

統一米의 저장에 따른嗜好特性 및 脂質成分의 변화

皇甫丁淑 · 李瑞來

韓國原子力研究所 農業生化學研究室

(1976년 2월 6일 수리)

Changes in Eating Quality and Lipid Components of Tongil Rice Variety in Storage

by

Jeong-Sook Hwangbo and Su-Rae Lee

Agricultural Biochemistry Laboratory, Korea Atomic Energy Research Institute, Seoul

(Received February 6, 1976)

Abstract

Two rice varieties in Korea, an Indica type "Tongil" and a Japonica type "Jinheung", were stored at 5°C and 30°C for six months and the changes in organoleptic quality and lipid components were investigated to obtain the following results.

In storage, both varieties brought about increases of hardness, cohesiveness and gumminess, and a decrease of adhesiveness among textural parameters of cooked rice. Storage at 5°C showed no change in organoleptic quality but storage at 30°C caused the occurrence of off-flavor in both varieties and a marked decrease of stickiness in Jinheung.

Rice samples before storage contained 5-times more free lipids than bound lipids and free lipid content of Tongil was 70~80% of Jinheung. In storage, bound lipids tended to increase slowly while free lipids increased in both varieties at 5°C and tended to increase in Tongil and to decrease in Jinheung at 30°C.

In free lipid fractions of rice samples before storage were found 9 components including triglycerides, free fatty acids and sterol esters and in bound lipid fractions were found 8 components including free fatty acids and sterol esters, as the major components. In storage, changes in lipid components were more remarkable in free lipids than in bound lipids and in Jinheung than in Tongil. It was, therefore, concluded that Tongil variety had a better storage stability than Jinheung variety and the deterioration of rice quality occurred mainly in free lipid fractions during storage.

서 론

우리나라에서 새로이 장려된 통일미는 최근 그의 생산량이 증가됨에 따라 米質에 관한 연구가 적극적으로

추진되고 있다. 그리하여 통일미의 食味에 관한 金동⁽¹⁾ 皇甫⁽²⁾의 보고와 저장성에 관한 韓⁽³⁾의 보고가 있으며 搗精에 따른 成分변화에 대한 鄭⁽⁴⁾의 연구가 최근 발표된 바 있다.

쌀의 품질특성중 食味와 함께 중요시 되는 다른 요

소는 그의貯藏特性이라 할 수 있다. 쌀의 저장중 일어나는 여러가지 품질변화중 문제시되는 것은 古米化 과정에서 발생되는 古米臭로서, 古米化과정에 관해서는 여러 연구자들⁽⁶⁻¹²⁾에 의하여 보고된 바 있다. 이들에 의하면 古米化과정은 소량으로 존재하는 脂質의 主導的 役割에 의하여 일어나는 바 脂質의 가수분해 및 산화반응에서 시작하여 지질산화물과 단백질과의 반응, 지방산과 전분과의 반응등에 의하여 진행되며, 여기에서 발생되는 古米臭의 주성분은 휘발성 carbonyl 화합물인 hexanal 및 pentanal 등의 고급 aldehyde로 알려져 있다. 최근에는 또한 쌀의 脂質成分과 저장중의 古米臭의 발생 또는 texture 특성의 변화와의 관계를 結合시켜 설명하려는 시도가 이루어지고 있다.^(6,7,8,11,12)

우리나라에서는 쌀에 관한 연구가 1960년대 이후에 활발히 진행되어 왔으나⁽¹³⁾ 古米臭와 관련이 깊은 脂質 성분에 관한 연구보고는 별로 찾아 볼 수 없다. 다만 崔 등^(14,15)이 쌀의 溶媒도정을 목적으로 유기용매로 脂質을 추출한 쌀을 저장한 후 지방산의 분별정량을 비롯한 여러가지 특성변화를 관찰한 바 있으며, hexane에 의한 쌀 浸漬처리하는 쌀 및 쌀제품의 저장성을 향상시켰다고 밝혔을 뿐이다. 그러나 새로운 장려품종인 통일미에 관해서는 최근 3년간에 걸친 저장시험결과가 발표되었을 뿐⁽³⁾, 그의 脂質성분이나 저장성에 관한 구체적인 연구는 별로 되어 있지 않다.

