

8품종 변이체 벼의 현미 및 백미빵 가공성 비교

강미영 · 고희종* · 한지연
경북대학교 가정교육과, *서울대학교 농학과

Comparison of Some Characteristics Relevant to Rice Bread made from Eight Varieties of Endosperm Mutants between Brown and Milled Rice

Mi-Young Kang, Hee-Jong Koh* and Ji-Yeun Han
Department of Home Economics, Teacher's College, Kyungpook National University,
*College of Agricultural & Life Science, Seoul National University

Abstract

Relationship among the properties of rice, such as amylose contents of endosperm starch, sugar content and amylogram characteristics, and processing properties for rice bread was studied. The amylose content of the rice cultivars decreased in order of Nampungbyeo, Whachungbyeo>Punchilmi(*fl*)>Nampung CB243>Whachung *du-1*, Nampung EM90>Whachung-chalbyeo>*shr*. Protein contents of rice tested in this study were almost same level, however, *shr*, the high sugar rice, showed the highest protein content scored as 8.2%. The study showed that the amylose contents of rice cultivars were negatively correlated with their protein contents. The starting temperatures for gelatinization of the flour of Punchilmi(*fl*) and Shurunken(*shr*) were low, however, in case of Whachungbyeo and Nampungbyeo plus their mutants derived from the both, the stickiness and the hardness of the flours were shown to be positively correlated with the amylose contents. In addition, loaf volume tested using sensory evaluation and overall quality showed the same tendency. Among the rice cultivars tested in this study, breads made from white rice had good qualities in bread making process than those made from brown rice. The bread made from Nampungbyeo was demonstrated to have highest score in overall quality, as well as the lowest retrogradation index during storage at 4°C

Key words : rice cultivars, amylose, rice bread, retrogradation

서 론

쌀의 품질육종은 배유전분의 특성에 의해 찰벼와 메벼로서 구분한 이래 아밀로오스함량, 단백질함량에서 차이를 보이는 품종의 개발에 주력해 왔다. 근래에는 벼의 수정란에 돌연변이 유전자를 처리한 돌연변이체들이 개발되어^(1,2) 배유에 함유되어 있는 전분분자 중 아밀로오스 함량에서 차이를 보이는 고아밀로오스 변이체 *ae*^(3,5), 저아밀로오스 변이체 *lam*, *du*-, *opaque*⁽⁶⁾, 배유의 sucrose 함량에서 차이를 보이는 sugary 및 *shrunk*변이체 *su*, *sh*^(7,8), 배유의 전분질이 분상질인 floury변이체 *fl-1*, *fl-2*, *fl-3*^(9,10) 등 다양한 품질의 벼 변이체들이 육종되었다. 이렇게 육종 개발되어진 벼 변

이체들의 적극적인 이용을 위해서 벼 변이체별 이용에 대한 검토가 필요한 시점이다.

우리의 미각이 서구화된 결과 선호하는 주식 대용품이 빵이므로, 쌀의 다각적인 이용을 위해서 본 연구자들은 순 쌀빵 제조법을 정립하였으며⁽¹¹⁾, 다수확 품종의 쌀을 시료로 쌀빵 가공적성에 대한 검토를 시도하였었다⁽¹²⁾. 그 결과 다수확 품종의 쌀 중에서는 아밀로오스 함량이 낮을수록 쌀빵의 싹형성 및 저장성이 좋았다. 이에 본 연구에서는 동일한 계통의 쌀 중 아밀로오스 함량에서 차이를 보이는 변이체 쌀들, 즉 일반벼 품종인 화청벼와 화청벼로부터 아밀로오스 함량에서 차이를 보이는 변이체인 화청*du-1*, 화청찰벼 그리고 일반벼 품종인 남풍벼와 남풍벼의 변이체인 남풍CB243, 남풍EM90 등의 시료와 더불어서 배유전분 입자의 형태가 원형으로서 일반적인 쌀입자와 형태가 다른 분질미⁽¹³⁾ 및 고당미인 *shr* 등 8품종의 변이체 쌀

Corresponding author : Kang Mi-young, Department of Home Economics, Teacher's College, Kyungpook National University, 1370, Sankyuk-dong, Puk-ku, Taegu, Korea

시료로 쌀빵을 제조하면서 이것들의 쌀빵 가공성 및 저장성에 대한 검토를 시도함으로써 배유전분의 아밀로오스 함량, 당함량 및 전분입자의 형태가 쌀빵의 가공성에 미치는 영향에 대해서 검토하고자 한다. 아울러 이들 변이체 벼의 현미와 백미의 제빵 가공성을 비교함으로써 쌀가공식품의 다양화를 위한 벼의 층위별(부위별) 이용 가능성에 대한 검토도 동시에 실시하고자 한다. 현미 쌀가루는 백미 쌀가루와 달리 겨층을 포함하고 있으므로 겨층에 함유되어 있는 oryzanole 및 chytic acid 등 생리활성 물질⁽¹⁴⁾의 섭취를 통한 건강증진 식품으로서의 검토라는 관점에서 의미 있을 뿐만 아니라 쌀겨층에 함유되어 있으리라 기대되는 다당류인 hydroxyproline, arabinogalactan 및 페토산⁽¹⁵⁾의 역할에 의한 제빵성도 기대되기 때문이다.

