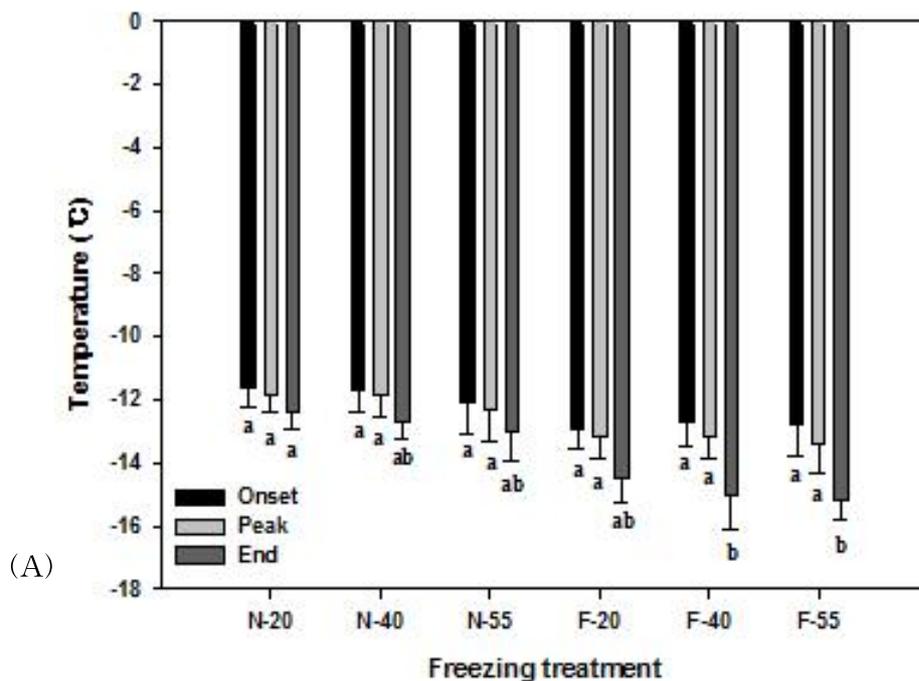


그림 3-3-85. 냉동 속도에 따른 크루아상 냉동 반죽의 DSC 발열 곡선.

- ㉔ 순수한 물일 경우 발열곡선은 0°C에서 피크의 넓이가 없이 일직선으로 나타나나 크루아상 반죽의 경우 고형분의 존재와 상변화 중 고형분의 농축으로 인하여 어느점 내림 현상이 발생하게 됨. 특히 냉동 속도가 빨라짐에 따라 얼음 결정의 크기가 더욱 작게 형성되며 빠른 냉동 속도일수록 매트릭스 내부에서 빙핵이 동시에 다수 생성되므로 물이 이동하지 않고 제자리에서 얼게 되어 그 결과 냉동 속도가 빨라지면서 발열 곡선의 넓이와 너비가 넓어지는 것임.
- ㉕ 냉동 조건에 따른 발열 곡선의 시작온도, 피크온도, 종료온도와 그 차이를 그림 3-3-86에 비교하였음. 각각의 냉동 속도에 따라 상변화의 시작온도와 피크온도는 유의적 차이를 보이지 않았지만 종료 온도의 경우 F-40과 F-55조건에서 유의적 차이를 보였음. 또한 상변화의 시작온도와 종료온도의 차이를 비교한 결과 F-20-20에서부터 유의적 차이를 보였음. 이로써 냉동 속도로 인해 형성된 얼음 결정의 크기와 분포가 크루아상의 품질에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었음.



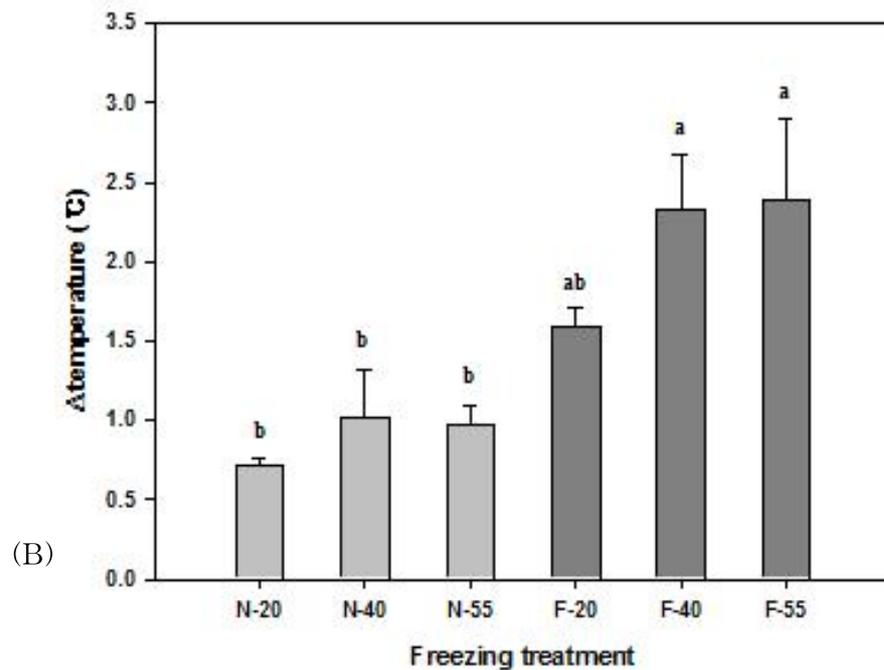


그림 3-3-86. 냉동 속도에 따른 DSC 발열 곡선의 시작온도, 피크온도, 종료온도. (A) 냉동 조건에 따른 시작온도, 피크온도, 종료온도, (B) 냉동 조건에 따른 상변화 시작온도와 종료온도의 차이.

⑤ 반죽의 미세구조 (SEM image)

㉔ 크루아상 냉동 반죽의 미세구조를 관찰하기 위하여 주사전자현미경을 이용하였음(그림 3-3-87). 특히 냉동 상태 그대로를 관찰하기 위해 cooling stage를 연결하여 -20°C를 유지한 상태에서 실험을 수행하였음. 시료는 냉동 저장 1일 후 시료를 사용하였으며 SEM 이미지는 일반적인 글루텐 네트워크의 구조를 나타내었음. A-D의 순서는 N-20, N-40, F-20, F-55의 순서이며 D와 E는 냉동 속도는 같으나 냉동 종료온도가 다른 경우의 이미지임. 냉동 상태임에도 불구하고 얼음 결정이 보이지 않는 이유는 시료를 관찰하기 위해 진공을 걸어주기 때문에 얼음 결정이 승화하기 때문임. 그림에서 원형의 큰 빈 공간과 각진 빈 공간 그리고 그 크기가 다른 것을 확인할 수 있었으며 전분입자와 글루텐 네트워크 그리고 효모가 관찰되었음. 원형의 빈 공간은 반죽하는 동안 생성된 이산화탄소로부터 생성된 공간들이며 각진 빈 공간들은 얼음 결정이 존재했던 공간들임(S.Zounis, K. J. Quail, m. Wootton, & M.R.Dickson, 2002).

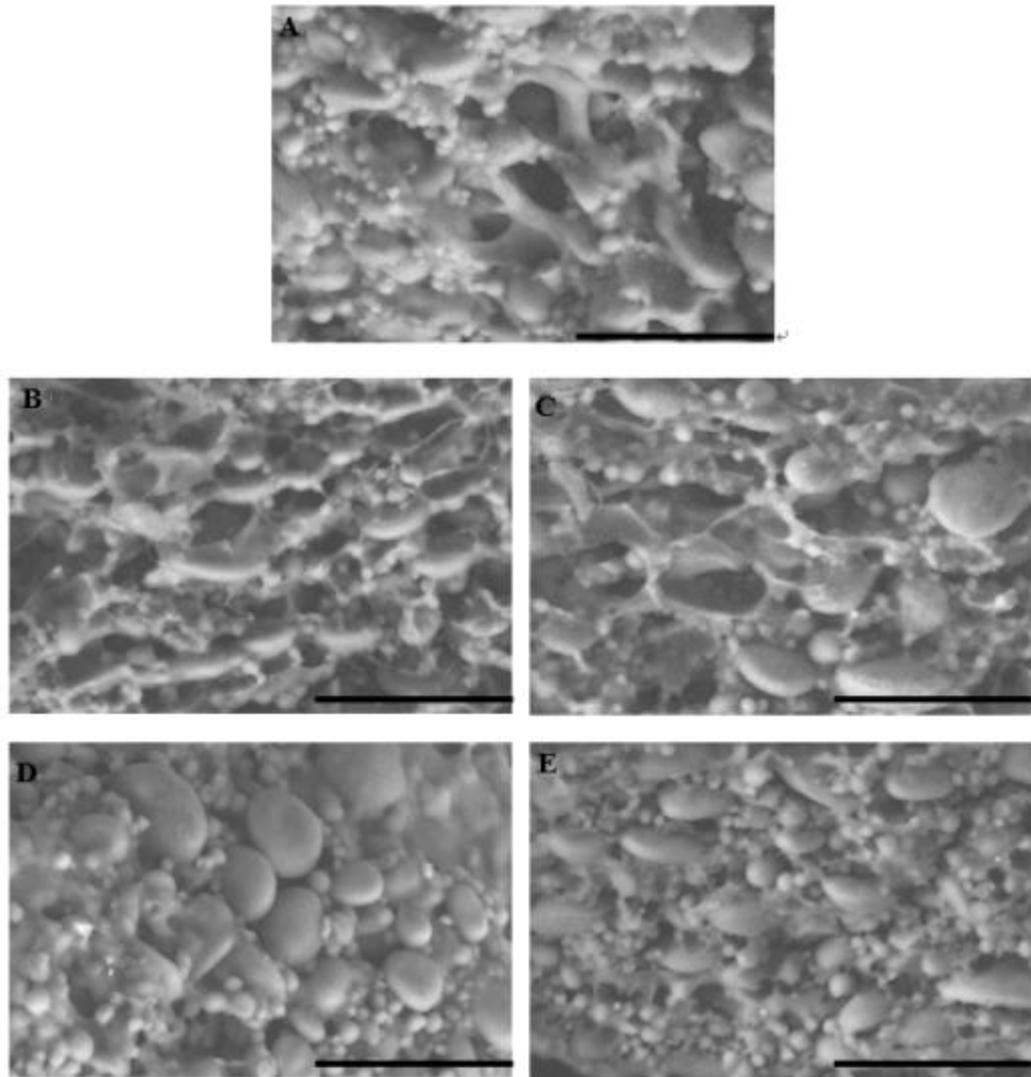


그림 3-3-87. 냉동 속도에 따른 냉동 크루아상 반죽의 단면 SEM 이미지. (A) N-20-20; (B) N-40-20; (C) F-20-20; (D) F55-20; (E) F-55-55. Scale bar 50 μm .

- ㉔ A는 빈 공간의 크기가 가장 크며 글루텐 네트워크가 보이지 않으며 네트워크가 두꺼워진 것을 볼 수 있음. B와 C는 $0.34^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 냉동속도의 차이가 있으나 미세구조에서는 큰 차이가 없이 글루텐 네트워크가 잘 유지되고 있는 것이 보이며 얼음 결정이 존재하던 자리가 많았음을 보여줌. D와 E는 가장 빠른 냉동 속도인 $3.56^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 조건으로 가장 느린 냉동 속도인 A 조건에 비해 냉동 속도가 5배 이상 빠름. 그림 3-3-87의 (D)와 (E)에서 그 구조가 가장 치밀한 것을 볼 수 있으며 글루텐 네트워크도 굉장히 잘 유지되어 있는 것으로 볼 때 글루텐 네트워크는 냉동 속도가 빠를수록 잘 유지되는 것을 확인하였음.
- ㉔ 이러한 결과는 DSC 분석 결과와도 일치함. 냉동 공정 중 수분은 얼고 난 후 9% 정도 부피가 증가하는 것으로 알려져 있는데 이는 글루텐 네트워크에 신장, 손상을 주며 또한 글루텐 네트워크로부터 얼음 결정이 분리되어 결국 해동, 발효, 굽기 과정을 거친 크루아상의 품질을 저하시킴. DSC 결과로부터 얼음 결정의 크기는 냉동 속도로부터 결정되며 따라서 냉동 속도가 느리면 얼음 결정의 크기가 크게 형성되어 결국

글루텐 네트워크에 손상을 주는 것임.

⑥ 효모 생존율

㉑ 냉동 조건에 따른 저장 1일 차 효모 생존율은 그림 3-3-88에 나타내었음. N-20-20, N-40-20, N-55-20, F-20-20, F-40-20은 대조군과 통계적으로 유의적 차이를 보이지 않았음. 이 조건들은 모두 냉동 종료온도가 -20°C임. 반면 가장 빠른 냉동 속도 조건인 F-55-20, F-55-40, F-55-55 조건에서 효모 생존율은 대조군과 유의적 차이를 보였음. 특히 냉동 종료온도가 -20°C인 경우 가장 빠른 냉동 속도인 F-55에서만 통계적으로 유의적 차이를 보였음. 이러한 결과는 냉동 속도와 냉동 종료온도 두 요소가 크루아상 냉동 반죽에 영향을 미친다는 것임.

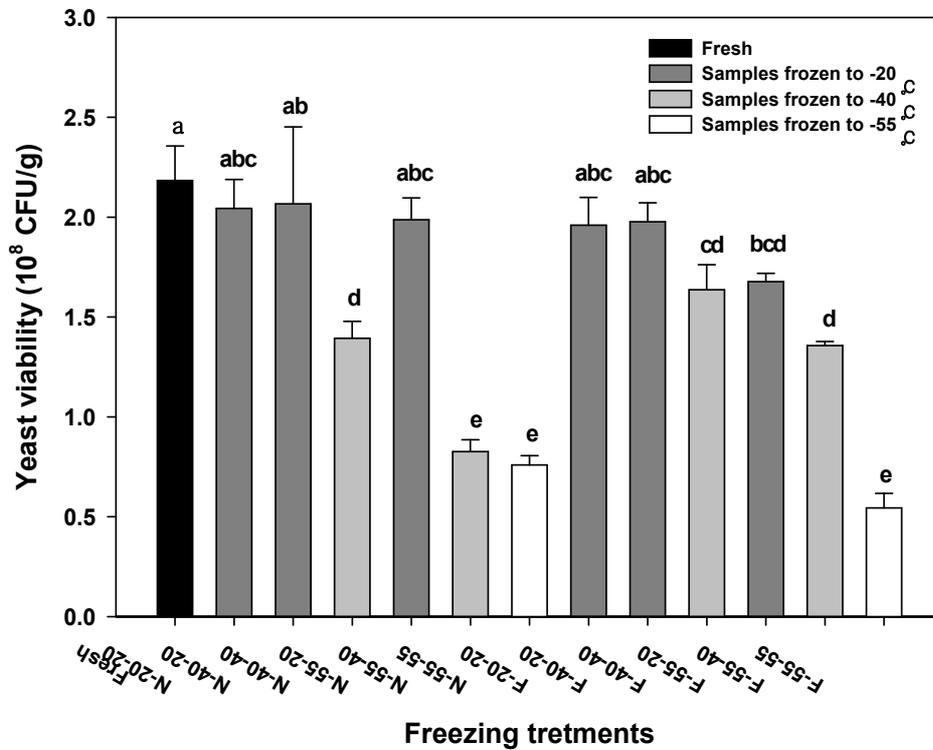


그림 3-3-88. 냉동 속도에 따른 냉동 크루아상 반죽의 효모 생존율.

- ㉒ 냉동 속도가 너무 빠를 경우 효모 내부의 물이 충분히 밖으로 빠져나오지 못하여 내부에 남은 수분이 얼음 결정을 형성하여 발생함. 세포 내 얼음 결정은 세포막을 파괴하고 또한 세포질까지 동결되어 결국 해동 후에 그 활성을 잃게 되는 것임. 또한 냉동 공정 중 남은 자유수는 고형분 또는 당과 염으로 인해 삼투압의 차이가 계속적으로 증가하여 세포 손상을 주게 될 또한 얼음 결정의 형성은 곧 부피 증가를 의미하기 때문에 효모 내 부피 증가로 인해 또한 세포막이 파괴됨.
- ㉓ 냉동 속도가 빠른 경우 글루텐 네트워크는 잘 유지되지만 효모의 생존율 저하를 초래한다는 것을 알 수 있었음. 빠른 냉동 속도는 효모의 손상을 가져와 발효 중 이산화탄소 생성량이 감소하여 결국 빵의 부피가 줄어들게 됨. 이는 효모가 냉동장애를 입

기 때문에 생성된 얼음 결정은 효모의 세포막을 침출시켜 결국 세포 내부 물질까지 밖으로 나오게 됨. 특히 효모가 활성을 띠는 중에는 그 세포막이 분열을 위해 더 얇아져 있어 냉동 중 더 많은 손상을 입게 되며 글루텐 네트워크 내부에는 어떠한 동결 방지제 또는 효모의 손상을 방지하는 물질이 없이 노출되어 있기 때문에 직접적으로 생존에 영향을 받음.

- ㉔ 냉동 속도가 같음에도 불구하고 냉동 종료온도에 따라서 효모 생존율이 달라지는 이유를 효모의 어는점 측정을 통하여 알아보았음(그림 3-3-89). 측정 결과 효모의 발열곡선에서 minor peak를 발견하였음. 이는 세포 외부 수분이 모두 얼고 난 뒤 세포 내부에 있는 수분이 얼게 되는 것을 의미함. 결국 상변화가 종료되고 난 뒤 더 낮은 온도에서 냉동을 종료할 시에 세포 내부에 자유수로 존재하던 수분이 세포 내부에서 얼게 되어 세포의 손상을 초래하여 결국 효모 생존율에도 영향을 끼치는 것이었으며 이렇게 사멸한 효모의 분해과정 중 생성되는 물질인 glutathione이라는 물질은 글루텐 네트워크 중 disulfide 결합을 끊는 것으로 알려져 있음. 글루텐 네트워크들이 많이 파괴될수록 빵의 부피가 줄어들고 따라서 부풀지 않으므로 firmness를 증가하여 빵의 품질을 열화시키는 것임.

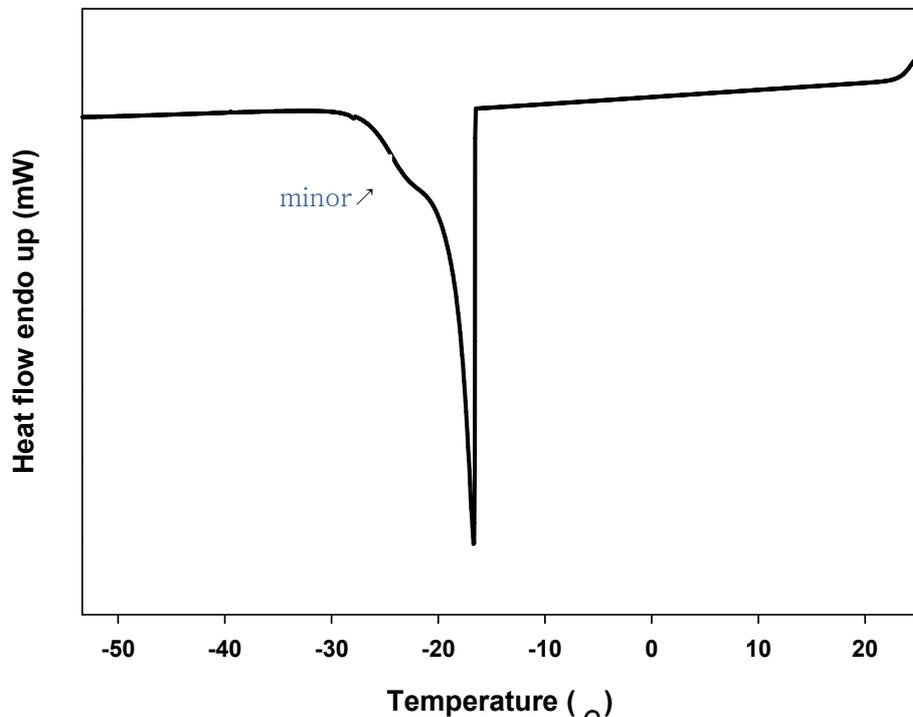
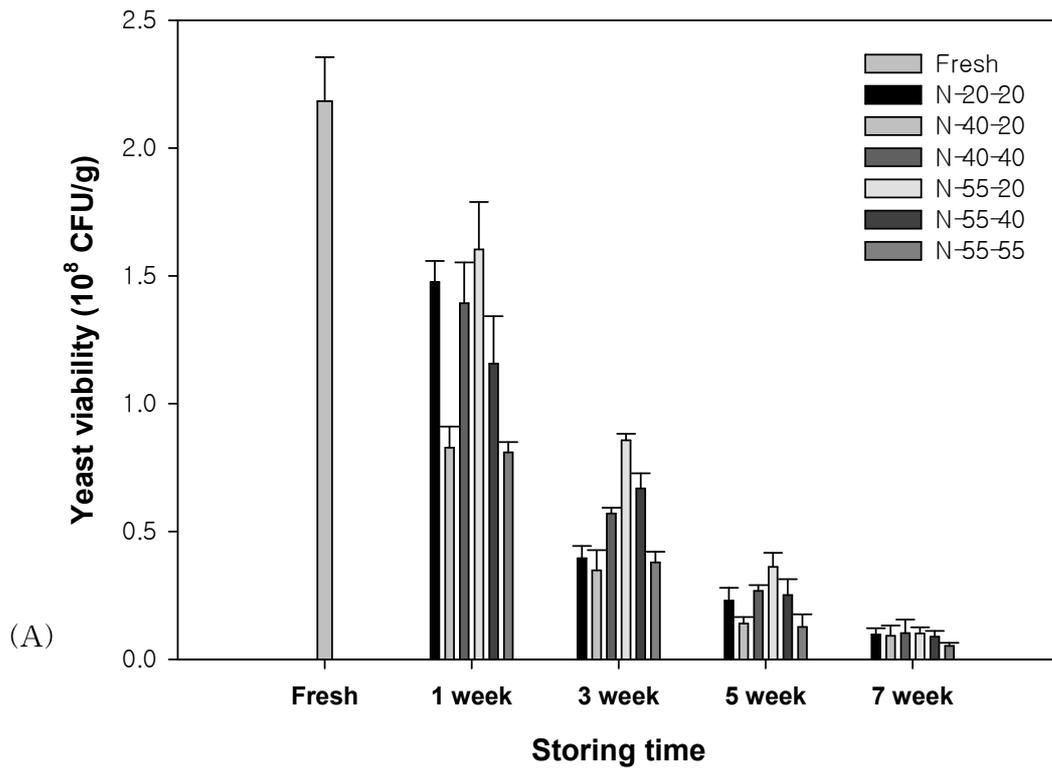


그림 3-3-89. 효모의 어는점 측정 발열곡선.

- ㉕ 냉동한 크루아상 반죽을 7주 동안 일주일 단위로 효모 생존율을 측정하였음(그림 3-3-90). 7주까지 일주일 단위로 반죽 내 효모 생존율을 측정한 결과 모든 시료들이 저장 1일차와 같은 경향으로 감소하였음. 특히 F-20-20의 경우 7주가 지난 후 1일차에 비슷했던 N-40-20이나 N-20-20과 다르게 3×10^7 cfu/g만큼의 효모 생존율을 보였

음. 따라서 가장 바람직한 냉동 조건은 글루텐 네트워크 유지를 위한 빠른 냉동 속도 이면서도 효모 생존율을 위해 너무 빠르지 않은 냉동속도인 강제대류 조건에서 -20°C ($1.84^{\circ}\text{C}/\text{min}$)에서 -20°C 에서 냉동을 종료하였을 때가 바람직한 것으로 나타났음.



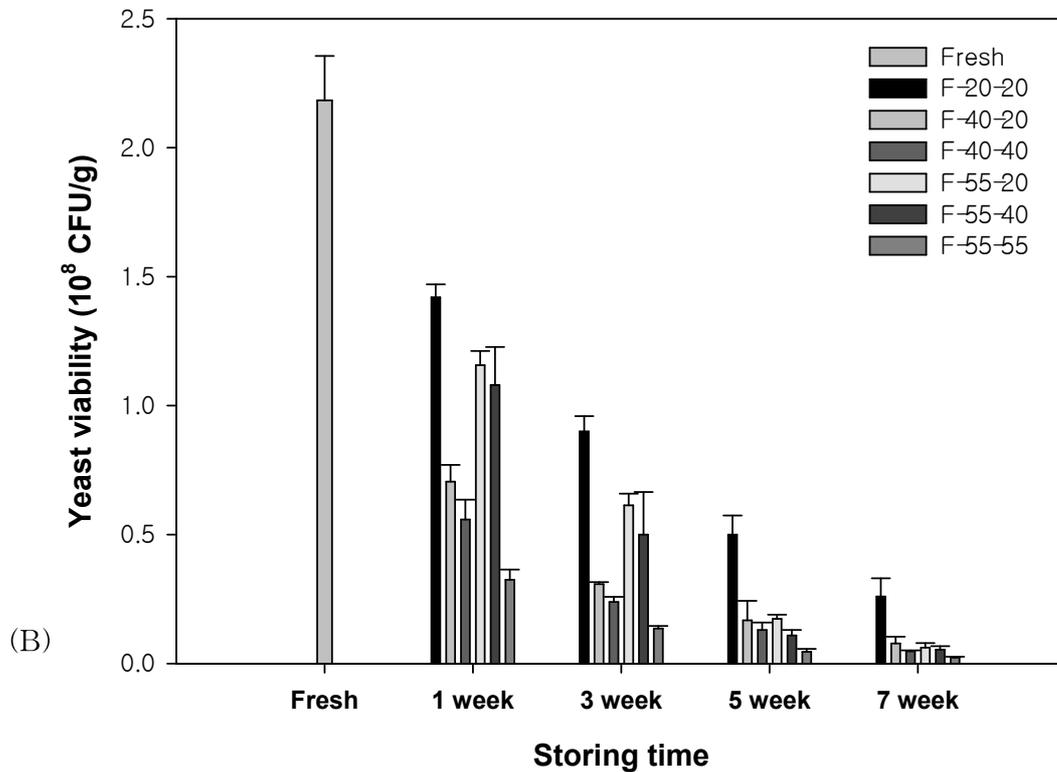


그림 3-3-90. 냉동 저장 기간 중 냉동 조건에 따른 크루아상 반죽의 효모 생존율 변화. (A) 자연대류 조건에서의 저장 중 효모 생존율 변화, (B) 강제대류 조건에서의 저장 중 효모 생존율 변화.

(3) 소결론

(가) 냉동 속도와 냉동 종료 온도가 냉동 크루아상 반죽에 미치는 영향을 확인하고 이를 통해 크루아상 냉동 반죽 생산을 위한 최적 냉동 조건을 확립하였음. 크루아상 반죽은 대류방법과 냉기온도의 결합으로 냉동 속도를 0.72 - 3.56°C/min으로 설정하였고, 냉동 종료 온도는 -20, -40, -55°C로 각각 설정하였음. 냉동 속도를 시차주사열량계에 적용하여 냉동 유사실험을 수행한 결과 냉동 속도가 빠를수록 흡열 곡선의 너비가 크게 나타났음. 이는 곧 냉동 속도가 빠를수록 얼음 결정이 작은 크기로 분포되어 있다는 것을 알려줌. 냉동반죽의 내부구조를 시각적으로 관찰하기 위해 SEM을 이용하여 냉동 속도에 따른 반죽의 미세구조 변화를 살펴보고 가장 빠른 냉동 조건인 강제대류로 -55°C에서 냉동한 반죽의 경우, 구조가 잘 유지되는 것을 확인하였음. 반면, 효모 생존율은 가장 빠른 속도에서 가장 많이 저하되었으며 강제대류로 -20°C를 넘지 않는 냉동 속도에서 높은 생존율을 보였음. 특히 냉동 종료 온도가 낮아짐에 따라 그 생존율 또한 저하되었고 이를 확인하기 위해 생효모의 어는점을 시차주사열량계로 측정하였음. 생효모의 발열곡선에서 상변화가 -22°C 이하에서 종료되는 것을 확인하였음. 이는 세포 내에 존재하던 자유수가 온도 강하로 인해 상변화가 일어나고 그 결과 얼음 결정의 형성이 세포막과 세포질을 파괴하여 효모의 생존율 저하를 일으키는 것으로 사료됨. 또한 7주 동안의 저장 기간 동안 효모 생존율을 비롯하여 크루아상의 품질은 계속

저하되는 것을 확인하였음. 따라서 최상의 크루아상 품질을 위한 냉동 반죽의 최적 냉동 조건은 강제대류로 -20°C 냉기온도에서 -20°C 까지 냉동하였을 경우로 이 때 냉동 속도는 $1.84^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 이었음.

나. 해동

(1) 연구방법

(가) 냉동 및 저장

- ① 상기 냉동 크루아상의 냉동 및 저장실험 방법과 동일함.

(나) 해동 조건 조작 변수

① 대조군

- ㉔ 냉동과정을 거치지 않은 신선한 크루아상 완제품을 대조군으로 사용하였음.

② 실험군

㉔ Microwave를 이용한 해동

㉕ Microwave 해동 (연속 조사)

- ㉖ Microwave를 10초, 20초, 30초 40초, 50초 동안 연속 조사하였음.

㉗ Microwave 해동 (간헐 조사)

- ㉖ 냉동 크루아상 반죽을 microwave 20초 이상 연속 조사 시 반죽 윗부분은 익어버린 반면 냉동 상태인 부분이 동시에 존재하였음.
- ㉗ 위의 실험결과에 따라 개조된 microwave oven 해동시스템을 바탕으로 주기를 다양하게 조절하여(5초 on / 5초 off, 10초 on/ 20초 off 등) 조사되는 총 on/off 시간을 세분화하여 실험하였음.

(다) 해동 크루아상의 품질특성

- ① 해동 중 크루아상의 품온 변화를 측정하고 microwave oven으로 해동 후 크루아상의 외관 및 단면 이미지를 비교하였음.
- ② 열 적외선 카메라를 사용하여 반죽의 고른 해동 여부를 확인하였음.
- ③ 해동 후 구운 크루아상의 부피와 물성은 앞선 냉동의 경우와 같은 방법으로 측정하였음.

(2) 연구결과

(가) 해동 조건 조작 변수

① 상온(25°C)에서의 해동

- ㉔ 크루아상 반죽을 상온에서 해동했을 시 20°C 까지 도달하는데 50분 이상이 소요되었으며 구운 뒤 크루아상의 품질은 대조군과 비교 시 거의 차이가 없이 식감을 그대로 유지하고 있었음. 크루아상 반죽은 그림 3-3-91과 같이 상온에서 1시간 이내로 해동하였을 때 내부온도가 상온에 도달하였음.

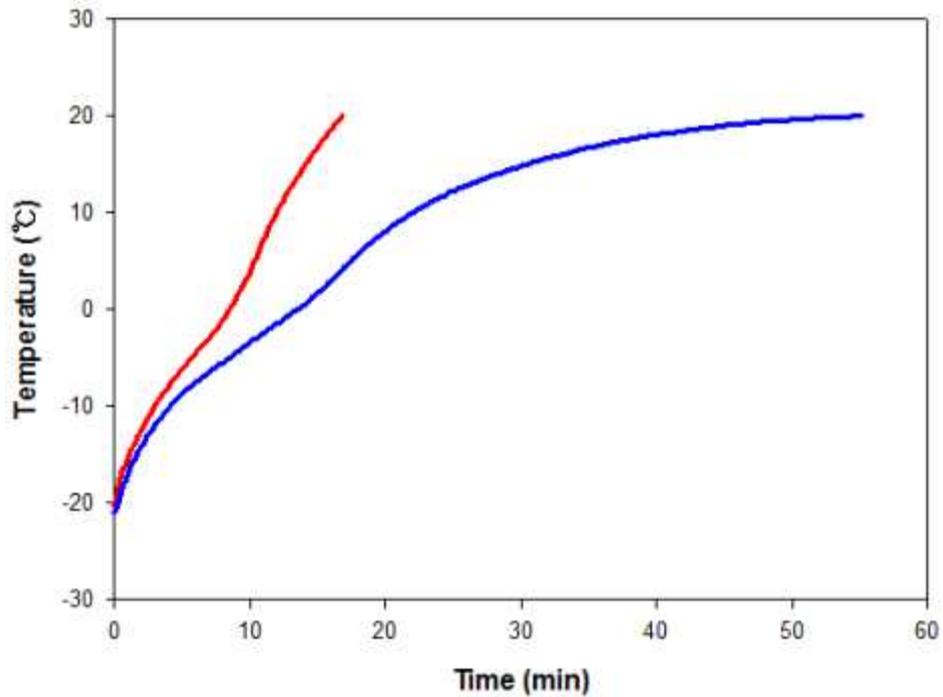


그림 3-3-91. 냉동 크루아상의 상온(25°C) 해동 중 온도변화.

② 발효기(25°C)에서의 해동

- ㉔ 크루아상을 발효기를 통해 해동하면 약 18분 뒤 상온에 근접하나 이 때 반죽의 drip loss 현상이 발생하여 수분 함량의 감소로 구운 뒤 품질 열화를 초래함(그림 3-3-91, 그림 3-3-92).



그림 3-3-92. 발효기를 이용한 크루아상 반죽의 해동 시 drip loss현상.

③ Microwave를 이용한 해동

- ㉔ Microwave 연속조사
- ㉕ 개조된 microwave오븐으로 연속조사를 통해 냉동 크루아상 반죽 해동실험을 하였

음. 크루아상을 10, 20, 30, 40, 50초 동안 microwave를 연속으로 조사하여 해동하였음.

- ㉠ Microwave를 10초 연속 조사한 경우에는 전체적으로 해동되지 않았으며 20초 이상 연속 조사한 경우에는 과열된 크루아상의 윗부분은 익어버리지만 녹지 않은 부분도 확연하게 관찰되었음. 40초 연속조사 이상 시 해동이 고르지 못하여 반죽 전체가 익는 것을 관찰하였고 이는 그림 3-3-93에 나타내었음.



그림 3-3-93. Microwave 연속 조사방법으로 해동한 크루아상 반죽.

- ㉡ Microwave를 연속으로 조사하여 발효 뒤 구운 크루아상의 외관과 단면은 그림 3-3-94에 나타내었음. 대조군과 비교 시 해동 시간이 긴 크루아상의 경우 과열되어 반죽이 익었기 때문에 부풀지 않았음. 따라서 크기가 작고 밀도가 높은 크루아상의 단면을 관찰할 수 있었음. 특히 40, 50초 연속조사 경우에 중심이 익는 현상으로 크기가 확연하게 줄어든 것을 확인하였음.

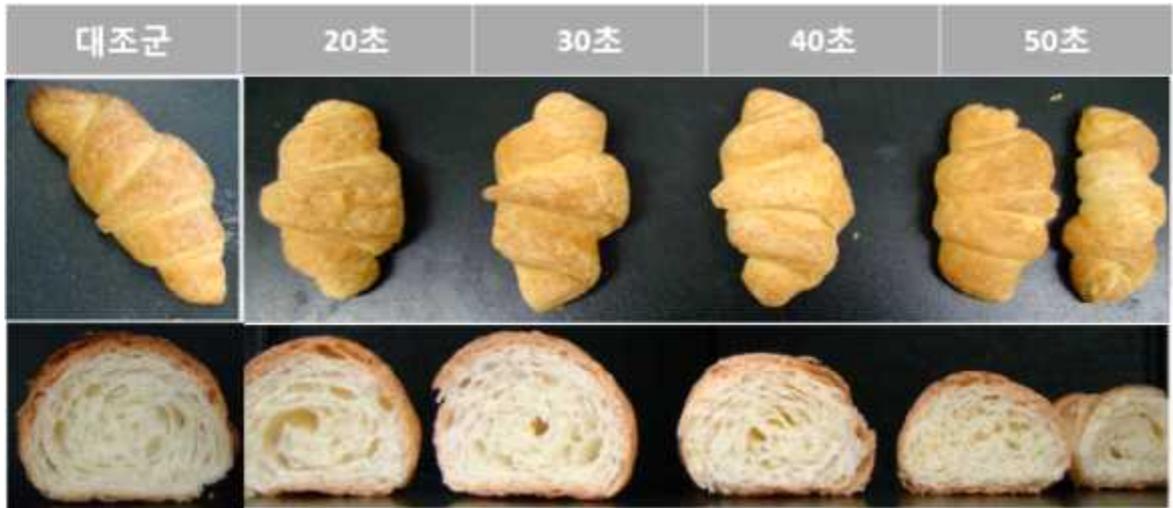


그림 3-3-94. Microwave 연속 조사방법으로 해동 후 구운 크루아상의 외관 및 단면.

- ㉔ Microwave를 연속 조사하여 해동한 반죽을 구워 크루아상의 부피를 비교한 결과 그림 3-3-95와 같이 전체적으로 부피가 줄어드는 것을 확인하였음. 따라서 이를 열 적외선 카메라를 통하여 알아보려고 하였음.

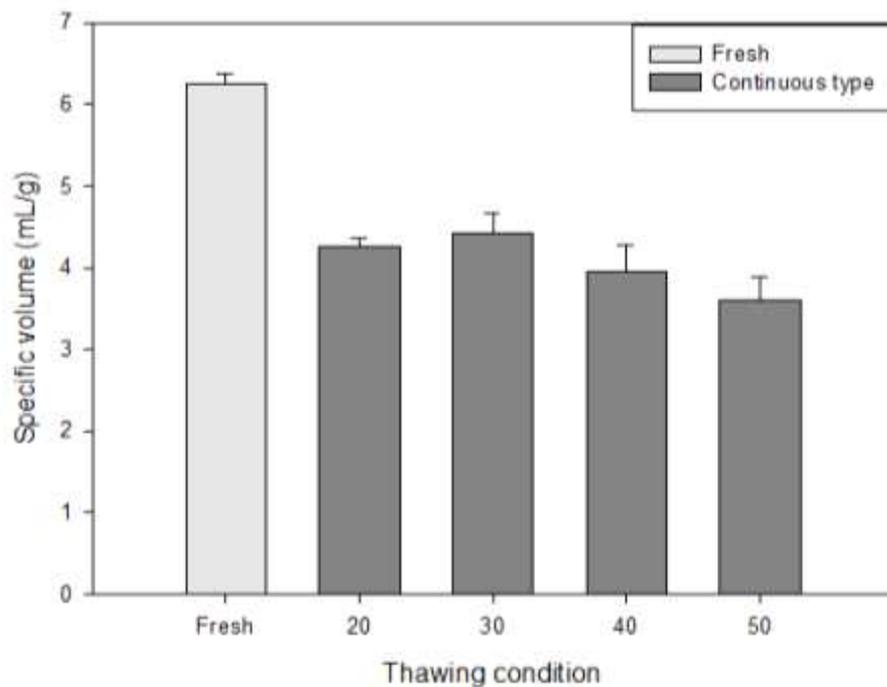


그림 3-3-95. microwave 연속 조사 시 크루아상의 specific volume.

- ㉕ Microwave를 30초 연속 조사 후 off시간이 지남에 따라 반죽의 해동되는 정도를 열 적외선 카메라를 통해 초기 30초 동안 연속 조사 후 0분에서 12분 동안 상온에 두고 반죽의 해동 정도를 관찰하였음. 해동 직후 중심온도가 41°C까지 과열된 반죽과 해동되지 않아 과란색을 띠는 부분이 동시에 관찰되었음. 시간이 지남에 따라 그 차이가 줄어들었지만 과열되었던 부분의 반죽이 익었기 때문에 발효과정에서 부풀지 않

있음. 그림 3-3-96에서 관찰된 바에 의하면 20초 이하 연속 해동 시 반죽이 전체적으로 해동이 되지 않은 것으로 사료됨. 또한 30초 이상부터 반죽의 단면 밀도가 높아졌던 것으로 보아 반죽이 익으면서 쌓아올린 버터층이 무너져 발효 시 부풀지 못하는 것으로 보임. 따라서 microwave를 통한 연속조사 방법은 크루아상 반죽을 고르게 해동시키는 데 적합하지 않음을 확인하였음.

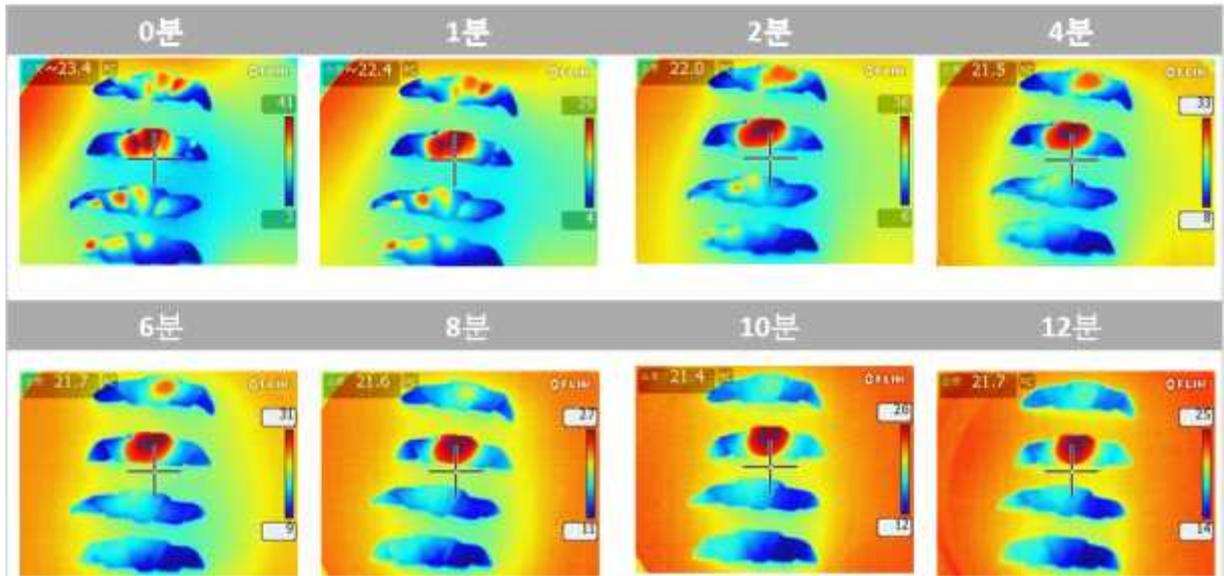


그림 3-3-96. 열적외선 카메라를 이용한 microwave 30초 연속조사 후 크루아상 반죽의 해동 정도.

㉞ Microwave 해동 (간헐 조사)

- ㉟ 개조한 해동시스템을 바탕으로 주기를 다양하게 조절하여 실험하였음. 위의 그림 3-3-96에서 microwave의 연속조사시간이 20초 이상일 때부터 반죽의 일부분이 익어버리는 현상이 발생하였으므로 microwave 간헐 조사 on 시간은 15초 이내로 설정하여 다양한 조건에서 예비실험부터 실시하였음.
- ㊱ 다양한 조사 주기로 예비실험을 한 결과 on 시간은 10, 15초인 경우와 off 시간이 길 때에 해동이 고르게 되는 것을 관찰하였음. on 시간이 길 경우 마지막 cycle이 가동될 시 과열되는 현상을 발견하였음(그림 3-3-97). 따라서 예비실험에서 얻은 결과를 토대로 조사 주기를 조정하여 실험을 수행하였음.



그림 3-3-97. Microwave 간헐 조사를 통한 크루아상 반죽의 해동.

㉔ 40초 연속 조사 시 최고 온도는 발효기 온도와 비슷한 37°C였으므로 총 microwave on 시간을 40초로 정하여 간헐 조사하였음. 크루아상 반죽의 해동 조건은 표 3-3-29에 나타내었음.

표 3-3-29. Microwave 간헐 조사 해동 조건

Code	해동 조건
D1	20 on 20 off X 2
D2	5 on 5 off X 8
D3	10 on 10 off X 4
D4	10 on 20 off X 4
D5	10 on 30 off X 4
D6	10 on 40 off X 4
D7	10 on 50 off X 4
D8	10 on 60 off X 4

㉔ 표 3-3-29과 같이 microwave를 조사하여 해동하여 구운 크루아상의 specific volume은 D6과 D8에서 대조군과 유사한 수준을 보였음. 대조군의 부피는 6.26 mL/g이었으며 D6과 D8번 조건인 on 시간은 10초, off 시간은 각각 40, 60초인 경우에 대조군과 유사한 수준인 5.97, 5.94 mL/g으로 각각 측정되었음(그림 3-3-98).

