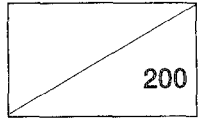


최 중
연구보고서

664
L2438



현미식의 품질검정 및 간편한 취반기법 개발 연구

Development on the simplified cooking method
of the brown rice and its quality validation

연구기관

한국식품개발연구원

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “현미식의 품질검정 및 간편한 취반기법 개발 연구 ” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

1998. 10. 24.

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 이 상 효

연 구 원 : 금 준 석

연 구 원 : 김 상 숙

연 구 원 : 이 창 호

여 백

요 약 문

I. 제 목

현미식의 품질검정 및 간편한 취반기법 개발 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

미국을 비롯한 선진외국에서는 현미가 성인병 예방에 좋은 건강식으로 주목을 받고 있으며 이를 뒷받침 하는 현미의 영양학적 특성에 관한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 쌀이 옛부터 주식으로서 식생활의 근본을 이루어 온 우리나라에서는 최근 식생활의 서구화 현상등으로 쌀소비량은 매년 감소하고 있으며 현미의 영양적 특성에 관한 연구도 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 간접적인 증산의 효과를 가진 현미식의 이용도를 증진시키기 위한 일환으로 현미의 영양학적 특성을 과학적으로 정확하게 조사하여 현미식의 우수성을 널리 홍보하고, 현재의 현미 취반방법은 장시간의 침지에 따른 압력취반 방식을 채택하거나 백미와 소량 혼합하여 전기밥솥을 이용하고 있어 취반의 번거로움이 많고 현미의 건강 지향적인 장점을 충분히 기대할 수 없기 때문에 현미를 1차 또는 2차 가공하여 가정에서 간편하게 현미식을 공급할 수 있는 가공기술의 개발이 본 연구의 목적이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

< 1차년도 >

- 국내외 현미의 영양 및 기능성 관련 문헌조사
- 도정도별 현미의 영양성분 변화 조사
- 도정도별 현미의 취반특성 조사
- 현미의 원료 및 전처리 과정중 영양 특성 조사
- 현미의 도정 단계별 영양 성분의 변화
- 가공방법별 현미의 가공특성 조사
- 가공현미의 품질특성
- 특수식 개념의 현미식의 개발 및 품질특성

< 2차년도 >

- 마이크로웨이브 가열중 현미의 영양 성분의 변화 조사
- 마이크로웨이브 가열에 의한 가공현미의 취반 특성 조사
- 가공현미의 품질 특성 조사
- 가공현미의 유통기간 설정 시험
- 포장방법에 따른 가공현미의 저장성 시험

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

현미품종 차이가 영양특성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 품종 또는 산지가 다른 4종의 현미시료를 선정하여 주요 영양성분과 흰귀의 성장 및 혈중성분을 조사하였다. 또한 국산 현미의 영양특성을 구명하기

위하여 현미급여가 체내 당질 및 지질대사에 미치는 영향을 조사하였다.

각 시료 현미의 주요 영양성분들을 분석한 결과 일반계 현미에서는 품종 및 산지에 따른 차이는 없었고, 다수계인 태백현미만이 대부분의 성분에서 일반계 현미와 다른 경향을 나타내었다. 흰쥐의 성장을 조사한 결과에서도 태백이 다른 시료보다 좋은 성장율을 나타내었다. 현미 중심 조합 식이에 있어서는 현미군간에는 차이가 없었고 대조군과 현미군간에는 차이를 나타내었는데 특히, 현미군들에서는 분변량이 현저하게 높았고 혈중 및 간장중의 콜레스테롤 함량이 유의하게 낮아 현미의 콜레스테롤 저하효과가 시사되었다.

콜레스테롤을 섭취한 흰쥐에게 쌀식이를 급여하여 체내 지질대사에 미치는 영향을 조사한 결과, 쌀(백미 및 현미)식이는 혈중 및 간장의 지질농도를 저하시키는 효과가 있었고 변중 지질 및 담즙산의 배설량을 증가시켜 이러한 효과는 백미보다 현미에서 더 현저하였다.

본 실험에서 나타난 이상의 결과를 종합해 볼 때 현미는 혈당 및 체내 지질대사개선에 유효하다고 사료되며 이에 대한 자세한 연구가 계속 되어야 할 것이다.

현미의 영양을 최대한 유지 하면서 간편하게 취반할 수 있는 가공방법은 Microwave Cooking 방법으로서 실용화하기에 가장 용이할 것으로 예측되었으며 Microwave Cooking 방법에 의한 가공현미 제조시 현미의 침지시간 및 가열시간에 따라 최종 현미밥의 품질에 큰 영향을 미치고 있다. Microwave Cooker의 파워, 진공도, 펄스 등의 변수를 변화시키지 않을 경우 침지시간은 최소 2시간, 가열시간은 12분이상 소요되었고 상온에서 보존이 가능하고 일반적인 전기밥솥에서 취반시간이 백미취반과 비슷한 고품질의 가공현미를 개발하였다.

여 백

SUMMARY

I. Title of Research

Development on the simplified cooking method of the brown rice and its quality validation

II. Objective and Importance of Research

The purpose of this study was to evaluate that various brown rice varieties differ in nutritional properties and to investigate that rice influence the glucose and lipid metabolism of rats.

In the overseas, brown rice is regarded as health food to prevent degenerative diseases, and rice research has actively been conducted on the aspect of nutrition. Although rice has been the staple food of our country, the nutritional research on rice has been neglected. Therefore, nutritional study on rice is needed.

III. Scope and Contents of Research

(1st. year)

1. Physicochemical and nutritional properties of brown rice
2. Effect of brown rice and brown rice-based diet on the growth and metabolism of experimental rats
3. Cooking characteristics of brown rice
4. Development on the simplified cooking method for the brown rice

5. Measurement of processed brown rice quality

(2nd year)

1. Manufacture of processed brown rice using the microwave cooker
2. Cooking characteristics and properties of the processed brown rice
3. Effects of brown rice on the lipid metabolism of experimental rats
4. Determination of shelf life of the processed brown rice

IV. Conclusion and Recommendation

To evaluate the effect of various brown rice varieties on the nutritional properties, four varieties were examined in the rat feeding experiment. In order to investigate the nutritional significance of brown rice, the effect of brown rice on the lipid metabolism was studied in diabetic, cholesterol-fed rats.

There was no significant differences among the chemical composition of Japonica rice varieties. The chemical composition of Taebaek(Indica) was significantly different from the Japonica varieties. In the brown rice feeding experiment Taebaek showed more body weight increase than the Japonica varieties. In the brown rice-based diet experiment, there was significant difference between control and rice groups but no significant difference among rice varieties. The rice group showed more fecal excretion and lower plasma and liver cholesterol level of rats.

When several starch sources were fed to the streptozotocin-induced diabetic rats for seven weeks, there was significant differences in the lipid metabolism.

In the cholesterol-fed rats, rice (brown and milled) lowered plasma and liver lipids, and increased fecal lipids and bile acids excretion. The hypolipidemic effect was more obvious in the brown rice than in the milled rice.

여 백

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	19
Section 1. Objective and Scope of Research	20
Section 2. The Present Conditions of Rice Industry in Korea	27
Chapter 2. Materials and Methods	33
Section 1. Physicochemical properties of the brown rice	33
1. Materials	33
2. Proximate composition	33
3. Amylose	34
4. Total dietary fiber	34
5. Vitamin E	35
6. Fatty acid	37
Section 2. Effect of brown rice on the nutritional significance	37
Section 3. Nutritional significance of the brown rice based diet	38
1. Material	38
2. Composition of feed and feeding method	39

Section 4. Effect of brown rice on the lipid methabolism of cholesterol-fed rats	39
1. Materials	39
2. Diets and feeding	39
3. Sampling of tissues	41
4. Analysis of lipids and bile acid	41
5. Statistical analysis	42
Section 5. Manufacture of simplified cooked brown rice	43
1. Preparation of raw material	43
2. Manufacture of processed brown rice	43
3. Color and color difference	46
4. Sensory evaluation of cooked brown rice	46
5. Texture analysis	46
6. Acid value	47
7. Total microbes	48
8. General E.coli	49
Chapter 3. Results and Dicussion	50
Section 1. Physicochemical properties of the brown rice	50
1. Proximate composition	50
2. Amylose, Total dietary fiber and Vitamin E contents	51
3. Fatty acid composition	53
Section 2. Effect of brown rice on the nutritional significance	54
1. Body weight, feed efficiency ratio and protein efficiency ratio	54

2. Weight of tissues	56
3. Blood albumin	56
4. Blood glucose and insulin	58
5. Blood cholesterol and nutral lipid	58
Section 3. Nutritional significance of the brown rice based	
diet	59
1. Body weight, feed efficiency ratio and protein	
efficiency ratio	59
2. Digestion ratio of protein and starch	62
3. Blood albumin	62
4. Blood glucose, insulin and urinary glucose excretion	64
5. Blood lipids	66
6. Liver and fecal lipids	67
Section 4. Effect of brown rice on the lipid methabolism of	
cholesterol-fed rats	68
1. Body weight, feed efficiency ratio and tissue weight	68
2. Blood glucose and insulin	72
3. Blood lipids	73
4. Liver lipids	77
5. Fecal lipids and bile acid excretion	78
Section 5. Manufacture of simplified cooked brown rice	
1. Cooking properties of processed brown rice	80
2. Properties of washed brown ricel	82
3. Manufacture of processed brown rice using microwave	

cooker	83
4. Color and color difference	87
5. Prediction of industrialization of processed brown rice	
Section 6. Manufacture of various functional brown rice	89
1. Manufacture of various functional brown rice	89
2. Sensory evaluation of functional brown rice	90
3. Texture analysis of functional brown rice	91
4. Sensory evaluation of various functional brown rice	92
Section 7. Storage experiment microwave cooked brown rice	93
1. Changes of quality during storage	93
2. Extension of shelf life	94
Section 8. Manufacture of simplified brown rice with	
surface cracking	96
1. Experimental method	96
2. Soaking	96
3. Drying	98
References	106

목 차

제 1 장 서 론	19
1. 국내외 관련기술의 현황과 문제점	20
2. 우리나라 쌀 산업의 현황과 여건	27
제 2 장 재료 및 방법	33
1. 현미의 이화학적 특성 조사	33
가. 실험재료	33
나. 일반성분분석	33
다. 아밀로오스 함량	34
라. 총식이섬유	34
마. 비타민 E	35
바. 지방산	37
2. 현미의 품종별 영양특성 차이 조사	37
3. 현미중심 조합 식이의 영양특성 조사	38
가. 실험재료	38
나. 식이조성 및 사육방법	39

4. 현미급여가 체내 지질대사에 미치는 영향	39
가. 실험재료	39
나. 실험식이 및 사육조건	39
다. 사료채취	41
라. 각종지질 및 담즙산 분석	41
마. 통계처리	42
5. 간편취반형 가공현미 제조 시험	43
가. 원료의 전처리	43
나. 가공현미 제조	43
다. 현미 및 백미의 색깔 측정	46
라. 현미밥의 관능적 품질평가	46
마. 조직감 측정	46
바. 산가	47
사. 총균수	48
아. 대장균	49
제 3 장 결과 및 고찰	50
1. 현미의 이화학적 특성 조사	50
가. 일반성분	50
나. 아밀로오스, 총식이섬유, 비타민 E 함량	51
다. 지방산 조성	53
2. 현미의 품종별 영양특성 차이 조사	54
가. 체중증가량,식이효율 및 단백질이용 효율	54

나. 주요장기의 무게	56
다. 혈중알부민	56
라. 혈중포도당 및 인슐린 농도	58
마. 혈중콜레스테롤과 중성지방	58
3. 현미중심 조합 식이의 영양특성 조사	59
가. 체중증가량,식이효율 및 단백질이용 효율	59
나. 단백질 및 전분 소화율	62
다. 혈중알부민	62
라. 혈중포도당, 인슐린 및 노포도당 배설량	64
마. 혈중지질농도	66
바. 간장 및 분변중의 지질농도	67
4. 현미급여가 체내 지질대사에 미치는 영향	68
가. 체중증가량,식이효율 및 장기 무게	68
나. 혈중포도당 및 인슐린	72
다. 혈중지질농도	73
라. 간장 지질 함량	77
마. 분변중 지질 및 담즙산 배설량	78
5. 간편취반형 가공현미 제조 시험	80
가. 현미의 가공방법별 취반특성 예비시험	80
나. 무수세 현미의 품질특성 제조	82
다. Microwave cooker를 이용한 가공현미 제조 시험	83
1) 침지시간에 따른 흡수율 변화	83
2) Microwave cooking 조건별 가공현미의 품질특성	83
라. 가공방법별 간편현미식의 실용화 예측	87

6. 특수영양식으로서 현미식의 다양화	89
가. 각종 특수영양식 제조시험	89
나. 가수량에 따른 현미특수식의 관능 특성	90
다. 품목별 현미특수식의 조직감 특성	91
라. 품목별 현미 특수영양식의 관능 특성	92
7. Microwave cooker 이용 가공현미의 저장성 시험	93
가. 저장중 제품의 품질 특성	93
나. 저장성 연장 시험	94
8. 현미의 표면처리에 의한 간편 취반화 시험	96
가. 실험방법	96
나. 원료 현미의 침지시험	96
다. 침지현미의 건조시험	98
제 4 장 요약 및 건의사항	104
참고문헌	106

제 1 장 서 론

최근 건강지향적인 식생활 문화의 변천으로 중년의 소비자층에서 현미식이 각광을 받고 있으나 가정에서 취반의 번거로움과 식미의 저하로 큰 호응을 받지 못하는 실정이다. 현재의 현미 취반방법은 장시간의 침지에 따른 압력취반 방식을 채택하거나 백미와 소량 혼합하여 전기밥솥을 이용하고 있기 때문에 바쁜 현대생활에 취반의 번거로움이 많고 현미의 건강지향적인 장점을 충분히 기대할 수 없다. 따라서 가정에서 간편하게 취반할 수 있도록 현미를 1차 또는 2차 가공하여 맛과 영양의 손실없이 현미식을 공급할 수 있는 가공기술의 개발이 절실히 요구된다. 현재 우리나라의 쌀산업은 농민의 재배와 미곡종합처리장의 도정, 판매로 대별되며 쌀가공 산업은 전체 소비량의 5% 미만으로 95% 이상은 주식용으로 이용되고 있는 실정이다. 주식용으로 소비되는 쌀도 소비자의 다양한 요구에 부응하기 위하여 건강 지향적인 기능성을 부여한 가공미의 유통이 예견되며 앞으로 쌀산업의 한 분야로 자리잡을 전망이기 때문에 현미식을 포함한 다양한 가공미에 대한 기술개발이 절실히 요구된다. 고도의 산업화에 따른 국민 식생활의 편의화 및 서구화에 기인한 영양의 불균형과, 각종 생활오수 및 공장폐수에 의한 자연 환경의 파괴로 인하여 급증하는 각종 성인병 예방과 치료에 국민의 관심이 고조되고 있으며, 최근에는 각종 건강보조식품과 기능성식품의 소비량이 증가하고 있으나 이들 제품의 효능에 대한 시비가 언론에 자주 보도되고 있으며, 현미식과 같은 전체식의 우수성이 각광 받고 있다. 따라서 국민의 건강증진과 쌀을 위주로한 우리나라의 전통적인 식생활 패턴을 유지 발전 시킨다는 차원에서도 현미식의 개발 보급이 요구된다.

1. 국내외 관련기술의 현황과 문제점

1969년 제1차 국민영양조사에 의하면 전체 열량의 87%를 탄수화물로부터 섭취하고 있었으며 단백질의 섭취가 매우 부족한 상태였고 특히 동물성 단백질의 섭취가 매우 낮은 것이 국민영양상 큰 문제점이었다(보건사회부, 1969). 당시 쌀의 영양에 관한 연구도 곡류중심식단의 단백질 영양보강에 관한 연구가 몇편 있을 뿐이었다 (안 형범,1967; 이 영갑,1968; 박 용주,1969). 1972년에는 백미에 보리쌀과 밀쌀의 혼합비율을 달리한 식이로 사육하여 흰쥐성장에 미치는 영향을 조사한 결과 질소의 배설상태 및 증체량에 있어서 곡류의 혼식이 우수하다고 보고하였다 (김 숙희, 1972). 백미와 잡곡인 보리, 밤의 혼식에 의한 영양효과를 조사한 결과 백미식이 소화율은 우수하나 일단 소화된 질소의 체내 이용율은 혼식이 높았으며 이는 다른 곡류의 혼합율에 따라 다른양상을 보였다고 보고하고 節米의 목적으로 혼식을 권장하였다 (하 춘자, 1976). 또한 백미와 7분도미를 비교실험한 결과 백미보다 7분도미로 섭취하는 경우가 영양적으로 양호하다고 보고하였다(유 영상, 1976). 이와 같이 1970년대는 혼식 및 7분도미에 관한 영양평가에 집중되어 있으며 대부분 성장 및 단백질의 효율을 중심으로 영양효과를 판단하였다. 그후 1983년 농촌영양개선연수원에서 “다수계 신품종의 영양효과 시험”을 수행한 연구보고서에 의하면 증체량, 장기무게는 다수계가 일반계보다 높았고 단백질효율은 일반계가 더 높게 나타났다(농촌영양개선연구원, 1983). 1993년 농촌영양개선연수원에서 “쌀, 밀에 단백질 급원과 지방질 급원을 달리한 식이 조합이 어린쥐의 성장 및 성숙쥐의 체내 지질대사 함량에 미치는 영향”에 관한 연구를 수행한 결과 쌀이 증체량, 식이효율, 단백질의 이용효율 등에서 밀보다 우수하였고 체내 지질함량도 밀보다 낮은 경향으로 나타나 쌀이 밀보다 우수하다고 보고하고 있다(농촌영양개선연구원, 1993). 이상과 같이 국내에서의 쌀의 영양에 관한 연구는 식량부족에 대한 대책차원

에서 연구가 이루어져 왔으며 주로 성장 및 단백질의 이용효율에 관한 연구가 대부분이었다.

국외에서는 쌀의 영양에 관하여 식후의 혈당과 인슐린의 반응 (postprandial blood glucose and insulin response) 및 쌀단백질의 소화율과 이용효율에 관한 연구가 주를 이루어 왔고 최근에는 미강이 인체에 미치는 유익한 효과에 관하여 연구되고 있다.

전분의 급원에 따라 식후의 혈당 및 인슐린 반응이 다르다는 것은 Crapo 등 에 의해 처음으로 연구되었다. Crapo 등(1977)은 건강한 성인에게 쌀, 감자, 옥수수, 빵, 포도당을 각각 섭취시킨 후 식후의 혈당 및 인슐린 반응에 미치는 영향을 연구하였다. 포도당과 감자를 섭취하였을 때는 혈당량이 크게 증가하였으나, 쌀, 옥수수, 빵은 완만하게 증가시켰다. 또한 포도당과 감자는 혈중 인슐린치도 크게 증가시켰으며, 이에 비하여 쌀, 옥수수 섭취시는 낮은 증가를 나타내었다. 이와같이 혈당과 인슐린의 반응은 전분의 종류에 따라 차이가 있는 것으로 보고되어 있으며 이러한 경향은 당뇨병 환자에게서 훨씬 더 뚜렷하게 나타났다. 비인슐린 의존성 당뇨병 환자에게 각종 당질을 급여한 후 식후의 혈당 및 인슐린 반응에 미치는 영향을 연구한 결과 포도당과 감자 섭취시는 높은 혈당반응을 보였으나, 쌀과 옥수수의 경우는 낮은 반응을 나타내었다 (Crapo, 1981). 이러한 결과들은 쌀과 같이 혈당과 인슐린 반응이 낮은 전분 섭취시는 당뇨병의 위험이 낮을 뿐아니라 당뇨병의 치료식으로 이용될 수 있음을 보여주고 있다.

같은 전분이라도 조리형태에 따라 혈당과 인슐린 반응이 현저하게 변화한다고 보고 되어 있다. 백미, 현미, 백미가루, 현미가루를 섭취시킨 후 postprandial glucose와 insulin 반응을 조사하면 현미와 백미(whole type)를 섭취하였을 때는 현미가루 및 백미가루(ground type)에 비하여 훨씬 낮은 반응을 보였다.

또한 Miller 등(1992)은 12종의 쌀 및 쌀가공품을 건강한 성인에게

섭취시켜 혈당량 및 인슐린 반응을 조사한 결과 아밀로오스 함량이 높을수록 혈당량 및 인슐린 농도가 낮았다고 보고하였으나, 쌀의 amylose 함량이 식후 혈당 및 인슐린 반응에 미치는 영향을 연구한 다른 보고들을 종합해 보면, 그 결과는 상반되고 있다(Goddard,1984; Juliano,1986; Rao,1971; Jiaratsatit,1987). amylose 함량이 높은 쌀 품종은 amylose 함량이 낮은 품종에 비하여 전분소화속도와 혈당 및 인슐린 반응이 낮거나(Goddard,1984; Juliano,1986), 높거나(Rao,1971), 유사하다(Jiaratsatit,1987)고 하였다.

이와 같이 혈당 및 인슐린 반응이 다른 원인으로서 amylose 함량의 차이, 전분의 소화흡수 속도의 차이, 전분의 분자량 크기, 물리화학적 특성의 차이 등이 보고되어 있으나 아직 그 원인에 대해서 분명하지는 않다.

한편, amylose 함량이 유사하더라도 쌀 품종에 따라 전분의 소화속도와 포도당 반응이 다르다는 보고도 있다. Panlasigui 등(1991)은 amylose 함량이 같은 (26.7 - 27.0%) 세 품종의 쌀에 대한 혈당 및 인슐린 반응을 연구하였다. 세 품종간에 혈당 및 인슐린 반응의 차이가 있었는데, 이 차이는 호화 온도, 최소 조리 시간, amylogram 특성, gel consistency, 부피 확장 등의 물리화학적 성질과 연관된다고 하였다. 그들은 쌀의 amylose 함량이 혈당 및 인슐린 반응을 결정짓는 유일한 인자가 아니라고 하였다. amylose 함량이 같더라도 품종에 따라 물리화학적 성질이 달라서 혈당 및 인슐린 반응이 달라질 수 있다고 하였다.

전분식품에는 소장에서 소화흡수되지 않는 전분(α -amylase resistant starch)이 있어, 이 전분은 대장에서 혐기적으로 발효되어 short-chain fatty acids를 생성한다고 한다(Cummings,1987). 또한 이 발효 생성물들의 지질대사, 당대사, 대장암 등에 미치는 영향에 대한 연구도 진행되고 있다(Bingham, 1990). 최근 Muir와 O'Dea(1993)는 쌀에도 resistant starch가 있다고 보고하고 있으나 아직 확실하지 않다.

쌀단백질의 이용효율과 소화율을 조사한 MacLean 등(1978)의 연구에 의하면 쌀단백질은 카제인보다는 낮으나 밀단백질보다는 높게 나타났다. 그러나 쌀과 밀단백질의 소화율을 조사한 Hopkins(1981)의 연구에서는 백미의 단백질은 통밀보다는 우수하였으나 밀가루보다는 열등하였다고 보고하였고, 이러한 차이는 밀단백질의 경우는 거의 대부분이 matrix protein으로 존재하나 쌀단백질은 protein body로 존재하므로 쌀의 경우는 소화효소의 작용을 받기 어렵기 때문이라고 설명하고 있다. 이와 같이 쌀과 밀단백질의 질적인 차이에는 상반된 결과를 나타내고 있다. 한편, 취학전 어린이에게 고단백질쌀과 일반쌀을 급여한 후 흡수율 및 혈중 유리아미노산의 postprandial change를 조사한 결과 고단백질 쌀이 일반쌀보다 흡수율 및 혈중 총아미노산과 필수아미노산이 높게 나타나 고단백질쌀이 일반쌀보다 단백질의 함량은 높으나 질은 열등하다고 보고하였다 (Clark,1971; Kahlon,1989).

