

장기저장 미곡의 품질 특성

소규호 · 김영수* · 홍재식* · 정준영 · 조재민**

농업과학기술원, *전북대학교 식품공학과, **충주대학교 식품공학과

Characteristic of the Rice Quality with Long-term Storage of Paddy

Kyu-Ho So, Young-Su Kim*, Jae-Sik Hong*, Jun-Young Jeong and Chae-Min Cho**

National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, 441-707, Korea

*Dept. of Food Sci. and Tech., Chonbuk National Univ., Chonju, 561-756, Korea

**Dept. of Food Sci. and Tech., Chungju National Univ., Chungju, 380-702, Korea

Abstract

In order to investigate the changes of rice qualities during 4 years storage of paddy in warehouse of normal temperature condition. As storage period go by, head rice ratio was deduced and broken rice was increased according as a change of temperature during the long term storage. A color of rice was became more dark gray than that of entering time as L value was decreased from 64.07 to 61.62 a 4 years late. As a results of studies on the cooking quality of milled rice, water uptake ratio and expanded volume were increased in proportion to storage period, wherease total solids and iodine blue value were decreased. In the characteristic of texture of cooked rice, viscosity/hardness ratio(-H/H) had a decreasing tendency, while adhesiveness and cohesiveness increased with increased storage time. The qualities of cooked milled rice studied were sensory attributies of odor, taste, stickiness and appearance which were evaluvated by multiple comparsion method. The sensory results showed that all of descriptions were deteriorated with a increased storage period, The taste and stickiness were changed from good score to bad score a 2 years later.

Key words : long-term storage, texture of cooked rice, viscosity/hardness ratio, adhesiveness, cohesiveness, stickiness.

서론

쌀은 수확 후 즉시 소비하는 경우도 있으나 대부분 저장이나 보관 중 소비하는데, 우리 나라의 쌀 저장형태는 대부분 현미상태로의 상온저장이다. 정조 상태로의 저장이 미질 면에서 가장 효과적인 것으로 알려져 있으나 정조도 취반용으로의 저장 한계는 3년으로 추정하고 있다¹⁾. 우리 나라 사람들은 전통적으로 점착성이 있으며 특유의 향긋한 냄새를 갖는 쌀밥을 좋아하는데 쌀은 저장 중 저장조건에 따라 영향을 받아 품질이 저하되어 양질미의 특성이 상실된다²⁾.

일반적으로 쌀을 장기간 저장하면 밥의 소화도는

낮아지고 묵은 냄새와 맛이 생성되며, 취반 후에는 단단하고 부슬부슬한 물성을 갖게 되어 밥맛이 저하된다³⁾. 이와 같은 현상은 저장형태에 관계없이 저장기간이 길어짐에 따라 쌀밥의 수분흡수와 부피팽창 정도가 증가하며⁴⁾, 쌀의 인장강도와 파쇄 경도가 증가되어 묵은 쌀로 취반한 밥은 헝쌀밥보다 단단하며 끈기가 감소되어 식미가 저하된다. 현재 저장 쌀의 식미는 쌀의 품종, 도정도와 도정방식, 쌀의 저장기간 및 저장형태 그리고 밥짓기 등 여러 요인들에 의해 영향을 받으며, 저장 쌀로 취반한 밥의 식미 차이는 전분의 아밀로오스 함량과 관계가 있으며, 최근에는 아밀로오스 함량 뿐만 아니라 전분의 분자구조⁵⁾와 쌀 중

* Corresponding author : Kyu-Ho So

의 아밀로펙틴의 긴 베타사슬과 불용성 아밀로오스와
의 결합 차이가 쌀밥의 물성에 영향을 미치는 것으로
알려져 있다⁶⁾.

본 연구에서는 전보⁷⁾에서 보고한 장기 저장미곡의
성분변화 특성 보고에 이어 장기저장 미곡의 품질변
화를 구명하기 위해 저장 중 저장미의 품위, 색도, 취
반특성, 취반미의 물성변화를 연구하였고, 아울러 저
장미의 관능검사와 NIR spectroscopy에 의한 식미를
측정하여 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 미곡은 전보⁷⁾에서 보고한 동진벼를
상은 일반참고(1급 참고)에서 정조 상태로 42개월간
저장하며 사용하였다. 각 시료는 실험실용 현미기
(Satake Rice Machine T.H.U.)로 제현한 다음 소형
정미기(Satake MCM-250)를 이용하여 정미하고 필
요에 따라 cyclone mill로 제분하여 시료로 사용하였
다.

