

사업구분 : 기관고유(프로젝트)	Code 구분 : LS0501	농촌자원개발(전반기)
연구과제 및 세부과제명	연구기간	연구책임자 및 참여연구원(☎)
경기쌀의 세계 명품화를 위한 저장기술 연구	'06	경기도원 작물연구과 이용선(229-5782)
기능성 쌀의 저장기간별 품질 특성 검정	'06	경기도원 작물연구과 이용선(229-5782) (참여연구원) 이은섭
색인용어	기능성 쌀, 저장, 미질특성, 기능성함량	

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the rice quality (palatability, fat acidity, functional material) of functional rice during the storage periods at different storage conditions. In long-term storage(1 year) of paddy and brown rices, storage temperatures tested were 15°C and ambient temperature. Rice quality was measured every month for the long-term storage experiment. The rice quality of brown rice was not significantly different from paddy rice at 15°C storage but it was lower compared to that of paddy rice at the ambient temperature storage as storage duration increased. The rice quality almost did not have a change until October at 15°C storage but it was rapidly changed after July at the ambient temperature storage. Functional materials(antocyanin, dietary fiber and amylose) contents were not significantly different between 15°C and ambient temperature storage during the storage.

Key words : Rice, Storage, Functional material

1. 연구목표

우리나라에서는 그동안 식량자급을 위해 양질 다수성 품종 육종과 증산위주의 재배기술 개발에 노력해왔으나 최근 국민 식생활 패턴 변화, 농산물 수입개방에 따른 쌀 수입 시판 확대, 쌀 소비량 감소로 생산과잉 문제에 직면한 쌀 산업유지 대책이 시급한 실정이다. 최근 소비성향이 다양화됨에 따라 주식용만이 아닌 가공용 쌀의 수요가 증가하고 주식용 중에서도 소비자의 성향에 따라 시각, 미각, 영양학적으로 우수한 쌀 품종 개발이 요구되고 있다. 쌀 저장 시 수확당시 품질을 유지하는 것은 매우 중요한데, 저장기간 중 쌀의 식미와 관련된 이화학적 변화에 관한 연구보고는 많이 있지만(채 등, 2004; Cho 등, 1990; 한 등, 2005; Ko 등, 1995; 권과 전, 1991; 이 등, 1993; 이 등, 1991; 소 등, 2000), 저장성에

용도별, 품종별로 차이가 있으나(Matsue *et al.*, 1991), 특수용도의 기능성 쌀에 관한 저장 연구가 전무한 실정이다.

일반적으로 쌀을 장기간 저장하면 밥의 호화도는 낮아지고, 묵은 냄새와 맛이 생성되며, 취반 후에는 단단하고 부슬부슬한 물성을 갖게 되어 밥맛이 저하되는 고미화 현상이 나타난다(Ko *et al.*, 1995). 이와 같은 현상은 미곡 저장 시 계속되는 호흡 때문에 배유의 내용 성분이 변하고(김 등, 1980; 권과 전, 1991; 이 등, 1993; 이 등, 1991), 저장기간이 길어짐에 따라 쌀밥의 수분흡수와 부피팽창이 증가하여, 묵은 쌀로 취반한 밥은 햅쌀밥보다 단단하며 끈기가 감소되어 취반 및 식미특성이 나빠지게 되는 것이다(Cho and Kim, 1990). 이러한 저장 쌀의 식미는 쌀의 품종, 도정방식, 저장기간 및 형태 그리고 밥짓기 등 여러 요인들에 의해 영향을 받으며, 전분의 아밀로오스 함량과도 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 1994).

따라서 본 연구는 최근 품종개발이 활발하게 진행되고 있는 기능성 쌀에 대해 저장온도 및 저장형태, 기간에 따른 품질변화 조사 결과를 보고하는 바이다.

2. 재료 및 방법

기능성 쌀의 상온 및 저온 저장 시 품질변화를 구명하기 위하여 2005년 경기도농업기술원 표준재배법에 따라 생산된 화선찰벼, 만미벼, 식이섬유가 풍부한 고아미2호, 안토시아닌 함량이 높은 흑진주벼, 대조로 추정벼를 정조와 현미형태로 상온(곡물창고) 및 15°C 저장고에 2~10월까지 저장하였다.

저장고의 온도와 습도 측정은 소형 온습도 자동기록계(HOBO H8-007-02, USA)를 사용하여 최고, 평균, 최저치를 조사하였다.