실험재료 및 방법

시료 및 기타 원부재료

화청벼, 화청 *du-1*, 화청찰벼, 남풍벼, 남풍CB243, 남풍EM90, 분질미, *shr* 등 8품종의 변이체 쌀시료를 서울대학교 농업생명과학대학 농학과로부터 제공 받아 시료로 사용하였다.

원부재료로 소금, 탈지분유, 마가린, 설탕은 시판품을 구입 사용하였으며, 계란과 이스트는 실험당일 구입하여 신선한 것으로 사용하였다.

단백질 함량 측정

Conc. H_2O_2 - H_2SO_4 로 습식 분해시킨 시료를 Micro-Kjeldahl 장치로 분석하여 전 질소함량을 구하고, 단백질 함량은 질소함량(N%) $\times 5.95$ 로 환산하여 얻었다⁽¹⁶⁾.

Amylogram 측정

쌀가루의 호화특성을 신속 점도 측정계(Rapid visco analyser 3D)를 이용하여 측정하였다⁽¹⁷⁾. 쌀가루 3 g에 증류수 25 ml를 첨가하여 현탁액을 만든 후, mixing bowl에 넣어 50°C에서 95°C까지 온도를 상승시킨 후, 2.5분간 유지시켰다가 13분간에 걸쳐 50°C까지 냉각시키면서 측정하여 amylogram을 얻었다. Amylogram으로부터 최고점도, 최저점도, 최종점도를 각각 구하여, 최종점도에서 최저점도를 뺀 값으로부터 응집점도를, 최고점도에서 최저점도를 뺀 값으로부터 강하점도를, 최종점도에서 최고점도를 뺀 값으로부터 치반점도를 각각 구하였다.

전분 입자의 분리

쌀 전분은 Asaoka등⁽¹⁸⁾의 방법을 변형한 알칼리 침지법에 의하여 분리하였다. 쌀에 50 mM LiOH 용액 처리를 반복하면서 단백질을 제거하였고(5°C이하에서 시행), 계속해서 isoamylalcohol, acetone, ethyl-alcohol 처리에 의한 지질등의 분순물을 제거하여 물로 잘 수세한 후, 전분침전물을 얻어 풍건시켰다.

전분- I_2 정색반응

전분시료를 2 N NaOH에 의해 알칼리 호화시킨 후 acetic acid로 중화시켜, 전분 1 mg당 0.2 ml의 1% I_2 -10% KI 용액을 첨가하여 정색반응 시킨 후, 분광광도계에 의해서 500 nm~700 nm까지의 흡수곡선을 기록하였다⁽¹⁹⁾.

쌀가루제조 및 쌀빵 제조법

각 품종별 현미 및 백미를 하루 밤 수침 후에 물기를 제거하여 제분하여, 40°C에서 충분히 건조시키고 나서 food mixer(대원 food mixer, DWN-501)로 재분쇄하여 100 mesh의 체로 쳐서 얻은 분말을 쌀빵 제조용 쌀가루시료로써 실험에 사용하였다. 쌀빵은 쌀가루(25 g), gluten(10 g), 탈지분유(0.8 g), 백설탕(6 g), 소금(0.4 g), 계란액(2.5 g), 마아가린(3.8 g)을 잘 섞은 후, 활성화시킨 이스트(1.5 g)액 25 ml를 첨가하여 반죽하였다. 쌀빵 반죽을 빵틀(13 \times 5.5 \times 4.5 cm)에 성형하여 35°C에서 1.5시간 발효시켜 170°C에서 40분간 구웠다.

빵의 성형성 비교

쌀빵을 제조하여 1시간 방냉 후, 쌀빵 중심의 산높이에 대한 쌀빵 양단 높이의 비로써 형균정율을 산출하였으며, 쌀빵 단면의 중앙부위에서 1 cm³ 크기로 잘라 무게를 측정된 후 무게에 대한 부피의 비로써 비체적⁽¹²⁾을 산출하였다.

쌀빵의 물성 측정

변이체 품종별 쌀빵의 물성 및 저장에 따른 물성의 변화를 Texture analyzer(TA-HDi Texture analyzer, England,; prove 9 mm, pre-speed 1.0 mm/sec, test speed 0.7 mm/sec, post-speed 5.0 mm/sec, distance 7.0 mm/sec, time 5.0 sec, force 100 g)로 측정하여 얻은 힘-거리곡선의 TPA(Texture Profile Analysis) parameter로부터 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성 등의 물성을 각각 구하였으며, 제빵 후 실온에서 보관하여 24시간 경과후의 경도에 대한 48시간 경과 후 경도 변화의 비로써 쌀빵의 노화지표를 각각 산출하였다.