2. 저장미의 품위

저장 미곡의 품위는 실험실용 현미기(Satake Rice
Machine T.H.U.)와 소형 정미기(Satake MCM-250)
를 이용하여 도정한 다음 농산물 검사법⁸⁾에 준하여
완전립, 쉼, 피해립을 중심으로 품위를 조사하였다.

3. 저장미의 색도

색도는 Color and Color Difference Meter(Tokyo
Denshouku, Model TC-1500)를 이용하여 Hunter방법
에 따라 L(Brightness), a(Redness), b(Yellowness)
값을 측정 저장미의 색상, 색도, 명도 변화를 조사하였
다. 이 때 표준색판은 L = 89.41, a = 0.24, b = 2.09의
백색판을 이용하였다.

4. 취반 특성

취반 특성은 10cm(H) × 4cm(φ)의 장원통형 금망
에 백미 8g을 넣고 300ml용 비이커에 물 160ml을 가
한 후, 1.1 l 용량의 전기자동 취반기에 증류수 33ml
를 넣어 25분간 취반 후 10분간 뜸을 들였다. 다음 비
이커에서 금망을 꺼내 유리봉을 이용하여 비이커에
매단 후 10분간 방치하여 가열 흡수율, 팽창 용적, 취
반액의 pH, 요오드 정색도, 취반액 중 용출 고형물을
시료에 대하여 3회 반복 측정하여 평균치를 내었다.
가열 흡수율은 취반 전 사용 미곡의 중량에 대한 취반

후 취반미의 중량비로 나타내었고, 팽창 용적은 금망
의 취반미 높이(h)를 각각 5군데 측정하여 평균을 내
고 $\pi r^2 h$ (r: 금망의 반경, h: 취반미의 높이)로 계산
하였다. 취반액의 pH는 취반액을 실온에서 냉각한 후
pH meter로, 취반액의 요오드 정색도는 비이커 중의
취반액을 200ml 용량 플라스크에 넣고 정용한 다음,
1ml을 100ml 용량 플라스크에 취하고, 0.2% I₂용액
2ml을 넣은 후 증류수로 채운 다음 50배 희석한 I₂ 용
액을 표준액으로 하여 비색계를 이용 600nm에서 흡
광도를 측정하였다. 용출 고형물은 취반액을 100 ~
110°C에서 18시간 동안 건조하여 건조 전, 후의 중량
차로 나타내었다⁹⁾. 한편 취반액의 점도는 오스왈드
점도계를 이용하여 조사하였다.

5. NIR에 의한 취반액의 점도 및 식미 검정

취반액의 점도와 식미는 Horino의 방식¹⁰⁾에 준하여
조사한 후 관능검사치와 비교, 검토하였다.

6. 쌀밥의 관능검사

저장기간에 따른 쌀밥의 관능검사는 향미묘사법¹¹⁾
을 보완하여 다음과 같이 조사하였다. 연도별 시료를
무작위로 고유번호를 부여한 후, 1회 4점씩 각 시료 당
300 g 씩을 취하여 쌀과 물의 비율을 1 : 1.5로 가수하
고 수세한 다음, 5분간 체에 받쳐 유리수를 분리한 후,
전기 자동 취반기에 넣고 수세기 분리된 물만큼 물을
가하였다. 다음, 평가 40분 전 동시에 전원을 연결, 취
반하고 10분간 뜸을 들인 후 혼련된 pannel당 무작위
번호순으로 각각의 밥을 접시에 담아 외관, 냄새, 찰
기, 맛 등 4개 문항을 조사하였다.

7. 취반미의 물성

취반미의 물성은 Okabe 등¹²⁾의 방법을 보완하여
다음과 같이 조사하였다. 쌀 1g을 3.05cm(H) × 2.1cm
(φ)의 뚜껑이 부착된 알루미늄 취반 특수용기에 넣고
증류수 1.75ml을 가한 후 뚜껑을 밀봉하고, 전기 자동
취반기 내에서 취반하였다. 다음, 38 °C 정온기에서 1
시간 방치하여 Instron Universal Testing Machine
(IUTM, Instron Model 1000)으로 취반미의 점성, 경
도 등을 측정하였다. 물성 측정시의 조건으로는
clearance 3.05mm, capacity 5kg, pin φ 9.6mm였다.

