

아밀로오스 함량이 쌀식빵의 특성에 미치는 영향

김 준 석
한국식품개발연구원

Effects of Amylose Content on Quality of Rice Bread

Jun-Seok Kum
Korea Food Research Institute

Abstract

Seven varieties (Suweonjo, Suweon232, BG276-5, IR44, IR41999-139, Suweon230 and Yongjubyeo) of rice were used to study for making rice bread by amylose content. Suweonjo had the highest amylose content (27.07%) and Yongjubyeo had the lowest one (17.17%). Suweonjo showed the highest volume after baking, while Yongjubyeo the lowest volume one. Volume and hardness of the rice bread decreased as amylose content decreased. The amylose content was not associated with hardness and color values of rice bread after baking. Sensory evaluation for internal parts of rice bread showed that score of air cell, color of crumb, aroma, taste, chewability and texture decreased as amylose content increased, while volume of rice bread increased. The low-amylose rice cultivar revealed better suitability for rice bread.

Key words: amylose content, rice varieties, rice bread

서 론

세계적으로 빵은 주로 밀가루를 이용하여 제조하고 있으며 지역에 따라 밀 이외에 보리, 귀리 및 옥수수 등도 사용되고 있으나 밀가루의 제빵시 관능적 품질 우수성으로 인하여 밀가루의 선호도가 여전히 높은 편이다. 그러나 주로 동양인들에게 설사, 복부경련, 가스생성 등을 발병하는 셀리아 질병(celiac disease)은 밀빵에서 기인하며⁽¹⁻⁶⁾, 그 원인은 주로 물에는 불용성이며 알코올에 녹는 글리아딘(gliadin)으로 보고되었다. 구조는 폴리펩타이드 사슬의 특유한 아미노산 조합으로 가수분해되면 독성을 상실하는 특성을 가지고 있다. 따라서 밀에 대하여 셀리아 질병을 가진 사람을 위하여 다른 곡물로 대체하여 빵을 제조하려는 연구가 진행중이다. 또한 제빵에 있어서 복합분의 활용은 30여년 전부터 연구가 활발히 진행되고 있으나⁽⁷⁾ 쌀을 이용한 복합분의 활용은 외국에서 일부 연구가 진행되고 있고 특히 우리 나라에서는 보리가루 등을 첨가하여 쌀빵을 제조하는 경우^(8,9)도 있으나 쌀을 이용한

제빵 특성에 관한 연구는 미비한 형편이다. 쌀을 이용한 경우는 제빵적성이 우수하지 못하기 때문에 연구가 활발히 진행되지 못하였고 쌀에는 밀가루에 존재하는 글루텐과 같은 망상구조를 형성하지 못하여 잘 부서지는 단점을 가지고 있어 이러한 문제점을 보완하기 위하여 활성글루텐, 계면활성제 등의 첨가 등으로 보완하려는 시도가 있었다⁽¹⁰⁾. 쌀빵 제조시 아밀로오스와 아밀로펙틴의 비율, 미분의 호화온도, 반죽물의 특성이 중요한 변수로 작용되며^(11,12) 떡을 제조할 때 자포니카 타입이 인디카 타입보다 낮은 호화온도를 가지고 있기 때문에 주로 자포니카 타입이 사용되고 있다. 또한 쌀을 주식으로 생활해온 우리의 몸은 이에 적응해서 유전적 형질이 형성되어 있고 생리 기능도 무시할 수 없지만 시대의 변화에 따라 간편한 서구식 편의식으로 식사를 하는 경우가 증가하여 어린이들의 영양불균형 등 많은 문제점을 일으키고 있다. 이러한 서구식 식습관은 소비자의 편의성 선호 경향이 주원인으로 사료되기 때문에 쌀도 제빵 및 제과 등으로 가공화하여 간편화할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 쌀의 다각적인 활용 방안의 일환으로 쌀의 품종별에 따라 아밀로오스 함량이 다른 쌀을 이용하여 제빵적성을 검토하였다.

