

최 종
연구보고서

**한국인의 적절한 쌀 소비를 위한 米味 다이어트
제품 및 건강식단과 실험동물 표준식이 개발**

Development of healthful menu, low calorie meal
substitutes and rat diet containing rice
to increase rice consumption of Koreans.

한국식품영양재단(한양대학교, 고려대학교)

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “한국인의 적정한 쌀 소비를 위한 米味 다이어트제품 및 건강 식단과 실험동물 표준식이 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006 년 5 월 24 일

주 관 연 구 기관명 : 한국식품영양재단

총 괄 연 구 책임자 : 김 속 희

협 동 연 구 기관명 : 한양대학교

협 동 연 구 책임자 : 이 상 선

협 동 연 구 기관명 : 고려대학교

협 동 연 구 책임자 : 지 규 만

주 관 과 제 연구원 : 김 주 현 (한국식품영양재단)

이 다 희 (한국식품영양재단)

민 희 은 (한국식품영양재단)

김 정 선 (세명대학교)

김 혜 영(A) (용인대학교)

유 춘 희 (상명대학교)

협동제1과제 연구원 : 김 정 연 (한양대학교)

손 보 경 (한양대학교)

신 지 혜 (한양대학교)

협동제2과제 연구원 : 오 미 향 (고려대학교)

한 정 호 (고려대학교)

최 연 미 (고려대학교)

요 약 문

I. 제 목

한국인의 적절한 쌀 소비를 위한 米味 다이어트제품 및 건강식단과 실험동물 표준식이 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

쌀 섭취 감소와 쌀 잉여분의 과잉축적에 따라 농업의 위기감이 증가되며 국민의 건강을 위협하는 실정에서 쌀 이용 제품의 개발 및 쌀 소비 증대를 위한 식단 제시 및 이에 대한 교육이 절실해지고 있다. 또한 식생활의 빠른 서구화에 따른 성인병의 이환율의 증가에 따라 정상체중을 유지하기위한 다이어트제품에 대한 수요가 커지고 있으며 쌀을 위주로 하는 식생활의 우수성에 대한 소비자의 재인식이 절실한 실정이다. 한편 인체를 최종 적용대상으로 하는 연구의 실험동물 식이는 사람이 실제로 섭취하는 식품의 성격을 따르는 것이 실생활에 보다 가까운 연구 조건을 확립하는 방법이지만 실제로 우리나라에서의 대부분의 실험동물 식이는 corn starch, sucrose 등으로 탄수화물 급원을 사용하고 있다. 쌀을 주식으로 하는 경우 이러한 동물실험의 결과를 그대로 적용하기에 무리가 있어 쌀을 이용한 실험동물용 표준식이의 개발이 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 혼합미를 이용한 米味 다이어트 제품 및 건강식단¹⁾을 개발하고, 실험동물용 쌀 표준식이를 개발하여, 쌀 소비를 촉진하고 농업발전에 이바지하며 국민의 식생활 향상 및 건강유지에 기여하고자 하고자 한다.

1) 본 연구에서 개발될 혼합미 다이어트제품 및 식단의 이름을 말함.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

과제별 연구개발 내용 및 범위는 다음과 같다.

주관 과제 : 혼합미를 이용한 米味 건강식단의 개발 및 기능성 평가

혼합미를 이용하여 미미건강식단을 개발하고 개발된 건강식단을 비만 여성을 대상으로 건강식단의 건강에 미치는 영향을 조사하였다.

- 식단작성프로그램 및 米味 건강식단의 개발
- 米味건강식단이 건강에 미치는 영향 조사

협동 과제 1: 혼합미를 이용한 米味 다이어트 제품 개발 및 기능성 평가

흰쥐를 대상으로 쌀의 종류를 달리한 보충식이 체내 대사에 미치는 영향을 조사하고 쌀을 이용한 다이어트 제품을 개발하고 비만 여성을 대상으로 임상실험을 실시하였다.

- 쌀의 종류가 체내 대사에 미치는 영향에 대한 동물실험
- 쌀을 이용한 다이어트 제품이 비만 여성의 체내 대사에 미치는 영향에 대한 임상실험

협동 과제 2 : 실험동물용 쌀 표준식이 개발

성장기와 유기의 실험동물에서 쌀 식이의 아미노산과 무기질의 요구량을 파악하여 쌀 표준식을 개발하였다.

- 쌀의 영양가 평가
- 성장기 Ca, P의 이용 · 소화 · 축적을 조사
- 성장기 및 유기 흰쥐에서 쌀 표준식의 제한 아미노산 확인 대사 실험

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

주관 과제 : 혼합미를 이용한 米味건강식단의 개발 및 기능성 평가

米味건강식단은 문헌조사에서 조사된 결과를 바탕으로 혼합미를 이용한 밥 중심의 한식 상차림을 기준으로 하였으며 메뉴의 패턴은 밥, 국/찌개, 반찬 2가지 이상, 김치류로 하였다. 또한 탄수화물, 단백질, 지방 등의 3대 열량소 및 비타민, 무기질 등의 영양소가 균형되도록 식단을 작성하였다. 기존의 영양프로그램에 의해 식단을 개발할 때 제한점이 많아 본 연구에서는 직접 웹을 이용한 식단작성 프로그램을 개발하였다. 식단작성 프로그램은 식단과 음식의 등록, 식단관리, 식단표로 나눠 개발하였다. 본 연구에서 개발된 식단개발프로그램은 음식별 구성재료를 등록하고 식단별 구성음식을 등록하면 식단의 영양소가 자동으로 계산되도록 하였다. 식단작성프로그램을 이용하여 건강인(일반인, 청소년, 노인)을 위한 米味건강식단과 성인병 (비만, 당뇨병, 고혈압)환자를 위한 米味건강식단을 개발하였다.

또한 과체중 또는 비만한 여대생을 대상으로 체중조절을 위해 개발된 米味건강식단(1일 1200kcal, 일주일 사이클 메뉴)을 직접 식이로 제공하여 섭취 전 후의 체중감량 및 혈액성상변화 양상을 조사하였다. 한 달 간의 米味건강식단 프로그램을 완료한 사람은 14명 중 12명으로서 평균 나이는 22.7세이었으며 프로그램 시작시 BMI는 평균 $26.4 \pm 0.6 \text{ kg/m}^2$ 이었다. 한달간의 체중 변화는 약 5.4kg 으로 감소되었다. 영양소 섭취량 변화를 보면 열량, 단백질, 지방의 섭취량은 양적으로 모두 감소되었으며 섬유질 섭취량은 프로그램 시작 전과 후의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 헤모글로빈, 총단백질량, 알부민 모두 실험 후에도 정상수준을 보이는 것으로 보였다. 혈당은 프로그램을 전후한 유의적 차이가 나타나지 않았으며. 혈청의 중성지방, 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤의 수준에는 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 혈청의 지질대사수준이 개선되는 양상이 나타났다. 한편 Leptin의 경우 프로그램 시작시 $1535.25 \pm 198.03 \text{ pmol/L}$, 종료 후 $1249.14 \pm 175.10 \text{ pmol/L}$ 로서 $p < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 보여 주어, leptin의 변화는 체지방량 감소에 의한 결과로 사료된다. 이상의 결과로 보아 혼합미를 이용한 米味건강식단이 과체중 또는 비만한 경우 체중조절 및 건강유지에 상당히 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

협동 과제 1: 혼합미를 이용한 米味 다이어트 제품 개발 및 기능성 평가

쌀의 조합을 달리한 식이가 실험동물의 지방대사를 포함한 체내 대사에 미치는 영향을 조사한 결과를 보면 밀가루를 보충한 실험군은 쌀을 보충한 다른 군들에 비해 식이효율의 경우 가장 높게 나타났다. 백미군과 밀가루 섭취군에 비해 현미와 흑미를 함께 섭취한 군에서 장통과시간이 감소된 것으로 조사되었으며 혈액의 중성지방 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤이 가장 낮은 수준을 보였으며 HDL-콜레스테롤은 증가된 것으로 조사되었다. 또한 현미와 흑미를 비교할 때 흑미를 보충한 실험군에서 장 통과 시간 및 지질대사의 개선이 더 효과적인 것으로 나타났다.

쌀을 이용하여 저열량식 식사 대체식(내용량 50g, 열량 179kcal)을 개발하여 비만 여성을 대상으로 임상실험을 실시하였다. 쌀을 이용한 대체식은 현미와 흑미를 혼합한 혼합미 식사대체식과 백미만을 탄수화물 급원으로 구성한 백미 식사대체식 두 가지 형태로 개발하였다. 두 형태의 저열량식 식사대체식의 쌀의 구성비는 52%였으며, 두류, 채소류, 해조류, 멸치를 이용하여 체내에 필요한 단백질, 무기질, 비타민을 제공하도록 개발하였다. 비만여성(BMI25이상, 각 식이당 15명)을 대상으로 한 임상 실험에서 혼합미와 쌀을 이용한 식이의 체중감소량은 3주동안 혼합미의 경우 평균 3.8kg, 백미의 경우 평균 3.2kg의 체중감량효과를 보였다. 또한 체지방율의 경우 혼합미의 경우 3.0%, 백미의 경우 1.9%의 체지방이 감소된 것으로 나타났으며 혈중 콜레스테롤과 중성지방은 실험전에 비해 감소되었으며 혼합미의 경우 HDL-콜레스테롤은 증가하였다. 혼합미 식사대체식을 보충한 경우 지질과산화물 농도가 감소하였으며 항산화효소인 glutathione peroxidase의 수준은 증가한 것으로 조사되었다. 임상실험 동안 대상자의 혈액중 대사적 변수는 모두 정상범위를 보여 체중감량 동안 대상자의 건강상태는 정상으로 유지된 것으로 나타났다.

협동 과제 2 : 실험동물용 쌀 표준식이 개발

쌀의 영양가를 평가하기 위해 최근 대표적인 세가지 쌀품종의 백미와 현미를 선택하여 일반성분, 아미노산, 지방산, 무기질 함량을 제시하였다. 동시에 백미의 대사에너지 (AMEn) 함량을 직접 동물실험에 의해 조사한 결과 1kg당 3,603±26.2kcal로 조사되었다. 실험동물에서 쌀의 아미노산과 무기질 영양가를 평가하기 위해 쌀 식이에 쌀

함량을 60-65% 수준으로 첨가하여 식이내 탄수화물을 최대한 대치토록 하였다. 쌀 식이의 필수아미노산 요구량 및 Ca, P 요구량은 AIN93-G와 AIN93-M 및 NRC 사양 표준을 기준하였다. 쌀 식이의 부족한 단백질은 정제대두단백 (ISP) 과 casein등을 첨가하여 보충하였다. 쌀실험군과 표준군의 체중증가량과 식이섭취량 및 식이이용효율은 동일한 범위를 보였다. 백미의 첨가수준을 달리한 실험에서 백미를 60% 수준까지 첨가하여도 실험동물의 칼슘이나 인의 이용성은 별다른 나쁜 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다.

아미노산 요구량과 식이내 함량의 비교에 의해 예상되는 제한 아미노산과 부족 정도를 판단하였고, 이를 식이에 첨가하여 성장실험과 대사실험을 통해 확인하였다. 성장기 흰쥐에서 쌀 식이의 제1제한 아미노산으로 함유황아미노산 (methionine, cystine), 제2제한 아미노산으로 tryptophan이 확인되었으며, 이들을 각각 0.27 과 0.04% 첨가하였을 때 식이이용효율과 BUN 값에서 가장 좋은 효과 ($P<0.05$)가 나타났다. 실험동물용 쌀 표준식은 유지기의 흰쥐에서 제한아미노산은 현저하지 않으며 함유황아미노산의 요구량도 AIN93-M에 제시된 것을 따르면 충분한 것으로 나타났다.

본 연구는 米味건강식단의 개발, 米味다이어트 제품의 임상적 적용, 실험동물용 쌀 표준식의 개발의 3과제로 연구되었다. 본 과제를 통하여 제시된 쌀의 건강기능적 효과를 바탕으로 혼합미를 위주로 한 바람직한 식사 방향을 제시하여 현대인의 고민인 비만, 고지혈증 등의 성인병을 예방하여 할 것이다. 쌀이 중심으로 된 우리 식생활의 우수성에 대한 체계적인 교육 및 홍보가 필요하며 본 연구에 의해 개발된 米味건강식단, 米味다이어트 제품 및 실험동물용 쌀 표준식의 개발 및 보급을 위한 후속 지원이 필요하다고 사료된다.

SUMMARY

I. Subject

Development of healthful menu, low calorie meal substitutes and rat diet containing rice to increase rice consumption of Koreans

II. The purpose of research grant and content

Supervising project: Development and assessment of functionality of healthful "rice-flavor" menu using mixed rice

- Menu planning program and healthful "rice-flavor" menu development
- Effect of healthful "rice-flavor" menu on human health

Collaborating Project 1: Development and assessment of functionality of "rice-flavor" diet product using mixed rice

- Effect of different types of rice on body metabolism of rats (Animal experiment)
- Effect of "rice-flavor" diet product using variety of rice on body metabolism of obese women (Clinical study)

Collaborating Project 2: Development of standard diet using rice for animal experiment

- Analysis of nutritional value of rice
- Assessment of utilization, digestion, and retention ratio of calcium and phosphorus during growth period
- Metabolic experiment of verifying limiting amino acids in white rats during growth and maintenance period

III. The research result

Supervising project: Development and assessment of functionality of healthful "rice-flavor" menu using mixed rice

We developed a menu planning program using healthful "rice-flavor" menus for healthy people (adult, adolescent, and old people) and patients (obesity, diabetes, hypertension menus).