관능검사

훈련된 panelist 7명을 대상으로 하여 부푼 정도, 겉질색깔, 기공의 균일성, 씹힘성, 조직감 및 전반적인 기호도 등 6개 항목에 대해서 관능검사표를 사용하여 평가하였다. 측정방법은 각 항목에 대해 각각 1-10점의 채점척도 시험법을 이용하였다. 각 시료는 5×4×1 cm의 크기로 하여 접시에 담아 물과 함께 제공하였다.

통계처리

실험시 얻은 data는 통계프로그램인 SPSS PC+에 의한 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여 시료간 유의성을 검정하였으며, 평균치간 유의성 검정은 Duncan 다중검정을 실시하였다. 그리고 쌀가루의 이화학적 특성과 빵의 성형성, 물성 측정 및 관능검사 결과의 상관성은 Pearson의 상관분석방법에 의하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

변이체 쌀의 이화학적 특성

본 논문에서 검토하고자 하는 쌀 품종들은 고당미이며 단백질과 지방함량이 다른 품종들보다 높은 품종인 *shr*, 전분입자의 형태가 구형으로써 일반적인 쌀전분입자의 형태(다변형)와는 달라 결정조직이 느슨하고 밀도가 낮은 분질미, 일반미 품종인 화청벼 그리고 화청벼로부터 아밀로오스 함량이 낮은 변이체인 화청*du-1* 및 찰벼품종인 화청찰벼와 또다른 일반미 품종인 남풍벼 그리고 남풍벼로부터 아밀로오스 함량이 낮은 변이체인 남풍 CB243 및 남풍 EM90 등 8품종이다. 이들 변이체 쌀의 이화학적 특성 중 아밀로오스 함량 및 아밀로오스의 구조적인 특성과 쌀빵 가공성간의 상관성을 검토하고자 하는 것이 본 논문의 연구목적이므로, 우선 아밀로오스함량 및 아밀로오스 chain length를 유추하는 수단인 전분- I_2 정색반응을 실시하였다. 즉

Table 1. Varietal difference in wave length of maximum absorbance and blue value by colorimetric measurement for starch- I_2 complex blue color

Cultivars	Blue value (680nm)	Wave length of maximum absorbance(λ_{max})	
		Wave length	Absorbance (OD)
Whachungbyeo	0.297	576.0	0.404
Whachung <i>du-1</i>	0.143	539.5	0.286
Whachungchalbyeo	0.076	525.5	0.244
Nampungbyeo	0.307	576.0	0.414
Nampung CB243	0.203	555.5	0.341
Nampung EM90	0.137	540.0	0.288
<i>shr</i> (shrunk)	0.055	518.5	0.215
Punchilmi(<i>fl</i>)	0.252	560.0	0.401

쌀 품종별로 각각 배유전분 분획을 제조하여 알칼리 호화시킨 후 전분- I_2 복합체형성에 기인하는 정색반응물의 500 nm에서부터 700 nm까지의 흡광도 변화를 비교함으로써 전분분자 중 아밀로오스분자의 chain length를 유추하는 것이다. 호화전분의 680 nm에서의 흡광도인 청가(blue value)는 아밀로오스의 함량을 비교하는 척도로 사용하였다^(20,21). 그리고 최대흡광도를 나타내는 파장의 차이는 chain length가 길이에 관련이 있고, 최대흡광도를 나타내는 파장에서의 흡광도가 높다는 것은 유사한 chain length의 것들이 증첩되어 있음을 뜻한다고 할 수 있다는 점에서 쌀 품종간 배유전분의 아밀로오스 구조적인 차이를 반영하는 지표로 사용할 수 있다⁽¹⁹⁾.

쌀 품종간 아밀로오스 함량의 차이를 알 수 있는 청가는 Table 1과 같이 *shr*가 가장 낮아 찰벼품종인 화청찰 보다도 낮은 수치를 나타내고 있으며, 분질미는 일반미 품종인 화청벼, 남풍벼 보다는 낮으나 전형적인 메벼품종의 유형을 나타내고 있었다. 화청벼와 남풍벼의 청가보다 그것들의 변이체인 화청*du-1*, 남풍 CB243, 남풍 EM90 들의 청가는 낮아서 저아밀로오스 변이체임을 확인하였다. 쌀 품종간 최대흡광도 파장의

Table 2. Protein content and amylogram characteristics of various rice flours

Cultivars	Protein content (%)	Initial pasting temp. (°C)	Max viscosity (RVU ¹⁾)	Min viscosity (RVU)	Final viscosity (RVU)	Breakdown (RVU)	Consistency (RVU)	Setback (RVU)
Whachungbyeo	6.2	70.1	254	117	218	137.0	101.0	-36.0
Whachung <i>du-1</i>	6.6	69.1	246	69	102	177.0	33.0	-144.0
Whachungchalbyeo	6.1	68.4	159	36	62	123.0	26.0	-97.0
Nampungbyeo	-	-	-	-	-	-	-	-
Nampung CB243	7.7	78.8	279	111	196	168.0	85.0	-83.0
Nampung EM90	6.8	70.8	324	94	152	230.0	58.0	-172.0
<i>shr</i> (shrunk)	8.2	66.0	30	13	21	17.0	8.0	-9.0
Punchilmi(<i>fl</i>)	6.5	64.4	104	39	69	65.0	30.0	-35.0