Corresponding author: Jun-Seok Kum, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-dong, Bundang-ku, Songnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea

재료 및 방법

재료

쌀식빵 제조에 사용한 품종은 농촌진흥청 작물시험장에서 제공받은 7가지 품종(수원조, 수원232, BG276-5, IR44, IR41999-139, 수원230, 용주벼)을 사용하였다.

쌀식빵제조

쌀가루는 롤밀을 이용하여 80~100 메쉬 사이의 크기로 조정하였으며 쌀식빵의 제조는 쌀가루 27.8%, 물 20.1%, 설탕 13.4%, 쇼트닝 10.7%, 계란액 8.0%, 감자전분 6.3%, 탈지분유 2.2%, 팽창제 1.6%, SFAN-60 0.3%, 메틸셀룰로오스 0.3%의 배합 비율로 직접반죽법에 의해 190°C에서 20분간 베이킹하였다. 빵의 부피는 제빵 후 실온에서 1시간 식힌 후 종자치환법으로 측정하였다.

일반성분 및 아밀로오스 함량

쌀가루의 일반성분(지방, 단백질, 회분)은 A.O.A.C. 법⁽¹³⁾에 준하여 측정하였고, 아밀로오스 함량은 아밀로오스 함량의 표준 곡선을 이용하여 Juliano의 방법⁽¹⁴⁾에 의하여 측정하였다.

조직감 측정

쌀식빵의 조직감 측정은 레오미터(Rheometer, CR-200D, Sun Co., Japan)를 이용하여 시료를 가로 세로 높이를 각각 25 mm씩 절단하여 cylindrical type의 probe를 부착한 후 load cell 10 Kg, table speed 100 mm/min, critical area 25 mm², chart speed 20 mm/min, deformation ratio 25%로 정하여 측정하였다.

색깔 측정

쌀식빵의 색깔은 색차계(Color and Color Difference Meter, UC 600-IV, Yasuda Seiki Co., Japan)를 이용하여 L, a, b, chroma, hue로 나타내었으며 이때 표준백색판의 L, a, b값은 각각 89.2, 0.921, 0.78이었다.

관능검사

쌀식빵의 관능검사는 훈련된 패널요원 27명으로 하여금 쌀식빵의 껍질(crust) 부분과 속부분으로 나누어 검사하였다. 측정 방법은 채집 척도시험법에 의하여 Table 1과 같이 사용하였고 검사 결과에 대한 통계 분석에는 SAS⁽¹⁵⁾ 프로그램을 이용한 분산분석법을 실시하여 유의적 차이가 인정되면 Student Newman Keuls Test에 의해 시료간의 최소유의차를 구하였다.

Table 1. Perfect score of sensory evaluation for rice bread

Parameter	Perfect score	Parameter	Perfect score
External		Internal	
Volume	10	Air cell	10
Color of crust	8	Color of crumb	10
Symmetry of form	3	Aroma	10
Evenness of bake	3	Taste	15
Character of crust	3	Chewability	10
Break and shred	3	Texture	15
Total	30		70

결과 및 고찰

품종별 일반성분 및 아밀로오스 함량

일반적으로 쌀에서 아밀로오스 함량은 식미와 매우 밀접한 관계가 있는 인자로서 아밀로오스 함량이 높은 품종은 찰기가 낮기 때문에 밥맛이 감소하는 것으로 알려져 있다. 또한 전통떡류 제조시 아밀로오스 함량이 품질 특성에 미치는 것으로 보고되었다. 저장 중 식빵의 노화는 주로 아밀로펙틴의 노화에 의한 결과이며 아밀로오스는 초기에는 분자간 화합으로 인한 노화에 영향을 주나 저장 중에는 주로 아밀로펙틴에 의한 것으로 보고되었다⁽¹⁶⁾. 본 실험에 사용한 멥쌀의 종류별 아밀로오스 함량은 Table 2에 나타났듯이 수원조가 27.07%로 가장 높은 값을 나타내었고 용주벼가 17.17로 가장 낮은 값을 나타내었다. 또한 지방과 단백질 함량은 수원조가 가장 높은 값을 나타내었으나 회분의 함량은 용주벼가 가장 높은 값을 나타내었다. 강 등⁽¹⁷⁾에 따르면 백미보다는 현미의 제빵 특성이 우수하였으며 백미의 경우 단백질함량이 낮을수록 촉촉한 느낌의 쌀빵을 제조하였으며 지질함량이 높을수록 기공의 크기가 작고 탄력성이 감소하였다고 하였다.