To assess the effect of healthful "rice-flavor" menu (1,200 kcal, 1-week cycle) on

human health, the diet was given to over-weight women for one month and the weight reduction and changes of blood profile were analyzed. The mean weight reduction after one month of “rice-flavor” menu was about 5.4 kg and the blood lipid profile was improved and the leptin level was significantly decreased. Hemoglobin, total protein content, and albumin level were all at normal range throughout the study.

Collaborating Project 1: Development and assessment of functionality of “rice-flavor” diet product using mixed rice

The present study was designed to investigate the influence of brown and black rice consumption on serum lipid parameters and antioxidant enzyme activities in experimental animals and human subjects. In animal study, fifty male rats were divided into five groups and raised for 8 weeks with diets containing white rice (WR), white rice and brown rice (WRBR), white rice and black rice (WRBL), brown rice and black rice (BRBL) or wheat flour (WH). Highest FER was appeared in WH and lowest FER in BRBL. WHBL showed lower FER than WHBR. Plasma TG, TC and LDL-C in rats fed BRBL diet were lower than other groups. HDL-C was significantly higher in rats fed diets including black rice such as WRBL and BRBL compared with WR, WHBR and WH.

In human study, physiological functions of low calorie meal substitutes composed of white rice and mixed rice (brown rice and black rice mixture) were evaluated in obese Korean women ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) for 6 weeks. Thirty women aged between 20 and 35 y were randomly divided into two groups and consumed one of the low calorie meal substitutes containing white rice (WR group, n=15) and mixed rice (BRBL group, n=15). The subjects showed a significant reduction in weights, BMI and body fat (%) during the experimental period, and BRBL group was significantly lower than WR group. The levels of TC and TG decreased gradually and significantly between 3rd and 6th week after intervention in both groups. HDL-C was significantly increased in BRBL group, but not in WR group. The level of TBARS in erythrocyte was lower in BRBL group compared with WR group, but GPx activity in BRBL group were significantly higher than WR group. Conclusively, it is considered that low calorie meal substitutes contained with brown rice and black rice is advisable in the diet therapy of obesity.

Collaborating Project 2: Development of standard diet using rice for animal experiment

To assess the nutritional values of three different kinds of white and brown rice,

general components, amino acid, fatty acid, and mineral contents were analyzed. The metabolic energy of the white rice was assessed directly by animal experiment and it was $3,603 \pm 26.2$ kcal/kg.

To assess the nutritional value of amino acid and minerals in the rice, the standard rice diet for animal was made. It was made of 60–65% of rice and isolated soy protein and casein was added as supplementary protein sources. The AIN 93-G, AIN 93-M, and NRC standard were used to set the requirement of essential amino acid and calcium and phosphorus of the diet. The name and content of limiting amino acid was grasped by the comparison of amino acid requirement and the real content in the rice diet. The limiting amino acid was added to the diet and the growth and metabolic effects were confirmed. The first limiting amino acid of the rice diet in growing rat was found as sulfur containing amino acids (methionine, cystine) and the second limiting amino acid was tryptophan. The addition of 0.27 and 0.04% of each amino acid in the diet showed the most beneficial effect in feed efficiency ratio and blood urea nitrogen of the animal.

IV. The Application plan of the research result

This research was proceeded as three collaborating studies of development of healthy "rice-flavor" diet, clinical application of "rice-flavor" diet and the development of standard rice diet for animal experiment. The practical use of proposed "rice-flavor" healthy diet using mixed rice will be beneficial to prevent the geriatric diseases such as obesity and hyperlipidemia. The systematic education and public relation is necessary to inform the excellency of rice centered dietary life and the continuing support is necessary to spread out the healthy "rice-flavor" diet developed by this research grant.

CONTENTS

Chapter 1. The outline of the study	1
Chapter 2. The present status of the technique development	5
Chapter 3. The contents and results of the study	10
Section 1. Development and assessment of functionality of healthful "rice-flavor" menu using mixed rice	10
Section 2. Development and assessment of functionality of "rice-flavor" diet product using mixed rice	79
Section 3. Development of standard diet using rice for animal experiment	109
Chapter 4. The degree of goal achievement and contribution to the related field	135
Chapter 5. The application plan of the study results	140
Chapter 6. International science information collected during the study	141
Chapter 7. Reference	149

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 2 장 국내·외 기술개발 현황	5
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	10
제1절 혼합미를 이용한 米味건강식단의 개발 및 기능성 평가	10
1. 식단작성프로그램 및 米味건강식단의 개발	10
가. 米味건강식단 개발을 위한 문헌 조사	10
나. 米味건강식단의 개발을 위한 기본 사항	18
다. 웹(web)을 이용한 식단작성 프로그램 개발	26
라. 米味건강식단의 개발	44
마. 米味건강식단의 영양 및 건강가치 제안	59
2. 米味건강식단이 건강에 미치는 영향 조사	63
가. 연구목적	63
나. 연구대상	63
다. 연구방법	71
라. 연구결과	72
제2절 혼합미를 이용한 米味다이어트제품 개발 및 기능성 평가	79
1. 연구 방법	79
가. 쌀의 종류가 체내 대사에 미치는 영향에 대한 동물실험	79
나. 쌀을 이용한 다이어트 제품이 비만 여성의 체내 대사에 미치는 영향에 대한 임상시험	83
2. 연구 결과	91

가. 쌀의 종류가 체내 대사에 미치는 영향에 대한 동물실험	91
나. 쌀을 이용한 다이어트 제품이 비만 여성의 체내 대사에 미치는 영향에 대한 임상시험	98
3. 혼합미를 이용한 대체식의 기능성	105
제3절 실험동물용 쌀 표준식이 개발	109
1. 쌀의 영양가 평가	109
가. 실험 목적	109
나. 실험 재료 및 방법	109
다. 조사 성분 및 방법	109
라. 평가 결과	110
2. 성장중인 rat에서 쌀 식이의 인 요구량 및 쌀에 함유된 총 인 (total phosphorus) 의 bioavailability 측정	114
가. 실험 배경	114
나. 실험 목적	114
다. 실험동물	115
라. 실험 설계 및 실험식이	115
마. 조사 항목 및 분석 방법	116
바. 실험 결과	116
사. 쌀 식이 내 total P의 bioavailability 측정	118
3. 유지기 rat에서 쌀 식이의 Ca, P 소화율 및 축적을	120
가. 실험 목적	120
나. 실험 방법	120
다. 실험 결과	120
4. 성장기 쌀 표준식이 개발 및 제한 아미노산 확인	123
가. 실험 목적	123
나. 실험동물 및 실험 설계	123
다. 실험식이	123

라. 시료 수집	125
마. 시료 분석	125
바. 통계분석	125
사. 실험 결과	126
5. 성장기 rat에서 쌀 표준식이 개발 및 제한 아미노산 확인 대사 실험	128
가. 실험 목적	128
나. 실험 방법	128
다. 대사 실험 결과	128
6. 유지기 rat에서 쌀 표준식의 제한 아미노산 확인 및 요구량조사	130
가. 실험목적	130
나. 실험동물 및 실험 설계	130
다. 실험식이	130
라. 시료 수집	132
마. 시료 분석 및 실험 결과의 통계처리	132
바. 실험 결과	132
7. 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인 대사실험	133
가. 실험 목적	133
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	135
1. 당초 연구 목표에 대한 연구결과의 달성도	135
2. 연구평가의 착안점에 따른 연구목표 달성도	136
3. 관련 분야의 기술 발전에의 기여도	136
4. 학술발표 및 연구발표 실적	138
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	140
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학정보	141
제 7 장 참고문헌	149

표 목 차

표 1-1-1. 시나리오별 2010년 쌀수급 및 소득전망	2
표 2-1-1. 쌀 관련 논문 분류	5
표 3-1-1. 주부들의 식단관리 실태	11
표 3-1-2. 인터넷을 이용한 음식과 식단 관련 자료 검색 및 상담경험	12
표 3-1-3. 1990년과 1998년 10대 상용식단의 변화	13
표 3-1-4. 우리나라 중산층의 메뉴패턴과 MAR	14
표 3-1-5. 20대 성인 남녀의 식품군별 1일 권장 섭취횟수(1회분량 수)	15
표 3-1-6. 식사구성안에서 1일 권장식사패턴(식품군별 1일 권장섭취횟수)의 예	16
표 3-1-7. 식사구성안에서 칼로리별 기준 대상 연령	17
표 3-1-8. 米味건강식단의 개발	18
표 3-1-9. 체중조절식의 영양기준량	20
표 3-1-10. 당뇨병 종류에 따라 식사계획시 고려하여야 할 사항	21
표 3-1-11. 당뇨병 환자의 식사지침	22
표 3-1-12. 당뇨식에 필요한 영양적 고려사항	22
표 3-1-13. 고혈압 치료를 위한 생활요법	23
표 3-1-14. 고혈압 식단의 1일 영양소 구성	24
표 3-1-15. 저염식의 식품선택을 위한 지침	24
표 3-1-16. 일반 체중유지를 위한 米味 건강식단	44
표 3-1-17. 청소년을 위한 米味건강식단	46
표 3-1-18. 노인을 위한 米味건강식단	47
표 3-1-19. 체중조절을 위한 米味건강식단 - 1,500kcal 기준	48
표 3-1-20. 체중조절을 위한 米味건강식단 - 1200kcal 기준(cycle 1)	51
표 3-1-21. 체중조절을 위한 米味건강식단 - 1200kcal 기준(cycle 2)	53
표 3-1-22. 당뇨병 환자를 위한 米味건강식단	55
표 3-1-23. 고혈압 환자를 위한 米味건강식단	57

표 3-1-24. 정상인을 위한 米味 건강식단의 영양 및 건강가치	59
표 3-1-25. 체중조절을 위한 米味건강식단	61
표 3-1-26. 피실험자에게 제공한 米味건강식단의 내용 (일주일치-1 cycle)	64
표 3-1-27. Age and initial anthropometric values of the study subjects	72
표 3-1-28. Changes of body composition of the study subjects	73
표 3-1-29. Daily nutrient intakes before and during the weight control program	76
표 3-1-30. 혈중 헤모글로빈, 혈당 및 혈장 단백질 농도	77
표 3-1-31. 혈중 지질 및 렘틴 농도	78
표 3-2-1. 실험동물의 식이 조성	80
표 3-2-2. 대상자 하루식사 구성	86
표 3-2-3. 대상자의 하루 영양소 섭취량	90
표 3-2-4. 실험동물의 체중, 식이섭취 및 식이효율	91
표 3-2-5. 실험식이내 곡류의 총 식이섬유, 수용성, 불용성 식이섬유함량	92
표 3-2-6. 실험동물의 장 통과시간 (Transit time)	93
표 3-2-7. 실험동물 혈장내 지질 농도	95
표 3-2-8. 실험동물의 대동맥 내강 넓이와 두께변화	96
표 3-2-9. 실험동물 간조직의 지질과산화물 농도와 항산화 효소 활성	97
표 3-2-10. 혼합미를 이용한 식사대체식 식이조성	98
표 3-2-11. 백미를 이용한 식사대체식 식이조성	99
표 3-2-12. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 신체계측 변화량 ...	101
표 3-2-13. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 혈액 중 대사적 변수의 변화 ...	102
표 3-2-14. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 혈중 지질농도 변화량	103
표 3-2-15. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 적혈구내 항산화 효소 활성의 변화량	104
표 3-3-1. 백미와 현미의 품종별 일반성분 및 무기질 함량	111
표 3-3-2. 백미 및 현미의 아미노산 조성	112
표 3-3-3. 백미 및 현미의 지방산 조성	113

표 3-3-4. 백미(일품벼)의 일반성분, 주요 아미노산 조성 및 대사에너지(AMEn) 함량	114
표 3-3-5. 쌀 실험식이의 배합표	117
표 3-3-6. 쌀 식이 급여가 쥐의 식이섭취량과 체중 증가에 미친 효과	118
표 3-3-7. 실험군별 인 섭취량 및 뼈 회분 함량(%), 골밀도	119
표 3-3-8. 유지기 rat에서 쌀 식이의 Ca, P 소화율과 축적을 평가	122
표 3-3-9. 성장기 rat에서 제한아미노산 확인을 위한 실험 식이배합표	124
표 3-3-10. 성장기 rat에서 제한 아미노산 확인 실험 결과	127
표 3-3-11. 성장기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인을 위한 대사 실험 결과	129
표 3-3-12. 유지기 rat에서 제한 아미노산 확인 실험 식이 배합표	131
표 3-3-13. 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인 실험 결과	133
표 3-3-14. 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인 대사실험 결과	134

그림 목 차

그림 2-1-1. 탄수화물 식품 섭취 후 혈중 인슐린 반응과 중성지방 반응	6
그림 3-1-1. 체중 및 신체 지방량의 변화	74
그림 3-2-1. 실험설계	83
그림 3-2-2. 연구모형	87
그림 3-2-3. 실험동물의 accumulative fecal weight	94
그림 6-1-1. 콜레스테롤과 식물성 스테롤 및 미강유의 triterpene alcohol 성분의 구조 비교	141
그림 6-1-2. 토끼 동맥의 동맥경화성 플라크 생성 비교	143
그림 6-1-3. 각 실험식이에 따른 토끼의 동맥단면부위	143
그림 6-1-4. 흑미와 적색미 공급시 동맥의 동맥경화성 플라크 발생 비교	144
그림 6-1-5. 아포E 결핍 마우스를 대상으로 흑미와 백미 공급 후 동맥의 T-림프구 발현 비교	145
그림 6-1-6. 동맥만곡부위의 지방 축적(I) 및 동맥경화 발생부위(II) 비교	146
그림 6-1-7. 쌀 전분(左)과 변에서 채취한 소화되지 않은 쌀 전분(右)	147
그림 6-1-8. 골든라이스 신품종	147
그림 6-1-9. 필리핀 여성의 1일 철분 섭취량 및 쌀에서 공급되는 철분의 양 비교	148

제 1 장 연구개발과제의 개요

1. 쌀 연구 및 쌀 다이어트제품 개발의 필요성

UN은 전 세계 인구의 반 이상의 주식인 쌀의 생산을 보호하기 위해 2004년을 「쌀의 해(International Year of Rice)」로 선포한 바 있다. 한편 성인병 및 비만의 이환이 증가함에 따라 섭취하는 열량의 주 공급원으로서 소비되고 있어 쌀의 입지는 점차 좁아지고 있다.