최근 곡류의 강층에 대한 연구도 많이 행해지고 있는데 서구에서는 oat bran과 wheat bran을 집중적으로 연구하여 왔고 미강에 대한 연구는 적으나, 일본에서는 미강에 대한 연구가 비교적 활발하여 미강 및 그 구성성분이 건강에 좋은 영향을 미친다는 보고하고 있다. 예를 들면, 고콜레스테롤혈증 햄스터(hypercholesterolemic hamster)에게 미강을 급여하면 혈중 콜레스테롤 농도가 현저하게 낮았다는 보고(Kahlon, 1989)와 미강의 neutral detergent fiber(Ayano,1980), 탈지미강의 hemicellulose(Aoe,1988), 미강유(Shama,1986), 미강유의 unsaponifiable matter(Shama,1987) 등도 흰쥐에서 혈중 콜레스테롤 농도의 저하 효과를 보였다는 보고가 있다. 이러한 미강의 콜레스테롤 저하 효과는 인체에서도 확인되고 있다. 즉 매일 85g의 미강을 14명에게 6주 동안 섭취시켰을 때 혈중 총콜레스테롤 농도와 LDL-콜레스테롤 농도는 감소하였으며, HDL-콜레스테롤과 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율은 증가하였다고 하였다(Gerhard,1989). 사람에게 매일 100g의 미강을 10주

동안 섭취시켰을 때 혈중 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 농도가 감소하였다고 하였다(Hegsted,1990). 그 밖에 미강 및 쌀단백질의 분해산물로부터 혈압상승을 억제하는 효과, 미강으로 만든 누룩의 비피더스균 증식효과 및 혈압강하효과 등도 보고되어 있다.

앞서 언급하였듯이 쌀은 postprandial blood glucose and insulin response가 다른 곡류에 비하여 비교적 낮다고 보고되어 있다. 그러나 국외의 연구는 주로 다른 곡류와 쌀의 비교 연구이었으며, postprandial response의 차이를 주로 amylose 함량의 차이에서 찾으려고 하였다. 최근에 amylose 함량을 비롯한 화학적 성분이 유사한 고amylose품종 3종의 전분의 소화율과 postprandial response가 서로 다르다는 보고가 있다(Plansaigui,1991). 또한 백미중의 단백질은 쌀배유부에서 protein body의 형태로 존재하는데, 이 protein body에는 PB I과 PB II의 2가지 형태가 있다. PB I은 구형이며 매우 안정된 과립으로서 취반중에도 거의 변성되지 않고 소화되지 않으나 PB II는 비구형이며 소화되기 쉽다. 그러므로 단순히 단백질의 함량만으로 영양가를 판단할 수 없으나 지금까지의 연구에서는 단백질의 함량에만 치우쳐 있다. 지방에 있어서도 총지방량에는 각품종에 따라 큰차이가 없으나 지방산 조성에 있어서는 품종과 재배시기, 기후에 따라 달라진다고 알려져 있다. 즉, 등숙기온이 높을수록 올레인산의 함량이 높고 낮을수록 리놀레산의 함량이 높아진다고 보고되어 있다. 이와 같이 동일계통의 품종이라도 산지에 따라 施肥를 비롯한 재배방법, 기후, 토양등이 다르므로 영양성분이 다를 수 있으며, 비록 화학적 성분이 유사하다고 하더라도 산지, 품종 및 재배방법에 따라 영양생리적 효과에 차이를 보일 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 쌀은 품종별 산지별 영양특성에 차이를 보일수 있으나 이에 대한 연구는 국내외적으로 거의 전무하다. 또한 쌀의 영양적 특성에 관해서는 주로 국외에서 식후 혈당 및 인슐린 반응과 미강을 중심으로 연구되어 왔으며 국산쌀에 관해서는 연구가 거의 미흡한

실정이다.

현미의 직접적인 생리기능 특성에 관한 연구는 소수에 불과하고 주로 현미의 영양학적 특징이 강층에 모여 있기 때문에 대부분의 연구가 미강에 대하여 이루어져 있다. 도정과정중 부수적으로 나오는 미강은 연간 약 40만톤으로 추정되고 있으며 그 중 20-30% 정도가 미강유 제조에 쓰이고 나머지는 사료로 쓰이거나 농산폐기물로 처리되고 있는 실정이다. 그러나 미강에는 여러가지 인체에 유효한 성분들이 다량 함유되어 있으며 미국을 비롯한 선진 외국에서는 이러한 미강을 식품소재로 이용하려는 연구가 최근 활발해 지고 있으며 미강의 생리적 기능에 대한 연구도 활발하다. 미강에는 단백질이 12-16%, 식이섬유가 20-25%이며 지방이 16-22%함유되어 있고 구성지방산의 70%이상이 올레인산, 리놀레산, 리놀렌산의 불포화 지방산으로 되어 있다.이외에도 표1과 같이 비타민과 미네랄이 풍부하게 함유되어있는 것으로 보고되어 있다.

Table 1. Principal physiological regulating subatance in rice bran

Vitamins (ppm)		Minerals (ppm)	
Vitamin A	4	Aluminum	53- 369
Thiamin	10-28	Calcium	140-1310
Riboflavin	2-3	Iron	190-530
Niacin	236-590	Magnesium	8650-12300
Pyridoxine	10-32	Manganese	110-877
Pantothenic acid	28-71	Phosphorus	14800-28700
Choline	1300-1700	Potassium	13650-23900
Vitamin E	150	Zinc	80

Kahlon등은 고콜레스테롤 혈증 햄스터에게 미강을 주어 3주간 사육한 결과 혈중 및 간장에서 콜레스테롤의 저하 효과가 현저하였다고 보고하고 있다. 또한 미강을 고콜레스테롤 식이에 첨가하여 흰쥐를 사육한 결과 혈중 콜레스테롤은 현저히 감소하였으나 간장 콜레스테롤 함량에는 영향이 없었다는 보고도 있다. Raghuram등은 고콜레스테롤, 고중성지방 혈증을 나타내는 사람에게 미강유를 1개월간 섭취시켰을 때 혈중 콜레스테롤 및 중성지방농도가 현저히 감소하였다고 한다. 이와 같이 미강의 콜레스테롤 저하효과에 대해서는 흰쥐, 햄스터를 대상으로 한 동물실험과 사람을 대상으로 한 임상실험으로 다양하게 연구되고 있으나 대부분이 미강 그 자체를 투여하거나 또는 미강유를 투여한 연구결과이다. 이러한 미강의 콜레스테롤 저하효과를 나타내는 성분으로서는 tocotrienols, oryzanols, β -sitosterol, hemicellulose, β -glucan 등이 추측되어 지고 있으나 양적인 문제와 더불어 그 작용 기전에 대해서도 명확하지 않다.

한편 미강에서 분리한 가용성 단백질의 가수분해물(peptide)은 혈압상승 관련 효소인 angiotensin converting enzyme의 활성을 저해하여 혈압상승을 억제하는 것으로 알려져 있으며 류등은 미강에서 분리한 단백질을 가수분해시켜 고혈압쥐에게 투여한 결과 혈압이 현저하게 저하하였다고 보고하고 있다.

이외에도 미강에는 돌연변이를 억제하는 효과가 있다고 보고되어 있으며 최근 일본에서 미강에서 항암효과가 있는 성분을 분리하였다. 또한 쌀에서 분리한 쌀단백질은 흰쥐의 체내 지질함량을 감소시킬 뿐만 아니라 DMBA로 유발시킨 유방암의 발병을 억제시키는 효과가 있다고 보고되어 있다.

2. 쌀의 생산 및 수급현황

쌀은 우리나라 국민의 주식으로서 1997년도 총 식부면적 1,178천 ha에서 생산량은 약 610만톤이며, 10a 당 생산량은 96년도에 509kg으로 세계 최대이었던 것이 97년에 518kg으로 다시 갱신하였다. 쌀이 농가소득에서 차지하는 비중은 19.9%, 농업소득에서 차지하는 비중은 39.2%에 달하고 있으며, 전체 농가의 82%가 쌀농사를 짓고 전체 농경지의 52%에 벼를 재배하고 있는 등 쌀에 대한 우리나라 농업의 의존도는 매우 높다. 쌀은 우리국민의 중요한 영양공급원으로 1일 에너지 공급량의 39.8%, 단백질 공급량의 23.7%를 차지하고 있을 뿐만아니라 논농사가 토양보존기능, 홍수조절기능, 수질과 대기정화기능을 하는 등 국토환경보존기능이 매우 큰 잘알려진 사실이다.

이러한 쌀의 중요성에도 불구하고 쌀의 식부면적은 92년 116만 정보에서 97년도에는 105만 정보로 약 9.7% 감소하였으며, 쌀생산량은 88년도에 605만톤을 정점으로 93년도에는 475만톤까지 줄어들었으나 96,97년의 대풍으로 약 541만톤으로 회복된 실정이다. 쌀의 자급도는 1990년의 108.3%를 정점으로 매년 하강하여 95년에 91.4%, 96년에는 89.5%로 낮아졌으나 다행히 96년 이후의 대풍으로 97년의 자급율은 105.6%에 이르고 있다. 이와 같은 자급도의 하락으로 쌀의 연말재고도 계속하락하여 91년의 214만톤에서 96년에는 약 40만톤까지 하락하여 유엔 식량농업기구의 권장비축량인 80만톤을 훨씬 하회하였으나 98년 양곡년도말 재고량은 MMA물량을 포함하여 권장량을 약간 상회하는 108만톤이 될 것으로 예상된다. 그러나 국내의 전체적인 식량자립도 제고, 세계적인 식량위론에 따른 식량 무기화, 북한의 만성적인 식량부족 등을 고려할 때 매우 위태로운 수준이며, 민족생존과 IMF시대의 적극적인 탈출이라는 차원에서 주식인 쌀의 자급은 유지되어야 한다.

쌀의 생산여건은 최근 30년간 괄목할만한 변화를 보여 왔다. 즉, 60년

대 들어서 10a당 수확량은 300kg이 넘어 '65년 2,430만석을 생산하게 되었고 70년대에는 통일벼의 등장으로 벼농사의 기적이라고 불리웠던 녹색혁명을 이룩하면서 '74년 3,087만석, '77년에는 4,171만석을 생산하였고 '88년에는 4,204만석의 최고생산기록을 보였으나 소비량이 감소하면서 생산량이 '92년에 3,739만석으로 감산되었으며 '93년에는 냉해를 입어 평년보다 다소 적은 3,702만석이 생산되었다. 그동안 우리나라의 주식인 쌀의 자급자족이라는 큰 역할을 한것은 꾸준한 농업기반의 확충, 영농기술 개발과 더불어 다수확 품종인 통일벼의 탄생이라고 볼 수 있다. 쌀 증산의 주역을 맡았던 통일벼는 '74년 전체 쌀생산량의 19.4%으로부터 '78년에는 78.1%까지 증가하였다가 '91년에는 4.5% 수준이었고 '92년에는 자취를 감추었지만 쌀의 자급자족에 큰 기여를 한 것은 분명한 사실이었다.

그러나 쌀의 소비는 사회의 여러 여건의 따라 많은 변화를 가져오게 되었다. 60년도에 연간 국민 1인당 소비한 쌀의 양은 122.7kg에서 70년대에 136.4kg을 고비로 쌀의 소비가 늘어났으나 혼분식 장려 시책등으로 '76년 120.1kg까지 감소하다가 '79년 135.6kg으로 소비가 늘어난 이후부터 매년 1-3kg 감소하여 '92년에는 112.9kg, '93년에는 110.2kg까지 감소하였다. 쌀의 소비가 감소된 이유로는 국민소득의 향상과 더불어 전분질 식품으로 부터 열량의 70% 이상을 섭취하던 것이 육류, 생선류 또는 과일류의 소비량이 급증하면서 쌀의 소비량은 둔화되기 시작하였고 60년대 미공법 480호에 의한 밀가루 도입으로 입맛이 변화되었고, 막걸리 생산 판매금지, 쌀가공식품의 전면금지등이 전반적인 쌀의 소비량을 매년 1-3kg씩 감소시키는 주요한 원인이 되었다. 이로 인하여 쌀생산은 '86년 이후부터 여유분이 발생하게 되며 '90년부터는 매년 1,400만석이라는 재고미가 남게 되어 4,000억원이 남는 쌀을 보관하는데 소요되었다. 이와같이 쌀이 남게된 중요한 원인은 앞에서 언급한 것 외에도 '80년의 흉년으로 쌀수입과정에서 960만석이 부족함에도 1,600만석이라는 대량의 쌀을 수입함으로써 현재 재고미가 생기게된 기본이라고 보는 시각도 있다.

이와같이 쌀의 여유분이 발생하였지만 쌀이 차지하는 비중은 매우 중요하므로 생산을 결코 소홀히 해서는 안되는 이유중 몇가지 중요한 것을 요약하여 보기로 한다.

첫째, 쌀은 식량의 주공급원이다. 즉, 우리나라 순수 식량자원에 필요한량은 4,372만석인데 이중 78%에 달하는 3,423만석을 쌀로부터 공급하고 있으며 한국인의 가장 중요한 영양 섭취원이라는 점이다. 열량 공급원 중에서, 그리고 단백질 공급원으로서 필요 불가결한 구실을 하고 있다. 국민 1인 1일당 공급열량중에서 41.2%(1990년 현재, 1970년에는 51.3%였음), 단백질 공급량중에서 30% 이상을 차지하는 중요한 영양 섭취원인 것이다. 둘째, 쌀은 농촌의 주소득원이다. 전체 농경지의 55.9%가 벼생산 재배면적(1,156천ha, 1992년), 전체 농가(1,641천호)의 84%가 쌀생산 농가일뿐 아니라, 농외소득부분까지 합친 농가소득의 22.2%, 농업소득의 43.7%를 쌀생산으로부터 수입을 얻고있는 절대적인 비중을 차지하고 있는데 쌀은 전체 GNP의 3.3%에 해당하며 농림어업 생산액의 36%를 차지하고 있어 단일 품목으로 가장 부가가치가 높다고 볼 수 있다. 셋째, 쌀은 국토보존의 근원이다. 우리나라와같은 기후에서는 5월과 9월 사이에 전체 강수량의 80%가 내려 홍수의 우려가 많으나 담수능력이 25억톤으로 댐6개 담수능력 15억톤의 1.5배나 달해 큰 역할을 할 뿐아니라 녹지로서 환경보전에도 크게 역할을 하고 있다.

특히 '93년 12월 UR이 타결됨에 따라 이에대한 적극적인 해결 방안이 이루어지지 않으면 우리나라의 농업에 상당한 문제가 발생될 것으로 본다. 즉, 1995년 부터 10년간(2004년까지)은 관세화 유예기간으로 최소시장 개방폭은 쌀소비량의 1-4%로 확정됨에 따라 '95년에는 국내 소비량의 1%인 35만석(매년 0.25%씩 상향 조정 예정)이 도입되고 1999년에는 소비량의 2%인 72만석(매년 0.5%씩 상향)이 2004년에는 소비량의 4%인 142만석이 도입될 예정이다. 관세화 유예기간이 끝나는 2004년 이후에는 관세화율에 대한 별도의 협의에 따라 수입이 자유화되게 된다. 따라서

이기간 동안 생산원가 절감을 위한 노력과 양질미 공급을 위한 수확후 처리기술 개발과 더불어 쌀가공식품을 고급화하여 국제시장에 수출할 수 있는 기틀을 마련하는 것이 매우 중요하다고 본다.

1986년 이후 쌀의 여유분이 1천만석 이상이 발생하게됨에 따라 쌀가공식품으로 소비할수 있도록 정부에서는 많은 노력을 하여왔다. 1993년말 현재 쌀가공식품으로 이용되고 있는량은 정부미 사용량 298천톤을 포함하여 총 308천톤(약 210만석)으로 쌀생산량의 약 5%수준으로 이는 일본의 쌀생산량 기준 10-13% 수준에 비하여 우리나라 쌀 가공식품은 아직 초보단계라고 볼 수 있다.

쌀가공식품이 초보단계 일수밖에 없었던 것은 그동안 쌀의 가공식품 전면금지라는 식량정책차원에서의 제도적 장치 때문이라는 것을 인식하여야 한다. '94년 3월 현재 보유하고 있는 쌀은 1,607천톤으로 이들중 708천톤이 통일계이고 899천톤은 일반계이다. 이들중 '93년산을 제외한 1,111천톤은 취반용으로는 기호성이 떨어지므로 대부분 가공용으로 사용하는 것이 바람직하다고 본다. 지금과 같은 추세로 보아서는 저가로 공급하고 있는 통일계는 '96년 이후에는 다 소진될것으로 전망되고 있다.

정부에서는 그동안 각종제도를 조정하여 '86년 혼식폐지, '90년 쌀막걸리 생산허용 및 각종 가공식품 이용가능에 이어 '91년 9월부터는 증류식 소주제조에 쌀 사용을 허용하고 있다. 또한 쌀은 밀가루에 비하여 원료의 가격이 2.5배 이상 비싸므로 경쟁력이 없을 것으로 보여 가공용 쌀에 대하여 80kg당 2만원에 공급, 쌀가공식품의 활성화를 기하고 있다. 그동안 쌀가공용에 사용한 정부미 저가공급 실적을 보면 '86년 일반 가공식품용으로 1만 3천석 수준이던 것이 '87년 10만9천석, '89년 14만8천석, '91년 79만석에 이어 '93년에는 주정용 100만석을 포함하여 약 210만석을 소진한 것으로 나타났다. '93년 쌀가공용 정부미 저가공급 지원 현황을 보면 일반가공식품 201개업체에 128천톤, 주류용은 624개업체에 170천톤이 공급되었고 이를 종류별로 보면 일반 가공식품 중에는 면류와 떡류가 74천

톤, 쌀가루(알파미분포함)가 34천톤이고 이외 제빵, 제과,엿류의 순이었고 주류는 탁약주가 20천톤, 청주가 13천톤 규모이었다.

특히 '92년부터는 '87 '88년산 정부 보유 통일쌀 100만석을 수입타피 오카에 대체하여 주정에 이용하였으며 주정가격 요인을 없애기 위하여 공급가격을 80kg가마당 2만원에서 1만5천원으로 인하 공급하고 있으며 이는 수급사정에 따라 조정할 예정이라고 한다. 아울러 좋은 쌀가공식품을 생산하기 위하여는 투자설비가 필요하지만 대부분 쌀가공업체가 영세하므로 이런 업체에 시설 현대화 자금을 장기저리로 지원하여 '88-'93년까지 29개업체에 200억원을 지원한바 있다. 이와같은 노력에도 쌀가공식품업체중 일반가공업체가 200여개사이나 종업원 50명 이하가 75%되며, 공장규모가 영세할뿐 아니라 생산기술도 매우 낙후된 실정이며, 업체의 연간 매출액이 5억원 이하가 전체의 63%나 되어 경영상태가 매우 허약하여 신제품 개발에 자력으로 투자할 능력이 없을만큼 산업구조가 매우 취약한 실정이다.

가까운 일본의 예를 들어보면 역시 '69년경부터 쌀이 남아 이를 해결하기 위한 노력의 일환으로 가공식품을 개발하게 되었다. 일본의 전통적인 쌀가공식품으로 쌀과자, 청주, 쌀된장, 찹쌀떡 등이 있었으나 70년대 이후부터는 쌀밥류, 스넥류, 조미료류, 음료류, 면류, 제빵류 등 50여종의 다양한 품목을 100여개 업체에서 생산하게 되었으며 전체 쌀 생산량의 13-15%에 달하고 있다. 특히 도시락산업이 매우 발전되어 밥을 자동화할 수 있는 설비를 개발한데 이어 최근에는 무균상태의 공장에서 가공한 무균포장밥이 시판되고 있는 공장이 3-4곳 있으며 한 업체에서 생산되는 양은 1일 8만석이 달하는 대단위 공장이다. 이외에도 국민들에게 쌀의 소비가 줄어드는 것을 막기 위하여 각 지역별로 맛있는 밥짓는 경연대회를 개최하고, 학교급식은 98%를 보급하는 등 정책적으로 소비확대에 노력하고 있으며, 최근에는 동경 중심가에 상설 쌀전시관 두 곳을 마련하여 년중 쌀에 관한 정보를 제공하고 있으며 시범 주먹밥 코너를 만들어 현

실감 있는 최대한의 노력을 아끼지 않고 있다.

위에서 언급한바와 같이 그동안 여러가지의 노력에 힘입어 쌀산업은 이제 자리를 잡아가고 있는 실정이지만 저가공급용 통일계가 소진되는 1996년 이후 원료의 안정적인 공급, 수입될 쌀원료의 가공적성, 영세한 쌀가공업체들의 자생력을 높이기 위한 자구적인 노력, 가공기술개발의 지속적인 활성화들이 아직은 불분명한 상태로 있다.

국내에서 쌀에 대한 연구는 식량자급이라는 대명제를 해결하기 위하여 다수확품종의 육종, 재배기술의 혁신 등 수확전 관리기술의 연구에 치중하여 왔으며 80년대 쌀과잉시대를 맞으면서 지금까지 동안시되어 왔던 벼의 수확후 건조,저장,가공,유통 및 쌀이용기술의 개발에도 역점을 두어 왔다.

제 2 장 재 료 및 방 법

1. 현미의 이화학적 특성 조사

쌀의 종류에 따른 성분의 차이를 조사하기 위하여 국내산 쌀중에서 품종별 산지별로 다른 대표적인 몇 품종을 시료로 하여 일반성분 및 주요 영양성분인 아밀로오스 함량, 총식이섬유, 비타민 E 및 지방산 조성을 분석하여 비교 검토하였다.

가. 실험재료

국내산 일반계로는 전국적인 재배 면적이 넓은 동진벼(밀양산, 당진산), 오대벼(철원산)를 선정하였으며, 다수계로는 태백벼(경기산)를 선정하였다. 각 품종별 벼를 Satake-THU 35A 제현기(Satake Engineering Co.,Ltd, Japan)를 이용하여 현미로 제조한 후 60 mesh로 분쇄하여 이화학적 특성을 조사하였다. α -amylase, protease, amyloglycosidase, cellite, boron fluoride 및 lipid standard는 Sigma사로 부터 구입하였고 methanol은 HPLC grade를 사용하였으며 기타 일반시약은 일급이상을 사용하였다.

나. 일반성분의 분석

현미의 일반성분은 AOAC 방법에 준하여 분석하였다. 즉 수분 함량은 105°C oven에서 항량이 되도록 건조하여 정량하였고, 조단백질 함량은 단백질 자동분석기 (Kjeltec Auto 1030 Analyzer, Tecator, Sweden)를 사용하여 Semi-micro Kjeldal 방법으로 측정하였으며, 조지방 함량은

Soxlet추출기를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 정량하였고, 조회분 함량은 600℃ 직접회화법으로 측정하였다.

다. 아밀로오스 함량의 분석

Amylose 함량은 Juliano법에 따라 분석하였다. 즉, 100 mesh 이하의 현미 가루를 100mg 정도 정확히 칭량하여 95% ethanol 1ml과 1N NaOH 9ml에 분산시킨 후 끓는 수욕상에서 10분간 가열하였다. 이것을 식혀서 정확히 100ml로 맞춘 다음 이 용액 5ml에 1N acetic acid 1ml과 0.2% iodine solution 2ml을 넣고 100ml로 맞추어 20분간 방치 후 620nm에서 흡광도를 측정하였다.

