

항원성이 저감화 처리된 국내산 밀을 이용한 발효빵의 제조 및 품질 특성

박주연 · 안정엽¹ · 한영숙*

성신여자대학교 식품영양학과, ¹(주)생그린 기술연구소

Development and Quality Evaluation of Hypo-Allergenic Bakery Products using Homegrown Wheat

Ju-Yeon Park, Jeung-Youb Ahn¹, and Young-Sook Hahn*

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University
¹SaengGreen R&D Institute

As an alternative of yeast, various concentrations to prepare hypo-allergenic bread (HAB). Addition of sodium bicarbonate increased CO₂ emission, but at higher than 2.0% caused bitter taste compared to other mixtures. Addition of sucrose significantly increased CO₂ emission. HABs 7 (NaHCO₃, 2.0 g + sucrose 0.63 g) and 8 (NaHCO₃, 2.0 g + sucrose 1.0 g) showed higher grain and color scores. HAB 5 (NaHCO₃, 1.5 g + sucrose 1.0 g) and 6 (NaHCO₃, 1.5 g + sucrose 2.0 g) gave higher aroma and taste scores. HAB 5 showed significantly higher overall acceptability ($p < 0.05$) score than others, whereas HABs 7 and 8, regardless of high external sensory qualities, showed lower overall acceptabilities than HAB 5 due to bitter taste. Prototypical HAB was obtained using wheat flour (100 g) and water (62 mL) incubated at 37°C for 4 hr for treatment of b.p protease (100 mg) before adding sodium bicarbonate (1.5%), sucrose (1.0%), NaCl (1.0%), and citric acid (1.0%).

Key words: domestic wheat flour, hypo-allergenic bread (HAB), sensory properties, sucrose concentration, CO₂ emissions

서 론

인간이 생명을 유지하기 위해서는 식품을 통한 영양소의 섭취가 필수적으로 이루어져야 한다. 이런 식품은 생체에 영양소를 공급하여 생명을 유지하게 하는 필수 조건이기도 하지만 때로는 알레르기 질환의 원인이 되기도 한다. 알레르기(allergy)라는 용어는 1906년에 빈의 소아과 의사인 Clemens von Pirquet에 의해 처음으로 사용된 이래 현재까지 세계적으로 널리 쓰이는 단어이다(1).

식품 알레르기(food allergy)란 식이 형태로 우리 몸에 들어온 음식물의 특정 물질에 대하여 면역계가 과민하게 반응하여 여러 가지 증상을 일으키는 것을 가리키며 천식, 가려움을 동반한 발진, 발열 등의 전신증상과, 알레르기성 간장이완증후군으로 대표되는 신경증상, 설사, 복통, 구토 등의 소화기 장애 등 여러 병례를 나타낸다(2).

특히, 식품 알레르기 중 전 세계적으로 인류의 주식을 담당하고 있는 밀의 알레르기가 알려져 있다(3). 밀 알레르기는 기도를 경유한 항원자극으로 발생하여 천식이나 비염을 일으키

는데, α -amylase inhibitor가 주요 알레르겐으로 동정(4,5)되어 있으며 경구섭취에서는 밀의 주요 단백질인 gluten도 알레르기 증상을 일으킴이 증명되었다(6). 또한 예로부터 celiac disease라는 매우 심한 위장 증상을 나타내는 질환이 알려져 있다. 밀을 비롯한 소맥류(밀, 보리, 귀리 등)를 섭취함으로써 이와 유사하게 발증하며, 특히 소장에서의 염증, 전반적인 흡수불량을 특징으로 한다(6).