최근 일본에서는 쌀의 수요확대를 위한 새로운 연구과제로 쌀의 새로운 용도를 겨냥한 새로운 형질을 갖춘 쌀(super rice), 저아밀로즈전분을 이용한 쌀과, 고아밀로오스를 이용한 조리용 밥, 거대립을 이용한 고발효주 및 내노화성 전분, 아세틴, 피콜린 등을 이용한 향기나는 쌀 등 쌀의 고부가가치화에 초점을 맞추고 있다. 우리나라 역시 다양한 기능성 쌀 외에 쌀 가공식품의 개발 역시 지속적으로 발전되고 있으나, 소비자가 기대하는 건강효과를 만족시키기에 역부족이며 쌀을 이용한 다이어트제품의 기술 개발은 매우 미비한 실정이다.

2. 쌀을 이용한 실험동물용 표준식이 개발의 필요성

실험동물 식이의 조성은 실험결과에 절대적으로 중요한 영향을 미칠 수 있으며 특히 쥐를 이용하는 동물실험은 실험물질의 인체를 대신하는 모델로서 실험물질의 유익성 여부를 판단하는 방법으로 매우 빈번하게 사용되고 있다. 현재 사용되는 동물실험의 고형사료는 옥수수 곡류나 그 전분을 주 탄수화물 급원으로 이용한 식이이며 이러한 고형사료를 이용한 실험 결과는 쌀을 주식으로 하는 우리 식생활에 적용하기에 괴리감이 있다.

인체를 최종 적용대상으로 하는 연구의 실험동물 식이는 사람이 실제로 섭취하는 식품의 성격을 따르는 것이 실생활에 보다 가까운 연구 조건을 확립하는 방법이므로 쌀을 이용한 실험동물의 표준식이 개발이 필요하다. 쌀위주의 실험동물용 표준식은

장차 쌀을 주식으로 이용하는 모든 국가들의 실험동물 연구에 활용될 수 있다고 사료된다.

3. 쌀의 시장의 개발과 쌀 소비 감소에 따른 문제점

UR협상과 DDA 농업협상이 진전되어 2004년 쌀 재협상 결과에 관계없이 향후 쌀 시장의 개방 폭은 더욱 커질 것으로 예상된다. 농림부의 보고에 의하면 우리나라의 1인당 쌀 소비량은 육류 및 밀가루 소비 증가에 따라 지속적으로 감소하고 있고 이러한 감소추세는 가속화되고 있다.

쌀 생산량의 증가와 소비량의 지속적 감소는 전체 쌀 재고량의 증가를 가져왔는데 1997년 345만석의 재고가 2001년에는 989만석으로 4년간 약 3배 가까이 증가함으로써 쌀 재고에 따른 여러 가지 문제를 야기하고 있다.

쌀 시장 개방은 농가의 소득감소와 직결될 수 있는데, 표 1에 의하면 선진국조건으로 시장을 개방할 경우 10ha당 소득을 보면 2001-02년 평균 72만 6천원 대비 약 44% 감소된 41만원으로 쌀 농가의 소득 감소가 큰 문제로 대두될 것임으로 예상할 수 있다.

표 1-1-1. 시나리오별 2010년 쌀¹⁾ 수급 및 소득전망

		재배면적 (천 ha)	생산량 (천톤)	수입량 (천톤)	1인당 소비량(kf)	농가판매가격 (천원/80-kg)	10ha당 소득 (명목, 천원)
2001-02년도 평균		1,068	5,221	185	88.0	154	726
2005년도		983.2	4,896	205	81.8	146	712
2010 년	개도국	818.4	4,075	373	73.9	143	705
	선진국+SSG	758.1	3,776	607	74.3	116	531
	선진국	722.5	3,598	832	76.5	95	409

1) 일반미, 정곡, 중품가격

2) 선진국+SSG: 선진국조건으로 개방하되 쌀에 특별 세이프가드를 적용한 경우

자료: 박동규, WTO/DDA 이후 양정방향, 브랜드별 쌀 유통실태발전방향세미나, 2003. 12. 15

4. 국민 건강을 위한 적절한 쌀 소비 제안의 필요성

보건복지부에서 실시한 국민건강영양조사결과에 의하면 2001년도 국민 1인당 1일 쌀 소비량은 약 215.9g(약 2 공기)로 조사되었는데 1980년의 1인 1일 평균 섭취량 459.5g과 비교해 보면 절반 이상이 감소되었으며 연령별 쌀 소비현황을 비교해보면 7-12세, 13-19세, 20-29세의 경우 쌀 섭취량의 감소가 두드러지며 젊은 연령층의 식생활 서구화가 주원인으로 판단되고 있다.

쌀 소비의 감소에 따른 식생활 변화가 우리 국민의 건강유지에 많은 영향을 주고 있을 뿐 아니라 농업 및 외식사업 등 관련 산업에도 상당한 영향을 미치고 있어 쌀 소비에 관한 다각도의 연구가 매우 절실해지고 있다.

5. 서구화된 식사의 폐해와 쌀 섭취 촉진을 위한 홍보의 중요성

식생활변화에 따라 만성퇴행성 질환의 이환율이 높아지고 성인병이 현대인의 주된 사망원인으로 대두되면서 건강 및 영양문제에 대한 관심이 높아지고 있다.

WHO(World Health Organization)는 비만을 전 세계적인 건강문제로 규정하였으며 2001년도국민건강영양조사의 체질량지수(body mass index)에 의한 비만도 분포도를 보면 20세 이상 성인에서는 4.6%가 저체중, 64.7%가 정상, 과체중이 27.4%, 비만이 3.2%로 나타나 우리나라 역시 비만 예방을 위한 올바른 식생활 지도의 필요성이 증대되고 있다.

농림부를 중심으로 쌀소비 촉진을 위한 여러 사업이 증대하고 있으나 임상실험을 통한 실험적 근거 마련이 부족하며 쌀섭취의 영양적 우수성에 대한 막연한 개념만을 소비자에 전달하는데 그치고 있다.

이에 본 과제는 다음의 목적 따라 본 연구를 실시하였다.

- 쌀 섭취 감소와 쌀 잉여분의 과잉축적에 따라 농업의 위기감이 증가되며 국민의 건강을 위협하는 실정에서 쌀 이용 제품의 개발 및 쌀 소비 증대 방안에 관한 연구가 매우 절실해지고 있다.
- 식생활의 빠른 서구화에 따른 성인병의 이환율의 증가에 따라 정상체중을 유지하기 위한 다이어트제품에 대한 수요가 커지고 있는 실정에서 쌀 제품을 이용한 다이어트제품의 개발을 통해 건강기능식품의 건전한 발달을 유도하고자 한다.
- 실험동물 식이의 주요 탄수화물 급원으로 corn starch, sucrose 등이 사용되고 있어 쌀을 주식으로 하는 우리나라의 경우 쌀을 주원료로 하는 실험동물 표준 식이를 개발하여 그의 타당성을 검토코자 한다.
- 이에 본 연구에서는 혼합미를 이용한 米味 다이어트 제품 및 건강식단¹⁾을 개발하고, 실험동물용 쌀 표준식이를 개발하여, 쌀 소비를 촉진하고 농업발전에 이바지하며 국민의 식생활 향상 및 건강유지에 기여하고자 함을 목적으로 한다.

1) 본 연구에서 개발될 혼합미 다이어트제품 및 식단의 이름을 말함.

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

1. 우리나라의 쌀 연구 현황

쌀 관련 연구 실태를 알아보기 위하여 국회도서관에 소장된 쌀 관련 자료를 조사해본 결과, 전체 459편의 논문이 검색되었으며 이를 학문 분야별로 나누어 살펴보면 식품공학이 99편(21.9%)으로 가장 많고 다음으로 정책 96편(20.9%), 농학 56편(12.2%), 사회 47편(10.2%), 영양 39편(8.5%), 마케팅 30편(6.5%), 사학 29편(6.3%)의 순이었다. 1990년대 이후로는 마케팅 관련 논문이 많았고 특히 최근 5년 동안에는 브랜드와 디자인에 관한 논문이 많았으며 식품공학이나 농학 분야에서 유전과 관련된 논문 역시 많았다. 반면 1980년대 이전에는 농학 관련 논문이 많은 것으로 조사되었다(표 2-1-1).

식품영양학적 측면에서 쌀에 관한 연구동향을 살펴보면, 연구내용에 있어서는 쌀 전분 및 기타 성분에 관한 내용을 다룬 논문이 가장 많았고 취반, 쌀가공품, 쌀입자 및 가루에 대한 논문수는 비슷하였으며 쌀의 섭취효과에 대한 연구는 매우 미흡한 것으로 나타났다.

표 2-1-1. 쌀 관련 논문 분류

구분	1970년 대 이전	1970년 전반	1970년 후반	1980년 전반	1980년 후반	1990년 전반	1990년 후반	2000년 대	계
정책			1	11	19	20	29	16	96
마케팅		1	1	1	1	9	12	5	30
경영					1	1	8	7	17
사회			3	2	16	16	8	2	47
정치					3		12	4	19
국제정치				2	1	6	5	1	15
사학				2	13	11	3		29
농학	3	2	3	7	15	11	10	5	56
영양	1			4	11	13	8	2	39
식품공학	1	1	1	8	20	28	27	13	99
공학					1		2	2	5
기타		1				1	4	1	7
계	5	5	9	37	101	116	128	58	459

자료: 농협중앙회연구보고서, 쌀 소비 촉진 방안에 관한 연구, 2003. 6

2. 쌀이 건강에 미치는 효과

쌀의 건강에 미치는 효과에 관한 실험은 일본에서 많이 실시되었으며, 그 중에서도 인체를 대상으로 한 다이어트 효과, 동맥경화 및 비만, 변비 등의 개선 효과, 항산화능 등에 대한 실험 결과가 주목되어지고 있다. 일본에서 밥을 이용한 도시락 다이어트를 실시한 연구 결과 실험대상자의 체중, 체지방율이 감소하는 효과가 나타났다고 보고 되고 있다. 또 밥을 먹는 횟수가 많은 사람일수록 혈청 총콜레스테롤 수치가 낮다는 보고가 있으며, 두부나 콩발효식품 등의 콩류를 함께 섭취하는 경우 콜레스테롤 수치가 낮다고 보고되고 있다.

밥과 빵, 감자, 씨리얼의 섭취 시 혈액내 인슐린과 혈중 중성지방 반응을 비교해 본 결과, 밥을 먹었을 때가 인슐린반응이 최소로 나타나며), 혈중 중성지방의 증가에도 빵에 비해 낮은 반응을 보였다(그림 2-1-1).