¹RVU : Rapid visco unit

Fig. 1. Vertical sections of rice bread made from milled(M) and brown(B) rice flour in eight rice varieties.
 (1)Whachungbyeo, (2)Whachung *du-1*, (3)Whachungchalbyeo, (4)Nampungbyeo, (5)Nampung CB243, (6)Nampung EM90, (7)*shr*(shrunk), (8)Punchilmi(*fl*)

차이도 청가의 경우와 유사한 경향이 있어, 아밀로오스의 함량이 높은 품종일수록 최대흡광도의 파장이 장파장 쪽에 위치하며, 아밀로오스의 함량이 낮은 품종일수록 최대흡광도의 파장이 단파장 쪽에 위치하는 경향이 있었다. 그리고 최대흡광도를 나타내는 파장에서의 흡광도도 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 흡광도가 높았다. 이러한 결과로써 본 연구에 사용한 쌀 시료들은 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 배유전분 분획의 호화전분- I_2 복합체 형성에 기여할 chain length의 길이가 긴 구조를 하고 있다고 유추할 수 있겠다.

품종별 쌀의 단백질 함량은 Table 2에 나타내고 있는바와 같이 고당미인 *shr*이 가장 높아 8.2%였으며, 화청찰벼, 분질미, 화청벼, 남풍벼 등 품종간에는 단백질함량이 거의 유사한 것 같은데, 이들의 변이체인 화청*du-1*이나 남풍 CB243, 남풍 EM90 등의 경우에는 원품종인 화청벼 또는 남풍벼 보다 단백질의 함량이

증가하는 경향을 보이고 있었다.

또한 변이체 품종별 쌀가루의 아밀로그래프 분석에 의한 호화특성(Table 2) 중 호화개시온도는 분질미 및 *shr*이 낮았으며, 일반미 품종인 화청벼·남풍벼들과 그것들의 아밀로오스 함량에서의 변이체 품종들의 경우 아밀로오스 함량이 낮은 품종일수록 호화개시온도도 낮아지는 경향을 보이고 있었다. 이밖에 호화에 따른 쌀가루 풀의 최종점도 및 경도는 *shr*이 가장 낮았으며, 분질미도 일반미 품종인 화청벼 및 남풍벼들보다 낮고 오히려 찰벼품종인 화청찰과 유사한 수준이었다. 그리고 일반미 품종인 화청벼·남풍벼들과 그것들의 변이체 품종들간에는 아밀로오스 함량이 낮아질수록 최종점도 및 경도가 낮아지는 경향을 보이고 있었다.

변이체별 현미 및 백미의 쌀빵가공성 비교

배유전분 입자의 형태, 아밀로오스 함량, 당함량 등에서 차이가 있는 변이체 벼의 현미와 백미상태의 쌀

가루로서 제조한 쌀빵의 가공성에 대한 검토를 실시함으로써 변이체 벼의 쌀빵 가공성에 대한 차이뿐만 아니라 쌀가공식품의 다양화를 위한 벼의 층위별(부위별) 이용 가능성에 대한 검토도 동시에 실시하였다. Fig. 1.에 벼 변이체별 쌀빵의 단면사진을 제시하였다. *shr*은 쌀시료가 부족하여 백미상태로의 제조가 불가능하였기 때문에 현미상태로만 제빵성을 비교하였다. 겨층을 포함하는 현미 쌀가루는 백미 쌀가루의 경우와 달리 쌀겨층에 함유되어 있으리라 기대되는 다당류의 역할에 의한 제빵성 증진효과를 기대하였으나 거의 모든 품종에서 백미로 제조한 것이 성형성이 좋고 비용적이 높은 경향이 있어 전체적인 제빵성이 현미로 제조한 것 보다 좋았다.

그러나 Table 3에 나타내는 바와 같이 빵의 평균정율과 비용작간에는 백미와 현미간에 유의미한 차이는 없었다. 한편 변이체 벼 품종별 제빵성은 일반미 품종인 화청벼, 남풍벼로 제조하는 경우 쌀빵의 성형성이 좋고 비용적도 높아 제빵성이 가장 좋았으며, 동일 계통의 경우 아미로오스 함량이 낮아질수록 제빵성이 나빠지는 양상을 보이고 있었다. 분질미는 배유 전분입자의 형태가 쌀 전분입자의 일반적인 형태인 다변형이 아니고 밀전분의 형태와 유사한 구형이므로 전분입자 형태의 차이에 기인한 제빵성의 향상을 기대하였으나 다른 품종들보다 오히려 나빴다.