저장 중 쌀의 품질은 4주간격으로 조사하였는데, 발아율은 샐레에 여과지를 깔고 그 위에 정조, 현미 각 100립씩을 놓고 30°C에서 7일간 발아시켰으며, 수분함량은 단립수분측정기(PQ-510, Kett, Japan)를 이용하여 50립씩 3반복으로 측정하였고, 백도는 C-300(Kett, Japan)을 이용하여 수치화하였다. 식미치는 10분도로 도정한 후 33g을 평량하여 Toyo사의 MA-30A(Japan)을 이용하여 기계적 식미치를 측정하였다. 취반 물성은 동일한 취반방법으로 밥시료를 준비하여 측정직전까지 60~70°C의 항온에 보관하면서 Rheometer(Compac-100 II, Sun Scientific Co., LTD, Japan)를 이용하여 밥알을 날개로 직경 2mm의 probe로 탄력성, 응집성, 씹음성을 조사하였다. 아밀로그램은 Rapid Visco Analyser(RVA4, Newport, Australia)를 이용하여 쌀의 호화특성을 조사하였으며, 지방산도는 미분 100g 중의 유리지방산을 중화하는데 필요한 KOH양을 mg으로 표시하였다. 기능성물질 중 화선찰벼의 아밀로스함량은 Juliano 방법에 의해, 고아미2호의 식이섬유 함량은 Prosky의 효소이용 정량법에 의해 식이섬유분석기(Fibertec system, Tecator, Sweden)를 사용하여 Total

Dietary Fiber(TDF)를 분석하였다. 흑진주벼의 안토시아닌 함량은 냉장온도에서 24시간씩 3회에 걸쳐 추출 여과하여 HPLC(Agilent 1100, USA)로 분석하였다. 표준품은 Polyphenols사(Norway)에서 Cyanidin 3-O- β -glucopyranoside(C3G), Delphinidin 3-O- β -glucopyranoside (D3G), Petunidin 3-O- β -glucopyranoside(Pt3G)을 구입하여 검량선에 의한 총 함량을 구하였다. 이때 HPLC 분석조건은 용매조성비(H₂O : MeOH : formic acid = 75 : 20 : 5), UV detector(520nm), Flow rate(0.85ml/min), 컬럼은 AtlantisTM dc18(4.6×150mm, 3 μ m)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저장기간 중 온도 및 습도의 변화

저장기간 중의 온·습도 변화는 그림 1과 같이 상온저장고의 평균 기온은 23.8±4.3℃, 최고 기온은 32.2℃, 최저 기온은 11.8℃였고, 평균 상대습도는 60.9±6.9%였다. 15℃ 저장고는 자동온도조절 장치에 의해 비교적 균일하게 온도가 유지되어 평균 16.4±0.3℃, 66.9±4.5%였다. 손(2002)은 저장고내의 온도와 습도가 높을 경우 호흡에 의한 양적 및 질적 손실이 발생하고, 화학적 변화가 심하게 일어나 저곡해충과 미생물 발생이 조장되기 때문에 품질유지에 악영향을 미친다고 하였는데, 본 시험의 상온저장고에서 온도가 심하게 변화된 시기는 7~8월간이었으며, 습도는 6월 중순~9월 초순이었다.

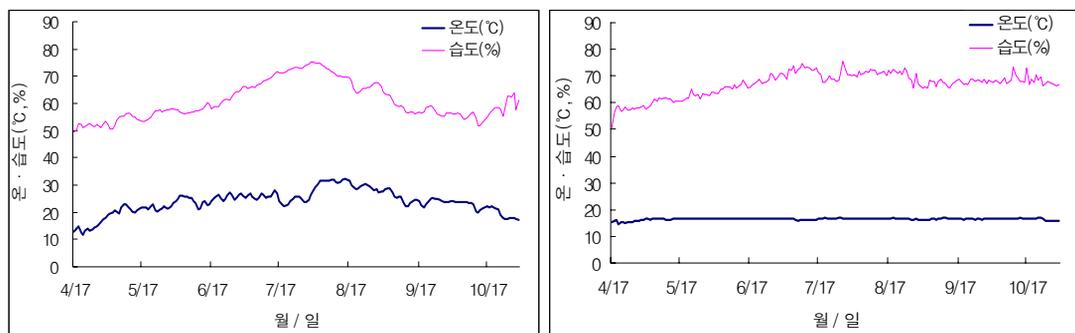


그림 1. 저장고의 온도 및 습도 변화 : 상온저장고(좌), 15℃저장고(우)

나. 저장기간 중 기능성 쌀의 저장특성 변화

1) 발아율의 변화

저장기간 중 발아율을 조사한 결과 표 1과 같다. 발아율이 90%이상을 유지하는 기간은 상온에서는 정조, 현미 모두 7월까지이었으며, 15℃에서는 고아미2호의 현미형태를 제외하고는 10월까지 발아율이 90%이상을 유지하였다. 상온에서 7월이후 발아율이 떨어진 이유

는 손(2002)의 보고처럼 7~8월에 온·습도가 높게 유지되면서 저곡해충과 미생물의 작용에 기인한 것으로 생각된다.

