

최 종
연구보고서

효소공학적 기술에 의한 쌀가루 노화억제 및
쌀을 이용한 roll빵과 냉동생지의 개발
Effect of the enzyme treatment on the
retrogradation of rice flour and development
of roll bread, frozen rice dough using the
rice flour

연구기관
서울산업대학교
협동연구기관
한국식품연구원
위탁연구기관
가천길대학

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "효소공학적 기술에 의한 쌀가루 노화억제 및 쌀을 이용한 roll빵과 냉동생지의 개발" 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007 년 5 월 24 일

주관연구기관명 : 서울산업대학교

총괄연구책임자 : 장 판 식

세부연구책임자 : 장 판 식

협동연구기관명 : 한국식품연구원

협동연구책임자 : 이 용 환

위탁연구기관명 : 가천길대학

위탁연구책임자 : 이 혜 정

요 약 문

쌀가루겔에 대한 β -amylase의 최적반응 조건에서 β -amylase 최적함량은 50 unit, 최적반응시간이 210 min이며 α -amylase-요오드법과 시차주사열량기에 의한 노화도 측정 결과 β -amylase처리한 쌀가루겔이 일반 쌀가루겔에 비하여 노화속도가 지연되는 것으로 보아 β -amylase가 쌀가루의 노화억제에 효과가 있는 것으로 나타났다. β -Amylase를 처리한 쌀가루를 첨가한 밀가루 혼합분과 일반쌀가루를 첨가한 밀가루 혼합분을 amylograph와 farinograph를 이용하여 물리적 특성을 비교한 결과 amylograph 물성에서 쌀가루의 함량이 증가함에 따라 두 시료 모두 호화개시온도가 소폭 증가한 반면 최고점도온도, 최고점도, 강화점도, 치반점도는 β -amylase처리한 쌀가루가 일반 쌀가루에 비하여 급속한 감소를 나타내었다. Farinograph 물성에서 흡수율은 두 시료 모두 비슷한 수준의 증가를 보였고 일반 쌀가루를 첨가한 혼합분이 반죽형성시간과 안정도에서 많은 감소를 보인 반면 β -amylase처리한 쌀가루를 첨가한 혼합분은 낮은 수준의 감소를 보였다. Farinograph의 형태에 있어서도 일반 쌀가루를 첨가한 밀가루 반죽이 밀가루 100%와 전혀 다른 그래프 형태를 보인 반면에 β -amylase처리한 쌀가루를 첨가한 밀가루 반죽은 밀가루 100%와 유사한 그래프 형태를 유지하는 것으로 나타나 β -amylase처리한 쌀가루의 첨가가 farinograph 물성에는 일반 쌀가루 첨가시보다 미치는 영향이 적은 것을 알 수 있었다.

쌀 전분의 노화지연 효과가 있다고 예측되는 β -amylase와 sugar ester, gluten을 적용시켜 그 효과를 확인하였다. β -Amylase의 효과는 환원당의 비색정량법과 DSC thermogram을 통해 확인할 수 있었고, β -amylase와 sugar ester, gluten을 적용하되, 이들 각각을 쌀가루에 첨가하여 쌀 전분이 노화되는 정도를 α -amylase-요오드법을 이용해 측정하였다. 그 결과, 세 조건 중 β -amylase만이 양에 따른 유의적인 효과를 보였고, β -amylase 50, 75, 100 unit 중 50 unit이 경시적으로 쌀가루의 노화억제에 효과가 있음을 알 수 있었다. 결론적으로, 이 세 요인의 복합적인 효과를 알아보기 위하여 Minitab program

을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계처리 하였는데, 그 결과 최적조건은 β -amylase 함량 100 unit, sugar ester 함량 1.5%, gluten 함량 10.0%로 판명되었다.

쌀 전분의 노화지연 효과가 있다고 확인된 β -amylase, sugar ester, gluten 을 적용시켜 그 효과를 확인하였고, 1-monocaprin을 첨가하여 α -amylase 요 오드법을 이용하여 노화억제 효과가 있는지 측정하였다. 그 결과, 1-monocaprin 0, 20, 40, 60, 80, 100 ppm 중 20 ppm이 쌀빵 제조용 냉동생지의 노화억제에 효과가 있음을 알 수 있었다. 결론적으로, 이 세 요인의 복합적인 효과를 알아보기 위하여 Minitab program을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계처리 하였는데, 그 결과 저장기간 2일에 해당하는 최적조건은 gluten 함량 5.0%, sugar ester 함량 0.5%, 1-monocaprin 함량 10 ppm으로 판명되었으며, 5일에 해당하는 최적조건은 gluten 함량 5.0%, sugar ester 함량 0.44325%, 1-monocaprin 함량 20.691 ppm으로 판명되었다.

밀가루 빵과 같은 texture를 위해 여러 유화제와 활성 gluten과 효소처리 쌀과 효소를 넣어 체적과 hardness 등과 관능검사를 한 결과 유화제는 sugar ester와 polyglycerine mono oleate가, 활성 gluten은 15%와 sugar ester 첨가한 시료가, 효소처리 쌀가루는 β -amylase처리 쌀가루 혼합시료가 효소는 glucosidase가 texture를 향상시키는 인자들이었다. 쌀빵의 노화억제 효과는 위의 texture 측정 시의 인자들 중 활성 gluten과 sugar ester는 기본 recipe에 넣고 쌀의 첨가량은 30, 50, 70, 90%로 하고 효소처리 쌀가루와 효소만을 첨가하여 수분의 함량, hardness, 색도, 체적비를 측정한 결과 쌀 첨가량에 관계없이 효소처리를 한 쌀 첨가량은 15%가 거의 양호한 상태이고, 효소는 80 ppm 혼합이 양호하였고, 관능검사결과에서는 쌀 50%에 15% 효소처리 쌀가루를 첨가하는 것과, 쌀 50%에 효소 80 ppm를 혼합한 시료의 전체적인 기호도가 가장 높았다. 쌀가루 첨가량에 따른 노화도의 지표로 색도는 의존적이 아니었고, 체적비나 hardness는 의존적인 자료였음이 반응표면분석 결과 확인되었다. Shelf life는 roll빵을 25°C에서 저장하였을 때 일반세균의 증가속도와 pH의 변화는 대조구에 비해 일반세균의 증식속도가 4-8일까지 늦어지는 효과를 나타냈으며, 수분도 대조구에 비해서는 시간이 경과함에 따라 수분손실이 감소하여

저장성에 효과를 인정할 수 있었다. 저장 중 체적비, hardness, hunter value의 변화를 측정한 결과는 1-monocaprin과 겨자 paste를 첨가한 시료들은 6-8일부터 체적비의 감소를 나타내었고, hardness도 2일부터 8일까지 변화를 나타내지 않았고, roll빵의 crust와 crumb의 hunter value인 L, a, b값은 저장기간의 경과에 따라 대조구에 비해 큰 차이를 나타내지 않아 저장을 위한 첨가제들의 혼합이 roll빵에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

SUMMARY

The effect of β -amylase on the retrogradation of rice flour gels, stored at room temperature, was investigated by means of α -amylase-iodine method and differential scanning calorimetry. And the physical properties of wheat flour suspension and wheat dough that were added with regular rice flour (control) and β -amylase treated rice flour were analyzed with the amylograph and farinograph. The optimum dosage and reaction time of β -amylase in rice flour gels were 50 unit and 210 minutes, respectively. Degree of retrogradation in rice flour increased as time passed in both gels, added with control and β -amylase treated rice flour alike. However the rate of retrogradation of rice flour gels that were treated with β -amylase was slower than that of regular rice flour, due to retrogradation-retarding effect of β -amylase. As the content of rice flour in the mixture increased, the gelatinization temperature of both control and β -amylase treated rice flour mixture increased in amylograph, and the two results showed not significant difference. In amylograph, result of control indicated minor decrease in temperature of maximum viscosity, while that of β -amylase treated rice flour showed more significant decrease. Mixture of β -amylase treated rice flour showed drastic decrease in maximum viscosity, breakdown and setback value as the content of rice flour increased, while those of control indicated a minor decrease. In farinograph, water absorption increased slightly in both mixtures of control and β -amylase treated rice flour. The development time and stability in the mixture of control showed significant decrease, while those of mixture of β -amylase treated rice flour showed lower decrease rate. Both mixtures showed similar levels of increase in weakness.

Effects of β -amylase, gluten, and sugar ester on degree of retrogradation

of rice flour were elucidated using differential scanning calorimetry(DSC) and α -amylase-iodine methodology. The optimal conditions for the restraint of rice flour retrogradation were determined by response surface methodology(RSM) as the values of 100 unit of β -amylase, 1.5% of sugar ester, and 10.0% of gluten.

To find out the optimal conditions for retardation of frozen rice dough retrogradation, the optimal conditions were determined by hardness, color and degree of retrogradation. As a result, we can certify that 20 ppm of 1-monocaprin is effective for retardation of frozen rice dough retrogradation. The optimal conditions for the restraint of frozen rice dough retrogradation were determined by response surface methodology(RSM) as 0.5% of sugar ester, 5.0% of gluten and 10 ppm of 1-monocaprin at 2 day and as 0.44325% of sugar ester, 5.0% of gluten and 20.691 ppm of 1-monocaprin at 5 day.

For comparison texture of regular bread which is made out of flour and bread which is mixed and baked with the rice powder added, various kinds of emulsifiers, activated glutens, and enzyme treated rice powder are mixed to measure physical property, such as volume and hardness. As a result, to enhance the texture; for an emulsifier, sugar ester and polyglycerine mono oleate is effective. For activated gluten, 15% concentration mixed with sugar ester is effective. For enzyme processed rice powder, glucosidase enzyme is effective. In measuring degree of retrogradation, mixture is made with, among variations of previous comparison; activated gluten and sugar ester are fixed. Thus quantity of addition of rice powder is varied as 30, 50, 70, and 90%. The physical property of mixture is turned out good when 15% of addition of rice powder is used with 80 ppm of enzyme. Analytical result shows that the hunter value is not dependent to the quantity of addition of rice powder. However ratio of volume and hardness of mixture are dependent to the quantity of addition of rice powder. But the result of

sensory test is turned out good when 50% of rice powder is used with 80 ppm of enzyme and 15% of rice treated with enzyme. When the roll of rice bread that is mixed and baked with rice powder is stored in 25°C, the increase of viable cell and change of pH are monitored 4-8 days slower than the control group and water loss is slower than the control group as well. Thus, storing method can be considered effective. As for the comparison with additives, 1-monocaprin and mustard paste shows change of volumetric ratio after 6-8 days and hardness doesn't change from 2 day to 8 day. Also hunter value of crust and crumb-L, a, and b values- doesn't indicate substantial difference compared to the control group. That is, additives do not affect the properties of bread during storage.

CONTENTS

Chapter 1. Outline of the research

Section 1. Necessity of the research

Chapter 2. State-of-the-recent technique

Section 1. The status of recent technique related to bread with rice flour

Section 2. Prospect of technology development

Chapter 3. Scopes and results of the research

Section 1. Design of research

Section 2. Establishment of conditions for the retardation of rice powder retrogradation

Section 3. Characteristics and bread-making of rice flour gel

Section 4. Determination of the optimal conditions for the enzymatic hydrolysis of rice flour

Section 5. Methodology for the retardation of rice flour retrogradation

Section 6. Optimization of conditions for the retardation of rice flour retrogradation

Section 7. Preparation of frozen rice dough

Section 8. Improved technology for baking quality

Section 9. Methodology for retardation of frozen rice dough retrogradation

Section 10. Optimization of conditions for the retardation of frozen rice dough retrogradation

Section 11. Effect of the 1-monocaprin on the retrogradation of frozen rice dough

Section 12. Characteristics of roll bread added with rice flour

Section 13. Retardation of roll bread added with rice flour retrogradation

Section 14. Shelf-life of roll bread added with rice flour

Chapter 4. Achievement and contribution to related field

Chapter 5. Application plan of the results

Chapter 6. Technical oversea information collected during research

Chapter 7. Reference

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

제 2 절 앞으로의 전망

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발방법 및 설계

제 2 절 쌀가루 원료의 노화억제 조건 설정

제 3 절 호화된 쌀가루의 원료적성 실험

제 4 절 효소분해 조건 결정

제 5 절 쌀가루 노화억제 방안 마련

제 6 절 쌀가루 노화억제를 위한 최적조건 결정

제 7 절 쌀 roll빵 냉동생지 제조

제 8 절 제빵적성 향상을 위한 실험

제 9 절 냉동생지의 노화억제 방안

제 10 절 냉동생지의 노화억제를 위한 최적조건 결정

제 11 절 1-Monocaprin 첨가에 따른 쌀빵 냉동생지 노화억제 최적화

제 12 절 쌀빵의 제빵성

제 13 절 쌀빵의 노화억제

제 14 절 쌀빵의 shelf-life

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 참고문헌

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

가. 우리나라 제과·제빵 공업의 역사

우리나라의 빵 도입은 구한말에 입국한 선교사와 윤치호, 외무대신 이하영, 통역관 이채연 등과 그리고 배제·이화학당의 외국교사, 최초의 호텔인 1912년 부산 역사의 호텔 등에서 시작되어 1925년 삼덕당 등 일본인 상대의 일반제과점이 문을 열었고, 1936년 8개 업체에서 1945년 38개로 증가하였다. 또한, 중일전쟁, 태평양전쟁 등에서의 통제경제로 인하여 밀가루를 비롯한 제빵재료의 부족현상이 심하였고, 1948년 8·15 광복 이후에는 미국의 원조로 밀가루와 설탕 등이 충분히 공급되었으며, 이에 따라 제과·제빵 공업의 급격한 발전 및 소비 증가로 인한 오븐제작 기술이 발달하였으며, 제빵재료인 밀가루는 (주)대한제분에서, 설탕은 (주)제일제당에서, 우지는 (주)대한버터에서 국산화를 성공시켜 재료공급이 대량화되었다. 해방 이후 자가판매의 구조로 발전되어 고려당을 비롯하여 1952년에는 독일빵집 등 500여개 업소에서 판매를 하였으며, 그 외에는 일부 호텔과 외교구락부에서 면면이 유지되었다. 제3차 5개년 경제계획의 분식장려정책으로 1972년부터 현재까지 빵과 양과자 업계 발전의 기폭제가 되어 2005년 기준 생산량으로 식빵/빵 267,423 M/T(554,435,575천원), 케이크 62,150 M/T(338,327,946천원), 도우넛 17,407 M/T(55,438,337천원)이고, 2006년 4분기 기준으로 제조,가공업 3,579개소, 즉석판매제조가공업 17,066개소, 식품접객업제조점 14,708개소로 증가일로에 있다.

나. 빵의 분류

빵에는 이스트 빵과 케이크류가 있는데 이스트 빵은 강력분에 이스트를 넣어 발효시켜 구워내어 씹히는 맛을 좋게 한 것이고, 케이크는 박력분에 난백

등의 기포성을 이용하여 조직내부에 거품을 넣어 스펀지 상태를 만들어 매우 부드러운 촉감을 지니도록 만든 것이다. 케이크는 angel, sponge, chiffon 케이크의 foam type 케이크와 layer/pound 케이크의 shortened type 케이크로 분류되는데 foam type 케이크는 공기를 많이 포함시킨 batter를 굽는 것이고, shortened type 케이크는 버터, 쇼트닝 등을 설탕과 함께 크리밍하여 묽은 반죽상태를 만들어 몸 조직이 부드럽고도 작은 공기를 내포하는 고운 입자로 되어 있으며 재료로는 박력분, 설탕, 난백, 주석산염으로 난백거품을 안정화시키고, sponge 케이크는 난백거품에 난황을 혼합하여 박력분을 넣고 난백거품을 조용히 섞어 반죽상태를 균일하게 하여 굽는 것이 중요하다.

다. 쌀가루를 첨가한 빵과 케이크의 문제점

제빵에서 입자의 크기와 부피 및 조직감은 제품의 선호도를 결정하는 중요 요인이다. 쌀로 만든 빵과 케이크는 제품의 선호도를 결정짓는 요인에서 결점을 보인다. [1] 밀가루로 만든 빵과 같은 기포성과 조직감이 작다는 점과 [2] 진부한 디자인, [3] 입에서 즉시 혼합되지 않는 입자의 이질감, [4] 유통의 불편함 등을 들 수 있다. 또한, 기존의 일반적인 빵과 케이크는 [1] 밀과 수입밀의 방부제 첨가의 문제점, [2] 열량이 높은 점, [3] 크림·버터·설탕 등의 비만요소들이 제품제조에 많이 함유되어 있을 뿐만 아니라, [4] 제품성형에는 크림과 버터가 많이 사용되어 현대인들의 기피식품이 되고 있는 실정이다. 이에, 쌀을 사용하면서 조직감과 기포감이 좋아 누구나 선호하는 소비자 중심의 현실지향적인 제품개발과 특히 디자인 등의 개선을 통한 제품 자체의 물성 개선이 필수적이다. 따라서 본 연구과제에서의 제품개발은 쌀을 이용하여 수행하되, [1] 건강 지향적이고, [2] 전통의 감각을 유지하면서도, 효소공학기법을 적용한 물성 개량을 통해 빵과 같은 조직감을 부여하여 기호도가 높고, [3] 저장성을 증진시켜 shelf life를 연장시킬 것이며, [4] 쌀의 소비증진과 현대인의 건강을 위한 주식의 제공을 목적으로 하였다.

2. 경제·산업적 측면

가. 전통식품의 보존 대안

지금 우리나라는 자유무역협정(FTA)에 직면하고 있어 전통식품 보존에 관한 여러 가지 장애요인 및 문제점에 직면하고 있다. 그러나 우리가 주장하는 전통식품의 전통성은 [1] 한국이라는 집단 공동체 속에서 환경의 인위적인 조작없이 생산가능한 농수산물을 고유의 방법으로 조리·가공한 음식이어야 한다는 점, [2] 역사·문화적 배경을 지니면서도 지역특성에 맞게 전승되어 온 식품이어야만 한다는 점 등 현재 상황에 부적합한 사유가 많아 발전이 저해되어왔으며 지금이라도 전통식품은 원료의 생산과 유통의 변화, 조리·가공 방법의 변형이 검토되어야 한다.

나. 전통식품의 지적재산권 보호

세계는 지적재산권 보호를 위한 법을 제정하기 위해 활발한 논의가 진행 중인데, 선진국들은 전통식품이 새로운 것이 아니고 자산이 계승되어 온 것이므로 지적재산권으로 보호 받을 수 없다고 주장한다. 이에 대해 전통식품을 보호 받고자 하는 개발도상국들은 전통식품이 지적재산권의 보호를 받을 수 있도록 하기 위한 새로운 제도를 준비하고 있다. 지적재산권 인정에 관한 법률 제정 여하에 따라 떡 가공품의 기술에 대해 외국으로부터 로열티를 지불하도록 만들 수 있는 사례도 있을 수 있는 것이다.

다. 쌀 제품 개발의 필요성

농림부 식량정책국 자료에 의하면 쌀의 생산량은 2002년 기준으로 105,000 M/T이고, WTO 규정에 의한 쌀의 수입량은 2003년 180,000 M/T에서 2004년에는 205,000 M/T로서 매우 많은 양의 쌀이 비축되거나 남는 실정이므로 쌀 제품의 개발이 시급한 실정이다. 이러한 세계적인 흐름을 감안한다면 우리는 전통식품에 대한 고수도 중요하지만 [1] 조리·가공기술에 변화를 시도하여 창조성을 인정받아 세계 속에 우리의 음식으로 자리 잡을 수 있는 제품, [2] 무역증진을 위해 유통되는 쌀의 수입량의 활용할 수 있는 제품, [3] 수입 밀로 만든 빵 등의 피해를 줄이기 위한 제품, [4] 우리나라 사람뿐만 아니라 세계인이 선호하고 건강지향적인 쌀 제품의 개발 등이 필수적으로 요구되고 있는 실정이다.

라. 빵 제품의 기호도 조사

앞에서 거론한 제품개발의 기초가 되는 기호도 조사를 살펴보면, 어린이나 젊은이들은 빵 제품의 기호도가 어떠한 쌀 가공제품보다도 앞서고 있으며, 어린이 간식 및 좋아하는 음식의 종류 등 기호도 조사에서 항상 상위를 차지하고 있다. 그러나 빵 제품은 열량과 혈당지수가 높아 비만과 혈당상승의 원인식품으로 지목받고 있다. 이렇게 좋지 못한 영향을 끼쳐도 바쁜 학생들이나 어른들은 빵에 대한 기호도가 많이 편향적이기 때문에 이러한 요인들이 제거된 빵의 제조가 절실히 필요하다.

3. 사회·문화적 측면

가. 떡류의 종류

떡류는 청동기 시대에서부터 삼국 형성기에서의 시루와 돌절구의 출현과 관련지어 유추할 수 있는 식품으로 반(飯)의 간식, 편이식, 관·혼·상·제 상차림의 필수 음식이었다. 떡의 조리방법은 찌는 방법으로 시루떡(飴餅)과 백설기를 비롯하여 만드는 방법이 20여 종류, 치는 떡이 4-5 종류, 빻어 찌는 떡이 10여 종류, 기름에 지지는 떡류로는 35 종류의 제품이 전해지고 있다.

나. 떡류의 문제점

상기한 많은 종류의 떡은 역사성·예술성·영양적인 면 모든 측면에서 극찬을 받고 있으나 현실은 이러한 장점들을 수용하고 있지 못하고 있는 실정이다. 이러한 실정을 유발하는 이유로는 [1] 떡은 노화와 변질의 속도가 너무 빠르고, [2] 맛과 영양, 그리고 디자인 측면의 강화를 위한 고물이 고정되지 않아 부스러지면서 흘러내리게 되고, [3] 지나친 점질감, [4] 진부하고 보수적인 디자인과 형태 등으로 바쁜 현대인의 요구에 부합하지 못하는 유통속도 등이 적합하지 않기 때문이며, 따라서 떡의 수요가 빵과 같이 폭발적인 증가가 없는 것이다.

한편. 빵류는 동서양 모두 불을 사용하기 시작한 후부터 발달한 것으로서 고대 오리엔트 지방의 야생 밀을 원료로 하여 이란지방과 카스피해 연안과 이집트에서 대량생산되었고, 그 후에 지속적인 발전에 의하여 파이 또는 페스트리

(18세기) 등으로 발전하였으며, 20세기에는 비만예방의 기능적 고급화, 미적 고급화 추구로 발전하고 있는 추세이다. 그러나 쌀을 주체로 한 떡의 발전 속도는 초보적인 수준이며 디자인, 질감, 포장 등의 발전이 초보적인 상태를 벗어나고 있지 못한 상태이다. 떡 발전의 문제점은 소수의 전통적인 떡의 재현만이 있을 뿐이고, 떡을 만드는 기술을 가진 명인들의 타계, 기술의 전수부족으로 인한 기술자의 소수화, 문헌과 해석능력의 부족으로 인한 과학적인 조리법의 발전이 잘 이루어지지 않고 있는 실정이다.

다. 떡 수요의 증가를 위한 개발 필요성

빵 수요의 폭발적인 증가의 원인은 [1] 섭취의 편이성, [2] 소비자 욕구에 부응하는 다양한 디자인, [3] 조직감과 맛 개발 등의 결과이므로 우리의 떡도 섭취의 편이와 소비자 욕구를 충족시키기 위한 형태로 개발될 필요성이 있으며, 이러한 필요에 부응하기 위한 전통적인 기술과 효소생물공학적 기법의 접목(본 연구과제의 중요기술)이 중요하게 대두되고 있다.

제 2 장 국내 · 외 기술개발 현황

제 1 절 국내 · 외 관련기술의 현황과 문제점

1. 국내 관련기술의 현황

가. 쌀 100%로 제조한 빵 제품에 관한 연구는 매우 적은 편이며 제빵적성이 좋지 않음에도 불구하고, 물성개량 등에 대한 지속적인 연구결과 부재

나. 빵에 관련된 논문 100여 편 중에서 쌀을 첨가하여 성형한 제품에 대한 연구는 10여 편으로 물성적합성의 부족, 기호도의 저하, 쌀의 소량 첨가 등 빵의 종합적인 개선점에 대한 연구결과 미비. 상기한 10여 편의 연구결과에서 제품의 성형은 빵으로의 성형이 70%, 스펀지 케이크로 10%, 기타는 쌀가루 원료처리에 관한 연구로 소비자 욕구에 맞는 다양한 개발의 시도가 부족

다. 쌀빵 제품개발에서 문제되는 staling의 감소를 위해 쌀가루에서 지속적인 노화억제효과를 보이는 단당류의 활용과 전분의 분자적 구조규명의 연구결과 미비

라. 쌀빵 제품에서 물성증진과 관능적 향상을 위한 재료와 첨가량의 부재로 표준 recipe부재

마. 쌀빵 제품 제조시 조직감과 양호한 제빵 특성을 갖도록 밀가루와 쌀가루의 균일한 배합의 수분측정 연구결과 미비

바. 쌀빵 제품개발에 적합한 녹차, 프로폴리스 등의 천연 물성 개량제 및 저장성 증진제 등의 종류와 사용 비율에 대한 연구결과 미비

사. 쌀빵 제품제조에 적용할 물성 개량제인 올리고당류, 검류, 그리고 당알코올류가 제빵적성과 기호도에 미치는 첨가량 설정 미비

아. 쌀빵 제품제조에서 반죽 적성에 이용할 유화제인 유청 분해물, 자당-ester 등의 종류들이 제품 특성 및 기호도에 미치는 첨가량에 대한 연구결과 미비

자. 소비증진을 위한 쌀빵 반죽의 냉동생지로 개발 연구 부재

차. 쌀빵 제품의 냉동생지 개발에 필요한 균의 종류, 첨가량, 냉동-해동시의 문제점, 물성개량제의 종류와 첨가량에 관한 연구 부재

카. 쌀빵 제품개발에서 쌀가루와 고구마가루, 호박가루, 바나나가루 등을 첨가하여 밀가루를 완전 대체하여 제조할 수 있는 gluten free rice flour yeast bread에 대한 연구결과 미비

타. 쌀빵 제품개발에서 제빵적성을 위해 사용가능한 산성제의 종류와 사용량에 관한 연구 부족

파. 쌀빵 제품개발에서 조직감과 저장성 향상을 위한 포장방법 개발 부재

하. 쌀빵 제품개발을 위한 종합적이고도 지속적인 연구결과의 부재

2. 개선점

가. 쌀 100%로 물성과 저장성이 증진된 스펀지 케익 제품의 개발 시도

나. 물성검사와 관능검사를 통한 쌀 스펀지 케이크 제조를 위한 재료들의 종류와 첨가비율을 정할 수 있는 표준 recipe 개발

다. 쌀빵 제품의 노화억제를 위한 쌀가루 자체의 맥아당, 포도당 활용을 위한

방법 개발

- 라. 쌀빵 제품의 노화억제를 위한 쌀가루 자체의 전분의 분자 규명
- 마. 제빵적성이 양호한 쌀빵 제품을 위한 쌀가루와 밀가루의 수분함량 측정연구
- 바. 물성검사를 통한 쌀빵 제품 제조에 가장 적합한 천연 물성개량 및 저장성 증진 효과가 있는 제제, 검류, 당 알코올류, 유화제 등의 종류와 첨가량의 탐색 시도
- 사. 제빵 특성 검사를 통하여 쌀빵 냉동생지의 개발을 위한 균의 종류와 첨가량 탐색 시도
- 아. 제빵 특성 검사를 통한 쌀빵 냉동생지 개발의 문제점인 첨가제, 오염, 균 배양법에 관한 연구 시도
- 자. 관능검사를 통한 gluten free rice flour yeast bread 개발을 위한 원료의 종류와 첨가량 설정을 위한 연구 시도
- 차. 쌀빵 제품 제조에서 가장 적합한 산성제와 첨가량 설정을 위한 연구 시도
- 카. 쌀빵 제품의 저장성 증진 효과가 있는 포장법 개발

제 2 절 앞으로의 전망

식생활이 서구화되면서 밀은 국민 1인당 연간 35 kg을 소비하고 매년 400만 톤을 수입하고 있으며 양곡 수입액의 40%가 밀수입에 쓰이고 있고, 국민 1인당 밀 소비량이 전체 양곡 소비량의 20%를 차지하고 있다. 이러한 밀의 수요

증가, 고가의 수입가격, 수입 밀의 장기간 운송 및 저장으로 인한 유해물질의 오염 등의 문제에서 건강지향적인 밀가루를 대체할 쌀 가공제품 개발이 더욱 가속화될 것이다. 현재 소비가 많은 빵의 재료로 대체하기 위한 노력의 일환으로도 쌀로 만든 빵의 개발이 가속화될 것이다.

쌀의 노화현상, 빵의 staling 억제에 관한 연구의 기본인 쌀가루의 처리와 다양한 물성개량제의 사용량과 종류가 제품에 따라 결정되어지면 쌀로 만든 빵의 개발은 더욱 발전하여 빵의 소비를 촉진시킬 수 있을 것이다. 쌀가루로 성형할 수 있는 빵의 종류를 더욱 다양하게 생산하며 소비자의 관심을 유발할 수 있도록 제품개발에 힘써야 할 필요성이 있다.

쌀의 품종이 amylopectin의 함량이 작은 것으로 수분의 함량을 15% 미만으로 할 수 있는 품종 자체의 개량이 이루어지면 저장성이 증진된 쌀로 만든 빵이 개발되어 우리의 식품이 세계화가 될 수 있을 것이다.

향후에는 제빵적성이 양호한 제품개발을 위하여 색도와 열에 대한 안정성을 향상시킬 수 있는 물성개량제를 선택하여 빵의 품질 개선에 도움을 줄 수 있는 연구가 필요하다.

저장성 향상을 위하여 쌀로 만든 빵에 첨가할 수 있으며 당도를 줄이면서도 조직감을 동시에 개선할 수 있는 천연의 물성개량제를 개발하면 건강·기능적인 면과 고품질 측면을 동시에 만족시키는 제품의 개발이 더욱 요구된다. 쌀로 만든 빵의 냉동생지로의 완성은 건강 지향적이면서도 소비를 촉진시킬 수 있는 제품이 될 것이다. 쌀로 만든 식빵은 제빵적성이 좋지 않아 소비되지 못했으며, 케이크는 열량이 높은 편이다. Roll빵은 열량이 높지 않고, 조직이 부드러우며, 간편하게 섭취할 수 있는 것으로 수요의 증가가 예상된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발방법 및 설계

1. 빵의 노화억제를 위한 호화도 측정

가. 쌀 자체 내의 효소활성 측정 전처리: 다음의 방법에 따라 시료를 전처리한 후 효소활성을 측정.

원료 쌀 → 12시간 침지 → 1시간 동안 건조 → Rolling 및 milling → Adjusting to 40% of moisture content with enzyme solution → JET milling 으로 건조 → 실험을 위한 건조분말 완성

나. 요오드 반응: 상기의 방법으로 처리된 전분의 요오드 반응은 Williams 등의 방법에 따라 시료 10 mg을 50 mL 용량 플라스크에 취하고 0.5 N KOH 용액 10 mL를 가하여 고르게 분산시킨 후 증류수를 첨가하여 50 mL로 하였다. 이 용액 10 mL를 취하고 0.1 N HCl 5 mL를 가하여 중화시킨 후 요오드 용액(0.2% I₂+2% KI) 0.5 mL를 첨가하고 전체를 50 mL가 되도록 증류수로 희석한 다음 실온에서 20분간 발색시켜 최대흡수파장인 625 nm에서 흡광도를 측정하였다.

다. 당의 분자량 분포 측정: 처리 전분의 분자량 분포는 Sepharose CL-2B(1.6x95 cm) column으로 측정하였다. 시료 10 mg을 DMSO 0.5 mL와 물 1.5 mL를 가하여 끓는 수조에 녹인 다음 1.5 mL를 column에 주입하고 column은 0.02% sodium azide를 함유한 증류수로 시간당 12.5 mL의 속도로 20°C에서 용출시키면서 3 mL씩 분획·채취하며, 각 획분에서 0.5 mL를 취하여 총 당 함량을 페놀-황산법으로 측정하고, 요오드 반응을 위하여 나머지 획분에 대하여 0.2% 요오드 용액 0.03 mL로 반응시켜 625 nm에서

흡광도와 최대흡수파장을 측정함으로써 용출 패턴을 조사.

라. 당 사슬 분포 측정: 상기 방법에 의하여 처리된 전분 25 mg을 DMSO 1 mL와 0.1 M 초산완충용액(pH 4.8)으로 끓는 수조에서 완전히 녹인 다음 isoamylase(Sigma사: EC 3.2.1.68) 5,000 units를 사용하되 37°C에서 48시간 반응시킨 다음 끓는 수조에서 20분 가열하여 반응 종료한 후 반응액 2 mL를 Sephadex G-50 column(2.8x88 cm)에 주입하고 0.02% sodium azide 함유한 10 mM 인산완충용액(pH 7)으로 21 mL/hr의 속도로 20°C에서 용출시키면서 5 mL씩 분획하고, 각 획분에서 0.5 mL를 취하여 총 당 함량을 페놀-황산법으로 측정하여 용출 패턴을 조사하고 용출 패턴 자료로부터 amylopectin 사슬의 분포를 결정.

2. Roll 빵 특성 측정

가. 수분함량 측정: Air-oven 법(AACC44-15)을 사용하여 수분함량을 측정.

나. 복합분의 호화 특성: AACC법(AACC22-10); Amylograph(Brabender Instruments Inc., USA)를 사용하여 시료농도 10%(d.b.)로 측정함(시료농도 10%(d.b.)). 단, amylograph는 30°C에서 개시하여 1.5 °C/min의 상승속도로 95°C까지 온도를 증가시키며 95°C에서 15분간 유지한 후 같은 속도로 50°C로 냉각 후 측정.

다. 복합분의 반죽 특성: AACC법(54-40A)에 따라 시료 10 g을 Mixograph(National Mfg.Co., Lincoln, NE, USA)를 사용하여 측정.

라. Roll빵의 텍스처 측정: Roll빵의 텍스처 측정은 Texture Analyzer(TA-Xt2, Stable Micro Systems Co., USA)를 사용하여 측정한다. 빵을 20 mm 두께로 절단한 후 비닐팩에 넣어 밀봉한 다음 25°C에서 저장하면서 경도의 변화를 측정하며 이 때 지름 40 mm의 알루미늄 probe를 사용하여 0.5 mm/sec의 속도로 10 mm까지 압축하여 물성을 측정.

다. Roll빵의 제빵특성 측정: 빵의 무게(g)는 baking 후 1시간 동안 방냉시킨 다음에 측정하고 부피(cc)는 종자치환법(Rape seed displacement)으로 측정하며 이로부터 빵의 비체적(cc/g)을 구한다. 빵의 윗면(top crust)과 빵을 절단한 내부(crumb)의 색을 색차계(Minolta CR-200, Japan)로 측정하며 Hunter값인 L(명도), a(적색도), b(황색도)값으로 표시.

바. 관능검사: 빵의 관능검사는 10명의 패널을 대상으로 하여 빵의 부피, 표피색, 표피특성, 외부균형, 기공, 내부색, 조직감, 향미, 종합적인 기호도의 평가항목에 대해 5점 척도로 평가하도록 한다. 각 항목에 대한 바람직한 정도인 기호도는 1로 갈수록 낮고 5로 갈수록 큰 것으로 하고 SAS program에 의해 평균과 표준편차를 산출하고 ANOVA 및 Duncan's Multiple Range Test로 5%이내의 유의성을 검증.

사. 곰팡이 검사: 푸른곰팡이를 사용하여 포자의 접종은 PDA 평판 배양 후 포자를 멸균 생리식염수에 현탁하여 대조구와 실험구의 얇게 자른 빵에 접종하여 멸균된 비닐팩에 4조각씩 펼친 상태로 넣고 25℃로 유지되는 항온기에 저장하면서 곰팡이의 성장상태를 관찰.

아. 일반세균 검사: 마쇄한 시료들을 saline으로 단계 희석한 총균수 배지(plate count agar, Difco Lab., USA)에 1 mL씩 pouring culture method로 접종한 다음 30℃에서 24-48시간 배양하여 형성된 집락을 Quebec colony counter로 계수.

자. 효모의 측정: 식품공전에 의한 방법으로 측정.

3. 생지의 제품 특성

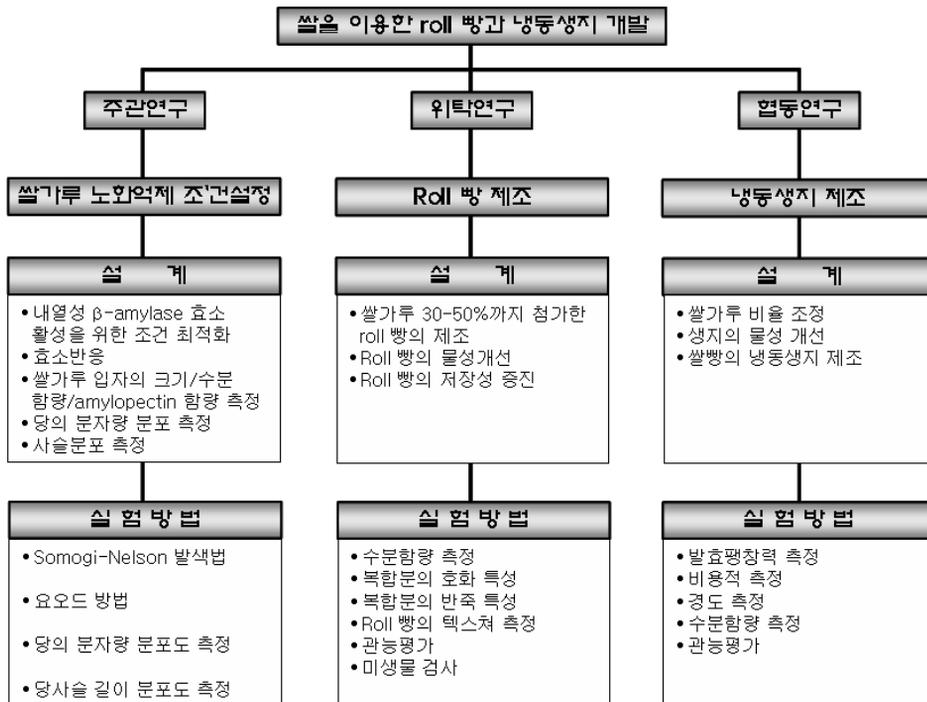
가. 품종별 쌀가루의 첨가량을 결정하기 위하여 쌀가루를 30, 40, 50% 첨가군 별로 제조하여 소비자 기호도 시험법 중 실험실 테스트법을 이용하여 순위법으로 관능기호도를 평가.

나. 비체적의 측정: 종자치환법으로 구하고 빵의 무게를 측정한 후 비체적(cc/g)으로 나타냄.

다. 경도 측정: 냉동 저장된 각 시험구를 5℃에서 해동하고 반죽온도가 18℃에 도달할 때 까지 25℃에서 방치한 후 반죽을 성형하고 2차 발효시켜 굽는다. 그리고 25℃에서 냉각시켜 내부온도가 30℃에 도달하였을 때 polyethylene bag에 포장하여 24시간 동안 실온에 방치한다. 빵의 중앙부위를 15 mm두께로 자른 후 빵의 경도를 Texture Analyzer(TA-XT2, Stalle, Micro-system Co., England)를 사용하여 probe는 25 mm diameter cyinder, trigger force는 auto-10 g, test speed는 1 mm/sec, 60% deformation조건에서 측정.

라. 수분함량 측정: 빵의 수분함량은 적외선 수분계(FO-600, Kett Co., Ltd. Japan)를 사용하여 측정.

마. 관능검사: 외부색상, 내부색상, 외관, 조직감, 전체적인 기호를 5점법으로 평가.



제 2 절 쌀가루 원료의 노화억제 조건 설정

1. 쌀의 품종 선택

일품벼를 비롯한 5종의 쌀을 이용하여 분말로 제조하였으며, 제조된 쌀가루를 효소처리, 냉동생지 및 쌀가루 첨가 roll빵을 제조할 때 20%까지 첨가한 결과, 효소처리에 대한 노화억제효과 및 부피증가와 관능평가 측면에서 유의적인 차이가 전혀 나타나지 않아 시중에서 판매하는 일반미 중, 일품벼의 쌀을 구입하여 향후 연구에 사용하였다.

2. 쌀의 수분함량 측정

원료 쌀을 이용하여 쌀가루를 제조한 후, air-oven 법(AACC44-15)을 이용하여 수분함량을 측정하여 쌀가루의 수분함량은 15.88%인 것으로 판명되었으며, 향후 모든 연구에서는 동일한 수분함량을 갖는 쌀가루만을 사용하였다.

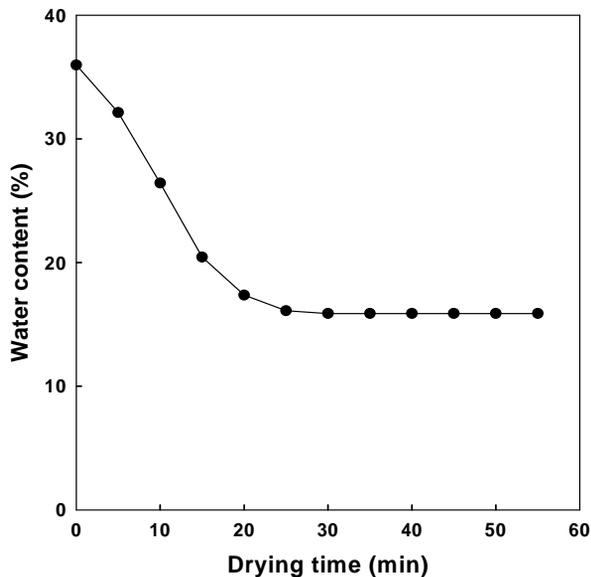


Fig. 1. Time course of water content in rice powder.

3. 효소분해 조건 결정

쌀가루의 노화지연 효과가 있다고 판단되는 각각의 효소, 즉, α -amylase, β -amylase 및 amylo-glucosidase 3종을 선정하여 DNS(dinitrosalicylic acid)에 의한 환원당의 비색정량법을 사용하여 효소와 쌀가루와의 최적반응조건을 결정하기 위한 연구를 수행하였다.

먼저, 10%(w/v) 쌀 현탁액(200 g의 쌀을 2 L 물에 현탁)에 각각의 효소를 25, 50, 75, 100, 125 unit(효소 1 unit는 각각의 효소반응 최적조건하에서 3 min당 1.0 mg의 glucose를 생산하는 능력으로 정의하였음)의 농도로 변화시키면서 효소역가를 측정된 결과, 효소를 100 unit 이상 사용하면 효소에 의한 productivity가 더이상 증가하지 않는 것으로 판명되어 향후 실험에서는 100 unit의 효소를 각각 사용하기로 결정하였다.

이상의 농도에서 효소처리 최적시간을 결정하기 위하여 각각의 효소에 대한 경시적인 변화를 측정하여 아래의 결과를 얻을 수 있었다.

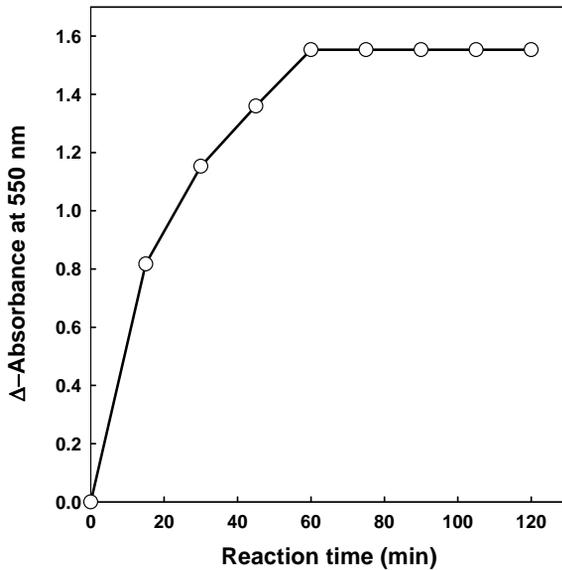


Fig. 2. Hydrolysis of rice powder by α -amylase (DNS method).

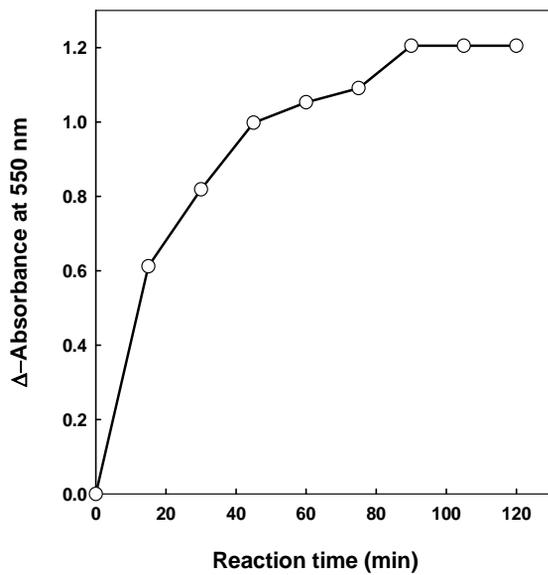


Fig. 3. Hydrolysis of rice powder by β -amylase (DNS method).

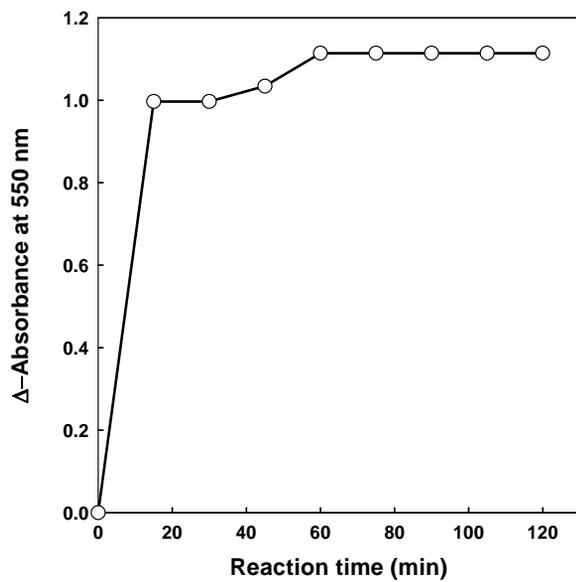


Fig. 4. Hydrolysis of rice powder by amylo-glucosidase (DNS method).

이상의 결과로 볼 때, 쌀가루의 효소처리시간은 α -amylase, β -amylase 및 amylo-glucosidase 각각 60 min, 90 min 및 60 min이 가장 적합하며, 효소처리 쌀가루를 대량으로 생산할 때에는 200 g의 쌀이 포함된 2 L 현탁액에 각각의 효소 100 unit를 처리하는 것이 최적으로 결정되었으며, 향후 모든 연구에서는 이상의 조건으로 쌀가루를 효소처리하여 냉동건조시킨 후 협동 및 위탁 연구과제의 시료로 사용하였다.

4. 쌀가루 노화억제 방안 마련

쌀가루 원료의 경우에는 이상의 효소들을 사용하여 노화억제 효과를 살펴본 왔으며, 다른 한편으로는, 쌀가루 구조를 변화시키지 않는 노화억제 방안을 위한 방법으로 쌀가루에 유화제를 처리하여 쌀 전분과 유화제가 complex를 형성함으로써 전분 콜로이드 용액의 안정도를 증가시켜 주고, 전분 분자의 침전이나 결정 영역의 형성을 억제하여 노화를 방지하는 효과를 얻고자 하였다. 쌀가루에 유화제를 처리하여 amylose-lipid complex 형성 여부를 측정하는 방법으로 blue value를 측정하였는데, 쌀가루 60.00 mM에 유화제 2.00 mM을 녹이면서 전분질-지방질 중합체를 형성한 다음 전체 반응물의 부피가 10 mL가 되도록 하였다. 용액의 1 mL를 취하여 2% 요오드를 포함하고 있는 0.2% KI용액 1 mL와 섞어 적절하게 희석시킨 다음 λ_{\max} 를 UV-spectrophotometer로 측정하였으며, λ_{\max} 의 이동 정도에 따라 amylose-lipid complex의 정량분석이 가능하였다.

Table 1. Effect of emulsifier kinds on λ_{\max} shift (amylose-lipid complex formation)

Emulsifier	λ_{\max}
1-Monopalmitin	570.9
1-Monostearin	577.8
1,3-Dipalmitin	615.4
1,3-Distearin	617.3
Sugar ester	575.4
Distearoylphosphatidylcholine(DSPC)	620.3
Dipalmitoylphosphatidylcholine(DPPC)	620.0
Dimyristoylphosphatidylcholine(DMPC)	618.7
Blank	620.5.

위의 결과로 볼 때 amylose-lipid complex를 형성하는 데 가장 유효한 유화제는 1-monoglyceride 및 sugar ester이며 diglyceride 및 phosphatidylcholine은 amylose-lipid complex 형성에 거의 기여를 하지 못하는 것으로 나타났다. 이 때 1-monoglyceride와 sugar ester가 첨가되어 중합도가 감소하였으며 이것을 나선상 구조와의 관계로 바꾸어서 해석하면 원래 약 53군데의 나선상 내부공간이 존재하였는데 1-monoglyceride가 첨가되면서 이 나선상 내부공간 중 약 92%에 해당하는 48-50개 부분을 점유하는 amylose-monoglyceride complex를 형성함을 알 수 있다(기타 15종의 다른 식품유화제들도 사용하였지만 모두 amylose-lipid complex를 형성하지 못하는 것으로 판명되었으며 지면상 자료로는 표시하지 않았음).

제 3 절 호화된 쌀가루의 원료적성 실험

일반적인 방법에 의하여 호화된 쌀가루(수분함량이 50%)를 사용하여, 호소 처리(100 unit)하면 대조구에 비하여 처리시간이 전혀 줄어들지 않았으며, 냉동 생지와 roll빵 제조시 노화억제 증가와 물성 증진의 효과가 대조구와 동일함을 확인하였다. 따라서 향후 연구에서는 호화된 쌀가루를 이용하지 않고 원료 쌀가루를 직접 이용하였다.

1. 사슬분포 측정

일반적인 방법에 의하여 호화시킨 원료 쌀가루의 사슬분포를 확인한 결과, 호화 유무의 변화가 10% 이내의 사슬분포 차이를 보였다. 따라서 쌀가루의 경우에는 호화시키는 공정에 이용되는 열에너지를 고려한다면 무의미한 공정으로 판단되어 향후 연구수행에서는 호화공정을 배제시켰다. 이러한 사슬분포의 미미한 차이는 쌀 전분 입자가 매우 작아서 호화되기 어려운 구조에 기인하는 것으로 판단되었다.

2. 수분함량 측정

호화시킨 쌀가루를 동결건조시킨 후 air-oven 법(AACC44-15)을 이용하여 호화된 쌀가루의 수분함량을 측정한 결과, 원료 쌀가루와 유사한 11.3-13.2%로 나타났다.

3. 건조에 따른 입자크기 측정

호화시킨 쌀가루 전분입자는 원료 쌀가루 전분입자와 유사한 크기인 직경이 6 μm 수준의 분포를 나타내었으며, 호화된 쌀가루와 원료 쌀가루의 2종류 실험군 사이에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그런데, 본 연구결과는 원료가루를 동결건조시킨 후 수분을 완전하게 제거한 시료를 사용한 자료로서 상온에서 보관 중인 수분이 포함된 경우에는 수치가 서로 다를 경우가 있을 수도 있다.

4. 결점확인/trouble shooting

상기한 바와 마찬가지로, 호화의 공정은 쌀가루에서는 배제되어야 할 공정인 것으로 판단되어, 향후 실험에서는 호화된 쌀가루를 사용하지 않기로 결정하였다.

5. 시제품 및 완성품 제작

호화 쌀가루를 이용한 시제품 및 완성품 제작은 큰 필요성이 없는 것으로 판단하였다.

제 4 절 효소분해 조건 결정

쌀가루에 노화지연 효과가 가장 좋다고 판단되는 효소 β -amylase를 DNS(dinitrosalicylic acid)에 의한 환원당의 비색정량법을 사용함으로써 효소와 쌀가루와의 최적 반응조건을 결정하기 위한 연구를 재차 수행하였다. 먼저, 10%(w/v) 쌀 현탁액(200 g의 쌀을 2 L 물에 현탁)에 각각의 효소를 25, 50, 75, 100 unit(효소 1 unit는 각각의 효소반응 최적조건하에서 3 min당 1.0 mg의 glucose를 생산하는 능력으로 정의)의 농도로 변화시키면서 효소역가를 측정 한 결과, 효소를 100 unit 이상 사용하면 효소에 의한 productivity가 더 이상 증가하지 않는 것으로 판명되어 향후 실험에서는 100 unit의 효소를 각각 사용하기로 결정하였다.

이상의 농도에서 효소처리 최적시간을 결정하기 위하여 각각의 효소에 대한 경시적인 변화를 측정하여 아래의 결과를 얻을 수 있었다. 쌀가루의 노화지연에 가장 효과가 있다고 판단되는 효소 β -amylase를 경시적인 변화(환원당정량)를 측정하여 아래의 결과를 얻을 수 있었다.

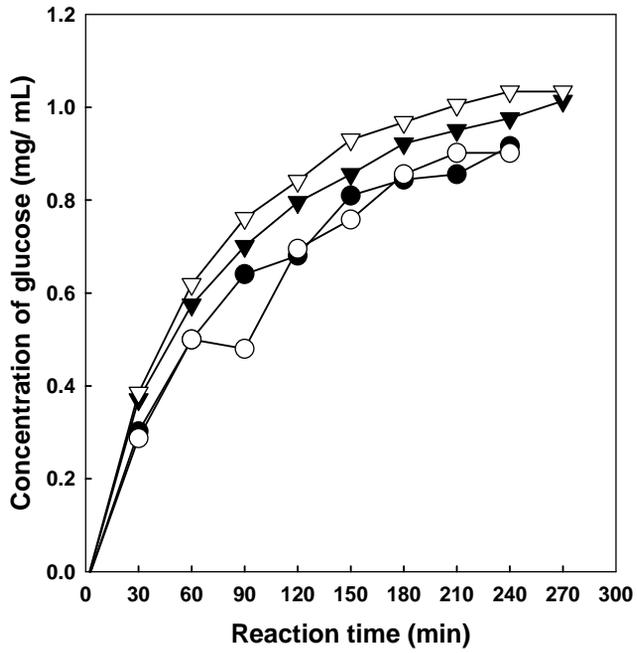


Fig. 5. Hydrolysis of rice powder by β -amylase (DNS method).