본 연구는 이러한 점에 착안하여 통일미의 저장성과 관련된 理化學的 특성을 규명하려는 의도하에 착수되었으며, 통일미와 진흥미를 低溫과 高溫에 6개월 저장중 texture 특성치, 官能의 特性 및 脂質成分의 변화를 비교, 검토하였으므로 이에 그 결과를 보고 하는 바이다.

재료 및 방법

1. 材料

쌀試料는 1974년 경기도 양주군 지역에서 재배된 통일 (IR 667계통으로 Indica형) 및 진흥(재래 장려품종으로 Japonica형)을 9分 搗精한 것으로서 저온에 보존하면서 실험에 제공하였다.

脂質의 표준품은 99% 이상의 순도를 가진 것으로 stearic acid, sitosterol은 California Corp. for Biochemical Research 제품을, methyl stearate는 Nutritional Biochemicals Co. 제품을, cholesterol stearate, tristearin은 Shandon 제품을, dipalmitin은 Calbiochem 제품을, lecithin은 Ishizu Pharmaceutical Co. Ltd. 제품을, 그리고 glyceromonostearate는 The Institute for Cereals,

Flour and Bread TNO, Wageningen, the Netherlands에서 분양받은 것을 사용하였다.

2. 貯藏방법

통일미와 진흥미를 각각 5 kg씩 밀폐된 용기에 담아 5°C와 30°C의 항온기에 6개월 저장하였다.

3. 炊飯방법

쌀 300 g을 5분간에 걸쳐 물로 4회 씻고 체에서 10분간 탈수시킨 다음 Toshiba RC-6 LH 간접식 전기밥솥 (1 L 취사용 500 W 용량의 자동보온식 三重釜)에 의하여 炊飯하였다. 외부솥에는 증류수 20 ml를 넣고 내부솥에는 외부솥에 넣은 물을 포함하여 계산된 양의 물을 넣어 17~21분간 자동절하시켰다. 加水率은 前報⁽²⁾에서 결정된 최적조건을 따랐는 바 통일미는 140%, 진흥미는 120%이었다. 消火후 10분간 그대로 보존한 다음 밥시료를 꺼내어 10분간 방치, 실온으로 냉각시킨 것을 실험에 제공하였다.

4. Texture측정 및 官能檢査

米飯의 texture 特性値는 General Foods-Zenken회사의 texturometer를 사용하여 bulk로 측정하였으며 조작조건은 다음과 같다. Sample height, 19~20 mm: plunger, 18 mm lucite: platform, aluminum can (diameter 75 mm, height 19~20 mm) placed on the aluminum cup; clearance, 2 mm: voltage, 1 V: chart speed, 1,500 mm/min: bite speed, 12 bites/min.

米飯의 官能의 특성은 실험자가 食味, texture 및 古米臭등의 특징을 검사하고 그 결과를 기록하였다.

5. 脂質의 分別추출 및 分別정량법

유리지질(外部油分, free lipid)은 ether로 쉽게 추출되는 脂質성분이며 결합지질(内部油分, bound lipid 또는 fat-by-hydrolysis)은 ether로는 쉽게 추출되지 않고 친수성용매에 의하여서만 추출되는 지질성분으로서 既報⁽¹⁶⁾에 준하여 쌀 脂質을 分別추출후 정량하였다.

分別추출된 脂質은 既報⁽¹⁶⁾에서와 같이 thin layer chromatography에 의하여 group별로 分別정량하였다.

결과 및 고찰

1. 저장에 따른 texture 및 官能의 特性의 변화

통일미와 진흥미를 5°C 및 30°C에서 6개월 저장한 후, 품종별 최저가수율로 炊飯하여 texture 특성치를 측정, 비교한 결과는 Table 1과 같다.