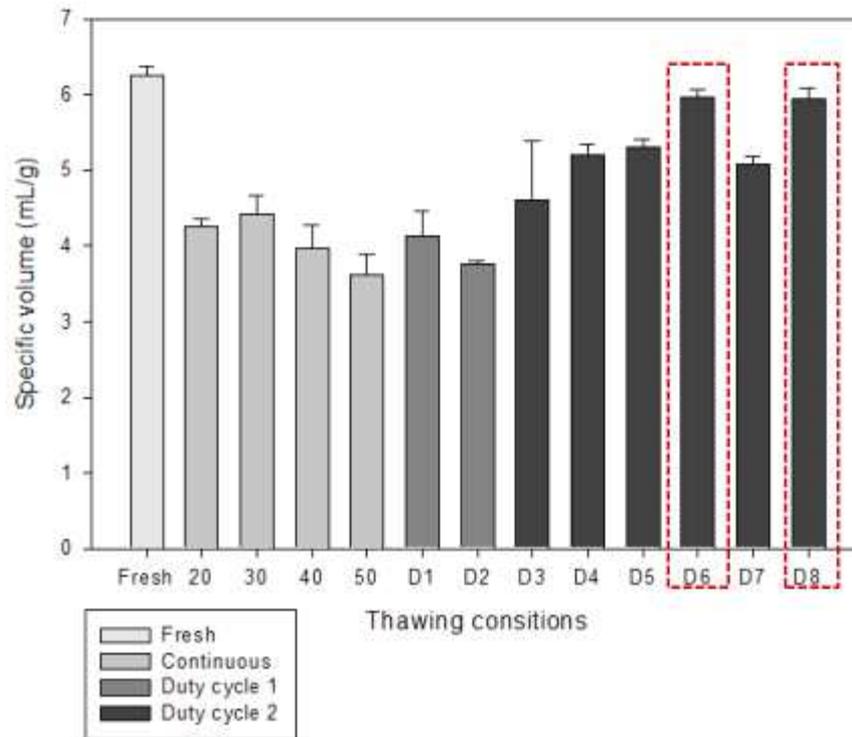


그림 3-3-98. Microwave 간헐 조사 후 구운 크루아상의 specific volume.

Ⓣ 또한 각 조건에 따른 firmness를 측정된 결과 전체적으로 5.26 N인 대조군보다 최소 11.38 N 이상으로 2배 이상 firmness가 증가하는 경향을 보였으며 D4에서 급격히 증가하였다가 off 시간이 길어지며 그 firmness가 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았음(그림 3-3-99).

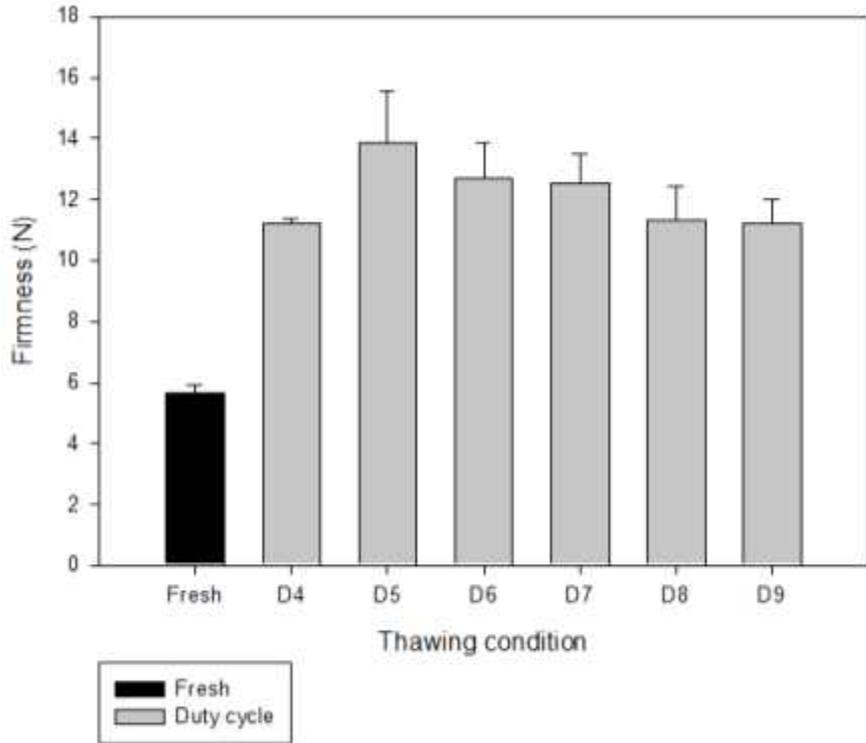


그림 3-3-99. Microwave 간헐 조사 후 구운 크루아상의 firmness.

- Ⓜ 크루아상의 specific volume과 firmness를 측정한 결과 microwave on 시간은 10초, off 시간은 40초인 D6 조건으로 해동 할 경우 총 조사시간 2분 40초로 가장 단시간에 품질 열화를 최소화하여 해동이 종료됨을 확인하였음.
- Ⓝ 이를 열적외선 카메라로 확인한 결과를 그림 3-3-100에 나타내었음. 간헐 조사 주기 중 on시간이 긴 D1 20초 on, 20초 off의 경우 전체적으로 과열되는 현상을 보였으며 이 경우 반죽 내에 층층이 쌓여있는 버터층이 녹는 것을 확인하였음. on 시간이 가장 짧은 5초 on, 5초 off의 경우인 D2는 총 on시간이 같음에도 불구하고 일부만 녹고 거의 파란색으로 나타나 거의 해동되지 않음을 확인하였음.

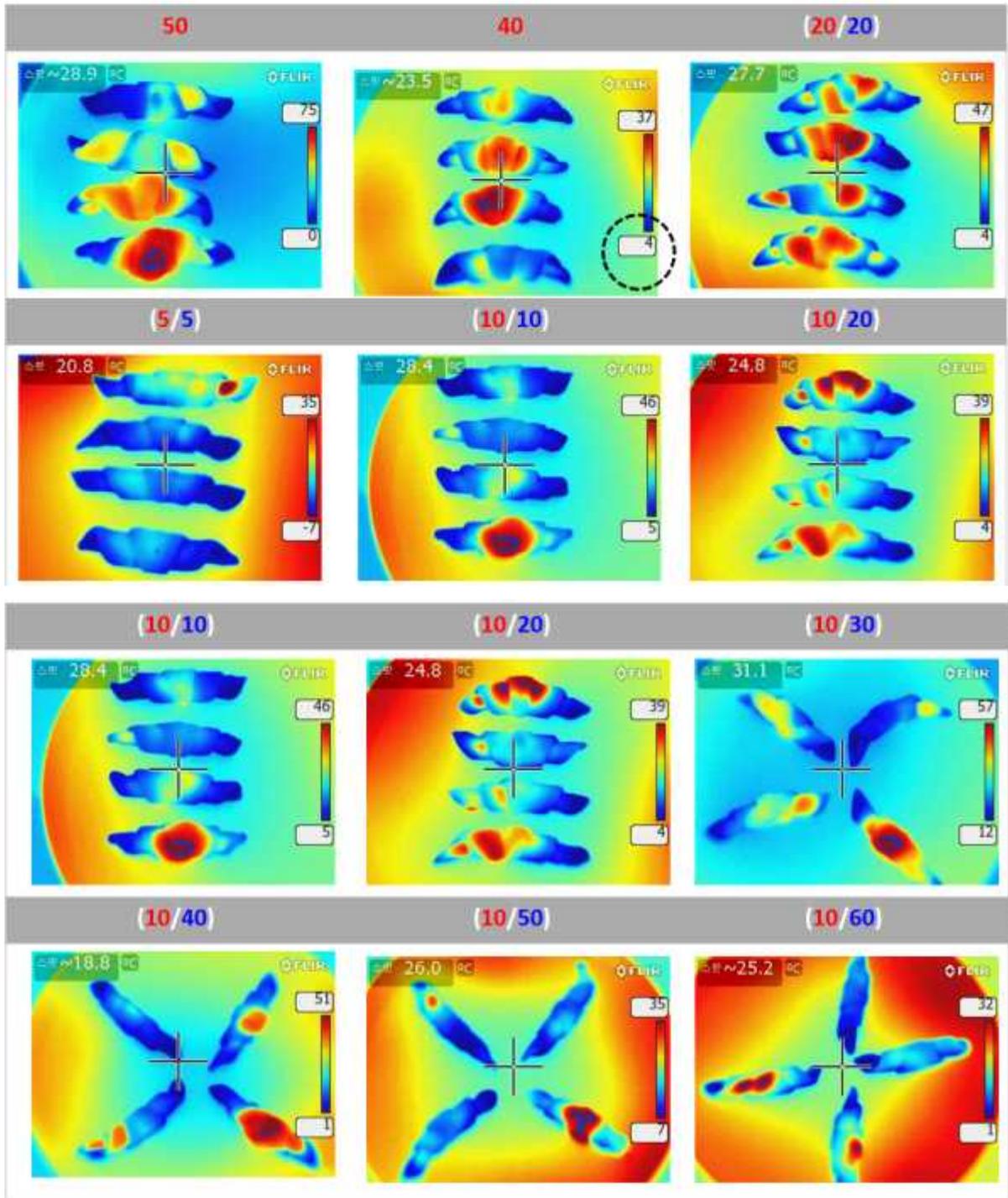


그림 3-3-100. 열적외선 카메라를 이용한 microwave 간헐 조사 시 크루아상의 해동 정도.

(3) 소결론

(가) Microwave를 20초 이상 연속조사 하여 크루아상 반죽을 해동하였을 경우 반죽의 일부분이 익는 현상이 관찰되어서 microwave의 on시간을 20초 이하의 주기로 간헐 조사 하여 반죽이 고르게 녹는 조건을 예비실험 및 본 실험을 통하여 탐색하였음. 해동 조건으로는 microwave on 시간을 15초 이하로 설정하고 off 시간을 다양하게 하여 예비 실험을 하였고 이를 통해 off 시간이 길고 on 시간이 10초 이하일 때 반죽이 고르게

해동되는 결과를 얻었음. 따라서 microwave 조사 주기와 소요 시간을 최소화하기 위해 반죽이 과열되지 않았던 on 시간인 10초를 on 시간으로 정하고 off 시간을 다양화하여 실험한 결과 40초 off일 때에 크루아상의 품질이 대조군과 비슷하였음. 따라서 크루아상 냉동 반죽의 최적 해동 조건은 microwave 10초 on/ 40초 off일 경우로서 4개의 크루아상 반죽을 microwave oven으로 해동 시 총 조사시간은 2분 40초임. Microwave를 이용한 해동 후에도 크루아상 반죽이 수분의 손실 없이 고르게 단시간 내에 해동되며 구운 뒤 품질 유지가 가능한 조건으로 탐색한 결과임.

(나) 상기 해동 실험 결과는 제4협동의 단기능 microwave를 이용한 해동 알고리즘 개발의 기초 데이터로 제공되었음. 냉동 생지의 해동 알고리즘으로서 향후 복합전자레인지의 기능을 개선할 때 반영할 계획임.

2. 결론

가. 연구를 통해 도출된 제빵용(크루아상) 냉동 반죽을 제조하기 위한 최적 냉/해동 조건은 표 3-3-30과 같음.

표 3-3-30. 제빵용 냉동 완제품을 제조하기 위한 최적 냉/해동 조건

	최적 냉동조건	최적 해동조건
크루아상 반죽	<ul style="list-style-type: none"> 냉동 조건이 크루아상 반죽에 미치는 영향과 구운 뒤 크루아상의 품질 비교 시 F-20-20이 적합함. 	<ul style="list-style-type: none"> Microwave oven 시스템에서 10초 on, 40 초 off 주기로 4번 반복 조사하여 총 2분 40초 조사(serving size 4개 기준)

제 4 절 제3협동과제(냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 연장 기술 개발)

[1년차]: 냉장·냉동 생지의 dough syruing 억제 기술 개발

1. 냉장·냉동 중 dough syruing 유발 효소 활성 평가

가. 곡류 분말에 존재하는 xylanase 효소 활성 분석

(1) 실험재료

(가) 본 실험에서는 냉장·냉동 생지 제조를 위하여 곡류가루인 강력분과 박력분을 사용함.

(2) 실험방법

(가) 곡류분말(강력분, 박력분)을 25 mM sodium acetate buffer(pH 4.7)와 sodium phosphate buffer(pH 6.0)에 1:5 비율로 각각 첨가 후, 4°C에서 1시간 교반하여 추출하였다. 상등액에 Xylazyme AX tablet (Megazyme International Ireland, Ireland)을 가하여 40°C에서 17시간 반응시킨 후, 2.0% trizma base solution으로 반응 종결함. #1 whatman filter paper로 거른 후, 560 nm에서 흡광도 측정함. 다른 연구들에서 사용된 pH 4.7과 pH 6.0에서 xylanase 활성을 측정한 결과, 강력분과 박력분 모두 pH 4.7보다 pH 6.0에서 1.75배 더 높은 활성을 보임. Xylanase의 1 unit은 측정 조건하에서 단위시간(1분)동안 arabinoxylan이 환원당 1 μmol 로 전환되는 것을 의미함.

표 3-4-1. 밀가루에 존재하는 xylanase의 pH에 따른 활성

	Xylanase 활성 (unit/g)	
	pH 4.7	pH 6.0
강력분	1.306±0.001	2.029±0.002
박력분	0.854±0.001	1.428±0.022

(2) 실험결과

(가) 강력분 내의 존재하는 xylanase의 최적 pH를 조사하고자 sodium acetate buffer(pH 4-6), sodium phosphate buffer(pH 6-8), Tris-HCl buffer(pH 7-8), Glycine-NaOH buffer(pH 8-10)에서 위와 동일한 방법으로 활성을 측정하였으며, 그 결과 xylanase의 활성은 pH 6.0에서 가장 높은 것을 확인함.

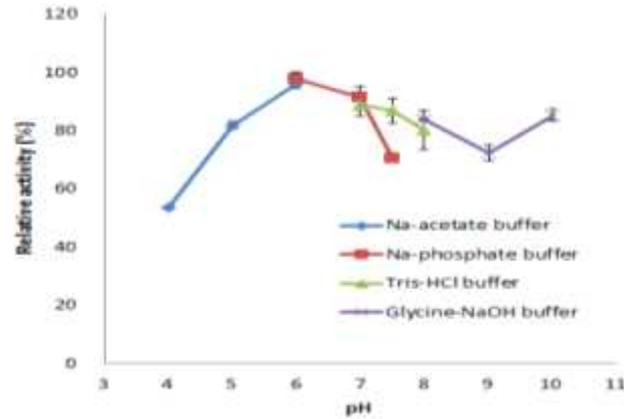


그림 3-4-1. Xylanase의 활성에 미치는 pH의 효과

나. 냉장기간별 곡류 분말에 존재하는 xylanase 효소 활성 분석

(1) 실험재료

(가) 본 실험에서는 곡류분말(강력분, 박력분)을 사용함.

(2) 실험방법

(가) 곡류분말(강력분, 박력분)별 최적반죽 조건시의 물의 양을 Mixolab을 이용하여 구함. 분말 100g, 증류수(0.06% sodium azide containing), NaCl 0.18 g을 준비 후, 100 g pin mixer(National Manufacturing, Lincoln, NE, USA)을 이용하여 3분 30초동안 mixing 함. 도우를 냉장(0, 1, 7, 14일, 5°C) 저장 후, 동결건조하여 채취함. 각 저장기간별로 동결건조한 dough 분말에 존재하는 xylanase의 활성을 측정하기 위해 위와 동일한 방법으로 pH 6.0에서 측정함.

(3) 실험결과

(가) 표 3-4-1에서 보는 것과 같이, 냉장저장 기간 동안 dough내 xylanase의 활성 차이가 10% 내외이며, 14일이 지난 후에도 xylanase의 활성이 존재하는 것을 보임. 냉동 12주 이후에도 xylanase의 활성이 소실되지 않고 존재함.

표 3-4-2. 냉장기간별 곡류분말에 존재하는 xylanase의 활성

	Xylanase 활성 (unit/g)	
	강력분	박력분
밀가루	2.029±0.002	1.428±0.022
냉장 0일	2.034±0.007	1.496±0.012
냉장 1일	2.111±0.031	1.510±0.005
냉장 7일	2.003±0.004	1.609±0.005
냉장 14일	2.067±0.002	1.609±0.008

표 3-4-3. 냉동기간별 곡류분말에 존재하는 xylanase의 활성

	Xylanase 활성 (U/g)	
	강력분	박력분
밀가루	2.029±0.002	1.428±0.022
냉동 12주	1.931±0.000	1.407±0.004

다. 냉장·냉동 저장 중 xylanase에 의한 생지의 dough syruping 패턴 분석

(1) 실험재료

(가) 본 실험에서는 곡류분말(강력분, 박력분)을 사용함.

(2) 실험방법

(가) 곡류분말(강력분, 박력분)별 최적반죽 조건시의 물의 양은 Mixolab을 이용하여 구하였다. 분말 100 g, 증류수(0.06% sodium azide containing), NaCl 0.18 g을 준비 후, 100 g pin mixer를 이용하여 적절한 시간(3분 30초)동안 mixing 하였다. 4 g 씩 나뉘서 냉장(0, 1, 3, 7, 14, 21, 35일, 5℃)저장, 냉동(0, 4주, 8주, -20℃)저장함. 원심분리 후, 상등액을 2시간 동안 같은 기울기로 놓아 draining 시킴. Dough 무게에서 침전물의 무게를 뺀 값이 상등액의 무게이며, dough syruping은 dough로부터 분리된 상등액의 무게 백분율로 표현함.

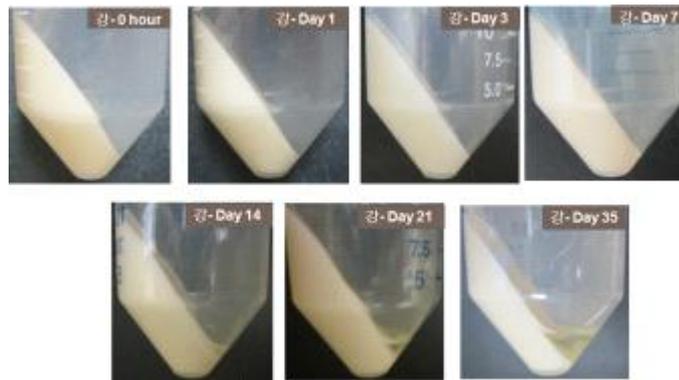


그림 3-4-2. 강력분으로 만든 dough의 냉장기간 별 syruping 현상

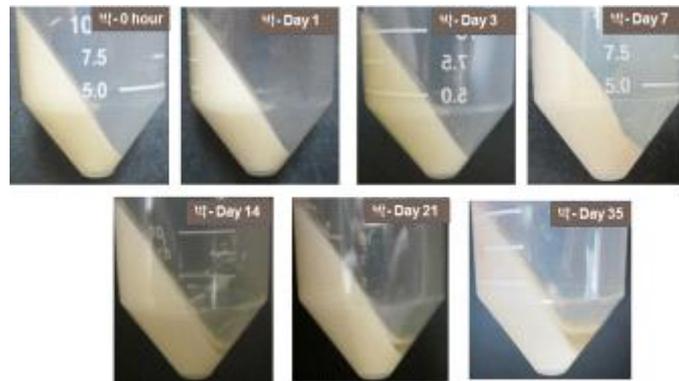


그림 3-4-3. 박력분으로 만든 dough의 냉장기간 별 syruping 현상

(2) 실험결과

(가) 냉장저장 결과, 7일 이후부터 시럽이 육안으로 보일 정도로 생성되었으며, 35일 이후에는 강력분, 박력분 모두 7% 정도의 syruping이 일어나는 것을 확인함.

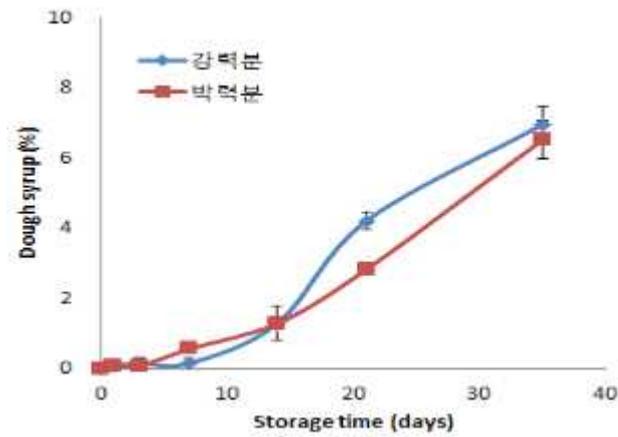


그림 3-4-4. 냉장 기간별 syruping 현상



그림 3-4-5. 강력분으로 만든 dough의 냉동기간에 따른 syruping 현상



그림 3-4-6. 박력분으로 만든 dough의 냉동기간에 따른 syruping 현상

(나) 냉동보관 4주에 육안으로 보일 정도로 시럽이 생성되었으며, 냉동 12주 이후에는 강력분 3.8% 박력분 6.4%의 syruping이 일어나는 것을 확인함.

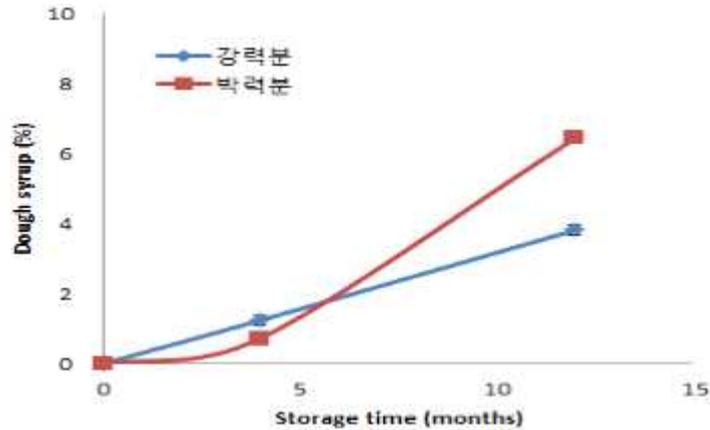


그림 3-4-7. 냉동 기간에 따른 syruping 현상

라. 저장기간에 따른 xylanase에 의한 arbinoxylan 분자량 확인

(1) 실험재료

(가) 동결건조한 dough 분말(강력분, 박력분)에서 수용성 arabinoxylan을 추출하여 사용함.

(2) 실험방법

(가) 냉장저장(0, 7, 14, 35일)동안 xylanase에 의한 arabinoxylan의 분자량 변화를 보기 위해 동결건조한 dough 분말(강력분, 박력분)에서 수용성 arabinoxylan을 추출하였고 추출한 arabinoxylan을 증류수에 녹인 후 HPSEC-RI system을 이용하여 분석함(그림 3-4-8).

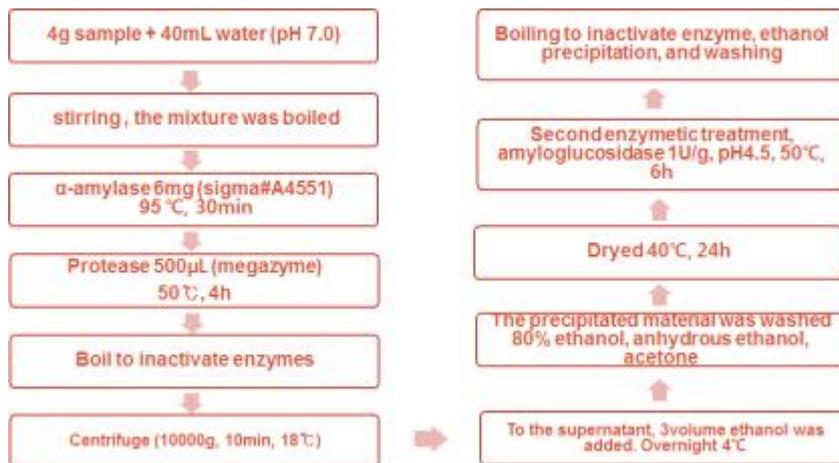


그림 3-4-8. 수용성 arabinoxylan 추출 과정

(3) 실험결과

(가) 냉장저장 기간이 0일에서 35일로 진행될수록 강력분 및 박력분 dough 내의 수용성 arabinoxylan의 분자량이 작아진 것을 보임. 이는 냉장저장 동안 dough 내의 xylanase의 활성으로 인한 분자량의 저하로 생각됨.

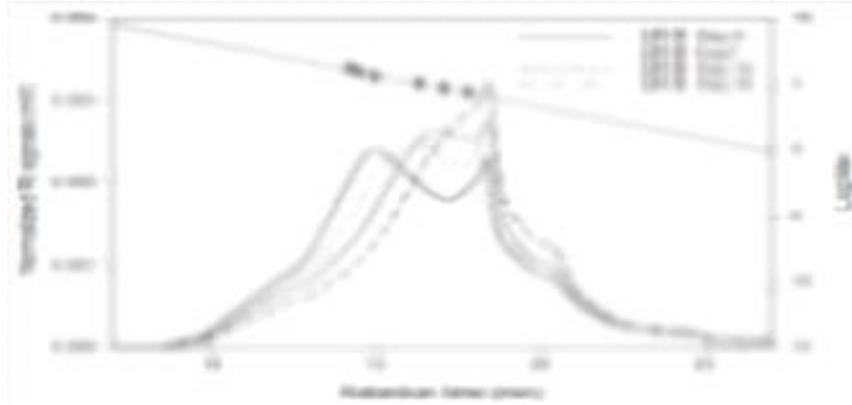


그림 3-4-9. 냉장 저장 기간 별 dough 내 수용성 arabinoxylan의 분자량 변화 (좌:강력분 우:박력분)/분자량 표준물질은 왼쪽에서부터 오른쪽으로 1600, 788, 400, 112, 47.3, 22.8 kDa.

2. Hydrocolloid를 활용한 냉해동 안정성 증진

가. 냉해동 안정성 분석 전략

(1) 실험재료

(가) 본 실험에서는 식물에서 유래된 Guar gum, 미생물에서 유래된 Xanthan gum, 해조류에서 유래된 Carrageenan 등 3가지 hydrocolloids를 선정하여 사용하였고, 효소는 Transglutaminase, Viscozyme을 사용함.

(2) 실험방법

(가) 선정된 hydrocolloid를 활용하여 단백질 결합 효소인 Transglutaminase, 세포벽 분해 효소인 Viscozyme을 사용하여 이들이 냉장/냉동 생지의 dough syruping에 미치는 영향을 저장 기간에 따라 분석함(그림 3-4-10).

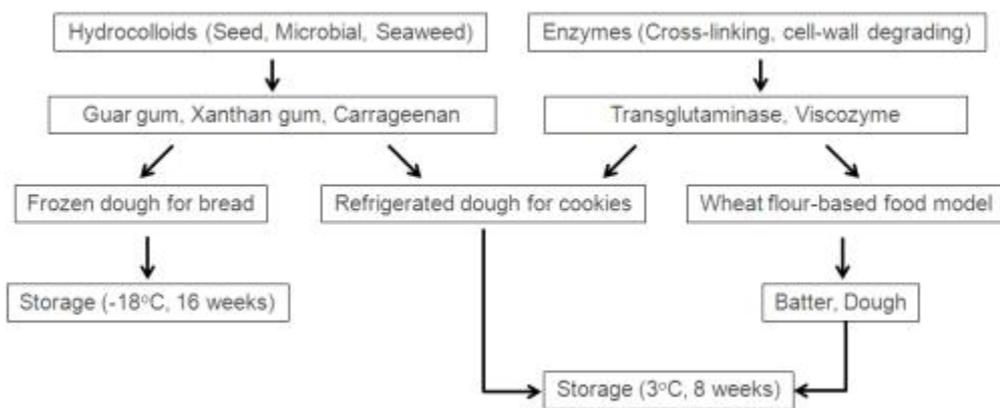


그림 3-4-10. 냉해동 안정성 평가 개요도

나. Hydrocolloid 종류별 수화능 평가

(1) 실험재료

(가) 본 실험에서는 Guar gum, Xanthan gum, Carrageenan 등 3가지 hydrocolloids를 사

용함.

(2) 실험방법

(가) 밀가루 0.5 g에 hydrocolloid 용액 30 mL를 혼합하고, 혼합한 시료를 각 각 상온과 100℃에서 30분간 방치 후 15,000 × g에서 30분간 원심분리 하여 상등액과 침전물을 얻음. 이후 각각의 무게를 측정하고 상등액을 105℃에서 건조하여 무게를 측정함. 측정된 각각의 무게로부터 수화능을 나타내는 3가지 ‘수분흡수능(WAI; water absorption index), 용해도(WS; water solubility), 팽윤력(SP; swelling power)’는 아래의 식에 의하여 계산함(수식 1).

✓ Water absorption index (WAI) = wet sediment weight / dry sample weight
 ✓ Water solubility (WS, %) = dry supernatant weight / dry sample weight × 100
 ✓ Swelling power (SP) = wet sediment weight / dry sample weight × [1 - (WS/100)]

수식 1. 수화능 평가 계산식

(3) 실험결과

(가) 밀가루와 0.01%, 0.05%, 0.10%의 Guar gum, Xanthan gum, Carrageenan 용액을 각 섞어 상온과 100도에서의 수화능을 측정한 결과, 상온에서는 hydrocolloid용액의 첨가하는 농도가 증가할수록 수화능이 커지는 경향을 보였음. 이는 hydrocolloid가 물과 친화력이 있기 때문으로 생각되어짐. Hydrocolloid 용액을 가열할 경우에는 전분의 호화로 인하여 hydrocolloid에 상관없이 수화능이 급격이 증가함. 그러나 100℃에서 대조구와 비교하여 0.01% hydrocolloid를 첨가한 시료에서는 수분흡수능, 용해도, 팽윤력이 유의적으로 차이가 없거나 오히려 약간 감소되는 경향을 확인함. 하지만, 그 이상으로 hydrocolloid의 농도가 증가할수록 수화능이 같이 증가하는 것이 관찰되었는데, hydrocolloid의 종류에 따른 현격한 차이점은 관찰되지 않았음.

표 3-4-4. 온도에 따른 Xanthan gum의 농도별 수화능 평가

		Control	Guar gum (%)		
			0.01	0.05	0.10
25℃	WAI	1.74 ^a ±0.02	1.78 ^d ±0.02	1.83 ^e ±0.02	1.94 ^b ±0.01
	WS(%)	6.57 ^f ±0.19	7.29 ^e ±0.14	8.80 ^d ±0.05	10.98 ^a ±0.12
	SP	1.87 ^h ±0.02	1.92 ^g ±0.02	2.01 ^e ±0.02	2.18 ^f ±0.02
100℃	WAI	8.91 ^f ±0.26	8.82 ^f ±0.24	9.28 ^{de} ±0.50	10.70 ^a ±0.50
	WS(%)	23.75 ^d ±0.39	24.18 ^d ±0.91	24.96 ^c ±0.47	26.51 ^b ±0.26
	SP	11.69 ^d ±0.39	11.63 ^{de} ±0.28	12.37 ^c ±0.72	14.56 ^a ±0.70

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at p < 0.05)

표 3-4-5. 온도에 따른 Carrageenan의 농도별 수화능 평가

		Control	Carrageenan (%)		
			0.01	0.05	0.10
25℃	WAI	1.74 ^a ±0.02	1.79 ^c ±0.03	1.78 ^c ±0.01	1.83 ^c ±0.01
	WS(%)	6.57 ^f ±0.19	6.40 ^g ±0.08	9.34 ^e ±0.11	11.90 ^a ±0.06
	SP	1.87 ^h ±0.02	1.91 ^g ±0.03	1.97 ^f ±0.01	2.08 ^d ±0.02
100℃	WAI	8.91 ^f ±0.26	8.96 ^{ef} ±0.26	9.27 ^{de} ±0.07	9.42 ^{cd} ±0.21
	WS(%)	23.75 ^d ±0.39	21.25 ^e ±0.59	24.26 ^d ±0.47	27.03 ^b ±0.42
	SP	11.69 ^d ±0.39	11.38 ^{de} ±0.40	12.23 ^c ±0.09	12.91 ^b ±0.29

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

다. 냉동·냉장저장 중 hydrocolloid 첨가에 따른 dough syruing 평가

(1) Hydrocolloid 첨가에 따른 냉동용 제빵 생지의 dough syruing 분석

(가) 실험재료

① 본 실험에서는 Guar gum, Xanthan gum, Carrageenan 등 3가지 hydrocolloid를 사용함.

(나) 실험방법

② Hydrocolloid 용액을 0.2, 0.4%(w/v)로 만들고, mixer에서 밀가루 100 g, 소금 3 g, 설탕 1.5 g, 이스트 2 g, 쇼트닝 3 g, 아스코르브산(50 ppm) 2.5 mL 그리고 hydrocolloid 용액 64.2 g을 넣고 혼합하여 반죽(dough)을 만듦. 그 후 반죽을 분할하여 falcon tube에 담아 -18℃에서 저장하면서 일정한 저장기간(2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 weeks)이 지난 뒤 꺼내어 dough syruing을 측정함.

표 3-4-6. 냉동용 제빵 생지 배합비

	Flour	Shortening	Salt	Sugar	Yeast	Water	Ascorbic acid (50ppm)
Flour basis (%)	100.0	3.0	1.5	6.0	2.0	64.2	2.5

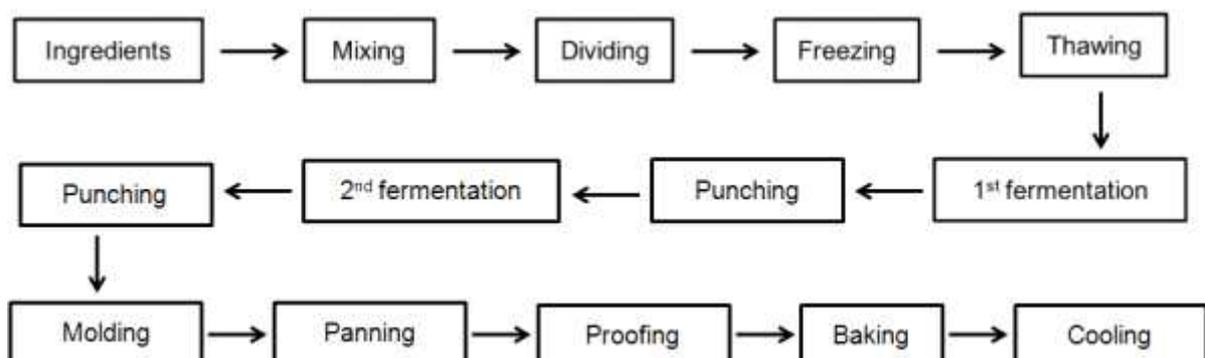


그림 3-4-11. 냉동용 제빵생지 공정도

$$\text{Dough syruping (\%)} = \frac{\text{Dough weight} - \text{Precipitate weight}}{\text{Dough weight}} \times 100$$

수식 2. Dough syruping 계산식

(다) 실험결과

③ Hydrocolloid(Guar gum, Xanthan gum, Carrageenan) 용액을 각각 0.2, 0.4% 첨가한 냉동용 제빵 생지의 dough syruping을 분석한 결과, 8주 정도까지는 대조구와 hydrocolloid를 첨가한 냉동용 제빵생지 모두 dough syruping이 크게 발생하지 않았음. 하지만 8주 이후로 대조구에서는 dough syruping 현상이 서서히 증가하면서 16주차에서 반죽 표면에 syrup 발생이 처음에 비해 약 3배 정도 증가함. Hydrocolloid를 첨가한 제빵 생지의 경우, 대조구보다 dough syruping 현상이 저감화 되는 경향을 보였으며, 특히 Carrageenan을 첨가16주 후에 대조구에 비하여 도우시러핑이 57.2% 감소됨.

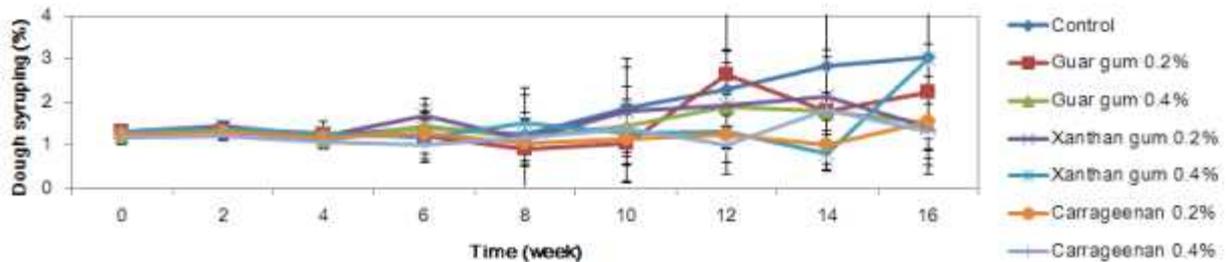


그림 3-4-12. Hydrocolloid 첨가에 따른 냉동용 제빵생지의 dough syruping 평가

표 3-4-7. Hydrocolloid 첨가에 따른 냉동용 제빵생지의 dough syruping 평가

Storage time (week)	Control (%)	Guar gum (%)		Xanthan gum (%)		Carrageenan (%)	
		0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4
0	1.24±0.03abc	1.31±0.06ab	1.22±0.10bc	1.33±0.10a	1.32±0.15ab	1.26±0.12abc	1.19±0.18c
2	1.40±0.14a	1.32±0.19ab	1.34±0.06ab	1.45±0.06a	1.37±0.10ab	1.33±0.14ab	1.22±0.10b
4	1.21±0.17a	1.23±0.18a	1.12±0.06a	1.23±0.14a	1.27±0.26a	1.16±0.19a	1.09±0.18a
6	1.41±0.36ab	1.21±0.40ab	1.45±0.48ab	1.67±0.40a	1.19±0.57ab	1.30±0.29ab	1.01±0.33b
8	1.23±0.40a	0.91±0.35a	1.19±0.36a	1.16±0.38a	1.52±0.63a	1.04±0.55a	1.16±1.16a
10	1.85±0.95a	1.04±0.92a	1.44±0.62a	1.77±1.23a	1.26±1.10a	1.15±0.57a	1.39±0.65a
12	2.28±0.88a	2.64±1.74ab	1.90±1.00ab	1.92±1.31ab	1.32±0.37b	1.24±0.92ab	1.02±0.41b
14	2.83±1.22a	1.80±1.41abc	1.79±0.44abc	2.14±0.90ab	0.81±0.23c	1.01±0.56bc	1.81±1.00abc
16	3.04±2.17a	2.24±1.11ab	1.51±0.81b	1.42±0.53b	2.99±1.47a	1.57±1.04b	1.30±0.97b

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at p < 0.05)

(2) Hydrocolloid 첨가에 따른 냉장용 쿠키 생지의 dough syruping 분석

(가) 실험재료

① 본 실험에서는 Guar gum, Xanthan gum, Carrageenan 등 3가지 hydrocolloid를 사용함.

(나) 실험방법

② Hydrocolloid 용액을 0.2, 0.4%(w/v)로 만듦. Mixer에서 밀가루 100 g, 흰설탕 32 g, 흑설탕 10 g, 탈지분유 1.02 g, 탄산수소나트륨 1.02 g, 액상과당 1.52 g, 소금 1.24 g, 쇼트닝 44.44 g 그리고 hydrocolloid 용액 22 g을 넣고 믹싱하여 반죽 (dough)을 만든 뒤 반죽을 분할하여 falcon tube에 담아 4°C에서 저장하면서 일정한 저장기간(2, 4, 6, 8 weeks)이 지난 뒤 꺼내어 dough syruing을 측정함.

표 3-4-8. 냉장용 쿠키생지배합비

	Flour	White sugar	Brown sugar	Non-fat dry milk	Sodium bicarbonate	High fructose corn syrup (HFCS)	Salt	Shortening	Water
Flour basis (%)	100.00	32.00	10.00	1.02	1.02	1.52	1.24	44.44	22.00

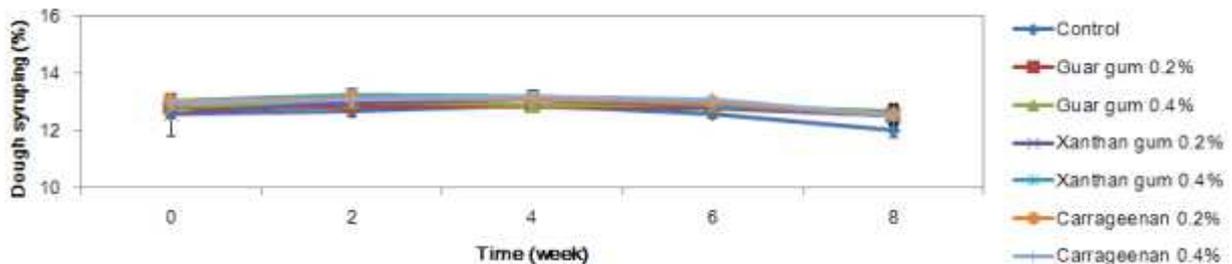


그림 3-4-13. Hydrocolloid 첨가에 따른 냉장용 쿠키생지의 dough syruing 평가

표 3-4-9. Hydrocolloid 첨가에 따른 냉장용 쿠키생지의 dough syruing 평가

Storage time (week)	Control (%)	Guar gum (%)		Xanthan gum (%)		Carrageenan (%)	
		0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4
0	12.55±0.14b	12.76±0.24ab	12.84±0.26ab	12.55±0.73b	13.02±0.23a	13.02±0.12a	12.97±0.11a
2	12.67±0.19d	12.85±0.15c	13.03±0.23b	12.97±0.31bc	13.23±0.21a	13.11±0.21ab	13.10±0.05ab
4	12.86±0.08b	12.84±0.19b	12.89±0.23b	13.10±0.15a	13.19±0.18a	13.10±0.08a	13.21±0.07a
6	12.57±0.17d	12.80±0.24c	12.86±0.23bc	12.81±0.08c	12.88±0.18bc	13.00±0.07ab	13.10±0.05a
8	11.99±0.25b	12.51±0.29a	12.70±0.20a	12.51±0.33a	12.57±0.35a	12.50±0.14a	12.54±0.13a

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

3. 효소적 처리를 통한 냉해동 안정성 개선

가. 효소적 처리에 따른 냉장용 쿠키 생지의 dough syruing 분석

(1) 실험방법

(가) 효소(Transglutaminase, Viscozyme) 처리에 따른 냉장용 쿠키 생지의 dough syruing을 분석하기 위해 밀가루 300 g에 Transglutaminase, Viscozyme 각

각의 효소를 밀가루 대비 2% 대체하여 6 g, 액상과당 4.56 g과 물 66 g을 섞은 후 8시간 동안 반응함. Mixer에 효소와 반응시킨 가루 250 g, 흰설탕 64.79 g, 흑설탕 20.24 g, 탈지분유 2.5 g, 탄산수소나트륨 2.07 g, 소금 2.07 g, 쇼트닝 89.95 g 넣고 믹싱하여 반죽(dough)을 만듦. 그 후 반죽을 분할하여 falcon tube에 담아 4°C에서 저장하면서 일정한 저장기간(1, 2, 4, 6, 8 weeks)이 지난 뒤 꺼내어 dough syruiping을 측정함.

(2) 실험결과

(가) 효소적 처리에 따른 강력분 반죽의 dough syruiping 측정 결과, Viscozyme으로 처리한 반죽의 경우, 전체 저장기간 동안 대조구보다 높은 dough syruiping 현상이 일어나며, Viscozyme의 농도가 높을수록 반죽 표면에서 syrup으로 분리되는 현상이 크게 일어남. 또한 저장기간이 1주일 지난 후에 dough syruiping이 크게 증가하며 그 이후에도 서서히 증가하는 경향을 보였고 반면에 Transglutaminase로 처리한 반죽에 경우 냉장저장 기간 중에 발생하는 dough syruiping 현상이 대조구에 비해 감소하는 경향을 확인함. 특히, 8주간 저장 후 대조구의 경우 약 9.6%의 dough syruiping이 관찰된 반면, Transglutaminase 2%의 경우 dough syruiping 값이 약 4.3%로서 약 55.0%의 dough syruiping 현상이 저감화 되었음.

