

최 종
연구보고서

GA0547-05036

쌀 소비촉진을 위한 쌀 가공제품 용도별
복합 노화억제제의 개발

(Development of Anti-staling Agents for Rice Processed
Products to Enhance Rice Consumption)

연구기관

한국식품연구원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “쌀 소비촉진을 위한 쌀 가공제품 용도별 복합 노화 억제제의 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 7 월 14 일

주관연구기관명 : 한국식품연구원

총괄연구책임자 : 김상숙

세부연구책임자 : 김종태

세부연구책임자 : 노정해

연 구 원 : 김의웅

연 구 원 : 이세은

연 구 원 : 김동철

연 구 원 : 김 훈

위 축 연 구 원 : 장은희

위 축 연 구 원 : 김덕순

위 축 연 구 원 : 윤혜경

위 축 연 구 원 : 강경아

위탁연구기관명 : 단국대학교

위탁연구책임자 : 김성곤

위 축 연 구 원 : 정선옥

참여업체명 : 풍미식품산업

대 표 : 김정재

참여업체명 : (주)Hi-Korea

대 표 : 허형진

요 약 문

I. 제 목

쌀 소비촉진을 위한 쌀 가공제품 용도별 복합 노화억제제의 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

연구개발의 목적은 멥쌀을 주원료로 한 가공제품 (떡류, 빵류)에 적합한 노화억제 기술(방법 및 복합 첨가제)을 개발함으로써 쌀 가공제품의 유통가능 기간 연장 및 상품성 증진을 도모하고 궁극적으로 쌀 가공업계의 경쟁력 강화 및 쌀 소비 촉진을 유도하는데 있다.

현재 국내 쌀 소비는 점차 줄고 있는 현황이며, 국내 쌀 생산은 쌀 소비현황만큼 감소되지 못하고 있는 반면 2004 쌀 재협상에 의해 오히려 수입물량은 늘어날 것으로 예상된다. 이러한 현황은 국내 쌀 재고량의 증가와 더불어 쌀 관련 산업의 약화로 이어진다. 국내 쌀 관련 산업의 경쟁력 강화를 위해서는 쌀 소비의 촉진이 필요하며, 현재 쌀 가공제품의 소비를 저해하는 주된 요인은 “쉽게 굳는” (노화) 현상으로 이러한 제품의 노화현상은 쌀 가공제품의 제조 및 제품판매에 커다란 장애가 되고 있다. 이러한 문제점 해결을 위해 ‘멥쌀을 주원료로 한 가공제품 (떡류, 빵류)에 적합한 노화억제 기술(방법 및 복합 첨가제)에 대한 연구가 절실히 필요하다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1차년도 연구개발 내용은 ‘쌀 떡과 쌀빵의 노화억제에 효과적인 물질 검색’이며, 범위는 1) 국내외 상업적인 노화억제제에 관한 최신정보수집, 2) 노화억제물질(당류, 효소, 염류,검류, polyol, 유화제)별 쌀떡 및 쌀빵의 노화억제효과분석 3) 쌀가공제품의 가공특성 및 물성분석에서는 DSC에 의한 열적 상변이 특성분석, 4) NMR에 의한 water mobility, 5) 반응속도론적 노화도분석이다.

1차년도 연구평가결과에 따라 여러 가지 노화도 측정방법에 대한 내용 대신 노화억제제의 개발에 중점을 두어 수행하였다. 2차년도 연구개발내용은 ‘쌀 가공제품에 적합한 복합노화억제제의 개발’이며, 범위는 1) 복합노화억제제의 최적화: 쌀가공제품의 노화억제에 유효한 물질들을 적정 배합의 도출, 2) 쌀가공제품의 가공특성 및 물성분석, 3) 쌀가공제품의 관능적 특성분석, 4) 쌀 가공제품의 반응속도론적 노화도의 분석이다.

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 쌀가공제품에 활용 가능한 51점을 첨가수준별로 떡과 gluten free 쌀빵에 적용하여 무첨가군의 경도변화와 비교함으로써 노화억제에 효과적인 첨가물을 검색하였다. 떡의 경도억제에 효과적인 물질은 주로 당류로서 27개를 선별하였으며, 쌀빵의 경우 경도억제에 가장 효과적인 물질은 효소였고, 유화제는 경도억제보다는 빵의 품질과 관련 있는 부피증가에 효과적이었다. 특히 본 실험에 사용된 gluten free 쌀빵의 경우 습식 쌀가루를 사용하였을 경우 건식 쌀가루를 사용 하였을 경우에 비해 쌀빵의 경도 증가가 느리게 진행되었다. 본 실험결과 같은 쌀 가공제품이라도 떡의 노화억제에 효과적인 첨가물과 쌀빵의 노화억제에 효과적인 물질이 크게 다르게 나타났다.

2. 떡의 경도억제에 효과적인 방법으로 떡의 수분함량의 증가가 제시되었으며 떡의 경도억제에 효과적인 27개의 첨가물중 효과적이었던 당알코올, Trehalose, fructooligo당(분말), SSL, sp, 설펜더, 변성전분류중에서 2개씩 수준별로 혼합하여 독립적인 10회 [1) sorbitol과 ssl, 2)Trehalose와 설펜더, 3) 미분당과 osa전분, 4) fructoligo당과 SSL, 5) fructoligo당과 aa전분, 6) 테트리오와 osa전분, 7) 헬스리고

와 aa전분, 8) sorbitol과 aa전분, 9) 갈락토올리고당과 osa 전분, 10) Trehalose와 유화제 sp], 3개 첨가물을 수준별로 혼합하여 독립적인 2회[11) trehalose, sp, sorbitol, 12) Trehalose, 설펜더, sorbitoll의 최적화 실험을 수행하여 경도억제에 유효한 조건 및 범위를 도출하였다.

3. 첨가물의 적용수준은 백설기 떡의 설탕함량이 10%수준임을 감안하여 당류의 첨가수준은 최대 10%(쌀가루 건물기준)내외로 하였으며, 다른 첨가물의 경우 예비실험을 통해 떡의 성형능력 등을 기준으로 최대 첨가수준을 1%내외로 하였다.
4. Trehalose(0~12%)와 설펜더(0~1%)의 혼합실험에서는 5℃저장 24시간 후 Trehalose 9.58%와 설펜더 0.22%에서 최저의 TA 경도를 나타냈으며, 최저 경도는 무첨가군(control) 경도의 50% 수준이었으며, 이러한 경향은 저장 48시간에도 지속되었다. 경도억제는 설펜더보다는 Trehalose에 의해 효과적이었으나, 반면 단맛과 부착성이 증가하는 경향을 보여주었다.
5. 미분당과 OSA전분 혼합실험에서는 저장 24시간후 TA 정도 최저 조건 (미분당, OSA전분)은 (9.88%, 0.07%)로 이때 무첨가군 경도의 58%수준이었다.
6. 프락토올리고당과 SSL 혼합실험에서는 저장 24시간후 TA 정도 최저조건(프락토올리고당, SSL)은 (9.91%, 0.08%)였으며, 무첨가군 경도의 30%수준이었으며, 저장 24시간후에는 SSL의 양이 증가함에 떡의 경도는 감소하였다. 그러나 SSL함량이 높아짐에 따라 떡 내부의 기포와 표면 갈라짐이 자주 관찰되었다.
7. Trehalose와 sp 혼합실험에서 저장 24시간 후 최저 TA 경도를 위한 (프락토올리고당, SSL)조건은 (9.91%, 0.08%)였으며 이때 경도는 무첨가군 경도의50%수준이었다.
8. 저장 24시간 후 정도측정결과 기타 혼합실험에서 도출된 각 조합의 최저 정도조건은 무첨가군 경도의 60%~80% 수준이었다.
9. 떡의 경도억제에 효과적인 당류의 경우 다소의 단맛을 지니고 있었으며, 이러한 첨

가물 및 첨가물의 혼합은 떡국에 사용하는 떡을 제외한 거의 모든 떡 상품에 적용 가능하리라 판단된다. 다만 적용되는 떡 상품에 따라 본실험결과 도출된 혼합물 조합 중 그 제품에 적합한 혼합물을 선택하여 사용함이 바람직하다.

10. gluten free 쌀빵의 노화억제에서는 0.05%~0.1%수준의 Novamyl의 사용이 경도 억제에 효과적이었으며, gluten free 쌀빵의 상업화를 위해서는 추가적인 노화억제에 관한 연구보다는 gluten free rice bread의 system을 안정화에 관한 연구가 필요하다.
11. Trehalose와 sp 혼합실험한 떡의 노화도 분석결과 Trehalose의 양에 따라 시간상수(1/k)가 증가하여 노화억제 효과를 보여주었다.
12. 본 연구개발 결과는 본 연구결과를 필요로 하는 관련업체에 이전 할 계획이며, 결과의 실제적 활용을 위해서는 활용될 대상 제품 및 그의 작업 환경에 따른 최적화 작업이 필요하다.
13. 본 연구결과는 멥쌀 을 주원료로 한 쌀 가공제품의 노화억제를 위한 현재보다는 향상된 방안을 제시한 것이며, 노화억제에 관한 문제를 완벽하게 해결한 것이 아니므로 향후 아직 시도하지 못한 새로운 물질들을 이용한 노화억제에 관한 연구는 지속적으로 이루어져야 한다.

SUMMARY

I . Title

Development of anti-staling agents for rice processed products to enhance rice consumption

II. Objectives and significance of the research

The objectives of this research was to increase shelf-life and marketability of the rice processed products by developing anti-staling agents for rice processed products, resulting in promotion for strengthen the competitiveness of rice related industry and for increase of rice consumption.

While the decreasing rate for rice consumption is faster than that for rice roduction, the amount of rice to be imported is expected to increase according to 2004 WTO re-agreement on rice . Those situation results in the surplus of rice in domestic market and weakening the rice related industry in Korea.

To strengthen the rice industry in Korea, the ,increase of rice consumption is urgently needed. However, one of the major inhibition factor for consumption of rice processed products is "retro-gradation: product hardening within short time, resulting in lower in consumption and shorten the shelf life. To solve the above problems the research on development of anti-staling agents for rice processed products.

III. Contents and Scope

The major contents for first year of this research was the screening of anti-staling agents for rice cake and gluten free rice bread. As scope, 1) Collection for recent information for anti-staling agents, 2) Analysis of anti-staling effects of each types of anti-staling agents for rice cake and rice bread, 3) Processing and rheological characteristics : phase transition characteristics by DSC, 4) water mobility by NMR, and 5) Retro-gradation rate analysis were included.

At second year, the research contents was concentrated on the development of anti-staling agents instead of using different methods for measuring degree of retro-gradation according to opinions by evaluation for first year research report. The major contents for second year of this research was to develop the anti-staling agents for rice processed products. As scope, 1) Optimization of anti-staling agents : optimum combination for anti-staling agents for rice processed products 2) Processing and rheological characteristics, 3) sensory characteristics of rice processed products and 4) Retro-gradation rate analysis were included.

IV. Results and Suggestions

1. The effective anti-staling agents were screened among fifty one possible anti-staling agents for rice cake and gluten free rice bread. Through screening process, twenty seven anti-staling agents were screened for rice cake and most of them were materials related to carbohydrates. Enzyme was most effective for anti-staling of gluten free rice bread, while emulsifiers were effective for increasing bread volume not for decreasing firmness of rice bread. Especially dry-milled rice flour was more effective in retarding bread firming than wet-milled rice bread. Depending on the products, the effective anti-staling agents types were different.

2. Increase of water contents was suggested as one of the effective way to

retard rice cake firming. Among 27 effective anti-staing agents for rice cake, such as suagr alcohol, Trehalose, fructooligosaccharide(powder), SSL, sp, ST(Sun-Tender), modified starches, two agents were selected and optimization was attempted. For this research ten mixture experiments mostly for optimization with two agents were performed and 10 sets were as follows: 1) sorbitol and SSL, 2) Trehalose and ST, 3) sugar poder and OSA starch , 4) fructooligosaccharide and SSL, 5) fructooligosaccharide and AA starch, 6) Tetriigo and OSA starch , 7) Healthrigo and AA starch, 8) sorbitol and AA starch, 9) galactooligosaccharide and OSA starch, 10) Trehalose and emulsifier sp. Also 2 sets of mixture experiments with three ingredients were performed : 11)Trehalose , sp and sorbitol, and 12) Trehalose, ST and sorbitol. Fr each sets of mixture studies, optimum conditions for each experiments were suggested.

3. For this experiments, maximum about 10 (% , dry flour weight basis) carbohydrates was used considering that about 10% of sugars is usually used for preparation for *Backsul-gi* and maximum about 1% was used for other agents based on preliminary experiments.
4. In the mixture experiment with Trehalose(0~12%) and ST(0~1%), minimum rice cake hardness was found in the combination of (Trehalose, 9.58%: ST, 0.22%), which is the 50% of the control cake hardness at 24 hrs and 48 hrs of storage at 5°C. While Trehalose was more effective than ST in retarding rice cake firming, while the sweetness and adhesivess of rice cake was increased by Trehalose.
5. The minimum rice cake hardness was found in the combination of (powdery suagr, 9.91%: OSA starch, 0.08%), which is the 58% of the control cake hardness, after 24 hrs of storage at 5°C.
6. The minimum rice cake hardness was found in the combination of

(fructooligosaccharide, 9.07%: SSL, 0.08%), which is the 30% of the control cake hardness, after 24 hrs of storage at 5°C. The hardness of rice cake was decreased as the amount of SSL was increased. However, air cell inside of rice cake and surface cracking was found in the cake as the amount of SSL was increased.

7. After 24 hrs of storage at 5°C, minimum rice cake hardness was found in the combination of (Trehalose, 9.91%: sp, 0.08%), which is the 50% of the control cake hardness.
8. The hardness of rice cake at optimum conditions for other sets of mixture experiments were in the range of 60%~80% of hardness of control cake at 24 hrs of storage at 5°C.
9. Carbohydrates effective for rice cake firming had slight sweet taste, which is suitable for rice cake products except rice cake for rice soup. It is suggested to choose suitable combinations of anti-staling agents depending on rice products.
10. For gluten free rice bread, 0.05%~0.1% Novoamyl was effective for retarding rice bread firming. Research on stabilization of system during preparation of gluten free rice bread is needed prior to commercialization of gluten free rice bread.
11. The time constant of rice cake was increased with the amount of Trehalose, resulting in delaying retrogradation, in the mixture experiment with Trehalose and sp.
12. The results are planned to be transferred to the related company and additional optimum processes are needed for application of this result to the field.

13. Current research suggested further research on the methods for retarding staling rice processed products with newly developed materials are needed.

Contents

Chapter 1. INTRODUCTION

Chapter 2. RESEARCH DEVELOPMENT STATUS

- A. Research development status
 - 1. Domestic situation
 - 2. Foreign situation
- B. Staus of current research results

Chapter 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

- A. Materials and methods
 - 1. Materials
 - 2. Devlopment of anti-staling agents
 - 3. Methods to measure retrogradation
 - a. Texture analysis by Texture analyzer
 - b. Sensory descriptive analysis
 - c. Pasting characterisitcis
 - d. Phase trqansition characterisitcs by DSC (Differential scanning Caloriemeter)
 - e. Water mobility by NMR relaxation measurement
 - f. Analysis of retrogradation rate
 - g. Statistical analysis
- B. Results and discussion
 - 1. Recent Information and collection of anti-staling agent
 - 2. Optimization of anti-staling agent and sensory analysis
 - a. Anti-staling effect of each material on rice cake
 - b. Anti-staling effect on gluten free rice bread
 - c. Sensory descriptive analysis of rice cake with effective anti-staling agents

- d. Anti-staling effects of mixture on rice cake
- 3. Processing characteristics and physical characteristics
 - a. Processing characteristics
 - b. Amylogram characteristics
 - c. Phase transition characteristics by DSC
- 4. Water mobility by NMR
- 5. Retrogradation rate analysis
 - a. Texture profile by TA
 - b. Retrogradation rate by Avrami constant and time constant

Chapter 4. RESEARCH GOAL ATTAINMENT AND CONTRIBUTION TO RELATED AREA

Chapter 5. PLAN FOR APPLICATION OF RESEARCH RESULTS

Chapter 6. REFERENCES

APPENDIX

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내·외 관련분야에 대한 기술개발현황

1. 우리나라의 기술개발 현황 및 개발 수준
2. 외국의 기술개발 현황 및 개발 수준

제 2절 연구결과가 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 연구내용에 따른 연구방법

1. 시료
2. 노화억제제 개발
3. 노화억제 측정방법
 - 가. 텍스처특성의 측정
 - 나. 관능적 묘사분석
 - 다. Pasting특성
 - 라. DSC에 의한 상변이 특성
 - 마. NMR relaxation 측정을 이용한 water mobility
 - 바. 반응속도론적 노화도의 분석
 - 사. 자료의 통계적 분석

제 2절 연구 결과

1. 국내외 상업적인 노화억제제에 관한 최신정보수집
2. 복합노화억제제의 최적화 및 관능특성분석
 - 가. 단일 물질의 수준별 노화억제 효과
 - 나. 첨가수준별 gluten free 쌀빵의 노화억제 효과
 - 다. 주요 노화억제물질의 관능적 묘사특성
 - 라. 복합물질 사용에 의한 떡의 노화억제 효과

3. 쌀가공제품의 가공특성 및 물성분석

가. 가공특성

나. Amylogram 특성

다. DSC를 이용한 상변이 특성

4. NMR을 이용한 기기적 노화도분석

5. 반응 속도론적 노화도 분석

가. Texture analyzer를 이용한 texture profile

나. 저장중 경도변화를 Avrami이론에 적용한 노화특성 분석

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 6 장 참고문헌

Appendix

제 1 장 연구개발과제의 개요

우리나라 양곡의 총 수요량은 약 2천만 톤 수준으로 이중 1천4백만 톤(1천만 톤 사료용)은 수입에 의존하고 있고 나머지 국내에서 생산하고 있는 600만 톤 중 쌀이 5백2십만 톤으로 쌀은 우리의 중요한 자원이다. 1인당 연간 쌀 소비량은 95년도에 106.5kg, 99년도에 96.9kg, 2000년도에 93.6kg, 2002년도에는 87.3Kg으로 소비감소 추세가 한층 더 늘어나고 있어 보관비용 부담 등 후유증이 매우 심각한 실정이다. 우리나라 쌀의 적정 재고량은 600만 석 수준이나, 2003년에는 1,100만석이 넘을 것으로 예상되어 적정 재고미의 2배에 해당되는 쌀이 쌓이게 됨으로써 쌀값 하락 뿐만 아니라, 재고미의 저장 비용의 상승 등으로 우리 경제에 부담을 주고 있다. 이러한 재고미를 효과적으로 감소시키기 위해서는 가공식품으로 활용됨이 바람직하다. 현재 우리나라 쌀의 가공식품으로의 이용비율은 정부와 식품업계의 부단한 노력으로 쌀 가공식품의 다양화를 꾀함으로써 지난 몇 년간 꾸준히 증가하여 겨우 4%를 넘어서고 있으나, 일본의 경우 쌀의 가공식품으로의 사용비율은 10%가 넘음을 감안할 때, 아직 쌀의 가공 식품화에 대한 많은 노력을 기울여야 할 것으로 판단된다. 쌀을 가공식품으로 적용함에 있어 가장 커다란 걸림돌은 “노화”이다. 예를 들어 전통적인 쌀 가공제품으로 대표적인 멥쌀 떡은 쉽게 굳어 상품성을 저하시키고 제품의 유통 및 판매면에서 성장을 저해시킴으로써 결과적으로 쌀 가공 관련 기업의 영세성을 초래하고 있다. 쌀 가공제품의 노화현상을 어느 정도 늦출 수 있다면, 쌀 가공제품의 안정적인 생산 및 소비를 모색할 수 있을 뿐 아니라 쌀 가공업계의 발전을 도모할 수 있을 것이다.

현재 실제 제품에 직접 적용할 수 있는 쌀 가공제품에 적합한 노화억제기술은 세계 어느 곳에서도 개발된 바 없으며, 산업체에서 적용 가능한 용도별 노화억제기술 개발은 현재의 국내 쌀 가공업계의 발전 및 국내 쌀 수요의 안정적 확보를 위해 시급히 요구된다. 이러한 노화억제기술개발은 현재 쌀 가공제품뿐만 아니라 전분에 의한 노화가 문제인 모든 제품에 적용할 수 있으므로, 이 결과 도출되는 용도별 노화억제 복합제제는 국내뿐만 아니라 국외로의 수출이 가능한 분야이기도 하다.

쌀 가공제품의 소비를 저해하는 노화문제가 해결된다면, 멥쌀을 주원료로 한 떡 및 빵의 소비를 효과적으로 확대할 수 있으며, 나아가서는 영세한 국내 쌀 가공업계의 경제성 제고 및 경쟁력 강화를 도모할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 노화현상은 생산업자들에게는 커다란 경제적 손실을 초래할 뿐만 아니라, 소비자들에게도 쌀 가공제품 구입이 가능한 장소를 제한시키고 있는 실정이다. 예를 들어 멥쌀 떡 및 쌀 식빵의 경우 짧은 시간 안에 굳어 버려, 판매망의 확대가 불가능하므로 소비자가 구매를 원하더라도 제품을 구매할 수 없는 실정이다. 현재 실제 제품에 직접 적용할 수 있는 쌀 가공제품에 적합한 노화억제기술은 세계 어느 곳에서도 개발된 바 없으며, 산업체에서 적용 가능한 용도별 노화억제기술개발은 현재의 국내 쌀 가공업계의 발전 및 국내 쌀 수요의 안정적 확보를 위해 시급히 요구된다. 이러한 노화억제기술개발은 현재 쌀 가공제품뿐만 아니라 전분에 의한 노화가

문제인 모든 제품에 적용할 수 있으므로, 이 결과 도출되는 용도별 노화억제 복합제제는 국내뿐만 아니라 국외로의 수출이 가능한 분야로서 이에 대한 연구개발이 절실히 요구된다. 쌀 가공제품의 소비를 저해하는 노화문제가 해결된다면, 멥쌀을 주원료로 한 떡 및 빵의 소비를 효과적으로 확대 할 수 있으며, 나아가서는 영세한 국내 쌀 가공업계의 경제성 제고 및 경쟁력 강화를 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구개발의 목적은 멥쌀을 주원료로 한 가공제품 (떡류, 빵류)에 적합한 노화억제 기술(방법 및 복합 첨가제)를 개발함으로써 쌀 가공제품의 유통가능 기간 연장 및 상품성 증진을 도모하고 궁극적으로 쌀 가공업계의 경쟁력 강화 및 쌀 소비 촉진을 유도하는데 있다. 본 연구는 2 단계로 진행되며, 1차년도의 연구내용은 쌀떡과 쌀빵의 노화억제에 효과적인 물질 검색을 하며, 2 차년도의 연구 내용은 쌀 가공제품에 적합한 복합노화억제제의 개발로 이루어져 있다. 1 단계에서는 국내외 상업적인 노화억제제에 관한 최신정보 및 물질을 수집(당류, 호소류, 염류, 검류, polyol, 유화제)하여 이들을 떡과 gluten free 쌀빵에 적용 실험하여 검색하였다. 검색방법은 주로 Texture analyzer의 경도에 의존하였으며, 부가적으로 노화도 측정 가능한 방법으로 DSC(Differential Scanning Calorimeter), NMR(Nuclear Magnetic Resonance), amylogram을 사용하였으며, 검색된 주요 노화억제제의 관능적 특성 분석을 하고 반응속도에 의한 노화도 분석(위탁)을 한다. 2 단계에서는 1단계에서 검색된 물질들을 이용한 혼합물 최적화 실험을 수행하여 떡과 빵의 노화억제에 효과적인 노화억제제를 도출한다. 연구는 주로 혼합물의 최적화 실험을 중심으로 진행하며 TA에 의한 물성 변화, 전문패널에 의한 관능적 특성변화를 분석하며, 이들의 반응속도론적 노화도분석을 연구범위로 한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내·외 관련분야에 대한 기술개발현황

1. 우리나라의 기술개발 현황 및 개발 수준

국내에서는 그동안 노화억제에 대한 단편적인 연구가 수행되어 왔으나, 정작 이들 연구내용은 기존의 연구결과를 확인하는 수준으로 산업현장에서 적용하기 위한 노력은 아주 미미한 실정이다. 이 등(1992)은 설탕(5, 10, 15%), NaCl(0.5, 1.0, 1.5%), Monoglyceride(0.1, 0.2, 0.3%), 찹쌀(5, 10, 15%)첨가하여 가래떡의 저장 중 조직감 변화를 측정하였을 때 찹쌀 첨가군이 노화억제에 가장 효과적임을 보고하였다. 찹쌀을 주원료로 한 제품의 경우 멥쌀을 주원료로 한 제품의 경우보다 노화속도가 훨씬 늦으며, 또한 상업적으로 유화제 계통의 첨가제를 사용함으로써 노화억제를 어느 정도 실용화하고 있는 실정이다. 그러나 멥

쌀을 주원료로 한 떡의 경우 찹쌀제품에 비해 노화속도가 훨씬 빠를 뿐만 아니라, 현재 노화 억제제를 위해 쉽게 첨가할 수 있는 첨가물이 마련되어 있지 않은 실정이다.

1994년 본 연구원과 풍미산업소가 함께 개발한 “쌀을 주원료로 한 쌀 식빵”의 경우, 제품의 시장성을 확보하지 못하는 주된 이유로 “밀식빵에 비해 빠른 시간 안에 쉽게 굳어, 부수어 지기 쉬운 조직감”이 나타남을 볼 때 멥쌀을 주원료로 한 가공제품의 노화문제가 매우 심각하나 아직 이에 대한 실용적인 연구가 매우 미흡한 실정이다. 이 등(1995)은 가수분해 효소인 alpha-amylase 와 Novoamyl을 가래떡에 첨가하였을 때 Novoamyl이 떡의 노화억제에 효과적이며, 과도한 가수분해가 떡의 stickiness를 높인다고 보고하여 효소를 이용한 노화억제의 가능성을 보여주었으나 아직 제품 안에서의 효소반응을 정확하게 control 하고 있지 못하고 있어 실용화되지 못하고 있는 실정이다.

손 등(1997)은 시판 올리고당 3종류(M75, HL, G4)를 쌀가루의 2%, 5%, 10% 첨가한 후 가래떡을 4℃와 25℃에 저장하면서 노화억제효과를 분석하였는데, 조직감을 측정하였을 때는 HL 10% 첨가가 가장 효과적이었고, DSC 측정의 경우 5% HL 첨가가 효과적이라고 하였다. 그러나 이러한 올리고당 첨가수준이 가래떡의 원래 맛에 영향을 주지 않는 수준인지의 여부 및 이들 올리고당 첨가에 따른 상품성, 저장성에 대한 언급이 전혀 없어 이 연구결과를 실제 제품에 노화억제제로서 적용·응용하기 위한 연구가 시급히 이루어져야 한다. 이 등 (2002)은 염류와 유화제가 쌀 전분 gel의 노화억제에 효과적임을 발표하였으며, 염류 중에서 동결점 이상의 온도에서는 sodium phosphate가 동결점 이하에서는 sodium acetate 와 Nacl이 효과적이며, 유화제중에서 동결점 이상의 온도에서는 SSL과 Metatrimn P가, 동결점 이하에서는 DMG(distilled monoglycereide)가 가장 효과적이었다고 하였다.

그러나 현재까지 노화억제에 효과적이라고 알려진 이러한 단일류의 물질들을 복합적으로 사용하여 “노화억제효과”를 연구한 경우는 드물며, 또한 이들 물질을 실제 식품에 적용하여 노화억제제로서 실제 가능성 및 복합 노화억제제 개발 등으로 이어진 적극적인 노화억제를 위한 연구는 전무한 실정이다.

현재 쌀 가공업체의 가장 빈번한 문의 와 절실한 요구가 있는 떡류 및 빵류의 의 “굳지 않은 제품 생산방법”에 관한 해결에는 전혀 도움을 주지 못하는 실정으로 이에 대한 연구가 절실히 필요하다.

2. 외국의 기술개발 현황 및 개발 수준

일본의 경우 전통 떡류인 “모찌”의 노화방지를 위해 효소를 기본으로 한 복합 노화방지제품이 상용화되고 있는 실정이나, 우리나라 전통 떡류는 찹쌀을 주원료로 하는 일본의 모찌와는 달리 대부분 멥쌀을 기본으로 하고 있어 이들 노화억제제품을 수입한다 해도 우리나라의 주된 쌀 가공제품인 멥쌀을 주원료로 한 제품에 직접 적용할 수 없는 형편이다.

미국의 경우 식문화가 밀을 주원료로 한 빵문화로서 대부분의 노화억제연구는 밀전분을 중심으로 수행되어 왔다. 밀전분의 노화에 관한 연구결과로서 용도별 (식빵, 케익, 젤류등)

노화억제기술을 개발하여 제품에 적용 생산하고 있으나, 이들 기술의 formular 등이 전혀 다른 우리나라 제품에 직접 적용하여 사용할 수 없는 형편이다.

세계적으로 수행되는 노화억제에 관한 연구는 대부분 실제 식품이 아닌 모델 system에서 같은 종류의 물질(예를 들어 소당류이면 소당류, 혹은 유화제류이면 유화제류)을 비교하였으며, 실제 이들 결과를 종합하여 실제 멧쌀을 주원료로 한 떡류 및 빵류에 적용한 경우는 전무하다.

Slade와 Levine은 전분, 당류와 물을 1:1:1로 하여 25°C에서 8일 간 저장 한 후 노화는 fructose > mannose > 단지 물만 사용 > glucose > galactose > malotose > Xylose > Lacotse > maltooligosaccharide (효소분해 DP>3)의 순으로 증가하였다고 하였으며, Katsuta 등(1992)은 pentose보다 hexose가 쌀 전분 gel의 노화방지에 효과적이라고 하였다. Miura 등(1992)은 polyol 류와 유화제류가 멧쌀 전분 gel의 노화를 억제하였다고 하였으며, Lin과 Czuchajowska(1998)는 밀전분의 노화연구에서 전분의 인지질의 함량이 많을수록 노화속도가 감소된다고 하였으며, Farhat 등(2000)은 첨가된 당 종류와 함량에 따라 찰 옥수수 전분의 노화가 달라지는데 무엇보다도 중요한 것은 노화조건 (수분함량, 저장온도)이 중요하다고 하였다. Katsuta 등 (2002)은 식품 유화제 중 쌀 전분 gel을 딱딱하지 않게 하는데 여러 지방산 (C8 - C18)의 sucrose mono ester중에서 지방산 chian이 길수록 유효하며, 특히 HLB 값이 11일 때 가장 효과적이었다고 하였다.

최근 Smits등(2003)은 감자전분의 경우 plasticizer의 OH기가 많을수록 (예: threitol, xylitol) 전분의 노화억제에 효과적이며, glucose보다는 maltose가, malto-oligosaccharide 중에서는 maltotriose 와 maltotetraose가 효과적임을 발표하였으나, 이들은 모두 전분 gel을 이용한 모델시스템에서 얻어진 결과이며, 이들 결과를 토대로 노화억제에 효과적이라는 물질들을 멧쌀을 주원료로 한 국내 식품에 적합하도록 적정수준으로 복합적 배합하여 응용 적용하는 연구가 절실히 요구된다.

제 2절 연구결과가 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치

현재의 쌀 공급과잉현상은 당분간 지속될 것으로 전망되며 WTO/DDA 협상 및 2004년 쌀 재협상 결과에 따라 쌀 시장 개방 폭이 확대될 것이므로 쌀의 안정적인 수요기반을 확보하는 것이 무엇보다 필요하며, 특히 쌀 가공식품의 개발 및 소비확대가 절실히 요구되고 있다.

본 연구결과는 쌀 가공제품 발전의 핵심과제인 “노화 억제”방안에 관한 것으로 쌀 가공제품의 유통기한 연장, 영세한 쌀 가공업체의 경제성 제고, 소비자의 쌀 가공제품에 대한 선택의 폭을 다소 넓힐 수 있을 것이며, 결과적으로 쌀 소비 촉진을 향상 시킬 수 있을 것이다.

본 연구결과 개발된 쌀 가공제품에 적합한 노화억제기술은 실용화와 더불어 특허출원

이 가능하며 이 분야에서 해외선도기술이 될 것으로 전망된다. 뭉쌀을 주 원료한 우리나라 고유의 떡류, 국내에서 개발된 쌀 빵류에 적합한 노화억제기술은 국내외적으로 연구개발된 바 없으며, 기술도입의 가능성은 없다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 연구내용에 따른 연구방법

1. 시료

1차년도에의 경우 쌀가루는 2003년산 경기 추청으로 3시간 침지한 후 roll mill(경창기계)을 사용하여 습식방법에 의해 제분하였으며 쌀가루 제조 후 사용 전까지 비닐 포장하여 냉동(-20℃)보관하였다. 2 차년도 후반기에는 실험의 효율성을 위해 건조된 상업용 습식 쌀가루(태평양제분)를 사용하였다.

노화억제에 유효한 방법의 검색은 실험의 효율성을 위해 떡 볶기 떡을 제조하여 저장 중 경도의 변화를 측정하여 검색하였다. 떡의 제조는 쌀가루(약 300 gram)에 따라 수분함량(40%~45%)을 조정하여 찜기(Tefal 900cl)에 40분간 증자한 후 녹즙기(오스카 만능녹즙기, DA502)를 이용하여 예비실험을 통해 확립한 방법으로 떡을 제조하였다. 모든 물질 농도 별 노화억제 효과는 시간(0, 24시간 후 5℃저장)에 따른 실험군 떡의 경도를 무 첨가군 떡과 비교하여 판단하였으며, 떡의 제조를 통한 노화억제 효과실험은 2회 혹은 3회 반복(replication)실험하였다.



Fig. 1 녹즙기를 이용한 떡볶기 떡의 제조

제조된 떡은 5℃ 냉장고에서 저장하면서 경도를 포함한 텍스처 특성, DSC 특성, NMR 특성을 측정하였다. 수집된 물질을 대상으로 노화에 효과적인 물질을 검색하고 이들을 대상으로 2차적인 혼합물의 노화억제효과를 분석하였다. 이때 실험의 경제성을 고려하여 2 factor composite design을 사용하여 최적화 실험을 수행하였다.

쌀빵의 제조는 김 등(1994)의 방법에 의해 gluten free rice bread를 제조하여 사용하였으며, 본 실험에서는 빵 pan의 반죽 무게는 250gram batch로 하였으며, 쌀 빵 제조 후 무게는 쌀빵 4개 무게의 합을 사용하였다. 쌀 빵 제조 후 2, 24시간 5℃ 저장 후, TA에 의한

텍스처 profile 특성 및 경도를 측정하였다. 쌀빵의 부피는 유채씨앗 대신 좁쌀을 이용한 방법으로 측정하였다.



Fig. 2 본 실험에 사용된 gluten free 쌀빵의 외관과 단면

2. 노화억제제 개발

본 연구방법에 사용되는 첨가물은 “식품 첨가물”로서 국내 혹은 국외에서 사용이 허용된 물질을 대상으로 법적으로 허용된 사용함량 한도 내에서 실험하였음. 가능하다면, 첨가하였을 때 떡 본래의 향, 맛, 그리고 외관의 변화를 최소화하는 조건에서 수행하였다.

노화억제물질의 검색

⇒ 당류의 경우 주로 국내에서 생산 가능한 maltose, maltotriose matotetraose를 중심으로 검색하였다.

⇒ 효소제어방법의 경우 상업적인 Novamyl을 이용하여 적용 가능성을 검색하였다.

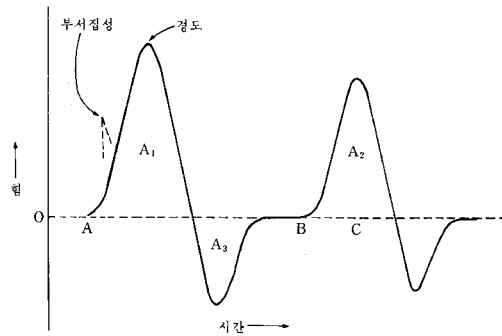
⇒ 염류 및 ion strength를 이용한 경우 sodium phosphate, NaCl, 검류 및 acids 류(중성 pH를 피할 수 있는)를 사용하였다.

⇒ Polyol로서는 OH 기가 많은 polyol (threitol, xylitol등)를 6% 이내 수준으로 사용하며, 유화제로서는 HLB ≍ 11의 유화제류, C12- C18 포화지방산의 sucrose ester, Phospholipids, SSL를 사용하였다.

1차년도에는 노화억제물질 검색을 단일물질의 수준별 떡과 빵에 적용하여 주로 물리적 경도 측정에 의해 검색하였으며, 2차년도에는 2개 이상의 물질을 배합한 효과를 저장 중 물리적, 관능적 특성의 변화를 중심으로 최적조건 도출을 중심으로 수행하였다.

3. 노화억제 측정방법

가. 텍스처특성의 측정



Cohesiveness : A_2/A_1

Adhesiveness: A_3

Springiness: 눌리진 것이 복원되는 정도

Gumminess: Cohesiveness x Hardness x Springiness

Chewiness: Gumminess x Springiness

제조된 가래떡은 길이 2.0cm 크기로 자른 후 Texture analyser (model TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 Bourne 등(1978)에 의해 기술된 2 bite compression에 의해 springiness(탄력성), gumminess(검성), cohesiveness(응집성), adhesiveness(부착성), hardness(경도), chewiness(씹힘성)를 측정하였다. 조건으로는 plunger diameter 12.5 mm, crosshead speed 10mm/sec., 그리고 2 bite (25%) compression을 사용하였다.

쌀빵의 텍스처 TPA 측정시 쌀빵의 크기는 crumb 2.5 x 3.5x 2 cm(가로 x 세로 x 높이)였으며, plunger 지름은 35mm, crosshead speed 는 1.7 mm./sec, 2 bite (50%) compression을 사용하였다

쌀빵의 Hardness의 경우 길이 2.0cm 크기로 자른 후 Texture analyser (model TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 Bourne 등(1978)에 의해 기술된 2 bite compression에 의해 springiness(탄력성), gumminess(검성), cohesiveness(응집성), adhesiveness(부착성), hardness(경도), chewiness(씹힘성)를 측정하였음. 조건으로는 plunger diameter 12.5 mm, crosshead speed 10mm/sec., 그리고 2 bite (25%) compression을 사용하였다.

나. 관능적 묘사분석

본 실험에 사용된 관능검사 방법은 변형된 정량적 묘사분석 방법(Stone and Sidel, 2004)을 사용하였고, 본 검사에 참여한 패널은 13명의 연구원내 유경험 패널이었으며, 검사지는 Appendix 1에 있다. 제시된 시료의 크기는 TA 측정시 사용된 크기와 동일하였으며, 시료제시순서는 제시순서에 의한 오차를 최소화하기 위해 랜덤화하였다(김 등 1993). 본 실험은 패널들 간의 상호작용을 최소화 하기위해 칸막이가 설치된 booth에서 수행하였다.

다. Pasting 특성

Brabender Visco/Amylograph에 쌀 가루 8%(건조물 기준) 450 ml 증류수를 사용하여 노화억제에 유효한 첨가제의 물성에의 영향을 측정하였다. 35℃에서 95℃까지 1.5℃/min 의 가열 속도로 가열하여 95℃에서 30분간 유지한 후 다시 가열시와 같은 속도로 50℃까지 냉각시키면서 Pasting 특성 양상을 측정하였다. 가장 점도가 높을 때의 점도를 peak viscosity, 50℃로 식혔을 때의 점도 cold paste viscosity로 하였을 때, 노화경향과 연관 있는 이들 두 점도의 차 즉, setback 점도를 측정하였다.

라. DSC (Differential scanning Calorimeter)

DSC를 이용한 상변이 특성의 측정은 다음의 2 방법에 의해 수행하였다.

1) 쌀가루를 이용한 방법

DSC pan에 쌀가루 혹은 쌀가루와 노화억제에 유효한 물질 (예:sorbitol, 쌀가루건물기준의 5%첨가)을 넣고, 쌀가루와 물을 1:2의 비율로 가수한 후 30 ℃에서 130℃까지 호화시킨 후 냉장고에 저장하면서 노화관련 peak 및 enthalpy 변화를 측정(저장 0-14일, 5℃)하였다.

2) 떡을 이용한 방법

제조 후 무 첨가군 떡과 sorbitol 첨가군 떡을 냉장고에 저장하면서 떡의 DSC 특성을 측정하였다. 즉, DSC pan에 저장기간(저장 0 - 7일, 5℃)에 다른 떡을 넣고 떡의 양(건물 기준)과 물의 비율이 1:2가 되도록 하여 DSC를 30℃에서 130℃까지 가열하는 동안 생기는 상변이 특성을 측정하였다. DSC팬에 떡 시료 혹은 쌀가루 시료를 넣어 3일간 10℃ 저장하면서 1일 간격으로 1주간 시료의 상전이 특성을 이용하여 노화현상을 분석하였다.

마. NMR relaxation 측정을 이용한 water mobility

떡 시료(1.5 x 2.0 cm, 지름 x 길이) 3개를 NMR tube (지름 4 cm)에 넣어 temperature control이 가능한 10VTS probe가 장착된 20MHz time-domain NMR(Bruker NMS 120)에 넣고 측정하였다. Probe에 연결된 circulator cooling(Haake K15)을 사용하여 측정온도를 일정하게 유지하여 시료의 온도가 평형이 도달한 후 FID(free induction decay), T1(spin-lattice relaxation time), T2(spin-spin relaxation time)를 측정하였으며, T1은 inverse recovery (IR)와 saturation recovery (SR) 방법으로 측정하였고 T2는 CPMG (Carr-Purcell-Meiboom-Gill) 방법과 spin-echo (SE)에 의한 방법으로 측정하였다. T1-IR은 180°-τ-90°pulse로 측정하며, T1-SR은 90°-τ- 90°-τ pulse, T2-SE는 90°-τ-180°pulse를 사용하였고, T2-CPMG는 90°-τ[180°-2τ-(echo)]_n pulse로 측정. 각 method에 해당하는 parameter는 시료의 상태에 따라 선정하였다. Continuous distribution analysis 해석은 다음과 같다.

T2-CPMG 데이터의 continuous distribution analysis는 CONTIN package(Bruker, Germany)를 이용하였고, CPMG의 continuous distribution은 다음 식에 의해 정의하였다.

$$g_i = \sum_{j=1}^m f_j \exp\left(\frac{-t_i}{T_j}\right) \quad (1)$$

g_i : unknown amplitude of the spectral component at t_i

t_i : relaxation time

f_j : pre-exponential multipliers of the distribution

T_j : T_2 values

CONTIN 프로그램은 함수를 최소화하여 (1)의 식을 (2)의 식으로 풀게된다.

$$\left(g_i - \sum_{x=1}^m f_x \exp\left(\frac{-t_i}{T_x}\right)\right)^2 + \lambda \times \sum_{x=1}^m f_x^2 \quad (2)$$

$\lambda \times \sum_{x=1}^m f_x^2$ 는 0차 정규화를 시행함으로써 문제의 잘못된 조건을 극복하기 위해 식에 더해진 선형조합이며, λ 는 무게로 λ 가 증가할수록 스펙트럼이 broad해지며, 낮은 λ 를 가질수록 peak가 sharp해지며, 이를 통하여 T_2 의 distribution을 평가하였다.

바. 반응속도론적 노화도의 분석

1) Texture analyzer를 이용한 texture profile을 측정

떡볶기 떡(무침가군 그리고 물질의 첨가 수준별)을 5°C에서 0, 6, 24, 30시간 저장 후, TA 에 의해 texture profile 측정하였다.

2) 저장중 경도변화를 Avrami이론에 적용한 노화 특성분석

Hardness 의 변화로부터

$$\Theta = \exp(-kt^n) \dots\dots\dots (1)$$

Θ : 일정시간 후 결정화 되지 않는 부분, k = 속도상수

n = 결정화 mode에 따라 1~4의 값을 갖는 Avrami지수

$$\frac{(E_L - E_t)}{(E_L - E_0)} = \exp(-kt^n) \dots\dots\dots (2)$$

E_0, E_t 는 각각 0 및 t 시간 후 추정 된 hardness

E_L 이론적으로 도달할 수 있는 최고의 hardness

$$\ln(E_L - E_t) / (E_L - E_0) = -kt^n \dots\dots\dots (3)$$

$$\log\{-\ln(E_L - E_t) / (E_L - E_0)\} = \log k + n \log t \dots\dots\dots (4)$$

혹은 $\ln(E_L - E_t) = -kt^n + \ln(E_L - E_0) \dots\dots\dots (5)$

Avrami 지수 n 은 $\log\{-\ln(E_L - E_t) / (E_L - E_0)\}$ (~ y 축)을 $\log t$ (~ x 축)에 대하여 좌표로 나타낸 후 기울기로부터 구하였다. 속도상수 k 는 방정식 (5)로부터 구하여 속도상수의

역수인 time constant를 구하였으며, 흰떡의 이론적 최고 hardness(limiting modulus)는 5°C에서 4일간 보관하면서 얻었다.

사. 자료의 통계적 분석

자료의 실험군간 차이검증은 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 차이검증을 하였으며, 실험군간 차이가 있는 경우 실험군간 평균값의 분리를 위해 SNK 다중비교방법을 사용하였다. 2가지 첨가물이상을 사용한 혼합물 실험의 최적화실험설계는 Gacula (1993)에 의해 수행하였으며, 통계적 분석은 반응표면분석 및 회귀분석을 수행하였다. 전반적인 통계 분석은 전문적인 통계전문가의 자문을 활용하여 실시하였다.

제 2절 연구 결과

1. 국내외 상업적인 노화억제제에 관한 최신정보수집

국내외에서 구할 수 있는 최신 상업적인 노화억제제 관련 물질 51점(Table 1) 을 수집하여 본 실험에 사용하였으며, 각 물질별 첨가수준(% , 쌀가루 무게 기준)은 Table 1에 있다. 이들 물질의 노화억제 효과는 이들 물질의 수준별로 떡 혹은 빵을 제조하여 저장시간(0, 24시간)에 따라 무침가군 떡의 경도와 비교하였다.