6개월 저장한 쌀은 저장전의 쌀에 비하여 hardness, cohesiveness 및 gumminess에 있어서 증가하였고 adhesiveness는 감소하였다. 이러한 변화는 30°C에 저

Table 1. Textural parameters of cooked rice as measured in bulk after 6-month storage.*

Textural parameter	Before storage		Stored at 5°C		Stored at 30°C	
	Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung
Hardness (T.U.)	1.60	1.50	2.08	2.12	2.18	2.36
Cohesiveness	0.29	0.34	0.42	0.39	0.44	0.40
Gumminess	46.0	51.0	93.8	85.5	96.4	99.0
Adhesiveness (cm ²)	0.35	0.30	0.10	0.12	0.02	0.08

* Water-to-rice ratio in cooking was 140% and 120% for Tongil and Jinheung, respectively.

장한 경우 더 컸으며, 米飯의 texture특성에서 가장 중요한 것으로 생각되는 hardness는 통일미보다 진흥미에서 더 증가하였는 바, 통일미는 진흥미보다 저장성이 더 좋다는 보고⁽⁸⁾와 비교할 때 상관성이 있는 것이 아닌가 생각된다. 炊飯직후에 있어서 古米飯은 新米飯보다 기계적 측정에 의한 hardness 및 gumminess가 더

크고 adhesiveness가 현저하게 적다는 연구^(10,17)와 amylose함량이 많을수록 끈기가 적고 오래된 쌀일수록 amylose함량이 많다는 보고⁽¹³⁾는 본 실험결과와 일치한다고 하겠다.

6개월 저장한 쌀을 그대로 또는 품종별 최적가수율로 炊飯한 후 관능검사를 실시한 결과는 Table 2. 와 같

Table 2. Organoleptic quality of raw rice and cooked rice after 6-month storage*

Quality	Rice variety	Raw rice		Cooked rice	
		Stored at 5°C	Stored at 30°C	Stored at 5°C	stored at 30°C
Odor	Tongil	균냄새 없음	곰팡이 냄새 및 균냄새	균냄새 없음	균냄새 별로없음
	Jinheung	균냄새 없음	곰팡이 냄새 및 균냄새 심함	균냄새 없음	균냄새 심함
Palatability	Tongil	딱딱하고 끈기 없음	딱딱하고 끈기 없음
	Jinheung	끈기가 적음	딱딱하고 끈기 없음

* Water-to-rice ratio in cooking was 140% and 120% for Tongil and Jinheung, respectively.

다. 5°C에 저장한 쌀은 두 품종이 모두 냄새가 나지 않았으나 30°C에 저장한 경우는 두 품종이 모두 균냄새가 발생하였으며 통일미보다 진흥미가 더 심하였다. 한편 炊飯한 후의 경우를 보면 5°C에 저장한 경우는 두 품종이 모두 냄새가 나지 않았고 끈기가 적었는데 진흥 米飯에서 변화가 더 심하였다. 30°C에 저장한 경우는 통일 米飯은 냄새 및 끈기에 있어 저장 전과 별 차이가 없었으나, 진흥米飯은 냄새도 심하였고 끈기가

현저히 떨어졌다. 쌀저장중 발생하는 古米臭는 脂質의 가수분해 및 산화과정에서 생성되는 고급 aldehyde때문^(7,8,10)이라는 점을 감안할 때 통일미가 진흥미보다 저장시 균냄새가 덜한 것은 脂質함량에 起因하는 것이 아닌가 추측된다.

2. 脂質의 함량변화

통일미와 진흥미의 저장전 및 6개월 저장한 시료에서 유리 및 결합지질을 분별추출한 결과는 Table 3. 과

Table 3. Changes in lipid content of rice in storage for 6 months.

(%)

Lipid fraction	Purified state	Before storage		Stored at 5°C		Stored at 30°C	
		Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung
Free	Crude	0.80	0.96	0.89	1.04	0.88	0.94
Free	Purified	0.53	0.73	0.65	0.85	0.59	0.70
Bound	Crude	0.12	0.17	0.14	0.17	0.15	0.18
Bound	Purified	0.11	0.16	0.13	0.17	0.15	0.17
Total	Crude	0.90	1.13	1.03	1.21	1.03	1.12
Total	Purified	0.64	0.89	0.78	1.02	0.74	0.87

같다.