라. 총식이섬유의 분석

총식이섬유는 AOAC법에 의거하여 측정하였는데, 그 과정은 그림1과 같다. 즉 각 시료 1g에 phosphate buffer(pH 6.0) 50ml과 heat stable α -amylase 0.1ml을 넣고 95℃에서 15분간 가열하고 실온으로 식힌 뒤 용액의 pH를 7.5로 맞추어 protease를 가하여 60℃에서 30분간 가열한다. 다시 실온으로 식혀 용액의 pH를 4.0으로 한 후 amyloglucosidase를 가하여 60℃에서 30분간 가열한다. 다시 실온으로 식힌 후 95% 에탄올을 가하여 하룻밤 동안 방치한 다음 미리 cellite를 깔아 항량을 구해둔 crucible에 여과하여 잔사의 항량을 측정하고 각각 회분량과 단백질 함량을 구하여 총식이섬유를 아래 계산식에 의하여 구하였다.

$$\text{Blank} = \frac{\text{Average Blank Residue Weight(mg)}}{\text{Average Blank Protein Weight(mg)}} - \frac{\text{Average Blank Ash Weight(mg)}}{\text{Average Blank Protein Weight(mg)}}$$

$$\%TDF = \frac{\text{Average Sample Residue Weight(mg)} - \text{Average Sample Protein Weight(mg)} - \text{Average Sample Ash Weight(mg)} - \text{Blank}}{\text{Average Sample Weight(mg)}} \times 100$$

다. 비타민 E의 분석

각 시료의 비타민 E의 함량은 Ueda 등(1990)의 방법에 따라 분석하였다. 즉 시료 1g에 1% NaCl 용액 1ml을 가하여 혼합한 후 6% pyrogallol 용액 5ml와 60% KOH용액 2ml을 가한 후 60℃에서 30분간 가열하여 검화시킨다. 냉각시킨 후 1% NaCl용액 10ml과 10% ethyl acetate 5ml을 가하여 혼합후 원심분리하여 hexane층을 모아 질소가스로 용매를 제거한 다음 1ml의 hexane에 녹여 HPLC로 분석하였다. HPLC의 조건은 다음과 같다.

HPLC condition

Instrument: Waters 510
 Detector: UV 280 nm
 Column: ODS A(YMC Pack)
 Eluent: 99% Methanol: 1% water
 AUFS: 0.05
 Flow rate: 1.2ml/min

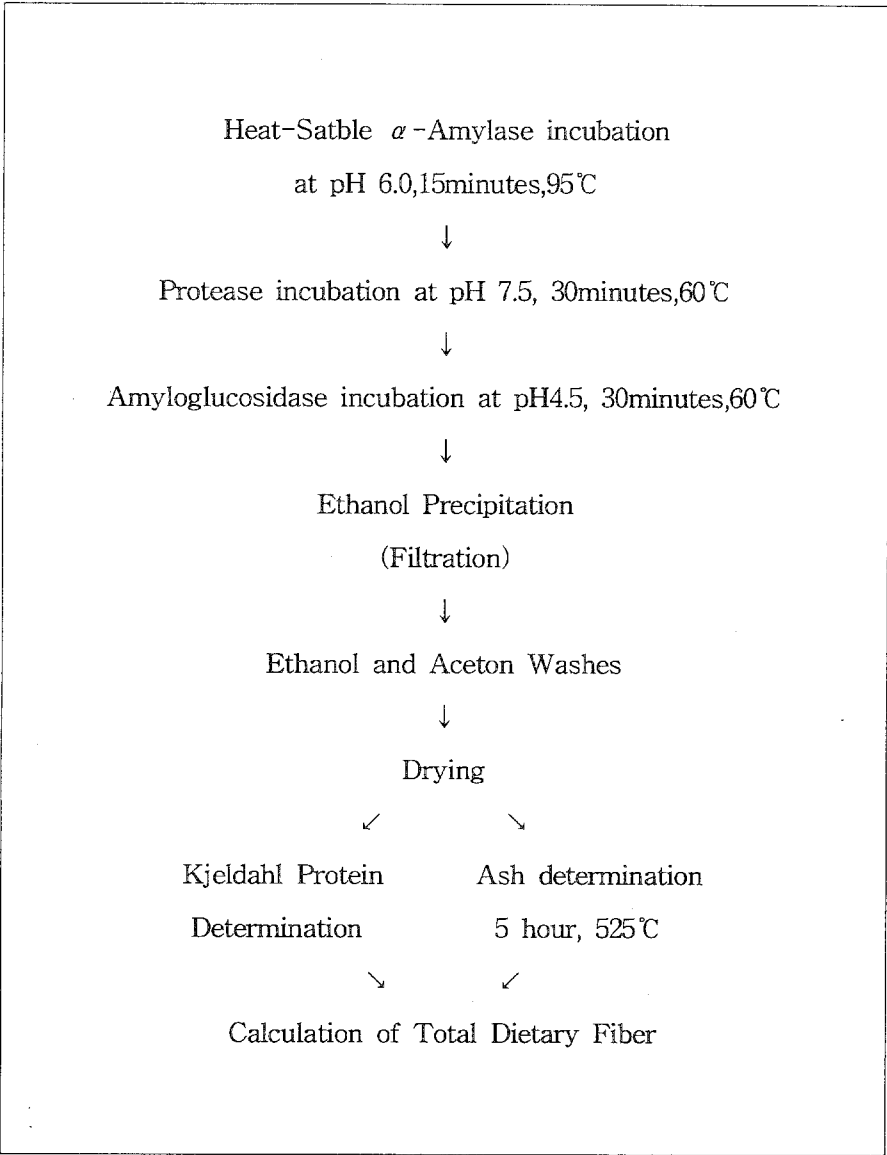


Fig.1. Procedure of total dietary fiber analysis

바. 지방산의 분석

시료의 지방산 조성은 hexane으로 지방을 추출한 후 Marrison(1964)의 방법으로 분석하였다. 쌀에서 추출한 지방 0.2g을 boron fluoride를 가하여 methylation 시킨 뒤 hexane 층을 모아 탈수시킨 후 GC로 분석하였다.

2. 현미의 품종별 영양특성 차이 조사

현미의 품종별 영양특성 차이를 알아보기 위하여 쌀만을 흰쥐에게 급여하였을 때 체중증가량, 식이 효율, 단백질 이용 효율, 알부민 등 성장을 중심으로 그 차이를 검토하고자 하였으며 그밖에 혈장 포도당, 콜레스테롤, 중성지방에 어떠한 영향을 미치는지를 조사하였다.

밀양산 동진, 당진산 동진, 오대, 태백의 4 가지 현미를 20 mesh로 분쇄하여 분말의 상태로 사용하였다. Sprague Dawley rat을 한 군당 6마리씩 임의 배치하여 하나의 cage에 한 마리씩 사육하였으며, 식이섭취량과 체중은 2일에 한 번 같은 시간에 측정하였고, 물과 식이는 마음 대로 마시게 하여 3주간 사육하였다. 희생시키기 전 16시간을 절식시킨 후 diethyl ether로 마취시켜서 복강을 열고 복대동맥으로부터 혈액을 heparinized tube에 채취한 후 주요 장기를 적출하였다. 혈액은 1시간 정도 방치한 후 3,000 rpm에서 원심분리하여 혈장을 얻어 포도당, cholesterol, triglyceride 함량을 분석하였고 각조직은 trimming하여 무게를 재었다.

식이효율(Food Efficiency Ratio, FER)은 2일 동안 섭취한 식이량과 2일 동안의 체중 증가량으로부터 다음 식에 의해 산출하였다.

$$\text{식이효율} = \frac{\text{체중증가량(g)}}{\text{식이섭취량(g)}}$$

단백질이용효율(Protein Efficiency Ratio, PER)은 2일 동안 섭취한 단백질량과 2일 동안의 체중 증가량으로부터 다음 식에 의해 산출하였다.

$$\text{단백질 이용효율} = \frac{\text{체중증가량(g)}}{\text{식이섭취량(g)}}$$

3. 현미 중심 조합 식이의 영양특성 조사

현미만으로 흰쥐를 사육하였을 때는 품종간의 차이를 해석하기는 쉬우나 영양적으로 불균형인 식이이므로 흰쥐의 성장률이 매우 낮았다. 그리하여 현미를 AIN-76 diet 조성에 의하여 배합하여 흰쥐를 4주간 사육한 후 식이 효율, 단백질 이용 효율, 혈장 포도당 및 지질 함량을 조사하였다.

가. 실험재료

실험에 사용한 현미는 앞서 언급한 현미만으로 흰쥐를 사육하였을 때 사용한 것과 동일한 것이었다. 식이의 조합은 AIN-76 diet 조성에 따랐다(Table 2). casein, DL-methionine, cellulose, mineral mixture, vitamin mixture, choline bitartrate는 Harlan Teklad (Madison, Wisconsin, U.S.A.) 제품이였다. mineral mixture와 vitamin mixture는 AIN-76 조성에 의하여 배합된 것이였다. 옥수수 전분은 삼양제넥스사 제품이였으며, 옥수수 기름은 대상사 제품이였다.

나. 식이조성 및 사육방법

실험군은 전분질 급원을 옥수수전분으로 한 대조군과 각 시료의 현미를 전분급원으로 한 밀양군, 당진군, 오대군, 태백군의 5군으로 하였으며 실험군별 식이조성은 표 와 같다. 사육기간중 실험식이와 물은 자유섭취케 하고 4주간 사육하였다. 또한 사육 중 체중과 식이섭취량은 매격일로 측정하였다. 또한 식이의 소화 흡수율을 측정하기 위하여 실험종료 1주일 전에 대사케이지에 넣어 4일간 적응 시킨 뒤 2일간의 분변과 뇨를 채취하여 pooling 하였다. 변은 0.5 % 황산을 뿌린 후 45° C풍건하여 분말화한 후 시료로 사용하였다. 채취된 뇨는 여과하여 용량을 잰 후 분석시 까지 냉동고에 보관하였다. 혈액 및 장기적출은 제 1절과 동일한 방법으로 하였다.

4. 현미급여가 체내 지질대사에 미치는 영향

가. 실험재료

실험동물은 4주령 된 SD계 흰쥐 수컷을 화학연구소로부터 구입하였다. 옥수수전분, 설탕은 시중에서 구입하였고 현미 및 백미는 1996년산 동진벼를 각각 도정한 후 70 메쉬로 분말화 하여 사용하였다. 밀가루는 박력분을 시중에서 구입하였다.

나. 실험식이 및 사육조건

실험동물을 1주일간 일반고형사료를 주어 일주일간 환경에 적응 시킨 후 무작위로 5군으로 나눴다. 실험군은 당질의 급원에 따라 설탕군, 옥수수 전분군, 현미군, 백미군, 밀가루군으로 하고 각각 0.3% 되게 콜레스테

를 첨가하였으며 각군의 실험식이의 조성은 Table 3과 같다. 실험식
 이 와 물은 자유섭취케 하였고 식이섭취량과 체중은 매격일로 측정하여 4주
 간 사육하였다.

Table 2. Composition of the rice-based diet (g/kg)

	Control	Milyang	Dangjin	Ohdae	Taebaek
Casein	200.0	143.0	153.7	148.6	135.6
DL-Methionine	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Cornstarch	650.0	-	-	-	-
Brown rice	-	723.0	715.0	717.0	732.0
Cellulose	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Corn oil	50.0	34.1	32.1	35.0	32.9
Mineral mixture ¹	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Vitamin mixture ²	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Choline bitartrate	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

¹Composed by calcium phosphate dibasic 500.00, sodium chloride 74.00, potassium citrate monohydrate 220.00, potassium sulfate 52.00, magnesium oxide 24.00, manganous carbonate 3.50, ferric citrate 6.00, zinc carbonate 1.60, cupric carbonate 0.30, potassium iodate 0.01, sodium selenite 0.01, chromium potassium sulfate 0.55, sucrose 118.03 g/kg.

²Composed by thiamin HCl 0.60, ribofalvin 0.60, pyridoxine HCl 0.70, niacin 3.00, calcium pantothenate 1.60, folic acid 0.20, biotin 0.02, vitamin B₁₂ 1.00, dry vitamin A palmitate 0.80, dry vitamin E acetate 10.00, vitamin D₃ trituration 0.25, menadione sodium bisulfite complex 0.15, sucrose 981.08 g/kg.

다. 시료채취

사육이 끝난 실험동물은 하룻밤 동안 절식시킨뒤 pentobarbital로 마취하여 복부대동맥으로 부터 heparin 처리된 튜브에 채혈하고 간장, 신장, 심장, 췌장을 적출하였다. 혈액은 3000 rpm에서 10분간 원심분리하여 혈장을 얻었고 각조직은 생리식염수 냉용액으로 가볍게 씻은 뒤 trimming하여 무게를 잰 뒤 분석시까지 -70°C 에서 보관하였다. 분변은 사육완료 일주일전부터 실험 종료일까지 채취하여 40°C 에서 풍건한 후 분말화하여 -70°C 에서 보관하였다.

라. 각종 지질 및 담즙산의 분석

혈장중 중성지방, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 인지질 함량은 각각의 검사 kit(Eiken, Japan)를 이용하여 측정하였다. 혈중 알부민 농도 측정에는 Biuret법을 이용한 kit(Eiken, Japan)를 사용하였다. 혈중 glucose와 insulin농도는 제2장과 동일한 방법으로 분석하였다. 간장중 총지방은 Folch법으로 추출하였다. 즉 간장 1g에 클로로포름 : 메탄올(2:1, V/V)용액 20ml을 가한 후 homogenize (ultratrux)하여 냉장고에서 하룻밤 방지한 다음 여과, 감압건고하고 무게를 재어 총지질 함량을 구하였다.

간장의 총지질중 중성지방, 총콜레스테롤, 인지질 함량은 혈장과 동일하게 분석하였다. 분변중의 지질추출은 Aoki와 Tuzihara(1984)의 방법에 의하여 추출하였는데, 즉, 0.5g의 건조된 분변을 15ml의 클로로포름: 메탄올(2:1, V/V) 혼합용액으로 추출하여 감압건고시킨 후 지방분석에 사용하였다. 변의 담즙산은 박등의 방법으로 추출하여 감압건고후 에탄올에 녹여 담즙산 검사 kit(Kyokutou, Japan)를 이용하여 효소방법으로 측정하였다.

Table 3. Composition of the experimental diets(g/kg)

	Sucrose	Corn starch	Brown rice	Milled rice	Wheat
Casein	200.0	200.0	150.8	155.7	141.0
DL-Methionine	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Carbohydrate	650.0	650.0	710.0	700.0	715.0
Cellulose	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Corn oil	50.0	50.0	34.4	44.5	43.0
Mineral Mix	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Vitamin Mix	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Choline chloride	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Cholesterol	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

마. 통계처리

실험식이에 의한 결과는 평균± 표준오차로 나타내었으며 통계처리는 SAS를 이용하였고 각군에 따른 유의차 검정은 분산분석을 한 후 $\alpha=0.05$ 수준에서 Duncan의 다중비교법으로 하였다.

5. 간편 취반형 가공현미 제조 시험

가. 원료의 전처리

원료는 96년 충북 영동산 동진벼를 현미상태로 구입하여 5kg씩 밀봉 포장하여 4℃ 냉장실에 보관하면서 사용하였으며 현미의 가공시험은 다음에 준하여 실시하였다. 즉 현미를 Aiho사의 수압식 세미기를 사용하여 현미 1kg을 정확하게 3분간 수세하였고 수세한 원료 5 kg을 22℃에서 침지하면서 20분 간격으로 시료를 채취하여 시제품 제조하였다.

나. 가공현미 제조

직경 25cm의 원형 세라믹 팬에 물에 적신 거즈를 10겹으로 깔고 침지한 현미 500g을 3cm 의 높이로 균일하게 정리한 후 다시 10겹의 물에 적신 거즈를 덮은 다음 Microwave Cooker의 Cavity내에 넣고 각각의 조건별로 시제품을 제조하였다. 이때 사용한 마이크로웨이브 시스템은 그림 1 과 그림 2에 나타내었으며 제원은 다음과 같다.

기종	시험용 초단파 건조기(한국고주파)
주파수	2,450 MHz
Power	100-900 W
진공도	500-760 mmHg
Cavity Temp.	28-34 ℃

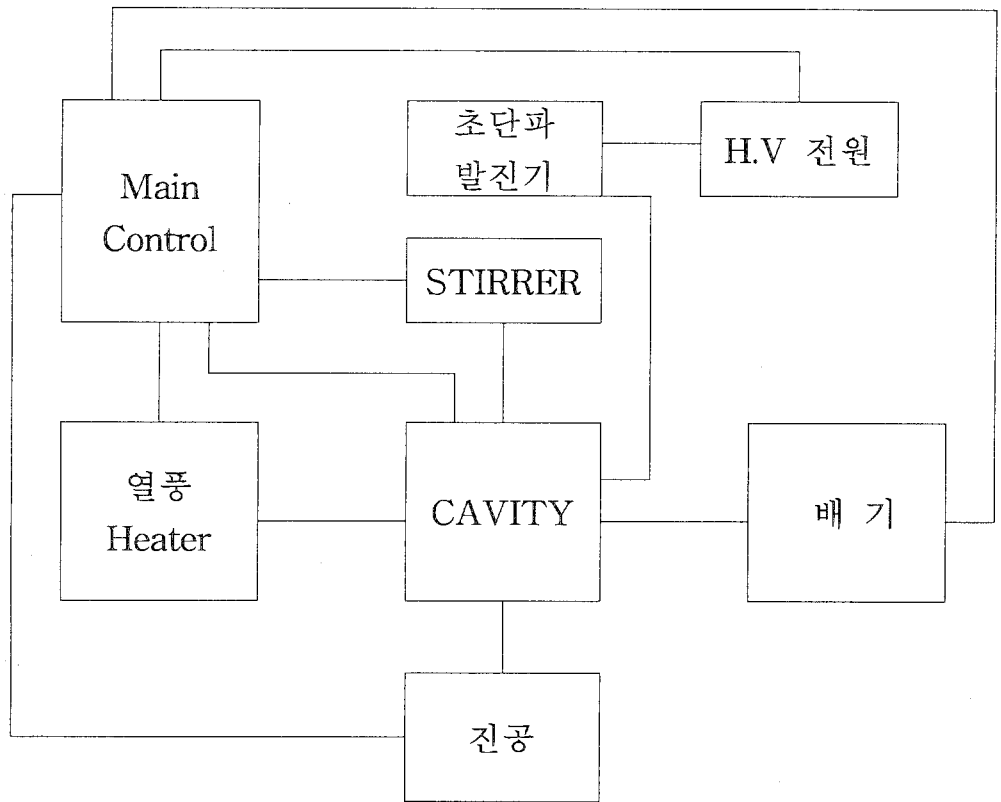


Fig .2 Microwave Cooker의 개략도(화살표는 상호간의 관계선 임)

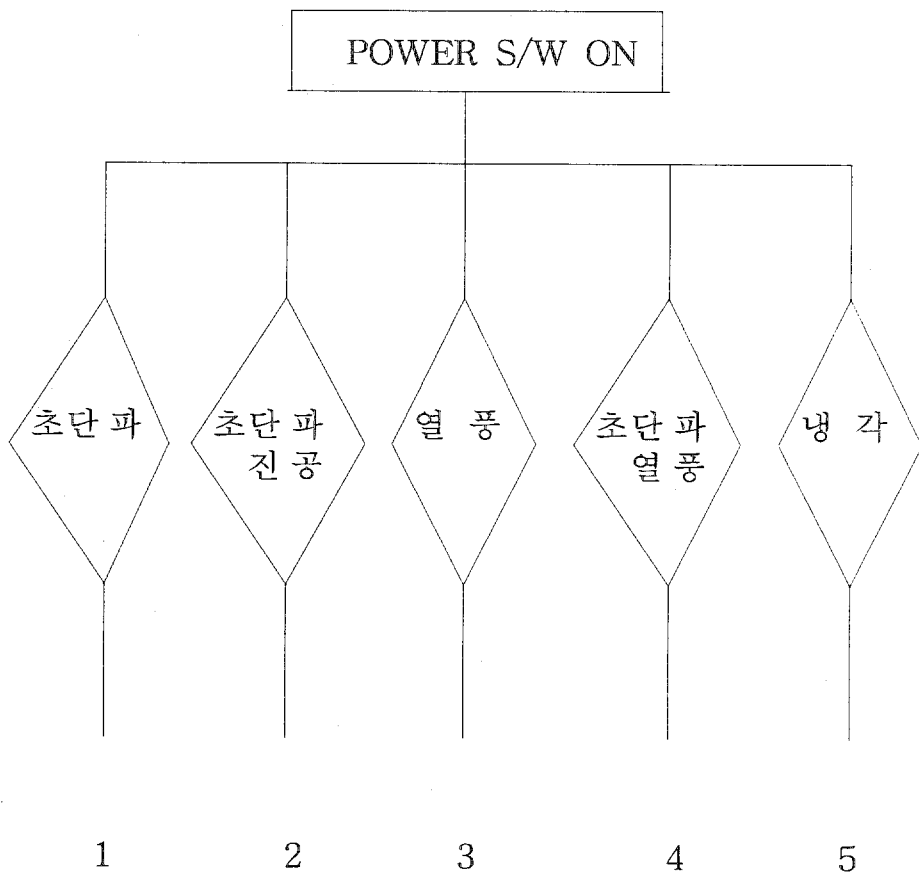


Fig. 3 Microwave cooker의 흐름도

다. 현미 및 백미의 색도 측정

현미 및 백미의 색도는 쌀을 원통형 용기(41 x 12.5mm 지름 x 높이)에 담아 Minolta CR200를 이용하여 쌀의 L, a, b 값을 측정하였다.

라. 현미밥의 관능적 품질 평가

취반후 밥시료는 예비실험을 통해 확립해 놓은 표준방법을 이용하여 밥을 솥에서 다른 용기로 옮겨담아 10분간 식힌후 사기용기(8.5cm x 5cm, 지름 x 높이)에 일정량 (약 50 gram)을 담아 뚜껑을 덮어 제시하였다. 제시된 시료의 온도는 27 ± 2 °C이었다. 각 패널요원에게 한번에 4개의시료가 제시되었는데, 1개는 S라고 표시된 표준시료였으며 3개는 세자리 무작위 숫자가 표시된 평가시료였다. 시료제시 순서는 S로 표시된 표준시료는 맨 왼쪽에 제시했으며 나머지 세시료는 무작위로 배치하여, 쌀밥의 품질평가표(부록 3)에 표준시료(S)를 기준하여 각 항목에 평가하도록 하였다.

마. 조직감 측정

텍스처 측정용 시료는 12 gram의 밥을 원통형 용기(41 x 12.5mm 지름 x 높이)에 담아 일정한 모양을 만들어 사용하였다. 밥의 텍스처 특성은 Texture analyser (model TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 이용하여 Bourne 등(1978)에 의해 기술된 2 bite compression에 의해 springiness, gumminess, cohesiveness, adhesiveness, hardness, chewiness를 측정하였다. 측정조건은 예비실험을 통해 가수량을 달리하여 만든 밥의 차이를 가장 잘 나타내는 조건으

로서, plunger (diameter 12.5 mm)를 이용하여 crosshead speed 1.7 mm/sec.로 시료를 2번 60 % compression하였다.

바. 산가(Acid value)

저장중 가공현미의 산가를 측정하기 위하여 동결건조가 용이하게 이루어지도록 믹서로 잘게 분쇄한 후 용기에 얇게 펴서 동결건조 하였으며 이 때 사용한 기기는 CHRIST freeze dryer(Beta 1-16, Germany)를 사용하여 48시간 건조한 후 시료로 사용하였다. 산가를 측정하기 위한 지방추출은 Soxhlet 방법을 이용하여 지방을 추출한 후 산가를 측정하였다. 시료의 산가(acid value)는 식품공전 제7 일반시험법 1. 일반성분시험법 4) 지질 (3)화학적 시험에 따라 실시하였다.