Table 1 최근 국내외 상업적인 노화억제 관련물질의 수집 내역 및 본 실험에 사용된 각 물질별 첨가수준

류별	노화억제 관련 물질 명	본실험에 사용된 첨가수준 (%, 쌀가루기준)	제조/취급사
당류	1) 고화방지 미분당	0, 1, 5, 10	대한제당
	2) 분당	0, 1, 5, 10	대한제당
	3) Threhalose	0, 1, 5, 10	삼양제넥스
	4) fructooligo당(분말, 95%)	0, 1, 5, 10	삼양제넥스
	5) 정제 maltose 100 (maltose 85% 이상)	0, 1, 5, 10	대상(주)
	6) 저 DE 텍스트린 (DE 4 - 7, ≒ 5)	0, 1, 5, 10	대상(주)
	7) 저 DE 텍스트린(DE 9 -12 , ≒ 10)	0, 1, 5, 10	대상(주)
	8) maltodextrin(DE 12)	0, 1, 5, 10	삼양제넥스
	9) isomalto 올리고당(50%)	0, 1, 5, 10	삼양제넥스
	10) isomalto 올리고당(헬스리고)	0, 1, 5, 10	대상(주)
	11) isomalto (STM)	0, 1, 5, 10	보락(주)
	12) galacto올리고당(50%)	0, 1, 5, 10	삼양제넥스
	13) fructo 올리고당(55%)	0, 1, 5, 10	삼양제넥스
	14) 테트리코	0, 1, 5, 10	대상(주)
	15) Cydex-S	0, 1, 5, 10	대상(주)
변성전분	16) 어묵용전분 (유지가공전분, 대구간유, 모노올레인 등 유지와 혼합 후 숙성, 옥수수 베이스)	0, 1, 5, 10	대상(주), 80%이상
	17) 타분용전분 (산화전분, 옥수수 베이스)	0, 1, 5, 10	대상(주)
	18) 배터용 전분 (유지가공전분, 홍화유, 등등 유지와 혼합 후 숙성, 옥수수 베이스)	0, 1, 5, 10	대상(주), 10%이내

Table 1 최근 국내외 상업적인 노화억제 관련물질의 수집 내역 및 본 실험에 사용된 각 물질별 첨가수준 (계속)

류별	노화억제 관련 물질 명	본실험에 사용된 첨가수준 (%, 쌀가루기준)	제조/취급사
변성전분	19) AA 전분 (아세틸아디핀산 전분, 찹옥수수 base)	0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10	대상(주), 10% 내외
	20) AA α 전분 (아세틸아디핀산알파전분, 찹옥수수 base)	0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10	대상(주)
	21) BTR전분 (염산처리 전분, 옥수수 베이스)	0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10	대상(주), 10%이내
	22) BTR-W 전분 (찰전분(BTRW-500), 염산처리 전분, 찹옥수수 base)	0, 1, 5, 10	대상(주), 10%이내
	23) DSP 300 (인산가교알파전분, 찹옥수수base)	0, 1, 5, 10	대상(주), 15%이내
	24) OSA전분 (Octenyl succinated starch, 옥수수 base)	0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10	대상(주), 10%이내
	25) 셀텐더	0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10	삼양제넥스
Polyol	26) xylitol	0, 1, 5, 10	보락(주)
	27) erythritol	0, 1, 5, 10	보락(주)
	28) sorbitol	0, 1, 3, 5, 7, 10	보락(주)
	29) maltitol	0, 1, 5, 10	삼양제넥스
유화제	30) 썬프리	0, 0.1, 0.5, 1	삼양제넥스
	31) SE-F110	0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1	일신유화
	32) SSL 90	0, 0.01, 0.1	일신유화
	33) SP	0, 0.1, 0.5, 1, 5, 10	삼양제넥스
염/산 류	34) 제 1 인산 나트륨	0, 0.1, 0.5, 1	서도 BNI
	35) 제 2 인산 나트륨	0, 0.1, 0.5, 1	서도 BNI
	36) 제 3 인산 나트륨	0, 0.1, 0.5, 1	서도 BNI
	37) 메타 인산 나트륨	0, 0.1, 0.5, 1	서도 BNI
	38) 폴리 인산 나트륨	0, 0.1, 0.5, 1	서도 BNI
	39) 피로 인산 나트륨	0, 0.1, 0.5, 1	서도 BNI
	40) Nacl	0, 0.5, 1	Junsei Chem.
	41) Citric acids	0, 0.5, 1	Junsei Chem.
검류	42) Carrageenan	0, 0.05, 0.5	MSC Co. Ltd.
	43) glucosamine	0, 0.1, 0.5	MSC Co. Ltd.
	44) gum arabic	0, 0.1, 1	MSC Co. Ltd.

Table 1 최근 국내외 상업적인 노화억제 관련물질의 수집 내역 및 본 실험에 사용된 각 물질별 첨가수준 (계속)

류별	노화억제 관련 물질 명	본실험에 사용된 첨가수준 (%, 쌀가루기준)	제조/취급사
검류	45)키토산올리고당분말 (Type-S)	0, 0.1, 1	MSC Co. Ltd.
	46) 곤약-40	0, 0.1, 1	MSC Co. Ltd.
	47) 분말한천 GAR-400	0, 0.1, 1	MSC Co. Ltd.
	48) 알긴산나트륨	0, 0.1, 1,	MSC Co. Ltd.
효소	49) Novomill	0, 30 ^b , 180 ^b , 30 ^a , 180 ^a	Novozyme
기타	50) 강력분 밀가루	0, 5, 10, 20%	삼양사(신한제분)
	51) 박력분 밀가루	0, 5, 10, 20%	삼양사(신한제분)

^b Before steaming rice flour

^a After steaming rice flour

2. 복합노화억제제의 최적화 및 관능특성분석

가. 단일 물질의 수준별 노화억제 효과

지난 2년간 복합노화억제제의 최적화 실험이전에 수집 가능한 노화억제제 51점(Table 1)을 대상으로 떡의 노화억제에 유효한 물질을 1차적으로 검색하였다.

검색은 각 노화억제 관련 물질을 수준별(Table 1)로 가래떡을 제조한 후 2시간, 그리고 24시간 저장하였을 때 떡의 경도를 측정하였으며, 효과적인 노화억제물질의 기준은 24시간 저장 후 control 떡(무 첨가군)과 비교하여 낮은 경도로 판단하였다.

쌀가루의 수분함량에 따른 떡의 경도변화(Fig. 2) 결과 쌀가루의 수분함량이 약 40%인 떡을 10℃에서 24시간 저장하였을 때의 경도가 3000 이상을 나타내었으나, 쌀가루의 수분함량을 약 43.5%로 하였을 때 떡의 경도는 2000이하로 나타났다 즉, 떡의 수분함량이 많을수록 경도억제에 효과적이었으며, 가능하다면 떡의 제조 시 수분을 많이 보유할 수 있는 조건이 떡의 경도증가를 억제할 수 있다고 판단된다.

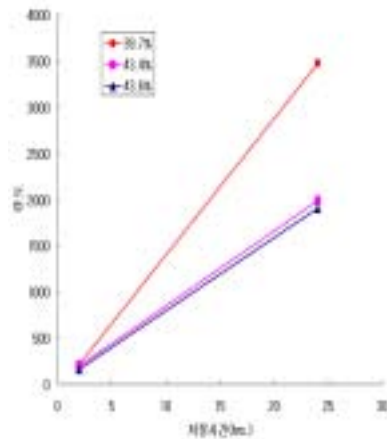


Fig. 3 쌀가루의 수분함량에 따른 떡의 경도 변화

Table 1의 물질 중 첨가수준별 경도측정 결과 특징적인 물질의 시간에 따른 수준별 경도변화의 예는 Fig. 4~Fig. 17에 있으며, 본 실험에 사용된 물질 중 떡의 경도저하에 유효한 물질은 Table 2에 있다

분당과 미분당의 경우 5% 혹은 10% 첨가수준에서 24시간 저장 후 무 첨가군(control) 떡의 경도에 비해 낮았다(Fig. 4).

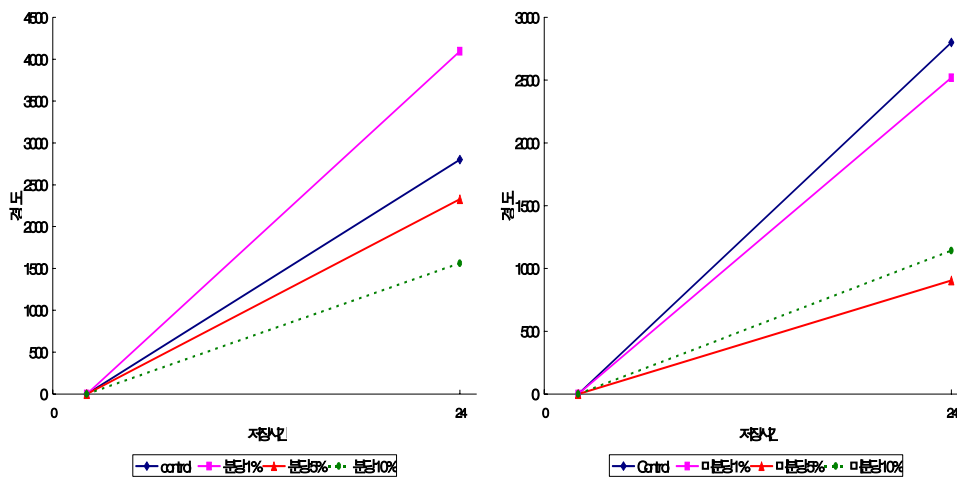


Fig. 4 미분당과 분당의 첨가수준별 떡의 경도변화

Threhalose와 Fructooligo당의 경우 첨가수준이 증가할수록 24시간 저장하였을 때 노화 억제에 효과적으로 나타났으며, 10% 수준에서 경도가 가장 낮은 경향을 보였다(Fig. 5).

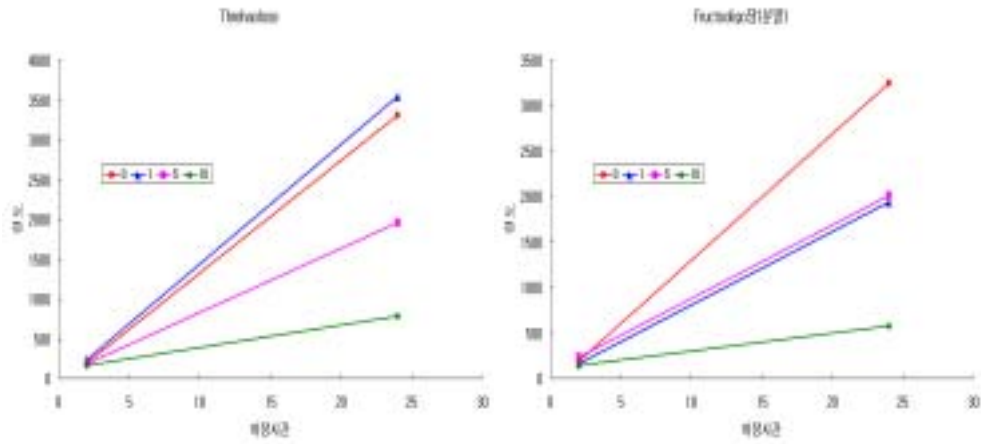


Fig 5. Threhalose와 Fructooligo당의 첨가수준별 떡의 경도변화

연구계획당시 노화억제 물질로 기대하였던, 소당류인 저 DE dextrin의 경우 (DE 4-7 와 DE 9-12) 떡의 노화억제에 전혀 효과가 없었으며, 오히려 떡의 노화를 촉진시키는 것으로 나타났다(Fig. 6).

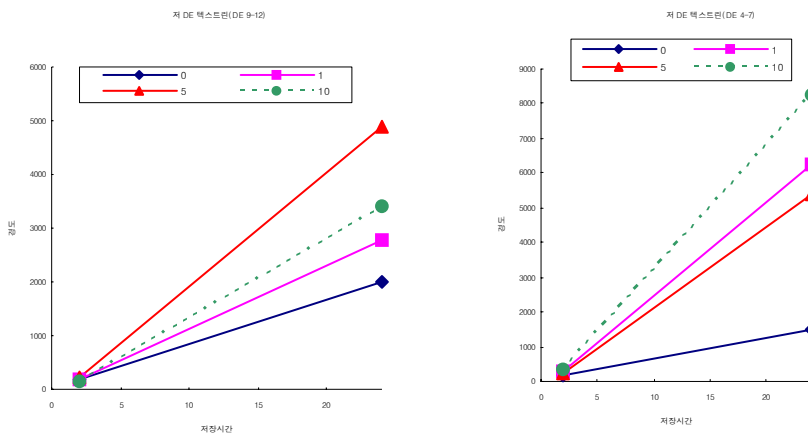


Fig. 6 저 DE dextrin(DE 4-7, DE 9-12)의 첨가수준별 떡의 경도변화

저장 24시간 후 Isomaltooligo당(50%)의 경우 5%, 10% 첨가한 떡의 경도는 무첨가군에 비해 매우 낮게 나타났으며, 5%와 10%첨가군사이에는 차이가 없었던 점을 기초로 5%가 노화억제에 효과적이었다. 헬스리고의 경우 1% 첨가군이 무첨가군에 비해 24시간 저장 후 경도가 매우 낮게 나타나, 떡의 노화억제에 효과적이었다(Fig. 7).

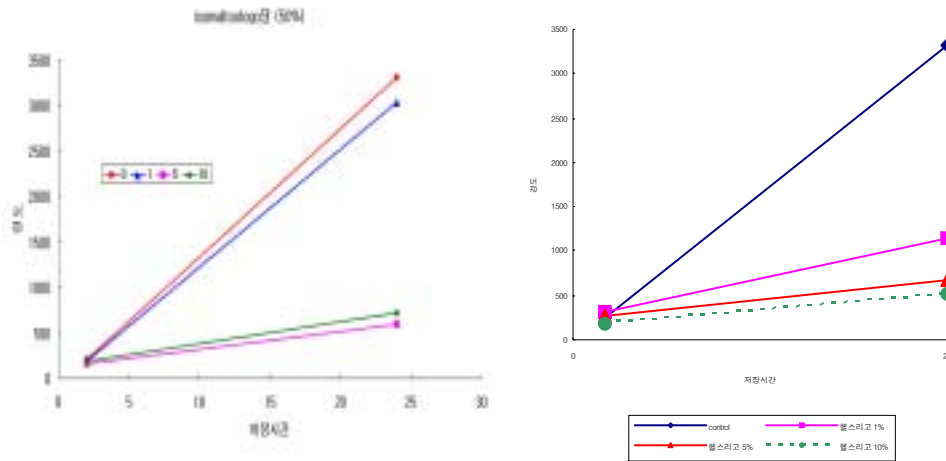


Fig. 7 Isomaltoligo당(50%)과 헬스리고의 첨가수준별 떡의 경도변화

본 실험에 사용된 수준의 isomalt의 양은 시간에 따른 떡의 경도변화에 무첨가군과 비슷한 양상을 보여주었으며, galactooligo당(50%)의 경우 5% 수준에서 경도가 낮게 나타났다 (Fig. 8)

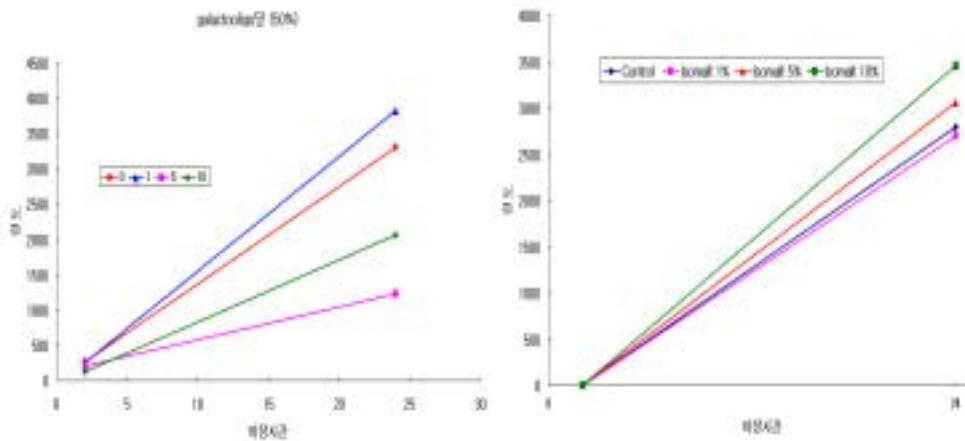


Fig. 8 galactooligo당(50%)과 Isomalt의 첨가수준별 떡의 경도변화

무첨가군에 비해 Fructooligo당(55%)의 사용에 의해 떡의 굳음을 다소 억제할 수 있었으며, 본 실험에 사용된 첨가수준 중 5% 수준에서 떡의 경도 증가억제가 가장 효과적이었으며, 테트리오의 경우 첨가 수준이 높을수록 노화가 억제되어 10% 첨가수준에서 경도가 낮은 경향을 보였다(Fig. 9).

타분용 전분과 배터용 전분의 경우 떡의 굳기를 억제하는데 효과적이지 못하였으며, 오히려 무첨가군에 비해 떡이 더 딱딱해지는 경향을 보여주었다(Fig. 10).

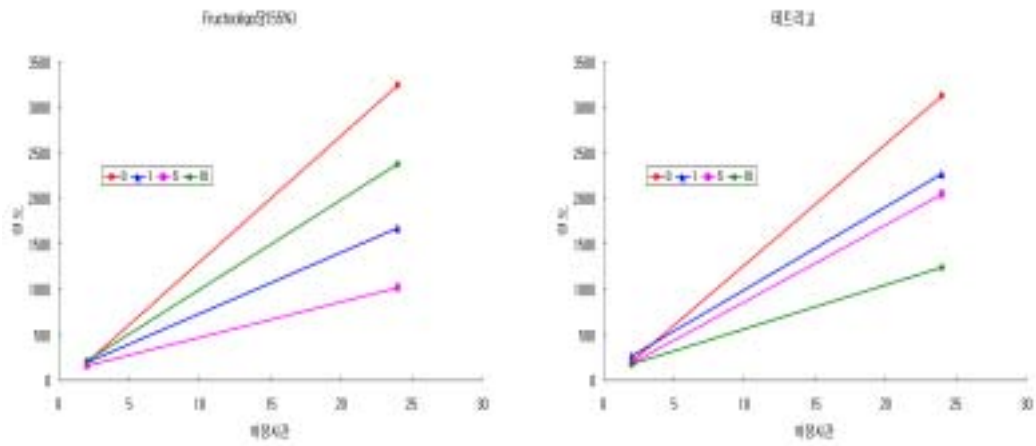


Fig. 9 Fructooligo당(55%)과 테트리글리신의 첨가수준별 떡의 경도변화

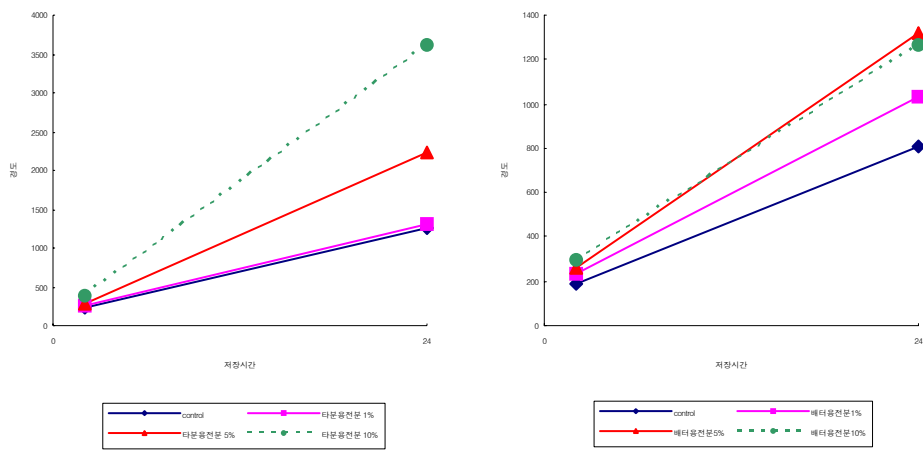


Fig. 10 타분용 전분(55%)과 배터용 전분의 첨가수준별 떡의 경도변화

산 전분인 AA 전분의 경우 1% 수준에서 떡의 경도 억제에 다소 효과적이었으며, 첨가 수준이 많을수록 떡의 굳기를 더 촉진하는 것으로 나타났으며, AA α 전분의 경우 5%와 10% 첨가수준에서 저장 24시간 후 떡의 굳기를 억제하는 것으로 나타났다(Fig. 11).

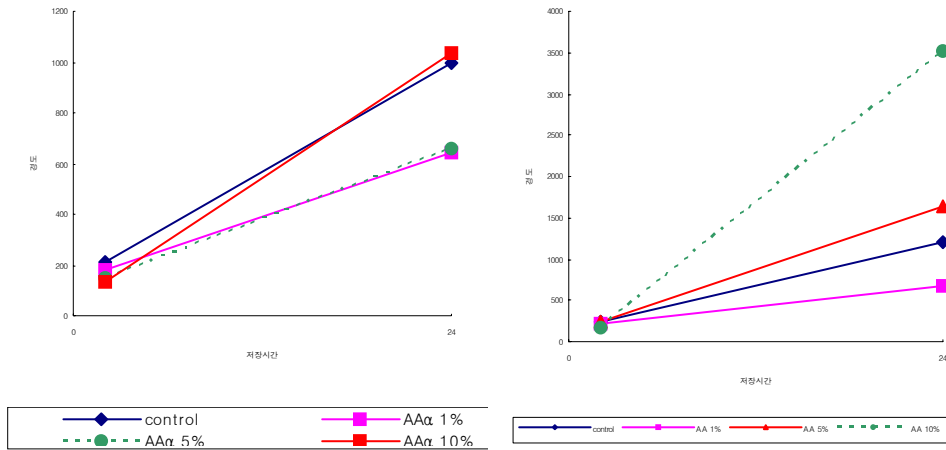


Fig. 11 AA 전분과 AA α 전분의 첨가수준별 떡의 경도변화

BTR 전분과 BTR w 전분의 경우, 1% 수준에서는 무첨가군과 비슷하였으나, 첨가수준이 많아질수록 함에 따라 떡의 굳기를 더 촉진하는 것으로 나타났다(Fig. 12).

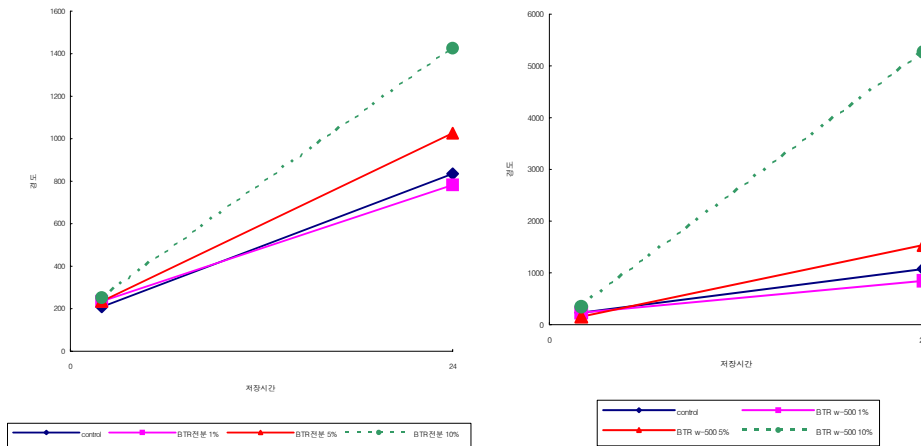


Fig. 12 BTR 전분과 BTR-w 전분의 첨가수준별 떡의 경도변화

변성전분인 OSA 전분의 경우 떡의 저장 24시간 후 저장 1% 첨가군과 5% 첨가군에서 경도가 낮게 나타났으며, Cydex-s의 경우 1% 수준에서 경도가 낮게 나타났으며 10% 첨가군은 무첨가군과 비슷한 경향을 보여주었다(Fig. 13).

당 알코올인 Sorbitol의 경우 본 실험에 사용된 수준 중 5% 수준에서 떡의 경도억제에 효과적이었고, manitol의 경우 5%와 10% 첨가군이 경도억제에 효과적이었으며, 5%와 10% 첨가군의 경도억제 효과는 농도차이에 비추어 5% 첨가가 효과적이었다(Fig. 14).

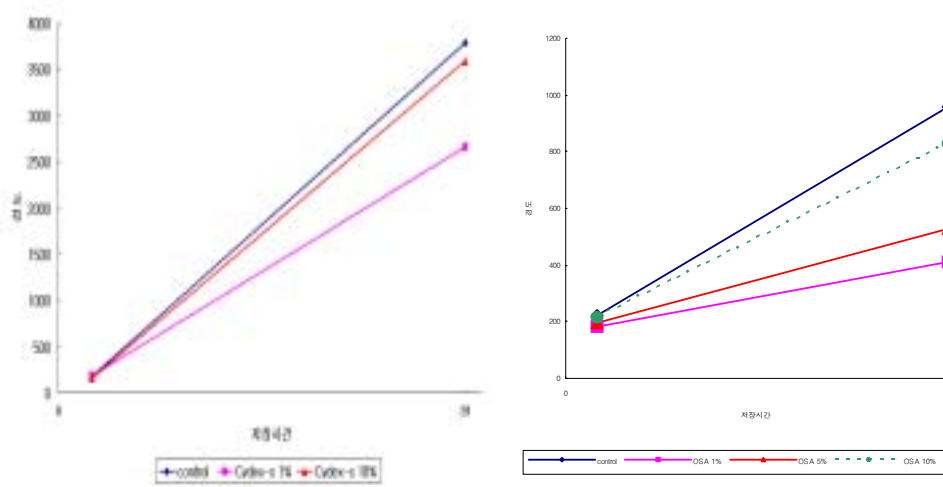


Fig 13. OSA전분과 Cydex-s의 첨가수준별 떡의 경도변화

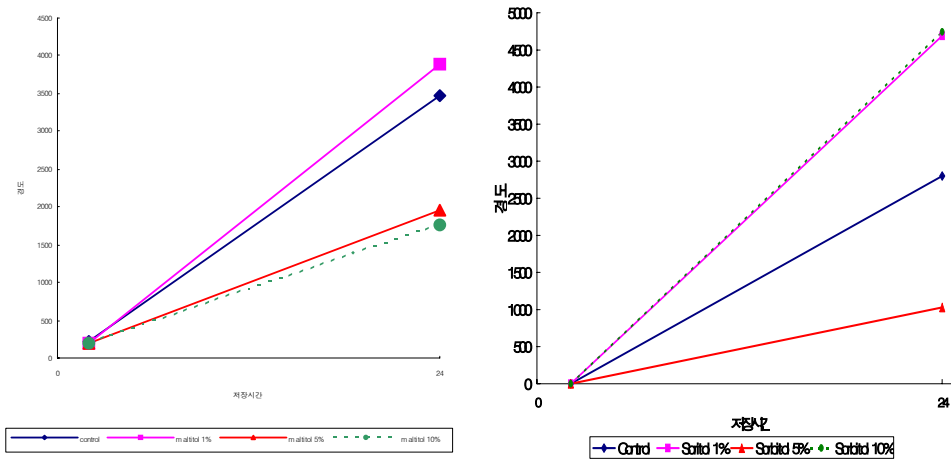


Fig 14. sorbitol과 manitol의 첨가수준별 떡의 경도변화

변성전분인 설탕터의 경우 1% 첨가 수준에서 떡의 경도증가 억제에 효과적이었으며, SSL의 경우 그리 효과적이지 못하였으나, 0.1% 첨가수준에서 약간의 경도억제 효과를 보여 주었다(Fig 15).

glucosamine의 경우 0.5% 수준에서 경도가 낮게 나타났다. 효소중 제빵류의 노화억제에 효과적이라고 알려진 Novomill의 경우 쌀가루 steaming전 (B, Before)과 steaming 후 (A, After), 모두 무첨가군에 비해 경도증가 억제에 효과적이지 못하였다(Fig. 16).

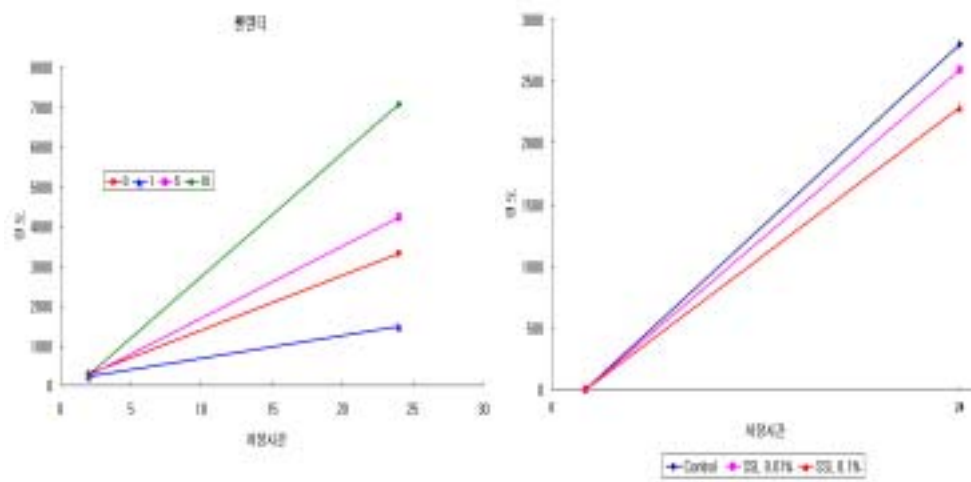


Fig 15. 쉐텐더와 SSL의 첨가수준별 떡의 경도변화

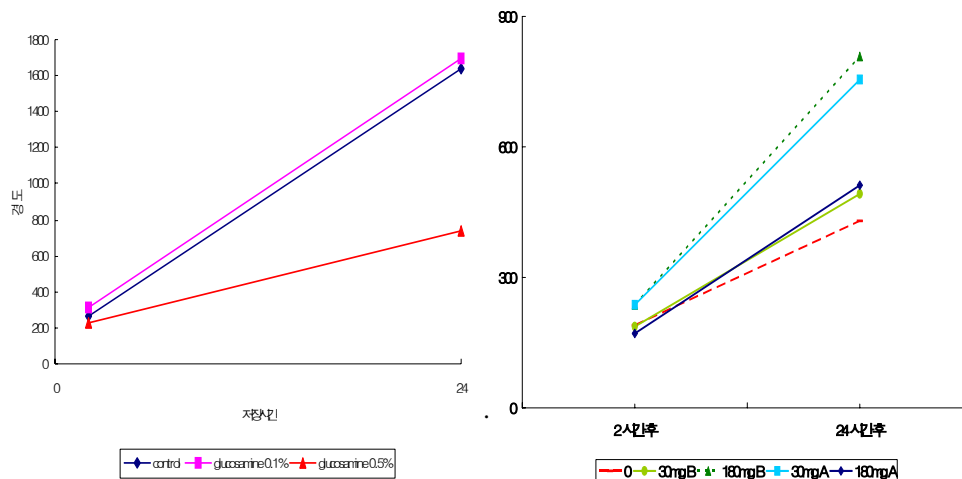


Fig. 16. Glucosamine의 첨가수준별, 그리고 효소에 의한 떡의 경도변화

떡 제조 후 24시간 후 제 1인산나트륨과 제 2인산나트륨의 경우 1% 수준에서, 메타인산나트륨 및 폴리인산나트륨의 경우 0.5% 수준에서 피로인산나트륨 경우 0.1% 이상 수준에서 떡의 경도가 낮았으며, 제 3 인산나트륨의 경우 떡의 경도억제에 효과가 없었다(Fig. 17).

유화제인 sp첨가에 의한 떡의 제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후 TA에 의한 텍스처 특성 및 관능적 특성은 각각 Table 2, 3, 4, 5에 있다. 0.5%의 SP 첨가군의 경우 무첨가군에 비해 떡 제조 2시간 후 경도가 낮았으며, 24시간 저장 후 sp 첨가 0.1%군은 무첨가군에 비해 경도가 낮았으며, 1% 첨가군의 경우 무첨가군에 비해 경도가 낮았다. 대체로 sp 첨가수준이 높아질수록 TA에 의한 chewiness, gumminess, hardness가 낮아지는 경향을 보

여주었다. 전문패널에 의한 sp첨가균 떡의 관능적 특성분석 결과 제조 2시간 후에는 본 실험에서 평가된 관능적 특성에서 무첨가균과 sp첨가균간의 차이는 없었으나, 저장 24시간 후 경도를 제외한 모든 특성에서 유의적인 차이는 없었다. 전문패널들은 무첨가균에 비해 sp첨가균 떡의 경도가 낮다고 하였다. 첨가물 sp의 경우 떡의 다른 관능적 특성에 영향을 주지 않으면서 떡의 굳기만을 지연시키는 효과가 있음을 보여주었다.

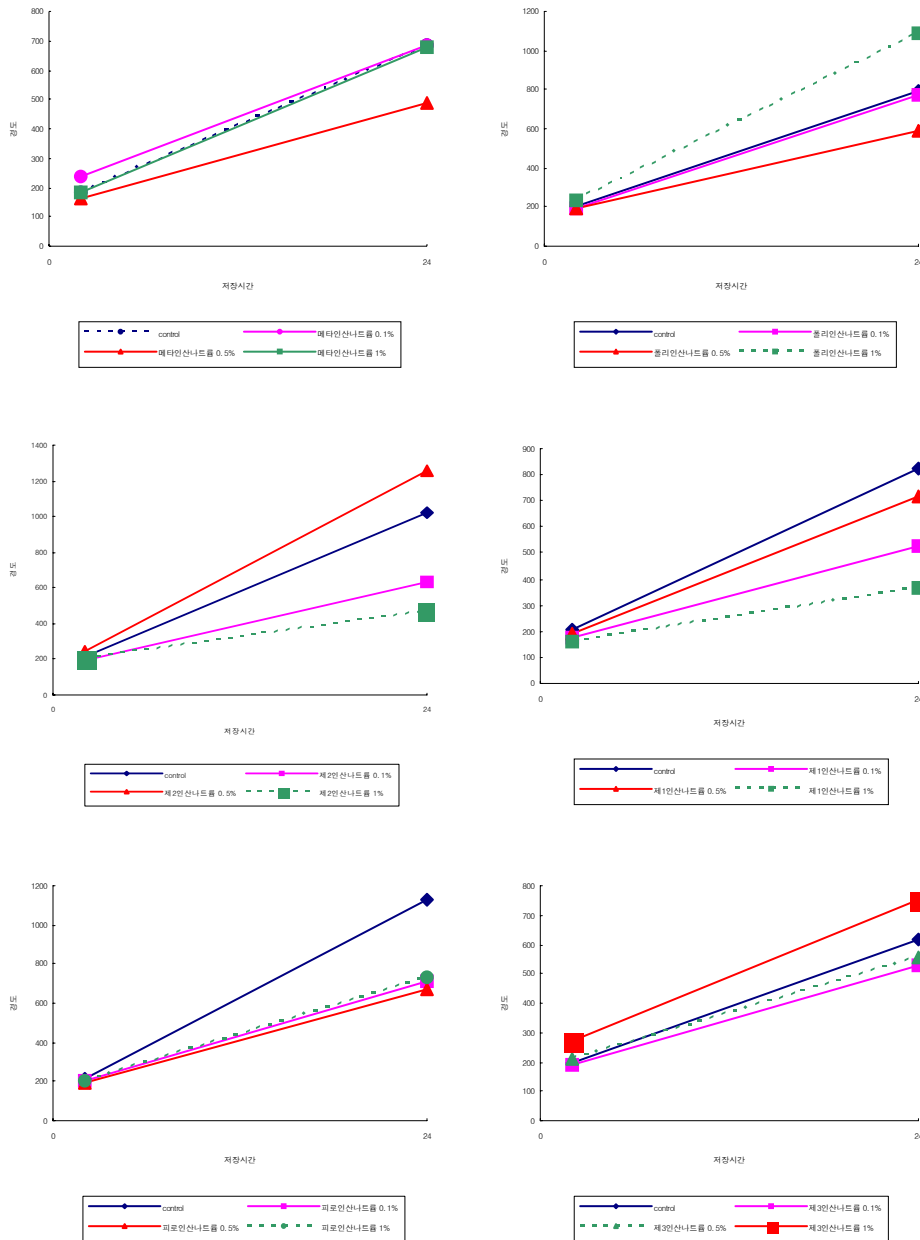


Fig. 17 제 1인산나트륨, 제 2인산나트륨, 제 3인산나트륨, 메타인산나트륨, 폴리인산나트륨과 피로인산나트륨 첨가수준별 떡의 경도변화

강력분밀가루와 박력분 밀가루의 첨가 떡의 제조 2시간 후와 5℃ 저장 24시간 후 TA에 의한 텍스처 특성 및 관능적 특성은 각각 Table 6. 7. 8. 9.에 있다. 밀가루군은 sp 첨가의 경우와 같이 무첨가군에 비해 저장 초기의 TA에 의한 경도, chewiness, gumminess에서 차이가 있었으며, 저장 24시간 후 무첨가군과 경도에서 차이를 보인 군은 20% 강력분 첨가군과 10% 박력분 첨가군으로 나타났다. 묘사분석 패널들은 제조 후 밀가루 첨가군과 무첨가군은 모든 특성에서 유의적인 차이는 없다고 하였으며, 저장 24시간 후 경도를 제외한 모든 특성에서 차이가 없었으며, 강력분 박력분 모두 20% 첨가군의 경도가 무첨가군의 경도에 비해 유의적으로 나타났다. 밀가루 첨가수준이 높아질수록 부착성이 높아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 못했다. 밀가루도 sp와 같이 경도를 제외한 거의 모든 특성에 영향을 주지 않는 첨가물로서 사용 될 수 있음을 보여주고 있다.

Table 2 첨가물(sp)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물	Texture 특성					
	springiness	cohesiveness	chewiness*	gumminess*	adhesiveness	hardness**
0	0.94	0.93	626.36 ^a	646.97 ^a	-105.69	696.80 ^a
0.1	0.95	0.93	570.75 ^{ab}	601.59 ^{ab}	-83.39	650.19 ^{ab}
0.5	0.95	0.92	529.80 ^b	551.36 ^b	-84.31	590.16 ^b
1	0.96	0.91	562.84 ^{ab}	565.00 ^{ab}	-82.55	577.62 ^b

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 3 첨가물(sp)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물	Texture 특성					
	springiness	cohesiveness	chewiness***	gumminess***	adhesiveness	hardness***
0	0.95	0.87	11897 ^a	12474 ^a	-11.20	14377 ^a
0.1	0.95	0.87	9276 ^b	9755 ^b	-10.01	11222 ^b
0.5	0.95	0.87	9192 ^b	9618 ^b	-21.10	11078 ^b
1	0.95	0.87	8417 ^c	8933 ^c	-12.23	9975 ^c

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 4 첨가물(sp)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물	묘사특성					
	부착성	경도	응집성	단맛	쓴맛	뽀은/아린맛
sp(%)						
0	6.48	5.80	8.10	1.99	1.30	1.48
0.1	7.25	4.70	8.18	2.25	1.50	1.45
0.5	8.58	4.02	8.70	2.48	1.35	1.70
1	7.65	4.18	7.68	2.05	1.65	2.30

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 5 첨가물(sp)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물	묘사특성					
	부착성	경도***	응집성	단맛	쓴맛	뽀은/아린맛
sp(%)						
0	2.68	11.65 ^a	3.02	1.52	1.48	1.74
0.1	3.20	10.46 ^b	3.43	1.83	1.96	2.11
0.5	3.02	10.11 ^b	3.26	1.64	1.83	2.13
1	2.91	9.54 ^b	3.15	1.50	1.93	2.57

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 6 첨가물(밀가루)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물 밀가루	Texture profile					
	springiness	cohesiveness	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0.93	0.91	403.64 ^a	437.37 ^a	-125.14	482.77 ^a
5% 강력분	0.94	0.92	311.79 ^b	332.27 ^b	-94.21	362.25 ^b
10% 강력분	0.91	0.91	334.05 ^b	366.43 ^b	-133.67	401.70 ^b
20% 강력분	0.92	0.91	274.99 ^b	297.41 ^b	-102.23	322.26 ^b
5% 박력분	0.93	0.92	329.52 ^b	352.82 ^b	-106.64	385.65 ^b
10% 박력분	0.93	0.91	324.45 ^b	349.23 ^b	-109.51	381.79 ^b
20% 박력분	0.91	0.93	292.33 ^b	321.93 ^b	-136.86	347.54 ^b

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임
*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 7 첨가물(밀가루)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물 밀가루	Texture profile					
	springiness	cohesiveness	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0.95	0.87	8787 ^a	9193 ^a	-8.54	10605 ^a
5% 강력분	0.97	0.87	8916 ^a	9213 ^a	-10.11	10554 ^a
10% 강력분	0.95	0.88	8163 ^a	8182 ^a	-8.61	9342 ^a
20% 강력분	0.96	0.88	4668 ^b	4896 ^c	-20.21	5593 ^b
5% 박력분	0.95	0.87	8728 ^a	9230 ^a	-4.82	10625 ^a
10% 박력분	0.95	0.88	5817 ^b	6156 ^b	-8.90	7029 ^b
20% 박력분	0.94	0.88	7213 ^a	7661 ^a	-11.45	8745 ^a

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임
*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 8 첨가물(밀가루)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물 밀가루	묘사특성					
	부착성	경도	응집성	단맛	쓴맛	뽀은/아린맛
0	8.71	4.35	8.78	2.45	1.65	2.21
5% 강력분	8.46	4.65	8.92	2.33	1.73	2.02
10% 강력분	8.85	4.07	9.17	2.68	1.46	1.73
20% 강력분	9.60	3.15	8.70	2.37	1.38	1.60
5% 박력분	8.83	4.41	9.11	2.44	1.56	1.69
10% 박력분	9.06	4.07	9.27	2.32	1.33	1.58
20% 박력분	9.06	3.67	9.48	2.70	1.29	2.83

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 9 첨가물(밀가루)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조후 24시간

첨가물 밀가루	묘사특성					
	부착성	경도***	응집성	단맛	쓴맛	뽀은/아린맛
0	3.78	8.43 ^{ab}	4.18	1.86	1.80	2.40
5% 강력분	3.71	8.82 ^{ab}	4.00	2.27	1.35	1.61
10% 강력분	4.07	8.21 ^{abc}	4.56	2.38	1.62	2.12
20% 강력분	4.36	6.66 ^c	4.98	2.36	1.82	2.24
5% 박력분	3.53	9.10 ^a	4.30	2.33	1.40	1.94
10% 박력분	4.46	7.31 ^{bc}	4.70	2.31	1.64	2.00
20% 박력분	4.88	7.14 ^{bc}	4.20	2.52	1.60	2.12

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

나. 첨가수준별 gluten free 쌀빵의 노화억제 효과

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 미분당과 갈락토올리고당 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 18에 있다. 미분당 첨가군의 경우 습식쌀가루 무첨가군과 습식쌀가루 미분당 1%를 첨가한 쌀빵의 경도가 다른 실험군에 비해 낮게 나타났으며, 건식 쌀가루 5% 미분당 첨가군의 경우 저장 24시간 후 경도가 가장 높게 나타났다. 습식 미분당 5% 첨가군의 경우 빵의 부피가 가장 적게 나타났으며, 이를 제외한 다른 실험군간의 쌀빵 부피의 차이는 없었다(Fig. 19).

갈락토올리고당 첨가의 경우 무첨가군에 비해 경도가 다소 낮은 경향을 보였으며, 습식 쌀가루를 사용한 경우 건식쌀가루를 사용한 경우에 비해 부피가 다소 낮은 경향을 보여주었다(Fig. 20).

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 말티톨과 프락토올리고당 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 21에 있다. 5°C 저장 24시간 후 말티톨과 프락토올리고당 첨가 5%수준을 제외하고는 건식쌀가루로 제조한 쌀빵의 경도가 습식쌀가루로 제조한 쌀빵에 비해 경도가 낮음을 보여주었으며, 이들 당의 첨가가 쌀빵의 경도증가 억제에 효과적이지 못하였다.

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 이소말토당과 테트리오 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 22에 있다. 다른 당류와 같이 5°C 저장 24시간 후 이소말토당과 테트리오 첨가에 따른 쌀 빵 경도억제에의 효과는 없었으며, 건식쌀가루로 제조한 쌀빵의 경도가 습식쌀가루로 제조한 쌀빵에 비해 경도가 낮음을 보여주었다.

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 erythritol과 헬스리고 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 23에 있다. erythritol과 헬스리고의 경우 건식쌀가루를 사용한 5% 첨가수준에서 다소 경도를 낮추는 경향을 보여준 반면 헬스리고 첨가 5% 수준에서 습식 쌀가루를 사용하였을 경우 경도가 높아지는 경향을 보여주었다.