본 실험에서 정제하지 않은 유리지질은 식품의 일반 분석에서 얻어지는 粗脂肪에 해당하는 것이라 할 수 있다. 저장 전의 조지방을 보면 통일미가 0.80%, 진흥미가 0.96%로서 통일미가 진흥미보다 0.16%가량 적었다. 그리고 두 품종이 모두 결합지질은 유리지질에 비하여 그 함량이 훨씬 적었다. 6개월 저장한 쌀의 지질변화를 보면 결합지질은 저장중 소량이나마 약간씩 증가하는 경향이 있었다. 그러나 유리지질에서는 5°C 저장의 경우 두 품종이 모두 증가하는 경향을 보였으나 30°C저장의 경우는 통일미는 증가하나 진흥미는 감소하는 경향이 있었다. 진흥미는 30°C저장의 경우 유리지질을 소모하여 호흡이 촉진된 것 같고 이에 따라 쌀의 품질이 저하되는 것이 아닌가 생각된다. 일반적으로 곡류에서는 지질함량이 낮을 수록 저장성이 좋아진다는 森高등⁽¹²⁾의 연구와 재래미에 비하여 통일미가 저장성이 좋다는 韓동⁽⁹⁾의 최근의 연구는 본 실험결과와 相通되는 것이라 할 수 있다.

3. 脂質의 group별 함량변화

통일미와 진흥미에서 추출 정제한 유리 및 결합지질을 TLC에 의하여 분별한 결과 유리지질에서 각각 9개씩, 결합지질에서 각각 8개씩의 지질성분을 확인할 수 있었으며 6개월간 저장한 경우도 동일하였다. 閻野등⁽¹⁸⁾의 보고에 의하면 쌀전분 중의 결합지질에서 8개의 지질성분을 확인할 수 있었는데 이는 본 실험의 결과와 일치한다고 하겠으나, 전개용매가 다르므로 Rf값의 순서에 있어서 약간의 相異點이 있었다. 발색시약으로 iodine vapor를 사용했을 때 유리지질의 유리지방산부분 (Rf=0.50)은 진한 갈색으로 반응하고 결합지질에서는 약한 반응을 보였으며, 통일미보다 진흥미의 경우 더 진한 갈색반응을 나타내었다. 따라서 유리지질은 결합

지질보다 그리고 진흥미는 통일미보다 불포화지방산을 더 많이 함유하는 것으로 생각된다. 용매로 전개시킨 TLC plate상에서 유리지질의 Rf 값 0.12이하에서는 발색전에 노란색을 갖는 성분을 육안으로 관찰할 수 있었으며, 따라서 색소소중 많은 부분이 Rf 값 0.12이하에 존재하는 것으로 생각된다.

통일미와 진흥미 중의 유리 및 결합지질의 각 group의 함량을 표준곡선으로 부터 정량한 결과는 Table 4, 5와 같다. 이에 의하면 유리지질의 경우 통일미와 진흥미에서 모두 triglyceride, free fatty acid 및 sterol ester가 대부분이었고, 그외에 sterol, diglyceride, monoglyceride, phospholipid 및 未知化合物이 소량씩 있었으며, 통일미는 진흥미에 비하여 triglyceride가 적었다. 6개월 저장한 쌀을 보면 5°C의 경우 통일미와 진흥미에서 모두 triglyceride가 감소한 반면, free fatty acid, sterol ester, diglyceride, monoglyceride가 조금 증가하였으며, 30°C의 경우는 그 현상이 더욱 심하였다. 그리고 진흥미는 통일미보다 그 변화가 더 큰 것으로 판단되었다.