(●: 25 unit, ○: 50 unit, ▼: 75 unit, ▽: 100 unit)

제 5 절 쌀가루 노화억제 방안 마련

쌀가루 원료의 경우 β -amylase 효소를 사용하여 노화억제 효과를 살펴보았으며, 다른 한편으로는, 쌀가루 구조를 변화시키지 않는 노화억제 방안을 위한 방법으로 쌀가루에 유화제를 처리하거나 gluten을 첨가하여 쌀가루의 노화도를 α -amylase 요오드법에 의해 측정하였다.

본 연구에서는 다음과 같은 예비실험을 통하여 노화와 β -amylase의 연관성을 살펴보았다. β -Amylase를 처리한 쌀가루 껍을 실온에서 일정기간 보관하면서 α -amylase-요오드법 및 시차주사열량기를 이용하여 노화도를 측정하여 효소처리가 쌀가루의 노화에 어떠한 영향을 미치는 지를 알아 보았고, 효소처리에 의해서 노화가 억제된 쌀가루를 냉동생지에 적용하여 노화도, 물성과 색도를 측정하였다.

α -Amylase-요오드법을 이용한 노화도 측정은 긴 유리컵에 증류수 35 mL와 쌀가루 시료 175 mg을 가하고 균질기(M123/128-O, ESGE, Switzerland)로 2분 30초간 균질화 시킨 쌀가루 분산액 2.5 mL에 증류수 1.5 mL, 0.1 M 인산 완충용액(pH 6.0, 0.3% NaCl) 1 mL를 넣고 α -amylase(E.C.3.2.1. type II-A from *Bacillus* species, 1400 unit/mg solid, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하여 37°C 항온수조에서 10분간 반응시켰다. 4 N NaOH용액 2.5 mL를 가하여 효소반응을 정지시키고 4 N HCl로 pH를 중성으로 맞춘 후 증류수를 가하여 50 mL로 만들었다. 이 용액 1 mL와 요오드용액(0.2%, I₂-2% KI, w/v) 0.5 mL를 반응시킨 후 증류수를 가하여 10 mL로 만들었다. 20분간 실온에서 방치한 후, 분광광도계(8452A, Hewlett-Packard, NY, USA)를 이용하여 625 nm에서 흡광도를 측정하여 노화도(DR, degree of retrogradation)를 다음식으로 구하였다.

$$DR(\%) = [(b-c)/(a-c)] \times 100$$

주어진 식에서 a는 총 노화 쌀가루 분획의 흡광도, b는 효소반응 시킨 후 노화 쌀가루 분획의 흡광도, c는 효소에 의해 완전히 분해된 호화 쌀가루 분획의 흡광도를 나타낸다.

1. 효소처리된 쌀가루의 제조

β -Amylase를 50 unit 처리한 쌀가루 현탁액을 동결건조하여 40 mesh로 통과시킨 후 수분 12%인 쌀가루를 제조하여 시차주사열량기를 이용한 노화도 측정과 물리적 특성을 측정하기 위한 효소처리 쌀가루 시료로 사용하였다.

2. 효소처리 쌀가루와 밀가루 혼합분의 원료 및 배합비

냉동생지 제조를 위한 밀가루 혼합분의 물리적 특성을 측정하기 위한 원료의 배합비율은 Table 2와 3에서 나타내었고, 쌀가루 10%, 15%, 20% 첨가한 배합을 대조군으로 하고 대조군과 동량으로 β -amylase 처리한 쌀가루를 첨가하여 amylograph 및 farinograph로 밀가루 혼합분의 물리적 특성을 비교 분석하였다.

Table 2. Formula of wheat flour compound for amylograph

Ingredients	Content of rice flour (%)			
	0	10	15	20
Wheat flour	50.0 g	45.0 g	42.5 g	40.0 g
Rice flour	0.0 g	5.0 g	7.5 g	10.0 g

Table 3. Formula of wheat flour compound for farinograph

Ingredients	Content of rice flour (%)			
	0	10	15	20
Wheat flour	300 g	270 g	255 g	240 g
Rice flour	0 g	30 g	45 g	60 g

3. α -Amylase-요오드법을 이용한 노화도 측정 결과

β -Amylase 처리에 따른 노화도를 측정한 결과 Fig. 6과 같이 저장시간에 따라 노화도는 모두 증가하였으나 β -amylase 미처리된 쌀가루가 처리된 쌀가루에 비해서 노화도가 크게 증가하였다. 쌀가루의 노화는 저장시간이 길어짐에 따라 증가하였고 β -amylase 처리에 따라 노화도의 변화에 큰 영향이 있음을 알 수 있었다.

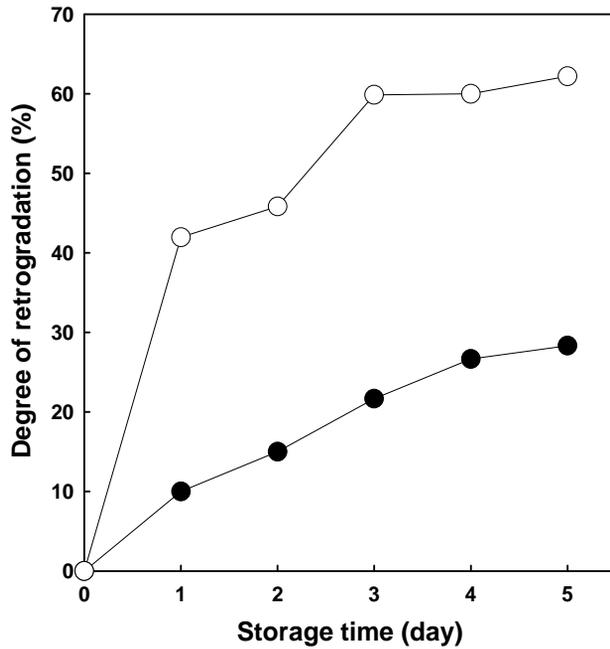


Fig. 6. Degree of retrogradation of rice flour gels during storage for 5 days.

(●: with β -amylase, ○: without β -amylase)

4. 시차주사열량기를 이용한 노화도 측정

β -Amylase 처리된 쌀가루 겔과 미처리된 쌀가루 겔을 실온에서 5일간 보관한 후 동결건조하여 시료와 물이 1:2(w/w)이 되도록 하였으며, 10 mg의 시료를 알루미늄 팬에 넣은 후 밀봉하여 24 hr 방치하고 시차주사열량기(TA-50 series, Shimazu, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 가열 조건은 24°C에서 100°C까지 10°C/min이며 reference는 빈 팬을 사용하였다. 시료는 40°C에서 70°C까지의 온도 범위에서 용융피크가 나타났으며 이로부터 초기온도(T_o), 피크온도(T_p), 종료온도(T_c) 및 엔탈피(H)를 구하였다.

가. 시차주사열량기를 이용한 노화도 측정 결과

β -Amylase 처리된 쌀가루와 미처리 쌀가루의 DSC thermogram은 Fig. 7과 같다. 두 peak 모두 100°C 전후의 높은 온도에서 열분해 되는 것을 보여주고 있고 β -amylase 처리된 쌀가루의 peak는 β -amylase 미처리된 쌀가루의 peak 보다 크고 온도범위(T_c-T_o)도 넓어진 것을 볼 수 있다. 즉 Table 4에서와 같이 β -amylase 처리된 쌀가루의 용융 온도범위는 25.8°C에서 31°C로 넓어졌고 용융 엔탈피도 6.35 cal/g으로 β -amylase 미처리된 쌀가루의 4.75 cal/g 보다 증가한 값을 보였다.

Table 4. DSC characteristics of rice flour with β -amylase treatment

	Temperature of DSC transition (°C)			
	T_o	T_p	T_c	ΔH (cal/g)
Regular rice flour	100.30	109.20	126.10	4.75
β -Amylase treated rice flour	76.40	102.80	107.40	6.35

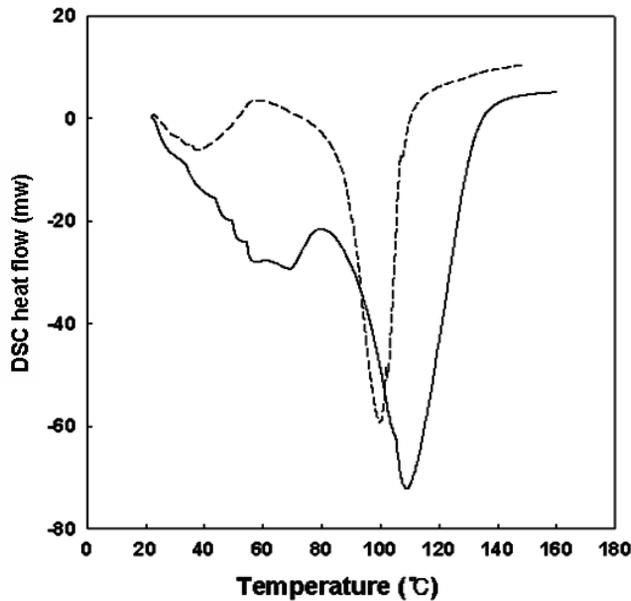


Fig. 7. DSC thermogram of rice powder with or without β -amylase treatment.

(— : rice powder with β -amylase, --- : rice powder without β -amylase)

5. 쌀가루가 첨가된 밀가루 혼합분의 물리적 특성

β -Amylase를 처리한 쌀가루 겔을 동결건조하여 수분이 12%인 효소처리 쌀가루 분말을 제조하여 효소처리된 쌀가루가 첨가된 혼합분과 일반 쌀가루가 첨가된 혼합분의 amylograph와 farinograph의 물성을 측정하였다.

가. Amylograph 측정

시료의 amylograph의 특성은 AACC방법에 따라 amylograph(ASG-6, Brabender Co, Ltd., DuisB.U.rg, Germany)를 사용하여 50 g의 시료를 450 mL 증류수에 현탁시켜서 bowl에 넣고 bowl의 회전속도를 75 rpm으로 조정했다. 현탁액은 1분간 1.5°C의 비율로 50°C에서 95°C까지 가열시키면서 paste의

호화개시온도(gelatinization temperature), 최고점도 온도(temperature at maximum viscosity), 최고점도(maximum viscosity), 강화점도(breakdown), 치반점도(setback)값을 측정하였다. Amylograph는 온도의 변화에 따른 밀가루의 점도에 미치는 α -amylase의 효과를 측정할 수 있는 기기이며 amylogram에 영향을 주는 인자는 전분의 종류, 함량, 전분의 손상정도, α -amylase 활성도 등이 있다.

Amylograph의 호화특성은 호화개시온도(GT: gelatinization temperature), 최고점도 온도(MVT: temperature at maximum viscosity), 최고점도(MV: maximum viscosity), 강화점도(breakdown), 치반점도(setback)값으로 표시한다.

호화개시온도는 점도가 10 B.U.에 도달했을 때의 온도, 최고점도 온도는 최고점도에 도달했을 때의 온도, 최고점도는 호화과정 중에 나타나는 최고점도를 각각 나타내었으며 강화점도는 최고점도와 온도를 95℃에서 15분간 유지한 후의 점도값의 차이를 나타내었고, 치반점도는 95℃에서 15분간 유지한 후의 점도와 50℃로 냉각한 후의 점도의 차이를 나타내었다.

일반 쌀가루와 β -amylase처리 쌀가루를 각각 10%, 15%, 20% 첨가한 혼합분의 amylograph 특성은 Fig. 8, 9 및 Table 5, 6과 같다.

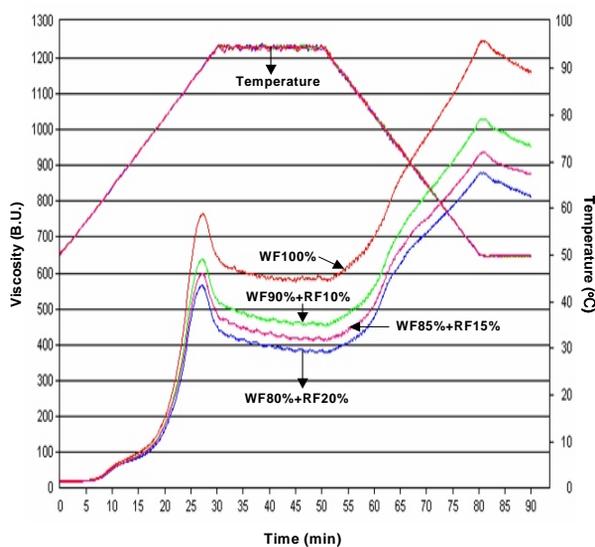


Fig. 8. Amylograph properties of dough with a different content of rice flour (control).

(WF: wheat flour, RF: rice flour)

Table 5. Amylogram data of dough with a different content of rice flour content (control)

Content of rice flour (%)	G.T. ¹⁾ (°C)	M.V.T. ²⁾ (°C)	M.V. ³⁾ (B.U.)	Breakdown (B.U.)	Setback (B.U.)
0	60.9	90.4	765	179	647
10	60.8	90.2	639	178	560
15	61.0	90.0	598	184	512
20	61.6	90.0	565	182	491

¹⁾ G.T: gelatinization temperature.

²⁾ M.V.T: temperature at maximum viscosity.

³⁾ M.V.: maximum viscosity.

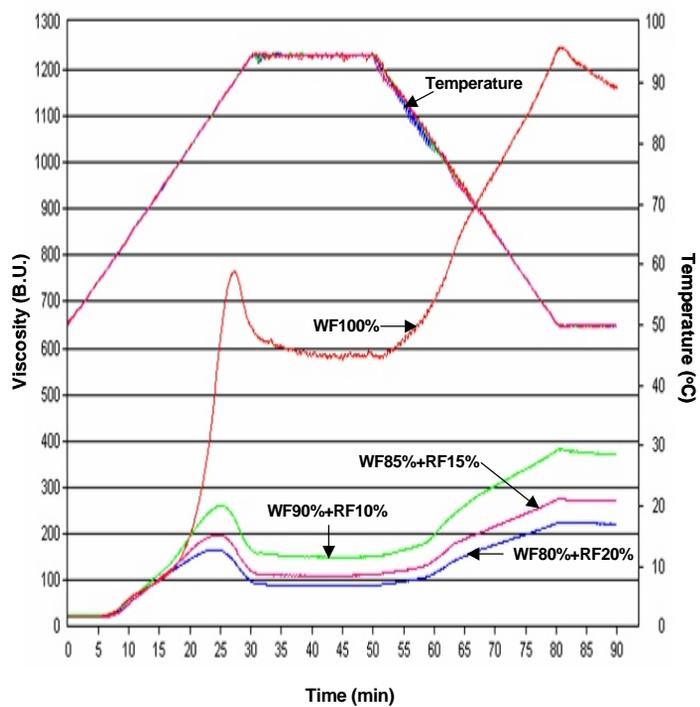


Fig. 9. Amylograph properties of dough with a different content of rice flour (treated with β -amylase).

(WF: wheat flour, RF: rice flour)

Table 6. Amylogram data of dough with a different content of rice flour content (treated with β -amylase)

Content of rice flour (%)	G.T. ¹⁾ (°C)	M.V.T. ²⁾ (°C)	M.V. ³⁾ (B.U.)	Breakdown (B.U.)	Setback (B.U.)
0	60.9	90.4	765	179	647
10	61.4	86.7	261	109	226
15	61.8	85.6	197	84	159
20	63.0	84.7	166	76	132

¹⁾ G.T: gelatinization temperature.

²⁾ M.V.T: temperature at maximum viscosity.

³⁾ M.V.: maximum viscosity.

일반 쌀가루를 함량별로 첨가했을 때의 호화개시 온도는 밀가루 100%가 60.9°C이고 쌀가루 함량이 10%, 15%, 20% 증가함에 따라 각각 60.8°C, 61.0°C, 61.6°C로 나타나 점차적으로 조금씩 증가하는 경향을 보였다. 최고점도는 밀가루 100 %가 765 B.U.인 반면 쌀가루 함량이 증가함에 따라 639 B.U., 598 B.U., 565 B.U.로 감소하였다. 최고점도는 전분입자의 팽창과 관련된 것으로 전분이 호화과정 중 나타내는 최고점도를 나타낸다. 최고점도 온도는 밀가루 100%가 90.4°C이었고 쌀가루 함량이 증가함에 따라 90.2°C, 90.0°C, 90.0°C로 밀가루 함량에 따른 유의차가 없는 것으로 나타났다.

강화점도는 밀가루 100%가 179 B.U.이었고 쌀가루 함량이 증가함에 따라 178 B.U., 184 B.U., 182 B.U.로 쌀가루 첨가량 증가에 따른 큰 유의차를 보이지 않았다. 치반점도는 밀가루 100%일 때 647 B.U.에서 560 B.U., 512 B.U., 491 B.U.로 점차적으로 소폭 감소하는 경향을 나타내었다.

β -Amylase를 처리한 쌀가루를 함량별로 첨가했을 때의 호화개시 온도는 밀가루 100%일 때 60.9°C이고 쌀가루 함량이 증가함에 따라 61.4°C, 61.8°C, 62.0°C로 일반 쌀가루 첨가 시와 유사하게 높아졌다. 최고점도는 밀가루 100%가 765 B.U.인 반면 효소처리 쌀가루 함량이 증가함에 따라 261 B.U., 197 B.U.,

166 B.U.로 일반 쌀가루 첨가시 보다 현저하게 감소하는 경향을 보였다. 최고 점도 온도는 밀가루 100%가 90.4℃인 반면에 효소처리 쌀가루 함량이 증가함에 따라 86.7℃, 85.6℃, 84.7℃로 일반 쌀가루 첨가시 보다 많은 감소를 보였다. 강화점도는 밀가루 100%가 179 B.U.인 반면에 쌀가루 함량이 증가함에 따라 109 B.U., 84 B.U., 76 B.U.로 쌀가루 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 치반점도는 밀가루 100%일 때 647 B.U.인 반면 β -amylase를 처리한 쌀가루 첨가량이 증가함에 따라 각각 226 B.U., 159 B.U., 132 B.U.로 현저하게 감소하는 경향을 나타내었다.

일반 쌀가루 100%와 β -amylase처리 쌀가루 100%의 amylograph 특성을 비교한 결과는 Fig. 10 및 Table 7과 같다.

호화개시 온도는 일반 쌀가루 100%가 63.8℃, β -amylase 처리 쌀가루 100%가 63.4℃로 나타나 β -amylase 처리에 따른 유의차는 없었으며, 최고점도 온도는 각각 91.8℃와 69.2℃로 현저한 감소를 보였고 최고점도, 강화점도, 치반점도 모두 각각 393 B.U.와 56 B.U., 157 B.U.와 11 B.U., 434 B.U.와 33 B.U.로 각각 나타나 β -amylase를 처리한 쌀가루의 값이 현저히 낮았다.

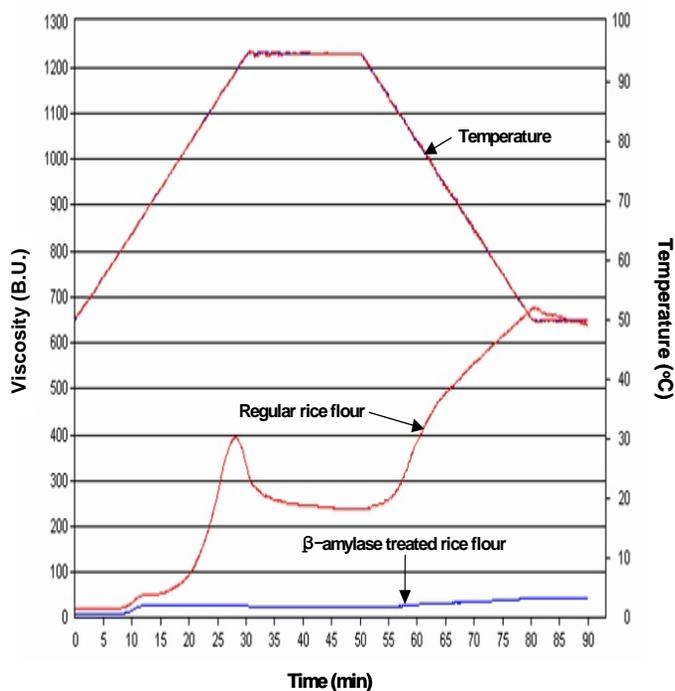


Fig. 10. Amylograph properties of regular and β -amylase treated rice flour.

Table 7. Amylogram data of regular and β -amylase treated rice flour

Ingredients	G.T. ¹⁾ (°C)	M.V.T. ²⁾ (°C)	M.V. ³⁾ (B.U.)	Breakdown (B.U.)	Setback (B.U.)
Regular rice flour	63.8	91.8	393	157	434
β -Amylase treated rice flour	63.4	69.2	56	11	33

¹⁾ G.T: gelatinization temperature.

²⁾ M.V.T: temperature at maximum viscosity.

³⁾ M.V.: maximum viscosity.

일반 쌀가루 및 β -amylase 처리 쌀가루의 첨가량에 따른 혼합분의 호화개시 온도, 최고점도 온도, 최고점도, 강화점도, 치반점도 값을 각각 비교한 결과는 Fig. 11-15와 같다.

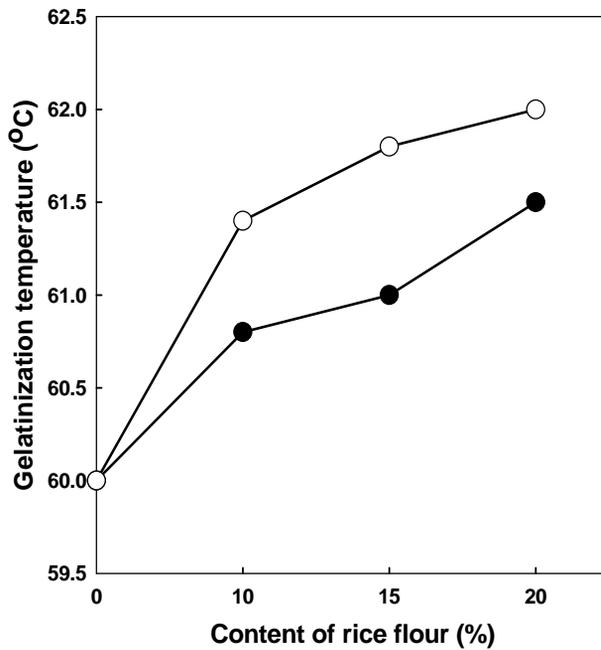


Fig. 11. Gelatinization temperature change of dough with a different content of rice flour in amylograph.

(●: control, ○: treated with β -amylase)

호화개시 온도는 쌀가루 함량이 증가함에 따라 일반 쌀가루 첨가한 혼합분과 β -amylase 처리한 쌀가루를 첨가한 혼합분 모두 증가하였고 두 시료 차이는 크지 않았다.

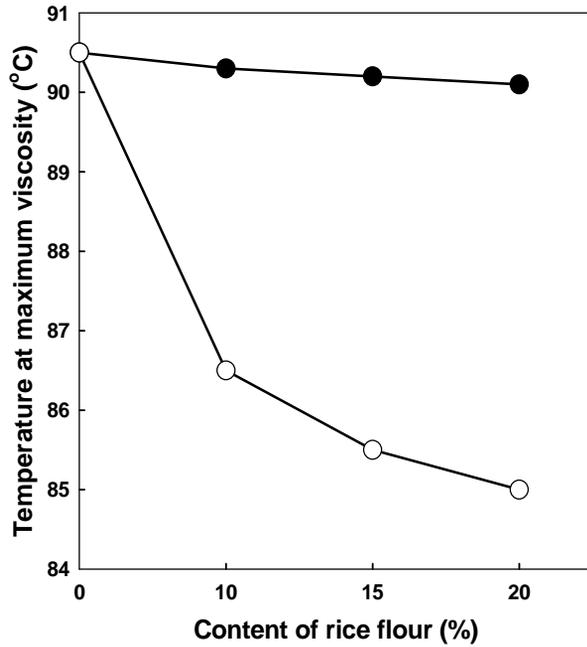


Fig. 12. Temperature at maximum viscosity change of dough with a different content of rice flour in amylograph.

(●: control, ○: treated with β -amylase)

최고점도 온도는 일반 쌀가루 첨가한 혼합분이 거의 변화를 보이지 않은 반면에 β -amylase 처리한 쌀가루를 첨가한 혼합분은 10% 첨가시부터 급격한 감소를 보였고 함량이 증가함에 따라 약 1°C씩 낮아지는 경향을 나타내었다.

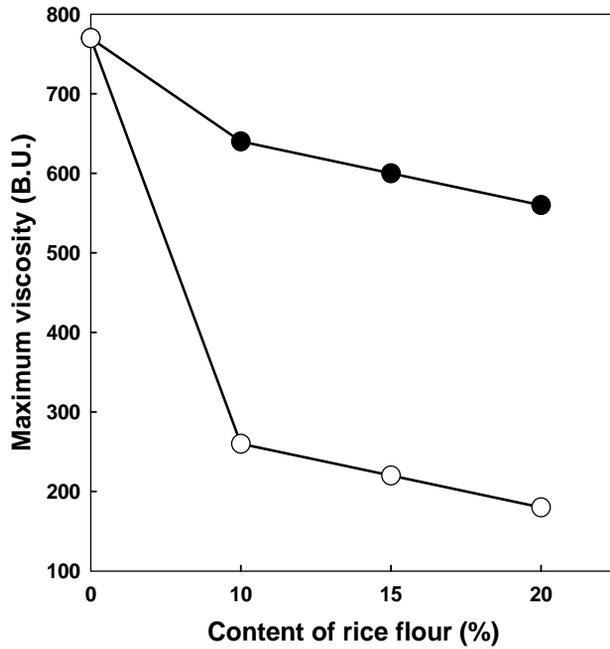


Fig. 13. Maximum viscosity change of dough with a different content of rice flour in amylograph.

(●: control, ○: treated with β -amylase)

최고점도는 일반 쌀가루를 첨가한 혼합분과 β -amylase 처리한 쌀가루를 첨가한 혼합분 모두 감소하는 경향을 보이고 있으며 β -amylase 처리한 쌀가루를 첨가했을 때 더욱 급격한 감소를 보였다.

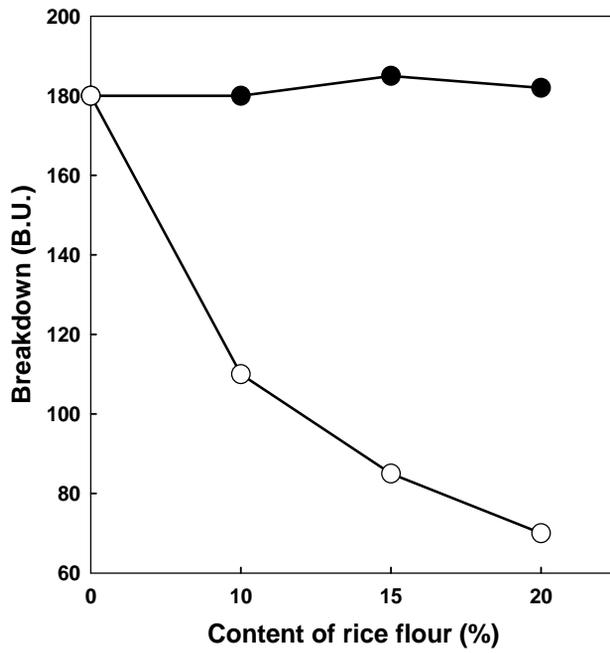


Fig. 14. Breakdown change of dough with a different content of rice flour in amylograph.

(●: control , ○: treated with β -amylase)

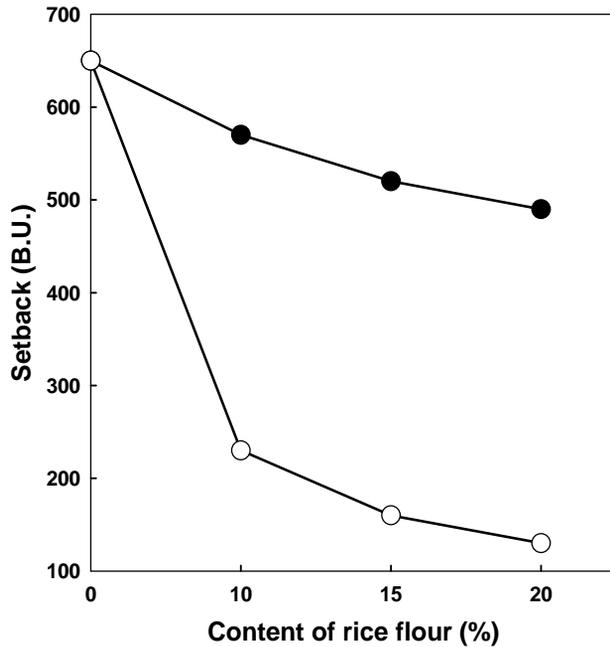


Fig. 15. Setback change of dough with a different content of rice flour in amylograph.

(●: control, ○: treated with β -amylase)

강화점도는 일반쌀가루 첨가한 혼합분이 서서히 감소한 반면에 β -amylase 처리한 쌀가루를 첨가했을 때에는 급격한 감소를 보였고 치반점도 값은 일반 쌀가루를 첨가한 혼합분이 서서히 감소한 반면에 β -amylase 처리한 쌀가루가 첨가된 혼합분은 급격한 감소를 보였다.

이 결과로 β -amylase 처리한 쌀가루를 사용함으로써 호화개시 온도는 빨라진 반면에 최고점도는 낮아지며 강화점도 값과 치반점도 값에 있어서도 급격한 감소가 있음을 알 수 있다.

나. Farinograph 측정

Farinograph(M81044, Brabender Co. Ltd., DuisB.U.rg, Germany) 측정은

AACC방법에 따라 300 g의 밀가루를 사용하고 mixing bowl의 온도가 30±2℃로 유지하도록 하였다. 혼합하는 동안 커브의 중앙이 500±10 B.U.(brabender unite)에 도달할 때까지 흡수량을 조절하였다.

Farinogram으로부터 흡수율(waterabsorption), 반죽형성시간(development time), 반죽의 안정도(stability), 반죽의 약화도(weakness)를 측정하였다.

Farinograph에서 반죽형성시간(development time)은 반죽의 점조도(consistency)가 최고점도에 도달할 때까지의 시간을 나타내며, 반죽의 안정도(stability)는 커브의 윗부분이 500 B.U.(brabender unit)에 도달했을 때부터 떠날 때까지의 시간으로 표시한다. 반죽의 약화도(weakness)는 반죽 형성시간(그래프가 500 B.U.에 도달하는 시간) 후부터 시작하여 12분 후의 커브중심의 하강 정도를 500 B.U.선으로부터의 거리(B.U.)로 나타낸다.

일반 쌀가루를 함량별로 첨가 했을 때 Farinograph 특성은 Fig. 16과 같고 Farinogram 값은 Table 8과 같다.

Table 8. Farinogram data of dough with a different content of rice flour content (control)

Content of rice flour (%)	W.A. ¹⁾ (%)	D.T. ²⁾ (min)	S.B. ³⁾ (min)	W.N. ⁴⁾ (B.U.)
0	66.3	20.2	28.9	19
10	68.0	5.5	15.3	36
15	68.5	2.5	7.9	44
20	68.8	2.2	4.5	61

¹⁾ W.A.: water absorption.

²⁾ D.T.: development time.

³⁾ S.B.: stability.

⁴⁾ W.N.: weakness.

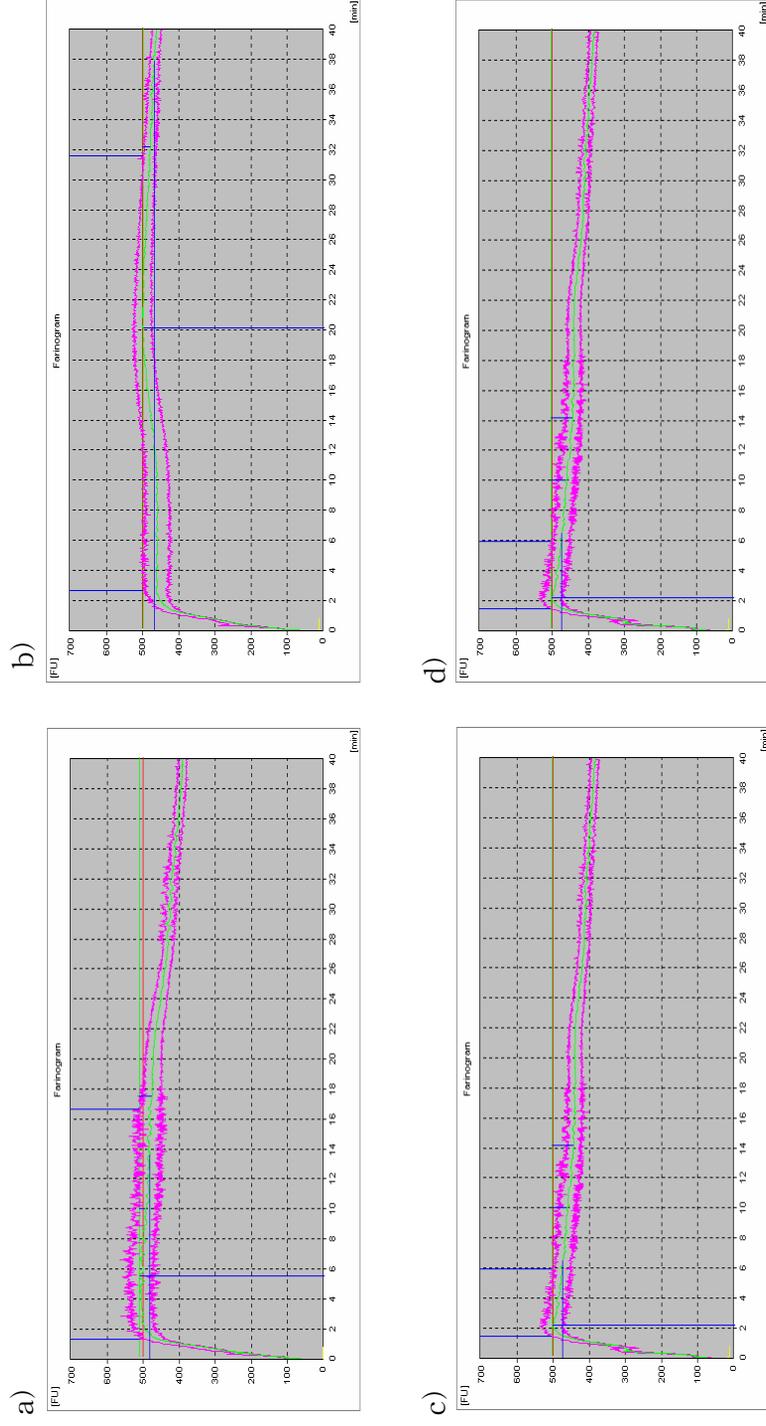


Fig. 16. Farinograph properties of dough with a different content of rice flour.

(a: WF 100%, b: WF 90%+RF 10%, c: WF 85%+RF 15%, d: WF 80%+RF 20%)

흡수율은 밀가루 100%일 때 66.3%이고 일반 쌀가루 첨가량이 10%, 15%, 20%로 증가함에 따라 각각 68.0%, 68.5%, 68.8%로 점차적으로 소폭 증가하였으나 큰 유의차는 보이지 않았다. 반죽형성시간은 밀가루 100%일 경우 20.2 min 이었으나 쌀가루 함량이 10%일 때 5.5 min으로 급격히 빨라졌으며 15%, 20% 첨가시에는 2.5 min, 2.2 min으로 나타나 함량에 따른 변화는 크지 않았다. 안정도는 밀가루 100%일 때 28.9 min에서 쌀가루 첨가량에 따라 15.1 min, 7.9 min, 4.5 min으로 감소하였고 약화도는 밀가루 100%일 때의 19 B.U.에서 36 B.U., 44 B.U., 61 B.U.로 점차로 증가하여 전체적으로 반죽형성시간, 안정도는 감소하고 흡수율, 약화도는 증가하는 경향을 보였다. 흡수율은 높은 수분 흡착력을 갖는 구성성분 때문에 더 나은 제빵적성을 의미하고, 반죽형성시간이 더 길수록 더 나은 제빵적성을 가진다. 그 이유는 혼합하는 동안 거대분자의 글루텐 단백질이 적당하게 일직선으로 정렬되어 글루텐 시트를 형성하는 데 오랜시간이 요구되기 때문이다. 이러한 반죽의 문제점을 보완하기 위하여 제빵공정에 있어서 적절한 mixing time과 발효시간의 조절이 필요하다고 생각된다. β -Amylase 처리 쌀가루를 함량별로 첨가했을 때의 farinograph 특성은 Fig. 17과 같고 farinogram 값은 Table 9와 같다.

Table 9. Farinogram data of dough with a different content of rice flour content (treated with β -amylase)

Content of rice flour (%)	W.A. ¹⁾ (%)	D.T. ²⁾ (min)	S.B. ³⁾ (min)	W.N. ⁴⁾ (B.U.)
0	66.3	20.2	28.9	19
10	67.7	14.8	18.0	55
15	67.8	11.0	15.3	46
20	67.8	9.3	9.5	52

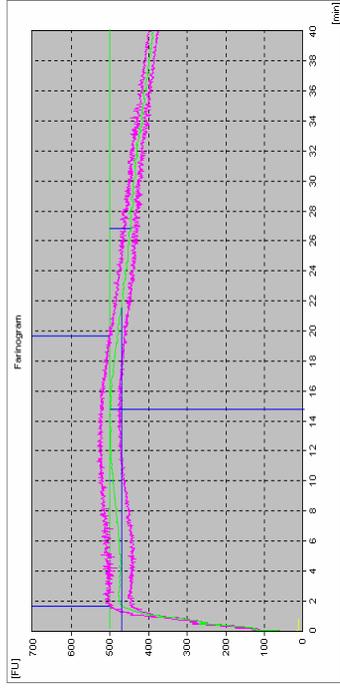
¹⁾ W.A.: water absorption.

²⁾ D.T.: development time.

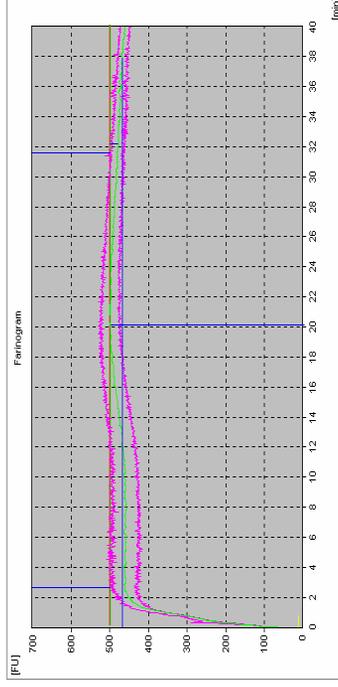
³⁾ S.B.: stability.

⁴⁾ W.N.: weakness.

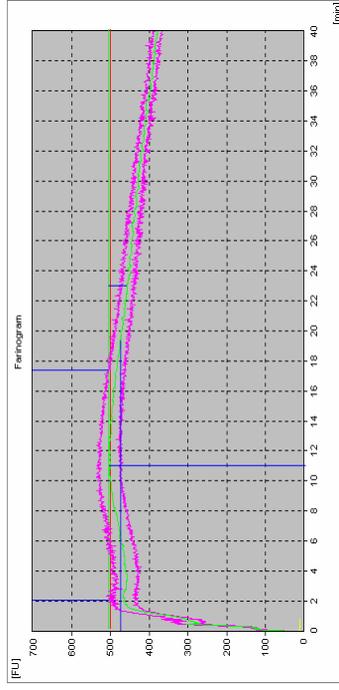
a)



b)



c)



d)

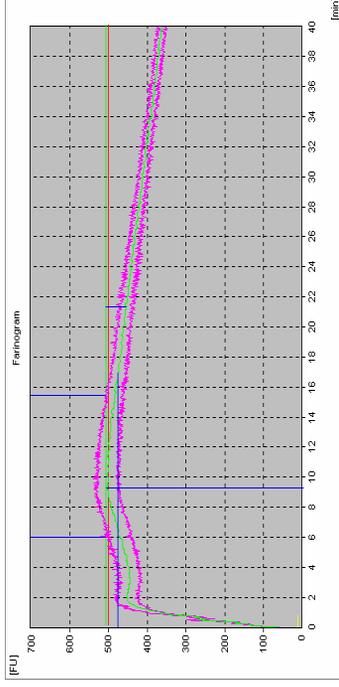


Fig. 17. Farinograph properties of dough with a different content of rice flour(treated with β -amylase).

(a: WF 100%, b: WF 90%+RF 10%, c: WF 85%+RF 15%, d: WF 80%+RF 20%)

흡수율은 밀가루 100%일 때 66.3%,이고 β -amylase 처리 쌀가루 첨가량이 10%, 15%, 20%로 증가함에 따라 각각 67.7%, 67.8%, 67.8%로 밀가루 함량이 100%일 때보다 소폭증가 하였으나 함량에 따른 차이는 거의 없었다. 반죽형성 시간은 밀가루 100%일 경우 20.2 min이었고 β -amylase 처리 쌀가루 함량이 증가함에 따라 14.8 min, 11.0 min, 9.3 min으로 감소하였다. 안정도는 밀가루 100%일 때 28.9 min에서 쌀가루 첨가량에 따라 18.0 min, 15.3 min, 9.5 min으로 첨가량이 증가함에 따라 점차적으로 감소하였고 약화도는 밀가루 100%일 때 19 B.U.에서 각각 55 B.U., 46 B.U., 52 B.U.로 나타나 전반적으로 증가하는 경향을 보였다.

수분의 흡수율은 반죽의 일정한 굳기를 유지하는데 필요한 물의 양으로 단백질의 함량과 전분의 손상정도 등에 따라 달라질 수 있다. 제빵에서 수분의 흡수율은 빵의 노화와 밀접한 관련이 있다.

일반 쌀가루를 첨가한 반죽과 β -amylase 처리 쌀가루를 첨가한 반죽의 farinograph 특성을 비교해 본 결과 흡수율과 약화도는 일반 쌀가루 첨가한 반죽과 β -amylase 처리 쌀가루를 첨가한 반죽 사이의 큰 차이는 없었으나 반죽 형성시간과 안정도는 일반 쌀가루 첨가 반죽이 큰 폭으로 감소하는 경향을 보인 반면에 β -amylase 처리 쌀가루를 첨가한 반죽은 상대적으로 낮은 감소 폭을 보였다. 이는 쌀가루를 첨가함에 따라 상대적으로 글루텐 함량이 낮아지기 때문인 것으로 예상된다.

Farinograph의 형태에 있어서 일반 쌀가루를 첨가한 반죽의 경우 그래프의 형태가 밀가루 100%와 많은 차이를 보인 반면 β -amylase 처리 쌀가루를 첨가한 반죽은 밀가루 100%인 반죽과 유사한 형태를 보여 β -amylase를 처리한 쌀가루를 첨가했을 때 farinograph의 물성값에는 차이가 있었으나 전체적인 반죽의 물리적 특성은 유지됨을 알 수 있었다.

6. β -Amylase 처리 쌀가루의 노화도 측정

전체 수분함량이 50%가 되도록 쌀가루 현탁액을 제조한 후 멸균병에 담아서 쌀가루 함량에 대하여 β -amylase를 50, 75, 100 unit가 되도록 투입하여 효소반응을 시킨 후 노화도를 측정하였다(1 ppm을 10 unit이라 정의함)

가. β -Amylase 처리 쌀가루의 노화도 측정 결과

Fig. 18과 같이 β -amylase 함량이 50-100 unit로 증가할수록 노화도는 감소하였으며, β -Amylase 함량이 100 unit일 때 노화도가 현저하게 감소하였다.

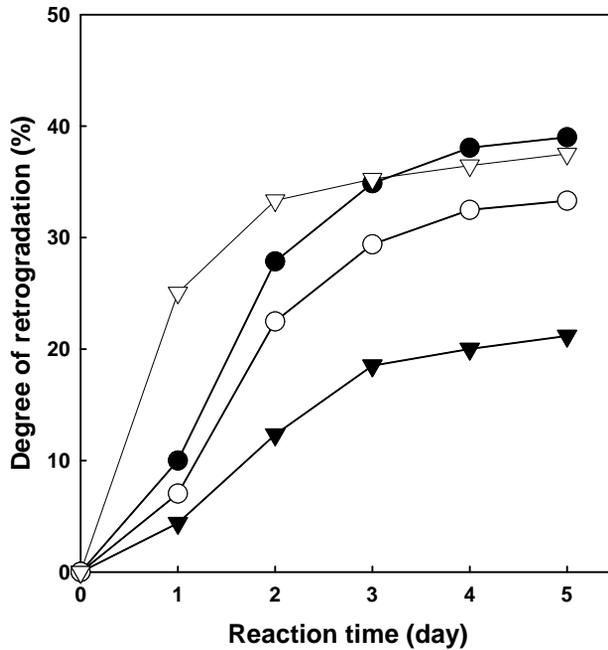


Fig. 18. Degree of retrogradation of rice flour gels with β -amylase during storage for 5 days.

(▽: control, ●: 50 unit β -amylase, ○: 75 unit β -amylase, ▼: 100 unit β -amylase)

7. 활성 글루텐 함량에 따른 쌀가루의 노화도

전체 수분함량이 50%가 되도록 쌀가루 현탁액을 제조한 후 멸균병에 담아 쌀가루 함량에 대하여 활성 글루텐을 3, 5, 7%의 농도로 투입하여 반응을 시킨 후 노화도를 측정하였다.

가. 활성 글루텐 함량에 따른 쌀가루의 노화도 측정 결과

Fig. 19와 같이 활성 글루텐의 함량을 3-7% 범위에서 노화도를 측정하였지만 활성 글루텐이 노화도에 미치는 영향은 크게 보이지 않았다.

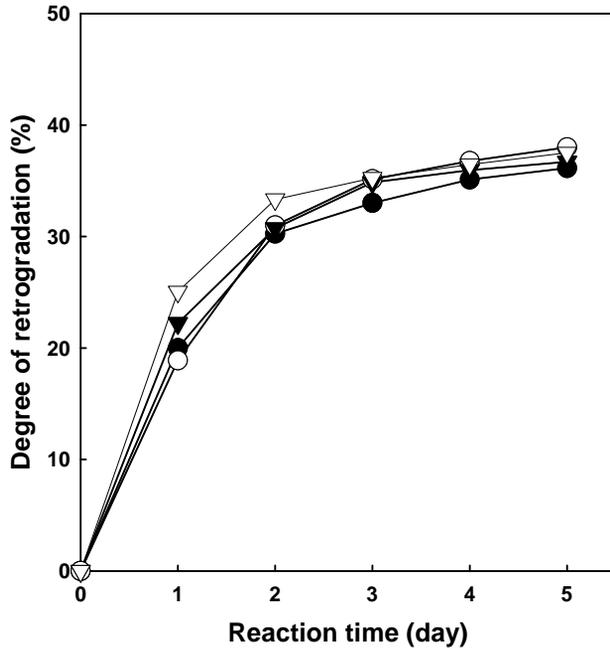


Fig. 19. Degree of retrogradation of rice flour gels with gluten during storage for 5 days.

(▽: control, ●: 3% gluten, ○: 5% gluten, ▼: 7 % gluten)

8. 유화제 함량(sugar ester)에 따른 쌀가루의 노화도

이전의 연구에 있어 쌀가루, 냉동생지 및 roll 빵의 노화지연 효과가 있다고 판단되었던 sugar ester를 쌀가루에 첨가하여 노화도의 변화를 보고자 하였다. 전체 수분함량이 50%가 되도록 쌀가루 현탁액을 제조한 후 멸균병에 담아서 쌀가루 함량에 대하여 유화제를 0.5, 1, 1.5%씩 투입하여 반응을 시킨 후 노화도를 측정하였다.

가. 유화제(sugar ester)함량에 따른 쌀가루의 노화도 측정 결과

Fig. 20과 같이 유화제(sugar ester)의 함량을 0.5-1.5% 범위에서 노화도를 측정 한 결과, 유화제의 함량이 1.0%일 때 노화도의 억제효과가 가장 크게 나타났다.

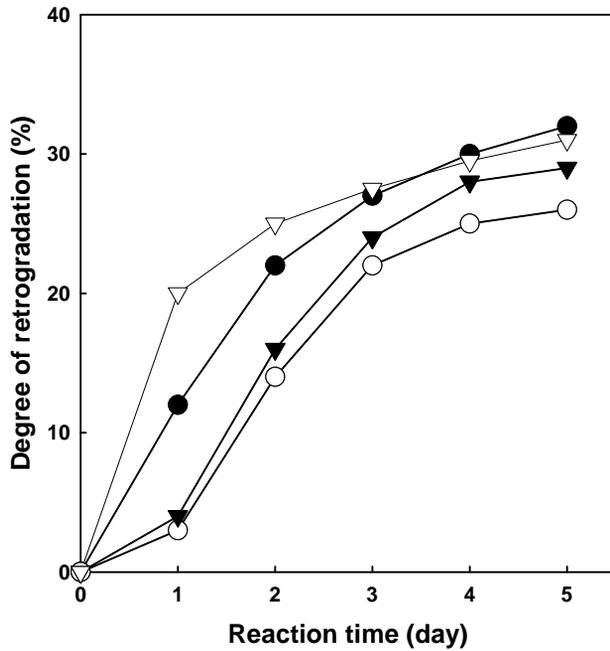


Fig. 20. Degree of retrogradation of rice flour gels with sugar ester during storage for 5 days.

(▽: control, ●: 0.5% sugar ester, ○: 1.0% sugar ester, ▼: 1.5 % sugar ester)

제 6 절 쌀가루 노화억제를 위한 최적조건 결정

쌀가루 노화억제를 위한 반응 특성은 Minitab program을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계처리 하였다. 반응표면분석(Response surface analysis)은 여러 개의 요인변수 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ 가 복합적인 작용을 함으로써 어떤 반응변수(dependent variable, y)에 영향을 주고 있을 때, 이러한 반응의 변화가 이루는 반응표면에 대한 통계적인 분석방법을 말한다. 여기서 요인변수는 반응에 영향을 주는 독립변수 또는 인자를 말하고, 반응변수는 요인변수의 영향을 받아서 어떤 반응을 나타내는 종속변수를 말한다.

반응표면 분석에서 3가지 독립변수는 β -amylase의 첨가량(X_1), sugar ester의 첨가량(X_2), 글루텐 함량(X_3)이며, 추출물의 품질 특성에 관련된 반응변수(Y_n)는 노화도(Y_1)로 하였다.

반응표면분석에 의한 쌀가루 노화억제조건 최적화는 각각의 반응변수의 특성 값에 대한 목표 값을 설정하여 목표 값을 만족시키는 인자의 최적 조합을 Minitab program을 이용하여 결정하였다. Minitab program에서 각각의 반응변수에 대한 개별만족도(d)를 구하며 결합 또는 합성된 만족도를 구하기 위해 개별만족도를 결합하여 합성된 만족도를 최대화하고, 인자의 최적 설정치를 구하였다. 쌀가루의 노화억제조건에서 반응변수의 목표 값이 감소할수록 유리하므로 Minitab program에서 목표 값(target)과 최소경계 값(lower bound)을 각각 특성 값의 최고값과 최소값으로 설정하여 통계 처리하면 반응변수가 목표 값에 가까울수록 개별만족도는 1에 가까워지고, 반응변수가 최소경계 값에 가까울수록 개별만족도는 0에 가까워진다.

1. 반응표면분석을 이용한 쌀가루 노화억제 조건 최적화

쌀가루 노화억제에 대한 최적조건을 알아보기 위해 Box-Behnken 실험계획에 따른 각각의 조건으로 측정된 쌀가루의 노화도 및 유화제, 글루텐 및 β -amylase 함량에 대한 특성 값을 Table 10에 나타내었다.

2. 쌀가루 노화도 변화

독립변수인 β -amylase 함량, 글루텐 함량 및 sugar ester 함량에 따른 수율의 반응표면 회귀계수를 Table 11에 나타내었다. 반응표면 회귀식의 결정계수 (R^2)는 0.989로 반응모형이 적합하였으며, 통계적으로 고도의 유의성이 인정되었다($P < 0.01$). 그리고 1차항 및 2차항도 통계적으로 매우 유의하였으나 ($P < 0.05$) 교호작용은 통계적으로 유의하지 않았다($P > 0.1$).

$$Y_1 = 0.580 + 0.026X_1 + 0.023X_2 + 0.131X_3 - 0.01X_1^2 - 0.023X_2^2 + 0.02X_3^2 - 0.003X_1X_2 + 0.005X_1X_3 - 0.003X_2X_3 \text{ ----- (1)}$$

여기서 Y_1 는 노화도이며, X_1 , X_2 , X_3 는 β -amylase 함량, 글루텐 함량 및 sugar ester 함량을 각각 나타낸다.

3가지 독립변수의 분산 분석결과 β -amylase ($P < 0.01$) 및 글루텐 함량 ($P < 0.05$), sugar ester 함량 ($P < 0.01$)이 통계적으로 매우 유의적인 요인이었다.

Table 10. Experimental data and Box-Behnken design for degree of retrogradation from rice flour

Exp No.	β -Amylase (unit)	Gluten (%)	Sugar ester (%)	Degree of retrogradation (%)
1	100(1) ¹⁾	3.0(-1)	1.0(0)	0.58
2	75(0)	5.0(0)	1.0(0)	0.43
3	75(0)	5.0(0)	1.0(0)	0.51
4	75(0)	3.0(-1)	1.5(1)	0.48
5	75(0)	5.0(0)	1.0(0)	0.67
6	50(-1)	5.0(0)	1.5(1)	0.48
7	100(1)	7.0(1)	1.0(0)	0.58
8	75(0)	7.0(1)	0.5(-1)	0.59
9	75(1)	3.0(-1)	0.5(-1)	0.77
10	50(-1)	3.0(-1)	1.0(0)	0.73
11	50(-1)	7.0(1)	1.0(0)	0.55
12	50(-1)	5.0(0)	0.5(-1)	0.69
13	100(1)	5.0(0)	1.5(1)	0.55
14	100(1)	5.0(0)	0.5(-1)	0.57
15	75(0)	7.0(1)	1.5(1)	0.42

¹⁾ Coded level.