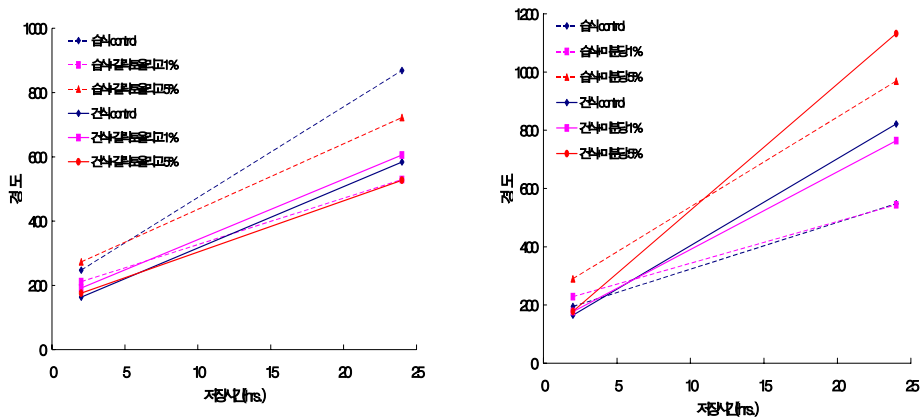


Fig. 18 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 미분당과 갈락토올리고당 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간에 따른 경도변화

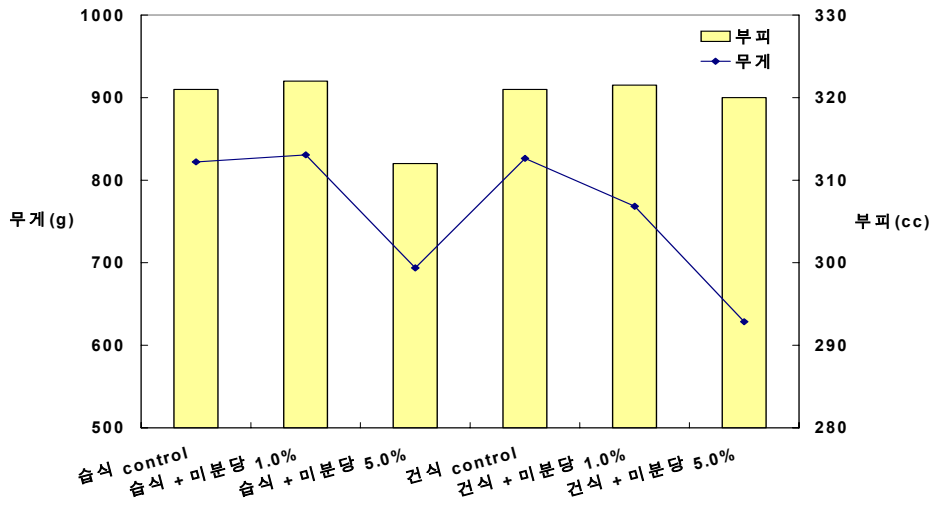


Fig. 19 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 미분당의 첨가수준에 따른 쌀빵의 부피 및 밀도

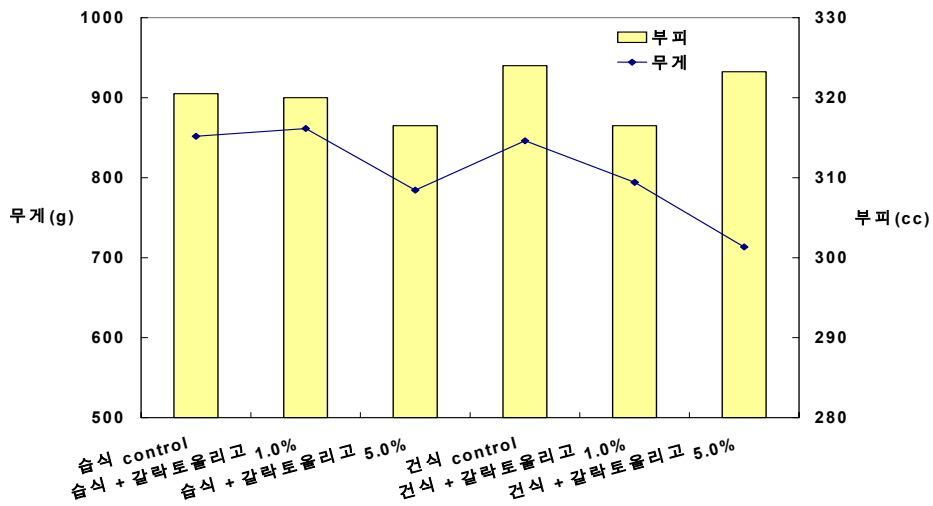


Fig. 20 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 갈락토올리고당의 첨가수준에 따른 쌀빵의 부피 및 밀도

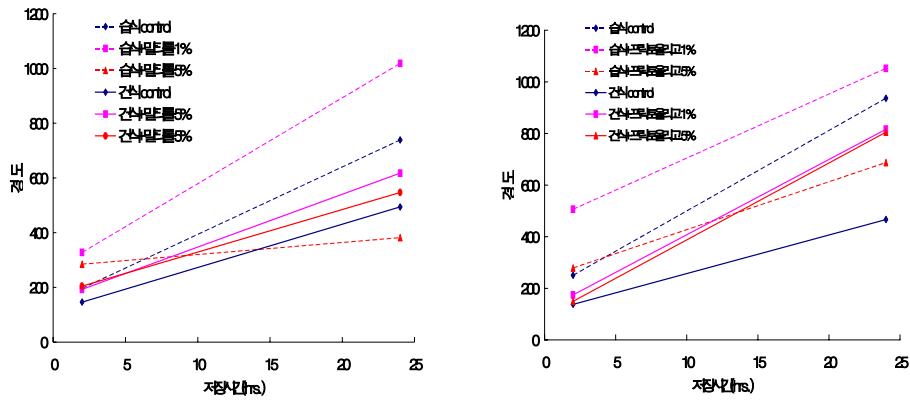


Fig. 21 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 말티톨과 프락토올리고당 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간에 따른 경도변화

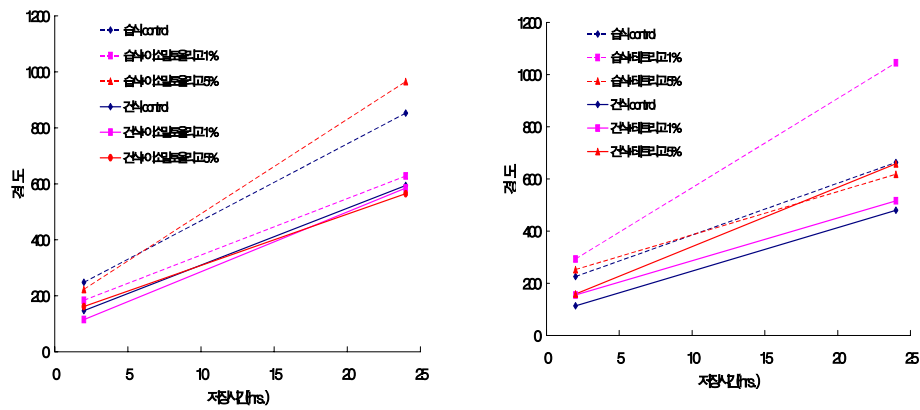


Fig. 22 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 이소말토올리고당과 테트리오 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간에 따른 경도변화

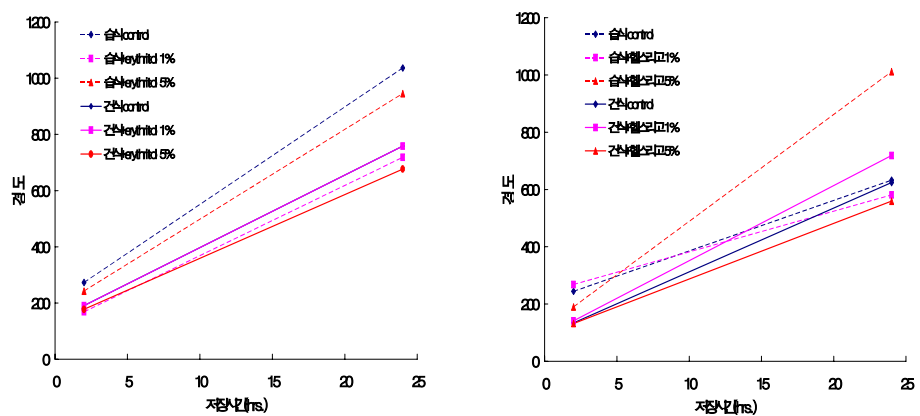


Fig. 23 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 erythritol과 xylitol 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간에 따른 경도변화

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 말토덱스트린과 Novamyl 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 24에 있다. 말토덱스트린과 Novamyl 첨가의 경우 이들 첨가에 따라 쌀빵 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다. 특히 쌀빵에 효소를 첨가하였을 경우 첨가 1% 수준에서 저장 24시간 후 경도의 변화가 거의 없었다. 말토덱스트린과 Novamyl 첨가수준에 따른 쌀빵의 부피 및 무게(Fig. 25와 Fig. 26)를 보면 건식 쌀가루를 사용하였을 경우 쌀빵의 부피가 증가하는 경향을 보여주었다.

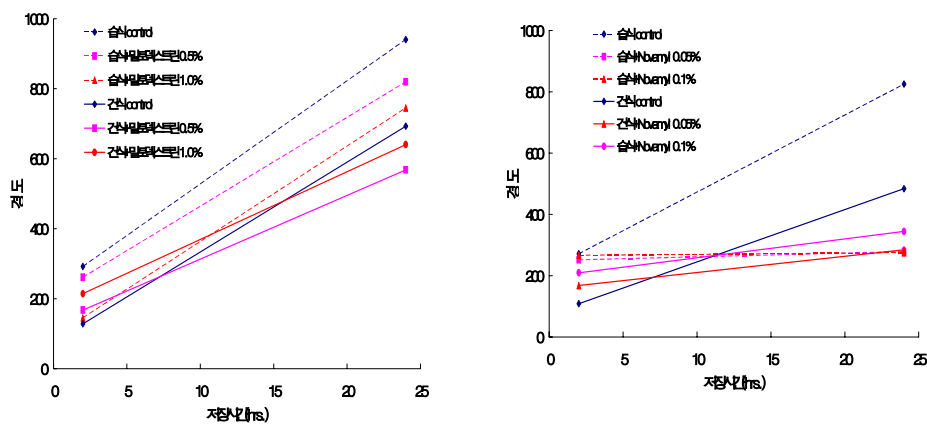


Fig. 24 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 말토덱스트린과 Novamyl 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간에 따른 경도변화

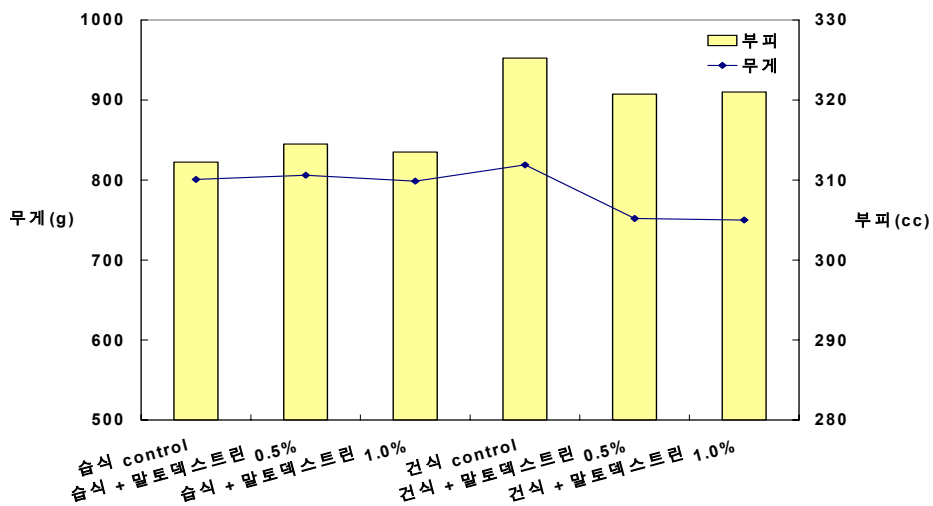


Fig. 25 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 말토덱스트린의 첨가수준에 따른 쌀빵의 부피 및 밀도

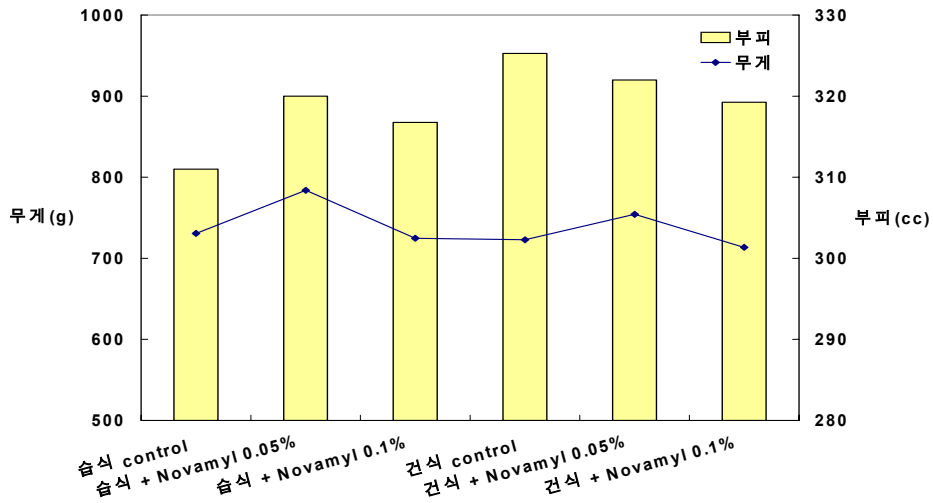


Fig. 26 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 Novamyl의 첨가수준에 따른 쌀빵의 부피 및 밀도

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 프락토올리고(분말)와 트레할로스 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 27에 있다. 프락토올리고(분말)와 트레할로스 첨가의 경우 이들 첨가에 의해 오히려 경도가 높아지는 경향을 보여주었다. 떡의 경우 경도억제에 효과적이었던 트레할로스의 경우 쌀빵에서는 경도억제에 효과적이지 못함을 보여주었다.

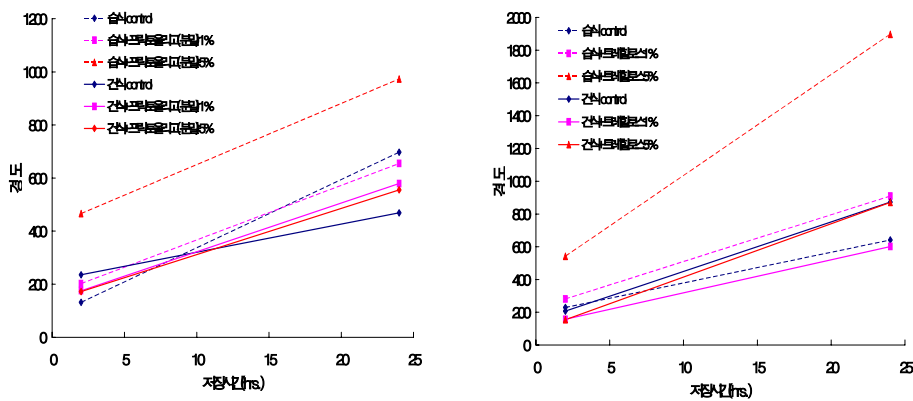


Fig. 27 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 프락토올리고(분말)와 트레할로스 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간에 따른 경도변화

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 카라기난과 유화제(SE-F110) 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 28에 있다. 카라기난 첨가에 의해 쌀빵은 더욱 딱딱해지는 경향을 보여주었으며, 습식쌀가루를 사용하는 경우 유화제인 SE-F110 첨가에 의해 쌀빵의 경도증가를 억제하는 경향을 보여주었다. SE-F110 첨가는 경도억제에는 유의적인 효과는 없었지만, 첨가에 의해 제빵의 부피가 증가하는 경향을 보여주었다(Fig. 29).

쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 선프리와 선편더 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간(제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후)에 따른 경도변화는 Fig. 30에 있다. 이들의 첨가는 쌀빵의 경도억제에 효과적이지 못했으며, 본 실험에 사용된 gluten free 쌀빵의 경도에는 전반적으로 습식쌀가루보다는 건식쌀가루로 제조한 쌀빵의 경도가 낮은 경향을 보여주었다. 그러나 쌀빵의 formula에 따라 이러한 현상은 달라질 수 있다고 판단된다. 즉, 현재 시중에 시판되는 쌀빵의 종류는 거의 gluten이 첨가된 쌀빵으로 본 실험에 사용된 gluten free 쌀빵과는 다른 system을 형성하고 있어 gluten 함유 쌀빵에 사용되기 위해서는 쌀가루의 조건은 달라질 수 있다.

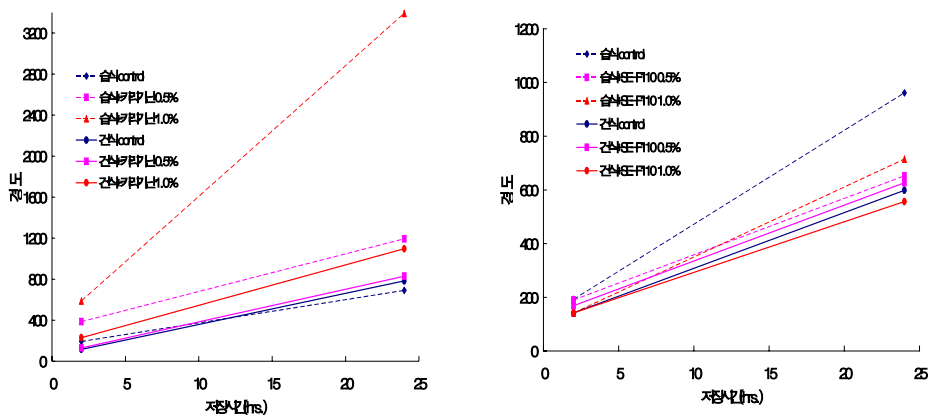


Fig. 28 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 카라기난과 유화제 SE-F110첨가수준에 따른 쌀빵의 저장시간에 따른 경도변화

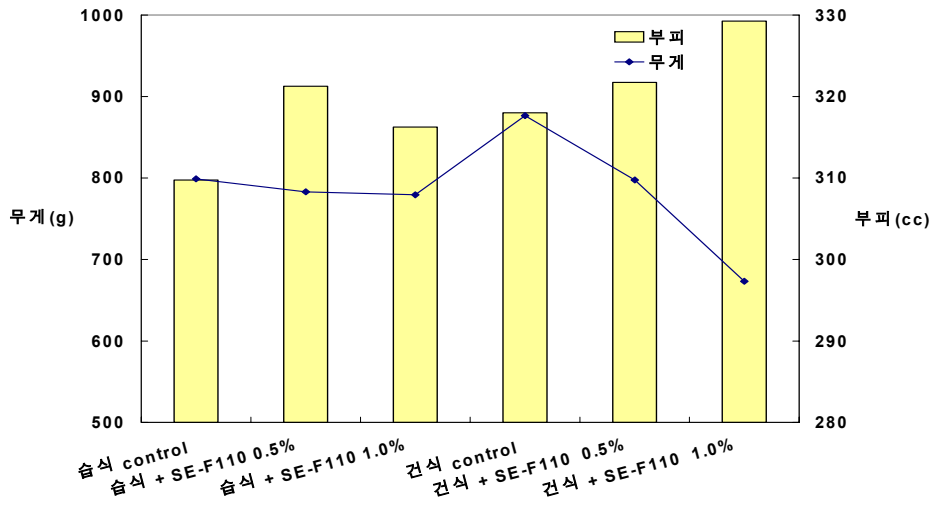


Fig. 29 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 SE-F1110 첨가수준에 따른 쌀빵의 부피 및 밀도

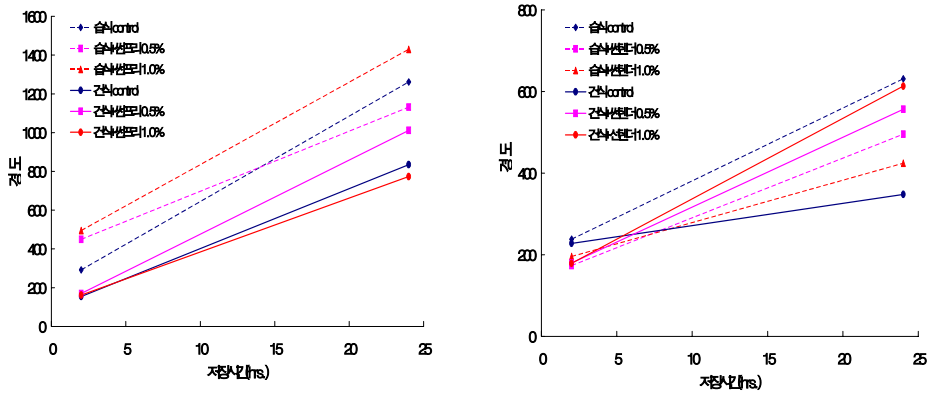


Fig. 30 쌀가루 종류(습식 vs. 건식)에 따른 선프리와 선편더 첨가수준에 따른 쌀빵의 저장 시간에 따른 경도변화

떡의 노화억제에 유효한 첨가물의 내역은 Table 10에 있다. 떡의 노화억제에 유효한 첨가물들은 주로 당류와 당알코올이었으며, 쌀빵에 노화억제 유효한 물질은 Novamyl 과 유화제로 나타났다.

Table 10 1차 검색결과 떡의 노화억제에 유효한 첨가물의 내역

류별	노화억제 관련 물질 명	
당류	1) 고화방지 미분당	
	2) 분당	
	3) Threhalose	
	4) fructooligo당(분말, 95%)	
	5) 정제 maltose 100 (maltose 85% 이상)	
	9) isomalto 올리고당(50%)	
	10) isomalto 올리고당(헬스리고)	
	12) galacto올리고당(50%)	
	13) fructo 올리고당(55%)	
	14) 테트리코	
	변성전분	19) AA 전분 (아세틸아디핀산 전분, 찰옥수수 base)
		24) OSA전분 (Octenyl succinated starch, 옥수수 base)
		29) 썬텐더
	Polyol	27) sorbitol
28) maltitol		
유화제	31) SE-F110	
	32) SSL 90	
	33) SP	
염/산 류	34) 제 1 인산 나트륨	
	35) 제 2 인산 나트륨	
	37) 메타 인산 나트륨	
	38) 폴리 인산 나트륨	
	39) 피로 인산 나트륨	
	43) glucosamine	
검류	46) 곤약-40	
	50) 밀가루 강력분	
	51) 밀가루 박력분	

다. 주요 노화억제물질의 관능적 묘사특성

떡의 경도억제 유효한 물질의 수준별 첨가에 의한 떡의 제조 2시간 후와 5°C저장 24시간 후 묘사특성은 각각 Table 11과 Table 12에 있다. 이들 물질은 쓴맛 혹은 떫은 맛은 없었으나 주로 단맛을 지니고 있었으며, 제조 후 첨가균들은 무첨가균에 비해 다소 경도가 낮은 경향을 보여주었다.

저장 24시간 때에 떡의 노화억제에 가장 효과적이었던 Trehalose의 경우 단맛을 지니고 있었다. 일반 떡집에서 백설기를 제조할 때 설탕을 약 10%정도 첨가하는 것을 감안할 때 본 실험결과 나타난 단맛의 정도는 설날에 먹는 떡국용 떡을 제외하고는 일반적인 떡 제품에 효과적으로 사용될 수 있으리라 판단된다.

Table 11 첨가물에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물	묘사특성					
	부착성	경도**	응집성	단맛***	쓴맛	떫은/아린맛
control	7.48	6.22 ^a	8.56	2.61 ^b	1.80	2.26
미분당5%	8.41	5.45 ^{ab}	8.83	4.83 ^a	1.55	2.03
트레할로스5%	8.67	5.25 ^{ab}	9.02	3.82 ^{ab}	1.55	2.11
트레할로스10%	9.72	4.34 ^{ab}	9.45	4.13 ^{ab}	1.40	1.77
프락토올리고5%	8.63	4.97 ^{ab}	8.80	3.30 ^{ab}	1.30	1.71
프락토올리고10%	8.92	4.01 ^b	8.69	3.82 ^{ab}	1.31	1.76
이소말트5%	8.85	4.98 ^{ab}	8.93	3.00 ^b	1.50	2.06
헬스리고1%	7.77	5.93 ^{ab}	8.70	2.65 ^b	1.57	1.98
헬스리고5%	8.85	4.48 ^{ab}	8.33	2.67 ^b	1.47	1.83
갈락토올리고5%	8.31	5.55 ^{ab}	9.17	2.80 ^b	1.62	2.03

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 12 첨가물에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물	묘사특성					
	부착성	경도***	응집성	단맛***	쓴맛	떫은/아린맛
control	2.20	10.39 ^{ab}	3.29	2.09 ^{cd}	2.26	2.59
미분당5%	3.36	9.18 ^{bc}	4.49	3.91 ^a	2.00	2.21
트레할로스5%	3.43	9.17 ^{bc}	4.39	3.44 ^{abc}	1.90	2.28
트레할로스10%	4.76	7.21 ^d	5.21	3.69 ^{ab}	1.52	1.78
프락토올리고5%	2.86	9.98 ^{ab}	3.62	2.20 ^{cd}	1.95	2.43
프락토올리고10%	3.30	8.93 ^{bc}	4.09	3.00 ^{abcd}	1.89	2.20
이소말트5%	3.40	8.98 ^{bc}	4.23	2.47 ^{bcd}	1.94	2.23
헬스리고1%	2.60	11.36 ^a	3.95	1.79 ^d	1.88	2.18
헬스리고5%	3.90	8.20 ^{cd}	4.38	2.48 ^{bcd}	1.93	2.35
갈락토올리고5%	2.30	10.85 ^a	3.69	2.17 ^{cd}	2.40	2.53

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

라. 복합물질 사용에 의한 떡의 노화억제 효과

1차 검색결과를 기초로 2개의 물질을 복합적으로 사용한 실험의 계획은 Gacula (1993)의 2 factor composite design에 의하였으며, Trehalose와 설펜터를 이용 실험계획 예제는 Table 13에 있다. 2가지 혼합물의 최적실험에서는 당알코올과 SSL 실험을 제외한 거의 모든 실험에서 2 factor composite design을 사용하였으며, 당의 경우 Trehalose의 양을 변성 전분 혹은 유화제의 경우 설펜터의 양을 적용시켜 사용하였다.

Table 13 Trhaolose 와 설펜터의 혼합이용: 2 factor composite design

Code	-2	-1	0	1	2
Trehalose	0	3	6	9	12
설펜터	0	0.3	0.6	0.9	1.2

실험구	Trehalose	설펜터
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-2	0
6	2	0
7	0	-2
8	0	2
9	0	0

1) 당알코올과 SSL

유화제인 SSL과 당 알코올을 미량 혼합 [왼쪽: Xylitol(0.5%) + SSL (0.01%), 오른쪽: Sorbitol(0.5%) + SSL(0.01%)] 첨가 한 후 떡의 경도변화를 관찰한 결과 떡의 경도증가 억제 효과는 있었지만, 상업적으로 사용하기에는 그 효과는 미미하였다(Fig. 31).

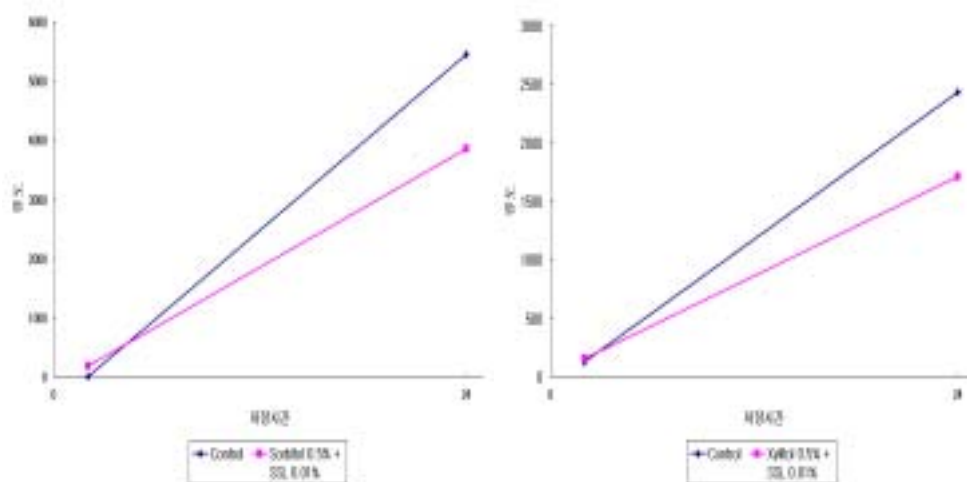


Fig. 31 무첨가군에 비교한 유화제와 당알코올의 혼합 효과

2) Trehalose와 선텐더의 혼합사용

1차 검색결과 떡의 경도증가 억제에 유효하다고 관찰된 Trehalose와 선텐더를 2 factor composite design(Table 13)에 의해 혼합사용(사용량은 rice flour dry weight basis %)하여 떡 제조 2시간 후 5℃ 저장 24시간, 48시간 저장 후 경도를 측정하여, 무첨가군에 비해 떡의 경도를 가장 많이 낮출 수 있는 두 물질의 최적 혼합량을 반응표면분석법을 이용하여 도출하였다.

Trehalose와 선텐더를 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간, 24시간, 48시간 후 TA에 의한 주요 텍스처 특성들에서 Trehalose와 선텐더의 효과는 각각 Fig. 32, 33, 34에 있다. 떡을 만든 직후 Trehalose와 선텐더의 떡 경도억제에 대한 효과는 미미하였으며, 선텐더의 함량이 높을수록 adhesiveness가 증가하는 경향이 있었다.

표면반응분석 결과 저장 24시간 후 Trehalose가 9.58 쉐텐이 0.22일 때 24시간 저장된 떡의 경도가 591 로서 가장 낮게 예측되었으며, 본 실험결과 선텐더의 효과보다는 Trehalose가 떡의 굳음 방지에 효과적임을 보여주었다(Fig. 33). 또한 Trehalose의 첨가량이 높아질수록 경도의 감소와 함께 adhesiveness가 증가하는 경향을 보여주었다. 이때의 경도에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = 1703 - 218 x_1 - 607 x_2 + 10x_1^2 + 363 x_2^2 + 46x_1 \cdot x_2 \quad (R^2=0.8)$$

(Y: TA hardness 24시간 후, x1: Trehalose, x2: 선텐더)

저장 48시간 후 Trehalose의 함량이 많을 수록 경도가 낮았다.

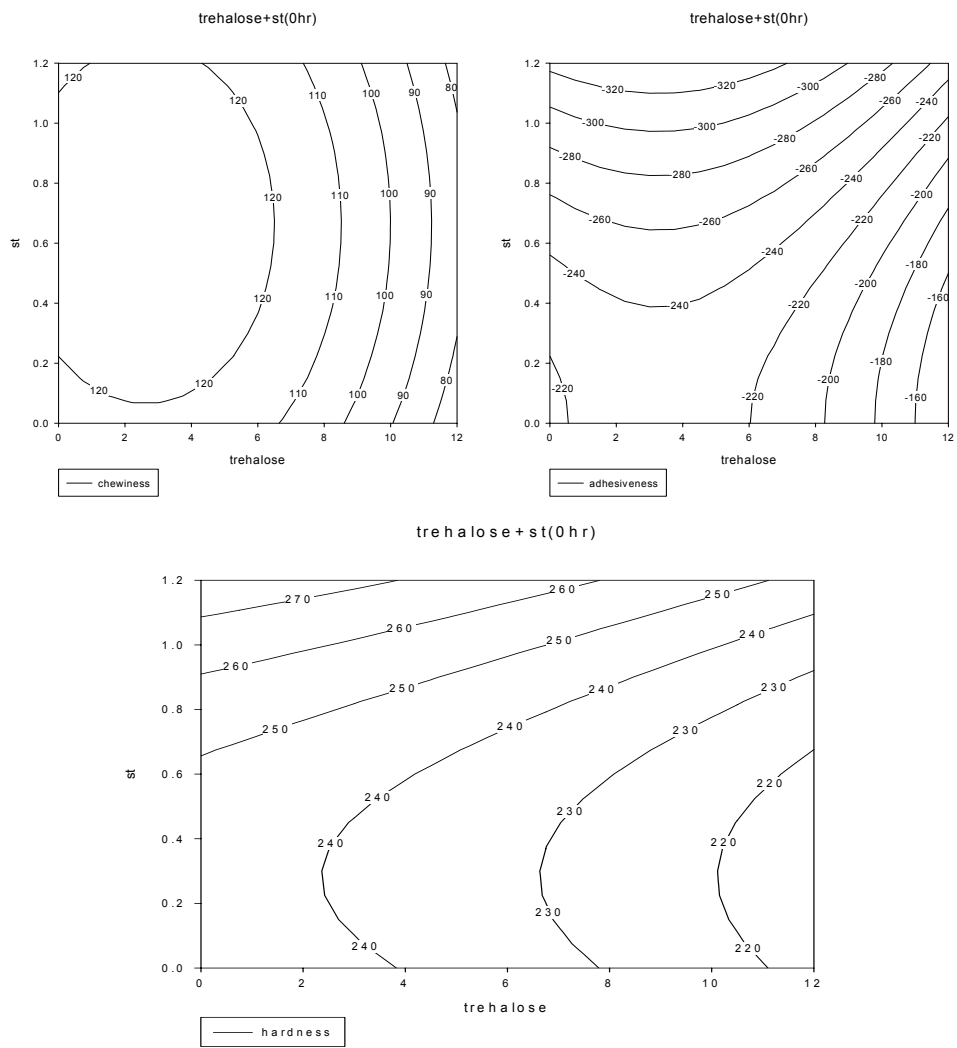


Fig. 32 Trehalose 와 설탕의 효과

떡 제조 2시간 후 TA특성 : chewiness, adhesiveness and hardness

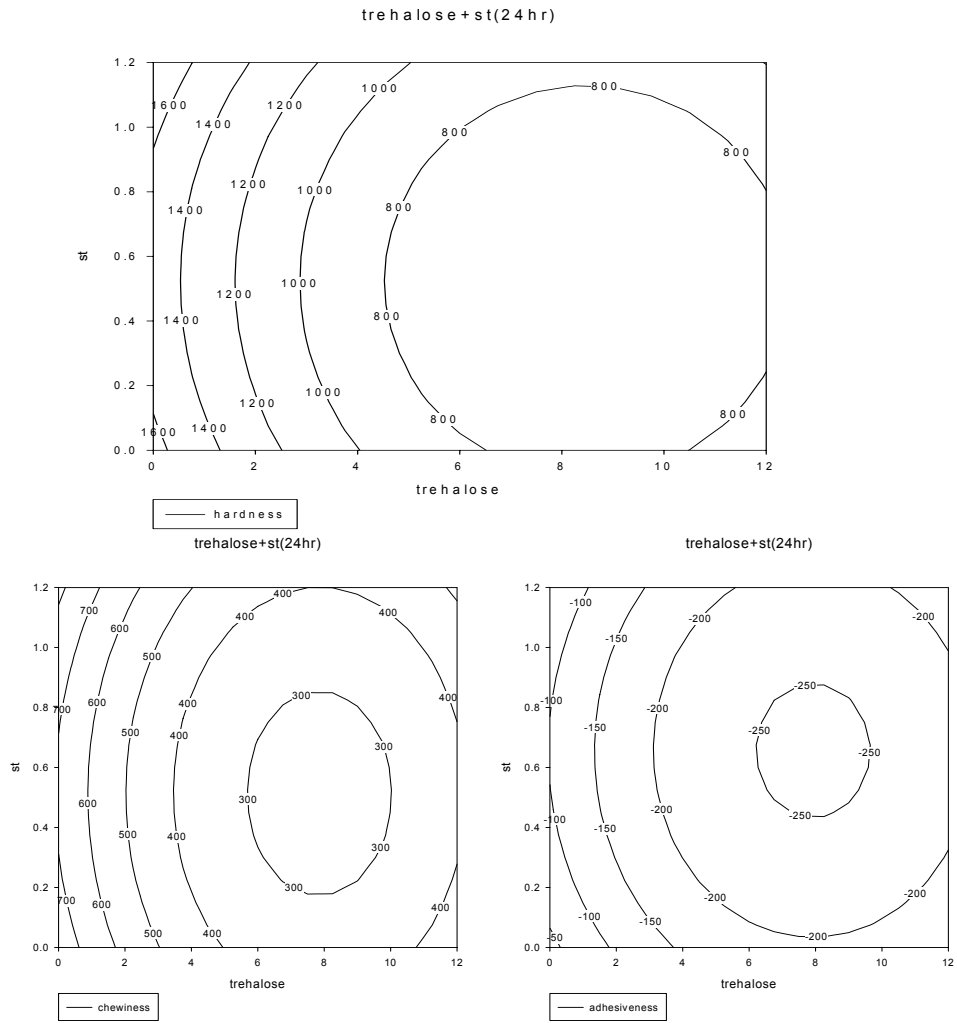


Fig. 33 Trehalose 와 선텐더의 효과
 떡 제조 24시간 후 TA특성 : hardness, chewiness and adhesiveness

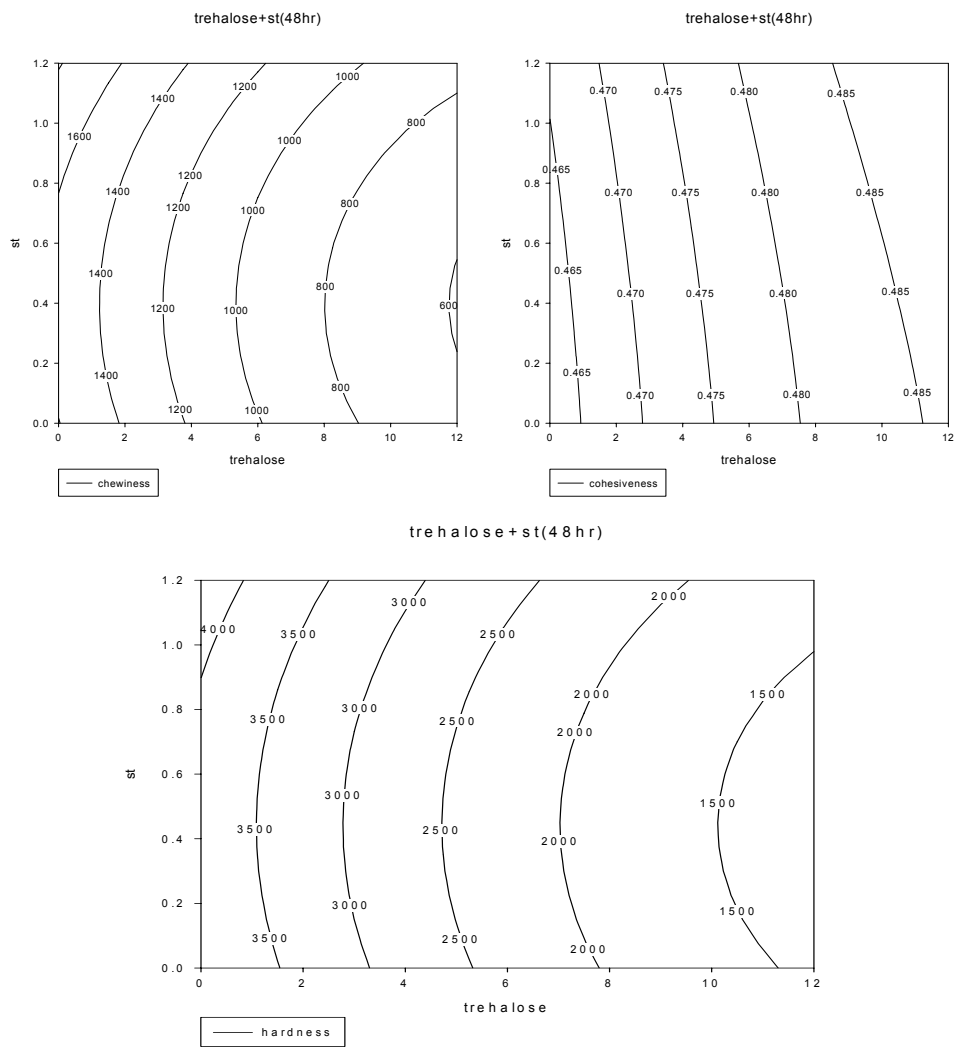


Fig. 34 Trehalose 와 선텐더의 효과
 떡 제조 48시간 후 TA특성 : chewiness, cohesiveness and hardness.

Trehalose 와 설탕더 혼합사용에 의한 떡의 24시간 저장 후 전문패널에 의한 관능적 특성분석 결과는 Table 14에 있으며, Fig. 35는 이들 관능적 특성분석 결과에 대한 Trehalose 와 설탕더의 효과를 나타낸 contour plot이다. 본 실험에 사용된 떡은 모든 관능적 특성에서 차이가 있었으며, 전문패널들은 Trehalose량이 높을수록 부작성과 단맛이 다소 높아지며, 경도는 낮아진다고 하였다. 또한 이들 두 첨가물은 쓴맛 과 짙은 맛에 영향을 주지 않았다.

Table 14 첨가물(Trehalose + 설탕더)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

	부작성***	경도***	응집성***	단맛***	쓴맛	짙은/ 아린맛
Control	6.43 ^{abc}	8.34 ^{bc}	7.09 ^{ab}	3.76 ^{cd}	1.89	2.68
Trehalose 3 + ST 0.3	5.57 ^{bc}	9.63 ^{ab}	7.13 ^{ab}	4.41 ^{bcd}	1.92	2.58
Trehalose 9 + ST 0.3	6.63 ^{abc}	7.89 ^{cd}	7.53 ^{ab}	6.99 ^a	1.77	2.41
Trehalose 3 + ST 0.9	5.14 ^c	9.50 ^{ab}	6.47 ^{ab}	4.69 ^{bcd}	2.05	2.93
Trehalose 9 + ST 0.9	6.92 ^{abc}	7.15 ^{cd}	7.43 ^{ab}	6.90 ^a	1.72	1.98
Trehalose 0 + ST 0.6	5.05 ^c	10.28 ^a	5.90 ^b	3.31 ^d	2.45	2.94
Trehalose 12 + ST 0.6	7.93 ^a	6.82 ^{cd}	8.25 ^a	7.82 ^a	2.05	2.33
Trehalose 6 + ST 0	6.87 ^{abc}	6.91 ^{cd}	6.75 ^{ab}	5.25 ^{bc}	1.77	2.05
Trehalose 6 + ST 1.2	7.30 ^{ab}	7.24 ^{cd}	7.05 ^{ab}	5.30 ^{bc}	2.01	1.94
Trehalose 6 + ST 0.6	8.17 ^a	6.56 ^d	7.52 ^{ab}	5.56 ^b	1.91	2.01

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

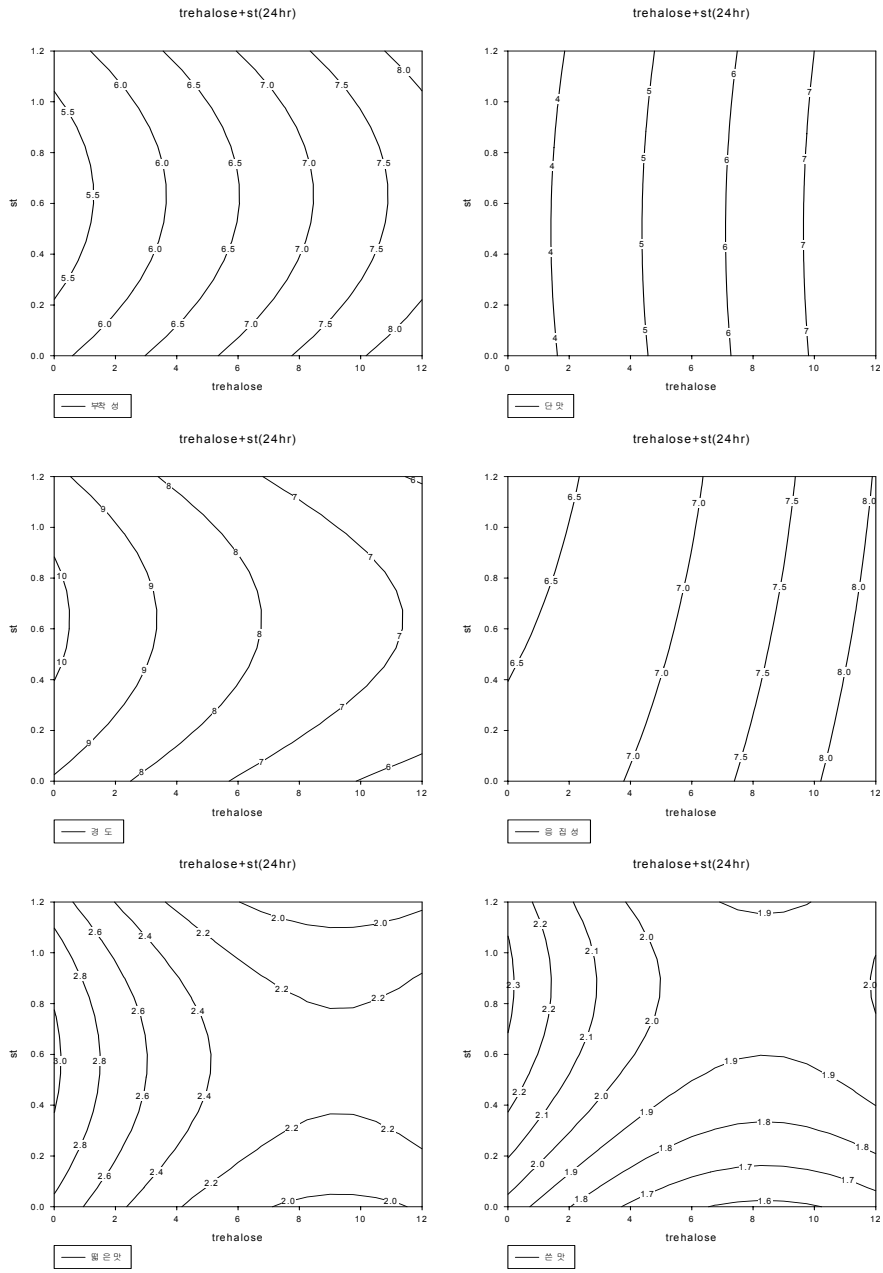


Fig. 35 Trehalose 와 설탕의 효과: 떡 제조 24시간 후 관능적 특성
부착성(위 원), 단맛(위, 오른쪽), 경도, 응집성, 쓴맛(아래, 원), 짙은맛(아래, 오른쪽).

3) 미분당과 OSA전분 혼합효과

미분당과 OSA 전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간후 제조 24시간 후 TA에 의한 텍스처 특성분석 결과는 Table 15과 Table 16에 있으며, 이들 결과에 대한 미분당과 OSA효과를 보여준 contour plot은 Fig. 36와 Fig. 37에 있다.

제조 2시간 후 경도를 제외한 떡의 TA 특성들에서 각 실험군간의 차이는 없었다. 저장 24시간 후 실험군간 차이가 있었던 특성은 씹힘성, 검성, 경도였다.

미분당의 양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다. 떡의 경도억제에 OSA전분보다는 미분당의 첨가가 더 효과적이었다. 이러한 경향은 저장 24 시간후에도 지속적으로 보여주었으며, 미분당의 첨가함량이 높아질수록 경도와 함께 씹힘성, 검성이 낮아졌으며, 부착성이 증가하는 경향을 보여주었다. 저장 24시간에서의 TA 경도에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있으며, 최소경도의 조건은 미분당 9.88(%), osa전분 0.07(%)였다.

$$Y = 6370 - 745 x_1 - 35342 x_2 + 39x_1^2 + 2700889 x_2^2 + 546x_1 \cdot x_2 \quad (R^2=0.70)$$

(Y: TA hardness 24시간 후, x1: 미분당, x2: OSA전분)

미분당과 OSA 전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 17과 Table 18에 있으며, 이들 결과에 대한 미분당과 OSA효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 38와 Fig. 39에 있다.

전문패널들은 제조 2시간후 단맛을 제외하고는 실험군들 간 차이를 감지하지 못했다. 저장 24시간 된 떡에서는 실험군간 단맛, 부착성, 응집성, 경도에서 차이가 있었다.

제조 2시간 후 미분당의 함량이 높을수록 떡의 단맛이 증가하고 경도는 감소하는 경향을 보여주었으며, OSA 전분에 의한 영향은 거의 없었다. 저장 24시간 후 역시 같은 경향을 보였으며, 미분당 함량이 증가할수록 부착성이 증가하는 경향을 보여주었다.