한편, 빵은 인간이 만들어 낸 과일이라고 일컬어 질 정도로 주원료인 밀가루가 그 맛과 모양을 과일만큼이나 다양하게 한다. 제빵에 있어 영향을 주는 요인으로는 밀가루의 단백질 함량 및 질이 가장 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(7,8). 이 기본적인 밀가루 이외에 원재료로서 효모, 물, 소금, 그리고 부원료로서 당류, 유지, 유제품 등이 사용된다. 일반적으로 단백질이 증가하면 빵의 체적이 좋아지는 것으로 알려져 있지만(9) 제빵에 있어 단백질의 함량보다는 단백질의 질이 더 중요하게 여겨진다(10-13). 밀가루의 단백질인 gluten은 반죽과정에서 삼차원적 망상 구조를 형성하여 반죽의 점탄성과 특유의 물성을 형성함으로써 잘 부풀고 좋은 품질의 빵이 형성된다(14).

식품 알레르기 치료를 위해서 알레르기를 일으키는 식품을 적극적으로 회피하는 알레르겐 제거 요법이 채택되고 있다(3). 그렇지만, 알레르기 원인 식품은 계란, 우유, 대두 등 주요 단백질 공급 식품이거나 쌀, 밀과 같은 주식을 담당하는 식품들이며 가공 식품의 형태로도 폭넓게 유통되고 있어 이들 식품군을 제한할 때 성장 발달 장애를 비롯한 영양 실조, 섭식 장

*Corresponding author: Young-sook Hahn, Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University, Dongseon-dong 3-ga, Sungbuk-gu, Seoul 136-742, Korea
Tel: 82-2-920-7210
Fax: 82-2-921-3197
E-mail: yshan@sungshin.ac.kr

에 등의 부작용이 초래될 수 있다. 또한 식품 알레르기를 나타내는 연령이 점차 성인까지 확대되는 추세이기 때문에 알레르기 원인이 되는 식품을 제거하는 것을 치료책으로 사용하기에는 매우 어려운 실정(6)이며 최근 알레르기 반응의 시작을 유발하는 원인 식품 내에서 주요 알레르겐으로 작용하는 단백질을 순수 정제하여 아미노산의 배열을 밝힌 뒤 알레르겐의 기능적 특성을 규명하는 연구가 다양하게 이루어지고 있다(15-17).

우리나라에서도 위와 같은 알레르기에 적극적으로 대처하기 위한 식품개발 연구가 활발히 진행되고 있으나 연구 대상이 되는 원인 식품이 달걀, 우유, 대두 등(18-20)으로 제한되어 있어 주식을 담당하는 쌀, 밀 등에 대해서는 연구가 미비한 실정이다.

그러므로 본 연구는 효소 분해에 의해 국내산 밀의 항원성 저감화를 시도한 연구(21)에서 bovine pancreas 유래의 protease (b.p. protease)가 밀의 항원성을 낮추는데 우수한 작용을 나타낸 결과에 따라 b.p. protease 처리로 항원성이 저감화된 국내산 밀의 빵 반죽과 yeast 대체물을 조합하여 발효빵을 제조하고 관능검사를 통하여 그 품질을 평가함으로써 증가 일로에 있는 밀 알레르기 환자 치료 식품 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 밀은 선형연구(22)에서 제빵 적성 등이 우수하다고 판명된 금강밀(protein 13.85%, moisture 11.22%, ash 0.52%)을 농촌진흥청 작물시험장에서 분양 받은 것으로서 Buhler Test Mill (Buhler Bros., Inc., Uzwil, Switzerland)로 AACC (23)법에 의하여 60% 제분율로 제분하여 -70°C에 저장한 후 시료로 사용하였다.

Gluten fraction 분해 효소는 bovine pancreas로부터 유래한 protease(Sigma co., MO, USA)를 사용하였으며 그 밖에 사용된 기타 시약은 Sigma(MO, USA)사 및 Junsei사(Tokyo, Japan)의 특급품을 사용하였다.