Table 11. Regression coefficients calculated by Minitab program for response variables

Degree of retrogradation (%)	
b ₀	0.580**
Linear	
b ₁	0.026**
b ₂	0.023*
b ₃	0.131**
Quadratic	
b ₁₁	-0.010
b ₂₂	-0.023
b ₃₃	0.020
Cross product	
b ₁₂	-0.003
b ₁₃	0.005
b ₂₃	0.003
R-Square	0.989
Probability of F	<.0001

*Significant at 5% level, **Significant at 1% level.

노화도에 대한 반응표면을 Fig. 21에 나타내었다. β -Amylase 함량이 50 unit에서 100 unit로 증가할수록 노화도는 감소하였으며 sugar ester의 함량이 증가할수록 노화도 값은 감소하였다. β -Amylase 함량과 글루텐 함량에서는 β -amylase 함량이 증가할수록 노화도는 감소하였다. 글루텐과 sugar ester의 함량에서는 sugar ester가 증가할수록 노화도가 감소함을 보였고, 글루텐 함량이 증가할수록 노화도가 감소하였다.

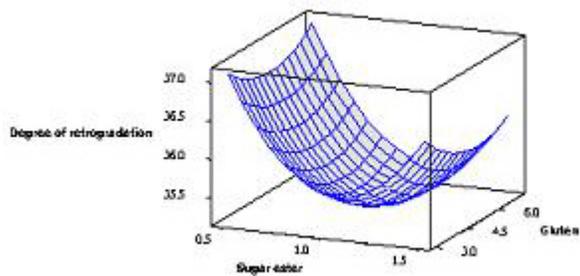
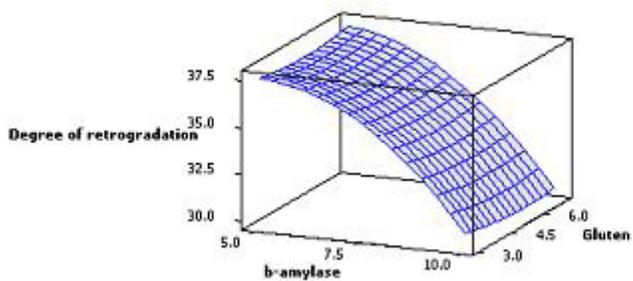
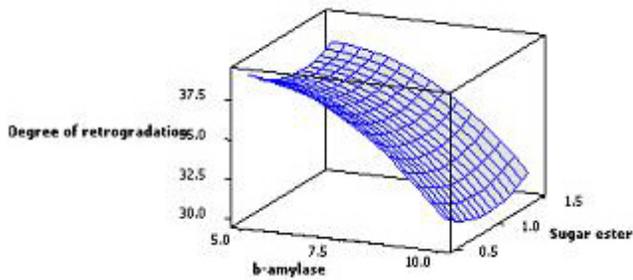


Fig. 21. Response surface for the effects of β -amylase and sugar ester, and gluten of rice flour on degree of retrogradation.

3. 쌀가루 노화억제의 최적 조건의 선정

쌀가루 노화억제 최적조건에 대한 반응표면 분석법의 최적화는 Table 12의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리하였다. 이때 모든 독립변수

에 대한 반응변수의 최소를 나타내는 조건으로는 Fig. 22와 같이 최적 조건으로 β -amylase 함량 100 unit, sugar ester 함량 1.5%, 글루텐 함량 10.0%로 나타났고 예상 특성 값은 수율 0.35%이었으며 만족도는 0.6942이었다.

Table 12. Optimum response variables on response surface methodology

	Goal	Upper	Target
Degree of retrogradation (%)	Minimum	100.0	1

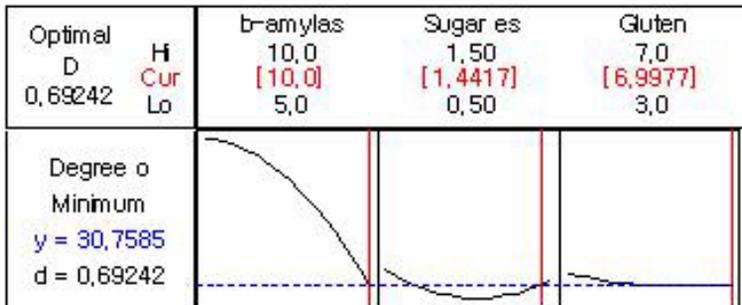


Fig. 22. Optimum condition by response surface analysis for degree of retrogradation from rice flour.

제 7 절 쌀 roll빵 냉동생지 제조

1. 재료 및 방법

밀가루는 단백질 13%, 회분 0.4%, 수분 13.5%의 1등급 강력분(대한제분), 설탕은 순도 99.0%의 정백당(삼양사), 인스턴트드라이 효모는 건조효모 98.9%(DMS Ltd., England), 이외의 재료는 시판용을 사용하였다.

2. 냉동생지 및 제품제조

Roll빵 제조 배합률은 Table 13과 같다. 제빵공정은 가당 스펀지 및 도우법에 따라 스펀지 재료를 Hobart mixer(Hobart A200, China)로 120 rpm에서 3 min, 220 rpm에서 2 min 혼합한 후 스펀지 온도를 26℃로 맞추어 온도 27℃ 상대 습도 75%의 발효실에서 2 hr동안 1차 발효시켰다. 스펀지와 나머지 재료를 Hobart mixer에서 120 rpm으로 3 min, 220 rpm에서 2 min 간 혼합하여 버터를 넣고 120 rpm에서 3 min 간 혼합한 후 220 rpm에서 5 min 간 더 혼합하여 반죽을 제조하였다. 제조된 반죽을 상온에서 15 min 간 휴지시켜 30 g 씩 분할하여 둥굴리기(Kamata KY 250 Dough Sheeter, Japan)한 후 15 min 간 중간발효 시켰다. 재둥굴리기를 하여 평철판에 배열한 후 -40℃의 급속냉동고(Daiwa HY. Ltd., Japan)에서 중심온도를 -15℃ 까지 약 30 min 간 냉동시킨 후 폴리에틸렌 백에 각각을 12개씩 덕용포장하여 -20℃의 냉동저장고(77w-1045, Sam Sung Electronic Co., Korea)에서 온도의 변화 없이 1주에서 4주간 저장하였다. 냉동생지를 1주 간격으로 평철판에 12개씩 배열하여 온도 5℃, 상대습도(RH) 75%에서 5 hr 동안 냉동생지의 중심온도를 5℃가 되도록 해동한 후 온도 37℃, RH 80%의 2차 발효실에서 70 min 간 발효시켰다. 발효된 생지를 윗불 210℃, 밑불 170℃의 오븐에서 10 min 간 구워 냉각시킨 후 실험에 사용하였다.

Table 13. Formula of the frozen dough

(unit ; baker's %)

Ingredients	Sponge	Dough
wheat flour	70	30
Granulated sugar	3	12
Butter	-	12
Instant dry yeast	1.2	0.8
Mineral yeast food	0.1	-
Water	42	8
Salt	-	1.5
Whole egg	-	8
None fat dry milk	-	4
Vitamin C	-	variation

Table 14. Composition of mineral yeast food

Ingredients	%
(NH ₄) ₂ SO ₄	34.5
CaSO ₄	8.0
Diastase	0.5
Starch	57.0
Total	100

3. 제품의 비체적 측정

빵의 용적은 종자 치환법으로 구하고 빵의 무게를 측정한 후 비체적(cc/g)으로 나타내었다.

4. 경도 측정

냉동저장된 각 시험구를 5℃에서 해동하고 반죽온도가 18℃에 도달할 때 까지 25℃에서 방치한 후 반죽을 성형하고 2차 발효시켜 구운 후, 25℃에서 냉각시켜 내부온도가 30℃에 도달하였을 때 폴리에틸렌 백에 포장하여 24 hr 동안 실온에 방치하였다. 빵의 중앙부위를 두께 15 mm의 두께로 자른 후 빵의 경도를 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable, Micro Systems Co., England)를 사용하여 prove type은 25 mm diameter cylinder, trigger force는 auto-10 g, test speed는 1 mm/sec, 60% deformation 조건에서 측정하였다.

5. 제빵의 색도 측정

경도 측정의 샘플과 같은 방법으로 포장하여 실온에서 24 hr 방치한 후 crust는 빵의 윗면을 crumb는 빵을 cutting 하여 색도를 측정하였다. 이 때 색도 측정은 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 구하여 측정하였다.

6. 관능검사

냉동생지로 제조한 빵을 내부온도가 30℃가 되도록 냉각시켜 폴리에틸렌 백에 넣어 포장한 뒤 실온(25℃)에서 1 day 방치하였다. 시료에 대한 관능검사는 훈련된 패널들을 대상으로 검사의 취지를 충분히 인식시키고 두 번의 반복훈련을 거친 후 최종적으로 평가하였다. 외부색상, 내부색상, 외관을 평가하고 조직감과 입 안에서의 촉감을 5점 기호 척도법으로 평가하였으며(5: very good, 4: good, 3: fair, 2: poor, 1: very poor) 유의성 검증은 SAS 프로그램을 이용한 다범위 검정으로 분석하였다.

7. 결과 및 고찰

가. 쌀 첨가량 결정을 위한 관능검사

1) 첨가량에 따른 관능검사

쌀가루 첨가량을 결정하기 위하여 30%, 40%, 50% 첨가군 별로 제조한 다음 소비자 기호도 시험법 중 실험실 테스트법을 이용하여 순위법으로 관능기호도를 평가하였다. 이 때 관능요원은 관능훈련이 된 10명을 선발하였다.

Fig. 23. Sensory evaluation data sheet - Ranking test.

o. 제품명 : _____

o. 사료 번호 : _____

o. 성명-연락처: _____ 날짜 : 2004년 월 일

먼저 왼쪽의 시료를 맛보신 후 다음 시료를 맛 보십시오.
귀하께서 가장 좋아하는 것에서부터 가장 좋아하지 않는 것 까지 제시된 시료들의 순위를 정하십시오.

_____ 가장 좋아하는 것 _____ 가장 좋아하지 않는 것

2) 쌀가루 첨가량 결정을 위한 기호도 조사

Table 15에서와 30%를 제외하고는 빵의 기호도가 낮아 본 실험에서는 30% 쌀가루를 첨가하여 제빵하여 실험하기로 함.

Table 15. The sensory evaluation data of 3 kinds of roll bread according with rice powder mixing ratio

Rice powder mixing ratio(%)	Sensory evaluation (ranking test)*
30	18
40	20
50	28

제 8 절 제빵적성 향상을 위한 실험

1 유화제 사용 검토

제빵적성 향상을 위해 첨가할 유화제의 종류와 양을 결정하기 위한 제빵은 Table 13과 14의 recipe에 sugar ester, sorbitan mono palmitate, polyglycerine mono oleate, polyoxyethylene sorbitan mono laurate, propylen glycol mono ester의 emulsifier의 첨가량 결정을 위해 polyglycerine mono oleate와 sugar ester를 각각 0%, 0.5%, 1%씩 첨가하여 예비실험 한 결과, 0.5% 첨가군은 넣지 않은 것 보다 훨씬 더 부드럽고 내용물의 조직감이 좋았으며 팽창이 많이 되었고, 1% 첨가군은 0.5% 보다 더 많이 부풀지 않았고 오히려 딱딱해지는 현상을 보였다.

2 유화제의 선정

유화제들을 0.5% 씩 첨가하여 비체중으로 빵의 부피를 측정한 결과 Table 16에서와 같이 쌀을 넣은 빵의 비체적이 밀가루 100%의 빵보다 큰 편이고, 유화제를 첨가한 시료 중 sugar ester, poly mono glycerin의 경우는 쌀과 밀가루 50%씩 넣고 제조한 것과 유사한 값을 나타내었다. 따라서 5가지의 유화제 중 sugar ester와 본 실험의 비체중이 큰 유화제인 poly glycerine mono oleate를 사용하기로 결정하였다.

Table 16. The effect of emulsifier addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W100	233.34	25.62	9.11
RW	275.0	23.57	11.67
SERW	256.67	24.63	10.42
SBRW	218.34	22.81	9.57
PMRW	288.34	25.35	11.37
PSMLRW	236.67	26.48	8.93
PGMERW	235	24.92	9.43

W100 ; Wheat 100%

RW : Wheat 50% added with rice powder 50%

SERW : RW sample added with sugar ester

SBRW: RW sample added with sorbitan mono palmitate

PMRW: RW sample added with poly glycerine mono oleate

PSMLRW: RW sample added with polyoxyethylene sorbitan mono laurate

PGMERW: RW sample added with propylene glycol mono ester

3. 활성 글루텐 사용 검토

가. 활성 글루텐 첨가량 결정을 위한 실험

쌀빵의 탄성감소를 보완하기 위한 실험으로 활성 글루텐 첨가를 검토하기 위해 5%, 7%의 활성 글루텐을 첨가하여 제조하였으나 질감이 너무 좋지 않아 비체적 실험을 추가적으로 실시하여 사용여부를 결정하기로 하였고, 그 결과 5% 첨가하여 만들었다.

나. 비체적 측정을 통한 활성 글루텐 적용 검토를 위한 실험

Table 17과 같이 비체적이 대조구에 비해 상대적으로 낮은 비체적을 나타내었을 뿐만 아니라 빵의 조직감이 마치 고무줄처럼 질겨 식용하기가 너무 어려워 냉동생지에 적용할 수가 없다고 판단되었다.

Table 17. The effect of gluten addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W100	233.34	25.62	9.11
RW	275.0	23.57	11.67
SEGRW	216.67	24.60	8.81
SBGRW	208.10	22.91	9.08
PMGRW	218.22	25.85	8.44
PSMLGRW	226.35	27.4	8.26
PGMEGRW	215	24.9	8.63

W100 ; Wheat 100%

RW : Wheat 50% added with rice powder 50%

SEGRW : RW sample added with sugar ester +gluten

SBGRW : RW sample added with sorbitan mono palmitate +gluten

PMGRW: RW sample added with poly glycerine mono oleate +gluten

PSMLGRW: RW sample added with polyoxyethylene sorbitan mono laurate+gluten

PGMEGRW: RW sample added with propylene glycol mono ester+gluten

4. 효소제 사용 검토

가. 효소제 선택을 위한 실험

효소제 사용을 검토하기 위해 Table 18과 같이 α -amylase, β -amylase, glucosidase를 선택하여 각각의 효소를 제빵적성이 양호한 5 ppm으로 첨가한 후, 제빵하여 비체적을 측정해보니 Table 18에서와 같이 대조구에 비해 비체적이 상대적으로 큰 제품은 β -amylase 처리구였으나 착색의 정도가 심하여 상품으로 문제점이 있는 것으로 보였고, 그 다음으로는 α -amylase 첨가가 좋은 것으로 나타났다.

Table 18. The effect of enzymes addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W100	233.34	25.62	9.11
RW	275.0	23.57	11.67
ARRW	235	24.92	9.43
BRRW	243	23.76	10.23
GRRW	236.76	26.48	8.94

W100 ; Wheat 100%

RW : Wheat 50% added with rice powder 50%

ARRW : RW sample added with α -amylase

BRRW : RW sample added with β -amylase

GRRW : RW sample added with glucosidase

5. 효소처리 쌀가루 첨가

가. 첨가량 결정

효소 사용량 결정을 위해 Table 19와 같이 일반 빵 실험에서 사용한 3가지 효소를 처리한 쌀가루의 사용량을 각각 5, 7.5, 10% 첨가 후 제조하여 관능검사 한 결과 각각 5% 첨가군에서 값이 높은 것으로 평가되었다

Table 19. The sensory evaluation data of 3 kinds of roll bread according with enzyme processed rice powder

Samples	The contents of different enzyme processed rice powder addition (%)	Sensory evaluation (Ranking test)*
AR	5	16
	7.5	19
	10	29
BR	5	12
	7.5	18
	10	30
GR	5	13
	7.5	17
	10	30

AR; Wheat 70% + processed rice powder with α -amylase 30%

BR; Wheat 70% + processed rice powder with β -amylase 30%

GR; Wheat 70% + processed rice powder with glucosidase 30%

나. 효소처리 쌀가루 첨가가 제빵적성에 미치는 효과

효소처리 쌀가루 첨가를 결정하기 위해 효소처리 쌀가루의 첨가구들의 비체적을 측정된 결과 3가지 효소처리 쌀가루 첨가는 밀가루 100%빵과는 유사한 수준의 비체적을 나타내었으며, 그 중에서 상대적으로 비체적의 값이 가장 큰 시료는 β -amylase 처리 쌀가루였으며 대조구와 큰 차이는 보이지 않았다 (Table 20).

Table 20. The effect of enzyme processed rice power addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W100	233.34	25.62	9.11
RW	275.0	23.57	11.67
ARRP	246	24.99	9.84
BRRP	278.3	25.35	10.98
GRRP	248.3	25.3	9.81

W100 ; Wheat 100%

RW : Wheat 50% added with rice powder 50%

ARRP : Wheat 70%+ processed rice powder with α -amylase (100 unit) 30%

BRRP : Wheat 70% + processed rice powder with β -amylase (100 unit) 30%

GRRP : Wheat 70% + processed rice powder with glucosidase (100 unit) 30%

6. 노화도 측정

가. 저장 기간 중 수분함량 측정

저장 중 각 시료의 수분함량의 변화는 Table 21과 같이 첫째날 대조구인 쌀 30%와 밀가루 70% 제조 빵은 수분함량이 밀가루 100% 빵보다는 많았으며, 대조구와 유사한 값을 보인 시료들은 β -amylase 처리 쌀가루 첨가구이고 그 외의 시료들은 거의 대조구에 비해 낮은 값을 보였다.

Table 21. The changes of moisture content of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Moisture contents
	0 day
W100	25.1 ±0.60
RW	27.96±1.58
SERW	26.30±1.05
PMGRW	25.42±1.77
ARRW	26.08±0.75
BRRW	25.74±0.38
GRRW	24.66±1.19
ARRP	24.96±0.28
BRRP	27.94±0.36
GRRP	26.82±0.10

W100 : Wheat 100%

RW : Wheat 70% added with rice powder 30%

SERW : RW sample added with sugar ester

PMGRW : RW sample added with poly glycerine mono oleate +gluten

ARRW : RW sample added with α -amylase

BRRW : RW sample added with β -amylase

GRRW : RW sample added with glucosidase

ARRP : Wheat 70%+ processed rice powder with α -amylase (100 unit) 30%

BRRP : Wheat 70% + processed rice powder with β -amylase (100 unit) 30%

GRRP : Wheat 70% + processed rice powder with glucosidase (100 unit) 30%

나. 조직감 측정

4°C에서의 3일간 시료들의 저장 중 조직감은 Table 22와 같이 저장 첫째날의 hardness값은 쌀 30%, 밀가루 70%의 빵의 값과 거의 유사한 수준이었으나 그 중에서도 가장 낮은 값은 glucosidase 처리 쌀가루로 만든 빵과, 유화제로는 poly glycerine mono oleate 첨가구이고, 가장 값이 큰 것은 β -amylase 첨가구였다. 저장 2일째에는 쌀 30%, 밀가루 70% 빵의 hardness값의 증가 폭이 현저하였고, sugar ester 첨가구, β -amylase 첨가구, β -amylase 처리 쌀가루 첨가구에서 증가 폭이 작은 것으로 보아 저장 중의 노화 억제 효과의 효과를 짐작할 수 있었다. 그러나 glucosidase 처리 쌀가루는 저장 첫째날은 hardness의 값이 대조구보다 작았으나, 저장 2일째에 hardness 증가 폭이 가장 큰 시료로 측정되었다. 저장 3일째에는 쌀 30%, 밀가루 70%를 넣은 빵의 증가 폭이 현저히 증가하였으며, 본 실험의 유화제처리구, 효소처리구, 효소처리 쌀가루 첨가구들은 증가 폭이 작았고, 특히 증가 폭이 작은 것은 sugar ester 첨가구와 α -amylase 첨가구, β -amylase 처리 쌀가루 첨가구로 노화현상이 가장 억제된 시료로 결정되었다.

20°C에서 3일간 저장 중의 조직감 변화는 Table 23과 같이 4°C의 저장보다 hardness의 증가 폭이 크지 않았으며, 저장 둘째날까지 유화제 첨가구, 효소첨가구, 효소처리 쌀가루 첨가구들의 hardness는 약간 증가하는 경향은 있었으나, 쌀 30%와 밀가루 70% 첨가구의 hardness의 증가 폭이 가장 커서, 유화제와 효소제, 효소처리 쌀가루들의 첨가가 노화억제의 가능성을 유추할 수 있었다. 저장 셋째날도 대조구인 쌀 30%, 밀가루 70% 첨가구의 증가 폭은 현저하였으나, 유화제처리구, 효소처리구, 효소처리 쌀가루 첨가구들의 증가 폭은 크지 않았으며, 그 중에서 유화제 처리구, α -amylase 처리구, α -amylase 처리 쌀가루 첨가구, β -amylase 처리 쌀가루 첨가구, β -amylase를 첨가한 시료는 hardness의 변화가 작은 시료로 측정되었다.

Table 22. Texture profile analysis parameters of bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 3 days at 4°C

Samples	Texture profile analysis parameter														
	Springiness			Gumminess			Cohesiveness			Hardness			Chewiness		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W100	0.685	0.84	0.796	714.3	296.3	470.5	0.354	0.46	0.348	1,953.2	654.2	1,355.9	487.9	248.2	372.3
RW	0.773	0.83	0.728	1,133.5	283.8	365.2	0.423	0.35	0.34	506.7	831.8	1,069.1	746.3	232.8	268.4
SERW	0.853	0.83	0.8	218.7	207.6	237.3	0.507	0.38	0.355	542.0	552.6	660.4	184.5	171	189.9
PMGRW	0.872	0.84	0.779	194.5	218.0	270.1	0.429	0.43	0.389	454.1	512.8	693.4	169.5	182.2	221.6
ARRW	0.822	0.79	0.748	235.4	179.9	161.1	0.447	0.38	0.315	527.4	482.4	510.2	193.5	140.9	121.2
BRRW	0.877	0.82	0.847	268.5	254.1	253.4	0.444	0.38	0.418	612.0	687.9	600.4	234.4	204.3	215.5
GRRW	0.819	0.87	0.834	243.3	264.3	305.6	0.442	0.40	0.39	550.7	669.7	788.4	199.7	227.5	253.6
ARRP	0.862	0.82	0.812	267.6	220.5	260.6	0.404	0.36	0.334	654.6	622.7	752	231.1	178.7	209.6
BRRP	0.88	0.87	0.841	248.3	242.4	248.8	0.447	0.42	0.388	567.2	575.1	582.3	218.6	208.3	209.4
GRRP	0.843	0.81	0.784	151.7	253.3	235.6	0.4	0.36	0.362	381.4	713.4	653.3	127.1	203.2	186.1

Refer to the comment in Table 21

Table 23. Texture profile analysis parameters of bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 5 days at 20°C

Samples	Texture profile analysis parameter														
	Springiness			Gumminess			Cohesiveness			Hardness			Chewness		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W100	0.685	0.84	0.827	714.3	390.7	314.8	0.354	0.43	0.382	1,953.2	878.7	796.4	487.9	324.2	261.2
RW	0.773	0.86	0.834	1,133.5	368.8	336.9	0.423	0.38	0.365	506.7	952.2	1,056.2	746.3	313.0	333.0
SERW	0.853	0.83	0.837	218.7	214.7	205.5	0.507	0.4	0.436	542.0	537.2	466.8	184.5	182.8	173.3
PMGRW	0.872	0.84	0.861	194.5	237.1	305.3	0.429	0.43	0.481	454.1	554.5	636.4	169.5	202.5	262.9
ARRW	0.822	0.79	0.835	235.4	189.1	256.4	0.447	0.4	0.435	527.4	479.9	594.1	193.5	151.8	215.0
BRRW	0.877	0.82	0.821	268.5	227.5	204.5	0.444	0.37	0.500	612.0	610.7	609.6	234.4	184.8	168.9
GRRW	0.819	0.87	0.817	243.3	410.1	440.9	0.442	0.45	0.399	550.7	913.7	1,123.4	199.7	350.1	363.8
ARRP	0.862	0.82	0.770	267.6	252.4	270.4	0.404	0.36	0.314	654.6	708.9	858.9	231.1	208.2	209.4
BRRP	0.88	0.87	0.843	248.3	206.0	225.2	0.447	0.41	0.408	567.2	505.8	549.3	218.6	174.5	189.5
GRRP	0.843	0.81	0.768	151.7	205.0	217	0.4	0.37	0.331	381.4	558.2	356.1	127.1	164.1	166.9

Refer to the comment in Table 21

다. 색도 측정

저장 중의 색도 변화에서 4℃에서 저장한 시료들의 색도 변화는 crust 경우 L값은 대조구인 밀가루 100% 시료보다 쌀 30%, 밀가루 70% 시료의 경우가 높은 값을 보였고, 본 실험의 시료들은 쌀 30%, 밀가루 70% 시료에 비해 거의 낮은 값을 보였으나, 그 중에서 α -amylase 첨가구가 가장 높게 나타났다. a값은 쌀 30%, 밀가루 70% 시료는 밀가루 100% 보다는 높은 값을 보였고, 본 실험의 시료들은 이 대조구와 거의 유사한 경향을 보였고, b값은 밀가루 100% 보다는 쌀 30%, 밀가루 70%의 시료가 높은 값을 나타냈고, 본 실험의 시료들은 거의 유사한 경향을 보였으나, α -amylase 첨가구와 β -amylase 처리 쌀가루의 첨가가 높은 값을 나타냈다. 저장 둘째날 crust 경우 L값은 쌀 30%, 밀가루 70% 시료는 밀가루 100% 시료에 비해 값의 증가가 있었으나 본 실험의 시료들은 값의 변화가 별로 나타나지 않았다. a값의 저장 중의 변화는 나타나지 않았고, b값은 밀가루 100% 시료에 비해 쌀 30%, 밀가루 70% 시료는 색도의 증가가 나타났으며, 본 실험의 시료들 중 유화제첨가구는 값의 증가가 있었으나, 효소처리구와 효소처리 쌀가루 첨가구는 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 저장 3일 째의 crust 경우 L값은 유화제첨가구와 효소첨가구와 효소처리 쌀가루 첨가구에서 증가를 보였으며, 그 중에서도 가장 증가의 폭이 큰 시료는 sugar ester 첨가구와, glucosidase 첨가구와 α -amylase 처리 쌀가루 첨가구로 나타났다. 쌀가루 30%, 밀가루 70% 시료의 경우 증가의 폭이 크지 않았으며, 본 실험의 시료들은 대체로 큰 변화가 없었으며, b값도 큰 변화는 나타나지 않았다(Table 24).

4℃에서 저장한 시료들의 색도 변화에서 crumb 경우 본 실험의 시료들은 대조구와 유사한 수준을 보였고, a값도 대조구와 유사한 경향을 보였으나, b값은 대조구에 비해 모든 시료가 낮은 경향을 보였으나 그 중에서도 poly glycerine mono oleate 첨가구가 가장 낮은 값을 나타냈다. 저장 3일째에 전체 시료의 L, a값은 저장 중 큰 변화는 보이지 않았고, b값도 큰 변화는 없었으나 β -amylase 처리 쌀가루 첨가구는 값의 증가가 큰 것으로 나타났다(Table 25).

20℃에서 저장한 시료들의 색도의 변화는 crust 경우 L값은 밀가루 100% 시료보다는 쌀 30%, 밀가루 70% 시료의 값이 높았고, 본 실험의 모든 시료들은 대조구인 쌀 30%, 밀가루 70%의 시료보다는 값이 낮은 경향을 보였으나,

α -amylase 처리구가 높은 것으로 나타났고, a값은 대조구와 본 실험의 시료들의 차이가 없었으며, b값은 밀가루 100% 시료보다 쌀 30%, 밀가루 70% 시료가 높은 값을 나타내었으며, 본 실험의 시료들은 α -amylase 처리구를 제외하고는 거의 같은 값을 나타내었다. 저장 둘째날의 crust의 경우 대조구인 쌀 30%, 밀가루 70%의 시료는 L값의 감소가 보였으며, 전체적으로 저장 중 큰 변화는 없었다. b값은 쌀 30%, 밀가루 70% 시료가 밀가루 100% 시료보다 높은 값을 보였으며 본 실험의 시료들도 거의 유사한 값을 보였으며, α -amylase 첨가구가 가장 높은 값을 나타내었다. 저장 셋째날의 L값과 a값은 큰 변화가 없었으며, b값은 대체로 증가하는 경향을 나타내었다(Table 26).

20℃에서 저장한 시료들의 색도의 변화에서 crumb 경우 L값은 대조구와 거의 유사한 수준이었고, a값은 밀가루 100% 시료보다 쌀 30%, 밀가루 70%의 시료가 높은 값을 보였으나 본 실험의 시료들은 거의 유사한 수준을 나타내었으며, b값은 거의 모든 시료가 대조구와 유사한 값이었으나, poly glycerine mono oleate 첨가구가 가장 낮은 값을 나타내었다. 저장 2일째의 L값은 대조구인 쌀 30%, 밀가루 70% 시료가 밀가루 100% 시료보다 높은 값을 보였으나, 본 실험의 시료들은 거의 유사한 수준을 보였고, 그 중에서도 glucosidase 첨가구와 α -amylase 처리 쌀가루 첨가구의 값이 낮았으며, a값은 대조구인 쌀 30%, 밀가루 70% 시료와 유사한 경향을 보였으나 sugar ester 처리구는 낮은 값을 보였으며, b값은 큰 변화가 없었다. 저장 3일째의 L값은 대조구와 유사한 수준이나 sugar ester 첨가구와 α -amylase처리 쌀가루 첨가구는 높은 값을 보였고, a값은 쌀 30%와 밀가루 70% 시료와 유사한 수준이며, b 값은 대부분 저장시간이 늘어나면서 증가하는 경향을 보였으며, 그 중에서도 현저한 증가는 β -amylase 처리 쌀가루 첨가구였다(Table 27).

Table 24. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 3 days at 4°C

Samples	Hunter's value of Crust								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W100	44.95	44.52	42.31	19.52	19.76	18.73	27.83	23.52	24.56
RW	50.81	53.25	50.77	20.05	20.25	20	33.14	35.71	34.68
SERW	46.04	46.43	61.19	20.69	21.27	20.29	29.74	31.63	30.05
PMGRW	48.15	49.75	42.1	19.75	19.63	19.23	31.19	33.61	33.26
ARRW	54.5	45.4	57.94	20.34	21.55	21.1	38	30.31	29.67
BRRW	45.93	44.42	43.02	21.27	20.65	20.65	30.4	27.43	28.17
GRRW	42.27	41.00	50.49	19.71	21.27	20.57	24.77	24.51	22.95
ARRP	42.56	42.83	57.64	21.36	20.14	20.40	24.75	22.99	26.43
BRRP	51.8	45.73	48.07	20.31	20.95	20.11	35.70	34.45	29.33
GRRP	46.73	46.52	51.40	20.05	20.36	19.44	30.43	32.82	39.77

Refer to the comment in Table 21

Table 25. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 3 days at 4°C

Samples	Hunter's value of Crumb								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W100	73.86	71.06	69.07	-2.98	-3.13	-2.95	20.71	17.39	17.4
RW	73.4	69.83	68.04	-3.12	-2.88	-3.31	19.15	18.87	17.98
SERW	73.45	66.93	73.52	-3.02	-2.91	-3.05	19.07	17.64	18.72
PMGRW	74.13	72.45	72.85	-3.10	-2.51	-2.94	16.41	16.2	16.46
ARRW	78.96	69.25	74.41	-3.00	-2.72	-2.9	17.77	15.7	16.17
BRRW	73.23	68.08	71.29	-3.07	-2.89	-3.17	20.48	17.21	16.60
GRRW	70.50	67.99	66.82	-3.14	-2.89	-3.16	18.21	17.9	16.61
ARRP	77.70	70.74	72.84	-2.88	-2.7	-2.91	19.60	17.22	17.22
BRRP	75.31	72.49	71.38	-3.24	-2.71	-2.46	19.88	17.98	19.45
GRRP	76.90	71.83	70.1	-3.14	-2.81	-3.13	19.22	18.59	17.14

Refer to the comment in Table 21

Table 26. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 3 days at 20°C

Samples	Hunter's value of Crust								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W100	44.95	43.27	42.43	19.52	19.28	19.44	27.83	25.55	26.13
RW	50.81	48.13	42.61	20.05	20.56	18.48	33.14	32.11	25.43
SERW	46.04	49.85	49.06	20.69	19.54	21.1	29.74	33.34	34.38
PMGRW	48.15	49.34	49.28	19.75	19.41	18.63	31.19	33.16	32.80
ARRW	54.5	54.23	47.13	20.34	16.62	19.73	38	25.17	31.42
BRRW	45.93	43.42	46.54	21.27	21.09	19.12	30.4	28.36	30.29
GRRW	42.27	44.47	44.45	19.71	19.53	19.84	24.77	27.82	28.39
ARRP	42.56	40.48	41.74	21.36	19.76	20.12	24.75	23.22	24.99
BRRP	51.8	48.14	45.58	20.31	19.67	19.75	35.70	32.36	29.40
GRRP	46.73	44.7	46.94	20.05	20.2	19.49	30.43	28.21	31.01

Refer to the comment in Table 21

Table 27. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 3 days at 20°C

Samples	Hunter's value of Crumb								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W100	73.86	66.82	66.90	-2.98	-3.17	-3.00	20.71	18.57	17.90
RW	73.4	71.09	60.78	-3.12	-3.3	-2.25	19.15	18.49	17.98
SERW	73.45	71.94	70.90	-3.02	-1.95	-2.90	19.07	17.84	18.72
PMGRW	74.13	66.83	64.75	-3.10	-2.85	-2.81	16.41	14.83	16.46
ARRW	78.96	70.29	62.85	-3.00	-3.22	-2.09	17.77	16.05	16.17
BRRW	73.23	69.06	64.31	-3.07	-3.17	-2.88	20.48	17.79	16.60
GRRW	70.50	65.29	66.24	-3.14	-3.25	-3.05	18.21	16.91	16.61
ARRP	77.70	65.91	69.99	-2.88	-3.07	-2.96	19.60	18.29	17.22
BRRP	75.31	68.73	66.77	-3.24	-2.83	-2.78	19.88	16.57	19.45
GRRP	76.90	68.35	67.39	-3.14	-3.06	-3.09	19.22	17.46	17.14

Refer to the comment in Table 21

7. 관능검사

색이 가장 좋은 것으로 평가된 시료는 α -amylase 첨가구이고 그 다음으로 는 sugar ester 첨가구로 평가되었고, texture는 밀가루 100% 시료보다 쌀 30%, 밀가루 70% 시료가 우수한 것으로 평가되었으며, β -amylase 처리 쌀가루 첨가구를 제외하고는 대조구의 texture와 유사한 수준으로 평가되었고, 전체적인 기호도는 α -amylase 첨가구가 가장 높은 것으로 평가되었고, 다음으로 는 α -amylase처리 쌀가루 첨가구로 평가되었다.

Table 28. Result of sensory evaluation of the roll bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
W100	2.00±0.57 ^b	2.14±0.89 ^a	2.00±0.57 ^c	1.85±0.69 ^b	2.14±0.37 ^a
RW	3.00±1.00 ^{ab}	2.71±0.48 ^a	2.14±0.37 ^{bc}	2.42±0.53 ^{ab}	2.57±0.53 ^a
SERW	3.00±0.81 ^{ab}	2.57±0.97 ^a	2.42±0.53 ^{abc}	2.42±0.53 ^{ab}	2.57±0.53 ^a
PMGRW	3.28±0.75 ^{ab}	2.71±0.75 ^a	2.85±1.06 ^{ab}	2.42±0.78 ^{ab}	2.57±0.78 ^a
ARRW	4.00±1.41 ^a	3.00±1.00 ^a	2.85±0.89 ^{ab}	2.71±0.48 ^a	2.85±0.69 ^a
BRRW	2.14±0.69 ^b	2.57±0.53 ^a	2.28±0.75 ^{abc}	2.42±0.78 ^{ab}	2.42±0.53 ^a
GRRW	2.57±0.97 ^{ab}	3.00±0.57 ^a	2.28±0.48 ^{abc}	2.57±0.53 ^{ab}	2.42±0.53 ^a
ARRP	2.00±1.00 ^b	3.00±0.81 ^a	3.00±0.57 ^a	2.14±0.69 ^{ab}	2.71±0.95 ^a
BRRP	2.71±0.95 ^{ab}	2.85±0.89 ^a	2.14±0.69 ^{bc}	1.85±0.69 ^b	2.14±0.69 ^a
GRRP	2.28±1.11 ^b	2.57±0.78 ^a	2.28±0.48 ^{abc}	2.00±0.57 ^{ab}	2.28±0.48 ^a

Superscript with the same letter in column of each sample are no significantly different ($p < 0.05$)

Refer to the comment in Table 21

제 9 절 냉동생지의 노화억제 방안

쌀가루 노화억제 방안을 탐색하기 위한 실험을 진행한 후 β -amylase 효소를 사용하여 노화억제 효과를 확인하였으며, 쌀가루 구조를 변화시키지 않는 노화억제 방안을 위한 방법으로 유화제처리 및 글루텐을 첨가하여 쌀가루의 노화도를 α -amylase 요오드법으로 확인하였다.

이를 바탕으로 냉동생지를 제조하고, 첨가제에 따른 노화도를 확인함으로써 냉동생지의 노화억제 방안을 마련하였다. 앞서 언급한 바와 같이 α -amylase 요오드법을 이용하여 냉동생지의 노화도 측정을 실시하였다. Conical tube에 증류수 20 mL와 동결건조 시킨 냉동생지의 분말시료 71.4 mg을 가하고 균질기(M123/128-O, ESGE, Switzerland)로 2분 30초간 균질화 시킨 냉동생지 분말시료 분산액 2.5 mL에 증류수 1.5 mL, 0.1 M 인산완충용액(pH 6.0, 0.3% NaCl) 1 mL를 넣고 α -amylase(E.C.3.2.1. type II-A from *Bacillus* species, 1400 unit/mg solid, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하여 37°C 항온수조에서 10분간 반응시켰다. 4 N NaOH용액 2.5 mL를 가하여 효소 반응을 종결시킨 후 4 N HCl로 pH를 중성으로 맞춘 후 증류수를 가하여 50 mL로 만들었다. 이 용액 1 mL와 요오드용액(0.2%, I₂-2% KI, w/v) 0.5 mL를 반응시킨 후 증류수를 가하여 10 mL로 만들었다. 20분간 실온에서 방치한 후, 분광광도계(8452A, Hewlett-Packard, USA)를 이용하여 625 nm에서 흡광도를 측정하여 노화도(DR, degree of retrogradation)를 다음 식으로 구하였다.

$$DR(\%) = [(b-c)/(a-c)] \times 100$$

주어진 식에서 a는 총 노화 냉동생지 분말시료 분획의 흡광도, b는 효소반응 시킨 후 노화 냉동생지 분말시료 분획의 흡광도, c는 효소에 의해 완전히 분해된 호화 냉동생지 분말시료 분획의 흡광도를 나타낸다.

1. 냉동생지 노화억제 방안

가. 냉동생지의 재료

밀가루는 단백질 13%, 회분 0.4%, 수분 13.5%의 1등급 강력분(대한제분), 설탕은 순도 99.0%의 정백당(백설탕), 인스턴트드라이 이스트는 건조효모 98.9%(DCL YEAST LIMITED, UK), 버터는 롯데삼강의 제품을 사용하였고, 이외의 재료는 시판용을 사용하였다.

나. 냉동생지의 제조 및 방법

냉동생지는 Straight법에 따라 Table 29와 같은 배합비로 제조하였다. Hobart mixer(Hobart A200, Beijing, China)로 120 rpm에서 3 min, 220 rpm에서 2 min 혼합 후 버터를 넣고 120 rpm에서 3 min간 혼합 후 220 rpm에서 5 min간 더 혼합하여 반죽을 제조하였다. 제조된 반죽을 상온에서 15분간 휴지시켜 30 g씩 분할하여 둥굴리기한 후 15분간 중간발효시켰다. 재둥굴리기 하여 평철판에 배열 후 -40℃의 급속냉동고(C85-22, So-Low Ltd., NY, U.S.A)에서 중심온도를 -15℃ 까지 약 30분간 냉동시킨 후 폴리에틸렌 백에 각각을 12개씩 덕용 포장하여 4℃의 냉장저장고(GC-124AHF, LG, Seoul, Korea)에서 온도 변화 없이 5일간 저장하였다. 이렇게 제조한 냉동생지를 1일 간격으로 노화도를 측정하였다.

Table 29. Formula of the frozen dough

(unit; baker's %)

Ingredients	Dough
Wheat flour	100.0
Granulated sugar	15.0
Butter	12.0
Instant dry yeast	2.0
Mineral yeast food	0.1
Water	50.0
Salt	1.5
Whole egg	8.0
None fat dry milk	4.0

2. 냉동생지의 노화도 측정

냉동생지의 노화도 측정은 쌀가루의 노화도 측정법과 같은 방법인 α -amylase 요오드법을 이용하였다. 효소제(β -amylase)를 50-100 unit, 효소처리된 쌀가루 10-30%, 글루텐 3-7%, sugar ester(F-160, ILSHINWELLS, Seoul, Korea) 0.5-1.5% 수준으로 각각 첨가하여 생지를 제조한 후 4℃ 냉장저장고에서 5일간 저장하였다. 각각의 시험구의 일부를 취하여 동결건조(Bondiro, ILShinLab Co. Ltd., Yangju, Korea)하여 α -amylase 요오드법으로 노화도를 측정하였다.

가. β -Amylase 처리 냉동생지의 노화도 측정 결과

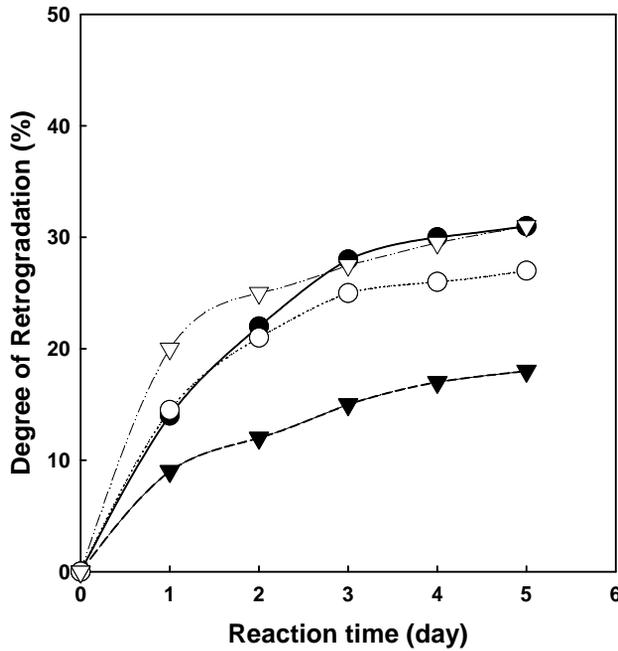


Fig. 24. Degree of retrogradation of frozen dough with β -amylase during storage for 5 days.

(▽: control, ●: 50 unit β -amylase, ○: 75 unit β -amylase, ▼: 100 unit β -amylase)

Fig. 24에서와 같이 β -amylase의 첨가량에 따른 냉동생지의 노화도를 확인한 결과, 효소제의 첨가량이 많을수록 노화 지연 효과가 있는 것으로 나타났다. 냉동생지 제조공정에서 전분분해효소로 amylase의 역할은 손상전분과 α 화된 전분에 작용하여 dextrin과 maltose로 분해한다고 알려져 있으며, yeast의 발효를 도와주며, 글루텐의 신전성을 좋게 하며, 노화를 억제하는 효과가 있다.

3. 효소(β -amylase)처리된 쌀가루를 첨가한 냉동생지의 노화도 측정

효소(β -amylase)처리된 쌀가루를 10, 20, 30% 수준으로 각각 첨가하여 생지를 제조한 후 4°C 냉장저장고에서 5일간 저장하였다. 각각의 시험구의 일부를 취하여 동결건조(Bondiro, ILShinLab Co. Ltd., Yangju, Korea)하여 α -amylase 요오드법으로 노화도를 측정하였다.

가. 효소(β -amylase)처리된 쌀가루를 첨가한 냉동생지의 노화도 측정

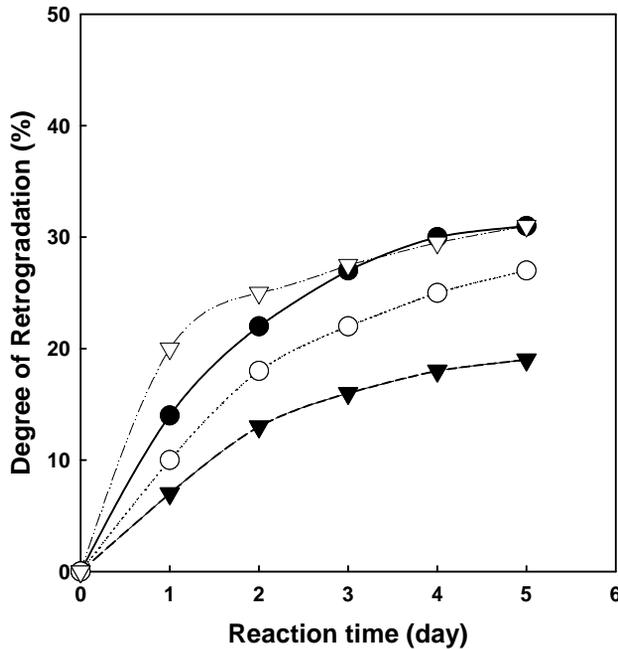


Fig. 25. Degree of retrogradation of frozen dough with β -amylase treatment rice flour during storage for 5 days.

(∇ : control, \bullet : 10%, \circ : 20%, \blacktriangledown : 30%)

효소제(β -amylase)를 직접 첨가한 시험군과 마찬가지로 효소처리된 쌀가루를 첨가한 군에서도 효소제(β -amylase)를 직접 첨가한 시험군과 근소한 차이는 있지만 거의 비슷하게 노화지연 효과가 나타났다(Fig. 25).

4. 유화제(Sugar eater)를 첨가한 냉동생지의 노화도 측정

이전의 연구에 의해 유화제들을 0.5% 씩 첨가하여 비체적으로 빵의 부피 실험한 결과 Table 30에서와 같이 비체적 계산 결과 쌀을 넣은 빵의 비체적이

밀가루 100%의 빵보다는 큰 편이고, 유화제를 첨가한 시료 중 sugar ester, poly mono glycerin은 경우는 쌀과 밀가루 50%씩 넣고 제조한 것과 유사한 값을 나타내었다. 따라서 5가지의 유화제 중 sugar ester를 사용하기로 결정하였다.

유화제(Sugar ester)를 0.5, 1.0, 1.5% 수준으로 각각 첨가하여 생지를 제조한 후 4℃ 냉장저장고에서 5일간 저장하였다. 각각의 시험구의 일부를 취하여 동결건조하여 α -amylase 요오드법으로 노화도를 측정하였다.

Table 30. The effect of emulsifier addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W100	233.34	25.62	9.11
RW	275.0	23.57	11.67
SERW	256.67	24.63	10.42
SBRW	218.34	22.81	9.57
PMRW	288.34	25.35	11.37
PSMLRW	236.67	26.48	8.94
PGMERW	235	24.92	9.43

W100 ; Wheat 100%

RW : Wheat 50% added with rice powder 50%

SERW : RW sample added with sugar ester

SBRW: RW sample added with sorbitan mono palmitate

PMRW: RW sample added with poly glycerine mono oleate

PSMLRW: RW sample added with polyoxyethylene sorbitan mono laurate

PGMERW: RW sample added with propylene glycol mono ester

가. 유화제(sugar eater)를 첨가한 냉동생지의 노화도 측정 결과

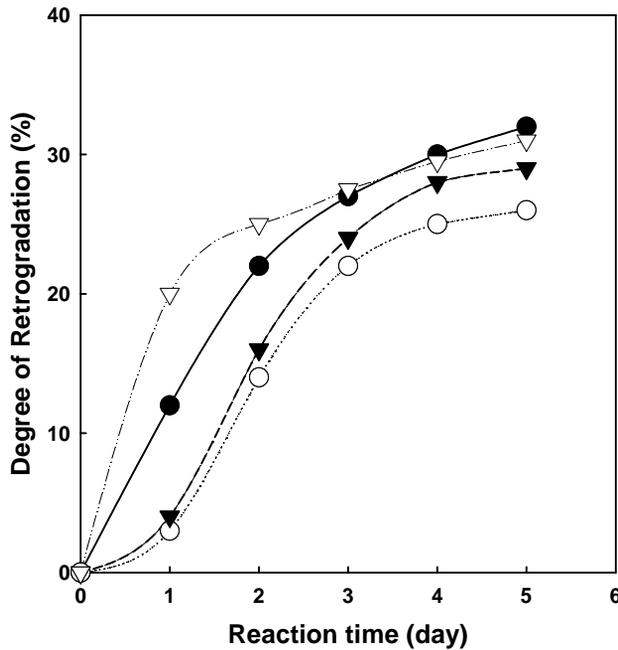


Fig. 26. Degree of retrogradation of frozen dough with sugar ester during storage for 5 days.

(▽: control, ●: 0.5%, ○: 1.0%, ▼: 1.5%)

냉동생지 제조공정에 있어 유화제의 작용 기능은 흡수성이 증가되고, 신장성이 좋아 기계내성을 향상시키는데 이것은 전분의 팽윤을 억제시켜 남은 수분을 글루텐이 흡수하게 하고, 글루텐의 망 형성 발달을 도우며, 각 성분 사이에서 윤택작용을 하기 때문에 mixing이 부드럽고 반죽의 신전성도 좋게 된다고 알려져 있다.

Fig. 26에서의 노화도 측정 결과를 살펴보면, 유화제의 첨가에 따라 노화 지연의 효과가 있는 것으로 나타났으며, 1.5% 첨가군보다 1.0%의 첨가군에서 노화 지연 효과가 더 있는 것으로 보아 냉동생지 제조 시 유화제의 첨가량은 1.0%가 임계점인 것으로 사료된다.

5. 활성 글루텐을 첨가한 냉동생지의 노화도 측정

활성 글루텐을 3, 5, 7% 수준으로 각각 첨가하여 생지를 제조한 후 4℃ 냉장저장고에서 5일간 저장하였다. 각각의 시험구의 일부를 취하여 동결건조하여 α -amylase 요오드법으로 노화도를 측정하였다.

가. 활성 글루텐을 첨가한 냉동생지의 노화도 측정 결과

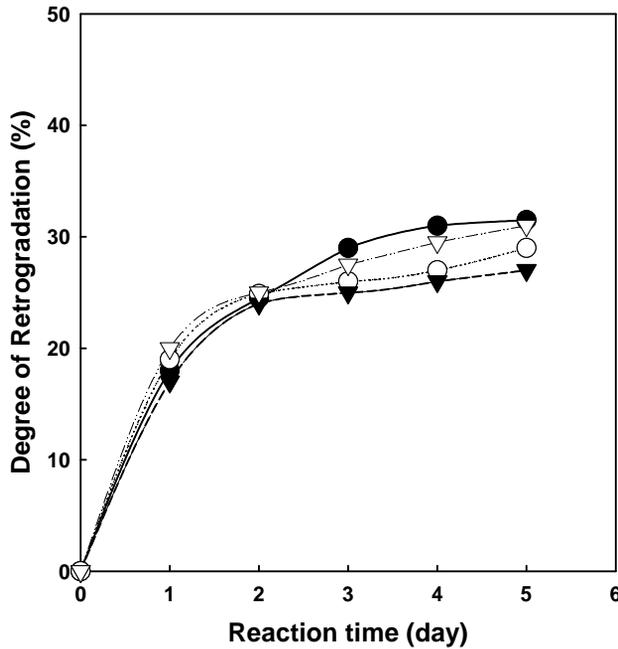


Fig. 27. Degree of retrogradation of frozen dough with gluten during storage for 5 days.

(▽: control, ●: 3%, ○: 5%, ▼: 7%)

쌀가루를 첨가한 냉동생지의 제조에서 탄성의 보강을 위해 사용한 활성 글루텐은 Fig. 27에서의 결과처럼 첨가량에 따라 근소한 차이는 보이지만 첨가량이 많을수록 노화지연의 효과가 약간 있는 것으로 나타났다.

6. Hardness의 변화

효소제(β -amylase), 효소처리 쌀가루, 유화제(sugar ester), 활성 글루텐 첨가량에 따른 냉동생지의 노화억제 방안에 대한 최적조건을 검토한 후, 조건별로 냉동생지를 제조하였다. 냉동생지는 Straight법에 따라 Hobart mixer로 120 rpm에서 3 min, 220 rpm에서 2 min 혼합 후 버터를 넣고 120 rpm에서 3 min간 혼합 후 220 rpm에서 5 min간 더 혼합하여 반죽을 제조하고, 제조된 반죽을 상온에서 15분간 휴지시켜 30 g씩 분할하여 둥글리기 한 후 15분간 중간 발효 시켰다. 재둥글리기 하여 평철판에 배열 후 -70°C 의 급속냉동고에서 중심 온도를 -15°C 까지 약 30분간 냉동시킨 후 폴리에틸렌 백에 각각을 12개씩 덕용 포장하여 4°C 의 냉장저장고에서 온도 변화 없이 5일간 저장하였다. 이렇게 제조한 냉동생지를 1일 간격으로 30 g씩 취하여 hardness의 변화를 확인하였다.

Texture analyzer(TA-XT2, Stable, Micro Systems Co., London, UK)를 사용하였으며, probe type은 25 mm diameter cylinder, trigger force는 auto-10 g, pretest speed 2.0 mm/sec, test speed 0.5 mm/sec, post test speed 2.50 mm/sec, 60% deformation 조건에서 측정하였다.

Table 31은 냉동생지의 제조시 효소제를 직접 첨가한 실험군으로서 저장 기간에 따라 hardness의 변화는 점점 증가하는 추세를 보이며, control에 비해서는 증가하는 폭이 적었다. Control은 저장 4일째 가장 큰 증가폭을 나타냈으며, 그에 비해 다른 sample들은 서서히 증가하는 것으로 나타났다. Sugar ester와 글루텐의 첨가량이 각각 0.5, 5%로 고정되어있는 sample Exp No. 9와 Exp No. 14의 효소제는 각각 100, 50 unit로 차이가 있었는데, 효소제의 첨가량이 증가함에 따라 hardness의 증가폭이 낮음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 효소제의 첨가량이 hardness 변화에 영향을 미치는 것은 sample Exp No. 6과 Exp No. 10에서도 확인할 수 있었다.