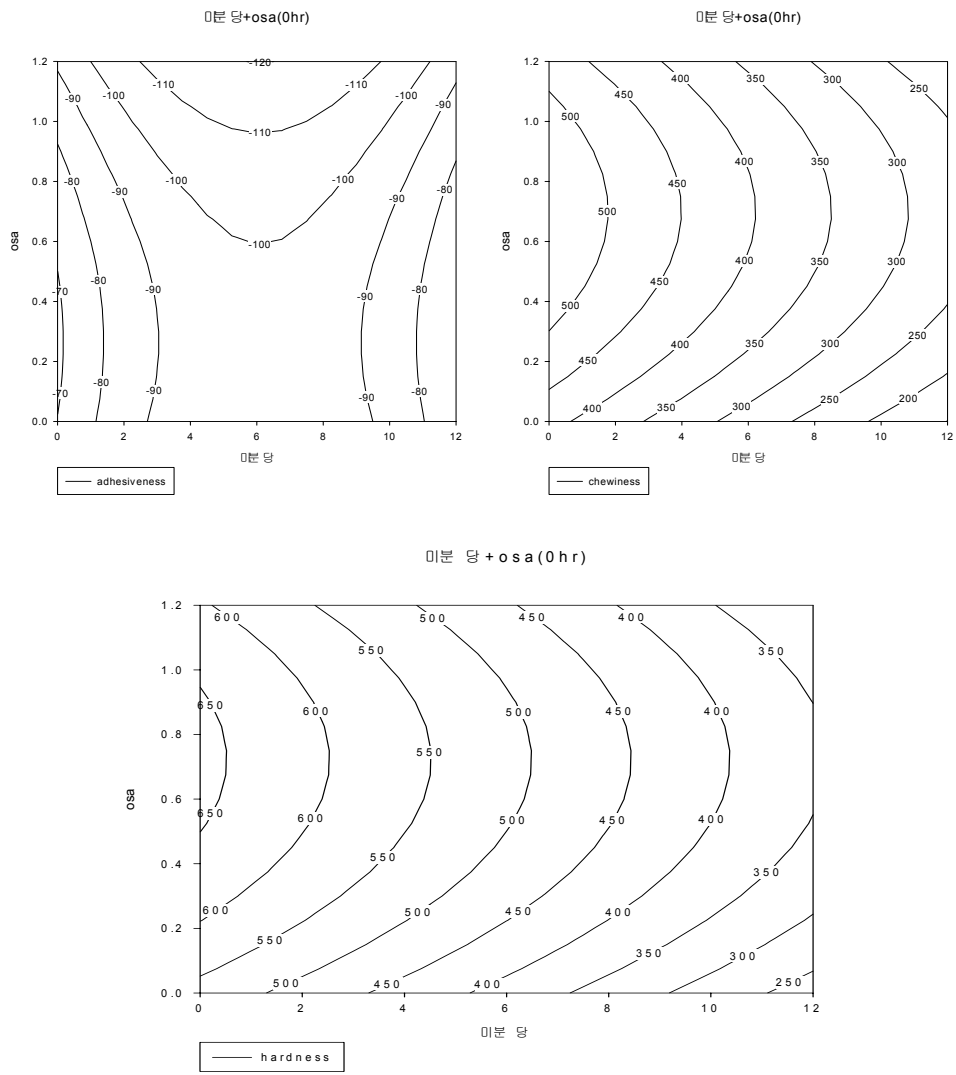


Fig. 36 미분당과 OSA 효과

떡 제조 2시간 후 TA특성 : adhesiveness, chewiness and hardness

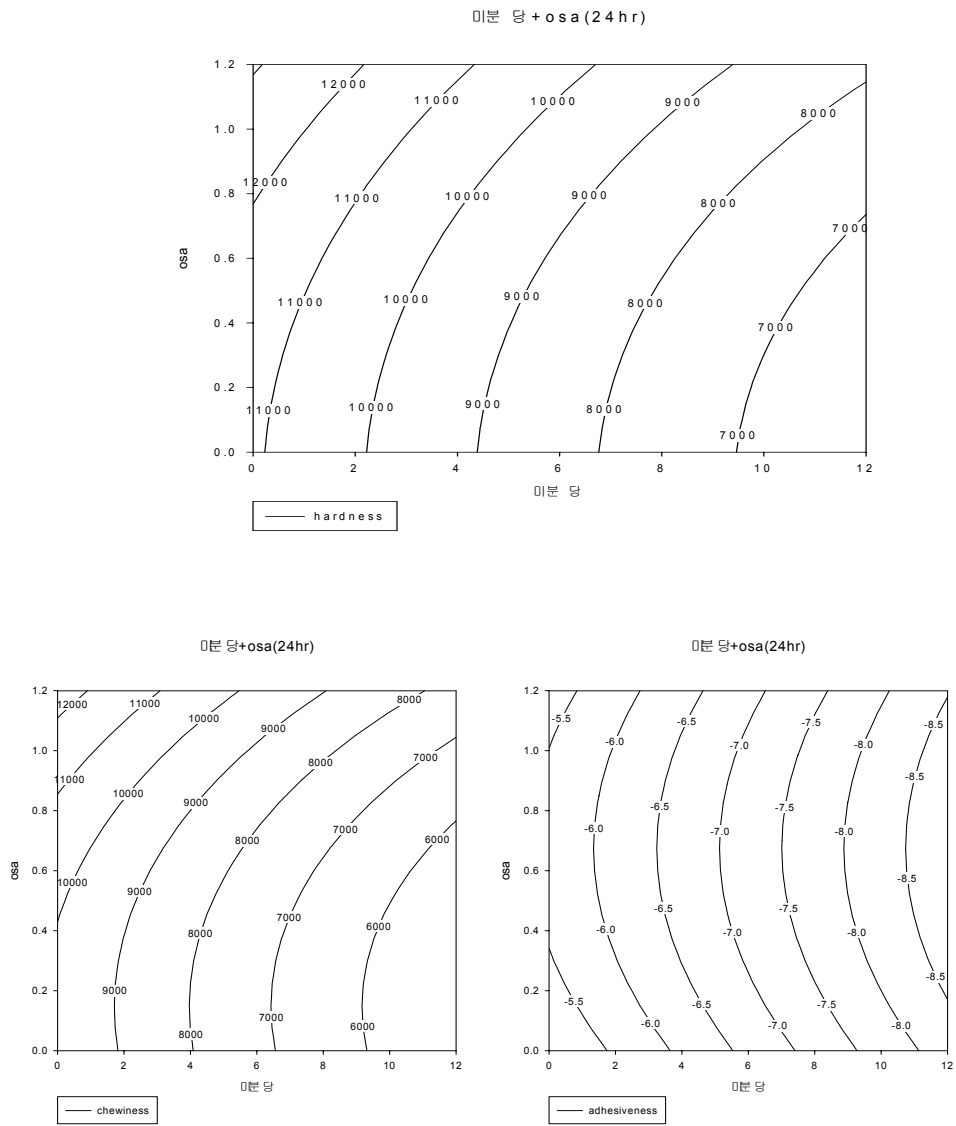


Fig. 37 미분당과 OSA 효과

떡 제조 24시간 후 TA특성 : hardness, chewiness and adhesiveness

Table 15 첨가물(미분당+OSA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
미분당	OSA	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness*
0	0	0.91	0.78	343.5	373.5	-82.51	459.6 ^{ab}
3	0.3	0.91	0.79	537.9	569.7	-82.42	654.7 ^{ab}
9	0.3	0.88	0.79	260.0	289.3	-84.55	344.5 ^b
3	0.9	0.90	0.78	422.6	459.8	-132.26	562.0 ^{ab}
9	0.9	0.93	0.78	331.2	351.5	-46.26	432.2 ^{ab}
0	0.6	0.92	0.79	579.9	599.2	-43.14	691.7 ^a
12	0.6	0.90	0.79	294.3	320.4	-97.31	381.2 ^{ab}
6	0	0.90	0.78	319.9	350.6	-89.59	428.3 ^{ab}
6	1.2	0.86	0.80	364.3	405.9	-125.16	468.8 ^{ab}
6	0.6	0.88	0.80	315.3	347.9	-128.10	411.0 ^{ab}

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 16 첨가물(미분당+OSA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
미분당	OSA	springiness	cohesiveness	chewiness***	gumminess***	adhesiveness	hardness***
0	0	0.95	0.87	9868 ^{abc}	10394 ^{ab}	-4.90	11304 ^{ab}
3	0.3	0.95	0.73	5748 ^{cd}	6337 ^c	-6.60	8031 ^{bcd}
9	0.3	0.95	0.79	6625 ^{bcd}	6938 ^{bc}	-14.45	7577 ^{cd}
3	0.9	0.94	0.88	10538 ^{ab}	11162 ^a	-11.79	10230 ^{abc}
9	0.9	0.95	0.75	5327 ^d	5609 ^c	-6.42	6963 ^d
0	0.6	0.96	0.87	11657 ^a	12128 ^a	-4.33	12240 ^a
12	0.6	0.97	0.76	5918 ^{cd}	6073 ^c	-7.30	6883 ^d
6	0	0.97	0.87	8612 ^{abcd}	8697 ^{abc}	-4.06	8460 ^{bcd}
6	1.2	0.95	0.82	10214 ^{ab}	10758 ^{ab}	-6.58	10816 ^{abc}
6	0.6	0.98	0.87	11500 ^a	11763 ^a	-1.08	10804 ^{abc}

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 17 첨가물(미분당+OSA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
미분당	OSA	부착성	경도	응집성	단맛***	쓴맛	떫은/아린맛
0	0	6.92	6.25	7.24	2.78 ^f	1.58	1.69
3	0.3	7.36	5.63	7.23	3.75 ^{def}	1.15	1.63
9	0.3	9.23	4.15	8.2	6.51 ^{ab}	0.88	1.19
3	0.9	7.71	6.17	7.81	4.16 ^{def}	1.15	1.5
9	0.9	8.43	4.59	8.26	6.19 ^{abc}	0.94	1.22
0	0.6	6.97	6.17	7.62	3.04 ^{ef}	1.15	1.56
12	0.6	8.88	4.27	8.71	7.4 ^a	1.04	1.25
6	0	8.68	4.78	8.78	5.06 ^{bcd}	1	1.21
6	1.2	7.86	5.43	8.17	4.55 ^{cde}	0.88	1.19
6	0.6	9.02	4.24	8.98	4.88 ^{bcd}	0.88	1.31

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 18 첨가물(미분당+OSA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
미분당	OSA	부착성***	경도**	응집성**	단맛***	쓴맛*	떫은/아린맛
0	0	1.77 ^c	11.19 ^{ab}	2.44 ^{ab}	2.08 ^c	1.73 ^a	2.17
3	0.3	2.62 ^{abc}	10.36 ^{ab}	3.18 ^{ab}	2.95 ^{bc}	1.17 ^{ab}	1.92
9	0.3	3.29 ^{ab}	9.32 ^b	3.94 ^a	6.17 ^a	0.9 ^b	1.47
3	0.9	2.16 ^{bc}	10.94 ^{ab}	2.6 ^{ab}	3.47 ^{bc}	1.13 ^{ab}	1.88
9	0.9	2.97 ^{abc}	9.74 ^{ab}	3.47 ^{ab}	5.97 ^a	1.12 ^{ab}	1.71
0	0.6	1.87 ^c	11.7 ^a	2 ^b	2.03 ^c	1.17 ^{ab}	1.87
12	0.6	3.48 ^a	9.49 ^b	2.83 ^a	6.97 ^a	1.09 ^{ab}	1.61
6	0	2.45 ^{abc}	10.96 ^{ab}	2.68 ^{ab}	4.54 ^b	0.96 ^b	1.3
6	1.2	2.35 ^{abc}	10.9 ^{ab}	2.67 ^{ab}	4.19 ^b	1.17 ^{ab}	1.43
6	0.6	2.48 ^{abc}	10.7 ^{ab}	2.79 ^{ab}	4.53 ^b	0.96 ^b	1.26

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

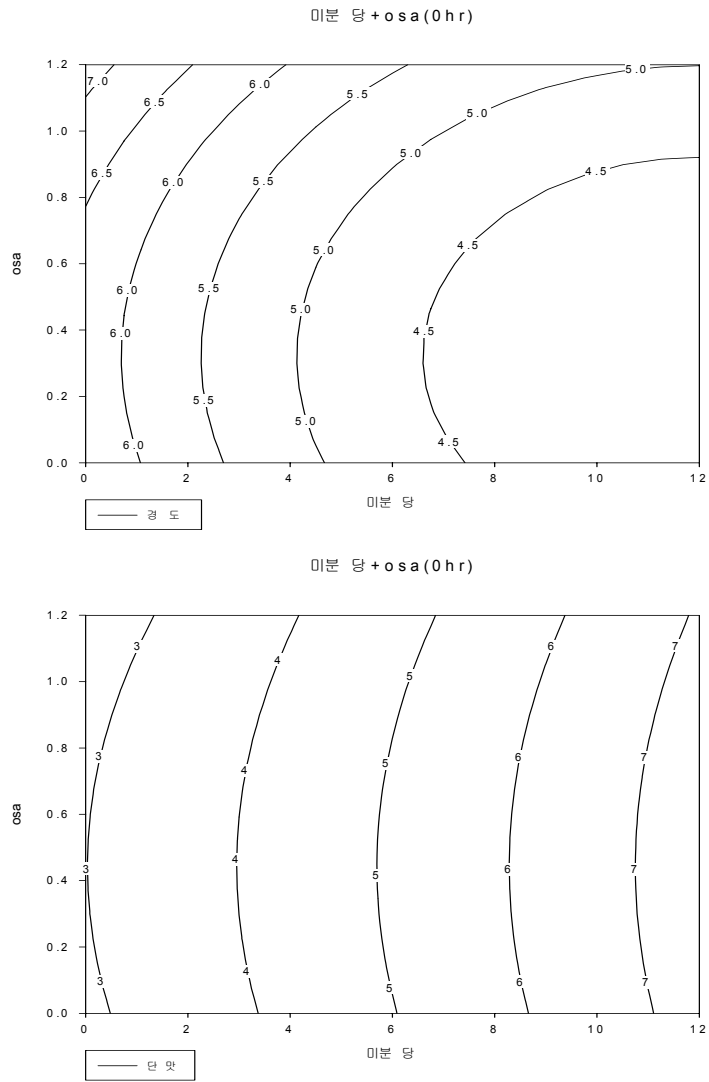


Fig. 38 미분당과 OSA 효과 : 떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

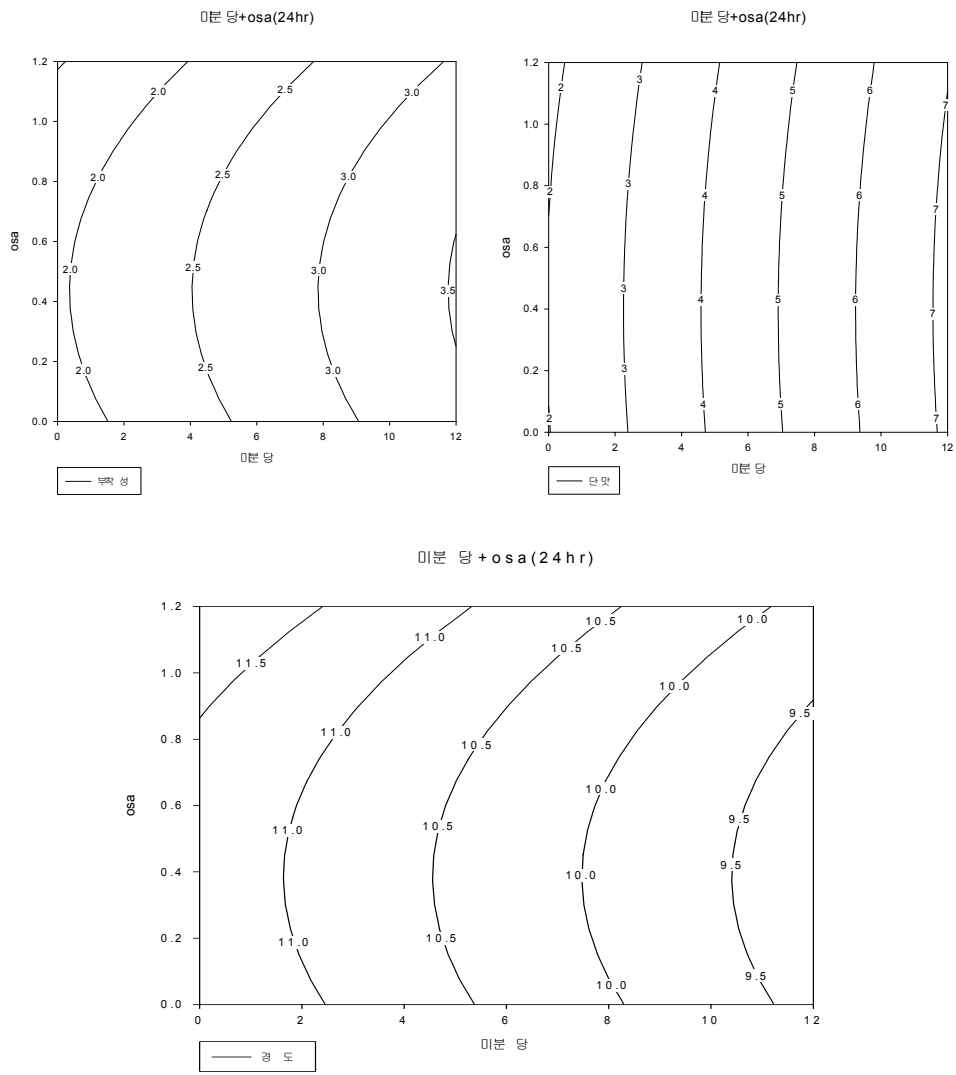


Fig. 39 미분당과 OSA 효과 : 떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 부착성, 단맛, 경도

4) 프락토올리고당과 SSL의 혼합효과

프락토올리고당(분말)과 SSL을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 TA에 의한 텍스처특성분석 결과는 Table 19과 Table 20에 있으며, 이들 결과에 대한 프락토올리고당(분말)과 SSL 효과를 보여준 contour plot은 Fig. 40와 Fig. 41에 있다.

제조 2시간 후 경도를 제외한 떡의 TA 특성들에서 각 실험군간의 차이는 없었다. 저장 24시간 후 실험군간 차이가 있었던 특성은 씹힘성, 검성, 경도였다. 저장 24시간에서의 TA 경도에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있으며, 최소경도의 조건은 프락토올리고당 9.07(%), SSL 0.08(%)였다.

$$Y = 5298 - 661x_1 - 8660x_2 + 50x_1^2 + 197983x_2^2 + 2872x_1 \cdot x_2 \quad (R^2=0.70)$$

(Y: TA hardness 24시간 후, x1: 프락토올리고당, x2: SSL)

프락토올리고당의 양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다. 커다란 차이는 아니었지만 떡의 TA 경도억제에 SSL보다는 프락토올리고당의 첨가가 효과적인 경향을 보여주었다. 그러나 저장 24시간 후의 떡의 경도는 프락토올리고당보다는 SSL 첨가량에 의해 좌우되었다. 즉, SSL양이 높을수록 경도, 검성, 씹힘성이 낮았다. SSL을 사용하는 경우 떡의 표면이 갈라지는 현상 때문에 본 실험에 사용된 양 이상을 떡에 사용할 수 없었다.

프락토올리고당(분말)과 SSL을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 21과 Table 22에 있으며, 이들 결과에 대한 프락토올리고당(분말)과 SSL효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 42와 Fig. 43에 있다.

전문패널들은 제조 2시간 후 경도, 단맛, 쓴맛에서 실험군간 차이가 있다고 하였으며, 저장 24시간 후에는 모든 관능적 특성에서 차이가 있었다. 제조 2시간 후 SSL의 함량이 높을수록 경도가 낮은 반면 프락토올리고당의 함량이 높을수록 단맛이 증가하였다. 이러한 경향은 저장 24시간 후에도 같은 경향을 보였으며, SSL 함량이 증가할수록 부착성이 증가하는 경향을 보여주었다.

Table 19 첨가물(프락토올리고당+SSL)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
fructose	SSL	springiness	cohesiveness	chewiness [*]	gumminess ^{**}	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0	0.92	0.77	471.34 ^{ab}	507.09 ^{ab}	-86.91	645.75 ^{bc}
3	0.3	0.91	0.76	508.48 ^{ab}	554.07 ^{ab}	-70.84	679.22 ^{bc}
9	0.3	0.90	0.77	358.77 ^b	396.63 ^b	-133.74	495.89 ^c
3	0.9	0.89	0.69	411.19 ^{ab}	456.99 ^b	-90.38	649.09 ^{bc}
9	0.9	0.87	0.71	331.24 ^b	375.11 ^b	-67.91	520.84 ^c
0	0.6	0.90	0.74	683.29 ^a	740.01 ^a	-51.99	943.88 ^a
12	0.6	0.90	0.75	416.66 ^{ab}	450.29 ^b	-64.62	582.03 ^{bc}
6	0	0.89	0.78	377.29 ^b	408.78 ^b	-101.62	493.56 ^c
6	1.2	0.90	0.71	489.34 ^{ab}	534.73 ^{ab}	-54.80	738.59 ^b
6	0.6	0.91	0.76	443.10 ^{ab}	482.72 ^b	-78.90	613.32 ^{bc}

¹⁾ TA의 3번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 15회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 20 첨가물(프락토올리고당+SSL)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
fructose	SSL	springiness	cohesiveness	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0	0.94	0.89	10774 ^a	11192 ^a	-2.78	11271 ^a
3	0.3	0.95	0.81	6453 ^b	6416 ^{bc}	1.98	7742 ^b
9	0.3	0.95	0.75	5522 ^{bc}	5848 ^{bc}	-6.72	7123 ^{bc}
3	0.9	0.94	0.74	2186 ^d	2343 ^d	-13.38	3177 ^{ef}
9	0.9	0.96	0.74	2013 ^d	2052 ^d	-22.48	2700 ^f
0	0.6	0.95	0.74	3780 ^c	3956 ^{cd}	-11.94	5293 ^{cde}
12	0.6	0.96	0.74	3567 ^{cd}	3697 ^{cd}	-18.53	4613 ^{ef}
6	0	0.94	0.74	6711 ^b	7025 ^b	-2.66	8239 ^b
6	1.2	0.94	0.73	2234 ^d	2367 ^d	-7.29	3202 ^{ef}
6	0.6	0.97	0.72	4308 ^{obcd}	4467 ^{bcd}	7.28	5881 ^{bcd}

¹⁾ TA의 3번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 15회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 21 첨가물(프락토올리고당+SSL)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
fructose	SSL	부착성*	경도***	응집성	단맛***	쓴맛***	뽀은/아린맛*
0	0	6.12 ^b	7.04 ^a	6.70	2.37 ^d	1.55 ^{bcd}	1.95 ^{ab}
3	0.3	7.43 ^{ab}	5.04 ^b	6.86	2.20 ^d	1.55 ^{bcd}	2.19 ^{ab}
9	0.3	7.60 ^{ab}	4.44 ^{bc}	7.74	4.84 ^{ab}	1.08 ^{cd}	1.62 ^{ab}
3	0.9	7.87 ^{ab}	2.28 ^c	6.92	1.95 ^d	2.63 ^a	2.87 ^a
9	0.9	7.49 ^{ab}	2.80 ^{de}	6.75	3.37 ^{cd}	1.95 ^{abcd}	2.32 ^{ab}
0	0.6	7.79 ^{ab}	3.11 ^{cde}	7.27	1.92 ^d	2.12 ^{abc}	2.92 ^a
12	0.6	9.05 ^a	3.26 ^{cde}	8.40	5.38 ^a	1.46 ^{bcd}	2.33 ^{ab}
6	0	8.12 ^{ab}	5.27 ^b	8.86	4.02 ^{bc}	0.94 ^d	1.27 ^b
6	1.2	8.30 ^{ab}	2.70 ^e	7.41	3.14 ^{cd}	2.41 ^{ab}	3.11 ^a
6	0.6	8.01 ^{ab}	4.14 ^{bcd}	7.89	3.41 ^{cd}	1.31 ^{bcd}	1.95 ^{ab}

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 22 첨가물(프락토올리고당+SSL)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
fructose	SSL	부착성***	경도***	응집성***	단맛***	쓴맛***	뽀은/아린맛***
0	0	1.82 ^c	11.00 ^a	2.37 ^c	1.96 ^c	1.78 ^{abc}	2.09 ^{ab}
3	0.3	2.62 ^{cde}	10.11 ^{abc}	2.65 ^{bc}	2.31 ^c	2.18 ^{ab}	2.51 ^{ab}
9	0.3	2.74 ^{cde}	9.11 ^{bc}	3.23 ^{abc}	3.77 ^{ab}	1.66 ^{abc}	2.39 ^{ab}
3	0.9	4.97 ^a	6.32 ^c	4.74 ^a	2.21 ^c	2.35 ^a	3.53 ^a
9	0.9	4.49 ^{ab}	6.94 ^e	4.11 ^{abc}	3.71 ^{ab}	1.67 ^{abc}	2.53 ^a
0	0.6	3.60 ^{abcd}	7.24 ^e	3.24 ^{abc}	1.74 ^c	2.43 ^a	3.53 ^a
12	0.6	3.95 ^{abc}	7.66 ^{de}	3.85 ^{abc}	4.66 ^a	1.33 ^{bc}	2.30 ^{ab}
6	0	2.19 ^{de}	10.46 ^{ab}	2.60 ^{bc}	2.96 ^{bc}	0.94 ^c	1.70 ^b
6	1.2	4.86 ^a	6.18 ^e	4.36 ^{ab}	2.74 ^{bc}	2.17 ^{ab}	3.20 ^a
6	0.6	3.31 ^{cde}	8.80 ^{cd}	3.39 ^{abc}	2.86 ^{bc}	1.47 ^{abc}	2.04 ^{ab}

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

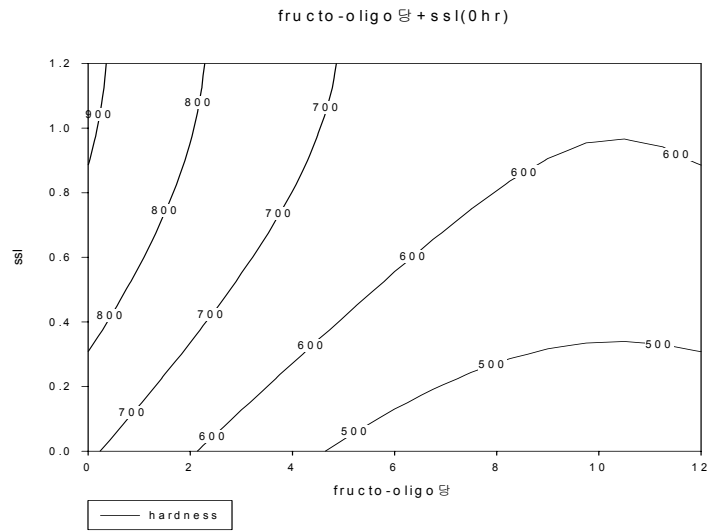


Fig. 40 프락토올리고당과 유화제 SSL 효과 : 떡 제조 2시간 후 TA hardness

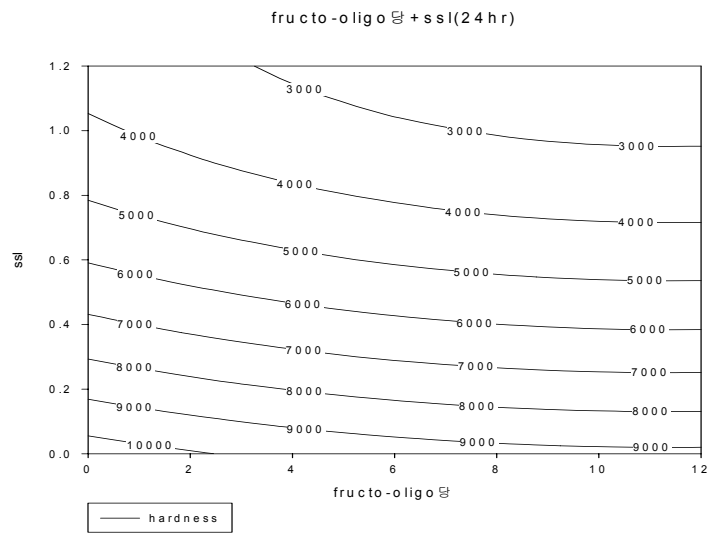


Fig. 41 프락토올리고당과 유화제 SSL 효과 : 떡 제조 24시간 후 TA hardness

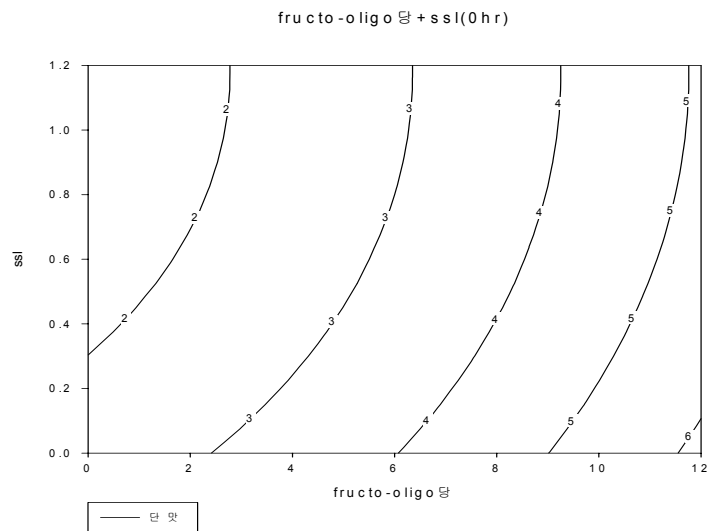
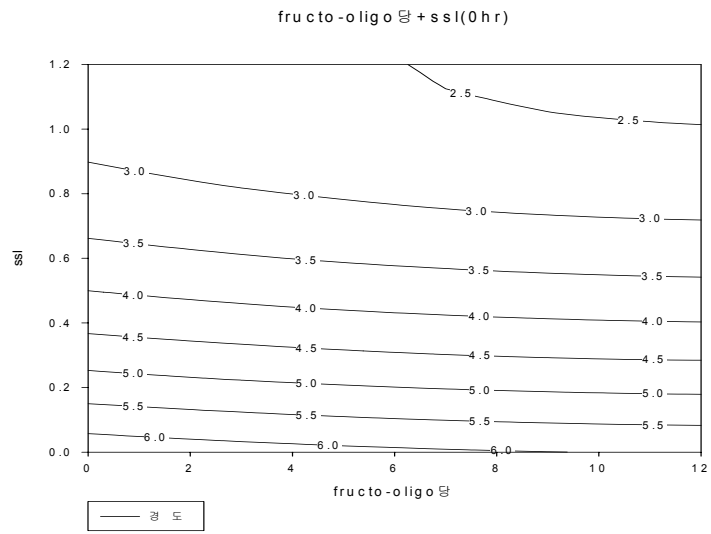


Fig. 42 프락토올리고당과 유화제 SSL 효과
 떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

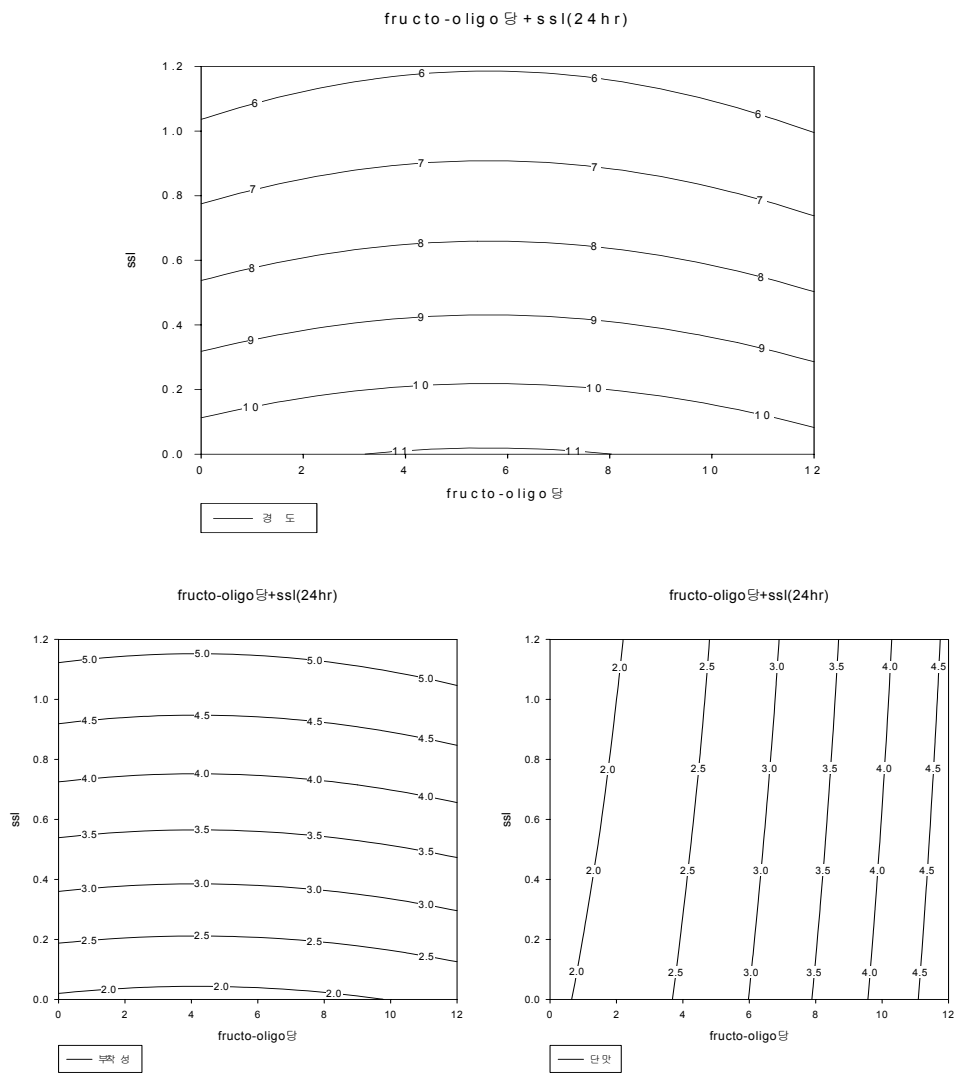


Fig. 43 프락토올리고당과 유화제 SSL 효과
 떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 경도, 부착성 및 단맛

5) 프락토올리고당과 AA전분의 혼합효과

프락토올리고당(분말)과 AA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 TA에 의한 텍스처 특성분석 결과는 Table 23과 Table 24에 있으며, 이들 결과에 대한 프락토올리고당(분말)과 AA전분효과를 보여준 contour plot 은 Fig. 44와 Fig. 45에 있다.

제조 2시간과 24시간 후 떡의 모든 TA 특성들에서 각 실험군간 차이가 있었다. 저장 24시간에서의 TA 경도에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있으며, 최소경도의 조건은 프락토올리고당 9.91(%), AA 0.02(%)였다.

$$Y = 3909 - 51x_1 - 1471 x_2 + 3 x_1^2 + 67229 x_2^2 + 495 x_1 \cdot x_2 \quad (R^2=0.50)$$

(Y: TA hardness 24시간 후, x1: 프락토올리고당, x2: AA전분)

제조 2시간 후에는 프락토올리고당과 AA전분함량이 양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다. 커다란 차이는 아니었지만, 프락토올리고당 8%이상, AA전분 0.6% 이상에서 떡의 경도가 낮은 경향을 보여주었다. 그러나 저장 24시간 후의 떡의 경도는 프락토올리고당보다는 AA전분 첨가량에 의해 영향을 받았다.

프락토올리고당(분말)과 AA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 25과 Table 26에 있으며, 이들 결과에 대한 프락토올리고당(분말)과 AA전분효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 46과 Fig. 47에 있다.

전문패널들은 제조 2 시간 후 단맛을 제외한 다른 특성에서는 차이가 없다고 하였으며, 저장 24시간 후에는 부착성, 경도, 단맛에서 차이가 있었다. 제조 2시간 후 AA전분의 함량이 높을수록 경도는 감소하는 경향을 보인 반면 프락토올리고당의 함량이 높을수록 단맛이 증가하는 경향을 보여주었다. 이러한 경향은 저장 24시간 후에도 비슷하였다.

Table 23 첨가물(프락토올리고당+AA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
fructose	AA	springiness ^{***}	cohesiveness ^{***}	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness ^{***}	hardness ^{***}
0	0	0.94 ^{ab}	0.92 ^{bc}	791.86 ^a	843.34 ^a	-164.54 ^{abc}	919.70 ^a
3	0.3	0.92 ^{abc}	0.91 ^c	686.73 ^b	746.00 ^b	-122.93 ^{ab}	816.71 ^b
9	0.3	0.89 ^c	0.93 ^{ab}	418.97 ^d	471.61 ^d	-208.37 ^{bc}	505.78 ^d
3	0.9	0.91 ^{bc}	0.93 ^{ab}	484.05 ^{cd}	528.83 ^{cd}	-189.30 ^{bc}	567.14 ^{cd}
9	0.9	0.92 ^{abc}	0.93 ^a	497.21 ^{cd}	542.33 ^{cd}	-183.40 ^{bc}	581.04 ^{cd}
0	0.6	0.95 ^{ab}	0.87 ^d	797.94 ^a	841.67 ^a	-88.18 ^a	971.75 ^a
12	0.6	0.95 ^a	0.91 ^c	566.90 ^c	594.71 ^c	-87.35 ^a	650.18 ^c
6	0	0.91 ^{abc}	0.93 ^{ab}	682.11 ^b	747.45 ^b	-222.80 ^c	804.24 ^b
6	1.2	0.91 ^{bc}	0.93 ^{ab}	514.20 ^c	567.81 ^c	-182.70 ^{bc}	609.71 ^c
6	0.6	0.92 ^{abc}	0.93 ^{ab}	541.07 ^c	588.95 ^c	-197.13 ^{bc}	632.71 ^c

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 24 첨가물(프락토올리고당+AA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
fructose	AA	springiness	cohesiveness ^{***}	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness ^{***}	hardness ^{***}
0	0	0.95	0.86 ^c	12329 ^a	12818 ^a	-16.79 ^b	14866 ^a
3	0.3	0.95	0.87 ^{bc}	10468 ^b	11050 ^{bc}	-15.72 ^b	12756 ^{bc}
9	0.3	0.97	0.88 ^{ab}	9725 ^b	10029 ^d	-7.51 ^a	11425 ^d
3	0.9	0.96	0.88 ^{ab}	10813 ^b	10459 ^{cd}	-13.10 ^{ab}	11876 ^{cd}
9	0.9	0.96	0.87 ^{abc}	9663 ^b	9990 ^d	-9.56 ^{ab}	11466 ^d
0	0.6	0.97	0.87 ^{abc}	5363 ^e	5511 ^g	-5.30 ^a	6326 ^g
12	0.6	0.95	0.88 ^{ab}	8425 ^c	8877 ^e	-6.15 ^a	10102 ^e
6	0	0.95	0.87 ^{abc}	10780 ^b	11394 ^b	-6.74 ^a	13047 ^b
6	1.2	0.97	0.88 ^a	7069 ^d	7287 ^f	-4.52 ^a	8249 ^f
6	0.6	0.95	0.88 ^{ab}	10017 ^b	10517 ^{cd}	-7.42 ^a	11984 ^{cd}

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 25 첨가물(프락토올리고당+AA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
fructose	AA	부착성	경도	응집성	단맛***	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	7.74	6.13	7.59	2.63 ^d	1.43	1.63
3	0.3	7.74	4.81	7.62	3.05 ^{cd}	1.4	2
9	0.3	8.2	4.66	8.29	4.93 ^{abc}	1.23	1.75
3	0.9	8.68	4.36	8.42	3.36 ^{bcd}	1.67	1.9
9	0.9	9.12	4.26	9.32	5.13 ^{ab}	1.14	1.55
0	0.6	8.46	4.39	8.5	2.46 ^d	1.76	1.87
12	0.6	8.22	4.65	8.7	5.53 ^a	1	1.2
6	0	7.61	5.31	8.15	3.46 ^{bcd}	1.3	1.37
6	1.2	8.33	4.9	8.68	3.62 ^{bcd}	1.2	1.48
6	0.6	8.07	5.89	8.61	3.55 ^{bcd}	1.07	1.04

1) 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 26 첨가물(프락토올리고당+AA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
fructose	AA	부착성***	경도***	응집성	단맛***	쓴맛*	뽀은/아린맛
0	0	1.77 ^{ab}	12.08 ^a	2.05	2.45 ^{cd}	1.44 ^{ab}	1.67
3	0.3	2.07 ^{ab}	11.61 ^{ab}	2.58	2.45 ^{cd}	1.44 ^{ab}	1.82
9	0.3	2.56 ^{ab}	10.79 ^{abc}	2.93	4.04 ^{abc}	1.19 ^b	2
3	0.9	2.54 ^{ab}	11.09 ^{abc}	2.79	2.75 ^{bcd}	1.44 ^{ab}	1.76
9	0.9	2.58 ^{ab}	10.62 ^{abc}	3.14	4.36 ^{ab}	1.02 ^b	1.58
0	0.6	2.19 ^{ab}	9.82 ^{bc}	2.46	2.13 ^d	2.28 ^a	2.48
12	0.6	2.92 ^a	9.89 ^{bc}	3.1	4.65 ^a	1.15 ^b	1.71
6	0	2.38 ^{ab}	10.88 ^{abc}	2.83	2.5 ^{cd}	1.63 ^{ab}	1.98
6	1.2	2.83 ^a	9.56 ^c	2.94	3.06 ^{abcd}	1.54 ^{ab}	1.9
6	0.6	1.55 ^b	12.03 ^a	2.23	2.46 ^{cd}	1.52 ^{ab}	1.79

1) 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

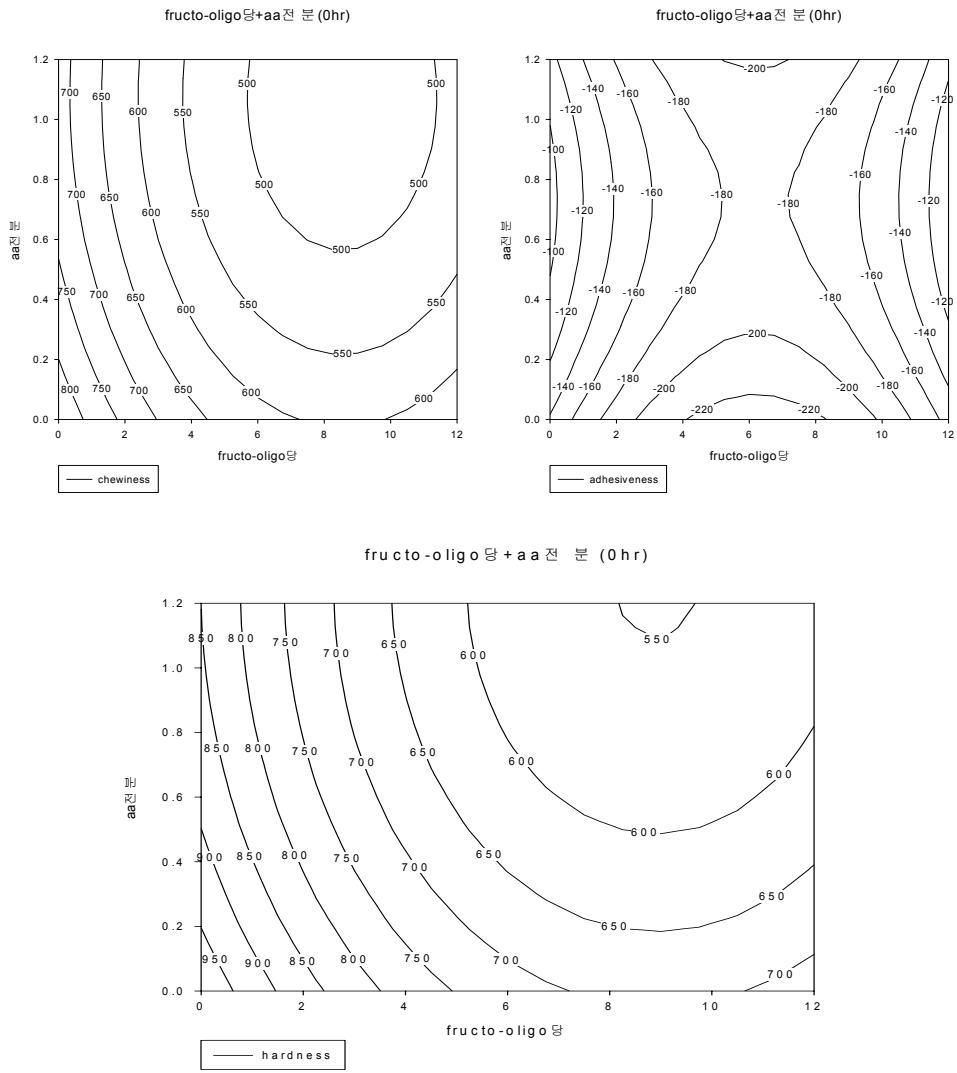


Fig. 44 프락토올리고당과 AA 전분 효과
 떡 제조 2시간 후 TA에 의한 chewiness, adhesiveness and hardness

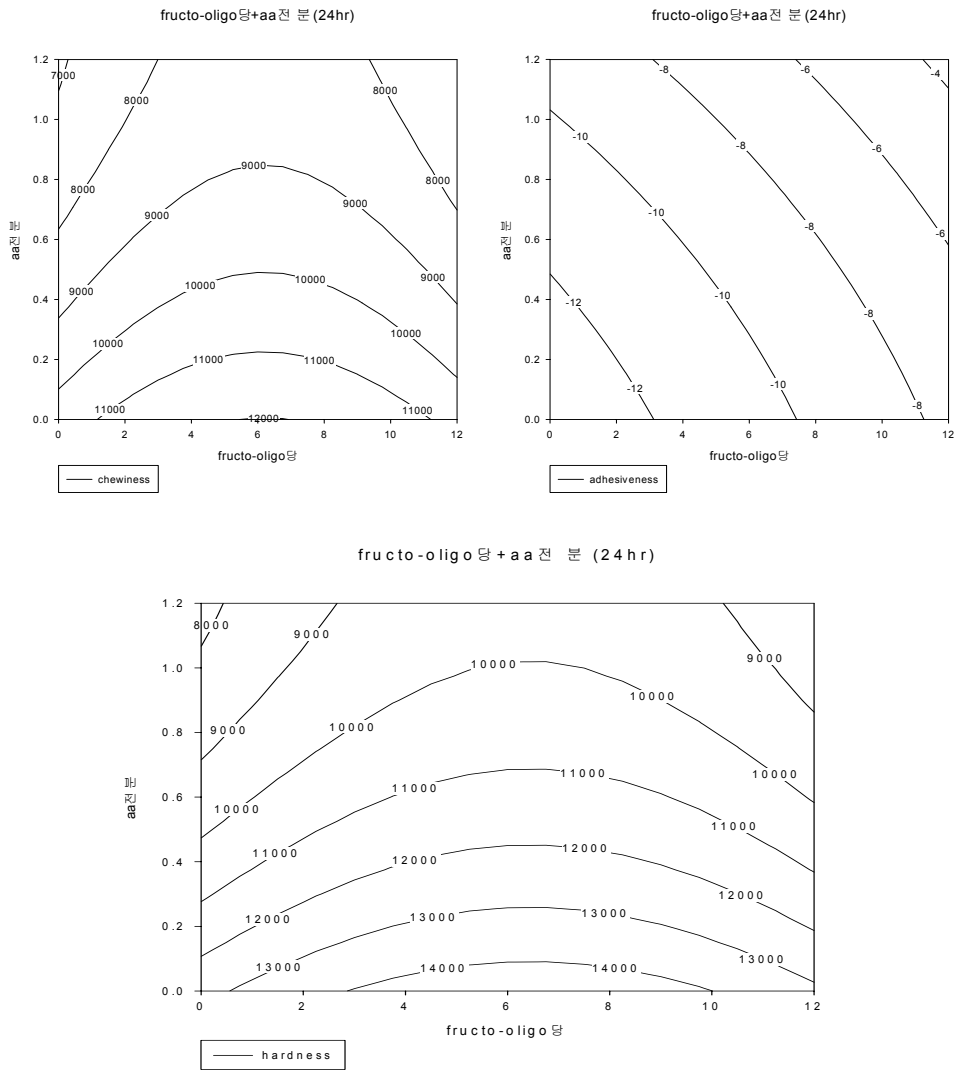


Fig. 45 프락토올리고당과 AA 전분 효과
 떡 제조 24시간 후 TA에 의한 chewiness, adhesiveness and hardness

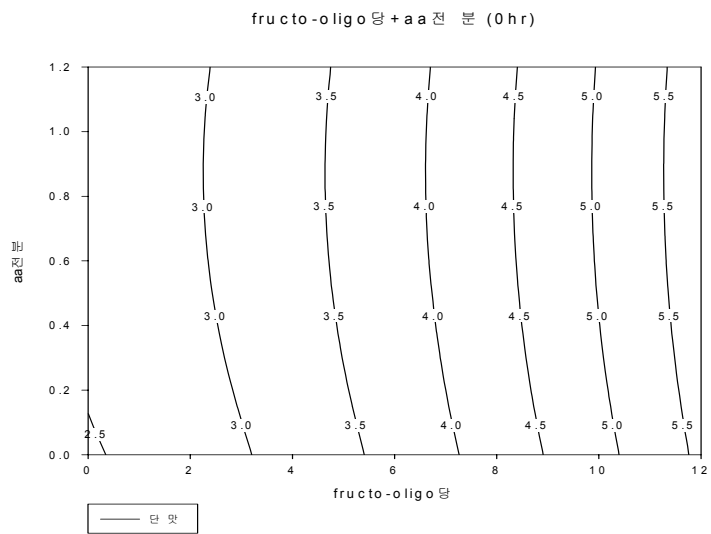
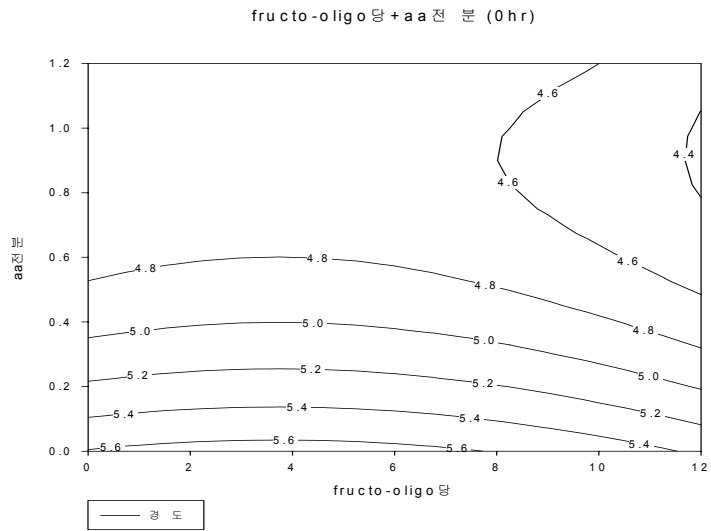


Fig. 46 프락토올리고당과 AA 전분 효과
 떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

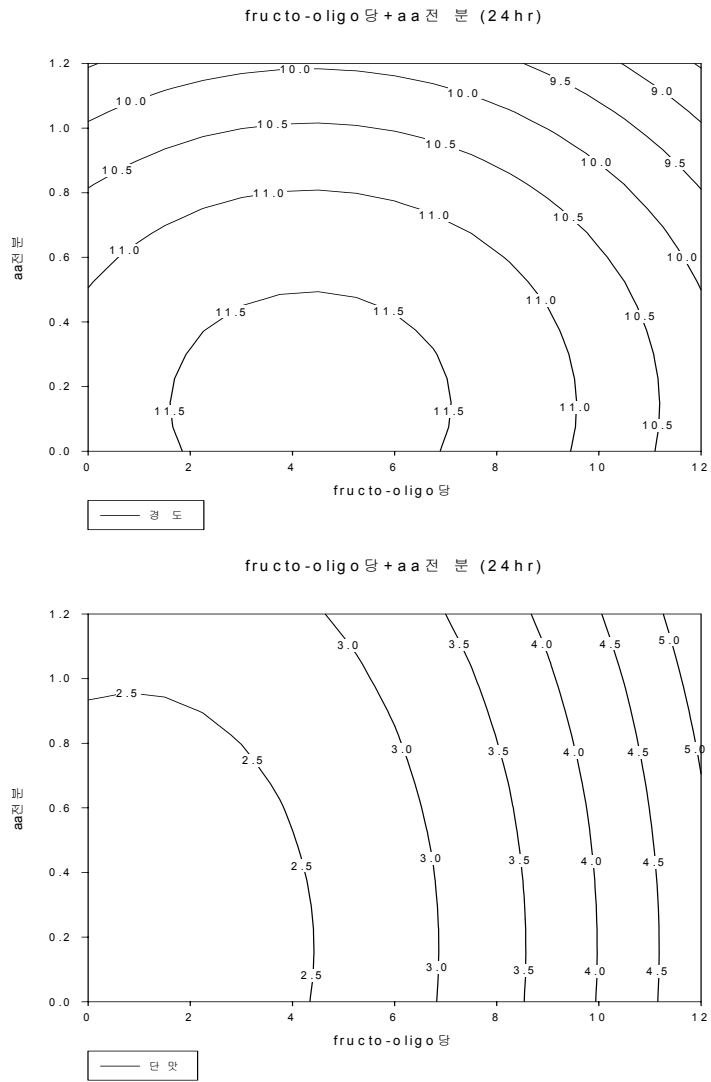


Fig. 47 프락토올리고당과 AA 전분 효과
 떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

6) 테트리코와 OSA전분의 혼합효과

테트리코와 OSA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 TA에 의한 텍스처특성분석 결과는 Table 27과 Table 28에 있으며, 이들 결과에 대한 테트리코와 OSA전분 효과를 보여준 contour plot은 Fig. 48과 Fig. 98에 있다.