효소 처리로 항원성이 저감화된 밀 반죽 제조

금강밀 밀가루 100 g, 물 62 mL, bovine pancrease 유래 protease (b.p. protease) 100 mg(7.3 Unit/mg)의 조성(21,24,25)으로 Kaiser 자동제빵기(UBM-453, (주)카이젤)를 이용하여 30°C에서 15분간 반죽한 후 항원성을 저감화 하기 위하여 37°C incubator에서 4시간 반응시켜 gluten을 분해하였다. 이 과정 후 yeast대신 sodium bicarbonate와 citric acid(22)를 첨가하였으며 기본적인 발효빵 제조를 위하여 NaCl과 sucrose를 첨가하였다.

이 때 sodium bicarbonate는 1.25, 1.5, 2.0, 2.5%, sucrose는 0.63, 1.0, 2.0%의 농도로 첨가하였고 citric acid와 NaCl는 각각 1.0%씩 첨가하였다. 서로 다른 12종류의 반죽을 제조하기 위한 재료의 조합비율은 Table 1과 같았다.

Meissle 발효관에 의한 효소 처리 반죽에서의 CO₂ 생성량 측정

첨가제의 양을 달리하여 제조된 12종류의 반죽 30 g을 flask에 넣고 40% 황산 5 mL를 채운 Meissle 발효관에 연결하여 처음 중량을 측정 한 후 30°C에서 3시간 방치시켰다. 방치 후 다시 중량을 측정하여 감소된 중량으로부터 CO₂ 생성량을 산출하였다(25).

모든 실험은 3반복하여 통계처리 하였다.

Table 1. Experimental arrangement for hypoallergenic doughs according to compositional variations of sodium bicarbonate and sucrose

	NaHCO ₃ (g)	Sucrose (g)	NaCl (g)	Citric acid (g)	Water (mL)
HAB ¹⁾ 1	1.25	0.63	1.00	1.00	62
HAB 2	1.25	1.00	1.00	1.00	62
HAB 3	1.25	2.00	1.00	1.00	62
HAB 4	1.50	0.63	1.00	1.00	62
HAB 5	1.50	1.00	1.00	1.00	62
HAB 6	1.50	2.00	1.00	1.00	62
HAB 7	2.00	0.63	1.00	1.00	62
HAB 8	2.00	1.00	1.00	1.00	62
HAB 9	2.00	2.00	1.00	1.00	62
HAB 10	2.50	0.63	1.00	1.00	62
HAB 11	2.50	1.00	1.00	1.00	62
HAB 12	2.50	2.00	1.00	1.00	62

¹⁾HAB, Hypo-Allergenic Bread.

The compositional numbers were deposited per 100 g wheat floor.

발효빵의 제조

앞에 기술한 것과 같이 b.p. protease 처리로 항원성이 저감화된 반죽을 각각의 첨가제와 조합하여 12종류의 반죽을 제조하였다. 최종 mixture의 30 g을 손바닥으로 동그랗게 성형하여 180°C 오븐에서 20분 동안 구웠다(24).

대조군으로 저감화 하지 않은 금강밀 밀가루 100 g, 물 62 mL에 dry yeast(Ottogi, Korea), NaCl, sucrose를 각각 1.0%씩 첨가하였으며 실험군과 180°C 오븐에서 20분 동안 구웠다.

관능 평가

밀가루 반죽 과정에 효소 처리하여 항원성 저감화를 시킨 저알레르겐 빵 모델 12 종류와 대조군으로 일반적인 발효빵을 제조하였다. 이 시작품에 대한 관능 평가를 실시하여 기호도 차이를 조사하였다.

제조된 빵의 관능검사는 오븐에서 구운 후 30분 이내에 평가하였으며 5점 채점법을 사용하여 최저 1점에서 최고 5점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주었다. 관능검사 요원은 식품영양학과에 재학 중인 대학원생 9명을 대상으로 하였다. 실험군인 12종류의 빵과 대조군인 일반적인 발효빵은 흰색 접시에 하나의 시료 당 온전한 것과 반을 잘라 단면이 보이는 것이 제공되었고 요원들은 한 개의 시료를 평가한 후 반드시 물로 입안을 행군 후 다음 시료를 평가하도록 하였다. 각 접시에는 무작위로 추출한 3자리 숫자를 표시하여 숫자로 인한 편견을 방지하였다.