한편 결합지질의 경우를 보면 통일미와 진흥미가 모두 free fatty acid와 sterol ester가 대부분이었고, 유리지질의 경우와는 달리 triglyceride가 소량 있었으며 그외에 sterol, diglyceride, monoglyceride, phospholipid, 未知 化合物이 미량 있었다. 정제된 쌀전분의 결합지질에는 free fatty acid와 triglyceride 및 lyso형 지질이 많다는 閻野등⁽¹⁸⁾의 실험결과와 약간씩 상이점을 보여주었다. 그러나 어느 경우에서나 쌀의 결합지질 중에 유리 지방산이 많은 것은 이들이 전분의 나선구조 내부에 들어가기 쉬운 單鏈의 분자형을 가진 때문이라고 생각되고 있다^(19,20). 5°C와 30°C에 6개월 저장한 경우를 보면 통일미와 진흥미에 있어서 큰 변화를 초래하지 아

Table 4. Composition of free lipid fractions from rice stored for 6 months.

(%)

Rf value	Component identified	Before storage		Stored at 5°C		Stored at 30°C		Reference compound
		Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung	
0.00	Phospholipid	5.4	3.5	5.1	2.7	3.4	4.0	Lecithin
0.04	Monoglyceride	2.3	2.0	2.4	2.2	1.7	3.0	Glyceryl monostearate
0.12	Unknown	5.0	2.6	5.1	2.2	4.2	5.0	*
0.30	Diglyceride	4.2	3.0	4.3	3.5	4.6	3.6	Dipalmitin
0.37	Sterol	5.8	4.3	4.5	3.9	2.7	2.8	Sitosterol
0.50	Free fatty acid	29.7	26.4	34.2	29.0	35.6	29.2	Stearic acid
0.72	Unknown	4.4	4.2	4.6	4.8	4.9	5.1	*
0.88	Triglyceride	33.1	43.6	28.7	40.6	24.8	24.5	Tristearin
1.00	Sterol ester	10.0	10.5	11.1	11.2	18.2	22.7	Cholesterol stearate

* No standard compound was available and the content was, therefore, expressed as stearic acid.

Table 5. Composition of bound lipid fractions from rice stored for 6 months. (%)

Rf value	Component identified*	Before Storage		Stored at 5°C		Stored at 30°C	
		Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung	Tongil	Jinheung
0.00	Phospholipid	2.1	4.8	2.0	1.7	1.3	1.1
0.04	Monoglyceride	3.7	2.6	3.2	2.0	2.3	0.9
0.12	Unknown	5.4	4.9	3.8	4.3	3.0	3.1
0.30	Diglyceride	2.6	2.3	2.9	3.7	3.6	2.4
0.37	Sterol	2.7	2.4	2.5	2.0	2.1	1.8
0.50	Free fatty acid	38.5	42.6	41.4	44.2	44.6	46.0
0.88	Triglyceride	7.5	6.2	6.2	5.4	4.0	5.3
1.00	Sterol ester	37.6	34.3	38.1	36.6	39.1	39.5

* Reference compounds were the same as in Table 4.

니하였다.

이상의 결과에서 저장시 일어나는 지질성분의 변화물 종합하여 보면, 유리지질이 결합지질보다 그 변화가 컸으며 진흥미는 통일미보다 그 변화가 더 심하였다. 이러한 결과는 지방酸度, 수용성 단백질, 환원당등을 측정한 결과 통일미가 재래미보다 저장성이 좋다는 韓 登⁽⁹⁾의 연구결과와 비교하여 볼 때 相通되는 점이라 할 수 있다.

최근 脂質의 함량 및 組成과 米飯의 食味, texture 특성 및 古米臭와의 상관성에 대하여 많은 시도가 행하여지고 있으나 아직까지 타당성있고 합리적인 결론을 내리지 못하고 있는 형편에 있다. 이러한 문제점을 해결하는 데 있어서 앞으로 본 연구의 결과가 좋은 자료로 활용될 수 있기를 기대한다. 특히 우리나라에서 최근 높은 수확성에 의하여 재배되기 시작한 Indica형의 米質을 가지는 통일미의 食味를 개선하는데 기초자료로 이용되리라 생각한다.

요 약

국내에서 다수확품종으로 육성된 Indica형 장려품종인 통일미와 Japonica형 재래 장려품종인 진흥미를 5°C와 30°C에 6개월 저장한 후 嗜好特性 및 脂質성분의 변화를 비교한 결과는 다음과 같다.