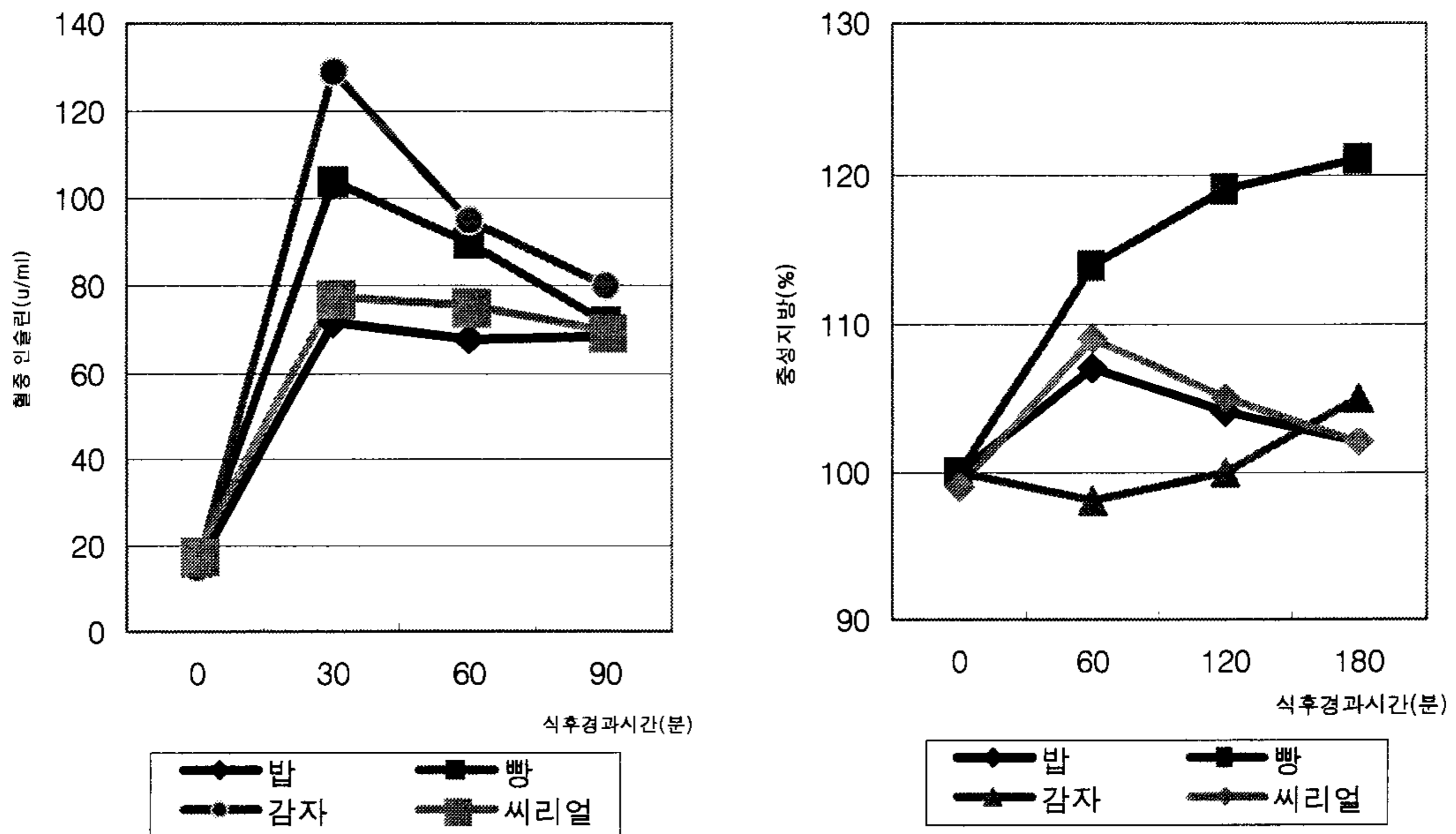


그림 2-1-1. 탄수화물 식품 섭취 후 혈중 인슐린 반응(μ u/ml)과 중성지방 반응(%)

자료 : ごはんで作る健康な体, ごはんの持つパワーを探る, 2000

쌀 추출물은 암을 비롯한 각종 성인병이나 노화의 원인인 free radical을 억제, 제거하는 작용을 함. 흰쥐를 이용하여 4주간 쌀 추출물을 투여한 동물실험의 결과 혈중 SOD(superoxide dismutase) 활성이 1.6~2.2배로 증가하였으며, 혈중 과산화지질의 양은 반대로 30~50% 감소하는 것으로 나타났다.

미국 캘리포니아 쌀위원회(California Rice Commission)에 따르면 미국의 쌀 소비는 매년 약 4% 증가하고 있고 이 추세는 앞으로도 계속될 것으로 예상하고 있다. 지난 10년 동안 미국의 1인당 쌀 소비량은 두 배로 증가, 연간 21파운드를 소비하고 있는 반면, 아시아의 경우에는 1인당 300파운드 소비하고 있다. 미국에서 이처럼 쌀 소비가 늘어나고 있는 것은 쌀의 기능과 건강효과가 널리 알려진 것이 주된 요인으로 제시된다.

3. 쌀의 기능성 성분

쌀, 쌀겨 및 배아에 포함된 대표적인 기능성 성분으로는 비타민 E-complex (tocopherol, tocotrienol), 아라비노자일레인, gamma-oryzanol, inositol, GABA, 및 식물성 스테롤, 피틴산 (IP6), 페룰라산(ferulic acid), 비전분성 다당류를 들 수 있다. 이들은 우수한 면역활성 작용, 항암작용, 항동맥경화작용, 혈압상승억제작용, 정신안정작용 등의 효능이 있는 것으로 밝혀지면서 유럽계 국가들에서도 쌀의 기능성에 주목되고 있다. ferulic acid는 쌀에 포함되어 있는 대표적인 페놀 화합물(phenolic compound)로서 강한 항산화 작용을 나타내는 것으로, 많은 경우 쌀 세포벽의 arabinoxylan과 결합되어 존재하거나, Y-oryzanol의 구성성분으로 분포하고 있음. 다수의 다당류 성분들이 면역계에 영향을 주고 질병 상태를 치유할 수 있는 것으로 보고되고 있음. 이들 성분들은 주로 숙주의 저항성을 증강시켜 암, 면역결핍질환, 약물 치료 후 면역능의 억제 등과 같은 질병상태에 보호 효과를 보이는 것으로 인식되고 있다. 최근 쌀의 도정과정에서 부산물로 생산되는 미강(rice bran)의 주요 구성 성분인 아라비노자일란(arabinoxylan)이 생체조절 물질로 알려지면서 산업적인 관심이 크게 높아지고 있다. 아라비노자일란의 생리 기능성은 식이 섬유소로서 기능뿐 아니라 면역증강활성, 항암 또는 암예방 활성, 항바이러스, 항균활성, 당뇨 예방 활성 등이 보고되고 있고, 그 가운데 주요 활성은 면역 증강 활성으로 인식되고 있다.

쌀의 종류별 항산화 기능과 면역기능에 대한 국내 연구는 아직 부족한 상황으로

특히 특수미로 분류되는 흑미의 경우 아직 국내에서 연구된 바가 매우 부족하며, 흑미를 이용한 산업은 미국에서 주로 연구되고 있다. 흑미에 대한 연구에는 색소에 대한 연구가 주를 이루고 있고, 자색의 흑미는 안토시아닌 계통의 색소로서 혈관 노화 방지, 혈압강화에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 특히 흑미는 백미에 비해 저장성도 강한 것으로 보고되고 있고, 이것은 안토시아닌계 색소의 항산화 효과에 기인하는 것으로 알려져 있다.

한편, 쌀의 이용에 대한 연구를 보면 두 가지의 경향이 있는데, 그 중 하나는 현미 자체 혹은 발아시킨 발아 현미의 형태로 미강이 포함된 쌀을 식용하는 것과, 백미 제조 과정에서 분리되어 부산물로 발생하는 미강으로부터 여러 활성 물질을 분리하여 산업적으로 이용하는 방법이지만, 이러한 제품의 산업적인 이용이 제한적이며, 현재 쌀의 종류별 기능성 물질과 이들의 체내 활성, 체내 대사에 미치는 영향에 대한 연구가 미흡한 상황이다. 따라서 이들에 대한 체내 활성을 밝히고, 이들을 이용할 수 있는 방안에 대해 심층적인 연구가 뒤따라야 할 것이다.

4. 쌀을 이용한 다이어트 제품의 개발 현황

현재 비만인의 증가와 함께 체중 감량에 대한 일반인의 관심이 증대되고 있으며, 미국의 경우 성인 여성의 38%, 성인 남성의 24%가 다이어트를 해 본 경험이 있으며 우리나라의 경우 비만으로 인한 사회적 손실은 연간 1조 17억원에 달하는 것으로 추정되고 있다. 이러한 사회적 분위기 속에서 최근 상업적 시판제품 즉, 분말 혹은 액상 형태의 조제된 식사 대용식품, 공복감 해소를 위한 제품, 식욕 억제제 및 단일 식품을 이용한 다이어트 제품 등이 개발이 크게 증가하고 있고, 앞으로도 거대한 상업적 다이어트 시장이 형성될 것으로 예상된다.

최근 미국에서 쌀을 이용한 '라이스 다이어트(Rice Diet)'가 주목을 받고 있는데, Duke Rice Diet Program (듀크대학 메디컬센터 부설)의 쌀 다이어트 프로그램은 쌀을 중심으로 한 채식을 통하여 체중감량 및 건강 회복을 목적으로 하고 있다. Rice Diet의 구성을 살펴보면 신선한 과일과 채소류, 곡류, 생선류, 콩류 등의 품목을 다양하게 선택하여 식사할 수 있도록 되어 있다. 쌀 관련 품목은 30개 정도에 지나지 않아 실제로 이름처럼 쌀만 섭취하여 이루어지는 다이어트는 아니라고 볼 수 있었다. 미국에서 쌀의 섭취는 당뇨, 비만, 심장질환 및 고혈압에 효과적인 식사요법으로 각광

받고 있지만 오히려 쌀이 주식인 우리나라를 비롯한 동양권 국가에서는 쌀을 비만의 주요 원인으로 인식하고 있다. 그러나 최근 다시 우리나라 전통의 쌀 중심 식사의 우수성이 보고되고 있어 이의 건강 기능성에 대한 체계적인 검증 작업이 필요할 것으로 사료된다. 현재 쌀 제품을 이용한 체중 감량 제품은 거의 없으며, 쌀 제품을 이용하여 다이어트제품을 생산할 경우 쌀에 포함된 여러 생리 활성 물질의 기대효과와 동시에 쌀 공급에 따른 수요 부족 역시 해결할 수 있다는 장점이 있다.

쌀은 밀과 비교하여 영양학적인 우수성을 가진 우리의 전통 식품이며, 특히 밀로 만든 빵에 비해 열량이 상대적으로 낮고, 쌀을 이용한 제품은 빵의 제조시 설탕과 버터 등 다른 식품의 첨가로 인한 열량 과잉과 과도한 지방 섭취로 인한 문제점이 해결될 수 있을 것으로 사료된다.

5. 쌀을 이용한 실험동물용 식이의 개발 현황

쌀을 실험동물용 식이로 개발하거나 보고한 문헌은 찾을 수 없다. 국내 가축용 배합사료산업에 비해 실험동물용 식이 산업은 규모가 크지 않고, 외국의 배합표에 의존하여 자체적인 연구 없이 원료의 단순 배합에 의해 생산하는 수준으로 판단됨. 국내에서 실험동물용 식이를 개발한 연구 실적은 매우 드문 형편이다. 현재 시판되는 실험동물 식이의 주요 탄수화물 급원은 옥수수가 주로 쓰이고 있으며, 세계적 표준 식이인 AIN diet (93G, 93M)에는 corn starch, sucrose 등이 사용되고 있음. 옥수수나 전분, sucrose 등은 쌀에 비해 소화율, 단백질(필수 아미노산), 에너지, 필수지방산, 무기질 등의 함량이 다르다. 실험동물의 식이는 용도에 따라 정제 식이 이외에 옥수수, 대두박 같은 일반원료를 이용한 실용 식이(practical-type diet)도 이용되나 실용 식이의 구성은 표준화되어있지 않고 다만 영양소 함량을 AIN 식이를 기준해서 제조하고 있는 실정이다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 혼합미를 이용한 米味건강식단의 개발 및 기능성 평가

주관과제 책임자 : 한국식품영양재단 김숙희

1. 식단작성프로그램 및 米味건강식단의 개발

가. 米味건강식단 개발을 위한 문헌 조사

1) 식단관리 현황

각 가정 내에서 계획적인 식단관리를 통한 계획된 조리와 이러한 식단관리를 개개인의 건강관리와 연계시키기 위해서 각 가정을 대상으로 한 건강식단 개발 및 지속적인 보급이 중요하다. 그러나 소비자의 식단관리에 관한 연구는 양적으로 매우 부족한 편이다.

소비자의 식단관리 현황을 살펴보면, 2003년 서울 지역의 248명 주부를 대상으로 한 연구에서 식단을 항상 계획하는 주부는 14.1%로 나타났으며, 69.8%의 주부들은 가끔 식단을 계획하는 것으로 조사되었다. 식단을 계획할 때 가장 고려하는 사람은 가족 중 남편을 고려하는 것으로 조사되었으며 식사 준비시 가장 고려하는 점은 가족의 기호도를 주로 고려하는 것으로 나타났다(표 3-1-1).

또한 대상자의 약 30%가 인터넷을 이용하여 식단관련 자료를 검색하거나 상담하는 것으로 조사되었다(표 3-1-2).