또한 β -amylase와 글루텐의 첨가량이 각각 75 unit과 3%로 고정되어있는 sample Exp No. 4와 Exp No. 7의 sugar ester는 각각 1.5, 0.5%로 차이가 있었는데, 유화제의 첨가량이 증가함에 따라 hardness의 증가폭이 낮음을 확인할 수 있었다. 글루텐 첨가량의 차이에 따른 hardness의 변화는 Exp No. 4과 Exp No. 5에서 확인할 수 있었으며, β -amylase와 sugar ester의 첨가량이 각

각 75 unit, 1.5%로 고정되어 있을 때, 글루텐의 첨가량이 증가함에 따라 hardness의 증가폭이 낮음을 확인할 수 있었다.

결론적으로 냉동생지 제조시 효소제, 유화제, 글루텐의 첨가는 hardness의 변화에 영향을 미치며, 첨가량이 증가함에 따라 hardness의 증가폭을 줄이는데 유효함을 확인할 수 있었다.

Table 31. Comparative hardness of frozen dough made from β -amylase-sugar ester-gluten composition stored during 5 days at 4°C

Exp No.	Sample			Hardness (g)					
	β -Amylase (unit)	Sugar ester (%)	Gluten (%)	Storage days					
				0	1	2	3	4	5
Control	0	0	0	47.5	48.0	49.5	53.6	66.9	67.6
1	75	1.0	5	47.9	45.7	49.5	60.4	66.7	62.6
2	75	1.0	5	47.6	49.3	52.8	55.4	58.4	61.9
3	100	1.0	7	49.5	52.3	55.8	58.2	61.2	64.7
4	75	1.5	3	51.4	53.2	56.3	58.9	60.7	62.8
5	75	1.5	7	47.6	49.3	51.2	52.9	53.8	55.2
6	50	1.0	3	47.6	49.5	51.7	54.6	57.9	60.9
7	75	0.5	3	44.2	46.5	49.2	51.2	53.8	56.2
8	100	1.5	5	49.5	49.9	50.3	50.9	51.1	51.4
9	100	0.5	5	40.0	41.8	43.5	45.9	46.2	47.6
10	100	1.0	3	45.7	47.5	47.5	51.4	53.7	55.2
11	75	1.0	5	48.5	51.2	53.3	55.8	59.5	62.8
12	50	1.5	5	53.3	55.3	57.6	59.4	62.1	64.7
13	50	1.0	7	48.5	52.5	55.1	58.9	61.5	66.7
14	50	0.5	5	45.7	47.6	50.5	52.9	55.4	57.1
15	75	0.5	7	44.3	47.5	53.1	57.4	60.1	57.0

Table 32. Comparative hardness of frozen dough made from β -amylase treatment rice flour-sugar ester-gluten composition stored during 5 days at 4°C

Exp No.	Sample			Hardness (g)					
	β -Amylase treatment rice flour (%)	Sugar ester (%)	Gluten (%)	Storage days					
				0	1	2	3	4	5
Control	0	0	0	47.5	48.0	49.5	53.6	66.9	67.6
1	20	1.0	5	49.5	51.3	53.5	56.1	58.3	60.9
2	30	1.0	7	48.5	52.3	55.1	57.6	61.2	60.7
3	20	1.0	5	40.0	42.6	45.1	47.2	49.6	51.4
4	30	1.0	3	47.8	49.9	50.3	50.8	51.1	59.8
5	10	0.5	5	43.8	45.3	47.1	49.5	51.8	53.3
6	30	0.5	5	45.8	46.2	50.4	54.9	58.9	59.8
7	10	1.0	3	45.7	48.7	51.6	56.4	60.4	62.8
8	20	1.5	3	44.3	38.5	42.5	46.9	51.2	55.2
9	20	1.0	5	43.8	46.2	49.7	53.8	56.2	59.0
10	20	1.5	7	40.1	41.3	46.7	50.1	53.6	55.1
11	10	1.0	7	48.1	44.3	50.6	57.1	61.3	60.6
12	20	0.5	7	49.5	52.6	57.5	60.4	63.7	66.7
13	30	1.5	5	53.4	56.1	58.9	61.2	63.1	64.7
14	20	0.5	3	47.6	50.3	53.5	56.1	58.6	60.9
15	10	1.5	5	45.7	47.9	50.3	53.4	55.6	57.1

Table 32에서는 냉동생지 제조시 효소처리된 쌀가루를 첨가하는 실험군으로써 Table 31과 마찬가지로 냉동생지의 저장 기간에 따라 hardness의 변화는 점점 증가하는 추세를 보이고 있으며, 그 차이는 아주 미미한 것으로 나타났다

다. Sugar ester와 글루텐의 첨가량이 각각 0.5, 5%로 고정되어있는 sample Exp No. 5와 Exp No. 6의 효소처리 쌀가루는 각각 10, 30%로 차이가 있으며, 효소처리 쌀가루의 첨가량이 증가함에 따라 hardness는 거의 변화가 없음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 효소처리 쌀가루의 첨가량에 따른 hardness 변화는 sample Exp No. 2과 Exp No. 11, Exp No. 13과 Exp No. 15에서도 확인할 수 있었다. 또한 β -amylase처리 쌀가루와 글루텐의 첨가량이 각각 20%와 3%로 고정되어있는 sample Exp No. 8과 Exp No. 14의 sugar ester는 각각 1.5, 0.5%로 차이가 있으며, 유화제의 첨가량이 증가함에 따라 hardness의 증가폭이 낮음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 유화제 첨가량에 따른 hardness 변화는 sample Exp No. 6과 Exp No. 13, Exp No. 10과 Exp No. 12에서도 확인할 수 있었다. 글루텐 첨가량의 차이에 따른 hardness의 변화는 Exp No. 2와 Exp No. 4에서 확인할 수 있었으며, β -amylase와 sugar ester의 첨가량이 각각 30%, 1.0%로 고정되어 있을 때, 글루텐의 첨가량이 증가함에 따라 hardness의 증가폭이 높음을 확인할 수 있었다.

결론적으로 냉동생지 제조시 효소처리 쌀가루, 유화제, 글루텐의 첨가는 hardness의 변화에 영향을 미치며, 효소처리 쌀가루의 첨가량이 증가함에 따라 hardness는 거의 변화가 없었으며, 유화제의 첨가량이 많을수록, 글루텐의 첨가량이 작을수록 hardness의 증가 폭을 줄이는데 유효함을 확인할 수 있었다.

7. 색도의 변화

Hardness 측정의 sample과 같은 방법으로 냉동생지를 제조한 후 중심온도를 -15°C 까지 약 30분간 냉동시킨 후 폴리에틸렌 백에 각각을 12개씩 덕용 포장하여 4°C 의 냉장저장고에서 온도 변화 없이 5일간 저장하였다. 이렇게 제조한 냉동생지를 1일 간격으로 sample로 취한 후 cutting하여 속면의 색도 변화를 측정하였다.

이 때 색도는 Hunter's color value(Color JC801, Juki, Tokyo, Japan)를 사용하였으며, L(명도), a(색상), b(색도)를 측정하였다.

Table 33은 냉동생지 제조시 직접 효소제를 첨가한 실험군으로 L(명도), a(색상), b(색도)값이 저장 기간에 따라 근소한 차이로 낮아짐을 알 수 있었다. 특히 4°C 에서 저장한 시료들의 색도 변화는 control에 비해 거의 차이를 보이지 않았으며, 각각 sample들의 조건에 따라서 유사한 값을 나타내었다.

Table 34는 냉동생지 제조시 효소처리된 쌀가루를 첨가한 실험군으로 L(명도), a(색상), b(색도)값이 저장 기간에 따라 근소한 차이로 낮아짐을 알 수 있었다. 특히 4°C 에서 저장한 시료들의 색도 변화는 control에 비해 거의 차이를 보이지 않았으며, 각각 sample들의 조건에 따라서 유사한 값을 나타내었다.

Table 33. Comparative color evaluation of frozen dough made from β -amylase-sugar ester-gluten composition stored during 5 days at 4°C

Samples		Hunter's color value																			
		Storage days																			
		0			1			2			3			4			5				
Exp No.	β -amylase (unit)	Sugar ester (%)	Gluten (%)	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b			
Control	0	0	0	80.92	2.90	27.74	80.58	2.17	28.58	79.75	2.86	27.02	78.82	2.30	26.54	77.90	2.00	26.00	76.58	1.85	27.77
1	75	1.0	5.0	78.82	1.88	29.13	78.90	1.91	29.10	78.80	1.83	29.00	78.00	1.75	28.88	77.98	1.69	28.75	77.65	1.59	28.53
2	75	1.0	5.0	78.98	2.14	28.99	78.71	2.23	28.96	78.69	2.16	29.00	78.22	1.73	28.99	78.26	1.63	28.61	78.23	1.55	28.64
3	100	1.0	7.0	77.85	2.39	31.59	77.89	2.35	31.60	77.86	2.46	31.56	76.79	2.02	29.56	76.81	2.13	29.60	76.79	2.09	29.58
4	75	1.5	3.0	79.99	2.13	28.2	79.43	2.22	28.34	79.40	2.08	28.07	79.28	2.15	28.12	79.30	1.95	28.09	79.29	1.93	28.13
5	75	1.5	7.0	78.23	2.63	29.82	78.23	2.61	29.84	78.22	2.57	29.78	77.70	2.53	29.80	77.68	2.18	29.13	77.68	2.15	29.21
6	50	1.0	3.0	80.56	2.09	28.39	80.04	2.06	28.34	79.43	2.13	28.42	79.57	1.93	27.99	79.57	1.81	26.75	79.95	1.68	26.66
7	75	0.5	3.0	80.13	2.4	27.99	79.55	2.34	28.00	79.57	2.19	27.99	79.46	1.73	27.64	79.60	1.88	27.39	79.56	1.04	27.14
8	100	1.5	5.0	79.51	2.59	30.25	79.55	2.57	29.81	79.14	2.54	29.78	78.52	2.46	28.42	78.71	2.34	28.27	78.69	2.33	28.33
9	100	0.5	5.0	79.18	2.97	28.63	79.02	2.61	28.24	78.86	2.57	28.26	78.81	2.39	28.07	78.43	2.01	28.12	77.8	1.45	27.9
10	100	1.0	3.0	80.59	2.98	28.08	80.71	2.84	28.08	80.68	2.58	28.02	80.30	2.37	27.79	79.71	2.16	27.51	79.42	2.06	27.22
11	75	1.0	5.0	79.37	3.26	28.59	79.30	3.12	28.33	79.22	3.24	28.36	79.04	3.07	28.19	78.97	2.98	27.88	78.77	2.72	27.58
12	50	1.5	5.0	79.1	3.09	29.56	78.87	2.97	29.41	78.65	2.89	29.34	78.14	2.47	29.22	78.12	2.34	29.17	77.77	2.02	28.91
13	50	1.0	7.0	79.66	3.52	27.06	79.68	3.47	27.00	79.42	3.35	26.98	79.37	3.14	26.83	79.15	3.02	26.69	79.2	3.05	26.63
14	50	0.5	5.0	79.74	3.44	29.43	79.65	3.17	29.41	79.48	3.04	29.12	79.04	2.86	29.07	78.89	2.33	28.87	78.64	1.87	28.48
15	75	0.5	7.0	78.4	3.37	29.45	78.82	3.20	29.15	78.43	3.08	29.11	78.14	2.83	28.97	78.03	2.71	28.45	77.87	2.55	28.11

Table 34. Comparative color evaluation of frozen dough made from β -amylase treatment rice flour-sugar ester-gluten composition stored during 5 days at 4°C

Samples		Hunter's color value																			
		Storage days																			
		0			1			2			3			4			5				
Exp No.	β -Amylase treatment rice flour (%)	Sugar ester (%)	Gluten (%)	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b			
Control	0	0	0	80.92	2.90	27.74	80.58	2.17	28.58	79.75	2.86	27.02	78.82	2.30	26.54	77.90	2.00	26.00	76.58	1.85	27.77
1	20	1.0	5	79.94	2.16	28.9	79.71	2.14	29.1	79.35	2.07	29.0	79.38	1.97	28.94	79.22	1.83	28.73	79.19	1.68	28.55
2	30	1.0	7	78.79	2.60	28.12	78.83	2.48	28.10	78.12	2.34	28.04	78.04	2.27	27.88	77.95	2.13	27.65	77.72	2.12	27.52
3	20	1.0	5	79.38	2.36	28.89	79.07	2.29	28.75	79.11	2.24	28.88	78.46	2.17	28.81	78.17	2.11	28.17	78.00	2.06	28.04
4	30	1.0	3	80.79	2.02	27.63	80.88	2.04	27.44	80.12	1.93	27.80	79.91	1.87	27.34	79.76	1.74	27.18	79.62	1.50	26.90
5	10	0.5	5	79.90	2.29	28.53	79.78	2.29	28.17	79.47	2.23	28.14	79.55	2.17	28.07	79.41	2.02	27.96	79.38	1.99	27.88
6	30	0.5	5	78.16	3.18	31.52	78.91	3.14	30.67	78.88	3.15	29.78	78.14	3.07	29.63	78.11	3.04	29.77	77.99	2.98	29.56
7	10	1.0	3	79.53	3.49	29.72	79.47	3.43	29.89	79.35	3.35	29.84	79.15	3.26	29.71	78.94	3.24	29.66	78.67	3.11	29.64
8	20	1.5	3	78.39	3.40	29.73	78.74	3.04	29.75	78.77	2.95	29.96	78.62	2.67	29.71	78.55	2.27	29.63	78.27	2.04	29.30
9	20	1.0	5	78.56	3.74	30.75	78.43	3.47	30.47	78.12	3.15	30.14	78.04	2.74	30.08	78.17	2.55	29.78	78.19	2.47	28.84
10	20	1.5	7	79.16	3.82	29.91	79.04	3.74	29.75	79.01	3.51	28.45	78.78	3.45	28.75	78.46	3.28	28.52	77.78	3.06	28.46
11	10	1.0	7	78.43	4.13	30.38	78.17	4.03	30.07	78.05	3.82	29.86	77.82	3.89	28.71	77.49	3.79	28.35	77.56	2.93	28.26
12	20	0.5	7	78.23	4.43	30.77	78.11	4.20	30.54	78.07	4.22	30.41	77.89	4.18	29.85	77.77	4.07	29.59	77.79	4.03	29.48
13	30	1.5	5	80.43	4.02	28.38	80.37	3.95	28.07	80.04	3.40	28.11	79.98	3.62	27.86	79.99	3.45	27.87	80.17	3.33	27.77
14	20	0.5	3	79.35	4.22	29.21	79.24	4.17	29.10	79.15	4.04	28.84	78.99	3.79	28.78	78.85	3.72	28.90	78.77	3.33	28.91
15	10	1.5	5	79.14	4.40	30.67	79.10	4.37	30.47	79.07	4.18	30.04	78.76	3.87	29.76	78.82	3.74	29.33	78.63	2.77	28.34

제 10 절 냉동생지의 노화억제를 위한 최적조건 결정

냉동생지의 노화억제를 위한 최적조건의 결정은 Minitab program을 사용하여 반응표면회귀분석으로 통계처리 하였다.

반응표면분석(Response surface analysis)은 여러 개의 요인변수 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ 가 복합적인 작용을 함으로써 어떤 반응변수(dependent variable, y)에 영향을 주고 있을 때, 이러한 반응의 변화가 이루는 반응표면에 대한 통계적인 분석방법을 말한다. 여기서 요인변수는 반응에 영향을 주는 독립변수 또는 인자를 말하고, 반응변수는 요인변수의 영향을 받아서 어떤 반응을 나타내는 종속변수를 말한다. 반응표면 분석에서 3가지 독립변수는 β -amylase의 첨가량(X_1), sugar ester의 첨가량(X_2), 글루텐 함량(X_3) group과, β -amylase처리 쌀가루의 첨가량(X_1), sugar ester의 첨가량(X_2), 글루텐 함량(X_3) group 2가지 group의 반응변수(Y_n)는 노화도(Y_1)로 하였다.

반응표면분석에 의한 냉동생지의 노화억제 조건 최적화는 각각의 반응변수의 특성 값에 대한 목표 값을 설정하여 목표 값을 만족시키는 인자의 최적 조합을 Minitab program을 이용하여 결정하였다. Minitab program에서 각각의 반응변수에 대한 개별만족도(d)를 구하며 결합 또는 합성된 만족도를 구하기 위해 개별만족도를 결합하여 합성된 만족도를 최대화하고, 인자의 최적 설정치를 구하였다. 쌀가루의 노화억제 조건에서 반응변수의 목표 값이 감소할수록 유리하므로 Minitab program에서 목표 값(target)과 최소경계 값(lower bound)을 각각 특성 값의 최고값과 최소값으로 설정하여 통계 처리하면 반응변수가 목표 값에 가까울수록 개별만족도는 1에 가까워지고, 반응변수가 최소경계 값에 가까울수록 개별만족도는 0에 가까워진다.

1. 반응표면분석을 이용한 냉동생지 노화억제 조건 최적화

냉동생지 노화억제 조건을 알아보기 위해 Box-Behnken 실험계획에 따른 각각의 조건으로 β -amylase의 첨가량, sugar ester의 첨가량 및 글루텐 함량 group과 β -amylase처리 쌀가루의 첨가량, sugar ester의 첨가량 및 글루텐 함량 group, 2가지 group에 대한 특성 값을 Table 35, 36에 나타내었다.

2. 냉동생지의 노화도 변화

독립변수인 β -amylase의 첨가량, sugar ester의 첨가량 및 글루텐 함량에 따른 냉동생지의 노화도 반응표면 회귀계수를 Table 37에 나타내었다. 반응표면 회귀식의 결정계수(R^2)는 0.989로 반응모형이 적합하였으며, 통계적으로 고도의 유의성이 인정되었다($P < 0.01$). 그리고 1차항 및 2차항도 통계적으로 매우 유의하였으나($P < 0.05$) 교호작용은 통계적으로 유의하지 않았다($P > 0.1$).

$$Y_1 = 30.333 - 4.050X_1 - 0.555X_2 + 0.020X_3 + 0.468X_1^2 + 1.323X_2^2 + 0.573X_3^2 - 0.025X_1X_2 - 0.3750X_1X_3 + 0.330X_2X_3$$

여기서 Y_1 는 노화도이며, X_1 , X_2 , X_3 는 β -amylase의 첨가량, sugar ester의 첨가량 및 글루텐 함량을 각각 나타낸다.

3가지 독립변수의 분산 분석결과 β -amylase의 첨가량($P < 0.01$) 및 sugar ester($P < 0.02$), 글루텐 함량($P < 0.01$)이 통계적으로 유의적인 요인이었다.

또한 독립변수인 β -amylase처리 쌀가루의 첨가량, sugar ester의 첨가량 및 글루텐 함량에 따른 냉동생지의 노화도 반응표면 회귀계수를 Table 38에 나타내었다. 반응표면 회귀식의 결정계수(R^2)는 0.989로 반응모형이 적합하였으며, 통계적으로 고도의 유의성이 인정되었다($P < 0.01$). 그리고 1차항 및 2차항도 통계적으로 매우 유의하였으나($P < 0.05$) 교호작용은 통계적으로 유의하지 않았다($P < 0.1$).

$$Y_1 = 30.033 - 3.800X_1 - 0.538X_2 + 0.186X_3 - 0.1529X_1^2 + 1.019X_2^2 + 0.2192X_3^2 + 0.100X_1X_2 + 0.150X_1X_3 + 0.172X_2X_3$$

여기서 Y_1 는 냉동생지의 노화도이며, X_1 , X_2 , X_3 는 β -amylase처리 쌀가루의 첨가량, sugar ester의 첨가량 및 글루텐 함량을 각각 나타낸다.

3가지 독립변수의 분산 분석결과 β -amylase처리 쌀가루의 첨가량($P < 0.01$) 및 sugar ester($P < 0.05$), 글루텐 함량($P < 0.6$)이 통계적으로 유의적인 요인이었다.

Table 35. Experimental data and Box-Behnken design for degree of retrogradation from frozen dough

Exp No.	β -Amylase treatment rice flour (%)	Sugar ester (%)	Gluten (%)	Degree of retrogradation (%)
1	20(0) ¹⁾	1.0(0)	5(0)	30.0
2	30(1)	1.0(0)	7(1)	27.0
3	20(0)	1.0(0)	5(0)	30.6
4	30(1)	1.0(0)	3(-1)	28.0
5	10(-1)	0.5(-1)	5(0)	36.7
6	30(1)	0.5(-1)	5(0)	28.3
7	10(-1)	1.0(0)	3(-1)	35.0
8	20(0)	1.5(1)	3(-1)	31.0
9	20(0)	1.0(0)	5(0)	30.4
10	20(0)	1.5(1)	7(1)	31.9
11	10(-1)	1.0(0)	7(1)	35.5
12	20(0)	0.5(-1)	7(1)	32.8
13	30(1)	1.5(1)	5(0)	27.5
14	20(0)	0.5(-1)	3(-1)	33.1
15	10(-1)	1.5(1)	5(0)	36.0

¹⁾ Coded level.

Table 36. Experimental data and Box-Behnken design for degree of retrogradation from frozen dough

Exp No.	β -Amylase (unit)	Sugar ester (%)	Gluten (%)	Degree of retrogradation (%)
1	75(0) ¹⁾	1.0(0)	5(0)	29.0
2	75(0)	1.0(0)	5(0)	29.6
3	100(1)	1.0(0)	7(1)	26.5
4	75(0)	1.5(1)	3(-1)	30.0
5	75(0)	1.5(1)	7(1)	30.8
6	50(-1)	1.0(0)	3(-1)	34.0
7	75(0)	0.5(-1)	3(-1)	32.0
8	100(1)	1.5(1)	5(0)	27.0
9	100(1)	0.5(-1)	5(0)	27.3
10	100(1)	1.0(0)	3(-1)	26.0
11	75(0)	1.0(0)	5(0)	31.5
12	50(-1)	1.5(1)	5(0)	34.3
13	50(-1)	1.0(0)	7(1)	33.9
14	50(-1)	0.5(-1)	5(0)	35.0
15	75(0)	0.5(-1)	7(1)	32.2

¹⁾ Coded level.

Table 37. Regression coefficients calculated by Minitab program for response variables

	Degree of retrogradation (%)
b ₀	30.333**
Linear	
b ₁	-4.050**
b ₂	-0.555*
b ₃	0.020**
Quadratic	
b ₁₁	0.468
b ₂₂	1.323
b ₃₃	0.573
Cross product	
b ₁₂	-0.025
b ₁₃	-0.357
b ₂₃	0.330
R-Square	0.994
Probability of F	<0.0001

*Significant at 5% level, **Significant at 1% level.

Table 38. Regression coefficients calculated by Minitab program for response variables

	Degree of retrogradation (%)
b ₀	30.033**
Linear	
b ₁	-3.800**
b ₂	-0.538*
b ₃	0.186**
Quadratic	
b ₁₁	-0.152
b ₂₂	1.019
b ₃₃	0.219
Cross product	
b ₁₂	0.100
b ₁₃	0.150
b ₂₃	0.172
R-Square	0.967
Probability of F	<0.0001

*Significant at 5% level, **Significant at 1% level.

냉동생지의 노화도에 대한 반응표면을 Fig. 28, 29에 나타내었다. 효소처리 쌀가루와 sugar ester에서는 효소처리 쌀가루의 함량이 높을수록 냉동생지의 노화가 감소하였고 sugar ester 함량의 증가에 따라 노화도도 감소하는 경향을 보였다. 효소처리 쌀가루와 글루텐에서는 효소처리 쌀가루의 함량이 높을수록 냉동생지의 노화가 감소하였고 글루텐의 함량이 높을수록 노화의 감소 폭은 크진 않지만 감소되는 경향을 보였다. Sugar ester와 글루텐에서는 sugar ester의 함량이 높을수록 노화가 감소하였다.

β -Amylase와 sugar ester에서는 β -amylase의 함량이 증가할수록 노화도가 감소되는 경향을 보였으며 sugar ester의 경우도 함량이 증가할수록 감소되는 경향을 보였다. β -Amylase와 글루텐의 경우 β -amylase의 함량이 증가할수록 노화도가 감소되는 경향을 보였으며 글루텐의 함량은 노화도에 미미한 영향을 주는 것으로 판단되었다. Sugar ester와 글루텐의 경우는 sugar ester의 함량이 증가할수록 노화도가 감소되는 경향을 보였으며 글루텐의 경우는 미미한 변화를 보였다.

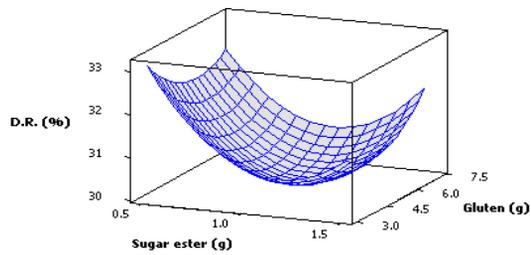
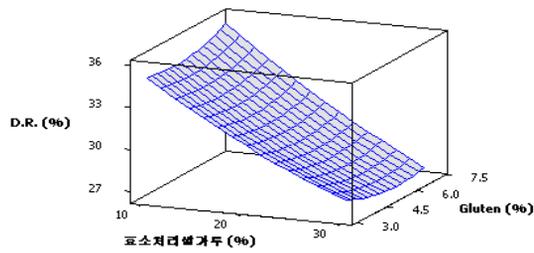
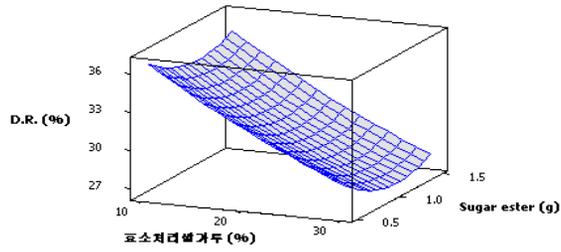


Fig. 28. Response surface for the effects of β -amylase and sugar ester, and gluten of frozen dough on degree of retrogradation.

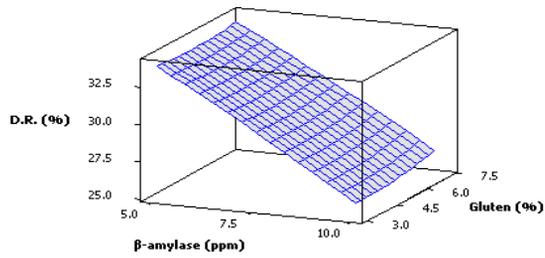
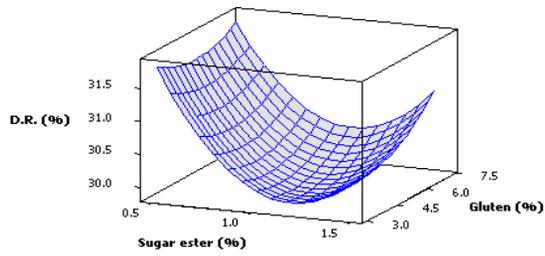
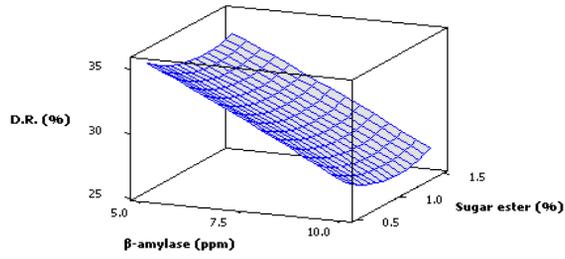


Fig. 29. Response surface for the effects of rice flour with β -amylase and sugar ester, and gluten of frozen dough on degree of retrogradation.

3 냉동생지 노화억제의 최적조건의 선정

냉동생지 노화억제 최적조건에 대한 반응표면 분석법의 최적화는 Table 39의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계처리하였다. 이 때 모든 독립변수에 대한 반응 변수의 최소를 나타내는 조건으로는 Fig. 30, 31과 같이 최적 조건으로 β -amylase 효소처리 쌀가루 함량 30 %, sugar ester 함량 1.5%, 글루텐 함량 7.0%로 나타났고 예상 특성 값은 수율 0.27%이었으며 만족도는 0.72257이었다. β -Amylase 처리의 경우 100 unit, sugar ester 함량 1.5%, 글루텐 함량 7.0%일 때 최적조건으로 나타났으며 예상 특성 값은 수율 0.26%이었으며 만족도는 0.74477이었다.

Table 39. Optimum response variables on response surface methodology

	Goal	Upper	Target
Degree of retrogradation (%)	Minimum	100.0	1

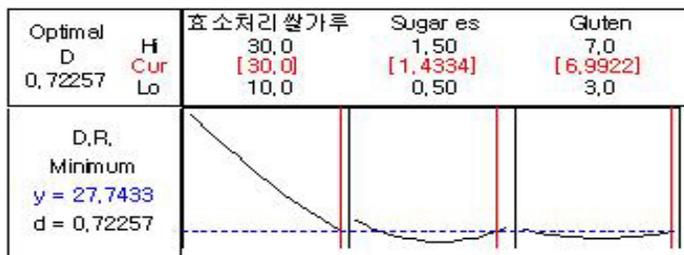


Fig. 30. Optimum condition by response surface analysis for degree of retrogradation from frozen dough.

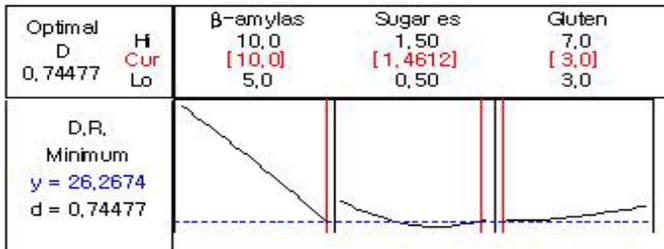


Fig. 31. Optimum condition by response surface analysis for degree of retrogradation from frozen dough

제 11 절 1-Monocaprin 첨가에 따른 쌀빵 냉동생지 노화억제 최적화

1. 냉동생지의 노화도 측정

냉동생지에 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm의 농도로 1-monocaprin을 투입하여 냉동생지를 제조한 후 4℃의 냉장저장고에서 온도 변화 없이 5일간 저장하였다. 이렇게 제조한 냉동생지를 1일 간격으로 sample로 취한 후 α -amylase 요오드법을 이용하여 노화도를 측정하였다. Fig. 32는 1-monocaprin의 첨가여부와 첨가량에 따른 노화도의 변화이다. 1-Monocaprin을 첨가하지 않은 경우보다 첨가한 쪽이 노화도가 낮은 것으로 보아 1-monocaprin이 노화억제에 효과가 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 첨가량에 따른 노화억제효과는 0, 20, 40, 60, 80, 100 ppm 중 20 ppm이 가장 효과적인 것으로 확인되었다.

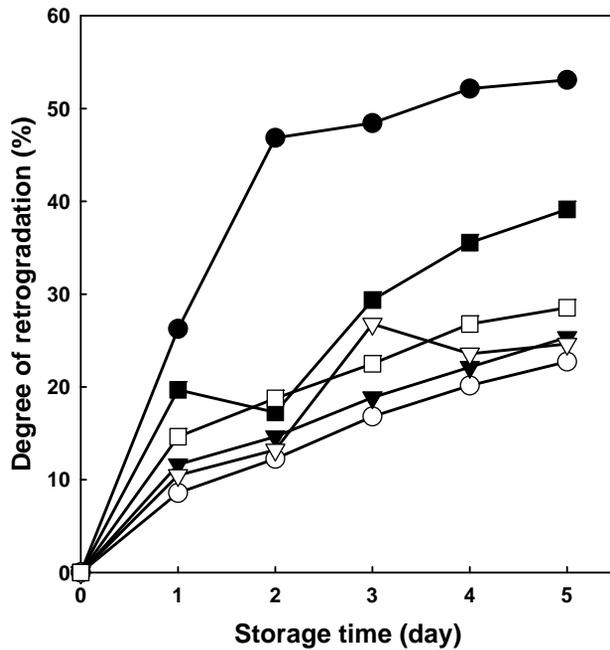


Fig. 32. Degree of retrogradation of rice flour gels with 1-monocaprin during storage for 5 days.

(●: 0 ppm, ○: 20 ppm, ▼: 40 ppm, ▽: 60 ppm, ■: 80 ppm, □: 100 ppm)

2. Hardness의 변화

노화도 측정방법에 이용된 sample과 동일하게 제조한 후 1일 간격으로 경도를 측정하였다. Fig. 33은 1-monocaprin의 첨가여부와 농도에 따른 경도변화이다. 저장기간에 따라 hardness의 변화는 점점 증가하는 경향을 보이며, 1-monocaprin을 첨가하지 않은 control보다 20 ppm의 농도로 첨가한 경우의 경도가 더 낮은 것으로 보아 노화억제에 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

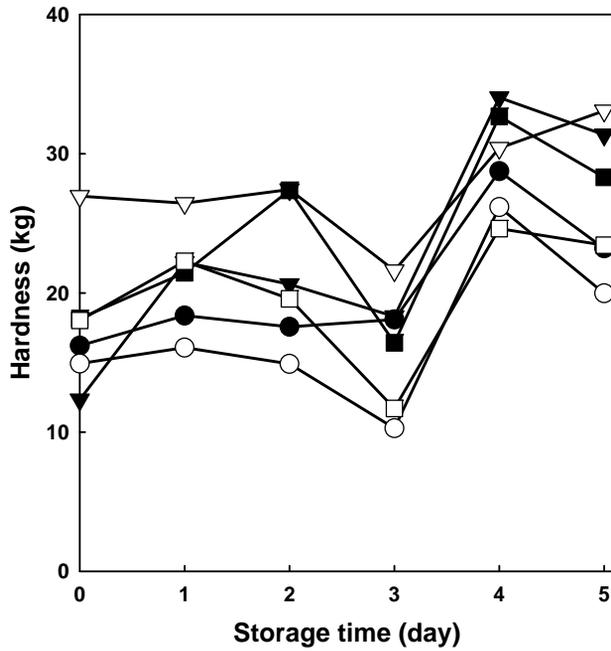


Fig. 33. Hardness of rice flour gels with 1-monocaprins during storage for 5 days.

(●: 0 ppm, ○: 20 ppm, ▼: 40 ppm, ▽: 60 ppm, ■: 80 ppm, □: 100 ppm)

3. 색도의 변화

물성의 경도 측정에 이용된 sample과 동일하게 제조한 후 1일 간격으로 L (명도), a(색상), b(색도)값을 측정하였다. Table 40은 1-monocaprins의 첨가여부와 첨가량에 따른 색도의 변화를 나타낸 것이다. 노화정도에 따라 크게 색도의 변화를 관찰할 수 없듯이 유의적인 차이를 확인할 수 없었다.

Table 40. Hunter's color of rice dough added with rice flour during storage at 4°C

Values	Storage	1-Monocaprin contents					
	time (day)	0 ppm	20 ppm	40 ppm	60 ppm	80 ppm	100 ppm
L	0	77.70	77.62	77.74	77.66	77.73	77.63
	1	77.55	77.57	77.50	77.52	78.48	77.97
	2	77.38	77.67	77.78	76.47	77.42	77.48
	3	76.78	77.71	77.30	77.64	77.57	77.26
	4	77.16	77.59	77.02	77.48	77.67	77.82
	5	77.04	77.20	77.46	76.84	78.07	77.52
a	0	-1.54	-1.18	-1.26	-1.14	-1.01	-0.94
	1	-1.51	-1.50	-1.35	-1.35	-1.17	-0.79
	2	-1.49	-1.41	-1.53	-1.04	-1.29	-1.26
	3	2.25	2.06	2.03	2.08	1.89	2.36
	4	0.62	0.67	0.78	0.60	0.73	0.78
	5	-1.27	-1.10	-1.31	-1.32	-1.44	-1.56
b	0	19.40	19.66	18.72	17.80	18.26	18.92
	1	18.53	19.06	18.23	18.23	18.31	18.86
	2	19.72	19.85	18.71	18.71	19.31	19.20
	3	18.46	18.42	17.34	17.26	18.29	18.00
	4	19.20	18.77	18.30	18.06	18.04	18.60
	5	18.89	19.01	18.28	18.18	17.64	18.65

L: L-value, lightness → white +100 ↔ 0 black

a: a-value, redness → red +60 ↔ -60 green

b: b-value, yellowness → yellow +60 ↔ -60 blue

4. 반응표면회귀분석에 의한 냉동생지 노화억제 조건 최적화

가. 반응표면분석을 이용한 냉동생지 노화억제 조건 최적화

냉동생지의 노화억제에 대한 최적 조건을 알아보기 위해 중심합성계획법 (central-composite design)에 따른 각각의 조건으로 측정된 냉동생지의 노화도 및 글루텐, sugar ester, 1-monocaprin 함량에 대한 특성 값을 Table 41, 42에 나타내었다.

나. 냉동생지의 노화도 변화

독립변수인 글루텐 함량, sugar ester 함량 및 1-monocaprin의 함량에 따른 수율의 반응표면회귀계수를 저장기간에 따라 Table 43, 44에 나타내었다. 5일의 저장기간 중 전기, 후기를 각각 2일, 5일로 정하고 해당되는 기간의 노화도를 기준으로 하여 최적조건을 분석하였다.

저장기간 2일에 해당하는 반응표면회귀식의 결정계수(R^2)는 0.916으로 반응 모형이 적합하였으며, 통계적으로도 고도의 유의성이 있는 것으로 인정되었다 ($P < 0.05$).

3가지 독립변수의 분산분석 결과 1-monocaprin($P < 0.1$)이 통계적으로 매우 유의적인 요인이었으며, 글루텐과 글루텐, 1-monocaprin과 1-monocaprin, 글루텐과 sugar ester의 교호작용이 유의하다는 것을 확인할 수 있었다.

저장기간 5일에 해당하는 반응표면회귀식의 결정계수(R^2)는 0.578이며, 3가지 독립변수의 분산분석결과 1-monocaprin($P < 0.1$)만이 통계적으로 매우 유의한 요인이었다.

저장기간 2일, 5일에 해당하는 회귀식은 다음과 같다.

$$Y_1 = 19.9896 + 2.9839X_3 - 4.1444X_1^2 - 7.6695X_3^2 - 4.6360X_1X_2$$

$$Y_2 = 46.9801 - 8.1577X_3$$

여기서 Y_1 는 저장기간 2일에 해당하는 노화도이며, Y_2 는 5일에 해당하는 노화도이다. X_1 , X_2 , X_3 는 글루텐 함량, sugar ester 함량 및 1-monocaprin의 함량을 나타낸다.

Table 41. Experimental data and central composite design for degree of retrogradation from frozen rice dough at 2 days

Run number	Gluten (%)	Sugar ester (%)	1-Monocaprin (ppm)	Degree of retrogradation (%)
1	7.0(0) ¹⁾	1.0(0)	20(0)	20.67
2	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	20.67
3	5.0(-1)	1.5(1)	30(1)	22.97
4	5.0(-1)	1.0(0)	20(0)	13.95
5	9.0(1)	1.5(1)	30(1)	5.32
6	5.0(-1)	0.5(-1)	30(1)	10.89
7	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	20.67
8	9.0(1)	0.5(-1)	10(-1)	11.79
9	7.0(0)	1.0(0)	10(-1)	10.34
10	9.0(1)	1.5(1)	10(-1)	3.81
11	7.0(0)	1.0(0)	30(1)	12.24
12	9.0(1)	0.5(-1)	30(1)	19.23
13	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	20.67
14	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	20.67
15	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	20.67
16	7.0(0)	0.5(-1)	20(0)	20.00
17	9.0(1)	1.0(0)	20(0)	15.69
18	7.0(0)	1.5(1)	20(0)	23.29
19	5.0(-1)	1.5(1)	10(-1)	9.00
20	5.0(-1)	0.5(-1)	10(-1)	5.88

¹⁾ Coded level.

Table 42. Experimental data and central composite design for degree of retrogradation from frozen rice dough at 5 days

Run number	Gluten (%)	Sugar ester (%)	1-Monocaprin (ppm)	Degree of retrogradation (%)
1	7.0(0) ²⁾	1.0(0)	20(0)	42.72
2	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	42.72
3	5.0(-1)	1.5(1)	30(1)	30.86
4	5.0(-1)	1.0(0)	20(0)	37.50
5	9.0(1)	1.5(1)	30(1)	30.30
6	5.0(-1)	0.5(-1)	30(1)	32.32
7	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	42.72
8	9.0(1)	0.5(-1)	10(-1)	42.72
9	7.0(0)	1.0(0)	10(-1)	66.13
10	9.0(1)	1.5(1)	10(-1)	60.17
11	7.0(0)	1.0(0)	30(1)	52.33
12	9.0(1)	0.5(-1)	30(1)	55.43
13	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	42.72
14	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	42.72
15	7.0(0)	1.0(0)	20(0)	42.72
16	7.0(0)	0.5(-1)	20(0)	50.00
17	9.0(1)	1.0(0)	20(0)	63.00
18	7.0(0)	1.5(1)	20(0)	51.92
19	5.0(-1)	1.5(1)	10(-1)	52.94
20	5.0(-1)	0.5(-1)	10(-1)	60.87

²⁾ Coded level.

Table 43. Regression coefficients calculated by Minitab program for response variables at 2 days

	Degree of retrogradation (%)
b ₀	19.9896**
Linear	
b ₁	-0.6868
b ₂	-0.3401
b ₃	2.9836**
Quadratic	
b ₁₁	-4.1444*
b ₂₂	2.6795
b ₃₃	-7.6695**
Cross product	
b ₁₂	-4.6360**
b ₁₃	-1.2534
b ₂₃	0.3787
R-Square	0.916

* Significant at 5% level, ** Significant at 1% level.

Table 44. Regression coefficients calculated by Minitab program for response variables at 5 days

	Degree of retrogradation (%)
b ₀	46.9801**
Linear	
b ₁	3.7127
b ₂	-1.5145
b ₃	-8.1577*
Quadratic	
b ₁₁	-3.1226
b ₂₂	-2.4111
b ₃₃	5.8547
Cross product	
b ₁₂	0.2133
b ₁₃	4.1841
b ₂₃	-4.5142
R-Square	0.578

* Significant at 5% level, ** Significant at 1% level.

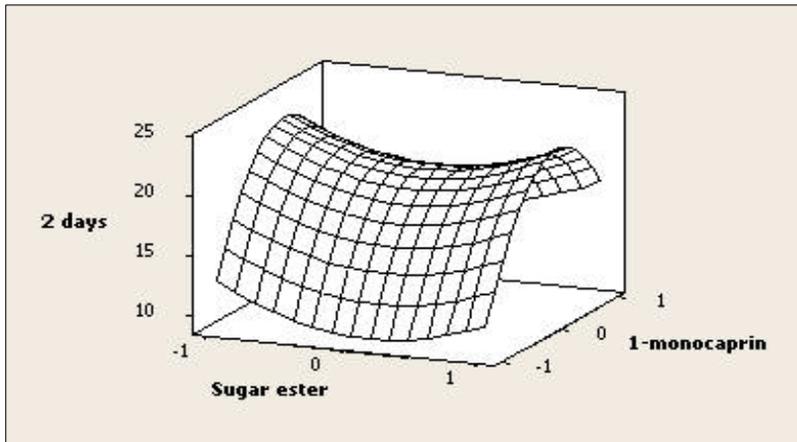
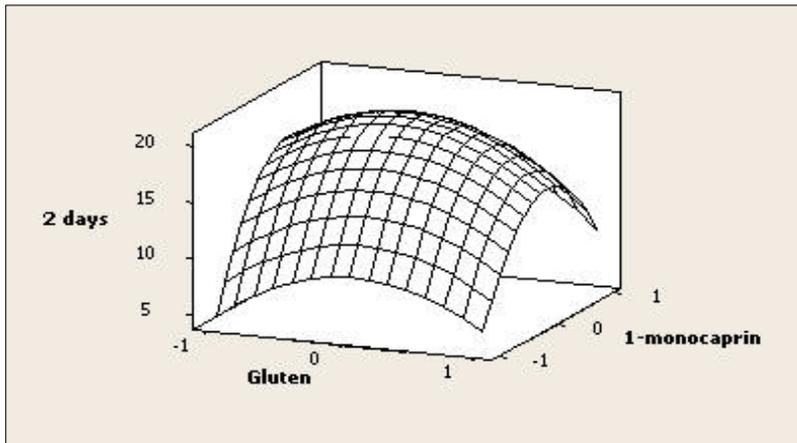
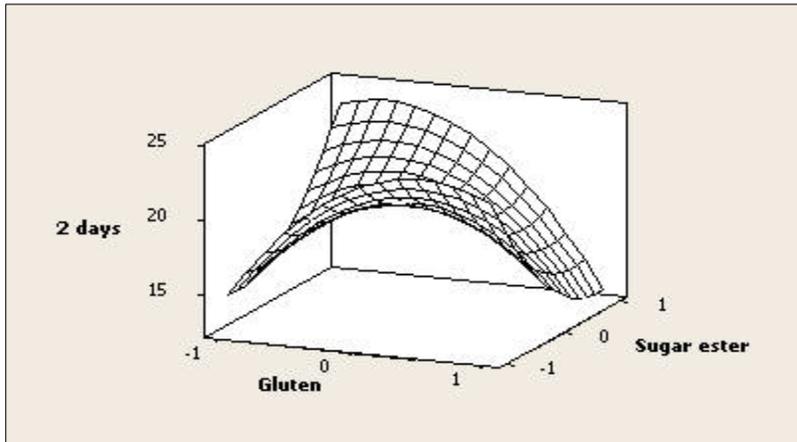


Fig. 34. Response surface for the effects of β -amylase, sugar ester, and gluten on degree of retrogradation of frozen rice dough at 2 days.

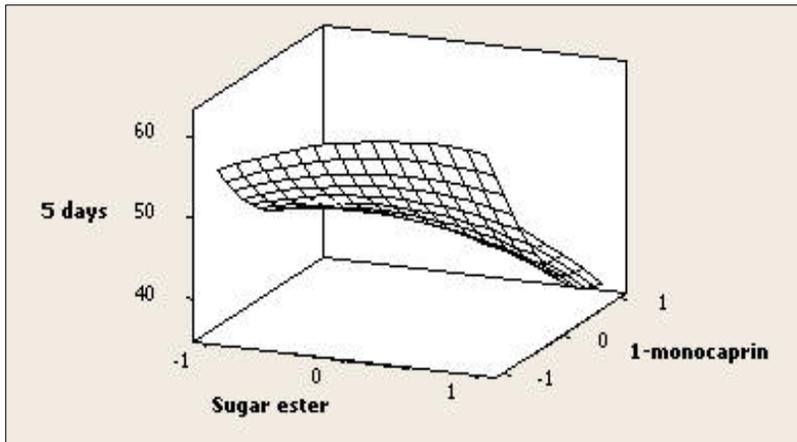
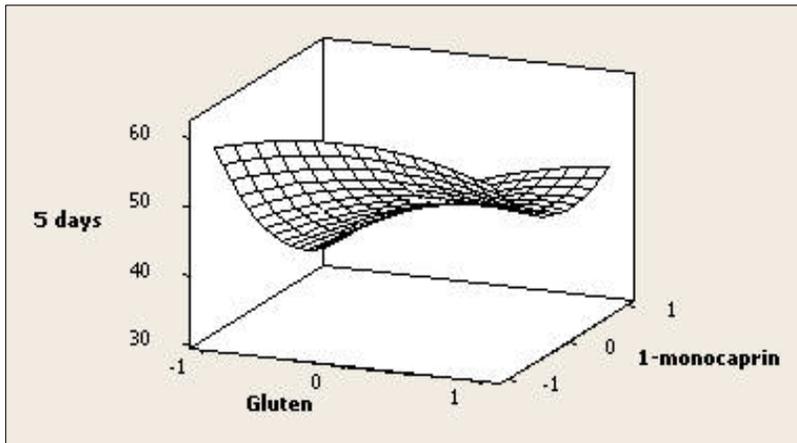
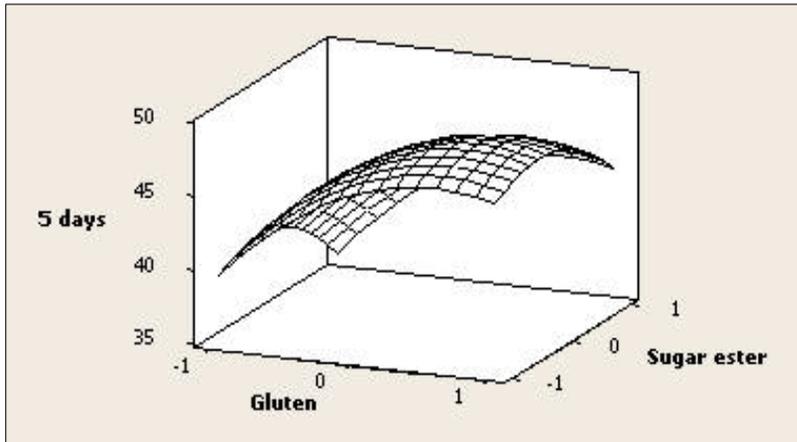


Fig. 35. Response surface for the effects of β -amylase, sugar ester, and gluten on degree of retrogradation of frozen rice dough at 5 days.

다. 냉동생지 노화억제의 최적조건의 선정

냉동생지 노화억제 최적조건에 대한 반응표면분석법의 최적화는 Table 45의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리하였다. 이 때 모든 독립변수에 대한 반응변수의 최소를 나타내는 조건으로는 Fig. 36, 37과 같이 저장기간에 따른 최적조건으로 2일에 해당하는 최적조건은 글루텐 함량 5.0%, sugar ester 함량 0.5%, 1-monocaprin 함량 10 ppm으로 판명되었으며, 5일에 해당하는 최적조건은 글루텐 함량 5.0%, sugar ester 함량 0.44325%, 1-monocaprin 함량 20.691 ppm으로 판명되었다.

저장기간 2일에 해당하는 노화도는 글루텐과 sugar ester의 함량이 적을수록 노화도가 감소하였음을 확인할 수 있었으며, 1-monocaprin의 첨가량에 따른 노화억제효과는 첨가량이 많아짐에 따라 노화도가 증가하였고, 일정 수준 이상의 양이 첨가되면 다시 노화가 억제되는 것을 알 수 있었다. 5일에 해당하는 노화도는 글루텐과 sugar ester의 함량이 적을수록 노화억제효과가 있음을 확인할 수 있었으며, 1-monocaprin의 첨가량이 많아짐에 따라 노화도가 감소되는 경향을 확인할 수 있었다.

Table 45. Optimum response variables on response surface methodology

	Storage time (day)	Goal	Upper	Target
Degree of retrogradation	2	Minimum	20.0	10.0
(%)	5	Minimum	50.0	0.0

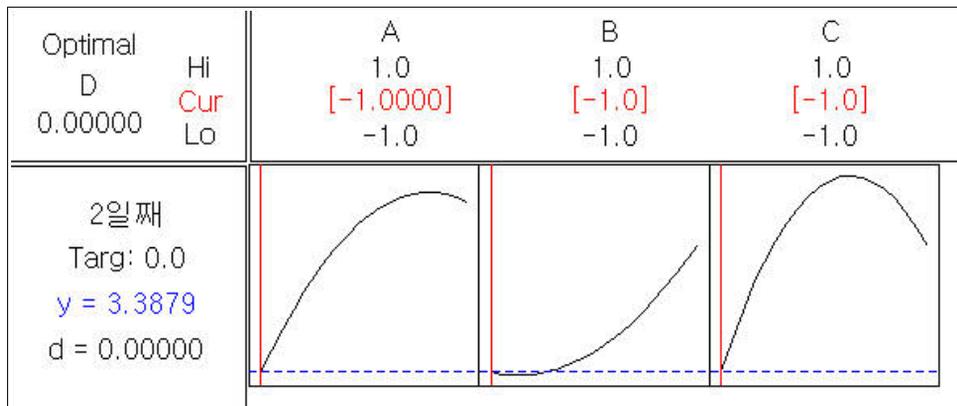


Fig. 36. Optimum condition by response surface analysis for degree of retrogradation of frozen rice dough at 2 days.

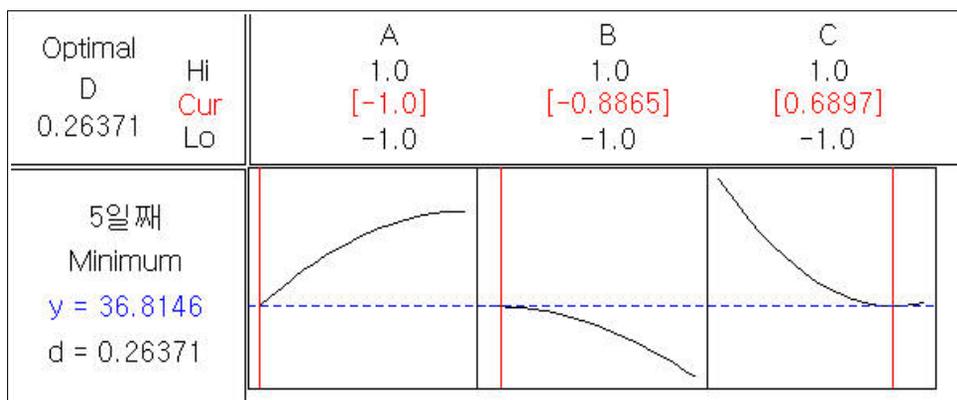


Fig. 37. Optimum condition by response surface analysis for degree of retrogradation of frozen rice dough at 5 days.

제 12 절 쌀빵의 제빵성

1. 재료 및 방법

가. 실험 재료

쌀가루는 750 mesh의 체를 통과시킨 분말을 재료로 사용하였으며 밀가루는 대한제분(주)에서 생산한 1등급 강력분, 설탕은 순도 99.0%의 정백당(제일제당), 인스턴트드라이 효모는 건조효모 98.9%(DMS Ltd., England), 버터는 서울식품의 제품을 사용하였고 이외의 재료는 시판용을 사용하였다.

나. 입자분석 및 일반분석

밀가루와 쌀가루의 입자크기 분포는 시료 250 g을 10분간 sieve shaker(Rotap RX-29.W.S.Tyler)를 이용하여 측정하였으며, 시료의 일반성분 분석은 AOAC법에 준하여 측정하였다.