표 1. 저장기간에 따른 발아율 변화

품종명	저장 온도	저장 형태	발 아 율 (%)									
			저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
추 청 벼	상온	정조	98.3	97.0	99.0	97.3	98.3	97.3	88.7	78.7	88.0	
		현미	96.7	95.7	94.3	96.0	95.3	95.7	88.7	74.3	51.3	
	15℃	정조	98.3	96.3	98.3	98.7	96.7	97.3	91.7	97.3	96.3	
		현미	96.7	97.7	97.0	99.7	96.7	98.0	97.3	95.0	95.7	
화 선 찰 벼	상온	정조	96.0	94.0	97.0	92.0	93.0	92.0	65.3	34.7	32.7	
		현미	93.0	93.7	91.3	95.3	95.0	93.7	78.3	30.7	33.7	
	15℃	정조	96.0	92.3	98.0	91.7	97.0	90.7	93.3	92.0	98.0	
		현미	93.0	88.3	88.7	96.0	95.0	94.0	95.3	96.3	91.3	
고 아 미 2 호	상온	정조	96.0	96.0	97.0	97.7	96.0	92.0	71.7	46.0	48.0	
		현미	96.3	93.3	96.0	94.2	95.0	89.0	69.3	28.7	16.0	
	15℃	정조	96.0	96.0	93.3	97.7	96.3	96.0	96.0	94.7	95.0	
		현미	96.3	94.3	86.0	90.0	95.7	90.3	94.3	76.7	80.3	
흑 진 주 벼	상온	정조	98.3	98.0	97.0	89.7	95.7	88.0	83.7	83.3	83.3	
		현미	95.0	91.0	94.3	87.3	90.7	90.0	91.7	77.7	79.3	
	15℃	정조	98.3	98.3	98.7	95.7	98.3	97.0	97.3	95.0	97.3	
		현미	95.0	88.0	93.0	90.0	88.7	91.3	95.3	92.0	92.7	
만 미 벼	상온	정조	98.7	-	99.7	-	98.7	-	91.0	-	74.0	
		현미	88.7	-	81.7	-	83.3	-	74.3	-	17.3	
	15℃	정조	98.7	-	99.7	-	97.3	-	98.3	-	99.0	
		현미	92.7	-	90.7	-	91.0	-	91.0	-	92.3	

2) 수분함량의 변화

쌀의 수분함량은 저장성은 물론 도정특성이나 밥의 식미와도 관련이 깊다. 도정과정에 있어서 원료벼의 수분함량이 낮을 때 찌라기 발생이 많아지며, 취반 전 수침 중에 파손이 쉽게 일어나 미반의 형태를 잃어 식미를 저하시킨다(손 등, 2002). 저장기간 중 쌀의 수분함량은 표 2와 같이 모든 품종에서 10월까지의 큰 변화가 없었으며, 품종별로는 고아미2호의 수분함량이 13~16%로 높았고, 다른 품종들은 11~14%로 비슷하였다. 저장온도 간에

는 15℃저장이 상온보다 수분함량의 변화가 적어 채 등(2004)이 보고한 벼의 수분감소는 10℃ < 15℃ < 20℃ 순으로 크게 나타났다는 결과와 유사한 경향을 보였다.

표 2. 저장기간 중 수분함량의 변화

품종명	저장 온도	저장 형태	수 분 함 량 (%)									
			저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
추 청 벼	상온	정조	13.3	13.3	12.9	13.0	12.9	13.5	14.2	13.3	13.3	
		현미	13.4	13.4	13.3	13.8	13.5	14.1	14.9	13.4	13.7	
	15℃	정조	13.3	13.3	13.3	12.9	13.2	13.6	13.4	13.4	13.6	
		현미	13.4	13.0	13.3	13.5	13.4	13.6	13.9	13.7	13.7	
화 선 찰 벼	상온	정조	11.4	11.5	11.4	11.5	11.8	12.8	13.9	12.9	12.8	
		현미	12.3	12.2	12.3	12.4	12.7	13.7	14.7	14.0	13.5	
	15℃	정조	11.4	11.4	11.5	11.5	11.9	12.6	12.7	12.8	12.8	
		현미	12.3	12.0	12.3	12.6	12.7	13.2	13.5	13.3	13.3	
고 아 미 2 호	상온	정조	14.0	13.9	13.8	13.4	13.7	14.6	15.0	14.1	13.7	
		현미	14.8	14.7	14.5	15.1	14.8	15.2	16.2	15.2	14.8	
	15℃	정조	14.0	13.6	13.7	13.7	13.7	14.1	14.3	14.1	14.0	
		현미	14.8	14.5	14.9	15.3	14.7	14.7	15.3	15.1	15.3	
흑 진 주 벼	상온	정조	12.7	12.9	12.4	12.4	12.4	13.8	14.1	13.5	13.0	
		현미	11.3	11.7	11.8	11.9	12.3	12.7	14.3	13.1	12.9	
	15℃	정조	12.7	11.1	11.8	11.4	12.0	12.6	13.4	12.6	12.8	
		현미	11.3	11.8	11.5	11.9	11.7	12.3	12.8	12.6	12.6	
만 미 벼	상온	정조	11.8		11.6		11.9		13.8		12.6	
		현미	12.0		12.3		12.8		14.8		13.2	
	15℃	정조	11.8		11.8		12.1		12.4		12.9	
		현미	12.0		12.3		12.6		13.1		13.3	

