

유통쌀의 품질유지를 위한 유통방법 및 포장기술개발

Development of distribution method and packaging
technology for quality preservation of milled rice

연구기관
한국식품개발연구원

농림부 도서실



0008350

농 림 부

유통쌀의 품질유지를 위한 유통방법 및 포장기술개발

Development of distribution method and packaging
technology for quality preservation of milled rice

연구기관

한국식품개발연구원

2001-218

농림부 자료실
등록번호: 8350
등록일: 2002년 8월 23 일
기증:

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “유통쌀의 품질유지를 위한 유통방법 및 포장기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001. 11. .

주관연구기관: **한국식품개발연구원**

연구 책임자: 이 세 은 (한식연 책임연구원)

연구 참여자: 김 동 철 (한식연)

김 상 숙 (한식연)

김 의 응 (한식연)

박 형 우 (한식연)

정 진 이 (한식연)

요 약 문

I. 제 목

유통 쌀의 품질유지를 위한 유통방법 및 포장기술개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

쌀의 최적 유통조건 확립 및 새로운 포장기술을 개발하여 유통미의 품질 향상을 통한 우리 쌀의 국제 경쟁력을 갖도록 함으로써, 쌀 생산 농가의 안정적인 소득을 보장한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 국내외 쌀 포장재 현황분석
2. 포장재에 따른 쌀의 품질변화 분석
3. 쌀에 적합한 포장재 설계조건의 확립
4. 쌀의 최적 유통조건의 확립
5. 신포장기술 확립

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 쌀 포장 및 유통 환경

가. 쌀 포장단위는 20kg 지대포장구가 80% 이상의 높은 점유율을 보이며 사용되고 있었으며, 이외에 10, 8, 4kg 단위의 포장재가 주로 이용되고 있었으며, 사용되는 포장재질은 지대, 합성수지 계통인 PE와 AL계통의 포장지를 사용하고 있다. 또한, 레이온지에 PE를 증착시킨 형태 또는 종이에 PE를 증착시킨 재질을 부분적으로 사용하고 있다.

나. 쌀 유통환경은 평균온도 24~25℃, 상대습도 35~40% 범위에서 유통되고 있으며, 유통기간은 일정한 기준없이 가공 후 30~60일 범위이며, 최고 90일까지도 유통되는 실정이다.

다. 쌀의 가공후의 표면 청결도를 분석한 결과 국내산 쌀은 0.89~1.12%, 일본산 쌀은 0.84~0.98%로 국내산 쌀의 이물질 함량이 비교적 높았다. 쌀 가공시 연미과정의 기술 보완이 필요한 것으로 나타났다.

라. 쌀 포장재로 이용되는 지대, PE, Al구의 품위변화를 분석한 결과 중량감소율(유통 30일 기준)은 7.8, 0.1, 1.5%, 수분함량은 지대구의 경우 37%의 높은 감소율 보였다. 지방산가 변화는 초기의 4.9 KOHmg/100g에서 지대는 9.4 KOHmg/100g, PE는 42.0 KOHmg/100g, 그리고 AL구는 16.8 KOHmg/100g으로 초기에 비해 1.9~8.6배의 높은 값을 나타내었다.

2. 쌀 포장재 개발

가. 제올라이트를 이용하여 다공성을 부여한 기능성 필름과 perforated 방법으로 필름을 제작하여 실험한 결과 기능성 필름은 기존 쌀포장구와 차이를 보이지 않았으며, perforated 방법은 유통기간이 비교적 긴 쌀에는 적용성이 낮은 결과를 보였다.

나. 기존 포장재의 투습도 범위는 $7.5\sim 673.9\text{g}/\text{m}^2$ 로 지대포장재는 $673.9\text{g}/\text{m}^2$, PE 포장구는 $7.9\text{g}/\text{m}^2$, AL 포장구는 $7.5\text{g}/\text{m}^2$ 값을 보였다. PE 필름의 두께별 투습도는 0.03mm 는 $11.4\text{g}/\text{m}^2$, 0.08mm 는 $9.3\text{g}/\text{m}^2$ 의 값을 나타내었다.

다. 포장재의 투습도와 쌀의 식미값을 고려한 품위변화 상관 관계를 분석하였다. 수분함량의 최소 허용 투습도는 $130\text{g}/\text{m}^2$ 으로 나타났으며, 중량감소율의 경우는 $210\text{g}/\text{m}^2$, 지방산가는 $150\text{g}/\text{m}^2$ 으로 나타나 포장재의 적정 투습도의 조건은 품질을 고려하여 $130\sim 210\text{g}/\text{m}^2$ 범위인 것으로 나타났다.

라. 적정 투습도 범위 안에 속하는 포장재를 2가지 형태로 제조하여 쌀의 관능적 식미값과 품질변화 억제 효과를 분석한 결과 A포장구($200\sim 210\text{g}/\text{m}^2$)와 B포장구($130\sim 145\text{g}/\text{m}^2$) 모두 대조구인 지대포장구보다 관능적 식미값에서 우수한 결과를 보였으며, 수분변화, 중량감소율, 지방산가 증가 억제 효과가 뚜렷한 차이를 보였다. 두 형태의 포장재간의 쌀의 적용성은 B포장재가 전반적으로 비교적 우수한 포장성능을 보였다.

3. 쌀 포장 기본 설계조건

본 과제에서 연구한 주요 결론을 요약하여 쌀에 적합한 포장재의 설계시 다음과 같은 기본적인 설계조건을 확립하였다.

- 다 음 -

- 가. 쌀의 수분함량은 식미값이 가장 우수한 15.5~16.5%를 기준으로 한다.
- 나. 쌀의 기본적인 형태는 백도 38 이상이며, 가공은 12분도 이상, 가공 후 포장 전 백미탱크 방냉시간은 6시간 이상 실시를 전제로 한다.
- 다. 쌀의 포장 후 유통 온도는 20℃ 미만 중저온 유통으로 한다.
- 라. 쌀의 현미 가공 후 최종 유통기간은 하절기 20일, 동절기 35일을 기준으로 한다.
- 마. 쌀의 가공 후 유통 중 중량감소를 허용기준은 3% 이내로 한다.
- 바. 쌀의 가공 후 수분감소를 허용기준은 1% 이내로 한다.
- 사. 쌀의 가공 후 지방산가 허용기준은 15KOHmg/100g 이내로 한다.
- 아. 쌀 포장재의 적정 투습도의 범위는 130~200g/m² 로 한다.
- 자. 쌀의 포장 단위는 2, 4, 8, 10, 20kg을 기준으로 한다.
- 차. 쌀 포장 충진율은 70±1% 이어야 한다.
- 카. 쌀의 포장소재는 다음 조건을 만족하여야 한다.
 - 1) 환경친화적 소재 (생분해성 필름, 수용성 고분자 수지)
 - 2) 기계적 생산 적합성 (자동화)
 - 3) 경제성 (기존 시설 적용성)
 - 4) 항균성
 - 5) 위생성

SUMMARY

I . Title

Development of distribution method and packaging technology for quality preservation of milled rice

II . Object and Importance

The objective of this research was to develop optimum conditions for rice circulation and new packaging technology to enhance quality of rice currently marketed in Korea. International competitiveness of Korean rice can be achieved by improving rice quality resulting in securing stable income for Korean rice farming household.

III. Contents and Scope

1. Analysis of rice packaging materials currently available in domestic and international markets.
2. Analysis of rice quality changes by packaging materials
3. Establishment of planning conditions for packaging materials suitable for rice
4. Establishment of optimum circulation conditions for rice
5. Establishment of new packaging technology

IV. Results and Suggestion

1. Present conditions for rice packaging and circulation

- a. Approximately 80% of rice was circulated in 20Kg unit packaged by paper. As additional packaging units, 10, 8, and 4Kg package units are being used and as additional rice packaging materials PE, Al, combination of rayon and PE or combination of paper and PE are being used .
- b. Rice is being circulated at average 24~25°C with 35~40% relative humidity. Currently, shelf-life for milled rice is not yet established and average circulating period for rice is 30~60days after processing. However, sometimes, rice could be circulated in the market upto 90 days after processing
- c. The analysis on surface cleanness of rice after processing showed that the contents of 'objectionable materials' for domestic rice and Japanese rice were 0.89-1.12% and 0.84-0.98% respectively. The higher content of 'objectionable materials' in domestic rice than that in Japanese rice suggested the need for improvement of grinding and polishing processing during rice milling.
- d. The analysis of rice quality influenced by paper, PE and Al as packaging material showed that weight loss(%) were 7.8%, 0.1% and 1.5% respectively (on the basis of 30 days of rice circulation). Especially, 37% of moisture reduction was observed in rice

packaged by paper. The contents of fatty acid increased from 4.9 (KOHmg/100g) to 9.4 for rice packaged by paper, 42.0 for one by PE and 16.8 for one by AL respectively. After 30 days of circulation, the fatty acid in rice generally increased 1.9–8.6 times higher than initial fatty acid content.

2. Development of packaging material for rice

- a. As new packaging materials, functionally, porous film was prepared with Zeolite and prototype film was prepared by perforating. When those functional packaging materials were compared with current packing material, significant difference was not shown. However, the result of study suggested that perforated film was not applicable for rice with long circulation period.
- b. The degree of humidity transfer for current rice packaging materials was in the range of 7.5~ 673.9g/m²: Those for paper, PE and AL were 673.9g/m², 7.9g/m², and 7.5g/m² respectively. Those for PE film with 0.03mm and 0.08mm thickness were 11.4g/m² and 9.3g/m² respectively.
- c. The correlation analysis was performed between the degree of humidity transfer for rice packaging material and the effect of packaging materials on changes of rice qualities including eating quality. The optimum condition for degree of humidity transfer as rice packaging material was found to be in the range of

130-210g/m² considering that minimum degree of humidity transfer for moisture content, weight loss and fatty acid were 130g/m², 210g/m² and 150g/m² respectively.

- d. Two types of packaging materials(A: 200-210g/m², B: 130-145g/m²) were newly developed with optimum range of the humidity transfer. When new packaging materials were compared with control(packaging material made of paper), new materials resulted in higher eating quality of rice and less changes in quality such as loss of moisture content and weight and increase of fatty acid than control. Generally, packaging material B was found to have better performance for rice application than Packaging material B.

3. Basic planning conditions for rice packaging

The basic planning conditions suitable for rice packaging were established on the basis of major results of this research, and they are as follows:

- a. The moisture content of rice is suggested to be based on 15.5-16.5%, considering that eating quality of the rice is the best at 15.5-16.5% moisture level.
- b. Cooling rice at least 6 hrs. in between milling and packaging is suggested. .
- c. Temperature for circulation of packaged rice is suggested to be based on below 20°C, medium-low temperature cold chain circulation.

- d. Shelf-life for brown rice during summer and winter is suggested to be 20 days and 35 days respectively.
- e. The weight loss of rice allowed during circulation after processing is suggested to be based on less than 3%
- f. The moisture loss of rice allowed after processing is suggested to be based on less than 1%.
- g. The fatty acid of rice allowed after processing is suggested to be based on less than 15 KOHmg/100g.
- h. The range of optimum moisture transfer for rice packaging materials is suggested to be based on 130-200g/m².
- i. The packaging units for rice are suggested to be based on 2, 4, 8, 10 and 20Kg.
- j. The filling rate for rice packaging is suggested to be 70±1%.
- k. The suggested requirements for rice packaging materials are asfollows:
 - 1) Environmentally friendly materials (bio-degradable film, water soluble high molecular weight resin)
 - 2) Suitable for manufacture by machine (automated production)
 - 3) Economic (applicable to currently available production line)
 - 4) Resistance to microorganism
 - 5) Sanitation



Contents

Chapter 1. Introduction	15
1. Preface	15
2. Objective and contents of research	17
1) Objective of research	17
2) Contents of research	17
Chapter 2. Survey on packaging of milled rice	19
1. Preface	19
2. Distribution environment of milled rice	21
1) Survey on processing of rice	21
2) Paddy variety	22
3) Quality standards of rice	23
4) Survey on packaging	29
5) Survey on distribution of rice	33
6) Rice distribution of Japan	43
3. Results and discussion	44
Chapter 3. Performance of packaging	47
1. Preface	47

2. packaging materials	48
3. Performance analysis of packaging	50
1) Methods	50
2) Quality change depending on packaging materials of rice	55
3) Quality change depending on temperature of rice	61
4) Quality change depending on moisture permeability of rice	69
5) Perforated film	73
4. Results and discussion	79
Chapter 4. Design of packaging	81
1. Preface	81
2. Conditions of packaging	82
1) moisture permeability	82
2) Proper moisture permeability	83
3. Performance analysis	88
4. Design of packaging	97
5. Results and discussion	98
Reference	101

목 차

제 1 장 서 론	15
제 1 절 서 설	15
제 2 절 연구개발의 목표 및 내용	17
1. 연구개발의 목표	17
2. 연구개발 내용	17
제 2 장 쌀 포장의 현황	19
제 1 절 서 설	19
제 2 절 쌀의 유통환경	21
1. 쌀 가공	21
2. 벼 품종	22
3. 쌀 품질 기준	23
4. 포장재 현황	29
5. 쌀 유통 현황	33
6. 일본의 쌀 유통	43
제 3 절 결론 및 요약	44
제 3 장 포장재의 성능	47
제 1 절 서 설	47

제 2 절 포장 소재	48
제 3 절 포장 성능 분석	50
1. 재료 및 방법	50
2. 포장재별 쌀의 품질변화	55
3. 유통온도와 포장재질에 따른 쌀의 품질변화	61
4. PE포장재의 투습도별 쌀의 품질변화	69
5. 다공성 포장재의 적용성	73
제 4 절 결론 및 요약	79
제 4 장 포장 설계 조건	81
제 1 절 서 설	81
제 2 절 포장재 제조	82
1. 포창재 투습도	82
2. 적정 투습도	83
제 3 절 성능분석	88
제 4 절 포장재 설계	97
제 5 절 결론 및 요약	98
참 고 문 헌	101

제 1 장 서 론

제 1 절 서 설

쌀의 소비는 2001년도 현재 1인당 93kg/년으로 전년도에 비해 급격히 감소 추세에 있으며 최근 계속되는 풍년으로 생산량은 늘어나고 쌀의 재고는 점차적으로 늘어나는 등 최근의 쌀 문제는 사회적인 문제로 크게 대두되고 있는 현실이다. 이러한 시대적인 변화에 쌀의 지금까지의 증산위주의 정책에서 급격하게 고품질 쌀 위주로 정책변화를 추구하면서 전반적인 쌀의 재배에서 소비까지의 일련의 과정에 대변화가 이루어지고 있다. 쌀의 유통에 중추적인 역할을 하고 있는 RPC에서 수매기준의 변화, 건조와 저장공정의 재확립, 품종별 가공기술의 확립등 쌀의 맛을 지키는 세부적인 기술의 개발과 확립에 능동적으로 많은 관심과 노력을 기울이고 있다. 이와 함께 가공 후의 쌀의 유통중의 미질 유지를 위한 적절한 유통조건의 확립은 이에 못지않은 중요한 부분으로 대두되고 있다. 본 연구에서도 주요 연구 목표인 새로운 포장기술의 개발은 이러한 변화되는 추세에 발맞추어 매우 의미 있는 연구로 사료된다.

지금까지는 저장 및 유통 중 품질변화를 최소화하기 위하여 쌀의 함수율을 15% 이내로 제한했으나 최근 저장기술 및 시설 현대화로 16~17% 유통시대를 접하고 있다. 쌀은 각 지역별로 여러 가지의 품종이 재배되고 있으며, 대표적인 품종은 북부지역의 경우 오대, 중부권은 추청, 일품 및 서안, 남부권은 동진 벼 등이 주품종을 이루고 있다. 쌀은 가공시 연삭, 마찰과정을 통하여 현미에서 백미로 정백되어 최종적으로 자유미강과 착색립, 쉼미, 동할미를 제거한 후 최근에는 대형 포장에서 10kg 이하의 단위 소포장 형태로 비닐

포장되어 유통되고 있다. 쌀 포장 후의 유통환경은 계절별 온도도 많은 차이를 보이며, 대부분의 쌀 판매장 역시 식품 매장 내에 있으며, 보관온도가 20~25℃ 범위의 비교적 높은 온도대에 방치되고 있어 유통기간이 경과하면서 쌀의 품질열화가 가속화되고 있는 실정이다. 이의 문제 해결을 위해 현지 쌀가공 후 포장재에 작업자가 핀으로 핀홀을 적당히 내어 유통시키기도 한다. 이러한 유통 관련 기술수준은 쌀에 적합한 포장 기술이 고려되지 않은 낮은 기술수준으로 기존 농산물에 이용되는 관행적 방법으로 포장 유통되고 있어 쌀의 품질특성과 계절별 등 유통 환경조건에 따른 식미값 손실과 품질의 변화가 발생되고 있어 쌀의 특성에 맞는 포장재의 개발이 시급하다.

쌀의 식미는 유통환경 및 조건에 따라 많은 변화가 발생되어 생산직후 가지고 있던 식미가 점차적으로 손실되어지고 있다. 이러한 손실은 값으로 환산하기 어려운 것으로 우수한 고품질 쌀의 연중공급을 위하여 쌀의 포장 및 유통에 관한 연구가 절실히 필요한 실정이다. 소비자의 다양한 기호와 고품질의 쌀 구매 경향에 따라 가격은 생산 지역별로 차이가 20~25% 범위를 보이고 있으며, 특수 저장된 저온저장미는 50%이상의 가격차를 보이고 특수 유기농법 재배미는 70% 정도의 가격차를 보이고 있는 등 쌀 가격은 지역 및 특성별로 많은 차이를 보이고 있다.

이러한 변화는 소비자의 고품질 선호구매 경향에 기인하는 것으로써 일본의 경우에도 이러한 경향은 이전부터 나타나고 있다. 최근에는 식미값을 수치화하여 세분화된 가격 차이를 두고 판매를 하고 있다.

식미의 적정기간을 예측하여 식미 손실율을 약 20%정도 억제시켰을 경우 현재의 쌀값을 고려할 때 경제적인 이득은 약 2,000억원의 부가가치가 향상될 것으로 보인다. WTO 출범에 따른 외국산 수입 농산물과의 자유 경쟁체제에서 국내 농산물의 대외 경쟁력을 제고하기 위해서는 품질 및 상품적인 가치에서 우위를 차지하여야 하기 때문에, 이를 위해서는 식미 손실을 최소화하여

상품성을 증진시킬 수 있는 유통기술의 개발이 이루어져야 한다.

또한 국민소득 증대에 따른 소비자의 식습관이 고급화 및 건강 지향적으로 변화됨에 따라 무공해 식품과 최고의 식미를 지향하는 방향으로 변하고 있다. 그러나 기존의 유통기술로서는 식미 유지에 한계가 있어 새로운 개념의 기술을 도입하여 변질과 식미 저하에 따른 품질 하락을 최소화시켜 품질 면에서 양호한 상태를 유지시킴으로 생산자와 소비자를 동시에 보호하는 연구가 시대적으로 요구되는 시기이다.

제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발의 목표

쌀의 최적 유통조건 확립 및 새로운 포장기술을 개발하여 유통 쌀의 품질 향상을 통한 우리 쌀의 국제 경쟁력을 갖도록 함으로써, 쌀 생산 농가의 안정적인 소득을 보장한다.