결과 및 고찰

1. 저장미의 품위

정조의 장기 저장 중 백미 가공시의 백미 품위를 조

Table 1. Changes of quality criteria for grading during long term storage

(Unit : %)

Time of storage	Head rice	Damaged rice	Broken rice	Colored rice
New rice	81.3	1.38	1.76	0.22
1 year	79.3	1.41	3.15	0.33
2 years	78.2	1.42	4.29	0.39
3 years	77.6	1.40	4.85	0.41
4 years	77.0	1.42	5.16	0.44

사한 결과는 Table 1과 같이 백미 품위 중 쇠립의 비율은 저장기간이 길어짐에 따라 증가하여, 4년미의 경우 5.16%에 달하였으며 이에 따라 완전립은 감소하여 입고시 81.3%이었던 완전립율은 4년 저장 후 77.0%로 저하되었다. 이는 전보⁷⁾에서 보고한 것과 같이 저장 기간 중 계절에 따른 큰 온도와, 습도의 차가 곡은 및 수분 함량에 그대로 반영되어 미곡이 물리적 손상을 입는데 따른 것으로 생각된다. 한편 쌀에 대한 소비자의 선호도는 쌀의 외관과 밥맛에 의해 좌우된다고 한 바 있으며¹³⁾, 쌀의 상품가치를 높이려면 쌀알의 크기가 일정해야 하며 분상립질 또는 싸라기의 혼입이 없어야 한다고 한국쌀의 입형 구분과 상품 품위 등급 설정 연구에서 보고된¹⁴⁾ 바 있는데, 본 품위 조사 결과는 미곡의 장기 저장에 따라 밥맛 외에 쌀의 외관이 크게 저하되어 소비자의 선호도도 크게 떨어지고 수율저하가 예상된다.

2. 저장미의 색도

저장 기간에 따른 미곡의 색도 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같이 L값과 b값은 입고시 각각 64.07, 16.57, 2년 후 63.27, 15.91, 4년 후 61.62, 14.30으로 증가하였다. 한편 색도를 나타내는 a값은 입고시 -2.04에서 2년 후 -1.92, 4년 후 -1.27로 증가하였다. 특히 저장 2년 후부터는 색도 및 명도 값이 급격히 저하되었다. 이와 같은 결과는 저장 중 미곡 중의 표면 지질의 산화나 Maillard형의 갈변반응이 진행되었기 때문인 것으로 추측되는데¹⁵⁾, 쌀의 저장 중 갈변은 a값과

Table 2. Changes of rice color during long term storage

Time of storage	L	a	b
New rice	64.07	-2.04	16.57
1 year	63.89	-2.02	16.12
2 years	63.27	-1.92	15.91
3 years	62.59	-1.79	15.79
4 years	61.62	-1.27	14.30

b값, 특히 b값에 크게 영향을 주며 쌀알의 외부에서 점차 내부로 진행되는 것으로 알려져 있다⁴⁾.

한편 Kim 등¹⁶⁾은 저장온도 20, 25, 30°C에서는 L값과 a값은 변화가 없었으나, b값은 저장 중 증가하였고 보고한 바 있는데, 본 실험 결과와는 다른 경향으로 이는 Kim 등의 실험이 3개월간의 저장 실험 결과이고 본 연구에서는 4년간의 장기 저장 중 실험결과이므로 차이가 있었던 것으로 판단된다.

3. 취반 특성

저장미곡의 취반 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같이 가열 흡수율과 팽창 용적은 입고시 2.52, 2.50, 2년 후 각각 3.98, 3.99, 4년 후 4.18, 4.09로 저장기간이 길어짐에 증가하였다.

가열 흡수율은 전보⁷⁾에서 보고한 알칼리 붕괴도 및 전분의 최고 점도와 관련이 있고 가열 흡수율이 높아지면 팽창 용적도 커지는 것으로 보고된 바 있는데⁴⁾, 본 실험에서도 가열 흡수율과 팽창 용적이 비례적으로 증가하였다.