시료 1g중에 들어있는 유리지방산을 중화하는데 필요한 KOH의 mg를 유지의 산가(acid value)라 한다. 유지는 오랫동안 저장하는 동안에 공기 중의 산소 및 미생물의 작용을 받아 산패하게 된다. 그러므로 유지중에 함유되어 있는 유리지방산의 양은 유지의 품질과 신선도를 나타내는 기준이 된다.

1) 시약

① N/10(혹은 N/2) KOH-ethanol 용액 : KOH 6.4g (혹은 32g)을 가능한 한 적은 양의 물에 녹인 다음 95% ethanol로 희석하여 1 l로 하고 2 - 3일간 방치한 후 여과한다.

② 용제 : Ether -ethanol (2 : 1)혼합액을 사용 전에 페놀프탈레인 을 지시약으로 하여 ①의 N/10 KOH용액으로 중화한다.

③ 1% phenolphthalein용액 : 순수한phenolphthalein 1g을 95% 이상의 alcohol 100ml에 용해한다.

2) 측정방법

시료 1 - 20 g을 정확히 달아서 증성용매 100ml를 가하여 완전히 용해시키고 phenolphthalein 몇 방울을 가하여 잘 섞은 후 N/10 KOH로 적정한다. 지시약의 분홍색이 20 - 30초간 지속하는 때를 종말점으로 하여 유지의 산가를 다음과 같이 계산한다.

$$\text{산가(Acid value)} = \frac{5.611 \times a \times f}{\text{시료의채취량(g)}}$$

a : 0.1N KOH 용액의 소비량(ml)

f : 0.1N KOH 용액의 역가(factor)

또한 시료중에 무기산이 혼합되어 있는지를 확인하는 방법은, 시료에 약 2배량의 물을 넣고 water bath에서 데운 후 수용액 부분에 지시약 methyl orange를 가하면 무기산이 존재할 때 붉게 변한다. 즉 저급 유리 지방산이 있게 되면 붉게 변하는 것으로 이것은 Reichert Meissl 가를 측정하면 알 수 있다. 단일 시료의 색이 짙을 경우에는 지시약을 1% tyhmolphthalein-alcohol 용액 혹은 alkaliblue-6B. alcohol용액을 사용한다.

사. 총균수 측정

일반균수 측정은 Plate count method⁷⁾에 의해 다음과 같이 측정하였다. PCA: Bacto tryptone (5 g), Bacto yeast extract (2.5 g), Bacto dextrose (1 g), Bacto agar (15 g) 를 1 L에 녹여 배지를 제조하고, homogenization cup, pipette, mess cylinder 등 실험에 필요한 모든 준비물을 autoclave 안에서 121℃, 15분 간 살균한 후 배지는 굳어지지 않도록

록 46℃ incubator안에 보관하여 사용한다. 위 방법으로 제조한 시료 검액을 각 희석배수로 희석하고 각 희석액에서 1ml씩 취해서 PCA plate에 도말한 후 incubator에서 대조구 (PCA, saline) 와 함께 36℃ 에서 48 시간 동안 배양한 후 총균수를 측정하였다.

아. 대장균

대장균은 식품공전의 대장균시험 중 한도시험에 따라 시험하였다. 앞의 방법에 따라 준비한 검액 1ml를 3개의 EC broth(발효관)에 접종하고 44.5℃에서 24시간 배양한 후 개스발생이 인정되지 않은 발효관은 추정시험 음성으로 하고, 개스발생이 인정된 발효관은 추정시험 양성으로 하였다. 추정시험 양성인 경우 해당 EC발효관으로부터 1 백금이를 EMB 평판배지에 희선접종하여 35±1℃에서 24±2시간 배양한 후 집락표면이 금속성 푸른 빛을 띠며 중심부가 검붉은 색을 띠는 전형적인 집락을 취하여 유당부이온발효관 및 보통사면한천배지에 각각 접종하였다. 유당부이온발효관에 접종한 것은 35±1℃에서 48±3시간 배양하고, 보통한천사면배지에 각각 접종한 것은 35±1℃에서 24±2시간 배양하였다. 유당부이온발효관에서 개스발생이 인정된 경우에는 이에 해당하는 보통한천사면배지에 접종하여 배양한 집락을 위하여 그람 염색을 실시하고 검경하여 그람 음성, 무아포성간균이 인정될 때에는 대장균 양성으로 판정하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

1. 현미의 이화학적 특성 조사

가. 일반성분

4 가지 품종의 현미의 단백질 함량은 다수계인 태백이 8.80%로 가장 높았고, 철원산 오대가 6.47%로 가장 낮았다(Table 4). 쌀은 lysine과 threonine의 함량이 낮지만, 다른 곡류에 비하여 필수 아미노산 함량이 높으며, glutamic acid를 비롯한 비필수 아미노산의 함량은 낮은 편이다. 쌀단백질은 다른 곡류 단백질과는 달리 prolamin의 함량이 매우 낮으며, glutelin의 함량은 매우 높다. 그래서 쌀의 lysine 함량을 높히기는 어렵지만, 총단백질 함량을 높일 수는 있다. 쌀의 단백질 함량이 다른 것은 환경적 요인에 의하는 수도 있지만, 유전적 요인에 의하여 단백질 함량이 다를 수 있다. 단백질 함량을 7%에서 9%로 증가시키면 단백질에서의 lysine 함량이 약간 감소한다고 한다.

토양, 기온, 성장 기간 등의 환경적 요인은 현미의 단백질 함량에 가장 큰 영향을 주며, 회분 함량에도 영향을 줄 수 있다고 하지만, 지방 함량에는 영향을 거의 주지 않는다고 한다. 본 연구에서는 태백이 다른 품종에 비하여 단백질과 회분 함량이 높았는데, 이것은 품종에 기인하는 것으로 판단된다. 본 연구에서 동일한 품종이지만 생산지가 다른 밀양산 동진과 당진산 동진은 그 일반 성분에 있어서 거의 차이가 없었다. 다만 오대는 동진에 비하여 단백질과 지질 함량이 약간 낮았는데 이것이 품종에 의한 차이인지 생산지에 의한 차이인지는 판단하기 어려웠다. 지방함량은 2.1-2.5%로 큰 차이가 없었다.

나. 아밀로오스 함량, 총식이섬유, 비타민 E함량

Amylose 함량은 오대와 태백이 밀양산 동진과 당진산 동진에 비하여 높았다(Table 5). 각 시료중의 총식이섬유의 함량은 Fig.4에 나타낸 바와 같이 오대 > 당진 > 밀양 > 태백의 순으로서 오대가 가장 높았고 태백이 가장 낮았다. 비타민 E 함량은 밀양 > 오대 > 당진 > 태백의 순으로 밀양이 가장 높았고 태백이 가장 낮았으며 특히 태백에서는 현저한 감소를 보였다(Fig.5).

Table 4. Proximate composition of the brown rice varieties

Composition Varieties	Moisture	Protein	Fat	Ash	Starch
Dongjin(M)	13.54	7.88	2.20	1.17	65.91
Dongjin(D)	13.73	7.17	2.50	1.20	68.20
Ohdae	14.82	6.47	2.09	1.21	68.29
Taebaek	14.23	8.80	2.34	1.38	67.59

Table 5. Amylose content of the brown rice varieties (Mean ± S.D.)

Amylose (% Dry basis)	
Dongjin(M)	19.95 ± 0.69 ^b
Dongjin(D)	19.97 ± 0.11 ^b
Ohdae	21.30 ± 0.58 ^a
Taebaek	20.65 ± 0.64 ^{ab}

^{ab}Means with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

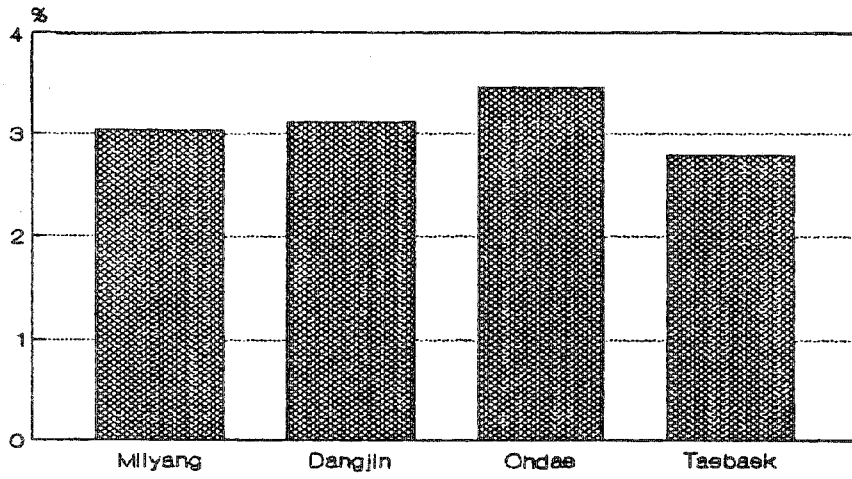


Fig.4 The total dietary fiber contents of the brown rice varieties

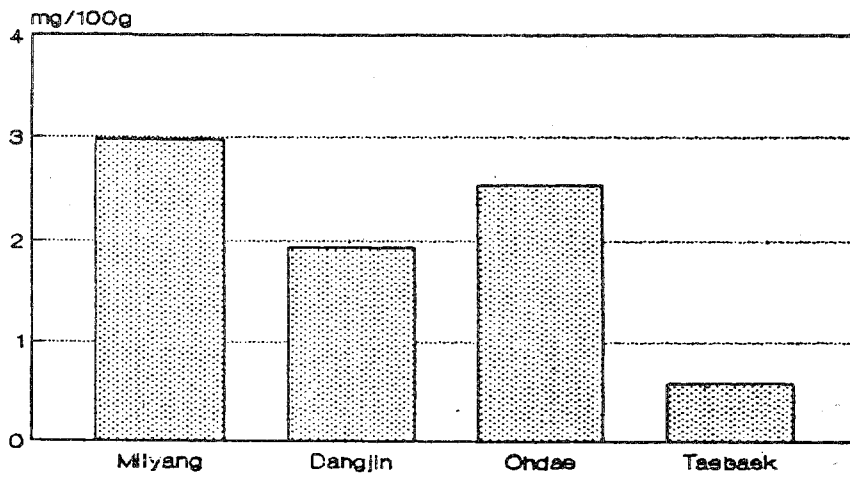


Fig. 5 The vitamin E contents of the brown rice varieties

다. 지방산 조성비

일반적으로 쌀에 함유되어 있는 주요한 지방산은 팔미틴산, 올레인산, 리놀레인산이며 전체 지방산의 약 95%를 차지하고 있다. 본실험에서는 이들 지방산과 스테아린산, 리놀레닌산의 조성을 검토하여 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 팔미틴산의 함량은 태백이 가장 높았고 다음은 오대였으며, 밀양산 동진벼와 당진산 동진벼는 거의 같은 값을 보였다. 스테아린산은 당진산 동진벼가 가장 높았고 다음은 밀양산 동진벼와 태백벼가 비슷한 값이었으며 오대벼가 가장 낮은 값을 보였다. 올레인산은 일반계인 동진벼(밀양산, 당진산 모두)와 오대는 거의 같았으나 태백이 현저하게 높았으며 리놀레인산은 반대로 태백이 다른 3시료에 비하여 현저하게 낮았다. Taira는 벼의 품종과 지방산 조성과의 관계를 검토하여 쌀의 지방산 조성은 벼품종간에 뚜렷한 차이가 있으며 특히 올레인산과 리놀레인산과는 부의 상관관계를 나타내며 이러한 상관관계로부터 품종 구별이 가능하다고 보고하고 있다. 본연구에서도 일반계인 3품종과 다수계인 태백은 올레인산과 리놀레인산에 있어서 현저한 변화를 보여 Taira의 연구결과를 뒷받침해 주고 있다.

또한 리놀레인산에 있어서는 오대와 태백이 동진에 비하여 낮은 경향을 나타내었고 지방산의 전체적인 패턴에 있어서는 같은 동진벼인 밀양과 당진은 거의 일치하였고 오대도 동진과 거의 유사하였으나 태백은 현저하게 다른 패턴을 보였다. 수종의 일반계 쌀과 다수계 쌀의 지방산조성을 조사한 타의 연구결과에서도 동진과 오대는 지방산조성이 비슷한 패턴을 보이나 태백은 다른 2종에 비하여 올레인산은 높고 리놀레인산은 낮아 본 연구결과와 일치하고 있다.

한편 평등은 품종의 조만성, 재배시기의 차이에 따라서도 지방산 조성이 변화하며 그 주요인은 등숙기온에 있다고 보고하였다. 즉, 등숙기온이 높을수록 지방 함유율과 올레인산은 증가하는 반면 리놀레인산은 감소하는

등 재배환경에 따라 지방산 조성에 차이를 보인다고 보고하고 있으나, 본 연구에서는 재배환경에 따른 지방산 조성에는 큰 차이를 찾아볼 수 없었다. 즉 간척지쌀인 당진산 동진벼와 내륙평야산인 밀양산 동진벼간에 있어서도 큰차이가 없었고 기온차가 심한 철원산 오대와 밀양산 동진벼 사이에 있어서도 뚜렷한 차이를 볼 수 없었다.

Table 6. Fatty acid composition of the brown rice varieties(%)

	Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
Dongjin(M)	21.51	1.44	36.77	37.69	1.52
Dongjin(D)	21.61	1.63	36.01	37.38	1.76
Ohdae	22.56	1.30	36.23	37.14	1.44
Taebaek	23.76	1.41	42.77	29.14	1.28

2. 현미의 품종별 영양특성 차이 조사

가. 체중증가량, 식이효율 및 단백질 이용효율

흰쥐를 3주간 현미만으로 사육하였을 때 실험 기간 동안의 체중 변화는 Fig.6에 나타내었다. 체중 증가량은 당진산 동진과 태백이 밀양산 동진과 오대에 비하여 높았으며, 식이효율 및 단백질 이용효율은 태백이 다른 품종에 비하여 낮은 경향을 보였다(Table 7). 그러나 품종에 따른 체중 증가량, 식이효율, 단백질이용효율에 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 1983년의 농촌영양개선연수원의 연구 결과에 의하면 백미가루만

쥐에게 4주간 급여한 실험에서 태백을 비롯한 다수계가 일반계에 비하여 체중증가량은 높았으나, 식이효율 및 단백질이용효율은 다수계가 일반계에 비하여 낮았다. 이는 본 연구 결과와 일치하는 것이다. 쥐에게 백미를 섭취시켰을 때 단백질의 질이 저하되는 것은 단백질의 함량이 증가된 부분에서만 일어난다고 한다. 즉 백미의 단백질 함량이 증가함에 따라 이용할 수 있는 부분이 증가한다. 쌀의 함량이 일정하도록 (질소 함량은 같지 않음) 사람에게 섭취시켜서 질소 평형 실험을 실시하였을 때 단백질 함량이 높을수록 이용할 수 있는 단백질이 증가한다고 한다. 그러나 본 연구에서는 단백질 함량이 다른 현미로 사육하였을 때, 단백질 함량이 가장 높은 태백이 체중증가량이 가장 컸었던 것은 이것을 뒷받침하지만, 태백이 식이효율과 단백질 이용효율은 다른 군과 차이가 없었던 것을 이것과 일치하지 않는다.

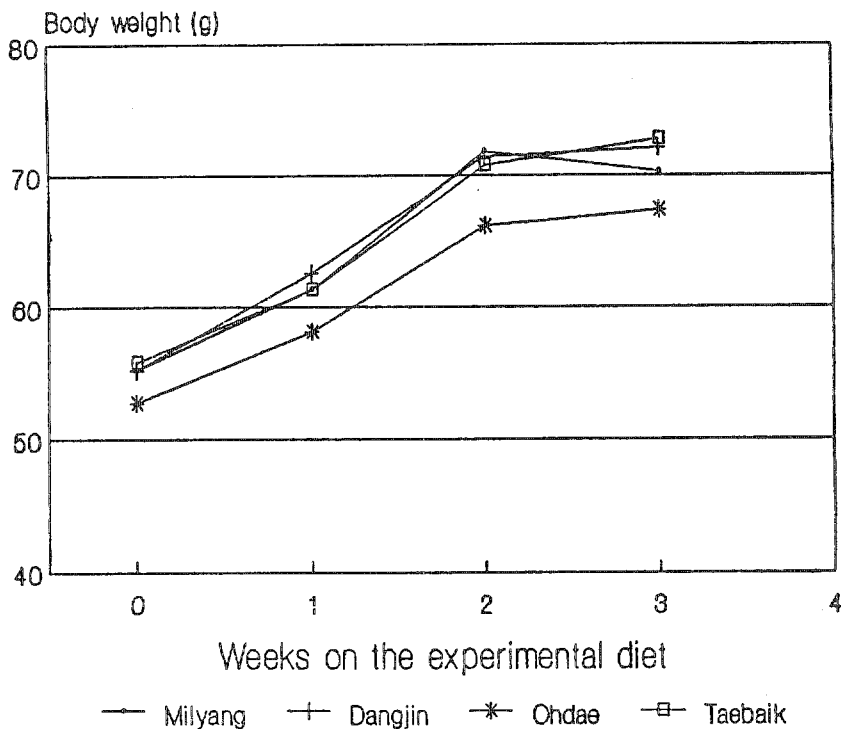


Fig. 6 Body weight change of the brown rice-fed rats

Table 7. Food efficiency ratio(FER) and protein efficiency ratio(PER) of the brown rice-fed rats (Mean \pm SEM)

	Dongjin(M)	Dongjin(D)	Ohdae	Taebaek
Initial body weight(g)	55.1	55.2	52.7	55.8
Final body weight(g)	70.2	72.0	67.4	72.7
Weight gain(g)	15.1	16.8	14.7	16.9
FER	0.089 \pm 0.04	0.089 \pm 0.03	0.083 \pm 0.02	0.067 \pm 0.03
PER	1.14 \pm 0.45	1.49 \pm 0.38	1.29 \pm 0.39	0.91 \pm 0.33

나. 주요 장기의 무게

현미만으로 사육한 쥐의 주요 장기 무게를 살펴보면 간과 신장은 체중 100g당 무게가 밀양산 동진이 다른 군에 비하여 높았다(Table 8).

다. 혈중알부민

각종 현미가 혈중 알부민 농도에 미치는 영향을 Table 9에 나타내었다. 즉 태백이 가장 높고, 밀양산 동진벼와 당진산 동진벼는 거의 비슷한 값을 나타내었고 오대가 가장 낮은 값을 보였다. 앞에서 언급한 시료의 단백질 함량에 있어서도 태백이 가장 높고 다음은 밀양, 당진이었으며, 오대가 현저하게 낮은 등 그 경향이 거의 일치하고 있어 쌀 단백질만 식이 단백질 급원으로한 본 실험에서는 쌀단백질이 바로 체내 단백질 영양에 반영되어 혈장알부민에서 차이를 나타내는 것으로 사료되었다.

Table 8. Tissue weight of the brown rice-fed rats

	Dongjin(M)	Dongjin(D)	Ohdae	Taebaek
Liver (g)	2.087	2.041	1.951	2.029
(g/100g BW)	3.054	2.841	2.901	2.802
Kidney(g)	0.739	0.688	0.665	0.700
(g/100g BW)	1.053	0.958	0.990	0.970
Spleen(g)	0.177	0.182	0.141	0.686
(g/100g BW)	0.247	0.255	0.214	0.233

Table 9. Plasma albumin contents of the brown rice-fed rats
(Mean \pm SEM)

	Albumin(g/100ml)
Millyang	3.028 \pm 0.066
Dangjin	3.167 \pm 0.238
Ohdae	2.902 \pm 0.055
Taebaek	3.356 \pm 0.077

라. 혈중 포도당 및 인슐린 농도

현미만으로 3 주간 쥐를 사육하였을 때 혈장 포도당과 인슐린 함량에 품종간의 차이는 없었다(Table 10).

Table 10. Plasma glucose and insulin content of the brown rice-fed rats(Mean \pm SEM)

	glucose (mg/100ml)	insulin (μ U/ml)
Dongjin(M)	65.29	40.95
Dongjin(D)	51.93	36.78
Ohdae	64.44	41.13
Taebaek	63.12	40.10

마. 혈중 콜레스테롤과 중성지방

혈중 콜레스테롤 농도를 보면, 밀양산 동진과 오대는 당진산 동진과 태백에 비하여 높은 값을 보였으며 중성지방은 밀양산, 당진산 동진벼가 오대와 태백에 비하여 낮은 값을 보였다(Table 11). 그러나 이러한 결과는 앞에서 언급한 시료의 성분들과 비교해 보아도 설명이 불가능하였다. 또한 본실험에서는 성장기의 어린 쥐에 각종 쌀이 성장에 미치는 영향을 정확히 파악하기 위해 다른 영양성분은 첨가하지 않고 현미만을 급여하였으므로, 성장율이 매우 낮았고 희생전 건강상태가 매우 낮았으므로 혈중 지질농도의 변화를 정확하게 평가하기에 어려움이 있었다.

Table 11. Plasma cholesterol and triglyceride contents of the brown rice-fed rats (Mean \pm SEM)

	Cholesterol (mg/100ml)	Triglyceride (mg/100ml)
Dongjin(M)	45.62	119.7
Dongjin(D)	35.77	118.7
Ohdae	42.66	125.6
Taebaek	36.48	121.3

3. 현미 중심 조합 식이의 영양특성

가. 체중 증가량, 식이효율 및 단백질 이용 효율

현미 조합 식이로 4주간 사육하였을 때 실험기간 동안의 체중 증가를 Fig.7에 나타내었다. 체중 증가량은 오대군과 태백군이 다른 군에 비하여 높았으며, 식이 효율과 단백질이용효율은 군간에 유의적인 차이가 없었다(Table12). Roxas 등(1979)은 high-protein rice(11.0%)와 low-protein rice(7.1%)를 casein을 대조군으로 하여 8명의 필리핀 어린이에게 섭취시켰다. 하루에 250mg의 N과 100kcal/kg body weight를 공급하였다. Apparent digestibility는 high-protein rice는 60%이었으며, low-protein rice는 66.2%이었고 Casein 대조군은 80.8%이었다. Apparent nitrogen retention은 high-protein rice는 23.4%, low-protein rice는 26.9%이었으며, casein 대조군은 38.6%이었다. 그리하여 Roxas 등은 백미의 단백질 함량을 증가시키면 단백질의 질이 저하된다고 주장하였다. 이 주장은 본 연구에서도 어느 정도 일치한다. 태백은 단백질 함량이 다른 품종에 비

하여 높으며, 체중증가량은 다른 품종에 비하여 높지만 단백질효율은 차이가 없었다. Santiago 등(1984)은 현미와 백미의 단백질 이용을 연구하기 위하여 어린이에게 N 공급량의 2/3는 쌀에서 공급하고 1/3은 casein에서 공급하였다. 그 결과 현미와 백미는 N absorption과 retention에서 차이가 없었다. 그러나 현미는 백미에 비하여 energy와 지방의 이용율은 낮았다. Casein diet는 현미와 백미 식이보다 apparent N absorption이 더 높았으나, N retention은 casein, 현미, 백미 식이간에 차이가 없었다. 본 연구 결과에 의하면 현미군과 casein군간에 식이효율과 단백질효율이 차이가 없었으며, 품종들간에도 유의적인 차이는 없었다. 이것은 Santiago의 결과와 일치하는 것이다.

주요 장기 무게는 Table 13에 나타내었다. 당진산 동진군이 다른 군들에 비하여 간장, 신장, 비장의 단위 체중당 무게가 컸었다.