제조 2시간 후 springiness와 adhesiveness를 제외한 떡의 모든 TA특성들에서 각 실험군간 차이가 발견되었으며, 저장 24시간 후에는 adhesiveness를 제외한 모든 특성에서 실험군간 차이가 있었다. 저장 24시간에서의 TA 경도에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있었다.

$$Y = 4788 - 411 x_1 - 5397 x_2 + 27 x_1^2 + 57817 x_2^2 + 2855x_1 \cdot x_2 \quad (R^2=0.62)$$

(Y: TA hardness 24시간 후, x1: 테트리코, x2: OSA 전분)

제조 2시간 후의 떡에서는 테트리코의 양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었으며, 떡의 경도에 대한 OSA 전분의 효과는 거의 없었다. 저장 24시간 후 떡의 최소 경도는 테트리코 4~10%, OSA 전분 0.5~0.8% 범위에 있었다.

테트리코와 OSA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 29과 Table 30에 있으며, 이들 결과에 대한 테트리코와 OSA전분 효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 50과 Fig. 51에 있다.

전문패널들은 제조 2시간 후 경도, 단맛, 쓴맛, 뚝은맛에서 실험군간 차이가 있다고 하였으며, 저장 24시간 후에는 경도와 단맛에서 차이가 있었다. 제조 2시간과 24시간 후 테트리코의 함량이 높을수록 단맛이 높았다. 제조 2시간 후 커다란 경도 차이는 아니었지만, 전문패널에 의한 최소경도는 테트리코 9~10%, OSA전분 0.5~0.7%범위에 있었다.

Table 27 첨가물(테트리코+OSA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
테트리코	OSA	springiness	cohesiveness ^{***}	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0	0.94	0.93 ^{ab}	751.09 ^a	795.56 ^a	-101.96	860.41 ^a
3	0.3	0.95	0.93 ^{ab}	590.44 ^b	621.60 ^b	-114.90	670.99 ^b
9	0.3	0.94	0.92 ^b	459.51 ^c	489.53 ^c	-112.62	530.86 ^c
3	0.9	0.93	0.92 ^b	540.63 ^{bc}	583.63 ^{bc}	-132.89	632.90 ^{bc}
9	0.9	0.92	0.93 ^{ab}	505.63 ^c	552.47 ^{bc}	-169.37	593.29 ^{bc}
0	0.6	0.94	0.91 ^d	760.35 ^a	812.15 ^a	-126.57	894.90 ^a
12	0.6	0.91	0.93 ^{ab}	467.77 ^c	516.56 ^c	-201.12	557.37 ^c
6	0	0.90	0.94 ^a	489.16 ^c	543.19 ^{bc}	-213.00	579.84 ^{bc}
6	1.2	0.94	0.93 ^{ab}	453.90 ^c	485.73 ^c	-114.91	523.91 ^c
6	0.6	0.90	0.93 ^{ab}	461.18 ^c	510.26 ^c	-188.12	549.66 ^c

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 28 첨가물(테트리코+OSA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
테트리코	OSA	springiness ^{**}	cohesiveness ^{**}	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0	0.96 ^{abc}	0.87 ^b	12650 ^a	13039 ^a	-7.44	14983 ^a
3	0.3	0.95 ^{abc}	0.87 ^b	10607 ^b	11155 ^b	-7.46	12893 ^b
9	0.3	0.97 ^{ab}	0.87 ^b	10351 ^{bc}	10698 ^{bc}	-10.11	12253 ^{bc}
3	0.9	0.94 ^c	0.89 ^a	10394 ^{bc}	10271 ^{bc}	-8.30	11510 ^c
9	0.9	0.95 ^{abc}	0.87 ^b	10432 ^{bc}	10965 ^{bc}	-7.54	12626 ^{bc}
0	0.6	0.96 ^{abc}	0.87 ^b	8191 ^{de}	8556 ^d	-8.09	9856 ^d
12	0.6	0.97 ^a	0.88 ^b	8864 ^{cde}	9099 ^d	-5.22	10358 ^d
6	0	0.96 ^{abc}	0.87 ^b	9914 ^{bc}	10338 ^{bc}	-3.67	11876 ^{bc}
6	1.2	0.95 ^{abc}	0.87 ^b	9446 ^{bcd}	9930 ^c	-6.02	11438 ^c
6	0.6	0.94 ^{ab}	0.87 ^b	7759 ^e	8252 ^d	-8.80	9476 ^d

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 29 첨가물(테트리코+OSA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
테트리코	OSA	부착성	경도***	응집성	단맛*	쓴맛**	뽀은/아린맛**
0	0	6.27	7.09 ^a	6.7	2.41 ^b	1.6 ^b	1.79 ^b
3	0.3	7.19	5.88 ^{ab}	7.17	2.77 ^b	1.44 ^b	1.5 ^b
9	0.3	8.25	5.1 ^{ab}	7.9	2.98 ^{ab}	1.26 ^b	1.27 ^b
3	0.9	7.25	6.45 ^{ab}	7.15	2.65 ^{ab}	1.58 ^b	1.52 ^b
9	0.9	7.5	6.29 ^a	7.31	2.99 ^{ab}	1.48 ^b	1.4 ^b
0	0.6	7.83	3.92 ^b	7.72	1.91 ^b	2.81 ^a	3.03 ^a
12	0.6	8.36	4.65 ^b	7.67	4.28 ^a	1.19 ^b	1.78 ^b
6	0	8.42	4.67 ^b	8.25	3.57 ^{ab}	1.06 ^b	1.47 ^b
6	1.2	8.47	4.43 ^b	8.17	3.16 ^{ab}	1.42 ^b	1.69 ^b
6	0.6	8.19	4.42 ^b	8.11	2.93 ^{ab}	1.31 ^b	1.67 ^b

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 30 첨가물(테트리코+OSA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
테트리코	OSA	부착성	경도*	응집성	단맛*	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	1.83	11.33 ^a	2.19	1.92 ^{ab}	1.64	2
3	0.3	2.47	10.89 ^a	2.56	2.46 ^{ab}	1.81	1.97
9	0.3	2.72	10.04 ^{ab}	3	2.99 ^{ab}	1.36	1.78
3	0.9	1.94	10.61 ^{ab}	2.61	2.11 ^{ab}	2.08	2.14
9	0.9	2.25	10.39 ^{ab}	2.69	3 ^{ab}	1.22	1.69
0	0.6	2.96	8.63 ^b	3.29	1.52 ^b	2.35	2.81
12	0.6	2.92	9.9 ^{ab}	3.4	3.08 ^a	1.58	1.96
6	0	2.19	10.71 ^{ab}	2.75	2.44 ^{ab}	1.52	1.83
6	1.2	2.4	10.4 ^{ab}	2.6	2.23 ^{ab}	1.81	2.17
6	0.6	2.33	11.03 ^a	2.96	2.18 ^{ab}	1.65	1.88

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

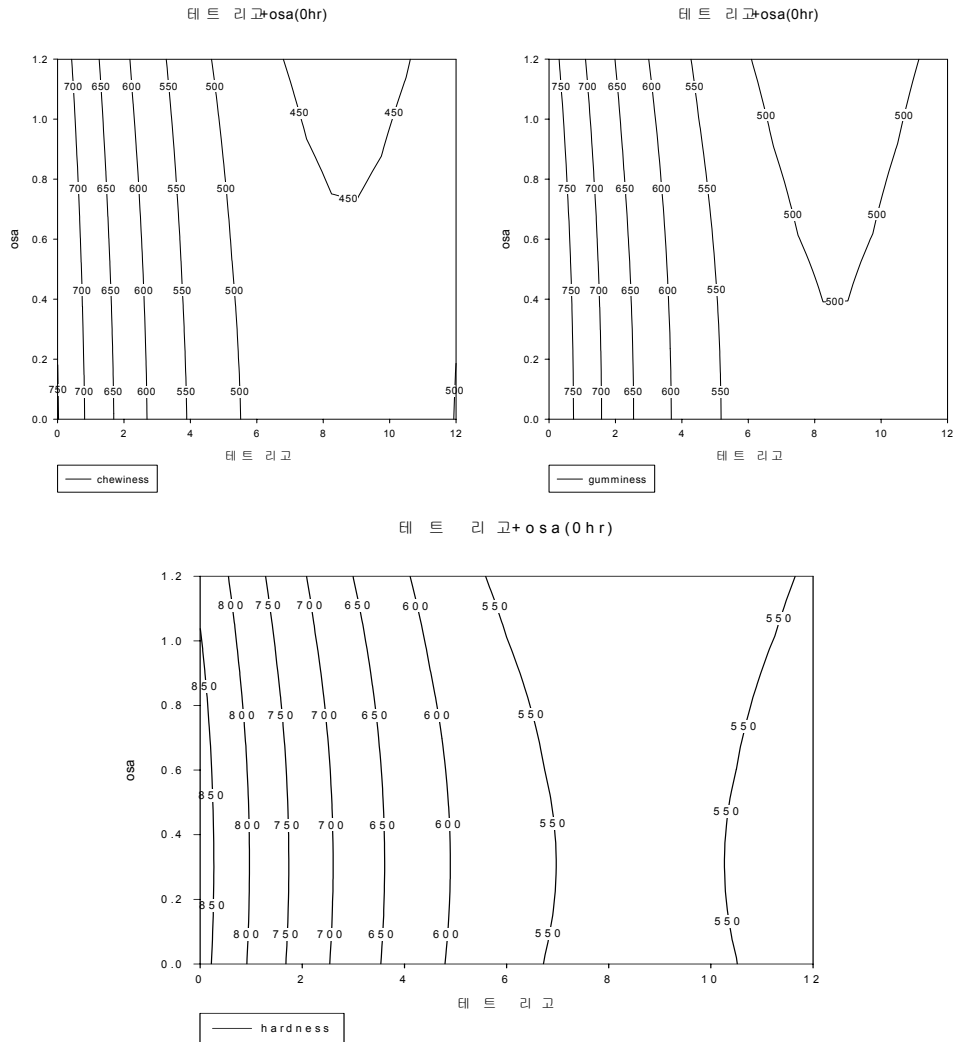


Fig. 48 테트리교와 OSA전분 효과
 떡 제조 2시간 후 TA에 의한 chewiness, gumminess and hardness

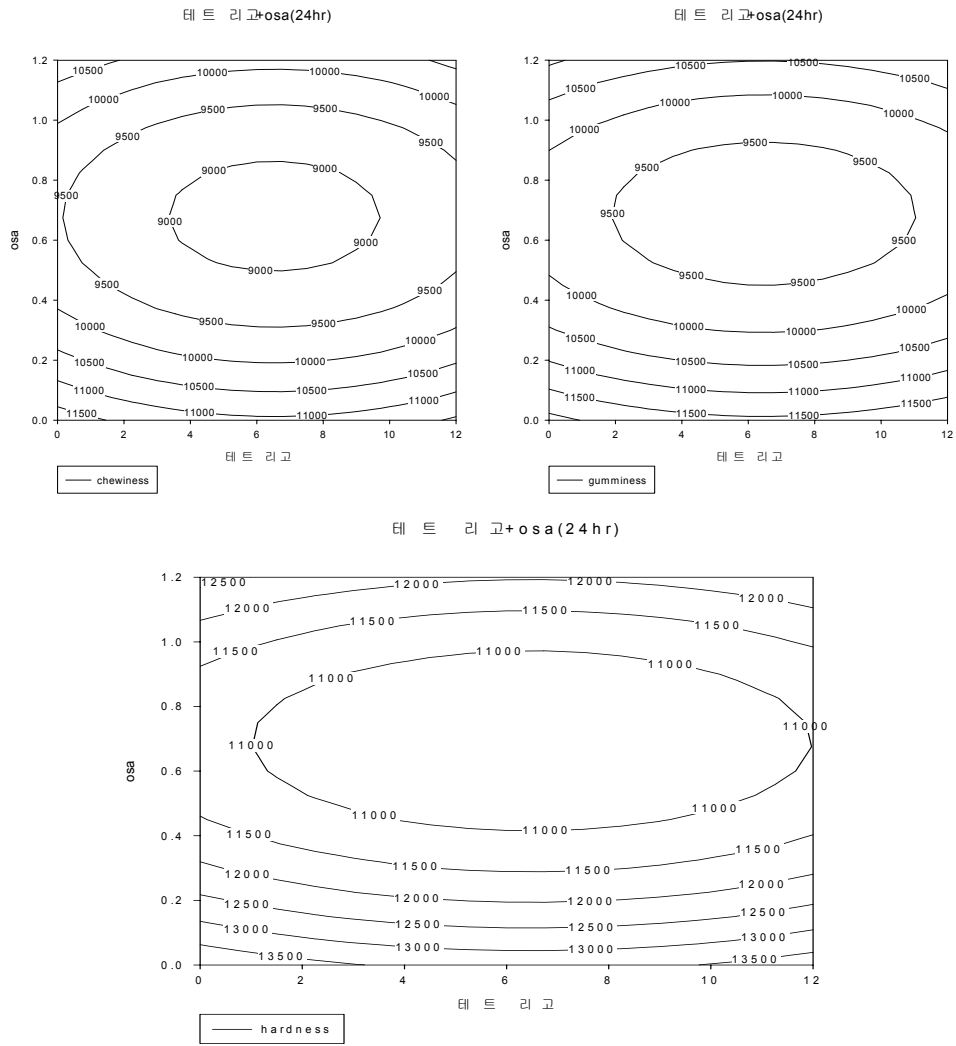


Fig. 49 테트리고와 OSA전분 효과
 떡 제조 24시간 후 TA에 의한 chewiness, gumminess and hardness

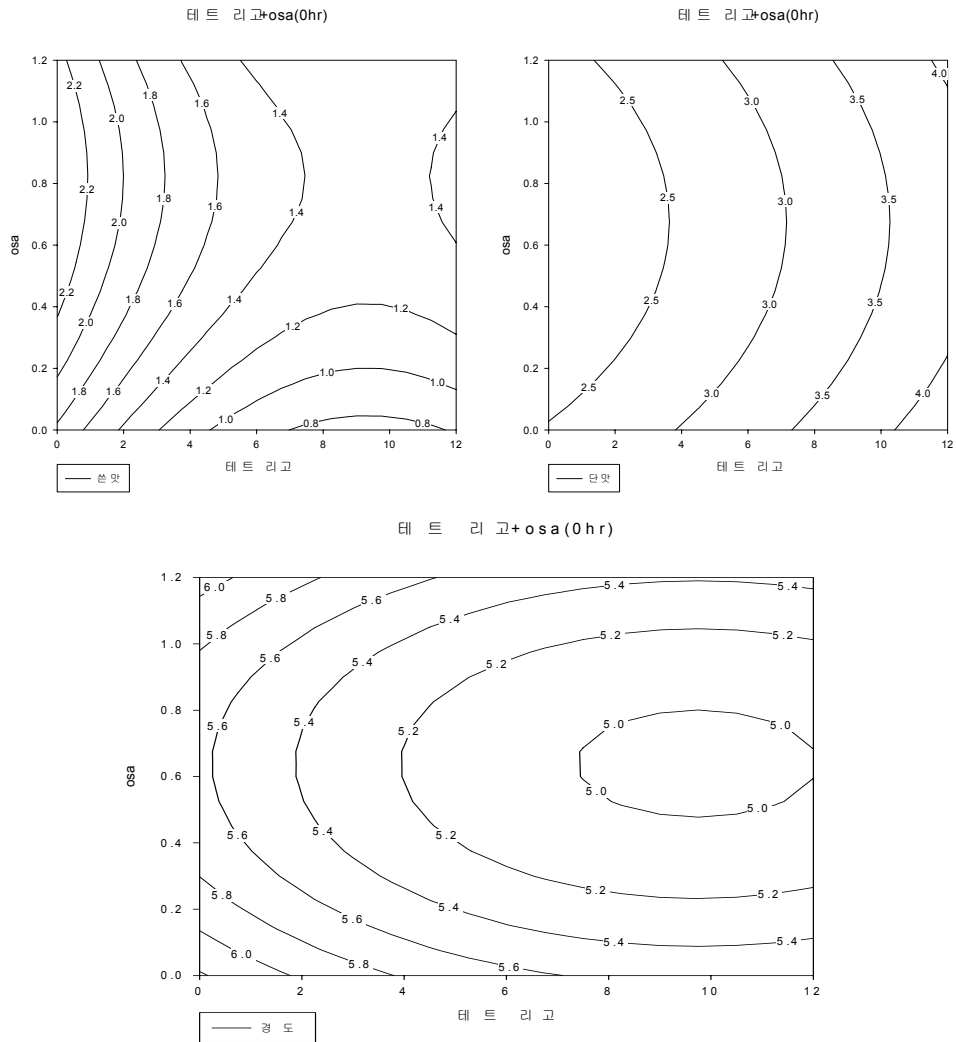


Fig. 50 테트리코와 OSA진분 효과
 떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 쓴맛, 단맛 및 경도

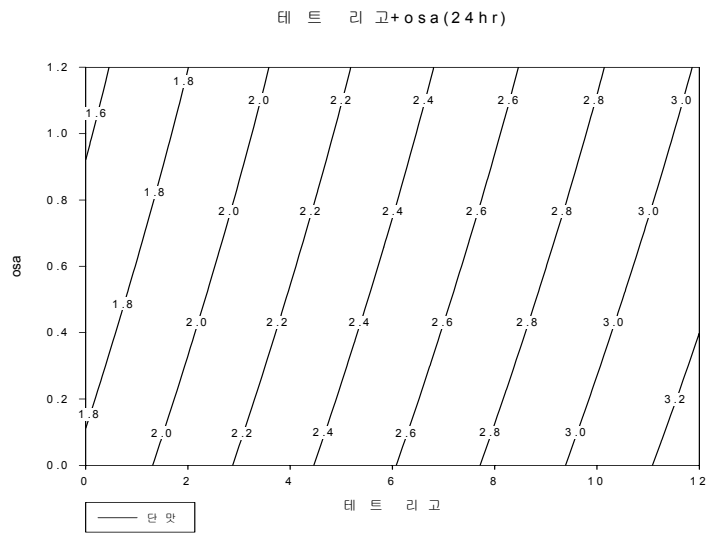
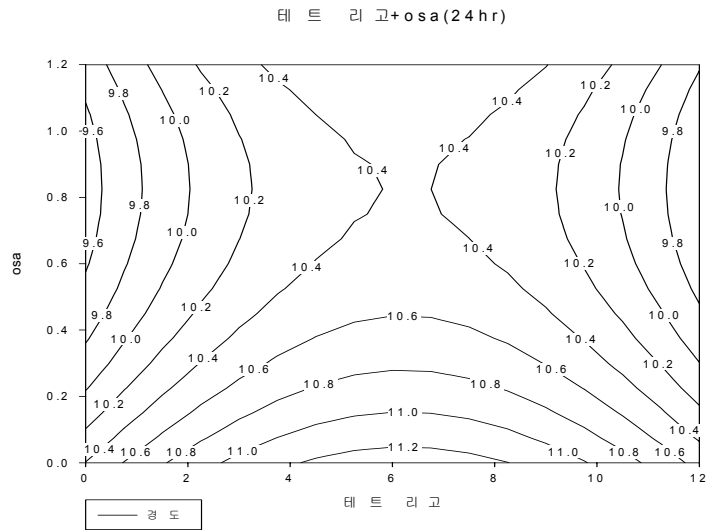


Fig. 51 테트리고와 OSA전분 효과
떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

7) 헬스리고와 AA전분의 혼합효과

헬스리고과 AA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 TA에 의한 텍스처 특성분석 결과는 Table 31과 Table 32에 있으며, 이들 결과에 대한 헬스리고과 AA전분 효과를 보여준 contour plot 은 Fig. 52와 Fig. 53에 있다.

제조 2시간 후 경도를 제외한 떡의 TA 특성들에서 각 실험군 간의 차이는 없었다. 저장 24시간 후 실험군간 차이가 있었던 특성은 씹힘성, 경도였다. 저장 24시간에서의 TA 경도에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있었으며, 표면반응분석에 의한 TA경도 최소 조건은 헬스리고 9.62%, AA전분 0.08%로 나타났다.

$$Y = 5025 - 645 x_1 - 957 x_2 + 21 x_1^2 - 140573 x_2^2 + 2645 x_1 \cdot x_2 \quad (R^2=0.68)$$

(Y: TA hardness 24시간 후, x1: 헬스리고, x2: AA전분)

떡 제조후 2시간과 24시간 후 헬스리고의 양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다. 헬스리고과 AA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 33과 Table 34에 있으며, 이들 결과에 대한 헬스리고와 AA전분효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 53와 Fig. 54에 있다.

전문패널들은 제조 2시간 후 단맛에서 실험군간 차이가 있다고 하였으며, 저장 24시간 후에는 부착성, 경도, 단맛에서 차이가 있다고 하였다. 헬스리고의 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하나 단맛이 증가하였다.

Table 31 첨가물(헬스리고+AA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
헬스리고	AA	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0	0.90	0.78	445.93	481.80	-127.06	580.75 ^a
3	0.3	0.91	0.78	435.04	472.11	-107.27	575.75 ^a
9	0.3	0.85	0.79	190.38	223.11	-120.12	278.42 ^c
3	0.9	0.89	0.78	347.75	378.67	-96.17	455.88 ^{abc}
9	0.9	0.88	0.79	271.04	298.46	-113.90	347.56 ^{bc}
0	0.6	0.89	0.79	394.85	435.01	-115.01	527.19 ^{ab}
12	0.6	0.89	0.79	292.81	311.83	-82.45	374.19 ^{abc}
6	0	0.89	0.78	314.20	349.59	-108.50	439.66 ^{abc}
6	1.2	0.89	0.79	307.46	340.27	-129.59	411.38 ^{abc}
6	0.6	0.87	0.77	296.72	331.44	-114.52	407.31 ^{abc}

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 32 첨가물(헬스리고+AA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
헬스리고	AA	springiness	cohesiveness	chewiness ^{**}	gumminess	adhesiveness	hardness [*]
0	0	0.95	0.79	8190 ^{ab}	7712	-2.72	9591 ^{ab}
3	0.3	0.97	0.87	10535 ^a	10918	-6.41	9852 ^a
9	0.3	0.95	0.74	6839 ^{ab}	7052	-7.74	8726 ^{ab}
3	0.9	0.96	0.76	11378 ^a	9107	-1.22	10794 ^a
9	0.9	0.98	0.76	9473 ^{ab}	7593	-1.26	8921 ^{ab}
0	0.6	0.97	0.79	8659 ^{ab}	8273	-5.64	9201 ^{ab}
12	0.6	0.96	0.73	4581 ^b	4793	0.08	6251 ^b
6	0	0.96	0.83	7577 ^{ab}	7203	-4.95	8183 ^{ab}
6	1.2	0.96	0.79	7119 ^{ab}	7450	-7.85	8380 ^{ab}
6	0.6	0.96	0.82	8612 ^{ab}	8949	-5.30	9398 ^{ab}

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 33 첨가물(헬스리고+AA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
헬스리고	AA	부착성	경도	응집성	단맛**	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	7.83	5.69	8.87	1.9 ^b	1.04	1.27
3	0.3	6.77	5.84	7.72	2.2 ^b	1.08	1.22
9	0.3	8.82	3.89	8.72	3.25 ^{ab}	0.7	0.82
3	0.9	8.42	5.32	8.76	2.41 ^b	0.94	1.18
9	0.9	8.82	4.69	9.09	2.89 ^{ab}	0.77	1
0	0.6	7.32	5.59	7.78	2.44 ^b	1.19	1.72
12	0.6	8.76	4.56	8.94	4.36 ^a	1	1.12
6	0	7.8	5.76	8.12	3.22 ^{ab}	1.15	1.56
6	1.2	8.35	4.5	8.71	3.06 ^{ab}	0.99	1.26
6	0.6	8.9	4.47	8.81	3.44 ^{ab}	0.8	1.14

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 34 첨가물(헬스리고+AA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
헬스리고	AA	부착성***	경도***	응집성	단맛**	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	1.26 ^c	12.21 ^a	2	2 ^a	1.61	1.78
3	0.3	1.54 ^{bc}	11.95 ^a	2.1	1.85 ^b	1.5	1.68
9	0.3	2.4 ^{ab}	10.75 ^{ab}	2.84	3.34 ^{ab}	1.04	1.56
3	0.9	1.64 ^{bc}	11.72 ^a	2.29	2.15 ^{ab}	1.3	1.62
9	0.9	2.38 ^{ab}	10.66 ^{ab}	3.26	3.23 ^{ab}	1.08	1.34
0	0.6	1.88 ^{bc}	11.68 ^a	2.52	1.74 ^b	1.56	1.76
12	0.6	2.94 ^a	9.84 ^b	3.65	3.62 ^a	1	1.58
6	0	1.91 ^{bc}	11.56 ^a	2.56	2.47 ^{ab}	1.5	1.87
6	1.2	2.09 ^{bc}	10.89 ^{ab}	2.77	2.71 ^{ab}	1.16	1.58
6	0.6	2.26 ^{ab}	10.89 ^{ab}	2.79	2.32 ^{ab}	1.24	1.5

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

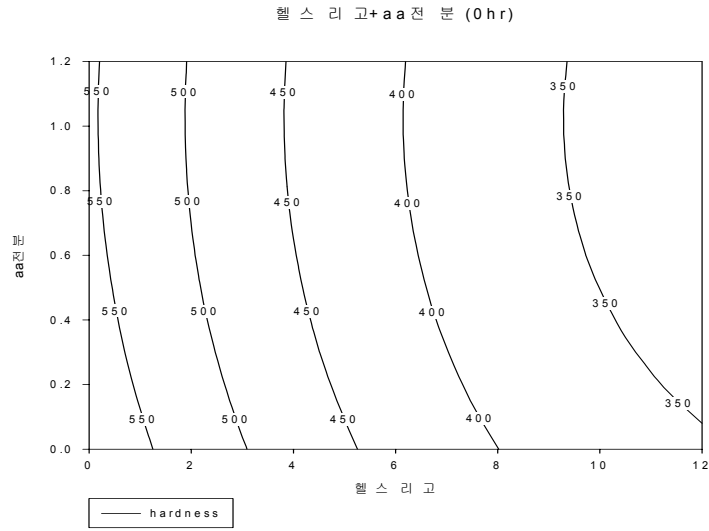


Fig. 52 헬스리고와 AA전분전분 효과 : 떡 제조 2시간 후 TA에 의한 hardness

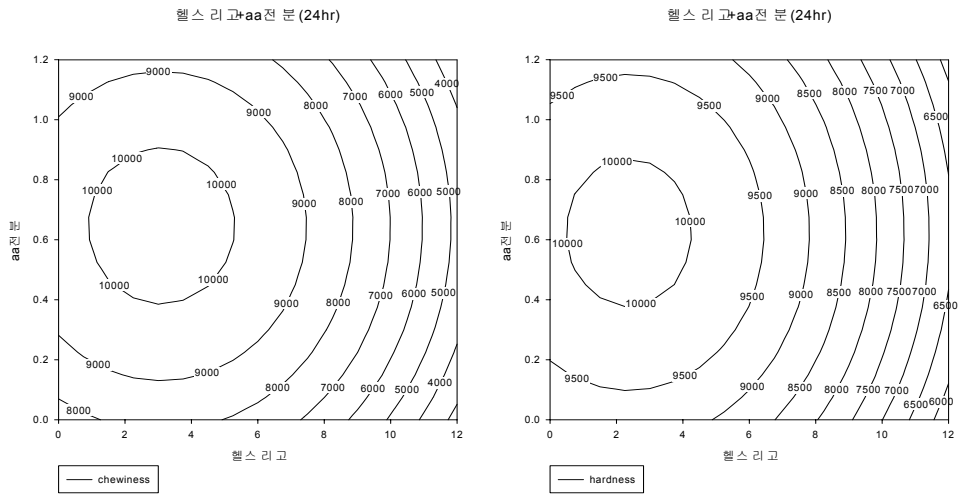


Fig. 53 헬스리고와 AA전분전분 효과
떡 제조 24시간 후 TA에 의한 chewiness and hardness

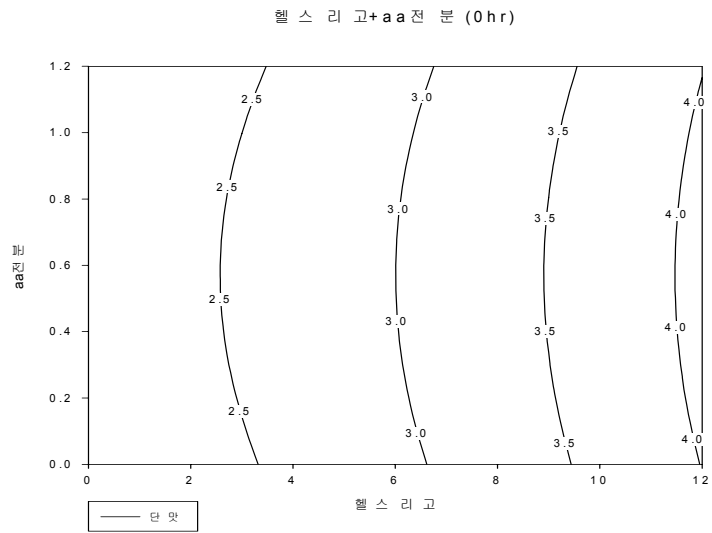
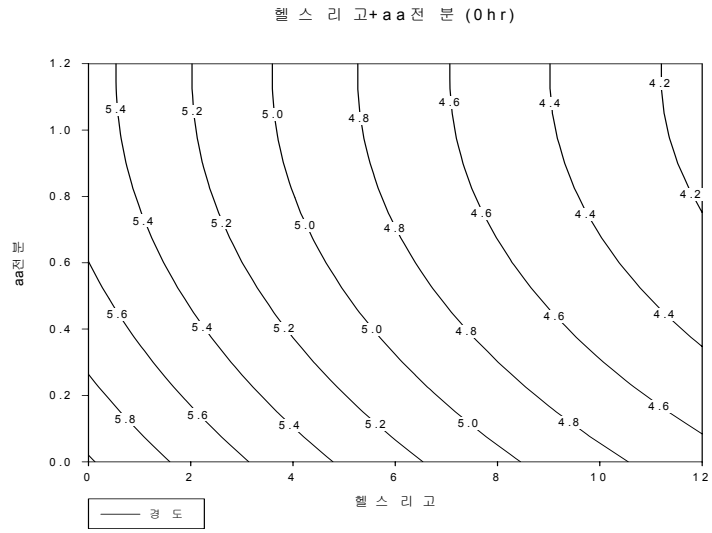


Fig. 54 헬스리고와 AA전분전분 효과 : 떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 경도와 단맛

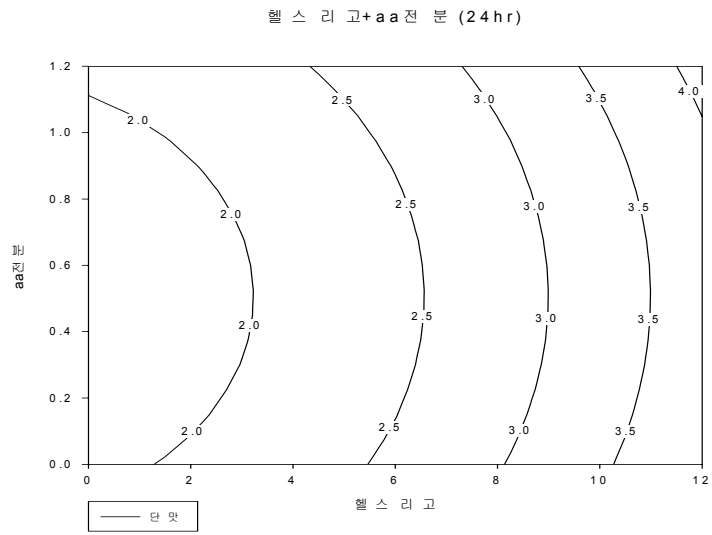
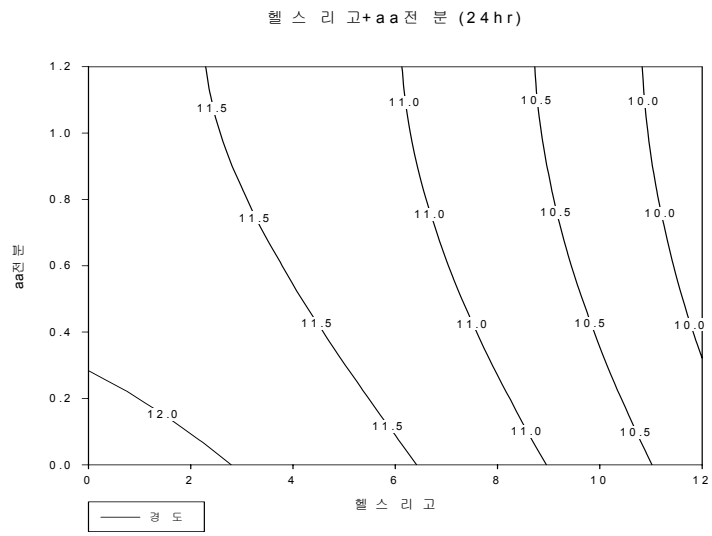


Fig. 55 헬스리고와 AA전분전분 효과 : 떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 경도와 단맛

8) Sorbitol과 AA전분의 혼합효과

Sorbitol과 AA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 TA에 의한 텍스처 특성분석 결과는 Table 35과 Table 36에 있으며, 이들 결과에 대한 Sorbitol과 AA전분 효과를 보여준 contour plot은 Fig. 56과 Fig. 57에 있다. 제조 2시간과 24시간에서 떡의 TA 특성들에서 각 실험군간의 차이는 없었다. 떡 제조 후 2시간과 24시간 모두 sorbitol양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다.

Sorbitol과 AA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 37과 Table 38에 있으며, 이들 결과에 대한 Sorbitol과 AA전분 효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 58과 Fig. 59에 있다. 전문패널들은 제조 2시간, 24시간 모두 단맛에서 실험군간 차이가 있다고 하였다. sorbitol 첨가량이 증가할수록 단맛이 증가하고 경도가 다소 감소하는 경향을 보여주었다.

Table 35 첨가물(sorbitol+AA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
sorbitol	AA	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness
0	0	0.92	0.78	433.3	464.4	-97.64	579.44
3	0.3	0.88	0.78	440.2	488.2	-148.09	584.72
9	0.3	0.86	0.79	296.3	336.1	-148.01	400.55
3	0.9	0.88	0.79	319.1	362.6	-171.51	441.03
9	0.9	0.84	0.79	295.5	339.3	-166.78	397.05
0	0.6	0.92	0.78	418.6	439.1	-79.46	539.54
12	0.6	0.90	0.78	327.7	349.3	-72.29	416.34
6	0	0.90	0.78	543.3	569.7	-95.41	668.36
6	1.2	0.90	0.77	460.1	511.9	-113.14	617.15
6	0.6	0.88	0.78	356.0	394.0	-122.55	471.85

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 36 첨가물(sorbitol+AA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
sorbitol	AA	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness
0	0	0.94	0.86	10469	11113	-12.42	10630
3	0.3	0.96	0.78	7960	8142	-2.90	9551
9	0.3	0.96	0.79	5720	5541	-7.88	6628
3	0.9	0.97	0.78	9341	8211	-7.20	9232
9	0.9	0.90	0.72	6362	6782	-7.31	8575
0	0.6	0.95	0.77	8038	8464	-1.17	9131
12	0.6	0.85	0.73	5494	5929	-6.43	7190
6	0	0.96	0.75	10766	9401	-9.38	10711
6	1.2	0.96	0.78	8718	8303	-2.48	8987
6	0.6	0.96	0.78	8200	7743	-6.10	8580

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 37 첨가물(sorbitol+AA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
sorbitol	AA	부착성	경도	응집성	단맛***	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	6.94	6.3	7.74	2.64 ^c	1.09	1.68
3	0.3	7.56	6.01	7.96	2.87 ^{bc}	1.14	1.6
9	0.3	7.9	5.14	8.66	4.57 ^{abc}	1.02	1.2
3	0.9	7.9	5.64	7.99	3.11 ^{bc}	1.07	1.44
9	0.9	8.3	5.14	8.59	4.76 ^{ab}	0.93	1.17
0	0.6	6.5	6.65	7.04	2.75 ^{bc}	1.26	1.76
12	0.6	8	5.07	8.41	5.44 ^a	1.02	1.17
6	0	6.59	6.63	7.41	3.39 ^{bc}	1.22	1.3
6	1.2	7.26	5.7	7.76	3.59 ^{bc}	1.04	1.75
6	0.6	7.26	5.87	7.91	3.7 ^{bc}	1.22	1.37

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 38 첨가물(sorbitol+AA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
sorbitol	AA	부착성	경도	응집성	단맛***	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	2.01	10.8	2.5	2.05 ^d	1.49	2.05
3	0.3	2.09	11.3	2.59	2.31 ^{cd}	1.5	2.12
9	0.3	3.03	9.62	3.47	4.03 ^{abc}	1.16	1.64
3	0.9	2.05	10.87	2.24	2.65 ^{bcd}	1.45	1.8
9	0.9	2.71	10.27	3.37	4.4 ^{ab}	1	1.32
0	0.6	2.37	11.11	2.83	2.26 ^{cd}	1.81	2.17
12	0.6	3.15	9.77	3.6	4.77 ^a	1.21	1.66
6	0	2.35	11.41	2.83	3.42 ^{abcd}	1.02	1.67
6	1.2	2.61	10.99	3.18	3.39 ^{abcd}	1.6	2.13
6	0.6	2.15	10.83	2.75	3.03 ^{abcd}	1.33	1.54

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

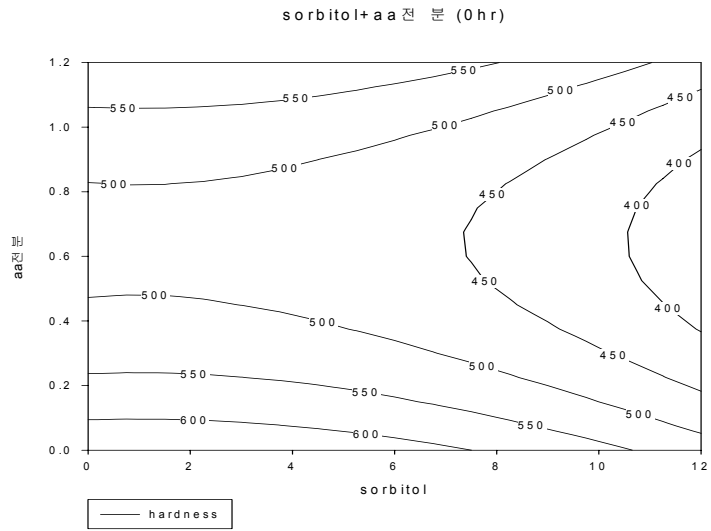


Fig. 56 Sorbitol과 AA전분 효과 : 떡 제조 2시간 후 TA에 의한 경도

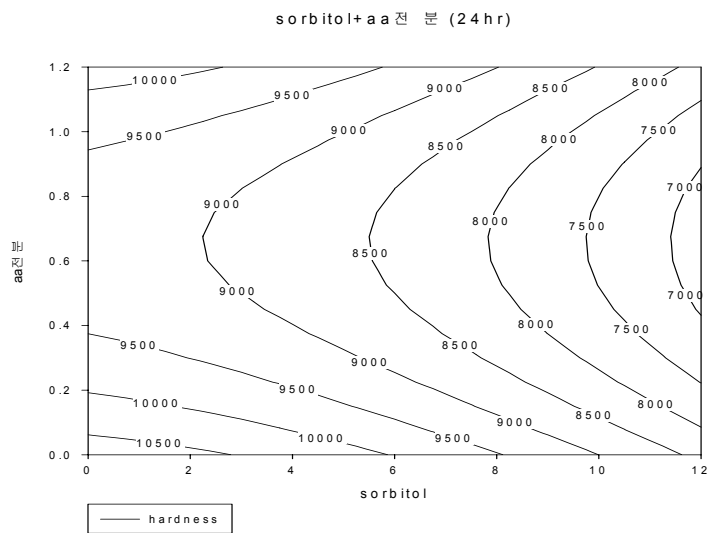


Fig. 57 Sorbitol과 AA전분 효과 : 떡 제조 24시간 후 TA에 의한 경도

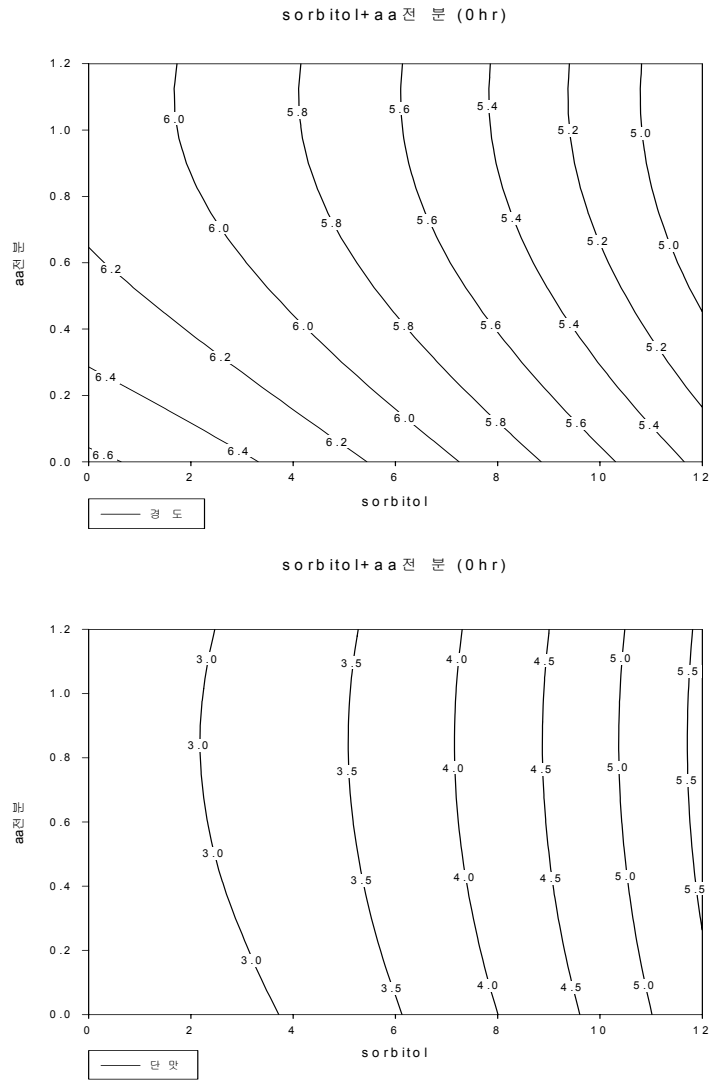


Fig. 58 Sorbitol과 AA전분 효과 : 떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

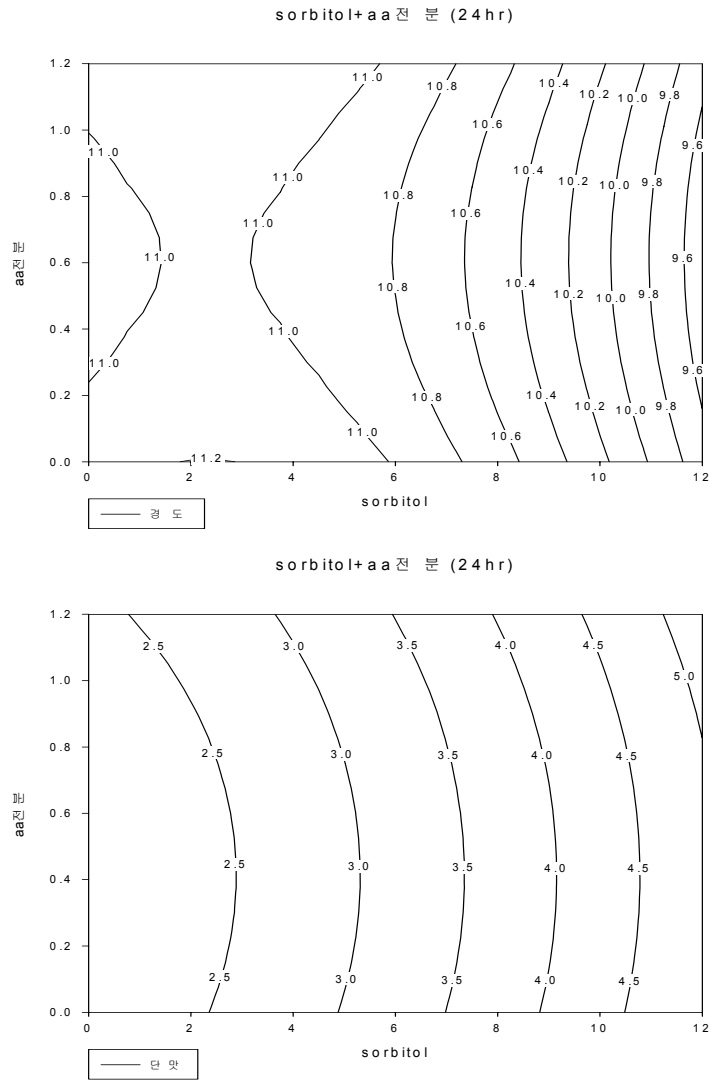


Fig. 59 Sorbitol과 AA전분 효과 : 떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

9) 갈락토올리고당과 OSA전분의 혼합효과

갈락토올리고당과 OSA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 TA에 의한 텍스처특성분석 결과는 Table 39과 Table 40에 있으며, 이들 결과에 대한 갈락토올리고당과 OSA전분 효과를 보여준 contour plot 은 Fig. 60과 Fig. 61에 있다.