다. 저장기간 중 기능성 쌀의 미질특성 변화

1) 백도의 변화

저장 중 쌀의 백도 변화를 조사한 결과 표 3과 같이 저장기간이 경과할수록 백도값은 감소하여 하얀색에서 누렇게 되는 경향이였다. 저장형태간에 백도의 차이는 없었으나 저장온도에서는 15℃ 저장이 상온보다 백도 값의 변화가 적은 것으로 나타났으며, 품종 중에서는 화선찰벼가 41~46으로 일반벼보다 높은 값을 나타냈는데 이는 찰벼의 고유특성에 기인한 것으로 판단된다.

표 3. 저장 중 백도의 변화

품종명	저장 온도	저장 형태	백 도									
			저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
추 청 벼	상온	정조	37.5	37.2	37.3	36.1	36.3	37.0	34.2	34.8	35.4	
		현미		36.4	36.8	36.2	37.0	37.4	37.4	35.9	36.0	
	15℃	정조	37.5	36.7	36.1	35.5	36.4	36.9	35.0	35.5	34.7	
		현미		37.1	35.8	35.9	36.9	37.1	36.5	35.6	35.5	
화 선 찰 벼	상온	정조	46.2	42.6	42.6	42.7	46.5	41.4	41.2	42.1	41.4	
		현미		46.9	43.7	43.4	45.0	46.9	42.8	45.0	43.7	
	15℃	정조	46.2	44.8	41.7	41.5	44.3	43.5	40.9	44.0	42.3	
		현미		44.6	43.5	44.9	44.6	45.9	45.9	44.2	43.8	
고 아 미 2 호	상온	정조	39.5	38.1	36.8	38.0	37.1	35.9	35.7	35.7	34.7	
		현미		38.6	37.7	36.7	37.6	37.3	36.8	37.0	36.1	
	15℃	정조	39.5	39.0	36.0	37.6	37.0	38.0	36.5	37.1	36.2	
		현미		38.0	36.8	38.2	38.7	38.0	37.9	38.3	37.5	
만 미 벼	상온	정조	37.5		36.8		37.1		34.1		34.7	
		현미			35.6		37.5		34.9		34.6	
	15℃	정조	37.5		35.6		37.0		35.5		35.1	
		현미			35.7		36.3		36.9		35.6	

2) 지방산도의 변화

쌀 품질을 크게 좌우하는 지방산도는 표 4에서와 같이 저장기간이 경과할수록 높아졌는데, 상온에서는 정조의 경우도 저장 전(2월)에 비해 8개월 후(10월) 추청벼는 2.5, 화선찰벼는 12.8, 고아미2호는 13.0, 만미벼는 11.8 KOHmg/100g으로 1.5~3.9배 높아졌다. 또한 15℃ 저장보다 상온에서 지방산도가 더 높았으며, 정조보다는 현미형태에서 높은 값을 나타냈다. 이와 같은 결과는 미곡저장 중 지방의 산화에 의한 산패는 꾸준히 일어나고 있으며, 장기저장 미곡은 지방의 계속된 산패로 취반미의 고미취에 크게 영향을 미칠 것이라 우려된다. 그러므로 지방산도와 관련지어 기능성 쌀의 품질유지를 위한 적정 저장조건은 상온보다는 15℃저장을, 현미보다는 정조형태의 저장이 더 효과적임을 알 수 있다.