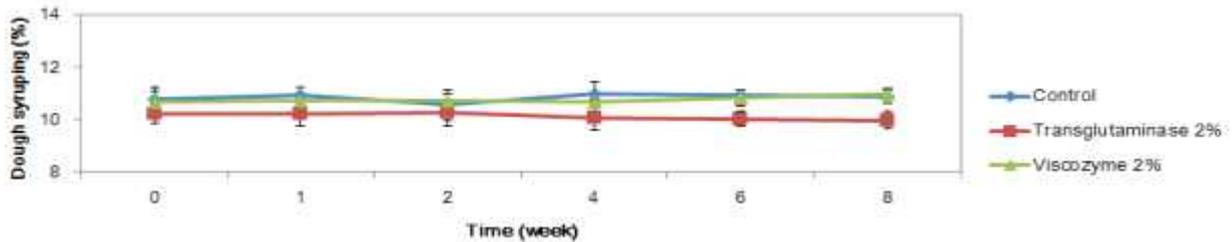


그림 3-4-14. 효소적 처리에 따른 냉장용 쿠키생지의 dough syruiping 평가

표 3-4-10. 효소적 처리에 따른 냉장용 쿠키생지의 dough syruiping 평가

Storage time (week)	Control (%)	2% Transglutaminase (%)	2% Viscozyme (%)
0	10.76±0.35a	10.22±0.39b	10.69±0.55a
1	10.95±0.29a	10.23±0.45c	10.71±0.22b
2	10.56±0.58a	10.26±0.48c	10.75±0.26b
4	11.01±0.43a	10.08±0.50c	10.70±0.08b
6	10.96±0.19a	10.03±0.28b	10.82±0.31a
8	10.88±0.26a	9.99±0.31b	10.97±0.23a

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at p < 0.05)

표 3-4-11. 효소적 처리에 따른 강력분 반죽의 dough syruiping 평가

Storage time (week)	Control (%)	Transglutaminase (%)		Viscozyme (%)	
		1	2	1	2
0	0.46±0.03c	0.50±0.12c	0.51±0.12c	1.02±0.44b	4.02±0.58a
1	0.63±0.19c	0.62±0.33c	0.86±0.13c	13.51±1.29b	16.46±1.35a
2	0.75±0.29c	0.58±0.21c	0.64±0.10c	16.53±1.00b	18.78±1.18a
4	3.16±1.22c	0.85±0.41d	0.70±0.29d	18.12±0.39b	21.09±1.94a
6	6.57±1.57c	2.63±1.56d	1.92±1.66d	20.52±0.27b	22.91±0.46a
8	9.61±1.71c	5.02±1.46d	4.32±1.69d	21.93±0.27b	23.50±0.46a

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

나. 효소적 처리에 따른 박력분 반죽의 dough syruiping 분석

(1) 실험방법

(가) 효소(Transglutaminase, Viscozyme) 처리에 따른 박력분 반죽의 dough syruiping을 분석하기 위해 Transglutaminase, Viscozyme 각 각을 박력분 대비 1, 2% 대체하여 물 50.96 g에 녹여 활성화 시킨 후, mixer에서 박력분 100 g, 소금 1.8 g 그리고 효소를 녹인 물을 넣고 반죽해서 만듦. 그 후 반죽을 분할하여 falcon tube에 담아 water bath (40℃) 안에서 2시간 동안 반응시킨 후, 4℃에서 저장하면서 일정한 저장기간(1, 2, 4, 6, 8 weeks)이 지난 뒤 꺼내어 dough syruiping을 측정함.

(2) 실험결과

(가) 효소적 처리에 따른 박력분 반죽의 dough syruiping 측정 결과, Viscozyme으로 처리한 반죽의 경우, 전체 저장기간 동안 대조구보다 높은 dough syruiping 현상이 일어남. 또한, 1주일 냉장 저장 후에 dough syruiping이 크게 증가한 후, 서서히 감소하는 경향을 확인함. 반면, Transglutaminase로 처리한 반죽에 경우 냉장저장 기간 중에 발생하는 dough syruiping 현상이 대조구에 비해 감소하는 경향을 확인함. 특히, 8주간 저장 후 대조구의 경우 약 10.3%의 dough syruiping이 관찰된 반면, Transglutaminase 2%의 경우 dough syruiping 값이 약 1.7%로서 약 83.6%의 dough syruiping 현상이 저감화 되었음.

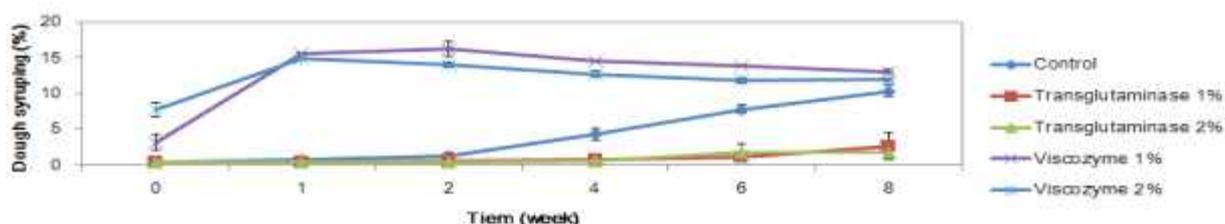


그림 3-4-15. 효소적 처리에 따른 박력분 반죽의 dough syruiping 평가

표 3-4-12. 효소적 처리에 따른 박력분 반죽의 dough syruiping 평가

Storage time (week)	Control (%)	Transglutaminase (%)		Viscozyme (%)	
		1	2	1	2
0	0.43±0.08c	0.39±0.12c	0.43±0.10c	3.20±1.16b	7.74±1.01a
1	0.75±0.24c	0.49±0.23d	0.40±0.05d	15.63±0.19a	14.88±0.14b
2	1.23±0.53c	0.49±0.10d	0.47±0.06d	16.28±1.02a	14.01±0.37b
4	4.25±0.85c	0.74±0.54d	0.56±0.05d	14.58±0.12a	12.75±0.42b
6	7.77±0.61c	1.15±0.74d	1.81±1.16d	13.86±0.13a	11.88±0.32b
8	10.31±0.77b	2.66±1.79c	1.69±0.91c	13.07±0.25a	11.93±0.26a

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

다. 효소적 처리에 따른 액상 반죽의 dough syruiping 분석

(1) 실험방법

(가) 효소(Transglutaminase, Viscozyme) 처리에 따른 액상 반죽의 dough syruiping을 분석하기 위해 Transglutaminase, Viscozyme 각 각을 밀가루 대비 1, 2% 대체하여 물 140 g에 녹여 활성화 시킨 후, mixer에서 밀가루 96 g, 소금 3 g, 탄산수소나트륨 1 g 그리고 효소를 물을 넣고 혼합하여 만듦. 그 후 액상반죽의 일정량을 falcon tube에 담아 water bath(40°C) 안에서 2시간 동안 반응시킨 후, 4°C에서 저장하면서 일정한 저장기간(1, 2, 4, 6, 8 weeks)이 지난 뒤 꺼내어 dough syruiping을 측정함.

(2) 실험결과

(가) 효소(Transglutaminase를 처리한 액상반죽의 경우 대조구나 Viscozyme으로 효소처리한 액상반죽보다 dough syruiping의 현상이 더 적게 나타남. 또한 위에 그림에서와 같이, Transglutaminase로 처리한 시료가 상분리 현상이 더 적게 일어난 것을 확인함. 특히, 대조구 및 Viscozyme 처리 샘플의 경우 dough syruiping에 의한 갈색 물질 형성이 뚜렷이 관찰되었지만, Transglutaminase 처리 시 이러한 갈색 물질 전혀 생성되지 않았음. 따라서, 이러한 Transglutaminase 처리가 냉장 반죽의 dough syruiping 억제에 탁월한 효과가 있음을 보여줌. 이와 같이 Transglutaminase가 냉장 반죽의 도우 시러핑을 저하시키는 효과를 확인하였고, 아울러 실제 제품 적용을 위해 반죽 물성에 어떠한 영향을 미치는 지를 Mixolab를 사용하여 조사함.

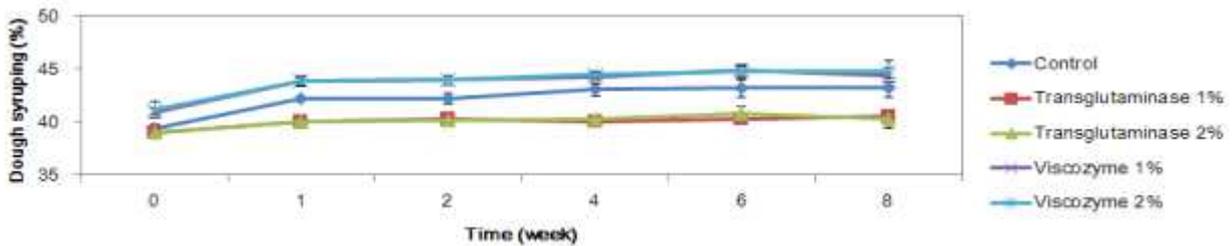


그림 3-4-16. 효소적 처리에 따른 액상 반죽의 dough syruiping 평가

표 3-4-13. 효소적 처리에 따른 액상 반죽의 dough syringing 평가

Storage time (week)	Control (%)	Transglutaminase (%)		Viscozyme (%)	
		1	2	1	2
0	39.42±0.36b	38.95±0.25b	39.05±0.30b	40.95±0.32a	41.20±0.74a
1	42.27±0.11c	40.05±0.27d	40.00±0.20d	43.47±0.52b	43.82±0.34a
2	42.19±0.51b	40.29±0.31c	40.11±0.42c	43.96±0.45a	44.02±0.14a
4	43.08±0.57b	40.05±0.42c	40.30±0.23c	44.26±0.36a	44.53±0.24a
6	43.25±0.85b	40.29±0.50c	40.78±0.67c	44.84±0.43a	44.70±0.74a
8	43.21±0.93b	40.55±0.53c	40.35±0.90c	44.32±0.81a	44.75±1.00a

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

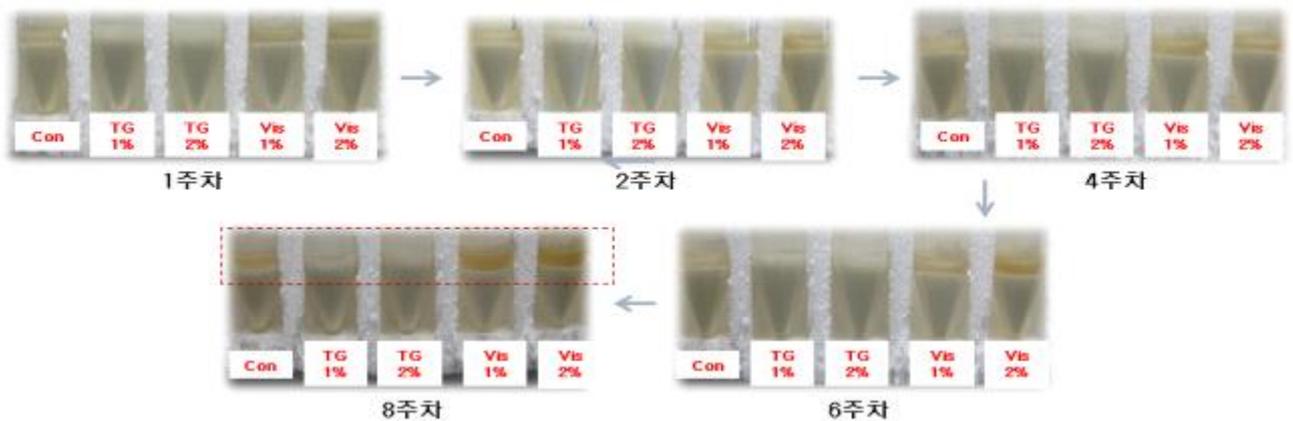


그림 3-4-17. 효소적 처리에 따른 액상 반죽의 상분리 현상

(나) 위 Mixolab 결과에서 보여지는 바와 같이 Transglutaminase를 첨가 시, 효소를 처리하지 않은 샘플에 비해 믹소랩 torque 값이 높게 측정됨. 이것은 Transglutaminase 반응에 의해 반죽 내부에서 형성된 단백질 가교결합으로 인해 도우형성에 필요한 힘의 크기가 증가한 것으로 보였으며, 또한 효소 처리의 농도를 증가시킬수록 반죽의 stability는 증가하는 반면, 도우를 형성하는데 필요한 development time은 줄어들음. 냉동생지의 도우 시러핑을 억제하는 기술은 전 세계적으로도 매우 드문 실정이며, 특히 효소 (Transglutaminase)를 이용한 기법은 본 연구팀만이 보유하고 있는 독창적 기술로서 큰 의미가 있음. 따라서, 기존 기술과 차별화될 수 있는 기술로 국내 식품 산업의 기술 경쟁력을 높여 앞으로의 발전에 기여할 것임. Transglutaminase는 현재 40,000원/kg으로 시중에 팔리고 있어 사용에 따른 원가 상승이 예상되지만, dough syringing억제에 따라 질 개선 효과를 통한 제품 유통기한 연장 및 대량생산 상업화에 따른 원가 절감으로 원가 상승 부분을 상쇄시킬 수 있을 것으로 기대되어짐.

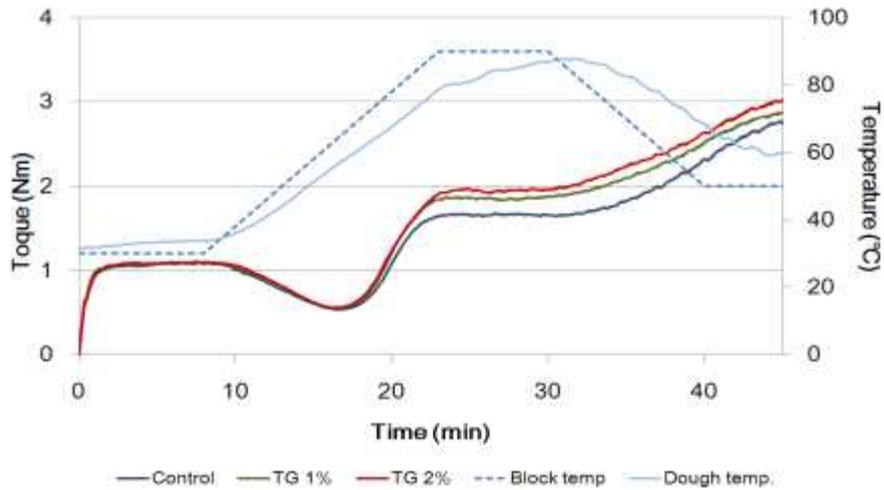


그림 3-4-18. Transglutaminase 처리에 따른 반죽 형성 특성 분석

표 3-4-14. Transglutaminase 처리에 따른 반죽 형성 특성 분석

		Control	TG 1%	TG 2%
Torque (Nm)	C1	1.10 ^a ±0.01	1.10 ^a ±0.01	1.11 ^a ±0.01
	C2	0.54 ^b ±0.01	0.56 ^{ab} ±0.00	0.56 ^a ±0.01
	C3	1.64 ^b ±0.01	1.86 ^a ±0.02	1.93 ^a ±0.06
	C4	1.66 ^b ±0.01	1.84 ^a ±0.05	1.96 ^a ±0.06
	C5	2.72 ^c ±0.07	2.90 ^b ±0.03	3.05 ^a ±0.03
Stability (min)		9.71 ^b ±0.06	10.32 ^a ±0.23	10.65 ^a ±0.00
Development time (min)		7.99 ^a ±0.16	7.61 ^a ±0.08	4.53 ^a ±1.99
Water absorption (%)		61.1 ^a ±0.00	60.6 ^b ±0.07	60.1 ^c ±0.00
Slope	α	-0.07 ^a ±0.01	-0.04 ^a ±0.06	-0.06 ^a ±0.06
	β	0.34 ^a ±0.02	0.38 ^a ±0.00	0.30 ^a ±0.05
	γ	0.02 ^a ±0.03	-0.02 ^a ±0.01	-0.01 ^a ±0.01

(Means with different letters in the in the same row differ significantly at $p < 0.05$)

[2년차]: 냉동 완제품의 노화 억제 기술 개발

1. 냉동 및 저장 조건에 따른 노화 패턴 분석

가. 냉동용 제빵 생지의 제조공정 및 전분 노화도 분석 제시

(1) 실험방법

(가) 냉동생지 제조

① 본 실험에서는 냉동 및 저장 조건에 따른 노화 억제 패턴 분석을 위하여 먼저, American association of cereal chemists (AACC) 공인 방법을 활용하여 냉동용 제빵 생지를 제조 후 밀가루 300 g, 소금 4.5 g, 설탕 18.0 g, 이스트 3.0 g, 쇼트닝 9.0 g, 아스코르브산(200 ppm) 7.5 mL 그리고 물 185.1 g을 넣고 3분 30초 동안 혼합하여 반죽(dough)을 만든 후 분할하여 냉동고에서 2시간 보관하고 그 후 비닐 팩으로 반죽을 포장한 뒤 다시 2주간 냉동 저장함.

	Flour	Shortening	Salt	Sugar	Yeast	Water	Ascorbic acid
Flour basis (%)	100.0	3.0	1.5	6.0	1.0	61.7	200ppm

표 3-4-15. 냉동용 제빵 생지 배합비

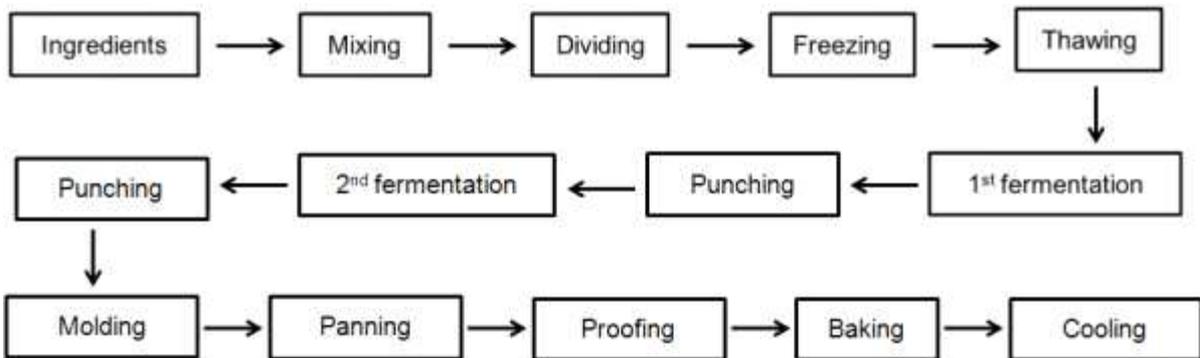


그림 3-4-19. 냉동용 제빵 생지 공정도

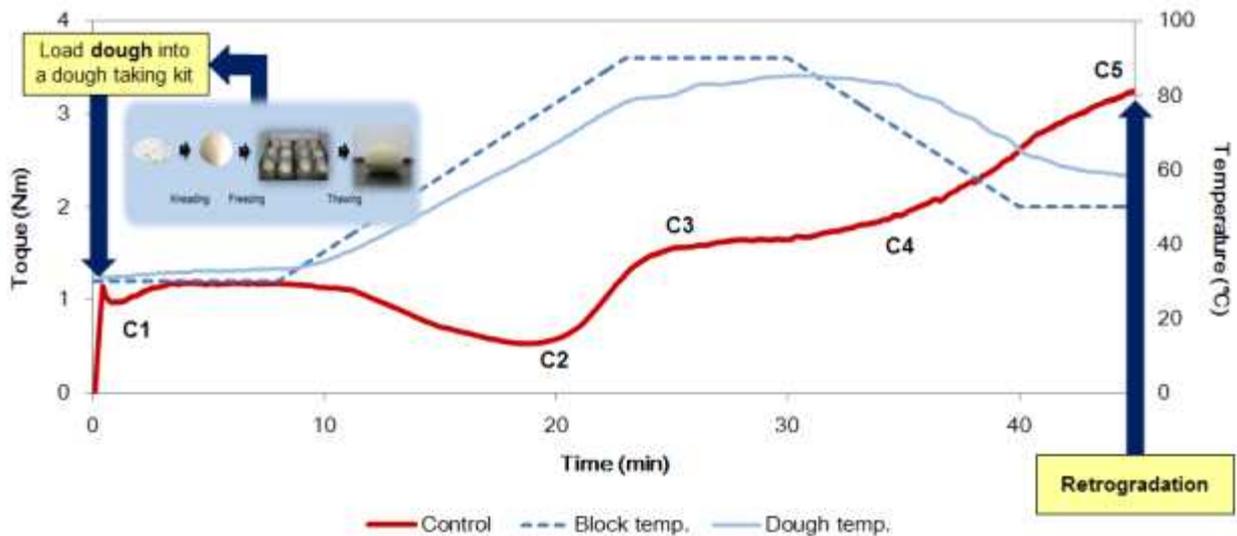


그림 3-4-20. Mixolab을 이용한 냉동용 제빵 생지의 노화도 분석

(나) 위에 제시된 AACC 방법을 이용하여 만들어진 생지를 냉동 보관함. 그 후 30℃의 온도 챔버 안에서 90분간 해동시킨 후 Mixolab의 dough taking kit에 해동된 반죽을 직접 넣어 전분의 노화도를 분석함. 30℃에서 8분간 dual-mixing 한 후, 4℃/min의 속도로 15분 동안 90℃까지 증가시킨 후, 90℃에서 7분간 유지시킨 후, 다시 10분 안에 50도까지 낮추고 50도에서 5분간 유지되는 온도 profile에 따라 torque 값을 기록하고 이로부터 5가지의 대표적인 torque parameter (C1, C2, C3, C4, C5)가 얻어짐. C1에 경우 Farinograph에서 500 BU에 해당하는 최적의 반죽을 나타내는 구간이고, C2는 단백질의 구조 안전성, C3는 온도가 올라감에 따라 반죽의 호화의 정도를 나타냄. 그 후 C4에서는 호화된 전분의 물리적 붕괴의 정도를 나타내며 호화 된 후 온도가 감소함에 따라 C5는 반죽의 노화도를 확인함. 따라서 Mixolab을 통하여 열물성학적 특성 분석과 동시에 C5 값을 통하여 반죽의 전분 노화도를 비교 분석할 수 있음.

가. 냉동 속도에 따른 전분 노화도 분석

(1) 실험방법

(가) 냉동 속도에 따른 전분의 노화도를 분석하기 위하여, 먼저 AACC 방법을 토대로 만든 반죽을 세 개의 그룹으로 나누어 -20℃로 설정된 냉동고에 반죽의 중심온도가 -20℃에 이를 때까지 120분간 냉동 저장을 하였고, 다른 반죽은 -40℃로 맞춰진 냉동고에서 반죽의 중심온도가 -40℃가 될 때까지 40분간 저장함. 마지막으로 -60℃의 냉동고에 반죽의 중심온도가 냉동고의 온도와 같아질 때까지 25분간 냉동시킨 3그룹의 반죽을 -18℃에서 2주 보관 뒤 30℃에서 90분간 해동시킨 후 Mixolab의 dough taking kit에 넣어 노화도를 측정함.

(2) 실험결과

(가) 냉전체적으로 반죽 간의 torque 값이 크게 차이 나지 않았고, 특히 반죽의 노화를 나타내는 C5 구간에서 유의적인 차이가 없으며, 이로부터 반죽의 냉동 속도에 따른

전분 노화도의 차이는 크지 않은 것으로 관찰되며 반죽의 안정성 역시 현격한 차이점은 관찰되지 않았음. 따라서 냉동 속도는 반죽 특성에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각됨.

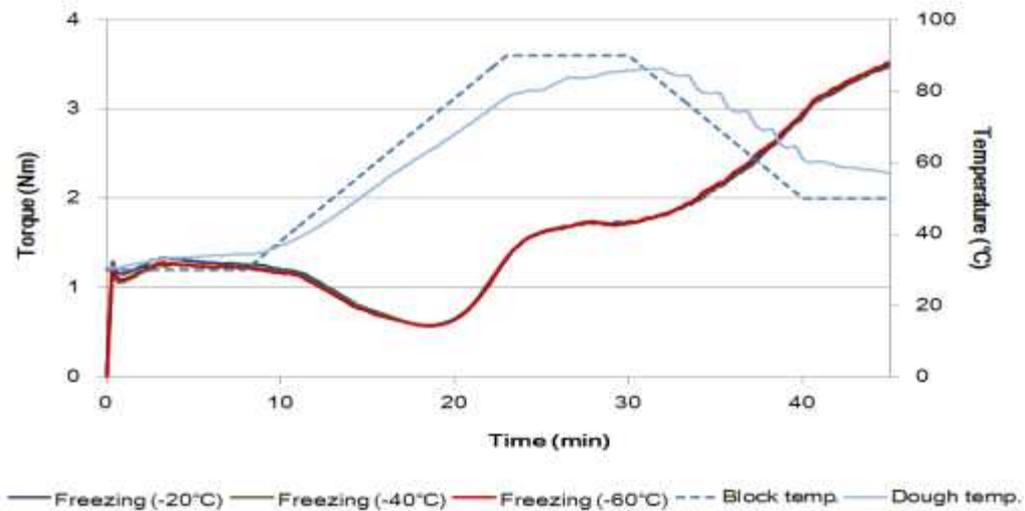


그림 3-4-21. 냉동 속도에 따른 냉동 반죽의 노화도 분석

표 3-4-16. 냉동 속도에 따른 냉동 반죽의 Mixolab 인자

		Freezing -20°C	Freezing -40°C	Freezing -60°C
Torque (Nm)	C1	1.30 ^a ±0.03	1.29 ^a ±0.02	1.29 ^a ±0.02
	C2	0.58 ^a ±0.01	0.57 ^a ±0.01	0.58 ^a ±0.01
	C3	1.48 ^a ±0.22	1.47 ^a ±0.24	1.59 ^a ±0.26
	C4	1.72 ^a ±0.04	1.71 ^a ±0.02	1.71 ^a ±0.02
	C5	3.53 ^a ±0.08	3.54 ^a ±0.02	3.50 ^a ±0.16
Slope	α	-0.10 ^a ±0.04	-0.12 ^a ±0.01	-0.11 ^a ±0.00
	β	0.19 ^a ±0.03	0.22 ^a ±0.06	0.20 ^a ±0.05
	γ	0.02 ^a ±0.02	-0.01 ^a ±0.06	-0.01 ^a ±0.03
Stability (min)		11.21 ^a ±0.33	11.15 ^a ±0.05	11.03 ^a ±0.13

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

다. 냉동 저장 온도에 따른 전분 노화도 분석

(1) 실험방법

(가) 냉동 저장 온도에 따른 전분의 노화도를 분석하기 위해 위에 제시된 AACC 방법을 이용하여 반죽을 제조하고 그 후 냉동 제빵 생지를 -18°C와 -40°C의 냉동고에서 각각을 2주간 저장한 뒤 30°C에서 90분간 해동하여 Mixolab을 통하여 노화 특성을 분석함.

(2) 실험결과

(가) 측정 결과, C1 구간에서는 -40°C에서 저장된 반죽의 torque 값이 더 낮은 것으로

관찰되었으며 특히 C5 구간에 경우, -40℃에서 2주간 저장된 반죽의 torque 값이 3.45 Nm로 -18℃에서 저장된 반죽의 3.60 Nm보다 낮게 측정함. 따라서 반죽을 좀 더 낮은 온도에서 냉동 보관할수록 전분의 노화가 감소되는 것으로 생각됨.

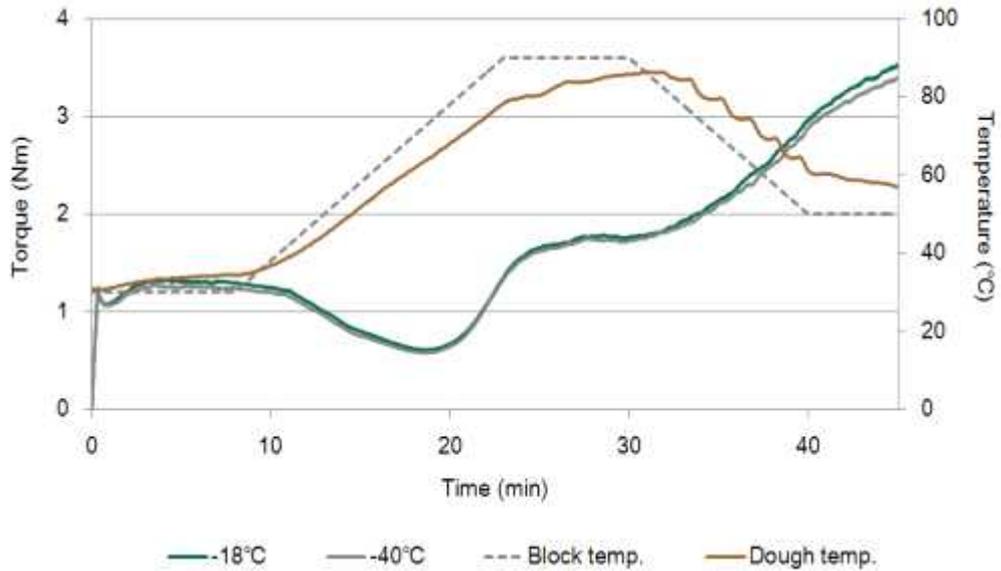


그림 3-4-22. 냉동 저장 온도에 따른 냉동 반죽의 노화도 분석

표 3-4-17. 냉동 저장 온도에 따른 냉동 반죽의 Mixolab 인자

		Freezing -18℃	Freezing -40℃
Torque (Nm)	C1	1.35 ^a ±0.02	1.28 ^b ±0.01
	C2	0.61 ^a ±0.00	0.57 ^b ±0.01
	C3	1.47 ^a ±0.22	1.46 ^a ±0.26
	C4	1.73 ^a ±0.05	1.72 ^a ±0.01
	C5	3.60 ^a ±0.07	3.45 ^b ±0.04
Slope	α	-0.11 ^a ±0.01	-0.06 ^a ±0.07
	β	0.20 ^a ±0.04	0.21 ^a ±0.03
	γ	0.01 ^a ±0.05	0.03 ^a ±0.05
Stability (min)		11.12 ^a ±0.10	11.02 ^a ±0.18

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

2. 냉동 곡류 식품 제조 방법에 따른 노화 지연 방법 탐색

나. 노화 hurdle설정을 통한 냉동 완제품의 노화 지연 솔루션 구축

(1) 냉동 생지의 수분량에 따른 노화 지연 효과 분석

(가) 실험방법

- ① 냉동 생지의 수분 함량에 따른 저장 중 노화도 영향을 평가하기 위하여 먼저 기존 대비 물의 양을 5%로 증량 시킨 반죽과 5% 감소시킨 반죽을 만들어 2주간 -18°C 에서 냉동 저장 후 90분간 30°C 에서 해동과정을 거쳐 Mixolab을 통해 열물성학적 특성을 분석함. 아울러, 냉동 보관된 제빵 생지를 온도 30°C , 상대습도 85%로 맞춰진 발효기에 바로 넣어 해동 및 발효과정을 거쳐 baking 과정 뒤 texture analyzer을 이용하여 빵의 texture를 측정하여 노화도를 평가함.

(나) 실험결과

- ① 기존 대비 물의 함량을 5% 감소시킨 반죽이 C5 구간에서 좀 더 높은 3.84 Nm의 torque 값으로 관찰되었고, 5% 증량 시킨 반죽은 기존 보다 낮은 3.24 Nm를 갖는 것으로 보아 물의 함량을 증량 시킬수록 반죽의 노화도가 감소하는 경향을 확인함. 또한 texture analyzer을 이용하여 4°C 에서 7일 저장 후 빵의 firmness 값을 측정해 본 결과, 기존 대비 수분량을 5% 증량 시킨 빵은 5.64 N, 물의 함량을 5% 감소시킨 빵의 경우는 6.24 N로 물의 함량을 5% 증량시킨 빵에서 조금 더 부드러운 texture를 갖는 것으로 관찰함. 이를 통하여 Mixolab과 texture analyzer의 노화도 결과가 상응하게 나오는 것을 알 수 있으며, 이에 따라 물의 함량을 증량 시키면 빵의 노화 지연 및 부드러운 texture을 갖는 것으로 확인되어짐.

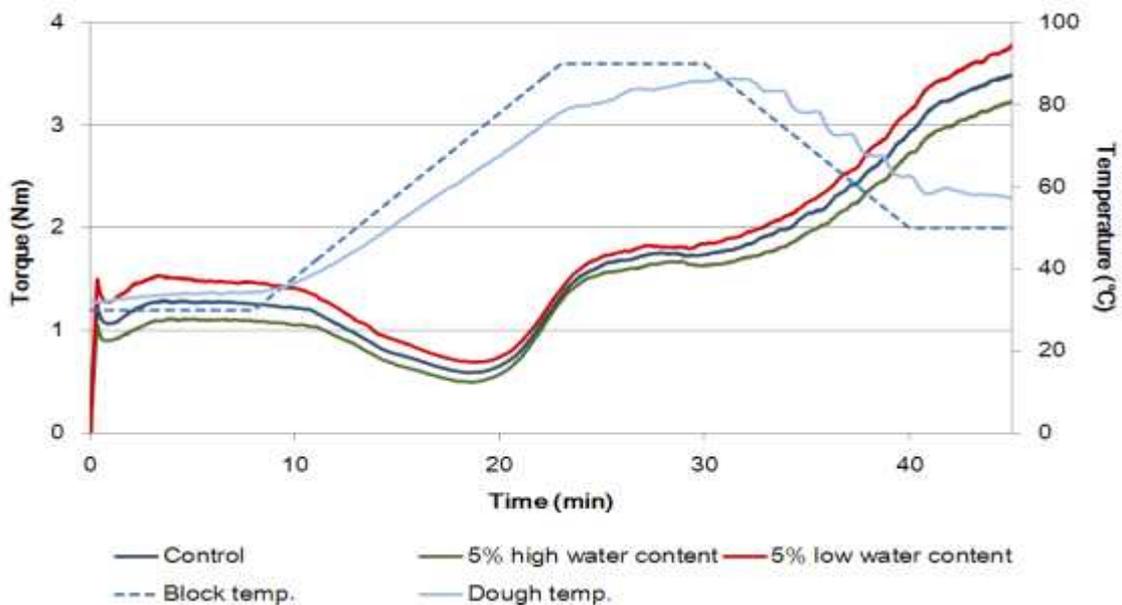


그림 3-4-23. 수분함량에 따른 냉동 반죽의 노화도 특성 분석

표 3-4-18. 수분함량에 따른 냉동 반죽의 Mixolab 인자

		Control	5% high water content	5% low water content
Torque (Nm)	C1	1.32 ^b ±0.03	1.11 ^c ±0.01	1.54 ^a ±0.00
	C2	0.60 ^b ±0.01	0.50 ^c ±0.00	0.70 ^a ±0.01
	C3	1.47 ^a ±0.23	1.41 ^a ±0.23	1.56 ^a ±0.26
	C4	1.71 ^b ±0.04	1.63 ^c ±0.01	1.84 ^a ±0.05
	C5	3.45 ^b ±0.13	3.24 ^b ±0.05	3.84 ^a ±0.18
Slope	α	-0.09 ^a ±0.04	-0.11 ^a ±0.00	-0.12 ^a ±0.02
	β	0.19 ^a ±0.04	0.16 ^a ±0.01	0.20 ^a ±0.02
	γ	0.01 ^a ±0.07	0.00 ^a ±0.04	0.02 ^a ±0.10
Stability (min)		11.06 ^a ±0.12	11.53 ^a ±0.13	10.89 ^a ±0.53

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

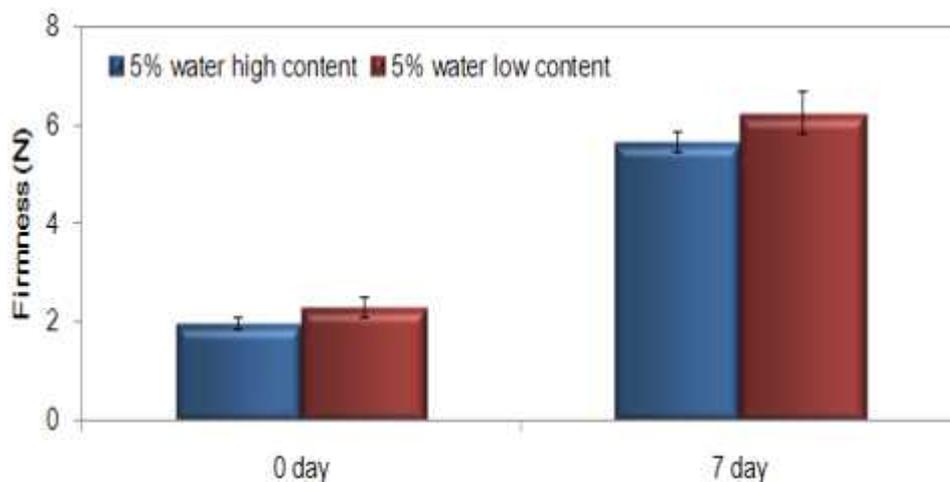


그림 3-4-24. 수분량에 따른 냉동용 빵의 texture 평가

(1) 반죽 혼합 시간에 따른 노화 지연 효과 분석

(가) 실험방법

- ① 혼합 시간에 따른 저장 중 노화도 영향을 평가를 위해 먼저, 모든 가루 재료와 물을 믹싱 bowl에 넣은 후 혼합 시간을 다르게 하여 반죽함. 혼합 시간은 2.5분, 3.5분, 4.5분, 6.5분으로 각각의 반죽 시간을 under-, optimal-, over-mixing 하여 반죽 후 -18℃의 냉동고에서 2주간 저장 한 뒤 90분간 30℃에서 해동한 반죽의 노화도를 Mixolab을 사용하여 분석함.

(나) 실험결과

- ① 혼합 시간이 짧을수록 반죽의 안전성은 증가하였으며, 또한 전분의 노화도를 나타내

는 C5 구간에서는 반죽 시간이 가장 짧은 2.5분에서 3.15 Nm로 가장 낮은 torque 값을 확인함. 이는 혼합 시간이 짧을수록 전분의 노화현상이 감소되는 것으로 생각되어짐.

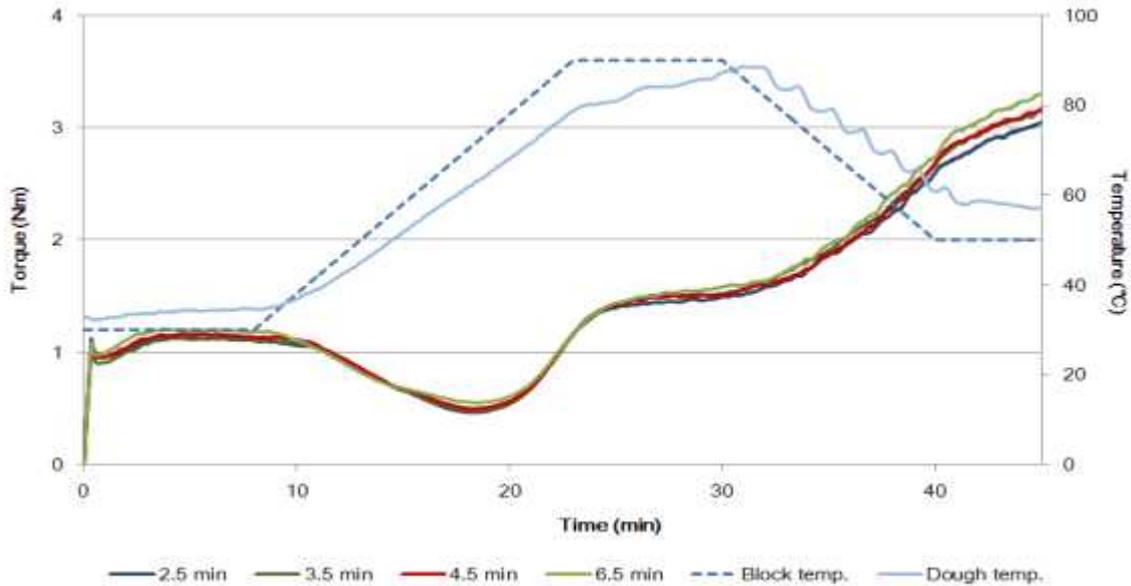


그림 3-4-25. 혼합시간에 따른 냉동 반죽의 노화도 분석

표 3-4-19. 발효시간에 따른 냉동 반죽의 Mixolab 인자

		2.5 min	3.5 min	4.5 min	6.5 min
Torque (Nm)	C1	1.17 ^a ±0.05	1.15 ^a ±0.02	1.17 ^a ±0.01	1.21 ^a ±0.03
	C2	0.48 ^b ±0.03	0.48 ^b ±0.02	0.50 ^b ±0.01	0.53 ^a ±0.02
	C3	1.15 ^a ±0.01	1.17 ^a ±0.00	1.17 ^a ±0.02	1.17 ^a ±0.01
	C4	1.51 ^b ±0.03	1.53 ^{ab} ±0.03	1.54 ^{ab} ±0.03	1.57 ^a ±0.01
	C5	3.15 ^b ±0.08	3.22 ^{ab} ±0.06	3.23 ^{ab} ±0.08	3.29 ^a ±0.02
Slope	α	-0.10 ^a ±0.04	-0.05 ^a ±0.05	-0.11 ^a ±0.01	-0.07 ^a ±0.06
	β	0.15 ^a ±0.01	0.15 ^a ±0.00	0.14 ^a ±0.01	0.12 ^b ±0.01
	γ	0.04 ^a ±0.02	0.05 ^a ±0.01	0.05 ^a ±0.01	0.04 ^a ±0.03
Stability (min)		11.46 ^a ±0.25	11.23 ^{ab} ±0.02	11.02 ^b ±0.13	10.19 ^c ±0.14

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

(3) 반죽의 발효 시간에 따른 노화 지연 효과 분석

(가) 실험방법

- ① 발효 시간에 따른 저장 중 노화도를 측정하기 위하여, 본 실험에서는 AACC 방법을

이용하여 냉동용 제빵 생지를 만든 후 온도 30℃, 상대습도는 85%로 맞춰진 발효기에 30분간 발효시킨 반죽과 60분간 발효시킨 반죽 각각을 -18℃ 냉동고에서 2주간 냉동 보관함. 냉동된 반죽은 30℃에서 90분 동안 해동시킨 후 Mixolab을 이용하여 노화도를 평가함.

(나) 실험결과

- ① 실험 결과, 반죽의 안전성은 발효시간이 길어질수록 낮아지는 경향을 보였고 또한 1시간 동안 발효하여 냉동 저장한 제빵용 생지의 경우 C5 구간의 torque 값이 2.89 Nm로 가장 높은 값을 갖는 것으로 관찰됨. 따라서 대조구에 비해 미리 1시간 발효를 하고 냉동 저장한 반죽의 경우 노화현상이 더 일어나는 것을 확인함.

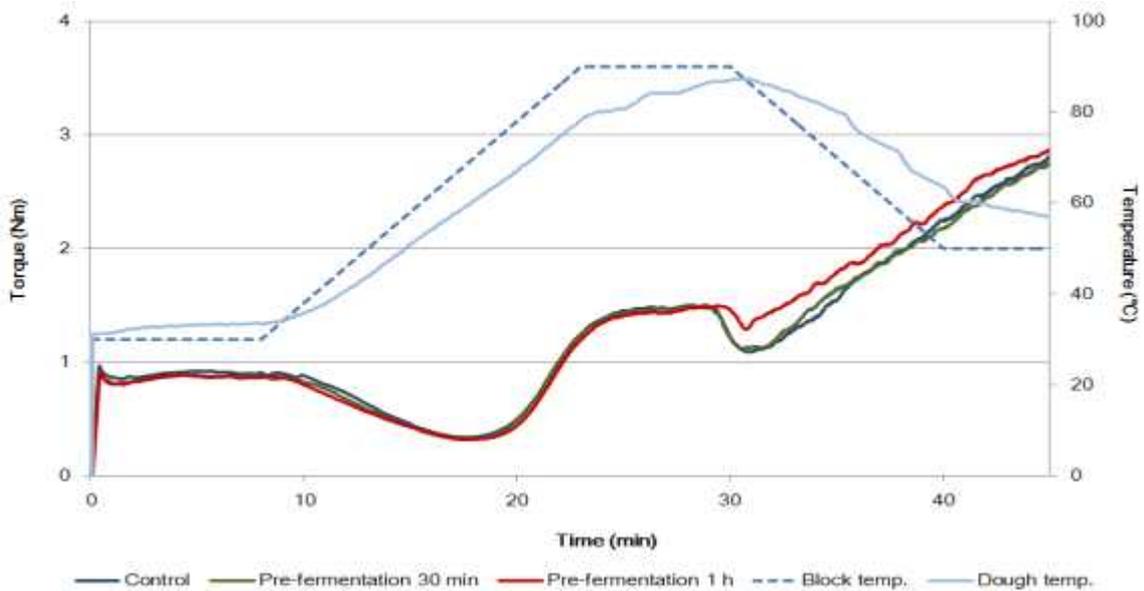


그림 3-4-26. 발효시간에 따른 냉동 반죽의 노화도 분석

표 3-4-20. 발효시간에 따른 냉동 반죽의 Mixolab 인자

		Control	Pre-fermentation for 30 min	Pre-fermentation for 1 h
Torque (Nm)	C1	0.91 ^a ±0.02	0.88 ^a ±0.02	0.89 ^a ±0.02
	C2	0.34 ^a ±0.00	0.32 ^b ±0.00	0.32 ^b ±0.01
	C3	1.51 ^a ±0.01	1.50 ^a ±0.01	1.51 ^a ±0.01
	C4	1.09 ^b ±0.03	1.11 ^b ±0.01	1.32 ^a ±0.06
	C5	2.81 ^{ab} ±0.08	2.78 ^b ±0.02	2.89 ^a ±0.02
Slope	α	-0.08 ^a ±0.05	-0.08 ^a ±0.00	-0.06 ^a ±0.01
	β	0.17 ^{ab} ±0.03	0.21 ^a ±0.06	0.12 ^b ±0.02
	γ	-0.33 ^a ±0.07	-0.12 ^a ±0.22	-0.15 ^a ±0.03
Stability (min)		10.90 ^a ±0.13	10.61 ^a ±0.12	10.23 ^b ±0.31

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

다. 반죽의 효소처리에 따른 노화 지연 효과 분석

(가) 효소(Maltotetraose-producing amylase)를 이용한 반죽 및 빵 제조 공정

① 실험방법

㉠ 본 실험에서는 효소(Maltotetraose-producing amylase) 처리에 따른 저장 중 노화도 영향 평가를 위해 먼저, American association of cereal chemists (AACC) 방법을 활용하여 통밀가루로 만든 반죽 및 빵을 제조함. 통밀가루 300 g, 소금 4.5 g, 설탕 30 g, 이스트 3 g, 쇼트닝 9 g, 아스코르브산(200 ppm) 15.0 ml, 물 170.4 g 그리고 효소를 0.04, 0.08, 0.12 BMK의 세 개의 농도로 설정해 첨가하여 혼합해서 반죽을 제조함. 그 후 반죽을 분할하여 반죽을 온도 30℃, 상대습도 85%로 맞춰진 발효기에 넣어 1시간 동안 발효 및 가스 빼기 과정을 거쳐 215℃에서 24분의 baking 과정 뒤 최종제품인 빵을 제조함.