Table 2. Chemical composition of rice flour (%)

Cultivar	Amylose	Lipid	Protein	Ash
Suweonjo	27.07 ^a	0.50 ^b	11.36 ^a	0.45 ^c
Suweon232	26.63 ^b	0.36 ^c	10.11 ^{ab}	0.43 ^c
BG276-5	24.63 ^c	0.41 ^{cd}	9.28 ^{ab}	0.43 ^c
IR44	24.07 ^d	0.45 ^{cd}	6.75 ^b	0.34 ^d
IR41999-139	21.97 ^e	0.47 ^{bc}	9.06 ^{ab}	0.50 ^b
Suweon230	19.97 ^f	0.69 ^a	7.46 ^b	0.50 ^b
Yoengju	17.17 ^g	0.67 ^a	8.67 ^{ab}	0.58 ^a

^{abcdefg} Means with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

쌀식빵의 품질 특성

쌀식빵 제조 후 부피를 측정된 결과, Table 3과 같이 아밀로오스 함량이 높은 수원조가 가장 큰 부피를 나타내었고 아밀로오스 함량이 낮은 용주벼는 가장 작은 부피값을 나타내어 아밀로오스 함량이 감소할수록 빵의 부피는 감소하였다($r=0.9974$). 반면 쌀식빵 제조 후 무게의 차이는 아밀로오스 함량에 따라 큰 차이를 나타내지 않았으나 쌀식빵의 부피가 가장 작은 용주벼의 경우 무게값이 높게 나타났다. 김 등⁽¹⁸⁾은 아밀로펙틴으로 구성된 찹쌀을 이용하여 머핀을 제조한 경우 찹쌀가루의 첨가가 증가할수록 빵의 부피는 감소하였다고 하였다. 조직감 측정에서는 수원232가 경도(hardness), 최대 경도 및 인장성에서 가장 높은 값을 나타내었으며 수원조와 용주벼는 차이를 나타내지 않았다. 강 등⁽¹⁹⁾은 아밀로오스 함량이 높을수록 쌀빵의 탄력성은 크고 응집성과는 부의 관계가 있다고 보고하였다. Nishita 등⁽¹²⁾은 아밀로오스 함량별, 호화온도 및 최종점도 차이에서 쌀빵의 용적에는 별 차이를 나타내지 않았고, 아밀로오스 함량이 낮은 쌀일수록 경도가 감소하는 것으로 보고하였으나 본 연구에서는 아밀로오스 함량에 따라 쌀빵의 용적에 큰 차이를 나타내어 쌀빵의 용적에 아밀로펙틴뿐만 아니라 아밀로오스 함량도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 표로서는 나타내지 않았으나 HPLC에 의한 유리당 측정결과 glucose와 sucrose가 검출되었고 품종간의 차이는 나타나지 않았으며 품종별 아밀로그래프 특성 결과 수원조가 최고점도에서 가장 낮은 피크값을(100B.U.) 보인 반면 용주벼는 가장 높은 값을(710B.U.) 보여주었다. 강 등⁽²⁰⁾은 호화개시온도 및 호화열과는 쌀빵의 가공공간에는 큰 관계를 나타내지 않았으나 최대호화온도가 낮을수록 쌀빵의 탄력성은 증가하였다고 보고하였다. 쌀식빵 제조 후 색도의 측정은 식빵의 껍질 부분과 속 부분을 각각 측정하였다. 껍질 부분의 경우,