최적가수율로 炊飯한 米飯의 texture특성은 어느 경우나 저장에 의하여 hardness, cohesiveness, gumminess의 증가와 adhesiveness의 감소를 보였으며, 관능검사 결과는 두 품종이 모두 5°C에 저장한 경우는 별 이상이 없었으나, 30°C에 저장한 경우 古米臭가 발생하였고 진흥미의 경우 끈기가 현저히 감소하였다.

저장전 시료에서 脂質을 분별추출한 결과, 遊離脂質은 結合脂質의 5배나 되었으며 통일미는 진흥미의

70~80%에 해당하였다. 저장중 결합지질은 소량씩 증가 하는 경향이 있었으나, 유리지질은 5°C저장의 경우 두 품종이 모두 증가하는 경향을 보인 반면 30°C저장의 경우 통일미에서는 증가하나 진흥미에서는 감소하는 경향이 있었다.

저장 전 시료에서 추출정제한 유리지질에서는 triglyceride, free fatty acid, sterol ester를 주성분으로 하는 9개 성분을 확인하였고, 결합지질에서는 free fatty acid, sterol ester를 주성분으로 하는 8개 성분을 확인하였다. 저장중 유리지질은 결합지질보다 그리고 진흥미는 통일미보다 지질성분의 변화가 더욱 심하였다. 결국 통일미는 진흥미보다 저장성이 우수하며 저장중 變質은 주로 유리지질에서 발생함을 확인하였다.

본 연구의 수행에 적극적으로 협조하여준 李寬寧, 金容華 兩碩士에게 깊은 謝意를 표한다.

참 고 문 헌

1. 金載勳, 李啓瑚, 金銅淵: 한국농화학회지, 15, 65 (1972).
2. 皇甫丁淑, 李寬寧, 鄭東孝, 李瑞來: 한국식품과학회지, 7, 212 (1975).
3. 韓判柱, 金泳相, 閔龍圭: 한국식품과학회 제15차 학술발표회 초록, p.5 (1975).
4. 정동효, 경문현, 공준섭, 김희갑: 한국식품과학회지, 8, 1 (1976).
5. Yasumatsu, K. and Moritaka, S.: *Agr. Biol. Chem.*, 28, 257 (1964).
6. Yasumatsu, K., Moritaka, S. and Kakinuma, T.: *Agr. Biol. Chem.*, 28, 265 (1964).
7. Yasumatsu, K., Moritaka, S. and Wada, S.: *Agr.*

- Biol. Chem.*, 30, 478 (1966).
8. Yasumatsu, K., Moritaka, S and Wada, S.: *Agr. Biol. Chem.*, 30, 483 (1966).
 9. 森高眞太郎, 安松克治: *榮養と食糧*(日本), 25, 59 (1972).
 10. 滿田久輝, 河合文雄, 山本愛二郎, 木村芳子: *榮養と食糧*(日本), 24, 216 (1971).
 11. 森高眞太郎, 澤田幸七, 安松克治: *榮養と食糧*(日本), 24, 474 (1971).
 12. 松田英幸, 平山修: *日本農藝化學會誌*, 47, 379 (1973).
 13. 한국과학기술연구소 식량자원연구실편: 한국식품연구 문헌총람, 한국식품과학회, p.3 (1971).
 14. 崔弘植, 權泰完: *한국식품과학회지*, 4, 206(1972).
 15. 崔弘植, 權泰完: *한국식품과학회지*, 4, 271(1972).
 16. 李寬寧, 李瑞來: *한국식품과학회지*, 4, 309(1972).
 17. 尾崎直臣: *榮養と食糧*(日本), 26, 289 (1973).
 18. 間野康男, 藤野安彦: *澱粉科學*(日本), 22, 1(1975).
 19. 平山修, 松田英幸: *日本農藝化學會誌*, 47, 371 (1973).
 20. 二國二郎, 秦忠夫編: *基礎食品化學ハンドブック*, 朝倉書店, 東京, p.252 (1966).