다. 반죽의 이화학적 특성

밀가루 반죽의 물리적 성질은 mixograph(National Co., USA)를 사용하였으며 강력분의 반죽수율은 65%로 조절하고 쌀가루 첨가는 50%로 하여 유화제의 종류, 유화제와 활성 글루텐 첨가군, 효소를 직접 첨가하는군, 효소처리 쌀가루를 첨가하는 군으로 하여 반죽에 미치는 영향을 조사하였으며, 또한 호화 특성에 미치는 영향은 밀가루 현탁액(밀가루 54 g/물 450 mL에 쌀가루를 밀가루 중량에 50% 수준으로 첨가하여 amylograph(National Co., USA)를 이용하여 측정하였다.

라. 빵의 제조

강력분에 쌀가루를 30-50% 수준으로 첨가하여 straight dough method에 의하여 30g dough 빵을 제조하였으며, 기본적인 formula는 Table 46과 같다. 제빵시 반죽은 National Co(USA)의 mixer로 반죽하였으며 반죽을 moulder & sheeting roll(National Co.,USA)를 사용하여 성형하였으며 reel oven(National

Co., USA)를 이용하여 190℃에서 15분간 baking 하였다. 제조한 빵으로부터 무게(g), 부피(cc)를 측정하여 이로부터 비체적(cc/g)을 산출하였다.

Table 46. Baking formula based on wheat flour weight

Material	Mixing ratio
Wheat powder	50
Rice powder	50
Yeast	3
Salt	1.8
Sugar	15
Powdered skim milk	3
Egg	30
Milk	25
Butter	12
Water	25
Yeast food	1

마. 제빵의 색도 측정

Baking 후 1 hr 동안 냉각시켜 crust는 빵의 윗면을 crumb는 빵을 cutting 하여 속면을 측정하였다. 이 때 색도 측정은 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 구하여 측정하였다.

바. 제빵의 조직감 측정 및 노화도 측정

쌀가루를 50% 수준으로 첨가하여 제조한 각각의 빵을 20 mm로 slice 하여 texture analyzer(TA-XT, express, Stable Micro Systems Co., UK)를 사용하여 texture profile analysis에 의하여 조직감을 측정하였다. 이 때 사용한 알루미늄 plunger는 지름 40 mm plunger였으며, 0.5 mm/sec의 속도로 10 mm까지 압축하여 측정하였다. 또한 빵을 5℃ 및 25℃에서 저장 중 경도 변화를 texture analyzer로 측정하였으며, 이 때 측정된 hardness를 노화도의 지표로 사용하였다.

사. 관능검사

관능검사원으로 잘 훈련된 패널에게 실험목적을 설명하고 각 특성치에 대하여 반복하여 훈련시킨 후 빵의 색, 조직감, 특이한 냄새, 외관, 전체적인 기호도를 평가하게 하였으며, 각각의 시료 평가는 각 항목에 대하여 1점(아주 나쁘다)-5점(아주 좋다)로 표시하도록 하였다. 5점 척도법으로 실시하였다.

아. 통계 분석

통계 분석은 SAS(statistical analysis system) 통계 package로 분산분석 및 Duncan 다범위 검증법(Duncan's multiple test)을 사용하였다.

자. 수분함량

Roll빵을 제조한 후, air-oven법(AACC44-15)을 사용하여 수분함량을 측정하였다.

차. 생균수 측정

각 조건으로 제조한 빵을 25℃와 냉장온도에서 저장하면서 생균수를 측정하였다.

Roll빵의 내부를 무균적으로 일정량 취해 10배의 멸균된 PBS(Phosphate buffered saline, pH7.4) 용액에 넣어 균질화(10,000 rpm, 10 min)하고, 10배 희석법으로 희석하여 nutrient agar broth에 도말하였다. 이를 37℃에서 48시간 배양하여 생균수를 측정하였다.

차. pH 측정

시료 5 g을 취하여 증류수 10배를 넣고 분쇄한 후, 2분간 균질화 하여 pH meter(HM-30V, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 입자 분석

제빵적성에 사용된 밀가루는 150 μm 미만의 입자로 99% 이상이 75-106 μm 범위의 입자 분포를 보였다. 그러나 쌀가루의 입자크기는 100 μm 에서 200 μm 까지 비교적 큰 입자의 분포를 보였으며, 밀가루 입자 크기의 범위에 해당하는 150 μm 이하는 75% 정도를 나타내었다.

나. 일반성분 분석

본 실험에 사용된 밀가루와 쌀가루의 일반성분 분석 결과는 Table 47과 같이 밀가루의 단백질은 12.6%, 회분은 0.4%의 1등급 밀가루였고, 쌀가루는 일반 백미의 조단백이 6.5%이고 수분이 15.8%에 비해 실험에서 사용한 쌀가루의 조단백질의 양은 3.8%로 낮았고, 수분은 33.5%로 높았고 조지방은 0.4%로 같으며, 회분은 백미가 0.5%임에 비해 본 실험의 쌀가루의 회분의 함량은 0.2%로 낮은 값을 보였다.

Table 47. Chemical composition of wheat flour and rice powder

	Contents(%)	
	Wheat flour	Rice powder
Moisture	33.5	15.8
Lipid	0.9	0.4
Protein	12.6	3.8
Ash	0.4	0.2

다. 쌀 첨가량

쌀가루 첨가량을 결정하기 위하여 30%, 40%, 50% 첨가군 별로 제조한 다음 소비자 기호도 시험법 중 실험실 테스트법을 이용하여 순위법으로 관능 기호도를 평가한 결과 40%, 50%는 거의 같은 기호도를 나타내는 것으로 조사되었으나 본 실험은 쌀가루의 첨가가 많은 쪽을 택하는 것을 목적으로 하여 50%를 첨가하여 빵을 제조하여 실험하기로 결정하였다.

3. 반죽의 이화학적 특성

가. 밀가루 반죽의 이화학적 특성

쌀가루 첨가에 따른 반죽의 mixogram 특성은 Table 48과 같다. 대조구 반죽의 수분 흡수율은 64%였으나 쌀의 첨가량 50%의 제빵에서는 46%였으며 유화제첨가의 경우에는 수분 흡수율이 작았으나 효소처리구나 효소처리된 쌀가루 첨가 시에도 흡수율에는 큰 차이가 없었다. Peak time은 대조구와 쌀가루 혼합 반죽이 유사하였고, 글루텐과 유화제를 첨가한 시료는 시간이 짧았고, 효소처리된 쌀가루와 효소를 직접 첨가한 시료는 peak time이 짧은 것으로 나타났다. Peak height는 유화제 중 poly glycerine mono oleate를 제외한 처리구들은 대조구와 유사하였으나 글루텐 첨가구와 효소 처리구, 효소처리 쌀가루 첨가구는 대조구보다 높은 경향을 보였으며, angle은 대조구에 비해 유화제첨가구와 유사하였으나 활성 글루텐 첨가구와 효소 첨가구, 효소처리 쌀가루를 사용한 처리구는 대조구에 비해 각도가 감소하는 경향을 보였다.

Table 48. The effect of rice powder-wheat composite flour on mixogram characteristics

Samples	Water absorption (%)	Peak time (min)	Peak height (cm)	Angle (°)
W	64	7.52	5.4	112
RW	46	7.49	5.5	118
RWSE	44	6.44	5.2	118
RWSB	39	7.93	5.5	117
RWPM	39	5.57	7.0	119
RWSEG	44	6.14	7.0	87
RWSBG	44	5.61	7.8	86
RWPMG	44	4.67	7.6	77
RWA	44	6.01	8.1	84
RWB	44	5.76	7.6	93
RWG	44	5.73	7.7	94
AR	44	5.21	8.0	86
BR	44	5.10	8.0	90
GR	44	6.43	7.9	85

W: 100% Wheat flour roll bread

RW: Wheat 50% added with rice powder 50%

RWSE: RW sample added with sugar ester

RWSB: RW sample added with sorbitan mono palmitate

RWPM: RW sample added with poly glycerine mono oleate

RWSEG: RW sample added with sugar ester+gluten

RWSBG: RW sample added with sorbitan mono palmitate+gluten

RWPMG: RW sample added with poly glycerine mono oleate+gluten

RWA: Wheat 50%+rice powder 50%+ α -amylase

RWB: Wheat 50%+rice powder 50%+ β -amylase

RWG: Wheat 50%+rice powder 50%+glucosidase

AR: Wheat 50%+rice powder 50%+processed rice powder with α -amylase

BR: Wheat 50%+rice powder 50%+processed rice powder with β -amylase

GR: Wwheat 50%+rice powder 50%+processed rice powder with glucosidase

나. 밀가루 반죽의 호화 특성

호화 개시온도는 밀가루 빵이 3°C 증가하였고 쌀가루 50% 첨가군은 100% 밀가루에 비해 약 3°C 정도 낮게 나타났다. 이는 수분의 함량이 높은 쌀가루의 첨가로 전분의 팽윤이 늦어져 호화가 지연된 것으로 보인다. 최고 점도는 대조구의 20 B.U.에 비해 유화제 첨가구와 효소 첨가구는 유사한 값을 보였으나 효소처리 쌀가루 첨가구는 대조구에 비해 높았다. 50°C 점도는 대조구의 70보다는 유화제 첨가구와 효소첨가구는 낮았고, 활성 글루텐 첨가구와 효소처리 쌀가루 첨가구는 대조구에 비해 높았다(Table 49).

Table 49. Effect of rice powder added to wheat flour on amylograph characteristics

Samples	Gelatinization temperature (°C)	Peak viscosity (B.U.)	50°C Viscosity (B.U.)	Set back (B.U.)
W	86	22	45	-23
RW	83	20	70	-50
RWSE	86	20	65	-35
RWSB	86	20	50	-30
RWPM	86	30	15	-5
RWSEG	80	30	80	-50
RWSBG	84.5	30	80	-50
RWPMG	81	40	80	-40
RWA	84.5	20	35	-15
RWB	84.5	20	30	-10
RWG	83	35	60	-25
AR	81.5	45	70	-25
BR	79	90	130	-25
GR	80	30	80	-50

Refer to the comment in Table 48

4. 제빵적성

가. 유화제 사용 검토

1) 비체적에 의한 선정

유화제 종류와 양을 결정하기 위해 Table 50의 recipe에 sugar ester, sorbitan mono palmitate, polyglycerine mono oleate 등을 각각 0.5%씩 첨가한 시료들의 비체중은 Table 50과 같이 쌀을 넣은 빵의 비체적이 대조구보다 컸다. 쌀과 밀가루 혼합한 시료에 사용한 유화제 사용 시료는 비체적이 컸고 그 중에서도 가장 큰 것은 poly glycerine mono oleate 혼합 시료들의 비체적이 대조구에 비해 컸다.

Table 50. The effect of emulsifier addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W	283.34	28.77	9.85
RW	310	25.92	11.99
RWSE	305	28.36	10.85
RWSB	306.67	34.77	12.24
RWPM	340	26.83	12.65

W: Wheat 100%

RW: Wheat 50% added with rice powder 50%

RWSE: RW sample added with sugar ester

RWSB: RW sample added with sorbitan mono palmitate

RWPM: RW sample added with poly glycerine mono oleate

2) 유화제에 의한 hardness

위에서 선택한 유화제를 넣고 제빵하여 조직감을 측정된 결과 Table 51과 같이 대조군에 비해 쌀 50%와 밀가루 50%의 빵의 hardness는 적었고, 밀가루와 쌀과 유화제를 혼합한 시료들의 hardness는 컸다. 유화제 중에는 hardness가 가장 큰 것은 poly glycerine mono oleate 첨가군이였다.

Table 51. Texture profile analysis parameters of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Texture profile analysis parameter				
	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness	Chewness
W	0.819	230.0	0.577	398.5	191.0
RW	0.812	201.1	0.602	335.7	160.1
RWSE	0.875	532.4	0.478	1,117.1	464.0
RWSB	0.862	676.1	0.509	1,294.4	567.2
RWPM	0.82	921.6	0.521	1,725.3	814

Refer to the comment in Table 50

3) 유화제 사용에 의한 hunter value

빵의 표피와 내부의 색도 변화는 Table 52와 같이 crust의 L값은 대조구의 58.03보다는 poly glycerine mono oleate를 제외한 유화제 사용한 시료들이 낮았고, b값은 쌀과 밀가루 50% 혼합의 23.71보다 유화제 첨가구가 낮았다. Crumb의 L값도 대조구의 88.19 보다는 유화제 첨가구가 낮았고, a값도 대조구와 유사하였고, b값은 sugar ester 첨가구를 제외하고는 높은 값을 보였다. L값은 crumb가 높았고 a값과 b값은 crust가 높게 나타났다.

Table 52. Effect of rice powder on crust and crumb color of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Hunter's color value					
	Crust			Crumb		
	L	a	b	L	a	b
W	56.34	13.47	22.47	78.51	1.65	17.49
RW	58.03	14.57	23.71	88.19	0.33	17.01
RWSE	40.91	14.90	16.44	78.97	0.44	16.73
RWSB	43.72	19.35	19.97	82.38	0.52	18.65
RWPM	66.03	11.69	24.51	81.47	0.52	18.19

Refer to the comment in Table 50

5. 쌀빵의 texture

가. 활성 글루텐에 의한 조직감

양호한 texture를 위해 활성 글루텐을 12%, 15%, 17%를 각각 첨가하여 순위법으로 관능검사를 해 본 결과 15%의 첨가군의 기호도가 높은 것으로 평가되었다. 쌀의 첨가한 빵의 texture의 향상을 위해 유화제와 활성 글루텐을 각각 15%씩 넣고 조직감을 측정 한 결과 Table 53과 같이 springeness는 대조군과 거의 비슷하였으며, gumminess는 글루텐 첨가군이 대조군에 비해 높았고, hardness와 chewiness는 대조군보다는 글루텐 첨가군이 2-4배 정도 높았으며 이들 중 hardness는 sugar ester와 글루텐을 혼합하여 만든 시료가 낮았다.

Table 53. Texture profile analysis parameters of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Texture profile analysis parameter				
	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness	Chewness
W	0.819	230.0	0.577	398.5	191.0
RW	0.812	201.1	0.602	335.7	160.1
RWSEG	0.873	421.0	0.497	844.7	369.1
RWSBG	0.834	762.1	0.457	1,669.9	635.4
RWPMG	0.834	713.5	0.455	1,569.6	595.2

W: Wheat 100%

RW: Wheat 50% added with rice powder 50%

RWSEG: RW sample added with sugar ester+gluten

RWSBG: RW sample added with sorbitan mono palmitate+gluten

RWPMG: RW sample added with poly glycerine mono oleate+gluten

나. 활성 글루텐에 의한 hunter value

활성 글루텐 첨가에 의한 색도의 변화는 Table 54와 같이 crust의 L값은 대조구에 비해 sugar ester와 poly glycerine mono oleate 첨가군이 낮았고, a와 b값은 대조구와 유사하였다. Crumb의 L값은 대조구와 거의 비슷하였고, a와 b값도 거의 비슷한 경향을 보였으며, L값은 crumb가 높았고, a와 b값은 crust가 높았다.

Table 54. Effect of gluten on crust and crumb color of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Hunter's color value					
	Crust			Crumb		
	L	a	b	L	a	b
W	56.34	13.47	22.47	78.51	1.65	17.49
RW	58.03	14.57	23.71	88.19	0.33	17.01
RWSEG	49.90	18.09	22.44	78.49	0.18	16.68
RWSBG	62.76	13.35	28.14	79.61	0.94	19.16
RWPMG	48.14	16.39	20.64	83.61	0.29	15.24

Refer to the comment in Table 53

다. 활성 글루텐에 의한 비체적

활성 글루텐과 유화제를 혼합한 시료들은 비체적이 컸고, 그 중에서도 sugar ester 첨가구가 가장 높았고, 다음으로는 poly glycerine mono oleate 첨가구였다(Table 55).

Table 55. The effect of gluten and emulsifer addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W	283.34	28.77	9.85
RW	310	25.92	11.96
RWSEG	313.3	24.75	12.66
RWSBG	315	27.03	11.65
RWPMG	313	25.92	12.08

Refer to the comment in Table 53

6. 효소제 첨가와 제빵적성

가. 효소에 의한 texture

쌀빵의 조직감 증진을 위해 효소인 α -amylase, β -amylase, glucosidase를 food base로 선정하여 각각 2, 5, 7 ppm을 넣은 시료들을 순위법으로 관능검사한 결과 세 효소 모두에서 5 ppm 첨가가 가장 기호도가 높아 각각의 효소를 5ppm씩 혼합한 시료들의 조직감은 Table 56과 같이 springiness는 대조구와 유사하였고, hardness는 β -amylase 혼합구가 대조구에 비해 값이 작았고, glucosidase 혼합구는 대조구보다 작았으며, chewiness도 대조구와 유사한 경향을 보였다(Table 56).

나. 효소에 의한 색도

Crust의 L값은 대조구에 비해 낮았고, a값은 대조구에 비해 높았으며, b값은 β -amylase 혼합 시료가 높았다. Crumb의 L값은 대조구와 유사하였고, a값은 대조구에 비해 낮았고, b값은 약간 높았으며 이 중에서도 β -amylase 시료는 높은 값을 나타냈다. L값은 crumb가 높았고, a와 b값은 crust가 높았다(Table 57).

다. 효소에 의한 비체적

비체적은 glucosidase 첨가한 시료가 대조구에 비해 높았으나 유화제와 글루텐을 혼합한 시료들의 실험에 비해서는 상대적으로 낮은 값을 나타내었다(Table 58).

Table 56. Texture profile analysis parameters of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Mixing ratio (ppm)	Texture profile analysis parameter				
		Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness	Chewness
W		0.819	230.0	0.577	398.5	191.0
RW		0.812	201.1	0.602	335.7	160.1
A	2	0.856	341.6	0.491	998.1	111.4
	5	0.553	379.8	0.53	747.1	192.1
	7	0.857	480.9	0.494	1005.5	117.2
B	2	0.841	583.8	0.463	355.1	120.7
	5	0.882	121.9	0.668	181.4	192.1
	7	0.799	754.8	0.438	456.1	145.4
G	2	0.851	769.4	0.664	345.6	163.4
	5	0.892	180.8	0.635	284.8	161.1
	7	0.860	723.9	0.619	555.7	175.5

W: Wheat 100%

RW: Wheat 50%+rice powder 50%

A: Wheat 50%+rice powder 50%+ α -amylase

B: Wheat 50%+rice powder 50%+ β -amylase

G: Wheat 50%+rice powder 50%+glucosidase

Table 57. Effect of enzyme addition on crust and crumb color of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Hunter's color value					
	Crust			Crumb		
	L	a	b	L	a	b
W	56.34	13.47	22.47	78.51	1.65	17.49
RW	58.03	14.57	23.71	88.19	0.33	17.01
A	45.58	20.49	28.56	82.60	-1.95	19.86
B	46.49	20.13	30.23	82.75	-2.45	20.35
G	51.01	21.36	23.73	83.23	-2.44	19.71

Refer to the comment in Table 56

Table 58. The effect of enzymes addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W	283.34	28.77	9.85
RW	310	25.92	11.99
A	301.6	27.5	10.98
B	293.3	25	11.81
G	313.3	23.66	13.29

Refer to the comment in Table 56

7. 효소처리 쌀가루

가. 효소처리 쌀가루 제빵의 조직감

효소처리된 쌀가루 첨가는 각각의 효소로 처리된 쌀가루를 5, 7.5, 10% 혼합하여 순위법으로 관능검사를 한 결과 3가지 효소 모두에서 5% 첨가군의 관능적 기호도가 높게 조사되었고, springiness는 대조구와 유사하였고, 특히 glucosidase 처리 쌀가루 혼합시료의 hardness와 chewiness는 대조구와 유사하였다. 적정 첨가량은 α -amylase 5%가 가장 대조구와 유사하였으며, β -amylase는 7.5%가 대조구와 유사하였으나 갈색 반점이 생겨 5%를 첨가하였다. glucosidase 5% 첨가군이 대조구와 가장 유사하였다(Table 59).

Table 59. Texture profile analysis parameters of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Mixing ratio	Texture profile analysis parameter				
		Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Hardness	Chewness
W		0.819	230.0	0.577	398.5	191.0
RW		0.812	201.1	0.602	335.7	160.1
AR	5	0.85	361.1	0.48	764.6	304.2
	7.5	0.82	1,353.4	0.521	2,594.2	1,111.8
	10	0.862	676.1	0.509	1,292.4	567.2
BR	5	0.83	396.2	0.434	913.5	327.2
	7.5	0.873	421.0	0.497	844.7	369.1
	10	0.834	762.1	0.457	1,669.9	635.4
GR	5	0.877	150.1	0.644	233.6	131.7
	7.5	0.874	188.0	0.646	291.4	164.2
	10	0.883	158.6	0.651	244.2	140.4

W: Wheat 100%

RW: Wheat 50%+rice powder 50%

AR: Wheat 50%+rice powder 50%+processed rice powder with α -amylase

BR: Wheat 50%+rice powder 50%+processed rice powder with β -amylase

GR: Wheat 50%+rice powder 50%+processed rice powder with glucosidase

나. 효소처리 쌀가루에 의한 hunter value

Table 60과 같이, crust의 L값은 glucosidase 처리 쌀가루 첨가구가 가장 낮았고, 다른 처리구는 대조구와 유사하였다. a값은 대조구에 비해 모든 처리구에서 높았고, 그 중에서도 glucosidase 처리 쌀가루 첨가구가 가장 높았으며 b값도 대조구에 비해서 모든 처리구가 높았다. Crumb의 L값은 대조구와 모든 처리구가 유사하였고, a값은 처리구가 대조구에 비해 낮았고, b값은 대조구와 유사하였으나 그 중에서도 α -amylase 처리 쌀가루 첨가구가 가장 높은 값을 보였다. L값은 crumb가, a값은 crust가, b값도 crust가 높게 나타났다.

다. 효소처리 쌀가루 제빵의 비체적

효소처리 쌀가루 첨가 후 비체적을 측정한 결과 직접 효소를 첨가한 것과 거의 유사한 수준이었으나 β -amylase 처리한 쌀가루 첨가군은 가장 높은 값을 보였다(Table 61).

Table 60. Effect of enzyme processed rice powder on crust and crumb color of bread made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Hunter's color value					
	Crust			Crumb		
	L	a	b	L	a	b
W	56.34	13.47	22.47	78.51	1.65	17.49
RW	58.03	14.57	23.71	88.19	0.33	17.01
AR	57.45	19.43	38.56	86.89	-2.78	19.79
BR	53.86	20.62	35.73	83.29	-2.35	17.68
GR	47.43	22.15	29.93	86.56	-2.68	18.65

Refer to the comment in Table 59

Table 61. The effect of enzyme processed rice powder addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour

Samples	Roll bread volume (cc)	Roll bread weight (g)	Specific roll bread volume (cc/g)
W	283.34	28.77	9.85
RW	310	25.92	11.96
AR	310	27.38	11.32
BR	320	26.24	12.20
GR	318.34	27.28	11.67

Refer to the comment in Table 59

8. 저장 중의 노화도

가. 조직감

20℃에서의 저장 중의 경도 변화는 Table 62와 같이 쌀 50%, 밀가루 50% 빵은 hardness가 대조구보다 현저하게 컸다. 저장 첫째 날의 hardness는 효소 처리구와 유화제처리구는 대조구와 유사하였고, 그 중에서도 sorbitan mono palmitate와 sorbitan mono palmitate와 글루텐 혼합시료가 가장 낮았다. 저장 2일 째에는 sugar ester와 효소처리구들은 대조구보다 완만한 증가를 보였으나, sorbitan mono palmitate, poly glycerine mono oleate 혼합시료는 현저히 증가하였다. 저장 3일째에도 쌀 50%, 밀가루 50%의 hardness 변화는 가장 컸으며, 효소와 효소처리 쌀가루 첨가구의 hardness는 완만한 증가를 보였으나, sugar ester와 글루텐 혼합구는 변화가 적었다.

0-5일 동안 4℃에서 저장 중 경도는 Table 63과 같이 대조구에 비해 쌀 50%, 밀가루 50% 빵은 증가하였고, 대부분의 시료들은 20℃에서의 저장보다 높은 값을 보였다. 4℃에서 저장 2일 째에는 쌀 50%, 밀가루 50%는 대조구보다 hardness가 크게 증가하였으며, 효소 혼합시료는 완만한 증가를 보였고, 유화제와 글루텐 시료는 크게 증가하였으나 sorbitan mono palmitate와 sorbitan mono palmitate와 글루텐 혼합시료가 가장 낮았다. 저장 3일째에는 쌀 50%, 밀가루 50% 빵은 대조구와 같이 hardness가 컸으며, 대부분의 시료들은 hardness가 증가하는 경향을 보였으나 효소 혼합구는 완만한 증가세를 보였으며, 유화제 시료 중에서 sorbitan mono palmitate와 글루텐 혼합 시료가, 효소는 glucosidase 처리 쌀가루 첨가가 hardness의 변화가 낮았다.

Table 62. Texture profile analysis parameters of bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 5 days at 20°C

Samples	Texture profile analysis parameter														
	Springiness			Gumminess			Cohesiveness			Hardness			Chewiness		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W	0.87	0.82	0.784	310.7	390.8	305.6	0.45	0.48	0.362	695.3	822.6	838.5	268.3	314.9	241.4
RW	0.881	0.86	0.851	287.4	616.6	854.9	0.45	0.37	0.392	642.4	1,698.0	2,179.8	253.2	530.4	729
SE	0.89	0.84	0.804	406.8	401.4	335.1	0.51	0.40	0.352	819.8	998.5	958.3	358.7	340.9	268.9
SB	0.86	0.87	0.817	262.4	660.1	498.6	0.52	0.37	0.355	512.1	1,794.8	1,410.3	223.6	573.1	407.9
PM	0.76	0.84	0.841	1,209.9	2,417	3,186.6	0.42	0.43	0.442	2,905.2	5,701.1	4,603.4	914.4	1,998.5	2,587.4
SEG	0.59	0.84	0.595	450.5	325.7	293.8	0.39	0.32	0.305	1,134.3	847.5	947.8	277.4	272.7	172.0
SBG	0.87	0.79	0.813	386.1	494.1	413.3	0.49	0.34	0.368	788.7	1,448.1	1,120.7	333.3	387.7	336
PMG	0.83	0.66	0.811	537.7	335.5	632.7	0.45	0.37	0.331	1,199.3	933.6	1,910.1	443.4	208.6	513.5
RWA	0.88	0.80	0.743	328.5	346.5	357.8	0.42	0.34	0.300	796.8	1,052.8	1,183.4	286.5	274.1	265.8
RWB	0.87	0.75	0.785	360.5	354.6	326.2	0.44	0.35	0.347	831.1	1,010.5	935.2	308.8	260.2	337.8
RWG	0.86	0.803	0.795	296.7	352.8	424.5	0.41	0.33	0.321	721.6	1,089.4	1,327.4	253.3	283.2	363.1
AR	0.85	0.82	0.816	361.1	398.6	445.5	0.48	0.34	0.371	764.6	1,167.9	1,207.3	304.2	328.3	332.3
BR	0.83	0.83	0.811	396.2	276.9	409.2	0.434	0.35	0.352	913.5	781.4	1,162.2	327.2	228.6	462.2
GR	0.847	0.85	0.806	510.8	369.2	572.5	0.45	0.38	0.358	1,128.0	971.3	1,602	426.8	312.7	688.1

Refer to the comment in Table 48

Table 63. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 5 days at 4°C

Samples	Texture profile analysis parameter														
	Sringeness			Gumminess			Cohesiveness			Hardness			Chewness		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W	0.87	0.82	0.813	310.7	301.3	341.9	0.45	0.41	0.368	695.3	744.6	922.9	268.3	246.6	278.9
RW	0.881	0.85	0.797	287.4	406.8	504.6	0.45	0.36	0.305	642.4	1,157.4	1,647.9	253.2	342.1	405
SE	0.89	0.84	0.789	406.8	402.0	316.2	0.51	0.39	0.321	819.8	714.2	980.9	358.7	335.8	249.7
SB	0.86	0.87	0.798	262.4	304	373	0.52	0.37	0.326	512.1	835.7	1,140.5	223.6	261.9	297.9
PM	0.76	0.82	0.848	1,209.9	1,850.3	2,820.5	0.42	0.45	0.460	2,905.2	4,165.9	6,124.3	914.4	1,507.0	1,654.8
SEG	0.59	0.71	0.635	450.5	394.8	342.2	0.39	0.32	0.299	1,134.3	1,241.6	1,148.5	277.4	280.1	217.3
SBG	0.87	0.86	0.824	386.1	340.6	555.3	0.49	0.4	0.377	788.7	865.9	930.9	333.3	290.4	455
PMG	0.83	0.77	0.745	537.7	441.2	535.3	0.45	0.31	0.303	1,199.3	1,434.2	1,765.5	443.4	338.9	400.6
RWA	0.88	0.75	0.78	328.5	312.9	274.1	0.42	0.31	0.318	796.8	1,029.3	864.5	286.5	233.3	214.9
RWB	0.87	0.79	0.817	360.5	265.1	264.3	0.44	0.33	0.338	831.1	817.6	779.7	308.8	206.9	217.1
RWG	0.86	0.76	0.736	296.7	287.2	316.1	0.41	0.33	0.290	721.6	864.9	1,099.4	253.3	219.2	232.7
AR	0.85	0.81	0.81	361.1	416.3	352.6	0.48	0.37	0.35	764.6	947.8	1,015.2	304.2	334.6	287.1
BR	0.83	0.82	0.81	396.2	284.3	227.2	0.434	0.37	0.34	913.5	786.5	668.7	327.2	231.3	183.6
GR	0.84	0.77	0.80	510.8	340.9	354.9	0.45	0.35	0.33	1,128.0	981.2	1,086.6	426.8	264.2	285.3

Refer to the comment in Table 48

나. 색도

4°C에서 저장한 시료들의 색도 변화는 crust의 L값은 대조구와 유사하였으나, poly glycerine mono oleate 시료가 가장 높았고, a값은 sorbitan mono palmitate, poly glycerine mono oleate는 대조구에 비해 현저히 낮았고, b값은 sorbitan mono palmitate가 대조구에 비해 가장 낮았다. 저장 중 대체로 증가하는 경향을 보였다. Crumb의 L값은 모든 시료가 대조구와 유사하였고, a값은 sorbitan mono palmitate 혼합시료가 대조구에 비해 현저히 낮았고, 다른 시료들은 대조구와 유사하였다. b값은 sorbitan mono palmitate가 가장 낮았고, α -amylase 처리 쌀가루를 첨가한 빵이 가장 높았다(Table 64-65).

20°C 저장 시료의 색도 변화에서 crust의 L값은 저장 둘째 날에 대조구와 유사하였고, poly glycerine mono oleate는 높았다. 저장시간이 경과할수록 증가하는 경향이었으며 α -amylase 처리 쌀가루와 glucosidase 첨가구는 거의 증가하지 않았다. 저장 셋째 날의 L값은 sugar ester와 β -amylase 혼합시료가 증가하였고, a값은 제조당일에는 대조구와 유사하였고, sorbitan mono palmitate와 poly glycerine mono oleate 혼합구는 낮았으며, 효소처리 쌀가루는 α -amylase 처리구가 가장 낮았다. 저장 둘째 날은 대체로 증가하는 경향을 보였으며 poly glycerine mono oleate는 저장 3일째에 가장 현저한 증가를 보였으며, 효소처리 쌀가루 첨가구는 증가의 폭이 아주 적었다. 제조당일 b값은 대조구에 비해 실험구의 값이 낮았고, 효소처리 쌀가루는 높거나 같았다. 그 중에서 α -amylase 처리 쌀가루 혼합구는 가장 높았고, 가장 낮은 값은 sorbitan mono palmitate이었으나 저장 둘째 날부터는 증가하였고, sorbitan mono palmitate는 가장 낮았다(Table 66-67).

Table 64. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 5 days at 4°C

Samples	Hunter's value of Crust								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W	47.06	47.72	42.83	20.03	21.79	19.70	28.99	30.78	24.23
RW	52.08	51.88	49.31	20.07	19.89	19.81	33.86	33.67	32.77
SE	49.67	55.29	61.19	21.83	20.46	19	32.88	38.68	42.30
SB	35.27	54.08	42.1	15.87	19.1	19.31	15.83	35.55	25.50
PM	55.80	63.31	57.94	18.02	14.25	16.73	33.27	35.63	36.1
SEG	49.62	52.77	43.02	21.02	20.33	21.05	27.09	35.98	28.08
SBG	56.6	47.75	50.49	19.89	20.95	20.57	38.41	32.39	34,2
PMG	63.96	56.32	57.64	15.28	18.11	17.53	38.07	35.39	36.70
RWA	46.38	53.39	48.07	19.32	19.59	20.09	28.63	35.36	32.24
RWB	48.42	47.01	51.40	21.56	21.16	19.44	23.42	31.54	34.98
RWG	46.45	50.75	52.95	20.99	20.9	18.99	29.04	34.85	35.37
AR	52.59	55.97	49.45	11.93	19.54	20.33	52.26	37.85	32.99
BR	52.87	48.21	58.94	20.73	21.23	18.13	36.32	32.81	40.16
GR	56.77	55.66	49.75	19.28	19.48	20.75	36.11	37.17	33.91

Refer to the comment in Table 48

Table 65.. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 5 days at 4°C

Samples	Hunter's value of Crumb								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W	81.46	78.46	77.70	-2.27	-2.03	-2.61	17.73	18.2	16.42
RW	78.74	74.48	76.1	-1.81	-1.63	-2.08	18.74	16.81	18.25
SE	80.48	80.19	76.33	-2.16	-1.7	-2.33	19.76	18.51	14.81
SB	80.57	77.34	76.38	-2.71	-0.51	-3.28	20.33	16.22	23.12
PM	76.78	75.89	72.73	-1.96	-2.81	-2.32	26.17	24.34	16.51
SEG	74.81	74.69	77.25	-2.19	0.42	-2.33	21.87	17.87	18.60
SBG	79.29	73.31	78.03	-2.59	-1.63	-2.08	19.40	17.66	17.5
PMG	81.28	75.79	74.88	2.73	-1.82	-2.69	20.49	35.39	15.23
RWA	81.23	75	74.64	-2.53	-2.2	-2.46	17.53	35.36	13.69
RWB	80.62	73.51	77.81	-2.51	-2.17	-2.58	17.89	31.54	13.73
RWG	82.33	75.79	77.48	-2.71	-1.9	-2.58	16.01	34.85	16.77
AR	83.07	76.57	75.38	-2.01	-1.98	-2.70	15.85	37.85	15.32
BR	81.24	75.24	75.47	-2.60	7.38	-2.70	10.70	32.81	16.28
GR	82.08	76.75	79.29	-2.46	-2.3	2.67	16.7	37.17	12.41

Refer to the comment in Table 48

Table 66. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 5 days at 20°C

Samples	Hunter's value of Crust								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W	47.06	46.73	44.64	20.03	20.28	20.00	28.99	20.28	27.47
RW	52.08	48.62	47.52	20.07	20.42	19.65	33.86	20.42	31.61
SE	49.67	47.65	57.35	21.83	20.6	18.86	32.88	20.6	37.6
SB	35.27	55.85	49.06	15.87	21.91	20.00	15.83	38.76	31.97
PM	55.80	44.55	52.51	18.02	20.24	14.83	33.27	28.18	36.93
SEG	43.62	64.2	44.62	21.02	13.50	21.27	27.09	35.04	29.56
SBG	56.6	46.14	54.88	19.89	21.01	20.47	38.41	29.411	37.67
PMG	63.96	55.8	59.95	15.28	21.09	17.15	38.07	38.06	37.13
RWA	46.38	57.84	51.91	19.32	18.27	20.7	28.63	37.38	36.14
RWB	48.42	51.56	52.15	21.56	20.6	20.71	33.42	34.57	30.67
RWG	46.45	50.56	46.74	20.99	21.31	20	29.04	33.72	36.16
AR	52.59	49.14	53.83	1.93	21.57	20.42	52.56	32.69	37.06
BR	52.87	55.86	53.82	20.73	20.07	20.41	36.32	37.56	36.45
GR	56.77	50.86	53.65	19.28	21.19	20.44	36.11	34.15	33.61

Refer to the comment in Table 48

Table 67. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 5 days at 20°C

Samples	Hunter's value of Crumb								
	L			a			b		
	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd	0	2nd	3rd
W	81.46	67.53	74.04	-2.27	-2.52	-2.36	17.73	15.89	16.91
RW	78.74	76.05	77.60	-1.81	-2.05	-1.98	18.74	17.07	18.32
SE	80.48	75.9	78.70	-2.16	-0.66	-2.21	19.76	18.26	17.47
SB	80.57	75.49	77.30	-2.71	-1.45	0.44	20.33	18.78	16.93
PM	76.78	78.43	76.01	-1.96	0.02	-3.25	26.17	17.27	25.06
SEG	74.81	75.34	80.50	-2.19	3.67	-1.48	21.87	19.85	18.40
SBG	79.29	80.68	79.45	-2.59	-0.3	-2.22	19.40	17.61	19.12
PMG	81.28	77.43	81.01	2.73	-1.87	-1.96	20.49	18.32	17.70
RWA	81.23	77.4	78.47	-2.53	-2.36	-2.70	17.53	22.59	16.46
RWB	80.62	79.24	80.56	-2.51	-2.38	-2.55	17.89	16.54	16.55
RWG	82.33	76.76	76.26	-2.71	-2.34	-2.49	16.01	15.79	15.96
AR	83.07	75.85	77.66	-2.01	-2.22	-2.52	15.85	15.9	16.79
BR	81.24	79.25	78.61	-2.60	-2.43	-2.75	10.70	16.67	16.29
GR	82.08	76.76	78.02	-2.46	-2.28	-2.62	16.7	18.29	18.3

Refer to the comment in Table 48

8. 관능검사

위에서 여러 실험을 통해 제빵적성과 노화도를 측정하였으며, 5% 범위 내의 유의수준 차의 관능적 항목별로 실험한 결과 전체적인 기호도는 sugar ester, 글루텐 처리구와 poly glycerine mono oleate, 글루텐 처리구, 그리고 β -amylase 첨가구, β -amylase 처리 쌀가루 첨가구가 높았고, 조직감이 우수한 시료는 sugar ester, 글루텐 첨가구와 sorbitan mono palmitate, 글루텐 첨가구, α -amylase 처리 쌀가루 첨가구와 β -amylase 처리 쌀가루 첨가구였으며, 맛이 우수한 것으로 평가된 시료는 sugar ester, 글루텐 첨가구와 sorbitan mono palmitate, 글루텐 첨가구, α -amylase 처리 쌀가루 첨가구로 평가되었다. 풍미가 우수한 시료는 유화제에 글루텐 첨가구>효소처리 쌀가루 첨가구>효소 첨가구의 순으로 평가되었고, 색상이 우수한 시료는 sorbitan mono palmitate와 글루텐 첨가구와 glucosidase 처리 쌀가루 첨가구가 가장 높게 평가되었다 (Table 68).

Table 68. Result of sensory evaluation of the roll bread made from rice powder-wheat composite flour

	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
W	3.16±0.98 ^{abcd}	3.33±0.51 ^a	3.33±0.81 ^{ab}	3.33±0.81 ^{abc}	3.50±0.54 ^{abc}
RW	2.66±1.21 ^{bcde}	3.33±0.51 ^a	3.50±0.54 ^{ab}	2.83±1.16 ^{abcd}	3.33±0.51 ^{abc}
RWSE	3.16±1.16 ^{abcd}	3.66±0.81 ^a	3.33±0.51 ^{ab}	3.50±0.83 ^{abc}	3.50±0.54 ^{abc}
RWSB	1.83±0.75 ^e	2.66±1.21 ^a	2.83±0.75 ^b	1.83±0.40 ^d	2.16±0.75 ^d
RWPM	1.50±0.83 ^e	2.83±0.98 ^a	3.16±0.40 ^{ab}	2.33±1.03 ^{cd}	2.83±0.75 ^{bcd}
SEG	2.66±1.21 ^{bcde}	3.66±0.51 ^a	4.16±0.40 ^a	4.16±0.40 ^a	4.00±0.63 ^{ab}
SBG	4.00±0.63 ^a	3.83±0.75 ^a	3.66±1.03 ^{ab}	4.16±1.16 ^a	3.83±0.98 ^{ab}
PMG	3.66±1.03 ^{abc}	3.16±1.16 ^a	3.50±1.04 ^{ab}	3.00±1.78 ^{abcd}	4.16±0.75 ^a
RWA	2.50±0.83 ^{cde}	3.33±0.81 ^a	3.16±0.40 ^{ab}	2.33±1.03 ^{cd}	2.83±0.75 ^{bcd}
RWB	3.83±0.75 ^{ab}	3.33±0.81 ^a	4.00±0.63 ^a	3.83±0.98 ^{ab}	4.00±0.63 ^a
RWG	2.33±0.51 ^{de}	3.33±0.81 ^a	4.16±0.75 ^a	2.66±1.03 ^{bcd}	3.50±0.54 ^{abc}
AR	3.33±1.03 ^{abcd}	3.50±1.04 ^a	3.83±0.75 ^{ab}	4.16±0.75 ^a	3.83±0.75 ^{ab}
BR	3.66±0.51 ^{abc}	3.66±1.03 ^a	4.00±0.63 ^a	4.16±0.98 ^a	4.00±0.63 ^a
GR	4.00±0.89 ^a	3.50±0.54 ^a	3.33±1.03 ^{ab}	3.33±1.03 ^{abc}	3.33±0.81 ^{abc}

Superscript with the same letter in column of each sample are no significantly different (p<0.05)

Refer to the comment in Table 48

제 13 절 쌀빵의 노화억제

1. 쌀빵의 노화억제

가. 쌀빵의 노화억제 조건

쌀빵의 노화억제 조건을 수분의 변화, 부피와 무게 비율의 변화, hardness의 변화, 색도의 변화를 인자로 하여 효소처리 쌀가루와 직접 효소를 첨가하는 시료에서 나타나는 효과를 측정하기로 하였다.

1) 수분함량의 변화

빵을 제조 후 당일의 수분함량과 저장 7일 후 냉장 저장후의 수분함량의 변화를 측정한 결과는 제조초기의 수분함량은 모든 시료들이 30%정도였으며 냉장 저장 7일 후의 수분함량에는 큰 변화가 없었으나 쌀가루 30%에 80%의 β -amylase 처리구가 가장 많이 감소하였고 효소 처리구에서 쌀 30% 시료는 β -amylase처리한 쌀가루의 농도가 크면 클수록 변화의 폭이 커지는 특징을 보였다(Table 69, 70).

2) Hardness의 변화

냉장온도에서 10일 보관하면서 2일에 1회씩 측정한 hardness의 변화는 제조당일에는 시료별 큰 차이를 보이지 않았으나 쌀 30% 혼합구에서 대조구는 저장시간이 경과함에 따라 증가하였고, 효소처리 쌀가루를 10%, 15%, 20% 첨가하는 시료는 두 번째 측정시에 hardness가 크게 변했고, 그 후에는 완만한 증가를 보였다. 10일 저장 후의 측정 결과는 쌀 30%와 효소처리 쌀가루 10%, 쌀가루 50%와 효소처리 쌀가루 15%, 쌀가루 70%와 효소처리 쌀가루 15%와 쌀 90% 첨가구에서는 효소처리 쌀가루 10% 첨가한 시료의 hardness의 변화가 가장 적었다(Table 71). 냉장온도에서의 직접 효소 첨가구에서는 쌀 30%시료에서 60 ppm, 50% 쌀 혼합구에서 100 ppm, 70%에서는 60 ppm, 90%에서는 60 ppm의 시료가 저장 10일에 hardness의 변화가 가장 작았다(Table 72). 25°C의 저장에서 hardness 변화는 Table 73에서와

같이 제조 2일 후에만 측정할 수 있었고 그 후에는 변질이 되었으며, 2일 후에 30% 쌀가루 혼합구에서 효소처리 쌀가루 10% 첨가한 시료, 50% 혼합시에 효소처리 쌀가루는 15% 첨가한 시료, 70%에는 20% 효소처리 쌀가루 첨가한 시료와 90 % 쌀가루 혼합시에는 10%의 효소처리 쌀가루 첨가한 시료들의 hardness의 변화가 작았고, 직접 효소를 첨가한 시료는 6일째에는 30% 쌀가루에 60 ppm 첨가한 시료와 50% 쌀가루에 100 ppm, 70% 쌀에 60 ppm 첨가한 시료들의 hardness의 변화는 작았다(Table 74).

Table 69. Experimental data for moisture content of roll bread during storage temperature at 5°C

Contents of rice flour (%)	Contents of processed β -amylase rice flour (%)	Moisture contents (%)	
		Storage days	
		0	7th
30	Control	32.9	31.7
	10	31.6	30.6
	15	32.5	31.6
	20	34.2	33.5
50	Control	33.1	32.6
	10	32.9	32.6
	15	34.7	30.0
	20	34.4	32.6
70	Control	36.2	33.2
	10	34.1	33.7
	15	32.3	31.7
	20	36.1	33.6
90	Control	34.2	33.5
	10	33.4	33.1
	15	34.4	33.6
	20	36.4	35.6

Table 70. Experimental data for moisture content of roll bread during storage temperature at 5°C

Contents of rice flour(%)	Contents of processed β -amylase rice flour (%)	Moisture contents(%)	
		Storage days	
		0	7th
30	Control	32.9	31.7
	60	34.7	30.8
	80	36.0	29.5
	100	34.9	29.8
50	Control	33.1	32.6
	60	30.3	30.5
	80	35.0	34.9
	100	35.7	34.4
70	Control	36.2	33.2
	60	36.9	36.2
	80	32.1	31.3
	100	35.9	31.6
90	Control	34.2	33.5
	60	37.2	34.3
	80	35.5	32.8
	100	33.0	31.9

Table 71. Texture profile analysis parameters of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 10 days at 5°C

Samples	Hardness (g)					
	Storage days					
	0	2	4	6	8	10
rf3c	484.0±140.4	1140±112.7	1034.1±221.2	1,103.4±325.4	1300.7±332.5	1339.8±322.5
rf310	456.3±112.3	777.5±174.8	296.8±163.7	923.2±127.2	1331.1±374.8	1206.8±142.6
rf315	254.0±69.0	1366.8±129.6	953.4±275.4	1360.2±392.2	1538.9±542.8	1642.6±310.1
rf320	278.6±35.0	1239.8±479.9	1094.1±424.4	1175.3±193.8	2412.8±44.1	1462.8±422.2
rf5c	361.2±194.4	587.1±28.0	965.9±181.8	1384.6±216.3	1201.9±249.2	1019.2±132.5
rf510	445.4±25.9	858.6±94.3	1113.4±358.4	1252.6±299.1	1691.5±209.8	1246.1±361.8
rf515	344.6±20.6	607.9±94.2	1291.2±332.8	970.9±182.0	1056.2±194.6	790.6±200.7
rf520	460.0±28.7	648.0±131.2	1124.5±230.5	1241.9±212.2	901.0±224.0	940.7±235.6
rf7c	236.0±19.9	638.4±119.8	895.2±160.7	1296.1±353.2	1510.0±606.0	1298.6±541.2
rf710	263.0±19.9	1589.5±207.4	1440.9±297.9	1694.5±237.7	1057.8±120.7	1258.1±338.1
rf715	1591.0±667.7	1508.8±381.3	1650.7±324.1	1488.8±146.4	849.5±133.9	958.0±13.9
rf720	320.4±26.3	631.6±119.2	831.6±114.0	1188.5±306.4	1041.0±303.6	1123.9±67.4
rf9c	250.5±48.6	300.0±28.5	489.8±120.9	1384.9±354.0	1021.2±226.9	837.2±146.9
rf1910	307.3±22.1	359.1±28.0	797.1±291.4	914.8±388.4	1,215±277.5	956.5±64.2
rf915	273.9±26.6	345.8±53.7	823.0±89.9	1222.7±234.3	960.3±183.5	1098.0±295.0
rf920	610.6±198.4	364.2±3.5	783.0±195.2	1285.1±162.2	981.9±288.3	1080.0±157.7

rf3c: rice 30%+flour 70%

rf310: rice 30%+flour 70%+β-amylase processed rice 10%

rf315: rice 30%+flour 70%+β-amylase processed rice 15%

rf320: rice 30%+flour 70%+β-amylase processed rice 20%

rf5c: rice 50%+flour 50%

rf510: rice 50%+flour 50%+β-amylase processed rice 10%

rf515: rice 50%+flour 50%+β-amylase processed rice 15%

rf520: rice 50%+flour 50%+β-amylase processed rice 20%

rf7c: rice 70%+flour 30%

rf710: rice 70%+flour 30%+β-amylase processed rice 10%

rf715: rice 70%+flour 30%+β-amylase processed rice 15%

rf720: rice 70%+flour 30%+β-amylase processed rice 20%

rf9c: rice 90%+flour 10%

rf910: rice 90%+flour 10%+β-amylase processed rice 10%

rf915: rice 90%+flour 10%+β-amylase processed rice 15%

rf920: rice 90%+flour 10%+β-amylase processed rice 20%

Table 72. Texture profile analysis parameters of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 10 days at 5°C

Samples	Hardness(g)					
	Storage days					
	0	2	4	6	8	10
rf3c	484.0±140.4	1140±112.7	1034.1±221.2	1103.4±325.4	1300.7±332.5	1339.8±322.5
rf360	296.8±19.2	654.5±182.6	817.1±147.6	1349.1±346.4	1339.8±76.2	1206.8±142.6
rf380	286.8±47.4	843.4±128.2	1100.4±113.8	1009.3±314.9	1564.1±381.3	1830.5±278.5
rf3100	458.4±70.6	1005.2±223.4	1176.2±102.2	1493.1±338.1	2614±902.9	2921.4±783.2
rf5c	361.2±194.4	587.1±28.0	965.9±181.8	1384.6±216.3	1,201.9±249.2	1019.2±132.5
rf560	351.5±30.3	887±169.4	1139.3±144.5	2051.2±270.8	1352.9±127.5	2183±373.6
rf580	207.4±10.9	918.6±112.6	1405.2±212	1731.4±480.6	1275.9±161.2	1733.7±120.7
rf5100	255.5±24.2	779.8±56.4	1057±154.8	1270.9±299.4	1317±111.3	1307.3±247.7
rf7c	236.0±19.9	638.4±119.8	895.2±160.7	1296.1±353.2	1251.0±606.0	1298.6±541.2
rf760	193.4±36.2	560.7±115.9	1375.2±522.8	1220.5±283.7	998.3±68.0	1060.5±285.5
rf780	275.2±32.7	1091±149.5	1610.9±137.6	2061.2±121.3	1405.0±69.8	1446.6±283.0
rf7100	218.8±8.9	595.6±138.5	1460.8±277.9	1443.1±128	1670.7±103.3	1382.2±1087.6
rf9c	250.5±48.6	300.0±28.5	489.8±120.9	1384.9±354.0	1021.2±226.9	837.2±146.9
rf960	861.3±110.2	248.6±23.4	1759.4±287.9	1800.7±155.8	1338.92±64.81	950.02±145.39
rf980	886.3±94.3	302.9±147.9	1151.8±130.2	1233.8±83.5	919.0±56.9	1519.4±397.8
rf9100	1128.2±284.5	132.0±41.6	1637.1±174.8	834.1±27.9	1476.2±287.3	1490.8±463.4

rf3c: rice 30%+flour 70%

rf360: rice 30%+flour 70%+β-amylase 60 ppm

rf380: rice 30%+flour 70%+β-amylase 80 ppm

rf3100: rice 30%+flour 70%+β-amylase 100 ppm

rf5c: rice 50%+flour 50%

rf560: rice 50%+flour 50%+β-amylase 60 ppm

rf580: rice 50%+flour 50%+β-amylase 80 ppm

rf5100: rice 50%+flour 50%+β-amylase 100 ppm

rf7c: rice 70%+flour 30%

rf760: rice 70%+flour 30%+β-amylase 60 ppm

rf780: rice 70%+flour 30%+β-amylase 80 ppm

rf7100: rice 70%+flour 30%+β-amylase 100 ppm

rf9c: rice 90%+flour 10%

rf960: rice 90%+flour 10%+β-amylase 60 ppm

rf980: rice 90%+flour 10%+β-amylase 80 ppm

rf9100: rice 90%+flour 10%+β-amylase 100 ppm

Table 73. Texture profile analysis parameters of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 2 days at 25°C

Samples	Hardness(g)		
	Storage days		
	0	1	2
rf3c	484.0±140.4	1491.5±355.9	
rf310	456.3±112.3	901.4±319.9	
rf315	254.0±69.0	1166.9±238.9	
rf320	278.6±35.0	1181.3±317.8	
rf5c	361.2±194.4	480.0±23.5	
rf510	445.4±25.9	730.8±68.3	
rf515	344.6±20.6	465.1±60.8	
rf520	460.0±28.7	956.5±202.1	
rf7c	236.0±19.9	227.5±60.5	
rf710	263.0±19.9	795.5±76.1	
rf715	1591.0±667.7	980.2±78.9	1218.2±36.3
rf720	320.4±26.3	474.5±16.5	605.6±22.0
rf9c	250.5±48.6	214.8±42.5	298.9±39.5
rf910	307.3±22.1	390.6±27.8	334.5±65.2
rf915	273.9±26.6	351.9±73.4	449.2±84.6
rf920	610.6±198.4	325.9±45.3	530.0±165.3

Refer to the comment in Table 71

Table 74. Texture profile analysis parameters of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 2 days at 25°C

Samples	Hardness(g)		
	Storage days		
	0	1	2
rf3c	484.0±140.4	1491.5±355.9	405.2±76.9
rf360	296.8±19.2	724.8±127.9	860.1±138.2
rf380	286.8±47.4	582.3±165.6	1469.1±469.9
rf3100	458.4±70.6	1164.5±168.1	1744.8±458.3
rf5c	361.2±194.4	320.9±59.0	444.8±42.3
rf560	351.5±30.3	672.8±217.3	938.8±177.4
rf580	207.4±10.9	586.3±101.4	869.3±187.2
rf5100	255.5±24.2	425.5±20.0	629.7±63.7
rf7c	236.0±19.9	281.7±58.9	
rf760	193.4±36.2	373.0±63.1	540.4±28.0
rf780	275.2±32.7	556.9±6.7	1166.5±404.3
rf7100	218.8±8.9	400.0±94.6	1256.6±428.8
rf9c	250.5±48.6	401.0±131.9	
rf960	861.3±110.2	861.3±110.2	
rf980	886.3±94.3	886.3±94.3	
rf9100	1128.2±284.5	1128.2±284.5	

Refer to the comment in Table 72

3) 색도

냉장온도에서 저장하면서 측정된 색도에서 제조 당일에 crust를 측정한 결과는 Table 75에서와 같이 L, a, b값은 거의 모든 시료들이 유사한 수준을 나타냈으나 저장기간이 증가함에 따라 L, a값은 감소하는 경향을 보였으나 b값은 큰 변화가 없었고 저장 8일에 측정된 값은 50% 쌀가루 혼합한 시료들은 L값은 증가하고 a값과 b값은 감소하였고, 70% 쌀가루 혼합 시료에서는 L, a, b값이 감소하는 경향을 보였으며 90% 혼합 시료에서는 L값은 감소하고 a, b값은 감소하는 경향을 나타냈다. 또한 효소 첨가구에서는 제조일의 측정은 모든 시료에서 L, a, b값은 유사하였으나 8일의 측정에서는 b값이 증가하는 경향을 보였다(Table 77).