(나) 효소적 처리에 따른 제빵용 반죽의 열 물성학적 특성분석

① 실험방법

㉠ 효소적 처리에 따른 열물성학적 특성을 분석하기 위해 Mixolab을 사용했다. 통밀가루, 물과 함께 효소를 각각의 0.04, 0.08, 0.12 BMK 세 개의 농도를 Mixolab에 투입한 뒤, C1에서 최적도우 상태인 1.1 Nm로 맞추어 열물성학적 특성을 분석함. 온도 profile은 30℃에서 8분간 dual-mixing 후, 4℃/min의 속도로 15분 동안 90℃까지 증가시킨 다음 90℃에서 7분간 유지시킨 후, 다시 10분 안에 50도까지 낮추고 50도에서 5분간 유지하는 것으로 하고 열물성학적 특성 분석은 mixing 되면서 측정되는 torque 값을 기록함.

② 실험결과

㉠ 효소 처리에 따른 반죽 특성을 알아본 결과, 온도 profile에 따라 대조구에 비해 효소 처리한 반죽의 torque 값이 전체적으로 낮아지는 것을 확인할 수 있으며, 특히

C5 구간에서 효소의 농도가 증가함에 따라 torque 값이 감소하는 경향을 확인함. 따라서 Maltotetraose-producing amylase의 처리는 대조구에 비해 반죽의 노화 현상이 덜 일어나는 것으로 관찰함.

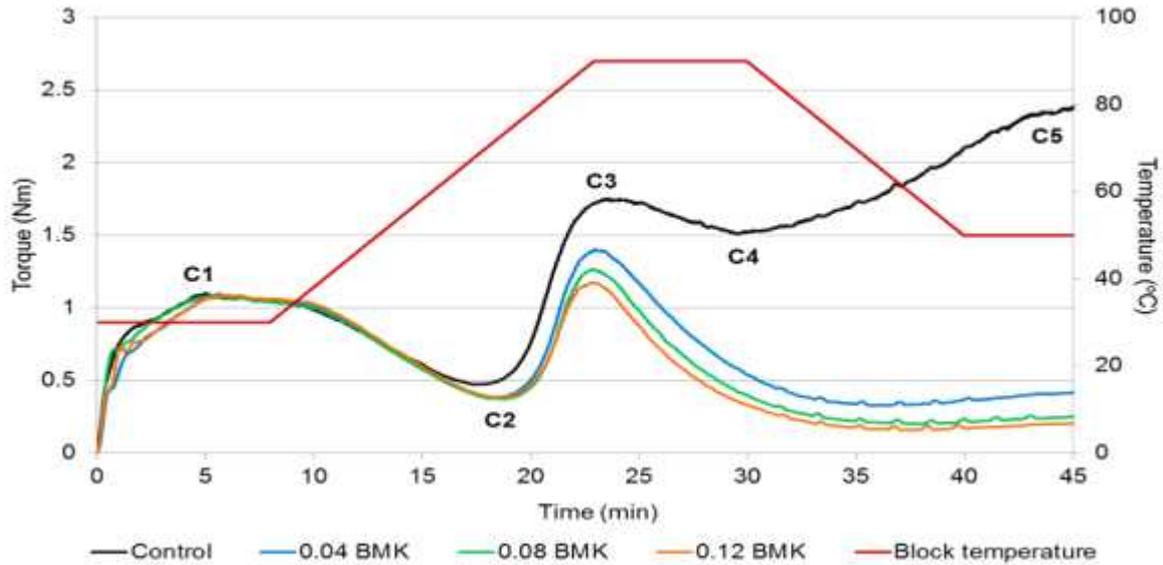


그림 3-4-27. 효소처리에 따른 반죽의 thermo-mechanical 특성 분석

(다) 효소적 처리에 따른 빵의 말토올리고당의 구성 분석

① 실험방법

㉠ 빵 10 g을 증류수 100 mL에 넣어 상온에서 60분 동안 섞은 후, 원심분리 (10,000 rpm, 10 min)를 실시함. 그중 상층액만 취하여 45 μm의 실린지 필터로 여과시킨 후 Bio-LC를 통해 말토올리고당을 분석함.

② 실험결과

㉠ Maltotetraose-producing amylase를 처리한 빵의 말토올리고당 구성을 분석한 결과, 대조구에 경우 G1인 glucose와 G2인 maltose가 많이 생성되는 반면, 효소 처리된 빵은 G7에 이르기까지 다양한 종류의 말토올리고당이 형성함. 특히 효소 처리시 G4에 해당하는 Maltotetraose가 많이 생성되었고, 이렇게 생성된 말토올리고당은 뛰어난 흡습성과 노화 시 수소결합을 억제시키는 역할로서 노화를 지연시키는 것으로 생각됨.

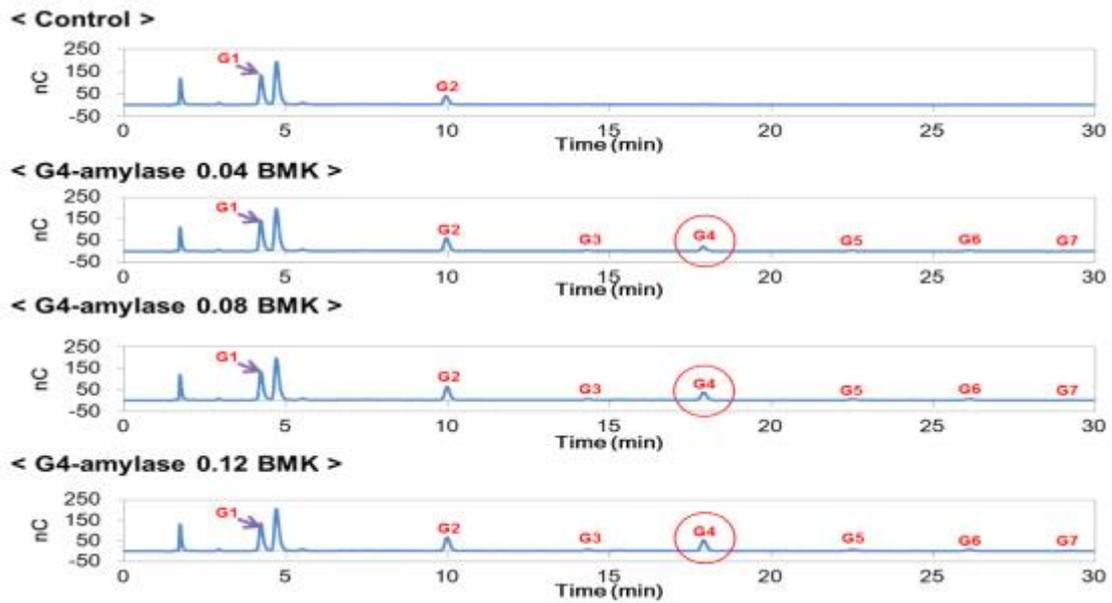


그림 3-4-28. 효소처리에 따른 빵의 말토올리고당의 조성 Bio-LC profile

표 3-4-21. 효소처리에 따른 빵의 말토올리고당의 조성 및 함량

Maltooligo-saccharides (mg/g)	Control	0.04 BMK	0.08 BMK	0.12 BMK
G1	61.25 ^b ±4.29	69.13 ^a ±3.94	62.44 ^b ±3.72	61.77 ^b ±3.68
G2	38.79 ^b ±2.40	69.74 ^a ±4.58	67.94 ^a ±4.16	73.12 ^a ±6.95
G3	2.39 ^d ±0.76	10.77 ^c ±0.62	15.15 ^b ±1.01	18.59 ^a ±3.19
G4	ND	46.77 ^c ±4.55	86.09 ^b ±7.36	114.62 ^a ±11.03
G5	ND	11.78 ^c ±0.89	19.19 ^b ±1.39	25.34 ^a ±2.30
G6	ND	12.86 ^c ±1.79	22.97 ^b ±1.39	26.73 ^a ±1.78
G7	ND	ND	4.77 ^a ±2.26	6.87 ^a ±2.71

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

(라) 효소적 처리에 따른 빵의 부피 측정

① 실험결과

① Laser volumeter를 이용하여 효소적 처리에 따른 빵의 부피를 측정한 결과, 효소 처리 농도가 증가함에 따라 부피도 증가하는 경향을 확인함. 특히 0.12 BMK로 효소 처리하였을 때, 대조구와 비교하여 약 1.2배의 부피증가를 보였음. 이는 다양한 말토올리고당이 형성되어 효모에 의한 발효로 이용되어 부피가 증가되는 것으로 생각됨.

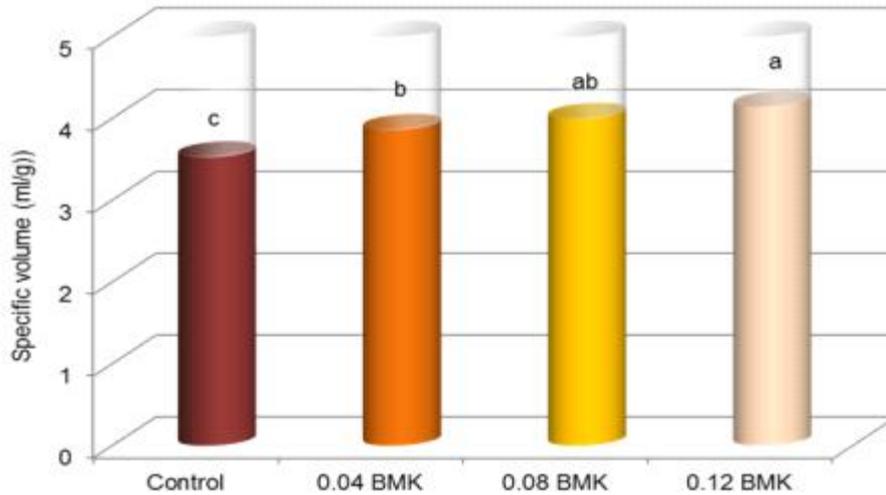


그림 3-4-29. 효소처리에 따른 빵의 부피 비교

(마) 효소 처리에 따른 빵의 texture 측정

① 실험방법

① 효소처리가 저장 기간 중 빵의 texture에 미치는 영향을 측정하기 위해, Texture analyzer를 사용하여 4°C에서 1, 3, 7일 동안 저장된 빵의 texture를 측정함. 일정한 두께 20 mm의 빵 조각을 준비하고, 이를 25 mm인 실린더형 probe로 60 mm/min 속도로 crumb 부분을 누른 후(70% 변형률) firmness를 측정함.

표 3-4-22. 효소처리에 따른 빵의 texture 평가

	Control	0.04 BMK	0.08 BMK	0.12 BMK
Firmness (N)				
1 day	15.86 ^{aB} ±1.50	13.01 ^{bB} ±1.63	12.99 ^{bB} ±1.42	10.72 ^{cB} ±0.89
3 day	17.68 ^{aB} ±2.27	13.79 ^{bB} ±2.27	13.89 ^{bAB} ±1.73	12.19 ^{bB} ±0.93
7 day	20.90 ^{aA} ±1.52	17.32 ^{bA} ±1.20	15.16 ^{bcA} ±2.47	14.33 ^{cA} ±1.84

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

② 실험결과

① 저장 기간 동안 Maltotetraose-producing amylase 처리를 한 빵의 경우 전체적으로 대조구보다 firmness 값이 낮게 측정되며, 효소 처리 농도가 증가함에 따라 firmness 값이 감소하는 경향을 보였음. 특히, 저장 기간이 7일이 지난 뒤, 대조구는 20.90 N인 반면, 0.12 BMK의 농도로 처리된 빵의 경우 14.33 N으로 31% 정도 감소된 firmness값이 측정되었는데 이는 대조구에 비해 부드러운 texture을 갖는다는 것을 암시함. 따라서 Maltotetraose-producing amylase를 처리한 빵의 경우 노화지

연에 대한 효과가 있는 것으로 확인됨. Maltotetraose-producing amylase를 냉동생지에 적용하는 기법을 본 연구진에서 처음 시도하여 냉동 저장된 생지로 제조된 제빵 제품의 품질특성을 개선하여 기술적 독창성을 가지고 있다고 판단됨. 이를 통하여 현재 국외 제품에 의존하고 있는 제빵개량제 시장에서의 국내 식품 산업체의 기술 경쟁력을 높일 수 있음.

(바) 냉동 저장 전 par-baking 조건에 따른 노화도 영향 평가를 통한 냉동 전 baking hurdle 설정

① 실험방법

㉠ 냉동 저장 전 par-baking 조건에 따른 노화도 영향을 평가하기 위해, 밀가루 100% 기준으로 하여 이스트 3.5%, 소금 2% 그리고 물 65% 비율로 mixing bowl에 넣고 혼합하여 French bread 반죽을 제조함. 반죽을 온도 27℃, 상대습도 70%로 맞춰진 발효기에서 1차 발효를 시킨 뒤, 성형하여 다시 발효기에 넣어 2차 발효함. Par-baking의 경우 220℃에서 총 20분간 굽기 과정 중 5, 10분 동안 굽고 난 뒤 -18℃ 냉동고에서 2주간 냉동 저장함. 그 후 상온에서 1시간 동안 해동 과정을 거친 후 220℃에서 다시 굽기 과정을 거쳤음. 굽기가 완료된 French bread는 상온에서 2시간 동안 식힌 뒤 부피와 texture를 측정함.

② 실험결과

㉠ Par-baking 조건에 따른 French bread의 부피를 laser volumeter를 이용하여 측정한 결과, 전체적으로 par-baking 한 빵에 경우 대조구보다 작은 부피를 확인함. 또한 par-baking의 시간이 증가함에 따라 부피가 증가하는 경향이 보였다. texture 측정의 경우 20 mm의 일정한 두께로 빵 조각을 준비하고, 이를 TPA를 통해 측정하였을 때, hardness의 경우, 샘플들 간의 현격한 차이 없는 것으로 보였고, chewiness의 경우 5분 동안 par-baking 과정을 거친 빵이 가장 씹힘성이 큰 것으로 확인됨.

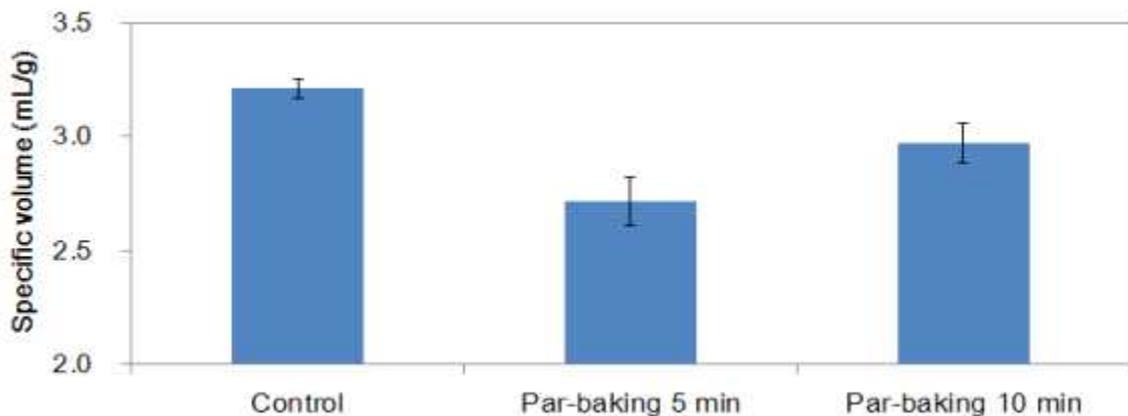


그림 3-4-30. 냉동 저장 전 par-baking에 조건 따른 빵의 부피 비교

표 3-4-23. 냉동 저장 전 par-baking에 조건 따른 빵의 texture 평가

	Control	Par-baking 5 min	Par-baking 10 min
Hardness (N)	7.09 ^a ±0.48	7.35 ^a ±0.50	6.90 ^a ±0.84
Cohesiveness	0.69 ^b ±0.03	0.75 ^a ±0.02	0.73 ^a ±0.02
Springiness	0.90 ^a ±0.01	0.88 ^b ±0.01	0.87 ^b ±0.02
Chewiness (J)	4.39 ^{ab} ±0.14	4.78 ^a ±0.32	4.31 ^b ±0.46

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

[3년차]: 냉장·냉동 생지의 효모 저온장해 최소화 기술 개발

1. 냉장·냉동에 따른 효모 활성 보존 평가

가. 반죽 전 공정(원료, 혼합 조건 등)에 따른 효모 발효능 평가

(1) Risograph를 활용한 냉동생지의 효모 발효능 평가

(가) 실험재료

- ① Risograph를 활용한 효모 발효능 평가를 위하여 밀가루, 소금, 이스트, 설탕, 쇼트닝, 물을 사용하여 냉동생지를 제조함.

(나) 실험방법

- ① 본 실험에서는 냉동온도, 설탕함량, 혼합조건에 따른 냉동 생지의 효모 발효능을 평가하기 위해 밀가루 248.5 g, 소금 3.8 g, 이스트 5 g, 설탕 15 g, 쇼트닝 7.5 g, 물 168.8 g을 첨가하여 3분 동안 혼합하여 반죽을 제조한 뒤 145 g으로 분할하여 1시간 동안 냉동과정을 거친 냉동생지를 제조하여 Risograph를 활용하여 CO₂ 생성량을 측정함.

(다) 실험결과

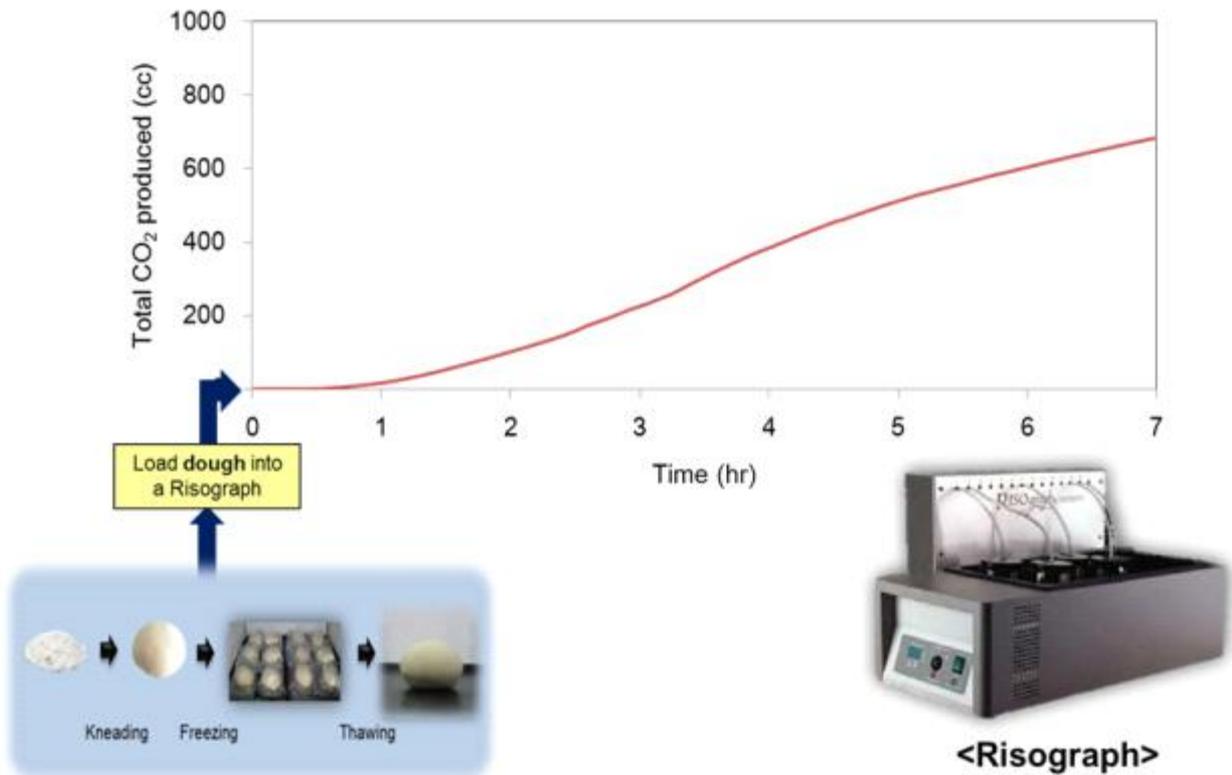


그림 3-4-31. Risograph를 활용한 냉동생지의 발효능 비교

(2) 냉동온도에 따른 냉동생지의 발효능 분석

(가) 실험재료

- ① Risograph를 활용한 효모 발효능 평가를 위하여 밀가루, 소금, 이스트, 설탕, 쇼트닝, 물을 사용하여 냉동생지를 제조함.

(나) 실험방법

- ① 냉동온도에 따른 냉동생지의 발효능을 분석하기 위해, 밀가루 248.5 g, 소금 3.8 g, 이스트 5 g, 설탕 15 g, 쇼트닝 7.5 g, 물 168.8 g을 첨가하여 3분 동안 혼합하여 반죽을 제조한 뒤 145g으로 분할하여 -20, -40, -60℃에서 1시간 동안 냉동을 하여 냉동 생지를 제조함. 그 후 Risograph 를 통해 CO₂ 생성량을 측정하여 냉동생지의 발효능을 분석함.

(다) 실험결과

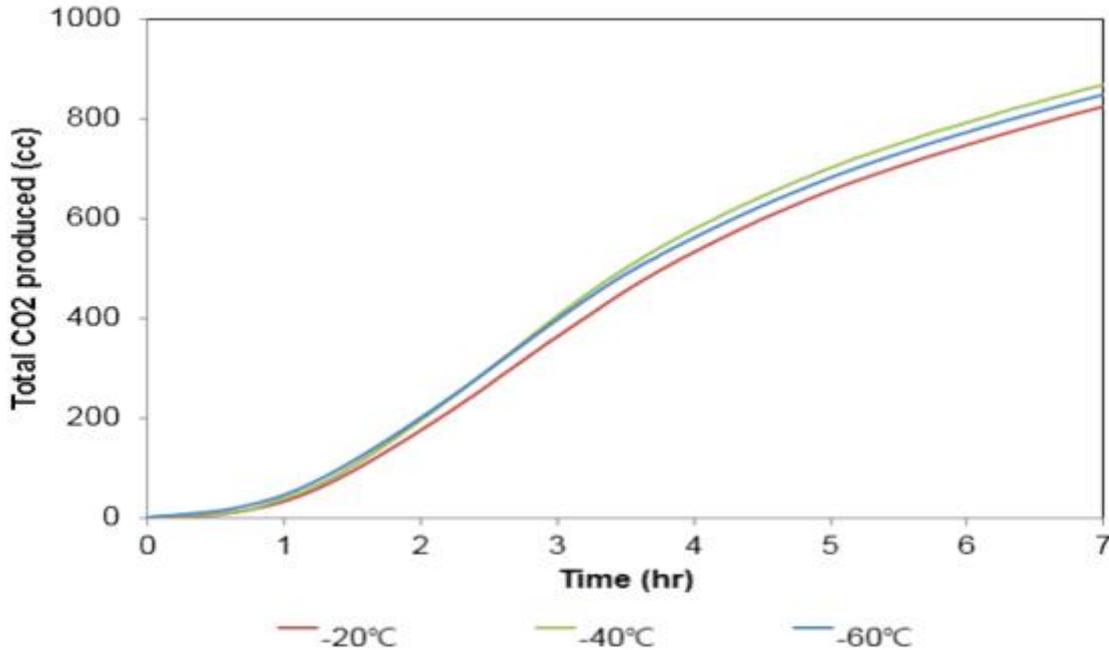


그림 3-4-32. 냉동온도에 따른 냉동생지의 발효능 비교

- ① 냉동온도에 따른 냉동생지의 발효능을 분석한 결과, -40℃에서 냉동을 한 냉동생지가 시간에 따른 CO₂ 생성량이 가장 높았고, 20℃에서 냉동을 하였을 때 시간에 따른 CO₂ 생성량이 가장 낮았음. 이로 보아, -40℃에서 냉동을 하였을 때 가장 냉동생지의 발효능이 높은 것으로 확인됨.

(3) 설탕 함량에 따른 냉동생지의 발효능 분석

(가) 실험재료

- ① Risograph을 활용한 효모 발효능 평가를 위하여 밀가루, 소금, 이스트, 설탕, 쇼트닝, 물을 사용하여 냉동생지를 제조함.

(나) 실험방법

- ① 설탕 함량에 따른 냉동생지의 발효능을 분석하기 위해, 밀가루 248.5 g, 소금 3.8 g, 이스트 5 g, 쇼트닝 7.5 g, 물 168.8 g 그리고 설탕을 15 g, 25 g으로 달리 첨가하여 3분 동안 혼합하여 반죽을 제조한 뒤 145 g으로 분할하여 -20℃에서 1시간 동안 냉동을 하여 냉동생지를 제조함. 그 후 Risograph를 통해 CO₂ 생성량을 측정하여 냉동생지의 발효능을 분석함.

(다) 실험결과

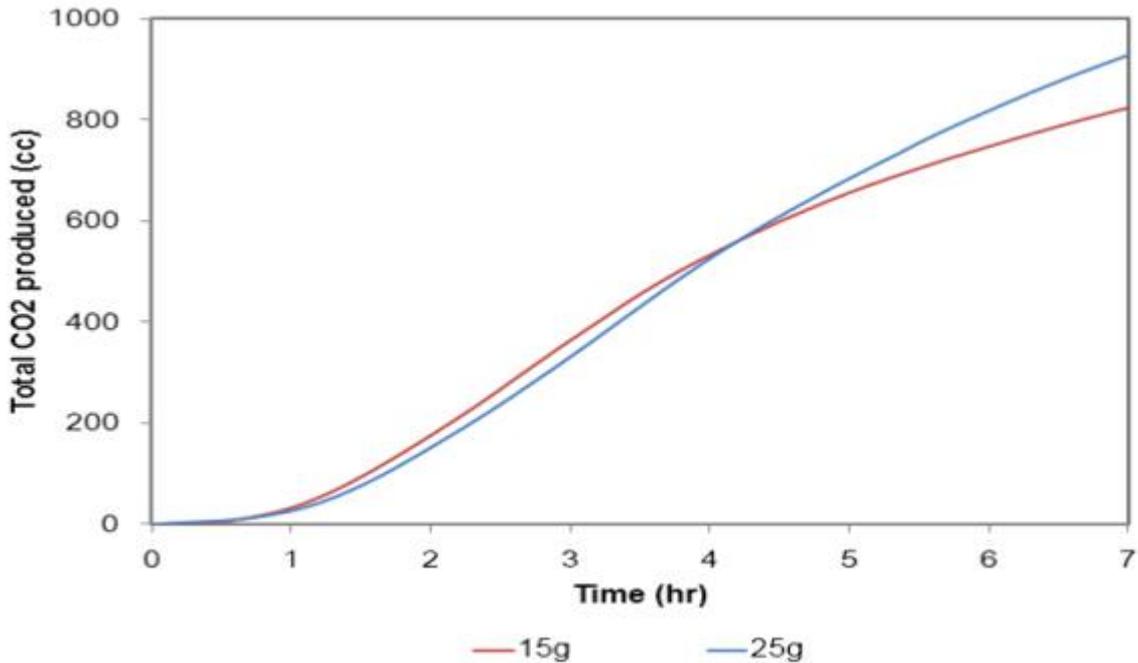


그림 3-4-33. 설탕함량에 따른 냉동생지의 발효능 비교

- ① 설탕함량에 따른 냉동생지의 발효능을 분석한 결과, 4시간 이전에는 설탕함량이 적은 냉동생지가 설탕함량이 높은 냉동생지에 비해 시간에 따른 CO₂ 생성량이 더 높았으나 4시간 이후에는 설탕함량이 높은 냉동생지가 더 높은 CO₂ 생성량이 나타낸 것으로 보아, 설탕함량을 높였을 때 최종적으로 발효능이 더 높은 것으로 확인됨.

(3) 혼합 조건 (시간)에 따른 냉동생지의 발효능

(가) 실험재료

- ① Risograph을 활용한 효모 발효능 평가를 위하여 밀가루, 소금, 이스트, 설탕, 쇼트닝, 물을 사용하여 냉동생지를 제조함.

(나) 실험방법

- ① 혼합 시간에 따른 냉동생지의 발효능을 분석하기 위해, 밀가루 248.5 g, 소금 3.8 g, 이스트 5 g, 설탕 15 g, 쇼트닝 7.5 g, 물 168.8 g을 첨가하여 각각 2분, 3분 동안 혼합하여 반죽을 제조한 뒤 145 g으로 분할하여 -20℃에서 1시간 동안 냉동을 하여 냉동생지를 제조함. 그 후 Risograph를 통해 CO₂ 생성량을 측정하여 냉동생지의 발효능을 분석함.

(다) 실험결과

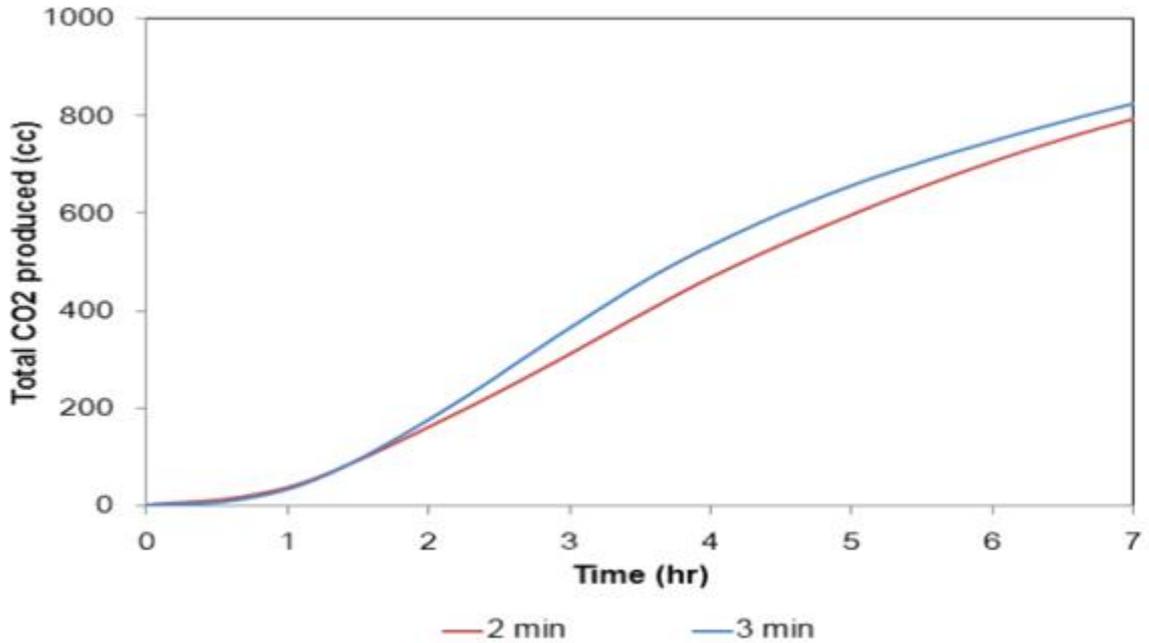


그림 3-4-34. 혼합시간에 따른 냉동생지의 발효능 비교

- ① 혼합시간에 따른 냉동생지의 발효능을 분석한 결과, 3분 동안 혼합을 한 냉동생지가 2분 동안 혼합을 한 냉동생지에 비해 시간에 따른 CO₂ 생성량이 더 높은 것으로 보아, 3분 동안 혼합을 한 냉동생지가 2분 동안 혼합을 한 냉동생지에 비해 발효능이 더 높은 것으로 확인됨.

나. 반죽 후 공정 (분할, 성형유무, 발효조건 등)에 따른 효모 발효능 평가

(1) 반죽분할크기에 따른 냉동생지의 발효능 분석

(가) 실험재료

- ① Risograph을 활용한 효모 발효능 평가를 위하여 밀가루, 소금, 이스트, 설탕, 쇼트닝, 물을 사용하여 냉동생지를 제조함.

(나) 실험방법

- ① 반죽분할크기에 따른 냉동생지의 발효능을 분석하기 위해, 밀가루 248.5 g, 소금 3.8 g, 이스트 5 g, 설탕 15 g, 쇼트닝 7.5 g, 물 168.8 g을 첨가하여 3분 동안 혼합하여 반죽을 제조한 뒤 145 g으로 분할을 한 후 -20℃에서 1시간 동안 냉동을 한 냉동 생지와 분할 과정을 거치지 않고 -20℃에서 1시간 동안 냉동을 한 냉동생지를 제조함. 그 후 Risograph를 통해 CO₂ 생성량을 측정하여 냉동생지의 발효능을 분석함.

(다) 실험결과

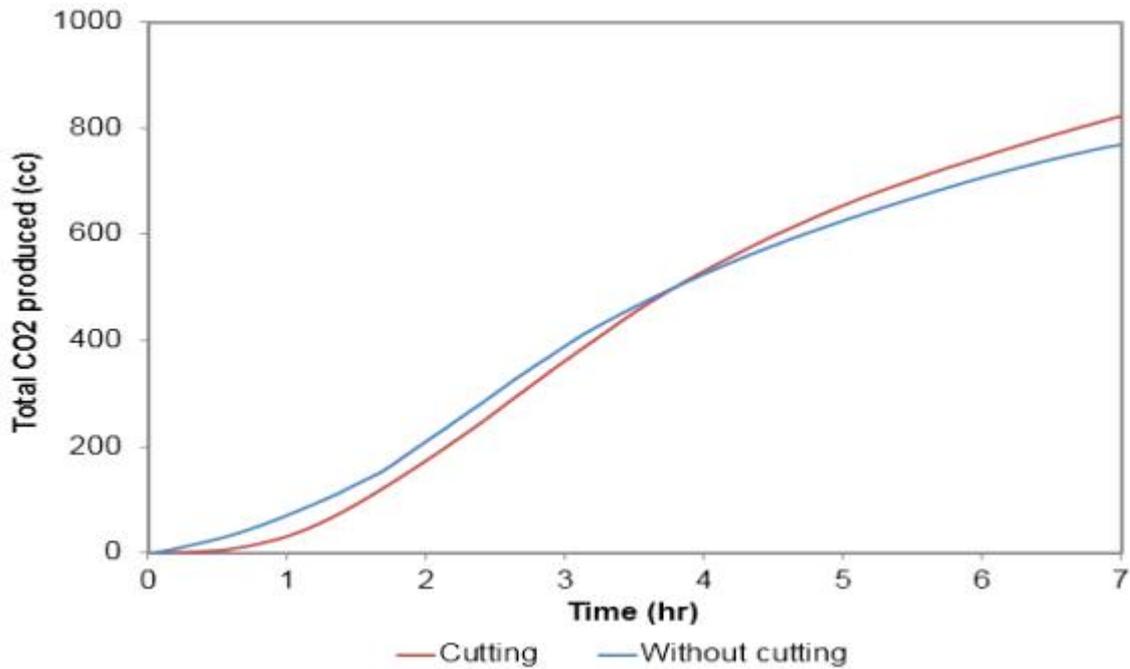


그림 3-4-35. 반죽분할크기에 따른 냉동생지의 발효능 비교

- ① 반죽분할 크기에 따른 냉동생지의 발효능을 분석한 결과, 4시간 이전에는 분할을 하지 않고 냉동을 한 냉동생지가 분할을 한 뒤 냉동을 한 냉동생지에 비해 시간에 따른 CO₂ 생성량이 더 높았으나 4시간 이후에는 분할을 한 뒤 냉동을 한 냉동생지가 더 높은 CO₂ 생성량이 나타낸 것으로 보아, 분할을 한 후 냉동을 하여 냉동생지를 제조하였을 때 분할을 하지 않고 냉동을 한 후 분할을 한 냉동생지에 비해 발효능이 더 높은 것으로 확인됨.

(2) 성형유무 (반죽 형태)에 따른 냉동생지의 발효능 분석

(가) 실험재료

- ① Risograph을 활용한 효모 발효능 평가를 위하여 밀가루, 소금, 이스트, 설탕, 쇼트닝, 물을 사용하여 냉동생지를 제조함.

(나) 실험방법

- ① 반죽 형태에 따른 냉동생지의 발효능을 분석하기 위해, 밀가루 248.5 g, 소금 3.8 g, 이스트 5g, 설탕 15g, 쇼트닝 7.5g, 물 168.8g을 첨가하여 3분 동안 혼합하여 반죽을 제조 한뒤 145 g으로 분할을 한 후 -20℃에서 1시간 동안 냉동을 하여 냉동 생지를 제조함. 그 후 Risograph를 통해 CO₂ 생성량을 측정하여 냉동생지의 발효능을 분석함.

(다) 실험결과

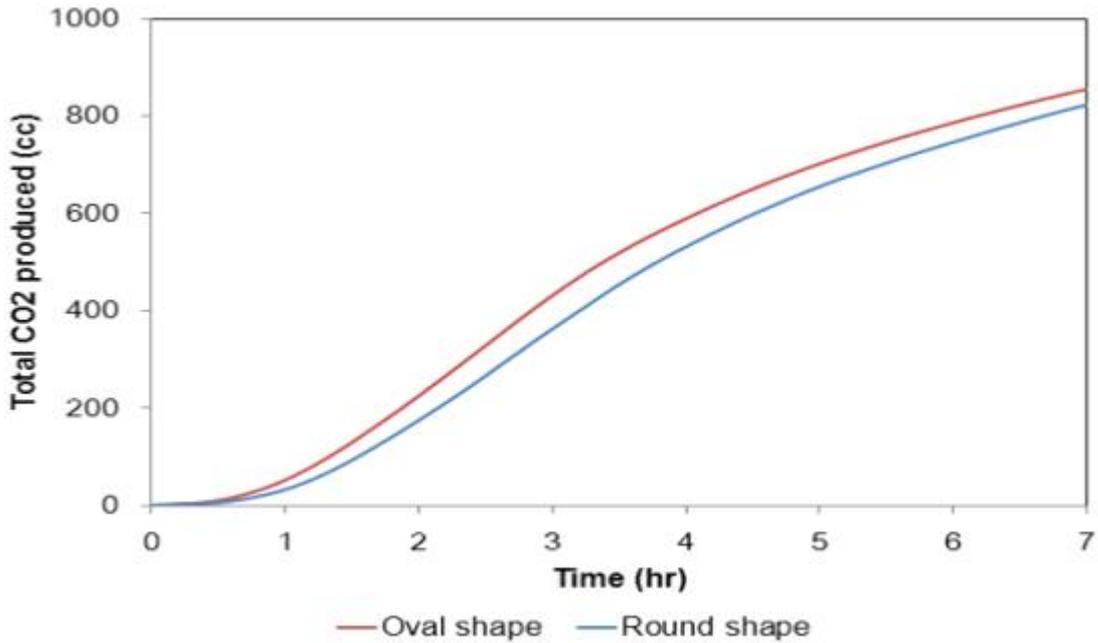


그림 3-4-36. 반죽 형태에 따른 냉동생지의 발효능 비교

- ① 반죽형태에 따른 냉동생지의 발효능을 분석한 결과, 반죽을 원형으로 성형한 냉동생지에 비해 타원형으로 성형한 냉동생지의 시간에 따른 CO₂ 생성량이 높은 것으로 보아, 반죽을 타원형으로 성형을 하여 냉동생지를 제조하였을 때가 원형으로 성형을 하여 냉동생지를 제조하였을 때에 비해 발효능이 더 높은 것으로 확인됨.

다. 반죽 전 공정(원료, 혼합 조건 등)에 따른 효모 생존율 평가

(1) 당류 첨가가 동결건조 장애 후 효모의 생존율에 미치는 영향

(가) 실험재료

- ① 효모는 오투기 골드 생 이스트(쥬오투기)를 사용하였고 당류는 turanose, maltotriose 및 G4 syrup을 사용함. Turanose는 sucrose의 이성질체로써 설탕의 약 50%의 감미도를 나타내는 당류이며, maltotriose는 포도당 세 분자가 연결된 올리고당으로 보여짐. G4 syrup은 액화전분을 G4 amylase 처리하여 생성되는 mixture로써 조성은 포도당 4분자가 결합된 G4 47.4%, maltotriose 14%, 단당 및 이당류가 11%, 기타 고형분 27.6%이며, 수분이 28% 포함되어 있는 액상의 당류 혼합물임.

(나) 실험방법

- ① 다양한 당류의 첨가 농도가 따른 배지에 효모를 접종하여 동결건조 후 효모의 생존율을 계산하여 활성보존력을 평가함. 각 실험군은 냉동생지에 상업적 동결보존제로 사용되는 trehalose 8%군과의 비교하여 보존력을 평가함.

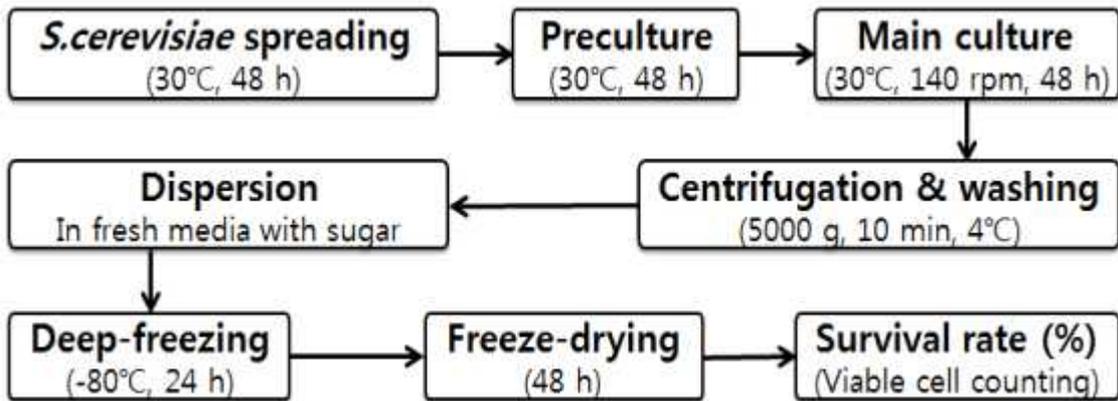


그림 3-4-37. 첨가 당류에 따른 효모의 생존율 조사 방법

② 실험방법은 그림 3-4-37과 같이 *Saccharomyces cerevisiae*를 30°C에서 48시간동안 YPD plate에 배양하고, 이 중 활성이 좋은 균주를 선별하여 5 mL YPD broth에 접종하여 전 배양(30°C, 48시간)함. 이를 250 mL YPD broth에 본 배양(30°C, 48시간)하여 효모균체의 수를 늘렸음. 본 배양이 끝난 균체는 원심분리(5000 g, 10분, 4°C) 후 50 mL의 증류수를 첨가하여 수세 후 원심분리(5000×g, 4°C)하는 과정을 2회 거쳐 회수한다. 회수한 균체는 다양한 농도의 당류가 담긴 5 mL의 YPD 배지에 분산시킨 후, 동결(-80°C, 24시간) 및 동결건조(48시간)하여 동결건조 전후의 균체의 비율로 Survival rate(%)을 구하였음.