표 4. 저장기간별 지방산도의 변화

품종명	저장 온도	저장 형태	지 방 산 도 (KOH.mg/100g)									
			저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
추 청 벼	상온	정조	2.4	1.3	1.8	2.1	3.2	3.7	4.3	4.7	4.9	
		현미	2.4	1.7	2.4	2.7	3.4	3.9	6.3	6.7	8.5	
	15℃	정조	2.4	1.4	2.3	2.1	2.2	2.0	3.2	3.4	3.1	
		현미	2.4	1.7	3.8	3.1	4.9	3.5	4.6	4.5	5.1	
화 선 찰 벼	상온	정조	14.3	18.4	21.7	23.7	25.1	26.8	29.5	30.7	27.1	
		현미	14.3	16.6	24.0	26.2	28.1	29.6	30.2	32.6	28.3	
	15℃	정조	14.3	16.9	23.7	24.8	27.1	25.3	27.8	27.1	25.5	
		현미	14.3	17.9	22.5	19.8	20.3	24.4	28.6	27.2	25.8	
고 아 미 2 호	상온	정조	21.8	22.7	25.9	24.0	27.4	30.7	33.8	34.9	34.8	
		현미	21.8	31.1	31.2	28.5	32.9	34.7	36.5	38.0	39.2	
	15℃	정조	21.8	28.0	34.8	25.0	27.8	30.5	32.7	36.5	33.6	
		현미	21.8	32.2	37.2	38.7	40.1	36.5	38.5	40.5	37.0	
만 미 벼	상온	정조	4.1	-	5.5	-	6.5	-	12.0	-	15.9	
		현미	4.1	-	6.8	-	8.6	-	12.7	-	15.5	
	15℃	정조	4.1	-	5.2	-	6.6	-	8.8	-	8.7	
		현미	4.1	-	6.9	-	8.5	-	8.5	-	9.1	

3) 취반미의 물성 변화

취반 과정은 열에 의한 쌀의 구성성분과 수분과의 반응으로 쌀알의 표면으로부터 내부로 수분흡수로 알려져 있다. 저장기간이 경과하면서 취반미의 물성을 조사한 결과 표 5와 같이 탄력성은 상온저장에서 대체로 감소하였으며 15℃에서 화선찰벼는 감소하였고, 추청벼 등 다른 품종은 감소하다 증가하는 등 일정한 경향이 없었으며, 응집성과 씹음성은 감소하는 경향이였다. 이와 같은 결과는 소 등(2000)의 저장기간이 길어짐에 따라 점성/경도 비가 저하되었고, 부착성, 응집성 역시 저하되었다는 보고와 일치하였다. 이런 결과에 대해 김 등(1997)은 취반미의 조직감이 저하되는데는 저장 중 전분이 복합 미세립자 간의 결합력을 증가시켜 취반 시 전분입자의 흡수가 억제되고 한편으로는 지방의 가수분해에 의한 지방산화로 지방산이 전분의 아밀로오스와 결합하여 복합체를 이루어 조직감을 저하시킨 것으로 판단된다.

표 5. 저장기간별 취반물성의 변화

품종명	저장 온도	저장 형태	탄력성(%)			응집성(%)			씹음성(g)		
			저장전	6월	10월	저장전	6월	10월	저장전	6월	10월
추 청 벼 상온		정조	81.3	95.3	84.7	49.9	49.9	47.1	230.8	257.4	256.0
		현미	81.3	91.5	77.3	49.9	46.9	47.2	230.8	241.0	244.3
	15℃	정조	81.3	93.5	83.3	49.9	49.0	44.2	230.8	247.0	169.5
		현미	81.3	92.5	83.9	49.9	47.0	45.6	230.8	240.8	215.2
화 선 찰 벼 상온		정조	88.9	85.3	79.2	56.8	50.6	45.3	144.8	126.7	140.1
		현미	88.9	88.4	84.0	56.8	54.4	50.9	144.8	145.2	152.2
	15℃	정조	88.9	85.3	83.4	56.8	51.4	50.7	144.8	129.8	114.5
		현미	88.9	92.7	81.4	56.8	55.6	45.6	144.8	152.9	116.1
고 아 미 2 호 상온		정조	90.6	117.3	116.8	26.3	24.1	21.0	204.3	185.9	159.0
		현미	90.6	114.4	75.3	26.3	25.1	16.7	204.3	186.4	131.3
	15℃	정조	90.6	137.1	181.6	26.3	24.5	36.1	204.3	178.7	225.1
		현미	90.6	112.7	116.2	26.3	29.1	27.3	204.3	202.8	149.7
흑 진 주 벼 상온		정조	102.7	75.0	86.4	26.7	19.4	20.4	288.0	183.5	203.7
		현미	102.7	84.5	92.9	26.7	21.5	20.8	288.0	256.2	218.0
	15℃	정조	102.7	61.7	140.7	26.7	19.6	35.0	288.0	222.4	203.3
		현미	102.7	92.0	116.6	26.7	22.2	25.5	288.0	248.8	220.7