또한 냉장온도에서 crumb의 측정결과는 Table 76과 같이 제조 당일의 L, a, b값은 전 시료에서 유사하게 나타났으나 8일 측정에서 L값은 감소하였으나, a, b값은 변화가 없었으며, 효소첨가한 시료들에서는 효소처리 쌀가루 첨가 시료들과 비교하면 L값은 낮았고 a, b값은 유사하였으며 8일의 측정에서는 50% 쌀을 혼합한 시료들에서만 a값이 약간 감소하는 경향을 나타내었다(Table 78).

25°C 저장에서의 효소처리 쌀 혼합의 빵의 crust와 crumb의 색도 변화는 효소 처리 쌀가루 혼합구와 효소 첨가구의 색도의 변화는 제조 당일에도 모든 시료들의 값이 유사하고 2일 후에도 변화의 폭은 작게 나타났다 (Table 79-82).

Table 75. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Hunter's color vlaue (Crust)																																																																																																																																																																																																																																															
	0				2				4				6				8																																																																																																																																																																																																																															
	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L																																																																																																																																																																																																																												
rf3c	54.43	20.53	38.24	71.31	11.84	39.19	55.26	21.19	39.92	68.98	14.07	42.59	54.49	19.98	37.99	63.57	17.37	42.28	55.17	21.63	40.74	56.77	20.32	40.05	63.45	16.85	41.95	54.53	19.99	38.02	57.73	19.67	38.78	55.99	21.13	40.33	70.79	12.07	38.19	61.11	18.49	41.95	63.27	18.4	43.68	60.29	19.18	40.6	56.06	20.6	38.75	63.02	17.47	42.65	59.06	19.34	39.59	57.69	20.48	40.72	53.9	23.31	40.62	72.4	10.8	39.97	63.97	17.95	43.49	73.05	10.53	38.79	65.7	16.59	41.83	52.31	23.03	38.66	50.12	21.89	36.56	51.97	21.9	37.72	56.89	20.02	39.7	60.64	19.15	42.81	74.97	10.37	40.79	57.87	20.34	41.41	62.59	17.88	42.5	58.46	19.72	39.19	71.44	12.06	41.65	48.3	20.91	29.29	54.98	21.75	40.32	57.1	21.16	41.22	65.38	17.38	42.34	73.52	10.25	37.11	57.51	21.21	42.98	49.04	20.84	33.69	54.26	21.19	38.68	53.86	21.3	37.68	54.95	21.15	38.49	48.16	22.1	34.64	54.84	20.94	39.06	55.78	21.14	39.73	58.46	19.89	39.34	52.6	21.97	37	57.34	19.31	39.27	60.97	19.43	42.45	59.77	21.32	44.31	52.21	22.3	37.2	41.17	19.32	25.59	59.22	20.65	43.4	57.19	21.16	42.19	64.09	17.29	42.89	64.23	17.17	43.77	51.09	22.46	37.62	54.67	21.08	40.47	60.09	20.18	44.05	54.84	20.4	40.76	72.48	11.23	39.46	73.87	9.08	36.43	60.01	18.53	42.95	66.42	15.4	41.83	61.65	18.54	43.53	55.53	21.09	41.16	40.12	21.17	28.06	56.74	20.8	41.51	49.8	22.89	35.99	57.39	20.7	41.51	59.06	19.65	40.99	49.36	21.86	35.45	59.73	19.95	43.25	63.57	18.1	43.28	51.48	22.24	37.91	58.09	20.02	41.65	54.4	21.22	39.9

Refer to the comment in Table 71

Table 76. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Hunter's color value (Crumb)																														
	0				2				4				6				8														
	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L											
rf3c	80.78	1.27	25.21	78.39	1.17	24.54	77.29	1.74	26.29	77.06	1.26	24.53	76.9	0.6	24.22	81.08	0.72	23.15	77.4	1.04	23.3	78.19	1.13	24.57	76.54	0.61	23.97	78.5	0.81	23.1	
rf310	76.67	1.41	24.43	78.89	1.06	22.95	78.69	1.29	22.89	78.08	0.88	22.76	78.69	0.53	21.82	79.27	1.12	24	75.78	0.86	23.49	76.47	1	23.3	78.47	1.06	24.3	77.1	0.96	24.92	
rf320	83.58	0.76	23.4	79.1	1.19	23.69	76.42	1.45	24.02	77.66	1.23	23.82	79.09	0.87	23.51	80.55	0.93	23.72	77.72	1.48	23.47	78.62	0.84	22.95	77.22	0.93	24.41	77.98	0.7	23.69	
rf510	82.04	0.94	23.58	79.05	1.46	22.63	77.91	0.99	21.75	79.98	1.06	22.1	80.56	0.38	21.45	81.83	1.14	23.82	79.28	0.91	22.15	78.85	1.5	23.77	78.87	1.38	23.22	79.06	0.8	22.73	
rf515	80.05	0.69	22.9	79.94	0.46	23.45	78.94	1.15	24.82	78.86	1.23	24.55	76.68	1	23.77	80.05	0.69	22.9	79.94	0.46	23.45	78.94	1.15	24.82	78.86	1.23	24.55	76.68	1	23.77	
rf7c	77.39	0.98	22.72	81.31	0.78	22.07	80.49	1.09	23.55	78.65	0.52	20.96	79.16	1.01	23.78	78.1	0.88	22.19	82.45	0.78	22.19	82.08	0.79	20.8	81.8	0.46	19.76	77.14	0.43	20.46	
rf710	59.22	20.65	43.4	80.6	0.57	20.25	80.27	0.28	19.68	80.14	0.38	20.42	77.2	0.6	20.29	80.87	0.29	21.5	84.1	0.54	22.6	77.57	0.74	22.63	78.86	0.65	22.61	78.57	0.74	22.67	
rf715	79.78	0.03	21.21	83.14	0.27	21.69	75.53	1.03	20.79	77.48	0.63	21.15	73.81	0.91	21.86	79.78	0.03	21.21	83.14	0.27	21.69	75.53	1.03	20.79	77.48	0.63	21.15	73.81	0.91	21.86	
rf9c	80.82	0.07	23.03	83.74	0.54	20.98	76.42	0.75	21.56	76.21	0.87	21.71	77.12	0.68	21.32	81.99	1.39	22.81	80.74	0.98	20.28	75.74	0.72	20.25	79.18	0.49	20.24	78.94	0.76	20.54	
rf910																81.99	1.39	22.81	80.74	0.98	20.28	75.74	0.72	20.25	79.18	0.49	20.24	78.94	0.76	20.54	
rf915																															
rf920																															

Refer to the comment in Table 71

Table 77. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Hunter's color value (Crust)																													
	0				2				4				6				8													
	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L										
rf3c	52.2	20.53	35.09	55.22	19.5	36.45	46.78	21.83	33.53	53.31	22.53	39.75	67.11	15.41	41.91	59.42	18.83	41.04	54.12	21.76	40.26	51.24	19.67	37.61	50.81	22.56	37.32	57.67	19.81	40.79
rf360	51.76	21.47	36.77	54.26	20.87	37.86	59.92	17.8	40.06	48.38	22.11	34.94	54.78	21.78	39.99	50.39	21.21	34.56	57.97	19.89	39.63	68.45	14.14	41.25	57.69	19.76	38.89	55.99	20.27	38.68
rf380	52.2	20.53	35.29	49.13	21.89	35.67	52.22	21.8	37.78	64.83	17.47	42.86	59.38	19.8	41.48	52.2	20.53	35.29	49.13	21.89	35.67	52.22	21.8	37.78	64.83	17.47	42.86	59.38	19.8	41.48
rf560	59.42	18.83	41.04	64.82	16.25	42.6	72.08	10.5	39.36	56.99	20.78	41.83	59.4	19.4	42.2	59.42	18.83	41.04	64.82	16.25	42.6	72.08	10.5	39.36	56.99	20.78	41.83	59.4	19.4	42.2
rf580	51.76	21.47	36.77	65.93	14.21	39.96	54.7	21.27	41	61.54	17.69	42.51	54.91	20.93	38.93	51.76	21.47	36.77	65.93	14.21	39.96	54.7	21.27	41	61.54	17.69	42.51	54.91	20.93	38.93
rf5100	50.39	21.21	34.56	63.92	16.26	41.02	55.63	20.8	40.81	51.27	21.96	38.13	54.75	21.7	40.04	50.39	21.21	34.56	63.92	16.26	41.02	55.63	20.8	40.81	51.27	21.96	38.13	54.75	21.7	40.04
rf7c	61.44	18.48	41.73	62.38	16.67	41.98	62.74	16.06	40.69	66.96	13.6	41.53	63.11	17.59	43.11	61.44	18.48	41.73	62.38	16.67	41.98	62.74	16.06	40.69	66.96	13.6	41.53	63.11	17.59	43.11
rf760	53.14	20.46	37.43	56.04	19.99	41.14	60.37	17.59	41.15	69.77	9.96	37.25	58.78	18.46	41.24	53.14	20.46	37.43	56.04	19.99	41.14	60.37	17.59	41.15	69.77	9.96	37.25	58.78	18.46	41.24
rf780	50.32	21.7	34.41	53.77	20.52	37.59	56.12	19.85	39.41	53.47	21.6	38.94	59.44	19.59	41.94	50.32	21.7	34.41	53.77	20.52	37.59	56.12	19.85	39.41	53.47	21.6	38.94	59.44	19.59	41.94
rf7100	55.5	20.46	39.21	53.36	20.32	39.57	62.58	16.29	40.84	56.53	19.96	42.15	63.18	17.75	43.3	55.5	20.46	39.21	53.36	20.32	39.57	62.58	16.29	40.84	56.53	19.96	42.15	63.18	17.75	43.3
rf9c	55.41	20.18	38.34	55.92	20.06	40.33	56.08	19.42	39.95	58.12	20.28	42.68	59.33	19.33	42.79	55.41	20.18	38.34	55.92	20.06	40.33	56.08	19.42	39.95	58.12	20.28	42.68	59.33	19.33	42.79
rf960	54.67	19.52	36.61	54.2	19.81	38.87	58.54	19.5	41.46	64.78	16.44	42.92	65.22	15.77	42.79	54.67	19.52	36.61	54.2	19.81	38.87	58.54	19.5	41.46	64.78	16.44	42.92	65.22	15.77	42.79
rf980	62.57	17.1	40.05	43.24	22.24	30.46	44.95	22.69	32.86	44.1	21.36	33.1	57.92	18.5	41.65	62.57	17.1	40.05	43.24	22.24	30.46	44.95	22.69	32.86	44.1	21.36	33.1	57.92	18.5	41.65
rf9100	63.79	16	42.21	57.23	19.07	41.35	63.53	16.92	43.36	60.94	18.88	43.76	62.88	17.48	44.37	63.79	16	42.21	57.23	19.07	41.35	63.53	16.92	43.36	60.94	18.88	43.76	62.88	17.48	44.37

Refer to the comment in Table 72

Table 78. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Hunter's color value (Crumb)																																																																																																																																																																																																																																															
	0				2				4				6				8																																																																																																																																																																																																																															
	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L	L	a	b	L																																																																																																																																																																																																																												
rf3c	77.2	1.55	27.04	77.29	1.74	26.29	77.85	0.73	23.62	78.78	0.94	24.32	76.12	1.47	25.75	74.72	1.02	23.7	78.72	0.88	23.38	60.44	3.86	20.37	75.65	0.7	23.81	78.02	1.17	24.37	73	1.14	24.3	78.47	1.25	25.43	77.55	0.76	24.87	78.73	0.48	22.8	77.28	1.2	24.78	74.04	1.64	25.42	78.78	1.16	23.05	79.96	0.9	23.84	80.09	0.92	23.45	77.66	1.45	23.88	77.2	1.55	27.04	78.33	1.14	24.72	79.06	0.81	24.01	77.26	0.86	25.12	76.44	1.2	24.03	74.72	1.02	23.7	80.59	0.57	22.57	78.08	0.96	24.62	77.17	1.22	24.35	79.04	1.05	24.63	73	1.14	24.3	77.01	0.63	23.5	77.86	0.69	24.41	75.87	0.39	22.58	74.82	1.93	27.34	74.04	1.64	25.42	79	0.73	24.59	77.91	1.01	24.73	79.29	1.04	24.74	76.69	0.95	25.36	75.56	0.99	22.86	73.74	1.18	24.46	74.52	0.27	22.03	77.56	1.07	23.76	76.03	0.59	23.58	75.83	0.87	22.69	76.08	0.22	21.48	77.4	0.38	22.46	76.28	1.12	23.51	76.67	0.48	21.88	74.97	1.01	22.78	79.28	0.79	23.15	78.37	0.88	23.19	78.89	1.17	23.25	78.38	0.45	21.87	79.73	0.84	23.64	79	0.61	21.84	77.91	0.61	22.76	78.57	0.83	22.73	78.85	0.59	21.81	77.02	0.41	21.29	77.69	0.15	20.29	79.7	0.08	20.08	79.37	0.38	20.11	78.85	0.36	20.04	77.79	0.09	21.14	77.69	0.15	20.81	76.86	0.2	20.14	76.79	0.18	19.54	76.53	0.2	19.86	78.69	0.54	22.47	77.25	0.44	20.96	77.67	0.39	21.34	75.87	0.24	20.65	79.27	0.57	19.87	78.89	0.13	20.91	78.46	75.66	78.11	75.66	0.76	22.15	78.11	0.46	22.01	77.22	0.08	21.56

Refer to the comment in Table 72

Table 79. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 2 days at 25°C

Samples	Hunter's color value (Crust)								
	Storage days								
	0			1			2		
L	a	b	L	a	b	L	a	b	
rf3c	54.43	20.53	38.24	57.26	20.3	41.18			
rf310	63.57	17.37	42.28	65.47	16.39	40.32			
rf315	57.73	19.67	38.78	56.28	22.03	41.89			
rf320	60.29	19.18	40.6	52.64	22.6	39.04			
rf5c	53.9	23.31	40.62	59.06	20.34	42.02			
rf510	52.31	23.03	38.66	57.02	20.51	39.75			
rf515	74.97	10.37	40.79	64.75	17.74	41.15			
rf520	48.3	20.91	29.29	75.95	9.37	37.77			
rf7c	57.51	21.21	42.98	58.2	19.35	41.48	47.23	21.62	32.71
rf710	48.16	22.1	34.64	55.77	21.43	41.79	43.78	20.64	26.76
rf715	57.34	19.31	39.27	52.04	23.22	39.01	59.71	20.68	43.68
rf720	59.22	20.65	43.4	57.71	20.23	42.49	57.71	20.23	42.28
rf9c	54.67	21.08	40.47	54.02	20.83	39.07	57.58	19.41	41.81
rf910	60.01	18.53	42.95	60.94	19.62	43.18	59.39	18.89	41.02
rf915	56.74	20.8	41.51	49.1	23.24	36.65	66.09	15.78	40.68
rf920	59.73	19.95	43.25	50.42	23.66	36.85	66.32	15.67	41.93

Refer to the comment in Table 71

Table 80. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 2 days at 25°C

Samples	Hunter's color value (Crumb)								
	Storage days								
	0			1			2		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
rf3c	80.78	1.27	25.21	79.98	1.34	24.37			
rf310	81.08	0.72	23.15	79.59	1.01	23.38			
rf315	76.67	1.41	24.43	79.3	1.18	22.79			
rf320	79.27	1.12	24	77.64	1.25	23.75			
rf5c	83.58	0.76	23.4	77.65	1.15	24.12			
rf510	80.55	0.93	23.72	75.45	1.22	23.26			
rf515	82.04	0.94	23.58	75.58	1.73	22.81			
rf520	81.83	1.14	23.82	76.44	1.15	21.78			
rf7c	80.05	0.69	22.9	77.38	0.83	22.81	47.23	21.62	32.71
rf710	77.39	0.98	22.72	76.69	1.29	22.98	43.78	20.64	26.76
rf715	78.1	0.88	22.19	79.76	0.71	20.5	59.71	20.68	43.68
rf720	59.22	20.65	43.4	78.04	0.63	21.68	78.04	0.63	21.68
rf9c	80.87	0.29	21.5	82.93	-0.07	22.5	74.85	0.14	20.91
rf910	79.78	0.03	21.21	83.27	0.44	22.07	78.22	0.65	22.42
rf915	80.82	0.07	23.03	81.51	0.27	22.12	78.09	0.87	22.79
rf920	81.99	1.39	22.81	81.56	0.84	21.18	77.69	0.83	21.98

Refer to the comment in Table 71

Table 81. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 2 days at 25°C

Samples	Hunter's color value (Crust)								
	Storage days								
	0			1			2		
L	a	b	L	a	b	L	a	b	
rf3c	52.2	20.53	35.09	51.91	20.75	34.7	55.33	20.68	39.62
rf360	59.42	18.83	41.04	57.5	20.58	40.19	62.06	19.32	44.41
rf380	51.76	21.47	36.77	50.98	22.57	37.22	53.49	22.02	39.19
rf3100	50.39	21.21	34.56	68.81	14.66	40.37	60.17	19.87	42.01
rf5c	52.2	20.53	35.29	54.08	21.01	39.73	58.94	20.05	42.12
rf560	59.42	18.83	41.04	66.66	16.37	43.11	62.83	18.13	41.52
rf580	51.76	21.47	36.77	56.45	19.51	40.41	60.75	19.54	43.37
rf5100	50.39	21.21	34.56	51.77	21.59	37.98	55.58	22.11	43.35
rf7c	61.44	18.48	41.73	69.52	13.15	42.01			
rf760	53.14	20.46	37.43	68.72	12.79	38.54			
rf780	50.32	21.7	34.41	58.44	20.58	42.62			
rf7100	55.5	20.46	39.21	52.66	21.3	40.4			
rf9c	55.41	20.18	38.34	51.11	21.26	38.02			
rf960	54.67	19.52	36.61	50.59	21.83	36.55			
rf980	62.57	17.1	40.05	60.72	18.23	42.66			
rf9100	63.79	16	42.21	68.56	13.57	40.88			

Refer to the comment in Table 72

Table 82. Comparative color evaluation of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 2 days at 25°C

Samples	Hunter's color value(Crumb)								
	Storage days								
	0			1			2		
L	a	b	L	a	b	L	a	b	
rf3c	77.2	1.55	27.04	77.16	1.59	26.47	78.28	0.73	24.74
rf360	74.72	1.02	23.7	77.86	1.27	25.49	78.47	0.72	25.14
rf380	73	1.14	24.3	78.49	0.53	23.44	77.59	0.24	23.17
rf3100	74.04	1.64	25.42	79.39	1.23	23.13	79.82	1.32	24.2
rf5c	77.2	1.55	27.04	77.86	0.84	24.73	77	1.4	25.69
rf560	74.72	1.02	23.7	78.91	0.95	25	78.23	1.26	25.76
rf580	73	1.14	24.3	77.58	0.96	24.97	77.15	1.49	24.8
rf5100	74.04	1.64	25.42	76.6	0.35	24.05	77.5	1.37	24.75
rf7c	75.56	0.99	22.86	75.84	1.09	25.52			
rf760	75.83	0.87	22.69	75.59	0.66	22.87			
rf780	74.97	1.01	22.78	79.37	0.68	23.05			
rf7100	79.73	0.84	23.64	77.84	0.37	22.24			
rf9c	77.02	0.41	21.29	79	0.61	21.74			
rf960	77.79	0.09	21.14	77.46	0.45	21.61			
rf980	78.69	0.54	22.47	77.16	0.43	22.09			
rf9100	78.89	0.13	20.91	78.98	0.61	23.81			

Refer to the comment in Table 72

4) 체적비

25℃에서의 체적비는 제조 당일에는 효소처리 쌀가루를 첨가한 시료들은 모두 넣지 않은 control보다 체적이 컸으며, 제조 후 2일째의 측정에서는 쌀 30% 혼합구에서 10% 효소처리 쌀가루 첨가구, 50% 혼합구에서는 10% 효소 처리구, 70% 쌀가루 첨가구에서는 10% 첨가구, 90% 쌀 혼합구에서는 10% 처리구들이 저장 중 변화의 폭이 작은 시료들이었다(Table 83).

직접 효소를 첨가하는 실험에서는 제조 당일에는 쌀 50% 시료들의 체적이 실험군들 중에서 가장 컸으며, 3일 후 측정에는 30%의 쌀가루 혼합구에서는 100 unit첨가구와 50% 쌀가루 혼합구에서는 효소는 100 unit, 70% 쌀가루 첨가구에서도 100 unit의 첨가군들이 변화가 작은 양상을 보였다 (Table 84).

냉장 온도의 저장에서는 Table 85와 같이 제조 당일에는 효소처리 쌀가루 첨가시료들이 넣지 않은 control에 비해 체적이 컸으며 저장 6일 후인 3 번째의 측정시에는 30% 쌀가루 혼합구에서는 효소처리 쌀가루 15% 첨가구와 50% 쌀가루 첨가구에서는 처리 쌀가루 10%, 70% 쌀가루 혼합 구에서는 15% 처리된 쌀가루의 첨가, 90% 쌀가루 혼합구에서는 15% 효소처리 쌀가루 첨가구가 각각의 조건에서 변화가 작은 실험군들이었고, 효소첨가구들은 저장 3일 후에, 30% 쌀가루 혼합구에서는 80 unit, 70% 쌀가루 혼합구에서는 100 unit, 90% 쌀가루 혼합시료에서는 80 unit의 첨가 시료들이 체적의 변화가 작은 시료들이었다(Table 86).

Table 83. The effect of enzyme processed rice powder addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour stored during 2 days at 25°C

Samples	Roll bread volume (cc)			Roll bread weight (g)			Specific roll bread volume (cc/g)		
	Storage days								
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
rf3c	115	95		28.77	26.6		3.99	3.57	
rf310	132.5	130		25.92	24.5		5.11	2.01	
rf315	100	112.5		28.36	28.3		3.52	3.97	
rf320	110	105		34.77	24.7		3.16	4.25	
rf5c	122.5	120		26.83	26.8		4.19	4.47	
rf510	111.5	107.5		26.48	26.5		4.21	4.05	
rf515	117.5	87.5		24.92	25		4.71	3.5	
rf520	132.5	94		28.77	27.8		4.60	3.38	
rf7c	110	76	88.5	25.92	25.9	28.8	4.24	2.93	3.07
rf710	98.5	99	108	24.75	24.8	26	3.97	3.99	4.15
rf715	120	120	101.5	24.03	27.0	28.5	4.43	4.44	3.56
rf720	122.5	94	103	25.92	25.9	26	4.72	3.62	3.96
rf9c	100	90	110	28.77	27.3	24.7	3.47	3.29	4.45
rf910	107.5	92.5	107.5	25.92	27.5	28.8	4.14	3.36	3.73
rf915	117.5	100	95	27.5	28.5	26	4.27	3.50	3.65
rf920	82.5	80	82.5	25	26.9	27.4	3.3	2.97	3.01

Refer to the comment in Table 71

Table 84. The effect of enzyme processed rice powder addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour stored during 3 days at 25°C

Samples	Roll bread volume (cc)				Roll bread weight (g)				Specific roll bread volume (cc/g)			
	Storage days											
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
rf360	125	125	127.5	122.5	23.66	25.9	25.3	25.9	5.28	4.83	5.04	4.73
rf380	140	142.5	110.5	132.5	28.77	26.5	26.2	26.8	4.86	5.38	4.22	4.94
rf3100	122.5	122.5	122.5	120	25.92	25.9	25.2	28.5	4.72	4.73	4.86	4.21
rf560	100	90	100		27.38	28.8	27.8		3.65	3.13	3.60	
rf580	140	112.5	85		26.24	26	26.5		5.33	4.33	3.21	
rf5100	147.5	135	98		27.28	27.4	26.8		5.40	4.93	3.66	
rf760	117.5	132.5			26.6	25.8			4.41	5.14		
rf780	122.5	130			26.3	26.4			4.65	4.92		
rf7100	125	122.5			26.6	26.4			4.69	4.64		
rf960	110	65			24.5	27.3			4.48	2.38		
rf980	98.5	92.5			24.5	26.6			4.02	3.48		
rf9100	99	62.5			26	25.5			3.80	2.45		

Refer to the comment in Table 72

Table 85. The effect of enzyme processed rice powder addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Roll bread volume (cc)					Roll bread weight (g)					Specific roll bread volume (cc/g)				
	Storage days														
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
rf3c	115	92.5	122.5	135	140	28.77	28.7	25.9	27.3	27.8	3.99	3.22	4.73	4.95	5.04
rf310	132.5	120	127.5	137.5	145	25.92	26.8	26.5	25.9	24.8	5.11	4.48	4.81	5.31	5.85
rf315	100	135	122.5	130	110	28.36	27.3	25.9	28.8	25.8	3.52	4.95	4.73	4.51	4.26
rf320	110	97.5	125	122.5	137.5	34.77	23.6	28.6	26.5	26.8	3.16	4.13	4.37	4.62	5.13
rf5c	122.5	100	132.5	127.5	150	26.83	25.9	26.3	26.8	25.6	4.19	3.86	5.04	4.76	5.86
rf510	111.5	117.5	120	115	142.5	26.48	24.7	28.8	26.8	27.4	4.21	4.76	4.17	4.29	5.20
rf515	117.5	97.5	115	125	115	24.92	26.3	27.3	26.6	26.6	4.71	3.71	4.21	4.70	4.32
rf520	132.5	110	122.5	125	127.5	28.77	25.6	26	28.7	25.9	4.60	4.30	4.71	4.36	4.92
rf7c	110	126	87.5	100	105	25.92	26.3	27.6	28.2	28.7	4.24	4.79	3.17	3.55	3.66
rf710	98.5	102.5	109	107.5	105	24.75	28.3	30.8	26.8	26.3	3.97	3.62	3.54	4.01	3.99
rf715	120	120	116.5	110	107.5	24.03	28.6	25.9	25.1	27.1	4.43	4.20	4.50	4.38	3.97
rf720	122.5	117.5	107.5	122.5	140	25.92	28.6	25.2	28.2	26.5	4.72	4.11	4.27	4.34	5.28
rf9c	100	95	107.5	110	112.5	28.77	34.1	28.9	26.8	27.4	3.47	2.79	3.72	4.10	4.11
rf910	107.5	92.5	100	120	107.5	25.92	26.3	28.5	25.9	26.8	4.14	3.52	3.51	4.63	4.01
rf915	117.5	94	110	127.5	107.5	27.5	28.7	25.9	28.3	25.8	4.27	3.28	4.25	4.51	4.17
rf920	82.5	92.5	90	92.5	112.5	25	26.8	26.5	25.9	28.7	3.3	3.45	3.40	3.57	3.92

Refer to the comment in Table 71

Table 86. The effect of enzyme processed rice powder addition on the load volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Roll bread volume (cc)					Roll bread weight (g)					Specific roll bread volume (cc/g)				
	Storage days														
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
rf360	125	147.5	137.5	132.5	112.5	23.66	26.6	24.5	28.3	24.7	5.28	5.55	5.61	4.68	4.55
rf380	140	142.5	142.5	147.5	137.5	28.77	27.8	27.2	26.5	27.8	4.86	5.13	5.24	5.57	4.95
rf3100	122.5	137.5	100	137.5	102.5	25.92	28.8	26	28.5	26.6	4.72	4.77	3.85	4.82	3.85
rf560	100	125	122.5	95	102.5	27.38	26.6	24.2	28.1	24.8	3.65	4.70	5.06	3.38	4.13
rf580	140	127.5	120	95	105	26.24	25.7	25.4	24.9	26.8	5.33	4.96	4.72	3.82	3.92
rf5100	147.5	132.5	125	102.5	90	27.28	28.7	26.6	28.5	26.3	5.40	4.62	4.70	3.60	3.42
rf760	117.5	130	110	112.5	95	26.6	25.7	26.5	26.8	25.9	4.41	5.06	4.15	4.20	3.67
rf780	122.5	95	97.5	102.5	95	26.3	28.8	26	27.4	25.8	4.65	3.30	3.75	3.74	3.68
rf7100	125	147.5	117.5	115	112.5	26.6	25.3	26	25.2	27.3	4.69	5.83	4.52	4.56	4.12
rf960	110	87.5	117.5	110	95	24.5	28.8	26	28.2	26.9	4.48	3.04	4.52	3.90	3.53
rf980	98.5	95	95	95	85	24.5	24.5	27.8	25.9	27.3	4.02	3.88	3.42	3.67	3.11
rf9100	99	92.5	92.5	90	85	26	27.6	26.5	28.8	26.3	3.80	3.35	3.49	3.13	3.23

Refer to the comment in Table 72

5) 관능검사

실온에서의 관능검사 결과는 Table 87과 같이 색도가 가장 양호하게 평가된 시료는 쌀 30%와 쌀 50%, 70%, 90%의 제조 비율의 제빵에서 효소 첨가량 100 unit 시료들이 우수한 평가를 받았으며, 빵의 조직감이 좋은 시료들은 쌀 50%와 쌀 70% 시료는 80 unit 첨가 시료들로 나타났고 전체적인 기호도는 30%, 50%, 70% 쌀가루 혼합 제빵에서는 80 unit 첨가 시료들이 양호한 평가를 받았으며, 본 실험의 효소처리된 쌀가루의 첨가효과는 Table 88과 같이 쌀가루 30%, 70%, 90%의 시료에서 15% 첨가시료들이 우수한 것으로 나타났고, 전체적인 기호도는 30%, 90%의 쌀가루 혼합 빵에서는 15% 첨가 시료들이 우수한 것으로 나타났다. 맛은 30%, 70%, 90%의 시료에서 15% 첨가 시료들이 우수한 것으로 나타났다.

Table 87. Result of sensory evaluation of the roll bread from rice powder-wheat composite flour

Samples	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
rf3c	2.86±0.69 ^b	2.71±0.76 ^a	2.57±0.79 ^b	3.29±1.11 ^a	3.0±1.0 ^b
rf360	2.43±1.13 ^b	3.86±0.89 ^a	4.0±0.82 ^a	3.57±0.53 ^a	3.29±0.76 ^{ab}
rf380	3.86±0.69 ^a	3.86±1.07 ^a	3.71±0.95 ^a	3.43±1.40 ^a	4.29±0.95 ^a
rf100	4.29±0.95 ^a	3.86±1.07 ^a	3.29±1.11 ^{ab}	3.29±0.76 ^a	3.57±0.9 ^{ab}
rf5c	2.71±0.76 ^b	2.57±0.53 ^b	3.0±0.82 ^a	2.86±1.07 ^b	2.43±0.53 ^c
rf560	2.29±0.95 ^b	3.29±0.76 ^{ab}	3.43±1.27 ^a	3.57±1.13 ^{ab}	3.14±0.38 ^b
rf580	3.86±0.90 ^a	3.86±0.69 ^a	4.0±0.82 ^a	4.14±0.38 ^a	4.43±0.53 ^a
rf5100	3.86±0.69 ^a	3.43±0.98 ^{ab}	3.57±0.53 ^a	3.43±0.98 ^{ab}	3.71±0.95 ^b
rf7c	2.57±1.27 ^b	2.86±1.07 ^b	2.29±0.49 ^b	2.86±1.21 ^b	2.57±1.13 ^c
rf760	3.26±0.95 ^{ab}	2.86±0.90 ^b	3.43±0.79 ^a	3.29±0.49 ^{ab}	3.14±0.38 ^{bc}
rf780	3.71±1.38 ^{ab}	4.14±0.90 ^a	4.29±0.76 ^a	4.29±1.25 ^a	4.43±0.79 ^a
rf7100	4.29±0.49 ^a	4.14±0.69 ^a	4.29±0.95 ^a	3.86±0.69 ^{ab}	4.0±1.0 ^{ab}
rf9c	2.0±0 ^c	2.14±0.38 ^c	2.14±0.69 ^c	2.0±0.82 ^c	2.14±0.38 ^c
rf960	3.43±0.53 ^b	3.14±1.07 ^b	3.43±0.79 ^b	3.57±1.13 ^{ab}	3.71±0.76 ^{ab}
rf980	2.86±0.69 ^b	3.14±1.07 ^b	3.14±0.38 ^b	2.86±0.69 ^{bc}	3.29±0.49
rf9100	4.29±0.76 ^a	4.29±0.49 ^a	4.71±0.49 ^a	3.86±0.69 ^a	4.29±0.49 ^a

Table 88. Result of sensory evaluation of the roll bread from rice powder-wheat composite flour

Samples	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
rf3c	3,00±0.82 ^b	2.86±0.9 ^b	2.86±1.21 ^a	3,43±0.98 ^a	3.14±1.21 ^a
rf310	4.17±1.07 ^{ab}	3.29±0.95 ^{ab}	4.0±0.82 ^a	3,43±1.4 ^a	3.71±1.11 ^a
rf315	4.29±0.95 ^a	4.29±1.11 ^a	3.86±1.21 ^a	4.0±0.82 ^a	4.29±0.95 ^a
rf320	3.71±1.11 ^{ab}	4.14±0.69 ^a	3.57±1.51 ^a	2.86±1.4 ^a	3.29±1.38 ^a
rf5c	3.14±0.9 ^a	3.29±0.76 ^a	2.71±0.95 ^b	3.43±0.98 ^a	2.57±0.98 ^b
rf510	4.14±0.9 ^a	3.86±1.21 ^a	3.86±0.69 ^a	3.0±1.0 ^a	4.0±0.58 ^a
rf515	3.14±1.35 ^a	4.14±0.69 ^a	3.43±0.79 ^{ab}	3.57±1.13 ^a	3.0±1.53 ^{ab}
rf520	1.14±1.21 ^a	3.86±1.21 ^a	3.14±0.9 ^{ab}	4.0±0.58 ^a	3.57±0.98 ^{ab}
rf7c	3.43±1.13 ^a	3.57±0.53 ^a	2.86±0.69 ^c	2.71±0.95 ^a	2.71±0.76 ^a
rf710	3.29±1.11 ^a	2.86±0.90 ^a	3.29±0.95 ^{bc}	3.14±1.07 ^a	3.0±0.58 ^a
rf715	3.0±0.58 ^a	4.43±0.79 ^a	4.0±1.0 ^{ab}	3.86±0.9 ^a	3.29±1.11 ^a
rf720	3.86±0.69 ^a	3.71±0.76 ^a	4.29±0.95 ^a	3.86±0.69 ^a	4.0±0.83 ^a
rf9c	3.71±0.76 ^a	3.0±1.41 ^a	3.0±1.53 ^a	2.0±0.82 ^c	2.14±0.38 ^c
rf910	3.43±0.53 ^b	3.14±1.07 ^b	3.43±0.79 ^b	3.71±0.76 ^a	2.71±1.25 ^b
rf915	3.86±0.38 ^a	3.71±1.25 ^a	3.57±0.98 ^a	4.0±1.29 ^a	4.43±0.53 ^a
rf920	3.71±1.25 ^a	4.14±0.69 ^a	3.57±0.53 ^a	3.14±1.21 ^a	3.71±0.95 ^{ab}

나. 노화도 영향인자

1) 수분함량의 반응표면분석법의 최적화

쌀가루함량, β -amylase 처리 쌀가루 함량에 따른 수분함량과 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량에 따른 수분함량의 반응표면분석법의 최적화는 Table 89의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리 하였다. 이 때 모든 독립변수에 대한 반응변수의 최대값을 나타내는 조건으로는 Fig. 38과 같은 최적조건으로 각각의 함량은 쌀가루 함량 60%일 때 β -amylase처리 쌀가루 함량은 15%일 때 또한 쌀가루 함량 60%일 때 효소제 첨가량은 80 unit로 나타났다. 쌀가루 함량 및 β -amylase처리 쌀가루 함량에 대한 예상 특성 값은 수분함량 34.9294이었다. 그리고 쌀가루 함량 및 효소제(β -Amylase)함량에 대한 수분함량의 예측 특성값은 33.3617이었

다. 모든 반응변수의 특성 값을 고려하였을 때의 합성 만족도는 1.0 정도로 나타났다.

2) 부피체적의 반응표면분석법의 최적화

쌀가루 함량, β -amylase 처리 쌀가루 함량에 따른 부피체적과 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량과 이의 저장온도에 따른 부피체적의 반응표면분석법의 최적화는 Table 89의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리 하였다. 이 때 모든 독립변수에 대한 반응변수의 최대값을 나타내는 조건으로는 Fig. 39-41과 같이 최적조건으로 각각의 함량은 쌀가루 함량 60%일 때 β -amylase처리쌀가루 함량은 15%일 때 또한 쌀가루 함량 60%일 때 효소제 첨가량은 80 unit로 나타났다. 쌀가루 함량 및 β -amylase 처리 쌀가루 함량에 대한 예상 특성 값은 부피체적 112.0(5°C), 100.50(25°C), 117.50(실온저장)이었다. 그리고 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량에 대한 부피체적의 예측 특성 값은 104.5(5°C), 104.5(25°C), 133.0(실온저장)이었다. 모든 반응변수의 특성 값을 고려하였을 때의 합성 만족도는 1.0 정도로 나타났다.

3) Hardness의 반응표면분석법의 최적화

쌀가루 함량, β -amylase처리 쌀가루 함량에 따른 부피체적과 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량과 이의 저장온도에 따른 hardness의 반응표면 분석법의 최적화는 Table 89의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리 하였다. 이 때 모든 독립 변수에 대한 반응변수의 최소값을 나타내는 조건으로는 Fig. 42-44와 같이 최적조건으로 각각의 함량은 쌀가루 함량 60%일 때 β -amylase처리 쌀가루 함량은 15%일 때 또한 쌀가루 함량 60%일 때 효소제 첨가량은 80 unit로 나타났다. 쌀가루 함량 및 β -amylase 처리 쌀가루 함량에 대한 예상 특성 값은 hardness 821.8020(25°C), 597.7420(실온저장), 976.1840(5°C)이었다. 그리고 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량에 대한 hardness 예측 특성 값은 988.240(25°C), 230.5380(실온저장), 988.2420(5°C)이었다. 모든 반응변수의 특성 값을 고려하였을 때의 합성 만족도는 1.0 정도로 나타났다.

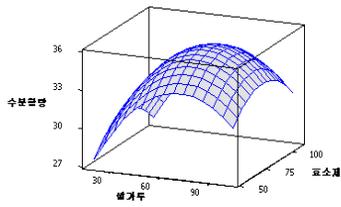
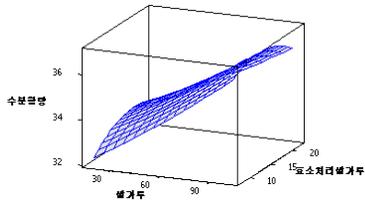


Fig. 38. Response surface for the effects of rice flour contents and β -amylase modified rice flour contents on moisture contents.

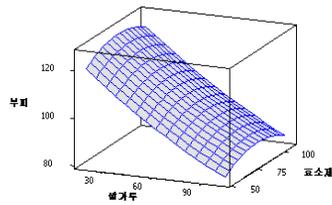
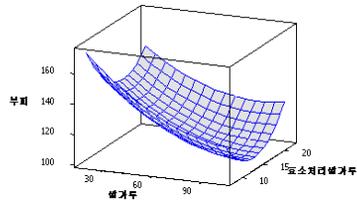


Fig. 39. Response surface for the effects of rice flour contents and β -amylase modified rice flour contents on volume of roll bread during storage temperature at 5°C.

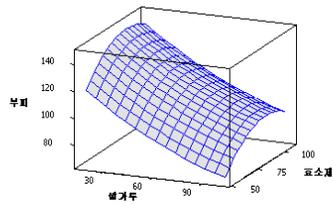
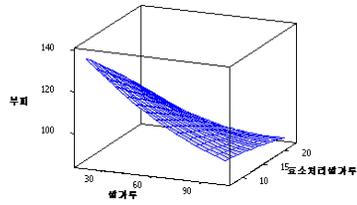


Fig. 40. Response surface for the effects of rice flour contents and β -amylase modified rice flour contents on volume of roll bread during storage temperature at 25°C.

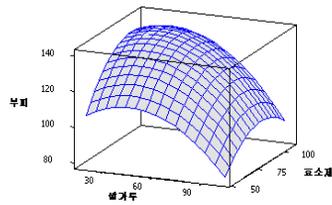
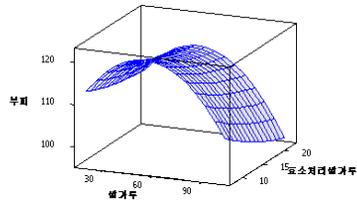


Fig. 41. Response surface for the effects of rice flour contents and β -amylase modified rice flour contents on volume of roll bread during storage temperature at room temperature.

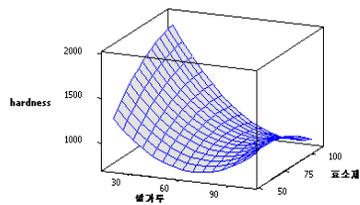
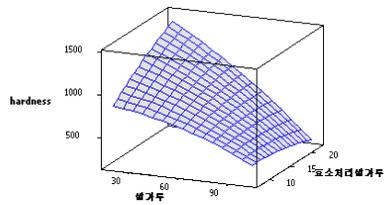


Fig. 42. Response surface for the effects of rice flour contents and β -amylase modified rice flour contents on hardness of roll bread during storage temperature at 25°C.

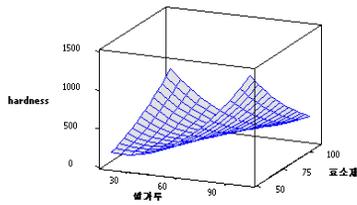
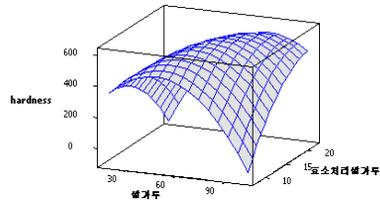


Fig. 43. Response surface for the effects of rice flour contents and β -amylase modified rice flour contents on hardness of roll bread during storage temperature at room temperature.

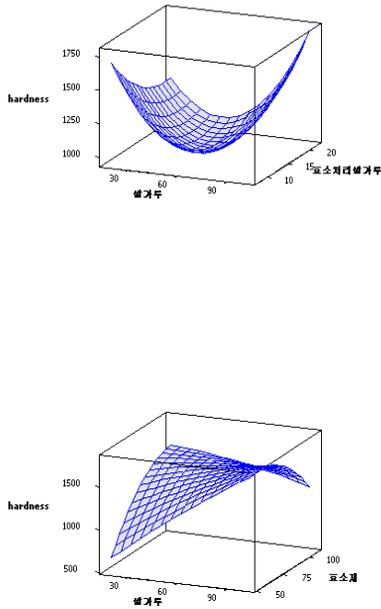
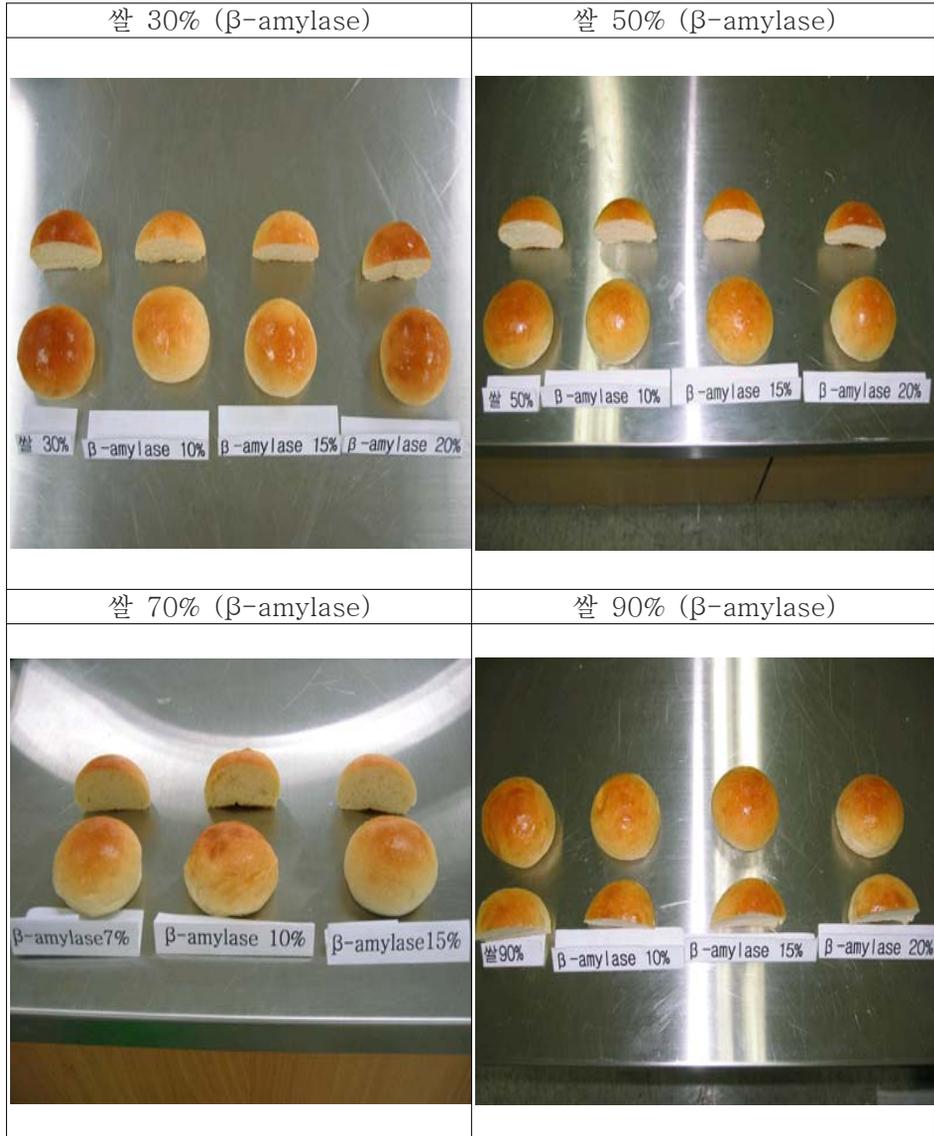


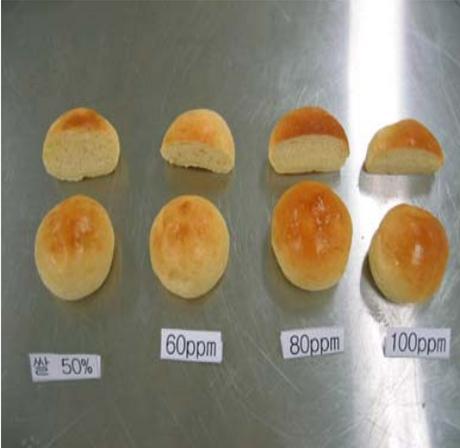
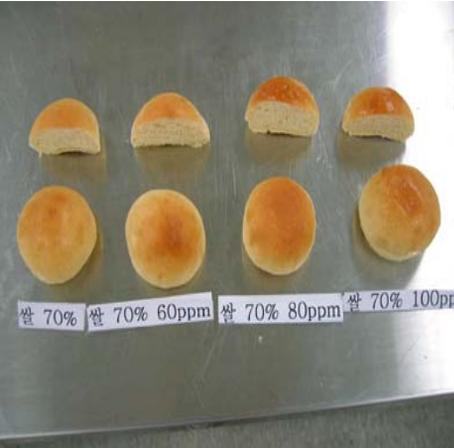
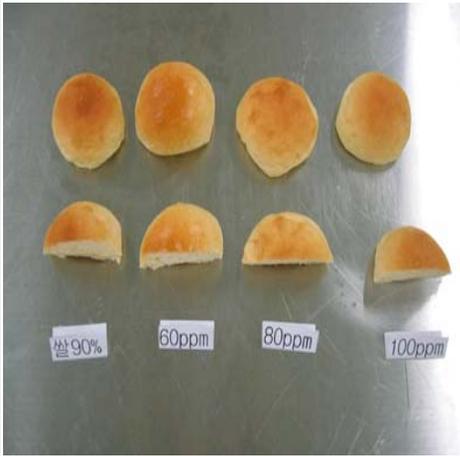
Fig. 44. Response surface for the effects of rice flour contents and β -amylase modified rice flour contents on hardness of roll bread during storage temperature at 5°C.

2. 경시적 변화

위와 같이 쌀의 첨가량을 가능한 다량으로 하기 위한 제조로 30%에서 90%까지 혼합하여 제조하면서 효소처리 쌀가루와 효소를 직접 넣어 노화의 경향을 측정하기 위해 수분함량, hardness, 색도, 체적을 측정하였으나 각각 시료들의 적정량을 측정하기 위해 모든 시료에서 3-group으로 나누어 실험하였다. 쌀가루 첨가량을 각각의 조건에 맞게 달리하여 그에 따른 노화억제 효과를 측정하여 검토한 결과 색도는 노화도와와의 관련성을 부여하기는 어려웠고, 체적이나 hardness는 비교적 양호한 자료로 보여지므로 최적조건을 찾을 수 있었으

나, 제조 당일의 빵을 사진으로 찍어 자료로 본 결과 쌀 첨가량에 관계없이 효소처리 쌀 첨가량은 15%가 거의 양호한 상태이고, 효소를 직접 넣는 경우는 80 unit로 제조 시 양호한 것으로 결론지을 수 있었다.



쌀 50% (β -amylase, 1 ppm=10 unit)	쌀 70% (β -amylase, 1 ppm=10 unit)
	
쌀 90% (β -amylase, 1 ppm=10 unit)	
	

3. 쌀빵의 노화억제 최적조건의 선정

가. 수분함량의 반응표면분석법의 최적화

쌀가루함량, β -amylase처리 쌀가루 함량에 따른 수분함량과 쌀가루 함량 및

효소제(β -amylase)함량에 따른 수분함량의 반응표면분석법의 최적화는 Table 89의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리 하였다. 이 때 모든 독립변수에 대한 반응변수의 최대값을 나타내는 조건으로는 Fig. 45와 같은 최적 조건으로 각각의 함량은 쌀가루 함량 60%일 때 β -amylase처리 쌀가루 함량은 15%일 때 또한 쌀가루 함량 60%일 때 효소제 첨가량은 80 unit로 나타났다. 쌀가루 함량 및 β -amylase처리 쌀가루 함량에 대한 예상 특성 값은 수분함량 34.9294이었다. 그리고 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량에 대한 수분함량의 예측 특성 값은 33.3617이었다. 모든 반응변수의 특성 값을 고려하였을 때 합성 만족도는 1.0 정도로 나타났다.

나. 부피체적의 반응표면분석법의 최적화

쌀가루 함량, β -amylase처리 쌀가루 함량에 따른 부피체적과 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량과 이의 저장온도에 따른 부피체적의 반응표면분석법의 최적화는 Table 89의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리 하였다. 이 때 모든 독립변수에 대한 반응변수의 최대값을 나타내는 조건으로는 Fig. 46-48과 같이 최적조건으로 각각의 함량은 쌀가루 함량 60%일 때 β -amylase처리 쌀가루 함량은 15%일 때 또한 쌀가루 함량 60%일 때 효소제 첨가량은 80 unit로 나타났다. 쌀가루 함량 및 β -amylase처리 쌀가루 함량에 대한 예상 특성 값은 부피체적 112.0(5°C), 100.50(25°C), 117.50(실온저장)이었다. 그리고 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량에 대한 부피체적의 예측 특성 값은 104.5(5°C), 104.5(25°C), 133.0(실온저장)이었다. 모든 반응변수의 특성 값을 고려하였을 때의 합성 만족도는 1.0 정도로 나타났다.

다. Hardness의 반응표면분석법의 최적화

쌀가루 함량, β -amylase처리 쌀가루 함량에 따른 부피체적과 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량과 이의 저장온도에 따른 hardness의 반응표면 분석법의 최적화는 Table 89의 조건으로 Minitab program을 사용하여 통계 처리 하였다. 이 때 모든 독립변수에 대한 반응변수의 최소값을 나타내는 조건으로는 Fig. 49-51과 같이 최적조건으로 각각의 함량은 쌀가루 함량 60%일 때 β -amylase처리 쌀가루 함량은 15%일 때 또한 쌀가루 함량 60%일 때 효소제

첨가량은 80 unit로 나타났다. 쌀가루 함량 및 β -amylase처리 쌀가루 함량에 대한 예상 특성 값은 hardness 821.8020(25°C), 597.7420(실온저장), 976.1840(5°C)이었다. 그리고 쌀가루 함량 및 효소제(β -amylase)함량에 대한 hardness 예측 특성 값은 988.240(25°C), 230.5380(실온저장), 988.2420(5°C)이었다. 모든 반응변수의 특성 값을 고려하였을 때의 합성 만족도는 1.0 정도로 나타났다.

Table 89. Optimum response variables on response surface methodology

	Goal	Lower	Target	Upper
Moisture content (β -Amylase modified rice flour)	Maximum	1	30	100
Moisture content (β -Amylase)	Maximum	1	30	100
Volume (β -Amylase modified rice flour)	Maximum	1	100	150
Volume (β -Amylase)	Maximum	1	100	150
Hardness (β -Amylase modified rice flour)	Minimum	1	1,000	2,000
Hardness (β -Amylase)	Minimum	1	1,000	2,000

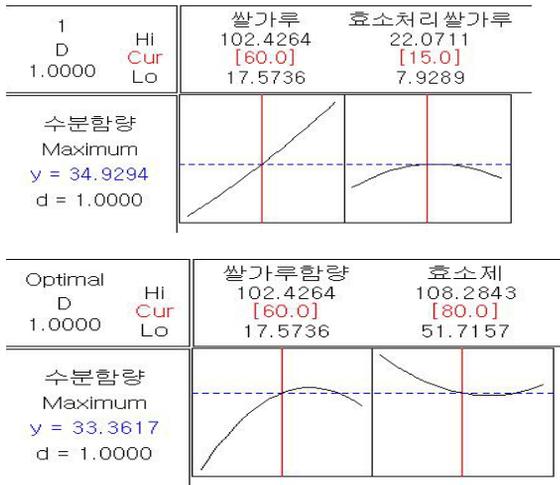


Fig. 45. Optimum condition by response surface analysis for moisture contents from roll bread.