표 3-1-1. 주부들의 식단관리 실태

식단관리 항목	내용	빈도	퍼센트
우리집에서는 평상시에 식단을	항상 계획한다	35	14.1
	가끔 계획한다	173	69.8
	전혀 계획하지 않는다	40	16.1
	합 계	248	100.0
식단을 계획시 가장 고려하는 사람	주부	27	10.9
	남편	116	46.8
	자녀	65	26.2
	부모님	3	1.2
	기타	37	14.9
	합 계	248	100.0
식단을 계획하는 시기는	1주일 전	6	2.4
	2-3일 전	22	8.9
	1일 전	73	29.4
	식사준비 당일	96	38.7
	불규칙하다.	51	20.6
	합 계	248	100.0
식사 준비 시 가장 고려하는 점은	영양적인 면	67	27.0
	재료구입비	11	4.4
	음식의 조리방법	22	8.9
	가족의 기호도	148	59.7
	합 계	248	100.0
완전 조리된 반찬 구입 빈도	1일 1회 이상	12	4.8
	1주일에 2-3회	44	17.7
	1주일에 3-4회	2	0.8
	1개월에 2-3회	42	16.9
	거의 이용하지 않음.	148	59.7
	합 계	248	100.0
매끼 새로운 반찬 준비 정도	매우 그렇다	6	2.4
	그렇다	43	17.3
	보통이다	144	58.1
	그렇지 않다	54	21.8
	매우 그렇지 않다	1	0.4
	합 계	248	100.0
매끼 육류, 생선, 해조류, 채소류의 골고루 준비하는 정도	매우 그렇다	13	5.2
	그렇다	72	29.0
	보통이다	125	50.4
	그렇지 않다	38	15.3
	합 계	248	100.0
가족들과의 외식빈도	2-3일에 1회	9	3.6
	주 1회	48	19.4
	월 1회	119	48.0
	거의 하지 않는다	72	29.0
	합 계	248	100.0

자료 : 한국인을 위한 국민건강식단 개발, 보건복지부, 2003

표 3-1-2. 인터넷을 이용한 음식과 식단 관련 자료 검색 및 상담경험

	빈도	퍼센트
없다	169	68.1
자료만 검색한다	72	29.0
상담을 한다	3	1.2
상담도 하고 자료도 검색한다	4	1.6
합 계	248	100.0

자료 : 한국인을 위한 국민건강식단 개발, 보건복지부, 2003

2) 우리나라 상용 식단의 패턴

우리나라에서 일상적으로 먹고 있는 상용식단은 밥과 반찬으로 이루어진 식단이라 볼 수 있다. 그러나 한국인 상용식단도 시대에 따라 약간씩 변화되고 있는 추세로 1990년대 초와 1998년도 상용식단을 비교한 김영옥(2002)의 보고에 의하면 면과 빵을 위주로 한 식단이 상대적으로 증가한 것으로 보고하고 있다. 그러나 밥이 포함된 전통적 식사의 형태가 대부분으로 나타나 우리나라의 일상식으로는 밥과 국류, 그리고 반찬을 함께 먹는 형식이 우선임을 알 수 있다.

표 3-1-3. 1990년대와 1998년 10대 상용식단의 변화

순위	1990년대 초 식사	섭취율(%)	1998년도 식사	섭취율(%)
1	밥+국+김치	4.52	밥+면+김치	6.14
2	면+김치	4.30	밥+찌개+국+김치	5.80
3	밥+국+김치+나물	4.16	빵+과일	4.18
4	밥+찌개+김치	3.74	밥+국+김치+나물	3.76
5	밥+찌개+김치+나물	3.18	빵+음료	3.00
6	밥+국+김치+구이	3.02	빵+우유+과일	2.38
7	밥+국+김치+볶음	2.13	밥+찌개+김치+전	2.37
8	밥+찌개+김치+구이	2.09	밥+국+김치+구이	2.11
9	밥+면+김치	2.04	밥+찌개+김치+구이	2.06
10	밥+찌개+김치+구이+나물	2.00	밥+국+김치	1.97

- 자료: 1) 문현경, 정해량, 조은영. 1990년도 국민영양조사에 따른 한국인의 상용식단 분석. 한국식문화학회지 9(3) : 241-250, 1994
- 2) 김영옥. 쌀소비패턴의 변화, 제2회 쌀소비확대를 위한 대국민 홍보 심포지움. 2002.9.28.

식단에 구성된 밥, 국, 반찬의 가지수 등 식단의 패턴의 현황에 대한 연구는 매우 부족한 편이다. 한국식품영양재단에서 실시된 2004년 연구에 의하면 우리나라 상용식단의 주요 패턴은 밥, 국, 반찬, 김치의 4종으로 주로 이뤄진 것으로 조사되었다. 또한 상용식단의 패턴은 계절, 가족수, 수입등의 영향을 받을 수 있는 것으로 조사되었다. 다음 표와 같이 계절에 따라 식단의 패턴이 변화되는 것을 볼 수 있는데, 예를 들면 여름의 경우 면과 김치를 먹는 식단이 우세한 순위로 나타난다. 표 3-1-4는 가족수에 따른 다빈도 메뉴 패턴이 나타나 있으며 표 5에는 수입에 따른 메뉴 패턴이 나타나 있다. 수입의 경우 상대적으로 수입이 많은 경우가 수입이 적은 경우에서 반찬의 개수가 증가되는 것을 볼 수 있으며 소득이 낮은 경우에서 밥의 선호도가 더욱 높은 것

으로 나타났다. 수입이 증가된 경우 면, 빵이 주가 되는 식단 패턴이 우세한 것으로 나타났다. 표 에는 종류 가정의 식사패턴별 식사의 질을 나타내주는 MAR(mean adequacy ratio)가 나타나 있다. 밥을 중심으로 반찬이 2개 이상인 경우 MAR은 0.92로 반찬 1개인 경우보다 높게 나타났다. 면이 구성된 식단의 경우 밥이 구성된 식단에 비해 MAR이 더 낮게 나타난 것을 보아 미미건강식단의 개발시 밥이 구성되며 반찬이 2가지 이상 구성된 식단 패턴을 기본 형태로 고려하였다.

표 3-1-4. 우리나라 중산층의 메뉴패턴과 MAR

순 위	메 뉴 패 턴	MAR
1	밥+국+반찬2+김치	0.919±0.086
2	밥+국+반찬1+김치	0.892±0.082
3	면+김치	0.638±0.099
4	밥+반찬2+김치	0.779±0.148
5	밥+찌개+반찬1+김치	0.835±0.137
6	면	0.563±0.173
7	밥+찌개+반찬2+김치	0.926±0.082
8	밥+반찬3+김치	0.858±0.119
9	밥+국+반찬3+김치	0.927±0.094
10	밥+찌개+반찬2	0.808±0.171

자료 : 우리나라 농산물의 소비증진 및 수급안정을 위한 소비실태 분석 및 영양가치 정보 데이터베이스 구축, 한국식품영양재단, 2004

3) 식단 작성을 위한 기본 사항

식단 작성을 위해서는 먼저 대상자의 연령, 성별, 생활활동의 강도를 구분하여 한국인 영양권장량을 기준으로 필요 영양량을 산출한다. 아침, 점심, 저녁의 섭취영양량의 배분은 일반적으로 1:1:1의 비율 또는 1:1.5:1.5 등의 비율을 권장한다.

한국인 영양권장량에 나타난 성인의 식사구성을 보면 다음과 같다. 20대 성인 남녀의 주요 영양소 권장량을 고려하여 1일 식사의 식품군 구성을 다음에 제시하였다.

표 3-1-5. 20대 성인 남녀의 식품군별 1일 권장 섭취횟수(1회분량 수)

식품군	성인 남자(2500kcal)	성인 여자(2000kcal)
곡류 및 전분류	5	4
고기, 생선, 계란, 콩류	5	4
채소 및 과일류	7	6
우유 및 유제품	1	1
유지, 견과 및 당류	5	4

식단작성시 식품구성은 영양기준량을 충족시키는 것을 목표로 한다. 식품구성은 주식의 식품군(곡류)과 단백질 급원인 주요 식품군(어육류, 두류, 우유류, 난류), 기타 식품군(채소, 감자, 해조류, 과일류), 조미료로서 유지류, 설탕류 순으로 하는 것이 좋다.

식단을 작성하기 위해 식품군을 구분하고 식품군별 식품을 구성하는 방법은 한국 영양학회에서 2005년도 제안한 식사구성안에 나타나 있다. 식사구성안은 일반인이 여러식품이 적절히 함유된 영양적으로 균형잡힌 식사를 실천하는데 도움을 주기 위해 고안되었다.

표 3-1-6은 식사구성안에서 권장된 각 식품군별 1일 식사 횟수의 예이다. 식사구성안에서는 대상 연령에 따라 패턴A와 패턴 B로 분류하고 있다. 성인일 경우 패턴 B를 따를 것을 권장하고 있으며 질병이나 체중 조절을 위해 에너지가 결정되면 각 식품군별 섭취횟수를 달리하여 섭취하면 균형된 식사구성을 할 수 있다.

표 3-1-7 에는 칼로리별 적용 연령을 제시해 주고 있는데, 평균에너지필요량 별로 적용 연령에 따라 식사를 구성하도록 권장하고 있다. 여기에서 평균에너지필요량은

연령별로 건강한 사람들의 절반에 해당하는 사람들의 일일 필요에너지를 충족시키는 값이다. 그러나 최근 비만 및 기타 질환 여부에 따라 에너지필요량은 개인별로 수준이 다르므로, 활동수준 등 생활방식에 맞는 에너지섭취가 제안되고 있다. 미미건강식단의 개발시에도 식사구성안의 권장식사패턴을 참고하여 6개의 식품군의 균형된 구성을 염두에 두었다.

표 3-1-6. 식사구성안에서 1일 권장식사패턴(식품군별 1일 권장섭취횟수)의 예

식사패턴		1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800
패턴A (우유 2컵) (소아·청소년)	곡류 및 전분류 I	1	1.5	2	2.5	3	3	3.5	4	4.5	4.5
	곡류 및 전분류 II	1	1				1				1
	고기, 생선, 계란, 콩류	2	2	3	3	3	4	5	5	6	6
	채소류	2	3	4	4	5	5	6	6	6	7
	과일류	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	우유 및 유제품	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	유지, 견과 및 당류	2	2	3	3	3	4	5	5	5	6
패턴B (우유 1컵) (성인)	곡류 및 전분류 I	1.5	2	2	2.5	3	3	3.5	4	4.5	5
	곡류 및 전분류 II			1			1	1	1		
	고기, 생선, 계란, 콩류	2	2	3	4	4	5	5	5	6	6
	채소류	4	5	6	6	7	7	7	7	7	8
	과일류	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	우유 및 유제품	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	유지, 견과 및 당류	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6

참고자료 : 한국인 영양섭취기준, 한국영양학회, 2005

표 3-1-7. 식사구성안에서 칼로리별 기준 대상 연령

패턴A (kcal)	적용연령	적용연령별 평균에너지 필요량	패턴B (kcal)	적용연령	적용연령 평균에너지 필요량
1,000	1-2세 소아	1,000	1,000		
1,200	3-5세 소아	1,400	1,200		
1,400	6-8세 소아	여: 1,500 남: 1,600	1,400		
1,600	9-11세, 여자	1,700	1,600	65세 이상, 여자	1,600
1,800	9-11세, 남자	1,900	1,800	50-54세, 여자	1,800
2,000	12-19세, 여자	2,000	2,000	30-49세, 여자	1,900
				65세 이상, 남자	2,000
2,200	12-14세, 남자	2,400	2,200	20-29세, 여자	2,100
				50-64세, 남자	2,200
2,400	12-14세, 남자		2,400	30-49세 남자	2,400
2,600	15-19세, 남자	2,700	2,600	20-29세 남자	2,600
2,800	15-19세 남자			2,800	

자료: 한국영양학회. 한국인 영양섭취기준, 2005

나. 米味건강식단의 개발을 위한 기본 사항

1) 米味건강식단의 개발 원칙 및 분류

米味건강식단은 문헌조사에서 조사된 결과를 바탕으로 식사의 균형을 꾀하고 식사의 영양적 질을 높이기 위해 다음과 같은 기본원칙을 갖는다.

- ① 식단의 패턴은 밥 중심의 한식 상차림을 기준으로 함.
- ② 밥의 경우 혼합미를 주로 권장하며 보리나 콩 등의 잡곡을 권장
(밥 : 현미밥, 흑미밥, 잡곡밥)
- ③ 메뉴의 패턴은 밥+국/찌개+반찬 2가지 이상+김치류로 함.
- ④ 영양적으로 탄수화물, 단백질, 지방 등의 3대 열량소 및 비타민, 무기질 등의 영양소가 균형있게 포함

米味건강식단은 건강인을 위한 식단과 성인병 환자를 식단으로 분류하여 다음 표와 같이 개발되었다.

표 3-1-8. 米味건강식단의 개발.

구 분		비 고
건강인을 위한 米味건강식단	일반인을 위한 米味건강식단	1끼 단위로 개발
	청소년을 위한 米味건강식단	
	노인을 위한 米味건강식단	
성인병 환자를 위한 米味건강식단	체중조절을 위한 米味건강식단	1일 단위로 개발
	당뇨병 환자를 위한 米味건강식단	
	고혈압 환자를 위한 米味건강식단	

2) 미미건강식단의 분류와 분류별 개발 원칙

가) 건강인을 위한 米味건강식단

(1) 일반인을 위한 米味건강식단

특정한 질병이 없는 일반인을 대상으로 정상적인 체중유지를 목표로 하였다. 작성된 식사는 식단명, 구성음식, 식단의 영양가로 구성되었다.

2005년 제정된 영양섭취기준(dietary reference intake;DRI)을 살펴보면 20-29세 남자의 경우 하루 필요에너지가 2600kcal, 30-49세 남자의 경우 2400kcal로 제시되어 있다. 이에 본 일반인을 위한 米味건강식단은 한 끼를 기준으로 600-800kcal가 될 수 있도록 개발하였다.

(2) 청소년을 위한 米味건강식단

정상적인 성장발달이 중요한 청소년의 경우 연령이 15-19세이고 하루 필요에너지 2700kcal(남자)를 기준으로 하여 한 끼당 약 900kcal정도가 될 수 있도록 米味건강식단을 개발하였다.

(3) 노인을 위한 米味건강식단

노인의 경우 연령이 65-74세이고 하루 필요에너지 2000kcal(남자)임을 감안하여 한 끼당 약 600-700kcal 정도가 될 수 있도록 米味건강식단을 개발하였다.