※ COMPAC-100 II (Sun Scientific Co., LTD. Japan) 이용

4) 취반미의 아밀로그래프 특성 변화

저장 중 쌀의 아밀로그래프 특성을 조사한 결과 표 6과 같이 저장기간이 길어짐에 따라 최고점도와 가공 중 안정도를 나타내는 지표로 사용되는 breakdown은 저장전에 비해 낮아졌고, 노화의 정도를 나타내는 setback은 높아졌다. Shoji 등(1981)은 장기 저장 시 전분 자체의 변화와 함께 최고점도가 감소한다고 보고하여 본 결과와 비슷한 양상을 나타내었다.

표 6. 저장기간별 아밀로그램 특성

(단위 : B.U)

품종명	저장 온도	저장 형태	Max. viscosity			Breakdown			Setback		
			저장전	6월	10월	저장전	6월	10월	저장전	6월	10월
추 청 벼 상온	상온	정조	445	334	324	218	161	145	-76	-44	-56
		현미	445	335	343	218	163	162	-76	-40	-24
	15℃	정조	445	368	347	218	197	162	-76	-68	-31
		현미	445	323	353	218	151	162	-76	-32	-31
화 선 찰 벼 상온	상온	정조	255	236	185	140	145	69	-107	-118	-43
		현미	255	244	215	140	146	87	-107	-118	-58
	15℃	정조	255	257	182	140	156	76	-107	-125	-51
		현미	255	257	184	140	-156	80	-107	-124	-55
고 아 미 2 호 상온	상온	정조	106	136	84	0.8	5.8	0.1	87	113	66
		현미	106	126	74	0.8	5.1	0.0	87	102	52
	15℃	정조	106	150	73	0.8	7.1	-0.4	87	136	48
		현미	106	150	83	0.8	7.1	0.0	87	129	58
만 미 벼 상온	상온	정조	437	388	330	236	215	154	-136	-122	-55
		현미	437	372	329	236	201	148	-136	-104	-40
	15℃	정조	437	424	358	236	254	186	-136	-164	-96
		현미	437	363	338	236	204	172	-136	-117	-79

※ RVA 4 (Newport scientific co. Australia) 이용

5) 저장기간에 따른 식미치의 변화

저장기간에 따른 기계적 식미치(도요식미치)를 조사한 결과 표 7과 같이 저장기간이 경과함에 따라 식미치는 떨어졌으며, 온도간에는 15℃저장이 상온보다, 정조형태가 현미보다 식미치가 높은 것으로 나타났다. 또한 한 등(2004)의 보고와 같이 저장 쌀의 식미가능한 수치를 저장전의 97% 수준으로 볼 때 추청벼는 상온에서 정조, 현미 모두 7월까지, 15℃에서 정조 10월, 현미 9월까지 식미가 가능한 것으로 나타났으며, 만미벼는 상온에서 정조 6월, 현미 4월, 15℃에서 정조 10월, 현미 8월까지 가능한 것으로 확인되었다. 이와 같은 결과로 볼 때 15℃에 정조형태로 저장하면 신곡이 나오는 10월까지 식미가 가능할 것으로 생각되었다. 또한 표 7의 자료를 응용한 회귀식을 구하여 이론상 가능한 추청벼의 식미유지일을 살펴본 결과 표 8과 같이 2차 회귀식과 결정계수(R²)가 상온은 0.8이상의 높은 값을 보였으며, 15℃는 저장기간 중 변화가 심해 낮은 값을 나타냈다. 표 7과 상이하게 추청벼의 상온에서 식미가능한 예상일은 정조 5월 26일, 현미 5월 18일로 나타났으며, 15℃저장의 경우 정조 10월 20일, 현미 7월 23일의 날짜를 얻을 수 있었다.

표 7. 저장기간별 도요식미치 변화

품종명	저장 온도	저장 형태	저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
추청벼	상온	정조	70.3	69.7	70.0	70.0	69.3	68.3	68.0	60.7	61.0
		현미	70.3	70.3	69.7	70.7	69.3	68.3	64.3	62.7	61.0
	15℃	정조	70.3	70.7	69.7	69.0	69.7	71.3	68.7	69.3	68.5
		현미	70.3	69.3	70.7	69.0	69.0	70.0	68.7	68.7	66.5
만미벼	상온	정조	73.0	-	72.3	-	71.0	-	67.0	-	61.5
		현미	73.0	-	71.0	-	69.5	-	64.7	-	60.0
	15℃	정조	73.0	-	71.0	-	71.7	-	70.0	-	70.0
		현미	73.0	-	71.2	-	71.0	-	70.0	-	69.0