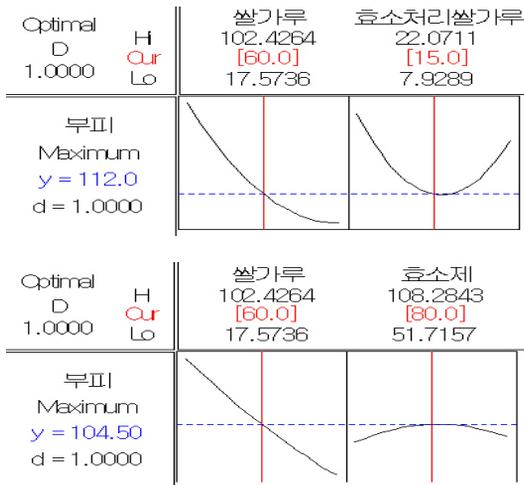


Fig. 46. Optimum condition by response surface analysis for volume from roll bread stored at 5°C

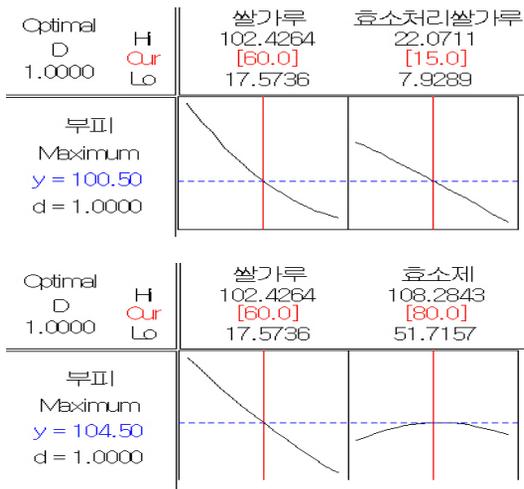


Fig. 47. Optimum condition by response surface analysis for volume from roll bread stored at 25°C

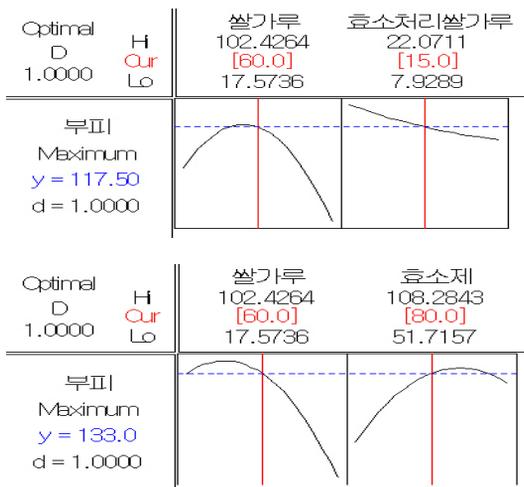


Fig. 48. Optimum condition by response surface analysis for volume from roll bread stored at room temperature.

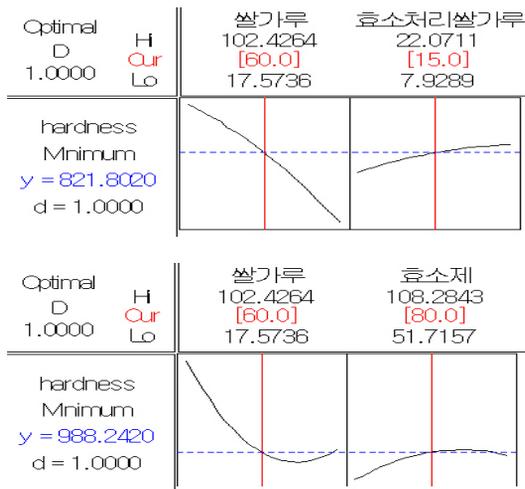


Fig. 49. Optimum condition by response surface analysis for hardness from roll bread stored at 25°C.

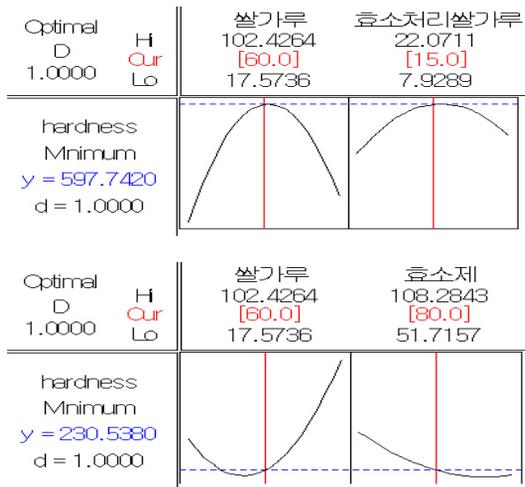


Fig. 50. Optimum condition by response surface analysis for hardness from roll bread stored at room temperature.

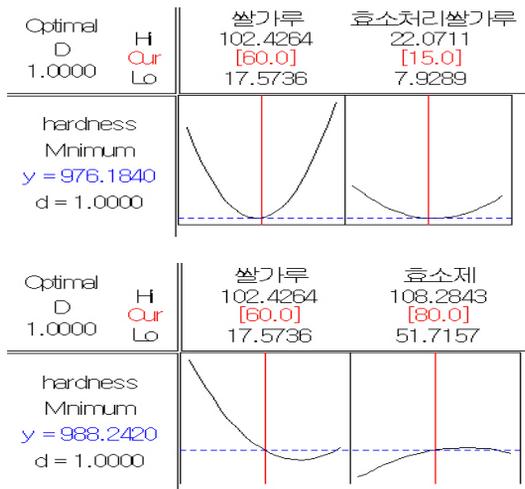


Fig. 51. Optimum condition by response surface analysis for hardness from roll bread stored at 5°C.

제 14 절 쌀빵의 shelf-life

1. 재료 및 방법

쌀가루는 75 mesh의 체를 통과시킨 분말을 재료로 사용하였으며 강력분은 대한제분(주)에서 생산한 1등급 강력분, 설탕은 순도 99.0%의 정백당(제일제당), 인스턴트드라이 yeast는 건조효모 98.9%(제일제당), 버터는 서울식품의 제품을, β -amylase처리 쌀가루는 서울산업대학교, β -amylase는 food base로 Novozyme 제품, 겨자 paste는 (주)세진, 1-monocaprin은 Sigma Co., Ltd.의 제품을 사용하였고 이외의 재료는 시판용을 사용하였다.

가. 첨가재료의 항공광이 효과 실험

1) 균주

본 실험에 사용한 균주는 한국식품연구원에서 분양한 *Aspergillus niger* ATCC 3794를 사용하였다.

2) 배지

계대배양에 사용한 배지는 PDA(difco) 배지로서 39g/L를 boiling한 후 test tube에 7mL씩 분취, 멸균하여 응고시킨 후 4°C에서 보관하면서 상온에서 응결수가 생기는 것을 계대배양 배지로 사용하였으며 분양받은 *Aspergillus niger* ATCC 3794 포자를 1백금이 식균하여 30°C에서 3-4일간 배양하여 실험에 사용하였다.

3) 겨자 paste의 항균실험

공시균주 1 colony를 살균한 PDB에 접종하여 30°C에서 24시간 배양한 액 0.1mL를 PDA(difco) 배지에 도말하고, 멸균된 0.65mm filter paper disk(Whatman No. 2)에 각 겨자유를 흡수시켜 petri dish 표면에 놓아 30°C에서 24시간 배양한 후 disk 주위의 clear zone의 직경(mm)으로서 비교하였다.

나. 입자 분석 및 일반분석

밀가루와 쌀가루의 입자크기 분포는 시료 250 g을 10분간 seive shaker(Rotap

RX-29.W.S.Tyler)를 이용하여 측정하였으며, 시료의 일반성분 분석은 AOAC법에 준하여 측정하였다.

다. 빵의 제조

강력분에 쌀가루를 50% 수준으로 첨가하여 Straight dough method에 의하여 40 g dough 빵을 제조하였으며, 기본적인 formula는 Table 46과 같다. 제빵 시 반죽은 National Co.(USA)의 mixer로 반죽하였으며 반죽을 moulder & sheeting roll(National Co., Chicago, USA)를 사용하여 성형하였으며 roll oven(National Co., NY, USA)을 이용하여 190℃에서 15분간 baking 하였다. 제조한 빵으로부터 무게(g), 부피(cc)를 측정하여 이로부터 비체적(cc/g)을 산출하였다.

라. 시료의 제조

1) f 시료군

위의 재료에 겨자 paste 0.5%와 0.8%와 1-monocaprin 0.5 ppm을 혼합하여 제조하였다.

2) fr 시료군

밀가루 50%, 쌀가루 50%에 겨자 paste 0.5%, 0.8%와 1-monocaprin 0.5 ppm을 혼합하여 제조하였다.

3) frbeta rice 시료군

밀가루 50%, 쌀50%, β -amylase처리 쌀가루 15% 혼합하여 겨자 paste 0.5% 및 0.8%와 1-monocaprin 0.5 ppm을 혼합하여 제조하였다.

4) fr amylase 시료군

밀가루 50%, 쌀가루 50%, food base β -amylase 50 ppm 혼합하고 겨자 paste 0.5% 및 0.8%와 1-monocaprin 0.5 ppm을 혼합하여 제조하였다.

마. 제빵의 색도 측정

Baking 후 1시간 냉각시켜 crust는 빵의 윗면을 crumb는 빵을 cutting하여 속면을 측정하였다. 이 때 색도 측정은 표준색판의 기본값을 설정한 색차계(MIinolta-3500d, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)를 reflectance 방법으로 측정하였다.

바. 제빵의 조직감 측정 및 노화도 측정

쌀가루를 50% 수준으로 첨가하여 제조한 각각의 빵을 20 mm로 slice하여 texture analyzer(TA-XT2, express Stable Micro Systems Co., London, UK)를 사용하여 texture profile analysis에 의하여 조직감을 측정하였다. 이 때 사용한 알루미늄 plunger는 지름 40 mm plunger였으며, 0.5 mm/sec의 속도로 10 mm까지 압축하여 측정하였다. 또한 빵을 섭씨 5℃ 및 25℃에서 저장 중 경도 변화를 texture analyzer로 측정하였으며, 이 때 측정된 hardness를 노화도의 지표로 사용하였다.

사. 체적비 측정

Roll빵으로부터 무게(g), 부피(cc)를 측정하여 이로부터 비체적(cc/g)을 산출하였다.

아. 수분함량

Roll빵을 제조한 후, air-oven법(AACC44-15)을 사용하여 수분함량을 측정하였다.

자. 생균수 측정

각 조건으로 제조한 빵을 25℃와 냉장온도에서 저장하면서 생균수를 측정하였다. Roll빵의 내부를 무균적으로 일정량 취해 10배의 멸균된 PBS(Phosphate buffered saline, pH7.4) 용액에 넣어 균질화(10,000 rpm, 10 min)하고, 10배 희석법으로 희석하여 nutrient agar broth에 도말하였다. 이를 37℃에서 48시간 배양하여 생균수를 측정하였다.

차. pH 측정

시료 5 g을 취하여 증류수 10배를 넣고 분쇄한 후, 2분간 균질화하여 pH meter(HM-30V, Tokyo, Japan)로 측정하였다.

카. 관능검사

관능검사는 선발된 20명의 검사원에게 Scoring Test로 채점하도록 하였다. 평가

하고자 하는 특성을 최고 5점에서 최저 1점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주는 5점 채점법으로 하였다. 시료는 관능검사 시작 10분 전에 관능검사용 그릇에 담아 관능 검사원에게 평가하도록 제시하였고, 3회 반복 실시하였다.

타. 결과 처리

결과는 SAS version 10을 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, 유의성 검증은 Duncan's multiple range test로 하였고, 저장기간에 따른 수분과 hardness의 correlation을 저장 별로 보았다.

2, 쌀빵의 shelf-life

가. 항곰팡이 효과

밀가루 제품에 대한 실온에서 저장 시 식품공전에 의한 방법에 의거 분석한 결과 곰팡이의 양성률은 70%로 나타났으며, aflatoxin은 검출되지 않았다.

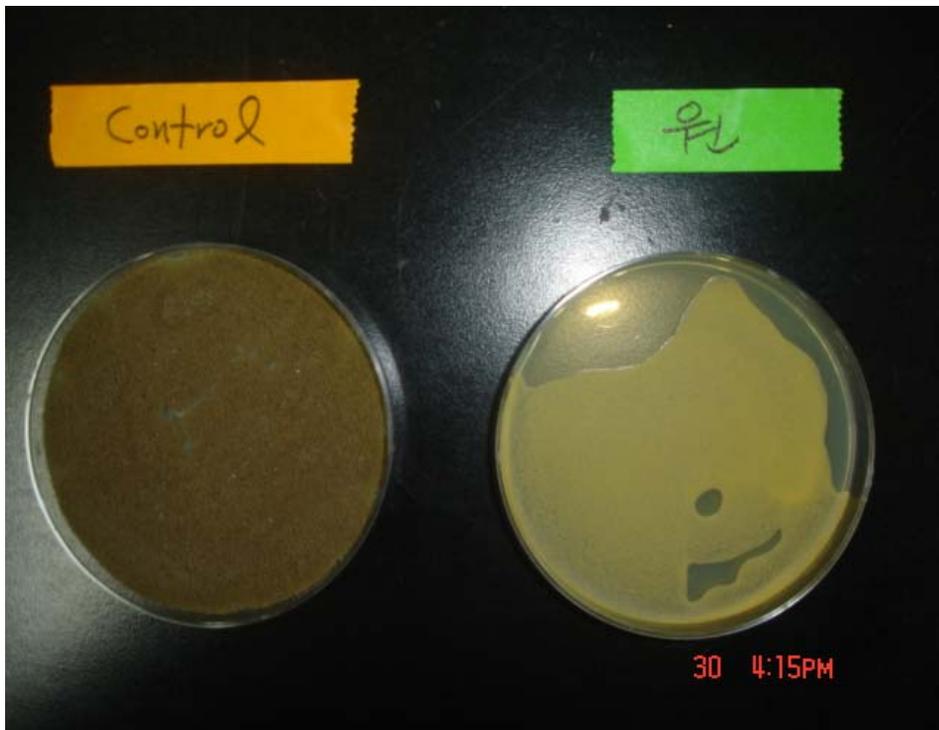


Fig. 52. Photograph of antibacteriotic effect of the flour and mustard paste.

나. 일반세균

저장 중의 일반세균의 변화를 측정한 결과는 Table 90과 같다.

1) f 시료군

이 그룹의 빵을 25℃에서 보관하면서 첨가제의 함량과 종류에 따라 저장 2일부터 변화가 나타났다. 부패 시기의 세균수가 10^8 cfu/g이라는 점을 감안할 때, 대조구에서는 7일에 10^8 cfu/g 이고, 겨자 paste 0.8% 첨가시료는 저장기간 4일 째에, 부패시기의 세균수에 이르렀고, 1-monocaprin 첨가시료는 저장 6일부터 변화가 나타났으나, 저장 4일 째에도 10^6 cfu/g 수준이나 대조구에 비해 부패시기가 늦추어지지 않았다.

2) fr 시료군

대조구가 저장 6일에 10^8 cfu/g이고, 겨자 paste 0.8% 첨가한 시료는 저장 4일에 10^8 cfu/g이고, 1-monocaprin 첨가시료도 저장 6일에 부패시기의 세균수를 나타내었으나 대조구에 비해 부패시기를 늦추는 효과가 없었다.

3) fr beta rice 시료군

대조구는 저장 2일에 부패시기를 나타내는 균수를 보였으나, 겨자 paste 0.8% 첨가한 시료는 저장 6일에 10^8 cfu/g을 나타냈으며, 1-monocaprin 첨가구는 저장 8일에 10^8 cfu/g을 나타내어 대조구에 비해 부패시기가 3-4일 늦추어지는 효과가 있었다.

4) fr amylase 시료군

대조구는 저장 4일에 10^8 cfu/g을 나타내었으나 1-monocaprin을 첨가한 시료는 저장 8일에 10^8 cfu/g을 나타내어 대조구에 비해 부패시기를 3-4일 지연시키는 효과를 나타내었다.

Table 90. Changes of viable cell count of roll bread prepared with rice and flour during storage at 25°C (unit: CFU/mL)

Samples	Storage days				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	3.3×10^2	30×10^4	27×10^6	14.1×10^8	
f0.5	4.0×10^2	161×10^6			
f0.8	4.6×10^2	19×10^4	1.1×10^8		
fMC	35×10^2	30×10^3	1.7×10^6	1.8×10^8	
fr	46×10^2	18×10^5	20×10^6	3.96×10^8	
fr0.5	88×10^2	2.88×10^8			
fr0.8	33×10^2	61×10^6	369×10^8		
frMC	41×10^2	27×10^3	36×10^6	8.7×10^8	
frbeta rice	40×10^2	23.3×10^8			
frbeta rice 0.5	10×10^2	12.4×10^8			
frbeta rice 0.8	46×10^2	2.2×10^5	1.5×10^6	2.5×10^8	
frbeta rice MC	88×10^2	20×10^3	17×10^4	2.0×10^6	2.7×10^8
fr amylase	30×10^2	88×10^5	23.5×10^8		
fr amylase 0.5	61×10^2	33×10^6	16.1×10^8		
fr amylase.0.8	67×10^2	36×10^6	25×10^8		
fr amylaseM.C	14×10^2	37×10^3	6.9×10^5	8.7×10^6	6.9×10^8

①f100 = flour 100%

②f0.8 = flour 100% + 1-monocaprin 0.8%

③f0.5 = flour 100% + 1-monocaprin 0.5%

④fMC= flour 100%+ 1-monocaprin 0.5%

⑤fr = flour 50% + rice 50%

⑥fr0.8 = flour 50% + rice 50% + 1-monocaprin 0.8%

⑦fr0.5 = flour 50% + rice 50% + 1-monocaprin 0.5%

⑧frMC= flour 50% + rice 50% + 1-monocaprin 0.5%

⑨fr beta rice = flour 50% + rice 50% + β -amylase processed rice powder

⑩fr beta rice 0.8 = flour 50% + rice 50% + β -amylase processed rice powder + 1-monocaprin 0.8%

⑪fr beta rice 0.5 = flour 50% + rice 50% + β -amylase processed rice powder + 1-monocaprin 0.5%

⑫fr beta riceMC = flour 50% + rice 50% + β -amylase processed rice powder +

1-monocaprin 0.5%

⑬fr amylase = flour 50% + rice 50% + β -amylase

⑭fr amylase 0.8 = flour 50% + rice 50% + β -amylase + 1-monocaprin 0.8%

⑮fr amylase 0.5 = flour 50% + rice 50% + β -amylase + 1-monocaprin. 0.5%

⑯fr amylassé MC = flour 50% + rice 50% + β -amylase + 1-monocaprin 0.5

다. 냉장온도에서의 일반세균의 변화

냉장온도에서는 본 실험의 첨가제를 넣은 빵들의 저장효과는 Table 91과 같다.

1) f 시료군

8일 동안 저장하는 동안 대조구는 4일에 균수가 10^6 임에 비해 겨자 paste 0.5%, 0.8% 첨가군과 1-monocaprin 첨가군은 생균수가 훨씬 적게 측정되었으며 특히 1-monocaprin 첨가구는 8일에도 10^3 정도로 균의 증식속도가 낮은 것으로 나타났다.

2) fr 시료군

냉장온도에서의 저장에서 대조구는 2일에는 생균수가 10^3 이었으나, 저장 4일에는 균의 수가 10^6 으로 대폭 증가하였고, 겨자 paste 첨가구는 0.5%, 0.8% 와 1-monocaprin 첨가구는 저장 8일에도 균수가 10^3 , 10^4 로 대조구에 비해 일반세균의 증가속도는 낮았다.

3) fr beta rice 시료군

β -Amylase를 혼합한 쌀빵 제품은 25°C 에서도 저장성이 아주 낮았는데, 냉장조건에서도 대조구는 저장 4일에 10^5 , 6일에는 10^8 으로 일반세균의 증식이 빠른 편이었고, 겨자 paste 0.8%와 1-monocaprin을 혼합한 빵들은 8일에도 균수가 10^4 이었으나, 겨자 paste 0.5% 혼합한 빵은 저장 4일부터 균의 증식속도가 빠른 것으로 나타났다.

4) fr amylasee 시료군

대조구는 저장 4일에 생균수가 10^4 이고 저장 6일에 균수가 10^6 이나, 겨자 paste 0.5% 와 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가구는 저장 8일에도 균수가 10^3 , 10^4 이었으며, 특히 1-monocaprin은 거의 균의 증식이 없었다.

냉장온도에서 저장은 겨자 paste 0.5%, 0.8%의 첨가구와 1-monocaprin 첨가구는 일반세균의 증식속도는 대조구에 비해서 훨씬 낮은 편이었고, 겨자 paste 0.5% 첨가구는 0.8%첨가구나 1-monocaprin 첨가구보다 균의 증식속도가 높은 편이나 밀가루와 쌀가루와 β -amylase 혼합시료군은 일반세균의 증식속도가 높았다.

Table 91. Changes of viable cell count of roll bread prepared with rice and flour during storage at 5°C (unit: CFU/mL)

Samples	Storage days				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	3.3×10^2	20×10^3	37×10^5	23×10^6	35×10^6
f0.5	4.0×10^2	35×10^3	48×10^3	33×10^4	92×10^4
f0.8	4.6×10^2	33×10^2	53×10^3	72×10^3	41×10^4
fMC	35×10^2	20×10^2	25×10^3	88×10^3	68×10^3
fr	46×10^2	28×10^3	35×10^5	396×10^5	288×10^7
fr0.5	88×10^2	35×10^3	68×10^3	55×10^3	66×10^4
fr0.8	33×10^2	26×10^3	75×10^3	155×10^3	525×10^3
frMC	41×10^2	28×10^2	37×10^3	57×10^3	65×10^3
frbeta rice	40×10^2	53×10^4	66×10^5	254×10^7	39×10^7
frbeta rice 0.5	10×10^2	34×10^4	60×10^5	87×10^6	95×10^6
frbeta rice 0.8	46×10^2	25×10^3	255×10^3	60×10^4	372×10^4
frbeta rice MC	88×10^2	40×10^3	57×10^3	60×10^4	77×10^4
fr amylase	30×10^2	58×10^3	60×10^4	89×10^6	95×10^6
fr amylase 0.5	61×10^2	43×10^3	61×10^4	291×10^4	152×10^6
fr amylase.0.8	67×10^2	46×10^2	57×10^3	72×10^3	89×10^4
fr amylaseM.C	14×10^2	37×10^2	59×10^3	87×10^3	99×10^3

Refer to the comment in Table 90

라. pH

겨자 paste의 첨가와 1-monocaprin을 첨가한 빵의 pH의 변화는 Table 92와 같다.

1) f 시료군

25°C에서 저장한 시료들의 저장 2일의 대조구와 겨자 paste 0.8% 첨가구는 변화가 없었으나, 4일후에 현저하게 나타났고, 겨자 paste 0.5% 첨가구는 저장 2일부터 변화가 나타났으나 0.8% 첨가구는 저장 4일부터 변화가 나타났고, 1-monocaprin 첨가구는 저장 6일에 현저한 변화를 나타냈으며, 이들 시료들 중의 pH는 겨자 paste 0.8% 첨가구는 $p < 0.05$ 의 유의수준차를 나타냈다.

2) fr 시료군

대조구와 각각의 첨가제를 혼합한 시료들의 pH의 변화는 저장 2일부터 나타났으나 겨자 paste 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가구는 저장 2일에 변화를 나타내지 않았고, 겨자 paste 0.8% 첨가구는 저장 4일에, 1-monocaprin 첨가는 저장 6일에 감소를 나타내었다.

3) fr beta rice 시료군

밀가루, 쌀가루, β -amylase처리 쌀가루의 대조구와 겨자유 0.5% 첨가한 시료는 저장 중 2일부터 변화가 나타났고, 저장 2일에 겨자 paste 0.8% 첨가구와 1-monocaprin은 변화가 없었고, 저장 4일부터 변화를 보였고, 겨자 paste 0.8% 첨가구의 저장 중의 pH는 $p < 0.05$ 의 유의수준차를 나타냈다.

4) fr amylase 시료군

저장기간이 경과함에 따라 pH는 약간씩 감소하였고, 대조구와 겨자 paste 0.5% 첨가구와 0.8% 첨가구는 저장기간 2일에 pH의 변화를 나타내었으나 1-monocaprin은 6일부터 감소하여 1-monocaprin의 첨가가 roll빵의 품질변화에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.

25°C 저장 중 빵의 pH는 감소하는 경향을 보였으며, 대조구는 2일까지는 pH의 변화가 없었고 저장 4일부터는 변화를 보여 첨가제들이 roll빵의 품질변화에 영향을 주지 않았고, 쌀가루와 밀가루 50%씩 혼합한 빵과 쌀가루 밀가루, β -amylase 혼합시료는 저장 2일에는 겨자 paste 0.8%와

1-monocaprin 첨가구는 변화가 없었고, 저장 4일부터 감소하는 경향을 보여 이 그룹에서는 첨가제들이 roll빵의 품질변화에 영향을 미치는 것으로 보이고, 효소를 첨가한 시료군에서는 1-monocaprin 첨가군은 저장 6일부터 감소하는 것으로 나타났다.

Table 92. Changes of pH of roll bread with rice and flour during storage at 25°C

Samples	Storage days				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	5.5±0.5 ^a	5.5±0.1 ^{ab}	5.4±0.2 ^b	5.4±0.3 ^b	
f0.5	5.6±0.1 ^a	5.4±1.7 ^a			
f0.8	5.5±0.3 ^a	5.5±0.3 ^a	5.4±0.2 ^a	5.5±0.2 ^b	5.4±0.1 ^b
fMC	5.6±0.1 ^a	5.8±0.5 ^a	5.8±0.1 ^a	5.3±0.1 ^a	
fr	5.6±0.2 ^a	5.7±0.3 ^{ab}	5.7±0.7 ^b	5.4±0.2 ^a	
fr0.5	6.1±0.8 ^a	5.5±0.7 ^b	5.5±0.3 ^b		
fr0.8	5.7±0.2 ^a	5.7±0.1 ^a	5.5±0.3 ^b	5.5±0.5 ^b	
frMC	5.7±0.1 ^a	5.7±0.5 ^a	5.7±0.2 ^a	5.6±0.5 ^a	
frbeta rice	5.5±0.1 ^a	5.3±0.4 ^b			
frbeta rice 0.5	5.6±0.3 ^a	5.7±0.2 ^a			
frbeta rice0.8	5.7±0.1 ^a	5.7±0.3 ^b	5.6±0.2 ^a	5.5±0.3 ^{ab}	
frbeta rice MC	6.1±0.1 ^a	6.1±0.1 ^a	6.0±0.3 ^a	5.4±0.2 ^a	5.6±0.2 ^a
fr amylase	5.7±0.2 ^a	5.6±0.3 ^a	5.4±0.1 ^b		
fr amylase 0.5	5.6±0.1 ^a	5.7±0.4 ^a	5.6±0.5 ^b		
fr amylase.0.8	5.0±0.2 ^a	5.1±0.3 ^a	5.2±0.1 ^a	5.2±0.4 ^b	
fr amylaseM.C	6.2±0.1 ^a	6.2±0.2 ^a	6.2±0.2 ^a	5.5±0.5 ^a	5.7±0.1 ^a

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column is not significantly different($p < 0.05$)

마. 냉장온도 저장중의 pH 변화

냉장저장 중의 roll빵의 첨가제에 의한 pH의 변화는 Table 93과 같다.

1) f 시료군

밀가루 100%로 제조한 roll빵을 냉장저장하면서 겨자 paste의 첨가와 1-monocaprin의 첨가가 roll빵의 품질에 미치는 영향을 확인한 결과, 이 그룹에 속하는 시료들은 저장 6일부터 pH의 변화를 보여 첨가제들이 품질에 미치는 영향을 확인할 수 없었으나 저장기간에 따라 겨자 paste 0.5%, 0.8% 첨가구는 5% 이내의 유의성을 나타냈다.

2) fr 시료군

이 그룹에 속하는 시료들의 저장기간 중의 pH의 변화에서 대조구는 저장 4일에, 겨자 paste 0.5% 첨가구는 저장 2일부터, 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가구가 저장기간 6일부터 감소하였고, 저장기간의 증가에 따라 0.8% 첨가구는 5% 이내의 유의성을 나타내었다.

3) fr beta rice 시료군

대조구는 저장 4일부터 감소하였고, 겨자 paste 0.5% 첨가구는 저장기간 4일부터, 0.8% 첨가구는 8일에 감소를 보였고, 1-monocaprin 첨가구는 6일에 pH의 감소를 보였으며, 겨자 paste 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가의 저장기간에 따른 pH는 $p < 0.05$ 의 유의수준차를 나타냈다.

4) fr amylase 시료군

저장기간의 증가에 따라 pH는 감소하는 경향을 나타내었으며, 대조구와 겨자 paste 0.5% 첨가구는 저장 2일부터 변화를 보였으나 겨자 paste 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가구는 저장 6일부터 감소를 나타내었다.

냉장과 25℃에서의 저장에서 첨가제들의 roll빵의 품질변화에 주는 영향은 냉장온도의 저장이 pH의 변화를 나타내는 기간이 좀 더 길었으며, 밀가루 100%의 시료군들에서는 겨자 paste의 첨가나 1-monocaprin의 첨가가 저장기간 중 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 보이고, 그 외의 시료들에서는 영향을 미치는 것으로 보이나 겨자 paste는 0.8%가 0.5% 보다 영향을 미치고, 1-monocaprin은 냉장저장 시료들에서도 25℃의 시료들과 같이 pH가 다른 시료들에 비해 높았으며, 밀가루 100% 시료군과 쌀가루와 밀가루

50%와 β -amylase처리 쌀가루 빵에서는 겨자 paste 0.8%가 8일부터 pH의 감소를 보여 가장 변화가 나중에 나타났으며, 1-monocaprin은 저장 6일부터 감소를 나타내었다.

Table 93. Changes of pH of roll bread with rice and flour during storage at 5°C

Samples	Storage days				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	5.5±0.5 ^a	5.5±0.1 ^b	5.5±0.2 ^{ab}	5.4±0.3 ^b	5.2±0.1 ^b
f0.5	5.6±0.1 ^a	5.6±1.7 ^b	5.6±0.8 ^b	5.5±0.5 ^b	5.5±0.2 ^b
f0.8	5.5±0.3 ^a	5.5±0.3 ^a	5.5±0.2 ^a	5.4±0.2 ^b	5.4±0.1 ^b
fMC	5.6±0.1 ^a	5.6±0.5 ^a	5.6±0.1 ^a	5.5±0.1 ^a	5.6±0.8 ^a
fr	5.6±0.2 ^a	5.6±0.3 ^{ab}	5.5±0.7 ^b	5.4±0.2 ^a	5.7±0.3 ^a
fr0.5	6.1±0.8 ^a	5.8±0.7 ^a	5.8±0.2 ^a	5.7±0.3 ^a	5.6±0.4 ^a
fr0.8	5.7±0.2 ^a	5.7±0.1 ^a	5.7±0.3 ^a	5.6±0.5 ^b	5.6±0.2 ^b
frMC	5.7±0.1 ^a	5.7±0.6 ^a	5.7±0.1 ^a	5.6±0.1 ^a	5.7±0.2 ^a
frbeta rice	5.5±0.1 ^{ab}	5.5±0.4 ^a	5.4±0.1 ^b	5.4±0.2 ^a	5.4±0.3 ^a
frbeta rice 0.5	5.6±0.3 ^a	5.6±0.2 ^a	5.5±0.1 ^a	5.6±0.4 ^b	5.4±0.2 ^b
frbeta rice 0.8	5.7±0.1 ^a	5.7±0.3 ^b	5.7±0.2 ^b	5.7±0.2 ^b	5.6±0.2 ^b
frbeta rice MC	6.1±0.1 ^a	6.1±0.1 ^a	6.1±0.3 ^a	5.3±0.2 ^b	5.6±0.2 ^b
fr amylase	5.7±0.2 ^a	5.6±0.3 ^{ab}	5.6±0.1 ^b	5.4±0.3 ^a	5.2±0.3 ^a
fr amylase 0.5	5.6±0.1 ^a	5.5±0.4 ^a	5.5±0.5 ^a	5.4±0.2 ^a	5.4±0.3 ^a
fr amylase.0.8	5.0±0.2 ^a	5.0±0.3 ^b	5.0±0.1 ^b	5.1±0.4 ^b	5.1±0.3 ^b
fr amylaseM.C	6.2±0.1 ^a	6.2±0.2 ^a	6.2±0.2 ^a	5.5±0.5 ^b	5.6±0.1 ^a

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column is not significantly different($p < 0.05$)

바. 수분

겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵을 25℃와 냉장에서 저장하면서 측정된 수분 함량의 변화는 Table 94와 같다.

1) f 시료군

이 그룹의 시료들의 초기 수분함량은 30.9%에서 35.5%이고 첨가제를 넣은 빵의 초기 수분함량은 겨자 paste 0.5%와 0.8% 첨가한 시료들은 대조구와 차이가 없었으나, 1-monocaprin을 첨가한 시료는 초기의 수분의 함량이 다른 시료들에 비해 훨씬 낮은 편이었으며, 대조구를 비롯한 시료들은 시간이 경과할수록 수분함량이 감소하였다. 겨자 paste 첨가구는 대조구와 유사한 수준으로 감소하는 경향을 보였으나 1-monocaprin 첨가구는 수분 손실의 변화가 적은 것으로 나타났다.

2) fr 시료군

이 그룹의 시료들의 초기 수분함량은 31.6%에서 36.5%이고 첨가제를 넣은 빵들의 초기 수분함량은 대조구보다 높았으나, 1-monocaprin을 첨가한 시료는 수분함량이 훨씬 낮았다. 저장기간 증가에 따라서는 대조구와 겨자 paste를 첨가한 시료들은 수분함량의 감소가 컸으나, 1-monocaprin을 첨가한 시료는 감소의 폭이 적어, 1-monocaprin의 첨가에 의해 수분의 손실이 저해됨을 알 수 있고 이는 저장 중 일어나는 노화현상을 감소시킬 수 있다고 본다.

3) fr beta rice 시료군

이 그룹들의 빵의 초기 수분함량은 30.9%에서 38.4% 이고, 겨자 paste 0.8%를 첨가한 시료는 수분손실의 변화가 적은 것으로 나타났고, 1-monocaprin을 첨가한 시료는 더욱 수분손실의 변화가 적은 것으로 나타났다. 통계적으로는 겨자 paste 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가구의 pH의 변화는 $p < 0.05$ 의 정도의 유의한 차가 있었다.

4) fr amylase 시료군

이 그룹의 시료들의 초기 수분함량은 30.9%에서 39.5%이고, 겨자 paste 0.5% 첨가구의 수분손실의 변화가 적었고, 1-monocaprin을 첨가한 시료는 저장 중 수분손실을 저해하고 대조구에 비해 $p < 0.05$ 의 정도의 유의한 차가 있었다.

25℃에서 저장하면서 측정된 수분함량의 변화는 각 그룹의 대조구에 비

해 1-monocaprin을 첨가한 시료가 시간이 경과할수록 수분손실의 변화가 적은 것으로 나타났다.

사. 냉장온도 저장 중의 수분의 변화

냉장온도에 저장하면서 측정된 수분함량의 변화는 Table 95와 같다.

1) f 시료군

시료들의 초기 수분함량은 30.9%에서 35.6%로 대조구와 겨자 paste를 첨가한 시료들의 pH는 유사한 수준이나, 1-monocaprin을 첨가한 시료가 다른 시료들에 비해 낮은 수준이나 저장기간이 증가함에 따라 겨자 paste 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가구는 수분손실의 변화가 적어 이들 첨가제가 수분손실을 저해하는 것으로 본다.

2) fr 시료군

대조구와 겨자 paste 0.5% 첨가구의 저장기간 증가에 따른 수분손실의 변화가 컸으나, 겨자 paste 0.8% 첨가구는 수분손실이 저해됨을 나타내었으며, 더우기 1-monocaprin 첨가구는 변화가 매우 작은 현상을 나타내 저장 중에 일어나는 노화현상을 감소시킬 수 있다고 본다.

3) fr beta rice 시료군

대조구와 겨자 paste 첨가구와 1-monocaprin 첨가구의 초기의 수분함량은 0.9%에서 38.4%이고, 겨자 paste 0.8% 첨가시료가 가장 수분함량이 높았다.

저장기간 증가에 따른 수분손실의 변화는 겨자 paste 0.5% 혼합시료에서 변화가 적었고 특히 1-monocaprin 혼합구는 거의 변화가 없어 이 그룹의 시료에서의 겨자 paste나 1-monocaprin 처리는 수분 손실을 저해하는 것으로 본다.

4) fr amylase 시료군

대조구와 겨자 paste 처리구와 1-monocaprin 처리구의 초기의 수분함량은 30.9%에서 39.5%이고, 이 그룹에서는 겨자 paste 0.5% 첨가한 시료와 1-monocaprin 첨가시료가 저장기간 중 수분손실이 적었으나 가장 수분손실의 변화가 적은 것은 겨자 paste 0.5% 시료로 나타났으나 대조구와 비교하면 겨자 paste와 1-monocaprin 첨가가 수분손실을 억제하는 효과가 거의 없는 것으로 보인다.

냉장온도로 저장하면서 수분손실의 정도를 측정한 결과 밀가루 100% 빵에서는 대조구에 비해 겨자 paste나 1-monocaprin을 첨가한 시료들의 수분손실이 적게 나타났고, 밀가루와 쌀가루 시료에서도 대조구에 비해서는 겨자 paste 0.8% 첨가구와 1-monocaprin 첨가구가, 밀가루, 쌀가루, β -amylase처리 쌀가루 빵에서는 겨자 paste 0.5%와 1-monocaprin 첨가시료가, 밀가루, 쌀가루, β -amylase를 직접 혼합한 그룹에서는 겨자 paste 0.5% 첨가구와 1-monocaprin의 수분손실이 적은 편이었으나, 대조구에 비해 크게 변화가 있는 것 같지는 않았다.

Table 94. Changes of water contents of roll bread with rice and flour during storage at 25°C

Samples	Storage days				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	35.6±1.6 ^a	35±2.1 ^a	32.4±3.8 ^a	32.5±1.7 ^a	
f0.5	35.5±1.1 ^a	33.4±1.1 ^a			
f0.8	35.4±1.4 ^a	33.5±1.2 ^{ab}	32.4±1.3 ^a	32.7±0.8 ^a	32.7±0.8 ^a
fM.C.	30.9±0.1 ^a	29.7±2.2 ^a	29.1±4.0 ^b	28.5±1.2 ^b	
fr	33.4±3.7 ^c	30.6±1.4 ^a	28.7±0.4 ^{ab}	28.4±3.7 ^c	
fr0.5	36.5±0.7 ^a	30.8±0.8 ^a	29.8±0.4 ^{ab}		
fr0.8	36.5±0.7 ^a	32.9±0.8 ^b	31.9±0.8 ^b	32.3±1.0 ^b	
frM.C.	31.6±3.4 ^a	31.0±0.6 ^a	30.8±3.0 ^a	31.4±0.4 ^a	
frbeta rice	30.9±2.8 ^a	30.0±2.1 ^a			
frbeta rice 0.5	34.0±2.6 ^b	34.1±0.3 ^b			
frbeta rice 0.8	38.4±0.2 ^a	36.1±1.3 ^a	31.3±3.5 ^a	34.7±0.7 ^{bc}	
frbeta rice MC	34.0±2.6 ^b	34.1±0.3 ^b	33.0±1.0 ^a	33.9±1.4 ^a	32.8±0.5 ^a
fr amylase	30.9±2.6 ^a	30.5±0.3 ^a	30.3±1.0 ^a		
fr amylase 0.5	39.5±0.3 ^a	36.0±1.0 ^b	36.0±1.4 ^b		
fr amylase.0.8	36.5±0.7 ^a	30.9±0.8 ^b	31.9±0.8 ^b	32.3±1.0 ^b	30.5±0.5 ^a
fr amylaseM.C	39.5±0.2 ^a	36.0±1.0 ^a	36.0±1.4 ^a	33.6±1.3 ^a	35.2±0.3 ^a

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column of each samples are not significantly different($p < 0.05$)

Table 95. Changes of water contents of roll bread with rice and flour during storage 5°C

Samples	Storage days (%)				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	35.6±1.6 ^a	35±2.1 ^a	32.4±3.8 ^a	32.5±1.7 ^a	31.3±3.5 ^a
f0.5	35.5±1.1 ^a	33.2±1.1 ^a	32.2±1.8 ^a	29.9±0.6 ^a	30.5±0.8 ^a
f0.8	35.4±1.4 ^a	33.5±1.2 ^{ab}	32.4±1.3 ^a	32.7±0.8 ^a	32.7±0.8 ^a
fM.C.	30.9±0.1 ^a	30.1±1.0 ^a	30.1±2.0 ^b	30.2±1.4 ^b	31.3±1.8 ^b
fr	33.4±3.7 ^c	30.6±1.4 ^a	28.7±0.4 ^{ab}	23.4±3.7 ^c	24.7±0.7 ^{bc}
fr0.5	36.5±0.7 ^a	30.8±0.8 ^a	29.8±0.3 ^a	28.9±1.5 ^a	27.5±1.3 ^a
fr0.8	36.5±0.7 ^a	30.9±0.8 ^b	31.9±0.8 ^b	32.3±1.0 ^b	29.2±2.3 ^a
frM.C.	31.6±3.4 ^a	31.5±0.9 ^a	31.6±1.0 ^a	31.9±1.2 ^a	31.3±0.2 ^a
frbeta rice	30.9±2.8 ^a	30±2.1 ^a	31.8±1.7 ^a	29.9±1.0 ^a	29.9±1.5 ^a
frbeta rice 0.5	34.0±2.6 ^a	34.1±0.3 ^b	33.0±1.0 ^a	32.9±0.5 ^a	32.3±0.2 ^a
frbeta rice 0.8	38.4±0.2 ^a	36.1±1.3 ^a	35.9±0.3 ^a	33.5±1.3 ^a	31.2±0.3 ^a
frbeta rice MC	34.0±2.6 ^b	34.1±0.3 ^b	34.3±0.5 ^a	34.2±0.6 ^a	34.3±1.4 ^a
fr amylase	30.9±2.6 ^a	30.1±0.3 ^a	30.3±1.0 ^a	29.3±0.5 ^a	26.3±0.2 ^a
fr amylase 0.5	39.5±0.3 ^a	36.0±1.0 ^b	36.0±1.4 ^b	33.6±0.3 ^c	33.4±0.3 ^c
fr amylase.0.8	36.5±0.7 ^a	30.9±0.8 ^b	31.9±0.8 ^b	32.3±1.0 ^b	29.3±1.3 ^a
fr amylaseM.C	39.5±0.2 ^a	39.4±1.0 ^a	37.0±1.4 ^a	36.9±1.3 ^a	35.8±0.3 ^a

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column of each samples are not significantly different($p<0.05$)

아. 체적비

겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵 시료들을 25°C에서 8일간 저장하면서 측정된 체적비의 변화는 Table 96과 같다.

1) f 시료군

밀가루 100%로 만든 대조구와 겨자 paste와 1-monocaprin 혼합시료구의 초기의 volume은 118.3 cc에서 20 cc로 1-monocaprin 혼합한 시료가 가장 volume이 컸으나 저장기간 동안에 대체로 부피는 감소하는 경향을 보였다. 무게도 저장기간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였고 체적비도 감소하는 경향을 보였으며, 1-monocaprin을 혼합한 시료는 저장 6일부터는 급격한 변화를 보여 1-monocaprin 혼합시료의 6일 이상의 저장은 체적비를

감소시켰다.

2) fr 시료군

밀가루와 쌀가루 50% 씩 혼합하여 제조한 시료들은 초기의 부피가 133 cc에서 161 cc이었고, 초기에는 1-monocaprin 혼합시료가 가장 컸으나 이 시료들도 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 보였고, 겨자 paste 첨가 시료들은 초기의 부피가 크지 않은 특성을 나타냈다. 저장시간의 경과에 따라서는 1-monocaprin은 저장기간 6일에 현저히 작아지는 결과를 보였다. 부피와 무게의 체적비의 변화는 초기에는 대조구에 비해 1-monocaprin 혼합시료가 가장 컸으나 저장 6일에는 현저히 감소하는 현상을 보였다.

3) fr beta rice 시료군

밀가루, 쌀가루와 β -amylase처리 쌀가루 혼합한 시료들의 초기의 부피는 131 cc에서 170 cc이고, 다른 시료들에서와 같이 1-monocaprin을 혼합한 시료가 가장 컸다. 그러나 이 시료들에서도 겨자 paste의 0.8% 혼합의 시료는 부피가 작아 대조구와 유사한 수준을 나타냈다. 저장시간이 경과할수록 체적비의 변화는 대조구에 비해서 1-monocaprin 혼합시료는 거의 변화가 없어 저장 8일까지도 유지되는 결과를 보여 이 제조 방법에서는 1-monocaprin의 혼합이 빵의 물성의 변화를 감소시키는 것을 확인할 수 있었다.

4) fr amylase 시료군

이 시료군들의 초기 부피는 대조구와 첨가제들을 혼합시료가 유사한 결과를 보였으나 저장기간이 경과함에 따라서 대조구와 겨자 paste 0.5%, 0.8% 혼합시료는 감소의 폭이 컸으나, 1-monocaprin 혼합시료는 저장기간 동안 거의 변화가 없는 결과를 보였다. 무게는 저장기간 동안 모든 시료에서 변화가 거의 없었고, 체적비는 초기에 대조구가 가장 적었고, 시간이 경과할수록 1-monocaprin 혼합시료가 가장 감소의 폭이 적어 저장 8일까지도 1-monocaprin은 물성의 변화도 감소시켜 저장효과를 가지는 것으로 본다.

체적비는 초기의 부피는 밀가루 100%, 밀가루, 쌀가루 50% 씩 혼합한 시료, 밀가루, 쌀가루, β -amylase 혼합한 시료들은 쌀가루, 밀가루, β -amylase처리 쌀가루 15% 혼합한 시료보다 컸으며, 시간이 경과할수록 부

피는 감소하고, 무게는 약간 증가하고, 체적비도 감소하는 결과를 나타냈으나, 1-monocaprin은 체적비의 감소 변화가 적어 노화현상을 감소시키는 것으로 추정할 수 있다.

Table 96. The effect of 2 kinds of additives on the loaf volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour stored during 8days at 25°C

Samples	Roll bread volume (cc)				Roll bread weight (g)				Specific roll bread volume (cc/g)						
									Storage days						
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
f100	181.7±18.9 ^a	190±5 ^a	181.7±11.6 ^a	183.3±16.1 ^a		36.6±0.9 ^a	34.4±0.3 ^a	34.2±5.3 ^a	35.5±5.2 ^a		5.0	5.5	5.3	5.2	
f0.5	118.3±17.6 ^b	125±8.7 ^b				35.8±0.5 ^a	35.4±0.4 ^b				3.3	3.5			
f0.8	167±2.9 ^a	173±7.6 ^a	177±2.9 ^a	173±7.6 ^a	165±10 ^a	34.6±1.0 ^{bc}	33.1±0.9 ^c	34.1±0.5 ^{bc}	36.4±0.4 ^a	34.9±1.1 ^b	4.8	5.2	5.2	4.8	4.7
fMC	201±2.0 ^a	171.7±2.9 ^a	153.3±1.3 ^b	130.1±13.2 ^b		35.9±1.0 ^a	32.1±1.9 ^a	30.9±5.5 ^a	35.3±1.4 ^a		5.6	5.4	5.0	3.7	
fr	156.7±15.3 ^a	133.3±11.6 ^{ab}	121.7±18.9 ^b	145±5 ^{ab}		37.3±0.4 ^a	35.6±1.2 ^a	35.8±0.8 ^a	37.0±1.5 ^a		4.2	3.7	3.4	3.9	
fr0.5	150±5.0 ^b	120±11.8 ^a	123.1±2.0 ^a			34.1±0.7 ^b	34.1±0.1 ^a				4.4	3.5			
fr0.8	133±11.0 ^b	156±4 ^a	155±5.0 ^a	154±9.0 ^a		36.8±0.8 ^a	35.5±1.0 ^a	36.1±1.0 ^a	38.3±2.6 ^a		3.6	4.4	4.3	4.0	
frMC	161.7±5.8 ^a	143.3±2.9 ^a	153.3±2.9 ^a	113.3±1.0 ^a		31.9±1.2 ^b	33.1±1.3 ^b	37.1±1.6 ^a	33.5±1.5 ^a		5.1	4.3	4.8	3.4	
frbeta rice	131.7±10.4 ^a	126.7±7.6 ^a				37.3±0.2 ^a	35.9±1.2 ^{ab}	37.2±0.8 ^a	34.2±1.5 ^b	34.3±1.7 ^b	3.5	3.5	3.4	3.4	3.7
frbeta	170±9 ^a	172±10.4 ^a				34±0.7 ^b	34.6±1.3 ^b				5.0	5.0			
rice0.5															
frbeta	125±14.1 ^b	110.0±0.1 ^{ba}	137.0±0.8 ^a	136.0±0.6 ^a		33.9±0.8 ^{ab}	34.7±0.7 ^a	34.2±0.5 ^a	33.5±2.1 ^a		3.7	2.7	4.0	4.0	
rice0.8															
frbeta	170±8.7 ^a	171.7±0.1 ^a	171.7±2.0 ^a	186.7±5.8 ^a	171.7±14.4 _a	33.8±0.6 ^a	34.6±1.3 ^b	34.3±1.0 ^a	34.8±0.47 ^a	34.7±1.0 ^a	5.0	5.0	5.0	5.3	5.0
riceMC															
fr amylose	175±8.7 ^a	147±10.4 ^a	162±20.2 ^a			34.0±0.7 ^a	34.6±1.3 ^b	34.3±1.0 ^a			4.4	4.9	4.2		
fr amylose0.5	175±13.2 ^a	160±18.0 ^a	157±20.8 ^a			34.4±0.8 ^a	34.1±0.4 ^a	34.9±0.8 ^a			5.1	5.7	4.5	5.0	5.2
fr amylose0.8	180±26.5 ^b	170±0 ^b	150±17.3 ^b	147±10.4 ^a	34.9±0.9 ^a	34.2±0.2 ^a	34.4±0.8 ^a	34.6±1.3 ^a			5.2	5.0	4.4	4.2	
fr amylose MC	175±13.2 ^a	160±18.0 ^a	156.7±20.8 ^a	193.3±17.5 ^a	171.7±20.2 _a	34.6±0.8 ^a	34.1±0.4 ^a	34.9±0.8 ^a	34.4±0.4 ^a	34.2±0.5 ^a	5.1	4.7	4.5	5.6	5.0

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column of each samples are not significantly different($p<0.05$)

자. 냉장온도 저장중의 체적비 변화

겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵 시료들을 냉장온도에서 8일간 저장하면서 측정된 체적비의 변화는 Table 97와 같다.

1) f 시료군

밀가루 100% 빵의 초기 부피는 118 cc에서 201 cc이고, 겨자 paste 혼합 시료는 대조구에 비해서 훨씬 적었고 가장 큰 시료는 1-monocaprin 혼합 시료였다. 이 시료들도 시간이 경과함에 따라 부피가 감소하였고 무게는 약간 증가하는 경향을 보였으며, 체적비는 겨자 paste 0.5%와 1-monocaprin 혼합 시료에서 저장 6일부터 현저한 감소를 나타냈다.

2) fr 시료군

밀가루와 쌀가루 50%씩 혼합하여 제조한 시료들의 초기의 부피는 133 cc에서 161 cc이고, 겨자 paste 0.8% 첨가시료는 가장 부피가 적었다. 시간이 경과함에 따라 체적비의 변화는 대조구와 1-monocaprin 혼합시료는 저장 2일부터 감소의 폭이 컸고 겨자 paste 첨가시료는 0.8% 혼합시료가 저장 4일부터 감소하였다.

3) fr beta rice 시료군

밀가루와 쌀가루, β -amylase처리 쌀가루 15% 첨가 시료들의 초기의 부피는 125 cc에서 170 cc였으며, 이 중에서 가장 작은 부피는 겨자 paste 0.8% 첨가시료였다.

시간이 경과함에 따라 체적비는 감소하는 경향을 보였으나 겨자 paste 0.5% 첨가구는 4일부터, 1-monocaprin과 겨자 paste 0.8% 혼합시료는 저장 8일부터 감소하여 첨가제에 따라 물성의 변화를 감소시킬 수 있었다.

4) fr amylase 시료군

저장 2일부터 이 그룹의 시료들의 부피감소가 초기에 비해 큰 편이었고, 저장기간이 경과할수록 체적비도 감소하는 경향을 보였다. 대조구는 저장 2일부터 감소하였으나 겨자 paste 0.5%, 0.8% 첨가시료는 저장 8일부터 감소하였고, 1-monocaprin 혼합시료는 8일까지도 체적비의 변화가 없었다.

냉장 저장시료들은 25℃의 저장시료보다는 시간이 경과함에 따른 체적비의 감소가 약한 편이나, 겨자 paste 혼합시료들은 부피가 대조구에 비해 적었

으로, 물성적인 면의 고찰이 더 필요한 것으로 보고, 1-monocaprin은 밀가루 100% 제조 시료에서 저장 6일, 밀가루, 쌀가루 시료에서 저장 2일, 밀가루, 쌀가루, β -amylase처리 쌀가루 시료들에서는 8일, 밀가루, 쌀가루, β -amylase 혼합시료에서는 8일까지도 변화가 적은 결과를 나타내 1-monocaprin의 혼합은 저장 중의 물성변화를 감소시켰다.