2. 연구개발 내용

1. 국내외 쌀 포장재 현황분석
2. 포장재에 따른 쌀의 품질변화 분석
3. 쌀에 적합한 포장재 설계조건 확립
4. 쌀의 최적 유통조건 확립
5. 신포장기술 확립

제 2 장 쌀 포장의 현황

제 1 절 서 설

쌀의 지속적인 풍작과 국민 1인당 쌀 소비량은 매년 감소 추세에 있으며, 이와 관련하여 쌀의 재고는 계속 누적되어 산지 수매가는 하락되고 생산농민 소득은 줄어드는 등 최근의 쌀 문제는 많은 사회적 문제를 가지고 있는 현실이다. 이에 따라 최근에는 과거의 증산위주의 정책에서 고품질의 쌀 생산을 위해 전면적인 공정의 재검토를 추진중이다. 소비자는 밥맛 좋은 쌀의 구입을 희망하고 있으며, 연중 동일한 제품의 브랜드미의 생산이 절대적으로 필요한 시기이다. 현재까지 쌀 유통에서 대부분의 연구 관심부분은 품종 개발, 효율적인 건조, 그리고 적절한 저장방법 및 가공방법 등에 이루어졌으나, 쌀의 가공후 최종제품의 소비자까지의 공급단계인 쌀 포장관련 연구부분은 매우 미진하게 진행되어 왔으며, 이 부분의 품질의 변화에도 인지가 매우 적은 실태였다. 쌀에 사용되는 포장재는 합성수지 계통으로 폴리에틸렌(LDPE), 연신폴리프로필렌(OPP), 폴리스틸렌(PS), 연질폴리염화비닐(PVC) 등이 사용되고 있으며 이중 폴리에틸렌(LDPE)과 연신폴리프로필렌(OPP)이 주로 이용되고 있다. 또한, 이와 함께 지대포장재(kraft paper)가 널리 이용되고 있다. 주로 지대포장은 대포장(20, 10kg)에 이용되고 있으며, 합성수지 계통은 소포장(8, 4, 2kg)에 사용되고 있다.

쌀 가공 후 소비자에게까지의 유통기한은 매우 일정치 않으며 짧게는 일주일 길게는 60일 이상 소요되는 경우가 있다. 소비지의 유통환경은 식품매장에 함께 있는 경우가 많아 비교적 유통온도가 높은 환경에서 이루어지고

있다. 이러한 유통기간 중 쌀은 품질이 많이 열악해져서 수분이 낮아지고 미생물등의 번식으로 식미가 낮아지는 등 많은 문제점을 가지고 있다. 쌀은 RPC 등의 대형 미곡시설에서 벼로 저장되다가 소비지에 출하할 때 곧바로 가공되어 출하되는 시스템을 최근에는 보이고 있으며, 포장시에도 쌀의 품온을 낮추어서 포장후의 결로 발생을 억제하고 있다. 자세히 살펴보면 가공 기계의 형태는 여러 가지이나 가공시 연삭, 마찰 등의 복합공정으로 인하여 마찰과 찰리의 압력 등에 의해 곡온이 점차 상승되어 쌀의 온도는 25~35℃ 범위의 값을 나타내 수분이 감소하고 싸래기 발생이 늘어난다. 그래서 가공 완료후 백미 제품보관 탱크에 일시 저장된 후 포장전 간이 환풍장치에 의해 품온을 낮게한 뒤 포장, 출하하는 공정을 보이고 있다. 쌀은 포장 후 표피면의 전분질 변질, 지방산의 산패, Alcohol류 및 n-Hexanal등의 이취가 부분적으로 발생되는데 이러한 가장 큰 원인은 포장재의 적합하지 않은 재질과 환경으로 판단된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 RPC에서는 작업자가 적당 부분 공기 유통 가능한 핀홀을 내어 유통시키기도 한다. 이러한 현상은 쌀에 적합한 포장재가 개발되지 않고 낮은 기술수준으로 기존 사료 또는 일반 식품, 농산물에 이용되는 포장재를 관행적 방법으로 사용, 유통하고 있음을 나타낸다. 이에 따라 계절별 등 유통환경 조건에 따른 식미 값 손실과 품질의 변화가 발생되므로 쌀의 특성에 알맞는 포장재의 개발이 시급하다.

제 2 절 쌀의 유통환경

1. 쌀 가공

우리 나라 벼의 건조는 식미를 고려하여 기존의 수분함량 15%에서 최근에는 밥맛이 가장 우수한 수분범위인 15.5~16.5%를 기준으로 순환식 건조기에서 30℃ 조건에서 열풍건조를 대부분하고 있으며, 건조된 후 일정시간 템퍼링공정을 거친 후 저장공정에 들어간다. 벼는 사각빈 또는 원형 철제사일로에서 산물형태로 곡은 관리가 되는 시스템에 저장되며, 저장 중 미질유지를 위하여 최근에는 식미를 우수하게 유지하기위해서 벼 전용 곡물냉각기를 이용하여 중저온(10~12℃) 환경에서 저장을 하고 있다. 저장된 벼는 가공실로 이송되어 일련의 공정을 거치는데 왕겨층을 벗겨내는 제현 과정 후 현미는 통풍이 되는 현미 전용 탱크에 2~4일정도 보관되며, 백미 가공 후에는 1~2일 보관 후 직판장 또는 대형 매장으로 출하되고 있다.

쌀 가공시스템은 미곡종합처리장 마다 다소 차이가 있으나 최근에는 연삭마찰이 동시에 이루어지는 원패스시스템이 주로 사용되고 있으며, 최종 출하전 쌀 표면의 미강 및 이물질의 제거를 위하여 습식연미기, 청결미기 그리고 무수세미기 등을 사용하여 제품을 생산하고 있다.

가공된 쌀의 수분함량은 13~15.5% 범위의 값을 나타내며 13% 이하의 낮은 수분함량을 나타낸 쌀도 출하되고 있어 식미가 가장 우수한 16% 수분함량보다 낮은 값을 나타내고있다.

쌀 포장 단위는 20, 10, 8, 5, 4, 2kg 등의 단위로 자동 포장기계에 의해 포장되고 있으며, 이중 20kg 포장구가 가장 많이 사용되고 있다. 그 다음으로는 10kg 포장구가 사용되며, 지대, PE, Al 포장구가 사용되고 있다. 재배

방법 및 가공기술에 따라 유기농법 쌀, 특수 코팅미를 생산하는 곳에서는 2kg 이하의 적은 포장단위로도 생산되고 있다.

2. 벼 품종

우리 나라에서 재배되는 주요 벼 품종을 살펴보면 표 1에서 보는 바와 같이 동진벼와 추청벼가 각각 35.0%, 22.7%로 가장 많고, 그 다음으로 화성벼, 일품벼, 오대벼 순서로 나타났다. 특히 경기강원과 충남북지역에는 추청벼가 가장 많은 57%, 28%를 차지하였으며, 전남북과 경남북지역에서는 동진벼가 월등히 많은 68%, 47%를 차지하였다.

표 1. 품종별 재배 면적 비율(1999년)

품종					(%)
	경기강원	충남북	전남북	경남북	평균
동진	3	22	68	47	35.0
추청	57	28	-	6	22.7
화성	16	1	1	14	8.0
일품	3	4	-	7	3.0
화영	5	-	-	9	3.5
오대	5	-	7	-	3.5
만금	-	9	1	-	2.5
계화	-	2	7	-	2.3
기타	11	34	16	17	19.5
계	100	100	100	100	100

또한, 재배 품종수가 가장 다양한 지역은 충청북 지역이었으며 특히 이들 지역에서는 안중벼, 서안벼 등의 재배가 상당한 것으로 집계되었다.

한편, 수매벼의 품종별 분포를 살펴보면 경기강원과 충청북에서는 추청벼가 각각 56.4%, 34.6%로 가장 많았으며, 전남북과 경남북에서는 동진벼가 압도적인 우위를 차지하였다. 전국적으로 볼 때, 동진벼가 33.2%로 가장 많고 그 다음으로 추청벼가 27.5%였으며, 화성벼 일품벼 오대벼 화영벼 만금벼 등의 순으로 9%에서 2% 수준의 적은 수매 분포를 보였다.

3. 쌀 품질 기준

우리 나라 쌀의 품위기준은 정부에서 수매 또는 수입하여 가공한 쌀에 적용되고 있는 농산물검사규격기준(이하 검사규격으로 약칭)과, 품질인증품 및 표준규격품에 적용하기 위하여 국립농산물품질관리원에서 1995년 4월 1일 제정한 농산물표준규격(규격번호 7011)(이하 표준규격으로 약칭)이 있다.

표 2는 우리 나라 백미에 대한 검사규격을 각각 나타낸 것이다. 이러한 검사규격은 1969년 7월 농림부령 제 354호에 의해 한글화되었으며, 그 후 농림부(또는 농림수산부)령에 의해 계속 개정되어 왔으나 최근의 관보(제 14414호, 2000. 1. 24)에 의하면 초기에 비해 전체적으로 그 윤곽은 거의 변함없이 그대로 유지되어 왔다. 즉, 쌀이 부족한 시절에 식량확보를 위하여 만들어진 것이 대부분 수정되지 않고 사용되고 있으며, 현재도 일반계와 통일계 품종으로 구분되어 있다.

표 2와 3에서 쌀의 검사규격과 표준규격의 차이점을 비교해 보면 다음과 같다. 먼저 검사규격은 쌀을 2단계(합격, 불합격)로 구분하고 있는 반면, 표준규격은 3단계(특, 상, 보통)로 구분하고 있다. 또한, 표준규격에는 검사규

격에 없는 형질이나 냄새, 제강정도에 대해 규정하고 있는 것이 대단히 특징적이다. 이들의 규정을 구체적인 수치로 나타내는 것은 대단히 어렵겠지만 ‘남알의 윤기가 뛰어나고, 심백, 복백이 적고’, ‘신선한 쌀의 향미가 많고’, ‘유리강의 제거가 양호한’ 등과 같은 내용은 대단히 애매하다.

한편, 검사규격은 함수율 15.0%를 기준으로 하고 있는 반면, 표준규격은 식미가 우수한 함수율범위(15.5~16.5%)에 적합한 16.0%를 기준으로 하고 있어 현실적이다. 분상질립에 대해서 검사규격은 분상질이 체적의 ¼이하인 상태의 남알로 규정하는데 비해 표준규격은 ½이하로 규정하여 강화하였다.

표 2. 우리 나라의 쌀(일반계 품종) 검사규격기준

항목 등급	최저 한도	최 고 한 도										
		도정도	수분 (%)	분상질립, 피해립, 착색립			싸라기		누 (립/ 1.5 kg중)	이종 꼭립 (립/ 1.5kg 중)	이 물	
				계 (%)	피해립, 착색립		큰싸라 기(%)	잔싸라 기(%)			계 (%)	돌(개/ 1.5kg 중)
					계 (%)	착색립 (%)						
합격	표준품	15.0	6.0	2.0	0.1	5.0	0.0	3	3	0.0	1	

[정의]

1. 백분율(%) : 전량에 대한 무게의 비율을 말한다.
2. 도 정 도 : 강층의 벗겨진 정도와 제강된 정도를 말한다.
3. 수 분 : 105℃ 건조법 또는 이와 동등한 결과를 얻을 수 있는 방법에 의하여 측정된 수분을 말한다.
4. 분상질립 : 체적의 4분의 3이상이 분상질 상태의 낱알을 말한다.
5. 피 해 립 : 오염 또는 손상된 낱알(병해립·충해립·반점립·흑점립·생리장해립 등)을 말한다. 다만, 피해가 경미하여 쌀의 품질에 영향을 미치지 아니할 정도의 것은 제외한다.
6. 착 색 립 : 표면의 전부 또는 일부가 갈색 또는 적색으로 착색된 낱알 양미를 말한다. 다만, 쌀의 품질에 영향을 미치지 아니할 정도의 것은 제외한다.
7. 큰싸라기 : 1호체로 쳐서 체위에 남은 싸라기로서 그 길이가 완전한 낱알 평균길이의 2분의 1미만인 싸라기를 말한다.
8. 잔싸라기 : 1호체로 치면 통과하되 KSA5101 표준체 규격 중 호칭치수 1.40mm인 그물체(이하 "2호체"라 한다)로 치면 통과하지 아니하는 싸라기를 말한다.
9. 이종곡립 : 쌀외의 다른 곡립을 말한다.
10. 이 물 : 2호체로 쳐서 체위에 남은 곡립외의 것과 체를 통과한 것을 말한다.
11. 돌 : 2호체로 쳐서 체위에 남은 돌·콘크리트조각 등 광물성의 고형물을 말한다.

표 3. 우리 나라의 쌀(멥쌀) 표준규격

등급 항목	특	상	보 통
형 질	강층이 완전히 제거된 것으로 낱알의 투명도와 윤기가 뛰어나며, 심백, 복백이 적고, 낱알이 충실하고 고른 것	강층이 완전히 제거된 것으로 낱알의 투명도와 윤기가 양호하며, 심백, 복백이 대체로 적은 것	“특·상”에 미달하는 것
냄 새	신선한 쌀의 고유의 향미가 많고, 묵은 냄새가 없는 것	신선한 쌀 고유의 향미가 있으며, 묵은 냄새가 없는 것	
제강정도	제강정도는 습식연미 이상인 것	유리강의 제거가 양호한 것	
수 분	16.0% 이내	16.0% 이내	16.0% 이내
참쌀혼합	1.0% 이내	2.0% 이내	3.0% 이내
피해립	0.5% 이내	1.0% 이내	2.0% 이내
분상질립	2.0% 이내	5.0% 이내	7.0% 이내
착색립	0.0% 이내	0.1% 이내	0.2% 이내
싸라기	5.0% 이내	7.0% 이내	10.0% 이내
돌	없는 것	없는 것	없는 것
뉘, 이종곡립 (1.5kg중)	없는 것	없는 것	2개 이내
이 물	0.0% 이내	0.0% 이내	0.0% 이내

* 조건 : 산년이 다른 것끼리 혼합하거나 미곡년도로 과년산의 것은 “특” 이 될 수 없다.

쌀의 품질에 영향을 미치는 인자는 품종>산지=기상=재배방법=건조=저장=가공> 수확=유통=취반 순으로 중요한 것으로 나타났다. 각 산지별 우수품종별 품질차이는 점차 감소하는 경향으로 생산후의 건조, 저장, 가공 등 수확 후 관리기술이 쌀의 품질을 결정하는 주요 인자로 알려져 있다. 단백질은 통상 6~9%수준이며, 7% 이하가 식미가 우수하며, 아밀로스함량은 17~24%수준이며, 17.5~18%가 식미가 우수한 것으로 알려져 있다. 무기물 중 Mg, K등은 많을수록 식미가 우수하며, 싸라기함량, 분상질립 함량은 적을수록 식미가 우수하다. 표 4는 좋은 쌀의 정의를 나타낸 것으로 낱알이 충실하고 고르면서 심백미가 적고 투명도와 고유한 쌀 향미가 나는 것으로 나타났다.

표 5는 고품질 쌀의 개관적인 기준설정에 관련하여 좋은 쌀과 맛있는 쌀의 교집합 부분을 나타내어 봤다. 앞으로 고품질 쌀의 개관적인 기준 설정에 관련하여 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

표 4. 좋은 쌀 (농산물 표준출하규격, 농관원)

정 의	영향인자
낱알이 충실하고, 고르면서	재배조건
심백, 복백이 적고, 정립 외 이물이 없고	재배조건, 선별
적당한 함수율을 갖고	건조, 저장, 가공, 유통
강층이 완전히 제거된 것으로서	가공
투명도와 윤기가 뛰어나며	건조, 저장, 유통
신선한 쌀 고유 향미가 많고, 묵은 냄새가 없는 것	건조, 저장, 유통

표 5. 고품질 쌀 기준

고품질 쌀	
좋은 쌀	맛있는 쌀
	단백질 및 아밀로스 함량이 적고 Mg, K함량이 많은 품종재배
난알이 충실하고, 고르면서	
심백, 복백이 적고, 정립 외 이물이 없고	싸라기함량, 분상질립 함량이 적고
적당한 함수율을 갖고	함수율이 적당하며
강층이 완전히 제거된 것으로서	b값, 백도가 적당하며
투명도와 윤기가 뛰어나며	
신선한 쌀 고유 향미가 많고, 묵은 냄새가 없는 것	

4. 포장재 현황

현재 사용되는 포장재는 크게 재질별로 3가지 형태로 나눌 수 있다. 지대(kraft paper), PE, Al 3가지 종류가 주로 사용되고 있으며, PE구는 OPP, CPP와 복합필름을 구성하여 사용되고 있다.

포장재 점유율은 표 6에서 나타난 바와 같이 20kg 지대포장구가 현재 80% 이상 사용되고 있다.

표 6. RPC 포장단위 출하 점유율(경북지역)

포장단위 (kg)	40	20	10	5
무게비(%)	12.7	83.0	3.2	1.1
수량비(%)	6.3	82.7	6.4	4.6

40kg 이상의 대형 포장은 과거의 비닐 마대로 사용되고 있으며, 20kg, 10kg 지대 단위포장은 전용 미싱포장기를 사용 포장되며, 10kg이하 소포장용 PE구와 Al구는 열 접착기를 사용하고 있다.

PE구 및 Al포장구는 재질의 경도 탄력이 미흡하여 자주 파열되는 문제가 발생되고 있다. 가공 시 곡은 상승 및 유통중의 온도 차이에 의한 부분 결

로 현상으로 투기성을 향상시킨 제품이 사용되기도 한다.

포장재 규격은 표 7과 같이 제작사 간의 큰 차이 없이 동일한 규격을 보였다. 주산단지별 포장단위 사용 비율은 지역적인 차이가 크게 나타나지 않았으나 경기지역의 경우 소비자 인지도에 따라 소포장 비율이 다소 높은 편이었다. 최근 지역 특산미와 냉각 저장된 고급 쌀이 출하되며, 소포장 유통이 점차 늘어나고 있으며, 소포장단위는 1kg, 2kg 단위도 출하되고 있다.

그림 1과 2는 우리 나라와 일본의 대표적인 쌀 포장재를 보였다. 일본과 우리 나라 모두 뚜렷한 차이 없이 규격, 형태, 재질 그리고 디자인 등에서도 매우 유사한 기술 수준을 보이고 있었다.

표 7. 국내 쌀 포장재의 외형 규격

포장재	가로 × 세로 (mm×mm)	비 고
20kg 지대	645 × 488	
10kg 지대	568 × 338	
10kg PE	567 × 339	출하 시 부분적으로 Pin holl을 넘
10kg Al	580 × 360	
5kg PE	433 × 310	부직포를 사용 통기 기능을 부가한 제품이 있음
4kg PE	418 × 290	"
3kg PE	407 × 239	"



(a)



(b)



(c)

(a)지대구 (b)PE구 (c)AL구

그림 1. 국내 유통되는 쌀 포장재



(a)



(b)



(c)

(a) 종이 (b)PE구 (c)AL구

그림 2. 일본의 쌀 포장재

5. 쌀 유통 현황

수도권 지역의 쌀 대형매장의 유통 환경온도는 평균 24~25℃, 상대습도는 35~40%로 유통환경에서 온도는 높고 상대습도는 낮은 것으로 나타났다. 대형 쌀 판매장 또는 농협 직판장에서의 쌀의 보관기간은 매우 일정치 않았으며, 평균 보관기간은 1~2개월 정도이며, 그 이후에는 반품 처리하며, 반품된 쌀은 다시 다른 유통매장으로 옮겨져 판매가 되어 식미가 매우 저하되는 유통구조를 가지고 있다.

이러한 장기간 유통은 식미의 저하와 수분감소, 그리고 미생물의 번식에 의한 품질 열악화가 이루어져 RPC에서의 양질미 생산은 의미가 퇴색되는 현실이다. 함수율은 쌀의 가공후 계속적으로 달라진다. 수확 후에는 약 18% 수준의 쌀도 생산되지만 유통과정이 경과되면서 함수율이 저하하면서 심할 경우 11%수준의 쌀도 유통되어지는 실정이다.