※ 식미유지기간 : 저장 전 식미치의 97% 수준이내로 설정

표 8. 저장기간과 도요식미치와의 관계

품종명	저장 온도	저장 형태	회귀식	결정계수(R ²)	식미유지 예상일자
추청벼	상온	정조	$y = -0.2719x^2 + 1.5531x + 68.321$	0.8849	5. 26
		현미	$y = -0.2299x^2 + 1.0754x + 69.302$	0.9601	5. 18
	15℃	정조	$y = -0.0192x^2 + 0.0084x + 70.248$	0.3049	10. 20
		현미	$y = -0.0655x^2 + 0.3183x + 69.61$	0.6803	7. 23

라. 저장기간 중 기능성물질 함량의 변화

1) 아밀로스(아밀로펙틴) 함량

저장기간이 경과함에 따른 아밀로스 함량을 분석한 결과 표 9와 같이 모든 품종에서 저장전과 비교해 저장 후의 함량 차이는 크지 않았다. 저장 중 아밀로스 함량은 추청벼에서 14~15%, 고아미2호에서 23~26%로 추청벼에 비해 2배 정도 높았으며, 화선찰벼의 아밀로펙틴 함량도 저장기간 중 95% 정도를 유지하였다.

표 9. 아밀로스(아밀로펙틴) 함량

품종명	저장 온도	저장 형태	아밀로스(아밀로펙틴) 함량(%)									
			저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
추 청 벼 상온	정조	정조	14.0	13.5	14.2	14.3	15.3	15.1	14.9	15.1	15.5	
		현미	13.9	13.9	13.7	13.9	15.6	14.7	15.4	15.2	15.3	
	15℃	정조	14.0	13.9	14.4	14.1	15.8	14.9	15.1	14.5	14.5	
		현미	13.9	14.7	13.5	13.6	15.4	14.5	15.0	14.4	15.1	
고 아미 2 호 상온	정조	정조	24.2	24.0	23.4	24.4	26.2	25.4	25.3	24.4	24.5	
		현미	22.3	25.2	22.6	24.6	26.3	26.1	25.9	24.5	25.7	
	15℃	정조	24.2	23.2	24.1	23.4	26.5	26.2	25.5	25.7	25.3	
		현미	22.3	23.4	23.0	23.4	26.8	26.0	25.6	25.0	26.2	
화 선 찰 벼 상온	정조	정조	(95.4)	(95.4)	(95.3)	(95.1)	(95.1)	(95.4)	(95.5)	(95.8)	(95.6)	
		현미	(95.5)	(95.4)	(95.6)	(95.2)	(94.9)	(95.2)	(95.3)	(95.8)	(95.6)	
	15℃	정조	(95.4)	(95.4)	(95.3)	(94.8)	(94.9)	(95.4)	(95.7)	(95.5)	(95.7)	
		현미	(95.5)	(95.2)	(95.5)	(95.2)	(94.9)	(95.2)	(95.4)	(95.6)	(95.1)	

※ () : 화선찰벼는 아밀로펙틴 함량임.

2) 안토시아닌 함량

저장기간 중의 흑진주벼에 함유된 안토시아닌 함량을 HPLC로 분석한 결과 표 10과 같이 1.97~3.48mg/g으로 저장온도나 형태에 상관없이 저장기간 중 변화는 크지 않았다. 이와 같은 결과로 볼 때 흑진주벼의 안토시아닌은 1년간 저장하여도 함량이 감소될 우려는 적은 것으로 나타났다.

표 10. 안토시아닌 함량

품종명	저장 온도	저장 형태	안토시아닌 함량(mg/g)									
			저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
흑진주벼	상온	정조	2.94	2.50	3.30	3.48	2.47	2.27	2.28	1.97	2.43	
		현미	-	3.08	3.35	3.41	2.52	2.82	2.27	2.20	2.39	
	15℃	정조	2.94	2.69	2.95	1.85	2.35	2.42	2.00	2.13	2.08	
		현미	-	3.26	2.90	2.42	2.44	2.75	2.36	2.40	2.14	

3) 식이섬유 함량

저장 중 고아미2호의 식이섬유 함량도 표 11과 같이 다른 기능성물질과 유사하게 저장 중 고아미2호에 6.1~9.4% 함유되어 있으며, 저장 온도나 형태와 무관하게 일정한 경향은 없었으며, 1년간 저장하여도 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