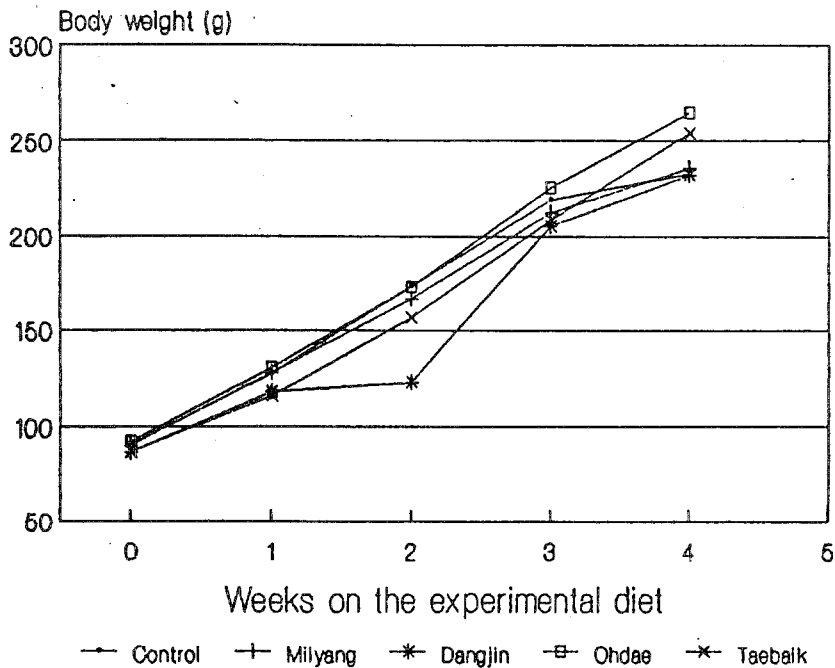


Fig.7 Body weight change of the rats fed with the brown rice-based diets

Table 12. Food efficiency ratio(FER) and protein efficiency ratio(PER) by the brown rice-based diet (Mean \pm SEM)

	Control	Dongjin(M)	Dongjin(D)	Ohdae	Taebaek
Initial body weight(g)	90.8	90.3	86.8	92.4	87.3
Final body weight(g)	233.1	235.7	232.4	264.9	254.4
Weight increment(g)	142.3	145.4	145.6	172.5	167.1
FER	0.30 \pm 0.02	0.29 \pm 0.05	0.30 \pm 0.01	0.32 \pm 0.02	0.31 \pm 0.05
PER	1.41 \pm 0.13	1.64 \pm 0.29	1.42 \pm 0.08	1.62 \pm 0.09	1.85 \pm 0.56

Table 13. Tissue weight by the brown rice-based diet

	Control	Dongjin(M)	Dongjin(D)	Ohdae	Taebaek
Liver (g)	6.167	5.960	5.828	6.297	6.275
(g/100g BW)	2.740	2.587	2.203	2.485	2.723
Kidney(g)	1.794	1.698	1.623	1.872	1.795
(g/100g BW)	0.757	0.740	0.612	0.745	0.791
Spleen(g)	0.515	0.541	0.548	0.523	0.569
(g/100g BW)	0.217	0.233	0.206	0.203	0.274

나. 단백질 및 전분 소화율

Table 14에는 현미조합식이에 의한 식이섭취량, 분변 배설량, 단백질 소화율, 전분 소화율을 나타내었다. 현미군들은 대조군에 비하여 식이섭취량이 적었는데도 불구하고 분변 배설량은 오히려 많았다. 이것은 옥수수전분과 같이 정제된 식품보다는 현미의 섭취에 의하여 장의 기능이 활발하였음을 보여준다.

단백질의 소화율은 대조군이 현미군들에 비하여 유의적으로 높았으며, 현미군들 간에는 유의적인 차이는 없었다. 이것은 단백질을 casein만으로 급여하였을 때에 비하여 casein에 쌀단백질이 혼합된 경우에는 소화율이 낮아진 것이며, 다른 연구자도 이와 같은 결과를 보고하였다. 현미의 단백질 소화율은 95%, 백미는 거의 100%로 알려져 있다. 전분의 소화율에서도 대조군이 현미군들에 비하여 높았으며, 현미군들 간에는 차이는 없었다.

다. 혈중 알부민

Table 15에 나타낸 혈장 알부민 농도를 보면, 대조군과 동진벼는 거의 비슷한 값을 나타내었고 이들 3군은 오대와 태백에 비하여 유의하게 높았다. 각 군간의 이러한 차이는 시료의 단백질 함량 차이와도 일치하지 않고, 식이중에 첨가한 카제인량과도 일치하지 않아 그 원인에 대해서는 본 실험조건으로서는 판단하기 어렵다. 앞에서 현미만 급여했을 때는 혈중 알부민 농도는 시료쌀의 단백질 함량차이와 거의 비슷한 경향을 보였으나 이와는 달리 단백질원으로서 카제인을 혼합한 본 실험에서는 시료 간의 단백질 함량 차이에 대한 반응은 사라지는 것으로 사료되었다.

Table 14. Digestibility of protein and starch of the brown rice-based diet for three days (Mean \pm SEM)

	Control	Dongjin(M)	Dongjin(D)	Ohdae	Taebaek
Diet intake(g)	97.0 \pm 14.6	62.0 \pm 21.8	66.4 \pm 20.9	75.7 \pm 20.4	75.1 \pm 11.2
Protein intake(g)	19.4 \pm 2.9	12.4 \pm 4.4	13.3 \pm 4.2	15.2 \pm 4.1	15.0 \pm 2.3
Starch intake(g)	56.5 \pm 0.46	32.4 \pm 11.4	34.3 \pm 10.8	39.1 \pm 10.5	38.8 \pm 5.8
Wet fecal weight(g)	6.3 \pm 1.8	7.0 \pm 2.5	7.4 \pm 1.7	9.4 \pm 2.9	8.3 \pm 2.7
Fecal weight after drying(g)	3.4 \pm 1.8	4.1 \pm 2.5	4.8 \pm 3.4	6.9 \pm 1.9	6.0 \pm 1.2
Fecal protein(g)	0.56 \pm 0.19	0.73 \pm 0.44	0.89 \pm 0.37	1.04 \pm 0.31	0.80 \pm 0.19
Fecal starch(g)	0.043 \pm 0.019	0.073 \pm 0.040	0.096 \pm 0.039	0.089 \pm 0.030	0.068 \pm 0.022
Protein digestibility(%)	96.9 \pm 0.55 ^a	94.0 \pm 1.61 ^b	93.2 \pm 2.82 ^b	93.1 \pm 1.11 ^b	94.8 \pm 0.66 ^{ab}
Starch digestibility(%)	99.9 \pm 0.0 ^a	99.8 \pm 0.0 ^{bc}	99.8 \pm 0.058 ^c	99.8 \pm 0.05 ^{bc}	99.9 \pm 0.058 ^{ab}

^{a,b,c} Means with the same letter within a row not significantly different.

Table 15. Plasma albumin contents by the brown rice-based diet
(Mean \pm SEM)

	Albumin(g/100ml)
Control	3.198 \pm 0.063
Dongjin(M)	3.121 \pm 0.084
Dongjin(D)	3.353 \pm 0.061
Ohdae	2.960 \pm 0.088
Taebaek	2.910 \pm 0.190

라. 혈중 포도당, 인슐린 및 뇨포도당 배설량

현미조합식이에 의한 혈장 포도당과 insulin의 농도는 군들간에 차이가 없었다(Table 16). 일반적으로 정제된 식이는 정제의 정도가 덜 한 식이보다 혈당치 및 insulin치를 낮춘다고 알려져 있으나, 본 연구에서는 현미군들은 대조군에 비하여 혈당치 및 insulin치를 낮추는 효과가 없었다.

현미군들은 대조군에 비하여 뇨의 배설량이 많았다. 뇨포도당 농도는 밀양산 동진과 당진산 동진은 오대, 태백에 비하여 높았다. 총 뇨포도당 배설량은 밀양산 동진을 제외하고는 당진산 동진, 오대, 태백이 대조군에 비하여 많았다(Table 17).

Table 16. Plasma glucose and insulin content by the rice-based diet
(Mean±SEM)

	glucose (mg/100ml)	insulin (μ U/ml)
Control	38.83± 4.82	40.43 ± 3.99
Dongjin(M)	49.53± 5.51	41.89 ± 4.45
Dongjin(D)	41.72±10.78	34.81 ± 3.25
Ohdae	39.74±13.72	40.66 ± 2.50
Taebaek	32.13± 3.63	43.47 ± 3.83

Table 17. Urinary glucose excretion for three days by the brown rice-based diet (Mean ± SEM)

	Control	Dongjin(M)	Dongjin(D)	Ohdae	Taebaek
Urine volume(ml)	17.3± 5.5	23.1± 2.4	27.9± 1.5	25.5± 3.6	26.3± 1.7
Urinary glucose(μ g/ml)	9.8± 6.8	4.5± 2.8	5.5± 1.8	9.2± 3.2	7.8± 3.7
Total urinary glucose(mg)	0.11±0.022 ^{bc}	0.093±0.063 ^c	0.16±0.082 ^{abc}	0.21±0.043 ^a	0.19±0.066 ^{ab}

^{a,b,c} Means with the same letter within a row are not significantly different.

마. 혈중 지질농도

현미조합식이 및 대조군의 혈중 중성지방, 콜레스테롤, 인지질의 농도는 Table 18과 같다. 혈중 중성지방은 옥수수전분군이 가장 높고 나머지 현미군에 비해 통계적으로 유의하게 높았다. 같은 현미군간에는 당진, 밀양이 높은 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 콜레스테롤 농도에 있어서도 옥수수전분군이 유의하게 높았으며 현미군간에는 유의차가 없었고 인지질 농도에서도 옥수수전분군이 높은 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 이와같이 조합식에 있어서도 현미군간에는 뚜렷한 차이가 없었고 어떤 일관된 경향을 보이지 않았으나 현미군들은 전체적으로 대조군 보다는 현저히 낮은 값을 보였다.

Table 18. Plasma triglyceride, cholesterol and phospholipid by the brown rice-based diet (Mean \pm SEM)

	Triglyceride (mg/100ml)	Cholesterol (mg/100ml)	Phospholipid (mg/100ml)
Control	81.47 \pm 15.477	72.02 \pm 2.152	79.03 \pm 0.577
Dongjin(M)	56.32 \pm 5.262	46.65 \pm 2.554	67.51 \pm 4.390
Dongjin(D)	64.85 \pm 3.253	57.18 \pm 5.211	80.51 \pm 8.695
Ohdae	42.10 \pm 7.891	62.72 \pm 1.763	65.66 \pm 7.422
Taebaek	42.20 \pm 1.190	53.34 \pm 3.982	58.47 \pm 1.947

바. 간장 및 분변중의 지질 농도

Table 19에는 간장중의 콜레스테롤, 인지질 및 분변중의 콜레스테롤 배설량의 변화를 나타내었다. 간장중의 콜레스테롤 함량은 현미군들이 대조군에 비하여 현저하게 낮았고 현미군간에는 다수계인 태백이 약간 높은 경향을 보였으나 다른 3군은 거의 비슷한 값을 나타내어 혈중에서와 비슷한 경향을 나타내고 있다. 간장중 인지질은 군간에 별다른 차이가 없었다. 한편 분변중의 콜레스테롤 배설량을 보면 분변 단위 g당 배설되는 콜레스테롤 량에는 대조군과 현미군간에 차이를 보이지 않고 거의 비슷한 값을 보였다. 그러나 뒤에서 언급하는 분변량에서 현미군이 대조군보다 1.5-2배 정도 높은 점을 감안하면 흰쥐 한마리당 1일에 배설하는 콜레스테롤량은 쌀군들이 대조군에 비하여 현저하게 높다. 따라서 혈중 및 간장중에서 현미군들이 대조군에 비하여 낮은 콜레스테롤 수준을 보인것은 변으로의 배설량이 대조군보다 컸던 것에 기인한다고 추측된다.

Table 19. Liver cholesterol, phospholipid and fecal cholesterol by the brown rice-based diet (Mean \pm SEM)

	Liver cholesterol	liver phospholipid	Fecal cholesterol
			(mg/g)
Control	4.93 \pm 0.513	20.9 \pm 1.335	3.19 \pm 0.171
Dongjin(M)	3.48 \pm 0.050	23.8 \pm 0.991	3.23 \pm 0.209
Dongjin(D)	3.19 \pm 0.393	23.0 \pm 1.977	3.49 \pm 0.209
Ohdae	3.39 \pm 0.161	22.4 \pm 1.455	3.17 \pm 0.160
Taebaek	4.09 \pm 0.272	23.1 \pm 1.375	3.15 \pm 0.122

4. 현미급여가 체내 지질대사에 미치는 영향

생체내에서의 지질대사는 식이성분 특히 지질을 비롯한 당질, 단백질 등의 열량급원과 미량성분들, 또는 식이패턴에 의해서 변화하며, 그 식이성분의 량과 질에 따라 지질대사의 이상을 유발 할 수 있고 방지 할 수도 있다. 식이성분중 당질급원이 체내 지질대사에 미치는 영향에 대해서는 옛부터 동물실험 및 임상실험을 통하여 많은 연구가 이루어져 왔다. 예를 들면 glucose, sucrose와 같은 단순당류는 starch와 같은 다당류에 비하여 체내 지질함량을 높히며, 지방급원으로서 동물성 지방을 급여하였을 때에는 이들 당질급원의 차이가 더욱 현저하다고 알려져 왔다. 또한 sucrose는 starch에 비하여 간장중의 지방산 합성관련 효소 활성도를 증가시키고 동시에 혈중 중성지방함량도 높힌다고 알려져 있다. 이와 같이 지질대사에 미치는 sucrose와 starch간의 비교연구는 비교적 많이 수행되어 왔으나 starch의 종류에 따른 연구는 당질대사를 중심으로만 주로 연구되어 왔으며 지질대사에 미치는 영향에 대해서는 연구가 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 흰쥐에게 한국인이 섭취하고 있는 주요 당질급원인 쌀(현미, 백미)과 밀, 옥수수전분, 설탕을 급여하여 이들 당질급원의 차이가 체내 지질대사에 미치는 영향을 검토하고자 하였다.

가. 체중, 식이효율 및 장기무게

사육중 체중변화, 식이 섭취량, 식이효율을 Table 20과 Fig.8에 나타내었다.

체중증가량은 군간의 통계적 유의차는 없었으나 백미군이 가장 높은 편이었고 밀가루군이 가장 낮았으며 현미군과 옥수수 전분군은 거의 비슷한 값을 나타내었다. 식이섭취량에 있어서도 백미군이 가장 높았으며 백미군 > 현미군 > 옥수수 전분군 > 밀가루군 > 설탕군의 순으로 설탕군이

가장 낮았다. 식이효율 및 단백질 이용효율에서는 각군에 따른 별다른 차이가 없고 거의 비슷한 값을 나타내었다. 백미군에 있어서 식이효율은 다른군과 거의 동일하였으나 체중증가율이 높았던 것은 식이섭취량이 높았던 때문으로 사료된다. 이는 지방원을 옥수수유로 하여 현미와 백미를 섭취시켜 현미와 백미의 체중증가를 비교한 결과 백미군이 현미군보다 다

Table 20. Body weight gain, food intake, food efficiency ratio and protein efficiency ratio(Mean \pm SEM)

	Sucrose	Corn starch	Brown rice	Milled rice	Wheat
Initial BW (g)	112.0 ^{ns} \pm 4.10	115.6 \pm 5.82	113.9 \pm 3.76	112.5 \pm 5.25	113.5 \pm 5.08
Final BW (g)	308.0 ^{ab} \pm 9.03	319.5 ^{ab} \pm 11.59	319.3 ^{ab} \pm 7.34	334.6 ^a \pm 9.86	306.3 ^b \pm 10.84
Weight gain (g)	196.1 ^b \pm 5.74	203.9 ^{ab} \pm 7.61	205.4 ^{ab} \pm 7.02	221.5 ^a \pm 5.89	192.8 ^a \pm 6.14
Food intake (g)	481.6 ^b \pm 40.17	503.2 ^{ab} \pm 38.86	517.3 ^{ab} \pm 35.72	553.3 ^a \pm 39.32	493.9 ^b \pm 45.03
Food efficiency ratio	0.41 ^{ns} \pm 0.007	0.41 \pm 0.006	0.40 \pm 0.003	0.41 \pm 0.008	0.39 \pm 0.013
Protein efficiency ratio	2.04 ^{ns} \pm 0.038	2.03 \pm 0.032	1.98 \pm 0.016	2.00 \pm 0.021	1.96 \pm 0.069

^{ab}Means with the same letter within a column are not significantly different.

소 높은 체중증가를 보였다는 김과 원의 연구결과와 유사한 경향이다. 또한 농촌영양개선연수원에서 한 연구결과에 의하면 백미식이 밀식에 비해 유의하게 높은 체중을 보였으며 식이효율 및 단백질 이용효율도 백미식이 유의하게 높았다고 보고하고 있다. 그러나 본 실험에서는 체중증가율은 밀군이 백미군에 비해 유의차는 없었으나 크게 낮은 값을 나타내어 선행연구와 비슷한 경향을 보이거나 식이효율 및 단백질 이용효율은 선행연구와는 달리 그 차가 거의 없었다. 한편 박은 고지방식이, 고콜레스테롤식이, 설탕식을 비교한 실험에서 설탕식이 옥수수전분식보다 높았으며 이는 섭취량의 증가에 의해 나타난 현상이라고 보고하고 있으나 본 실험에서는 설탕식이군이 전분식에 비해 식이섭취량이 낮게 나타나 서로 상이한 결과를 보이고 있다.

각군에 따른 간장, 신장, 심장 및 비장의 무게를 Table 21에 나타내었다. 우선 간장의 무게를 보면 설탕군이 가장 높았고 밀가루군이 다른 군에 비해 유의하게 낮았으며 옥수수전분군, 쌀군간에는 유의차가 없었다. 박의 실험에서도 간장의 무게는 설탕식이 옥수수전분 식이보다 높게 나타나 본 연구결과와 일치하고 있다. 다른 4군에서는 간장의 무게가 체중과 비례하고 있었으나 설탕군의 경우는 체중이 낮은데에도 간장의 무게가 유의하게 높은 특이성을 보이는 등 간장의 무게는 식이에 의하여 영향을 받는 것으로 사료되었다. 신장의 무게는 각군 모두 비슷한 값을 보여 당질급원에 전혀 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 심장의 경우는 밀군은 백미군에 비해 유의하게 낮은 값을 보였는데 이는 체중의 차이와 유사한 경향이다. 비장의 무게에 있어서도 밀군에서 유의하게 낮아 밀군은 주요장기 전반에 걸쳐 현저하게 낮았다.

Table 21. Weight of liver, kidney, heart and spleen in the experimental rats
(Mean \pm SEM)

	Sucrose	Corn starch	Brown rice	Milled rice	Wheat
Liver	10.73 ^a ± 0.521	9.56 ^{ab} ± 0.462	9.36 ^{ab} ± 0.314	10.17 ^{ab} ± 0.389	9.22 ^b ± 0.486
Kidney	2.34 ^{ns} ± 0.081	2.21 ± 0.071	2.28 ± 0.061	2.39 ± 0.122	2.25 ± 0.099
Heart	0.95 ^{ab} ± 0.022	0.92 ^{ab} ± 0.028	0.94 ^{ab} ± 0.027	0.98 ^a ± 0.041	0.88 ^b ± 0.022
Spleen	0.69 ^a ± 0.043	0.58 ^b ± 0.042	0.62 ^{ab} ± 0.023	0.61 ^{ab} ± 0.031	0.58 ^b ± 0.013

^{ab}Means with the same letter within a column are not significantly different.

나. 혈중 포도당 및 인슐린

혈중 포도당 및 인슐린의 변화를 Table 22에 나타내었다. 혈중 포도당 농도는 각군에 따른 유의차는 인정되지 않았으나 백미군>옥수수전분군>현미군>밀가루군>설탕군의 순으로 설탕군이 현저하게 낮은 값을 보였다. 전분급원의 차이가 혈당에 미치는 영향에 대해서는 지금까지 많은 연구결과들이 나와 있으며 주로 식후 혈당반응을 중심으로 검토되어 왔다(Crapo et al, 1977,1981, Miller et al. 1992). 즉, 설탕과 같은 단순당질은 전분에 비하여 식후 혈당반응이 급격하며 같은 전분중에서도 전분급원의 식품에 따라 다르게 나타난다(Crapo et al, 1977,1981). 예를 들면 사람에게 감자, 빵, 밥, 설탕을 각각 당질급원으로 주어 식후 혈당반응을 검토하였을 때 설탕이 가장 높고 다음은 감자, 빵의 순이었으며 밥이 가장 낮은 것으로 보고되어 있으며 이러한 현상은 환자에게 더 뚜렷하게 나타나는 것으로 보고되어 있다(Miller et al. 1992). 설탕군의 혈당이 가장 낮았던 본 연구결과는 이 결과와는 일치하지 않는다. 이러한 차이는 실험대상이 사람과 흰쥐로서 다르다는 점, 장기간 투여와 식후 혈당반응이라는 차이도 생각 할 수 있으나 적어도 본 실험조건에서는 일반적으로 알려져 있는 식후 혈당 반응의 패턴이 장기간투여시의 공복치 혈당치에 그대로 반영되지는 않는다는 것을 알 수 있다. 또한 본 실험에서 설탕군의 혈당치가 다른군에 비하여 현저히 낮았던 것은 혈중지질농도가 설탕군에서 현저히 높았다는 점과 앞서 언급한 바와 같이 설탕식이는 타 전분식이에 비하여 lipogenic enzyme의 활성이 현저히 높다는 점(McCusker et al. 1983) 등으로 미루어 볼 때 섭취한 설탕이 다른 전분에 비하여 많은 부분이 빠른속도로 지질로 변환되었기 때문에 높은 지질농도와 낮은 혈당치를 나타낼 가능성이 크다고 사료된다.

Table 22. Plasma glucose and insulin in the experimental rats(Mean \pm SEM)

	Glucose (mg/100ml)	Insulin (uU/ml)
Sucrose	55.37 \pm 5.175 ^{ns}	52.01 \pm 2.064 ^a
Corn starch	71.63 \pm 6.103	50.31 \pm 1.704 ^{ab}
Brown rice	65.39 \pm 6.929	40.89 \pm 3.803 ^c
Milled rice	72.87 \pm 5.909	42.23 \pm 1.344 ^{bc}
Wheat flour	60.14 \pm 4.139	60.14 \pm 2.236 ^{abc}

^{ab}Means with the same letter within a column are not significantly different.