우리 나라의 유통 쌀의 품질 현황을 조사하였다. 표 8은 국내외 유통쌀을 등급인자로 구분하여 평균 혼입율(%) 및 표준편차를 나타낸 것이며, 표에서 알 수 있듯이 함수율은 국내산 쌀이 평균 15.6%이었으며, 정상립은 국내산 쌀이 가장 높았으며, 분상질립은 미국산 쌀이 가장 낮았으며, 피해립과 싸라기는 일본산 쌀이 가장 낮아 우수한 품위를 나타내었다.

우리 나라 쌀은 정상립이 가장 많고, 분상질립, 피해립 및 싸라기는 일본 다음으로 낮아 평균적으로는 우수한 품질을 나타내었다. 그러나, 표 8에서 알 수 있듯이 혼입율 분포가 대단히 넓어 각 쌀 시료간의 품위차이가 대단히 크다는 것을 알 수 있었다. 각 등급인자별로 살펴보면 다음과 같다.

표 8. 각국 쌀에 등급인자의 평균 혼입율

	함수율(%)	정상립(%)	분상질립(%)	피해립(%)	싸라기(%)
국내산	15.6±0.75	94.1±2.64	2.4±1.49	0.8±0.23	2.8±1.11
일본산	13.5±0.27	94.0±1.48	4.1±1.46	0.5±0.17	1.4±0.53
미국산	12.5±0.89	90.1±2.72	1.4±0.43	3.3±1.49	5.2±2.39
호주산	12.6±0.46	79.5±8.53	8.7±9.45	5.1±1.22	6.7±1.58

가. 함수율

쌀의 수분 함수율은 생산시기에 따라 달라진다. 즉, 수확한 후에는 약 18% 수준의 쌀도 생산되지만 벼의 저장과 함께 함수율이 저하하면서 심할 경우 11%수준의 쌀도 생산되고 있다.

그러나, 최근 들어 곡물냉각기가 보급되면서 쌀의 함수율이 비교적 균일하게 유지되고 있다. 또한, 싸라기 발생을 감수하면서 현미의 수분을 높이는 조절기도 보급되고 있는데, 물의 온도가 낮으면 현미에 미량의 수분을 가하여도 흡수되지 않으므로 가수되는 물의 온도를 약 30℃정도로 가온하여 분무함에 따라 곡온도 상승하게 되어 싸라기 발생이 증가하게 된다. 한편, 최근에는 저온의 포화공기를 이용하여 현미의 품온을 낮추면서 함수율을 증가시키는 저온도정시스템이 보급되면서 싸라기 발생율을 낮추는 것은 물론이며, 수율 증대에도 크게 기여하고 있다.

우리 나라 유통미의 평균 함수율(그림 3)은 15.6%수준이었으며, 최소 13.6%

에서 최대는 17.6%이었다. 쌀의 수집시기가 수확기에 가까웠기 때문에 함수율이 비교적 높았던 것으로 판단되었다.

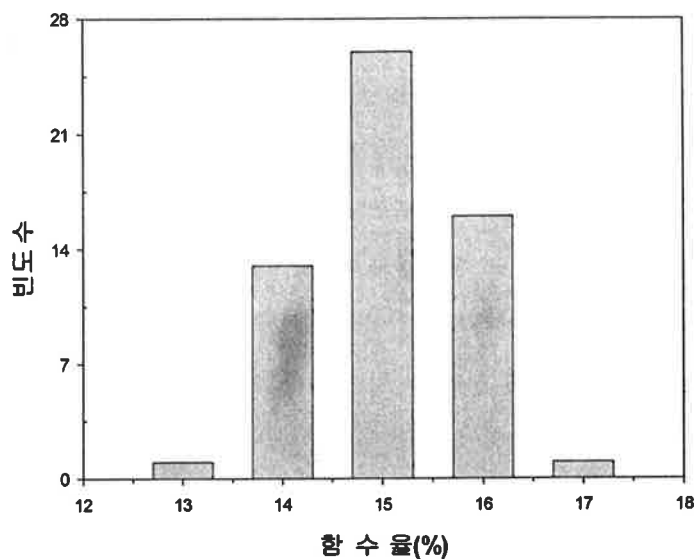


그림 3. 국내산 백미의 함수율(%) 분포

나. 싸라기

싸라기는 취반하면 과도한 수분흡수에 의해 점성이 증가하여 형태가 일그러지며, 식미의 저하로 상품가치를 저하시킨다. 싸라기는 여러 가지 원인에 의해 발생한다. 건조 및 저장 등의 과정에서 발생한 동할미는 동일 조건의 가공에서 싸라기가 될 가능성이 높다. 정미기의 종류에 따라서는 저속계 정미기는 회전모멘트에 의해, 고속계 정미기는 압력이 작으므로 충격에 의

해 싸라기가 발생한다. 또한, 가공 중 곡물의 온도상승에 따라 곡립의 경도가 저하하게 되고, 곡물 내에 열응력이 커져 싸라기가 발생(Rhind 등, 1933)하게 된다.

유통중인 쌀을 미국기준으로 6단계로 구분하였을 때 등급과 가격과의 관계를 나타낸 것으로서(김상숙 등, 1988) 3등급의 쌀의 가격이 가장 높았으며, 같은 3등급에서도 가격차이가 약 2배에 달한 것으로 나타났다. 따라서 장립종과는 달리 점도가 높은 단립종을 좋아하는 우리 나라에서는 싸라기 함량과 가격과는 큰 관계가 없다고 할 수 있다. 그러나, 실제 RPC에서 거래되고 있는 싸라기 가격은 쌀 가격의 약 1/2수준에 불과하며, 싸라기 함량이 많을수록 품위는 물론 품질도 저하하게 된다. 정상립 싸라기는 평균 2.18%, 분상질립 싸라기는 0.57%정도가 혼입되어 있었으며, 전체적으로는 2.75%정도 이었다. 이러한 싸라기 함량은 가장 엄격한 미국의 검사규격의 최상등급의 허용한계인 4.0%보다도 적어 대단히 우수하다고 할 수 있다. 그러나 최소비율이 0.33%에서 최대 12.58%까지 함유되어 있어 대단히 큰 차이를 나타내고 있다. rotary shifter와 함께 홈선별기를 사용할 경우 쌀에 혼입되는 싸라기량을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

다. 분상질립

충실한 배유부(진분층)는 투명하게 되지만, 충실하지 못하면 불투명하며 백색이 된다. 이러한 충실하지 못한 부분은 미립의 성숙말기에 저온이나 풍해를 받거나, 쓰러진 쌀에서 많이 발생하며 주로 기상과 관련이 많다. 분상질립은 형상이 분상 또는 반분상의 것을 말하며 심백 및 복백립이 포함된다. 심백립이나 복백립은 충실하지 못한 백색 불투명부의 발생위치 및 크기에 따라서 분류된다. 일반적으로 분상질립은 배어나 반대부분의 끝에서부터 시작된다. 그러나, 복백립은 길이방향의 한쪽에 분상이 발생하며, 분상 부위

가 길이의 2/3이상인면서 폭의 1/3이상인 것을 말한다. 또한, 심백립은 배아나 반대부분이 아닌 중간부분에 분상이 발생하는 것으로 분상 부위가 입 평면의 1/2이상인 것을 말한다.

분상질립의 발생비율은 기상에 따라 달라지므로 연차별로 대단히 변동이 심하다. 특히, 최근에는 수확기에 기상변이 심하여 금년도에는 더욱 그 비율이 높은 것으로 알려져 있다. '99년산 우리 나라 유통미에 혼입된 분상질립은 약 2.4%수준이며, 최저 0%에서 최고 9.1%까지 큰 차이를 나타내고 있다. 가장 엄격한 우리 나라의 표준규격과 미국의 검사규격은 최상등급의 분상질립 최대 허용한계를 2.0%로 제한하고 있어 평균치는 최상등급의 범위를 벗어나고 있다.

RPC에서 분상질립을 선별할 수 있는 단위기계는 색채선별기 외에는 없다. 그러나 버나 피해립 등이 혼입되어 있는 상태에서 감도의 조절 없이 분상질립의 선별은 쉽지 않다.

라. 피해립

피해립은 곤충, 곰팡이, 열, 세균 및 기타 장해에 의해 쌀알의 전부 또는 일부가 손상을 받은 낱알을 말한다. 성숙 과정 중에 일시적으로 저온장해를 받아 발생하는 동절립(胴切粒), 성숙 중 발육이 일시적으로 정지되어 뒤틀린 낱알과 같은 기형적인 낱알도 포함된다. 그러나, 피해립이면서 분상을 띠고 있는 낱알은 피해립으로 취급하며, 분상질립으로는 취급하지 않는다. 또한, 피해립이면서 싸라기인 경우에도 피해립으로서 취급하며, 싸라기로서는 취급하지 않는다.

한편, 착색립은 곤충, 곰팡이, 열, 세균 및 기타 장해에 의해 미립의 전부 또는 일부가 황색, 갈색, 흑색을 띠고 있는 낱알을 의미한다. 착색립은 피해립 중에서 특별히 주의를 요하는 것으로 일반적으로 피해립과 구분하여 특

수한 피해립으로서 취급하고 있다.

우리 나라 유통 쌀의 피해립 평균 혼입율은 0.8%수준으로 우리 나라 표준규격과 미국 검사규격의 최상등급의 최대 허용한도인 0.5%를 넘고 있다. 또한, 최소 0.1%에서 최대 2.5%였으며, 피해립과 기형립이 비슷한 수준으로 혼입되어 있었다.

최근, 식미가 우수한 함수율 범위인 15.5~16.5%의 쌀을 공급하기 위하여 함수율 16%수준으로 벼를 저장하는 경우가 많다. 극히 일부에서는 수율 향상을 위하여 18%수준까지 저장하는 경우가 있어 호흡에 의해 발생하는 고온에 노출되어 표면이 옅은 붉은 색을 띄는 피해립(열손상립)이 발생하는 경우가 빈번해지고 있다. 이와 같은 함수율 범위는 곡물냉각기에 의한 냉각이 없이는 거의 저장이 불가능하며, 냉각이 충분하여도 국부적으로 존재하는 고수분의 미숙립에 의해 변질사고가 발생하기 쉽다. 따라서 함수율 범위를 최대 16%이하로 유지하여 저장하도록 권장하고 있다. 이와 같은 고수분에 의한 변질과, 곰팡이, 세균, 곤충 등에 의한 변질은 적절한 함수율의 유지와 냉각에 의해 충분히 방지할 수 있지만, 기형립의 발생은 피할 수 없다.

피해립의 선별은 전적으로 색채선별기에 의존하여야 하며, 적당한 피딩 속도와 감도만 유지하면 피해립의 선별은 가능할 것이나, 기형립의 선별은 대단히 어려울 것으로 판단된다.

마. 정상립

쌀의 품위기준에서 등급인자로 정상립을 별도로 규정한 규격은 태국의 검사규격이 유일하였으며, 100% Class(A, B, C)에서 정상립의 비율을 60% 이상으로 제한하고 있었다. 일반적으로 장립종은 단립종에 비해 도정 중 싸라기 발생율이 대단히 높은 것으로 알려져 있으며, 태국의 경우 수출미에서는 약 50%정도, 국내 소비용에서는 약 40%정도의 싸라기가 발생하는 것으로

로 알려져 있다.

다른 나라의 규격에는 별도의 정상립 비율이 등급인자로 규정되어 있지 않지만 피해립+분상질립+싸라기+기타 등의 한계를 제외하여 정상립의 한계를 추정해 보면 우리나라 표준규격은 최상등급(특)이 약 92.5%수준정도이며, 검사규격은 약 89%정도이며, 미국의 검사규격은 1등급이 약 92.5%, 2등급이 85.5%수준에 불과하다.

우리나라에서도 최근 정상립 비율을 높이기 위해 많은 노력을 하고 있다. 농협중앙회의 RPC설계기준에도 쌀의 선별에 rotary shifter에 흡선별기를 추가로 사용하도록 권장하고 있다. 정상립이 차지하는 비율의 분포도는 평균 98.5%수준으로 대단히 높은 값을 나타내었다. 그러나, 최저 비율이 84%로서 최고비율 98%에 비해 약 14%정도의 큰 차이를 나타내어 유통 쌀의 품위 차이가 대단히 큼을 알 수 있었다.

바. 청결도

국내 유통 쌀의 가공 후 자유미강 및 이물질 총합량을 알아보려고 임의로 지역별 백미를 양곡유통 전문매장에서 구입하여 보았다. 일본쌀은 일본 출장을 통해 직접 일본 유통매장에서 구입하였다.

이들의 청결도 분석을 위해 각각의 시료 100g을 500ml 삼각 flask에 취한 후, 처음에는 증류수 200ml, 다음 150ml, 마지막으로 150ml의 증류수를 사용하여 Rotary type shaker(Shaking incubator, Scientific co., LTD.)에 의해 200rpm에서 50초동안 각각 세미하였다. 이때 회수된 뜨물을 여과지를 이용한 suction 장치로 여과지에 남은 고형분을 건조하여 각각 정량하여 청결도를 구하였다.

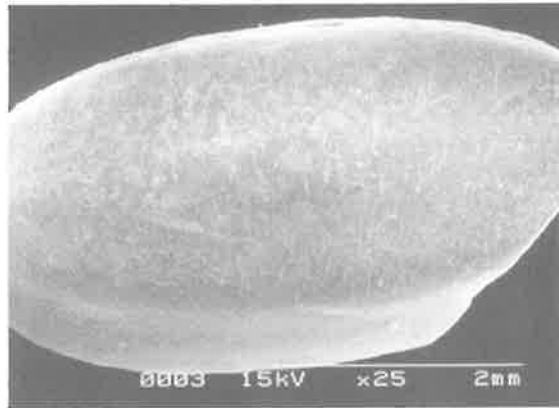
우리 나라 쌀은 최저 0.89~1.12%의 값을 보였으며, 일본쌀은 0.84~0.98% 범위의 값을 보이고 있다. 이러한 결과는 일본쌀은 그 값의 차이가 비교적

넓지 않았으며, 우리 나라의 쌀은 값의 범위가 비교적 일본에 비해 넓은 것으로 나타났다. 즉, 우리 나라가공기술의 기술적인 편차가 있으며, 가공 기계의 형태에 따라 쌀의 이물질 제거능력의 차이가 많은 것을 알 수 있었다. 가공후의 표면에 자유미강 등 이물질이 많이 존재하면 유통온도 및 환경에 따라 쌀의 식미와 품위가 많이 변화 할 수 있는 것으로 이의 개선이 필요한 것으로 사료된다. 그림 4는 가공 후 쌀 표면을 촬영한 것으로 가공 후 쌀의 표면이 외부의 상대습도에 민감하게 반응하는 것을 알 수 있었다. 즉, 외기의 상대습도에 의해 표면건조가 발생 시 쌀 표면의 미세한 균열이 나타나는 현상을 보여주고 있다. 이러한 표면 균열은 밥맛과 관계가 있으며, 계속 진행될 때 식미가 저하되므로 포장 후 또는 포장 전 백미 저장시설의 적정 상대습도 유지가 가능한 시스템의 구축도 필요한 것으로 판단된다.

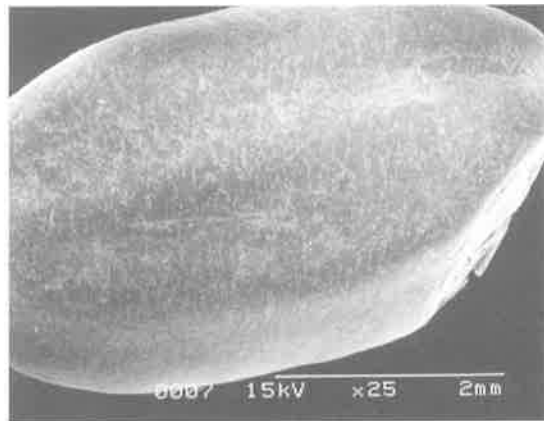
표 9. 쌀의 청결도

	국 내 산					일 본 산				
	가	나	다	라	마	A	B	C	D	E
청결도 (%)	0.89	1.12	0.93	0.95	1.08	0.98	0.85	0.84	0.91	0.97

- | | |
|------------|-----------------|
| 가: 충북 옥천지역 | A: 궁성 히도매보래 |
| 나: 경기 화성지역 | B: 추전미 아키타코마찌 |
| 다: 경기 여주지역 | C: 신석미 고시히까리 |
| 라: 경북 포항지역 | D: 한정재배미 아키타코마찌 |
| 마: 전남 김제지역 | E: 북해도미 키라라397 |



(a) 가공직후



(b) 가공후 유통중(RH 45%, 3hr-후)

그림 4. 쌀 표면 변화

사. 수분활성도

쌀의 수분함량별 수분 활성도는 표 10에서 보는 바와 같이 14.4%는 0.63~0.79이며, 17.0%구는 0.82~0.88, 19.0%구는 0.91~0.92의 값을 나타냈다.

표 10. 수분함량별 쌀의 수분활성도(Aw)

수분함량 측정온도	14.4%	17.0%	19.0%
5℃	0.63	0.82	0.91
10℃	0.65	0.83	0.91
15℃	0.66	0.83	0.91
20℃	0.68	0.83	0.91
25℃	0.68	0.83	0.90
30℃	0.67	0.85	0.91
35℃	0.74	0.85	0.91
40℃	0.76	0.86	0.91
45℃	0.79	0.88	0.92

6. 일본의 쌀 유통

일본에서는 현미상태로의 저장을 중저온(15℃)에서 실시하고 있으며, 벼로써는 일부만 저장하고 있다. 일본에서의 쌀 포장재 규격, 재질은 국내 생산되는 제품과 매우 유사하여 포장재의 규격, 재질 등에서 차이가 없다. 일본 식량청에서는 지역과 품종에 따른 식미 기준 등급을 구분하여 가격 차등제를 실시하고 있으며, 2000년 4월부터는 지금의 식량청에서 농림수산부로 관리가 이관되며, 쌀 포장재에 과거의 브랜드미에서 단일품종 또는 품종간 혼입된 비율을 표기하여 쌀을 유통시킬 예정이다. 쌀 포장재 외부에는 쌀의 지역과 품종을 인쇄하게 하며, 브랜드미의 경우 품종 혼입율을 앞면에 인쇄하게 하여 소비자가 쉽게 인식하게 하고 있다. 일본쌀의 유통시 포장재 사용현황은 PE, CPP+PE, Al+PE 복합필름이 주를 이루고 있으며, 고가품의 쌀은 비닐 코팅된 특수 종이 포장지를 사용하고 있다. 쌀의 상대습도 및 유통온도를 고려한 전용 포장재의 개발은 없으며, Vinyl 포장재에 약간의 다공성을 부여한 포장재를 겸용 사용하고 있다. 유통기간에 따른 식미의 저하를 고려하여 출하 후 유통기간이 2주 경과된 제품은 회수하여 재포장 후 등급이 낮은 제품으로 재 출고하고 있다.

제 3 절 결론 및 요약

국내 유통 쌀의 전반적인 유통 현황을 알아보기 위해 쌀의 가공방법, 쌀의 품질기준 그리고 포장재의 사용현황 등을 조사하였고 유통 중 품질 관련 현황에 대하여서도 분석을 하여 보았다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내 쌀의 가공 관련된 기술수준은 과거에 비하여 많은 기술적 발전이 있었으며, 대표적인 가공기기 형태는 연삭 마찰이 동시에 이루어지는 원패스 시스템이 많이 사용되고 있었으며, 이와 함께 다단식 마찰 정미 시스템도 사용하고 있었다.
2. 쌀 단위 포장단위는 20kg 지대포장구가 80% 이상의 높은 점유율을 보이며 사용되고 있었으며, 이외에 10, 8, 4kg 단위의 포장재가 이용되고 있었다
3. 포장재로 사용되는 포장재질은 지대, 합성수지 계통인 PE와 AL계통의 포장지를 사용하고 있으며, 레이온에 PE를 증착 시킨 것 또는 종이에 PE를 증착 시킨 재질을 부분적으로 사용하고 있었다.
4. 쌀 유통 환경은 평균온도 24~25℃, 상대습도 35~40% 범위에서 유통되고 있으며, 유통기간은 일정한 기준 없이 최고 90일 까지도 포장 후 유통되는 쌀이 있었다.
5. 쌀의 가공후의 청결도를 분석한 결과 국내산 쌀은 0.89~1.12%, 일본 쌀은 0.84~0.98%로 일본쌀이 우리 나라 쌀 보다 가공 후 연미과정을

더 거치는 것으로 나타났다. 청결도는 표면의 자유미강과 이물질의 총 함량으로써 가공 후 유통중의 품위 변화를 예측 할 수 있는 지표이다.