본 실험 결과는 SAS 프로그램을 이용하여 자료 분석 및 통계 처리하였다. 기술 통계량은 평균과 표준 편차를 사용하였다. 시료 간에 나타난 관능 특성의 유의성은 이원분산분석법(two-way ANOVA)(26,27)를 사용하여 신뢰도 95% 수준에서 분석하였으며 통계적인 유의차가 있을 때는 다중 비교 시험(multiple comparison test)의 Duncan's multiple range test(27)를 실시하여 검정하였다.

결과 및 고찰

Meissle 발효관에 의한 CO₂ 생성량 변화

Meissle 발효관에 의해 생성된 CO₂량을 Fig. 1에 나타내었다.

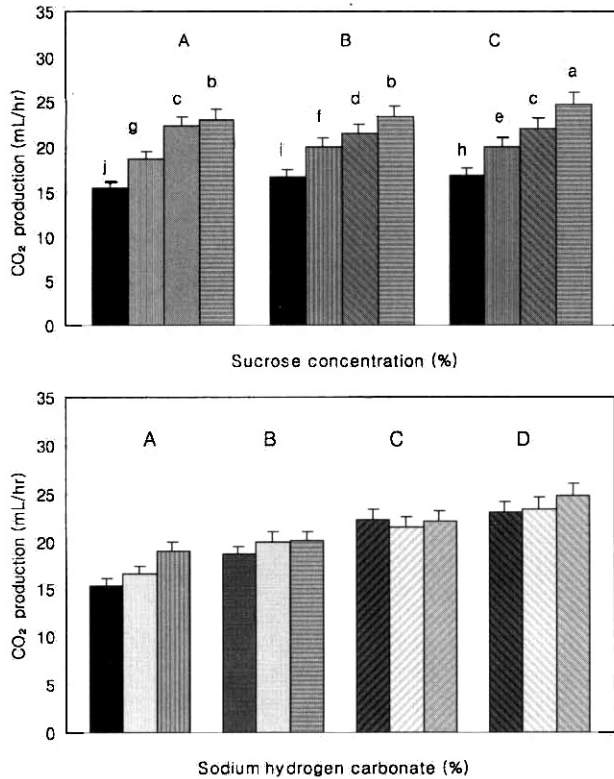


Fig. 1. Gassing power of dough by Meissle fermenter.

[A]: Values are mean \pm SDs of triplicate determinations and different superscripts indicate significant difference ($p < 0.05$). Sucrose concentration of each group is 0.63, 1.0 and 2.0%. Sodium bicarbonate concentration of each bar is ■: 1.25%, □: 1.5%, ▨: 2.0%, ▩: 2.5%. [B]: Values are mean \pm SDs of triplicate determinations. Sodium bicarbonate concentration of each group is as follows; 1.25, 1.5, 2.0 and 2.5%. Sucrose concentration of each bar is as follows; ■: 0.63%, □: 1.0%, ▨: 2.0%.

Baker's yeast에 있는 glutelin-type의 단백질들은 gluten의 allergenic peptide와 매우 유사한 구조로 되어있으므로(28) 본 연구에서는 탄소 공급원으로 sodium bicarbonate와 citric acid를 yeast 대신 첨가하였다(24).

첨가한 sucrose 농도가 같은 종류끼리 그룹을 나누어 나타낸 panel [A]에서 yeast 대체 첨가제로 사용한 sodium bicarbonate의 첨가량이 많아질수록 CO₂ 생성량이 증가하는 것을 확인할 수 있었으며 그 증가는 매우 유의적이었다.