다. 혈중 지질농도

당질 급원에 따른 혈액중의 중성지방, 총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 인지질의 함량 변화는 Table 23과 같다. 우선 중성지방 함량을 보면 설탕군이 다른 4군에 비하여 가장 높았고 백미군이 가장 낮았으며 통계적으로 유의차가 있었다. 또한 옥수수전분군, 현미군, 밀가루군은 거의 비슷한 값을 보였다. 일반적으로 설탕식이를 섭취한 흰쥐에서는 복합전분식이 보다 혈중 중성지방이 증가하는 것으로 알려져 있고 (Basilic et al. 1984, Berdanier et al. 1979) 이는 사람을 대상으로 한 실험에서도 (Akinyanju

et al., 1968) 확인되어 있으며 설탕에 의한 고중성지방혈증은 허혈성 심 질환의 위험요소로서 작용할 가능성이 크다고 알려져 있다. 흰쥐의 정상 식이에서 전분대신 설탕으로 대체하게 되면 lipogenesis에 관련된 rate-limiting enzymes 예를 들면, glucokinase, G6PDH, 6-phosphogluconate dehydrogenase, fatty acid synthetase 등의 효소활성이 전분식이보다 유의하게 증가하여 결국 혈중중성지방의 증가로 나타난다고 한다(Bouillon and Berddanier 1983, DeSchrijver and Privett 1983). 이외에도 설탕에 의한 고중성지방혈증은 내인성 중성지방의 증가, VLDL-TG로서의 분비증가 등도 그 작용기작의 하나로 설명되어 지고 있다. 한편 밀가루와 백미의 식이를 비교 검토한 타(농촌영양개선연수원 1993)의 실험결과에서는 갓 이유한 SD계 흰쥐(50-60g)에서는 밀가루와 백미군간의 혈중중성지방에 전혀 차이를 보이지 않았고 9주령(250-300)된 흰쥐에서는 통계적인 유의차는 없었으나 밀군이 백미군보다 오히려 낮은 값을 나타내어 본 연구결과와 일치하지 않고 있으며 이러한 결과의 차이는 실험조건의 차이에 의한 가능성이 있으나 좀더 많은 연구가 요구된다.

총콜레스테롤 농도에 있어서도 각군간에 통계적인 유의차를 보였는데, 설탕군이 가장 높았고 다음은 옥수수전분군이었으며 백미군이 가장 낮은 값을 나타내었다. 또한 백미군은 옥수수전분군, 설탕군에 비하여 유의하게 낮은 값을 나타내었으나 현미군, 밀가루군과는 통계적인 유의차가 없었다. HDL콜레스테롤은 당질급원에 따른 차이를 보이지 않았다. 인지질의 농도는 설탕군, 옥수수전분군이 다른 3군에 비하여 높은 경향을 나타내었고 밀가루군은 설탕군에 비하여 통계적으로 유의하게 낮은 값을 보였다. 설탕군과 옥수수전분간에 나타난 본 연구 결과는 토끼를 이용한 실험에서 설탕군이 전분군보다 혈중 콜레스테롤치가 높았다는 Krichevsky 등(1973)의 연구결과와 일치한다. 또한 토끼에게 수종의 전분을 급여하여 4주간 사육한 후 혈중 콜레스테롤 농도를 조사한 실험(Carrol and

Hamilton 1975)에서는 밀전분> 옥수수 전분> 쌀전분> 감자전분의 순으로 밀전분이 가장 높았고 감자가 가장 높게 나타났다. 본 실험결과와 비교하면, 본 연구에서는 쌀과 밀에서 전분을 직접 분리한 것은 아니라는 차이점은 있으나 쌀이 밀전분, 옥수수 전분보다 낮았다는 점에서는 일치하나 밀전분이 옥수수 전분보다 높다는 결과에서는 일치하지 않고 있다. 또한 그들은 글루코스, 밀전분, 감자전분을 비교한 다른 실험에서도 감자전분이 고콜레스테롤 혈증을 예방하는데 유효하다고 보고하고 있다. 본 실험에서는 감자전분은 검토하지 않았으나 쌀식이 고지혈증을 예방하는데 효과적인 것으로 나타났다. 한편, 현미군의 혈중 콜레스테롤 농도를 보면 설탕군, 옥수수전분군에 비해서는 유의하게 낮은 값을 보여 혈중 콜레스테롤 저하효과를 나타내었으나 백미보다는 높은 값을 보였다. 일반적으로 현미에 함유되어 있는 미강, 또는 미강유는 혈중 콜레스테롤을 저하시키는 효과가 있고 이는 실험동물에서 뿐만 아니라 사람을 대상으로 한 실험(Sharma and Rumiki 1986)에서도 확인되어 있으며 고지혈증 상태일 경우 그 효과가 더 뚜렷하게 나타난다고 알려져 있다. 예를 들면, 고콜레스테롤 혈증 햄스터에게 미강과 미강유를 주었을 때 콜레스테롤 저하효과가 현저하였다는 Kahlon(1989)등의 보고, 흰쥐에게 미강유를 식이의 10%로 첨가하였을 때 혈중 총콜레스테롤, LDL콜레스테롤, VLDL콜레스테롤은 유의하게 감소하였고 HDL콜레스테롤은 반대로 증가하였다는 Sharma와 Rumiki(1986)의 보고, 고지혈증 환자에게 6주간 미강을 주었더니 혈중 총콜레스테롤, LDL콜레스테롤, VLDL콜레스테롤의 감소와 HDL콜레스테롤의 증가가 있었다는 보고, 미강유의 효과 등이 있다. 또한 미강의 이러한 콜레스테롤 저하 효과는 미강중의 식이섬유, sitosterol, vitamin E와 미강유중의 불포화 지방산에 의한 효과라고 알려져 있다. 따라서 본 실험에서도 현미의 효과가 백미보다도 크리라고 예상하였으나 혈중지질농도에는 백미가 더 낮은 값을 보여 현미중 미강부분이 크게 영향을 미친다고 보기는 어려웠다. 이미 언급한 바와 같이 미강의 효과에

관한 보고는 다수이나 미강을 함유하는 현미상태를 검토한 보고는 매우 적어 충분한 비교검토가 어렵다. 현미와 백미간에 나타난 본 실험결과는 백미식이에 미강을 3% 수준으로 첨가하였더니 혈중 총지방함량과 콜레스테롤량이 증가하였다는 유의 결과와는 일치하는 경향이다.

Table 23. Concentration of plasma triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and phospholipid in the experimental rats(Mean \pm SEM)

	Sucrose	Corn starch	Brown rice	Milled rice	Wheat
	(mg/100ml)				
Triglyceride	83.44 ^a \pm 9.86	49.58 ^b \pm 7.74	42.15 ^b \pm 6.61	32.90 ^c \pm 8.91	57.60 ^{ab} \pm 9.11
Total cholesterol	105.2 ^a \pm 5.71	97.43 ^{ab} \pm 3.53	78.22 ^{bc} \pm 4.22	69.03 ^c \pm 7.58	77.57 ^{bc} \pm 5.53
HDL cholesterol	46.77 ^{ns} \pm 4.53	39.70 \pm 1.36	43.82 \pm 1.73	42.65 \pm 4.60	46.18 \pm 2.47
Phospholipid	130.8 ^a \pm 13.89	113.6 ^{ab} \pm 4.55	109.1 ^{ab} \pm 2.30	97.68 ^{ab} \pm 8.36	91.97 ^b \pm 2.52

^{ab}Means with the same letter within a column are not significantly different.

라. 간장중 지질 함량

Table 24에는 간장중의 총지질함량, 중성지방, 총콜레스테롤, 인지질 함량을 나타내었다. 총지질함량은 당질급원에 따라 통계적 유의차가 없었으나 현미군에서 낮은 경향을 보였다. 중성지방 함량은 현미군에서 다른 4군에 비하여 통계적으로 유의하게 낮은 값을 나타내었고 다른 4군은 거의 비슷한 값을 나타내었다. 총콜레스테롤은 설탕군, 옥수수전분군은 현미, 백미, 밀가루군에 비하여 높은 값을 보였고 특히, 설탕군은 쌀, 밀군에 비하여 유의하게 높았다. 인지질 함량은 밀가루군이 다른 4군에 비하여 유의하게 높았고 다른 4군은 거의 비슷한 경향을 보였다. 이와 같이 간장중에서는 현미군은 설탕군, 옥수수전분군에 비해서 유의하게 낮은 값을 나타내었고 백미보다도 낮은 경향을 보였다. 간장중에서 나타난 현미와 백미간의 차이는 혈중 지질농도와는 상반된 결과를 보이고 있다. 즉, 백미군에서 혈중 지질농도가 현미보다 낮았던 것은, 간장이 지질의 저장 기간이라는 점으로 볼 때 백미중의 혈중지질이 간장으로 이행되어 간장중의 축적되는 율이 현미보다 높은 것에 기인할 가능성을 시사하고 있다. 이상의 혈액 및 간장중에서 나타난 결과를 종합해보면 현미와 백미는 설탕군, 옥수수 전분군에 비해서는 생체내 지질함량을 낮추는 효과가 있었으며 특히 현미에서 그 효과가 뚜렷하였다.

Table 24. Contents of liver total lipid, triglyceride, total cholesterol, and phospholipid in the experimental rats(Mean \pm SEM)

	Sucrose	Corn starch	Brown rice	Milled rice	Wheat
Total lipid (mg/g.wet wt.)	90.75 ^{ns} \pm 9.85	90.49 \pm 3.60	86.55 \pm 9.69	96.83 \pm 6.96	91.13 \pm 7.73
Triglyceride (mg/g.wet wt.)	37.93 ^a \pm 1.44	38.75 ^a \pm 0.75	30.45 ^b \pm 2.73	37.55 ^a \pm 2.56	34.67 ^{ab} \pm 3.77
Total cholesterol (mg/g.wet wt.)	7.57 ^a \pm 1.25	6.18 ^{ab} \pm 0.33	4.81 ^b \pm 0.15	5.61 ^b \pm 0.30	4.98 ^b \pm 0.45
Phospholipid (mg/g.wet wt.)	38.54 ^b \pm 1.42	38.02 ^b \pm 1.03	37.96 ^b \pm 0.57	39.34 ^{ab} \pm 0.92	41.67 ^a \pm 1.02

^{ab}Means with the same letter within a column are not significantly different.

마. 분변중 지질 및 담즙산 배설량

분변량 및 분변중 콜레스테롤 배설량, 담즙산 배설량의 변화를 Table 25에 나타내었다. 분변량을 보면 현미, 백미, 밀가루군은 설탕, 옥수수전분군에 비하여 유의하게 높았고 그 중에서도 현미가 가장 높은 값을 나타내었다. 흰쥐를 대상으로 백미와 밀가루를 비교검토한 타의 실험(농촌

영양개선연수원 1993)에서도 밀과 백미는 비슷한 값을 나타내 본 연구결과와 일치하고 있다. 또한 현미가 백미보다도 변의 배설량이 많았던 것은 김과 원(1984)의 실험결과와도 일치한다. 일반적으로 식이섬유는 변의 용적을 증가시키는 것으로 알려져 있으며, 앞에서 언급한 바와 같이 현미의 식이섬유가 본실험에 이용한 다른 당질급원보다 식이섬유 함량이 높은 점으로 미루어 보아 현미군에서 분변량이 가장 많았던 것은 식이섬유의 영향이 컸던 것으로 사료된다. 총콜레스테롤 배설량도 쌀군, 밀군이 설탕군, 옥수수 전분군에 비하여 유의하게 높았다. 담즙산 배설량은 현미, 백미군이 설탕군, 옥수수 전분군, 밀가루군에 비하여 유의하게 높았으며 이들 3군은 거의 비슷한 값을 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 볼때 쌀군에서는 변으로의 콜레스테롤 배설량이 높고 담즙산으로의 배설량이 많아 혈중 및 간장에서 낮은 콜레스테롤치를 나타낸다고 사료된다.

Table 25. Fecal weight, total cholesterol and bile acids contents in the experimental rats(Mean \pm SEM)

	Sucrose	Corn starch	Brown rice	Milled rice	Wheat
Weight (g/6days)	9.28 ^c \pm 0.79	8.56 ^c \pm 0.45	11.92 ^a \pm 0.59	10.68 ^{ab} \pm 0.37	10.87 ^{ab} \pm 0.59
Total cholesterol (mg/6days/rat)	28.30 ^b \pm 2.70	28.64 ^b \pm 2.37	32.21 \pm 2.44	36.24 ^a \pm 2.07	36.87 ^a \pm 3.53
Bile acids (mg/6days/rat)	3.33 ^a \pm 0.48	3.40 ^a \pm 0.16	5.43 ^b \pm 0.63	5.73 ^b \pm 0.46	3.20 ^a \pm 0.38

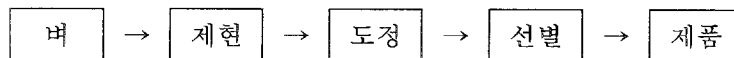
^{ab}Means with the same letter within a column are not significantly different.

5. 간편취반형 가공현미의 제조

건강지향적인 식문화의 변천으로 중년의 소비자층에서 현미식이 각광 받고 있으나 가정에서 취반의 번거로움과 식미의 저하로 큰 호응을 받지 못하는 실정이며 현재의 현미 취반방법은 장시간의 침지에 따른 압력취반 방식을 채택하거나 백미와 소량 혼합하여 전기밥솥을 이용하고 있기 때문에 취반의 번거로움이 많고 현미의 건강지향적인 장점을 충분히 기대할 수 없다. 따라서 현미를 부분 가공하여 가정에서 간편하게 현미식을 공급할 수 있는 가공현미의 개발을 위하여 본 실험을 실시하였다.

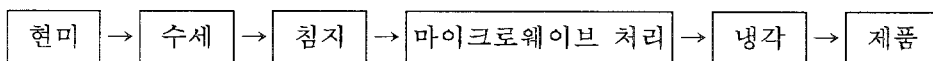
가. 현미의 가공방법별 취반특성 예비시험

○ 부분 도정한 현미 제조



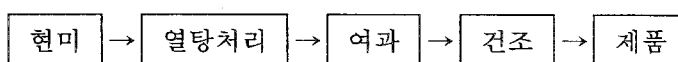
- 강층 부분을 최소한으로 도정(2-3%)하여 수분 침투가 용이

○ 마이크로웨이브를 이용한 일부 조리된 무수세 가공현미 제조



- 현미를 사전에 충분히 침지시킨 후 12분간 마이크로파 처리

○ Boiling 처리한 가공현미 제조



- 현미를 30분간 끓인 후 열풍 건조 처리

Table 26에는 현미의 취반시간을 단축하며 조직감을 향상하기 위한 일환으로 각종 가공방법별 가공현미를 제조한 후 취반특성을 살펴본 것이다. 수세현미는 자동세미장치를 이용하여 현미를 수세 건조하면 어느 정도 부분도정의 효과를 보여 조직감 및 색깔에 대한 품질향상은 보였으나 취반시간의 단축은 미미하였다. 도정기를 이용하여 2% 정도까지 부분도정한 현미도 수세현미와 비슷한 품질특성을 보였으나 역시 취반시간의 단축이 미미하였고 특히 강층의 손상에 의하여 지방의 산패가 촉진되어 저장성이 불량하였다. 한편 microwave cooker를 이용한 가공현미는 취반시간이 가장 단축되었으나 수분함량이 높아 저장성이 나쁠것으로 예상되었으며 열탕처리한 건조현미는 취반시간이 가장 길었다.

Table 26. Cooking properties of processed brown rice

항 목	수세현미	부분도정 현미	마이크로파 처리 현미	열탕처리현미	
제 조 방 법	무수세미 처리	도정기를 이용 2% 도 정 처리	물에 24시간 침지후 12분간 마이크로파 처 리	수세후 끓는물 에서 30분간 처리 후 60℃에서 2시 간 건조	
수 분 함 량	12.04 %	11.7 %	23.4 %	9.5 %	
취반시 가수량	1.5 배	1.5 배	1.4 배	1.6 배	
취 반 시 간	31 분	32 분	28 분	34 분	
관능* 평가	외 관	4.9	5.6	5.6	5.8
	조직감	4.5	7.0	4.2	5.8

* 일반현미의 취반시간 33분, 관능검사결과 최하위

나. 무수세 현미의 품질특성

Table 27에는 무수세미 제조장치를 이용하여 현미를 수세한 후 건조한 부분가공 현미의 취반특성을 나타낸 것으로 수세전에 비하여 백도가 크게 향상되었으며, 이는 수세과정중 일부의 미강층이 깎여 외관적인 품질 향상 효과를 나타낸 것으로 생각된다. 취반후 관능검사를 실시한 결과 수세전 현미에 비하여 향,외관, 조직감,맛 및 종합적인 기호도에서 현저하게 개선된 것을 알 수 있다.

Table 27. Cooking characteristics of the washed brown rice

구 분		수 세 전	수 세 후
수분함량(%)		11.77	12.04
백 도		19.8	28.3
색 깔	L	51.6	57.6
	a	3.92	3.56
	b	15.97	14.80
관능평가	향	4.80	5.68
	외 관	4.36	4.88
	조 직 감	4.16	4.48
	맛	4.24	4.76
	종합적기호도	4.16	4.72

다. Microwave cooker를 이용한 가공현미 제조 시험

1) 침지시간에 따른 흡수율 변화

Microwave cooker를 이용하여 가공현미 제조시 원료의 흡수율은 제품의 호화도에 큰 영향을 미치며 이는 취반시간 단축의 원인이 된다. Table 28에는 현미와 백미를 침지시 흡수율의 변화를 나타낸 것이다. 표에 나타낸 바와 같이 현미와 백미의 흡수율은 시간이 경과함에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였으며 현미보다 백미의 흡수율 증가가 현저하였으며 침지 3시간 이후에는 흡수속도가 감소하였다. 따라서 microwave cooker를 이용하여 가공현미를 제조할 때에는 침지시간에 따른 최적 조건을 설정하여야 할 것이다.

Table 28. Changes of water absorption ratio of the rice with soaking time at 22℃ (unit:%)

구분	침 지 시 간 (hrs)					
	0.5	1	2	3	4	5
현미	16.72	24.99	27.87	29.92	30.76	31.32
백미	23.76	28.65	31.94	32.48	33.61	33.89

2) Microwave Cooking 조건별 가공현미의 품질특성

펄스 마이크로파의 강도에 따른 현미의 가열 시험 결과는 Table 29에서 Table 31까지 나타내었다. 사용한 microwave cooker의 출력은 100W에서 900W까지 변화 시킬수 있으나 예비시험 결과 출력은 900W로 고정하고 가열시간을 달리하여 시험하였다. Table 29는 900W 에서 10분간 가

Table.29 Changes of microwave processed brown rice quality with soaking time for 10minutes heating

침지시간 (분)	수분함량 (%)	색깔			경도 ²⁾ (g)	취반시간 ³⁾ (분)	종합적기 호도 ⁴⁾
		L	a	b			
60	23.3	58.0	1.56	21.3	923.5	33	2.58
80	23.4	58.8	1.51	21.5	940.6	29	3.66
100	26.0	60.9	1.12	20.6	689.2	30	4.35
120	24.4	58.9	1.62	20.8	765.4	32	4.60
140	25.8	61.2	0.85	20.4	787.1	30	5.05
160	26.2	60.9	1.61	21.3	480.6	29	4.25
180	25.1	58.3	1.51	20.7	582.6	28	4.76
200	22.2	58.3	1.65	21.4	654.3	30	6.05
220	21.6	55.7	1.34	20.6	970.5	29	4.35
240	21.7	56.5	1.68	21.2	760.2	28	5.37

1): Microwave Cooker의 Power는 건조상태에 따라 $\pm 20W$ 의 차이발생

2): Texture analyser 에 의한 가공현미의 측정치임

3): 전기밥솥의 가열완료시간임(뜸시간 제외)

4): 한식연 식미검정법에 의해 9점만점으로 환산한 식미치임

열시 가공현미의 품질특성을 나타낸 것이다. 즉 표에 나타낸 바와 같이 침지시간에 따른 가공현미의 수분함량은 23.3%~26.2%의 범위를 나타내었다. 가공현미의 색깔은 침지시간에 따른 큰차이를 보이지 않았으나 침지시간 140분에서 L값이 61.2로 가장 높았다. 취반후 밥알의 경도는 침지시간이 경과함에 따라 감소하였으며 160분 침지시 480.6g 으로 가장 낮았다. 취반시간은 침지시간에 따라 28~33분을 나타내었으며 침지시간이 증가할수록 취반시간은 현저하게 단축되었다. 현미식의 관능검사 결과

종합적기호도는 침지 2시간 까지는 매우 불량하였고, 2시간 이상에서는 관능검사 점수가 증가하였으나 전체적으로 900W에서 10분간 가열한 가공현미의 품질은 보통현미의 품질과 큰차이를 나타내지는 않았다. 따라서 취반시간을 좀더 단축하고 기호도를 증진시키기 위해서는 가열시간을 연장할 필요가 있다.

Table 30은 900W 에서 12분간 가열시 가공현미의 품질특성을 나타낸 것이다. 즉 표에 나타낸 바와 같이 침지시간에 따른 가공현미의 수분함량은 20.0%~26.7%의 범위를 나타내어 900W 에서 10분 가열한 것보다 전체적으로 수분함량이 감소하였다. 가공현미의 색깔은 침지시간에 따른 큰차이를 보이지 않았으나 전체적으로 10분 가열한 것보다 L값이 감소하여 어두운 색깔을 띄었다. 취반후 밥알의 경도는 침지시간에 따라 증감현상은 보이지 않았고 2시간 침지에서 가장 낮은 경도를 나타내었다. 취반시간은 침지시간에 따라 25~33분을 나타내었으며 침지시간이 증가할수록 취반시간은 현저하게 단축되었으며 10분 가열시보다 낮은 침지시간 대에서는 차이를 보이지 않았으나 전체적으로 2분정도 취반시간이 단축되었다. 현미식의 관능검사 결과 종합적기호도는 침지 1시간 까지는 매우 불량하였고, 2시간 이상에서는 관능검사 점수가 증가하였으나 전체적으로 900W에서 10분간 가열한 가공현미의 품질과 큰차이를 나타내지는 않았다.

Table 31에는 900W 에서 14분간 가열시 가공현미의 품질특성을 나타낸 것이다. 즉 표에 나타낸 바와 같이 침지시간에 따른 가공현미의 수분함량은 19.3%~23.8%의 범위를 나타내어 900W 에서 10분 또는 12분 가열한 것보다 전체적으로 수분함량이 감소하였다. 가공현미의 색깔은 침지시간에 따른 큰차이를 보이지 않았으나 전체적으로 12분 가열한 것과 비슷한 경향을 나타내었다. 취반후 밥알의 경도는 침지시간에 따라 증감현상은 보이지 않았고 160분 침지에서 가장 낮은 경도를 나타내었다. 취반시간은 침지시간에 따라 25~30분을 나타내었으며 100분 이상의 침지시

간에서는 비슷한 25~26 분을 나타내었다. 즉 침지시간이 증가할수록 취반 시간은 현저하게 단축되었으며 10분 또는 12분 가열시보다 전체적으로 3분정도 취반시간이 단축되었다. 현미식의 관능검사 결과 종합적기호도는 침지 1시간 까지는 다소 불량하였으나 2시간 이상에서는 관능검사 점수가 증가하였으며 침지시간 2~3시간의 범위에서 침지후 14분 가열하여 제조한 가공현미의 품질이 가장 우수하였다.