제 3 장 포장재 성능

제 1 절 서 설

식품에 많이 사용되는 포장재는 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 연신폴리프로필렌(OPP), 폴리스틸렌(PS), 연질폴리염화비닐(PVC), 에틸렌·초산비닐중합체(EVA), 폴리부타디엔(BDR)등의 플라스틱 포장재등이 있다. 이중 쌀 등 곡류에 사용되는 포장재는 지대포장과 합성수지계통인 폴리에틸렌(LDPE), 연신폴리프로필렌(OPP), 폴리스틸렌(PS), 연질폴리염화비닐(PVC) 등이 사용되고 있으며 이중 폴리에틸렌(LDPE)과 연신폴리프로필렌(OPP)이 주로 이용되고 있다. 본 장에서는 쌀의 가공 현황과 국내의 쌀의 품질 기준, 그리고 포장재 현황 및 쌀의 유통 현황과 일본의 쌀 유통현황을 분석하여보았다. 현재 주로 이용되고 있는 쌀 포장재를 특성별로 분류하여 유통환경에 따른 쌀의 품질 변화를 분석하여 쌀 포장후 실제의 품질을 분석하여 보았다. 이러한 결과를 도출하여 기존의 쌀 포장재의 문제점과 개선 방향을 확립하고자 한다. 현재 이용되고 있는 포장재는 예전에 사료에 이용되는 지대포장재를 그대로 이용하고 있으며, 쌀의 품질 특성을 고려한 포장재 기능을 가지고 있지 못하며, 이와 함께 사용되고 있는 합성수지 계통의 포장재 역시 쌀의 식미와 품질을 고려한 포장재로서의 한계를 가지고 있는 실정이다. 본 장에서는 국내에서 사용되고 있는 주된 포장재료들의 유통환경을 기준으로 하여 쌀의 포장재와 품질과의 관계를 규명하여 보았다.

제 2 절 포장 소재

현재 사용되고 있는 선도보존용 포장재는 가스 투과성이 비교적 높은 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스틸렌, 에틸렌, 초산비닐, 연질폴리염화비닐, 폴리타디엔 등의 얇은 필름을 이용하며, 새로운 기능을 향상하기 위해 계면활성제, 항균제 등을 넣어서 가스흡착, 항균성 등의 기능을 부여한 포장재료가 개발되고 있다. 안쪽면에 계면활성제의 작용으로 얇은 물 피막을 형성하게 하여 흐려짐을 방지하는 포장재, 제올라이트 등의 항균제를 섞어서 넣은 항균성 포장재료가 개발되고 있다.

이와 같은 기능성 포장재료의 그 기능은 기술적인 효과가 확실한 경우에 있어서도, 그 효과의 메커니즘이 알려져 있지 않은 경우가 있다. 그 때문에 기능성 포장재료나 포장자재 이용상에 기능성 포장재는 기술의 결점과 한계를 철저히 알아서 효과적인 사용법을 개발해 나갈 필요가 있다.

포장하는 식품의 품질 특성과 형태나 성분 등에 따라 적용되는 조건이 다르다. 즉, 대상 식품의 특성을 파악해서 재현성이 나지 않는 원인이 식품 또는 유통환경에 있는 포장자재에 있는지를 분석 할 필요가 있다. PE에 제올라이트를 가해서 에틸렌 흡착용 필름이 개발되어 있지만, 원리적으로 볼 때 습도가 높은 조건에서는 에틸렌을 별로 흡착하지 않는다고 생각된다. 최근, 에틸렌 흡착능에 의문을 제기한 연구결과가 발표되고 있다. 포장자재에 있어 특정의 기능 효과는 정량적으로 나타낼 필요가 있는데, 기체투과성이나 수증기 투과성 등과 같은 선도보존에 관계되는 포장자재의 기본적 물성은 사용자를 위해서 측정치를 정확히 확립할 필요가 있다. 항균성물질을 이용한 항균성 포장재료는 실험에 의해서 확실한 효과가 확인되어 있어서 그 응용기술의 개발이 기대되고 있다. 그 중에는 은치환제오라이트에 관해서는 미생물균체가 은이온을 둘러싸게 되므로써 항균성이 발현된다고 추정되고

있다. 메카니즘의 충분한 해명과 효율적인 이용기술의 개발이나 안정성의 확보가 이루어져야 할 필요가 있다고 본다. 산화방지나 방습 등은 이론적으로도 기술적으로도 거의 확립되어 있지 않다고 말할 수 있을 정도이다. 산소 및 수증기 투과성이 뛰어난 투명포재가 여러 가지 개발되어 있지만 현재의 유통조건에서, 특히 미묘한 풍미의 보존까지를 생각해 그 특성을 충분히 살릴수 있는 산화방지포장, 방습포장인지를 충분히 생각해 볼 필요가 있다. 최근 유통에 있어서 커다란 비중을 차지하는 슈퍼마켓, 편의점 등에서, 상품이 진열대에 놓여있는 기간이 짧아지게 되었다. 또 저온유통이 차지하는 비율도 확실히 증가하고 있다. 이러한 유통환경의 변화도 포장이 지니는 역할에 대한 요구 변화에 의해 나타난 것으로서, 식품포장과 품질보존의 기술개발 분야에서는 종합적으로 문제점을 파헤쳐 깊이 있는 기술을 필요로 하게 만들었다.

수분과 습도조절 기능포장재로 흡수성 폴리머를 이용한 포장재로 수분을 흡습하거나, 또는 수분이 많은 식품이 건조되는 것을 예방하거나, 식품에서 흘러나오는 수분을 흡수하는 받침 시트나 채소류가 유통 중에 시드는 것을 방지하는 용도 등에 쓰인다. 항균성 포장재 기능성 포장재로 항균제를 코팅하여 항균제는 안전성이 요구되는 물질로서 일반적으로 Ag나 Cu와 같은 금속, 천연물질인 hinokitiol 같은 것들이 사용되고 있다. 식품에 사용되는 경우 이러한 소재는 안전성뿐만 아니라 식품에 이행이 잘 되지 않아야 하는데 Ag과 결합한 Ag-zeolite가 가장 흔하게 사용된다.

식품에서 발생하는 에틸렌가스나 탄산가스, 암모니아, 알데히드류와 같은 가스성분을 제거, 에탄올가스를 발생시켜 미생물 번식을 방지하기 위한 에탄올 패드, arylisothiocyanate, 산화철분, 활성탄 등과 같은 보조제들이 개발되어 케익이나 과일 등과 같은 가공식품이나 신선식품에 사용되고 있다.

제 3 절 포장 성능분석

1. 재료 및 방법

가. 백미의 이화학적 특성

1) 함수율(moisture content) 측정

함수율은 10g입자-135℃-24시간의 상압정은 측정법으로 측정하여 105℃법으로 환산하여 사용하였으며, 환산식은 다음 식과 같다.

$$\text{백미} : M_{105} = 100 - 1.0133(100 - M_{135})$$

여기서, M_{105} : 105℃ 건조법으로 환산한 함수율(% , w.b.)

M_{135} : 135℃ 건조법으로 측정한 함수율(% , w.b.)

2) 색도 및 백도 측정

색도는 백미시료 12g씩 원통형 용기(지름×높이, 4cm×1cm)에 담은 다음 흑색 패드에서 색도계(CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 L(lightness)값, a(redness)값 및 b(yellowness)값을 측정하였으며, 이때 white calibration plate를 이용해 L=95.86, a=-0.07, b=2.02로 calibration시켰다. 백도는 백도계(Kett, Model C-300, Japan)를 사용하여 쌀 표면의 반사율을 측정하는 것으로 가장 어두울 때를 0, 가장 밝을 때를 100으로 하며 우유빛 유리판으로 감도를 보정하여 측정하였다.

3) 지방산가 측정

지방산도는 A.A.C.C(1983)방법에 준하여 측정하였다. 백미시료 각 40g 이상을 분쇄기(Cyclotec sample mill 1093, Tecater, Co. Ltd., Sweden)로 분

말을 만들어 체에 친 후 그중 10g을 원통여지에 넣은 후, 지방분해효소에 의한 변화방지를 위해 분쇄 후 1시간 이내 soxhlet방법으로 지방추출을 시작하였다. 용매로 석유에테르를 사용하여 16시간 지방성분을 추출하였으며, 추출된 용액을 rotary evaporater로 용매를 제거하여 지방성분만을 얻었다. 여기에 BAP(Benzene-Alc-Phenolphthalein)용액 50ml을 넣고 0.0017N-KOH로 적정하였다.

$$Fat\ acidity\ value = \frac{(T-B) \times 10}{100 - W} \times 100 (mgKOH/100g)$$

T : 시료 적정시 0.0017N KOH의 요구량

B : 공시험 적정시 0.0017N KOH의 요구량

W : 시료 100g 에 대한 수분함량(g)

나. 밥의 이화학적 특성

1) 밥의 수분함량 및 색도 측정

밥의 수분함량은 밥 12g을 취하여 105℃상압가열건조법(A.O.A.C법)으로 측정하였고, 색도는 현미 및 백미의 색도 측정과 동일한 방법으로 측정하였다.

2) 텍스처 측정

동일한 조건에 의한 밥의 기계적 텍스처 특성을 조사하기 위해 식은 밥 12g을 원통형 용기(지름×높이, 4cm×1cm)에 담아 texture analyzer

(TA-XT2, Stable micro system Ltd., England)를 사용하여 TPA(texture profile analyzer)로 탄력성(springness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 검성(gumminess), 부착성(adhesiveness) 및 경도(hardness)을 측정하였다. 측정조건은 지름 25mm의 plunger을 사용하여 crosshead speed 10mm/sec와 60% compression으로 하였다.

다. 관능검사 평가

1) 밥 시료의 준비

각 시료별 백미 600g을 수압세미기(PR-7J, Aiho, Co. Ltd., Japan)에서 세미 후, 1.45배의 가수율을 적용하여 전기밥솥(SJ-185R, 삼성전자)에서 취사 후 보온상태에서 15분간 뜸을 들였다. 취반된 밥을 내솥으로부터 옆면 1cm, 바닥 1cm를 제외한 가운데 부분의 밥만을 bowl(지름×높이, 23cm×12cm)에 옮겨 담은 후, 밥알이 손상되지 않도록 주의하여 커다란 포크로 5회 밥을 혼합한 후 5분 냉각시켰다. 이러한 혼합 및 냉각을 3회 반복한 후 흰색의 사기그릇에 약 50g정도의 밥을 담아서 뚜껑을 닫은 후 제시하였다. 관능검사 시 밥의 온도가 $27 \pm 2^\circ\text{C}$ 정도가 되도록 한 후 실온에서 시료를 제시하였다.

2) 관능적 품질 평가

관능평가요원은 20대 초반에서 30대 초반까지의 건강한 남녀로써 쌀밥의 관능적 품질평가훈련을 받은 20여명의 패널로 하였다. 관능평가지, 검사물에 대한 편견을 없애기 위해 무작위 세 자리 숫자로 표기된 시료를 제공하였으며, 시료의 제시순서 또한 무작위로 하여 위치오류와 대조효과에 의

한 오차를 최소화하였다.

쌀밥의 품질특성으로 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 품질을 측정하였으며 부수적인 강도특성으로는 윤기, 색, 밥 이외의 냄새, 밥 특유의 맛 강도 및 조직감에서 경도, 탄력성, 낱알의 응집성, 부착성을 측정하였다. 따라서 평가항목은 총 13가지였고 평가방법은 9점 항목척도(1=대단히 낮음, 5=보통정도, 9=대단히 높음)를 사용하였다. 쌀밥 시료의 관능적 특성 분석에 사용된 검사표(김 등, 1993)는 표 11에 있다. 관능검사의 경우, 8점 밥 시료에 대한 관능적 품질평가는 3회 반복 실시하였다.

라. 포장재의 투습도 시험 방법

포장재의 투습도는 KS A 1023(1995) 방법에 준하여 측정하였다. 흡습제인 염화칼슘 100g이 들어있는 알루미늄컵(투습컵)을 측정대상 포장재로 밀봉하여 항온항습장치에 24시간 방치 후 증량변화를 측정하였다. 이때, 항온항습장치는 염용액($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)을 이용하여 제작하였다.

$$Q = \frac{24 \times W \times 1000}{t \times S \times 100} \text{ (g/ m}^2, 24\text{hr)}$$

Q : 투습도($\text{g/m}^2, 24\text{hr}$)

S : 투습면적(cm^2)

t : 무게를 단 시간 간격(hr)

W : t hr동안의 투습컵 무게의 증가량(mg)

2. 포장별 쌀의 품질변화

포장재별 쌀의 유통기간중의 품질변화를 분석하였다. 현재 쌀의 판매장 등 마케팅 현장의 환경을 고려하여 평균적인 유통온도를 기준으로 동일 온도에서 저장하였으며, 포장재는 현재 많이 사용되고 있는 지대포장재, AI 포장재, PE 포장재 등 3개구를 선정하여 내용물인 쌀의 품질 변화를 측정하였다. 그 결과를 살펴보면 지대구의 경우 저장 4주후 중량감소율은 7.8%로 PE구의 경우 거의 변화가 일어나지 않았으며, AI구는 1.2% 값을 나타내어 지대구는 5~7배의 높은 중량감소율 현상을 보였다(그림 5). 이와 함께 수분함량은 9.6%로 초기의 15.2%에 비하여 37% 정도 감소를 보였다(그림 6). PE구와 AI구의 저장 4주후의 수분함량은 15.1%와 14.4%의 값으로 PE구는 1.4%, AI구는 5.26% 감소율을 나타내 지대 포장구에 비하여 적은 변화를 보여 주었다. 지대 포장구의 많은 중량감소는 쌀의 건조에 의한 밥 맛의 저하를 가져오며 많은 중량손실로 유통중 경제적인 손실이 함께 발생되고 있는 실정이다. 이러한 결과는 현재 사용되고 있는 쌀 포장재의 문제점을 나타낸 결과로 이의 근본적인 해결방안이 강구되어야 할 것으로 판단되었다.

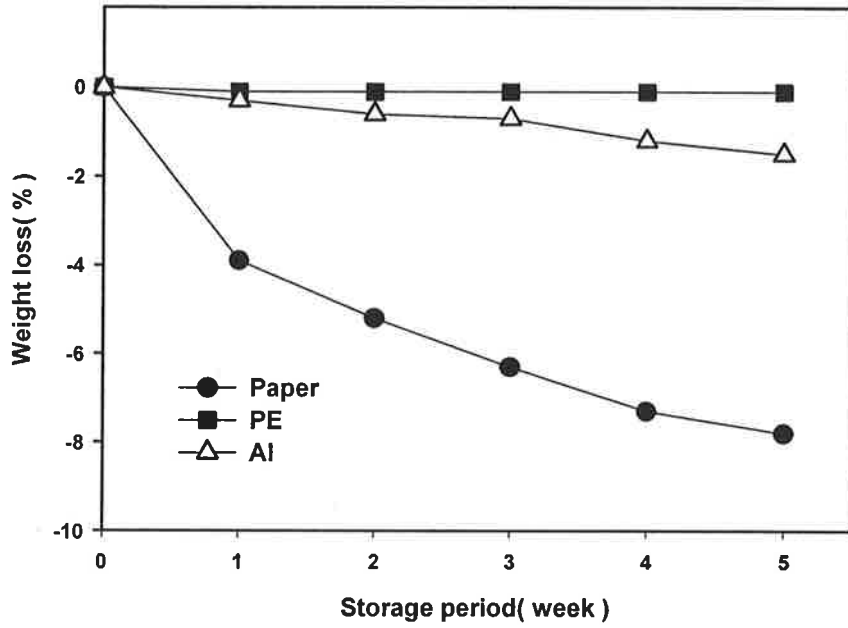


그림 5. 쌀포장재별 중량감소 변화

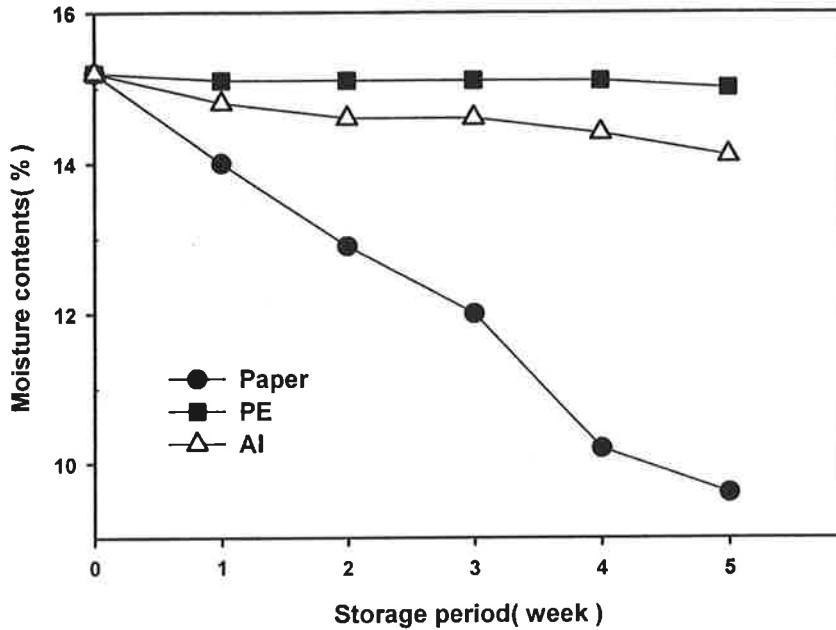


그림 6. 쌀포장재별 수분함량 변화

이와 함께 지대 포장구의 경우 많은 수분 및 중량감소가 발생하여 경도는 반대로 초기에 비하여 2.6kg으로 증가하는 경향을 보였으며, 동할율과 백도에서는 뚜렷한 값의 변화 양상을 나타내지 않았다. PE구, AI구 모두 경도 값의 변화는 없었다. 또한 쌀의 색상의 변화를 보면 모든 포장구에서 L값은 변화가 없었으며, a값은 전반적으로 모든 포장구에서 약간의 증가 경향을 보였다. 그러나 b값은 PE구와 AI구에 비해 지대포장구가 뚜렷한 증가하는 변화 양상을 보였다(표 12). 또한 식미값을 예측 할 수 있는 중요한 지표인 지방산가의 변화양상은 초기의 4.9KOHmg/100g에 비해 지대는 9.4

KOHmg/100g으로 초기에 비해 1.9배, PE구는 42.0KOHmg/100g로 8.6배, AL구는 16.8 KOH mg /100g으로 3.4배 증가하는 경향을 보였다(그림 7). 특히 PE구의 경우 지방산가 증가 경향이 매우 높게 나타나 식미가 급속히 떨어지는 결과를 알 수 있었다. 지방산가의 적정 한계값은 15KOHmg/100g으로 알려져 있으며, 이러한 결과를 살펴볼 때 PE구와 AL구 모두 쌀 포장재로 사용하기에는 적합치 않은 것으로 나타났다. 즉, 현재 사용되는 포장재의 특성을 확인할 수 있었으며, 식미가 급속히 낮아지는 현상을 예측할 수 있었다. 현재 사용중인 포장재는 과거의 사료 포대나 건조식품에 이용되는 밀봉 포장재를 곧 바로 사용하고 있는데서 비롯된 것으로 판단된다.