현미 및 백미 쌀빵의 물성 비교

벼 변이체별로 제조한 쌀빵의 texture분석기에 의한 기계적인 물성 중 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성의 결과를 Table 4에 나타내었다. 쌀빵의 물성 중 경도와 씹힘성은 백미와 현미간에 유의미한 차이가 있었으나 탄력성과 응집성에는 백미와 현미간에 유의미한 차이가

Table 3. Loaf formation and specific volume of rice bread¹⁾

Cultivars	Loaf formation (%)		Specific volume (ml/g)	
	B ²⁾	M ³⁾	B	M
Whachungbyeo	141.4 ^c	144.4 ^{BC}	2.92 ^{bc}	3.42 ^{BC}
Whachung <i>du-1</i>	146.8 ^c	146.5 ^{BC}	2.65 ^{abc}	2.70 ^{AB}
Whachungchalbyeo	131.6 ^{ab}	151.0 ^c	1.93 ^a	2.26 ^{AB}
Nampungbyeo	136.5 ^{ab}	132.1 ^{AB}	3.32 ^c	3.95 ^C
Nampung CB243	136.3 ^{abc}	134.6 ^{AB}	2.89 ^{abc}	2.84 ^{AB}
Nampung EM90	127.2 ^a	126.0 ^A	2.82 ^{abc}	2.84 ^{AB}
<i>shr</i> (shrunk)	139.5 ^{bc}	-	2.13 ^{ab}	-
Punchilmi(<i>fl</i>)	129.1 ^{ab}	134.0 ^{AB}	1.98 ^{ab}	2.06 ^A
Average t-test	NS ⁴⁾		NS	

¹⁾Means followed by the same letter in column are not significantly different($p<0.05$)

²⁾B : Brown rice.

³⁾M : Milled rice.

⁴⁾NS : Not significant

없었다. 경도는 백미쌀빵의 경우 화청벼로 제조한 것이 가장 낮았고, 분질미 및 남풍벼로 제조한 것의 경도가 가장 높았다. 한편 현미쌀빵의 경우에는 품종간에 유의미한 차이는 없었다. 또한 화청벼를 제외하고는 모든 품종에서 백미로 제조한 쌀빵의 경도가 현미로 제조한 것 보다 높게 나타났으며, 현미쌀빵과 백미쌀빵 간에 경도의 차이가 가장 큰 품종으로는 분질미와 화청찰벼였다. 이러한 물성 차이의 원인에 대해서는 장차 심도있는 연구가 필요하다고 생각된다. 탄력성은 백미의 경우 남풍벼가 약간 높은 경향이 있고 현미의 경우 분질미가 약간 낮은 경향이 있으나 유품종간에 유의미한 차이는 없었다. 응집성은 백미 현미 모두에서 남풍 CB243으로 제조한 것이 가장 낮았고 그 밖의 품종간에 유의미한 차이는 없었다. 씹힘성은 백

Table 4. Varietal difference in textural properties of brown and milled rice bread¹⁾

Cultivars	Hardness(g)		Springiness		Cohesiveness		Chewiness	
	B	M	B	M	B	M	B	M
Whachungbyeo	376.6 ^{ns}	303.4 ^{NS}	1.10 ^{ab}	1.15 ^{NS}	0.40 ^{bc}	0.45 ^B	174.3 ^{ns}	162.7 ^{NS}
Whachung <i>du-1</i>	364.9	530.9	0.99 ^{ab}	1.17	0.41 ^{bc}	0.44 ^B	152.9	250.2
Whachungchalbyeo	404.6	700.0	0.98 ^{ab}	0.95	0.44 ^c	0.42 ^B	171.5	269.8
Nampungbyeo	431.4	545.4	1.13 ^b	1.23	0.43 ^{bc}	0.48 ^B	212.9	295.7
Nampung CB243	541.8	731.8	0.87 ^{ab}	0.91	0.25 ^a	0.29 ^A	117.0	185.4
Nampung EM90	437.1	629.3	1.13 ^b	1.14	0.44 ^c	0.42 ^B	201.6	282.0
<i>shr</i> (shrunk)	340.2	-	0.93 ^{ab}	-	0.47 ^c	-	148.6	-
Punchilmi(<i>fl</i>)	340.1	750.1	0.83 ^a	0.93	0.33 ^{ab}	0.40 ^B	99.4	266.3
Average t-test	**		NS ²⁾		NS		**	

¹⁾Means followed by the same letter in column are not significantly different($p<0.05$)

²⁾NS : Not significant.

** : Significant at $p<0.01$.

Table 5. Varietal difference in hardness and retrogradation of rice bread¹⁾

Cultivars		Hardness(g)		Degree of retrogradation	
		24 hr.(A)	48hr.(B)	B-A	(B-A)/A
Whachungbyeon	B	376.6 ^{ns}	633.1 ^a	256.5	0.68
	M	303.4 ^{NS}	813.4 ^{NS}	510.0	1.68
Whachung du-1	B	364.9	721.9 ^{ab}	357.0	0.98
	M	530.9	1078.9	548.0	1.03
Whachungchalbyeon	B	404.6	1391.2 ^c	986.6	2.44
	M	700.0	1271.9	572.2	0.82
Nampungbyeon	B	431.4	946.8 ^{bc}	515.4	1.19
	M	545.4	690.2	144.8	0.27
Nampung CB243	B	541.8	987.8 ^{bc}	446.0	0.82
	M	731.8	1136.5	404.7	0.55
Nampung EM90	B	437.1	990.5 ^{bc}	553.4	1.27
	M	629.3	1294.6	665.3	1.06
shr(shrunken)	B	340.2	416.1 ^a	75.9	0.22
	M	-	-	-	-
Punchilmi(fl)	B	340.1	721.9 ^{ab}	381.8	1.12
	M	750.1	1401.9	651.8	0.87