Table.30 Changes of microwave processed brown rice quality with soaking time for 12minutes heating

침지시간 (분)	수분함량 (%)	색깔			경도 ²⁾ (g)	취반시간 ³⁾ (분)	종합적기 호도 ⁴⁾
		L	a	b			
60	24.8	59.0	1.65	20.7	893.0	33	3.08
80	23.6	58.1	1.14	24.2	1004.0	33	4.36
100	24.1	55.5	1.21	21.4	875.5	31	4.56
120	25.9	56.3	1.26	22.0	547.5	28	4.36
140	23.7	56.5	1.58	22.5	788.0	29	5.24
160	26.7	54.7	1.43	23.1	600.5	29	5.59
180	23.5	57.4	1.89	21.5	615.5	28	4.68
200	25.3	56.1	1.56	19.4	705.5	26	5.87
220	20.0	53.0	1.49	24.1	690.0	28	4.58
240	21.2	53.4	1.90	23.6	880.5	25	4.83

1): Microwave Cooker의 Power는 건조상태에 따라 $\pm 20W$ 의 차이발생

2): Texture analyser 에 의한 가공현미의 측정치임

3): 전기밥솥의 가열완료시간임(뜸시간 제외),가수량 1.45

4): 한식연 식미검정법에 의해 9점만점으로 환산한 식미치임

Table.31 Changes of microwave processed brown rice quality with soaking time for 14minutes heating

침지시간 (분)	수분함량 (%)	색깔			경도 ²⁾ (g)	취반시간 ³⁾ (분)	종합적기 호도 ⁴⁾
		L	a	b			
60	19.3	54.0	1.76	21.5	1045.5	30	3.18
80	21.4	53.8	1.83	20.5	980.5	28	3.33
100	22.0	57.9	1.73	21.4	769.0	25	4.15
120	22.4	53.9	1.65	22.6	875.5	25	5.63
140	23.8	55.2	1.85	22.3	986.0	26	5.35
160	22.9	56.9	1.98	23.0	550.5	25	5.71
180	23.1	54.6	2.04	21.3	628.5	26	4.48
200	22.5	55.5	2.12	20.9	764.5	26	5.05
220	19.6	53.2	1.96	23.1	1115.0	27	4.21
240	20.7	54.5	1.88	22.2	980.5	28	4.37

1): Microwave Cooker의 Power는 건조상태에 따라 $\pm 20W$ 의 차이발생

2): Texture analyser 에 의한 가공현미의 측정치임

3): 전기밥솥의 가열완료시간임(뜸시간 제외), 가수량 1.45

4): 한식연 식미검정법에 의해 9점만점으로 환산한 식미치임

라. 가공방법별 간편현미식의 실용화 예측

가공방법별 가공현미의 산업화를 위한 예상되는 제조설비 및 가공능력을 산출한 결과는 Table 32과 같다. 즉 표에 나타난 바와같이 산업화를 위한 최소 생산능력은 시간당 1톤이상으로 여기에 소요되는 생산설비

비는 무수세미 제조장치가 시간당 3톤 규모로 60억원이 소요될 것으로 예상되며, Microwave cooker를 이용할 경우 시간 1톤규모로 약 10억원, 그리고 증자현미일 경우에는 20억원이 소요될 것으로 예상된다. 각 가공 방법별 가공현미의 품질은 증자현미가 가장 불량하였고 microwave cooker 방식이 가장 우수하였으며, 취반시간은 microwave cooker 방식이 가장 우수하였다. 부분도정 현미는 기존의 도정공장 설비를 그대로 이용할 수 있기 때문에 설비비 부담도 없고 품질과 취반시간 단축도 우수하였으나 저장성이 불량하여 실용화에 문제점이 있으며 향 후 저장성 증진 방안을 모색하여야 할 것으로 보인다. 따라서 간편취반형 현미식의 제조에는 microwave cooker를 이용하는 방식이 가장 바람직 할 것으로 생각 된다.

Table 32. The predict of industrialization in processed brown rice

구 분	수세현미	부분도정현미	마이크로파 가공현미	증자현미
1. 가공설비	무세미제조장치	도정라인	Microwave Cooker	건조밥제조라인
2. 예상설비비	60억원	-	10억원	20억원
3. 생산능력	3톤/시간	3톤/시간	1톤/시간	1톤/시간
4. 유통기간	1 년	1개월	6개월	1 년
5. 맛	중	상	최 상	하
6. 영양손실	하	하	상	상

6. 특수 영양식으로서 현미식의 다양화

가. 각종 특수 영양식 제조 시험

현미의 기능적 특성을 살리고 제품의 다양화를 위하여 한국 요리 백과에 수록된 각종 별미밥류 중에서 비교적 기호성이 우수한 찰밥, 오곡밥, 은행밥, 밤밥, 김치밥, 콩나물밥 및 야채밥에 대하여 무균화 포장 기법에 따라 현미를 주재료한 특수 영양식을 제조한 후 상온에 저장하면서 품질의 변화를 경시적으로 관찰하였다. 다만 취반수의 가수량은 각종 부재료의 수분함량과 흡수율을 감안하여 조리서에서 제시한 가수량에 준하여 처리하였다. 이때 각종 현미 특수 영양식 제조를 위한 원 부재료의 배합 비율은 Table 33 과 같다.

Table 33. Receipt of the functional diet with brown rice

재료 \ 비율	FBR1	FBR2	FBR3	FBR4	FBR5
현미	50	50	50	50	50
흑미	10	10	20	20	20
검정콩	10	15	20	25	10
차조	8	6	4	2	8
기장	10	7.5	5	2.5	10
흑염자	2		1	0.5	2
울무	10	10			
들깨		1.5			
계	100	100	100	100	100
원료가격(원)	377	362	361	353	367

나. 가수량에 따른 현미 특수식의 관능특성

현미특수식의 최적가수량을 결정하기 위하여 가수량 별로 제조된 FBR1의 관능검사를 경도, 찰기, 종합적인 기호도 등의 항목에 대하여 실시하였으며 그 결과는 Table 33과 같다.

Table 34. Sensory evaluation of the functional diet made of brown rice at various add water

Parameters	Added water/rice(w/w)		
	1.4	1.5	1.6
Hardness	6.214 ^{a*}	4.857 ^b	3.214 ^c
Stickiness	4.643 ^c	5.214 ^b	5.357 ^a
Acceptability	3.857 ^b	5.286 ^a	4.214 ^{ab}

* The same letters indicate no significant difference at the 5% level using LSD test

가수량을 1.5배로 한 시료가 기호도가 가장 우수하였으며, 일반적으로 백미밥의 경우 가수량은 원료백미의 1.3배가 가장 적당하고 가수량이 증가함에 따라 밥의 경도가 감소되며 밥의 식미에 바람직 한 요소인 찰기가 증가한다. 본 실험 결과에서 보면 153배의 가수량이 현미특수식 밥에 최적인 것으로 나타나 일반적인 취반의 경우와는 다른 경향을 나타내었다. 이것은 현미의 외피에 의한 경도의 증가때문으로 사료되며 좀더 부드럽고 찰진 조직감을 얻기 위해서는 백미취반시 보다 가수량을 증가시킴이 바람직함을 보여주고 있다.

다. 품목별 현미 특수식의 조직감 특성

현미특수식의 최적 제조조건 설정의 일환으로 품목별 취반 후의 조직특성을 살펴본 결과는 Table 35와 같다. 5개 품목에 대해 texturometer를 사용하여 조직감을 측정된 결과 경도의 경우 FBR1과 FBR2의 경우 각각 0.36, 0.37Kg으로, FBR3, FBR4, FBR5가 0.56, 0.52, 0.53 Kg으로 나타났다. 탄성의 경우 FBR1과 FBR2의 경우 0.44로 나타났다으며, FBR3, FBR4, FBR5가 각각 0.55, 0.50, 0.57로 나타났다. 점성에 있어서도 이들 두 그룹간에 약간의 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 35. Texture analysis profile of the various functional diet made of brown rice

	Hardness(Kg)	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness
FBR1	0.36±0.03	0.44±0.04	0.09±0.01	0.25±0.02	-0.039±0.02
FBR2	0.37±0.06	0.44±0.06	0.10±0.02	0.27±0.02	-0.023±0.01
FBR3	0.56±0.09	0.55±0.08	0.17±0.04	0.29±0.02	-0.057±0.03
FBR4	0.52±0.05	0.50±0.03	0.14±0.02	0.26±0.01	-0.024±0.01
FBR5	0.53±0.04	0.57±0.02	0.16±0.02	0.31±0.02	-0.053±0.04

라. 품목별 현미특수영양식의 관능특성

현미특수영양식을 제조하기 위한 최적품목을 알아보기 위하여 5개 품목에 대하여 관능검사를 실시한 결과는 Table 36 과 같다. 취반직 후 품종 별 식미의 차이는 FBR1의 경우 6.167, FBR2와 FBR4가 각각 5.75, 5.583으로 나타났으며 FBR3의 경우 가장 낮은 4.0으로 평가되었다.

Table 36. Sensory evaluation of the various functional diet made of brown rice

	FBR1	FBR2	FBR3	FBR4	FBR5
Hardness	5.667 ^{a*}	5.167 ^a	4.917 ^a	5.667 ^a	6.083 ^a
Stickiness	5.833 ^a	5.417 ^a	3.917 ^b	5.583 ^a	5.167 ^a
Acceptability	6.167 ^a	5.750 ^{ab}	4.000 ^c	5.583 ^{ab}	5.083 ^b

* The same letters indicate no significant difference at the 5% level using LSD test

7. Microwave cooker 이용 가공현미의 저장성 시험

마이크로파를 이용한 부분호화현미는 현미의 침지시간이 160분, 마이크로파의 파워가 900w, 그리고 가열시간 14분의 조건으로 제조한 제품이 취반시간이 25분으로 가장 짧았으며 종합적인 기호도에서도 가장 우수하였다. 그러나 마이크로파를 이용한 부분호화 현미는 통상적으로 수분함량이 20%를 상회하고 있기 때문에 상온유통시 저장성에서 문제가 될 수 있다. 따라서 본 시험에서는 마이크로파 가열시 어느 정도의 살균효과를 나타내지만 완벽한 상온장기 저장을 위하여 부분호화현미의 저장성 연장 시험을 실시하였다.

가. 저장중 제품의 품질특성

최적 제조조건으로 제조한 마이크로파 이용 부분호화현미의 상온저장중 전반적인 품질변화를 Table 37에 나타내었다. 표에 나타낸바와 같이 부분호화현미를 EVOH 필름에 진공포장하여 상온에 저장하면서 수분, 산가, 대장균 및 일반세균의 변화를 관찰하고 관능검사를 실시하여 품질의 변화를 살펴본바 30일간 저장할 때 수분의 변화는 약 1.5% 정도 감소하였고 대장균이 검출되지 않아 제조과정에서 어느 정도 마이크로파에 의한 살균효과가 있는 것으로 판단되었으나 산가는 저장 20일 이후 급속하게 증가하여 상품성을 상실하였다. 유지의 산가는 제품의 품질과 신선도를 나타내는 기준이 되는 척도이며 식품공전상의 일반적인 식육제품의 산가 기준이 3.0 이하로 되어 있기 때문에 본 실험의 결과로 판단하여 볼 때 부분호화현미는 상온에서 20일 이후에는 현저하게 품질이 저하됨을 알 수 있다. 한편 일반세균수는 저장 10일 이후 급속하게 증가하여 저장 30일 제에 1.8×10^8 CPU/g 까지 상승하여 부패가 진행되었음을 알 수 있으며 7일 제의 제품은 관능검사가 불가능하였다. 따라서 부분호화현

미의 유통기간은 상온에서 30일을 경과할 수 없었으며 이를 연장하기 위해서는 최종제품의 살균공정을 일부 개선할 필요가 있다고 판단되었다.

Table 37. Changes of overall quality of processed brown rice during storage

저장기간 (days)	수 분 (%)	산 가	대장균	일반세균 (CPU/g)	관 능 검 사 점 수		
					외관	냄새	종합적 기호도
0	23.2	2.2±0.04	음성	3.2x10 ²	4.85 ^a	4.85 ^a	4.77 ^a
10	23.5	1.9±0.12	음성	2.6x10 ⁴	4.54 ^a	4.69 ^a	4.65 ^a
20	22.9	2.3±0.03	음성	5.4x10 ⁷	3.69 ^b	3.21 ^b	1.57 ^b
30	21.3	3.5±0.05	음성	1.8x10 ⁸	2.54 ^c	1.34 ^c	-

나. 저장성 연장 시험

부분호화현미의 저장성 연장시키기 위하여 마이크로파 처리 후 무균화 포장기법을 도입하여 제품을 탈산소제와 함께 EVOH 필름에 포장한 후 제품의 저장중 품질특성을 살펴본 결과는 Table 38과 같다. 표에 나타낸바와 같이 냉장저장의 경우에는 80일간 저장하면서 수분함량, 산가 및 일반균수의 변화는 나타나지 않았으며 관능검사 결과에서도 기준 시료와 큰차이를 보이지 않았고 저장기간이 증가하여의 품질의 열화현상은 보이지 않았다. 다만 상온 저장시 저장 40일 이후 부터 산가 및 일반세균의 증가가 관찰되었으나 60일간의 저장에서도 경시적인 부패현상은 나타나지 않았다.

따라서 상온에서 3개월 이상의 저장성을 유지하기 위해서는 좀더 심도 깊은 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 38. Changes of overall quality of processed brown rice during storage at 4°C and room temperature

저장기간 (days)	수 분 (%)	산 가	대장균	일반세균 (CPU/g)	관능 검사 점수			
					외 관	냄새	종합적 기호도	
냉 장	0	48.1	1.2±0.05	음성	< 100	4.65 ^a	5.05 ^a	4.97 ^a
	20	47.5	1.3±0.04	음성	< 100	4.44 ^a	4.19 ^b	5.12 ^a
	40	46.9	1.3±0.08	음성	< 100	4.39 ^a	4.61 ^a	4.32 ^a
	60	46.3	1.7±0.05	음성	<100	4.24 ^a	4.89 ^a	4.33 ^a
	80	45.5	1.5±0.11	음성	< 100	4.58 ^a	4.66 ^a	4.78 ^a
상온	0	47.7	1.3±0.05	음성	< 100	4.54 ^a	4.90 ^a	4.80 ^a
	20	47.8	2.0±0.11	음성	3.6x10 ^z	4.16 ^b	4.82 ^a	4.65 ^a
	40	48.2	2.7±0.05	음성	7.6x10 ^z	4.67 ^a	4.12 ^b	4.54 ^a
	60	46.5	2.5±0.045	음성	6.6x10 ^s	4.25 ^a	3.34 ^c	4.10 ^b

8. 현미의 표면 처리에 의한 간편 취반화 시험

현미의 취반간편화를 위하여 원료의 표면에 균일한 크랙을 형성하여 취반시 수분의 침투를 용이하게할 목적으로 본 시험을 실시하였다.

가. 시험방법

현미의 단단한 외피로 보호되어 있기 때문에 수분의 침투가 용이하지 않다. 표면의 균일한 크랙을 형성시키기 위해서는 침지에 의해 수분을 충분하게 침투시키고 급속한 건조에 의해 내부 수분의 확산속도의 차이를 이용하여 표면에 균열을 일으키도록 하였다.

나. 원료 현미의 침지 시험

원료 현미의 수분함유량을 증진시키기 위하여 상온, 가온 그리고 가압조건에서 침지시험을 실시하여 침지현미의 수분함량을 측정하였다. (Table 39, 40 참조) . 가압조건은 $4\text{kg}/\text{m}^2$ 이었으며 표에 나타낸 바와 같이 상압침지시 수분 흡수율은 완만하게 증가하였으나 가압침지에서는 침지초기부터 급속한 수분의 증가를 보여 침지 3시간 이후 평형에 도달하였다. 한편 침지온도별 흡수속도는 온도에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 현미의 표면 처리를 위해서는 단시간내에 평형수분에 도달하도록 가압처리에 의하여 침지하여야 한다고 본다.

Table 38. Changes of the water absorption in brown rice
with soaking method

침지시간(hrs)	수분함량(%)	
	상압침지	가압침지
0.5	15.2	20.3
1.0	18.3	25.6
1.5	23.5	30.3
2.0	25.2	33.2
3.0	26.4	33.6
4.0	28.2	34.2
6.0	29.1	
12.0	30.4	
24.0	30.6	

Table 38. Changes of the water absorption in brown rice
with soaking time and temperature

침지시간(hrs)	수분함량(%)		
	5℃	15℃	25℃
0.5	13.2	15.2	15.3
1.0	14.3	18.3	18.7
1.5	16.3	23.5	22.9
2.0	18.2	25.2	26.4
3.0	21.4	26.4	30.3
4.0	24.2	28.2	30.7
6.0	28.3	29.1	30.7
12.0	29.4	30.4	31.2
24.0	30.4	30.6	31.3

다. 침지현미의 건조시험

침지 현미의 침지시간별 및 건조온도별 건조시험을 실시하여 균열의 형성을 동할율과 전자현미경을 이용하여 관찰하였다. Table 39과 사진 1~7에서는 현미의 침지시간, 건조온도 및 건조시간별 수분함량의 변화와 동할율을 측정하여 동할율은 침지시간에 큰 영향을 받지 않고 건조온도와 건조시간에 큰 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 즉 40℃의 건조온도에서는 건조2시간 이후에 90%이상의 동할율을 나타냈지만 건조온도 60℃ 이상에서는 건조 30분이후부터 90%이상의 동할율을 보이기 시작하여 건조 1시간이후에는 100% 동할이 발생하였다. 따라서 가공현미의 수분함량을 15% 전후를 유지하고 표면의 크랙을 최대한 형성시키기 위한 가장 경제적인 조건은 침지 1시간, 건조온도 60℃, 그리고 건조시간은 1.5시간 이었다.

Table 39. Surface crack of brown rice with soaking time, drying temperature and time

건조시간 (hrs)	침지시간 (hrs)	수분함량(%)			동할율(%)		
		건조온도(℃)					
		40	60	80	40	60	80
0.5	1	23.5	19.5	17.5	78.5	85.0	90.5
	2	23.8	19.3	18.4	69.5	86.5	90.5
	3	21.9	20.1	18.3	75.0	95.0	95.5
	6	20.5	18.9	17.9	76.5	95.5	95.0
	12	21.6	19.0	16.5	77.5	96.0	98.0
1	1	16.8	15.2	12.3	76.5	99.0	94.5
	2	17.2	16.3	12.5	80.0	100	95.0
	3	16.4	17.2	13.5	82.5	98.5	98.0
	6	15.8	15.9	12.8	79.0	99.0	100
	12	17.3	16.1	13.5	85.0	100	100
1.5	1	15.3	14.1	9.2	86.7	100	100
	2	15.2	15.3	10.5	86.5	100	100
	3	16.7	14.9	9.2	87.0	100	100
	6	15.8	16.1	9.1	88.5	100	100
	12	17.1	15.2	8.7	88.5	100	100
2	1	13.1	12.3	5.4	90.0	100	100
	2	12.8	9.9	6.3	91.5	100	100
	3	13.6	10.8	6.2	90.5	100	100
	6	13.5	11.2	6.8	91.5	100	100
	12	14.1	10.3	5.1	93.5	100	100
3	1	10.3	7.6		93.0	100	100
	2	11.2	9.0		94.5	100	100
	3	11.3	8.8		95.5	100	100
	6	10.9	7.9		95.5	100	100
	12	11.6	8.5		96.0	100	100