표 12. 포장재별 쌀의 품질 변화 (25℃)

		지대구					
		초기	1주	2주	3주	4주	5주
동할율(%)		15.6	14.0	14.3	17.0	10.0	11.3
경도(kg)		1.0	1.2	2.1	1.7	2.4	2.6
백도		37.2	37.9	37.5	37.7	38.2	37.9
색도	L	63.5	64.1	64.7	64.8	65.6	65.3
	a	-1.1	-1.2	-1.1	-1.2	-1.3	-1.4
	b	9.8	10.5	10.5	10.8	11.1	11.5
		PE구					
		초기	1주	2주	3주	4주	5주
동할율(%)		15.6	14.3	15.7	19.3	20.0	13.3
경도(kg)		1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9
백도		37.2	37.2	37.2	37.2	37.6	37.2
색도	L	63.5	64.2	64.0	64.2	64.4	63.9
	a	-1.1	-1.1	-1.1	-1.2	-1.2	-1.3
	b	9.8	10.0	10.4	10.9	10.4	10.5
		AL구					
		초기	1주	2주	3주	4주	5주
동할율(%)		15.6	14.0	23.7	14.3	18.0	14.3
경도(kg)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
백도		37.2	37.4	37.5	37.6	37.3	37.4
색도	L	63.5	63.2	64.2	63.6	64.5	64.8
	a	-1.1	-1.2	-1.2	-1.3	-1.1	-1.4
	b	9.8	9.8	9.7	10.4	10.9	10.7

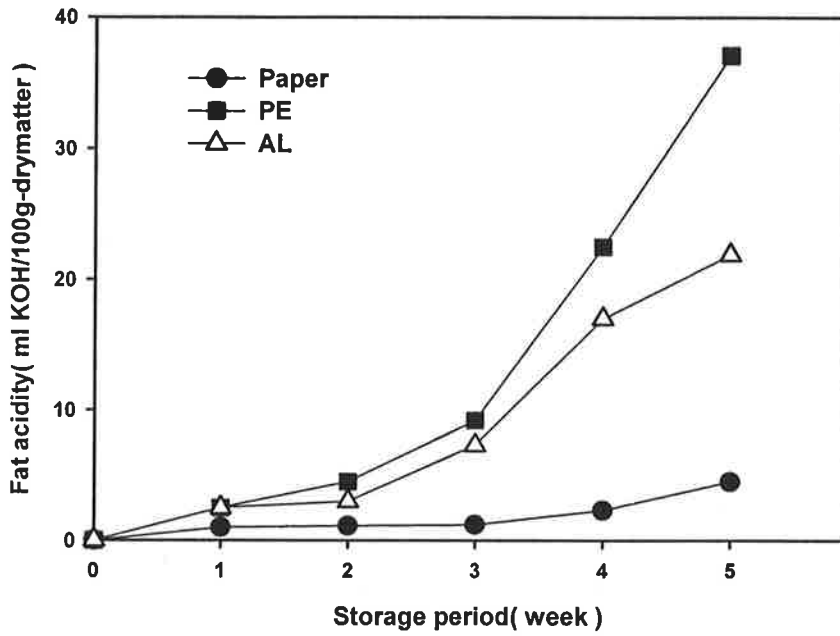


그림 7. 쌀 포장재별 지방산가 변화

3. 유통온도와 포장재질에 따른 쌀의 품질변화

쌀의 유통환경은 계절별로 기준하여 유통온도를 10, 20, 30, 40℃로 설정하고 이에 따른 쌀의 포장재와 품질과의 관계를 조사하였다. 그 결과를 살펴보면 다음과 같다. 지대포장구의 경우 10℃ 유통구에서 저장 30일까지 수분함량의 감소는 10.1%, 20℃구는 24.6%, 30℃구는 46.4% 그리고 40℃구는 41.3%의 값을 나타냈으며, 중량감소율은 3.2%, 5.8%, 8.8% 및 7.4%로 유통온도대가 증가함에 따라 높은 변화 양상을 보여주었다(그림 8). 지방산가는 10℃ 1.04배, 40℃ 1.5배로 나타났다.

이와는 반대로 PE구와 AI구의 경우 유통온도대와 관련하여 수분함량의 변화는 초기에 비해 거의 변화가 없는 것으로 나타났으며, 중량감소율의 경우 PE구는 30℃에서 0.2%, 40℃에서는 0.5%, AI구는 30℃와 40℃구에서 0.6, 0.7%로 두 유통구 모두 매우 적은 변화를 나타내었다(그림 9, 10). 20℃ 미만의 낮은 유통온도에서는 PE구와 AI구 모두 변화가 매우 적었다. PE구와 AI구에 비하여 지대포장구는 3~6배의 높은 값을 보였다.

지방산가의 변화는 유통온도가 높을수록 모든 포장구에서 높은 값을 보였으며, PE구와 AI구 변화 양상이 매우 비슷하게 나타났다. 유통온도가 높을수록 정비례적으로 증가하는 결과를 보였으며, 특히 30℃ 이상의 환경에서는 매우 높은 값을 나타냈다. 이와는 반대로 지대포장구의 경우는 30℃ 이상에서는 비슷한 값을 나타내 약간의 다른 양상을 보였다.

경도 값의 변화는 지대포장구의 경우 유통온도가 높을수록 높아지는 경향이 뚜렷하였으며, 'b' 값의 변화는 저장기간이 지나면서 증가하는 결과를 보였는데 특히 온도가 높을수록 증가폭이 크게 나타났다. PE구와 AI구 모두 경도의 변화는 거의 없었으며, 'b' 값의 변화 양상은 지대구와 마찬가지로 온도가 높을수록 높은 증가를 보였으며, 백도에서는 지대포장구와는 다르게

높은 온도에서는 값이 떨어지는 결과를 보였다. 지대포장구는 백도값의 변화가 매우 적게 나타났다.

이러한 결과는 지대포장과 합성수지계통의 PE, AI구 포장재들의 쌀의 품질 유지능력의 한계점을 나타낸 결과로 현재 포장지 제조회사나 쌀 생산업체에서의 인식은 소비자 기호에 맞는 포장재의 디자인 또는 외형적인 형태에 관심이 있으며, 현재 쌀의 식미 유지 또는 손실과 관련된 부분의 기술 개발에는 미진한 상태임을 알 수 있었다. 앞으로 수분과 중량감소를 최소화한 억제하며 동시에 식미의 변화를 최소화하는 새로운 포장재의 개발을 위해 적정 조건의 확립이 필요한 것으로 판단되었다.

이와 함께 쌀의 유통방법은 과일·채소류의 저온유통시스템과 마찬가지로 고품질의 쌀을 소비자에게 공급하기 위해서는 저온유통시스템(cold chain)의 도입을 검토하여야 할 것으로 판단되었다. 소비지에서의 판매장도 신선농산물과 마찬가지로 저온환경에서 보관하면서 판매하는 시스템의 구축이 필요한 것으로 사료된다.

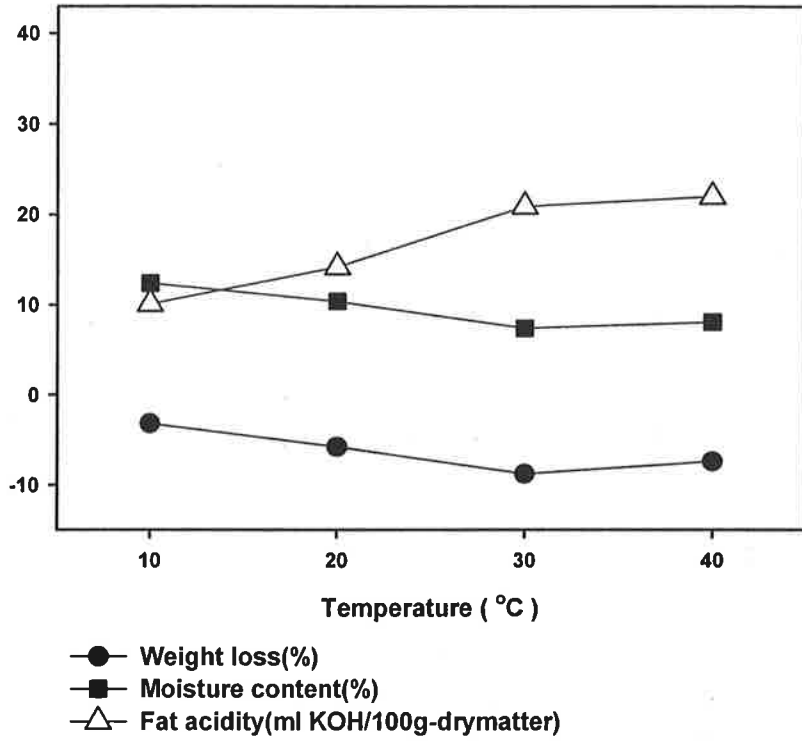


그림 8. 유통온도대별 지대포장구의 품질변화

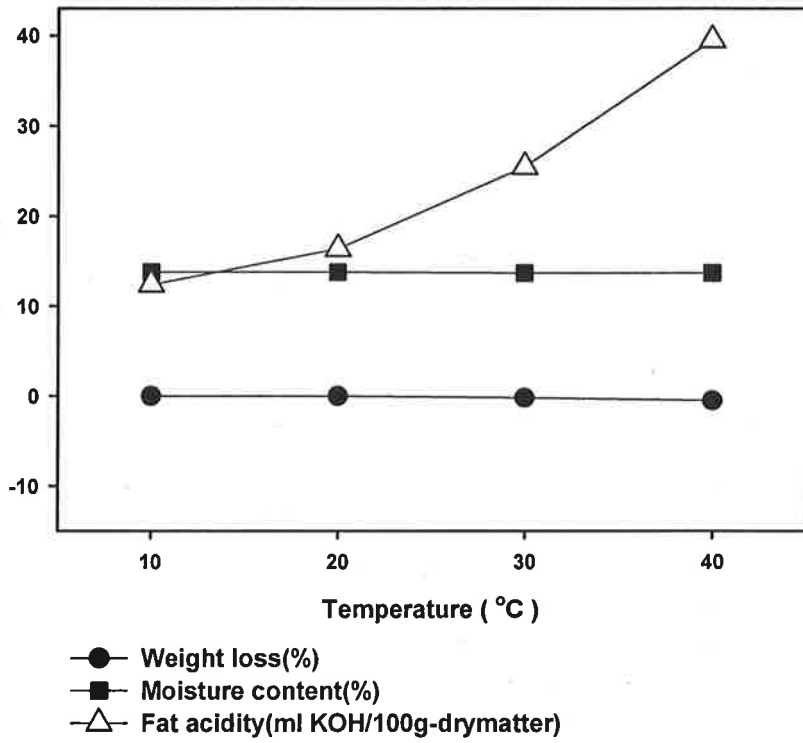


그림 9. 유통온도대별 PE구의 품질변화

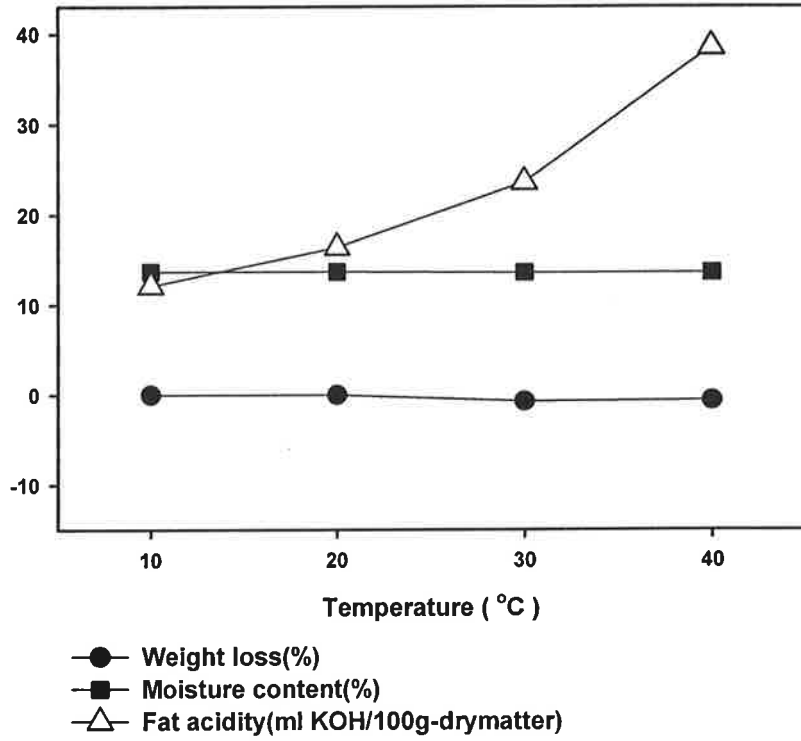


그림 10. 유통온도대별 AI구의 품질변화

표 13. 유통 온도대별 쌀의 품질변화 (지대구)

		경도 (kg)	백도	색도		
				L	a	b
초기		1.0	38.7	66.4	-0.9	10.8
10℃	6일	1.0	38.6	66.1	-0.9	11.1
	13일	1.1	39.0	67.3	-1.0	11.4
	20일	1.1	39.1	66.6	-0.9	11.1
	28일	1.3	39.2	66.9	-1.0	12.1
	34일	1.4	38.6	66.9	-1.0	11.6
	41일	1.5	38.6	66.8	-0.9	11.7
	48일	1.4	38.4	66.6	-0.8	11.3
20℃	6일	1.1	38.4	66.4	-1.0	11.4
	13일	1.2	38.4	66.5	-1.0	11.3
	20일	1.4	38.1	67.7	-1.1	11.1
	28일	2.0	38.6	66.7	-1.0	11.4
	34일	1.9	38.6	67.1	-1.0	11.6
	41일	2.1	38.0	67.6	-0.9	12.7
	48일	2.3	38.0	67.0	-0.9	12.0
30℃	4일	1.1	38.5	66.7	-1.0	10.8
	11일	1.7	38.4	67.6	-0.6	11.3
	18일	2.4	38.5	67.5	-1.0	11.6
	25일	2.9	38.8	68.4	-1.1	11.8
	32일	2.6	38.5	67.6	-1.0	12.0
	39일	3.5	38.6	69.5	-1.0	12.2
	46일	3.9	38.5	67.4	-1.1	12.1
40℃	4일	1.2	38.2	66.8	-1.0	11.7
	11일	1.6	37.5	66.2	-0.7	11.7
	18일	2.3	37.8	66.9	-1.1	12.4
	25일	2.4	37.5	67.6	-1.2	12.5
	32일	2.8	37.7	68.0	-1.1	12.2
	39일	3.1	37.9	67.8	-1.1	12.9
	46일	3.4	38.1	68.2	-1.2	12.4

표 14. 유통온도대별 쌀의 품질 변화 (25℃, PE구)

		경도 (kg)	백도	색도		
				L	a	b
초기		1.0	38.7	66.4	-0.9	10.8
10℃	6일	1.0	38.7	66.5	-1.0	11.0
	13일	1.0	38.5	65.8	-0.9	11.0
	20일	1.0	38.6	66.5	-0.9	11.4
	28일	1.0	38.9	67.2	-1.1	10.7
	34일	0.9	38.6	66.0	-1.0	11.0
	41일	1.0	38.5	66.3	-0.9	10.9
	48일	0.9	39.0	66.6	-0.8	10.8
20℃	6일	1.0	38.3	65.5	-1.1	10.5
	13일	1.0	38.3	67.0	-1.0	11.0
	20일	1.0	38.5	66.4	-1.0	11.5
	28일	1.0	38.3	65.8	-1.0	10.8
	34일	1.0	38.0	66.7	-0.9	11.3
	41일	1.0	38.4	66.0	-0.9	11.5
	48일	0.9	38.4	66.8	-0.9	11.4
30℃	4일	1.0	39.0	67.2	-0.9	11.8
	11일	1.0	38.1	66.3	-0.6	10.9
	18일	1.0	38.0	66.7	-1.0	11.7
	25일	0.9	37.7	66.1	-0.8	11.8
	32일	1.0	37.8	65.9	-1.0	11.3
	39일	1.0	37.5	66.6	-0.9	11.4
	46일	0.9	37.5	66.4	-1.1	11.5
40℃	4일	1.0	38.0	66.0	-1.0	11.6
	11일	0.9	37.3	65.9	-0.7	11.3
	18일	0.9	36.6	66.3	-1.0	12.3
	25일	1.0	35.3	65.8	-0.2	12.2
	32일	1.0	34.7	66.1	-1.0	12.6
	39일	1.0	34.6	66.6	-1.0	12.6
	46일	0.9	35.3	66.5	-1.1	12.7

표 15. 유통온도대별 쌀의 품질 변화 (25℃, AI구)

		경도 (kg)	백도	색도		
				L	a	b
초기		1.0	38.7	66.4	-0.9	10.8
10℃	6일	1.0	38.9	66.1	-0.9	10.9
	13일	1.0	38.6	66.2	-0.9	11.1
	20일	1.0	38.8	67.2	-1.0	11.0
	28일	1.0	39.4	66.3	-1.0	11.0
	34일	1.0	38.9	66.1	-1.0	10.7
	41일	1.0	38.7	66.2	-0.9	10.6
	48일	1.0	38.9	67.0	-0.8	11.0
20℃	6일	1.1	38.4	66.2	-1.0	10.8
	13일	1.0	38.0	66.1	-1.0	10.9
	20일	1.0	38.3	65.9	-1.0	11.0
	28일	1.0	38.5	65.4	-1.1	10.9
	34일	1.0	38.4	66.8	-1.1	11.0
	41일	1.0	38.6	66.1	-0.9	11.4
	48일	1.0	38.8	66.3	-0.8	11.6
30℃	4일	1.0	38.3	66.6	-1.0	11.1
	11일	1.0	38.0	66.0	-0.5	11.3
	18일	1.0	37.9	66.2	-1.0	11.5
	25일	0.9	37.9	65.7	-1.0	11.1
	32일	1.0	37.5	66.5	-1.0	11.3
	39일	1.1	37.9	66.7	-0.8	12.1
	46일	1.0	37.7	66.8	-0.9	11.8
40℃	4일	1.0	37.9	66.2	-1.0	11.1
	11일	1.0	36.9	65.2	-0.6	11.5
	18일	1.0	36.8	66.2	-1.1	11.8
	25일	0.9	35.9	66.4	-1.0	12.2
	32일	1.0	35.4	66.4	-1.0	12.2
	39일	1.1	35.8	67.4	-0.9	12.8
	46일	1.0	36.0	66.7	-1.0	12.8

4. PE포장재의 투습도별 쌀의 품질변화

PE 필름의 투습도별로 쌀 품질 변화를 분석하였다(그림 11, 12, 13). 현재 쌀 포장재로 사용되는 PE 포장재 필름의 두께는 0.13~0.15mm 범위로 사용되고 있다. 이를 기준으로하여 PE 필름 두께가 비교적 얇은 필름을 선택하여 기존의 PE포장재와 지대포장재를 비교 실험하여 쌀의 품질에 미치는 영향을 분석하였다. 그 결과를 보면 수분변화와 중량감소율 변화는 이미 이전의 실험결과와 마찬가지로 비슷한 경향을 나타내어 필름 두께가 얇아질수록 감속도 폭은 큰 것으로 나타났다. 지방산가의 변화는 필름 두께가 얇을수록 증가폭이 적게 나타났는데 이러한 결과는 포장재의 투습도에 따른 쌀의 품질유지가 가능할 것으로 판단되었는데 지금까지의 결과 식미에 영향을 미치는 지방산가 및 백도 그리고 b값 등의 변화는 포장내의 축적되는 비교적 높은 상대습도 등의 원인으로 품질이 변질되는 것으로 판단되었으며, 지대포장구는 높은 투습도에 따라 포장내의 상대습도가 낮아져 많은 중량감소와 건조가 발생하는 것으로 판단되었다. 결론적으로 포장필름의 두께에 따른 적정 투습능력 차이에 의한 것으로 판단된다. 이에 따라 포장재의 적정 투습능력에 따른 품질 변화를 분석 할 경우 현재의 포장재를 개선하고 식미가 유지되는 쌀 전용 포장재의 개발 가능성이 가능할 것으로 사료된다.