¹⁾Means followed by the same letter in column are not significantly different(p<0.05)

미의 경우 화청찰벼, 남풍벼, 남풍 EM90, 분질미로 제조한 것들이 높은 수치를 나타내었고, 현미의 경우에는 분질미가 가장 낮은 수치를 나타내고 있었으나 그 밖의 품종간에 유의미한 차이는 없었다.

현미 및 백미 쌀빵의 저장에 따른 노화지표 비교

쌀빵의 저장에 따른 노화지표를 24시간 경과에 따른 경도의 변화로부터 산출하여 품종별로 비교하였다(Table 5). 백미로 제조한 쌀빵의 경우, 경도 변화의 폭이 가장 적은 품종은 남풍벼로써 노화정도가 다른 품종들에 비해서 월등히 낮았으며, 품종별 노화도는 남풍CB243<화청찰벼<분질미<화청 du-1, 남풍EM90<화청벼의 순이었다. 한편 현미로 제조한 쌀빵의 경우는 shr이 경도변화의 폭이 가장 적었으며, 노화정도도 다른 품종들에 비해서 월등히 낮았고, 품종별 노화도는 화청벼<남풍CB243<화청 du-1<분질미<남풍벼<남풍EM90<화청찰벼의 순이었다. 벼 품종간 현미와 백미쌀빵의 노화지표의 차이를 비교하면, 찰벼 품종인 화청찰벼의 경우에는 현미로 제조한 쌀빵의 노화지표가 백미로 제조한 것에 비해 두드러진 노화지표의 증가 현상을 나타내고 있었다. 이러한 현상이 찰쌀의 일반적인 경향인지의 여부에 대해서는 장차 검토해 보아야 할 사항이라고 생각한다. 일반미 품종인 화청벼와 이것의 아밀로오스 변이체인 화청 du-1은 두품종 모두 백미상태

의 쌀빵보다 현미상태로 쌀빵을 제조하는 경우에 노화지표가 감소하는 경향을 보이고 있으나, 또 다른 일반미인 남풍벼와 그것의 아밀로오스 변이체인 남풍 CB243, 남풍 EM90등은 3품종 모두 현미상태 보다 백미상태로 쌀빵을 제조하는 편이 노화지표 감소의 경향이 있었다. 이렇게 현미·백미쌀빵에서 나타나는 노화양상의 차이점이 쌀겨성분의 제빵성에서의 역할을 반영하는 것 인지의 여부에 대한 심도깊은 연구가 필요하다 생각되며, 이러한 연구는 전분질식품의 저장성과 연관지워 흥미로운 조리과학적 연구소재라고 생각된다.

벼 변이체별 현미 및 백미쌀빵의 관능검사

품종별 현미 및 백미빵에 대한 부푼 정도, 찝질새갈, 기공의 균일성, 씹힘성, 조직감 및 전반적인 기호도에 대한 관능검사를 실시하였다(Table 6). 쌀빵의 부푼정도, 조직감, 전반적인 기호도에 대한 백미 또는 현미상태의 쌀가루로 제조한 것들 간에 유의미한 차이는 없었으나, 기공의 균일성, 색, 씹힘성에 대해서는 백미, 현미간에 유의미한 차이가 있었다. 쌀빵의 부푼 정도는 남풍벼계통이 화청벼계통에 비해서 좋게 나타났다. 분질미의 경우 부푼 정도가 상당히 낮게 나타났다. 기공의 균일성은 남풍벼를 제외하고는 모든 품종에서 백미빵이 현미빵보다 좋았다. 특히 분질미의 경우에는 현미빵보다 백미빵 기공의 균일성이 높았다. 색상에 대한 기호도는 백미상태가 현미상태보다 유의미하게 높게 나타났는데, 이는 아마도 쌀로 제조되는 가공식품의 색상에 대한 기대감이 대체로 하양기를 기대하는 점이 반영된 결과가 아닌가 생각한다. 쌀빵의 조직감은 남풍벼 백미 빵이 가장 좋게 나타났으며, 남풍벼계통이 화청벼계통 보다 좋은 경향이 있었다. 전반적인 기호도도 남풍벼로 제조한 현미, 백미빵 모두에서 높게 나타났으며, 역시 남풍벼 계통이 화청벼계통 보다 높은 경향이 있었다.