(다) 실험결과

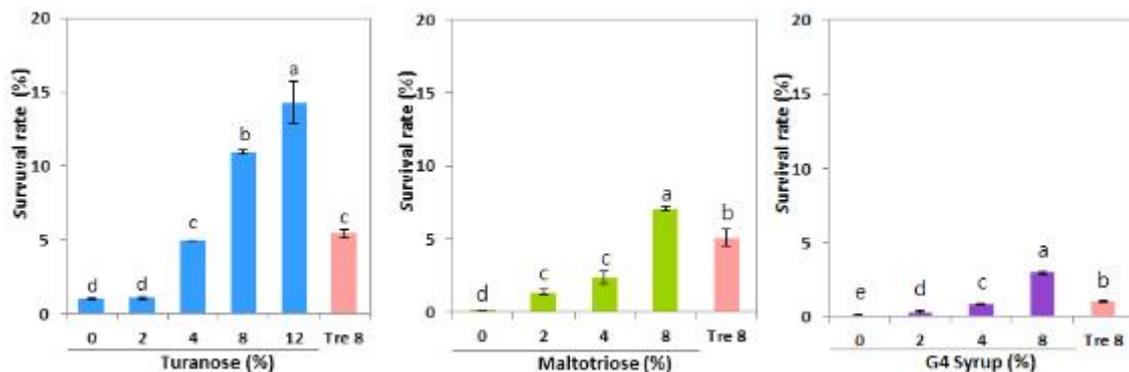


그림 3-4-38. 동결건조 장애 시 첨가 당의 농도에 따른 효모의 생존율

① 그림 3-4-38에 나타난 바와 같이 동결건조 장애 시 당류의 농도별 첨가에 따른 효모의 생존율은 turanose 8%의 실험군에서 10.97%로 가장 높게 나타났으며 이는 trehalose 8%의 생존율에 비해 2배 이상 높은 수치임. Maltotriose 8%의 경우 7%의 생존율을 나타내어 같은 농도의 trehalose보다 높은 생존율을 보임. G4 syrup의 경우에는 8% 첨가군에서 다른 당류에 비해 가장 낮은 생존율을 나타내었으나 일반적으로

사용되는 동결보존제인 trehalose 8%군에 비해 3배 이상의 생존율을 나타냄. 본 연구 결과 turanose가 가장 높은 동결보존능을 나타내었으나, 위 그림 3-4-38에서 G4 syrup의 대조군으로 사용된 trehalose 8%군의 생존율이 1%수준으로 turanose 및 maltotriose의 대조군 값에 비해 매우 낮아, 이 실험에서 사용된 균주의 활성이 낮았던 것으로 사료되어 새 균주를 사용하여 추가 실험을 진행함. 추가실험은 당의 종류에 따른 효모의 생존율을 직접 비교하기 위해 turanose, maltotriose, G4 syrup 및 trehalose 를 8% 수준으로 동일하게 첨가하여 진행함.

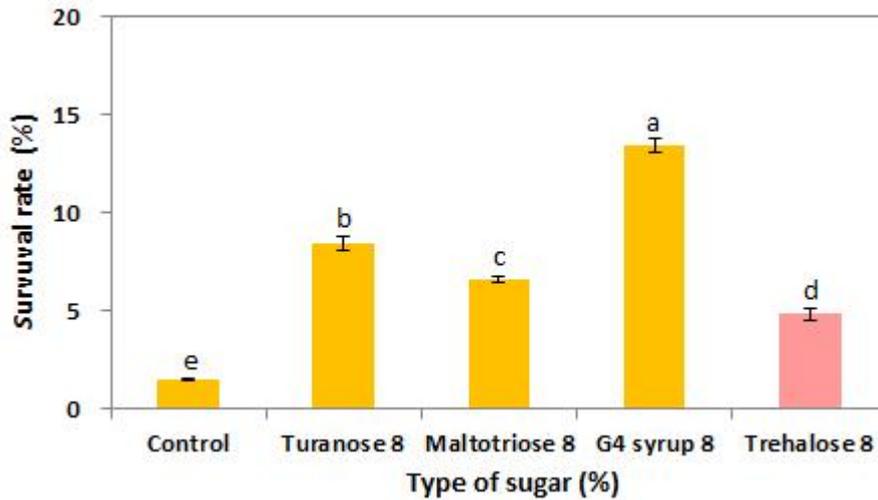


그림 3-4-39. 동결 건조 장해 시 첨가 당의 종류에 따른 효모의 생존율

② 그림 3-4-39에 나타난 바와 같이 동결 건조 장해 시 서로 다른 당류를 8%수준으로 첨가 후 효모의 생존율을 비교하였을 때 G4 syrup 8%의 실험군에서 가장 높은 생존율인 13.4%를 나타내었으며, turanose 8% 실험군은 8.43%, maltotriose 8% 실험군은 6.6%로 상업적으로 사용하는 trehalose 8% 실험군의 생존율 4.8%에 비해 높게 나타났다. 따라서 본 연구에서 동결보존제로 적용한 기능성 당류는 뛰어난 동결보존능을 나타냄.

(2) 당류 및 skim milk 혼합 첨가가 동결건조 장해 후 효모의 생존율에 미치는 영향

(가) 실험재료

① 효모는 오투기 골드 생 이스트(주오투기)를 사용하였고 당류는 turanose, maltotriose 및 G4 syrup을 사용하였음. 또한, 기존에 미생물 동결방지제로 널리 사용되고 있는 skim milk를 사용함.

(나) 실험방법

① 본 연구에서는 기능성 당류와 미생물 동결방지제로 널리 사용되고 있는 skim milk를 혼합 첨가하여 효율적인 동결보존능을 나타내는 첨가비율을 조사함. 실험 방법은 그림 3-4-37과 동일하며 배지에 분산 단계에서 당류와 함께 skim milk 5%를 함께 첨가함.

(다) 실험결과

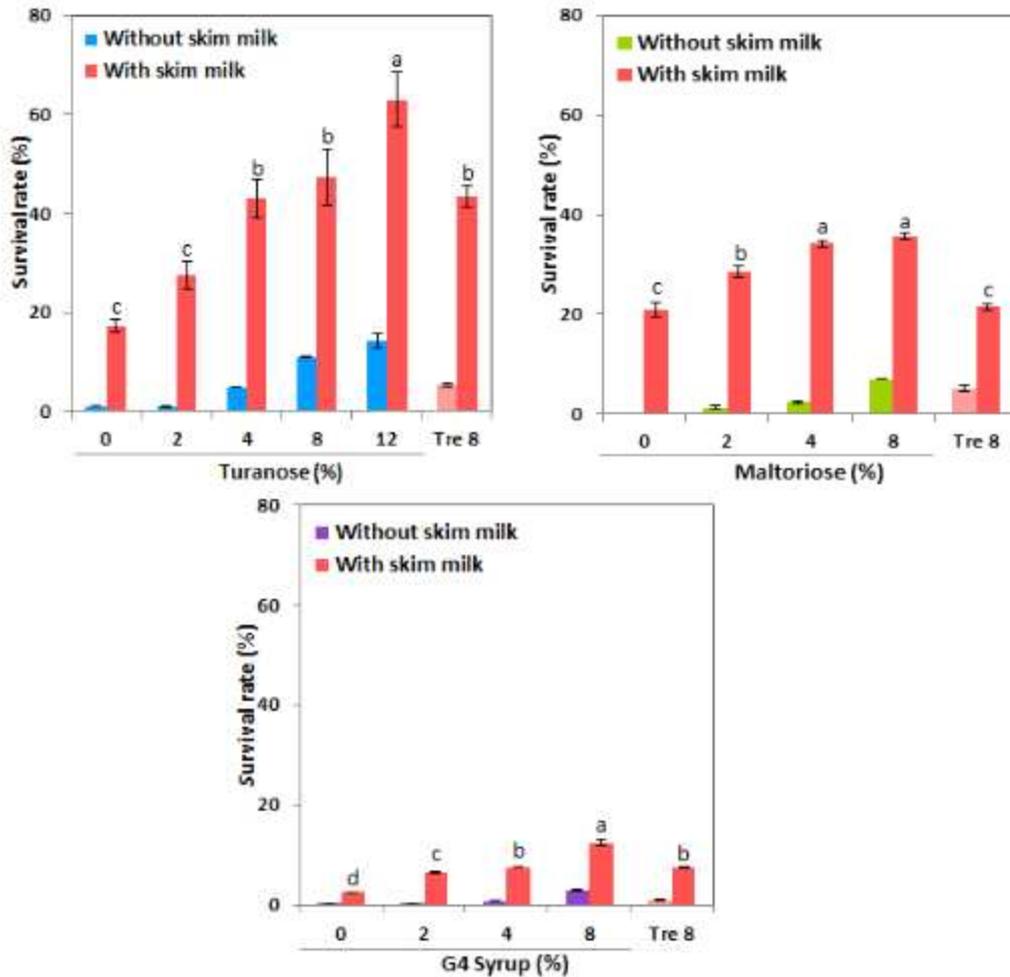


그림 3-4-40. 당의 농도 및 skim milk 혼합 첨가에 따른 동결건조 장해 후 효모의 생존율

① 그림 3-4-40에 나타난 바와 같이 모든 skim milk 첨가군은 비첨가군에 비해 유의적으로 높은 생존율을 나타냄. Turanose 첨가군의 경우 skim milk만 첨가 시의 생존율은 17.2%였으나 turanose 농도가 증가할수록 동결건조 후 효모의 생존율이 점차 증가하여 turanose 12% 실험 군의 경우 63%의 생존율을 나타냄. Maltotriose 및 G4 syrup의 경우도 첨가 농도가 증가함에 따라 효모의 생존율이 증가하였고, 첨가 농도 8%에서 각각 35.58% 및 12.47%의 생존율을 나타냄. 결론적으로 당과 skim milk가 공존하는 상태에서 생존율이 크게 증가하는 상승효과가 나타났으며 동결보존능 평가 당류 중에서는 turanose가 가장 큰 효과를 보이는 것으로 판단됨.

그러나 그림 3-4-40에 나타난 바와 같이 각 당의 대조군으로 사용된 trehalose 8%의 실험군의 생존율의 차이가 발생함에 따라, skim milk첨가 후 동결 건조 장해 시 당의 종류에 따른 효모의 생존율을 조사하기 위해 추가실험을 진행함.

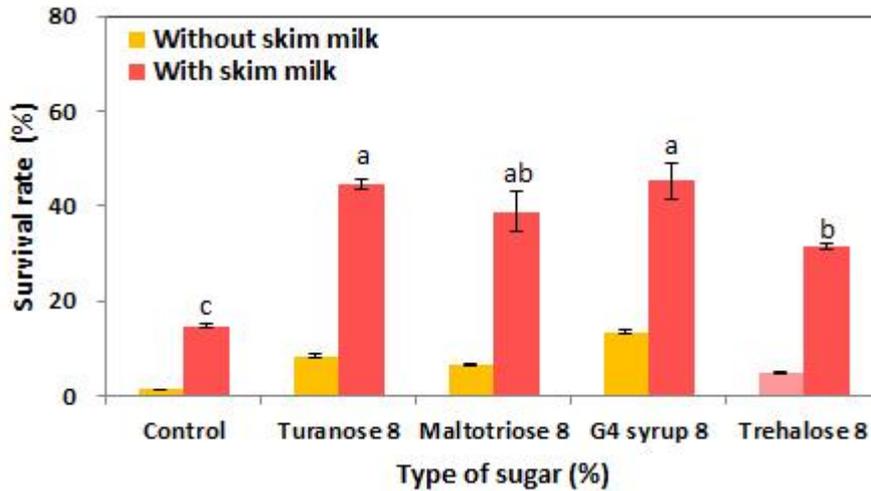


그림 3-4-41. 당류 및 skim milk 혼합 첨가에 따른 동결건조 장애 후 효모의 생존율 비교

② 그림 3-4-41에 나타난 바와 같이 skim milk를 당류와 혼합 첨가한 경우 turanose 8% 및 G4 syrup 8% 실험군에서 각각 44.6% 및 45.2%의 생존율이 나타나 유의적으로 가장 높았으며, maltotriose 8%의 실험군의 경우도 38.9%의 생존율로 trehalose 8%의 31.4%에 비해 유의적으로 높았음. 따라서 본 실험의 연구결과로는 turanose 및 maltotriose가 skim milk와 혼합첨가 시 가장 높은 상승효과를 나타냄. 따라서 본 연구 결과로부터 동결 장애 시 효모 활성 보존을 위한 기능성 당류의 산업적 활용가능성을 제시하였으며, 기존 상업적 동결보존제인 trehalose의 대체 가능성을 제시함.

(3) Maltotriose 첨가가 동결장애 후 냉동저장 시 효모의 생존율에 미치는 영향

(가) 실험재료

① 효모는 오투기 골드 생 이스트(썬오투기)를 사용하였고 당류는 maltotriose를 사용함. 또한, 기존에 미생물 동결방지제로 널리 사용되고 있는 skim milk를 사용함.

(나) 실험방법

① 효모를 skim milk 및 maltotriose 첨가 배지에서 배양 및 동결건조 후 -20℃에서 30일, 60일 및 90일간 냉동저장하면서 장기 보관 시 효모의 생존율을 조사함.

(다) 실험결과

표 3-4-24. Maltotriose 첨가에 따른 동결건조 장애 후 냉동저장 시 효모의 생존율

Sugars	Concentration (%)	Skim milk	Survival rate (%)			
			0 Day	30 Days	60 Days	90 Days
Maltotriose	0	0	1.52 ^{dz} ±0.04	0.67 ^{dy} ±0.03	0.70 ^{dy} ±0.01	0.05 ^{ex} ±0.01
	0	5	20.96 ^{cz} ±1.39	13.16 ^{cy} ±1.16	12.51 ^{cy} ±1.08	4.30 ^{dx} ±0.12
	2	5	28.57 ^{bz} ±1.02	23.93 ^{by} ±0.78	19.58 ^{bx} ±1.24	15.88 ^{bw} ±0.38
	4	5	34.25 ^{az} ±0.64	25.54 ^{by} ±0.40	25.87 ^{ay} ±0.30	26.45 ^{ay} ±0.28

	8	5	35.58 ^{az} ±0.62	28.20 ^{ay} ±0.20	28.14 ^{ay} ±1.03	26.61 ^{ay} ±0.32
Trehalose	8	5	21.41 ^{cz} ±0.51	14.76 ^{cy} ±0.08	14.75 ^{cy} ±0.25	14.92 ^{cy} ±0.12

a, b, c, d and e : Means within a column followed by different letters are significantly different at P = 0.05 by Tukey's HSD.

w, x, y and z : Means within a row followed by different letters are significantly different at P = 0.05 by Tukey's HSD.

- ① 표 3-4-24에 나타난 바와 같이 maltotriose 및 skim milk 비첨가 군은 생존율이 2%미만으로 매우 낮았으며, 저장 기간 동안 활성이 없는 상태가 유지됨. Skim milk 단독 첨가 군의 경우 동결건조 후 냉동저장 시작 시 maltotriose의 농도가 증가함에 따라 생존율도 증가하는 경향성을 보였으며, 30일 경과 후 생존율이 감소함. Maltotriose 2% 첨가군은 초기 28%의 생존율을 보였으나 냉동기간이 30, 60, 90일로 증가함에 따라 23, 19, 15%로 감소함. 그러나 maltotriose 4%의 실험군은 냉동저장 초기 30일에 34%에서 25%로 생존율이 감소된 이후에 생존율이 계속 유지되었으며, maltotriose 8% 및 trehalose 8%군 역시 유사한 경향성을 나타냄. 전반적으로 maltotriose 첨가군은 일반적으로 동결방지제로 사용되는 trehalose 8%보다 더 좋은 동결보존력을 나타낸다고 판단됨.

(4) Scanning electron microscope를 통한 turanose의 효모 보존능 확인

(가) 실험재료

- ① 효모는 오뚜기 골드 생 이스트(주)오뚜기)를 사용하였고 당류는 turanose를 사용함.

(나) 실험방법

- ① 위의 실험 결과로부터 가장 뛰어난 동결장해 방지능을 나타내었던 turanose의 동결장해 방지능을 형태학적으로 조사하기 위하여 다양한 농도의 turanose를 함유한 배지에서 효모를 배양하여 동결건조 장해 후 FE-SEM(model No: HITACHI S-4700)을 이용하여 10,000배의 배율로 촬영함.

(다) 실험결과

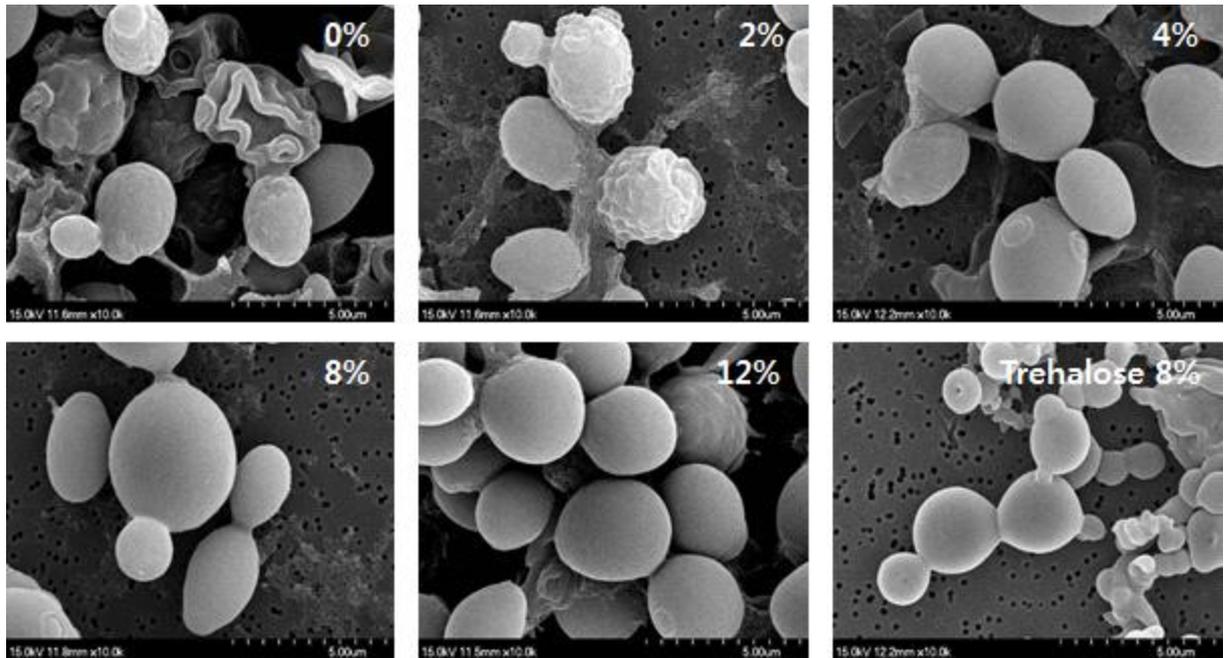


그림 3-4-42. Turanose첨가에 농도에 따른 동결건조 장애 후 효모의 형태학적 특성

- ① 그림 3-4-42에서 보는 바와 같이 turanose를 첨가한 배지에서 자란 효모는 대조군에 비해 동결 건조에 의한 장애가 현저히 낮아졌음을 확인함. 또한 4% turanose 첨가 시 8% trehalose 첨가군과 형태학적으로 유사한 것을 알 수 있었으며, turanose의 첨가 농도가 증가할수록 형태가 온전히 보존된 효모 군체가 현저히 많아지는 것을 확인함.

2. 냉장·냉동에 따른 반죽 물성 최적화

가. 냉장·냉동에 따른 반죽의 수분흡수율 분석

(1) 냉장 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률 분석

(가) 실험재료

- ① 밀가루 100 g, 소금 3.5 g, 물 61.7 g을 사용함.

(나) 실험방법

- ① 냉장 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률 분석하기 위해, 밀가루 100 g, 소금 3.5 g, 물 61.7 g을 혼합하여 반죽을 만든 후, 그 반죽을 4 g씩 분할하여 falcon tube에 담아 4°C에서 저장하면서 일정한 저장기간(0, 3, 6, 9, 12, 15 days)이 지난 뒤 꺼내어 반죽의 손실된 수분을 측정함. 측정방법은 냉장보관 된 반죽(dough)을 일정한 저장기간(0, 3, 6, 9, 12, 15 days) 후 꺼내어 원심분리(15000×g, 20°C, 30분)함. 그 후 상온에서 반죽이 담긴 falcon tube를 기울여 2시간 동안 방치 후 무게를 재어 아래 식을 사용하여 손실된 수분의 정도를 측정함.

(다) 실험결과

Loss of water retention (%)

$$\frac{\text{Dough weight} - \text{Precipitate weight}}{\text{Dough weight}} \times 100$$

수식1. 수분 손실률 계산식

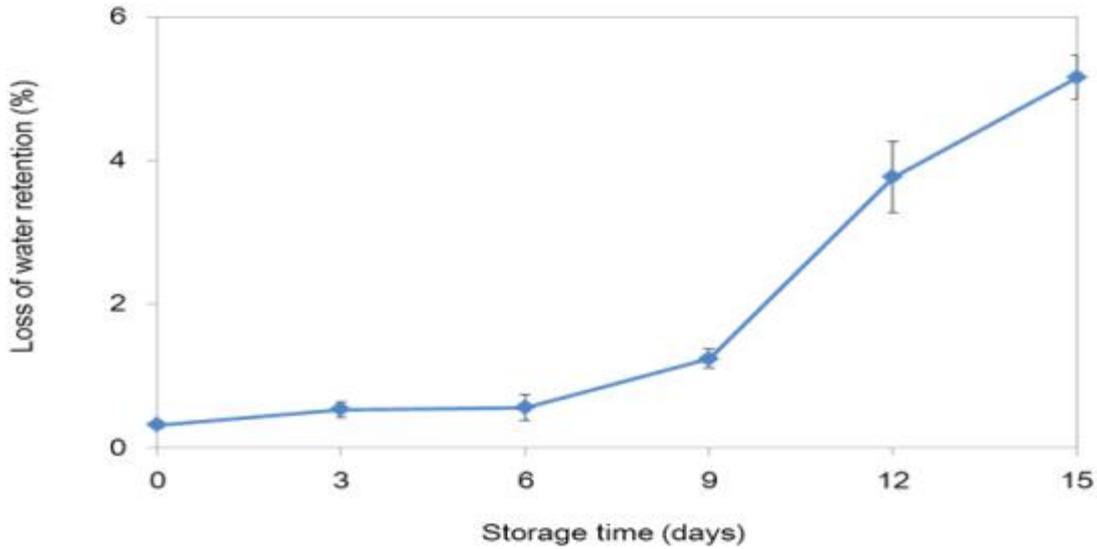


그림 3-4-43. 냉동 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률

표 3-4-25. 냉동 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률

Storage time (days)	0	3	6	9	12	15
Loss of water retention (%)	0.32±0.05	0.53±0.10	0.56±0.18	1.24±0.13	3.77±0.50	5.15±0.31

(2) 냉동 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률 분석

(가) 실험재료

① 밀가루 100 g, 소금 3.5 g, 물 61.7 g을 사용함.

(나) 실험방법

① 냉동 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률 분석하기 위해, 밀가루 100 g, 소금 3.5 g, 물 61.7 g을 혼합하여 반죽을 만든 후, 그 반죽을 4 g씩 분할하여 falcon tube에 담아 -18℃에서 저장하면서 일정한 저장기간(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 weeks)이 지난 뒤 꺼내어 반죽의 손실된 수분을 측정함. 측정방법은 냉동보관 된 반죽(dough)을 일정한 저장기간(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 weeks) 후 꺼내어 상온에서 1시간 동안 해동시킨 후 원심분리(15000×g, 20℃, 30분)함. 그 후 상온에서 반죽이 담긴 falcon tube를 기울여 2시간 동안 방치 후 무게를 재어 위의 수분 손실률을 계산하는 식을 사용하여 측정함.

(다) 실험결과

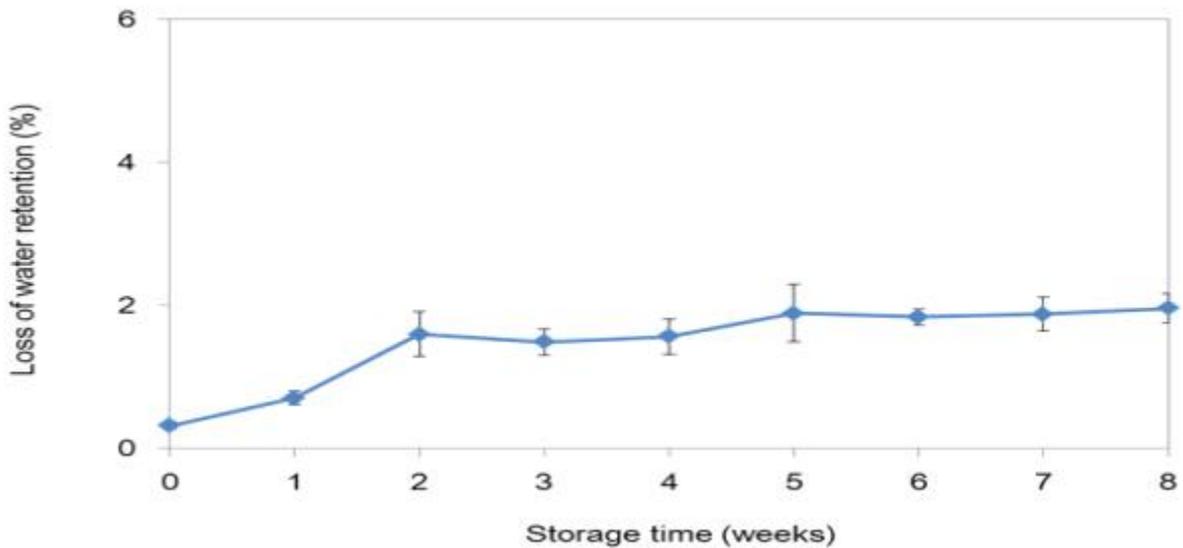


그림 3-4-44. 냉동 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률

표 3-4-26. 냉동 저장 기간에 따른 반죽의 수분 손실률

Storage time (days)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Loss of water retention (%)	0.32±0.05	0.71±0.09	1.60±0.31	1.49±0.18	1.56±0.24	1.89±0.40	1.83±0.11	1.88±0.24	1.96±0.20

- ① 총 8주간 냉동 저장동안 반죽의 수분 손실률을 측정된 결과, 2주 동안 일정하게 반죽의 수분 손실이 증가하는 것으로 관찰됨. 하지만 2주 이후부터 마지막 8주 사이에는 반죽의 수분 손실률이 크게 차이가 없는 것으로 보이며, 따라서 냉동 저장 기간에 따라서 반죽의 수분 손실은 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각됨.

나. 냉장·냉동에 따른 반죽 물성(신장력, 점탄성 등) 평가

(1) Kieffer dough and gluten extensibility rig를 활용한 냉장·냉동 반죽의 신장력 및 점탄성 측정

(가) 실험재료

- ① 밀가루 100 g, 소금 1.5 g, 물 61.7 g을 사용함.

(나) 실험방법

- ① 냉장·냉동 저장에 따른 반죽의 신장력 및 점탄성을 측정하기 위해, 먼저, 밀가루 100 g, 소금 1.5 g, 물 61.7 g을 혼합하여 반죽을 만든 후 냉장 또는 냉동 저장함. 2주간 저장 후, 상온에서 2시간 동안 방치시킨 뒤, 반죽을 일정한 가닥형태로 잘라줌. 이를 Texture analyzer의 Kieffer dough and gluten extensibility rig을 활용하여 200 mm/min 속도로 잡아당겨 끊어졌을 때 가장 큰 힘을 R_{max} , 끊어질 때까지 잡아당겨진 반죽의

거리를 E로 나타내어 신장력과 점탄성을 측정함.

(다) 실험결과

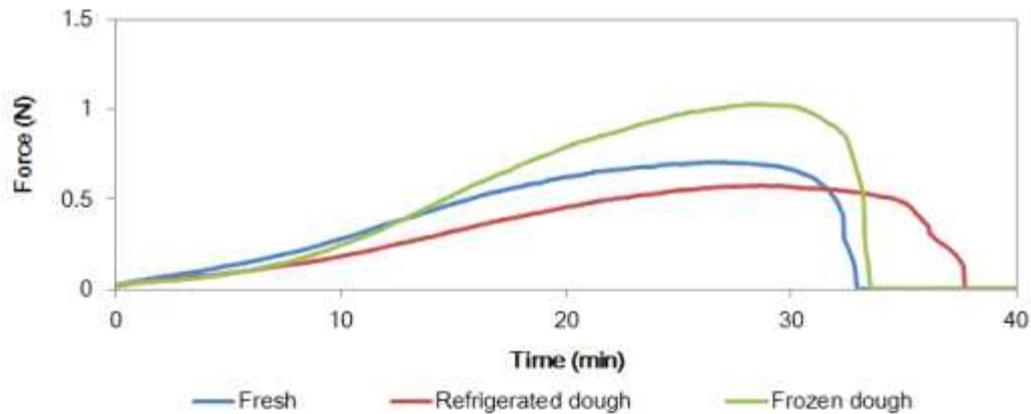


그림 3-4-45. Kieffer dough and gluten extensibility rig를 활용한 냉장·냉동 반죽의 물성 평가

표 3-4-27. Kieffer dough and gluten extensibility rig를 활용한 냉장·냉동 반죽의 물성 평가 인자

	Control	Refrigerated dough	Frozen dough
R_{max} (mN)	667.50 ^b ±45.62	564.11 ^c ±70.14	1035.56 ^a ±83.02
E (mm)	26.77 ^b ±1.49	29.71 ^a ±2.57	27.72 ^b ±1.23
Rmax/E	25.05 ^b ±2.64	19.08 ^c ±2.47	37.43 ^a ±3.42

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

① Kieffer dough and gluten extensibility rig를 활용하여 반죽의 신장력 및 점탄성을 측정 한 결과, R_{max} 의 경우, 2주간 냉장 저장한 반죽이 564.11 mN으로 가장 낮은 값을 갖는 것으로 보였으나, E값은 29.71 mm로 가장 높은 값을 확인함. 다시 말해, 냉장 저장한 반죽의 신장력이 가장 큰 것을 의미함. 또한 R_{max} 는 탄성적인 측면, E는 점성적인 측면으로 볼 수 있는데 이를 비(R_{max}/E)로 나타냈을 때, 냉장 저장한 반죽이 19.08로 가장 낮음. 따라서, 냉장 저장한 반죽은 점성적인 특성이 다른 샘플과 비교하여 가장 큰 것으로 확인됨. 이러한 이유로는 냉장 저장시 반죽의 수분 보유력이 감소하여 수분이 분리되는 현상이 발생하고 이에 표면에 생긴 수분으로 인해 반죽이 뭉어져 점성적인 측면이 증가하는 것으로 생각됨.

(2) Planar extensional test를 활용한 냉장·냉동 반죽의 신장력 측정

(가) 실험재료

① 밀가루 100 g, 소금 1.5 g, 물 45 g을 사용함.

(나) 실험방법

① 냉장·냉동 저장에 따른 반죽의 신장력을 측정하기 위해, 본 실험에서는 먼저, 밀가루 100 g, 소금 1.5 g, 물 45 g을 혼합하여 반죽을 만듦. 완성된 반죽을 두께 1.4 cm로

펴고, 직경 5 cm의 쿠키 커터 (cookie cutter)를 사용하여 일정한 형태로 성형한 후 냉장 또는 냉동 저장함. 2주간 저장 후, 상온에서 20분간 방치한 뒤, 이를 Texture analyzer의 3 cm의 구멍이 뚫린 plate에 샘플을 놓고 1 cm인 실린더형 probe로 100 mm/min 속도로 반죽을 눌러주어 신장력을 측정함.

(다) 실험결과

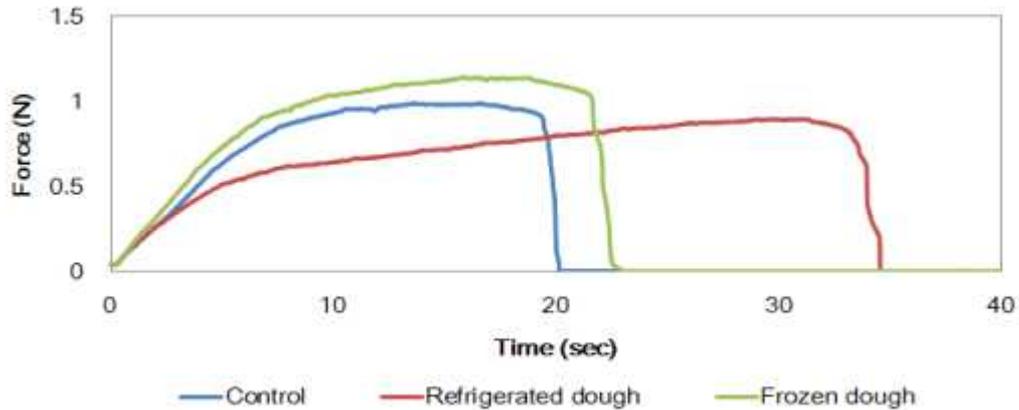


그림 3-4-46. Planar extensional test를 활용한 냉장·냉동 반죽의 물성 평가

표 3-4-28. Kieffer dough and gluten extensibility rig를 활용한 냉장·냉동 반죽의 물성 평가 인자

	Control	Refrigerated dough	Frozen dough
Peak force (N)	0.98 ^b ±0.04	0.89 ^c ±0.02	1.12 ^a ±0.05

(Means followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$)

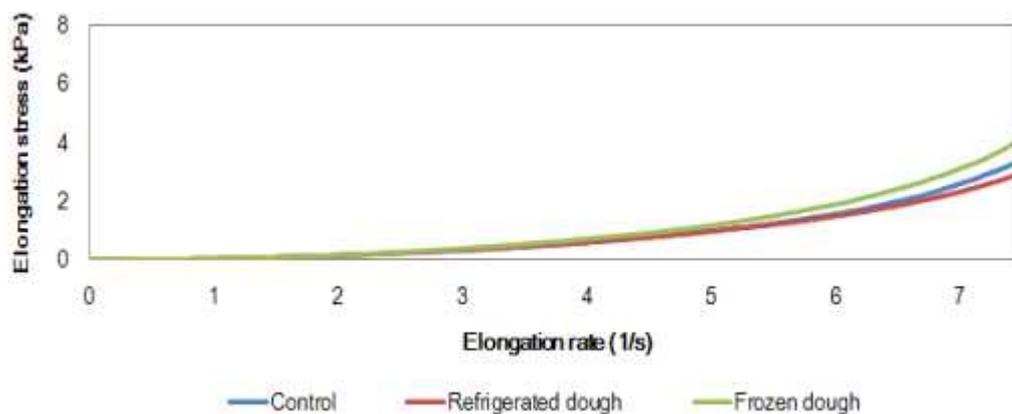


그림 3-4-47. 냉장·냉동 반죽의 elongation stress

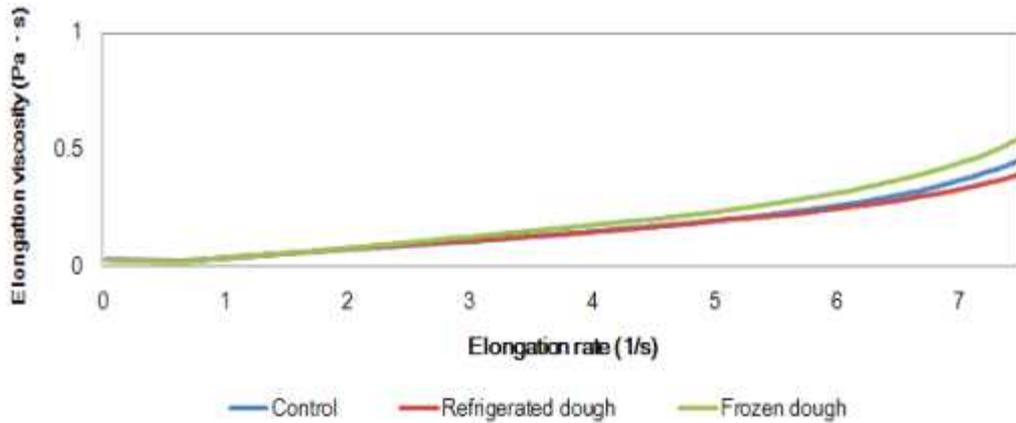


그림 3-4-48. 냉장·냉동 반죽의 elongation viscosity

- ① Planar extensional test을 활용하여 반죽의 신장력 측정된 결과, peak force의 경우, 2주간 냉동 저장한 반죽이 1.12 N로 가장 높은 값을 가지며 빨리 끊어진 반면, 냉장 저장한 반죽은 0.89 N로 peak force가 가장 낮은 값을 가지며, 다른 샘플들과 비교하여 반죽이 길게 늘어나는 것을 확인함. 또한 elongation rate에 따른 elongation stress와 elongation viscosity로 나타내었을 때, 냉장 저장한 반죽은 전체적으로 낮은 elongation stress와 elongation viscosity을 갖는 것으로 보여짐. 이는 kieffer dough and gluten extensibility rig을 활용하여 측정된 결과와 비슷하게 반죽의 수분 보유력이 감소하여 수분이 분리되는 현상이 발생하고 이에 표면에 생긴 수분으로 인해 반죽이 끊어져 나타난 결과로 생각됨.

다. 부원료 사용에 따른 반죽 물성 평가

(1) 냉동용 제빵생지의 제조 공정 및 물성 평가 방법 제시

(가) 실험재료

- ① 밀가루 300 g, 소금 4.5 g, 설탕 18.0 g, 이스트 3.0 g, 쇼트닝 9.0 g, 아스코르브산 (200 ppm) 7.5 mL 그리고 물 185.1 g을 사용함.

(나) 실험방법

- ① 본 실험에서는 냉동 완제품의 노화 억제 기술 개발을 위해 먼저, 공인된 방법인 American association of cereal chemists(AACC) 방법을 활용하여 냉동용 제빵생지를 만들. mixer bowl에 밀가루 300 g, 소금 4.5 g, 설탕 18.0 g, 이스트 3.0 g, 쇼트닝 9.0 g, 아스코르브산(200 ppm) 7.5 mL 그리고 물 185.1 g을 넣고 3분 30초 동안 혼합하여 반죽(dough)을 만든 후 분할하여 냉동고에서 2시간 보관한 후 비닐팩으로 반죽을 포장한 뒤 다시 2주간 냉동 저장함.

표 3-4-29. 냉동용 제빵생지 배합비

	Flour	Shortening	Salt	Sugar	Yeast	Water	Ascorbic acid
Flour basis (%)	100.0	3.0	1.5	6.0	1.0	61.7	200ppm

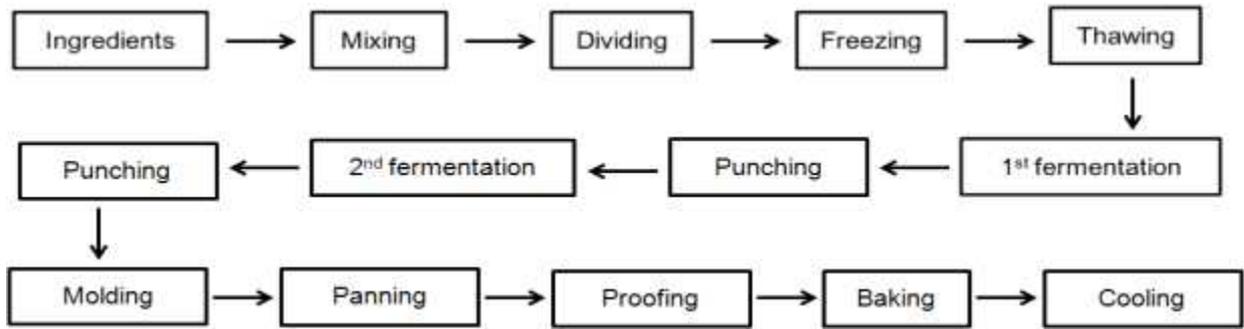


그림 3-4-49. 냉동용 제빵생지 공정도

(다) 실험결과

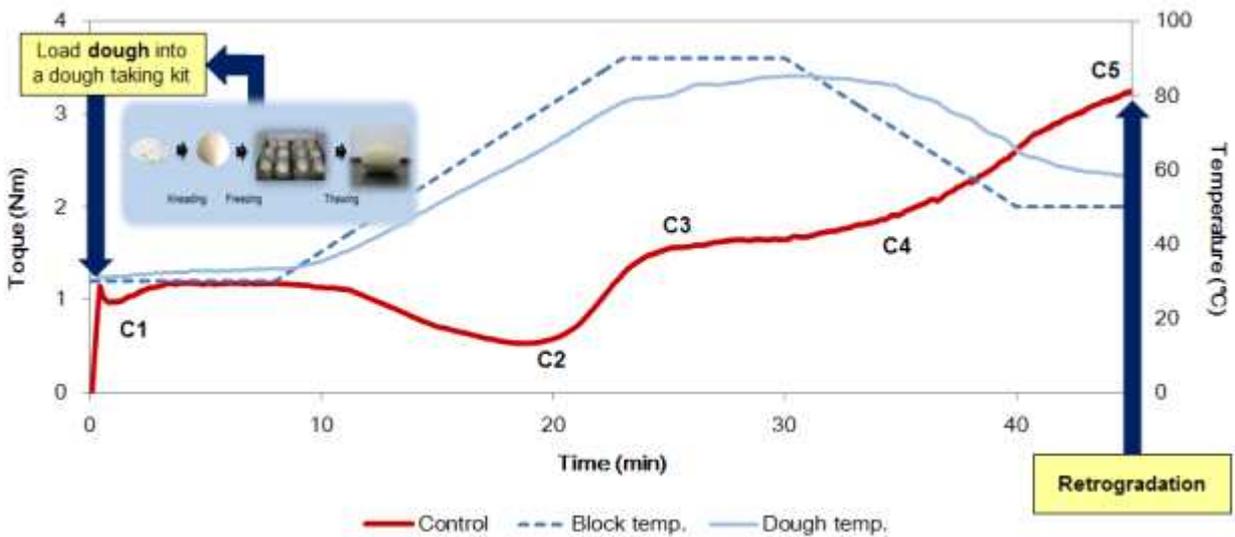


그림 3-4-50. Mixolab를 이용한 냉동용 제빵생지의 thermo-mechanical 특성 분석

① 위에 제시된 AACC 방법을 이용하여 만든 냉동 보관된 제빵 생지를 30°C의 온도 챔버 안에서 90분간 해동 시킨 후 Mixolab의 dough taking kit에 해동된 반죽을 직접 넣어 반죽의 물성을 평가함. 30°C에서 8분간 dual-mixing한 후, 4°C/min의 속도로 15분 동안 90°C까지 증가시킨 후, 90°C에서 7분간 유지시킨 후, 다시 10분 안에 50도까지 낮추고 50도에서 5분간 유지되는 온도 profile에 따라 torque값을 기록하고 이로부터 5가지의 대표적인 torque parameter (C1, C2, C3, C4, C5)가 나타남. C1에 경우 Farinograph 에서 500 BU에 해당되는 최적의 도우상태를 나타내는 구간이고, C2는 단백질의 네트워크, C3 구간에서는 온도가 올라감에 따라 반죽의 호화의 정도를 나타냄. 그 후 C4 구간에서는 호화된 전분의 물리적 붕괴의 정도를 나타내고 호화 된 후 온도가 감소함에 따라 C5 구간에서는 반죽의 노화도를 알 수 있음. 따라서 Mixolab을 통하여 열물성학적 특성 분석과 동시에 C5구간을 통한 반죽간의 전분 노화도를 비교 분석함.

(2) 설탕 함량에 따른 냉동 생지의 물성 평가

(가) 실험재료

① 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 설탕의 함량을 밀가루 무게 대비 3%, 9%로 각각 변경하여 사용함.

(나) 실험방법

① 설탕 함량에 따른 냉동 생지의 물성을 평가하기 위해 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 설탕의 함량을 밀가루 무게 대비 3%, 9%로 각각 변경하여 반죽을 만들. 그 후 반죽을 -18℃에서 2주간 저장한 뒤 30℃에서 90분간 해동하여 Mixolab을 통해 열물성학적 특성을 분석함.

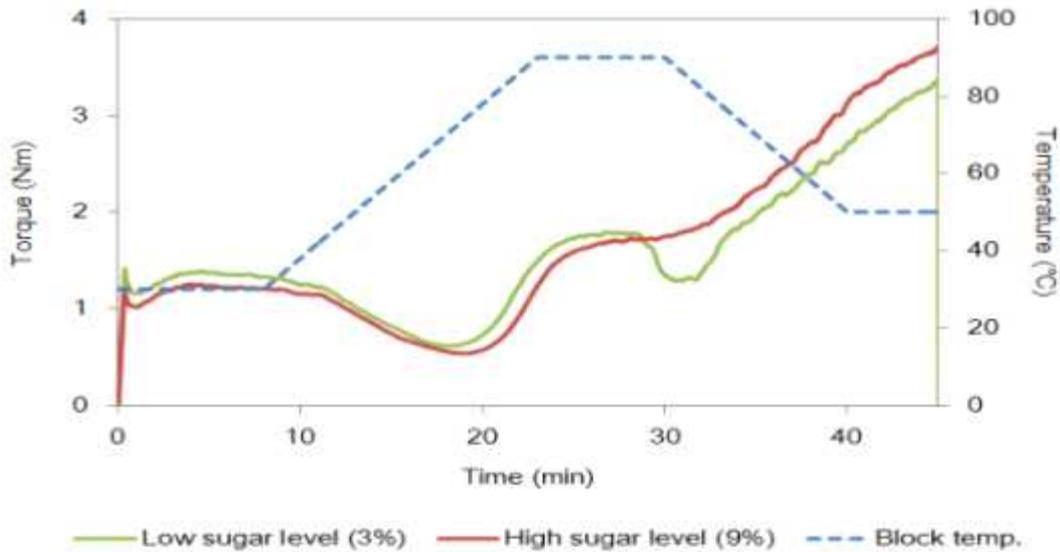


그림 3-4-51. 설탕 함량에 따른 냉동생지의 물성 평가

표 3-4-30. 설탕 함량에 따른 냉동 생지의 Mixolab 인자

		Low sugar content (3%)	High sugar content (9%)
Torque (Nm)	C1	1.36 ^a ±0.03	1.26 ^b ±0.02
	C2	0.60 ^a ±0.01	0.54 ^b ±0.01
	C3	1.78 ^a ±0.01	1.71 ^b ±0.02
	C4	1.23 ^b ±0.07	1.76 ^a ±0.02
	C6	3.38 ^b ±0.03	3.70 ^a ±0.02
Slope	α	-0.07 ^a ±0.04	-0.08 ^a ±0.04
	β	0.25 ^a ±0.03	0.21 ^b ±0.02
	γ	-0.14 ^b ±0.11	0.02 ^a ±0.02
Stability (min)		11.13 ^a ±0.26	11.37 ^a ±0.18

(다) 실험결과

① 측정결과, C1 구간에서는 9%의 설탕 함량을 가진 냉동 생지에서 더 낮은 torque 값을 갖는 것으로 관찰함. 반면, 전분의 노화도를 나타내는 C5 구간에 경우, 3%의 설탕 함량의 반죽의 torque 값이 3.38 Nm로 9%의 설탕 함량을 가진 반죽의 3.70 Nm보다 낮게 측정함. 이러한 결과로 볼 때, 설탕의 함량을 낮게 하여 냉동 보관할수록 전분의 노

화가 감소되는 것으로 관찰됨.