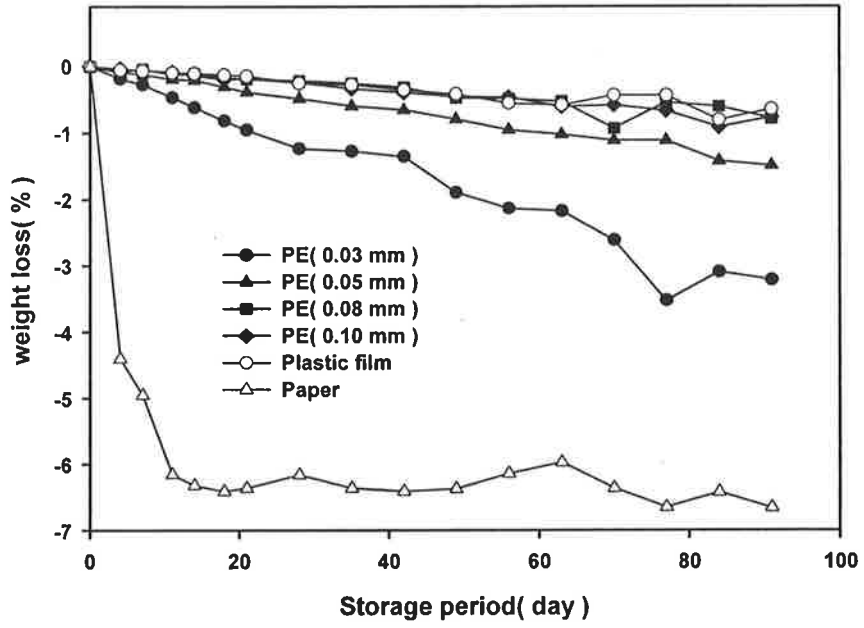


그림 11. PE 두께별 증량변화

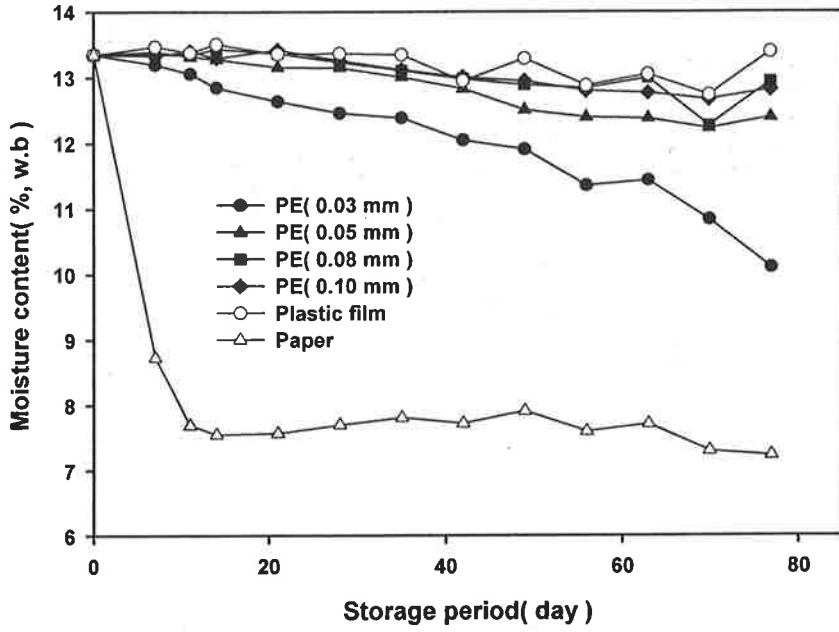


그림 12. PE 두께별 수분변화

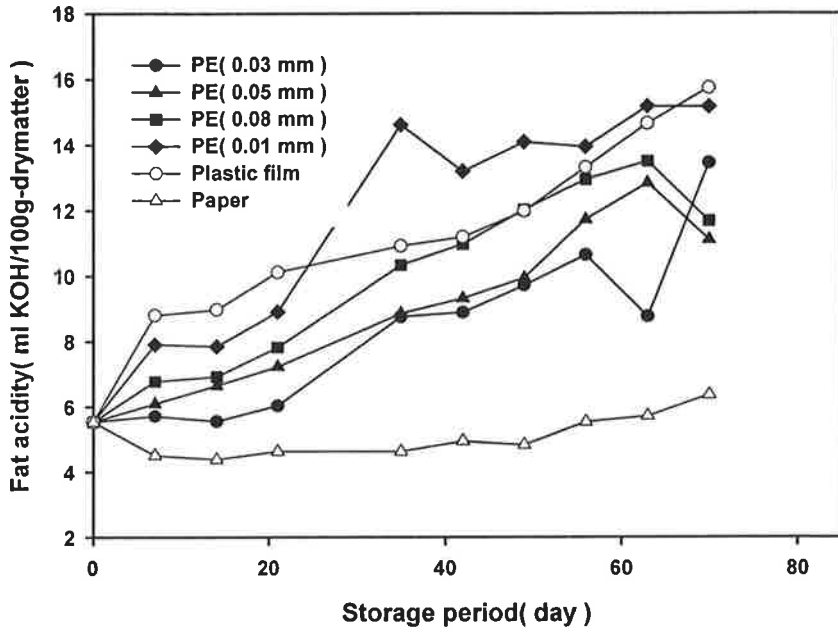


그림 13. PE 두께별 지방산가 변화

5. 다공성 포장재의 적용성

기존의 포장재에 비하여 현재 신선식품인 과일·채소 등 증산작용과 호흡율이 높고 유통기간이 비교적 짧은 채소류에 적용되고 있는 perforated 포장방법으로 포장재 표면적 대비 다공율에 따른 포장재를 제작하여 실험을 수행하였다. 필름의 표면적에 대비 다공율을 0.1~1.0%까지 부여하여 분석을 수행하였다. 또한 합성수지 PE 재질에 무기질 제올라이트를 열처리한 후, 산소이온농도에 따른 산알카리 처리를 하고 LLDPE(Linear low density polyethylene)에 물질을 혼합하여 시험용으로 포장재를 제조하여 쌀의 유통 환경에서의 적용성을 실험하였다.

그림 14, 15, 16은 다공율에 따른 중량변화와 수분함량 그리고 지방산가의 결과를 나타내었다. 중량감소율은 다공율이 가장 낮은 0.1%구의 경우 초기에 비해 유통기간이 4주 지난후 5%, 다공율 1.0%구는 8.2% 값을 보였으며, 수분함량의 변화는 1.0%구가 유통기간 4주후 8% 감소하고, 0.5%구는 8% 그리고 0.1%구는 5% 감소하는 결과를 보였다. 이러한 결과는 지대포장구 보다는 다소 적은 변화를 보였다.

지방산가의 경우에는 다공율이 낮은구가 증가폭이 크게 나타났으며, 그 외의 처리구는 비슷한 경향을 보였다. 다공율이 낮은 구는 중량감소와 수분 변화의 폭이 적었지만 지방산가의 변화폭은 크게 나타나 쌀의 경우 포장의 투습도와 품질과의 관계가 상관이 있음을 재확인 할 수 있었다. 즉, 쌀의 경우 포장재는 적정 투습도의 환경 설정이 필요한 것으로 판단되었다.

다공성(Perforated) 포장기술의 식품에의 적용성은 증산속도가 빠르고 유통기간이 수일 내에 이루어지는 채소류의 품목에 적합한 기술로 쌀에 적용할 경우 외부로부터의 미생물 오염과 해충의 번식 그리고 다공성 부여에 따른 포장재의 강도 및 인장력 부족 등으로 쌀에 적용은 어려운 것으로 판단

되었다. 즉 쌀의 최소 유통기간은 짧게는 7일에서 길게는 60일 이상까지 소요되는 등 외부로부터의 효율적인 관리가 어려운 것으로 판단되었다.

그림 17은 제작한 필름을 이용하여 중량감소율을 측정하였으며, 그 결과 기존의 쌀 포장재에 비하여 값의 차이를 보이지 않았다. 제작된 필름의 투습도의 경우 제조기계에 적용이 가능한 범위내로 다공성 물질의 적용 범위인 5%를 첨가한 것을 사용하였다. 제작된 필름의 투습도를 측정한 결과 $4.6\sim 7.5\text{g}/\text{m}^2$ 범위를 나타내어 기존의 쌀 포장재와 차이를 나타내지 않았다. 이러한 필름의 특성상 쌀의 적용성에는 한계가 있는 것으로 판단되었다.

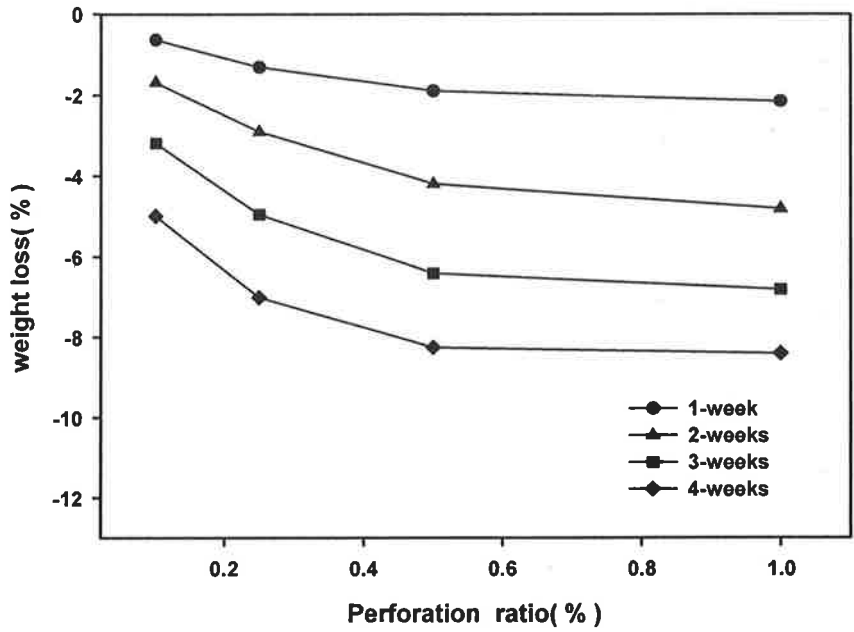


그림 14. 다공율에 따른 쌀의 중량감소율

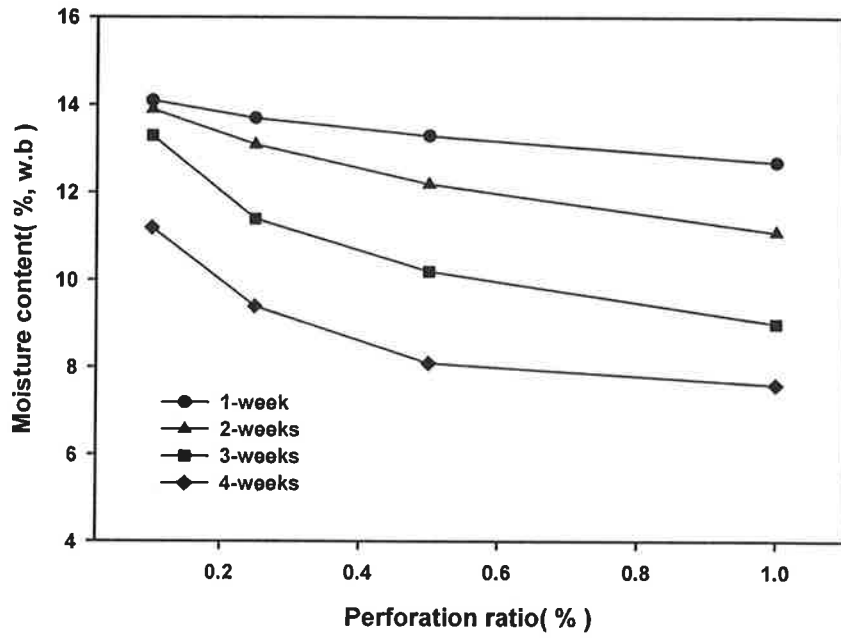


그림 15. 다공율에 따른 쌀의 수분함량 변화

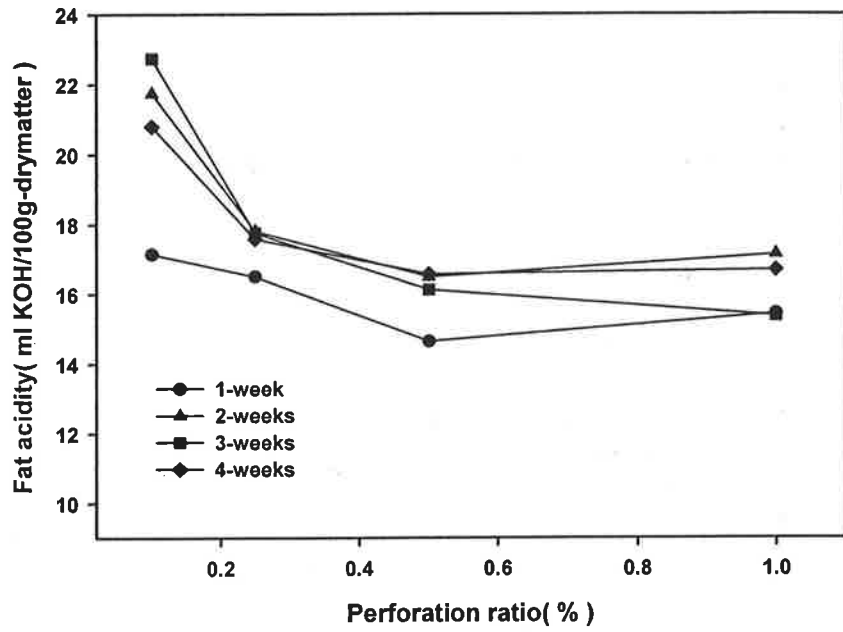


그림 16. 다공율에 따른 쌀의 지방산가 변화

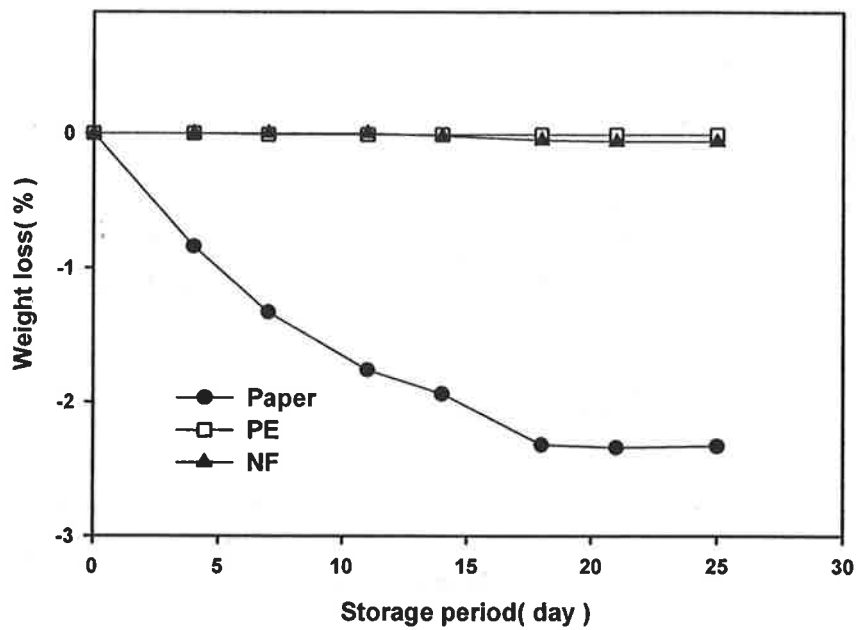


그림 17. 실험용 포장재(NF)에서의 쌀의 중량 감소율

제 4 절 결론 및 요약

현재 식품 및 청과물에 사용되는 포장 기능성 포장재의 개발 현황과 소재에 관하여 조사하였으며, 주로 사용되는 포장재의 쌀과의 품질 관련 성능분석을 포장재별 유통환경별 기준으로 하여 수행하였다. 또한 현재 사용되고 있는 다공성 포장방법(perforated) 및 제올라트를 첨가한 다공성 필름을 제조하여 쌀과의 적합성을 분석하여 보았다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 포장에 기능성을 주는 방법중 대표적인 기술은 가스흡착기능, 항균기능 등이 그 성능을 부분적으로 인정받고 사용되고 있으며, 항균성 기능에 관해 그 효과가 객관적으로 인정되어 Ag, Cu등의 금속과 천연물질인 hinokitol 등이 사용되고 있다.
2. 포장재로 널리 이용되는 지대, PE, Al 포장재질의 저장 4주후의 중량감소율은 7.8, 0.1, 1.5%로 나타났으며, 수분함량은 지대구의 경우 37%의 높은 감소율을 보였다. 지방산가의 변화는 초기의 4.9KOHmg/100g에서 지대는 9.4KOHmg/100g, PE는 42.0KOHmg/100g 그리고 AL구는 16.8KOHmg/100g으로 초기에 비해 1.9 ~ 8.6배의 높은 값을 나타내었다.
3. 쌀 포장재에 사용되는 PE 두께는 0.13~0.15mm 값을 나타내어 PE 두께를 0.03~0.1mm 범위에서 쌀의 품위 변화를 분석하였다. 그 결과 PE 두께에 따른 중량변화, 수분변화는 정비례 감소 결과를 보였으나, 지방산가는 PE 두께가 얇을수록 증가 양상이 둔화되는 결과를 보였다.

4. 제올라이트를 이용하여 다공성을 부여한 필름과 perforated 방법으로 필름을 제작하여 실험한 결과 다공성 부여에는 기계적 한계성을 보여 기존 PE구와 차이를 보이지 않았으며, perforated 필름은 채소류에는 적합한 기술이나 비교적 유통기간이 긴 쌀의 적용에는 외부 오염 및 증량에 의한 인장력 등 품질 관리에 문제점이 있는 것으로 판단되었다.

제 4 장 포장 설계조건

제 1 절 서 설

현재 RPC등 쌀 가공 후 사용되는 쌀 포장재가 쌀의 품질 특성과는 무관하게 설계되어 유통 과정 중 쌀의 품위가 많이 열악해지는 것을 알 수 있었다. 이러한 포장재를 계속적으로 사용시 소비자에게 고품질 쌀 공급은 불가능하며 현재 사회적으로 문제가 되고 있는 1인당 쌀 소비감소 추세는 계속적으로 진행될 것으로 판단된다. 이의 해결을 위해서는 쌀에 적합한 포장재 개발이 시급히 이루어져야 할 것으로 판단되었다. 최근에 많이 개발되어지는 기능성 포장재의 경우 그 효능에 관련하여 명확히 효과가 규명되어지고 있지 않으며, 대량으로 생산할 수 있는 제조상의 기술적 한계와 사용되는 포장재의 환경친화적 기능의 결여 등 기능성 소재의 사용에 의한 포장재 개발보다는 쌀의 식미 유지를 위한 환경유지 즉, 포장재의 선택적 투습 능력을 부가하여 쌀 전용 포장재 개발이 현실적으로 용이하며, 필요한 것으로 사료된다.