한편 용출 고형물과 요오드 정색도는 입고시 각각 0.34, 0.42에서 2년 후 각각 0.03, 0.11, 4년 후 각각 0.02, 0.10으로 저장기간이 길어짐에 따라 감소했는데 특히 저장 2년째부터 급격히 감소하였다. 김 등¹⁴⁾의 우리나라 장려품종 47개 품종의 취반액 요오드 정색도는 25.5~60.8의 높은 수치를 나타내었다고 보고한 바 있다.

용출 고형물의 경우, 저장기간이 길어지면서 그 양이 감소하는데, 이는 저장미곡 중의 아밀로오스 함량 및 쌀 전분의 호화정도를 간접적으로 나타내는 알칼리 붕괴도와 관련이 있으며 용출 고형물과 팽창 용적이 높은 쌀이 식미가 좋다고 보고된 바 있는데¹⁷⁾, 저장기간에 따라 용출 고형물의 양이 변하는 것은 쌀 배유 구성물질의 결합상태가 바뀌어 나타나는 현상으로 전분의 변성에 기인한 것으로 추측된다¹⁸⁾. Shibuya 등¹⁹⁾은 고미화가 진행됨에 따라 pH가 감소하며 이는 지방 산화에 의한 분해 생성물의 영향이라고 하였고 취반액

의 pH는 취반 후의 밥맛과 관계된다고 보고하였는데 본 실험에서는 취반액의 pH가 입고시와 5년 저장 후에 비슷하여 저장에 따른 pH 변화는 없었다.

4. 취반액의 점도 특성

취반액의 점도를 조사한 결과 Fig. 1과 같이 입고시의 점도는 1.308에서 2년 후 1.252, 4년 후에는 1.207로 저하되었는데, Table 3에서 나타난 취반 특성에서의 용출 고형물이 감소하는 현상과 비례적으로 점성도 감소하는 경향이였다. 강 등²⁰⁾은 쌀밥의 식미는 경도가 낮고 점착성이 낮은 것과 상관관계를 갖는데 경도가 낮고 점착성이 높은 쌀밥은 아밀로오스의 분자량이 작고, 열수에 용출되는 아밀로오스가 많은 것과 관계가 있다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 저장기간이 길어질수록 쌀밥 용출액의 점도가 낮아진 것은 취반 과정

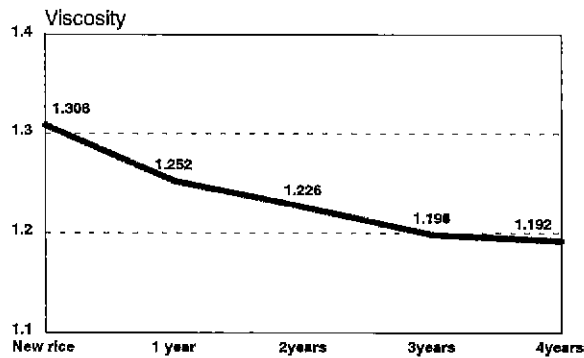


Fig. 1. Changes of viscosity of residual liquid in rice cooking during the long term storage.

중 전분 또는 탄수화물의 용출이 감소되었기 때문인 것으로, 이는 식미 저하의 한 원인이 된 것으로 생각된다.