(3) 소금 함량에 따른 냉동 생지의 물성 평가

(가) 실험재료

- ① 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 설탕의 함량을 밀가루 무게 대비 1.5%, 3%로 각각 변경하여 사용함.

(나) 실험방법

- ① 소금 함량에 따른 냉동 생지의 물성을 평가하기 위해 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 설탕의 함량을 밀가루 무게 대비 1.5%, 3%로 각각 변경하여 반죽을 만들. 그 후 반죽을 -18°C 에서 2주간 저장한 뒤 30°C 에서 90분간 해동하여 Mixolab을 통해 열물성학적 특성을 분석함.

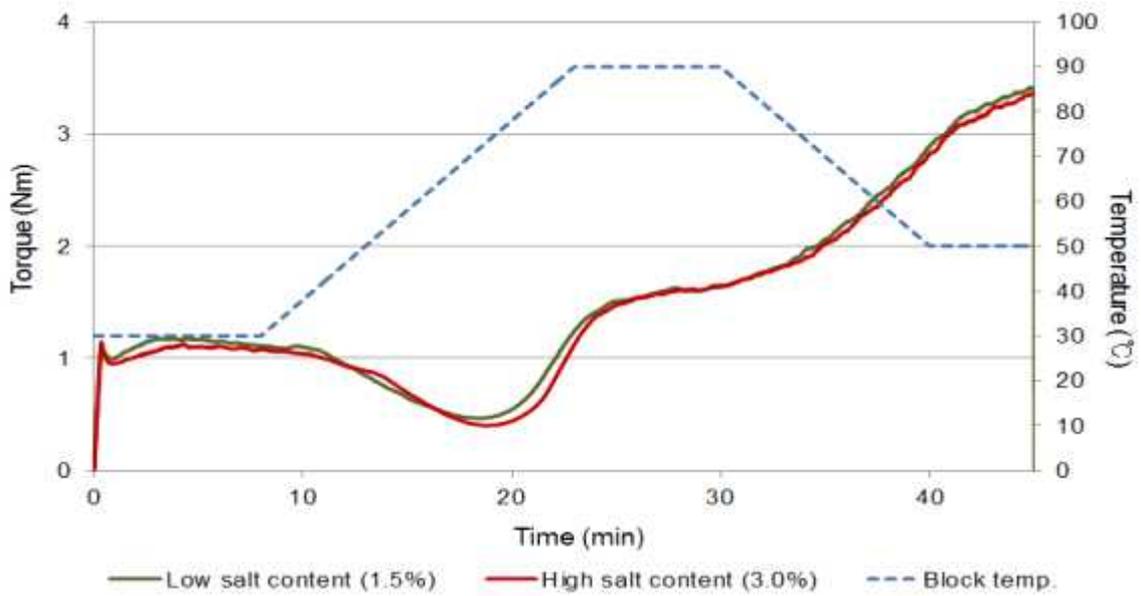


그림 3-4-52. 소금 함량에 따른 냉동 생지의 물성 평가

표 3-4-31. 소금 함량에 따른 냉동 생지의 Mixolab 인자

		Low salt content (1.5%)	High salt content (3.0%)
Torque (Nm)	C1	1.20 ^a ±0.02	1.11 ^b ±0.02
	C2	0.47 ^a ±0.01	0.39 ^b ±0.01
	C3	1.60 ^a ±0.01	1.56 ^a ±0.04
	C4	1.64 ^a ±0.01	1.65 ^a ±0.00
	C5	3.38 ^a ±0.06	3.36 ^a ±0.09
Stability (min)		10.78 ^a ±0.17	11.17 ^a ±0.22

(다) 실험결과

- ① 측정결과, 전체적으로 소금의 양을 달리함에 따라 큰 변화가 없는 것을 확인함. 따라서 소금의 양은 반죽 물성에 큰 영향을 나타내지 않을 것으로 생각됨.

(4) 쇼트닝 함량에 따른 냉동 생지의 물성 평가

(가) 실험재료

- ① American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 쇼트닝의 함량을 밀가루 무게 대비 3%, 6%로 각 각 변경하여 사용함.

(나) 실험방법

- ① 쇼트닝 함량에 따른 냉동 생지의 물성을 평가하기 위해 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 쇼트닝의 함량을 밀가루 무게 대비 3%, 6%로 각 각 변경하여 반죽을 만듦. 그 후 반죽을 -18℃에서 2주간 저장한 뒤 30℃에서 90분간 해동하여 Mixolab을 통해 열물성학적 특성을 분석함.

(다) 실험결과

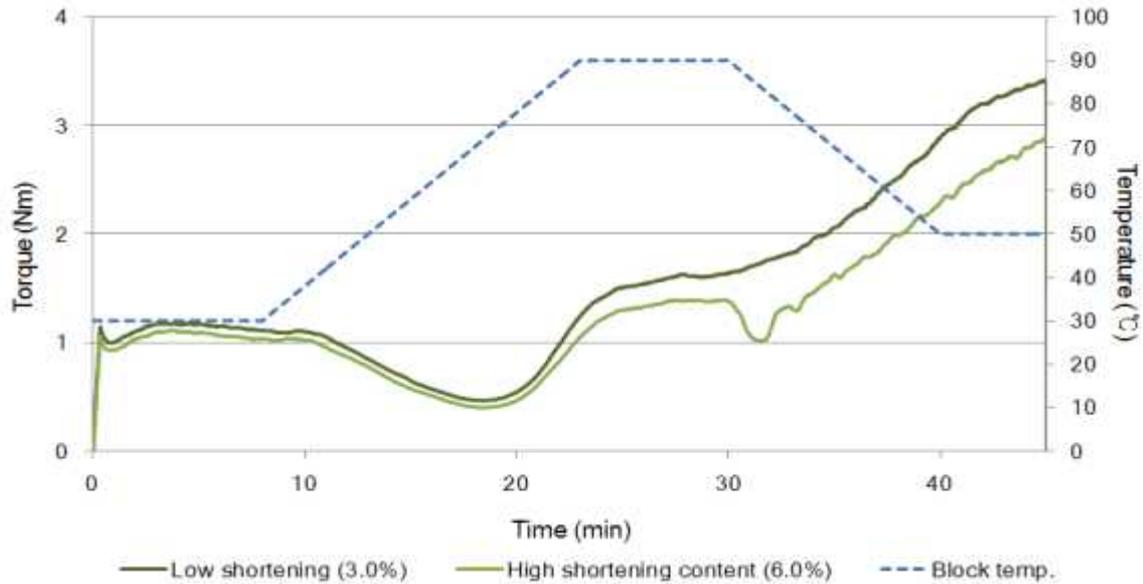


그림 3-4-53. 쇼트닝 함량에 따른 냉동생지의 물성 평가

표 3-4-32. 쇼트닝 함량에 따른 냉동 생지의 Mixolab 인자

		Low shortening content (3%)	High shortening content (6%)
Torque (Nm)	C1	1.20 ^a ±0.02	1.10 ^b ±0.02
	C2	0.47 ^a ±0.01	0.39 ^b ±0.01
	C3	1.60 ^a ±0.01	1.34 ^b ±0.01
	C4	1.64 ^a ±0.01	1.08 ^b ±0.14
	C5	3.38 ^a ±0.06	2.85 ^b ±0.09
Stability (min)		10.78 ^a ±0.17	10.50 ^a ±0.09

① 측정결과, 쇼트닝의 양이 증가될수록 혼합 강도가 낮아짐을 확인하였고, 호화, 노화도 역시 감소하는 경향을 확인함. 하지만, 반죽 안정성은 통계적으로 차이가 나지 않는 것을 보아 반죽 안정성은 변화가 없는 것을 확인함.

(5) 제빵개량제 함량에 따른 냉동 생지의 물성 평가

(가) 실험재료

① 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 추가적으로 제빵개량제의 함량을 1%, 2%로 증가시켜 사용함

(나) 실험방법

① 제빵개량제 함량에 따른 냉동 생지의 물성을 평가하기 위해 위에 제시된 American

association of cereal chemists (AACC) 방법에서 추가적으로 1%, 2% 양을 증가시킴에 따라 반죽을 만듦. 그 후 반죽을 -18℃에서 2주간 저장한 뒤 30℃에서 90분간 해동하여 Mixolab을 통해 열물성학적 특성을 분석함.

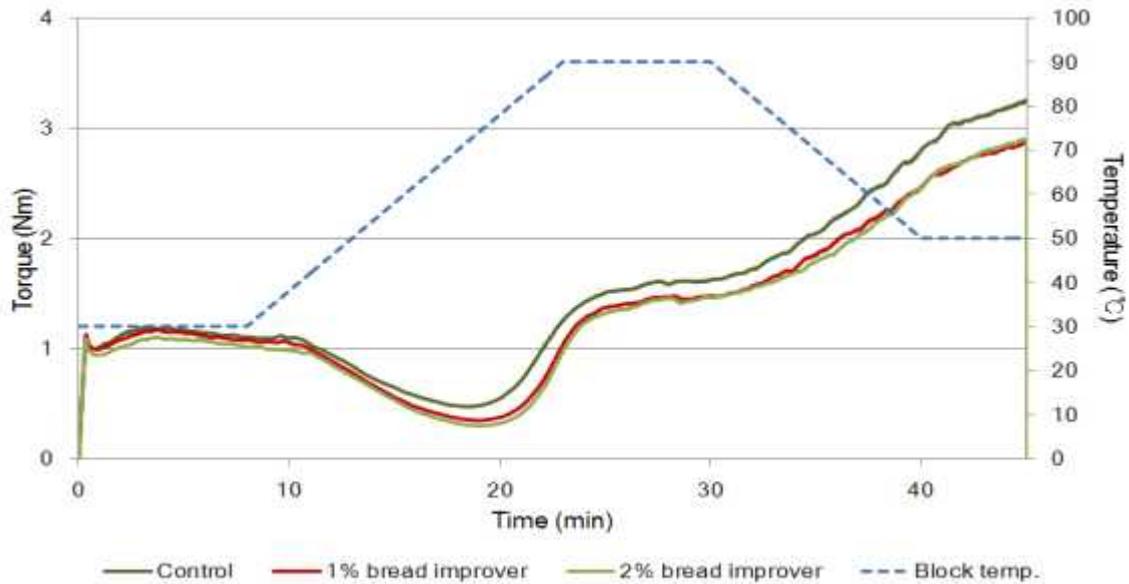


그림 3-4-54. 제빵개량제 함량에 따른 냉동생지의 물성 평가

표 3-4-33. 제빵개량제 함량에 따른 냉동 생지의 Mixolab 인자

	Control	1% bread improver	2% bread improver
C1	1.19 ^a ±0.01	1.16 ^b ±0.01	1.11 ^c ±0.01
C2	0.47 ^a ±0.00	0.34 ^b ±0.01	0.30 ^c ±0.01
C3	1.54 ^a ±0.05	1.42 ^b ±0.01	1.35 ^c ±0.01
C4	1.62 ^a ±0.02	1.48 ^b ±0.01	1.43 ^c ±0.02
C5	3.29 ^a ±0.03	2.87 ^b ±0.02	2.91 ^b ±0.04
Stability (min)	10.72 ^a ±0.17	10.28 ^b ±0.04	10.48 ^b ±0.09

(다) 실험결과

- ① 측정결과, 제빵개량제의 양이 증가될수록 혼합 강도, 호화, 노화도가 감소되는 경향을 확인함. 또한 기존 냉동생지보다 반죽 안정성이 감소되는 것을 확인함. 이는 제빵개량제의 효소의 영향으로 생각됨.

(6) 탈지분유 함량에 따른 냉동 생지의 물성 평가

(가) 실험재료

- ① 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 탈지분유의 양을 추가적으로 1%, 2% 양을 증가시켜 사용함.

(나) 실험방법

- ① 탈지분유 함량에 따른 냉동 생지의 물성을 평가하기 위해 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 추가적으로 1%, 2% 양을 증가시킴에 따라 반죽을 만듦. 그 후 반죽을 -18℃에서 2주간 저장한 뒤 30℃에서 90분간 해동하여 Mixolab을 통해 열물성학적 특성을 분석함.

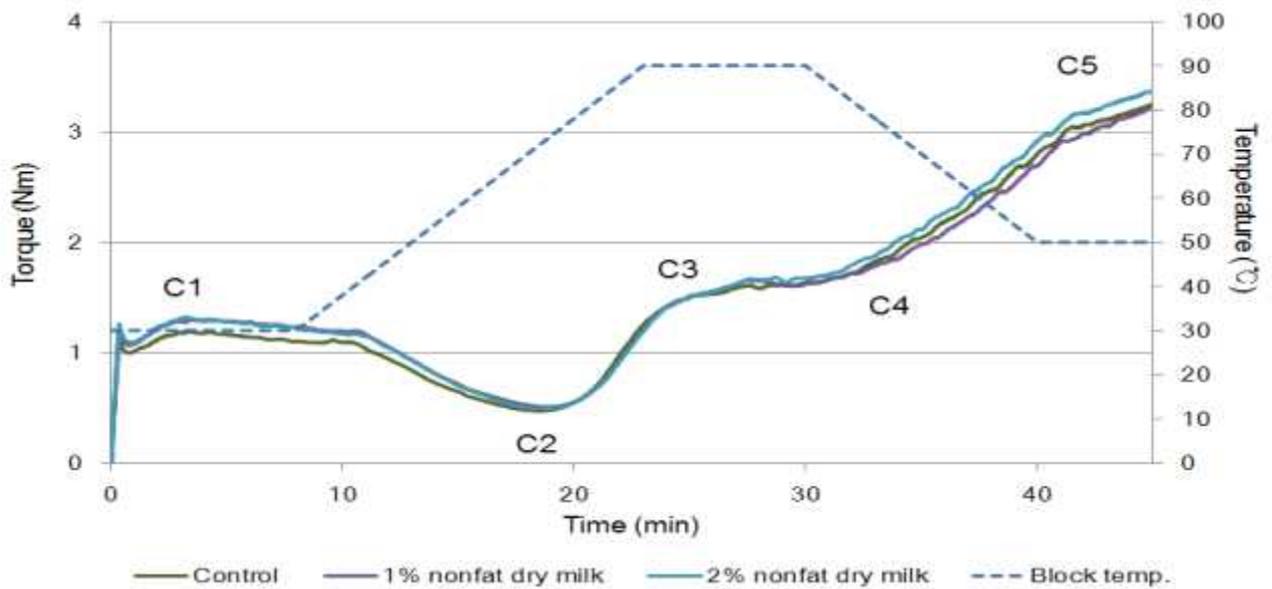


그림 3-4-55. 탈지분유 함량에 따른 냉동생지의 물성 평가

표 3-4-34. 탈지분유 함량에 따른 냉동 생지의 Mixolab 인자

	Control	1% Nonfat dry milk	2% Nonfat dry milk	
Torque (Nm)	C1	1.19 ^c ±0.01	1.23 ^b ±0.03	1.30 ^a ±0.02
	C2	0.47 ^b ±0.00	0.49 ^a ±0.02	0.49 ^a ±0.01
	C3	1.54 ^a ±0.05	1.57 ^a ±0.02	1.56 ^a ±0.04
	C4	1.62 ^a ±0.02	1.63 ^a ±0.03	1.64 ^a ±0.02
	C5	3.29 ^a ±0.03	3.28 ^a ±0.06	3.34 ^a ±0.08
Stability (min)	10.72 ^a ±0.17	10.82 ^a ±0.13	10.73 ^a ±0.29	

(다) 실험결과

- ① 측정결과, 탈지분유의 양이 증가될수록 혼합 강도가 증가되는 것을 확인하였다. 그 외에도 호화, 노화도, 반죽안정성 모두 차이가 나지 않는 것을 확인함.

(7) 냉동 생지의 유화제 사용에 따른 품질 특성 평가

(가) 실험재료

- ① 위에 제시된 American association of cereal chemists (AACC) 방법에서 유화제를 추가하여 생지를 제조 후 2주간 냉동 저장함.

(나) 실험방법

① 부피

- ㉠ 본 실험에서는 유화제 처리에 따른 냉동생지의 부피를 평가하기 위해 먼저, AACC 방법을 활용하여 유화제의 양을 달리하여 생지를 제조 후 2주간 개발된 저장조건에 따라 냉동 저장 후 Laser volumeter를 이용하여 빵의 부피를 측정함.

② 텍스처

- ㉠ 본 실험에서는 유화제 처리에 따른 빵의 texture에 미치는 영향을 측정하기 위해, Texture analyzer를 사용하여 개발된 저장조건에 따라 2주간 저장 후 빵의 texture를 측정함. 일정한 두께 20 mm의 빵 조각을 준비하고, 이를 25mm인 실린더형 probe로 60 mm/min 속도로 crumb 부분을 누른 후(70% 변형률) firmness를 측정함.

(다) 실험결과

① 부피

- ㉠ Laser volumeter를 이용하여 유화제 처리에 따른 빵의 부피를 측정한 결과, 유화제 처리 농도가 증가함에 따라 부피도 증가하는 경향을 확인함. 특히 유화제 SSL 0.4%로 처리하였을 때, 가장 큰 부피를 갖는 것을 확인함.

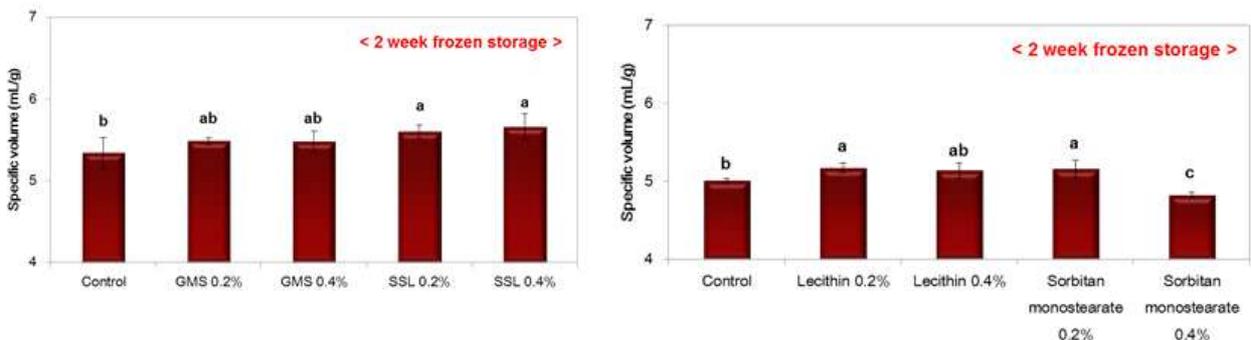


그림 3-4-56. 유화제 함량에 따른 냉동 저장 후 부피 변화

② 텍스처

- ㉠ 저장 기간 동안 유화제 처리를 한 빵의 경우 전체적으로 대조구보다 firmness 값이 낮게 측정되며, 유화제 농도가 증가함에 따라 firmness 값이 감소하는 경향을 보였음.

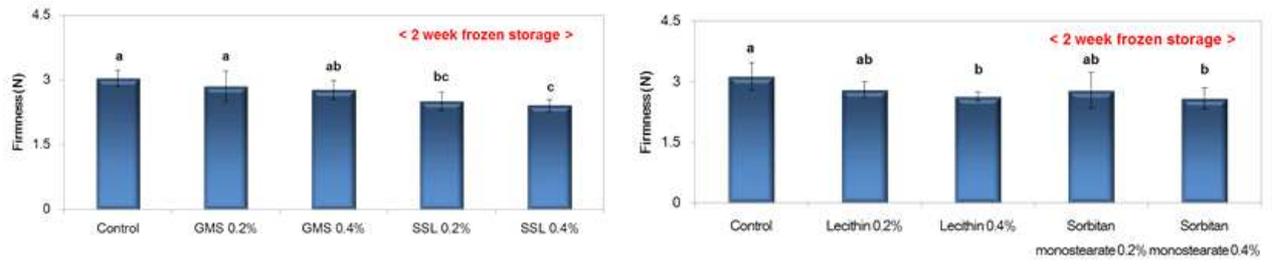


그림 3-4-57. 유화제 함량에 따른 냉동 저장 후 텍스처 변화

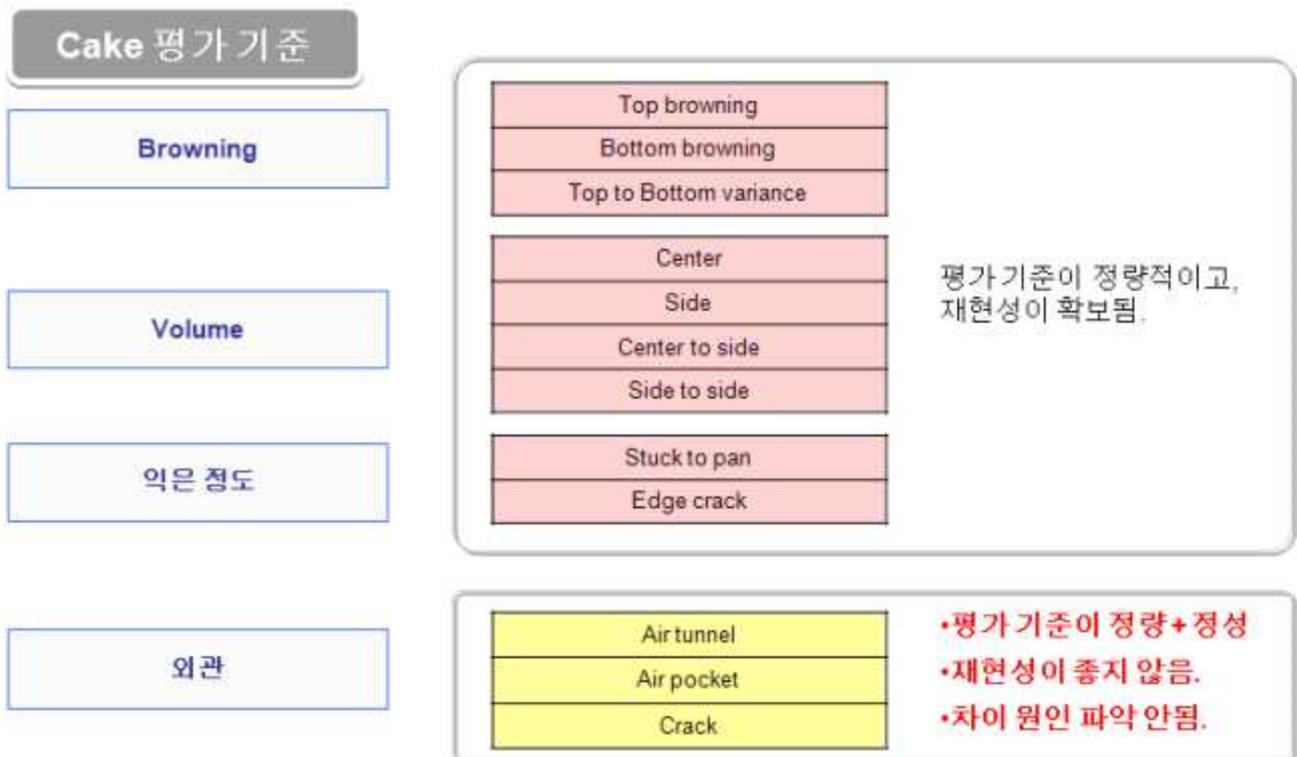
제 5 절 제4협동과제(냉장·냉동 곡류 가공식품의 조리법 표준화)

[1년차]: 제과용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠킹법 개발

1. Cake mix의 외관 품질 문제 발생원인 분석 및 개선안 도출

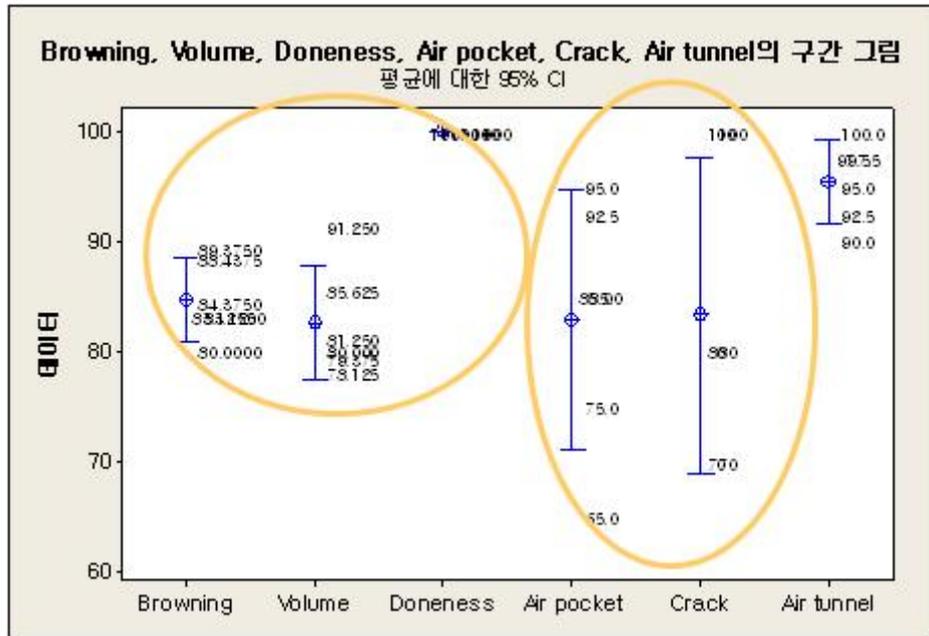
가. Cake 품질인자 중 외관 평가에서 재현성이 떨어지고, 간헐적인 crack 발생과 표면 마름 원인을 알 수 없어 재시험으로 인한 시간 및 식품재료비 loss 발생함.

나. Crack 발생 및 표면 마름의 원인을 밝혀 제거함으로써 실험 상 오차를 최소화하고 실험 재현성을 향상시켜 효율적인 제품 성능 설계를 하고자 함.



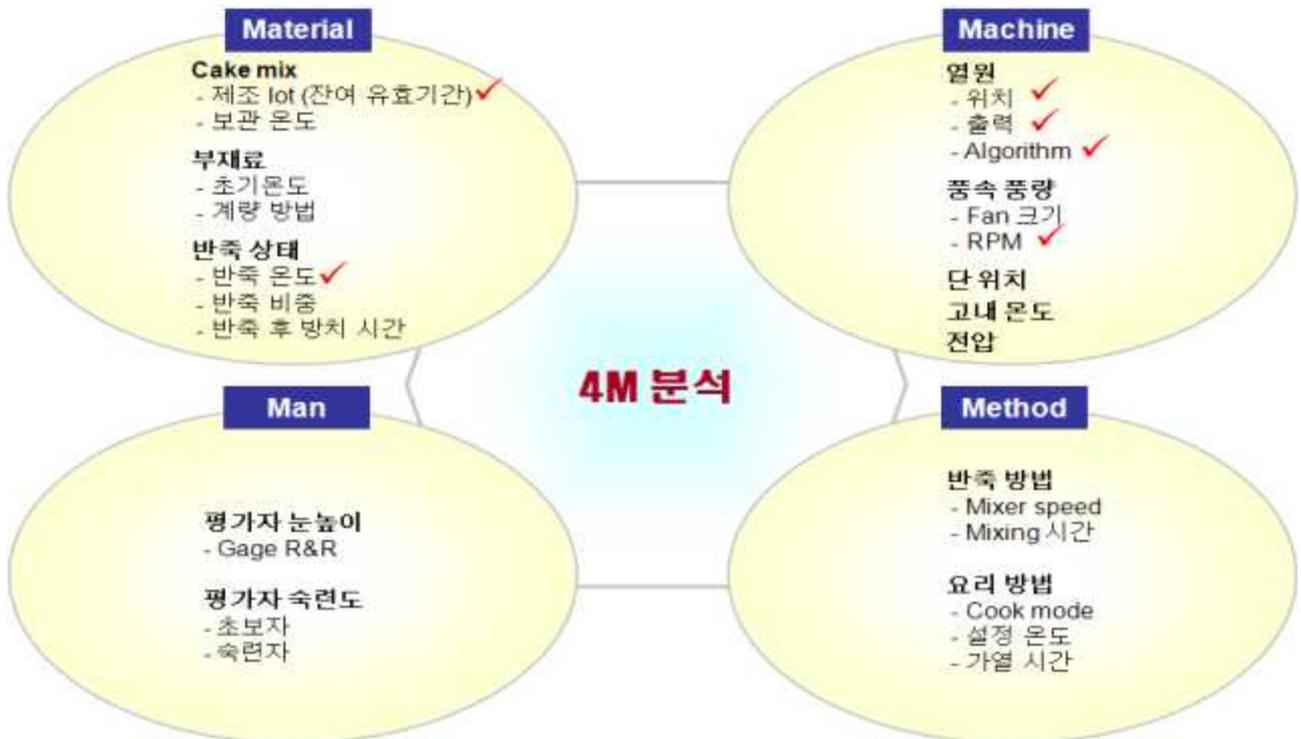
(1) 현재 수준 review

(가) 동일 제품에서 6회 반복 시험한 평가 결과에서 browning, volume, doneness 등의 항목 대비 외관 평가 항목인 air pocket, crack, air tunnel 항목의 시험 편차가 더 크다는 것을 알 수 있음.



(2) 성능 영향 인자 도출

(가) 다양한 실 사용 조건에서 Cake 준비 조건을 인자로 했을 때 외관 성능에 영향을 줄 수 있는 인자 Screening하여 표준설정, 관리 $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$



(3) 실험계획

(가) Cake mix의 잔여유효기간, 반죽온도, Cook mode, 단 위치를 가인자 (Possible X's)로 선정하여 주 영향 인자 도출을 위한 실험 실시함. (4인자 2수준 완전 배치)

Cake mix 잔여 유효기간: 미국에서 온라인 쇼핑으로 대량 구매하여 잔여 유효기간이 경과한 경우도 실험이 진행되고 있음. (±3개월)



반죽 온도: Cake mix 이외의 부재료에서 달걀과 물의 온도에 따라 반죽 온도가 최대 5℃까지 차이가 날 수 있음. (Refrig: 20℃, Room: 25℃)

Duncan Hines Moist Deluxe White Cake Mix
290 grams Water
25 grams Wesson Vegetable Oil
100 grams egg whites

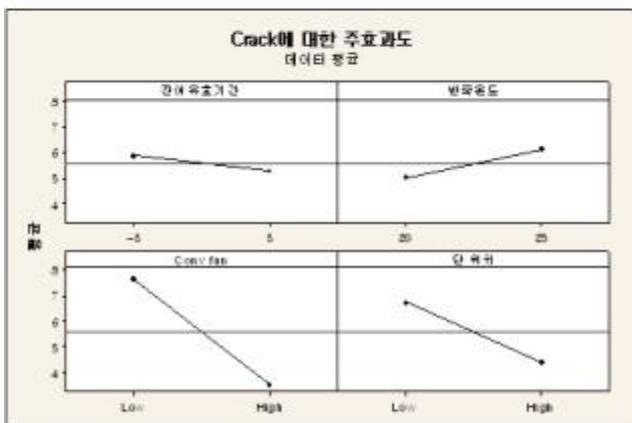
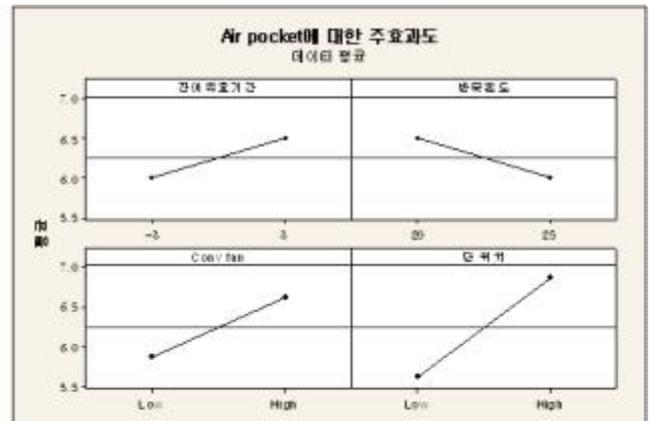
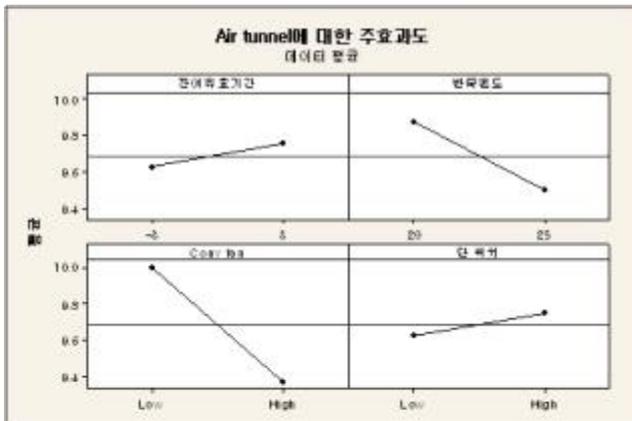
Convection fan 동작: High(1380rpm) / Low(0rpm)
열원에 의한 영향을 보기 위해 back의 convection heater와 fan이 동작하는 경우(1380rpm)와 상하 heater가 동작하고 fan 동작없는 경우(0rpm)로 시험.

단 위치: High / Low
단 위치에 따른 영향을 보기 위해 4단(High)과 2단(Low) 구분하여 시험.

	C1	C2	C3	C4	C5-T	C6	C7	C8	C9
Run order	잔여유효기간	반죽온도	Conv fan	단 위치	표준 순서	불의 할당	Crack	중양점	
1	1	-3	25	1380 Low	1	1	5	1	
2	2	3	25	0 Low	2	1	10	1	
3	3	-3	25	1380 Low	3	1	3	1	
4	4	-3	25	1380 High	4	1	5	1	
5	5	-3	20	1380 Low	5	1	3	1	
6	6	-3	20	0 Low	6	1	10	1	
7	7	-3	25	0 Low	7	1	10	1	
8	8	-3	20	0 High	8	1	5	1	
9	9	-3	20	1380 High	9	1	3	1	
10	10	3	20	1380 High	10	1	3	1	
11	11	3	20	1380 Low	11	1	3	1	
12	12	-3	20	0 Low	12	1	10	1	
13	13	3	25	0 High	13	1	5	1	
14	14	3	25	1380 High	14	1	3	1	
15	15	3	20	0 High	15	1	3	1	
16	16	-3	25	0 High	16	1	8	1	

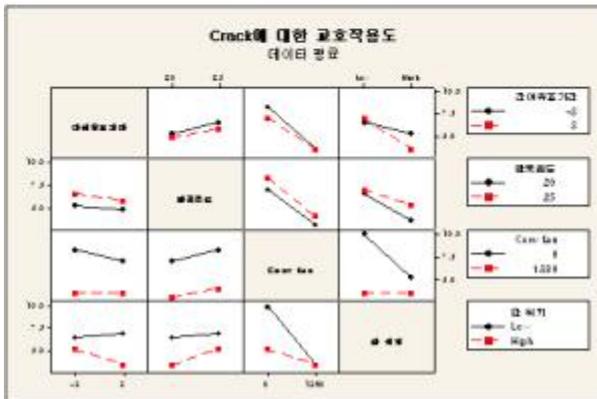
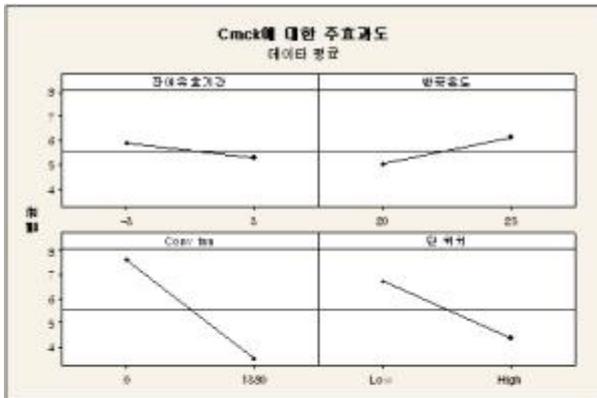
(4) 실험 결과

(가) Air tunnel 실험 결과 분석



- Air tunnel, Air pocket은 실험 조건에 영향을 적게 받음.
- Crack은 각 인자의 조건에 따른 영향이 큰 항목이므로, crack 항목을 집중적으로 개선할 수 있는 최적 조건 도출이 요구됨.

(나) Cake의 crack에 영향을 주는 vital few 분석



Pooling 후

요인 적합: Crack 대 잔여유효기간, 반죽온도, Conv fan, 단 위치

Crack에 대한 추정된 효과 및 계수(코드화된 단위)

항	효과	계수	SE 계수	T	P
상수		5.563	0.1875	29.67	0.000
잔여유효기간	-0.625	-0.313	0.1875	-1.67	0.140
반죽온도	1.125	0.562	0.1875	3.00	0.020
Conv fan	-4.125	-2.063	0.1875	-11.00	0.000
단 위치	-2.375	-1.188	0.1875	-6.33	0.000
잔여유효기간*Conv fan	0.625	0.313	0.1875	1.67	0.140
잔여유효기간*단 위치	-1.125	-0.562	0.1875	-3.00	0.020
반죽온도*단 위치	0.625	0.313	0.1875	1.67	0.140
Conv fan*단 위치	2.375	1.187	0.1875	6.33	0.000

S = 0.75 PRESS = 20.5714
R-제곱 = 97.02% R-제곱(예측) = 84.41% R-제곱(수정) = 93.60%

Crack에 대한 분산 분석(코드화된 단위)

출처	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
주효과	4	97.250	97.250	24.3125	43.22	0.000
잔여유효기간	1	1.563	1.563	1.5625	2.78	0.140
반죽온도	1	5.062	5.062	5.0625	9.00	0.020
Conv fan	1	68.063	68.063	68.0625	121.00	0.000
단 위치	1	22.563	22.563	22.5625	40.11	0.000
2차 교호작용	4	30.750	30.750	7.6875	13.67	0.002
잔여유효기간*Conv fan	1	1.563	1.563	1.5625	2.78	0.140
잔여유효기간*단 위치	1	5.063	5.062	5.0625	9.00	0.020
반죽온도*단 위치	1	1.563	1.563	1.5625	2.78	0.140
Conv fan*단 위치	1	22.562	22.562	22.5625	40.11	0.000
잔차 오차	7	3.937	3.937	0.5625		
총계	15	131.938				

요인 적합: Crack 대 잔여유효기간, 반죽온도, Conv fan, 단 위치

Crack에 대한 추정된 효과 및 계수(코드화된 단위)

항	효과	계수	SE 계수	T	P
상수		5.563	0.2183	25.48	0.000
잔여유효기간	-0.625	-0.313	0.2183	-1.43	0.212
반죽온도	1.125	0.562	0.2183	2.58	0.050
Conv fan	-4.125	-2.063	0.2183	-9.45	0.000
단 위치	-2.375	-1.188	0.2183	-5.44	0.003
잔여유효기간*반죽온도	-0.125	-0.063	0.2183	-0.29	0.786
잔여유효기간*Conv fan	0.625	0.313	0.2183	1.43	0.212
잔여유효기간*단 위치	-1.125	-0.563	0.2183	-2.58	0.050
반죽온도*Conv fan	-0.125	-0.063	0.2183	-0.29	0.786
반죽온도*단 위치	0.625	0.313	0.2183	1.43	0.212
Conv fan*단 위치	2.375	1.188	0.2183	5.44	0.003

S = 0.873212 PRESS = 39.04
R-제곱 = 97.11% R-제곱(예측) = 70.41% R-제곱(수정) = 91.33%

Crack에 대한 분산 분석(코드화된 단위)

출처	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
주효과	4	97.250	97.2500	24.3125	31.89	0.001
잔여유효기간	1	1.563	1.5625	1.5625	2.05	0.212
반죽온도	1	5.062	5.0625	5.0625	6.64	0.050
Conv fan	1	68.063	68.0625	68.0625	89.26	0.000
단 위치	1	22.563	22.5625	22.5625	29.59	0.003
2차 교호작용	6	30.875	30.8750	5.1458	6.75	0.027
잔여유효기간*반죽온도	1	0.062	0.0625	0.0625	0.08	0.786
잔여유효기간*Conv fan	1	1.563	1.5625	1.5625	2.05	0.212
잔여유효기간*단 위치	1	5.063	5.0625	5.0625	6.64	0.050
반죽온도*Conv fan	1	0.063	0.0625	0.0625	0.08	0.786
반죽온도*단 위치	1	1.563	1.5625	1.5625	2.05	0.212
Conv fan*단 위치	1	22.562	22.5625	22.5625	29.59	0.003
잔차 오차	5	3.812	3.8125	0.7625		
총계	15	131.938				

인자의 효과 구분 정도를 올리기 위해 유의하지 않는 2차의 교호작용 중 T-value 1보다 작은 항 pooling을 실시함.

코드화되지 않은 단위의 데이터를 사용하여 추정된 Crack의 계수

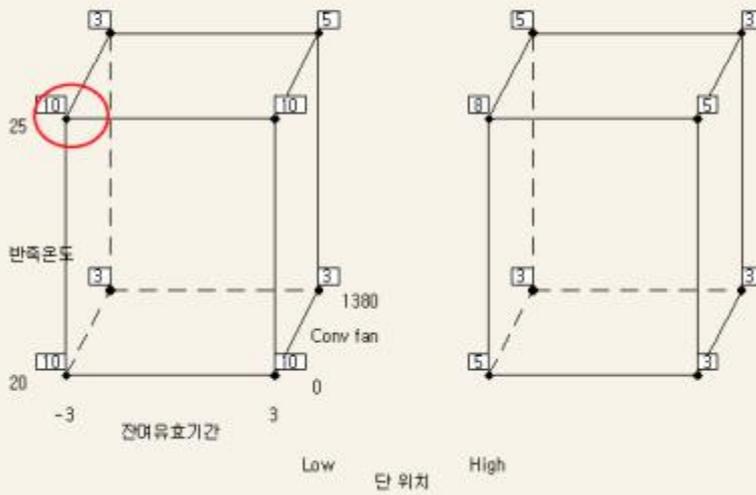
항	계수
상수	2.56250
잔여유효기간	-0.208333
반죽온도	0.225000
Conv fan	-0.00298913
단 위치	-5.18750
잔여유효기간*Conv fan	0.000150966
잔여유효기간*단 위치	-0.187500
반죽온도*단 위치	0.125000
Conv fan*단 위치	0.00172101

Crack에 대한 최소 제곱 평균

	평균	표준 오차
잔여유효기간*단 위치		
-3 Low	6.500	0.3750
3 Low	7.000	0.3750
-3 High	5.250	0.3750
3 High	3.500	0.3750
Conv fan*단 위치		
0 Low	10.000	0.3750
1380 Low	3.500	0.3750
0 High	5.250	0.3750
1380 High	3.500	0.3750

Pooling후에도 잔여유효기간은 유의한 인자가 아님. 교호작용이 존재하므로 수준조합을 고려하여 인자의 수준을 선택함.