Sucrose 농도가 CO₂ 발생량에 미치는 효과를 알아보기 위하여 대조군의 조합 비율에 sucrose 농도를 1.0, 5.0, 10.0%로 달리하여 실시한 결과(Fig. 2) 1.0%를 첨가한 경우가 가장 CO₂ 생성량이 우수하였고 5.0% 이상 첨가하였을 때 CO₂ 생성은 저해되었으며 이는 빵 종류에 따라 8% 이내를 첨가하는데 그 이

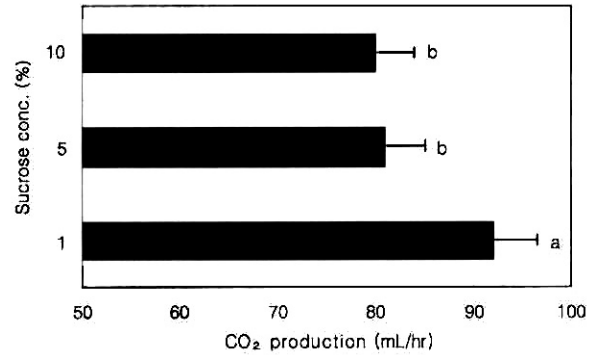


Fig. 2. Gassing power of control dough made from various sucrose concentration by Meissle fermenter.

Values are mean \pm SDs of triplicate determinations and different superscripts indicate significant difference ($p < 0.05$). The composition of control dough was 100 g of wheat flour, 62 mL of water, each 1 g of yeast, NaCl, and sucrose.

상 첨가하였을 때 삼투압이 증가되어 발효를 지연시킨다는 보고(29)와 일치했다. 반면 sodium bicarbonate의 첨가 농도가 같은 종류끼리 군(그룹)을 나누어 제시한 panel [B]를 보면 sodium bicarbonate의 첨가량이 같을 때 CO₂ 생성량은 sucrose 농도에 따른 경향을 찾아볼 수 없었으며 유의적이지 않았다.

제조된 발효빵의 품질

제조된 각 발효빵의 품질을 알아보기 위하여 체적과 무게에 대한 비로 specific volume(29)을 측정하였으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 체적의 경우 hypo-allergenic bread(HAB) 11, 12가 가장 높은 값을 보였다. HAB 12, 9, 11이 가장 많이 부푼 빵이 되었으며 HAB 1은 빵의 부피가 현저하게 적어 제빵용 조합으로는 부적합하였다.

관능 평가

각 조건에 따라 HAB(hypo-allergenic bread) 12가지로 제조된 발효빵의 관능평가 결과를 Table 3에 나타내었다.

기공과 촉감은 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 그러나 기공의 경우 부풀지 못한 HAB 1이 1.8의 매우 낮은 값을 나타내었다. 색에서는 HAB 9와 11이 3.7, 향에서는 HAB 5가 3.4의 높은 점수를 보이며 유의적($p < 0.05$)인 차이를 나타내었다. 맛은 매우 유의적인 차이를 보였다. HAB 1-3과 HAB 7-12는 각각 1.9-2.0, 2.1-2.8 사이의 매우 낮은 값을 보였는데 HAB 1-3은 sodium bicarbonate 농도가 낮아 쓴맛을 나타내지는 않았으나 CO₂ 발생이 적어 빵의 촉감을 주지 못했으며 또한 맛에도 영향을 준 것으로 분석된다. 그리고 HAB 7-12는 sodium bicarbonate의 첨가량이 2.0% 이상이어서 쓴맛이 강했기 때문일 것이라 생각된다.

전체적인 기호도를 조사한 결과, HAB 5가 3.7으로 가장 우

Table 2. Quality of breads by HAB¹⁾s

	HAB ¹⁾											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volume (mL)	22.5	31.0(4)	32.5	34.0	37.7	40.0	35.5	35.6	41.03	33.5	42.2	42.8
Specific volume ²⁾	1.13	1.24	1.30	1.30	1.35	1.43	1.31	1.32	1.47	1.42	1.46	1.48

¹⁾HAB, Hypo-Allergenic bread

²⁾Volume/weight (mL/g)

Table 3. The results of sensory evaluation for individual palatability characteristics in hypo-allergenic breads (HAB)