5. 취반미의 물성

취반 과정은 열에 의한 쌀의 구성성분과 수분과의 반응으로 쌀알의 표면으로부터 내부로의 수분흡수로 알려져 있다²¹⁾. 즉 취반시 온도가 상승함에 따라 배유부로 수분과 열이 충분히 스며들면 전분립이 느슨해지기 시작하여 호화되고 더욱 온도가 상승하면 팽윤되어 붕괴되기 시작한다. 이에 따라 열수 가용성 물질의 용출에 따라 경도가 감소하고, 끈기는 증가되는 등의 물성 변화가 일어난다. 장기저장에 따른 미곡의 texturogram 특성을 측정한 결과, Table 4와 같이 저장기간이 길어짐에 따라 점성/경도 비가 저하되었고 부착성, 응집성 역시 저하되었다. 점성/경도 비는 취반미의 품질을 결정하는 주요 요인으로, 점성/경도 비가 0.15 ~ 0.20 정도에서 밥의 조직감이 가장 좋은 것으로 알려져 있는데¹²⁾, 본 실험 결과, 저장 2년째의 점성/경도 비가 0.166으로 조사되어 저장 2년째까지는 어느 정도 밥의 조직감은 유지되고 있는 것으로 생각되었다. 또한 강 등²²⁾은 관능검사에 따른 식미와의 상관관계에서 경도는 쌀 중의 아밀로펙틴 함량과 부의 상관, 점성은 정미의 상관을 보인다고 보고한 바 있다. 또한 Hizukuri 등²³⁾은 쌀의 아밀로펙틴 중 초장쇄가 적을수록 점성이 높고 노화 속도가 느려지는 경향을 보이며, 초장쇄가 적은 아밀로펙틴을 가진 쌀밥이 경도가 낮고 부착성이 높아 식감이 좋은 것으로 보고하

Table 3. Changes of cooking quality of milled rice with the long term storage

Time of storage	Water uptake ratio	Expanded volume	Total solids	pH of residual liquid	Iodine blue value
New rice	2.52	2.50	0.34	6.81	0.42
1 year	3.10	3.12	0.25	6.80	0.33
2 years	3.98	3.99	0.03	6.81	0.11
3 years	4.10	4.08	0.02	6.79	0.10
4 year	4.18	4.09	0.02	6.80	0.10

Table 4. Changes of texture of cooked rice during long term storage

Time of storage	Viscosity/hardness ratio(-H/H)	Adhesiveness	Cohesiveness
New rice	0.237	1.378	0.303
1 year	0.198	1.081	0.266
2 years	0.166	0.678	0.242
3 years	0.141	0.274	0.207
4 years	0.137	0.217	0.196

였다. 한편 Okabe¹²⁾는 수확 후 2~3 개월까지 밥맛이 유지되나 저장 6개월 이후부터 경도가 증가되어 밥맛이 저하된다고 보고하였으며, 쌀은 저장하는 동안 인장강도, 파쇄 경도가 증가²⁴⁾되어 묵은 쌀로 지은 밥은 햅쌀로 지은 밥보다 단단하고 끈기가 감소된다고 보고²⁵⁾한 바 있다.

이와 같이 취반의 조직감이 저하되는대는 저장 중 전분이 복합 미세립자 간의 결합력을 증가시켜 취반시 전분입자의 흡수가 억제되고 한편으로는 지방의 가수분해에 의한 지방산화로 지방산이 전분의 아밀로오스와 결합, 복합체를 이루어 조직감을 저하시킨 것으로 생각된다¹⁴⁾.

6. 쌀밥의 관능검사

미곡의 저장기간이 길어짐에 따라 관능검사 치는 Table 5와 같이 저하하였는데 특히 찰기와 맛의 저하가 심하였으며 수확 후 1년까지 “좋다”와 “아주 좋다”의 사이에, 2년까지는 “보통이다”에 가까운 점수를 얻었으며 2년 이후에는 “나쁘다”의 평점을 얻었다. 저장 중 미곡은 지방질의 변화와 함께 쌀 본래의 냄새와는 달리 특이한 냄새(고미취, 이취)가 생기는데 Yasumatsu 등²⁶⁾은 백미외의 경우 실온에서 2주 내지 4주 이내에 이취가 발생되며 백미의 이취는 쌀 상태에서 보다 취반하였을 때 쉽게 검출되고 취반시 고미취의 주성분은 *n*-hexanal인 것으로 알려져 있다²⁷⁾. 본 실험에서 저장기간에 따른 취반미의 냄새는 입고시 2.87에서 저장 1년 후 급격히 감소하기 시작하여 0.3을 나타낸 후 2년 후 0.13, 4년 후 -1.07로 저장기간에 따라 고미취가 급격히 증가한 것으로 조사되었다. 저장기간에 따른 취반미의 찰기와 맛의 경우에도 입고시 각각 2.95, 2.75의 평점을 얻었으나, 저장 1년 후 급격히 감소하기 시작하여 각각 0.88, 0.73을, 저장 3년 이후에는 각각 -0.63의 평점을 얻어 관능적 품질이 현저히 저하되었음을 알 수 있었다. 그러나 본 실험 결과의 관능적 검사는 미곡을 정조상태로 저장하고 시험