나) 성인병 환자를 위한 米味건강식단

환자를 위한 식단은 영양적으로 적정할 뿐만 아니라 환자의 기호를 만족시키는 맛이 있는 식사이어야 한다. 병원에서 운영되는 환자식의 종류는 약 30여종 이상이 있고 식사별로 각기 식단이 계획된다. 이러한 식단은 한국인 영양권장량을 기초로 한

각 영양소 필요량을 충족시킴과 동시에 질병 치료 목적에 적합하도록 작성된다. 그러나 가정에서 특별히 환자를 위한 식단을 작성하여 그대로 실천하기는 쉬운 일이 아니며 기본적인 가정의 식사구성에 맞추어 조금씩 변형함으로써 일반인도 쉽게 접근할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

(1) 체중조절을 위한 米味건강식단

비만이 여러 가지 대사 장애 및 만성퇴행성 질환과 관련되고 있음이 보고되면서 비만 환자의 체중감소에 많은 관심을 두고 여러 각도에서의 접근이 이루어지고 있다. 2001년 국민건강영양조사 결과에 의하면 우리나라 20세 이상 성인의 30.64%가 체질량 지수((BMI, kg/m²) 25 이상인 것으로 나타났다.

개개인의 체중감소의 필요성을 평가하고 적정 체중 및 적절한 생활양식을 설정하는 것이 비만관리에 필수적이다. 비만의 치료방법에는 식사요법, 운동요법, 행동요법이 있으며 보조적 수단으로 약물요법, 수술요법 등이 제시되고 있다.

비만 환자를 위한 체중조절식은 건강을 증진시키고 합병증의 위험을 지속적으로 감소시킬 수 있는 수준으로 체지방을 줄이고 체중을 적절하게 조절, 유지하는 것을 목적으로 하는 식사로서 각 영양기준량에 따른 탄수화물, 단백질, 지방의 섭취수준은 다음 표와 같다. 1200kcal 미만의 식사는 비타민, 무기질 등의 미량 영양소가 부족될 수 있으므로 보충제의 사용이 고려되어야 한다.

표 3-1-9. 체중조절식의 영양기준량

열량(kcal)	당질(g)	단백질(g)	지방(g)
800	101	50	25
900	124	52	25
1000	136	60	25
1100	159	62	25
1200	170.5	63	30
1300	182	72	32
1400	193.5	73	37
1500	216.5	75	37

자료 : 식사처방 지침서, 이화여자대학교 의과대학 부속 목동병원, 1999

(2) 당뇨병 환자를 위한 米味건강식단

당뇨병 관리에 있어 식사관리는 가장 기본이라 할 수 있다. 당뇨병의 식사관리는 칼로리, 단백질, 지방, 당질의 섭취량을 조절하며 식사시간의 규칙성, 식사량의 배분, 포화지방과 콜레스테롤의 섭취량을 고려하여 시행하게 된다.

당뇨병 식사요법의 전반적인 목표는 당뇨병 환자가 적절한 식사와 생활습관을 갖게 함으로써 대사이상을 최대한 정상화시키고 합병증을 예방 또는 지연시켜 좋은 영양상태를 유지하도록 하는 것이다. 당뇨병 식사관리시 당뇨병의 종류에 따라 중점을 두어야 할 사항에 차이가 있는데 그 내용은 다음과 같다.

표 3-1-10. 당뇨병 종류에 따라 식사계획시 고려하여야 할 사항

전략	제1형 당뇨병	제2형 당뇨병		임신성 당뇨병	내당능 장애
		비만	비비만		
식사시간의 규칙성	H	M	M	H	L
매일매일 일정한 양의 식사섭취	H	M	M	H	L
식사내 지방조절	H	H	H	M	H
단순당 제한	M	M	M	M	M
운동시 간식 섭취	H	L	L	M	L
칼로리 제한	L	H	L	L	M
기타 영양적 요인	M	M	M	M	M

H : High priority, M : Medium priority, L : Low priority

자료 : Thom SL. Nutritional Management of Diabetes, Nutr Clin Nor Am 28(1) : 101, 1993

당뇨병 환자의 경우 적절한 이상체중을 유지하는 것이 중요하며 이를 위해 식이요법 및 운동요법을 행한다. 식이요법의 경우 칼로리와 단백질, 당질 및 지방 등을 조절하여 섭취하도록 하며 섬유소 및 비타민, 미네랄 등은 충분히 섭취하는 것을 권장한다. 당뇨병 환자에게 권장되는 식사지침은 다음 표에 제시하였다.

표 3-1-11. 당뇨병 환자의 식사지침

- 매일 일정한 시간에 알맞은 양의 음식을 규칙적으로 먹는다.
- 설탕이나 꿀 등 단순당의 섭취를 피한다.
- 섬유소를 적절히 섭취한다.
- 지방을 적정량 섭취하며 콜레스테롤의 섭취를 제한한다.
- 소금 섭취를 줄인다.
- 술을 피하는 것이 좋다.

당뇨식에 필요한 영양적 고려사항은 다음 표와 같다.

표 3-1-12. 당뇨식에 필요한 영양적 고려사항

Calorie	적정 체중(IBW)와 활동정도, 환자의 상태에 따라 결정한다.
CHO	총 섭취열량의 55-60%, 단순당질보다 복합당질로 섭취한다.
Protein	총 섭취열량의 15-20%(1.2-1.5g/kg · IBW)
Fat	총 섭취열량의 20-25% SFA : MUFA : PUFA = 1 : 1 : 1 권장
SFA	총 섭취열량의 <10%로 제한
Cholesterol	일반적으로 <300mg/day로 제한하며 지질대사에 이상이 있는 경우 <100mg/1000kcal로 제한한다.
Fiber	급격한 혈당상승을 방지하고 혈중 콜레스테롤을 낮추는 효과가 있으므로 20-35g/day 섭취를 권장한다.
기타	알콜 섭취는 제한하고 고혈압을 동반하는 경우 Na 섭취는 <2000mg/day를 권장한다.

자료 : 식사처방 지침서, 이화여자대학교 의과대학 부속 목동병원, 1999

(3) 고혈압 환자를 위한 米味건강식단

고혈압의 식사관리는 체중조절과 나트륨 제한에 중점을 둔다. 체중조절을 위하여 저지방, 저칼로리식 및 고혈압에 영향을 줄 수 있는 전해질(Mg, K, Ca) 그리고 지방산의 종류도 고려한다.

우리나라 고혈압 유병율은 전체 인구의 약 10-15%로 고혈압은 유전적 소인과 환경적 요인 즉, 염분섭취량, 비만, 술, 스트레스, 연령 등에 의해 초래된다.

식사와 고혈압과의 관계에 대해서는 아직 논란이 있지만 고혈압 치료에 있어서 식사요법은 매우 중요한 부분이다. 약물치료에 따른 위험과 비용을 고려할 때 체중조절, 염분섭취 제한 그리고 알코올 섭취제한 등의 비약물요법이 우선 시행되어야 한다. 또한 칼슘 섭취량 증가, 나트륨에 대한 칼륨의 섭취비율 증가, 칼슘 섭취량 증가, 불포화지방산의 비율을 증가시키면서 총 지방섭취량 제한, 카페인 섭취제한도 권장되고 있다(표 3-1-13).

표 3-1-13. 고혈압 치료를 위한 생활요법

- 비만의 경우 체중을 감량한다.
- 알코올 섭취를 제한한다(알코올 30mL, 여성과 체중이 적은 남자는 15mL로 제한함).
- 규칙적인 유산소 운동을 한다(1일 30-45분간).
- 저염식을 한다(소금 1일 5g 이하).
- 음식으로 적정량의 칼륨을 섭취한다(90mEq/일).
- 음식을 통해 적정량의 칼슘과 마그네슘을 섭취한다.
- 금연한다.
- 전반적인 심혈관계 질환을 예방하기 위해서 콜레스테롤 섭취를 줄인다.
(특히 제2형 당뇨병과 비만 등의 합병증이 수반된 경우)

저염식은 혈압조절을 통해 고혈압 환자의 치료를 돕고 급성 및 만성 신부전과 간기능 손상 등으로 발생할 수 있는 부종이나 복수로 인해 체내에 과량 보유된 수분의 유출을 촉진함으로써 환자들의 증상 완화와 치료에 도움을 주기 위한 식사이다. 나트륨의 제한 정도에 따라 경저염식(mild sodium restricted diet), 저염식(sodium restricted diet), 무염식(strict sodium restricted diet)으로 나누어 볼 수 있다.

표 3-1-14. 고혈압 식단의 1일 영양소 구성

구 분	열량(kcal)	당질(g)	단백질(g)	지방(g)	Na(mg)
경저염식	2200	320	100	60	4000
저염식	2200	320	100	60	2000
무염식	2200	320	100	60	400

(1g NaCl = 393mg Na)

자료 : 식사처방지침서, 삼성서울병원, 2001

고혈압 환자를 위한 저염식의 식품선택 지침은 다음 표와 같다(표 3-1-15).

표 3-1-15. 저염식의 식품선택을 위한 지침

식품군	권장하는 식품	제한하는 식품
곡류군	모든 곡류 소금을 첨가하지 않은 국수 크래커류 식빵, 하드롤, 머핀류 옥수수빵, 팬케이크, 와플 양념하지 않은 감자나 고구마류 등	소금을 첨가한 빵이나 크래커, 과자류 인스턴트 밥이나 국수류 즉석식품이나 냉동식품 상업적으로 제조되는 빵가루나 튀김가 루류 포테이토칩, 콘칩, 팝콘 등
어육류군	모든 신선한 어육류 두부, 콩, 달걀류 말린 콩류 등	소금에 절인 어육류, 훈제육류 통조림된 가공어육류 햄, 베이컨, 소시지 각종 젓갈류, 게, 가재, 멸치, 정어리 등
채소 및 해 조류	모든 신선한 채소류 저염 통조림 채소류 생채나 초절임류 등	채소 통조림류 단무지, 피클, 김치류 염장절임 채소류 드레싱에 버무린 채소류 해파리, 미역줄기 등

지방균	식물성 기름류, 무염버터 소금을 첨가하지 않은 드레싱 저염 땅콩버터, 깨 등	샐러드 드레싱 버터, 마요네즈 소금을 첨가한 견과류 땅콩버터, 깨소금 등
과일균	모든 신선한 과일류	소금 및 드레싱으로 조미된 과일류
우유 및 유 제품	우유(하루 500cc 이하) 요쿠르트, 저염치즈 등	치즈, 치즈스프레드와 소스 초콜릿 우유, 밀크쉐이크 등
음료	모든 과일주스 무염 채소주스	일반채소 및 토마토주스
국 · 찌개	간을 하지 않은 채소국	소금을 첨가한 곰국 각종 찌개류 된장, 간장, 소금, 각종 조미료 등을 넣 어 간을 한 국과 찌개국물
기타	식초, 레몬즙, 생강, 파, 마늘 후추, 양파즙, 겨자 등	간장, 고추장, 된장, 각종 화학조미료 각종 샐러드 드레싱류 고기소스류
외식류	비빔밥, 회덮밥(고추장은 허용량 범위내에서 조절) 한정식, 생선구이(양념간장은 제한) 김밥, 초밥 국수류(국물 제외)	전골, 찌개 및 각종 탕류 인스턴트 및 즉석요리류 중국요리, 피자 등

자료 : 식사처방지침서, 삼성서울병원, 2001

다. 웹(web)을 이용한 식단작성 프로그램 개발

1) 기존의 식단작성 프로그램 조사결과

가) 보건복지부의 국민건강식단(<http://goodmenu.mohw.go.kr/intro/intr2.asp>)

국민건강식단은 만성퇴행성 질환의 예방 및 치료에 중요한 영양관리를 위해 한국인 가정에 적합한 표준화된 식단을 제시하여 균형잡힌 식생활을 권장하고 이것을 토대로 식생활 개선을 유도하기 위한 식단이다.

국민건강식단을 이용하여 각 가정에서는 4계절 건강식단을 활용하여 계획적인 식단 작성을 할 수 있고 개개인과 각 가정에 적합한 음식종류와 식사량을 고려하여 영양적으로 균형된 식생활을 할 수 있도록 도와준다.

알맞은 양을 조리하고 섭취함으로써 음식의 과소비로 인한 각종 질병을 예방하여 음식물 쓰레기의 발생량을 최소화하여 위생적인 식사관리를 통한 식생활 개선을 유도하여 국민들이 건강하면서도 위생적인 음식문화를 형성하도록 한다.

각 가정에서 식단을 미리 계획하는 경우는 매우 드물고 혼자서 작성하는 것이 어려우므로 이에 적합한 표준화된 식단을 제시하여 균형잡힌 식생활을 권장하고 이를 토대로 식생활 개선을 유도한다.



<보건복지부의 국민건강식단 메인화면>



<국민건강식단 - 식단 만들기>

주요 영양소의 권장량을 고려해 작성한 한국인에 적합한 4계절 표준식단의 모형을 제시하였다.

각 가정의 상황에 맞춰 우리 가족만의 식단을 작성할 수 있는 조합형 식단을 개발함으로써 400여종의 음식을 활용하여 누구나 손쉽게 식단을 계획할 수 있게 하였다.

국민건강식단의 기준은 기본 생계비를 위한 식품비 산정에 사용된 가구모형에 따라 4인가구를 국민건강식단의 표준가구로 선정하였으며, 표준가구는 가장 39세, 주부 36세, 장남 10세, 장녀 8세를 기준으로 4계절 식단을 작성하였다.