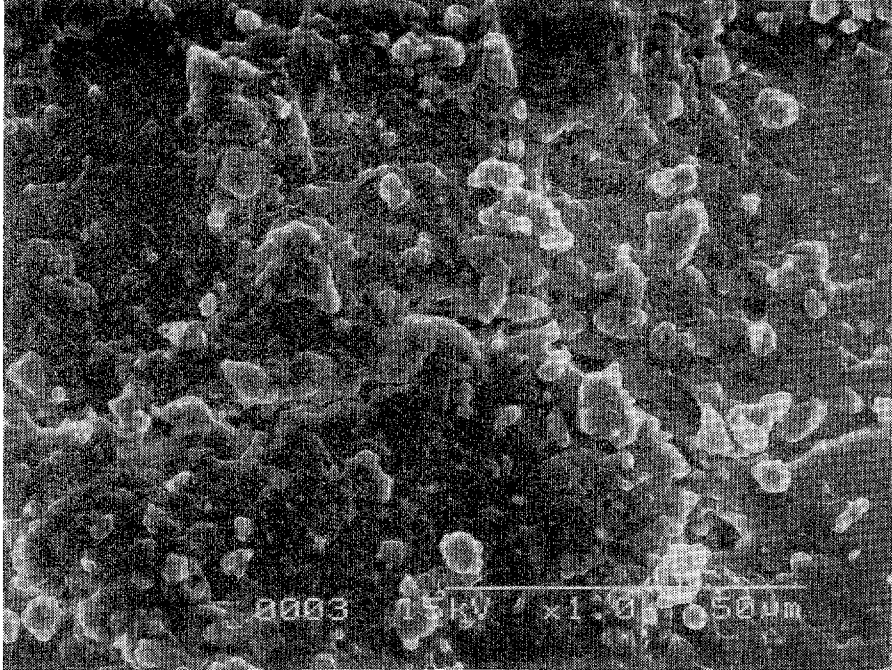


사진 1. 가압침지후 40℃ 2시간 건조



사진 2. 가압침지후 60℃ 2시간 건조

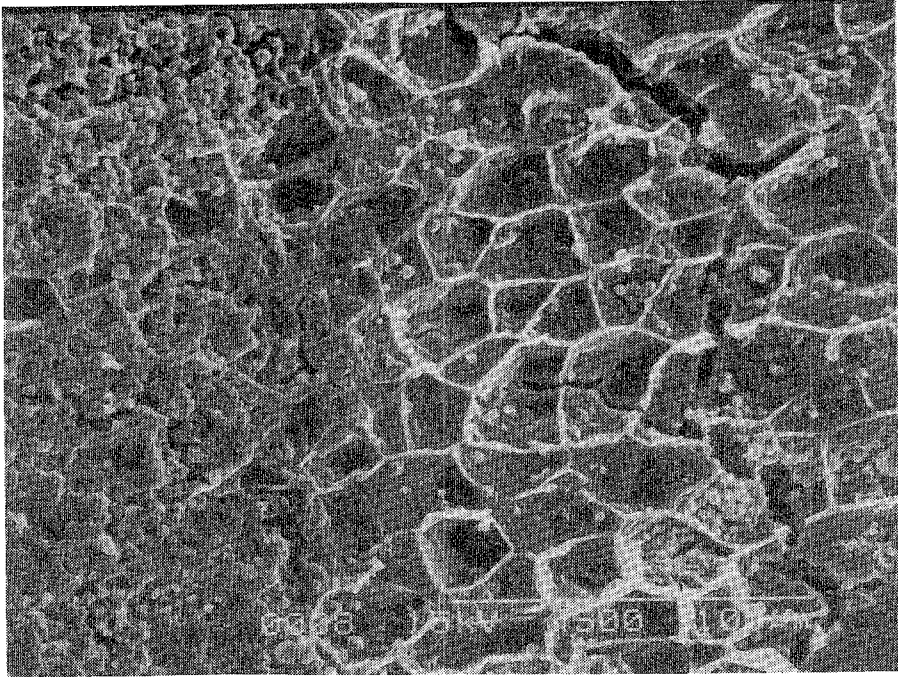


사진 3. 가압침지후 80℃ 2시간 건조

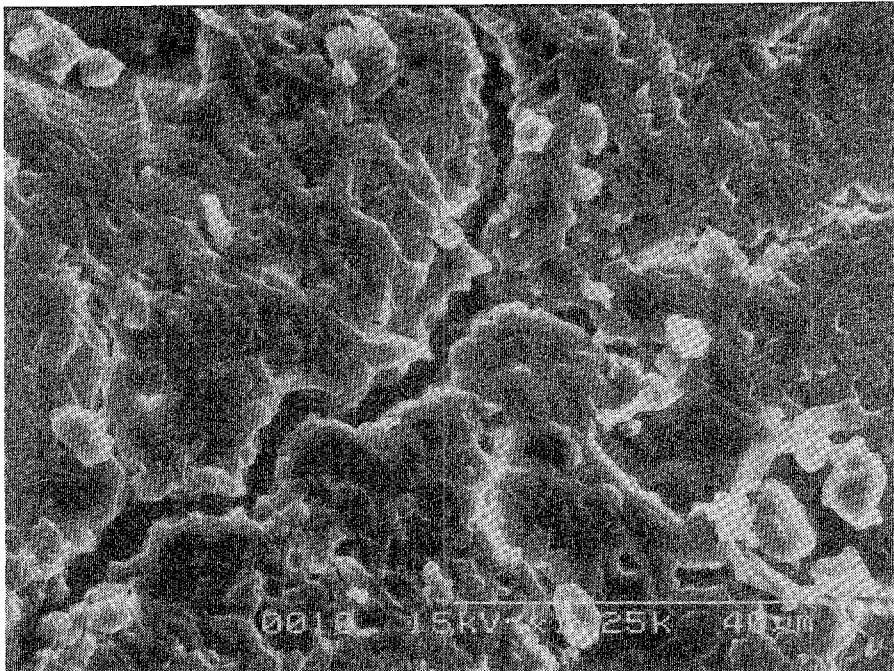


사진 4. 상온침지후 80℃ 0.5시간 건조

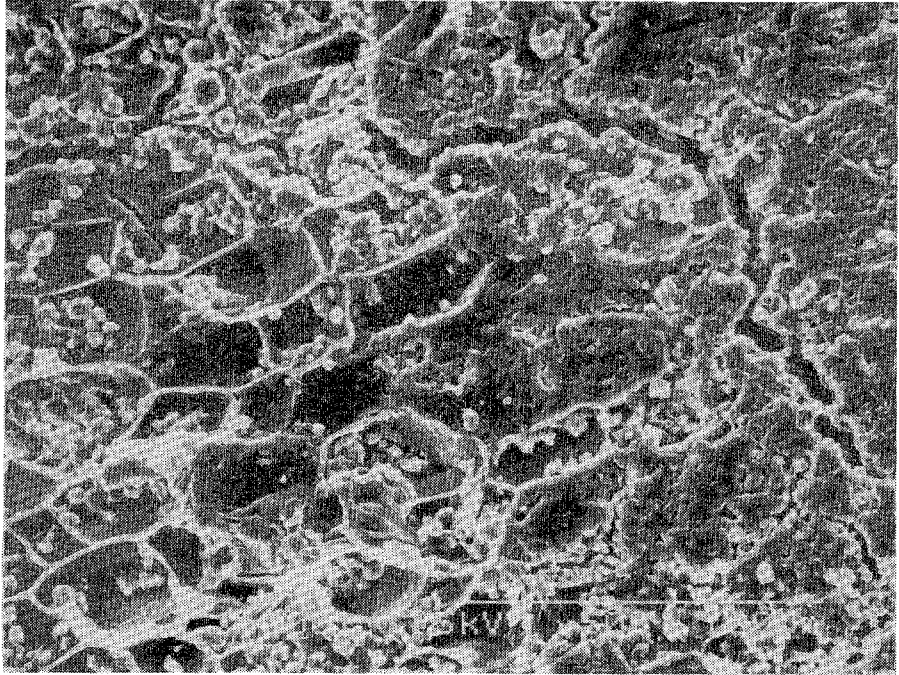


사진 5. 상온침지후 80°C 1시간 건조

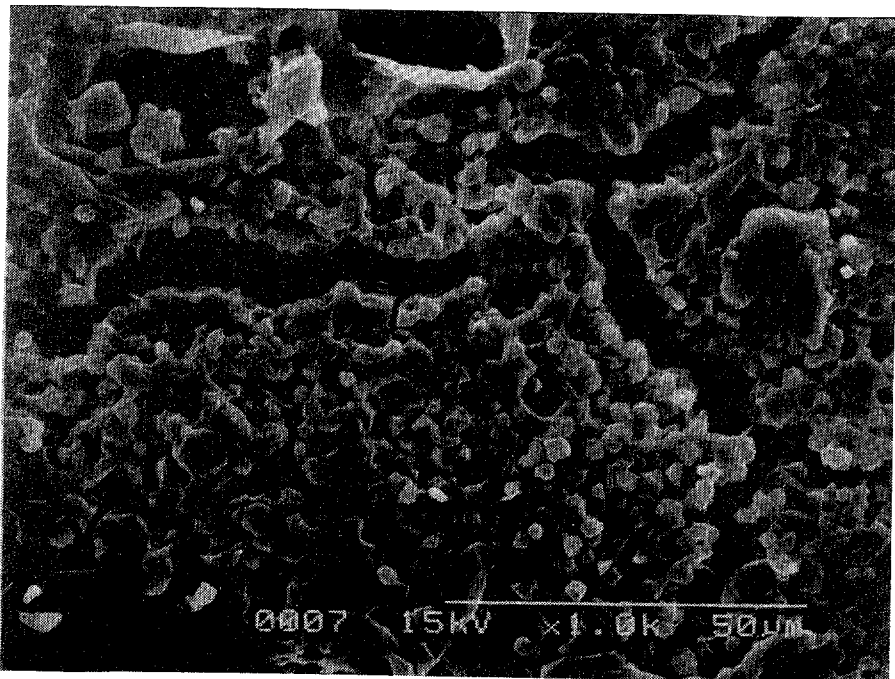


사진 6. 상온침지후 80°C 1.5시간 건조

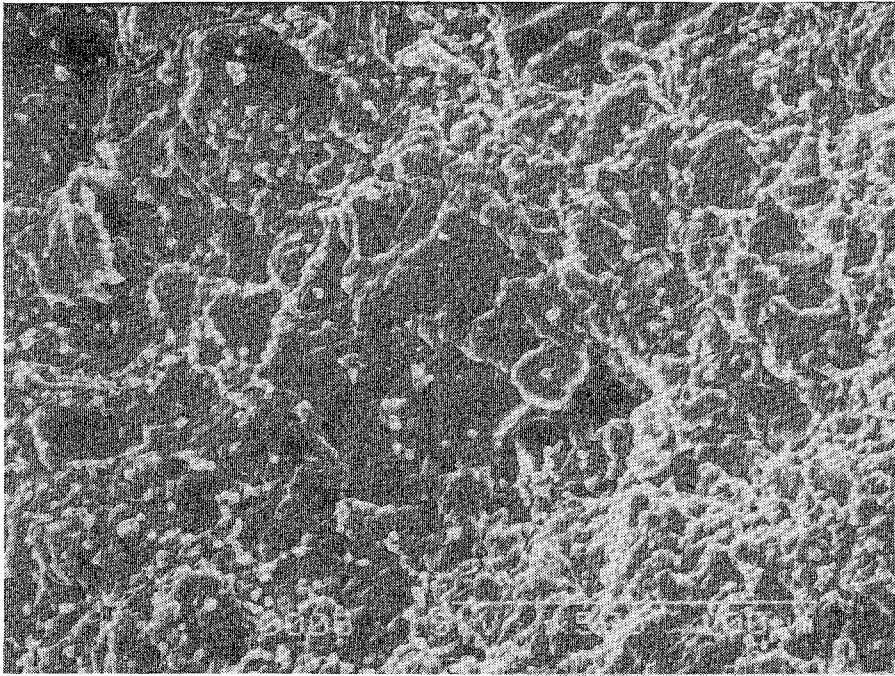


사진 7. 상온침지후 80℃ 2시간 건조

제4장 요약 및 건의사항

1) 기존의 현미 취반방법은 장시간의 침지에 따른 압력취반 방식을 채택하거나 백미와 소량 혼합하여 전기밥솥을 이용하고 있어 취반의 번거로움이 많고 현미의 건강지향적인 장점을 충분히 기대할 수 없기 때문에 현미를 1차 또는 2차 가공하여 가정에서 간편하게 현미식을 공급할 수 있는 가공기술을 하였다

2) 현미를 가정에서 백미취반과 동일한 방법으로 조리할 수 있는 1차 가공현미의 가공방법을 확립하여 새로운 쌀가공제품의 다양화에 기여하였으나 1차년도의 연구결과 상온에서 장기유통의 문제점이 발생하여 향후 최소 6개월의 유통기간 확보를 위한 포장기법의 개발이 실행되어야 할 것으로 판단되었다.

3) 현미식이 생체중 지질대사에 미치는 영향을 조사한 바 간장중 총지질함량은 현미군에서 가장 낮은 경향을 보였고 중성지방 및 콜레스테롤 함량도 유의하게 낮은 값을 보인 반면 분변량이나 분변중 총콜레스테롤 함량은 유의하게 높은 경향을 보여 현미가 여타곡물군보다 지질대사에 우수한 기능성을 보유하여 현미식의 우수성을 과학적으로 판단할 수 있는 근거를 마련하였다.

4) 동물시험에 의하여 현미식이 타곡물재료에 비하여 간장내 지질대사에 영향을 끼쳐 성인병 예방의 효과가 있음을 간접적으로 확인하여 현미식의 우수성을 홍보하기 위한 기초자료로 활용할 수 있음

5) 가정에서 백미취반과 동일한 조건 , 즉 압력밥솥을 사용하지 않고 동일한 취반시간 내에 간편하게 취반할 수 있고 조직감도 기존의 현미밥 보다 부드러운 새로운 형태의 가공현미의 제조방법 확립으로 현미식의 확대보급에 기여함.

6) 연구결과의 활용으로 건강지향의 간편현미식을 제조 보급할 수 있도록 쌀가공업체와 협의하여 실용화할 계획임.

참고문헌

Prosky, L., ASP, N.G., Schweizer, T.F. and Furda, I.: J. Assoc. Off. Anal. Chem., 71, 1017, 1988

Marrison, W.M. and Smith, L.M.: J. lipid Res., 5, 600, 1964

Marklund, S.L. and Marklund, G.: Eur. J. Biochem. 47,469, 1974

Ohikawa, H., Ohishi, N. and Yagi, K.: Anal. Biochem,95, 351, 1979

Kim, S.J., Han, D.S., Park, M.H. and Rhee, J.S.: Biosci. Biotech. Biochem., 58, 2263, 1994

정희진, 이서래: 한국식품과학회지, 23, 280, 1991

Hayse, F.: 食品工業, 30, 18, 1992

Kato, H., Lee, I.E., Chuyen, N.V., Kim, S.B. and Hayase, F.: Agric. Biol. Chem., 51, 1333, 1987

Manning, A.P. and Heaton, K.W.: Lancet ii, 588, 1976

Burkitt, D.P., Walker, A.R.P. and Painter, N.S.: Lancet ii, 1408, 1972

Solum, T.T., Rytting, K.R., Solum, E. and Larsen, S.: Int. J. Obesity 11(suppl.1), 67, 1987

Ayano, Y., Ohta, F., Watanabe, Y. and Mita, K: Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi, 33, 283, 1988

Shama, R.D. and Rumiki, C.: J. med. Res. 85, 278, 1987

Shama, R.D. and Rumiki, C: Lipids, 21, 715, 1986

Kahlon, T.S. Saunder, R.M., Sayre, R.N., Chow, F.I. Chiu, M.M. and Betschart, A.A.: Cereal Chem, 69, 485, 1992

Kahlon, T.S. Saunder, R.M., Sayre, R.N., Chow, F.I. Chiu, M.M. and Betschart, A.A.: Cereal Chem, 67, 439, 1990

Kahlon, T.S., Chow, F.I. Sayre, R.N., and Betschart, A.A.: J. Nutr, 122, 513, 1992

Kahlon, T.S. Chow, F.I., Knuckles, B.E. and Chiu, M.M.: Cereal Chem, 70, 435, 1993

Nyman, M., Cheweizer, T.F. and Tyren, S.: J. Nutr. 120, 459, 1990

Ebihara, K. and Schneeman, B.O.: J.nutr, 119, 1100, 1989

Wright, R.W., Anderson, J.W. and Bridges, S.R.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 195, 26, 1990

Turner, P.R., Tuomilehto, J., Happonen, P., La Ville, A.E., Shaikh, M. and Lewis, B., Atherosclerosis, 81, 145, 1990

Aoe, S., ohta, F. and Ayano, Y.: Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi, 42, 55, 1988

John, I.T., Gee, J. M., and Brown, J.C.: Food Sci. Nutr., 42F, 153, 1989

곽충실, 최혜미: 한국여성의 단백질 섭취수준과 동식물성 급원이 체내질소대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 22 : 223 (1989)

김경립, 김화영: 흰쥐에서 대두단백질의 Hypolipidemic 효과에 관한 연구. 한국영양학회지 17 : 68 (1984)

김미경, 원은주: 지방의 종류를 달리한 현미와 백미식이를 섭취시켰을 때 흰쥐의 체내 지방대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 17 (1984)

김숙희, 김경자 : 곡식 혼식이 흰쥐의 성장에 미치는 영향, 한국영양학회지 5 : 177 (1972)

농촌영양개선연수원: 농촌식생활 및 영양개선연구-다수계 신품종 쌀의 영양효과 시험 (1983)

농촌영양개선연수원: 우리나라 쌀의 영양특성 및 생리활성기능과 조리가공기술에 관한 연구 (1993)

박양자, 이영선, 鈴木平光: 울무쌀이 쥐의 콜레스테롤 및 지질대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 21 : 89 (1988)

박 양자, 한 인규 : 식이단백질과 급식형태가 흰쥐의 성장, 대사 및 체조성에 미치는 영향. 한국영양학회지 15 : 301 (1982)

박옥진: 고지방식이, 고콜레스테롤식이, 저지방 저설당식이 흰쥐의 혈청지방 및 변지방에 미치는 영향. 한국영양학회지 27 (1994)

박용주: 週期的 高蛋白質 給食에 의한 白鼠의 營養效果에 關한 研究, 友石 醫大 雜誌 6 : 2 (1969)

보건사회부: 국민영양조사 제 1차년도 조사보고서, 1969년

안형범: 白米食의 小魚粉 添加에 의한 白米食의 營養效果에 對한 研究, 首都醫大雜誌 4 : 9 (1967)

유영상: 7분도미를 주식으로 한 한국인식단과 식량제한에 관한 영양학적 연구, 한국영양학회지 9 : 40 (1976)

이연숙, 고정숙: 고지방식을 섭취한 흰쥐의 체내 지질 함량에 대한 대두 단백질과 칼슘의 섭취 효과. 한국영양학회지 27 : 3 (1994)

이영갑: 週期的 小魚紛 添加에 의한 白米食의 營養效果에 關한 研究, 友石醫大 雜誌 5 : 57 (1968)

조영수, 김대진, 변부영, 고진복: 단백질 급원이 흰쥐 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향. 한국식품과학회지 26 : 479 (1994)

하춘자, 현기순, 한인규: 보리와 粟의 混食이 成長期 白鼠에 미치는 營養 效果. 한국영양학회지 9 : 1 (1976)

安本教傳: 植物性たん白質と健康. 營養學雜誌 51 : 3 (1993)

森田達也, 桐山修八: 高純度米タンハク質の製造とその發カン抑制作用. 日本營養食糧學會 學術大會 抄録集 12 : 2A-p3 (1993)

Akinyanju,P.A., Qureshi,R.U., Salter,A.J. and Yudkin,J.: Effect of atherogenic diet containing starch or sucrose on the blood lipids of young men. Nature 218 : 975(1968)

Albrink, M.J., Newman, T.D. and Davidson, P.C. Effect of high and low-fiber diets on plasma lipids and insulin. Am.J.Clin.Nutr. 32 : 1486-91 (1979)

Anderson, R.A. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of rolled-cooked small grain products. Cereal Chem. 59 : 265 (1982)

Aoe,S,Ohta,F. and Ayano,Y.: Effect of rice bran hemicellulose on the cholesterol metabolism in rats. Nippon Eiyo Shokuryo Gakkaishi 42 : 55

(1988)

Aoki,M. and Tuzihara,N.: Effects of hatomugi on the blood pressure, cholesterol absorption and serum lipids level. Japan J. Home Economics 35 : 89 (1984)

Ayano,Y., Ohta,F.,Watanabe,Y. and Mita,K.: Dietary fiber fractions in defatted rice bran and their hypocholesterolemic effect in cholesterol-fed rats. J.Nutr.Food (Japanese). 33 : 283 (1980)

Basilico,M.A., Chanussot,F., Villaume,C., Lombardo,Y.B. and Debry : Effect of carbohydrate type upon obesity and hyperlipidemia in the Zucker fa/fa rat. Ann. Nutr. Metab. 28 : 253 (1984)

Berdanier,C.D., Tobin,R.B. and DeVore,V.: Effect of age strain and dietary carbohydrate on the hepatic metabolism of male rats. J. Nutr. 109 : 261 (1979)

Bingham,S.A.: Mechanisms and experimental and epidemiological evidence relating fibre and starch to protection against large bowel cancer. Proc.Nutr.Soc. 49 : 153 (1990)

Bouillon,D.J. and Berdanier,C.D.: Effect of maternal carbohydrate intake on the mitochondrial activity and on lipogenesis by the young and mature progeny. J.Nutr. 113 : 2205 (1983)

Cannon, M., Flenniken, A., Track, N. Demonstration of acute and chronic effects of dietary fiber upon carbohydrate metabolism. Life Sci. 27 :1397-1401 (1980)

Carroll,K.K. and Hamilton,R.G.M.: Effects of dietary protein and carbohydrate on plasma cholesterol levels in relation to atherosclerosis. J. Food Sci. 40 : 18 (1975)

Clark,H.E., Howe,J.E. and Lee,C.J.: Nitrogen retention of adult human subjects fed a high protein rice. Am.J.Clin.Nutr. 24 : 324 (1971)

Crapo,P.A.,Reaven,G.and Olefsky,J.: Postprandial plasma-glucose and -insulin responses to different complex carbohydrate. Diabetes 26 : 1178 (1977)

Crapo, P. A, Insel, J., Sperling, M. and Kolterman, O. G.: Comparison of serum glucose, insulin and glucagon responses to different types of complex carbohydrate in noninsulin-dependent diabetic patients Am. J. Clin. Nutr. 34 : 184 (1981)

Cummings, J. H. and Englyst, H. N.: Fermentation in the human large intestine and the available substrates. Am. J. Clin. Nutr. 45 : 1243 (1987)

DeSchrijver,R. and Privett,O.S.: Hepatic fatty acids and acyl desaturases in rats: Effects of dietary carbohydrate and essential fatty acids. J. Nutr. 113 : 2217 (1983)

Gerhardt,A.L.and Gallo,N.B.: Effect of a processed medium grain rice bran and germ product on hypercholesterolemia. Amer.Assoc.ofCereal Chemists annual meeting, Washington, DC, 1989

Goddard,M.,Young,G. and Marcus,R. : The effect of amylose content on

insulin and glucose responses to ingested rice. *Am.J.Clin.Nutr.* 39 : 388 (1984)

Hegsted, M., Windhauser, M. M., Lester, F. B. and Morris, S. K. : Stabilized rice bran and oat bran lower cholesterol in humans. *FASEB* : J.4 A368, Abstract no. 590 (1990)

Hopkins, D.T.: Effects of variation in protein digestibility. in: protein quality in humans : Assessment and in vitro estimation. Bodwell,C.E., Adkins,J.S., and Hopkins,C.E. eds. pp 169-193, Avi Publishing Co., Inc., Westport, C.T. (1981)

Jenkins, D.J.A. et al. Low glycemic index carbohydrate foods in the management of hyperlipidemia. *Am.J.Clin.Nutr.* 42 : 604-617 (1985)

Jiaratsatit,J.I.T., Keoplung,M., Chumsilp,L.and Mangklabruks,A.:Glycemic effects of rice and glutinous rice on type II diabetic subjects. *J.Med.Assoc.Yail.* 70 : 401 (1987)

Juliano, B.O. et al. Cooperative test on amylograph of milled rice flour for pasting viscosity and starch gelatinization temperature. *Starch* 37 : 40 (1985)

Juliano,B. and Goddard,M.: Cause of varietal differences in insulin and glucose responses to ingested rice. *Qual.Plant Foods Hum.Nutr.* 36 : 35 (1986)

Kahlon,T.S., Saunders,R.M., Chow,F.I., Chiu,M.C.and Betschart,A.A. Effect of rice bran and oat bran on plasma cholesterol in

hamsters. *Cereal Foods World* 34 : 768 (1989)

Kritchevsky,D., Tepper,S.A. and Kitagawa, M.: Experimental atherosclerosis in rabbits fed cholesterol-free diets. *Nutr. Rep. Int.* 7 : 193 (1973)

Lefevre,M. and Schneeman,B.O.: High density lipoprotein composition in rats fed casein or soy protein isolate. *J. Nutr.* 114 : 768 (1984)

McCusker,R.H., Daever,O.E. and Berdanier,C.D.: Effect of sucrose or starch feeding on the hepatic mitochondrial activity of BHE and Wistar rats. *J. Nutr.* 113 : 1327 (1983)

MacLean, C. W., Klein, G. R., Massa, E. and Graham, G.G. : Protein quality of conventional and high protein rice and digestibility of glutinous and non-glutinous rice by preschool children. *J.Nutr.* 108 : 1740 (1978)

Marrison,W.M. and Smith,L.M.: Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.* 5 : 600 (1964)

Miller, J. B., Pang, E. and Bramall, L. Rice : a high or low glycemic index food. *Am. J. Clin. Nutr.* 56 : 1034 (1992)

Muir, J. G. and O'Dea, K. : Validation of an in vitro assay for predicting the amount of starch that escapes digestion in the small intestine of humans. *Am.J.Clin.Nutr.* 57 : 540 (1993)

Neves,L.B., Clifford,C.K., Kohler,G.O., De Fremery,D., Knuckles,B.E., Cheowtirakul,C., Miller,M.W., Weir,W.C. and Clifford,AJ.: Effects of dietary

proteins from a variety of sources on plasma lipids and lipoproteins of rats. J. Nutr. 110 : 732 (1980)

Oddoye,E.A. and Margen,S.: nitrogen balance studies in humans : Long-term effect of high nitrogen intake on nitrogen accretion. J. Nutr. 109 : 363 (1979)

Okawa,H., Ohishi,N. and Yagi,K.: Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Analytical Biochem. 95 : 351 (1979)

Panlasigui,L.N.,Thompson,L.U., Juliano,B.O., Perez,C.M., Yiu,S.H. and Reenberg, G.R.: Rice varieties with similar amylose content differ in starch digestibility and glycemic response in humans. Am.J.Clin.Nutr. 54 : 871 (1991)

Rao, P. : Studies on nature of carbohydrate moiety in high yield varieties of rice. J.Nutr. 101: 879 (1971)

Roxas, B.V., Intengan, C.L., Juliano, B.O. Protein quality of high-protein and low-protein milled rice in preschool children. J.Nutr. 109 : 832-839 (1979)

Santiago, M.J.C., Roxas, B.V.,Intengan,C.L., Juliano, B.O. Protein and energy utilization of brown, undermilled and milled rice by preschool children. Qual.Plant Plant Fds Hum.Nutr. 34 : 15-25 (1984)

Sautier,C., Dieng,K., Flament,C., Doucet,C., Saquet,J.P. and Lemonnier,D.: Effects of whey protein, casein,soya-bean and sunflower proteins on the serum, tissue and faecal steroids in rats. Br. J. Nutr. 49 : 313 (1983)

Shama, R.D. and Rukmini, C. : Rice bran oil and hypocholesterolemia in

rats. *Lipids* 21 : 715 (1986)

Shama, R.D. and Rukmini, C. : Hypocholesterolemic activity of unsaponifiable matter of rice bran oil. *Indian J. Med. Res.* 85 : 278 (1987)

Sugano,M., Ishiwaki,N. and Nakashima,K.: Dietary protein-dependent modification of serum cholesterol level in rats. *Ann. Nutr. Metab.* 28 : 192 (1984)

Sugano,M. and Goto,S.: Steroid-binding peptides from dietary proteins. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 36(suppl.) : s147 (1990)

Terpstra,A.H.M. and Sanchez-Muniz,F.J.: Time course of the development of hypercholesterolemia in rabbits fed semipurified diets containing casein or soybean protein. *Atherosclerosis* 39 : 217 (1982)

Yashiro,A., Oda,S. and Sugano,M: Hypocholesterolemic effect of soybean protein in rats and mice after peptic digestion. *J. Nutr.* 115 : 1325 (1985)