Crack에 대한 입방체도(데이터 평균)



최적조합

잔여유효기간: -3개월

Conv. Fan : 0

단의 높이 : Low

반죽온도: 25도

(5) 최적 조합에서 확인 시험

잔여유효기간	반죽온도	Conv fan	단 위치	Air tunnel	Air pocket	Crack	결과
-3	25	0	Low	9	7	10	
-3	25	0	Low	9	8	10	
-3	25	0	Low	8	9	10	
-3	25	0	Low	9	8	10	
3	25	0	Low	9	7	10	
3	25	0	Low	9	8	10	
3	25	0	Low	9	9	10	
3	25	0	Low	9	9	10	

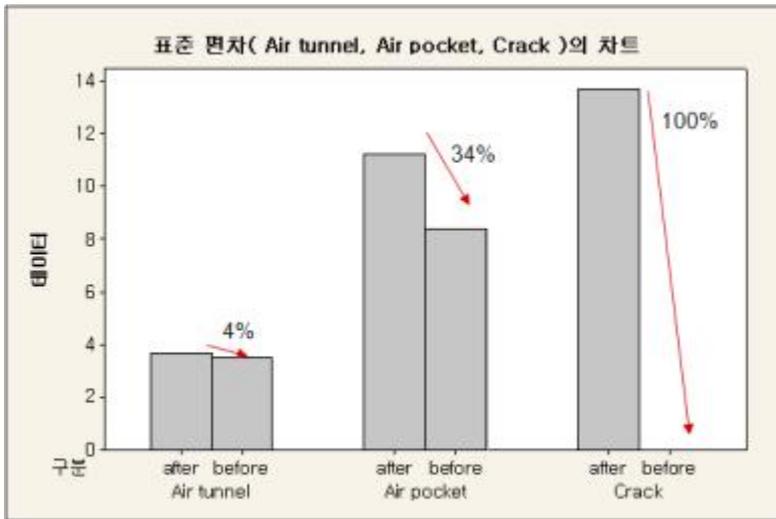
1. 최적 조합에서 cake 성능 대체로 양호하며, crack 점수는 시험 편차 zero로 나타남.

2. 최적조합의 잔여 유효기간이 현실성이 없으므로 +3개월 조건 시험 추가함.
→ 잔여 유효기간은 cake의 외관에 영향을 주지 않는 것으로 나타남.

(6) 개선 결과 확인

Conv fan 풍량, upper heater에서의 거리(복사열 세기), 반죽의 초기 온도 등의 조건이 control 되면 시험 편차는 약 46% 개선됨을 확인함.

특히 가장 편차가 심한 항목인 crack의 편차는 0이 되어 시험 편차 요인이 control 되면 100% 개선될 수 있는 항목임을 알 수 있음.



- Cake 외관 시험 편차 46% 개선됨.
- Crack 항목은 100% 개선됨.

[2년차]: 제비용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 최적 해동 법 개발

1. 떡의 재료 및 만드는 법에 따른 분류

			치는 떡	찌는 떡	지지는 떡	삶는 떡
만드는 법			곡물을 탈각해서 곡립 상태나 가루상태로 만들어서 시루에 쪄 다음, 절구나 안반 등에서 찌는 것	멥쌀이나 찹쌀을 물에 담갔다 가 가루로 만들어 시루에 안친 뒤 김에 올려 익힘.	찹쌀가루를 반죽하여 모양을 만들어 기름에 지진 떡	찹쌀을 반죽하여 빻어 끓는 물에 삶아 건져서 고물을 묻힌 떡
쌀 종류	점성	전분의 구조				
멥쌀	약함	아밀로오스20%/아밀로펙틴80%	가래떡, 절편, 골무떡, 개피떡, 색떡	백설기, 증편, (술로 부풀림), 송편, 팔시루떡, 백편, 호박떡, 잡과병, 수리취떡, 무시루떡, 석탄병, 느티떡, 신과병	전병	
찹쌀	강함	아밀로오스0%/아밀로펙틴100%	인절미	약식, 쇠머리떡, 깨찰떡, 콩찰떡, 두텁떡, 녹두편, 느티찰떡, 구름떡	주약, 부꾸미, 화전	경단, 대추단자, 오메기떡, 울무단자, 잣구리, 닭알떡
떡 해동 시 특징			<ul style="list-style-type: none"> • 멥쌀은 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 구성되어 있으며, 물이 잘 스며들지 않는 구조로 마이크로웨이브로 해동하여도, 퍼지지 않고, 해동 잘 됨. • 찹쌀은 아밀로펙틴으로만 구성되어 있고, 호화가 잘 되고, 노화가 잘 되지 않는 느슨한 구조로 되어 있어, 쉽게 노화되지도 않고, 마이크로 웨이브파처럼 열을 집중해서 가열하여 해동시키면, 호물호물하게 퍼짐. (찹쌀로만 만든 떡은 상온에 놔두면 자연 해동 잘 됨.) • 멥쌀과 찹쌀을 섞어서 떡을 만들 경우, 폭 퍼지거나, 해동 안 되는 현상 생기지 않음. • 가래떡, 떡국떡, 떡볶이 떡은 제조 과정에서 압출 과정이 있어 냉동했다 전자레인지로 해동 시 갈라지는 현상 생김. 			

2. 소비자 떡 냉동 보관 실태 조사 자료

냉동 보관 경험 이 있는 떡	전체	가장 자주 냉동 보관하는 떡	전체	연령 II	
				30대	40대
Base for %	-60	Base for %	-60	-30	-30
인절미/경단	83.3	가래떡	35	36.7	33.3
백설기/무지개떡	81.7	참쌀떡/찰떡	20	13.3	26.7
가래떡	80	인절미/경단	11.7	10	13.3
참쌀떡/찰떡	76.7	백설기/무지개떡	11.7	20	3.3
송편	71.7	송편	6.7	3.3	10
시루떡	55	시루떡	6.7	6.7	6.7
절편	55	절편	3.3	6.7	0
약밥	51.7	꿀떡	1.7	0	3.3
꿀떡	45	약밥	1.7	3.3	0
감자떡	1.7	감자떡	1.7	0	3.3

가. 한 번에 해동하는 떡의 양은 평균 10개 (인절미 크기 기준)이며 이는 고객이 자주 냉동하는 떡과 분량 참고 하였음.

3. 떡 해동 후 평가 기준 수립

	정성적 평가	정량적 평가
백설기/ 무지개떡	<ul style="list-style-type: none"> • 딱딱하거나 마른부위 없이 촉촉해야 함. • 색깔의 변화가 적어야함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도: 20℃~95℃ • 차가운 부위 없고 너무 뜨겁지 않은 상태 • Cooking loss: 5%이하
송편	<ul style="list-style-type: none"> • 딱딱하거나 마른부위 없이 촉촉해야 함. • 색깔의 변화가 적어야함. • 표면이 갈라지거나 소가 새어 나오지 않아야함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도: 20℃~95℃ • 차가운 부위 없고 너무 뜨겁지 않은 상태 • Cooking loss: 5%이하
시루떡	<ul style="list-style-type: none"> • 딱딱하거나 마른부위 없이 촉촉해야 함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도 : 20℃~95℃ • 차가운 부위 없고 너무 뜨겁지 않은 상태 • Cooking loss: 10%이하
참쌀떡	<ul style="list-style-type: none"> • 형상이 그대로 유지되어 서로 달라붙지 않아야함. • 표면이 갈라지거나 소가 새어 나오지 않아야함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도: 10℃~50℃ • 차가운 부위 없고 따뜻하지 않은 상태 • Cooking loss: 5%이하
인절미/ 경단	<ul style="list-style-type: none"> • 딱딱하거나 마른부위 없이 촉촉해야 함. • 형상이 그대로 유지되어 서로 달라붙지 않아야함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도: 10℃~50℃ • 차가운 부위 없고 따뜻하지 않은 상태 • Cooking loss: 5%이하

4. 전분(떡)의 노화/호화 (*식품화학/식품학 참고)

전분 노화에 영향 미치는 요인	전분의 종류	<ul style="list-style-type: none"> 전분 입자들의 내부 구조와 전분 분자들의 크기, 형태 등과 밀접한 관계있음.
	Amylose 및 Amylopectin의 함량	<ul style="list-style-type: none"> Amylose는 분자 형태가 직선상이고 분자량이 작기 때문에 호화되기 쉽고 또 노화되기도 쉬움. Amylopectin은 분자량도 amylose보다 훨씬 크고 분자형태도 가지가 많은 분지구조로 이루어져 있어 입체장해를 받기 때문에 노화되기 어려움. Amylose함량이 많은 전분은 노화가 더 빨리 일어나며 거의 amylopectin만으로된 찹쌀은 일단 호화되면 멥쌀에 비해 노화되기 어려움.
	수분	<ul style="list-style-type: none"> 전분 노화가 가장 잘 일어나는 수분의 함량은 30~60% 수분함량이 30% 이하가 되면 노화 억제되고, 수분함량이 60%를 넘으면 오히려 노화는 억제됨.
	온도	<ul style="list-style-type: none"> 전분의 노화가 가장 잘 일어나는 온도는 0~5℃로 냉장 온도로 냉장 온도임. 일반적으로 60℃ 이상의 높은 온도에서는 노화는 잘 일어나지 않음. 식품의 빙점 (-2℃정도) 이하로 온도가 내려가 -20~30℃에 이르러 냉동된 상태가 되면 전분의 노화는 잘 일어나지 않음.
	전분의 농도	<ul style="list-style-type: none"> 전분의 농도가 증가함에 따라 증가. (특히 amylose의 농도가 높을수록 노화가 빨리됨)
	pH	<ul style="list-style-type: none"> 강산 (Ph가 낮을수록)이 존재하는 경우에는 노화속도가 급속도로 증가 알칼리성 용액에서는 노화가 잘 일어나지 않음.
	염류 또는 이온	<ul style="list-style-type: none"> 음이온들은 호화를 촉진하고 노화를 억제. 황산염들은 노화를 촉진.
노화의 억제 방법	수분 함량의 조절	<ul style="list-style-type: none"> 수분함량이 10~15% 이하에서는 노화가 거의 일어나지 않음.
	냉동 방법	<ul style="list-style-type: none"> 호화 전분의 상태로있는 식품을 냉동시키면 그 속의 전분의 노화가 일시적으로 방지됨. 식품의 빙점 이하에서 그 수분함량을 10%이하로 동시에 탈수하는 것이 효과적 (ex.냉동건조미, 냉동빵)
	설탕의 첨가	<ul style="list-style-type: none"> 설탕은 탈수제로 작용하여 호화전분을 단 시간에 건조시킨 것과 같은 효과를 가짐. (ex,양갱)
	유화제의 사용	<ul style="list-style-type: none"> 유화제는 전부 colloid용액의 안정도를 증가시켜 전분 분자들의 침전이나 부분적인 결정성영역의 형성 방지하여 노화 억제.
노화된 떡 호화시키는 방법	열과 수분 첨가	<ul style="list-style-type: none"> 딱딱해진 떡을 찜통에 넣고, 찌면 다시 부드러워짐.

5. 냉동 떡 해동 알고리즘 개발

가. 시험 목적: 냉동 떡 종류별 최적 해동 알고리즘 개발

나. 냉동 떡 종류 선정: 고객 조사 자료에서 가래떡을 제외한 6가지 떡 종류 선정
 찹쌀떡 / 인절미 / 경단 / 백설기 /송편 / 시루떡

* 가래떡은 제조 과정에서 '압출'과정으로 인해 냉동 보관하였다가 전자레인지 해동하는 경우 갈라지는 현상 발생하여 제외함.

다. 시험 제품: - LG 스팀 / 오븐 겸용 복합 전자레인지 (모델명 : MA324BGS)
 - LG 단기능 전자레인지 (모델명 : MW234SG)
 - LG Inverter 전자레인지 (Engineering sample)

라. 시험 cook mode

Microwave	Inverter	Steam	Oven
<ul style="list-style-type: none"> Microwave 32sec duty 20%: 8sec on / 24sec off 40%: 14sec on / 18sec off 	<ul style="list-style-type: none"> Microwave linear control 40%: 280W fully on 	<ul style="list-style-type: none"> Steam heater (600W) Halogen heater (450W) Backsheath heater (750W) Pump motor Fan motor Convection motor/fan 	<ul style="list-style-type: none"> Upper sheath heater (1100W) Backsheath heater(750W) Convection motor/fan Temperature control

마. Cook mode별 시험 용기

Microwave	Inverter	Steam	Oven
<ul style="list-style-type: none"> 전자레인지 사용가능 접시 스티로폼접시 플라스틱랩/ 위생백/ 지퍼백/ 밀폐용기 	<ul style="list-style-type: none"> 전자레인지 사용가능 접시 스티로폼접시 플라스틱랩/ 위생백/ 지퍼백/ 밀폐용기 	<ul style="list-style-type: none"> 내열용기 No cover 	<ul style="list-style-type: none"> 내열용기 No cover

6. 냉동 떡 최적 알고리즘

가. 백설기 (멤쌀)

Type	Algorithm	Time
Reference	재증숙	11:00
Microwave	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	5:00
	LG 복합전자레인지 MW 40%	3:00
Inverter	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	5:00
Steam	LG 복합 전자레인지 Steam	9:00
Oven	LG 복합 전자레인지 Oven 40°C	50:00

나. 송편 (멤쌀)

Type	Algorithm	Time
Reference	재증숙	9:00
Microwave	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	5:00
	LG 복합전자레인지 MW 40%	3:00
Inverter	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	6:00
Steam	LG 복합 전자레인지 Steam	9:00
Oven	LG 복합 전자레인지 Oven 180°C	11:00

다. 시루떡 (멤쌀 + 찹쌀)

Type	Algorithm	Time
Reference	재증숙	11:00
Microwave	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	5:00
	LG 복합전자레인지 MW 40%	4:00
Inverter	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	9:00
Steam	LG 복합 전자레인지 Steam	12:00
Oven	LG 복합 전자레인지 Oven 100°C	30:00

라. 인절미 (찹쌀)

Type	Algorithm	Time
Reference	상온 자연해동	150:00
Inverter	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	3:00
	LG 복합전자레인지 MW 20%	5:00
Microwave	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	3:00
Steam	LG 복합 전자레인지 Steam	10:00
Oven	LG 복합 전자레인지 Oven 100°C	17:00

마. 찹쌀떡 (찹쌀)

Type	Algorithm	Time
Reference	상온 자연해동	80:00
Inverter	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	2:30
	LG 복합전자레인지 MW 20%	4:00
Microwave	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	3:00
Steam	LG 복합 전자레인지 Steam	7:00
Oven	LG 복합 전자레인지 Oven 100°C	17:00

바. 경단 (찹쌀)

Type	Algorithm	Time
Reference	상온 자연해동	140:00
Inverter	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	3:00
	LG 복합전자레인지 MW 20%	5:00
Microwave	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	3:00
Steam	LG 복합 전자레인지 Steam	12:00
Oven	LG 복합 전자레인지 Oven 100°C	13:00

7. LG 단기능 전자레인지 Duty와 inverter의 비교

	MW Duty control 40% (14sec on / 18sec off)			MW Inverter (280W Linear control)	
	Cook time	Quantity	Result	Cook time	Result
경단	3:00	200g	46~73℃	3:00	27~37℃, 해동 잘되고, 약간 따뜻하며, 눌러 붙지 않음.
인절미	3:00	200g	-1.1~25.3℃	3:00	무게변화: 212.5g → 210g 2.2~34℃, 가장자리 약간 마름.
참쌀떡	3:00	200g	25~76℃, 약간 눌러 붙음.	2:30	무게변화: 224.5g → 223g 28~40℃, 한개만 약간 눌러 붙음.
백설기	5:00	200g	54~73.4℃	5:00	무게변화: 250g → 245g 52~93℃, 가장자리 약간 마름.
송편	5:00	200g	65~90℃	6:00	무게변화: 293g → 288g 67~90℃, 가장자리 약간 마름.
시루떡	5:00	200g	31~74℃	9:00	무게변화: 400g → 383g 44~96℃, 가장자리 약간 마름.

8. 열원 별 실험 결과

가. 백설기 (멤살)

해동방법	Algorithm	Cook time	무게 변화량	Accessory
전통 (재증숙)	가스쿡탑 대화력	11:00	+13g (263g→276g)	찜냄비+채반
Microwave inverter	LG단기능 전자레인지 MW 40%	5:00	-5g (250g→245g)	내열접시+랩
스팀	LG 복합전자레인지 스팀	17:00	+7g (287g→294g)	내열접시
Microwave duty control	LG 복합전자레인지 MW 40%	3:00	-6g (303g→297g)	내열접시+랩
Oven	LG 복합전자레인지 오븐100℃	17:00	-	내열접시
	LG 복합전자레인지 오븐180℃	13:00	-	내열접시
	LG 복합전자레인지 오븐40℃	50:00:00	-2g (347g→345g)	내열접시

- (1) 실험 결과, 전통 (재증숙) 방식으로 해동을 하게 되면 38~85℃에서 전반적으로 촉촉하게 잘 해동됨. Microwave inverter를 활용한 해동방법의 경우 52~93℃에서 백설기의 가장자리가 약간 마름. 스팀을 활용한 해동방법의 경우 19.5~60℃에서 표면 및 가장자리가 약간 마름. Microwave duty control 방식으로 해동을 하게 되면 23~87℃에서 백설기의 가운데 표면만 아주 약간 마름. Oven을 활용한 해동방법의 경우 100℃ 및 180℃처리군의 경우 백설기가 많이 딱딱해지고, 40도씨 이하의 저온처리의 경우 8.3~23℃에서 표면 및 가장자리가 약간 마른 상태로 해동이 됨. 이와 같은 결과 및 처리 조건을 종합해볼 때 처리시간이 짧고, 해동 후의 백설기 굳기가 가장 적은 microwave duty control 방식이 해동방법에 적합하다고 판단됨.

나. 송편 (몹쌀)

해동 방법	Algorithm	시간	무게 변화량	Accessory
전통 (재증숙)	가스쿡탑 대화력	9:00	+18g (291g→308g)	찜냄비+채반
Microwave inverter	LG단기능 전자레인지 MW 40%	5:00	-5g (293g→288g)	내열접시+랩
스팀	LG 복합전자레인지 스팀	9:00	+13g (297g→310g)	내열접시
Microwave duty control	LG 복합전자레인지 MW 40%	3:00	-4g (289g→284g)	내열접시+랩
Oven	LG 복합전자레인지 오븐100℃	24:00:00	-	내열접시
	LG 복합전자레인지 오븐180℃	11:00	-	내열접시

- (1) 실험 결과, 전통 (재증숙) 방식으로 해동을 하게 되면 46~62°C에서 전반적으로 촉촉하게 잘 해동됨. Microwave inverter를 활용한 해동방법의 경우 47~80°C에서 촉촉함을 유지함. 스팀을 활용한 해동방법의 경우 15~53°C에서 떡끼리 붙어있는 부분이 살짝 차가운 부분이 있으나 전반적으로 촉촉하게 해동됨. Oven을 활용한 해동방법의 경우 오븐 온도 100°C 실험군의 경우 44~45°C에서 전반적으로 딱딱하고 표면이 마름. 오븐 온도 180°C 실험군의 경우 23~35°C에서 표면이 조금 딱딱한 상태로 해동됨. 이와 같은 결과 및 처리 조건을 종합해볼 때 처리시간이 짧고, 해동 후의 송편의 표면이 촉촉함을 유지한 microwave inverter 방식이 해동방법에 적합하다고 판단됨.

다. 시루떡 (멥쌀 + 찹쌀)

해동 방법	Algorithm	시간	무게 변화량	Accessory
전통 (재증숙)	가스쿡탑 대화력	11:00	+35g (396g→431g)	찜냄비+체반
Microwave inverter	LG단기능 전자레인지 MW 40%	8:00	-17g (400g→383g)	내열접시+랩
스팀	LG 복합전자레인지 스팀	12:00	+17g (357g→374g)	내열접시
Microwave duty control	LG 복합전자레인지 MW 40%	4:00	-8g (398g→390g)	내열접시+랩
Oven	LG 복합전자레인지 오븐100℃	30:00:00	-8g (348g→340g)	내열접시

- (1) 실험 결과, 전통 (재증숙) 방식으로 해동을 하게 되면 5~68℃에서 시루떡의 가장자리가 약간 눌러 붙고, 가운데 약간 차가운 부분이 있으나 해동은 잘 됨. Microwave inverter 를 활용한 해동방법의 경우 34~86℃에서 시루떡의 가장자리가 아주 약간 마름. 스팀을 활용한 해동방법의 경우 7~47℃에서 가장자리가 약간 눌러 붙고, 가운데 약간 차가운 부분이 있으나 해동은 잘 됨. Microwave duty control 방식으로 해동을 하게 되면 -0.5~94℃에서 시루떡의 가장자리가 약간 눌러 붙고, 가운데 겹쳐진 부분은 해동이 덜 됨. Oven을 활용한 해동방법의 경우 오븐 온도 100℃ 실험군의 경우 16~37℃에서 시루떡의 가장자리가 딱딱함. 이와 같은 결과 및 처리 조건을 종합해볼 때 처리시간이 짧고, 해동 후의 시루떡의 표면이 덜 마른 microwave inverter 방식이 해동방법에 적합하다고 판단 됨.

라. 인절미 (찹쌀)

해동 방법	Algorithm	시간	무게 변화량	Accessory
전통 (상온)	상온보관	150:00:00	-	포장
전통, 노화된 떡 (굽기)	가스쿡탑 대화력→중화력	Pre-H 1:00 4:00 (2:00+2:00)	-	후라이팬
스팀	LG 복합전자레인지 스팀	10:00	+6.5g (195g→201.5g)	내열접시
Microwave inverter	LG단기능 전자레인지 MW 40%	3:00	-	내열접시+랩
Microwave Inverter	LG 복합전자레인지 20%(140W)	5:00	-2.5g (212.5g→210g)	내열접시+랩
구이 자동요리	LG 복합전자레인지 구이자동- 1.가래떡	10:00	-14g (225g→211g)	구이전용팬
Oven	LG 복합전자레인지 오븐100℃	17:00	-	내열접시

- (1) 실험 결과, 전통 (상온 방치) 방식으로 해동을 하게 되면 18~19°C에서 해동은 되나 시간이 오래 걸림. 전통 (노화된 떡의 굽기) 방식으로 해동을 하게 되면 떡이 타서 화력을 약하게 해야 함. 스팀을 활용한 해동방법의 경우 14~42°C에서 해동이 잘 됨. Microwave inverter를 활용한 해동방법 중 단기능 전자레인지 군의 경우 2.2~34°C에서 인절미의 가장자리가 약간 마르는 반면, 복합 전자레인지 군의 경우 1~70°C에서 인절미의 모양 변화 없이 해동이 잘 됨. 전자레인지 내 구이 자동방식으로 해동을 하게 되면 71~95°C에서 인절미가 부분적으로 탄 곳이 있고, 퍼진 곳이 있음. 시간을 줄일 필요가 있음. Oven을 활용한 해동방법의 경우 오븐 온도 100°C 실험군의 경우 42~45°C에서 인절미의 가장자리가 약간 마름. 이와 같은 결과 및 처리 조건을 종합해볼 때 해동 후의 인절미 상태가 좋은 스팀 방식이 해동방법에 적합하다고 판단됨.

다. 찹쌀떡 (찹쌀)

해동 방법	Algorithm	시간	무게 변화량	Accessory
전통 (상온)	-	80:00:00	0.2kg	포장
Microwave inverter	LG 단기능 전자레인지 MW40%(280W)	2:30	-1.5g (224.5g→223g)	내열접시+랩
Microwave inverter	LG 복합전자레인지 20%(140W)	4:00	-	내열접시+랩
스팀	LG 복합전자레인지 스팀	7:00	+3.5g (236.5g→240g)	내열접시
Microwave duty control	LG 단기능 전자레인지 MW40%	2:00	-	내열접시+랩
Oven	LG 복합전자레인지 오븐100℃	17:00	-	내열접시

- (1) 실험 결과, 전통 (상온 방치) 방식으로 해동을 하게 되면 19~20℃에서 해동은 되나 시간이 오래 걸림. Microwave inverter를 활용한 해동방법 중 단기능 전자레인지 군의 경우 28~40℃에서 찹쌀떡 중 한 개만 약간 눌러 붙는 반면, 복합 전자레인지 군의 경우 10.4~48.5℃에서 찹쌀떡 우측 상단 부분이 늘어지는 현상을 보임. 스팀을 활용한 해동방법의 경우 3~32℃에서 찹쌀떡의 가장자리 부분이 약간 눌러 붙고, 가운데 약간 차가운 부분이 있으나 해동은 잘 됨. Microwave duty control로 해동을 하게 되면 2.4~35℃에서 찹쌀떡의 가운데가 약간 말랑하고 가장자리로 갈수록 차갑고 딱딱함. Oven을 활용한 해동방법의 경우 오븐 온도 100℃ 실험군의 경우 36~40℃에서 찹쌀떡의 바닥이 아주 약간 눌러 붙음. 이와 같은 결과 및 처리 조건을 종합해볼 때 해동 후의 찹쌀떡의 상태가 좋은 microwave inverter 방법 중 단기능 전자레인지 방식이 찹쌀떡 해동방법에 적합하다고 판단됨.

바. 경단 (참쌀)

해동 방법	Algorithm	시간	무게 변화량	Accessory
전통 (상온)	상온보관	140:00:00	-	포장
Microwave inverter	LG 단기능 전자레인지 MW40%(280W)	3:00		내열접시+랩
Microwave inverter	LG 복합전자레인지 20%(140W)	5:00	-	내열접시+랩
스팀	LG 복합전자레인지 스팀	12:00	+4.5g (209.5g→214g)	내열접시
Microwave duty control	LG 단기능 전자레인지 MW 40%	2:00	-	내열접시+랩
Oven	LG 복합전자레인지 오븐100℃	13:00	-	내열접시

- (1) 실험 결과, 전통 (상온 방치) 방식으로 해동을 하게 되면 19~21℃에서 해동은 되나 시간이 오래 걸림. Microwave inverter를 활용한 해동방법 중 단기능 전자레인지 군의 경우 27~37℃에서 해동이 잘 되고, 약간 따듯하며 눌러 붙지 않으며, 복합 전자레인지 군의 경우 32.4~57.3℃에서 경단이 늘어지는 부분이 없이 비교적 양호함. 스팀을 활용한 해동방법의 경우 14~23℃에서 경단끼리 약간 눌러 붙으나 해동은 잘 됨. Microwave duty control로 해동을 하게 되면 17~25℃에서 해동이 잘 되며 미지근하고 눌러 붙지 않음. 이와 같은 결과 및 처리 조건을 종합해볼 때 해동 후의 경단의 상태가 좋은 microwave inverter 방법 중 단기능 전자레인지 방식과 microwave duty control 방식이 경단 해동방법에 적합하다고 판단됨.

[3년차]: 제빵용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠킹법 개발

1. 유럽 국가별 냉동빵 종류 및 무게 조사
가. Italy

Name		Flower type in English	Average weight
Bocconcino di grano duro Hard roll (corn flour)		Corn flour	65g
Pagnotta di grano duro Loaf of bread(corn flour)		Corn flour	575g
Francesino di grano duro Hard Francesino of grain		Corn flour	115g
Ciabatta al latte Long flat olive oiled bread		Graham type 00 + milk	240g
Baguette		Graham type 00 + animal fat	95g
Croissant		Graham	55g

4. Spain

Name		Time (Cooking)	Temp (Cooking)	Average weight
Baguette		15~18 min	180~200 °C	230g
Baguetina		12~15 min	180~200 °C	115g
Baguettina Integral		12~15 min	180~200 °C	90g
Montadito		12~15 min	180~200 °C	135g
Mini Montadito		15~18 min	180~200 °C	150g
Brra M		15~18 min	180~200 °C	325g
Bollo		12~15 min	180~200 °C	105g
Pan Fibra Verde		12~15 min	180~200 °C	90g
Chapata Grande		15~18 min	180~200 °C	320g
Chapata Mediana		15~18 min	180~200 °C	180g
Payesito		12~15 min	180~200 °C	90g

2. 해동 빵의 종류 및 무게범위 설정

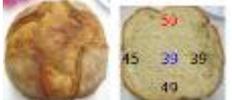
국가	개당 무게	Average weight	Name
Italy	550~600g	575g	Pagnotta di grano duro Loaf of bread (corn flour)
	200~250g	240g	Ciabatta al latte Long flat olive oiled bread
	100~150g	115g	Francesino di grano duro Hard Francesino of grain
	50~100g	95g	Baguette
	50g 미만	50g	Croissant
Spain	300~350g	325g	Brra M
		320g	Chapata Grande
	200~250g	230g	Baguette
	150~200g	180g	Chapata Mediana
	100~150g	105g	Bollo
	100g 미만	90g	Pan Fibra Verde

가. Italy와 Spain 두 국가별로 무게별로 Italy는 100~600g 범위에서 5종류, Spain은 100~350g 범위에서 6종류를 선정함.

3. 시료 준비

국가	Name	구입처
Italy	Pagnotta di grano duro, Loaf of bread (corn flour)	김영모 과자점
	Ciabatta al latte, Long flat olive oiled bread	
	Francesino di grano duro, Hard Francesino of grain	
	Baguette	파리바게뜨
	Croissant	
Spain	Brra M	김영모 과자점
	Chapata Grande	
	Pan Fibra Verde	
	Chapata Mediana	
	Bollo	
	Baguette	파리바게뜨

4. 열원에 따른 해동 성능 비교를 통한 최적열원 도출
가.

Bread	Mode	Cook time	Temp.	
Italy ciabatta 0.2Kg	M/W only defrost	2:00	4~43℃ $\Delta T:39℃$	
	Combi defrost	3:40	35~52℃ $\Delta T:17℃$	
Spain chapata G 0.3Kg	M/W only defrost	3:00	4~46℃ $\Delta T:42℃$	
	Combi defrost	4:50	41~67℃ $\Delta T:26℃$	
Italy Pagnotta di grano duro 0.5Kg	M/W only defrost	5:00	-2~28℃ $\Delta T:30℃$	
	Combi defrost	7:10	39~50℃ $\Delta T:11℃$	

- (1) 해동 후 빵의 부분적 온도차이를 ΔT 로 표현한 결과 M/W only defrost보다 Combi defrost가 균일하게 해동됨.
- (2) M/W only defrost에는 Icy한 부분과 뜨거운 부분이 공존함. Combi defrost는 전체적으로 온도가 높으면서 알맞게 해동됨. 최적 열원은 Combi defrost로 판단됨.

5. 해동 빵의 종류 및 무게범위에 따른 최적 Algorithm 도출

가. Model : MG5687U(26L Square) /MH6347E (23L Square) / MH6387AR(23L Round)

나. 정격 : 230V/ 50Hz

다. 출력: 23L S-M/W 850W, Grill 1100W/ 23L R-M/W 850W, Grill 1000W/ 26L-M/W 900W, Grill 1250W

라. Accessory : High rack 사용 (단 ,빵의 크기가 클 경우에는 Low rack 사용 가능)

마. 시험목적 : Bread Combi defrost 알고리즘 개발 -기존의 M/W만 썼던 해동 기능을 Grill heater와 combi로 동작시켜 내부는 차가운 부위 없이 따뜻하게 해동되면서 겉은 바삭한 맛을 구현함.

바. 시험 Bread: Italy 4가지(Pagnotta di grano duro/Francesino di grano duro/Ciabatta al latte/Baguette/ Croissant)

Spain 6가지(Baguette/Chapata grande/Chapata mediana/Barra M/Bollo/Pan fibra verde)

사. 시험결과 : 기존 M/W only 해동과 비교해보면 내부 따뜻하게 골고루 해동되면서 겉은 바삭하게 됨. 단, high rack을 사용하므로 빵의 높이가 7cm 이상 되는 빵은

low rack을 사용함.

(1) Cook Data

Model	Wt.limit	Step	Algorithm			Cook Time
			Stage	Mode	% Time	
26L	0.1~0.5kg	0.1kg	I	M/W 60%	20%	70sec./0.1kg
			II	M/W 40%	30%	
			● III	M/W 60%	50%	
			IV	Grill	Fix	1:50
23L	0.1~0.5kg	0.1kg	I	M/W 60%	20%	70sec./0.1kg
			II	M/W 40%	30%	
			● III	M/W 60%	50%	
			IV	Grill	Fix	1:20

● Beep: Display "Turn food over"

(가) Cook Result-26L

① High Rack 높이 : 120mm (Heater↔Rack거리:90mm)

Quantity	Accessory	Cook time	Bread	Temp.	수분 손실량
0.1kg	On High rack	M/W 1:10+ Grill 1:50	Croissant	42~59℃	2g (102→100g)
			Spain Pan Fibra Verde	65-78℃	2g (82→80g)
			Spain bollo	79-82℃	3g (91→88g)
			Italy Francesino	32-47℃	2g (104.5→102.5g)
0.2kg	On High rack	M/W 2:20+ Grill 1:50	Spain chapata M 2ea.	33-45℃	3g (206.5→203.5g)
			Spain Pan Fibra Verde 2ea.	77-83℃	3.5g (173→169.5g)
			Spain baguette	70-80℃	8g (184→176g)
			Italy Francesino 2ea.	53-73℃	5g (203.5→198.5g)
			Italy ciabatta	35-52℃	3.5g (206.5→203g)
0.3kg	On High rack	M/W 3:30+ Grill 1:50	Spain chapata G	17-44℃	6g (308.5→306.5g)
			Italy baguette 3ea.	70-78℃	10.5g (274→263.5g)
0.4kg	On High rack	M/W 4:40+ Grill 1:50	Spain chapata M 3ea.	47-75℃	7.5g (383.5→g)
0.5kg	On Low rack	M/W 5:50+ Grill 1:50	Italy Pagnotta di grano duro	37-47℃	8g (553→545g)

㉞ 26L 모델을 이용하여 양이 100g이 증가할 때, M/W의 시간은 1분 10초 씩 증가하여 빵을 defrost와 reheating 실험을 함. 그 결과, Spain Chapata G 제품만 내부에 약산 찬 부분이 존재함. 그 외의 실험군에서는 내부가 촉촉하고 따뜻하며 겉은 바삭함.

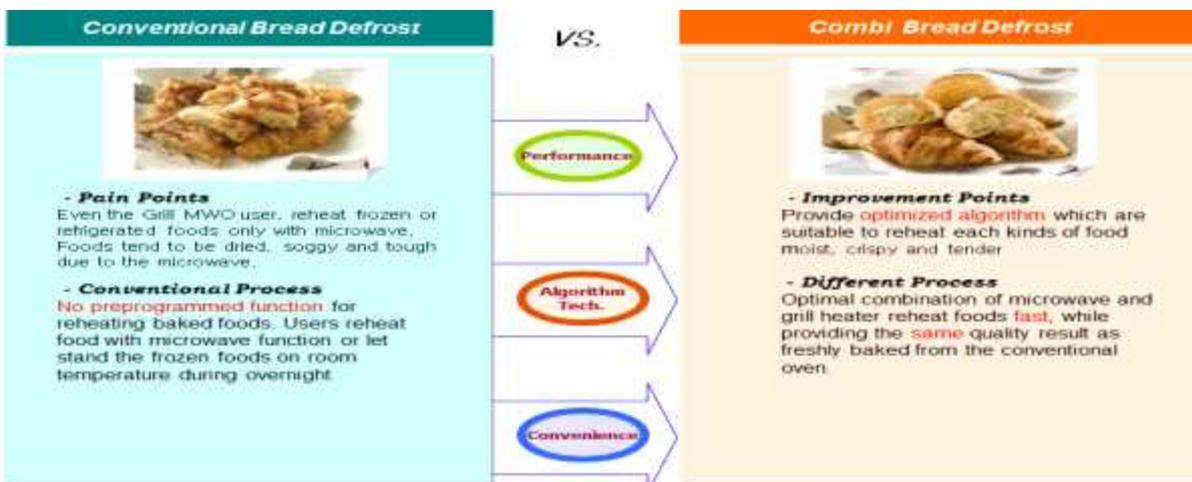
(나) Cook Result-23L

① High Rack 높이 : 120mm (Heater↔Rack거리:85mm)

Quantity	Accessory	Cook time	Bread	Temp.	수분 손실량
0.1kg	On High rack	M/W 1:10+ Grill 1:20	Croissant	40~55℃	2g (98→96g)
			Spain bollo	25-58℃	2g (91→89g)
			Italy baguette	67-72℃	3.5g (91→87.5g)
			Italy Francesino	80-90℃	5g (77→72g)
0.2kg	On High rack	M/W 2:20+ Grill 1:20	Spain bollo 2ea.	56-70℃	5g (181.5→176.5g)
			Spain Pan Fibra Verde 3ea.	49-71℃	5g (241→236g)
0.3kg	On High rack	M/W 3:30+ Grill 1:20	Spain chapata G	30-43℃	4.5g (306→301.5g)
			Italy baguette 3ea.	67-74℃	9g (270→261g)
0.4kg	On High rack	M/W 4:40+ Grill 1:20	Spain chapata M 3ea.	62-78℃	9.5g (395.5→386g)
0.5kg	On Low rack	M/W 5:50+ Grill 1:20	Italy Pagnotta di grano duro	17-43℃	8g (552.5→544.5g)

㉔ 23L 모델을 이용하여 양이 100g이 증가할 때, M/W의 시간은 1분 10초 씩 증가하여 빵을 defrost와 reheating실험을 함 그 결과, 모든 제품의 심험군에서 내부는 촉촉하고 따뜻하며 겉은 바삭함.

6. 해동 빵기능의 소구 Points 발굴



제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구목표의 달성도

1. 연구개발의 목표 및 연구개발 수행내용

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성 도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2012)	제과 제품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발 및 가공 식품 제조	제과제품의 냉장생지 포물라 개발 : 냉장머핀 반죽 포물라 개발	100	-시판 냉동머핀 입수 및 품질분석 -변성전분에 따른 머핀 품질영향 파악 -냉동머핀 반죽 포물라 개발
		제과제품의 조리방법에 따른 냉동완제품 제조기술개발 : 냉동쿠키 생지 포물라 개발	100	-시판 냉동쿠키 입수 및 품질분석 -변성전분 종류 및 함량에 따른 영향 파악 -냉동쿠키 생지 포물라 개발
	제과용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발	제과용 생지의 제조, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석	100	-제과용 생지의 냉장 후 표준 품질 평가: 점탄성
		생지의 배합비 변화를 통한 냉장·냉동 생지의 표준품질 확립	100	-유화제, 구아검의 함량을 변화한 후 냉장저장 후 생지 및 쿠키에 미치는 영향 확인
		제과용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석	100	-제조된 냉장 쿠키 생지를 가열한 후 쿠키의 퍼짐성, 색도, 조직감을 측정 함
	제과용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 최적화 냉장/냉해동 기술 개발	제과용 냉동 완제품의 최적 냉동 방법 개발	100	-냉동 속도에 따른 제과용 생지 및 완제품의 품질 변화연구 -냉동 저장 온도에 따른 제과용 생지 및 완제품의 품질 변화 연구 -최적 냉동 프로토콜 개발
		Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법 개발	100	-Microwave power에 따른 해동 속도 연구 -Microwave 조사 시간 및 패턴에 따른 해동 속도 연구 -최적 해동 프로토콜 제안
	냉장·냉동 곡류	냉장·냉동 중 dough	100	-곡류 분말에 존재하는 xylanase

	가공식품의 품질 연장 기술 개발	syruiping 유발 효소 활성 평가		효소 활성 분석 -냉장·냉동 저장 중 xylanase에 의한 생지의 dough syruiping 패턴 분석
		Hydrocolloid를 활용한 냉해 동 안정성 증진	100	-Hydrocolloid 종류별 수화능 평가 -냉동·냉장 저장중 Hydrocolloid 첨가에 따른 dough syruiping 평가
		-효소적 처리를 통한 냉해동 안정성 개선	100	-냉장저장 중 효소적 처리에 따른 dough syruiping 평가
	제과용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발	제과 조리과정의 조리품질 변화 인자 분석	100	-Cake mix의 외관 품질 문제 발생원인 분석 및 개선안 도출
		스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발	100	-스마트폰 안드로이드 OS를 기반으로 한 NFC 기능을 복합전자레인지에 탑재, 무한개의 자동 조리 전송 및 수시 update 가능하여 제과제빵 생지 신제품 요리 전송 가능 기술 탑재
2차년도 (2013)	제병식품의 조리 방법에 따른 제조기술 개발 및 가공식품 제조	전통떡의 현대화 기술개발	100	- 경쟁력 있는 전통떡 발굴 및 한약재 등을 포함한 포물라 개발 전자레인지, 오븐, 재증숙 등의 조리방법에 적합한 냉동떡 개발
		한국입맛과 차별화된 현지 입맛에 맞춘 수출용 상품개발	100	- 현지입맛을 고려한 다양한 부재료 선정 및 현지화 포물라 개발 현지 기호도 조사
	제병용 냉동 생지 및 완제품의 품질 표준화 기술 개발	참쌀을 재료로 한 떡의 가공, 냉동저장, 재가열 과정에서 품질 변화 요인 분석	100	- 참쌀을 재료로 한 떡의 제조과정 중 품질 평가 - 참쌀을 재료로 한 떡의 냉동저장에 따른 품질 평가 - 해동시간에 따른 재가열 제품의 품질 평가
		멥쌀을 재료로 한 떡의 가공, 냉동저장, 재가열 과정에서 품질 변화 요인 분석	100	- 멥쌀을 재료로 한 떡의 제조과정 중 품질 평가 - 멥쌀을 재료로 한 떡의 냉동저장에 따른 품질 평가 - 해동시간에 따른 재가열 제품의 품질 평가
		떡의 배합비 변화를 통한 냉동 생지 및 완제품의 표준	100	- 부원료 종류 또는 함량 조절

		품질 확립		
	제비용 냉동 완제품의 품질 최적화 냉해동 기술 개발	제비용 냉동 완제품의 최적 냉동방법 개발	100%	-냉동 속도에 따른 제비용 완제품의 품질 변화 연구 -냉동 종료 온도에 따른 제비용 완제품의 품질 변화 연구 -최적 냉동 프로토콜 개발
		Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법 개발	100%	-Microwave power에 따른 해동 속도 연구 -Microwave 조사 시간 및 패턴에 따른 해동 속도 연구 -최적 해동 프로토콜 제안
	냉동 완제품의 노화 억제 기술 개발	냉동 및 저장 조건에 따른 노화 패턴 분석	100%	-냉동 속도에 따른 전분 노화도 분석 -냉동 저장 조건에 따른 전분 노화도 분석
		노화 hurdle설정을 통한 냉동 완제품의 노화 지연 솔루션 구축	100%	-원료 배합 (수분량, 혼합 및 발효 시간 등)에 따른 저장 중 노화도 영향 평가를 통한 배합 hurdle 설정 -냉동 저장 전 par-baking 조건에 따른 노화도 영향 평가를 통한 냉동 전 baking hurdle 설정
3차 년도 (2014)	제빵 식품의 조리 방법에 따른 제조 기술 개발 및 가공 식품 제조	냉동장애가 최소화된 고품질 냉동생지 제조 기술 개발	100%	- 변성전분, 기능성 당류 등 첨가물을 이용한 냉동생지 품질 최적화 - 최적화된 냉동생지 공정을 통한 시제품 생산 및 품질 평가 - 2차년도 follow up을 통하여 냉동떡이 상용화할 수 있도록 지원
	제빵용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발	제빵용 생지의 제조, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 분석	100%	- 제빵용 생지의 제조공정 중 품질 평가 - 제빵용 생지의 냉장·냉동 후 품질 평가: 점탄성, 조직감 등 - 굽기 공정 후 제품의 품질 평가: 수분함량, 색도, 부피, 조직감 등 - 해동시간에 따른 생지 및 완제품의 품질 평가
		생지의 배합비 변화를 통	100%	- 감미료, 식염, 유지, 유화제,

		한 냉장·냉동 생지의 표준 품질확립		<p>이스트 함량 변화에 따른 품질 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제빵용 생지의 제조공정, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 평가 - 해동시간에 따른 생지 및 완제품의 품질 평가
		제빵용 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 분석	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 원료배합-반죽-굽기-냉동 과정을 통해 냉동 완제품 제조 - 제과용 냉동 완제품의 재가열 후 품질 평가: 수분함량, 색도, 부피, 조직감 등 - 해동시간에 따른 완제품의 품질 평가
제빵용 냉동·냉장 생지 및 완제품의 품질 최적화 냉장/냉해동 기술 개발		제빵용 냉동 완제품의 최적 냉동 방법 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 제빵용 냉동완제품을 만들기 위한 냉동 공정의 최적 조건을 탐색함. 냉동조건으로 냉동 방식, 냉기온도, 냉동종료 온도를 달리하여 저장기간에 따른 제빵용 냉동완제품의 품질 특성을 측정하여 최적 냉동 조건 설정
		Microwave oven을 이용한 최적 해동 방법 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 간편편의식품으로서의 활용도를 높이기 위해 microwave 출력과 조사패턴에 따른 해동품질을 측정하여 최적 해동 프로토콜 개발 - 소비자의 사용 편의성을 고려하여 단순조작으로 제품 섭취가 가능하도록 microwave oven을 이용한 최적 해동 조건 설정
냉장·냉동 곡류 가공식품의 품질 연장 기술 개발		냉장·냉동에 따른 효모 활성 보존 평가	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 반죽 전 공정(원료, 혼합 조건 등)에 따른 효모 발효능 평가 - 반죽 후 공정(분할, 성형 유무, 발효 조건 등)에 따른 효모 발효능 평가 - 복잡한 조작 없이 고품질의 제빵 관련 제품을 개발할 수 있는 개량제 소재 관련 연구
		냉장·냉동에 따른 반죽 물성 최적화	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 냉장·냉동에 따른 반죽의 수분 흡수율 분석

				<ul style="list-style-type: none"> -냉장·냉동에 따른 반죽 물성 (신장력, 점탄성 등) 평가 -부원료 사용에 따른 반죽 물성 평가
제빵용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발	제빵용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 제빵용 생지의 단기능 전자레인지 조리과정의 조리 품질 변화 인자 분석 - 제빵용 생지의 단기능 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발 	
	제빵용 냉장·냉동 생지의 스팀/오븐 겸용 복합 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발	100%	<ul style="list-style-type: none"> - 제빵용 생지의 오븐 겸용 복합 전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석 - 제빵용 생지의 스팀 겸용 복합 전자레인지 조리 과정의 조리 품질 변화 인자 분석 - 제빵용 생지의 스팀/오븐 겸용 복합 전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발 	

제 2 절 관련분야에의 기여도

1. Bake-off 기술

Bake-off 기술은 원료를 반죽 후 냉장·냉동하여 일정 기간 저장 후 필요 시 해동하여 baking 하는 기술을 통칭하는데, 최근 관련 산업이 대형화되고 외식업이 발달하면서 bake-off 관련 제품에 대한 수요가 전 세계적으로 증가함.