변이체벼의 이화학적 특성과 쌀빵 가공성간의 상관관계

전분-I₂ 복합체의 비색분석에 의한 품종별 아밀로오스 함량 및 아밀로오스 chain length의 길이추정, 단백질함량, 쌀가루 풀의 점성 및 경도 등의 차이가 쌀빵의 성형성, 물성, 저장에 따른 노화도, 기호도 등과 어떠한 상관성이 있는가에 대해서 검토한 결과(Table 7) 전분-I₂ 복합체의 최대흡수파장이 장파장(아밀로오스 chain length의 길이가 길수록)일수록 품종별 쌀가루 풀의 점성 및 경도는 증가하며, 제조된 쌀빵의 전반적인 기호도 및 질감이 좋은 것으로 나타났고 아밀로오스

Table 6. Sensory evaluation of brown and milled rice bread¹⁾

Cultivars		Volume	Color of crust	Uniformity of pore size	Chewiness	Texture	Overall quality
Whachungbyeon	B	5.43 ^{ab}	7.29 ^c	2.43 ^a	7.00 ^{ab}	5.14 ^a	5.57 ^{ab}
	M	5.29 ^B	7.71 ^B	5.43 ^A	7.00 ^{AB}	5.71 ^A	7.00 ^{CD}
Whachung du-1	B	3.86 ^a	7.43 ^c	6.00 ^{cd}	6.00 ^{ab}	5.29 ^{ab}	5.29 ^{ab}
	M	3.57 ^A	7.14 ^{AB}	6.43 ^{AB}	8.29 ^{BC}	4.43 ^A	4.57 ^{AB}
Whachungchalbyeon	B	4.43 ^{ab}	5.86 ^{ab}	6.00 ^{cd}	7.86 ^b	4.71 ^a	4.14 ^a
	M	3.43 ^A	6.29 ^A	6.57 ^{AB}	9.29 ^C	4.29 ^A	3.43 ^A
Nampungbyeon	B	8.86 ^d	5.57 ^a	7.00 ^d	5.71 ^a	7.29 ^b	8.57 ^c
	M	7.57 ^D	7.14 ^{AB}	5.14 ^A	6.29 ^A	7.71 ^B	8.71 ^E
Nampung CB243	B	6.14 ^{bc}	6.86 ^{bc}	4.57 ^{bc}	6.86 ^{ab}	6.71 ^{ab}	6.71 ^{bc}
	M	6.86 ^{CD}	7.43 ^{AB}	6.29 ^{AB}	6.00 ^A	6.29 ^{AB}	7.71 ^{DE}
Nampung EM90	B	7.29 ^{cd}	6.43 ^{abc}	3.57 ^{ab}	5.86 ^a	6.43 ^{ab}	6.86 ^{bc}
	M	5.57 ^{BC}	8.29 ^B	5.14 ^A	7.29 ^{AB}	5.14 ^A	5.64 ^{BC}
Punchilmi(fl)	B	3.71 ^a	7.00 ^{bc}	2.29 ^a	6.57 ^{ab}	5.29 ^{ab}	5.00 ^{ab}
	M	3.86 ^A	7.43 ^{AB}	7.29 ^B	6.57 ^A	5.71 ^A	6.00 ^{BC}
Average t-test		NS ²⁾	*	***	*	NS	NS

¹⁾Means followed by the same letter in column are not significantly different(p<0.05)²⁾NS : Not significant,

*, *** : Significant at p<0.05 and p<0.001, respectively

Table 7. Correlation coefficients among various characteristics relevant

Relevant characters	Correlation coefficients ¹⁾
λ max(starch-I ₂ complex)	- Overall quality(sensory evaluation)
	- Chewiness(sensory evaluation)
	- Texture(sensory evaluation)
	- Final viscosity(amylogram)
	- Consistency(amylogram)
Blue value(starch-I ₂ complex)	- Overall quality(sensory evaluation)
	- Chewiness(sensory evaluation)
	- Texture(sensory evaluation)
Final viscosity(amylogram)	- Volume(sensory evaluation)
	- Specific volume
	- Chewiness(mechanical)
Consistency(amylogram)	- Overall quality(sensory evaluation)
	- Volume(sensory evaluation)
	- Specific volume
Initial pasting temp.(amylogram)	- Volume(sensory evaluation)
Specific volume	- Texture(sensory evaluation)
	- Springiness(mechanical)
Chewiness(sensory evaluation)	- Texture(sensory evaluation)
Chewiness(mechanical)	- Consistency(amylogram)

¹⁾*, ** Significant at 5% and 1% level, respectively.

함량의 정도를 알 수 있는 첨가가 높을수록(아밀로오스 함량이 많을수록) 쌀빵의 전반적인 기호도 및 질감이 좋은 것으로 나타났다. 그리고 쌀가루 풀의 점성 및 경도가 높은 품종일수록 쌀빵의 비용적이 크며, 관능검사에 의한 부푼 정도가 좋은 것으로 나타났다. 이 밖에 쌀빵의 비용적이 큰 것일수록 기계적인 물성 중 탄력성이 좋게 나타났고, 관능검사시 질감이 좋은 것

으로 나타났다.