국민의 건강 [국민건강식단] - Microsoft Internet Explorer

http://goodmenu.mohw.go.kr/house/nutrition.asp

국민건강식단 | 계절별 건강식단 | **우리집 건강식단** | 건강식단을 위한 영양정보

● 나의 식단 만들기 ● **영양소별 음식보기** ● 우리집 식단 평가

영양소별 음식보기

음식에 관한 영양소를 한눈에 보실 수 있습니다. 영양소별로 검색이 가능합니다.

영양소별 음식보기 세부설정

식품명	열량 (kcal)	단백질 (g)	지질 (g)	당질 (g)	섬유 (g)	칼슘 (mg)	철분 (mg)	나트륨 (mg)	비타민A (μgRE)	β-카로틴 (μg)	비타민C (mg)	플레스테롤 (mg)
가지(무조림)	101.8	13	2.5	8.6	0.34	48.14	1.25	722.96	93.88	538.43	8.71	50.1
가지나물	24.6	0.7	1.6	2.4	0.49	23.9	0.25	673.66	5.9	40.87	2.72	0
가지튀김	147.5	2	8.4	17.9	0.8	22.6	0.24	866.44	4.2	24.5	2.9	0
감태탕	120.8	9.3	5.6	7.9	0.47	31.29	1.73	982.57	22.63	101.22	10.38	24.2
갈치구이	72.5	9	3.75	0.05	0	8.8	0.254	742.44	24	0	0.5	42
감	66	0.8	0.1	17.4	0.6	9	0.4	1	20	129	15	0
감자달면국	69.5	1.6	0.1	15.9	0.4	11.43	0.82	674.25	3.61	21.63	13.41	0
감자야채해물	131.5	2	10.1	9.1	0.54	15.9	0.57	484.96	137.41	824.23	18.99	0.2

<국민건강식단 - 영양소별 음식보기>

국민의 건강 [국민건강식단] - Microsoft Internet Explorer

http://goodmenu.mohw.go.kr/house/valuation.asp

국민건강식단 | 계절별 건강식단 | **우리집 건강식단** | 건강식단을 위한 영양정보

● 나의 식단 만들기 ● **영양소별 음식보기** ● **우리집 식단 평가**

우리집 건강식단

우리집 식단 평가

우리집 식단은 평가하고 싶으세요? 각 항목에 체크해 보세요 확인할 수 있습니다.

문항	예	아니오
1. 식단의 열량이 많거나 적지 않고 적당한가요?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. 1일 1회 이상 생선과 콩, 두부 반찬이 있습니까?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. 1회에 1종류 이상의 녹황색 채소(당근, 시금치 등)가 들어 있습니까?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. 1일 1회 이상 우유나 유제품(요구르트, 요플레)이 들어 있습니까?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. 1일 1회 이상 신선한 과일이 들어 있습니까?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. 해조류(미역, 김, 다시마 등)가 들어 있습니까?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. 동물성 기름이나 플레스테롤이 적은 음식을 선택 했습니까?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. 계절에 생산되는 제철식품이 식단에 포함되어 있습니까?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<국민건강식단 - 식단 평가 >

건강식단을 작성할 때 밥, 국, 반찬 1, 반찬 2, 반찬 3의 카테고리 구분으로 해당 음식을 선택할 수 있고 이를 토대로 아침, 점심, 저녁, 간식의 하루 식단을 작성할 수 있다. 각 해당 음식의 영양소 함량에 대해서 한 눈에 볼 수 있도록 표로 정렬된 결과가 나오며 각 영양소별로도 정렬이 가능하여 편리하다. 자신이 계획한 식단에 대하여 각 항목별로 평가할 수 있도록 하여 미흡한 부분에 대하여 수정, 보완할 수 있도록 문제점을 알려줄 수 있다.

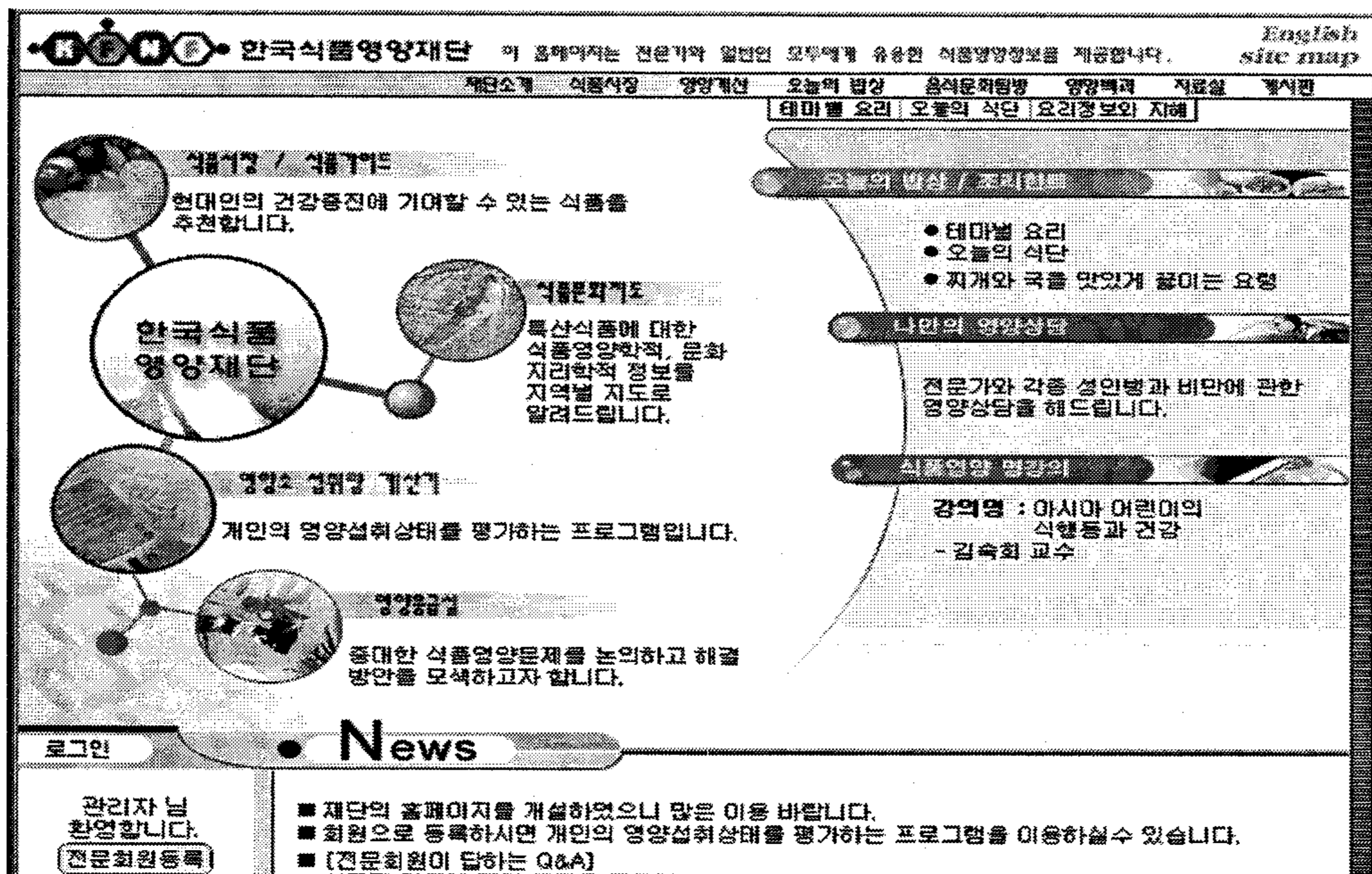
나) 한국식품영양재단의 홈페이지의 건강식단·식단계획(www.nutritionkorea.com)

한국식품영양재단의 홈페이지 상의 건강식단·식단계획 코너에서는 개개인의 식단 작성과 섭취한 영양소의 양 계산, 영양상태 평가 등의 내용으로 구성되어 있어 전문가 뿐만 아니라 일반인들이 쉽게 자신의 식사를 직접 계획, 평가할 수 있도록 하였다.

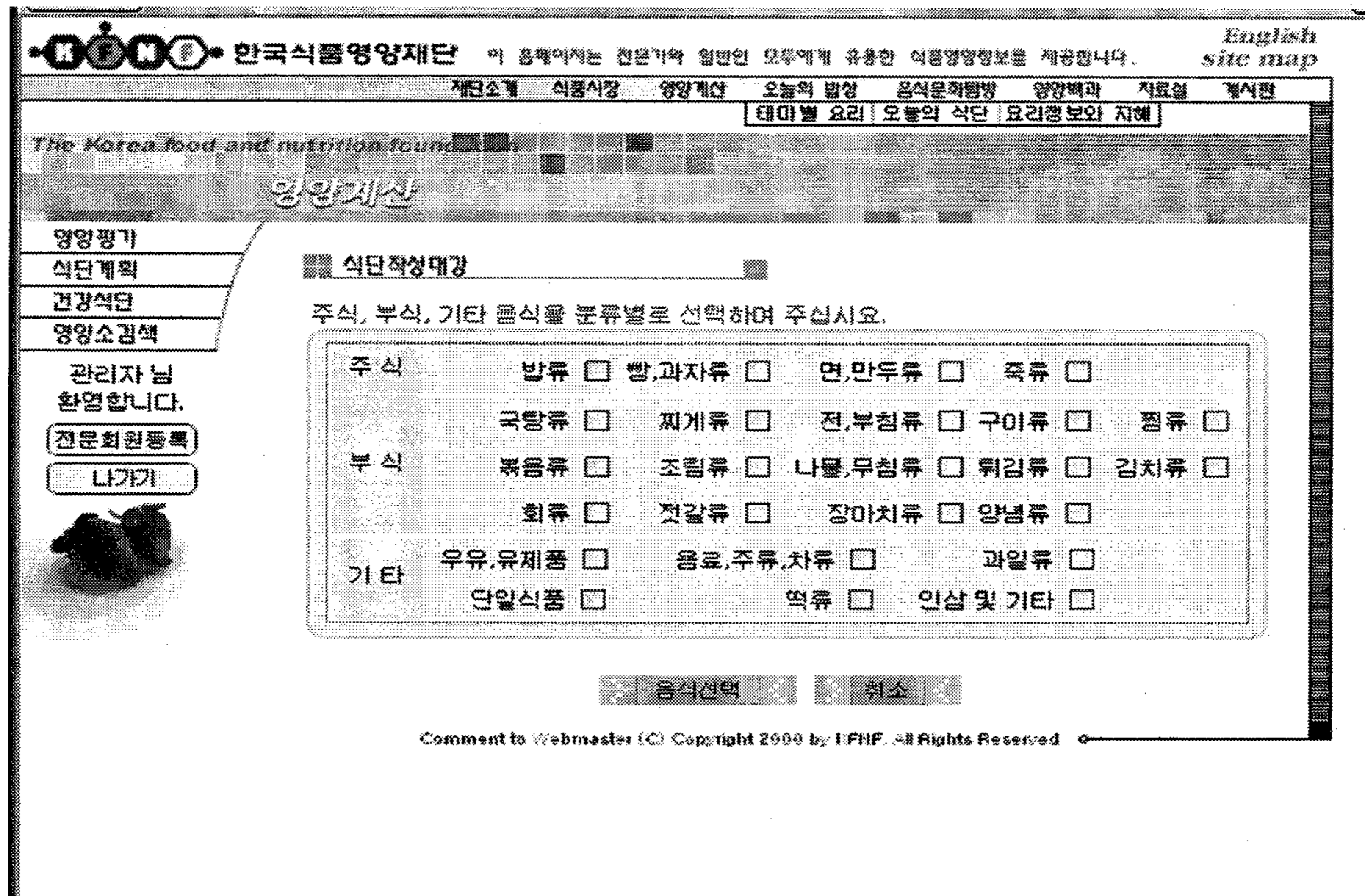
식단 계획을 위해 먼저 해당 끼니의 열량을 입력한 후 주식, 부식, 기타음식을 분류별로 선택하도록 하였다. 본 프로그램에서는 각 끼니별로 자신이 섭취하기를 원하는 칼로리를 직접 입력하도록 되어있어 특히 열량섭취에 신경을 써야하는 다이어트를 하는 사람이나 당뇨, 고지혈증 등의 환자에게 도움이 될 수 있다. 주식에 해당하는 음식의 카테고리는 밥류, 빵·과자류, 면·만두류, 죽류 등으로 분류되어 있고 부식에 해당하는 음식의 경우 국탕류, 찌개류, 전·부침류, 구이류, 찜류, 볶음류, 조림류, 나물·무침류, 튀김류, 김치류, 회류, 젓갈류, 장아찌류, 양념류 등으로 나뉘어져 있으며 마지막으로 우유 및 유제품, 음료·주류·차류, 과일류, 단일식품, 떡류, 인삼 및 기타 등으로 구성하고 있다.

해당 분류에 따라 각 음식의 종류를 선택하여 식사계획표를 작성하면 각 해당 음식의 세부 재료 및 재료량과 열량, 단백질, 지질, 당질 등의 주요 영양소 함유량이 간단하게 제시되어 일반인들이 보기 유용한 영양자료를 제공하고 있다.