Sample	No.	Grain	Color	Texture	Aroma	Taste	Overall acceptability
HAB	1	1.77 ± 0.83	2.33 ± 0.86 ^{bc}	2.55 ± 0.88	2.11 ± 0.33 ^d	2.00 ± 0.70 ^d	1.77 ± 0.83 ^d
	2	2.66 ± 1.32	2.33 ± 0.86 ^{bc}	2.77 ± 0.83	2.33 ± 1.11 ^{cd}	1.88 ± 0.78 ^d	1.88 ± 0.76 ^{cd}
	3	2.77 ± 1.20	2.22 ± 0.97 ^c	2.88 ± 1.16	2.44 ± 0.72 ^{bcd}	1.88 ± 0.60 ^d	2.11 ± 1.26 ^{bcd}
	4	2.22 ± 1.20	2.66 ± 1.22 ^{abc}	3.33 ± 1.11	2.55 ± 0.88 ^{abcd}	3.22 ± 1.30 ^{ab}	3.00 ± 1.65 ^{abc}
	5	2.44 ± 1.01	2.88 ± 1.26 ^{abc}	3.33 ± 1.11	3.44 ± 1.13 ^a	3.66 ± 0.70 ^a	3.66 ± 1.00 ^a
	6	2.33 ± 1.22	2.88 ± 1.26 ^{abc}	2.88 ± 0.78	3.22 ± 1.20 ^{abc}	3.11 ± 1.05 ^{abc}	3.22 ± 1.20 ^{ab}
	7	3.33 ± 0.86	3.44 ± 1.13 ^a	3.11 ± 1.16	3.22 ± 0.66 ^{abc}	2.77 ± 0.83 ^{abcd}	3.22 ± 1.09 ^{ab}
	8	3.00 ± 1.22	3.33 ± 1.00 ^{ab}	3.44 ± 1.23	2.88 ± 0.60 ^{abcd}	2.55 ± 0.88 ^{bcd}	2.77 ± 0.83 ^{abcd}
	9	3.00 ± 1.22	3.66 ± 1.11 ^a	3.22 ± 1.20	2.88 ± 0.60 ^{abcd}	2.44 ± 1.13 ^{bcd}	3.44 ± 0.88 ^a
	10	3.11 ± 1.05	3.33 ± 1.32 ^{ab}	3.22 ± 1.30	3.44 ± 0.52 ^a	2.55 ± 1.23 ^{bcd}	3.11 ± 1.26 ^{ab}
	11	3.00 ± 1.00	3.66 ± 1.22 ^a	3.11 ± 1.26	3.33 ± 0.86 ^{ab}	2.11 ± 1.26 ^{cd}	2.77 ± 1.09 ^{abcd}
	12	3.22 ± 1.20	3.22 ± 1.20 ^{abc}	3.11 ± 1.36	3.22 ± 1.09 ^{abc}	2.33 ± 1.11 ^{bcd}	2.66 ± 1.00 ^{abcd}

^{a-d}Values are mean ± SDs of triplicate determinations and different superscripts within a column indicate significant difference (*p* < 0.05). The score were assigned with numerical values 1 to 5 with “excellent” equaling 5, “fair” equaling 3, and “very bad” equaling 1.

수한 점수를 보였고 그 다음 HAB 9(3.4), HAB 6(3.2) 및 HAB 7(3.2) 순으로 나타났다. HAB의 전체적인 기호도에 가장 크게 영향을 미친 것은 yeast 대체 첨가제로 사용한 sodium bicarbonate 농도로 적게 첨가된 HAB 1-3과 다량 첨가된 HAB 10-12는 기호도 평가에서 매우 낮은 값을 나타냄을 확인할 수 있다.