요 약

8품종벼를 시료로하여 이들 배유전분의 아밀로오스 함량, 당함량 및 아밀로그래프 특성이 쌀빵의 가공성과 어떠한 상관성이 있는가에 대해서 검토하였다. 첨가에

의한 아밀로오스함량의 품종간 차이는 남풍벼, 화청벼 > 분질미 > 남풍CB243 > 화청 *du-1*, 남풍EM90 > 화청찰벼 > *shr*의 순이었다. 단백질 함량은 고당미인 *shr*이 가장 높아 8.2%였으며, 벼 품종간 단백질함량은 거의 유사하나, 남풍벼 및 화청벼 변이체의 경우에는 아밀로오스 함량이 낮을수록 원품종보다 단백질 함량이 증가하는 경향을 보이고 있었다. 품종별 쌀가루의 호화제시 온도는 분질미 및 *shr*이 낮았으며, 화청벼 · 남풍벼들과 그것들의 변이체 품종들의 경우에는 아밀로오스 함량이 높은 품종일수록 쌀가루 풀의 점성 및 경도는 증가하며, 제조된 쌀빵의 비용적이 크며, 관능검사에 의한 부푼 정도, 질감 및 전반적인 기호도가 좋은 것으로 나타났다. 모든 품종에서 백미빵이 현미빵보다 제빵성이 좋았으며, 남풍벼로 제조한 백미빵의 기호도가 높게 나타났으며, 저장에 따른 노화지표가 가장 낮았다.

문 헌

1. Satoh, H. and T. Omura. New endosperm mutation induced by chemical mutagens in rice. *Japen J. Breed.* 31: 316-326 (1981)
2. Kim, K.H., Park, S.Z., Koh, H.J. and Heu, M.H. New mutants for endosperm and embryo characters in rice; Two dull endosperm and a giant embryo. *Proceed. of SABRAO Intern. Symp. on the Impact of Biological Research on Agricultural Productivity.* pp. 125-131 (1992)
3. Kaushik, R.P. and Khush, G.S. Genetic analysis of endosperm mutants in rice, *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* 83: 146-152 (1991)
4. Kinoshita, T. Report of committee on gene symbolization, nomenclature and linkage groups. *RGN.* 12: 9-153 (1995)
5. Yano, M., Okuno, K., Kwakami, J., Satoh, H. and Omura, T. High amylose mutants of rice, *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* 69: 253-257 (1985)
6. Kinoshita, T. and Kikuchi, H. Inheritance of amylose content in crosses of low amylose mutant. *RGN.* 4: 83-85 (1987)
7. Okuno, K. and Yano, M. New endosperm mutants modifying starch characteristics of rice, *Oryza sativa* L. *JARQ* 18: 73-78 (1984)
8. Omura, T. and Satoh, H. Mutation of grain properties in rice. pp. 293-313. In *Biology of Rice.* Tsunoda, S. and Takahashi, N. (eds.). Japan Sci. Press, Tokyo/Elsevier. Amsterdam, Netherlands (1984)
9. Kinoshita, T. and Takahashi, M. The one hundredth report of genetical studies on rice plant. *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 65: 1-61 (1991)
10. Maekawa, M. Location of a floury endosperm gene in the second linkage group. *Rice Genetic Newsletter* 2: 57-58 (1985)
11. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C. Effect of gums, fats and glutens adding on processing and quality of milled rice bread. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 700-704 (1997)
12. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Choi, H.C. Comparison of some characteristics relevant to rice bread processing between brown and milled rice. *Korean J. Soc. Food Sci.* 13: 64-69 (1997)
13. Kim, K.H., Koh, H.J., Lee, J.H., Park, S.Z. and Heu, M.H. Diversification of rice quality for processing; Physicochemical characteristics and inheritance of floury endosperm mutants. *Korean J. Crop Sci.* 38: 264-274 (1993)
14. Kang, M.Y., Choi, Y.H. and Nam, S.H. Inhibitory mechanism of colored rice bran extract against mutagenicity induced by chemical mutagen mitomycin C. *Agricultural Chemistry and Biotechnology* 39: 424-429 (1996)
15. Juliano, B.O. Rice chemical and technology. *American Association of Cereal Chemist* pp. 86-94 (1985)
16. Juliano, B.O. Cereal chemistry procedures. *IRRI.*, p. 165 (1974)
17. Lim, S.J., Kim, D.U., Sohn, J.K. and Lee, S.K. Varietal variation of amylogram properties and its relationship with other eating quality characteristics in rice. *Korean J. Breeding* 27: 268-275 (1995)
18. Asaoka, M.K., Okuno, Y., Sugimoto, J., Kawakami and Fuwa, H. Effect of environmental temperature during development of rice plants on some properties of endosperm starch. *Stärke* 36: 189-194 (1984)
19. Ikawa, Y., Kang, M.Y., Sugimoto, Y. and Fuwa, H. Some properties of starches of jos's tears. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.* 30: 5-12 (1983)
20. Hizukuri, S., Takeda, Y. and Maruta, N. Molecular structures of rice starch. *Carbohydr. Res.* 189: 227-253 (1989)
21. Gilbert, G.A. and Spragg, S.P. Iodimetric determination of amylose. *Physical analysis* 4: 168 (1963)

(1999년 6월 28일 접수)