Table 3. Physical properties of rice bread after baking

Cultivar	Volume (mL)	Weight (g)	Max. Force (g)	Hardness (g)	Tensile force
Suweonjo	1116.67 ^a	345.67 ^b	333.67 ^b	1.97 ^b	1.00 ^b
Suweon232	1073.33 ^b	346.37 ^b	407.67 ^a	2.93 ^a	1.23 ^a
BG276-5	1060.00 ^b	346.13 ^b	275.67 ^b	2.20 ^b	0.80 ^{bc}
IR44	1001.67 ^c	345.33 ^b	334.67 ^b	1.90 ^b	1.00 ^b
IR41999-139	986.67 ^{cd}	345.83 ^b	294.00 ^b	1.63 ^{bc}	0.87 ^b
Suweon230	953.33 ^d	345.47 ^b	211.67 ^c	1.17 ^c	0.63 ^c
Yoengju	903.33 ^e	348.60 ^a	317.00 ^b	1.77 ^{bc}	0.93 ^b

^{abcde}Means with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 4와 같이 명암도인 L값은 용주벼가 가장 높았고 수원조가 가장 낮은 값을 나타낸 반면 적색도는 수원조가 가장 높은 값을 나타내었다. 색의 강도를 나타내는 Chroma값은 수원조가 가장 높은 값을 나타낸 반면 색의 밝기 강도를 나타내는 Hue 값은 용주벼가 가장 높은 값을 나타내었다. 쌀식빵 제조 후 속 부분의 색도를 측정된 결과, Table 5와 같이 품종별에 따라 L, a, b, Chroma, Hue값 모두 유의적인 차이를 나타내었으나 껍질 부분은 큰 차이를 나타내지 않았으며 아밀로오스 함량에 따라서 일정한 양상도 나타나지 않았다. 쌀식빵 제조 후 단면 사진을 관찰 한 결과, Fig. 1과 2에서 부피 증가는 수원조가 가장 큰 부피를 나타내었으며 부풀은 형상도 수원조가 중앙 부분에서 둥그렇게 부푸는 제빵 특성을 나타내었다. 반면 수원230과 용주벼는 중앙 부분이 부풀은 현상이 나타나지 않았으며 단면이 치밀한 조직을 이루고 있고 기공 매우 작은 것으로 나타나 부피 및 무게측정값과 일치하였다. 그러나 다른 품종들은 조직이 두 품종에 비하여 치밀함이 감소하였으며 수원조의 경우 기공 크기가 다른 품종에 비해 매우 큰 것으로 나타나 쌀식빵 부피 증가와 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 그러나 쌀의 심부백이 심하여도 제빵특성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Table 4. Color values of crust of rice bread

Cultivar	L	a	b	Chroma	Hue
Suweonjo	51.70 ^c	12.31 ^a	29.60 ^a	32.06 ^a	67.50 ^d
Suweon232	57.28 ^{bc}	8.90 ^{bc}	25.90 ^d	24.47 ^c	71.00 ^{cd}
BG276-5	64.44 ^a	6.70 ^{bc}	28.41 ^{ab}	29.20 ^b	76.83 ^{ab}
IR44	57.93 ^b	9.37 ^b	26.76 ^{cd}	28.38 ^{bc}	70.83 ^{cd}
IR41999-139	62.32 ^{ab}	7.91 ^{bc}	27.77 ^{bc}	28.87 ^{bc}	74.13 ^{abc}
Suweon230	61.18 ^{ab}	8.43 ^{bc}	27.36 ^{cd}	28.68 ^{bc}	73.07 ^{abcd}
Yoengju	66.07 ^a	6.38 ^c	27.66 ^{bc}	28.40 ^{bc}	77.17 ^a

^{abcde}Means with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Data for color values on the internal of rice bread

Cultivar	L	a	b	Chroma	Hue
Suweonjo	70.15 ^{ab}	-1.78 ^{cd}	8.40 ^a	8.58 ^a	101.90 ^d
Suweon232	67.99 ^c	-1.75 ^c	6.73 ^b	6.95 ^b	104.53 ^b
BG276-5	69.22 ^c	-1.75 ^c	6.06 ^c	6.30 ^c	106.07 ^a
IR44	69.79 ^{abc}	-1.50 ^a	8.41 ^a	8.54 ^a	100.03 ^e
IR41999-139	69.37 ^{abc}	-1.57 ^b	6.82 ^b	7.00 ^b	102.93 ^{cd}
Suweon230	70.86 ^{ab}	-1.77 ^{cd}	7.84 ^a	8.03 ^a	102.70 ^{cd}
Yoengju	71.25 ^a	-1.84 ^d	7.82 ^a	8.03 ^a	103.17 ^c