또한 제빵 품질 및 관능 특성 평가에 sucrose 농도가 미치는 영향을 조사하기 위하여 0.63, 1.00, 2.00%로 첨가 농도를 조절하여 빵을 제조하였으나 관능 특성 평가(Table 3)에서는 sucrose 농도가 큰 변수가 되지 않음을 확인하였으며 제빵 품질 비교 시 sucrose 농도가 5% 이상일 때 발효에 영향을 주는 것을 본 연구에서 확인하였으므로(Fig. 2) 밀 알레르기 환자의 기호에 따라 sucrose 농도를 5% 이내에서 조절이 가능할 것이라고 기대된다.

결과적으로 밀 알레르기 환자 치료식으로서 저 allergen 빵의 시작품은 b.p. protease로 gluten을 분해하여 항원성을 저감화시킨 국내산 밀 반죽에 sodium bicarbonate 1.5%, sucrose 1.0%, NaCl 1.0%, citric acid 1.0%를 첨가하여 제작한 것이 품질적, 관능적으로 가장 우수하였다.

요 약

Yeast로 발효시킨 빵을 섭취한 후 호흡기 증상이 나타났다는 보고에서 yeast가 생성한 α-amylase가 알레르기의 원인(22,23)임이 밝혀졌으므로 본 연구에서는 yeast 대체 첨가제로 sodium bicarbonate를 선택하였으며, 첨가제의 농도가 다른 12종류의 반죽을 제조하였다. Meissle 발효판에 의한 CO₂ 발생량 비교 실험 결과, sodium bicarbonate 첨가를 많이 할수록 CO₂ 발생량이 증가함을 알 수 있었다. 그러나 hypo-allergenic breads (HAB) 제조 시 2.0% 이상 첨가한 HAB 7 이상에서는 sodium bicarbonate의 쓴 맛이 강하게 나타나 관능 특성 평가 결과 기호도가 떨어지는 것으로 드러났다. 체적과 무게에 대한 비로 빵의 품질을 조사한 결과, 체적의 경우 hypo-allergenic bread (HAB) 11, 12가 가장 높은 값을 보였다. HAB 12, 9, 11이 가장 많이 부풀 빵이 되었으며 HAB 1은 빵의 부피가 현저하게 적어 제빵용 조합으로는 부적합하였다. 관능검사에서도 색, 향, 맛 항목에서 유의적인 차이를 보였다. 색은 HAB 7이, 향과 맛에서는 HAB 5가 가장 우수한 결과를 나타내었으며 기공과 촉

감항목은 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 마지막으로 전체적인 기호도 평가 시 매우 유의적인 차이를 보이며 HAB 5가 우수하게 나타났다. 결과적으로 hypo-allergenic bread(HAB) 시작품은 b.p. protease로 gluten을 분해하여 항원성을 저감화시킨 국내산 밀 반죽에 sodium bicarbonate 1.5%, sucrose 1.0%, NaCl 1.0%, citric acid 1.0%를 첨가하여 제작되었다.

감사의 글

본 연구는 2002년 한국과학기술기획평가원의 특정연구개발사업의 연구기반구축사업(과제번호 M10022030003-01G0508-00610) 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

문 헌

- Son DY. Food allergy assay. Food science and Industry. 33: 10-15 (2000)
- IFT's Expert Panel on Food Safety and Nutrition. Food Allergen and Sensitivities. Food Technol 39: 65-71 (1985)
- Rocher A, Soriano F, Molina E, Gonzalez-Limas G, Mendez E. Characterization of distinct α- and γ- type gliadins and low molecular weight components from wheat endosperm as coeliac immunoreactive proteins. BBA. 1247: 143-148 (1995)
- Kenny G, Denise-Anne MV. α-amylase contained in bread can induce food allergy. J. Allergy Clin. Immunol. 91: 343-349 (1993).
- Bouer X, Czuppon AB. Allergy reaction after eating α-amylase (Asp o 2)-containing bread. Allergy. 50: 85-87 (1995).
- Shon DH. The Food and allergy. Food science and Industry. 33: 2-9 (2000)
- Bushuk W, Briggs KG, Shebbski LH. Protein quantity and quality as factors in the evaluation of bread wheat. Can. J. Plant Sci. 49: 113-122 (1969)
- He H, Hosney RC. Effect of the quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. Cereal Chem. 69: 17-19 (1992)
- Pomeranz Y. Molecular approach to breadmaking. An update and new perspectives. Baker's Dig. 54: 20-27 (1980)
- Huebner FR, Wall IS. Fractionation and quantitative differences of glutenin from wheat varieties varying in baking quality. Cereal Chem. 53: 258-269 (1976)
- MacRitchie F. Conversion of a weak flour to a strong and by increasing the proportion of its high molecular weight gluten protein. J. Sci. Food Agric. 24: 1325-1329 (1973)
- Tanaka K, Bushuk W. Changes in flour proteins during dough-mixing. II. Gel filtration and electrophoresis results. Cereal Chem.