특히, 반죽에 포함된 효모, 효소들의 활동을 억제시켜 오랜 기간 보관이 가능하고, 점포에서 직접 구워 신선한 빵을 공급할 수 있고, 제품 제조를 위한 노동력 및 비용이 절감되어 그 활용 범위가 매우 넓어지고 있음.

하지만, 냉장·냉동 저장 중에 다양한 품질 상의 문제점 (부피 감소, 효모 활성 감소, 노화 촉진 등)을 내포하고 있어 전 세계적으로 이러한 문제점을 개선하려는 연구가 활발히 진행되고 있음. 특히, bake-off와 관련된 기술은 유럽, 미국 등의 서구 나라에서 높은 기술력을 보유하고 있는 상황임.

이러한 현실에서 본 연구 과제를 통하여 냉장·냉동 중 일어날 수 있는 품질 변화를 다양한 공정 변수 조건하에서 분석하였으며, 특히 냉장 저장 중 문제가 되고 있는 dough syruping 문제를 개선할 수 있는 기술을 국내 처음으로 제시하여 특허 출원을 하였음.

아울러, 생지 제조 시 대부분의 산업체에서는 품질 개량을 위하여 제빵 개량제를 사용하고 있는데 대부분이 유럽 등의 회사에서 제조된 제품을 사용하고 있음. 본 연구 과제를 통하여 효소적 기반의 복합 제빵 개량제를 개발하였고, 기존 상업적 제품과 비교하여 품질 면에서 우위성을 보유하고 있다는 결과를 도출함. 이를 통하여 냉장·냉동 곡류 가공식품의 저장 중 노화를 억제하고 부피를 증가시킬 수 있는 긍정적 결과를 보여줌.

또한, 본 연구과제에서 냉동 생지의 품질의 문제점은 발효 시간이 길어지고 생지가 약하게 되어 부피감 있는 빵이 되지 않으며 상품가치가 떨어진다는 것임. 이는 동결에 의한 효모 활성의 감소가 원인이며 이를 방지하기 위해 천연 유래 이당류인 trehalose가 상업적으로 널리 이용되고 있는데 대표적인 생산기업으로는 일본의 하야시바라를 꼽을 수 있음. 그러나 trehalose를 제외한 냉동보존 첨가제로서 활용되는 당류는 현재 거의 전무한 상황이며, 세계적으로도 다양한 당류를 활용한 동결보존능을 평가하는 많은 연구가 활발히 진행 중임.

이러한 현실에서 본 연구 과제를 통하여 미생물의 동결 또는 동결건조 시 활성이 줄어드는 문제를 개선하기 위해 효모의 동결건조 시 기능성 당류가 효모의 생존율에 미치는 영향을 평가하였으며, 상업적 동결보존제로 사용되는 trehalose 8%군과의 비교하여 탁월한 결과를 나타낸 turanose에 동결보존능에 대하여 특허를 출원하였음.

2. 곡류가공품의 유지 대체 기술

유지는 제과 및 제빵 제품의 팽창을 용이하게 하고, 표면을 부드럽게 하는 등 반죽과 제품의 부피 팽창, 퍼짐성, 물성 등에 영향을 미치며 노화과정을 지연시키는 역할을 함. 유지는 제과 및 제빵 제품의 제조 원료 중 밀가루 다음으로 높은 비율을 차지하는 경우가 많음. 따라서, 유지의 함량이 큰 반죽과 제품의 경우에는 유지가 품질에 큰 영향을 미칠 수 있음. 유지는 반죽과 제품의 물리적 특성을 변형시키기도 하고, 다른 물질과의 상호작용을 통해 맛과 식감 등 관능적 품질에 영향을 미치기도 함. 한편, 제과 및 제빵에 주로 사용되는 유지로 버터, 마

가린, 쇼트닝 등이 있는데, 버터는 우유 중 유지방을 분리하여 경화시킨 것으로 예로부터 제과 및 제빵 제품에 풍미와 식감을 부여하기 위하여 사용되어 왔음.

페이스트리(pastry)는 밀가루, 물, 효모, 유지 등을 원료로 하여 반죽을 한 후, 발효된 반죽에 충전용(roll-in) 유지를 층층이 넣은 후, 접은 다음 밀어펴기한 것을 성형한 다음 구운 제품임. 페이스트리의 부피는 반죽 밀어 펴기 작업, 효모의 발효를 통한 반죽 내 이산화탄소 가스의 생성, 굽기 과정 중 발생하는 수증기의 충전용 유지에 의한 보존 등으로 인하여 팽창되며, 내부 구조는 이 과정 중 다층의 겔을 형성함. 이러한 페이스트리의 구조형성에 중요한 영향을 미치는 것 중 하나가 충전용 유지인데, 글루텐 그물 망 구조에 전체적으로 고루 퍼지고 10℃에서도 좋은 가소성을 가지는 충전용 유지가 가공적성이 좋은 것으로 평가되고 있음. 종래에 사용하는 페이스트리 충전용 유지로는 버터, 마가린, 쇼트닝 등이 있는데, 유지의 종류에 따른 지방산의 조성의 차이, 녹는점 등 물리적 특성의 차이 등에 따라 페이스트리의 특성에 차이가 있음.

본 연구 과제를 통하여 페이스트리 제조에 들어가는 충전용 유지 (버터, 마가린, 쇼트닝)의 종류에 따른 페이스트리에 미치는 영향과 품질지표를 설정하기 위한 실험을 진행하였음. 그 결과, 버터를 충전용 유지로 이용한 데니쉬 페이스트리는 비교적 큰 부피와 작은 경도를 갖는 것을 보아 매우 부드러운 질감을 가졌으며 조밀하고 균일한 크기의 기공을 나타냈음. 따라서 버터, 마가린, 쇼트닝을 이용하여 데니쉬 페이스트리를 제조 시 버터를 이용하였을 때 가장 좋은 품질의 데니쉬 페이스트리를 제조 할 수 있을 것으로 예상됨. 이러한 결과를 바탕으로 충전용 유지의 일부를 카놀라유로 대체하여 포화지방과 트랜스지방이 저감화된 페이스트리의 제조하는 연구를 진행하여 특허를 출원하였음.

3. 첨가물을 이용한 품질개선 기술

냉장냉동 곡류 가공품에서의 품질의 열화는 거의 대부분 곡류 중에 포함되어 있는 전분의 노화에 기인한다고 볼 수 있음. 전분은 호화 후 냉각하면서 서서히 노화하는데, 이러한 과정을 통하여 최종 제품의 식감이 열화되고, 부피가 감소하는 등의 문제가 발생함. 반면, 오히려 식품에서 생산효율을 증대시키기 위해 노화를 촉진해야할 필요성이 있기도 함.

본 연구 과제를 통하여 전분의 노화를 억제하거나 지연시킬 수 있는 다양한 변성전분과 전분당의 효과를 살펴보고, 최적의 변성전분 및 전분당 사용량을 추정할 수 있었음.

이러한 연구결과를 토대로 실제로 냉동생지 및 떡에 변성전분과 당을 이용한 품질개선 효과를 보았으며, 현업 사용의 기초 데이터로 사용하고 있음. 또한 가래떡의 경우 기존의 냉장냉동 곡류가공품과는 달리 노화 촉진을 통한 생산성 효율을 증대할 수 있는데, 본 연구 과제를 통하여 노화를 촉진시킬 수 있는 제품을 개발하였음. 이를 통하여 향후 가래떡 제조 업체의 생산효율성을 증대시킬 수 있을 것으로 기대됨.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구개발 성과

1. 연구개발 성과

(단위 : 건수)

구분		특허		제품개발			(예시)논문		기타
		출원	등록	품질인자	시제품	상품화	SCI	비SCI	
1차 년도	목표	3		3	2			2	
	달성	3		3	2		1	3	6
2차 년도	목표	3		3	2		3		
	달성	3		3	2		1	1	13
3차 년도	목표	3	2	3	2	2	3	1	
	달성	3	2	3	2	3	1 (3편 투고완료)		17
4차 년도	목표		2			2	3	2	
	달성								
5차 년도	목표		2						
	달성								
계	목표	9	6	9	6	4	9	5	0
	달성	9	2	9	6	3	3	4	36

가. 특허

(1) 출원

(가) 도우시리핑 현상이 억제된 생지, 출원: 10-2013-0051832

(나) 곡류부산물을 활용한 루틴 강화 소재의 제조방법 및 이를 이용한 식품 조성물, 출원: 10-2014-0047541

(다) 알파 아밀라아제 및 말토테트라오스 생성효소가 첨가된 밀가루 반죽 조성물, 출원: 10-2014-0139008

(라) 쌀을 주성분으로 한 핫도그용 프리믹스 조성물, 및 이를 이용하여 제조된 재조리없이 도 식감 유지가 가능한 핫도그 및 그 제조방법, 출원: 10-2014-0067448

(마) 카놀라유를 이용한 페이스트리의 제조방법, 출원: 10-2015-0131220

(바) 투라노즈를 함유하는 동결보존제, 출원: 10-2015-0046709

(사) 조리기기, 출원: 10-2013-0114901

- (아) 스팀발생장치 및 조리기기, 출원: 10-2013-0114895
- (자) 제빵용 냉동생지 및 이의 제조방법, 출원: 10-2015-0079165

(2) 등록

- (가) 도우시러핑 현상이 억제된 생지. 등록: 10-1544970
- (나) 알파 아밀라아제 및 말토테트라오스 생성효소가 첨가된 밀가루 반죽 조성물, 등록: 15-1561231

나. 논문

(1) SCI

- (가) Impulse viscoelastic characterization of wheat flour dough during fermentation. Journal of Food Engineering 2013. 118: 266-270
- (나) Utilization of a maltotetraose-producing amylase as a whole wheat bread improver: dough rheology and baking performance. Journal of Food Science 2014. 79: E1535-E1540
- (다) Correlation of thermal conductivity of instant noodles with their textural property for rehydration study. Journal of Texture Studies 2015 (in revision)
- (라) Wheat dough syruing at cold storage in relation to structural changes of starch and non-starch polysaccharides. 2015. Food Chemistry (투고완료)
- (마) Effect of water phase changes on the texture properties of non-glutinous rice cakes. Food Science and Biotechnology (투고완료)
- (바) Addition of Gluten to Control the Danish Pastry Dough Formation in the Presence of Different Roll-in Fats. Food Science and Biotechnology (투고완료)
- (사) Effects of freezing rate and terminal freezing temperature on frozen croissant dough quality. Food Research International (투고예정)

(2) 비SCI

- (가) 제과제빵류 냉동 기술의 신기술과 동향. 식품과학과 산업 제45권 제4호, 2012. 12, 9-15
- (나) 냉동 저장에 따른 제빵용 밀가루 반죽의 물리적 특성 변화. 한국산업식품공학회지 2013. 17: 198-202
- (다) 충전용 유지의 종류가 데니쉬 페이스트리의 품질 특성에 미치는 영향. 한국산업식품공학회지 2013. 17: 233-237
- (라) Potentials of Microwave Heating Technology for Select Food Processing Applications - a Brief Overview and Update. Food processing & Technology 2014. 4: 11
- (마) 제과 및 제병용 냉동 완제품의 냉동조건 최적화. 산업식품공학회지 (투고예정)

다. 제품

- (1) LG 스팀 / 오븐 겸용 복합 전자레인지 (모델명 : MA324BGS)
- (2) LG 오븐 겸용 복합 전자레인지 (모델명 : MJ324SBT)
- (3) 삼양제넥스 썬세터

※ 기술이전

(1) 서울대학교에서 연구개발결과의 일부인 ‘제병용 냉동 완제품의 최적 냉동조건의 관한 노하우’를 영농조합법인 순우리 식품에 기술이전 하였음(2015.09.18.).

- 제2협동의 2차년도 결과의 일부인 제병용 냉동 완제품의 최적 냉동 조건에 관한 결과를 연구 개발 및 비영리적 목적으로 실시함을 전제로 이전함.
- 기술이전의 대상인 노하우는 냉동 설비상의 특징, 냉동 조건(냉기 온도, 냉동 종료온도, 대류 여부 등)이 최종 품질에 미치는 영향, 최적 냉동 조건 결과에 해당함.
- 참고로 백설기의 최적 냉동 조건은 냉기온도=-40°C, 냉동 종료온도=-20°C, 냉동속도=-1.65°C/min이었으며 인절미의 최적 냉동 조건은 냉기온도=-20°C, 냉동 종료온도=-20°C, 냉동속도=-1.63°C/min이었음.
- 제병용 냉동 완제품의 경우, 비교적 냉동속도에 대한 영향이 적은 편이나 지나친 완만 또는 급속 냉동이 오히려 품질에 불리하였고 에너지 효율 등을 고려하여 적절한 냉동 조건을 선택할 필요가 있음.

라. 기타

(1) 학회 발표 목록

(가) 2012년

- ① Innovative techniques and trends in freezing technology of bakery products. (2012) 한국식품과학회 국제 심포지엄 (서울, 한국)

(나) 2013년도

- ① Optimization of Freezing Method for Frozen Croissant Dough. 2013. 한국산업식품공학회 (원주, 한국)
- ② Studies on frozen dough baking - processing factors involved in dough rheology and bread volume. 2013. IFT (Chicago, USA)
- ③ Effect of fat type, baking improver content and gluten content. 2013. IFT (Chicago, USA)
- ④ Syrup development in refrigerated doughs during storage in relation to molecular structural changes of arabinoxylans and starches. 2013. 한국식품과학회 (천안, 한국)
- ⑤ Effects of fat type on the structure of Danish pastry. 2013. 한국식품과학회 (천안, 한국)
- ⑥ Effect of whole-grain wheat flour on the quality attributes of frozen dough bread. 2013. 한국식품과학회 (천안, 한국)
- ⑦ 재료 배합비에 따른 백설기의 특성 비교. 2013. 한국산업식품공학회 (원주, 한국)

(다) 2014년도

- ① Effect of Freezing Rates and Terminal Freezing Temperatures on Bread Quality of Frozen Croissant Dough. 2013. 한국식품과학회 (광주, 한국)
- ② Utilization of a maltotetraose-producing amylase for improving the baking

- performance of whole-grain wheat flour. 2014. IUFoST (Montreal, Canada)
- ③ Thermo-mechanical characterization of frozen bread dough in a Mixolab model system. 2014. 한국산업식품공학회 (서울, 한국)
 - ④ Correlation of Mixolab parameters of frozen bread dough with its quality attributes. 2014. 한국식품과학회 (광주, 한국)
 - ⑤ Effects of α -Amylase and Endo-xylanase Treatment on the Properties. 2014. 한국식품과학회 (광주, 한국)
 - ⑥ 유허제 종류와 편칭 공정처리 시간에 따른 인절미의 특성 비교. 2014. 한국산업식품공학회 (서울, 한국)
 - ⑦ Effect of water and sucrose content on quality characteristics of steamed rice cake. 2014. IFT (New Orleans. USA)
 - ⑧ Effect of water content and steaming steps on quality characteristics of steamed rice cake. 2014. Food Processing & Technology (Las Vegas, USA)
 - ⑨ Effect of types of emulsifier and punching process on quality characteristics of steamed glutinous rice cake. 2014. IUFoST (Montreal, Canada)
 - ⑩ Structural changes of arabinoxylans in refrigerated wheat dough and reduction of dough syruiping by adding exogenous polysaccharides . 2014. IUFoST (Montreal, Canada)
- (라). 2015년
- ① Effect of Freezing Rate and Terminal Freezing Temperature on Frozen Croissant Dough. 2015. 한국산업식품공학회 (서울, 한국)
 - ② 변성전분 첨가를 통한 냉동 제빵 생지의 품질 저하 개선. 2015. 한국산업식품공학회 (서울, 한국)
 - ③ Control of Bread Quality of Ready-to-bake Bread using Polyglycitol Syrup and Modified Starch. 2015. 한국식품과학회 (부산, 한국)
 - ④ Cryoprotective effect of a sucrose isomer, turanose, on viabilities of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus paracasei* L431. 2015. IFT (Chicago, USA)

(2) 인력양성 목록

인력양성명	인력양성년도	성과발생년도	인력양성내용	전공	학위	성별
석사 인력양성	2013.02	2012	석사학위 취득 (김은혜)	농학계열	석사	여
석사 인력양성	2014.02	2012	석사학위 취득 (나현진)	농학계열	석사	여
석사 인력양성	2014.02	2012	석사학위 취득 (조영제)	농학계열	석사	남
석사 인력양성	2015.08	2013	석사학위 취득	농학계열	석사	여

			(윤상은)			
석사 인력양성	2015.08	2013	석사학위 취득 (이대환)	농학계열	석사	남
인력양성	2012.08	2014	박사학위 진학 (이인애)	공학계열	석사	여
석사 인력양성	2012.08	2014	석사학위 취득 (윤소라)	공학계열	석사	여
인력양성	2014.08	2014	아워홈 취업 (양의정)	공학계열	석사	여
석사 인력양성	2012.08	2014	석사학위 취득 (최은혜)	공학계열	석사	여
석사 인력양성	2012.08	2015	석사학위 취득 (강태영)	공학계열	석사	남
석사 인력양성	2012.08	2015	석사학위 취득 (김경무)	공학계열	석사	남
석사 인력양성	2014.08	2015	학사학위 취득 (김한솔)	공학계열	석사	여
석사 인력양성	2013.08	2015	석사학위 취득 (김세훈)	공학계열	석사	남
석사 인력양성	2014.02	2014	석사학위 취득 (허수정)	공학계열	석사	여
석사 인력양성	2014.02	2014	석사학위 취득 (김용욱)	공학계열	석사	남
석사 인력양성	2014.02	2014	석사학위 취득 (전소영)	공학계열	석사	여
석사 인력양성	2014.08	2014	석사학위 취득 (김혜진)	공학계열	석사	여
석사 인력양성	2014.08	2014	석사학위 취득 (정창환)	공학계열	석사	남

제 2 절 성과 활용계획

1. 국내 및 글로벌(수출) 사업화 방안

가. 삼양제넥스, 카페 세븐스프링스

(1) 본 업체는 베이커리의 기본 원료인 밀가루, 설탕, 유지를 보유하고 있을 뿐 아니라 베이커리의 물성을 보완해 줄 수 있는 각종 기능성 당류 및 변성전분을 생산 판매하고 있다. 또한 그룹 내 카페 세븐스프링스라는 베이커리숍을 가지고 있다. 또한 국내 최초로 가정용 베이커리믹스제품을 개발한 업체로서 베이커리 개발 역량을 보유하고 있다. 또한 세종대와 쌀의 품종 및 제분방법에 따른 쌀가루 품질 특성을 공동 연구하여 쌀가루의 물성에 따른 제병, 제과, 제빵 특성을 연구한 경험을 보유하고 있다.

(가) 베이커리 믹스 총 10여종 제품화

(나) 제병용 노화방지용 썬믹스 PS 상품화

(다) 제병용 노화방지용 트레할로스 판매

(라) 기타 응용연구시설, 관능검사 시스템 보유

(2) **국내 마케팅 및 판매 전략:** 냉장·냉동 생지는 냉장·냉동 유통시스템을 갖추어야만 하는 사업으로 삼양그룹은 현재까지 상온 유통 제품만을 판매하고 있는 것이 사실이다. 하지만 앞으로 베이커리 관련 소재를 모두 보유하고 있는 그룹으로, 증장기 사업전략으로 냉장제품, 냉동제품으로 확대해나갈 계획을 가지고 있다. 사업화가 결정된다면 연구를 통하여 획득한 기술을 바탕으로 조기 시장정착이 가능할 것으로 보인다. 초기 유통구조를 구축하기 전까지는 냉장, 냉동생지를 생산, 유통할 수 있는 업체를 통하여 제품화가 가능할 것으로 보인다. 또한 근래에는 냉장·냉동 차량 없이 쿨팩, 롤테이너 등의 기술을 이용하여 냉장·냉동 제품의 이송이 가능해져 본 연구를 통하여 우수한 품질의 상품을 개발한다면 간단한 조리만으로 갓 구운 빵, 갓 만든 떡을 구현할 수 있는 제품의 판매가 가능할 것으로 보인다. 아울러, 협동과제들과의 협력을 통하여 얻어진 도우 시러핑 저감화 기술을 통하여 냉장 생지의 품질을 개선하고, 개발된 G4-기반 제빵 개량제를 활용하여 수입 제빵 개량제를 대체할 수 있다면 국내 고유의 기술을 통한 식품 산업 발전에도 기여할 것이다.

(3) **글로벌(수출) 마케팅 및 판매 전략:** 해외 특히 선진국은 냉장·냉동생지시장이 대규모로 형성되어 있는 형편이다. 수출을 위해서는 해외에서는 접하기 어려운 전통식품으로 공략하는 전략을 수립해야 할 것이다. 해외에서는 호떡이나 전통 떡에 대한 인지도가 아직은 낮으나 한식의 세계화 노력과 더불어 이들 제품은 특성상 디저트 음식으로 훌륭한 대안이 될 수 있으므로 장차 이러한 제품의 시장이 형성될 수 있기 때문에 수출이 가능할 것으로 보인다. 앞으로 흥천 순우리식품 영농조합에 우리 고유의 소재인 수리취와 홍삼박을 이용한 전통떡 개발 기술을 이전하여 떡제품 상품화를 도모할 예정이다. 이러한 기술의 상용화로 흥천의 수리취 및 인삼 재배 농업인들의 소득 확대를 도모할 수 있다. 또한 고유 소재를 이용한 웰빙떡은 수출 시장에서도 경쟁력을 가질 것으로 기대된다.

(4) **본 연구의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액은 연간 내수 10억원 및 수출 10억원을 기대하고 있다.**

나. LG전자

(1) 전자레인지, 오븐 등 가열조리기기 제품 시장은 시장의 성숙도와 제품 수준에 따라 아래의 그림과 같이 4개 영역으로 구분하고 있으며, LG전자는 각 시장에 맞는 지역 적합형 제품을 중심으로 마케팅 전략과 판매 전략을 수립하고 있음.

(2) 단기능 전자레인지, 오븐레인지, 복합 전기오븐, 그릴 전자레인지 등이 주요 제품이며 시장별 지역별로 소비자의 선호도가 상이하므로 시장 확대, 시장장악, 미래선점 등을 위한 전략을 세우고 있으며, 본 연구의 성과로 국내의 오븐레인지 및 복합 전기오븐 시장의 확대가 예상되며 동시에 즉석섭취 편의식품에 대한 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상함.

(3) A. 선진 시장 (전통 오븐레인지 및 복합 전기오븐)

(가) 미국, 프랑스, 호주 등 한국을 제외하면 즉석섭취 편의식품 시장이 이미 성숙한 단계임.

(나) 본 연구를 통하여 한국의 즉석섭취 편의식품 시장이 확대될 것으로 기대됨.

(다) 여성의 사회진출 확대로 맛있고 편하게 요리하고자 하는 needs가 높은 시장으로 오븐 스마트 쿡킹 방법 개발로 대체수요 예측을 통한 미래 선점이 필요함.

(4) B. 성장 시장 (단기능 및 그릴 전자레인지 혼재)

(가) 실사용보다 과시를 위한 다기능 제품 사용 needs가 있는 시장임.

(나) 식품시장은 유럽이나 미국 냉장·냉동 ready meal이 주로 수입되고 요리를 위한 oven 활용법에 대한 교육이 낮음.

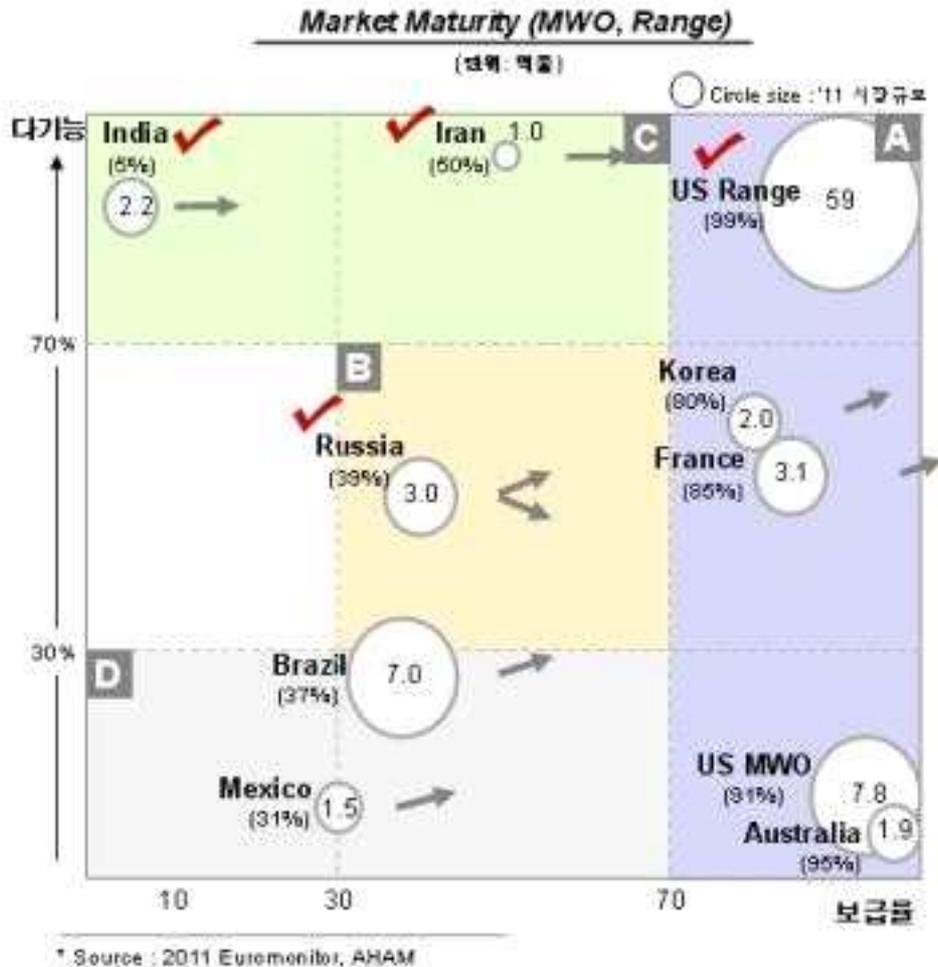
(다) Pre-program된 스마트 쿡킹 방법이 탑재된 oven으로 시장 확대 잠재력이 있는 시장임.

(5) C. 성장 시장 (Convection 전자레인지)

(가) LG전자 전자레인지 오븐에 대한 brand image가 이미 확고한 시장임. 시장점유율 : India(38%), Iran(42%)

(나) 한류 영향으로 한국 문화 교류에 대한 호감도가 높은 시장으로 식품 시장 진출 가능성이 높음.

(다) 현재 LG전자에서 식문화 등 생활연구가 활발히 진행되고 있으며 이를 통해 마켓 장악력 확대가 기대되는 시장임.



(6) D. Low-end 중심 (단기능 전자레인지)

- (가) 젊은 세대의 냉장, 냉동식품 구매가 늘어나는 추세임.
- (나) 전자레인지는 단순 데우기 용도로만 활용되고 main 조리기기는 아니라는 인식이 강함.
- (다) Cake, pudding 등 디저트 음식이 발달되어 있고, 기존의 전통 오븐 조리법이 요리 시간이 길고 energy 소모가 많다는 점에 pain point가 있으므로 열원 조합을 통한 스마트 쿡킹 방법 개발로 Grill, Convection 등 다기능 전자레인지 시장으로 확대가 가능함.

다. 학술, 지식재산권, 홍보 활용 방안

- (1) 제과, 제빙, 제빵식품의 조리방법에 따른 제조 기술 개발 (특허출원 1건, 비SCI급 논문 1편, SCI급 논문 2편)
- (2) 냉장·냉동 제과, 제빵, 제빙용 생지 및 냉동 완제품의 품질 표준화 기술 개발 (비SCI급 논문 3편, SCI급 논문 2편)
비SCI: Effect on Bread Quality of Ready-to-bake Bread using Polyglycitol Syrup and Modified Starch
- (3) 냉장·냉동 제과, 제빵, 제빙용 생지 및 완제품의 품질 최적화 냉장/냉해동 기술 개발 (특허출원 2건, 비SCI급 논문 2편, SCI급 논문 2편)

SCI: Optimization of freezing condition of frozen croissant dough using response surface methodology

(4) 냉장·냉동 생지의 dough syruing 억제 기술 개발 (특허출원 1건, SCI급 논문 1편)

(5) 냉장·냉동 완제품의 노화 억제 기술 개발 (특허출원 1건, SCI급 논문 1편)

SCI: Physicochemical characterization of whole grain products in a food system. Journal of Food Science.

(6) 냉동 생지의 이스트 동결장애 최소화 기술 개발 (특허출원 1건, SCI급 논문 1편)

(7) 제과용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발 (특허출원 1건, 비SCI급 논문 1편)

(8) 제빵용 냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 최적 해동 방법 개발 (특허출원 1건, 비SCI급 논문 1편, 홍보 1건)

(9) 제빵용 냉장·냉동 생지의 단기능 전자레인지 및 스팀/오븐 겸용 복합전자레인지 스마트 쿠키 방법 개발 (특허출원 1건, 비SCI급 논문 1편, 홍보 1건)

(10) 제과 및 제빵 생지의 제조, 냉장·냉동저장, 조리 과정 중 품질 변화 요인 제시

(11) 제과 및 제빵 냉동 완제품의 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 제시

(12) 떡의 제조, 냉동저장, 재가열 과정 중 품질 변화 요인 제시

(13) 냉장·냉동 생지의 전자레인지 조리 품질 변화 요인 제시

(14) 냉장·냉동 생지의 오븐 조리 품질 변화 요인 제시

(15) 제과용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품, 제빵용 냉장·냉동 생지 및 냉동 완제품, 제빵용 냉동생지 및 냉동완제품 시제품 개발 (시제품 개발 9건, 홍보 2건)

(16) 냉장머핀, 냉동쿠키, 냉동빵, 냉동떡 등 (홍보 2건)

(17) 본 과제의 주요 결과와 연구 경험을 토대로 향후 더 다양한 냉동/냉장 생지 및 떡류의 개발이 가능하며, 나아가 각 제품의 특성에 맞는 최적 냉동 조건 수립과 다양한 방법을 통한 간편 표준 조리법 또는 해동방법의 개발이 가능할 것으로 생각함.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 효모 냉동장해 최소화 술

가. 제빵용 냉동생지에서 품질의 열화를 가져오는 요인 중 하나인 효모의 냉동장해를 최소화하기 위한 노력들이 지속되고 있음. 냉동생지에서 효모 자체의 냉해동 안정성을 높인 효모를 개발하여 상용화한 제품과 이에 대한 제빵 특성을 소개함.(프랑스 효모회사 LESAFFRE)

나. 냉동 시 냉동속도가 빠를수록 얼음결정의 크기가 작아 효모안정성이 우수할 것으로 보이나, 실제로는 냉동속도가 높으면 효모 내부의 물이 효모안에서 얼어 효모의 냉해동 장해를 오히려 촉진시키는 것으로 나타남. 냉동속도가 낮으면 효모 내부의 물이 효모 세포벽 밖으로 이동하여 세포외에서 얼기 때문에 오히려 효모의 안정성이 우수하다고 함.(1)

2. 원료 및 제품 특성별 품질 지표 표준화 기술을 개발

가. 곡류가공품의 품질지표는 부피, 식감, 색, 저장성, 소화성 등으로 구분되고 있으며, 특히 냉동저장에 따라 이들이 영향을 받으므로 이들에 대한 상관관계를 규명하고 냉동저장 및 해동 시 품질 열화가 최소화될 수 있는 기술의 개발이 필요함(2).

나. 제빵 시 버터를 다른 종류의 유지로 대체하는 것은 글로벌 식품회사의 많은 관심사임. 일반적으로 마가린과 쇼트닝 등을 이용하여 버터를 대체하면 제조된 베이커리 제품의 질감 및 식감은 떨어지게 됨. 따라서, 품질을 개선할 수 있는 물질을 넣어 반죽의 형성 시 도움을 주는 것이 필요함. 본 과제에서 연구된 페이스트리의 경우에도 마가린과 쇼트닝을 이용하여 버터를 대체하는 경우에 반죽 물성 및 제품 특성에 문제가 있었고 이를 해결하기 위한 연구가 필요한데, 문헌에 따르면 이러한 문제는 반죽의 발효 중에 기체 보유를 개선하기 위한 dough matrix 형성을 제어함으로써 해결 될 수 있다고 함. 반죽 개량제로 글루텐을 추가하면 dough matrix 형성을 강하게 할 수 있어 발효 과정 및 초기 베이킹 단계에서 air cell에 이산화탄소를 포집하여 큰 부피의 제품을 만드는데 기여함(3).

다. 백설기와 같은 non-glutinous rice cake의 제조 시 물은 다양한 단계에서 (즉, 물, 얼음, 증기)의 제조 및 저장 과정에서 이들의 품질을 결정하는 전분의 호화 및 노화에 참여하여 영향을 미치고 있음. 떡의 제조 시 물은 반죽의 원료로 사용되거나 증숙공정에서 열 전달을 위한 매체로 사용되며 냉동 보관 중에는 내부에 고정되어 얼음을 제조하는 성분으로 역할을 함. 따라서, 반죽제조, 증숙, 동결, 해동 과정에서, 물이 떡의 내부 및 외부 시스템 사이의 물질전달과 에너지전달에 미치는 영향을 이해하는 것이 떡의 품질을 결정하는데 중요한 역할을 함(4).

3. 품질 손실을 최소화 최적 냉장, 냉/해동 방법을 개발

가. 냉동 빵 생지를 생산하기 위하여 강제대류에 의한 냉동방법을 선택할 때, 모든 냉동 생지의 이산화탄소 생산량이 냉동을 하지 않은 상태의 빵 반죽보다 당연히 적을 수밖에 없지만, 냉동 전에 0℃에서 1시간 내지 3시간 또는 10℃에서 1시간 휴지를 시키면 일반

적인 방법으로 냉동한 생지보다는 이산화탄소 생산량을 증가 시킬 수 있기 때문에 최종적으로 좋은 품질의 빵을 생산할 수 있음(5).

나. 냉동 빵 생지 생산 후 저장 온도를 -18°C 보다 높게 하거나 -18°C 를 기준으로 온도의 오르내림의 차이가 클수록 빵의 품질 저하가 크게 나타남(6).

다. 냉동한 빵 생지를 microwave를 이용하여 해동하면 일반 빵 반죽으로부터 빵을 구울 때보다 그 부피가 작음. 하지만 빵 반죽에 구아 검이나 잔탄 검을 비교적 낮은 농도를 첨가하면 반죽 내의 수분을 잘 유지할 수 있음. 비교적 높은 농도의 검류를 첨가하면 글루텐 조직을 파괴할 수 있으므로 적절한 농도의 검류를 첨가하는 것이 필요함(7).

라. 생지를 냉동하는 과정 중 생지 내부에 존재하는 물의 결정화가 일어나는데 이 결정화는 결정적으로 빵의 품질에 큰 영향을 미침. 공초점 레이저 현미경을 통해 관찰한 결과 이러한 물의 결정화는 빵 반죽 내에 존재하는 기체 구멍으로부터 시작하여 다른 부분까지 일어나는 것을 확인함(8).

4. 가공식품의 복원성 개선을 통한 품질 연장 솔루션 시스템을 구축

가. 전통적인 제조방법을 사용하여 빵을 만들어 내는 것은 많은 시간과 비용이 필요함. 현대 사회가 발전하면서 대량 생산의 수요가 증가함에 따라 제빵산업에서도 제품을 효율적으로 생산하고자 하는 필요성이 대두됨.(9)

나. 이러한 산업적 요구에 따라 냉동생지를 사용하는 Bake Off Technology가 도입되었는데 현재 전 세계 관련 산업에서 가장 빠르게 성장하는 분야임 (10).

다. 20세기 중반에 냉동기술이 제빵산업에 적용되면서 냉동생지를 직접 공급하는 Bake off process를 통하여 제조설비 및 노동력을 최소화할 수 있으며 비용절감의 효과와 다양한 종류의 빵을 대량 생산 할 수 있다는 이점이 있음 (11).

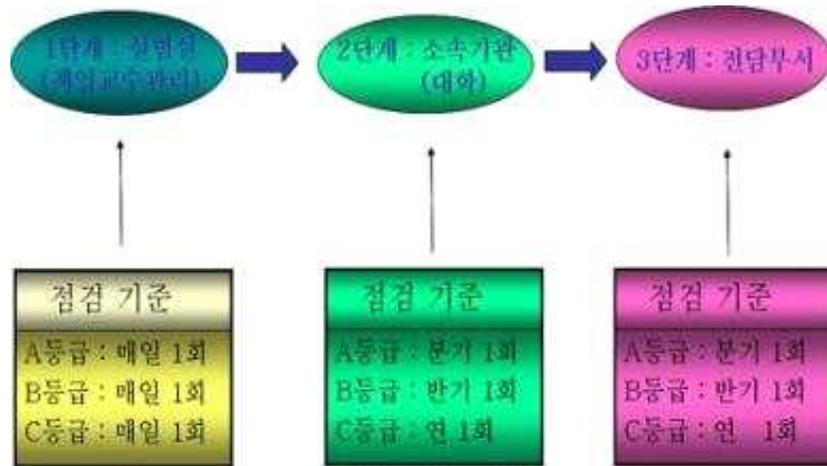
라. 하지만 전통적인 제조방법으로 만들어진 빵에 비해 품질적인 결함(부피 감소, 거친 조직감, 균일하지 않은 품질 등)이 있어 이를 보완하기 위해 동결조건, 발효공정에 관하여 많은 연구가 앞으로 이루어져야 함 (12).

제 7 장 연구시설·장비 현황

1. 해당사항 없음.

제 8 장 연구실 안전관리 이행실적

제 1절 실험실 안전 점검 체계



1. 위험등급별로 환경안전점검을 단계별로 체계화하여 관리

2. 관리위험등급의 지정

가. A등급: 가연성 가스, 인화성 시약, 유해화학물질, 다량의 폐액 배출, 독극물, 생물 및 동물, 방사성 동위원소, 위험성이 높은 기계장비가 설치된 실험실

나. B등급: 일반 시약, 소규모 인화성 시약, 불연성 가스, 소량의 폐수발생 실험실

다. C등급: 이화학실험을 수행하지 않는 전기, 설계, 컴퓨터 관련 실험실

(1) 실험실 정밀안전진단 실시

(가) 대상 : 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제15조(미래창조과학부), 연구개발활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 산업안전보건법 제39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실, 과학기술부령이 정하는 독성가스를 취급하는 연구실

(나) 실험실 정밀안전진단 실시 : 2년마다 1회 실시하여 미래창조과학부에 보고

(2) 실험실 정기점검 실시

(나) 실험실 정기점검 실시 : 1년마다 1회 실시하여 미래창조과학부에 보고

제 2절 안전 교육 훈련

1. 개요 : 실험실의 안전을 확보하고 종사자의 건강을 보호하여 실험 및 연구활동에 기여하고, 또한 연구실 안전환경조성에 관한 법률에 의거하여 실험실의 환경안전교육이 의무화됨에 따라 이공계열 대학원생 및 연구원 등 관련자 전원은 연구실 안전교육을 의무적으로 수강

2. 교육대상 : 교수, 대학원생, 실험조교, 전문직원, 소속연구원, 실험참여 학부생 및 업체직원 등
3. 단계별 교육 이수과정 :
 가. 1단계 : 공통이수과목(등록실험실전체)
 나. 2단계 : 특수실험실
4. 교육구분
 가. 정기교육 : 온라인 안전교육 또는 집체 안전교육 (6시간) 실시, 신규 등록 시(8시간)
 나. 비정기 임시교육 :
 (1) 대상 : 새로운 실험과정의 신설시, 연구소의 신설시, 교육 미 이수자(신입 대학원생, 전담직원, 연구원, 업체직원, 유해물질 취급자 등)
 (2) 방법 : 사이버 교육 환경안전교육 등(홈페이지 개설 동영상교육), 자료/유인물, 외부 온라인상, 외부강사, 전문교육기관의뢰 등
 (3) 특별교육: 해당기관에서 자체 또는 외부의 전문기관에 의뢰하여 위탁교육 실시

제 3절 보험 가입 현황

보 험 명	보 상 내 용	대 상	주관부서
재산종합보험 (종합패키지 보험)	재산종합위험담보 :2조 5천 6백억원 (신체배상책임보험 특별약관포함)	피보험자	관리처 (건설개발과)
	대인대물일괄 : 20억원-사고당	전체	“
	제3자 치료비 보상:1천만원/인당, 8천만원/사고당	제3자 보상	“
	학생교내외치료비:1천5백만원/인당, 8천만원/사고당	학생	“
학생단체 상해보험 (경영자배상책임보험)	상해사망, 후유장해 : 2억원 의사상자 상해위험 : 1억원 상해, 후유정도에 따른 보상 : 약관보상 연구활동종사자보험 포함(특별약관)	학부생, 대학원생	학생지원처 (학생과)
교직원 단체안심보험	사망, 후유장해, 질병사망 : 1억원/인 의료비지원 - 암치료비 : 1천만원/인당 - 입원의료비지원 : 3천만원/인당 - 상해의료실비 : 2백만원/인당	교직원	총무처 (총무과)
상해보험	사망, 후유장해(1급시) : 1억원/인 상해 : 1천만원/인	연구활동 종사자	연구실 안전관리센터

제 4절 추가 이행 계획

가) 실험종사자 건강검진 및 보험 추가가입	1. 건강검진(특수실험실) 2. 상해보험추가가입검토(특수실험실)
나) 실험실 공기질 관리, 환기	유해물질농도 측정관리, 환기대책수립
다) 실험실 환경개선공사	노후 실험실 개선공사 시행
라) 특수위험 실험실에 별도의 소화설비 설치	위험성이 큰 실험실에 별도의 특수소화 설비를 설치하여 사고 확산을 예방
마) 유기용매 보관시설 설치 및 액체질소 통합관리	1. 보관장고를 설치하여 통합관리 2. 액체질소를 시약센터에서 통합관리
바) 실험실 환경안전지침 작성	보완작성
사) 고압가스 안전관리	안전시설 설치
아) 안전보호장비 시설 보완	안전보호장비와 안전표지 설치

제 9 장 참고문헌

1. Cereal Chemistry 70(1), 109-111
2. Bloksma A. Dough structure, dough rheology, and baking quality. Cereal Food. world 35: 237-244 (1990)
3. Pauly A, Pareyt B, Fierens E, Delcour JA. Fermentation affects the composition and foaming properties of the aqueous phase of dough from soft wheat flour. Food Hydrocolloid. 37: 221-228 (2014)
4. Osella CA, Sánchez HD, Carrara CR, de la Torre MA, Pilar Buera M. Water Redistribution and Structural Changes of Starch During Storage of a Gluten free Bread. Starch Stärke 57: 208-216 (2005)
5. Physicochemical characterization of whole-grain wheat flour in a frozen dough system for bake off technology. Journal of Cereal Science 2014. 60: 520-525
6. Fermented frozen dough: impact of prefermentation time and of freezing rate for a pre-fermented frozen dough on final volume of the bread. Food Bioprocess Technology 2010. 3:197-203
7. Correlations between empirical and fundamental rheology measurements and baking performance of frozen bread dough. Cereal Chemistry 1999. 76: 421-425
8. Preservation of Frozen Yeast Cells by Trehalose. L. Diniz-Mendes. Biotechnology and bioengineering 1999. 65(5). 572-578
9. Y. Phimolsiripol et al. Effect of cold pre-treatment duration before freezing on frozen bread dough quality. International Journal of Food Science and Technology (2008), 43(10), 1759-1762
10. Y. Phimolsiripol et al. Effects of freezing and temperature fluctuations during frozen storage on frozen dough and bread quality. Journal of Food Engineering (2008). 84(1), 48-56
11. I. Mandala et al. Effect of frozen storage and microwave reheating on some physical attributes of fresh bread containing hydrocolloids. Food hydrocolloids (2005), 19(4), 709-719
12. A. Baier-Schenk et al. In situ observation of the freezing process in wheat dough by confocal laser scanning microscopy (CLSM): formation of ice and changes in the gluten network. Journal of Cereal Science (2005), 42(2), 255-260

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.