^{abcde}Means with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

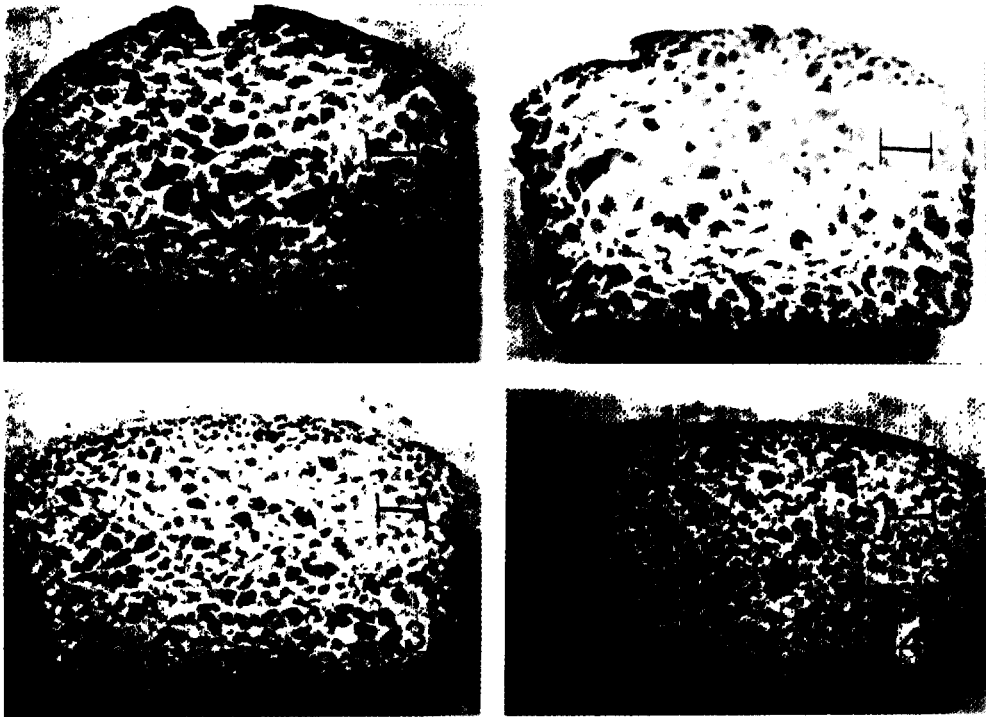


Fig. 1. Cut rice bread produced from rice flour with various rice varieties. 1: Suweonjo. 2: Suweon232. 3: BG276-5. 4: IR44.



Fig. 2. Cut rice bread produced from rice flour with various rice varieties. 5: IR41999-139. 6: Suweon230. 7: Yoengju.

Table 6. Sensory evaluation of rice bread on crust after baking

Cultivar	Volume	Color of crust	Symmetry of form	Evenness of bake	Break and shred	Character of crust
Suweonjo	6.83 ^a	2.80 ^a	1.56 ^c	1.90 ^f	1.45 ^f	1.24 ^c
Suweon232	6.51 ^b	2.45 ^b	1.13 ^d	1.90 ^f	1.25 ^g	1.10 ^d
BG276-5	5.86 ^c	1.09 ^f	1.90 ^b	1.75 ^d	2.06 ^e	1.84 ^b
IR44	4.27 ^d	1.91 ^e	2.15 ^a	2.08 ^b	2.18 ^d	1.97 ^b
IR41999-139	4.18 ^d	1.90 ^e	2.00 ^{ab}	2.48 ^a	2.33 ^b	2.00 ^{ab}
Suweon230	3.80 ^e	1.63 ^d	2.00 ^{ab}	1.81 ^{cd}	2.26 ^c	2.04 ^{ab}
Yoengju	3.13 ^f	1.18 ^g	2.18 ^a	1.80 ^{cd}	2.65 ^a	2.15 ^a