Table 97. The effect of 2 kinds of additives on the loaf volume and weight of roll bread made from rice-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Roll bread volume (cc)								Roll bread weight (g)								Specific roll bread volume (cc/g)										
	0		1		2		3		4		0		1		2		3		4		0	1	2	3	4		
	Storage days																										
f100	181.7±18.9 ^a	138.3±20.2 ^a	141.7±18.9 ^a	146.7±22.6 ^a	140±0 ^a	37.5±1.0 ^a	37.3±0.8 ^a	37.2±0.6 ^a	37.2±0.5 ^a	37.6±0.4 ^a	4.2	3.7	3.8	3.9	3.7												
f0.5	118.3±17.6 ^a	155±5.0 ^a	154±9.0 ^a	136±1.0 ^b	133±10.4 ^b	35.5±1.0 ^a	36.1±1.0 ^a	38.3±2.6 ^a	36.8±2.5 ^b	36.8±0.8 ^b	4.4	4.3	4.0	3.7	3.6												
f0.8	167±2.9 ^a	163±2.9 ^a	163.3±7.6 ^a	163.3±2.9 ^a	127±2.9 ^b	35.0±1.2 ^a	35.3±0.9 ^a	35.6±1.9 ^a	35.7±1.8 ^a	36.1±0.3 ^a	4.6	4.6	4.6	4.6	3.5												
fMC	201±2.0 ^a	178.3±7.6 ^a	186.7±5.8 ^a	130±5 ^a	146.7±1.0 ^a	35.6±0.9 ^b	34.0±0.9 ^b	36.0±0.6 ^b	36.2±1.3 ^b	35.6±0.1 ^b	5.6	5.2	5.2	3.6	4.1												
fr	156.7±15.3 ^a	131.7±23.6 ^b	131.7±16.1 ^b	151.7±2.9 ^{ab}	131.7±5.8 ^b	34.8±1.3 ^a	35.0±0.2 ^a	35.2±1.3 ^a	35.8±0.9 ^a	35.8±2.2 ^a	4.6	3.8	3.7	4.2	3.7												
fr0.5	150±5.0 ^a	148.7±2.6 ^a	134±9.4 ^b	125±8.7 ^b	128±9.5 ^b	35.9±0.2a	35.5±2.3 ^a	36.8±0.8 ^{ab}	35.4±0.4 ^c	36.5±1.4 ^c	4.3	4.2	3.6	3.5	3.5												
fr0.8	133±11.0 ^{ba}	136.7±14.4 ^{ba}	128±16.1 ^c	125±8.7 ^b	106.7±16 ^c	36.7±0.6 ^a	35.7±0.2 ^a	36.4±1.0 ^a	35.4±0.4 ^a	36.2±0.7 ^a	3.6	3.8	3.5	3.5	2.9												
frMC	161.7±5.8 ^a	151.7±7.6 ^a	166.7±10.4 ^b	135±5 ^b	116.7±11.5 ^a	33.8±0.2 ^a	34.2±0.7 ^b	34.3±0.6 ^a	33.5±1.1 ^a	33.2±0.4 ^a	5.0	4.4	4.9	4.0	3.5												
frbeta rice	131.7±10.4 ^a	131.7±20.2 ^a	121.7±10.4 ^a	141.7±2.9 ^a	128.3±10.4 ^a	37.3±0.2 ^a	36.7±1.3 ^a	37.4±1.1 ^a	37.0±1.4 ^a	35.09±2.8 ^a	3.5	3.6	3.3	3.8	3.7												
frbeta	170±9 ^{ba}	146.7±18.9 ^{ba}	161.7±20.2 ^b	166.7±16.1 ^b	160±17.3 ^b	34.0±1.0 ^b	34.7±0.5 ^b	34.6±0.1 ^a	34.5±0.3 ^a	34.3±0.7 ^a	5.1.	4.2	4.7	4.8	4.7												
rice0.5											5																
frbeta	125±14.1 ^a	164.4±3.5 ^a	153.3±19.4 ^a	144.1±4.0 ^b	136.1±7.9 ^b	36.5±1.2 ^a	37.0±1.1 ^a	36.7±1.8 ^{ab}	35.5±1.0 ^b	36.1±0.9 ^b	4.6	4.4	4.2	4.1	3.8												
rice0.8																											
frbeta	170±8.7 ^a	175±5 ^a	166.7±16.1 ^a	161.7±20.2 ^a	146.7±18.9 ^a	34±1.0 ^a	34±1.0 ^b	34.5±0.3 ^a	34.6±0.0 ^a	34.7±0.5 ^b	5.2	5.1	4.8	4.7	4.2												
riceMC																											
fr amy/lase	175±8.7 ^a	166.7±16.1 ^{ab}	161.7±20.2 ^{ab}	160±17.3 ^{ab}	146.7±18.9 ^{ab}	34.0±0.9 ^a	34.5±0.3 ^a	34.6±0.1 ^a	34.5±0.3 ^a	34.7±0.5 ^a	5.1	4.8	4.7	4.6	4.2												
fr	175±13.2 ^b	171.7±32.5 ^a	188.3±7.6 ^a	186.7±1.4 ^b	157±2.9 ^b	35.0±0.6 ^a	34.7±0.1 ^a	35.8±0.0 ^a	33.8±0.8 ^a	33.5±0.1 ^a	5.6	5.5	5.3	5.5	4.7												
amy/lase0.5																											
fr	180±26.5 ^b	150.2±7.2 ^a	148.9±10.2 ^b	38.9±12.1 ^b	137.9±9.2 ^b	33.5±1.9 ^a	34.0±2.1 ^a	35.0±1.0 ^b	34.0±1.5 ^b	35.1±1.2 ^b	4.6	4.4	4.3	4.1	3.9												
amy/lase0.8																											
fr amy/lase	175±13.2 ^a	171.7±9.2 ^a	175±10.2 ^{ab}	168.3±3.7 ^b	158.3±3.7 ^b	33.8±1.2 ^a	34.6±2.3 ^a	35.0±2.8 ^{ab}	34.3±2.8 ^a	35.8±3.2 ^b	5.5	5.5	5.5	5.5	5.3												
MC																											

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column of each samples are not significantly different ($p < 0.05$)

차. Hardness

겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵을 25℃에서 8일간 저장하면서 측정한 hardness의 변화는 Table 98과 같다.

1) f 시료군

밀가루 100%로 제조한 시료들의 초기의 hardness는 572 g에서 1,895 g 이었고, 가장 큰 시료는 겨자유 0.5% 첨가시료였고, 가장 낮은 시료는 겨자 paste 0.8% 첨가시료였다. 시간이 경과할수록 이 그룹 시료들의 hardness는 증가하였고, 겨자 paste 0.8% 첨가시료는 저장 6일부터 증가하여 겨자 paste의 혼합은 저장 중에 빵의 노화현상을 감소시킬 수 있다고 본다.

2) fr 시료군

밀가루와 쌀가루 50%씩 혼합한 시료들의 초기의 hardness는 밀가루 100% 시료보다 적었으나 그 중에서 가장 큰 것은 1-monocaprin 첨가시료였다. 시간이 경과할수록 겨자 paste 0.5, 0.8% 첨가시료는 저장 2일부터, 1-monocaprin 첨가 시료는 저장 4일부터 급격한 변화를 보였다.

3) fr beta rice 시료군

밀가루와 쌀가루와 β -amylase처리 쌀가루 혼합시료들의 초기의 hardness는 235 g에서 1267 g으로 가장 적은 것은 대조구이고, 가장 큰 것은 1-monocaprin 혼합구였다. 시간이 경과할수록 대조구와 겨자 paste 0.5% 첨가구는 저장 2일부터 급격한 변화를 보였으나 겨자 paste 0.8% 첨가구는 저장 6일까지 큰 변화가 없었으며, 1-monocaprin 첨가구는 저장 4일부터 비교적 큰 변화를 나타냈다.

4) fr amylase 시료군

이 시료들의 초기 hardness는 697 g에서 2679 g으로, 가장 작은 것은 겨자 paste 0.5% 첨가시료와 1-monocaprin 첨가시료였다. 시간이 경과할수록 대조구는 저장 4일부터, 겨자 paste 0.5% 첨가시료는 저장 2일부터 급격한 변화를 보였고, 겨자 paste 0.8% 첨가시료는 저장 8일부터, 1-monocaprin 첨가시료는 저장 4일부터 급격한 변화를 보였다.

카. 냉장온도에서의 Hardness 변화

겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵을 5℃에서 8일간 저장

하면서 측정된 hardness의 변화는 Table 99와 같다.

1) f 시료군

저장 2일에서부터 가장 큰 변화는 겨자 paste 0.5% 첨가시료이고, 시간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다.

2) fr 시료군

저장 2일부터 가장 큰 변화는 1-monocaprin을 첨가한 시료이고, 가장 변화를 작게 나타낸 시료는 겨자 paste 혼합구였다. 시간이 경과할수록 즉 저장 6일부터는 모든 시료에서 hardness의 급격한 변화를 나타냈다.

3) fr beta rice 시료군

저장 2일부터 변화의 폭이 가장 큰 시료는 겨자 paste 0.8% 첨가시료였고, 변화의 폭이 적은 시료는 대조구와 1-monocaprin 첨가시료였다. 시간의 경과에 따른 변화는 대조구가 저장 8일부터, 겨자 paste 0.5% 첨가구가 4일부터이고, 겨자 paste 0.8%와 1-monocaprin 첨가시료는 저장 6일부터 급격한 변화를 보였다.

4) fr amylase 시료군

저장 2일부터의 hardness의 변화의 폭은 겨자 paste 0.5% 첨가시료가 가장 높았다. 시간의 경과에 따른 변화는 저장 4일부터 대조구는 급격한 변화를 보였고, 겨자 paste 0.5% 첨가시료는 저장 6일부터, 겨자 paste 0.8% 첨가시료는 저장 8일부터 변화를 보였다.

타. 저장기간에 따른 수분과 hardness의 correlation

겨자 paste의 농도별, 1-monocaprin 첨가에 따른 저장 중 수분과 hardness의 correlation을 보기 위해 겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵을 25℃와 5℃에서 8일간 저장하면서 측정된 hardness와 수분의 상관관계는 Table 100과 같다.

25℃에서의 저장시료들 중 f 시료 군에서는 대조구에 비해 겨자 paste 0.5% 첨가시료가 시간이 경과할수록 hardness의 증가에 영향을 주는 효과가 적어 저장효과가 있었으며, fr amylase 시료군에서는 겨자 paste 0.8% 첨가가 저장효과가 있는 것으로 나타났고, 냉장저장에서는 fr 시료군에서는 겨자 paste 0.8% 첨가가, fr beta rice 시료군에서는 겨자 paste 0.5% 첨가구가, fr

amylase 시료군에서는 겨자 paste 0.8% 첨가시료가 저장효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 98. Texture profile analysis parameters of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 25°C hardness (g)

Samples	Storage days				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	872.0±307.3 ^c	1421.53±298.6 ^{bc}	1479.3±385.4 ^{bc}	1523±211.0 ^b	
f0.5	1895.5±373.4 ^a	1933.2±492.6 ^a			
f0.8	575.4±189.9 ^c	1180.1±223.7 ^{ab}	1180.1±223.7 ^{ab}	1905.6±214.4 ^b	2338.4±123.2 ^a
fM.C.	1476.3±343.5 ^a	2169.3±1862.8 ^a	2579.9±1131.7 ^a	2726.1±409.7 ^a	
fr	442.8±27.7 ^a	427.9±30.1 ^a	439.3±11.5 ^a	457.2±20 ^a	
fr0.5	348.6±55.1 ^b	479.0±12.3 ^b	500±101.0 ^b		
fr0.8	348.6±55.1 ^b	479±12.3 ^a	479.3±12.7 ^a	481.5±16.7 ^a	
frM.C.	810.5±232.6 ^a	861.8±377.8 ^a	931.9±545.1 ^a	1429.7±606.4 ^a	
frbeta rice	235.4±12.9 ^a	615.3±12.9 ^a			
frbeta rice 0.5	678±241.5 ^a	1138.5±355.7 ^a	1207.9±306.3 ^b		
frbeta rice 0.8	525.4±35.3 ^a	736.1±1.3 ^a	814.2±12.9 ^a	913±12.2 ^a	
frbeta rice MC	1267.4±641.4 ^b	1323.5±355.7 ^a	2232±886.7 ^a	2123.1±289 ^a	2073.7±268.8 ^a
fr amylase	2679.7±222.6 ^a	2833.7±210.3 ^a	3166.9±511.0 ^a		
fr amylase 0.5	697.2±74.7 ^b	3102.8±1059 ^a	3492.5±431.7 ^a		
fr amylase.0.8	1136.5±207.5 ^a	1530.9±480.8 ^b	1931.9±250.8 ^b	2232.3±211.0 ^b	3355±101.0 ^b
fr amylaseM.C	697.2±374.7 ^a	1102.8±1058.8 ^a	2492.5±431.7 ^a	3011.8±320.9 ^a	3520.2±373.4 ^a

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column of each samples are not significantly different($p<0.05$)

Table 99. Texture profile analysis parameters of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C hardness (g)

Samples	Storage days (%)				
	0	1st	2nd	3rd	4th
f100	872.0±307.3 ^a	1061.1±27.5 ^a	1868.7±78.8 ^a	2682.5±84.9 ^b	3875.4±80.1 ^a
f0.5	1895.5±373.4 ^a	2660.1±112.1 ^a	2693.9±193.6 ^b	2777.8±140.9 ^b	2833.8±159.2 ^b
f0.8	575.4±189.9 ^c	905.6±214.4 ^b	1180.1±223.7 ^{ab}	1338±129 ^a	1338.4±123.2 ^a
fM.C.	1476.3±343.5 ^a	2241.3±92.7 ^a	2514.5±104.9 ^a	2570.6±1199.1 ^a	2226.6±590.3 ^a
fr	442.8±27.7 ^b	760.5±346.6 ^{ab}	831.2±31.4 ^b	904.8±37.2 ^{ab}	871.4±154.5 ^{ab}
fr0.5	348.6±55.1 ^a	479±12.3 ^a	537.6±20.9 ^c	704.5±67.9 ^c	548.7±26.6 ^c
fr0.8	348.6±55.1 ^a	526.2±37.2 ^a	649.1±20.9 ^c	704.5±67.9 ^c	558.7±26.6 ^c
frM.C.	810.5±232.6 ^a	1432.7±1123.5 ^a	1475±362 ^a	2170.4±214.6 ^a	2204.3±359.2 ^a
frbeta rice	235.4±12.9 ^{cd}	383.9±75.4 ^d	514.4±69.3 ^{cd}	594.8±62.7 ^{bc}	1531.1±70.8 ^a
frbeta rice 0.5	678±241.5 ^a	1455.6±60.3 ^a	2410.5±1642.5 ^a	3313.5±674 ^a	3395±275.6 ^a
frbeta rice 0.8	525.4±35.3 ^a	1479±12.3 ^c	1588.3±16.6 ^c	2581.5±16.6 ^c	2893.1±226.6 ^c
frbeta rice MC	1267.4±641.4 ^b	1441.7±60.3 ^a	1892.1±642.5 ^a	2329.2±32.9 ^a	2965.7±674 ^a
fr amylase	2679.7±222.6 ^a	2927.2±210 ^a	3434.4±268.8 ^a	4232.0±886.7 ^a	5678±764.5 ^a
fr amylase 0.5	697.2±74.7 ^b	2448±514.3 ^a	2751.8±1115.3 ^a	3821±926.9 ^a	4660.9±426.4 ^a
fr amylase.0.8	1136.5±207.5 ^a	1530.9±0.8 ^b	1931.9±0.8 ^b	2132.3±1.0 ^b	2660.8±558.7 ^c
fr amylaseM.C	697.2±374.7 ^a	1687.8±320.9 ^a	2120.9±373.4 ^a	2918.1±431.7 ^a	3681.2±1059 ^a

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column of each samples are not significantly different($p<0.05$)

Table 100. Correlation moisture content and hardness of roll bread made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 25°C and 5°C

Samples	Storage condition	
	25°C	5°C
f100	-0.5789	-0.1692
f0.5	-0.18310	-0.6571
f0.8	-0.857749	-0.5460
fM.C.	-0.9432	-0.7504
fr	-0.7665	-0.2498
fr0.5	-1	-0.49953
fr0.8	-0.9664	-0.227406
frM.C.	-0.8840	-0.2726
frbeta rice	-0.1107	-0.287912
frbeta rice 0.5	-0.437732	-0.1817
frbeta rice 0.8	-0.2347	-0.36578
frbeta rice MC	-0.378411	-0.5596
fr amylase	-0.2701	-0.398376
fr amylase 0.5	-0.7999	-0.7390
fr amylase 0.8	-0.2784	-0.32456
fr amylase MC	-0.8099	-0.8484

Refer to the comment in Table 90

파. 색도

겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵을 25°C에서 8일간 저장하면서 측정된 crust와 crumb의 hunter value의 변화는 Table 101, 103과 같다.

1) f 시료군

이 시료들의 crust의 L값은 시간이 경과할수록 낮은 것으로 나타났고, 초기에 가장 높은 시료는 1-monocaprin 첨가시료였고, 가장 낮은 시료는 겨자 paste 0.8% 첨가시료였다. 시간이 경과할수록 적색도(a)는 큰 변화가 없었고,

황색도(b)도 큰 차이가 없었다.

시간이 경과할수록 crumb의 L, a값은 큰 차이가 없었고, b값도 대조구와 겨자 paste 0.5%, 0.8% 첨가시료의 경우에도 변화가 없었으나, 1-monocaprin 첨가시료는 초기의 b값이 다른 시료들보다는 컸다.

2) fr 시료군

이 시료들의 초기의 L값은 35에서 60으로 1-monocaprin을 혼합한 시료가 가장 높았고, 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈으나, 1-monocaprin을 혼합한 시료는 감소의 폭이 아주 적게 나타났고, a 값은 약간 낮아지고, b값은 거의 변화가 없었다.

시간의 변화에 따른 crumb의 L, a 그리고 b값의 변화도 f 시료군과 유사한 경향을 보였다.

3) fr beta rice 시료군

이 시료들의 초기 L값은 거의 유사한 수준이고 시간의 경과에 따라서는 약간 증가하였으며, 겨자 paste 0.8% 첨가시료는 약간 감소하는 경향을 보였고, 1-monocaprin은 큰 변화를 보이지 않았다. 초기의 a값은 모든 시료들이 거의 유사하였으며, 저장기간이 경과할수록 큰 변화가 없었다.

저장기간에 따른 crumb의 L, a 그리고 b값의 변화도 역시 f 시료군과 유사한 경향을 보였다.

4) fr amylase 시료군

이 시료들의 초기의 L값은 거의 유사한 수준이고, 저장시간이 증가함에 따라서도 큰 변화가 없었고, 이런 현상은 a, b값은 유사하였다.

저장기간에 따른 crumb의 L, a 그리고 b값의 변화도 f 시료군과 거의 동일한 경향을 보였다.

파-1. 냉장온도 저장중의 색도 변화

겨자 paste와 1-monocaprin을 첨가하여 제조한 roll빵을 5°C에서 8일간 저장하면서 측정된 crust와 crumb의 hunter value의 변화는 Table 102, 104와 같다.

1) f 시료군

이 시료들의 crust의 초기의 L값은 유사하였으나 1-monocaprin 첨가시료는

약간 높았으며, 저장기간에 따른 변화는 큰 차이가 없었고, a 값도 저장기간에 따라 큰 차이가 없었고, b값도 저장기간에 따라 약간 증가하는 경향을 보였으나, 여기에서도 1-monocaprin 첨가시료가 가장 값이 컸다. crumb는 b값이 가장 큰 것으로 나타났다.

2) fr 시료군

이 시료들의 crust의 초기 L값도 1-monocaprin 첨가시료를 제외하고는 유사했으며, 저장기간에 따라서는 약간 증가하였으나, 1-monocaprin 첨가시료는 큰 차이를 나타내지 않았고, a값과 b값은 저장기간에 따른 변화가 거의 없었으며, b값도 1-monocaprin 첨가시료가 가장 컸다. Crumb의 저장기간에 따른 L, a, b값의 변화는 큰 차이가 없었다.

3) frbeta rice 시료군

이 시료들의 crust의 초기 L값은 거의 유사한 수준이고, 시간이 경과 할수록 약간 증가하는 경향을 나타냈다. a값은 약간 증가하였고, 저장시간이 길수록 b값은 변화의 큰 차이가 없었으며, paste 0.5% 첨가시료가 초기의 b값이 가장 컸다. Crumb의 저장기간에 따른 L, a, b값의 변화는 큰 차이가 없었다.

4) fr amylase 시료군

이 시료군의 crust의 초기 L값도 거의 유사하며, 저장시간이 길수록 약간 증가하였으며, a, b값은 초기는 거의 유사했으나 저장시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였다. Crumb의 저장기간에 따른 L, a, b값의 변화는 큰 차이가 없었다.

Table 101. Comparative color evaluation of roll bread crust made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 25 °C

Samples	Hunter's color value (Crust)																			
	L								a								b			
	0				1				2				3				4			
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
f100	47.79	46.58	33.66	34.12		20.14	20.28	17.2	18.92		35.01	34.69	23.3	23.5		20	20.2			
f0.5	36.79	35.09				15.5	16.1				20					20	19.9	20.2	22	24.2
f0.8	37.22	35.44	37.47	37.2	36.9	14.6	13.1	14.1	16.4	14.9	20					36.5	38.0	36.72	39	
fMC	52.6	55.3	53.9	55.7		22.1	21.8	21.4	21.9		357	36.53	22	21.18		21.1	22.2			
fr	50.13	50.43	35.3	36.67		21.00	20.94	15.8	17.0		21.5	22.3	22.8	23.7		41.1	34.2	35.8	40.2	
fr0.5	35.04	33.72	31.49			14.1	14.1	19.9			34.77	37.34				39.85	41.37			
fr0.8	35.04	33.73	33.3	35.7		16.8	15.5	16.1	18.3		41.37	22.3	23.3	23.9		21.2	29.0	29.0	30.2	29.0
frMC	60.2	51.8	53.2	58.5		20.2	21.1	21.2	19.2		35	34.69	39.49			28.67	36.53	29.83		
frbeta rice	48.65	53.60				21.31	20.29				27.8	24.4	25.0	23.8		27.4	25.4	22.9	29.7	30.3
frbeta rice0.5	55.96	56.62				19.57	20.42				20.5	20.5	20.5	20.5		20.7				
frbeta rice0.8	56.62	50.0	37.0	36.0		20.42	20.29	17.6	18.5		35	34.69	39.49			28.67	36.53	29.83		
frbeta riceMC	42.6	44.6	35.2	45.1	44.8	18.2	20.5	20.5	21.2	20.7	20.5	20.5	20.5	20.5		20.7				
fr amylose	47.77	77	68.20			19.94	20.28	13.01			20.5	20.5	20.5	20.5		20.7				
fr amylose0.5	40.57	50.43	43.55			20.06	20.94	19.68			20.5	20.5	20.5	20.5		20.7				
fr amylose0.8	40	41.7	50	47	44.9	19.2	20.4	24.6	28.4	27.8	20.5	20.5	20.5	20.5		20.7				
fr amylose MC	46.2	42.4	42.2	45	47.0	19.9	19.8	18.3	20.1	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5		20.7				

Refer to the comment in Table 90

Table 102. Comparative color evaluation of roll bread crust made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Hunter's color value (Crust)																																																																																																																																																																																																																																																				
	L								a								b																																																																																																																																																																																																																																				
	0				1				2				3				4																																																																																																																																																																																																																																				
f100	47.79	51.41	50.17	59.45	57.44	20.14	19.89	20.32	18.69	16.28	35.01	37.4	37	41.1	38	36.79	53.66	48.99	49.12	54.22	54.22	15.5	19.2	19.2	19.5	16.2	20	38.2	34.2	34.3	35.9	37.22	47.45	48.99	49.12	54.22	54.22	14.6	21.06	19.22	19.52	16.24	20	34.64	34.2	34.3	35.8	52.9	56.32	37.58	54.79	54.56	55.62	22.1	21.4	21.6	22.1	22.3	36.5	36.5	37.9	37.9	36.9	36.9	50.13	56.06	45.59	55.45	55.62	51.03	21.0	18.47	21.71	20.58	18.08	35.7	38.66	32.98	40.14	38.97	35.04	52.32	52.87	54.88	51.03	14.1	20.95	18.9	17.7	19.15	21.1	39.17	37.89	38.1	35.8	35.04	42.3	50.82	55.82	59.0	16.8	19.5	16.1	18.3	20.2	21.5	29.67	32.32	23.7	25.5	60.2	51.7	56.3	52.2	51.4	20.2	21.6	20.5	21.6	21.6	41.1	34.6	38.0	35.2	34.4	48.65	51.36	58.22	56.24	50.74	21.12	19.72	19.8	19.4	18.63	35.15	41.64	33.43	36.43	36.43	55.96	51.36	45.11	57.24	48.86	19.57	20.22	20.71	19.23	19.33	39.85	36.51	31.24	39.22	33.13	56.62	40.1	57.24	46.0	40.3	20.42	16.6	19.23	18.5	20.5	41.37	22.3	39.22	23.9	41.1	42.6	42.5	46.8	44.9	40.4	18.2	20.7	20.9	21.3	20.0	21.2	27.5	30.9	29.4	24.4	47.77	61.09	60.40	61.24		19.94	17.86	16.93	15.02	23.3	35	41.69	39.20	40.53	35.9	40.57	52.26	53.17	48.65	53.93	20.06	20.72	20.90	16.87	17.50	28.67	37.16	38.54	32.75	36.59	40	42.5	44.5	50.5	48.8	19.2	20.4	24.6	23.22	25.12	24.4	25.0	23.8	22.8	35.01	46.2	42.5	44.5	41	50.5	19.9	19.7	20.3	19.3	21.2	27.4	26.1	27.3	24.7	34.4

Refer to the comment in Table 90

Table 103. Comparative color evaluation of roll bread crumb made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 25 °C

Samples	Hunter's color value (Crumb)															
	L					a					b					
	Storage days					Storage days					Storage days					
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
f100	77.68	73.24	73.45			-0.63	-0.45	-0.56			16.67	16.38	16.32			
f0.5	64.86	67.71				-0.39	-0.32				13.9	15.27				
f0.8	66.73	67.26	63.94	74.17	77.61	-0.57	-0.42	-0.72	-0.7	-0.7	14.05	14.56	11.16	24.39	12.67	
fMC	77.19	79.42	79.6	79.2		1.6	1.2	1.8	1.2		26.8	25.8	27.8	25.7		
fr	76.51	75.13	75.36			0.41	-0.73	-0.65			21.04	14.29	14.56			
fr0.5	60.93	68.62	66.89			-0.32	-0.73	-0.32			13.67	13.68	14.02			
fr0.8	60.92	68.62	70.32	71.34		-0.32	-0.73	-0.56	-0.23		13.67	13.68	14.56	13.45		
frMC	79.8	78.3	76.4	75		1.3	1.4	1.76	1.3		27.8	27.5	28.7	26.8		
frbeta rice	78.68	78.65				0.20	-0.68				21.69	16.22				
frbeta rice0.5	84.06	72.14	68.83			-0.30	-0.26	-0.46			18.32	17.22	17.35			
frbeta rice0.8	71.3	70.1				-0.56	-0.66				18.9	20.3				
frbeta riceMC	78.58	80.6	77.9	78.6	78.4	1.8	1.0	1.3	1.2	1.4	24.1	22.5	23.2	23.8	24.7	
fr amylase	82.75	73.24				-0.34	-0.45				19.14	16.38				
fr amylase0.5	77.91	75.13	70.48			-0.29	-0.73	-0.56			18.71	14.29	14.24			
fr amylase0.8	76.5	72.5	74.5			-0.92	-0.4	-0.46			18.4	19.5	20.8			
fr amylase MC	79.2	79.3	80	77.3	77.7	1.2	0.7	1.4	1.3	0.8	21.5	21	22.4	23.3	22.6	

Refer to the comment in Table 90

Table 104. Comparative color evaluation of roll bread crumb made from rice powder-wheat composite flour stored during 8 days at 5°C

Samples	Hunter's color value (Crumb)																																																																																																																																																																																																																																															
	L								a								b																																																																																																																																																																																																																															
	0				1				2				3				4																																																																																																																																																																																																																															
f100	77.68	78.78	72.15	70.57	72.15	-0.63	-0.41	-0.42	-0.50	-0.42	16.67	17.61	16.15	16.46	16.15	64.86	66.73	68.6	58.56	67.2	-0.39	-0.57	-0.77	-0.29	-0.42	13.9	14.05	15.13	14.66	14.56	66.73	67.26	63.94	74.17	77.61	-0.57	-0.42	-0.72	-0.7	-0.7	14.05	14.56	11.16	24.39	12.67	77.19	80.82	80.70	81.3	78.4	1.6	0.9	1.0	1.3	1.7	26.8	24.8	25.2	25.2	25.57	76.51	81.71	70.81	73.74	70.81	0.41	-0.52	-0.44	-0.53	-0.44	21.04	16.30	16.77	17.24	16.77	60.93	73.04	69.34	63.7	65.35	-0.32	-0.68	-0.71	-0.56	-0.64	13.67	15.25	14.88	14.5	13.34	60.92	78.22	70.32	71.34	69.22	-0.32	-0.73	-0.56	-0.23	-0.67	13.67	13.68	14.56	13.45	15.57	79.8	76.3	79.24	78.79	74.86	1.3	0.7	1.19	1.2	1.56	27.8	27.3	26.4	26.57	27.01	78.68	79.72	77.70	80.17	78.78	0.20	-0.66	-0.70	-0.64	-0.41	21.69	16.08	15.46	16.22	17.61	84.06	77.54	76.14	67.48	81.71	-0.30	-0.62	-0.60	-0.64	-0.52	18.32	15.92	16.17	14.09	16.30	71.3	70.1	78.11	80.31	78.38	-0.56	-0.66	-0.82	-0.29	-0.67	18.9	20.3	19.32	20.42	22.28	78.58	78.7	82.0	77.5	77.2	1.8	1.5	1.4	1.3	1.0	24.1	23.7	23.5	23.8	22.5	82.75	78.78	60.40	51.23	68.11	-0.34	-0.41	16.93	0.15	-0.60	19.14	17.61	39.20	13.56	12.83	77.91	81.71	67.48	54.33	69.80	-0.29	-0.52	-0.64	20.20	-0.76	18.71	16.30	14.09	39.10	11.58	76.5	74.45	69.22	71.37	69.84	-0.92	2.03	2.08	2.03	1.72	18.4	22.77	23.87	23.51	23.09	79.2	76.9	76.8	79.3	75.4	1.2	0.7	1.2	1.0	0.9	21.5	21.7	21.6	21.8	22.9

Refer to the comment in Table 90

하. 관능검사

밀가루와 쌀 등의 재료와 저장성 증진을 위한 첨가제를 혼합하여 제조한 제조 당일의 관능검사 결과는 Table 105와 같다.

1) f 시료군

제조 당일의 volume은 유사하게 평가하였으나, taste, flavor, texture와 종합적인 기호도 항목에서는 겨자 paste 첨가시료와 1-monocaprin 첨가시료들이 대조구에 비해 높게 평가되어 저장제의 첨가는 roll빵의 관능검사 항목에 영향을 주는 것으로 추측된다.

2) fr 시료군

이 시료들의 기호도에서 flavor 항목이 낮게 평가되었으며, 대조구에 비해 volume, taste, texture와 종합적인 기호도가 겨자 paste 0.8%와 1-monocaprin 첨가시료에서 높게 평가되어 저장을 위한 첨가물질의 혼합이 roll빵의 품질에 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

3) fr beta rice 시료군

이 시료군들의 기호도에서 겨자 paste 0.5% 첨가구의 종합적인 기호도가 가장 낮게 평가되었으나 겨자 paste 0.8%와 1-monocaprin 첨가구는 volume, taste, flavor, texture 그리고 종합적인 기호도에서 대조구에 비해 약간 높은 평가를 받아 첨가물질이 roll빵의 물성에 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

4) fr amylase 시료군

이 그룹의 시료들에서도 1-monocaprin 첨가시료는 대조구에 비해 volume, taste, flavor, texture 그리고 종합적인 기호도에서 높은 평가를 받았다.

Table 105. Sensory evaluation of roll bread crumb made from rice powder-wheat composite flour

Samples	Organoleptic factor					Overall preference
	Volume	Taste	Flavor	Texture		
f100	4.84±0.41 ^a	2.67±0.52 ^b	3.33±0.82 ^b	3±0.63 ^b	2.67±1.21 ^b	
f0.5	4.67±0.82 ^a	3.33±0.52 ^b	4±0.89 ^{ab}	4.5±0.84 ^a	4.5±0.84 ^a	
f0.8	4.55±0.55 ^a	3.45±0.32 ^b	4.3±0.55 ^a	4.6±0.21 ^a	4.6±0.85 ^a	
fMC	4.8±0.89 ^a	4±0.54 ^a	4.3±0.81 ^{ab}	4.7±0.87 ^a	4.6±0.82 ^b	
fr	3.67±0.52 ^a	3.83±0.98 ^a	3.67±0.82 ^a	4.67±0.82 ^a	4.17±1.17 ^a	
fr0.5	3.56±0.41 ^a	3.66±0.52 ^a	3.64±0.89 ^b	3.8±0.66 ^b	3±0.45 ^b	
fr0.8	4.17±0.41 ^a	4.67±0.52 ^a	3.33±0.52 ^b	4.33±0.52 ^a	4±0.63 ^a	
frMC	4.5±0.87 ^a	4.52±0.56 ^a	3.51±0.56 ^a	4.22±0.63 ^a	4.5±0.87 ^b	
fr beta rice	3.83±0.41 ^a	3.67±0.52 ^a	3.5±0.84 ^a	3.17±0.41 ^a	3.83±0.41 ^a	
frbeta rice 0.5	3.55±0.52 ^a	3.78±0.98 ^a	3.56±0.89 ^b	3.64±0.87 ^b	2.87±1.15 ^b	
fr beta rice 0.8	4.33±0.41 ^a	3.8±0.32 ^b	3.95±0.82 ^a	3.88±0.22 ^b	3.78±0.17 ^a	
frbeta rice MC	4.6±0.52 ^a	4.12±0.52 ^a	4.33±0.32 ^a	4.3±0.22 ^a	4.3±0.43 ^b	
fr amylase	3.83±0.98 ^a	3.33±1.03 ^a	3.67±0.52 ^a	4±0.89 ^a	3.67±0.82 ^a	
fr amylase 0.5	4±0 ^a	4.17±0.41 ^{bc}	3.83±0.98 ^c	4.67±0.52 ^{ab}	4.5±0.55 ^{abc}	
fr amylase 0.8	3.88±0.35 ^a	4±0.64 ^a	3.52±0.76 ^b	3.55±0.66 ^a	3.5±0.67 ^{ab}	
fr amylase MC	4.58±1.2 ^a	4.0±0.45 ^b	4.2±0.88 ^a	4.76±0.95 ^a	4.6±0.77 ^b	

Refer to the comment in Table 90

Superscript with the same letter in horizontal column of each samples are not significantly different($p<0.05$)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구 분		평가의 착안점 및 달성도	
		착 안 사 항	달 성 도
1차년도 (2004)	노화억제를 위한 쌀가루 원료 처리의 타당성 검토 /예비제품개발	<ul style="list-style-type: none"> • 쌀가루 원료의 β-amylase에 의한 호정화 • 호정화된 쌀가루/냉동생지/roll빵의 amylopectin함량 측정 • 호정화된 쌀가루/냉동생지/roll빵의 입자크기측정 • 호정화된 쌀가루/냉동생지/roll빵의 수분함량 측정 	100 100 100 100
	쌀가루 다량 첨가에 의한 다양화된 제품 개발/노화억제책 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 쌀냉동생지/roll빵의 제조조건 확립 • 쌀냉동생지/roll빵의 물성 개량제의 종류와 혼합 비율 선정 • 쌀냉동생지/roll빵의 저장성 증진제의 종류와 혼합비 선정 	100 100 100
	3차년도 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • 쌀빵제품 및 냉동생지 제조를 위한 혼합을 결정 • 쌀빵제품 및 냉동생지의 물성 개량제의 종류와 혼합을 결정 	100 100
	최종평가	<ul style="list-style-type: none"> • β-amylase에 의한 쌀가루 원료처리가 노화와의 관련성 확인 • 쌀가루가 다량 함유되는 새로운 제품개발 • 쌀가루 다량 함유개발된 제품의 조직감 특성 확인 • 쌀가루 다량 함유개발된 제품의 저장성 연장 확인 • 쌀첨가의 빵냉동 생지의 제조 개발 확인 • 쌀빵제품 냉동생지의 물성확인 	100 100 100 100 100 100

관련 분야에의 기여도

1. 기술적 측면

- 가. 효소공학적 기술에 의한 쌀가루 노화억제책의 새로운 형태 개발
- 나. 효소공학적 기법에 의하여 제조된 노화억제 쌀가루의 제조
- 다. 노화억제의 원료 사용에 의한 다양한 쌀빵제품의 개발 가능
- 라. 노화억제 원료 사용 쌀빵제품의 저장성 연장으로 인한 유통성 증진의 효과
- 마. 냉동생지의 개발에 의한 쌀빵의 소비 촉진 효과 확대
- 바. 새로운 형태 쌀빵제품 개발에 의한 쌀빵의 새로운 조직감에 대한 소비자 인식의 전환으로 기호도 제고

2. 경제·산업적 측면

- 가. 노화억제 원료의 보급 확대에 의한 쌀 수요증가 및 정부의 쌀소비 문제 비용 절감
- 나. 새로운 쌀빵 제품의 개발에 의한 우리 쌀을 이용한 식품 개발 경쟁력 확보
- 다. 국내 농산물의 고부가 가치 상품화 수출 실현 가능성 증가
- 라. 냉동생지 개발에 의한 유통의 효율성제고와 소비촉진 및 쌀빵 기술개발의 산업화 촉진
- 마. 노화 억제 원료의 개발에 의한 쌀빵제조 기술 이전의 활성화
- 바. 농업, 식품분야 특허로열티 지출감소

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 전통식품개발 기술의 이전으로 사업 활성화에 활용

In store bakery에서 해동시켜 신선한 쌀빵을 제공한다면 밀빵보다는 더 쉽게 선택하는 품목이 될 것이며 소비증가는 새로운 제품개발의 매체가 될 것이다.

2. 쌀빵제품 개발의 활성화 자료

쌀빵의 노화억제 원료의 개발과 함께 다양한 종류의 빵 종류 개발에 의하여 디자인과 맛, 조직감이 다양한 우리의 독특한 상품개발의 촉매가 될 수 있다.

3. 기능성 쌀빵제품 개발자료

기능성 곡류나 식재료들의 첨가가 그 양이 적은 것은 물론 조직감, 색상, 저장성 등의 개선점을 가지고 있어 실용화하기에 어려움이 있었으나 원료의 개발에 힘입어 기능성 쌀빵 제품 개발이 촉진된다.

4. 빵 관련 산업의 발전

디자인, 쌀빵 포장재, 저장 증진제, 물성 개량제와 관련된 산업의 확대 발전으로 고용 및 소득증대에 활용될 수 있다.

5. 본 연구를 통하여 획득한 기초 및 응용자료는 학회 발표 및 학회지에 투고할 예정이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 참고문헌

- [1] 김영애. 올리고당의 cake의 품질과 노화에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 27(5): 875-880 (1998)
- [2] 이경애, 이윤진, 이선영. 올리고당을 사용한 sponge cake의 물리적, 관능적 텍스처 물성. 한국식품영양과학회지. 28(3): 547-553 (1999)
- [3] 안정미, 송영선. 미역과 다시마 가루를 첨가한 케이크의 물리화학적 및 관능적 특성. 한국식품영양과학회지. 28(3): 534-541 (1999)
- [4] 이선영, 이미라, 이경애. 올리고당을 사용한 스펀지 케이크의 흰쥐의 소화관 생리와 혈청 지질에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 28(3): 619-624 (1999)
- [5] 이경애, 이윤진, 이선영. 이소말토올리고당 사용한 약과의 특성. 한국식품영양과학회지. 30(2): 261-265 (2001)
- [6] 배송환, 이찬, 이석원, 윤철식, 정수현, 백강균. 자실체의 첨가가 제빵 적성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 32(7): 997-1001 (2003)
- [7] 박장현, 김영옥, 국용인, 조덕봉, 최영국. 가루 녹차 첨가가 제면 특성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 32(7): 1021-1025 (2003)
- [8] 김명희, 김정옥, 신말식. 저항전분을 첨가한 스펀지 케이크의 특성. 한국식품영양과학회지. 30(4): 623-629 (2001)
- [9] 강미영, 최영희, 최해춘. 쌀의 이화학적 특성과 저장 쌀빵의 노화성과의 관계. 한국식품영양과학회지. 26(5): 886-891 (1997)

- [10] 박금순, 이선주. 울무 및 녹차의 첨가 함량을 달리한 식빵의 품질 특성. 한국식품영양과학회지. 28(6): 1244-1250 (1999)
- [11] 김명애, 오승희. 미분을 이용한 chou의 제과 특성 연구. 한국조과학회지. 11(1): 69-76 (1995)
- [12] 신인영, 김혁일, 김창순. 당 알콜이 밀전분의 호화 및 노화에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 28(6): 1251-1255 (1999)
- [13] 전순실. 양과 분말을 첨가한 기능성 스폰지 케이크의 개발에 관한 연구. 한국식품영양과학회지. 32(1): 62-66 (2003)
- [14] 정하열, 박동규. 포도 종실 에탄올 추출물의 항균 활성. 한국식품영양과학회지. 32(1): 109-114 (2003)
- [15] 김복란, 최용순, 이상영. 메밀가루를 이용한 제빵 적성 연구. 한국식품영양과학회지. 29(2): 241-247 (2000)
- [16] 김창순, 정순경, 오유경, 김대영. 빵 부패 미생물에 대한 녹차의 항균 작용. 한국식품영양과학회지. 32(3): 413-415 (2003)
- [17] 박정옥, 박현정, 송재철. Maltitol 첨가와 가래떡의 노화 억제. 한국식품영양과학회지. 32(2): 175-180 (2003)
- [18] 유정희. 흰찰쌀보리 가루를 이용한 제빵 특성 연구. 한국식품영양과학회지. 28(5): 1034-1043 (1999)
- [19] 강미영, 최영희, 최해춘. Gum질, 지방질 및 활성 gluten 첨가에 따른 쌀빵 특성 비교. 한국식품과학회지. 29(4): 700-704 (1997)

- [20] 이현영, 김성미, 김진영, 윤선경, 최정수, 박선미, 안동형. 키토산 첨가에 의한 식빵의 저장성 증진 효과. 한국식품영양과학회지. 31(3): 445-450 (2002)
- [21] 이경혜, 이영춘. 발효 빵에 첨가한 carboxy methyl chitosan이 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 29(1): 96-100 (1997)
- [22] 김영수, 하태열, 이상효, 이현유. 미강식이섬유가 밀가루의 리올리지와 생국수의 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 29(1): 90-95 (1997)
- [23] 금준석. 아밀로오스 함량이 쌀 식빵의 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 30(3): 590-595 (1998)
- [24] 이종민, 이명구, 이시경, 조남지, 차욱진. 냉동 생지 제조시 검류의 첨가가 반죽 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 32(3): 604-609 (2000)
- [25] 정동식, 은중방. 흑미가루를 첨가한 밀가루 반죽의 물리적 특성. 한국식품과학회지. 35(1): 38-43 (2003)
- [26] 임영순, 차욱진, 이시경, 김영점. 구기자 분말을 첨가한 생면의 품질 특성. 한국식품과학회지. 35(1): 77-83 (2003)
- [27] 민혜형, 박은정, 이상국, 조용진. 포도 추출물들의 자유라디칼 소거작용 및 마우스 대식 세포주의 염증 발현 매개 인자들에 대한 생성 억제 효과. 한국식품과학회지. 35(1): 132-137 (2003)
- [28] 최성희, 김영수. 칙즙 첨가 식빵의 관능적 특성과 향기 성분. 한국식품과학회지. 34(4): 604-609 (2002)
- [29] 장재권, 이윤형, 이석훈, 변유량. Sodium stearoyl lactylate가 아밀로펙틴과의 결합물 형성 및 밀전분의 호화와 노화에 미치는 영향. 한국식품과학회지.

32(3): 500-506 (2000)

[30] 김혜영, 이인선, 강지윤, 김지연. 기능성 쌀 쿠키의 품질 특성 연구. 한국식품과학회지. 34(4): 637-641 (2002)

[31] 백무열, 김광중, 천기철, 하연철, 김왕수. 산처리 쌀 전분의 분자 구조와 노화 속도. 한국식품과학회지. 29(5): 876-946 (1997)

[32] 김종태, 이수정, 황재관, 김철진, 안병학. Propolis의 첨가가 식빵의 저장수명과 노화에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 29(5): 982-986 (1997)

[33] 장재권, 신용규, 이상호, 한은상, 이영호. 저급 지방산 모노글리세라이드와 아디핀산의 향균 작용에 관한 연구. 한국식품과학회. 29(5): 1038-1044 (1997)

[34] 김성근, 김일환. 과산화 피로 인산 나트륨이 칼국수 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 30(5): 1064-1069 (1998)

[35] 정순경, 조성환, 이동선. 향균성 플라스틱 필름을 이용한 딸기의 환경기체 조절 포장. 한국식품과학회지. 30(5): 1140-1145 (1998)

[36] 손혜숙, 박순옥, 황혜진, 임승택. 올리고당 시럽의 첨가에 따른 가래떡의 노화 억제 효과. 한국식품과학회지. 29(6): 1213-1221 (1997)

[37] 황성연, 엄익태. 유화제가 호빵의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 31(4): 977-983 (1999)

[38] 김영인, 금준석, 이상호, 이현유. 쌀가루의 제분 방법에 따른 증편의 노화도 특성. 한국식품과학회지. 27(6): 834-838 (1995)

[39] 김영수, 하태열, 이상호, 이현유. 미강 식이 섬유 추출물리 밀가루의 호화 및 노화에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 29(3): 464-469 (1997)

- [40] 배송환, 이철. 분리 대두 단백질의 첨가가 제빵 적성에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 30(6): 1295-1300 (1998)
- [41] 김명수. 버섯 분말을 첨가한 생면의 품질 특성. 한국식품과학회지. 30(6): 1373-1380 (1998)
- [42] 김상화, 이영택, 장학길, 원중현, 남중현. 국산밀을 이용한 white layer cake의 제조 적성. 한국식품과학회지. 34(2): 194-199 (2002)
- [43] 배중호, 우희섭, 최희진, 최청. 양과 분말을 첨가한 빵 반죽의 물리 화학적 특성. 한국식품과학회지. 35(3): 436-441 (2003)
- [44] 금준석, 이상호, 이현유, 김길환, 김영인. 체분 방법이 쌀가루의 입자 크기에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 25(5): 541-545 (1993)
- [45] 안덕순, 황용일, 조성환, 이동선. 항균 소재를 함유시킨 저밀도 폴리에틸렌 필름에 의한 상추와 오이의 포장. 한국식품영양과학회지. 27(4): 675-681 (1998)
- [46] 이민재, 목철균, 장학길. 자당-지방산 ester가 제빵 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회. 31(4): 994-998 (1999)
- [47] 강길진, 김관, 이상규, 김성근. 산처리쌀, 전분의 분자 구조와 노화 속도. 한국식품과학회지. 29(5): 876-881 (1997)
- [48] 임정교, 김용식, 하태열. 수수가루 첨가가 머핀의 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 30(5): 1158-1162 (1998)
- [49] 권은아, 장문정, 김선희. 다시마 가루를 첨가한 식빵의 품질 특성. 한국식품영양과학회지. 32(3): 406-412 (2003)

- [50] 고하영, 윤계순. 저장 온도 및 가열 방법이 밀가루 gel 및 식빵의 조직 특성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 28(3): 566-571 (1999)
- [51] 김은주, 김수민. 제조 방법 별 솔잎 추출물을 이용한 제빵 적성. 한국식품과학회지. 30(3): 542-547 (1998)
- [52] 김영호. 밀기울 첨가 반죽의 물리적 특성. 한국식품영양과학회지. 27(6): 1125-1131 (1998)
- [53] 김종태, 조성자, 황재관, 김철진. 국내산 밀의 품종 별에 따른 아미노산, 구성당 및 무기질 조성. 한국식품영양과학회지. 26(2): 229-235 (1997)
- [54] 김창순, 황철명, 송양순, 김혁일, 정동진, 한재홍. 한국형 찰빵 제조에 적합한 시판 밀가루 품질 및 적정 제빵 조건. 한국식품영양과학회지. 30(6): 1120-1128 (2001)
- [55] 김창순, 황철명, 김혁일, 정동진, 한재홍. 한국형 찰빵 제조에 적합한 국내산 밀 품종의 적합성. 한국식품영양과학회지. 30(6): 1129-1136 (2001)
- [56] 송은승, 김상지, 변기원, 강명화. Maltodextrin이 첨가된 저열량 레이어 케이크의 물리적 및 관능적 특성. 한국식품영양과학회지. 31(6): 1005-1010 (2002)
- [57] 이미라, 이경액, 이선영. 스펀지 케이크에 함유된 프락토 올리고당과 이소말토올리고당이 여대생의 변비 개선에 미치는 효과. 한국식품영양과학회지. 32(4): 621-626 (2003)
- [58] 황윤경, 김석영. 계란 하량과 비중이 스펀지 케이크의 품질에 미치는 영향. 한국조리과학회지. 15(4): 377-381 (1999)

- [59] 임정교, 김영희. 가루녹차가 식빵의 품질 특성에 미치는 영향. 한국조리과학회지. 15(4): 395-400 (1999)
- [60] 김선영, 유정희. 밀 및 자색고구마 가루의 제빵성에 대한 첨가제의 영향. 한국조리과학회지. 13(4): 492-499 (1997)
- [61] 강미영, 최영희, 최해춘. 백미와 현미 살빵의 특성 비교. 한국조리과학회지. 13(1): 64-69 (1997)
- [62] 김명애. 쌀가루 특성에 따른 스폰지 케이크의 제빵성. 한국조리과학회지. 8(4): 371-378 (1992)
- [63] 김순임, 김경진, 정해옥, 한영실. 쉐 첨가가 빵과 떡의 저장성 향상에 미치는 영향. 한국조리과학회지. 14(1): 106-113 (1998)
- [64] 고봉경, 임승택, 이귀주. 한국산 소백과 수입 소맥의 무기질 특성과 phytate 비교. 한국식품과학회지. 32(2): 231-237 (2000)
- [65] 육홍선, 김영호, 안현주, 김동호, 김정옥, 변명우. 멥게 껍질로부터 정제된 섬유소 첨가 빵 반죽의 물리적 및 제빵의 품질 특성. 한국식품과학회지. 32(2): 387-395 (2000)
- [66] 조남지, 이시경, 김성곤, 주현규. Bifido bacterium bifidum을 이용한 밀가루 brew가 반죽의 이화학적 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 30(4): 832-841 (1998)
- [67] 조수진, 홍운호. 시판 유청 분말의 이화학적 및 기능적 특성. 한국식품과학회지. 27(2): 151-155 (1995)
- [68] 김상용, 노봉수, 오덕근. 혼합 젖산균을 이용한 밀가루 용액의 반복 유가

식 발효. 한국식품과학회지. 29(2): 343-347 (1997)

[69] 김현주, 강우원, 문광덕. 천마 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성. 한국식품과학회지. 33(4): 437-443 (2001)

[70] 하태열, 김수현, 조일진, 이현유. 결명자 식이섬유가 쌀 첨가 식빵의 제빵 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 35(4): 598-603 (2003)

[71] 양혜영, 조영주, 오상석, 박기환. 대두유와 버터의 첨가 비율 및 온도가 스펀지 케익의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 35(5): 856-864 (2003)

[72] 김영애. 뽕알 분말을 첨가한 엘로우 레이어 케이크의 품질 특성. 한국식품과학회지. 35(5): 871-876 (2003)

[73] 이영택, 장학길. 찰성 및 메성 쌀보리가루의 첨가가 제빵 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 35(5): 918-923 (2003)

[74] 이종민, 이명구, 이시경, 조남지, 김상무. 냉동 생지 제조시 검류의 첨가가 제빵 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회. 33(2): 190-194 (2001)

[75] 서동순, 장판식, 김광욱. 산화 셀룰로오스를 첨가한 레이어 케이크의 이화학적 및 관능적 특성. 한국식품과학회지. 33(2): 216-220 (2001)

[76] 고봉경. 반죽이 냉동과 저장 조건에 따른 빵의 품질 특성. 한국식품과학회지. 34(3): 413-418 (2002)

[77] 이현영, 김성미, 김진영, 윤선경, 최정수, 박선미, 안동현. 키토산 첨가에 따른 식빵의 품질 변화. 한국식품과학회지. 34(3): 449-453 (2002)

[78] 정구민. 썩이 쌀가루의 이화학적 성질, paste, gel에 미치는 영향. 한국식

품과학회지. 25(6): 626-631 (1993)

[79] 강미영, 고희중, 한지연. 8품종 변이체 벼의 현미 및 백미빵 가공성 비교. 한국식품과학회지. 32(1): 82-89 (2000)

[80] 정현실, 노경희, 고미경, 송영선. 부추의 첨가가 식빵의 물리화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 28(1): 113-117 (1999)

[81] 최옥자, 김용두, 강성구, 정현숙, 고무석, 이홍철. 신선초 가루를 첨가한 식빵의 품질 특성. 한국식품영양과학회지. 28(1): 126-131 (1999)

[82] 임정교, 김명희. 가루 녹차가 첨가 식빵의 품질 특성에 미치는 영향. 한국조리과학회지. 15(4): 395-400 (1999)

[83] 최영선, 김영아. 현미 첨가에 의한 백설기의 특성 변화에 관한 연구. 한국조리과학회지. 9(2): 67-73 (1993)

[84] 이정훈, 최두리, 이시경, 민상기. 1차 발효후 냉동 생지를 이용한 빵의 특성에 미치는 비타민 C의 영향. 한국식품과학회지. 35(1): 92-96 (2003)

[85] 강길진, 김정수. 측백의 히토추출물이 식빵의 shelf-life에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 29(4): 624-628, (2000)

[86] 정지영, 김광호, 신동주, 손규목. 단감가루 첨가량을 달리한 식빵의 품질 특성. 한국식품영양과학회지. 31(5): 738-742 (2002)

[87] 정명희, 박금순. 눈꽃과 번데기 동충하초 첨가 식빵의 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 31(5): 743-748 (2002)

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.