제조 2시간 후 떡의 TA 특성들에서 각 실험군 간의 차이는 없었다. 저장 24시간 후 실험군간 차이가 있었던 특성은 씹힘성이었다. 저장 24시간에서의 TA 경도자료를 이용한 표면반응분석 결과 TA경도 최소 조건은 갈락토올리고 7.98%, OSA전분 0.07%로 나타났으나, 회귀식의 총 변동에 대한 설명율(R^2)이 0.17로 재 확인 실험이 요구된다. 떡 제조 후 2시간과 24시간 후 갈락토올리고당의 양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다.

갈락토올리고당과 OSA전분을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 41과 Table 42에 있으며, 이들 결과에 대한 갈락토올리고당과 OSA전분 효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 62와 Fig. 63에 있다.

전문패널들은 제조 2시간후 단맛에서 실험군간 차이가 있다고 하였으며, 저장 24시간 후에는 부착성, 경도, 단맛에서 차이가 있다고 하였다. 갈락토올리고당의 첨가량이 증가할수록 단맛은 증가하였으며, 전문패널에 의해 경도 최소 조건은 갈락토올리고당 7~9%와 OSA 전분 0.7~0.9%범위로 나타났다.

저장 24시간 후 갈락토올리고당의 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하나 단맛이 증가하였다. 본 실험결과 저장시간에 따라 최저 경도에 관한 조건이 동일하지 않음을 보여주었다.

Table 39 첨가물(갈락토올리고당+OSA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
galactose	OSA	springiness	cohesiveness	chewiness	gumminess	adhesiveness	hardness
0	0	0.89	0.77	431.48	486.8	-184.73	617.93
3	0.3	0.91	0.78	313.53	342.5	-85.09	428.42
9	0.3	0.87	0.79	307.27	341.2	-168.17	406.80
3	0.9	0.91	0.79	419.64	414.8	-62.07	491.58
9	0.9	0.85	0.79	305.94	366.1	-199.30	427.94
0	0.6	0.90	0.78	416.68	442.3	-60.71	511.01
12	0.6	0.89	0.79	291.00	311.6	-81.50	363.54
6	0	0.91	0.79	448.06	470.4	-70.13	552.25
6	1.2	0.90	0.77	296.00	325.2	-97.45	409.77
6	0.6	0.86	0.79	375.95	428.1	-178.14	502.74

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 40 첨가물(갈락토올리고당+OSA)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
galactose	OSA	springiness	cohesiveness	chewiness**	gumminess*	adhesiveness	hardness
0	0	0.96	0.78	13335 ^a	10980 ^{ab}	-7.33	11201
3	0.3	0.97	0.84	8746 ^{ab}	8137 ^{ab}	-7.58	8825
9	0.3	0.98	0.75	5377 ^b	5481 ^b	-11.40	6640
3	0.9	0.96	0.87	11361 ^{ab}	11860 ^a	-10.24	10584
9	0.9	0.96	0.72	7029 ^b	7324 ^{ab}	-8.47	9257
0	0.6	0.95	0.72	8353 ^{ab}	8211 ^{ab}	-18.12	10203
12	0.6	0.94	0.73	5701 ^b	5314 ^b	-8.83	6776
6	0	0.96	0.74	8658 ^{ab}	8381 ^{ab}	-12.41	10076
6	1.2	0.95	0.74	6100 ^b	5376 ^b	-2.72	6889
6	0.6	0.95	0.77	7420 ^b	7741 ^{ab}	-1.12	8754

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 41 첨가물(갈락토올리고당+OSA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
galactose	OSA	부착성	경도	응집성	단맛**	쓴맛	떫은/아린맛
0	0	6.96	6.18	7.42	2.04 ^{bc}	1.68	1.88
3	0.3	7.84	4.6	8.34	2.76 ^{abc}	1.4	1.72
9	0.3	8.92	3.88	8.92	4.17 ^a	0.88	1.34
3	0.9	7.86	5.52	8.36	2.9 ^{abc}	0.98	1.26
9	0.9	8.64	4.59	8.63	3.85 ^{ab}	1.18	1.38
0	0.6	7.1	5.28	7.93	1.66 ^c	1.34	1.91
12	0.6	8.05	4.86	8.36	3.86 ^{ab}	1.23	1.36
6	0	7.61	5.9	8.35	2.99 ^{abc}	0.95	0.98
6	1.2	8.4	4.05	9.01	2.93 ^{abc}	0.91	1.09
6	0.6	8.5	4.46	9.32	3 ^{abc}	0.84	0.86

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 42 첨가물(갈락토올리고당+OSA)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
galactose	OSA	부착성**	경도*	응집성	단맛***	쓴맛	떫은/아린맛
0	0	1.98 ^b	11.23 ^{ab}	2.48	1.61 ^b	1.37	1.64
3	0.3	2.18 ^{ab}	11.11 ^{ab}	2.65	1.62 ^b	1.3	1.83
9	0.3	2.71 ^{ab}	10.37 ^{ab}	2.94	3.25 ^{ab}	1.17	1.48
3	0.9	1.83 ^b	11.8 ^a	2.18	2.2 ^b	1.3	1.36
9	0.9	1.98 ^b	11.35 ^{ab}	2.13	2.99 ^{ab}	0.93	1.33
0	0.6	2.23 ^{ab}	10.6 ^{ab}	2.77	2.07 ^b	1.46	2.04
12	0.6	3.22 ^a	9.31 ^b	3.48	3.97 ^a	1.14	1.82
6	0	1.91 ^b	11.28 ^{ab}	2.36	2.68 ^{ab}	1.1	1.19
6	1.2	2.57 ^{ab}	10.14 ^{ab}	2.85	2.68 ^{ab}	1.08	1.79
6	0.6	2.61 ^{ab}	10.29 ^{ab}	3	2.7 ^{ab}	1.09	1.43

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

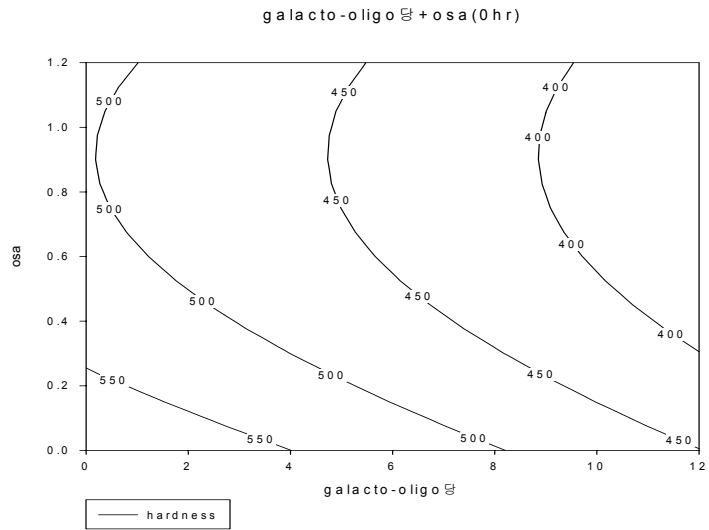


Fig. 60 갈락토올리고당과 OSA 전분 효과 : 떡 제조 2시간 후 TA에 의한 경도

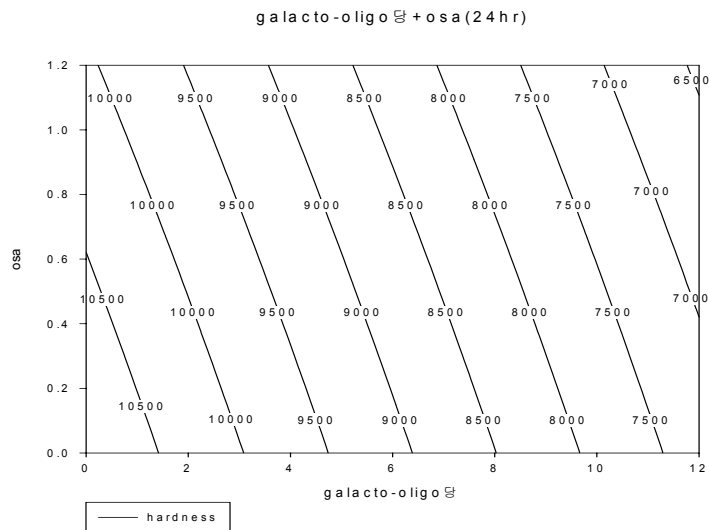


Fig. 61 갈락토올리고당과 OSA 전분 효과 : 떡 제조 24시간 후 TA에 의한 경도

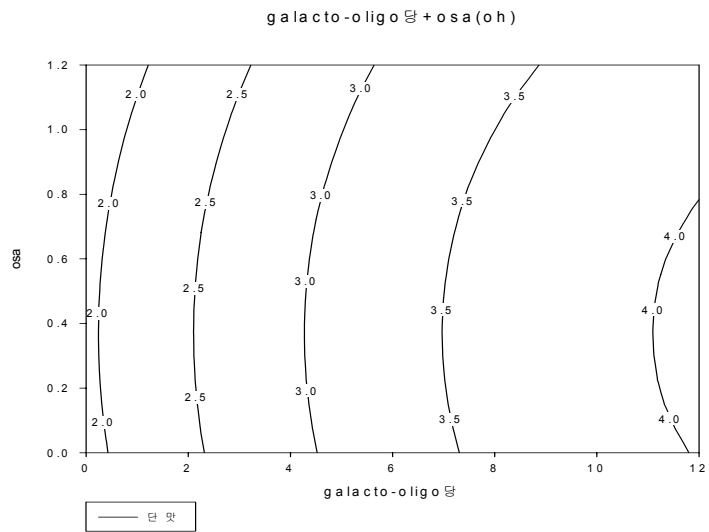
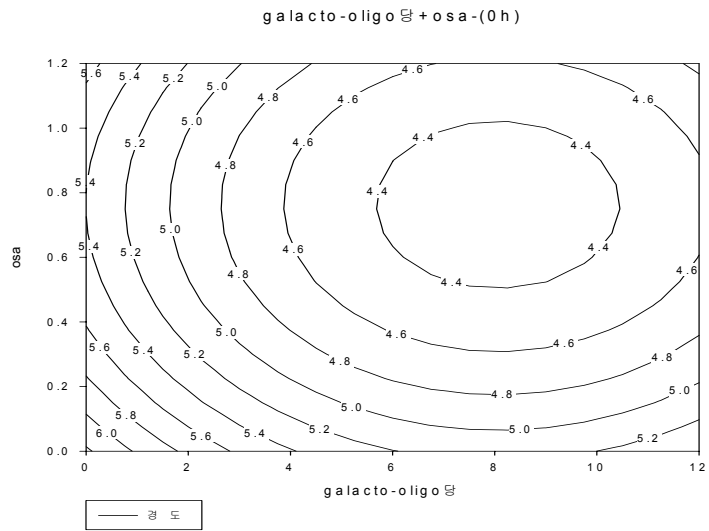


Fig. 62 갈락토올리고당과 OSA 전분 효과
떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

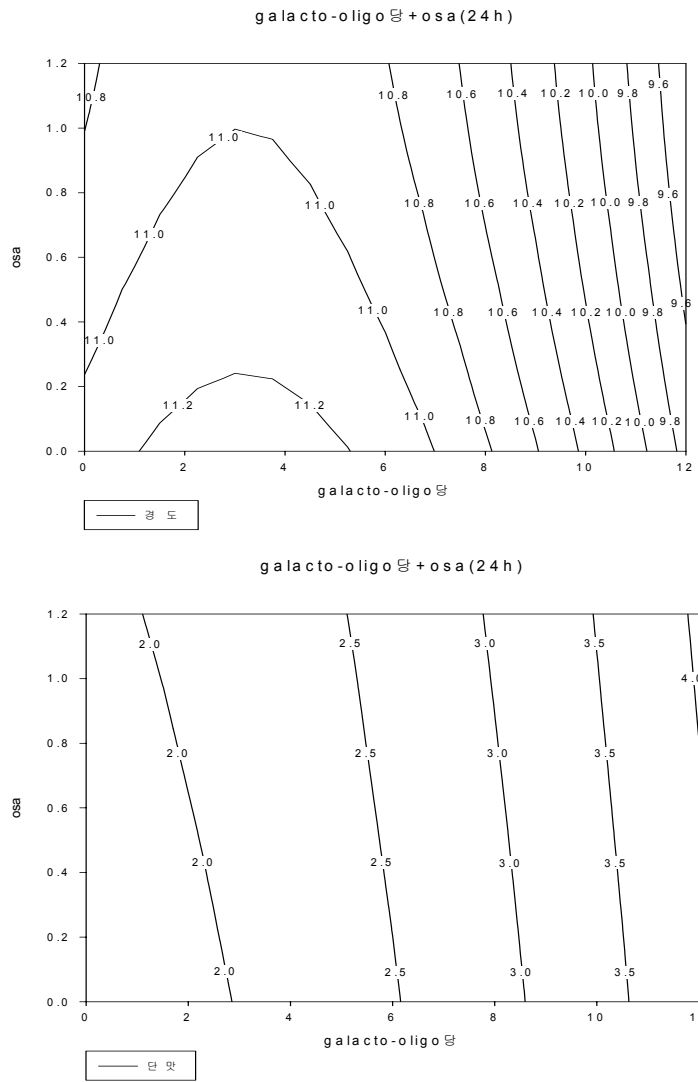


Fig. 63 갈락토올리고당과 OSA 전분 효과
 떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 경도 및 단맛

10) Trehalose와 유화제 sp의 혼합효과

Trehalose와 유화제 sp를 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후 TA에 의한 텍스처특성분석 결과는 Table 43과 44에 있으며, 이들 결과에 대한 Trehalose와 유화제 sp효과를 보여준 contour plot 은 Fig. 64와 Fig. 65에 있다. 제조 2시간 후 springiness를 제외한 떡의 모든 TA 특성들에서 각 실험군간의 차이가 있었다. 저장 24시간 후에도 springiness와 adhesiveness를 제외한 모든 TA특성에서 실험군간 차이가 있었다. 저장 24시간에서의 TA 경도에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있었으며, 표면반응분석에 의한 TA경도 최소 조건은 Trehalose 11.99%, 유화제 sp 0.6%로 나타났다.

$$Y = 10759 - 596 x_1 - 3587 x_2 + 9.45 x_1^2 + 879 x_2^2 + 202 x_1 \cdot x_2 \quad (R^2=0.71)$$

(Y: TA hardness 24시간 후, x1: Trehalose, x2: 유화제 sp)

떡 제조 후 2시간과 24시간 후 trehalose의 양이 많아질수록 떡의 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다. 5℃ 저장 24 시간 후 Trehalose를 10%정도 넣었을때 무침가군 경도의 50%수준을 보여주었다.

Trehalose와 유화제 sp를 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간후 제조 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 45과 Table 46에 있으며, 이들 결과에 대한 Trehalose와 유화제 sp효과를 보여준 contour plot은 각각 Fig. 66와 Fig. 67에 있다.

전문패널들은 제조 2 시간후 경도를 제외한 모든 특성에서 차이가 없다고 하였다. 저장 24시간 후에는 부착성, 경도, 단맛에서 차이가 있다고 하였다. Trehalose 첨가량이 증가할수록 경도는 확연히 감소하고 단맛이 약간 증가하는 경향을 보였으며, sp함량의 증가에 따라 경도가 다소 감소하는 경향을 보여주었다.

Table 43 첨가물(Trehalose+sp)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		Texture 특성					
trehalose	sp	springiness	cohesiveness ^{***}	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness ^{***}	hardness ^{***}
0	0	0.94	0.91 ^b	642.62 ^a	686.65 ^a	-139.11 ^b	754.93 ^a
3	0.3	0.96	0.92 ^a	421.49 ^{bc}	440.08 ^{bc}	-68.01 ^a	477.61 ^{bc}
9	0.3	0.93	0.92 ^{ab}	300.38 ^e	322.53 ^d	-84.48 ^a	352.32 ^d
3	0.9	0.96	0.91 ^b	468.47 ^{bc}	488.26 ^b	-69.91 ^a	537.97 ^b
9	0.9	0.94	0.91 ^b	462.59 ^{bc}	493.49 ^b	-110.42 ^{ab}	541.37 ^b
0	0.6	0.96	0.91 ^{ab}	488.87 ^b	507.53 ^b	-63.53 ^a	554.88 ^b
12	0.6	0.94	0.92 ^{ab}	357.21 ^d	380.44 ^c	-87.9 ^a	414.23 ^c
6	0	0.94	0.92 ^a	441.73 ^{bc}	468.82 ^b	-105.76 ^{ab}	508.70 ^b
6	1.2	0.95	0.91 ^b	479.17 ^{bc}	504.86 ^b	-91.55 ^a	556.40 ^b
6	0.6	0.94	0.91 ^{ab}	406.51 ^{cd}	432.26 ^{bc}	-93.32 ^a	474.02 ^{bc}

¹⁾ TA의 3번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 15회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 44 첨가물(Trehalose+sp)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		Texture 특성					
trehalose	sp	springiness	cohesiveness***	chewiness***	gumminess***	adhesiveness	hardness***
0	0	0.94	0.86 ^c	8531 ^a	9060 ^a	-10.53	10497 ^a
3	0.3	0.96	0.87 ^{bc}	6810 ^c	7042 ^c	-10.52	8103 ^c
9	0.3	0.95	0.88 ^a	4131 ^f	4345 ^f	-12.68	4930 ^f
3	0.9	0.95	0.87 ^{abc}	5578 ^d	5876 ^d	-10.96	6743 ^d
9	0.9	0.97	0.88 ^{ab}	4553 ^{ef}	4711 ^{ef}	-10.88	5348 ^{ef}
0	0.6	0.94	0.86 ^c	7539 ^b	7985 ^b	-12.32	9275 ^b
12	0.6	0.95	0.88 ^a	4005 ^f	4231 ^f	-14.8	4796 ^f
6	0	0.96	0.87 ^{bc}	6775 ^c	7048 ^c	-9.5	8090 ^c
6	1.2	0.95	0.88 ^{ab}	4903 ^e	5197 ^{de}	-9.31	5933 ^{de}
6	0.6	0.96	0.88 ^{ab}	5694 ^d	5927 ^d	-18.06	6750 ^d

¹⁾ TA의 3번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 15회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 45 첨가물(Trehalose+sp)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물		묘사특성					
trehalose	sp	부착성	경도***	응집성	단맛	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	7.52	5.69 ^a	8.33	2.68	1.93	2.17
3	0.3	8.66	4.20 ^{ab}	9.39	2.72	1.13	1.45
9	0.3	9.45	3.52 ^b	9.38	3.67	1.31	1.30
3	0.9	9.08	3.93 ^b	8.75	3.11	1.59	2.19
9	0.9	9.43	3.73 ^b	8.73	3.98	1.20	1.92
0	0.6	8.50	5.19 ^{ab}	9.23	2.58	1.64	1.95
12	0.6	9.74	3.45 ^b	9.34	4.08	0.91	1.37
6	0	8.29	5.17 ^{ab}	8.54	3.25	1.55	1.72
6	1.2	9.07	3.90 ^b	8.61	3.02	1.67	2.13
6	0.6	9.26	4.21 ^{ab}	9.11	3.48	1.27	1.62

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 46 첨가물(Trehalose+sp)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물		묘사특성					
trehalose	sp	부착성**	경도***	응집성	단맛**	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	3.21 ^{ab}	10.09 ^a	3.68	1.94 ^c	2.21	2.75
3	0.3	3.47 ^{ab}	9.83 ^a	3.71	2.32 ^{abc}	1.97	2.14
9	0.3	4.61 ^{ab}	8.21 ^{bc}	4.75	3.61 ^{ab}	1.68	2.11
3	0.9	3.98 ^{ab}	9.24 ^{ab}	4.06	2.47 ^{abc}	1.92	2.22
9	0.9	4.40 ^{ab}	8.04 ^{bc}	4.40	3.04 ^{abc}	1.84	2.31
0	0.6	3.26 ^{ab}	9.90 ^a	3.85	2.14 ^{bc}	2.05	2.54
12	0.6	4.82 ^a	7.08 ^c	4.79	3.82 ^a	1.33	1.61
6	0	2.97 ^b	9.95 ^a	3.09	2.40 ^{abc}	1.62	2.07
6	1.2	4.22 ^{ab}	8.29 ^{bc}	4.42	2.55 ^{abc}	2.03	2.30
6	0.6	3.78 ^{ab}	8.68 ^{ab}	4.05	2.54 ^{abc}	1.73	2.56

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

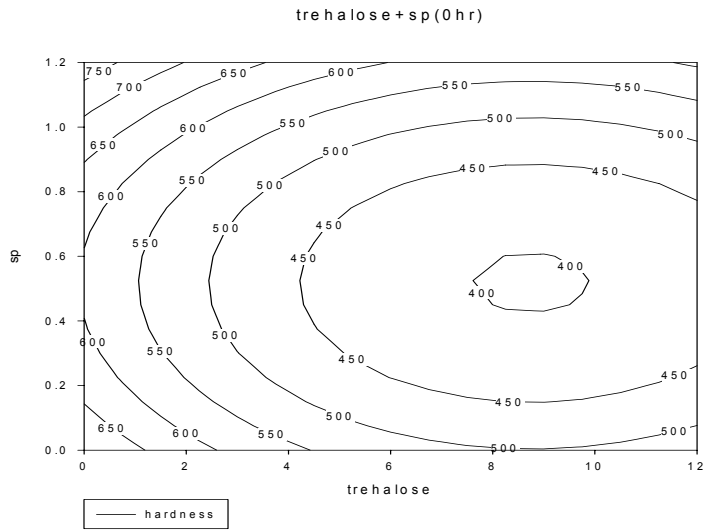


Fig. 64 Trehalose와 유화제 sp 효과 : 떡 제조 2시간 후 TA에 의한 경도

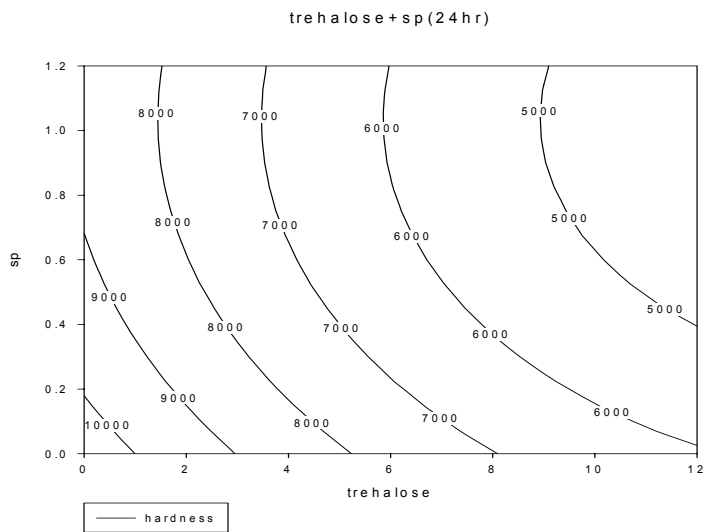


Fig. 65 Trehalose와 유화제 sp 효과 : 떡 제조 24시간 후 TA에 의한 경도

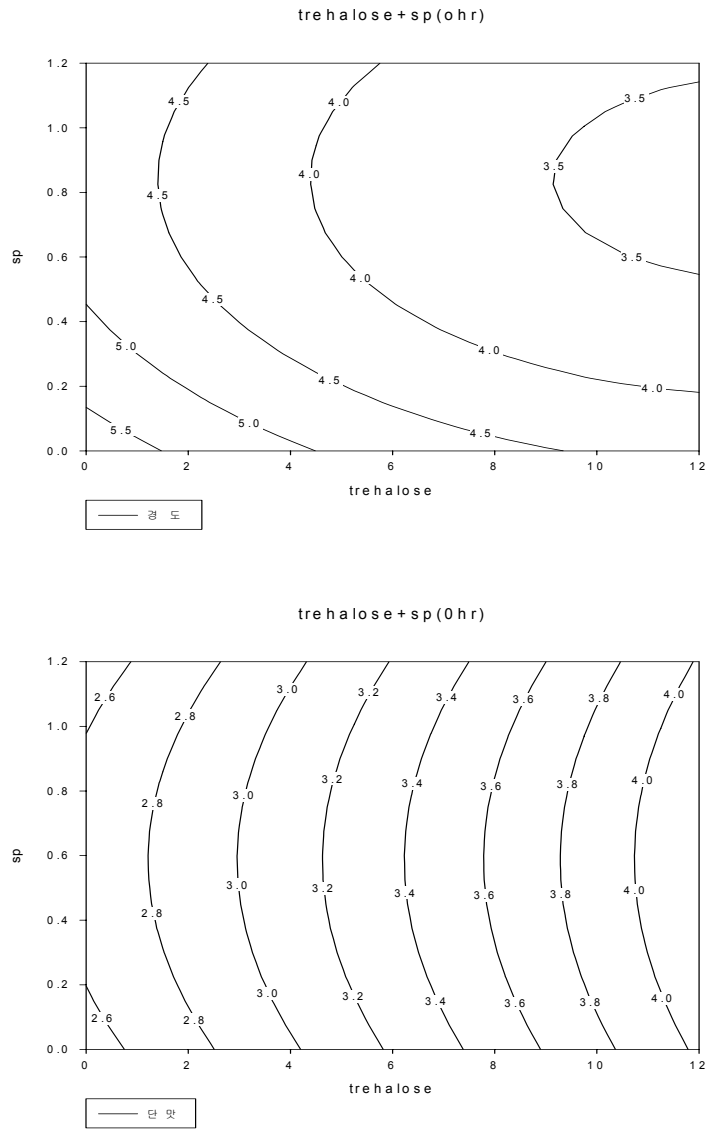


Fig. 66 Trehalose와 유화제 sp 효과 : 떡 제조 2시간 후 전문패널에 의한 경도, 단맛

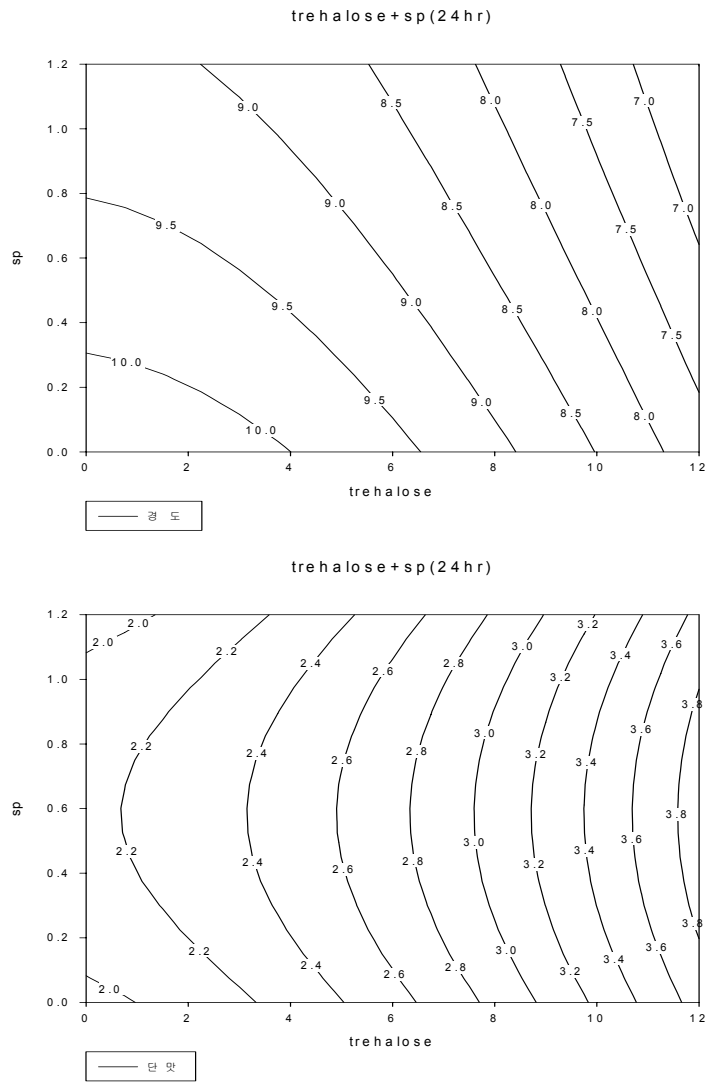


Fig. 67 Trehalose와 유화제 sp 효과 : 떡 제조 24시간 후 전문패널에 의한 경도, 단맛

11) Trehalose, 유화제 sp, sorbitol의 혼합효과

Trehalose와 유화제 sp, sorbitol을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간, 24시간, 30시간 후 TA에 의한 텍스처 특성분석 결과는 Table 47, Table 48, Table 49에 있다. 제조 2시간 후에는 모든 TA특성들에서 각 실험군간 차이가 있었다. 떡은 5℃에서 저장 24시간과 30시간 후에는 떡이 점차 경화되어 TA특성중 springiness와 adhesiveness에서의 차이가 없거나 줄어드는 경향이 있었으며, 이들을 제외한 모든 TA특성에서 실험군간 차이가 있었다. Table 47에서는 Trehalose 12%를 첨가한 군에서 제조 직후 경도가 가장 낮았으며, 유화제가 1% 첨가된 군은 무첨가군보다도 경도가 높았으며, 실험군중에서 경도가 가장 높게 나타났다. 저장 24시간 후(Table 48) 모든 실험군은 무첨가군에 비해 경도가 낮았으며, 저장 초기에서같이 Trehalose 12%를 첨가한 군이 경도가 가장 낮았다.

제조 2시간 후 TA 경도 자료를 반응표면분석과 능선분석을 하여 얻은 최저경도(357)의 (Trehalose, 유화제 sp, sorbitol) 조건은 (5.26 0.13 4.09)으로 나타났으며, 회귀분석결과 세 조건(x1= trehalose, x2=sp x3=sorbitol) 중에서 제조 직후의 TA 경도에 가장 영향이 적게 나온 x1을 5.26에 고정시켜 x2와 x3의 효과를 보여준 그림은 Fig. 68(세 그림중 맨 아래)에 있다. 저장 초기에는 sp함량이 높을수록 경도가 높은 경향을 보여주었다. Trehalose는 첨가량이 늘어날수록 경도가 낮아지는 경향을 보여주었다(Fig. 68, 세 그림중 맨 아래),

5℃ 저장 24시간 후 TA 경도 자료를 반응표면분석과 능선분석을 하여 얻은 최저경도(3383)의 (Trehalose, 유화제 sp, sorbitol) 조건은 (4.66 0.21 2.86)으로 나타났으며, 저장 30시간 후 TA 경도 자료를 반응표면분석과 능선분석을 하여 얻은 최저 경도(3383)의 (Trehalose, 유화제 sp, sorbitol) 조건은 (4.66 0.21 2.86)으로 나타났다.

Trehalose와 유화제 sp를 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간후와 5℃ 저장 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 50과 Table 51에 있다.

전문패널들은 제조 2 시간후 실험군간 경도 및 단맛에서 차이가 있다고 하였다. 저장 24시간 후에는 부착성, 경도, 단맛에서 차이가 있다고 하였다. Trehalose와 sorbitol 첨가량이 증가할수록 경도는 확연히 감소하고 단맛이 약간 증가하는 경향을 보였으며, sorbitol 보다는 Trehalose가 단맛이 약하고 경도억제에 더 효과적이었다. 제조 24시간 후 전문패널의 단맛에 대한 Trehalose, sp, sorbitol의 p값이 0.0038, 0.09, <0.0001인 점을 바탕으로 sorbitol이 가장 단맛 증가에 효과적이었으며, 그 다음 Trehalose인 반면, 유화제 sp의 경우 단맛의 증가에 효과적이지 못했다. 이들 자료를 반응표면분석과 능선분석을 하여 얻은 최저 단맛(15cm 선척도에서 1.55점)의 (Trehalose, 유화제 sp, sorbitol) 조건은 (3.90, 0.29, 2.47)로 나타났으며, 회귀분석결과 산출된 식에 x2인 sp를 최저 조건0.29 에 고정시켜 얻은 x1과 x3의 효과는 Fig. 69에 있다. 이들 Trehalose와 sorbitol이 증가함에 따라 단맛의 증가를 보이고 있다.

제조 24시간 후 자료의 표면반응분석과 능선분석을 하여 얻은 최저 경도(15cm 선척도에서 0.08)의 (Trehalose, 유화제 sp, sorbitol) 조건은 (7.83, 0.59, 6.81)로 나타났으며, 전문패널의 의한 경도에 대한 Trehalose, sp, sorbitol의 p값은 각각 <0.0001, 0.0004, 0.0038인 점을 바탕으로 비교적 영향력이 낮았던 sorbitol을 6.81에 고정시키고 Trehalose(x1)와 유화제(sp)의 효과를 나타낸 그림은 Fig. 70에 있다. 비록 좁은 범위는 아니지만, Trehalose의 경우 4~5범위와 sp 0.2~0.4의 범위에서 Trehalose와 sp의 양이 증가할수록 전문패널에 의한 경도가 낮아짐을 보여주고 있다. 이들 사용 범위에서는 Trehalose 와 유화제인 sp를 함께 사용함으로써 떡의 경도 억제를 효과적으로 낮출 수 있음을 보여주고 있다.

Table 47 첨가물(trehalose+sp+sorbitol)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물			Texture 특성					
trehalose	sp	sorbitol	springiness ^{***}	cohesiveness [*]	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness ^{***}	hardness ^{***}
0	0	0	0.92 ^{abc}	0.93 ^a	420.36 ^b	457.16 ^b	-144.63 ^c	490 ^b
12	0	0	0.91 ^{bc}	0.92 ^{ab}	176.05 ^c	194.40 ^c	-73.96 ^a	211 ^f
0	1	0	0.94 ^a	0.92 ^b	756.61 ^a	802.87 ^a	-136.80 ^{bc}	874 ^a
0	0	12	0.90 ^c	0.92 ^{ab}	202.15 ^c	224.31 ^c	-84.66 ^a	245 ^f
6	0.5	0	0.94 ^{ab}	0.92 ^{ab}	416.29 ^b	443.37 ^b	-105.60 ^{abc}	481 ^b
0	0.5	6	0.92 ^{abc}	0.92 ^{ab}	360.26 ^c	391.67 ^c	-108.08 ^{abc}	427 ^c
6	0	6	0.93 ^{abc}	0.92 ^{ab}	304.28 ^d	327.59 ^d	-93.78 ^{ab}	357 ^e
4	0.3	4	0.94 ^a	0.91 ^b	316.60 ^d	336.67 ^d	-77.46 ^a	368 ^{de}
4	0.3	4	0.93 ^{abc}	0.92 ^{ab}	369.46 ^c	396.64 ^c	-96.86 ^{ab}	433 ^c
4	0.3	4	0.91 ^{abc}	0.92 ^b	335.80 ^{cd}	368.11 ^{cd}	-109.87 ^{abc}	403 ^{cd}

¹⁾ TA의 3번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 15회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 48 첨가물(trehalose+sp+sorbitol)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물			Texture 특성					
trehalose	sp	sorbitol	springiness**	cohesiveness***	chewiness***	gumminess***	adhesiveness**	hardness***
0	0	0	0.96 ^{ab}	0.86 ^c	7918 ^a	8210 ^a	-10.26 ^{ab}	9594 ^a
12	0	0	0.96 ^{ab}	0.88 ^b	2893 ^g	3028 ^e	-20.25 ^{abc}	3291 ^f
0	1	0	0.97 ^a	0.88 ^b	5494 ^{bc}	5670 ^b	-16.09 ^{abc}	6431 ^{bc}
0	0	12	0.97 ^a	0.91 ^a	4576 ^f	4685 ^d	-28.23 ^c	5184 ^e
6	0.5	0	0.96 ^{ab}	0.88 ^b	5125 ^{bcde}	5331 ^{bc}	-19.81 ^{abc}	6019 ^{bcd}
0	0.5	6	0.97 ^a	0.89 ^b	5617 ^b	5778 ^b	-17.37 ^{abc}	6583 ^b
6	0	6	0.97 ^a	0.88 ^b	4827 ^{def}	4976 ^{cd}	-7.86 ^a	5628 ^{de}
4	0.3	4	0.95 ^{ab}	0.88 ^b	4634 ^{ef}	4853 ^{cd}	-9.84 ^{ab}	5547 ^{de}
4	0.3	4	0.94 ^b	0.88 ^b	5280 ^{bcd}	5587 ^b	-19.85 ^{abc}	6264 ^{bc}
4	0.3	4	0.96 ^{ab}	0.89 ^b	5033 ^{cdef}	5264 ^{bc}	-25.83 ^{bc}	5902 ^{cd}

¹⁾ TA의 3번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 15회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 49 첨가물(trehalose+sp+sorbitol)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 30시간

첨가물			Texture 특성					
trehalose	sp	sorbitol	springiness	cohesiveness ^{***}	chewiness ^{***}	gumminess ^{***}	adhesiveness	hardness ^{***}
0	0	0	0.96	0.88 ^{abc}	10897 ^a	11316 ^a	-7.12	12951 ^a
12	0	0	0.96	0.89 ^{ab}	3256 ^e	3415 ^e	-18.58	3763 ^e
0	1	0	0.95	0.88 ^{bc}	9082 ^b	9454 ^b	-7.85	10799 ^b
0	0	12	0.95	0.89 ^{abc}	7222 ^e	7599 ^e	-14.43	8655 ^e
6	0.5	0	0.96	0.88 ^{abc}	7173 ^c	7417 ^c	-13.24	8496 ^c
0	0.5	6	0.95	0.86 ^c	8717 ^b	9198 ^b	-10.23	10738 ^b
6	0	6	0.96	0.90 ^a	6267 ^d	60734 ^d	-17.53	6787 ^d
4	0.3	4	0.95	0.86 ^c	5628 ^d	5948 ^d	-10.85	6787 ^d
4	0.3	4	0.95	0.89 ^{ab}	5710 ^d	6019 ^d	-10.79	6658 ^d
4	0.3	4	0.96	0.88 ^{abc}	6009 ^d	6239 ^d	-6.69	6768 ^d

¹⁾ TA의 3번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 15회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 50 첨가물(trehalose+sp+sorbitol)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 2시간

첨가물			묘사특성					
trehalose	sp	sorbitol	부착성	경도***	응집성	단맛***	쓴맛	뽀은/ 아린맛
0	0	0	7.52	6.15 ^a	8.71	2.51 ^b	1.40	1.69
12	0	0	9.31	3.90 ^b	9.24	4.02 ^{ab}	1.32	1.75
0	1	0	8.77	4.48 ^b	8.86	2.51 ^b	2.18	2.63
0	0	12	9.40	4.25 ^b	9.11	4.91 ^a	1.52	1.92
6	0.5	0	9.10	4.28 ^b	9.32	3.41 ^{ab}	1.32	2.09
0	0.5	6	8.93	4.36 ^b	8.94	3.45 ^{ab}	1.49	1.88
6	0	6	8.92	4.17 ^b	9.45	4.68 ^a	1.33	1.73
4	0.3	4	9.01	4.29 ^b	8.67	3.83 ^{ab}	1.48	2.00
4	0.3	4	8.99	3.79 ^b	9.24	3.85 ^{ab}	1.57	2.05
4	0.3	4	7.53	6.15 ^a	8.58	3.62 ^{ab}	2.27	2.06

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 51 첨가물(trehalose+sp+sorbitol)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 - 제조 후 24시간

첨가물			묘사특성					
trehalose	sp	sorbitol	부착성***	경도***	응집성	단맛***	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	0	2.41 ^b	10.83 ^a	3.71	2.05 ^{cd}	2.09	2.52
12	0	0	4.77 ^a	7.99 ^c	5.07	3.23 ^{bc}	1.76	2.02
0	1	0	3.77 ^{ab}	9.24 ^{bc}	3.81	1.64 ^d	2.42	3.24
0	0	12	3.90 ^{ab}	9.02 ^{bc}	4.55	4.37 ^a	1.55	2.38
6	0.5	0	4.11 ^{ab}	8.65 ^{bc}	5.03	2.84 ^{bcd}	2.00	2.63
0	0.5	6	2.61 ^b	10.69 ^a	3.42	2.44 ^{cd}	1.95	2.61
6	0	6	4.58 ^a	7.87 ^c	5.51	4.11 ^{ab}	1.58	2.30
4	0.3	4	3.51 ^{ab}	9.23 ^{bc}	4.19	2.63 ^{cd}	1.68	2.11
4	0.3	4	4.05 ^{ab}	8.77 ^{bc}	4.46	3.00 ^{bc}	1.72	2.70
4	0.3	4	3.15 ^{ab}	10.00 ^{ab}	4.10	3.09 ^{bc}	1.71	2.61

¹⁾ 패널 13명의 3번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

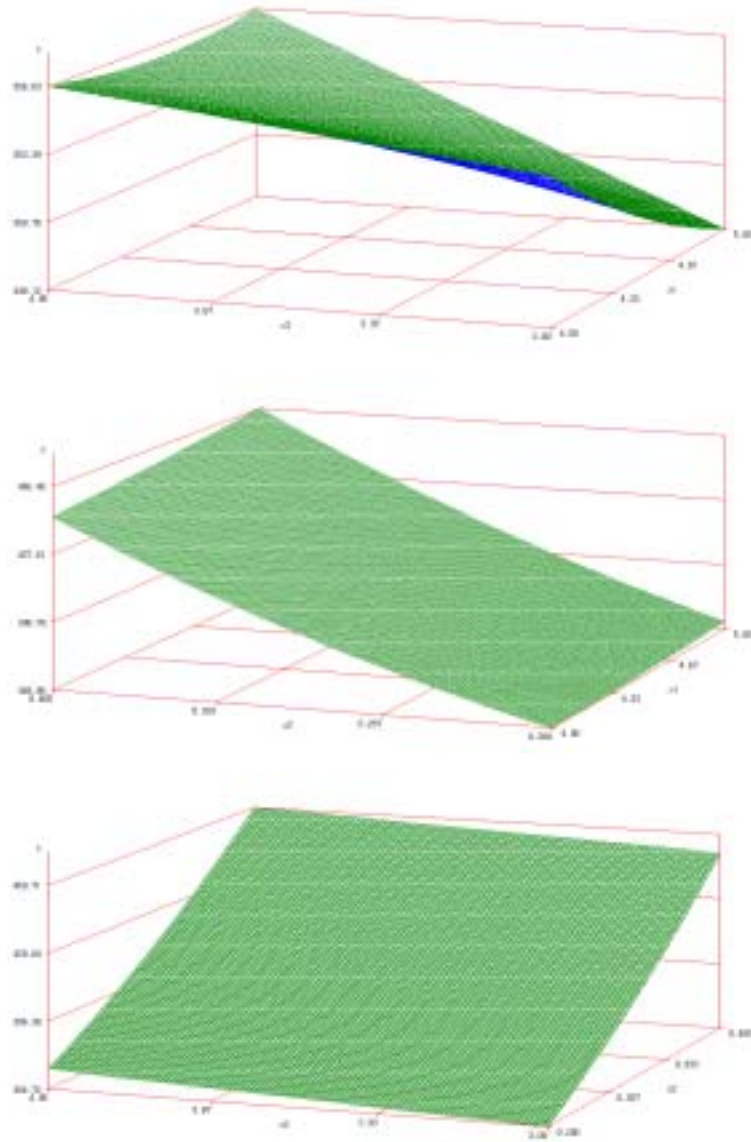


Fig. 68 Trehalose(x1), sp(x2), sorbitol(x3)의 TA 정도에의 효과-제조 2시간 후
 : x2를 0.13에 고정 (위), x3를 4.09에 고정(중간), x1을 5.26에 고정(아래)

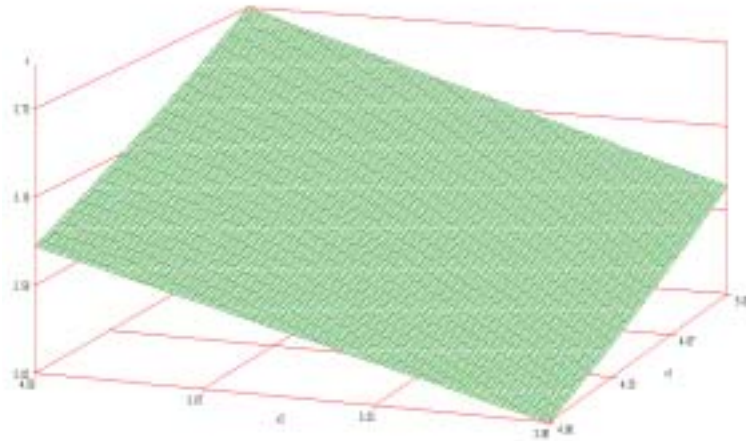


Fig. 69 Trehalose(x1)와 sorbitol(x3)의 효과 : 5℃ 24시간 저장 떡의 전문패널에 의한 단맛 평가 : x2인 sp를 0.29에 고정.

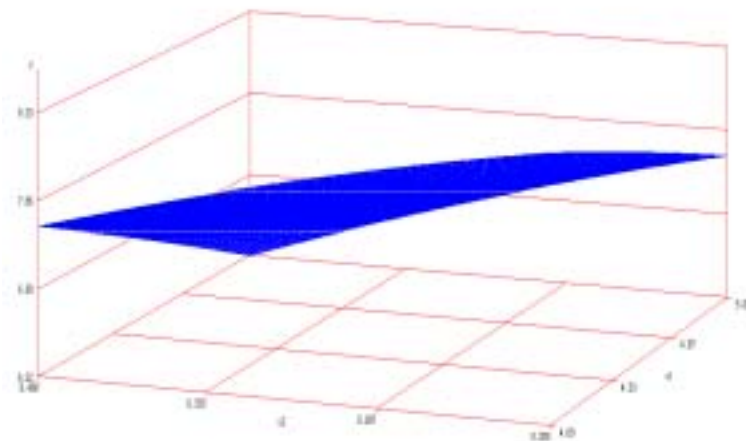


Fig. 70 Trehalose(x1)와 sp(x2)의 효과 : 5℃ 24시간 저장 떡의 전문패널에 의한 경도 평가 : x3인 sorbitol을 6.81에 고정.

12) Trehalose, 설펜더, sorbitol의 혼합효과

Trehalose와 설펜더, sorbitol을 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간, 24시간 저장 후 TA에 의한 텍스처 특성분석 결과는 Table 52와 Table 53에 있다. 제조 2시간 후에는 모든 TA특성들에서 각 실험군간 차이가 있었다. 떡은 5 °C에서 저장 24시간후에는 떡이 점차 경화되어 TA특성 중 경도, 씹힘성, 검성에서 차이가 있었다. 떡을 제조한 직후에는 실험군간 경도에서 통계적으로는 유의한 차이를 보였으나 모두 말랑말랑한 수준의 경도 300 이하의 떡이었다. 저장 24시간 후 (Table 53) Trehalose 12%를 첨가한 군의 TA경도가 가장 낮았으며, 변성전분 설펜더 1% 첨가된 군은 무 첨가군보다도 경도가 높았으며, 실험군중에서 경도가 가장 높게 나타났다. 저장 24시간 후 TA 경도 자료의 회귀분석 결과 Trehalose, 설펜더, sorbitol의 p값이 모두 <0.0001으로 경도 변화에 효과적이었다. 표면반응분석과 능석분석 결과 TA 경도를 최저로 하는 이들 세요인 (Trehalose, 설펜더, sorbitol)의 조건은 (4.72, 0.18, 3.29) 나타났다.