^{abcdefg}Means with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 7. Sensory evaluation of rice bread on the internal area after baking

Cultivar	Air cell	Color of crumb	Aroma	Taste	Chewability	Texture	Total
Suweonjo	1.14 ^f	4.73 ^c	3.34 ^f	4.26 ^f	2.35 ^{cd}	2.82 ^f	34.42 ^e
Suweon232	1.74 ^e	4.81 ^c	3.53 ^e	4.81 ^c	2.18 ^f	2.82 ^f	34.23 ^e
BG276-5	3.49 ^{cd}	4.93 ^d	3.93 ^d	4.87 ^c	2.45 ^c	3.91 ^e	38.08 ^{cd}
IR44	3.45 ^d	4.81 ^c	4.36 ^c	5.34 ^d	3.55 ^d	4.45 ^d	40.52 ^d
IR41999-139	3.53 ^c	5.28 ^c	4.36 ^c	6.43 ^c	4.52 ^c	6.63 ^c	45.64 ^c
Suweon230	7.19 ^b	6.14 ^b	4.74 ^b	9.38 ^a	7.10 ^a	10.66 ^a	58.75 ^a
Yoengju	7.94 ^a	6.38 ^a	5.01 ^a	8.14 ^b	6.16 ^b	8.65 ^b	55.37 ^b

^{abcdefg}Means with same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

쌀식빵의 관능검사

아밀로오스 함량별로 제조한 쌀식빵으로 껍질부분과 속부분으로 구분하여 관능검사를 실시하였다. 껍질 부분은 부피, 색깔, 구운 모양, 균일성, 부서짐, 기호도 등을 검사하였으며 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 관능검사 결과 부피의 크기는 아밀로오스 함량이 높은 수원조가 가장 높은 값을 나타내었으며($r = 0.9974$), 이 결과는 부피 측정치와 일치하였다. 색도의 관능검사는 아밀로오스 함량이 높을수록 기호도값이 증가하는 경향은 나타내었고 구운 모양은 감소하는 경향을 나타내었다. 균일성은 쌀식빵이 균일하게 구워졌는지를 관능 검사한 결과 아밀로오스 함량별에 관계없이 IR44 품종이 가장 높은 값을 나타내었다. 부서짐성에 대한 기호도는 아밀로오스 함량이 증가할수록 부서짐성이 증가하였으며 기호도에 대한 값은 감소하였다. 전체적인 기호도에 대한 검사는 아밀로오스 함량이 낮은 용주버가 가장 높은 값을 나타내었다. 쌀식빵의 내부는 기공의 크기, 색도, 향, 맛, 씹힘성, 조직감 등에 대한 기호도를 검사하여 Table 7에 나타내었다. 기공의 크기에 대한 기호도는 아밀로오스 함량이 증가할수록 기공의 크기가 증가하나 관능검사에 의한 기호도는 감소하였다. 색도 역시 아밀로오스 함량이 증가할수록 기호도는 감소하였다. 쌀식빵의 향, 맛, 씹힘성, 조직감도 아밀로오스 함량이 감소할수록 기호도는 증가하는 경향을 보였다. 쌀식빵의 껍질과

속 부분의 관능검사값을 합하여 총 기호도 점수를 비교한 결과 수원230으로 제조한 쌀식빵이 가장 우수한 기호도를 나타내었으며 대체로 아밀로오스 함량이 낮을수록 쌀식빵의 기호도는 증가하였다. Yilmaki 등⁽²¹⁾은 중립종이 장립종에 비해 관능검사 결과 제빵특성이 우수한 것으로 보고하였다.