Table 6. Palatability evaluation of cooked milled rice obtained from long term stored paddy with NIR spectroscopy

Time of storage	NIR score
New rice	92.1
1 year	74.0
2 years	65.3
3 years	57.3
4 years	54.7

할 때마다 새로이 도정하여 생산된 쌀에 대하여 얻은 것으로, 통상의 쌀이 가공 후 2개월간 유통된다고 가정하면 식미지수는 이보다 더 낮아질 것으로 생각된다.

7. IR system에 의한 식미 분석

식미의 객관적 평가를 위해 근적외선 비파괴 분석기를 이용한 식미 측정 결과는 Table 6과 같다. Horino의 방정식을 기초로 한 식미 프로그램을 이용한 식미점수는 입고시 92.1에서 4년 저장 후 54.7로 크게 저하되었고, 특히 입고 후 최초 1년째의 식미 저하가 컸다. 이는 앞서 관능검사에 의한 식미 측정치와 근사한 값을 보여 일본인의 밥맛에 대한 평가와 우리의 평가가 유사함을 보여주고 있다.

요 약

저장 기간에 따른 백미 품위는 저장기간 중 온도 변화에서 오는 쇄립의 발생이 많아져 완전립율이 감소하였으며 미곡색상의 명도값은 입고시 64.07에서 4년 후 61.62까지 저하되어 색상, 색도가 입고시보다 탁한 회색빛을 나타내었다. 취반 특성의 변화 중 가열 흡수율과 팽창 용적은 저장기간에 따라 비례적으로 증가하였으며 용출 고형물과 요오드 정색도는 감소하였는데 그 감소폭이 수확 후 2년까지 심하며 이후에는 변

Table 5. Sensory qualities of cooked milled rice during the long term storage

	Appearance	Odor	Stickiness	Flavor	Overall preference
New rice	2.46	2.87	2.95	2.75	2.76
1 year	0.37	0.3	0.88	0.73	0.57
2 years	0.27	0.13	0.72	0.56	0.42
3 years	-0.65	-0.59	-0.63	-0.63	-0.62
4 years	-1.23	-1.07	-2.17	-2.39	-1.72

* 3 : Very good, 1 : Good, 0 : Ordinary, -1 : Bad, -3 : Very bad

성의 일단락으로 취반 특성치가 안정되었다. 취반의 물성중 점성/경도비가 점차 감소하고 부착성 및 응집성은 증가하는 경향이었으며, 취반 후 점도는 입고시 1,308에서 4년 후 1,192로 감소하였다. 한편 관능검사에 의한 식미의 변화는 찰기와 맛의 저하가 심하였는데 저장 1년 후 “좋다”와 “아주 좋다”에서 2년까지는 “보통이다”의 점수를 얻었으나 2년 후에는 “나쁘다”의 평점을 받았다. 이와 같은 결과는 객관적 식미 평가를 위한 근적외선 비파괴 분석기(NIR)를 이용한 식미 결과에서 입고시 92.1에서 4년 저장후 54.7로 식미치가 저하된 결과와 일치되었다.