- 50: 597-605 (1973)
13. Hamada AS, McDonald CE, Sibbitt LD. Relationship of protein fractions of spring wheat flour to baking quality. *Cereal Chem.* 59: 296-301 (1982)
 14. Loh BK. A Comparison of Protein Characteristics of Korean and Imported Wheat Varieties. *Koran J. Food Sci. Technol.* 31: 586-592 (1999)
 15. Nam SY, Lee SI. The prevention and treatment of food allergy. *Food science and Industry* 33: 16-21 (2000)
 16. Nekam K. Management of food allergy. *Allergy* 52: 122-124 (1997)
 17. Ortolani C, Pastorello EA, Scibilia J. How do we develop hypoallergenic foods and is there a need for them? *Allergy* 52: 1170-1174 (1997)
 18. Ryu JH, Lee JM, Shon DH. Change in the Antigenicity of chicken Egg White by the Treatments of protease, Trifluoromethanesulfonic Acid, Heat and NaOH. *Koran J. Food Sci. Technol.* 32: 720-725 (2000)
 19. Ha WK, Juhn SL, Kim JW, Lee SW, Lee JY, Sohn DH. Reduction of Antigenicity of Whey Protein by Enzymatic Hydrolysis. *Koran J. Food Sci. Technol.* 26: 74-80 (1994)
 20. Son DY, Lee BR, Shon DH, Lee KS, Ahn KM, Nam SY, Lee SI. Allergenicity Change of Soybean Proteins by Thermal Treatment. *Koran J. Food Sci. Technol.* 32: 956-963 (2000)
 21. Park JY, Ahn JY, Hong HO, Hahn YS. Reduction of allergenicity of wheat flour by enzyme hydrolysis. *Koran J. Food Sci. Technol.* 36: 152-157 (2004)
 22. Nam JK, Hahn YS. Bread-Making Properties of Domestic Wheat Cultivars, *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 1-8 (2000)
 23. AACC. Cereal laboratory milling methods for flour. 26-10, 7th ed., American Association of Cereal Chem. Inc., St. Paul, MN, USA (1969)
 24. Michiko W, Zenro I, Soichi A. Fabrication and quality evaluation of hypoallergenic wheat products. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58: 2061-2065 (1994)
 25. Kim WJ, Hahn YS. A study on the fermentative abilities and baking properties of commercial yeast. *Korean J. Food Cookery Sci.* 20: 529-536 (2004)
 26. SAS Institute Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis System Institute. Cary, NC, USA (1990)
 27. Larmond E. Methods for sensory evaluation of food. Food Research Institute. Central Experimental Fram. Ottawa. 19-24 (1970)
 28. Watanabe M, Tanabe S, Suzuki T, Ikezawa Z, Arai S. Primary structure of an allergenic peptide occurring in the chymotryptic hydrolyaste of gluten. *Biosci. Biotech. Biochem.* 59: 1596-1597 (1995)
 29. Hahn YS. Screening of freeze-tolerant baker's yeast and its mechanism of freeze-injury, Thesis for doctor degree, Nara Women's Univ., Japan 56-80 (1990)

(2004년 8월 30일 접수; 2005년 9월 18일 채택)