요 약

아밀로오스 함량이 서로 다른 7가지(수원조, 수원232, BG276-5, IR44, IR41999-139, 수원230, 용주버) 쌀 품종을 이용하여, 각각 쌀식빵을 제조한 후 특성을 비교하였다. 아밀로오스 함량은 수원조가 27.07%로 가장 높았고($P < 0.05$), 용주버는 17.17%로 가장 낮은 값을($P < 0.05$) 나타내었다. 쌀식빵을 제조한 후 부피를 측정된 결과 수원조는 1116.67 mL로 최대값을($P < 0.05$)을 나타낸 반면, 용주버는 903.33 mL로 최소값을($P < 0.05$) 나타내었다. 즉, 아밀로오스 함량이 증가할수록 부피도 증가하였다($r = 0.9974$). 쌀식빵의 조직감 및 색도는 아밀로오스 함량과 일정한 양상을 보이지 않았다. 관능검사 결과 쌀식빵의 부피는 아밀로오스 함량이 증가할수록 증가하는 경향은($r = 0.9974$) 나타낸 반면, 쌀식빵 내부의 기공크기, 껍질의 색깔, 향, 맛, 씹힘성, 조직감은 감소하는 경향을 나타내었다. 종합적인 기호도 검사 결과 amylose 함량이 감소할수록

높은 기호도를 나타내었다. 즉, 쌀식빵에는 낮은 아밀로오스 함량을 가진 품종이 가장 적합한 것으로 판명되었다.

문 헌

- Kim, J.C. and De Ruiter, D.: Bread from non-wheat flours, *Food Technol.*, **22**, 867-878 (1968)
- Kim, J.C. and De Ruiter, D.: Bakery products with non-wheat flours. *Baker's Digest*, **43**, 58-63 (1969)
- Kulp, K., Hepburn, F.N. and Lehmann, T.A.: Preparation of bread without gluten. *Baker's Digest*, **48**, 34-37 (1974)
- Smith, E.B.: Development of recipies for low-protein, gluten-free bread. *J. Am. Diet. Assoc.*, **65**, 50-54 (1974)
- Smith, E.B.: Gluten free bread for patients with uremia. *J. Am. Diet. Assoc.*, **59**, 572-575 (1971)
- Campbell, J.A.: Foods for patients with celiac disease. *CMA Journal*, **127**, 963-966 (1982)
- Kohlwey, D.E., Kendall, J.H. and Mohindra, R.B.: Using the physical properties of rice as a guide to formulation. *Cereal Food World*, **40**, 728-732 (1995)
- Cho, M.K. and Lee, W.J.: Preparation of high-fiber bread with barley flour (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 702-706 (1996)
- Lee, Y.T.: Formula optimization for rice bread with soy flour substitution. *Foods and Biotechnology*, **3**, 226-232 (1994)
- Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C.: Effects of gums, fats and gluten adding on processing and quality of milled rice bread (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 700-704 (1997)
- Nishita, K.D., Robert, R.L., Bean, M.M. and Kennedy, B.M.: Development of a yeast-leavened rice-bread formula. *Cereal Chem.*, **53**, 626-635 (1976)
- Nishita, K.D. and Bean, M.M.: Physicochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chem.* **56**, 185-189 (1979)
- A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A. (1995)
- Juliano, B.O.: A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today*, **16**, 334-356 (1971)
- SAS: SAS User's Guide:Statistics:Version 6.03.SAS Institute Inc.:Cary. NC. (1988)
- Kim, C.H., Lee, S.J., Hwang, J.K., Kim, C.J. and Ahn, B.H.: Effect of propolis addition on the shelf-life and staling of white bread (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 982-986 (1997)
- Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C.: Comparison of some characteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice (in Korean). *Korean Soc. of Food Sci.*, **13**, 64-69 (1997)
- Kim, S.S. and Kim, Y.J.: Characteristics of rice muffins containing various combinations of nonwaxy/waxy rice flour. *Food and biotechnology*, **2**, 117-122 (1993)
- Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C.: Interrelation between physicochemical properties of milled rice and retrogradation of rice bread during cold storage (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 886-891 (1997)
- Kang, M.Y., Sohn, H.M. and Choi, H.C.: Varietal variation in gelatinization and adaptability to rice bread processing and their interrelation (in Korean). *Korean J. Crop Sci.*, **42**, 344-351 (1997)
- Ylimaki, G., Hawrysh, Z.J., Hardin, R.T. and Thomson, A.B.R.: Response surface methodology in the development of rice flour yeast breads:sensory evaluation. *J. Food Sci.*, **56**, 751-759 (1991)

(1998년 3월 6일 접수)