본 장에서는 쌀에 적합한 포장재 개발을 위하여 적정 투습도의 기준을 분석하였고 적정투습도의 범위 내에서 포장재가 가져야 할 기능으로 첫째 환경 친화적인 재질, 둘째 기계적 대량생산이 가능하고, 현재 사용중인 기존 포장시스템에 곧 바로 접목이 될 수 있는 기능성이 부가된 포장재를 개발하고자 한다. 본 실험에 선택적으로 사용되는 포장재는 현재 사용되고 있는 천연 종이재질과 생분해성 기능이 부가된 수지필름을 이용하여 multi-layer film을 제조하여 특성을 분석하였다. 선발된 포장재를 쌀의 유통환경에서 품위분석을 실시하여 쌀의 품질과 식미 유지에 적합한 포장재를 개발하여 보

았다. 이러한 결과를 활용하여 쌀 전용 포장재의 설계조건을 확립하여 WTO 협정에 의한 외국 수입쌀의 개방에 고품질 쌀 유통시스템을 구축하여 적극적으로 대응하고 생산농민에서 가공업체 등에 기술을 전수하여 밥 맛있는 쌀 유통에 기여하고자한다.

제 2 절 포장재 제조

1. 포장재 투습도

쌀의 유통 중 발생하는 수분변화와 중량감소 그리고 지방산가 및 식미변화에 영향을 주는 주된 요인은 포장재의 쌀 품질 특성에 알맞는 적정 환경유지가 미흡한데서 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 문제를 해결하기 위해 현재 사용되는 포장재의 투습도를 분석한 결과는 표 16과 같다. 가장 많이 사용되는 20kg 포장재인 지대포장구는 그 값이 $673.9\text{g}/\text{m}^2$, PE 포장구는 $7.9\text{g}/\text{m}^2$, 그리고 AL 포장재는 $7.5\text{g}/\text{m}^2$ 로써 그 값의 범위는 지대포장구가 PE구에 비해 85배정도로 매우 큰 값의 차이를 보였다. 이러한 결과로 투습도의 범위는 매우 넓어 어느 부분이 쌀에 적합한 것인지 이의 기준 설정이 필요한 것으로 나타났다.

표 16. 유통 중인 쌀 포장재의 투습도

포장재	지대	PE	AL
투습도 (g/m ²)	673.9	7.9	7.5

이와 함께 PE 포장재의 투습도 범위를 분석하여 보았다.(표 17) 그 결과를 살펴보면 PE 필름 두께에 따른 투습도의 값은 8.2~11.4g/m²로 두께별 1.4배의 값의 차이를 보였다. 기존 쌀 포장재의 PE 포장구와 AL 포장구에 대비하여서는 1.04~]44배 정도 높은 투습도 값을 보였다.

표 17. PE 필름의 두께별 투습도

포장재	0.03mmPE	0.05mmPE	0.08mmPE	0.10mmPE
투습도 (g/m ²)	11.4	9.4	9.3	8.2

2. 적정 투습도

지금까지 실험한 결과에 따라 포장재의 투습도가 쌀의 품질에 적합하지 않았음을 알 수 있었다. 현재 사용되는 쌀 전용 포장재의 경우 투습도 값의

범위가 매우 넓고 유통과정중의 쌀의 품위유지에 적합치 않은 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 투습도 범위를 $5\sim 700\text{g}/\text{m}^2$ 으로 조절한 후 쌀의 품질에 직접적으로 영향을 미치는 수분함량(그림 18)과 중량감소(그림 19) 그리고 지방산가(그림 20)에 대한 변화를 측정하였다. 유통온도를 춘추절기대 범위인 20°C 와 하절기 범위인 30°C 로 설정하고 유통기간에 따른 쌀의 품위유지에 가장 적합한 기준을 설정하여 보았다. 유통기간 30일 기준 최대 수분함량에 있어서는 절대 식미기준인 $15.5\sim 16.5\%$ 범위에서 최소 하한값인 15% 를 최저점을 기준으로 하였으며, 중량감소율은 최대 허용기준인 3% 이내의 범위를 기준으로 하였다. 그리고 지방산가는 미질에 영향을 주는 최고 한계점인 $15.0\text{KOHmg}/100\text{g}$ 를 기준으로 하여 이 각각의 품질함수 공통구역을 분석하여 임의의 구역을 설정하여 보았다. 그 결과 이러한 세가지 품위기준을 고려하여 수분함량 최대 허용 투습도는 $130\text{g}/\text{m}^2$ 이 최고 한계범위로 나타났으며, 중량감소율의 경우 $210\text{g}/\text{m}^2$ 이 최고 허용 한계점으로 나타났다. 지방산가의 경우는 $150\text{g}/\text{m}^2$ 으로 나타나 이 조건을 충족하는 범위의 값이 쌀 포장재 설계 기본 조건으로 고려되어야 할 것으로 분석되었다.

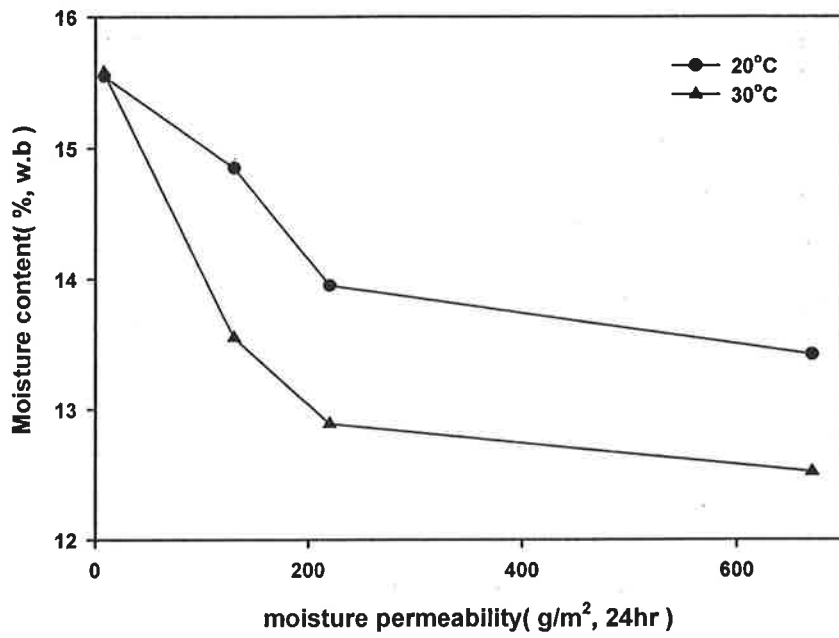


그림 18. 투습도에 따른 저장온도별 수분함량(4주 후)

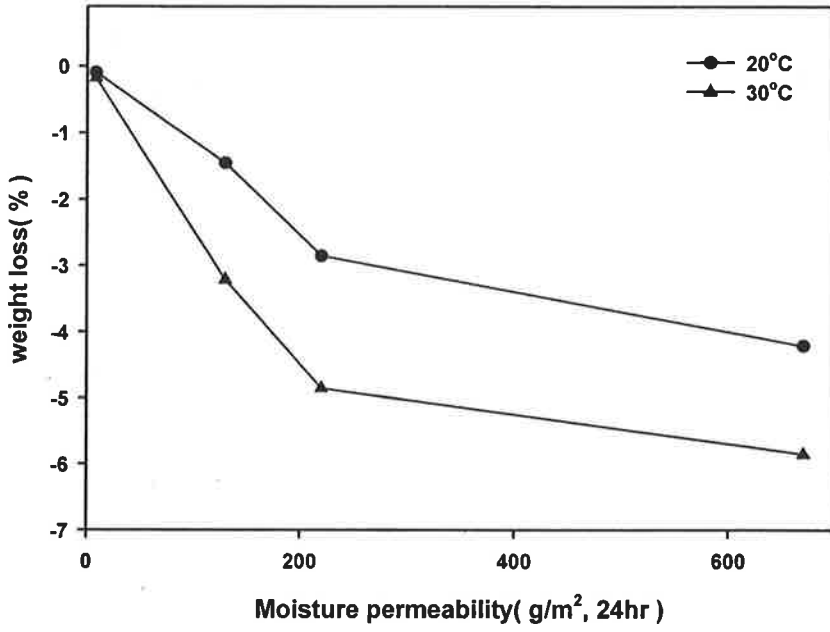


그림 19. 투습도에 따른 저장온도별 중량변화(4주 후)

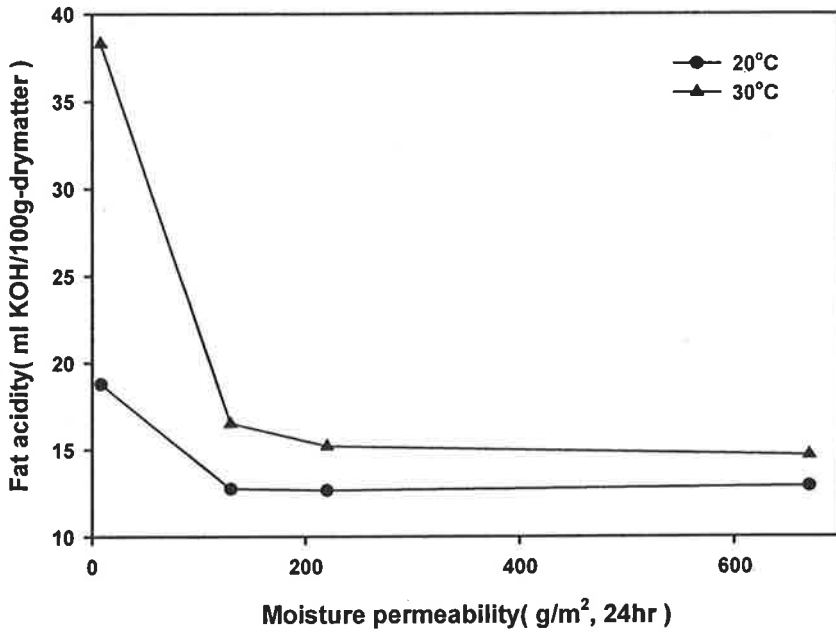


그림 20. 투습도에 따른 저장온도별 지방산가(4주 후)

제 3 절 성능 분석

쌀에 적합한 투습도의 범위는 $130\sim 210\text{g/m}^2$ 로 나타나 본 연구에서는 이와 가까운 투습도를 갖는 포장재를 실험실에서 제작하여 쌀에 적합성을 분석하였다. 포장재의 투습도는 그 범위 안에서 두 가지 형태(A, B)로 제작하였다. A는 $200\sim 210\text{g/m}^2$ 범위의 투습도를 갖는 포장재이며, B는 $130\sim 145\text{g/m}^2$ 범위의 투습도를 갖는 포장재이었다. 포장재 제작에 기본적인 설계 원칙은 첫째 환경친화성, 둘째 경제성, 셋째 환성을 기본으로 하여 재질을 선정하고 제작하였으며, 이외의 포장재의 기능성에 관하여서는 1차 기본 설계된 포장재의 성능을 분석한 후 부여하기로 하였다. 유통온도는 하절기와 동절기 환경을 고려하여 20°C 와 30°C 에서 비교 실험하였다. 본 실험의 대조구는 지대포장구를 이용하였으며, PE 포장구는 앞에서 나타난 결과와 같이 쌀의 포장에 적합치 않아 대조구로는 사용을 하지 않았다. 그 결과를 살펴보면 유통온도가 높은 30°C 구는 중량감소율, 수분감소, 지방산가의 변화에서 20°C 보다 많은 변화를 보였는데 중량감소와 수분변화에서 포장재에 따라 변화가 뚜렷한 차이를 보였다 (그림 21, 22, 23). 이와 함께 20°C 구에서도 투습도에 따른 결과가 예측 가능한 결과와 매우 비슷한 양상을 나타냈다. 앞에서 나타난 기본적인 설계기준 범위에 드는 포장재는 B로써 수분감소 억제 효과가 다른 포장구에 비해서 뚜렷한 효과를 나타냈으며, 중량감소 억제 효과 역시 좋은 결과를 보였다. 이와 함께 지방산가의 변화는 포장재 A, B와 지대포장구와는 차이를 보이지 않았으며, 유통온도가 더욱 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 30°C 유통온도에서 포장재 B구는 다른 포장구에 비해 비교적 높은 값을 보였다.

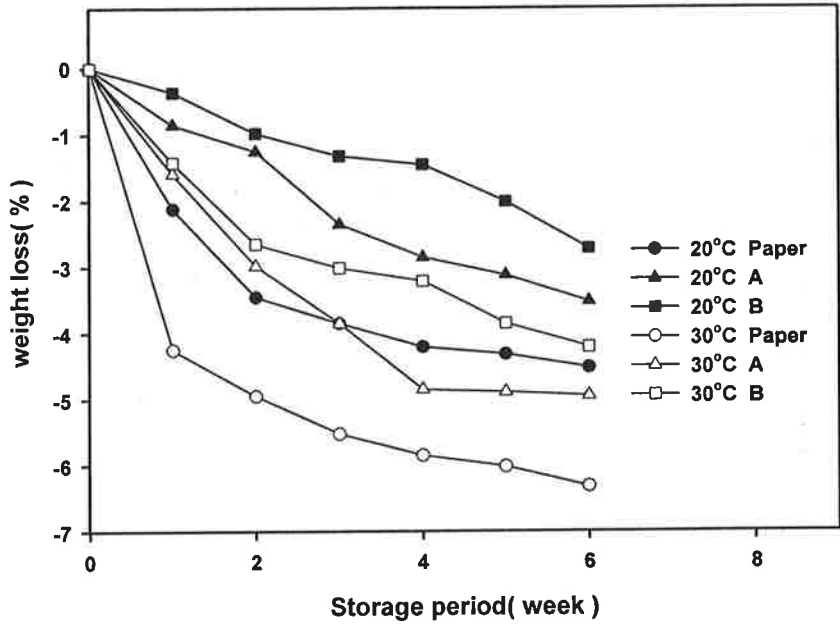


그림 21. 투습도별 포장재의 중량변화

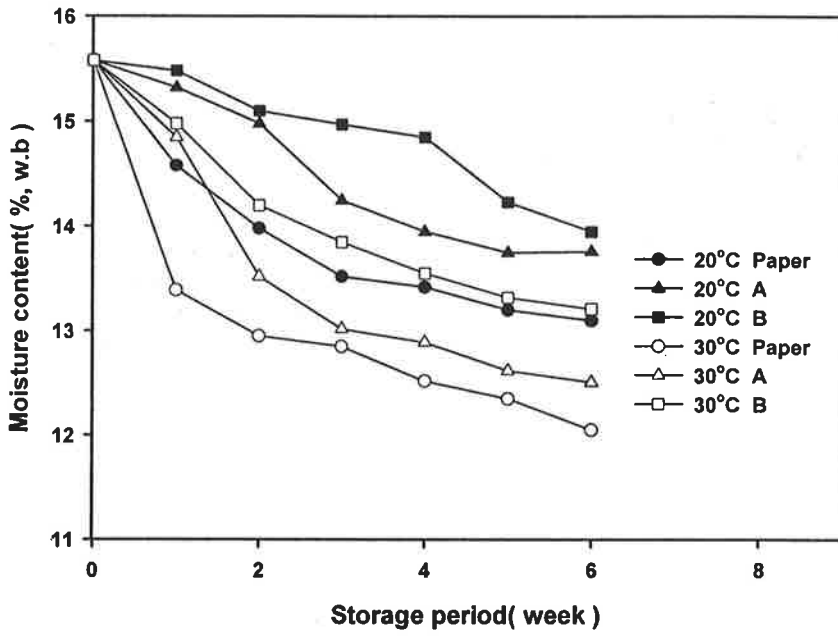


그림 22. 투습도별 포장재의 수분함량 변화

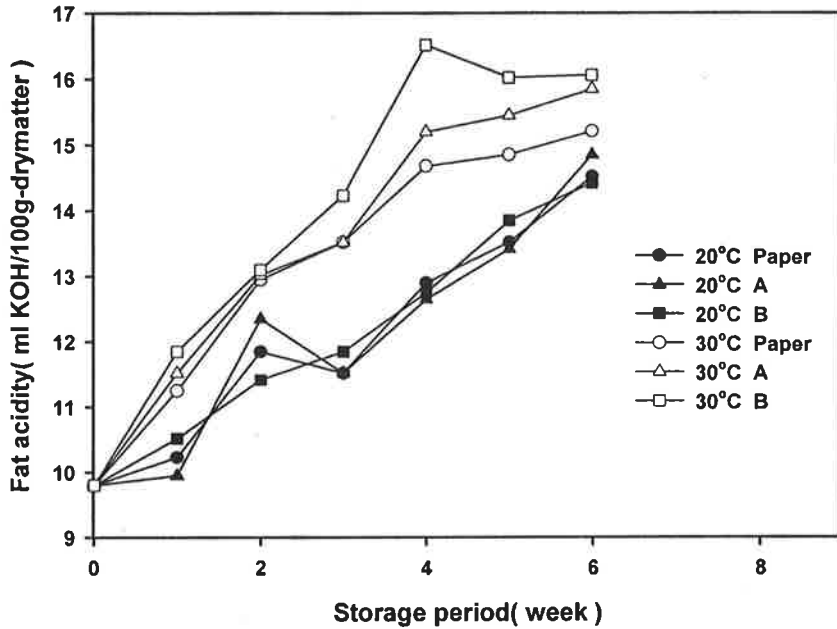


그림 23. 투습도별 포장재의 지방산가 변화

이러한 결과에 따라 포장재의 관능적 식미값의 영향을 분석하였다. 그림 24는 쌀의 전반적인 관능적 식미검사 결과를 보인 것으로 유통온도가 높을수록 식미가 낮아지는 결과를 확인 할 수 있었으며, 20°C와 30°C 유통온도 구 모두에서 A, B 포장구 모두 지대 포장구에 비해 우수한 결과를 보였다. 지대 포장구는 30°C에서는 매우 식미가 나빠지는 결과를 확인 할 수 있었으며, 이 결과는 적절치 못한 환경에 의하여 수분함량이 낮아지고 중량이 감

소된 결과 쌀이 건조되면서 식미가 현저히 낮아지는 결과를 확인 할 수 있었다. 즉, 수분함량이 식미에 미치는 영향이 식미값의 30% 정도를 미치는 것으로 나타난 결과에 대비하여도 상관관계가 있는 결과로 사료된다. 식미에 가장 좋은 수분함량은 15.5~16.5% 범위로 보고되고 있다.

그림 25는 쌀의 냄새를 나타낸 결과이다. 유통온도에 따른 차이는 나타났지만 각 온도대에서 포장재의 특성에 따른 차이는 뚜렷이 나타나지 않았다.