표 11. 식이섬유 함량

품종명	저장 온도	저장 형태	식이섬유 함량(%)									
			저장전	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	
고아미2호	상온	정조	8.0	8.0	7.2	6.6	6.5	5.8	6.7	9.4	8.2	
		현미	-	7.2	7.0	6.3	6.4	6.1	6.5	8.5	8.5	
	15℃	정조	8.0	7.8	7.3	7.4	6.6	6.2	5.8	8.1	8.4	
		현미	-	8.2	7.5	7.1	7.1	6.1	6.1	8.4	8.4	

4. 적 요

최근 식생활 변화와 함께 기능성 쌀에 대한 수요가 증가하면서 기능성 쌀과 관련된 저장연구가 필요하여 저장온도 및 형태별로 1년간 저장하면서 품질변화를 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

- 가. 저장기간 중 발아율은 상온저장에서 7월이후 급격히 떨어졌으며, 15℃저장은 고아미 2호의 현미를 제외하고는 10월까지 90%이상으로 높았다.
- 나. 지방산도는 15℃저장보다 상온저장에서 7월이후 높아졌으며, 취반물성은 저장기간의 경과에 따라 응집성과 씹음성이 다소 감소하였다.
- 다. 아밀로그램 특성 중 최고점도와 breakdown은 저장기간이 경과하면서 품종이나 저장방법과 무관하게 감소하였고, setback은 높아져 가공적성은 낮아졌고 노화정도는 빨라지는 것으로 나타났다.
- 라. 도요식미치를 기준한 저장 전 대비 97%수준으로 유지되는 기간은 추청벼 상온에서는 정조, 현미 모두 7월까지, 15℃에서는 정조 10월, 현미 9월이었다.
- 마. 기능성물질인 아밀로스과 안토시아닌, 식이섬유 함량은 저장 중 큰 변화가 없었다.

5. 인용문헌

채제천, 김병기, 김동철. 2004. 저장·유통 중인 쌀 품질의 변화 및 평가기준 설정 연구. 농촌진흥청 농업특정연구사업 2차년도 완결보고서.

- Cho, Eun Ja and Kim, Sung Kon. 1990. Changes in Physicochemical Properties of Brown and Milled Rices During Storage, *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 33(1): 24-33.
- 한상욱, 조영철, 이원우, 채제천. 2004. 쌀 품질 유지를 위한 저장방법 확립 연구. 경기도원 시험연구보고서. pp.87-103.
- 한상욱, 전대훈, 이재홍. 2005. 벼 저온저장 후 상온유통시 쌀 품질 변화 구명. 경기도원 시험연구보고서. pp.107-122.
- Kang, K. J., Kim, K., Kim, S. K. and Murata, A. 1994. Relationship between molecular structure of amylose and texture of cooked rice of Korean rice, *Oyo Tohitsu Kagaku, J. of Applied Glyco-science*, 41. pp.35.
- Kim, B. S. and Ahn, J. K. 1997. Classification of grain type and marketing grades for Korea rice varieties. *Korean, J. Crop Sci.*, 42(3): 357-366.
- 김영배, 이병영, 박남규, 한판주. 1980. 미곡의 농가 간이저장방법에 관한 연구. *농시연보 (농기계편)* 22: 18-23.
- Ko, Y. D., Choi, O. J., Park, S. K., Ha, H. S. and Sung, N. K. 1995. Change in physicochemical properties of rice starch from rice stored at different condition, *Korean, J. Food Sci. Technol.*, 27(3): 306-312.
- 권용웅, 전우방. 1991. 벼의 저장에 있어 저장기간, 창고등급 및 도정도가 밥맛에 미치는 영향. *한작지* 36(3): 271-279.
- 이인근, 김공호, 최해춘. 1993. 장기저장한 벼 종실의 이화학적 특성 변화. *한작지* 38(6): 524-530.
- 이병영, 김영배, 손종록, 윤인화, 한판주. 1991. 미곡의 장기저장에 의한 품질특성 변화. *한농화지* 34(3): 262-264.
- Matsue, Y., K. Mizuta and T. Yoshida. 1991. Varietal difference in palatability of stored rice. *Japan J. Crop Sci.* 60(4): 537-542.
- Shoji, I. and Kurasawa, H. J. 1981. *Home Economics, Japan*, 32. pp.350-355.
- 소규호, 김영수, 홍재식, 정준영, 조재민. 2000. 장기저장 미곡의 품질특성. *한국식품영양과학회지* 13(1): 21-27.
- 손종록. 2002. 고품질 쌀 유통정착을 위한 RPC 운영 및 유통쌀의 문제점과 개선방향. 쌀 수급안정 대책 세미나 : 47-75.
- 손종록, 김재현, 이정일, 윤영환, 김재규, 황흥구, 문현팔. 2002. 쌀의 품질평가 현황과 금후 연구방향. *한작지* 47(S): 33-54.