Trehalose와 변성전분 설펜더를 혼합사용하여 제조한 떡의 제조 2시간 후와 5°C 저장 24시간 후 전문패널에 의한 묘사분석 결과는 Table 54과 Table 55에 있다. 전문패널들은 제조 2 시간후와 저장 24시간 후 실험군간 부착성, 경도, 단맛에서 차이가 있다고 하였다. Trehalose와 sorbitol 첨가량이 증가할수록 경도는 확연히 감소하고 단맛이 약간 증가하는 경향을 보였으며, sorbitol 보다는 Trehalose가 단맛이 약하고 경도억제에 더 효과적임을 다시한번 확인하였다. 제조 24시간 후 전문패널의 단맛에 대한 Trehalose, 설펜더, sorbitol의 p값은 각각 <0.0001, 0.15, 0.0068로 설펜더는 단맛에 영향을 주지 못했으며, 자료의 표면반응분석과 능석분석 결과 단맛이 최저(15cm 선 척도중 0.1)인 (Trehalose, 설펜더, sorbitol)의 조건은 (4.40, 0.25, 3.00)이었으며, 설펜더를 0.25에 고정시킨 Trehalose와 sorbitol의 단맛에 대한 효과는 Fig. 71에 있다. Trehalose와 sorbitol이 증가함에 따라 단맛의 증가를 보이고 있으며, 단맛의 증가는 Trehalose보다는 sorbitol이 더 효과적임을 다시 한번 확인해 주고 있다.

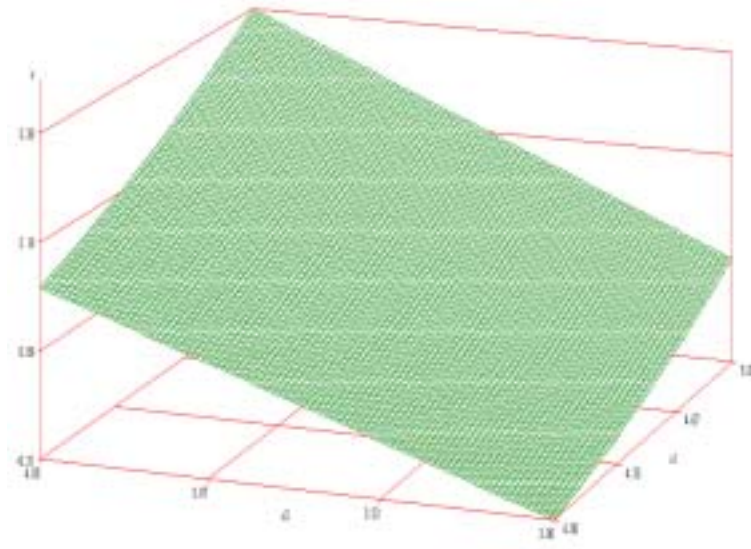


Fig. 71 Trehalose(x1)와 sorbitol(x3)의 효과 : 5℃ 24시간 저장 떡의 전문패널에 의한 단맛 평가 : x2인 설탕을 0.25에 고정.

Table 52 첨가물(trehalose+ST+sorbitol)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물			Texture 특성					
trehalose	ST	sorbitol	springiness**	cohesiveness***	chewiness***	gumminess***	adhesiveness***	hardness***
0	0	0	0.82 ^a	0.65 ^b	105.87 ^{ab}	128.60 ^{abc}	-80.91 ^a	198.24 ^{ab}
12	0	0	0.78 ^{ab}	0.68 ^a	71.35 ^d	90.41 ^e	-80.87 ^a	132.47 ^c
0	1	0	0.77 ^{ab}	0.67 ^a	103.65 ^{ab}	134.65 ^{ab}	-151.88 ^c	199.66 ^{ab}
0	0	12	0.73 ^b	0.68 ^a	56.01 ^e	76.39 ^f	-87.10 ^a	112.11 ^f
6	0.5	0	0.77 ^{ab}	0.67 ^a	88.49 ^{bc}	114.53 ^{cd}	-122.99 ^{ab}	169.94 ^{cd}
0	0.5	6	0.81 ^a	0.66 ^{ab}	114.57 ^a	140.55 ^a	-111.58 ^{ab}	209.61 ^a
6	0	6	0.77 ^{ab}	0.66 ^{ab}	78.51 ^{cd}	102.29 ^{de}	-104.54 ^{ab}	154.03 ^d
4	0.3	4	0.74 ^b	0.68 ^a	91.60 ^{bc}	123.63 ^{bc}	-131.46 ^{bc}	183.64 ^{abc}
4	0.3	4	0.76 ^{ab}	0.68 ^a	90.79 ^{bc}	119.14 ^{bc}	-137.53 ^{bc}	175.83 ^{bcd}

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 53 첨가물(trehalose+ST+sorbitol)에 의한 떡의 texture 특성¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물			Texture 특성					
trehalose	ST	sorbitol	springiness	cohesiveness	chewiness***	gumminess***	adhesiveness*	hardness***
0	0	0	0.97	0.57	3674 ^b	3770 ^b	-0.77 ^{ab}	6564 ^b
12	0	0	0.92	0.58	1472 ^f	1594 ^f	-8.18 ^b	2732 ^e
0	1	0	0.96	0.59	4564 ^a	4829 ^a	38.80 ^a	8400 ^a
0	0	12	0.94	0.58	1990 ^e	2149 ^c	17.50 ^{ab}	3727 ^d
6	0.5	0	0.90	0.58	3066 ^c	3517 ^{bc}	17.68 ^{ab}	6071 ^b
0	0.5	6	0.94	0.57	3174 ^c	3711 ^b	7.33 ^{ab}	6421 ^b
6	0	6	0.93	0.58	2155 ^{de}	2357 ^e	16.59 ^{ab}	4101 ^d
4	0.3	4	0.94	0.57	2415 ^{de}	2804 ^d	24.02 ^{ab}	5129 ^c
4	0.3	4	0.96	0.58	2737 ^{cd}	3161 ^{cd}	5.85 ^{ab}	5417 ^c

¹⁾ TA의 2번 반복(5회 측정/실험) 측정의 평균값 : 총 10회 측정의 평균값
abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임.

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 54 첨가물(trehalose+ST+sorbitol)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 2시간

첨가물			묘사특성					
trehalose	ST	sorbitol	부착성***	경도***	응집성	단맛***	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	0	6.45 ^{de}	8.53 ^a	7.97	2.83 ^c	1.62	2.25
12	0	0	8.41 ^{abc}	5.5 ^{bc}	7.87	5.03 ^{ab}	1.54	2.21
0	1	0	5.77 ^e	8.75 ^a	8.07	3.05 ^c	2.45	2.87
0	0	12	8.82 ^{ab}	5.09 ^c	7.36	6.4 ^a	1.59	1.92
6	0.5	0	6.74 ^{cde}	7.15 ^{ab}	7.62	3.77 ^{bc}	1.92	2.33
0	0.5	6	7.72 ^{abcd}	6.61 ^{bc}	7.9	4.32 ^{bc}	1.27	1.55
6	0	6	9.38 ^a	4.87 ^c	7.97	6.04 ^a	1.15	1.87
4	0.3	4	7.43 ^{bcd}	6.44 ^{bc}	8.45	4.47 ^{bc}	1.32	1.68
4	0.3	4	8.2 ^{abc}	6.23 ^{bc}	7.72	4.08 ^{bc}	1.42	1.9

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

Table 55 첨가물(trehalose+ST+sorbitol)에 의한 떡의 묘사특성강도¹⁾에의 효과 -
제조 후 24시간

첨가물			묘사특성					
trehalose	ST	sorbitol	부착성***	경도***	응집성	단맛***	쓴맛	뽀은/아린맛
0	0	0	1.84 ^{de}	11.6 ^a	3.41	2.12 ^c	1.55	1.61
12	0	0	4.35 ^{ab}	7.88 ^c	5.03	4.29 ^{ab}	1.17	1.7
0	1	0	1.49 ^e	12.13 ^a	3.02	1.85 ^c	1.6	1.96
0	0	12	3.74 ^{bc}	8.44 ^c	4.41	4.82 ^a	1.13	1.6
6	0.5	0	2.78 ^{cd}	10.48 ^{ab}	3.92	2.75 ^c	1.5	2.1
0	0.5	6	2.07 ^{de}	11.81 ^a	3.34	2.42 ^c	1.58	2.1
6	0	6	4.78 ^a	7.88 ^c	5.24	4.42 ^{ab}	0.96	1.19
4	0.3	4	2.73 ^{cd}	10.4 ^{ab}	3.95	3.21 ^{bc}	1.23	1.62
4	0.3	4	3.22 ^c	9.45 ^{bc}	4.43	3.23 ^{bc}	1.17	1.56

¹⁾ 패널 13명의 2번 반복 측정의 평균값.

abc column에서 같은 alphabet 은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적인 차이가 있음

3. 쌀가공제품의 가공특성 및 물성분석

가. 가공특성

당 알코올 중 Xylitol을 첨가한 경우 첨가 수준이 높을수록 다른 첨가물에 비해 단맛이 크게 증가하는 경향을 보였으며, 변성 전분 중 어묵용 전분을 첨가한 경우, 첨가 수준이 높아짐에 따라 향이 진하여 떡의 첨가제로 적합하지 않은 것으로 나타났다. 검류의 경우, 대부분의 경우 떡의 노화를 촉진시키는 것으로 나타났으며, 검류 첨가물중 glucosamine, 키토산 올리고당분말, 곤약, 분말한천의 경우 첨가 수준이 높아짐에 따라 떡의 색이 누렇게 변화하여 흰색의 떡 제품에는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 유화제를 사용하였을 경우 가래 떡의 표면이 갈라지는 현상이 두드러지게 발견되었으며, SSL-90의 경우 떡의 노화억제에는 적합하지 않은 것으로 나타났다. 염류의 경우, 첨가량이 증가함에 따라 떡의 색이 누렇게 변하였으며 특히 제2인산나트륨과 제3인산나트륨의 1% 첨가수준에서 그 현상이 뚜렷이 나타났다 그리고 citric acid를 사용하였을 때 첨가수준이 높아짐에 따라 향이 강해져 첨가제로서 적합하지 않은 것으로 나타났다.

나. Amylogram 특성

노화억제물질 검색결과 무첨가군 떡(control)에 비해 저장 24시간 후 경도가 낮았던 sorbitol, 분당, xylitol과 erythritol, trehalose, fructooligo당(분말)의 첨가수준별 amylogram 특성은 각각 Table 56, Table57, Table 58, Table 59, Table 60에 있다. 이들 소당류 및 알코올유의 경우 무첨가군(control) 쌀가루에 비해 peak viscosity, hot paste viscosity, cold paste visocosity, breakdown이 낮게 나타났으며, 이러한 현상은 sorbitol, Trehalose, fructooligo당(분말)의 경우 첨가수준이 증가할수록 현저하였다.

산 전분인 AA 전분의 경우 0.1% 첨가수준에서 peak viscosity와 breakdown이 무첨가군에 비해 높게 나타났으며, 1% 첨가수준에서 cold paste viscosity 와 total setback이 낮게 나타났다(Table 61).

Table 56 Sorbitol 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	Control		Sorbitol 첨가량 (%)	
	0	1	5	10
Peak viscosity (P)	302	290	255	237
Hot paste viscosity (H)	182	182	178	158
Cold paste viscosity (C)	392	378	368	357
Breakdown (P-H)	120	108	77	78
Total setback (C-H)	210	197	190	198
Setback (C-P)	90	88	113	120

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

Table 57 분당 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	Control	분당 첨가량 (%)
	0	5
Peak viscosity (P)	495	345
Hot paste viscosity (H)	275	230
Cold paste viscosity (C)	545	465
Breakdown (P-H)	220	115
Total setback (C-H)	270	235
Setback (C-P)	50	120

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

Table 58 Xylitol과 Erythritol 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	Control	Xylitol (%)	Erythritol (%)
	0	5	5
Peak viscosity (P)	415	362.5	315
Hot paste viscosity (H)	250	270	215
Cold paste viscosity (C)	490	529	445
Breakdown (P-H)	165	92.5	100
Total setback (C-H)	240	259	230
Setback (C-P)	75	166.5	130

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

Table 59 Trehalose 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	Control		Trehalose 첨가량 (%)	
	0	5	5	10
Peak viscosity (P)	475	375	375	285
Hot paste viscosity (H)	270	235	235	192.5
Cold paste viscosity (C)	545	475	475	410
Breakdown (P-H)	205	140	140	92.5
Total setback (C-H)	275	240	240	217.5
Setback (C-P)	70	100	100	125

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

Table 60 Fructooligo당(분말) 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	Control		Fructooligo당(분말) (%)	
	0	1	5	10
Peak viscosity (P)	480	410	355	260
Hot paste viscosity (H)	300	225	255	180
Cold paste viscosity (C)	600	510	450	355
Breakdown (P-H)	130	185	130	140
Total setback (C-H)	300	255	225	175
Setback (C-P)	120	70	95	95

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

Table 61 AA 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	Control		AA 전분 (%)	
	0	0.1	0.5	1
Peak viscosity (P)	390	420	390	380
Hot paste viscosity (H)	255	260	260	270
Cold paste viscosity (C)	525	520	535	495
Breakdown (P-H)	105	160	130	110
Total setback (C-H)	270	260	275	225
Setback (C-P)	135	100	145	115

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

OSA 전분 5% 수준의 경우 무첨가군(control)과 비슷한 amylogram 특성을 보였으나, 10%수준에서는 무첨가군에 비해 peak viscosity와 breakdown이 높았으며, cold paste viscosity는 유난히 낮았다(Table 62).

썬텐더 0.1% 혹은 0.5% 첨가시 무첨가군의 amylogram 특성과 비슷하였으나, 1% 첨가시 peak viscosity가 약간 높은 점을 제외하고는 비슷한 amylogram 양상을 보여주었다(Table 63).

Table 62 OSA 전분 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	OSA 전분 첨가량 (%)		
	Control 0	5	10
Peak viscosity (P)	470	465	500
Hot paste viscosity (H)	265	270	240
Cold paste viscosity (C)	515	530	240
Breakdown (P-H)	205	195	260
Total setback (C-H)	250	260	280
Setback (C-P)	45	65	30

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

Table 63 썬텐더 첨가량에 의한 amylogram 특성¹⁾

특성	썬텐더 첨가량 (%)			
	Control 0	0.1	0.5	1
Peak viscosity (P)	410	400	400	425
Hot paste viscosity (H)	230	225	230	240
Cold paste viscosity (C)	460	450	445	475
Breakdown (P-H)	180	175	170	185
Total setback (C-H)	230	225	215	235
Setback (C-P)	50	50	45	50

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

유화제 sp 첨가의 경우 (Table 64) 첨가수준에 따라 peak viscosity, hot paste viscosity, cold paste viscosity가 증가하는 경향을 보였다. 노화와 관련있다고 알려진 Breakdown, total setback의 경우 sp 0.1%첨가군에 비해 sp 1%첨가군의 값이 감소하는 경향을 보여주었다.

Table 64 SP 첨가에 따른 쌀가루의 amylograpm 특성¹⁾

	Control	SP		
	(무첨가군)	1%	0.5%	0.1%
Peak viscosity (P)	365	560	472.5	400
Hot paste viscosity (H)	355	515	445	312.5
Cold paste viscosity (C)	450	660	620	517.5
Breakdown (P-H)	10	45	27.5	87.5
Total setback (C-H)	95	145	175	205
Setback (C-P)	85	100	147.5	117.5

¹⁾ 2번 반복 측정의 평균값

기타 본 실험을 통해 떡의 경도억제효과를 보인 첨가물의 수준별 아밀로그래프 특성 (Table 65)에서 미분당 5%, 이소말트 5%, 헬스리고 1%, 헬스리고 5%, 갈락토올리고 5%, 10%, 테트리오 5%와 10%의 Peak viscosity는 무첨가군에 비해 다소 낮은 반면 hot paste viscosity는 다소 높게 나타났다. 이러한 이유는 이들 첨가에 의해 전분호화가 지연되어 일어난 현상으로 여겨진다. 노화와 관계있다고 알려진 breakdown, total setback에서 모든 실험군은 무첨가군인 control에 비해 낮았다.

Table 65 떡의 경도억제에 첨가물에 의한 떡의 Amylogram 특성¹⁾

	Amylogram 특성					
	Peak viscosity (P)	Hot paste viscosity (H)	Cold paste viscosity (C)	Breakd own (P-H)	Total setback (C-H)	Setback (C-P)
Control	508	278	553	230	275	45
미분당5%	460	323	555	138	233	95
이소말트5%	430	328	493	103	165	63
헬스리고1%	475	373	545	103	173	70
헬스리고5%	448	388	483	60	95	35
갈락토올리고5%	435	310	495	125	185	60
갈락토올리고10%	433	285	465	148	180	33
테트리고5%	405	315	495	90	180	90
테트리고10%	485	345	525	140	180	40

1) 2번 반복 측정의 평균값

다. DSC (Differential scanning Calorimeter)를 이용한 상변이 특성

쌀가루를 이용한 DSC에 의한 노화도 측정 결과는 Fig. 72에 있으며, 떡을 이용한 DSC에 의한 노화도 측정결과는 Fig. 73에 있다. 보편적으로 노화도 측정에는 쌀가루 자체를 이용하여 측정하고 있으나, 떡의 경우 그대로 DSC측정에 응용하는 것이 효과적이었다. 떡의 경도변화는 빠른 시간 안에 나타난 반면 전분의 recrystallization에 의한 peak의 형성은 경도증가에 비해 더 많은 시간이 필요하다고 판단된다.

1차년도 연구결과에 따라 노화억제 효과를 “쌀가루”형태가 아닌 “떡”의 형태를 사용하여 DSC에 의한 노화억제 효과특정의 가능성을 조사하였다. :Fructooligo당과 SSL 복합사용한 떡(라. 복합물질 사용에 의한 떡의 노화억제의 4) Fructooligo 당과 SSL 혼합효과 참조)의 제조 당일과 5℃ 저장 1주일 후의 DSC thermogram은 Fig. 74에 있다. 떡의 TA측정의 경우 경도 차이에 의해 노화억제 효과를 측정할 수 있었던 것에 비해 DSC를 사용하였을 경우 무첨가군인 control에 비교하여 실험군 떡의 DSC thermogram에서의 차이는 발견되지 않았다. DSC 특성은 본 연구의 떡의 노화도 측정에는 효과적이지 못하였다.

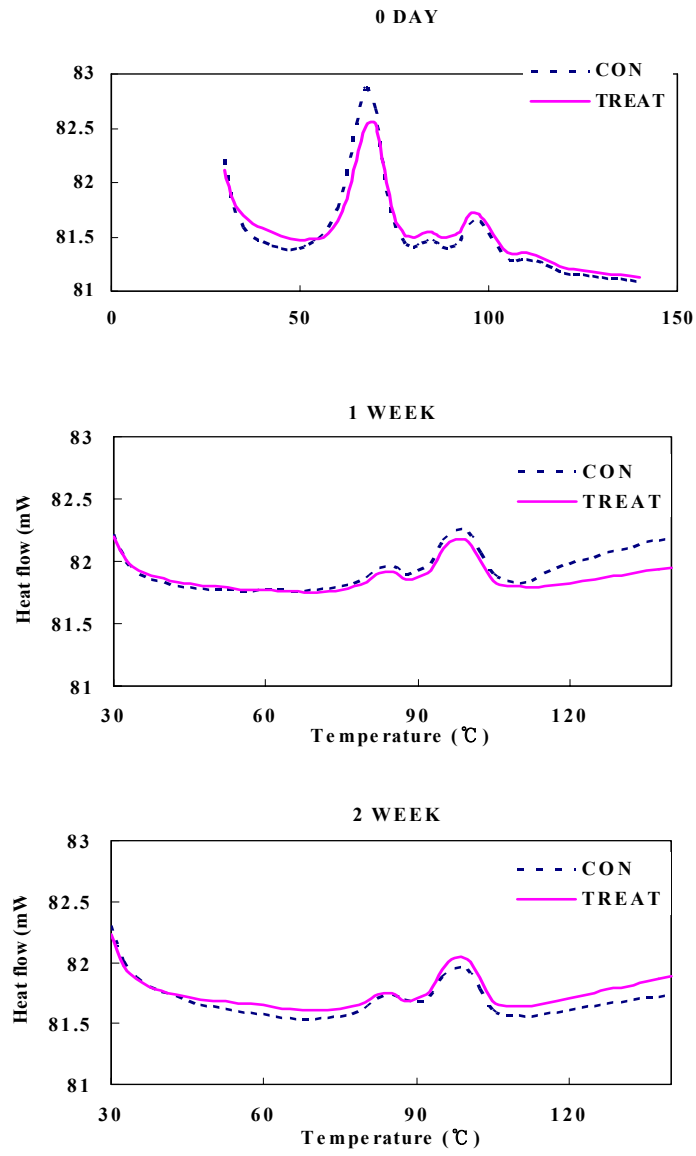


Fig. 73 저장기간별 쌀가루의 상변이 특성

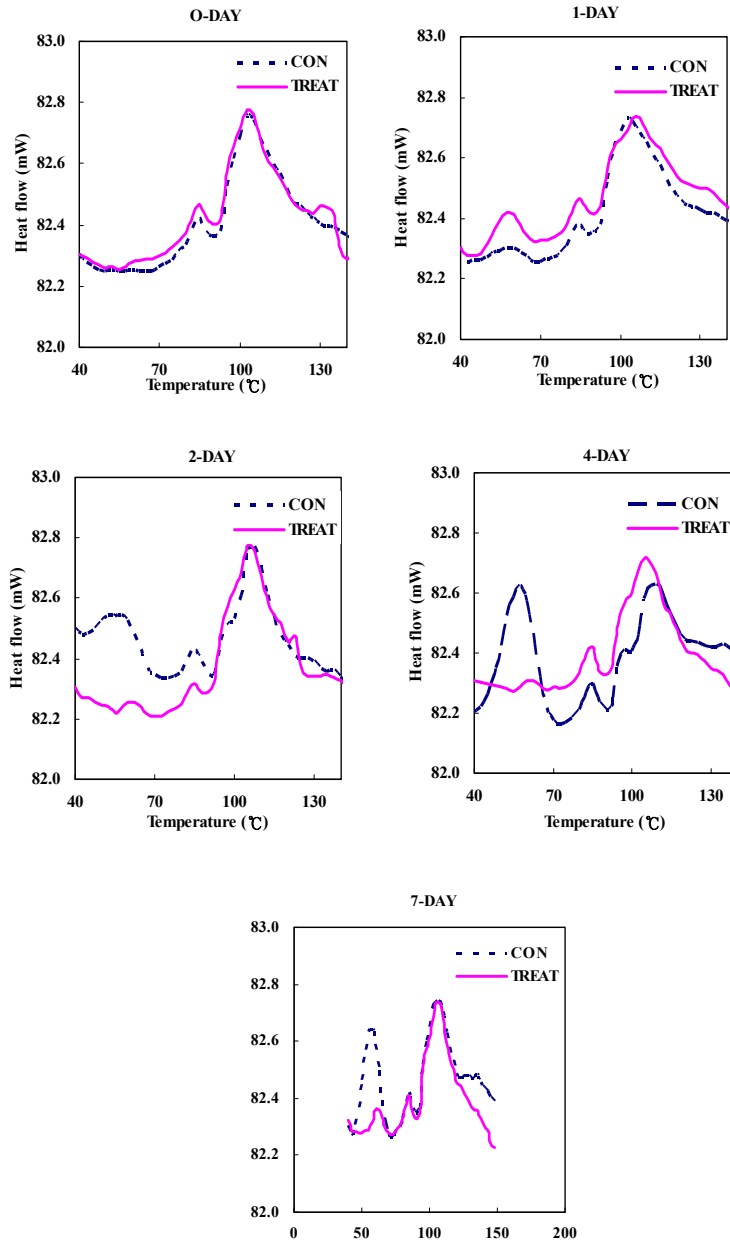


Fig. 73 저장기간별 떡의 상변이 특성

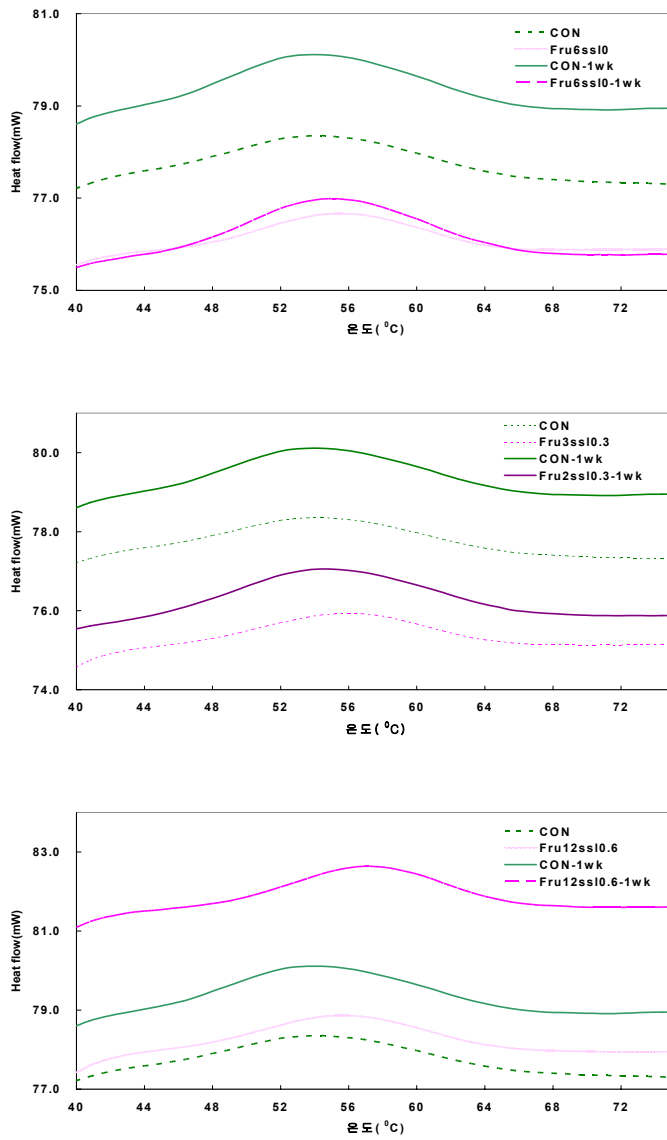


Fig. 74 Fructooligo당과 SSL 복합사용한 떡의 DSC 특성-제조 당일과 5°C 저장 1주일 후 (계속)

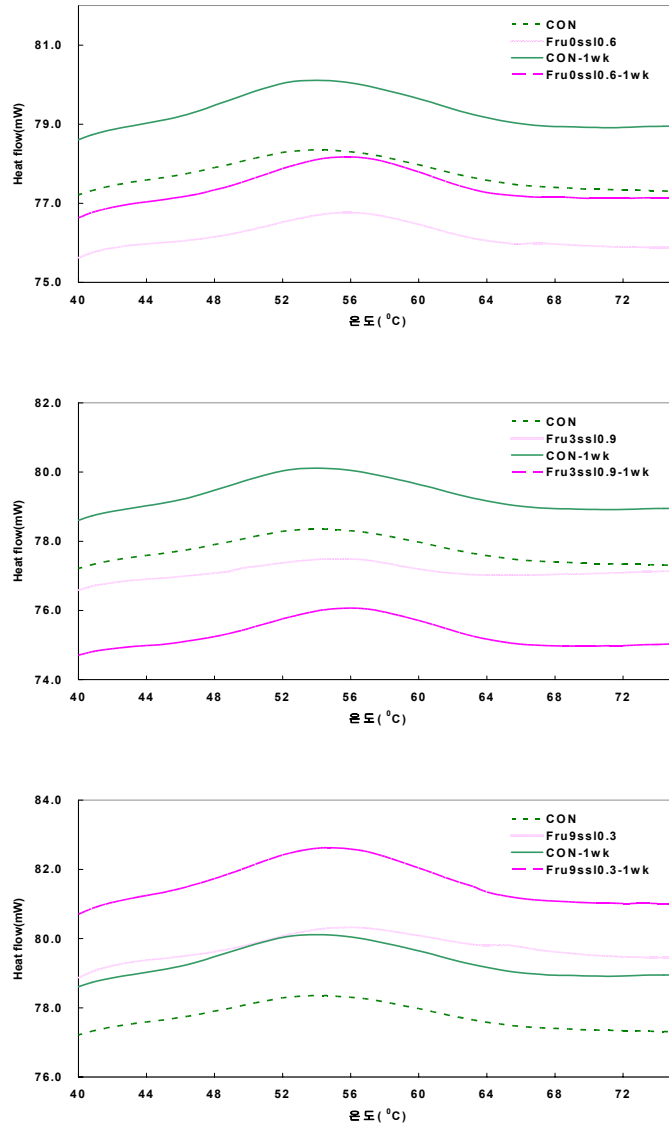


Fig. 74 Fructooligo당과 SSL 복합사용한 떡의 DSC 특성-제조 당일과 5°C 저장 1주일 후 (계속)

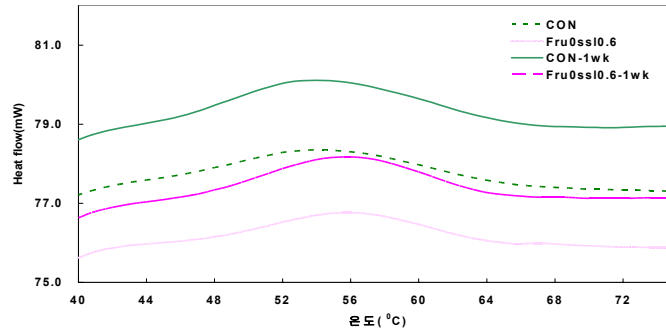


Fig. 74 Fructooligo당과 SSL 복합사용한 떡의 DSC 특성-제조 당일과 5°C 저장 1주일 후

4. NMR을 이용한 기기적 노화도분석

떡 제조 후 시간 경과에 따른 water mobility를 NMR의 transverse relaxation time (spin-spin relaxation, T2)과 longitudinal relaxation time (spin-lattice relaxation, T1)으로 비교하였으며, T2는 CPMG 방법을 사용하였으며 T1은 saturation recovery 방법으로 측정하였다. 설탕, 제 1인산 나트륨, 제 3인산나트륨, 폴리인산나트륨의 첨가수분별 water mobility의 변화는 각각 Fig. 75, Fig. 76, Fig. 77, Fig. 78에 있다.

떡 제조 직후에는 경도 등에서는 별다른 차이가 없었으나 NMR의 relaxation times, T1 또는 T2 값이 설탕의 첨가량이 증가할수록 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 설탕이 주위에 물분자를 holding 함으로써 전체적으로 물의 mobility가 제한되었음을 나타낸다. 이러한 경향은 제1인산나트륨, 제3인산나트륨, 폴리인산나트륨, 메타인산나트륨 모두에서 나타났다. 이렇듯 mobility에 제한을 받은 물 분자들은 amylose 분자사이의 water shrinkage를 간접적으로 방지하여 경도 증가를 억제할 수 있는 것으로 사료된다.

시간이 경과하여 노화가 진행됨에 따라 T2 값은 감소하는 경향이나 T1값은 첨가제의 특성에 따라 증가 또는 감소하는 것으로 나타났다. 그러므로 첨가제의 노화방지 효과 등을 예측하기 위해서는 T1 value보다는 T2 value가 더 유용한 결과를 제시할 수 있을 것으로 보여진다. 시간에 따른 T2 값의 감소 경향은 첨가제의 농도 효과에 비해 매우 낮은 것을 볼 수 있는데 이는 노화가 진행이 되더라도 첨가제가 holding 하고 있는 물 분포에서는 별다른 변화가 없음을 나타낸다. 그러므로 떡의 제조 직후의 T2 값은 노화 속도 예측에 유효할 수 있을 것으로 사료된다.

물의 mobility측정에 흔히 사용되는 NMR을 떡의 노화도 측정에 응용한 실험은 전무하나 떡의 노화도와 NMR특성(T1과 T2값)과의 관계규명을 위해서는 본 연구의 일부보다는 그 목적만을 위한 독립된 연구가 필요하다고 판단된다. 향후 연구에서는 NMR기종 선택이 먼저 재고되어야 할 것으로 판단된다.

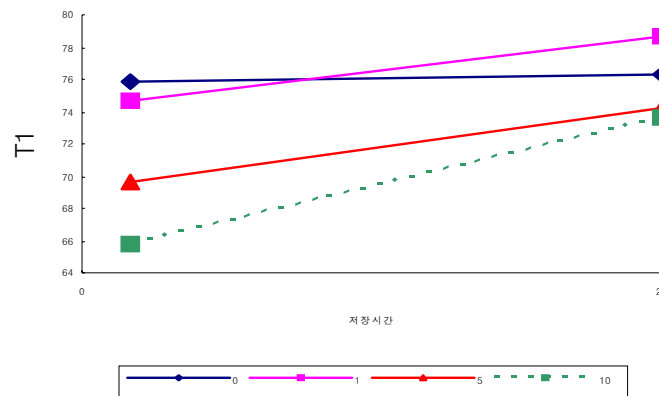


Fig. 75. 선텐더의 첨가수준별 water mobility 변화

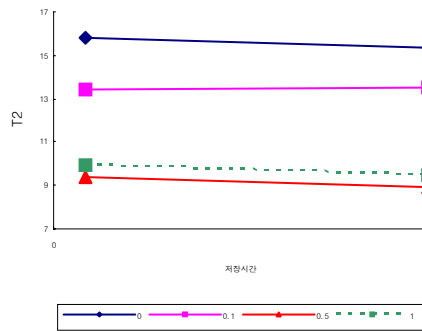
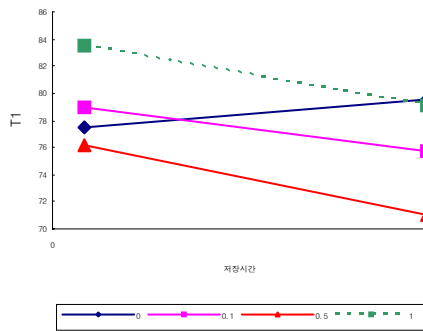
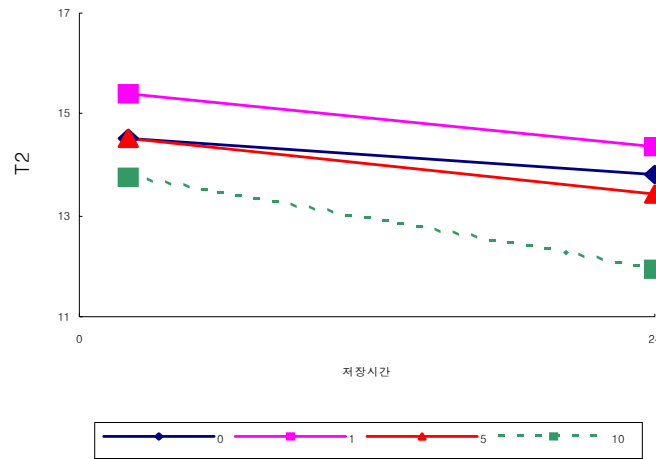


Fig. 76. 제1인산나트륨의 첨가수준별 water mobility 변화

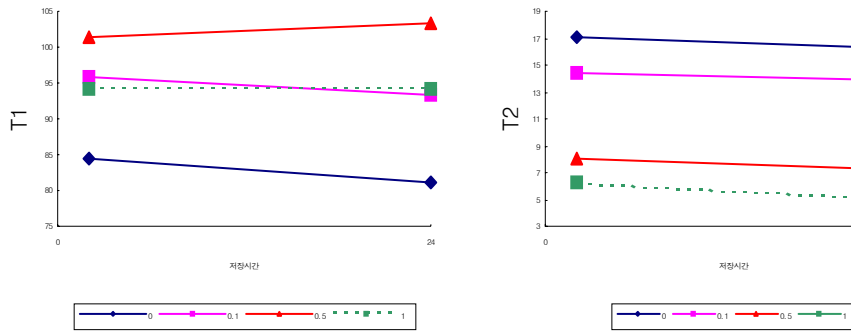


Fig. 77. 제3인산나트륨의 첨가수준별 water mobility 변화

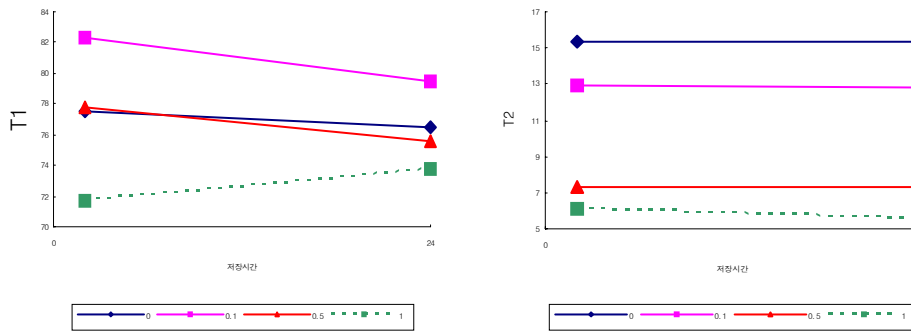


Fig 78. 폴리인산나트륨의 첨가수준별 water mobility 변화

5. 반응 속도론적 노화도 분석

가. Texture analyzer를 이용한 texture profile

떡의 경도 억제물질 검색결과 떡의 굳기를 억제하는 물질이라고 판단된 미분당, trehalose, fructooligo(분말), isomalt, 헬스리고, galactoligo, 테트리고를 첨가한 떡볶기 떡을 5℃에서 0, 6, 24, 30시간 저장 후, 무첨가군 떡과 비교하여 TA 에 의해 texture profile특성을 측정된 결과, 경도의 경우(Fig. 79), 대부분의 물질에서 떡의 굳기를 억제효과를 재 확인시켜준 반면, 프락토올리고(분말) 5%, isomalt 5%, 헬스리고 1%의 경우 무첨가군(control)에 비해 저장(5℃) 24시간 경과 후 무첨가군(control)에 비해 떡의 굳음 억제 효과는 없는 것으로 나타났다. 이 결과는 떡 실험의 오차로부터 기인하는 것으로 판단되며, 본 실험결과가 반복 실험에 의한 결과라 하더라도 최종 실험결과에 대한 재 확인실험이 필요하다고 판단된다.

adhesiveness의 경우 (Fig. 80)대부분 시간에 따라 감소하는 경향을 보여주고 있으며, 경향이 다른 실험군(테트리고 5%)의 경우, 실험재료에 의한 오차로 여겨지며, 이를 방지하기 위해서는 좀 더 세심한 시편준비가 필요하다고 판단된다. gumminess의 경우 (Fig. 81) fructooligo분말 5%, 헬스리고 1%를 제외하고는 무첨가군에 비해 모두 낮은 경향을 보여준다. chewiness의 경우 (Fig. 82) 헬스리고 1%를 제외하고는 본 실험에 사용된 실험군 떡의 chewiness가 무첨가군에 비해 낮았다. 헬스리고 1%를 첨가한 떡의 cohesiveness (Fig. 83)가 다른 실험군 떡에 비해 낮은 경향을 보였으며, 그 외 다른 실험군들의 cohesiveness는 모두 비슷한 경향을 보여주었다. 저장 30시간 후 무첨가군 떡의 springiness (Fig. 84)가 다른 첨가군에 비해 낮게 나타났으며, 헬스리고 5% 경우 springiness가 비교적 높게 나타났다.

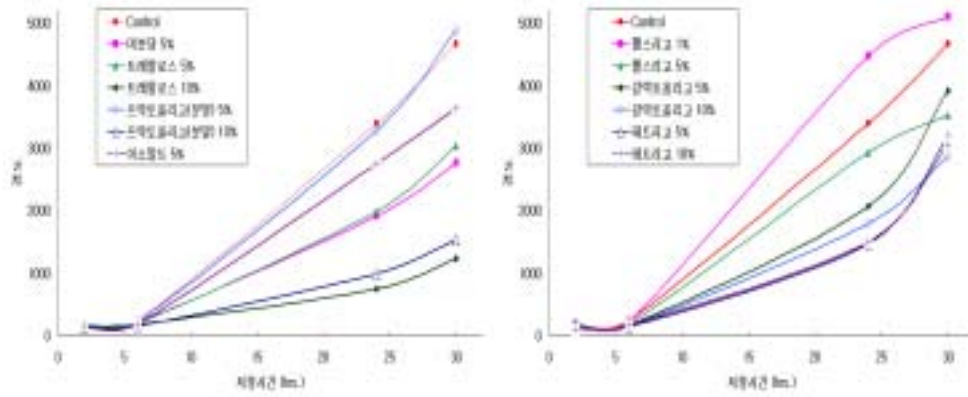


Fig. 79 시간에 따른 떡의 경도 변화

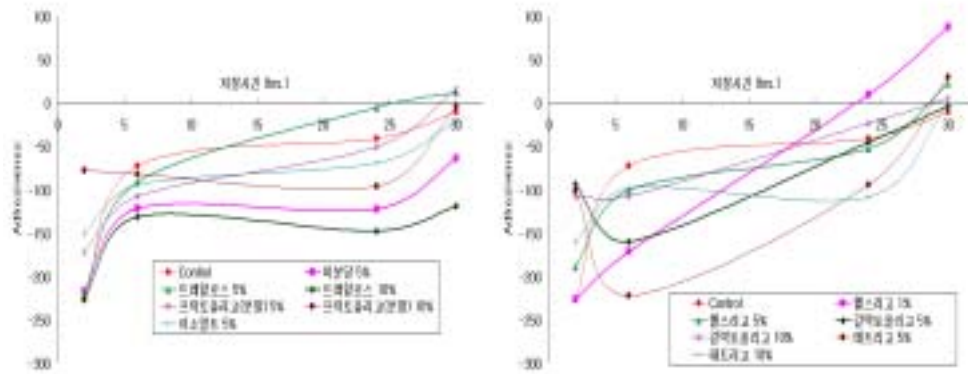


Fig. 80 시간에 따른 떡의 Adhesiveness의 변화

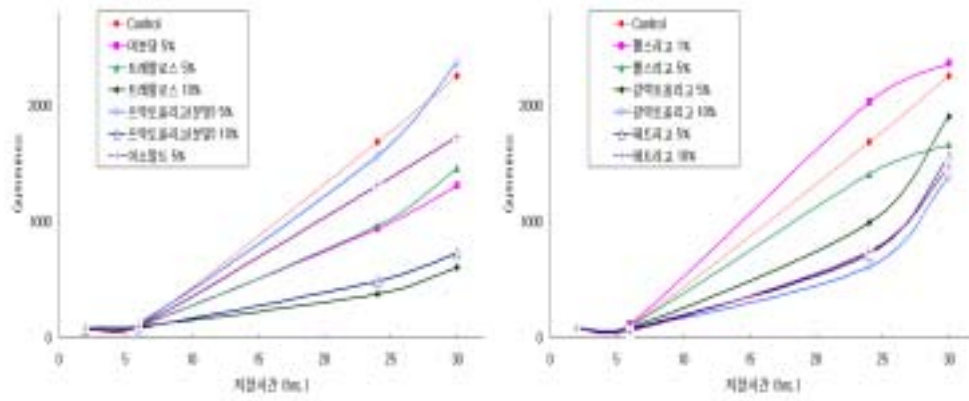


Fig. 81 시간에 따른 떡의 Gumminess의 변화

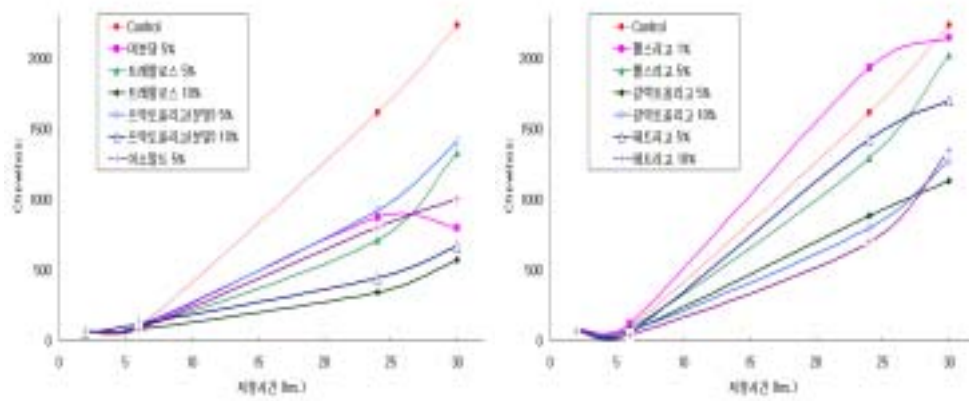


Fig. 82 시간에 따른 떡의 Chewiness의 변화

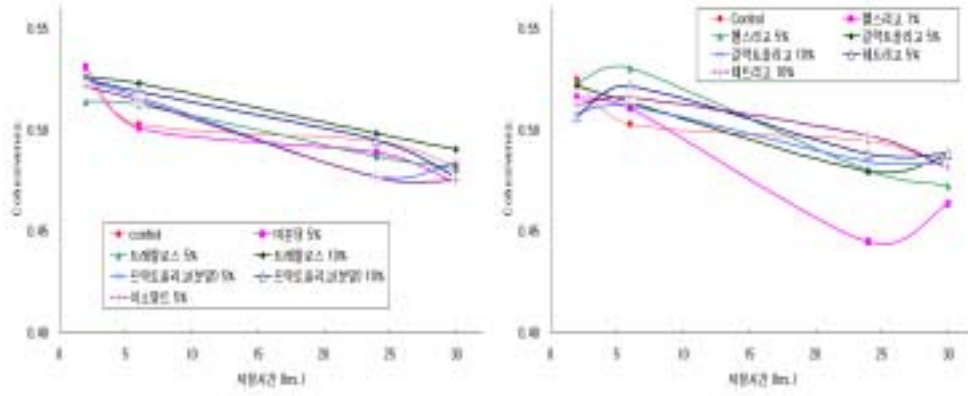


Fig. 83 시간에 따른 떡의 Cohesiveness의 변화

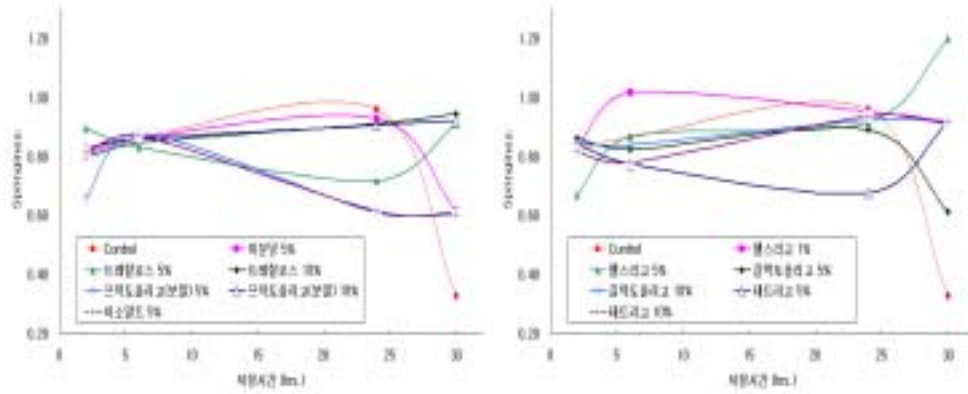


Fig. 84 시간에 따른 떡의 Springiness의 변화

나. 저장중 경도변화를 Avrami이론에 적용한 노화특성 분석

1) 주요 단일 물질별 수준별 효과

떡의 저장시간(0, 4, 22, 28시간, 5°C)에 따른 경도를 Avrami 방정식에 따라 분석함으로써 노화경향을 살펴보았다. $\log\{E_L-E_T\}/E_L-E_0$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림은 Fig. 85, 떡의 저장시간에 따른 $\log_e\{E_L-E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림은 Fig. 86에 있으며, 무첨가군(control)을 포함한 노화억제 예상 첨가물이 든 떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수값(1/k)은 Table 66에 있다.