참고문헌

- 윤인화, 이병영: 품질향상을 위한 수확 후 관리 기술. 국제 경쟁력 향상과 소비자 기호에 맞는 쌀 품질고급화 및 다양화 개발, 농진청, 작물시험장, 수입개방 대책 심포지움, 45, 76~79 (1990).
- Lee, Ho Jin., Kim, T. H. and Jeon, W. B.: Grain aging and sensory changes influenced by milling and packaging in rice storage, *Korean J. Crop Sci.*, 36(6), 266~270 (1991).
- Ko, Y. D., Choi, O. J., Park, S. K., Ha, H. S. and Sung, N. K.: Change in physicochemical properties of rice starch from rice stored at different condition, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(3), 306~312 (1995).
- Cho, Eun Ja and Kim, Sung Kon : Changes in Physicochemical Properties of Brown and Milled Rices During Storage, *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 33(1), 24~33 (1990).
- Kang, K. J., Kim, K., Kim, S. K. and Murata, A.: Relationship between molecular structure of amylose and texture of cooked rice of Korean rice, *Oyo Toshitsu Kagaku, J. of Applied Glyco-science*, 41, 35 (1994).
- Radhika, R. K., Zakiuddin, A. S. and Bhattacharya, K. R.: The fine structure of rice-starch amylopectin and its relation to the texture of cooked rice, *Carbohydr. Polymer*, 22, 267 (1993).
- So, K. H., Kim, Y. S., Hong, J. S., Jeong, J. Y. and Cho, C. M.: Studies on the change of components with long-term storage of paddy, *Korean J. Food and Nutr.*, 12(4), 409~414 (1999).
- 농산물 검사수첩, 국립 농산물 검사소, 45~49 (1991).
- 日本土壤肥料學會 監修: 植物榮養實驗法, 植物榮養實驗法編輯委員會編, 博友社, 419~420 (1990).
- Horino, T. and Okamoto, M. : Relationship between nitrogen and mineral contents in rice grain and its palatability after cooking, The bulletin of the Chugoku National Agricultural Experiment Station (1992).
- 이영춘: 식품공업의 품질관리, 한연사 (1983).
- Okabe, M.: Texture measurement of cooked rice and its relationship to eating quality, *J. texture studies*, 10, 131 (1979).
- 김광호, 최해춘: 양질미의 이화학적 특성과 식미 평가 기술, 국제 경쟁력 향상과 소비자 기호에 맞는 쌀 품질 고급화 및 다양화 개발 심포지움, 농진청, '90 수입개방 대책, 45, 85~94 (1990).
- Kim, K. H. and Ahn, J. K.: Classification of grain type and marketing grades for Korea rice varieties, *Korean J. Crop Sci.*, 42(3), 357~366 (1997).
- Kim, B. S., Park, N. H., Jo, K. S., Kang, T. S., and Shin, D. H.: Comparison of quality stability of rice and rice flour during storage, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(4), 498~503 (1988).
- Kim, Sung Kon and Cho, Eun Ja : Effects of Storage Temperatures on the Physicochemical Properties of Milled Rice, *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 36(3), 146~153 (1993).
- Ichiro Shoji, Humio Kurasawa, Mariko Hamano: Changes of Rice by Electric Pressure Cooker, *家政學雜誌*, 37(5), 415~419 (1986).
- 山下律也: 米の調節と貯藏, 稻と米, 日本 農林水産省 農林研究センタ, 103~133 (1990).
- Naoto Shibuya, Tetsuya Iwasaki, Hajime Yanase, Shinjiro Chikubu: Studies on Deterioration of Rice During Storage, Part I. Changes of Brown Rice and Milled Rice During Storage, *일본식품공업학회지*, 21(12), (1974).
- Kang, K. J., Kim, K., Kim, S. K. and Murata: Relationship between molecular structure of amylose and texture of cooked rice of Korean rice, *Oyo Toshitsu Kagaku(J. of Applied Glycoscience)*, 41, 21~25 (1994).
- Lee, S. J.: Water addition ratio affected texture properties of cooked rice, *J. Korean Soc. Food Sci. Nur.*, 25(5), 810~816 (1996).
- Kang, K. J., Kim, K. and Kim, S. K.: Relationship between molecular structure of rice amylopectin and texture of cooked rice, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(1), 105~111 (1995).
- Hizukuri, S., Takeda, Y., Maruta, N. and Juliano, B. O.: Molecular structure of rice starch, *Carbohydr. Res.*, 189, 227~232 (1989).
- Kunze, O. R. and Choudhury, M. S. U.: *Cereal Chem.*, 49, 684~689 (1972).
- Inoue, T. and Hampel, E.: *Science of Cookery (Japan)*, 19, 313~318 (1986).
- Yasumatsu, K. and Moritaka, S.: Fatty acid composition of rice lipids and their changes during storage, *Agri. Biol. Chem.*, 28, 257~263 (1964).

27. Shibuya, N., Iwasaki, T., Yanase, H. and Chikubu, S.:
Studies on deterioration of rice during storage, I. Changes of brown rice and milled rice during storage,
Japan, Soc. Food Sci. Technol., 21, 597~603 (1974).
-

(2000년 2월 10일 접수)