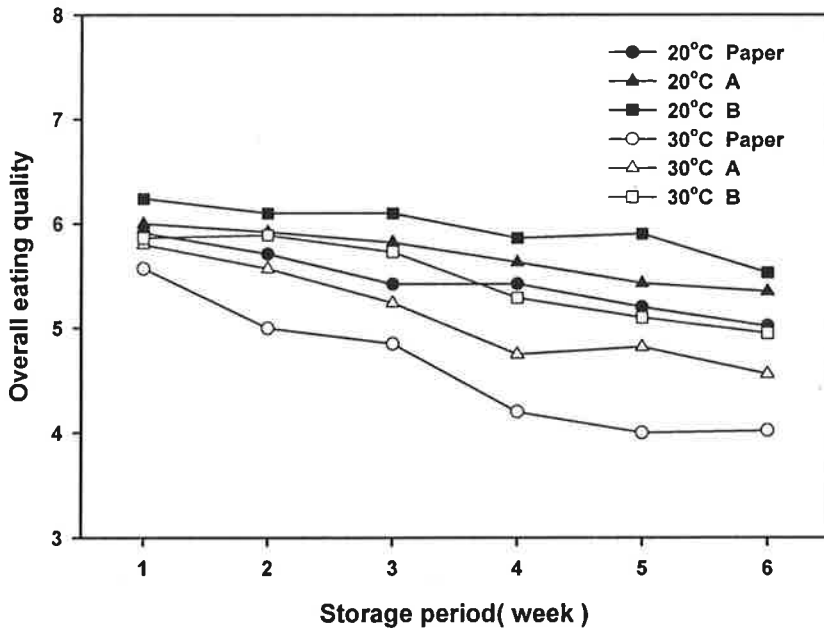


그림 24. 전반적인 기호도

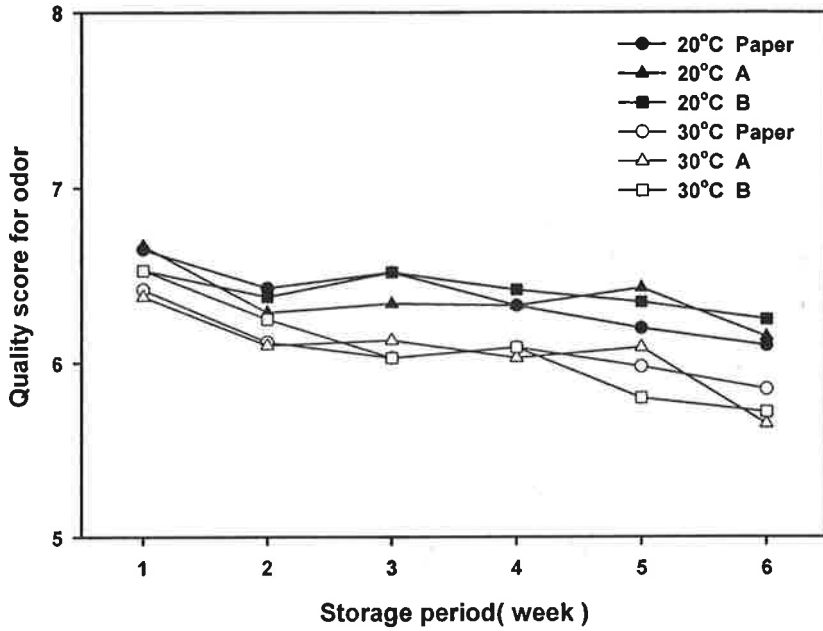


그림 25. 냄새의 기호도

그림 26과 27은 밥의 맛과 조직감의 기호도를 분석한 결과이다. 맛에서도 전반적인 관능검사 결과와 마찬가지로 B 포장구가 다른 포장구에 비하여 가장 우수한 결과를 보였으며, A포장구와도 비교적 값의 차이가 뚜렷이 나타났다. 조직감에서의 결과도 맛의 변화 양상과 매우 비슷하게 나타났다.

이상의 결과로 포장재 투습도 산출 조건에 의한 쌀의 적정 허용 투습도 조건을 살펴보았다.

이러한 결과를 포장재의 허용 투습도 산출식에 의해 계산을 하여 비교를 하여 보았다.

설계에 관한 기준 설정은

1. 쌀의 무게(W) : 4.0kg
2. 수분함량(C₂) : 16.0%
3. 수분 한계점(C₁) : 15.0%
4. 표면적(A) : 0.244m²
5. 유통기간(t) : 30일
6. 유통 온도(θ) : 25℃
7. 상대습도(h) : 40%
8. 포장내 상대습도(h₂) : 70%

위와같은 포장조건에서 포장내외로 허용되는 수분이동의 양(q)은

$$q = w \cdot (C_2 - C_1) \cdot 10^{-2}$$

여기에서 최대한도의 투습도는

$$\begin{aligned} Q &= q/A \cdot t \quad (A: \text{표면적}, t: \text{유통기간}) \\ &= W \cdot (C_2 - C_1) \cdot 10^{-2} / A \cdot t \quad (\text{g/m}^2, 24\text{hr}) \\ &= 5.4644(\text{g/m}^2, 24\text{hr}) \end{aligned}$$

투습도 5.4644(g/m²,24hr)는 LDPE 0.03mm 두께 범위 미만에 속하는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 값은 쌀의 품질과 식미를 고려하지않은 단순한 포장환경의 1차 결과로 쌀의 품위와 식미값을 고려한 새로운 설계기준을 확립하여야 한다.

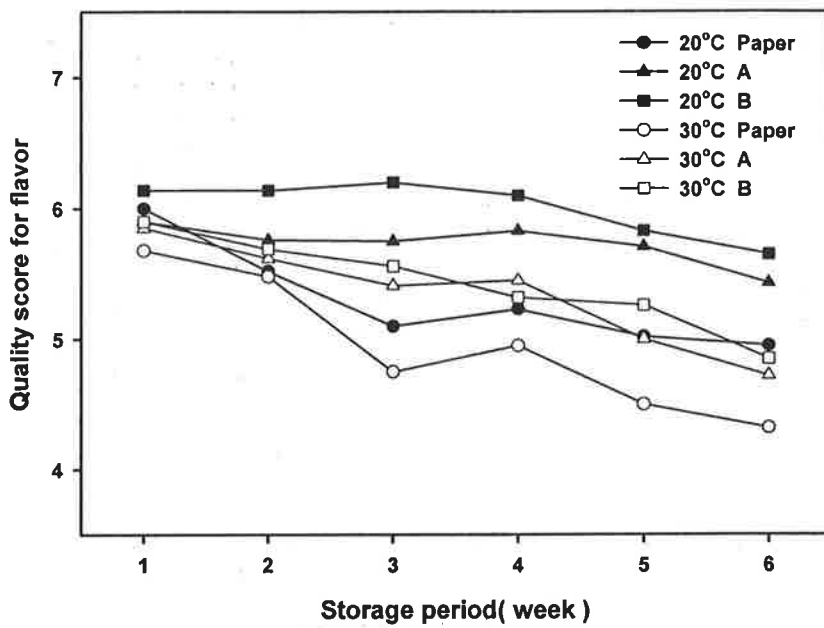


그림 26. 맛의 기호도

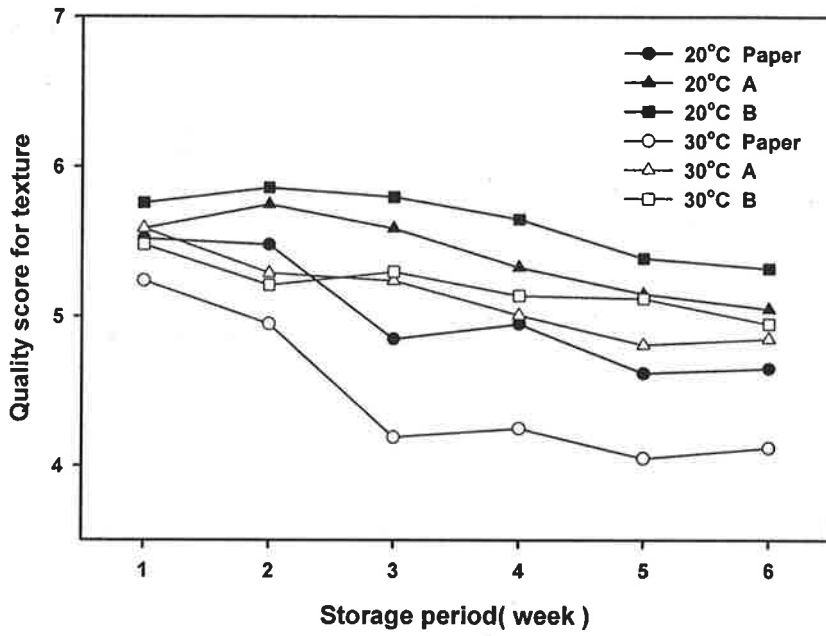


그림 27. 조직감의 기호도

제 4 절 포장재 설계

쌀의 포장기술은 외적인 디자인 개발에만 치우쳐 내부적인 쌀의 식미 값의 변화 또는 유지와 관련된 관점에서의 이해 또는 연구개발이 거의 이루어지지 않고 있음을 알았다. 본 연구과제 결과 쌀의 품질 유지를 위해서는 쌀의 특성에 알맞은 전용 포장재의 개발이 이루어져야 할 것으로 판단되었다. 쌀의 구매 및 소비 형태, 맛을 고려한 쌀의 유통 환경의 변화 예측, 밥맛에 영양을 주는 적절한 쌀의 수분함량의 유지, 기존의 시스템에 적용이 가능한 기술, 그리고 포장소재의 환경친화성 등을 고려한 설계 기준의 확립이 필요하다. 그리고 쌀은 향후 다른 과채류 등 신선 식품과 마찬가지로 저온유통 즉, 콜드체인 구축이 필요한 것으로 판단된다. 본 연구결과 쌀 포장재의 기본적 설계조건은 다음과 같다.

- 다 음 -

- 가. 쌀의 수분함량은 식미값이 가장 우수한 15.5~16.5%를 기준으로 한다.
- 나. 쌀의 기본적인 형태는 백도 38 이상이며, 가공은 12분도 이상, 가공 후 포장 전 백미탱크 방냉시간은 6시간 이상 실시를 전제로 한다.
- 다. 쌀의 포장 후 유통 온도는 20℃ 미만 중저온 유통으로 한다.
- 라. 쌀의 현미 가공 후 최종 유통기간은 하절기 20일, 동절기 35일을 기준으로 한다.
- 마. 쌀의 가공 후 유통 중 중량감소율 허용기준은 3% 이내로 한다.
- 바. 쌀의 가공 후 수분감소율 허용기준은 1% 이내로 한다.
- 사. 쌀의 가공 후 지방산가 허용기준은 15KOHmg/100g 이내로 한다.
- 아. 쌀 포장재의 적정 투습도의 범위는 130~200g/m² 로 한다.

자. 쌀의 포장 단위는 2, 4, 8, 10, 20kg을 기준으로 한다.

차. 쌀 포장 충진율은 $70 \pm 1\%$ 이어야 한다.

카. 쌀의 포장소재는 다음 조건을 만족하여야 한다.

- 1) 환경친화적 소재 (생분해성 필름, 수용성 고분자 수지)
- 2) 기계적 생산 적합성 (자동화)
- 3) 경제성 (기존 시설 적응성)
- 4) 항균성
- 5) 위생성

제 5 절 결론 및 요약

밥 맛있는 쌀의 생산과 유통기술 개발을 위해 현재 사용되고 있는 쌀 포장재의 문제점을 해결하고 새로운 포장재 개발을 위한 연구를 수행하였다. 기존 포장재는 쌀의 품질 특성에 적합하지 않은 재질로 구성되어 많은 품질의 변화가 발생되었다. 즉, 식미값의 하락, 건조에 의한 중량 손실, 지방산가의 상승 등 고품질 쌀 생산기반에 역행하는 현실이었다. 본 연구는 이의 해결을 위해 새로운 포장재의 개발 관련 적정 설계조건을 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 포장재의 투습도 범위는 $7.5 \sim 673.9\text{g/m}^2$ 범위로 지대포장재는 673.9g/m^2 , PE 포장구는 7.9g/m^2 , AL 포장구는 7.5g/m^2 값을 보였다. PE 필름의 두께별 투습도는 0.03mm는 11.4g/m^2 , 0.08mm는 9.3g/m^2 의 값을 나타냈다.

2. 포장재의 투습도와 쌀의 식미값을 고려한 품위변화 상관 관계를 분석하였다. 수분함량의 최소 허용 투습도는 $130\text{g}/\text{m}^2$ 으로 나타났으며, 중량감소율의 경우는 $210\text{g}/\text{m}^2$, 지방산가의 경우는 $150\text{g}/\text{m}^2$ 으로 나타나 포장재의 적정 투습도의 조건은 $130\sim 210\text{g}/\text{m}^2$ 범위로 확인되었다.

3. 적정 투습도의 범위 안에 속하는 포장재를 2가지 형태로 제조하여 쌀의 식미값 유지와 품질변화 억제효과를 분석한 결과 A포장구($200\sim 210\text{g}/\text{m}^2$)와 B포장구($130\sim 145\text{g}/\text{m}^2$) 모두 대조구인 지대포장구 보다 관능적 식미값에서 우수한 결과를 보였으며, 수분변화, 중량감소, 지방산가 증가 억제효과가 뚜렷한 차이를 보이며 나타났다. 두 포장재간의 쌀의 적용성은 B포장재가 전반적으로 우수한 효과를 보였다.

참 고 문 헌

1. Kondo, M. and Okamura, T. : Storage of rice. XVII. Comparative study of unhulled rice and hulled rice in regard to the changes of its qualities during long storage in straw bags. Ber. Ohara. Inst. Agric. Biol. Okayama Uni., 7, 483 (1937)
2. Loeb, J. R., Morris, N. J. and Dollear, F. G. : Rice bran oil. IV. Storage of the bran as it affects hydrolysis of the oil. JAOCS, 26, 738 (1949)
3. Houston, D. F., Straka, R. P., Hunter, I. R., Robert, R. L. and Kester, E. B. : Changes in rough rice of different moisture content during storage at controlled temperatures. Cereal Chem., 34, 444 (1957)
4. Nagato, K., Ebata, M. and Ishikawa, M. : On the formation of cracks in rice kemels during wetting and drying of paddies. Nippon Sakumotsu Gakkai Kiji. 33, 82 (1964)
5. Pelshenke, P. F. and Hampel, G. : Studies of the effect of extreme storage conditions on white rice. Milling, 149, 192 (1967)
6. 日本 食糧研究所. 米の品質と貯藏利用. (1969)
7. Gariboldi, F. : Parboiled rice. In "Rice" Chemistry and Technology, Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MtI., 353 (1972)
8. Kunze, O. R. and Choudhury, M. S. U. : Moisture absorption related to the tensile strength of rice. Cereal Chem., 49, 684 (1972)
9. Kreyger, J. : Drying and storing grains, seed and pulses in temperate climates. Ins. Stor. Proc. Agr. Prod. Wageningen, The Netherlands (1972)
10. Shastry B. S. and Rao, M. R. R.: Chemical studies on rice bran lipase. Cereal Chemistry, 53, 190 (1976)
11. 유정희, 최홍식 : 미강의 지질성분 및 저장 중 지질특성 변화에 관한 연구. 한국식품과학회지, 12, 278 (1980)
12. 조은경, 변유량, 김성곤, 유주현 : 쌀의 수화 및 취반 특성에 관한 속도

- 론적 연구. 한국식품과학회지, 12, 285 (1980)
13. 최미자, 이귀주 : 미강 lipase의 효소 화학적 성질에 대한 연구. 한국영양학회지, 14, 146 (1981)
 14. Sayre, R. N., Saunders, R. M., Enochian, R. V., Schultz, W. G. and Beagle, E. C. : Review of rice bran stabilization systems with emphasis on extrusion cooking. Cereal Food World, 27, 317 (1982)
 15. Burrell, N. J. : Refrigeration in Storage of Cereal Grains and Their Products. Christensen, C. M. (Ed.), American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul MN. 407 (1982)
 16. 이순옥, 김성곤, 이상규 : 일반 쌀 및 다수확 쌀의 수화 속도. 한국농화학회지, 26, 1 (1982)
 17. Yamazaki, W. T. and Donelson, J. R. : Kernel hardness of some U. S. wheats. Cereal Chem., 60, 344 (1983)
 18. 이종숙, 김성곤 : 겉보리 및 쌀보리의 수화속도. 한국식품과학회지, 15, 220 (1983)
 19. 김광중, 변유량, 조은경, 이상규, 김성곤 : 아끼바레와 밀양23호 현미의 수화 속도. 한국식품과학회지, 16, 297 (1984)
 20. Yoon, S. H., Kim, S. K., Shin, M. G. and Kim, K. H. : Comparative study of physical methods for lipid oxidation measurement in oils. JAOCS, 62, 1487 (1985)
 21. Juliano, B. O. : Production and utilization of rice. In Rice Chemistry and Technology, 2nd ed., Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN, 1(1985)
 22. Pomeranz, Y. and Webb, B. D. : Rice hardness and functional properties. Cereal Foods World, 30, 784 (1985)
 23. Inoue, T. and Suzuki, H. : Effects of storage period, milling degree of stored brown rice grains and soaking of milled rice grains on the properties of cooked rice grains. Science of Cookery(Japan), 19, 313 (1986)
 24. Hemavathy, J. and Prabhakar, J. V. : Lipid composition of rice (*Oryzae sativa* L.) bran. JAOCS, 64, 1016 (1987)

25. 송보현, 김동연, 김성곤 : 현미 및 백미의 수분 흡수 속도와 취반속도의 비교. 한국농화학회지, 31, 211 (1988)
26. Taira, H.: Fatty acid composition of Indica- and Japonica-types of rice bran and milled rice. JAOCS, 66, 1326 (1989)
27. 김상숙: 쌀이 구성성분이 식미에 미치는 영향, 한국식품개발연구원(1995)
28. Bhattacharyya, A. C. and Bhattacharyya, D. K. : Biorefining of high acid rice bran oil. JAOCS, 66, 1089 (1989)
29. Saunders, R. M. : The properties of rice bran as a foodstuff. Cereal Food World, 35, 632 (1990)
30. 川村周三 : 米の搗精と精白米の品質および食味(2報), 搗精特性, 北海道大學邦文紀要17(1), 25-49 (1990)
31. 조은자, 김성곤 : 쌀의 저장중 이화학적 성질변화. 한국 농화학회지, 33, 24 (1990)
32. Takano, K. : Mechanism of lipid hydrolysis in rice bran. Cereal Food World, 38, 695 (1993)
33. Yoon, S. H. and Kim, S. K. : Oxidative stability of high-fatty acid rice bran oil at different stages of refining. JAOCS, 71, 227 (1994)
34. 韓忠洙 外 2人 : 韓國産米の品質改善に關する研究(第2報), 近赤外分光法による玄米・精白米のタンパク質含量と食味値の推定. 第53回 日本農機械學會年次大會. 203~204 (1994)
35. 고헌균, 한충수 외 11인. 미곡종합처리장, 한국농업기계학회 '94기술강습회, 348-369 (1994)
36. 한충수 : 도정특성과 식미관련 기술, 농수축산신문 주체, 미곡종합처리장 발전방향 세미나. (1994)
37. 금동혁, 박호석, 한충수 외 3인 : 미곡종합처리장 이론과 실무. 농협전문대학. (1994)
38. 고헌균, 금동혁, 한충수 외 10인 : 미곡종합처리시설, -이론과 실무-. 문운당. (1995)
39. 김동철, 김의웅, 금동혁. 1998. 벼의 호흡특성. 한국농업기계학회지, 23 (45) : 335-342.
40. 김동철, 김의웅, 이세은 등. 1998. 중저온 건조저장기법을 활용한 고품위

- 쌀 생산기술 개발. 한국식품개발연구원 연구보고서 GA0062- 0984.
41. 김동철, 이세은, 김상숙, 김의웅. 1999. 도정시스템의 운영시험. 한국식품개발연구원 연구보고서 I1369-9921
42. 김만수. 1981. 곡물의 물리적 특성 및 열특성에 관한 연구. 서울대학교 학위논문.
43. 김상숙, 김동철. 1998. Rice quality marketed in korea. Food Sci. Biotechnol. 7(3) : 225-228
44. 김영배, 하덕모, 김창식. 1990. 우리나라 쌀의 도정 및 품위특성. 한국식품과학회지
45. 김의웅, 김동철, 이세은, 김상숙. 1999. 현미품온조정을 통한 가공기술개발. 한국식품개발연구원 연차보고서
46. 농산물규격규칙. 1991. 농산물검사규격, 국립농산물검사소
47. 川村周三. 1989. 米の搗精と精白米の品質および食味(1報), 精米工場における基礎調査. 北海道大學邦文紀要, 16(4) : 375-382.
48. 川村周三. 1990. 米の搗精と精白米の品質および食味(2報), 搗精特性. 北海道大學邦文紀要, 17(1) : 25-49.
49. 川村周三. 1991. 米の搗精と精白米の品質および食味(3報), 精白米の品質および食味. 北海道大學邦文紀要, 17(3) : 228-261.
50. 川村周三. 1991. 米の搗精と精白米の品質および食味(4報), 最適搗精方法と最適玄米條件. 北海道大學邦文紀要, 17(4) : 517-530. Cereal Chem., 66(3) : 233-237.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.