$\log\{E_L-E_T\}/E_L-E_0$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림의 기울기로부터 Avrami지수값(n)을 구하였으며, $\log_e\{E_L-E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림으로부터 속도상수(k)를 구하였으며, 그 역수값으로 시간상수값(1/k)을 산출하였다.

본 실험의 무첨가군 떡의 Avramin값은 2.415로 한(1977)의 연구결과에서 2.34과 비슷한 값을 보였으며, 결정화 형태를 나타내는 n값은 본 실험의 경우 1.977에서 3.29 범위에 있었다. 이러한 값은 본 실험에서 사용된 저장 온도가 5°C에 의한 급속한 결정핵 형성에 기인하였다고 판단된다.

본 실험에 사용된 첨가물 중 프락토올리고(분말)10%와 트레할로스 10%수준에서 n값이 각각 1.977, 2.020으로 가장 낮았으며, 헬스리고 1%수준에서 3.297로 가장 높았다. 트레할로스 10%첨가된 떡은 시간상수가 238.10으로 노화의 진행속도가 가장 낮았고, 그 다음으로 프락토올리고(분말)10%가 낮게 나타났다. 무첨가군에 비해 노화진행속도가 비교적 빠른 것으로 나타난 실험군은 헬스리고 1%와 프락토올리고(분말)5%군이였다. 이들 두 물질을 제외한 모든 실험군의 노화 진행속도가 무첨가군에 비해 비교적 느린 것으로 나타났다.

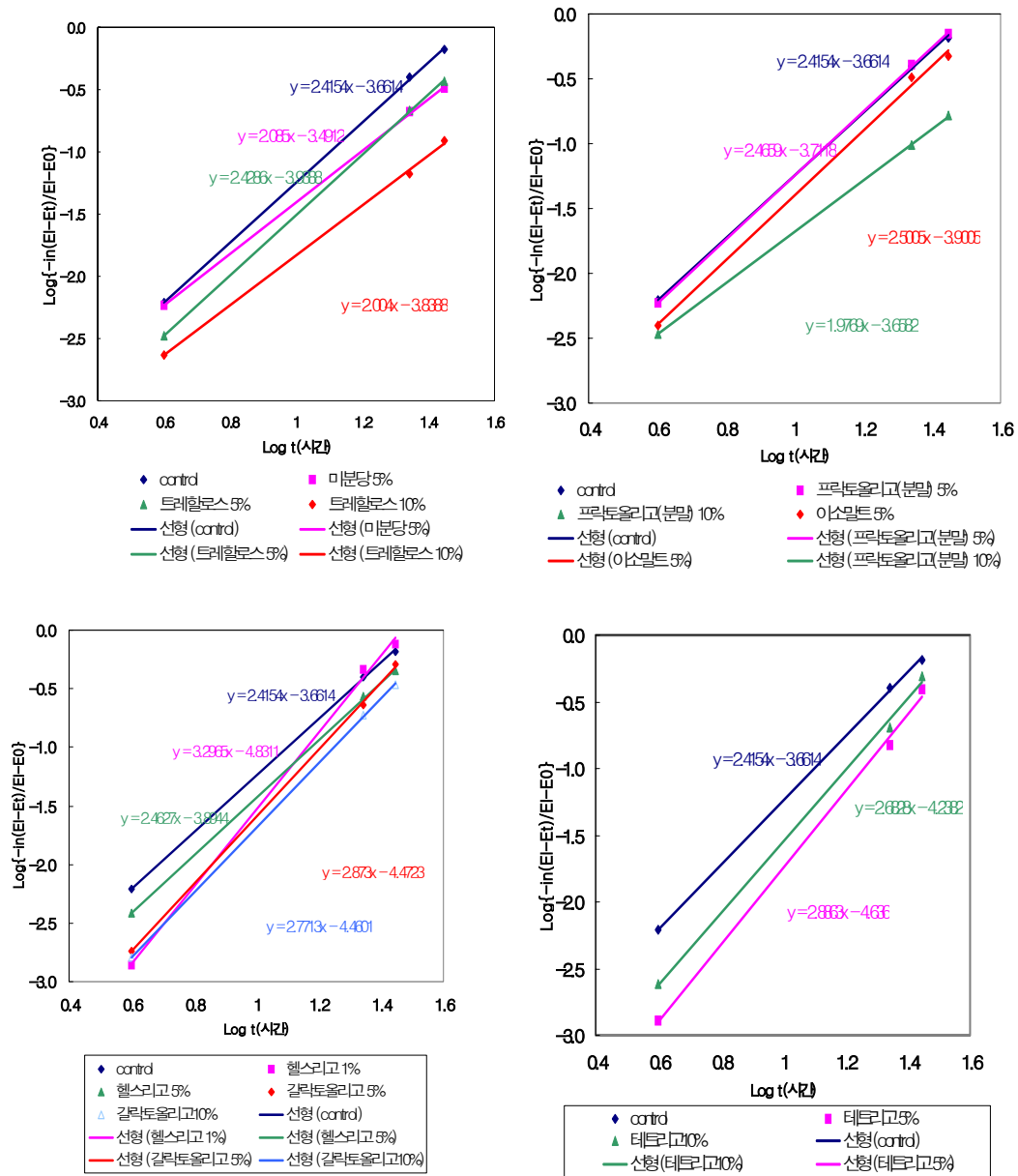


Fig. 85 떡의 저장시간에 따른 $\log\{(E_L-E_T)/E_L-E_0\}$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림

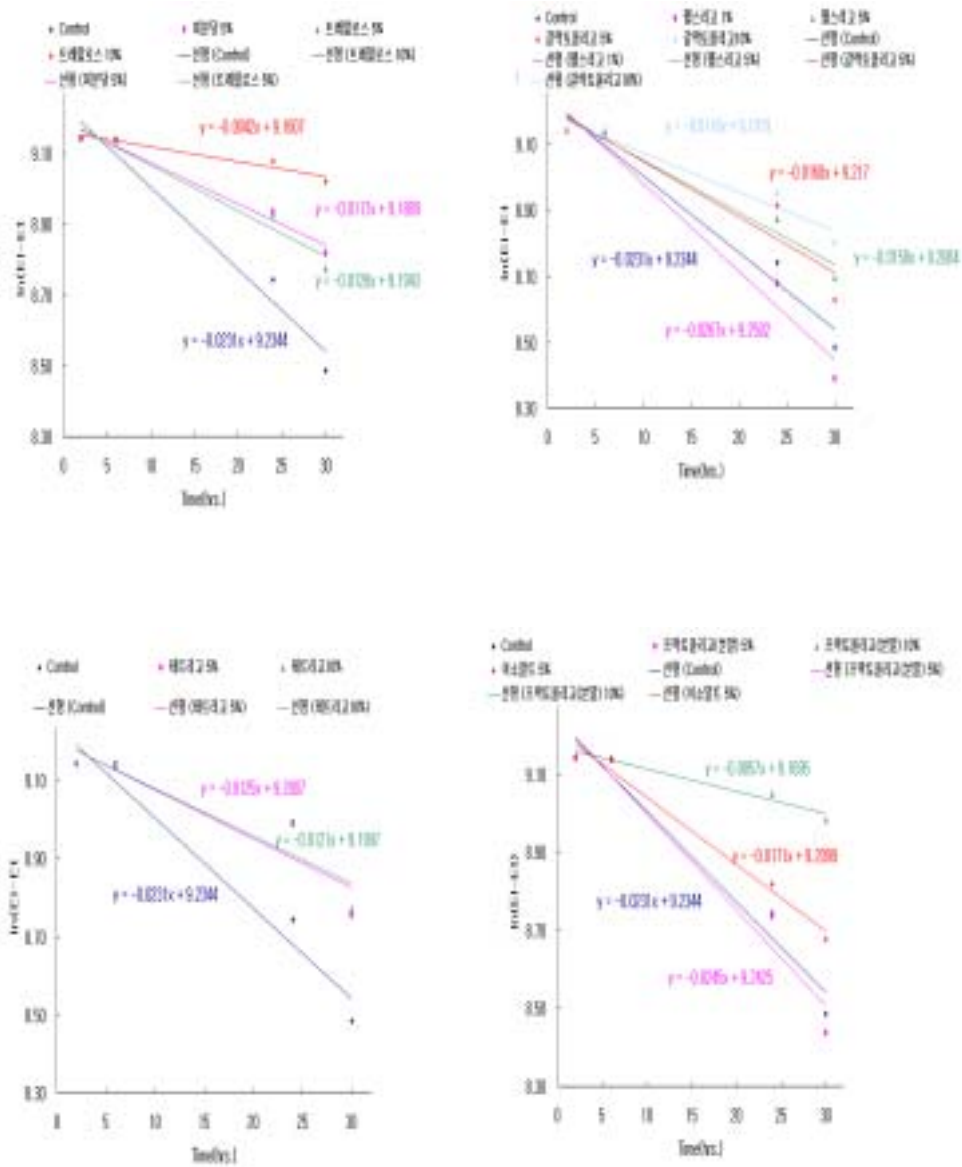


Fig. 86 떡의 저장시간에 따른 $\log_e(E_L - E_T)$ 와 시간을 축으로 한 그림

Table 66 무첨가군 떡에 비교한 첨가물이 든 떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수(1/k)

시료	n	1/k	Sample	n	1/k
Control	2.415	43.29	헬스리고 1%	3.297	37.45
미분당 5%	2.085	85.47	헬스리고 5%	2.463	63.29
트레할로스 5%	2.429	78.13	갈락토올리고 5%	2.873	59.52
트레할로스 10%	2.020	238.10	갈락토올리고10%	2.771	84.75
프락토올리고(분말) 5%	2.466	40.82	테트리코 5%	2.886	80.00
프락토올리고(분말) 10%	1.977	175.44	테트리코10%	2.683	82.64
이소말트 5%	2.501	58.48			

2) 혼합(Trehalose와 설펜더)에 의한 효과

Trehalose와 설펜더를 혼합하여(“2. 복합노화억제제의 최적화 및 관능특성분석, 라. 복합물질사용에 의한 떡의 노화억제효과, 2) Trehalose와 설펜더의 혼합사용”참조) 만든 떡의 저장시간(0, 24, 48시간, 5°C)에 따른 경도를 Avrami 방정식에 따라 분석함으로써 노화경향을 살펴보았다. $\log\{E_L-E_T\}/E_L-E_0$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림은 Fig. 87, 떡의 저장시간에 따른 $\log_e\{E_L-E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림은 Fig. 88에 있다. 무첨가군(control)을 포함한 노화억제 예상 첨가물이 든 떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수값(1/k)은 Table 67에 있다.

앞서 “1) 주요 단일 물질별 수준별 효과”에서 언급하였듯이 $\log\{E_L-E_T\}/E_L-E_0$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림의 기울기로부터 Avrami지수값(n)을 구하였으며, $\log_e\{E_L-E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림으로부터 속도상수(k)를 구하였으며, 그 역수 값으로 시간상수값(1/k)을 산출하였다. 본실험에서 도출된 시간상수에 대한 Trehalose와 설펜더의 효과를 회귀식에 의해 분석한 후 나타낸 그림은 Fig 89에 있다. Trehalose 함량이 높을수록 시간상수가 높아졌으며, 즉, 굳는데 더 많은 시간이 걸리며, 노화상수에 대한 설펜더의 영향은 미미한 것으로 나타났다.

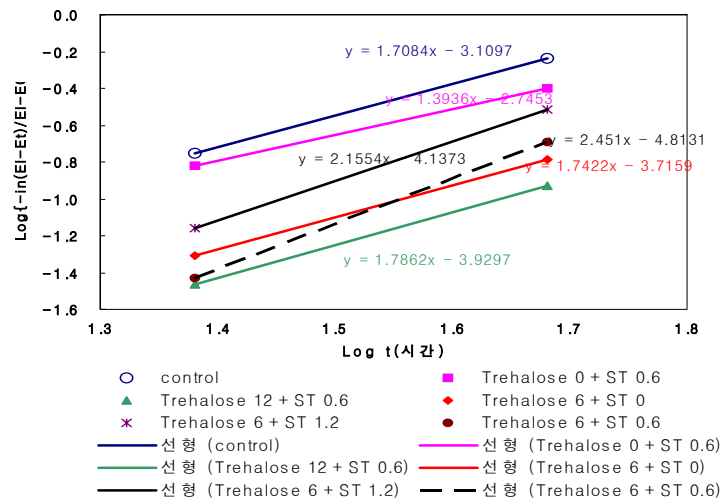
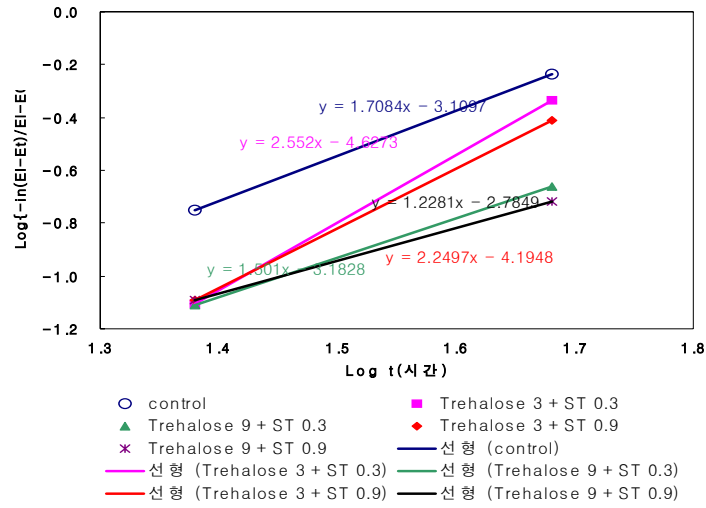


Fig. 87 Trehalose와 선텐더를 혼합사용한 떡의 저장시간에 따른 $\log\{(E_L-E_T)/E_L-E_0\}$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림

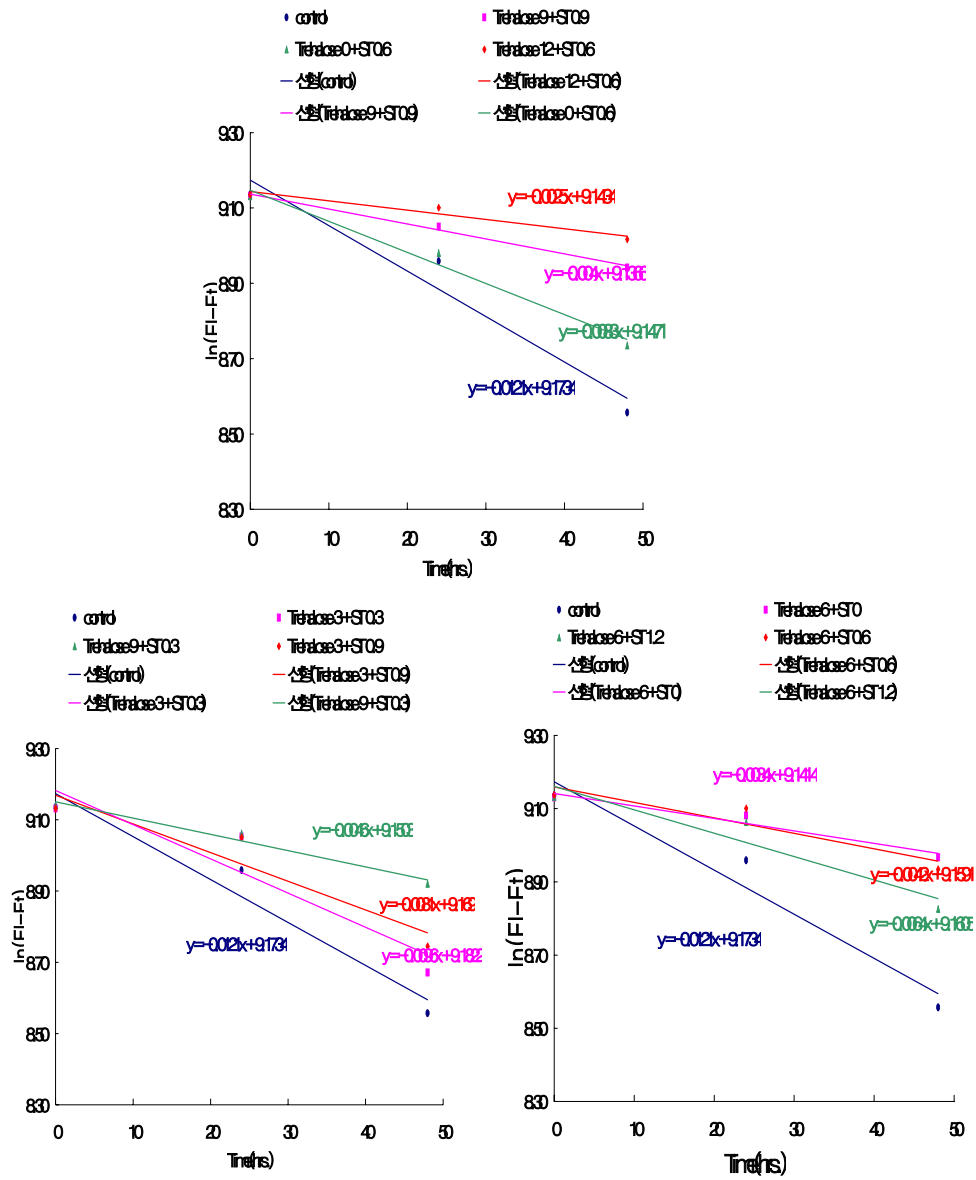


Fig. 88 Trehalose와 선텐더를 혼합사용한 떡의 저장시간에 따른 $\log_e\{E_L - E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림

Table 67 무첨가군 떡에 비교한 첨가물이 든 떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수(1/k)

시료	n	1/k
control	1.708	82.64
trehalose3 + ST0.3	2.552	104.17
trehalose9 + ST0.3	1.501	217.39
trehalose3 + ST0.9	2.250	123.46
trehalose9 + ST0.9	1.228	250.00
trehalose0 + ST0.6	1.394	120.48
trehalose12 + ST0.6	1.786	400.00
trehalose6 + ST0	1.742	294.12
trehalose6 + ST1.2	2.155	156.25
trehalose6 + ST0.6	2.451	238.10

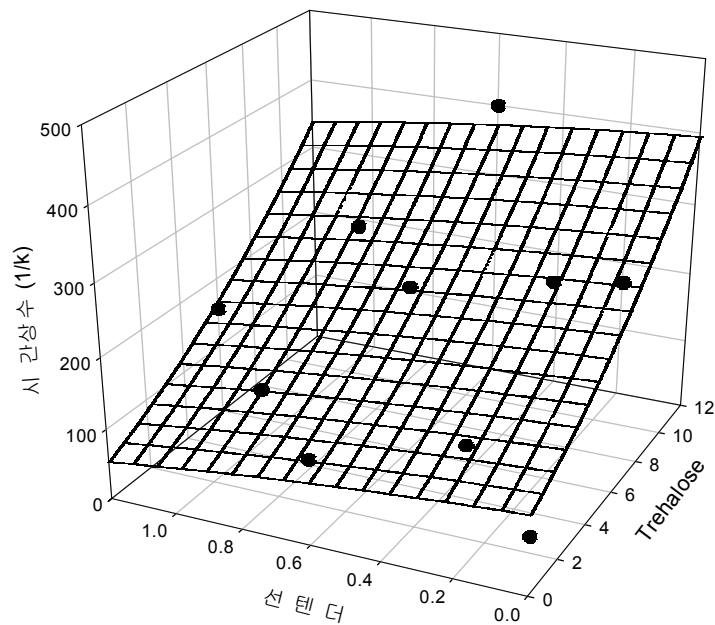


Fig 89 떡의 시간상수에 대한 Trehalose와 선텐더의 효과

3) 혼합사용(Trehalose, SP, sorbitol)에 의한 효과

Trehalose, sp, sorbitol을 혼합하여("2. 복합노화억제제의 최적화 및 관능특성분석, 라. 복합물질사용에 의한 떡의 노화억제효과, 11) Trehalose, sp, sorbitol의 혼합사용" 참조) 만든 떡의 저장시간(0, 24, 30시간, 5℃)에 따른 경도를 Avrami 방정식에 따라 분석함으로써 노화경향을 살펴보았다. $\log\{E_L-E_T\}/E_L-E_0$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림은 Fig. 90, 떡의 저장시간에 따른 $\log_e\{E_L-E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림은 Fig. 91에 있다. 무첨가군(control)을 포함한 혼합 첨가물이 든 떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수값($1/k$)은 Table 68에 있다.

앞서 "1) 주요 단일 물질별 수준별 효과"에서 언급하였듯이 $\log\{E_L-E_T\}/E_L-E_0$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림의 기울기로부터 Avrami지수값(n)을 구하였으며, $\log_e\{E_L-E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림으로부터 속도상수(k)를 구하였으며, 그 역수 값으로 시간상수 값($1/k$)을 산출하였다. 무첨가군에 비교하여 Trehalose, sp, sorbitol첨가량에 따른 떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수값($1/k$)을 살펴보면 무첨가군에 비해 앞서 여러번 언급하였듯이 Trehalose의 노화억제 효과가 다른 첨가물에 비해 월등하게 나타났으며, sp 단독으로 떡에 사용하였을 경우 효과적이지 못했다. Trehalose 12%군을 제외하고는 Trehalose 4%, sp0.3%, sorbitol 4% 첨가군의 경우 노화속도억제에 효과적으로 나타났다.

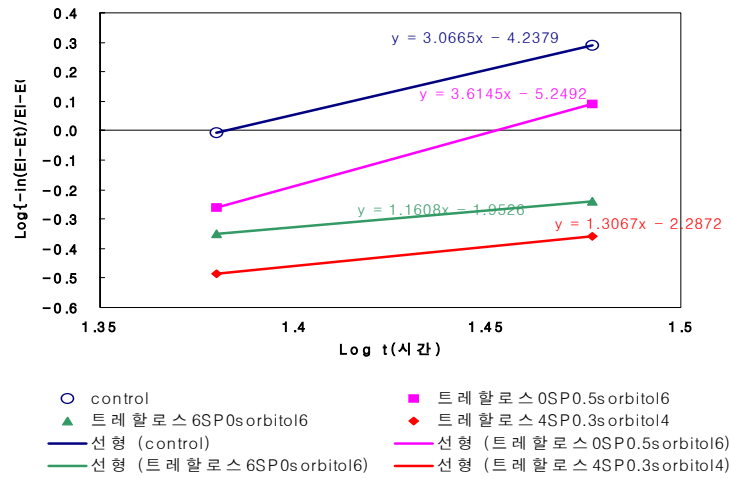
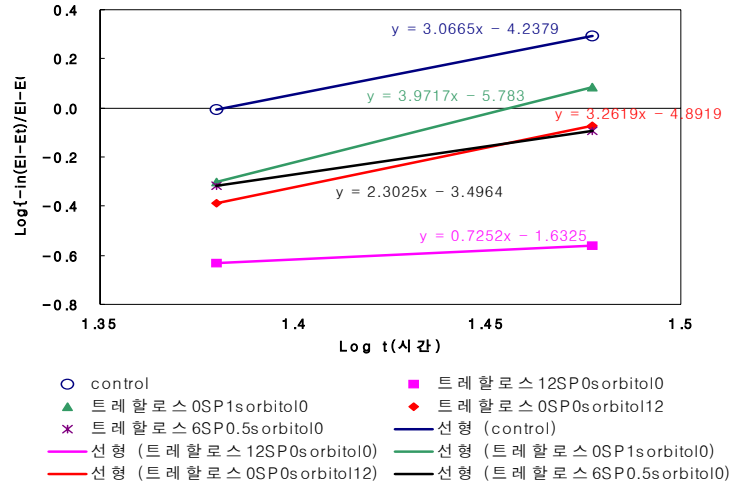


Fig. 90 Trehalose, sp, sorbitol을 혼합사용한 떡의 저장시간에 따른 $\log\{(E_L - E_T) / E_L - E_0\}$ 와 $\log t$ 를 축으로 한 그림

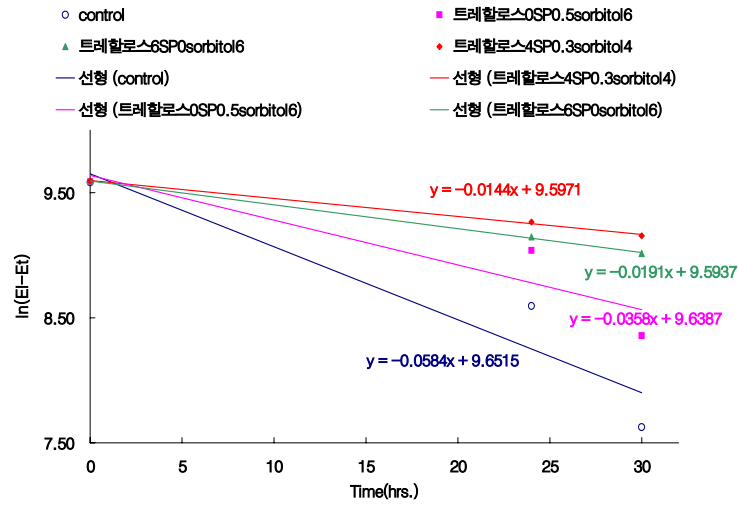
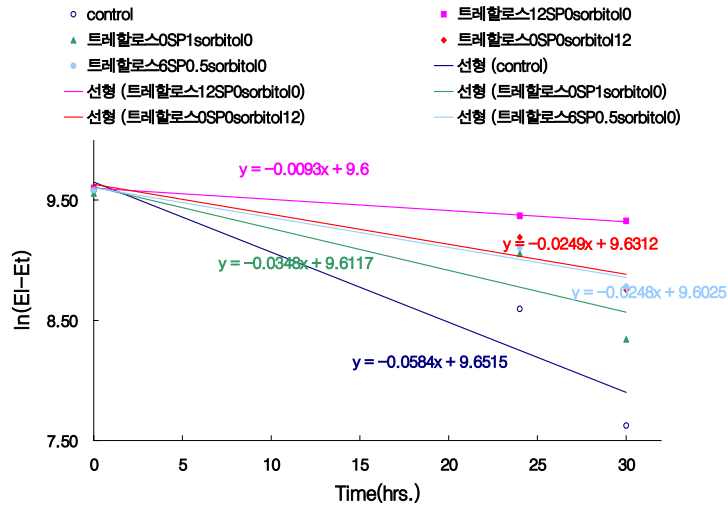


Fig. 91 Trehalose, sp, sorbitol을 혼합사용한 떡의 저장시간에 따른 $\log_e\{E_L - E_T\}$ 와 시간을 축으로 한 그림

Table 68 무첨가군 떡에 비교하여 Trehalose, sp, sorbitol 혼합물을 사용한 떡의 Avrami 지수(n)와 시간상수(1/k)

시료	n	1/k
control	3.067	17.12
Trehalose12 sp0 sorbitol0	0.725	107.53
Trehalose0 sp1 sorbitol0	3.972	28.74
Trehalose0 sp0 sorbitol12	3.262	40.16
Trehalose6 sp0.5 sorbitol0	2.303	40.32
Trehalose0 sp0.5 sorbitol6	3.615	27.93
Trehalose6 sp0 sorbitol6	1.161	52.36
Trehalose4 sp0.3 sorbitol4	1.307	69.44

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

- 본 연구는 쌀 가공업계의 경쟁력 강화 및 쌀 소비 촉진을 유도하기 위한 목적으로 수행되었으며, 현재 쌀 가공제품의 제조, 유통, 판매, 소비에 어려움을 주는 “쉽게 굳는” (노화) 현상을 억제할 수 있는 즉, 멥쌀을 주원료로 한 가공제품 (떡류, 빵 류)에 적합한 복합 노화억제제의 개발이 목표로서 떡류와 쌀빵의 경도를 낮출 수 있는 여러 가지 첨가제의 배합의 최적화 및 첨가시 제품의 관능적 특성을 분석하여 보고함으로써 본 연구의 목표를 충분히 달성하였다고 판단된다.
- 본 연구는 지난 2년간 수행하였는바, 1차 년도의 연구목표는 “쌀떡과 쌀빵의 노화억제에 효과적인 물질 검색”이었고, 2차년도에는 쌀 가공제품에 적합한 복합노화억제제의 개발이었다. 지난 2 년간 쌀 가공식품의 노화억제에 효과적인 것으로 판단되는 51점 첨가물의 첨가 수준별 적용실험을 완료하여 떡의 노화억제에 효과적인 물질들과 gluten free 쌀빵의 노화억제에 효과적인 물질들을 선별한 바 당초 연구목적을 충분히 달성하였다. 쌀 가공제품에 적합한 복합노화억제제의 개발은 1차년도에 노화억제에 효과적이라고 검색된 첨가물을 대상으로 독립된 12번의 표면반응분석 실험을 수행함으로써 무 첨가군에 비해 경도(굳음 현상)를 50%로 줄일 수 있는 여러 가지 배합을 제시함으로써 본 연구의 목표를 충분히 달성하였다.
- 본 연구에서는 넓은 범위의 적용 가능한 거의 모든 첨가물을 수집하여 적용 실험하였고, 실험 설계시 당류의 첨가범위는 실제 설기 떡의 당류첨가범위인 10%내외로 하였으며, 최적화 실험을 위한 반응표면분석의 수행은 통계전문가의 지속적인 자문을 얻어 수행하였는 바, 본 연구는 실험설계 및 결과 분석을 적합하게 수행하였다.
- 노화도 및 품질 측정방법은 Texture analyzer, DSC, amylogram, NMR 과 같이 여러 가지 기기적 방법에 의해 수행함으로써 궁극적으로는 측정방법의 효율성을 제고함과 동시에 관능적 방법에 의한 분석을 함께 수행함으로써, 노화억제제를 실제 제품에 적용하였을 때 제품 특성에 대한 판단근거를 마련하였는 바 노화도 및 품질측정이 적

합하게 이루어졌다고 판단된다. 참고로 혼합물의 최적화 실험결과와 TA에 의한 텍스처 특성과 관능적 특성과의 상관분석결과(Appendix 2 ~ Appendix 12 참조) TA에 의한 경도와 전문패널에 의한 경도의 상관계수가 (갈락토올리고당과 SSL 혼합실험의 경우 $r=0.91$ 인 경우 제외) 모두 0.95이상으로 본 실험이 적합하게 이루어졌음을 반영하고 있다.

- 노화억제에 관한 문제는 아직도 전 세계적인 “과제”이며, 멥쌀 떡의 노화억제에 관한 연구는 우리 고유의 과제라는 점에서 본 연구 결과는 독창적일뿐만 아니라, 현장에서 사용할 수 있는 첨가물 및 첨가물의 배합을 제시함으로써 ‘쌀 가공제품의 쉽게 굳는 문제’를 다소 완화시킬 수 있는 필수적인 정보 제공면에서 쌀 산업체의 경쟁력 강화에 적극적으로 기여하게 될 것으로 기대한다.
- 본 연구결과는 “쉽게 굳어 유통에 문제가 되는” 쌀 가공제품을 생산하는 많은 업체에서 필요로 하는 결과로서 높은 활용도가 예상된다. 또한 이러한 연구는 멥쌀뿐만 아니라 찰쌀 가공제품 등에도 활용될 수 있다고 판단되며, 아직도 전세계적인 과제인 노화억제에 관한 지속적인 연구노력이 필요하다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 본 연구결과는 필요한 업체에 전수될 예정이며, 내용의 일부는 특허 출원에 활용될 예정이며, 기본적인 내용은 학회 논문으로 발표될 예정이다.
- 본 연구결과는 쌀 가공제품의 균음 현상을 다소 방지할 수 있는 여러 가지 첨가물을 제시하고 있으며, 이들 제품을 식품에 적용하였을 때 관심의 대상이 되는 정도뿐만 아니라, 부가적인 쓴맛, 단맛 특성도 포함되어 있어 산업체에서 본 연구결과를 활용하고자 하는 제품에 적용할 수 있는 여러 가지 첨가물 선택의 범위를 보여주고 있다.
- 노화억제에 사용될 수 있는 물질의 검색은 실제 실험을 통해 얻어지므로 이러한 과정은 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 본 실험은 국내에서 적용 가능한 물질 51점의 수준별 적용실험을 통해 15가지 첨가물을 유효하다고 판단하였으나, 이러한 15가지 물질로부터 효과적인 혼합 노화억제제를 개발하는 과정은 본 연구를 위해 주어진 시간보다는 더 많은 시간을 필요로 하기 때문에 본 연구에서 시도하지 못한 여러 혼합물 set에 대한 실험도 향후 추가적으로 수행되어야 한다.
- 본 연구결과를 효과적으로 활용하기 위해서는 본 연구결과를 바탕으로 제품 생산공정에 적용하여 최적화하는 과정이 필요하다. 즉, 응용하고자 하는 자 하는 제품의 생산 현장에서 현장의 시설을 이용하여 적용할 경우 scale up 및 공정면에서의 최적화 과정이 필요하다.
- gluten free 쌀빵의 경우 system이 불안정하여 상품성 있는 gluten free 쌀빵의 개발을 위해서는 formula의 향상이 요구된다. 현재 시판되고 있는 거의 모든 쌀빵은 밀빵을 만드는데 필수적인 요소인 밀 gluten을 쌀가루에 다시 첨가하여 제조하고 있는 바, 쌀빵의 고유한 기능인 밀 알러지를 가진 celiac disease를 지닌 이를 위한 밀빵 대체식의 기능은 가지고 있지 않다. 그러므로 향후 밀빵을 대체할 수 있는 gluten free 쌀빵의 상품화에 관한 연구가 필요하다.

- 노화억제에 관한 문제는 아직도 전세계적으로 완벽하게 해결되지 못한 과제이므로 국내 쌀산업 및 식품업계뿐만 아니라 학문적인 측면에서도 향후 전분의 노화억제에 관한 지속적인 연구가 필요하다.

제 6 장 참고문헌

1. 강길진, 김관, 김성곤, 이상규. 1997. 산처리 쌀 전분의 분자구조와 노화속도. 한국식품과학회지. 29(5):876-881.
2. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘. 1993. 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사.
3. 김미영. 1997. 쌀 제분방법을 달리한 압출성형 흰떡의 이화학적 특성. 중앙대학교 석사학위 논문
4. 김상숙, 김영진, 우재신. 1994. 쌀빵 Premix의 개발. 한국식품개발연구원 보고서.
5. 김상연, 이상호, 이창호, 이현유, 한익. 1992. 전통떡류의 저장성 증진 및 상품화 연구(1차). 한국식품개발연구원 보고서
6. 김성곤, 변유량. 실온 및 고온저장시 쌀밥의 노화속도. 한국식품과학회지. 14(1):80-1982.
7. 박순옥, 손혜숙, 임승택, 황혜진. 1997. 올리고당 시럽의 첨가에 따른 가래떡의 노화억제효과. 한국식품과학회지. 29(6): 1213-1221
8. 이창호, 정강현, 한익. 1994. 효소를 이용한 떡류의 품질향상에 관한 연구. 한국식품개발연구원 보고서.
9. 이상호, 이창호, 이현유. 1993. 전통떡류의 저장성 증진 및 상품화 연구(2차). 한국식품개발연구원 보고서
10. Chang, Shuh-Ming and Liu, Lih-Ching. 1991. Retrogradation of rice starches studied by differential scanning calorimetry and influence of sugars Nacl and Lipids. J. Food Sci. 56(2); 564-570.
11. Farhat, I.A., Blanshard, J.M.V., Descamps, M., and Mitchell, J.R. 2000. Effect of sugars on retrogradation of waxy maize starch-sugar extrudates. Cereal Chem. 77(2):202-208.
12. Feng Xie, Floyd E. Dowell, and Xiuzhi S. Sun. 2004. Using Visible and Near-Infrared Reflectance Spectroscopy and Differential Scanning Calorimetry to Study Starch, Protein, and Temperature Effects on Bread Staling. Cereal Chem. 81(2):249-254.

13. Gacula, M.O. 1993. Design and analysis of sensory optimization. Food Nutrition Press, Trumbull, Connecticut, USA.
14. Hernan R. Palacios, Paul B. Schwarz, and Bert L. D'Appolonia. 2004. Effect of α -Amylases from Different Sources on the Retrogradation and Recrystallization of Concentrated Wheat Starch Gels: Relationship to Bread Staling. *J. Agric. Food Chem.* 52, 5978-5986.
15. Jeong-Ok Kim, Wan-Soo Kim and Mal-Shick Shin. 1997. A comparative study on retrogradation of rice starch gels by DSC, X-ray and alpha amylase methods. *Starch.* 49(2): 71-75.
16. Jung-Ah Han, Bok-Hee Lee, Wang Jin Lim, and Seung-Taik Lim. 2005. Utilization of Hydroxypropylated Waxy Rice and Corn Starches in Korean Waxy Rice Cake to Retard Retrogradation. *Cereal Chem.* 82(1):88-92.
17. Kasuta, K., Nishimura, A. and Makoto, M., 1992. Effects of sacarides on stability of rice starch gels. 1. Mono and disaccharides. *Food Hydrocholloids.* 6(4):387-398.
18. Kim, S.K., Ciacco, C.F. and Dappolonia, B.L. Kinetic study of the retrogradation of gelatinized starch. *J. Sci. Food Agric.*, 19:560 (1968)
19. Kohyama, K. and Nishinari, K. 1992. Cellulose derivative effects on gelatinization and retrogradation of sweet potato starch , *J Food Science.* 57(1): 128- 131
20. Ktsuta, K., Tsutsui, K., Maruyama, E., Makoto, M. 2002. Anti-firming efficacy of food emulsifiers on rice starch gel. *J. Appl Glycosci.* 49(2):145-152.
21. Lee, Chang-Ho, Han Ouk, and Chung, Kang-Hyun. 1995. Effects of starch hydrolyzing enzymes on the textural properties of rice cake. *Foods and Biotech.* 4(3):159-163.
22. Lin, P.Y., and Czuchajowwska, Z. 1998. Role of phosphorous in viscosity, gelatinization, and retrogradation of starch. *Cereal Chem.* 75(5): 705-709.
23. Lii, C.Y., Lai, M.F. and Liu, K.F. 1998. Factors influencing the retrogradation of two rice starches in low molecular weight saccharide solutions. *Journal of Cereal*

Science 28: 175-185.

24. Miura, M., Nishimura, N. and Katsuta, K. 1992. Influence of addition of polyols and food emulsifiers on the retrogradation rate of starch. *Food Structure*. 11:225-236.
25. Rhonada, G., Mciver, D.W.E., Axford, K.H. 1968. Kinetic study of the retrogradation of gelatinized starch. *J. Sci. Food Agric.*, 19:560.
26. Stauffer, C.E. 2000. Emusifiers as antistaling agents. *Cereal Foods Worlds*. 5(3):106-110.
27. Silva, R.F. 2000. Uses of alpha-crystalline emulsifiers in the sweet goods industry. *Cereal Foods Worlds*. 45(); 405-411.
28. Slade, L. and Leine, H. 1987. Recent advances in starch retrogradation. In *Industrial Polysaccharides*. Stivala, S.S. Crescenzi, V and Dea, I.C.M. (Eds.) Gordon Breach Science, New York, USA.
29. Smits, A.L.M., Kruiskamp, P.H., van Soest, J.J.G. and Vliegenthart, J.F.G.. 2003. The influence of various small plasticizer and malto-oligosaccharides on the retrogradation of (partly) gelatinized starch. *Carbohydrate Polymers*.
30. Stone and Sidel. 2004 *Sensory evaluation practices*. Elsevier Academic press, San Francisco, USA.
31. Yoshiko Hibi, Hikone. 1998. Roles of water-soluble and water-insoluble carbohydrates in the gelatinization and retrogradation of rice starch. *Starch*. 50:474-478.
32. Young, A.H. 1984. Fractionation of starch : In *Starch Chemistry and Technology*. Whistler, R.L., Bemiller, J.N., and Paschall, EF (Eds.) Academic Press, New York, USA.

APPENDIX

Appendix 1 본 실험에 사용된 관능적 묘사분석 검사지

이 름 _____ 부서 및
날 짜 _____ 연락번호 _____
제 품 _____ 떡 _____

부착성

없음 _____ 대단히 강함

경도

없음 _____ 대단히 강함

응집성

없음 _____ 대단히 강함

단맛

없음 _____ 대단히 강함

쓴맛

없음 _____ 대단히 강함

떫은/아린 맛

없음 _____ 대단히 강함

의 견:

대단히 감사합니다!

Appendix 2. 첨가물(밀가루)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	썩힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.88***	0.98***	-0.97***	-0.97***	0.97***	-0.97***
	경도	0.88***	-0.95***	0.98***	0.98***	-0.94***	0.98***
	응집성	-0.86***	0.99***	-0.98***	-0.98***	0.98***	-0.98***
	단맛	-0.66*	0.54*	-0.53	-0.53	0.56*	-0.53
	쓴맛	0.40	-0.38	0.23	0.23	-0.37	0.23
	뽀은/아린맛	-0.06	-0.07	0.11	0.11	-0.05	0.11

¹ n=14

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 3. 첨가물(sp)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	썩힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	0.18	0.93***	-0.96***	-0.96***	0.92**	-0.96***
	경도	-0.10	-0.93***	0.99***	0.99***	-0.93***	0.99***
	응집성	0.02	0.98***	-0.98***	-0.98***	0.97***	-0.98***
	단맛	0.16	0.85**	-0.86**	-0.86**	0.81*	-0.86**
	쓴맛	0.04	-0.76*	0.60	0.60	-0.76*	0.60
	뽀은/아린맛	0.25	-0.63	0.42	0.42	-0.57	0.41

¹ n=8

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 4. 첨가물(미분당+OSA)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	씹힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.88***	-0.44	-0.94***	-0.94***	0.89***	-0.97***
	경도	0.87***	0.48*	0.95***	0.95***	-0.87***	0.97***
	응집성	-0.88***	-0.46*	-0.96***	-0.96***	0.90***	-0.98***
	단맛	-0.14	-0.40	-0.34	-0.35	0.18	-0.34
	쓴맛	0.20	0.14	0.22	0.23	-0.22	0.26
	뽀은/아린맛	0.44*	0.13	0.47*	0.49*	-0.49*	0.55*

¹ n= 20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 5. 첨가물(프락토올리고당+SSL)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	씹힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.52*	-0.33	-0.89***	-0.90***	0.84***	-0.93***
	경도	0.46*	0.52*	0.88***	0.89***	-0.72***	0.91***
	응집성	-0.52*	-0.22	-0.86***	-0.86***	0.88***	-0.91***
	단맛	0.02	0.06	-0.26	-0.27	0.32	-0.27
	쓴맛	-0.16	-0.69***	-0.05	-0.04	-0.24	-0.02
	뽀은/아린맛	0.12	-0.61**	-0.06	-0.05	-0.39	0.00

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 6. 첨가물(프락토올리고당+AA)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	썩힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.77***	0.85***	-0.96***	-0.96***	0.91***	-0.96***
	경도	0.74***	-0.82***	0.98***	0.98***	-0.87***	0.98***
	응집성	-0.77***	0.85***	-0.95***	-0.95***	0.91***	-0.95***
	단맛	-0.31	0.49*	-0.35	-0.35	0.33	-0.35
	쓴맛	0.27	-0.39	0.12	0.12	-0.28	0.12
	뽀은/아린맛	0.36	-0.52*	0.35	0.35	-0.50*	0.35

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 7. 첨가물(테트리코+OSA)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	썩힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.73***	0.94***	-0.97***	-0.97***	0.95***	-0.97***
	경도	0.70***	-0.90***	0.95***	0.95***	-0.92***	0.95***
	응집성	-0.72***	0.95***	-0.98***	-0.98***	0.94***	-0.98***
	단맛	-0.49*	0.54*	-0.45*	-0.45*	0.60**	-0.45*
	쓴맛	0.28	-0.33	0.21	0.20	-0.34	0.20
	뽀은/아린맛	0.31	-0.47*	0.34	0.34	-0.38	0.34

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 8. 첨가물(헬스리고 + AA)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	씹힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.96***	-0.10	-0.96***	-0.97***	0.96***	-0.98***
	경도	0.95***	0.13	0.96***	0.97***	-0.96***	0.98***
	응집성	-0.94***	-0.11	-0.96***	-0.97***	0.97***	-0.99***
	단맛	-0.36	-0.44	-0.40	-0.41	0.21	-0.37
	쓴맛	0.71***	0.42	0.71***	0.73***	-0.66**	0.71***
	뽀은/아린맛	0.73***	0.16	0.67**	0.69***	-0.69***	0.70***

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 9. 첨가물(sorbitol+AA)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	씹힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.87***	0.08	-0.96***	-0.97***	0.94***	-0.98***
	경도	0.86***	-0.10	0.97***	0.97***	-0.92***	0.98***
	응집성	-0.86***	0.07	-0.97***	-0.97***	0.93***	-0.98***
	단맛	-0.47*	-0.37	-0.41	-0.42	0.27	-0.38
	쓴맛	0.66**	0.26	0.60**	0.63**	-0.59**	0.59**
	뽀은/ 아린맛	0.75***	0.20	0.69***	0.71***	-0.64**	0.68***

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 10. 첨가물(갈락토올리고당+OSA)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	썩힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.76***	0.24	-0.93***	-0.94***	0.84***	-0.97***
	경도	0.77***	-0.18	0.94***	0.95***	-0.82***	0.97***
	응집성	-0.74***	0.24	-0.93***	-0.94***	0.83***	-0.97***
	단맛	-0.59**	-0.19	-0.48*	-0.45*	0.36	-0.41
	쓴맛	0.16	0.08	0.23	0.21	-0.06	0.18
	뽀은/아린맛	0.15	-0.20	0.27	0.25	-0.29	0.29

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 11. 첨가물(trehalose+sp)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	썩힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.41	0.96***	-0.97***	-0.97***	0.88***	-0.96***
	경도	0.39	-0.95***	0.97***	0.97***	-0.85***	0.97***
	응집성	-0.40	0.98***	-0.96***	-0.96***	0.89***	-0.96***
	단맛	-0.42	0.58**	-0.64**	-0.64**	0.47*	-0.64**
	쓴맛	0.28	-0.71***	0.70***	0.70***	-0.52*	0.70***
	뽀은/아린맛	0.39	-0.72***	0.70***	0.70***	-0.53*	0.70***

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

Appendix 12. 첨가물(trehalose+sp+sorbitol)에 의한 떡의 묘사 특성과 TA Texture 특성간의 상관관계¹

		TA Texture 특성					
		탄력성	응집성	씹힘성	점성	부착성	경도
묘 사 특 성	부착성	-0.79***	0.89***	-0.96***	-0.96***	0.86***	-0.96***
	경도	0.74***	-0.86***	0.95***	0.95***	-0.82***	0.95***
	응집성	-0.81***	0.90***	-0.96***	-0.96***	0.90***	-0.96***
	단맛	-0.40	0.55*	-0.54*	-0.54*	0.25	-0.55*
	쓴맛	0.38	-0.53*	0.49*	0.48*	-0.28	0.49*
	뽀은/아린맛	0.70***	-0.64**	0.74***	0.74***	-0.57**	0.73***

1

¹ n=20

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001 수준에서 유의적.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.