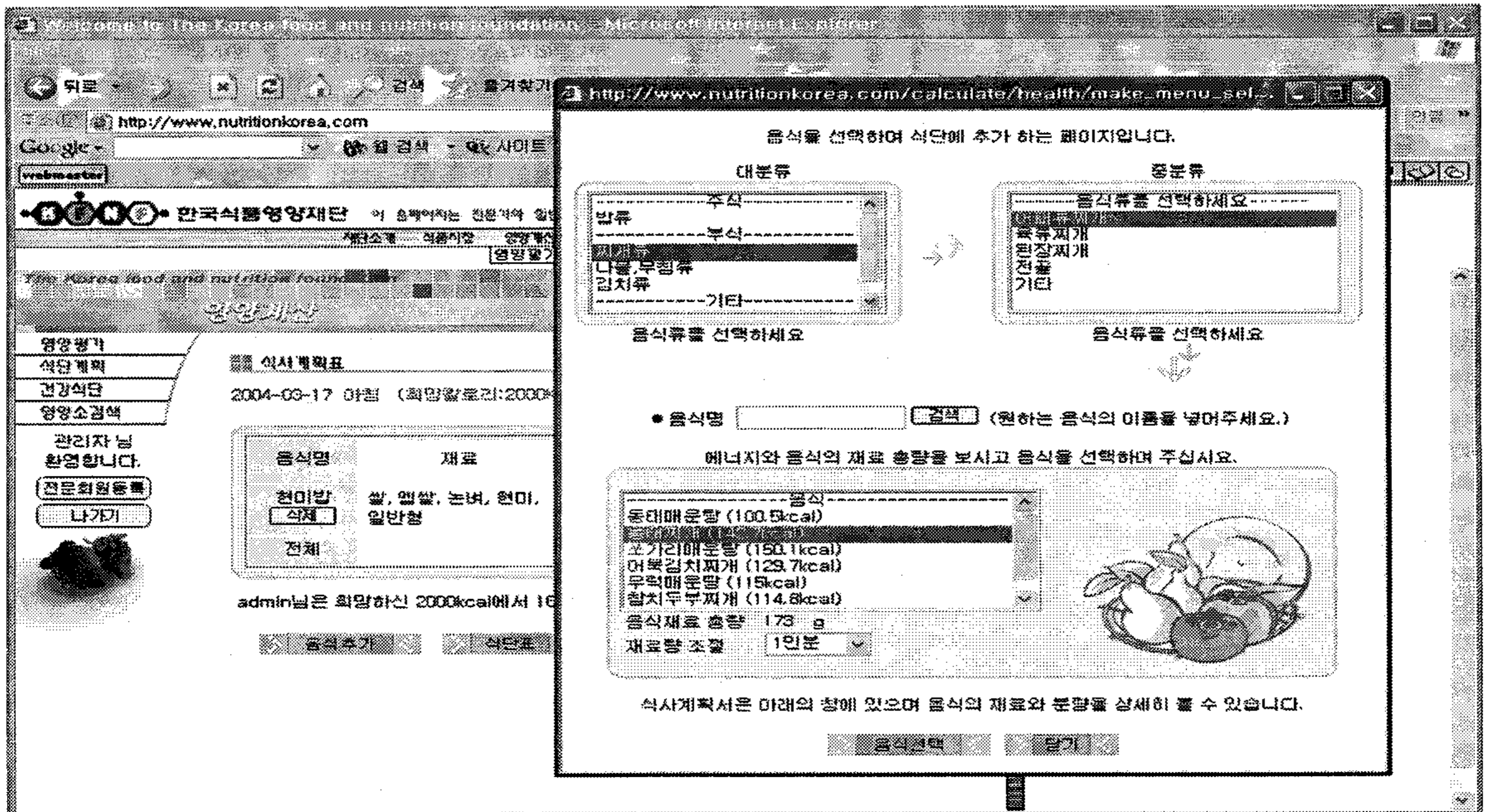
영양평가 코너에서는 해당일자의 식사에 대한 섭취량 평가가 가능하며 주요 영양소 및 체중, 식사의 다양성 등의 항목에 대해 세 단계로 평가되도록 하고 있다. 특히 평가결과를 귀여운 캐릭터를 사용하여 표현함으로써 어린이, 청소년, 일반인에게 친숙하게 내용을 알려줄 수 있는 장점이 있다.



<한국식품영양재단 홈페이지 메인화면>



<한국식품영양재단 - 식단작성 화면>



<한국식품영양재단 - 식사계획>

한국식품영양재단 이 홈페이지는 전문가와 일반인 모두에게 유용한 식품영양정보를 제공합니다. English site map

채단소개 | 식품시장 | 영양계산 | 오늘의 밥상 | 음식문화탐방 | 영양특리 | 저염식 | 계서편

영양평가 | **식사계획** | 건강식단 | 영양소검색

The Korea food and nutrition foundation

영양계산

영양평가
식사계획
건강식단
영양소검색

관리자님 환영합니다.
전문회원등록
나가기

식사계획표
2004-03-17 아침 (최대칼로리:2000Kcal)

음식명	재료	재료량 (g)	에너지 (Kcal)	단백질 (g)	지방 (g)	당질 (g)
현미밥 식재	쌀, 멥쌀, 논벼, 현미, 일반형	90	319	6	2	68
	명태, 생것	70	69	14	1	0
	마늘, 구근, 생것	10	12	1	0	2
	무, 조선무, 뿌리	30	5	0	0	1
	고추장	10	22	1	0	4
동태찌개 식재	두부, 두부	30	24	3	1	1
	숙갓, 생것	10	2	0	0	0
	소금, 식염	1	0	0	0	0
	간장, 재래간장	5	3	0	0	0

<한국식품영양재단 - 영양평가>

다) 농촌자원개발연구소 홈페이지의 식단 서비스(www.rlsi.go.kr)

「식품영양」 콘텐츠 상에는 인적데이터, 상용음식조리법, 식품영양성분정보, 개인 섭취식단, 지역별 전통음식, 식단서비스, 개인참여현황 등의 코너가 있어 개인의 메뉴를 구성하여 식단에 대한 평가까지 가능하도록 되어 있다.

개인섭취식단에서는 식사구분을 통해 끼니를 결정한 후 음식이름으로 데이터베이스 상의 음식찾기 검색을 하여 식단을 결정하도록 되어있다. 또한, 음식량을 조절할 수 있고 평균활동량과 외식 여부를 적용할 수 있도록 되어 있는데 연구소의 특성에 맞게 농민을 대상으로 하여 평균활동량을 결정하는 기준을 농번기/농한기로 구분지은 특징이 다른 사이트와 달리 독특하다.

식단 서비스 코너에서는 계절별 식단 및 연령별 식단으로 나뉘어져 있는데 현재로서는 각각 봄철 식단과 어린이용 식단의 두 가지만 예시로 제시되어 있다. 식단표에서는 해당 음식의 재료명과 분량만 표시되어 있어 해당 끼니를 섭취하였을 때의 열량 및 주요 영양소 섭취수준에 대한 정보는 없는 문제점이 있었다.



<농촌자원연구소 - 식단서비스 화면>

농촌자원개발연구소
Rural Resource Development Institute

HOME SITEMAP EMAIL ENGLISH

연구소안내 | 생활경영 | 생활환경 | 식품영양 | 민원처리 | 세소식 | 게시판 | 자료실 | 온라인조사 | 관련사이트

* 농촌생활지표 * 농가재무관리 * 농촌소비자 * 농촌가족 * 농촌여성 * 농업인의건강 * 전통세시풍속 * 농촌사회관련동영상

1. 계절별식단

계절	품	지역	경기 김포시	식단번호	미
마니별	음식명	지역	경기 김포시	식단명	양
					김치볶음밥
마늘	김밥(계맛살)				

개인보호정책 | Copyright © 2002 Rural Resource Development Institute. All rights reserved. mail 031-299-0400

<농촌자원연구소 - 계절별 식단>

농촌자원개발연구소
Rural Resource Development Institute

HOME SITEMAP EMAIL ENGLISH

연구소안내 | 생활경영 | 생활환경 | 식품영양 | 민원처리 | 세소식 | 게시판 | 자료실 | 온라인조사 | 관련사이트

* 연회 및 업무 * 기관장인사말 * 조직 및 인력 * 찾아오는길 * 역대기관장명단 * 기관장과의 대화 * 직원검색

2. 대상별식단

대상	유치원	식단번호	미		
요일	아침	아침후간식	점심	점심후간식	저녁
월요일		우유	보리밥		
화요일		우유	돈까스		
수요일		우유		전죽수수	
목요일		우유	볶음밥 오렌지주스	아이스크림	
금요일		우유	미역국(쇠고기) 떡볶이 만두튀김		
토요일				핫도그	

개인보호정책 | Copyright © 2002 Rural Resource Development Institute. All rights reserved. mail 031-299-0400

<농촌자원연구소 - 대상별 식단>

2) 웹을 이용한 米味식단 작성 프로그램 개발

혼합미를 이용한 미미 건강식단의 개발을 위해 인터넷을 이용한 미미식단 개발 프로그램을 개발하였다(<http://211.117.46.151:8081/main/mimi/index.html>).

미미건강식단 개발프로그램은 미미건강식단과 식단개발프로그램으로 나뉘어 개발하였다. 다음은 米味건강식단 개발프로그램의 메인화면이다. 화면 우측 상단에 「미미건강식단」 아이콘과 「식단개발프로그램」 아이콘이 있으며, 각 아이콘을 클릭하면 해당 화면으로 전환되어진다.



< 식단개발프로그램 메인화면 >

가) 식단개발프로그램

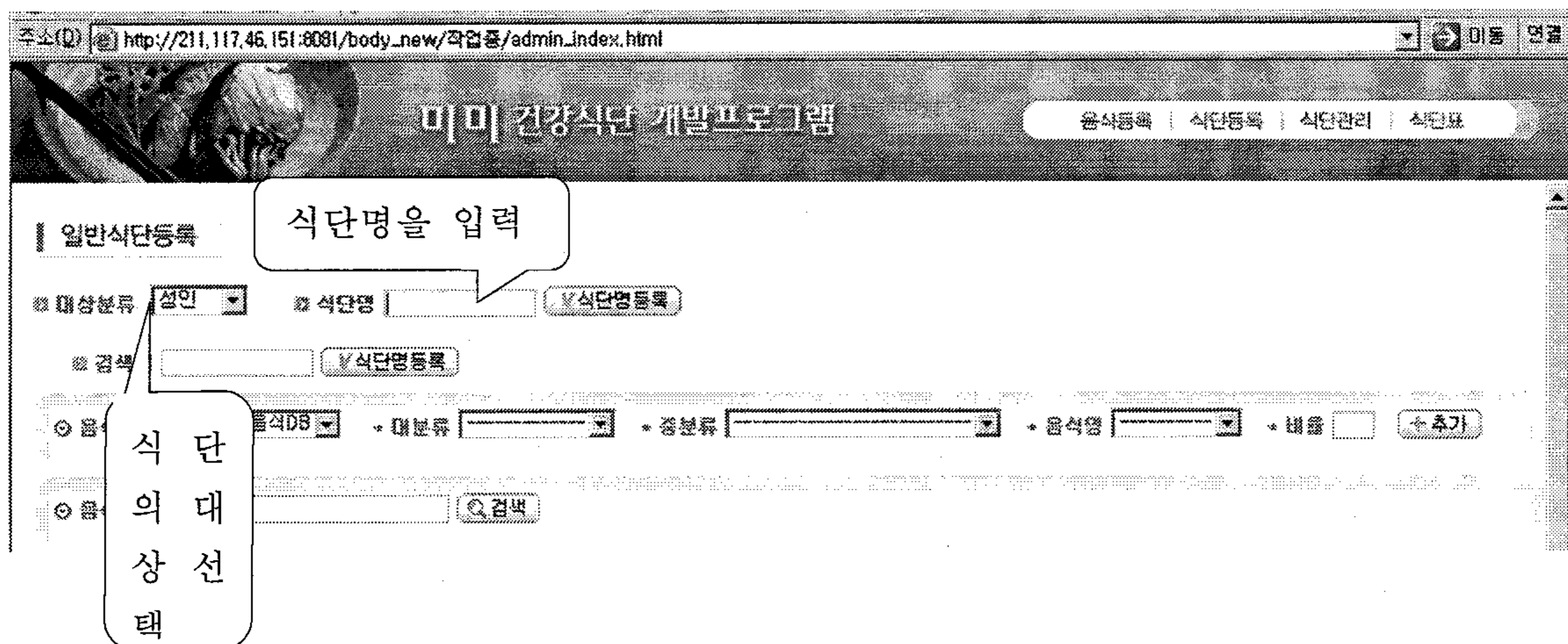
개발된 식단을 제공하는 사이트이며 음식별 구성 재료를 등록하고 식단은 등록된 음식에 따라 구성할 수 있도록 하였으며, 자동계산 프로그램으로 식단의 영양적 가치를 평가할 수 있도록 하였다.

(1) 식단과 음식의 등록

미미식단은 웹을 이용한 식단개발 프로그램에 의해 개발되었다. 식단을 분류별로 선택하여 입력하고 식단에 필요한 음식을 검색하여 식단을 구성할 수 있게 하였다. 식단에 필요한 음식은 음식 Database에서 검색하여 선택하고 만일 음식 DB에 없는 신규 음식일 경우 식품재료와 재료량을 따로 등록할 수 있도록 하였다. 또 기존의 음식 DB에 특정한 재료를 추가 삭제가 가능하도록 하여 식단의 재료구성을 원활히 할 수 있도록 프로그램을 개발하였다.

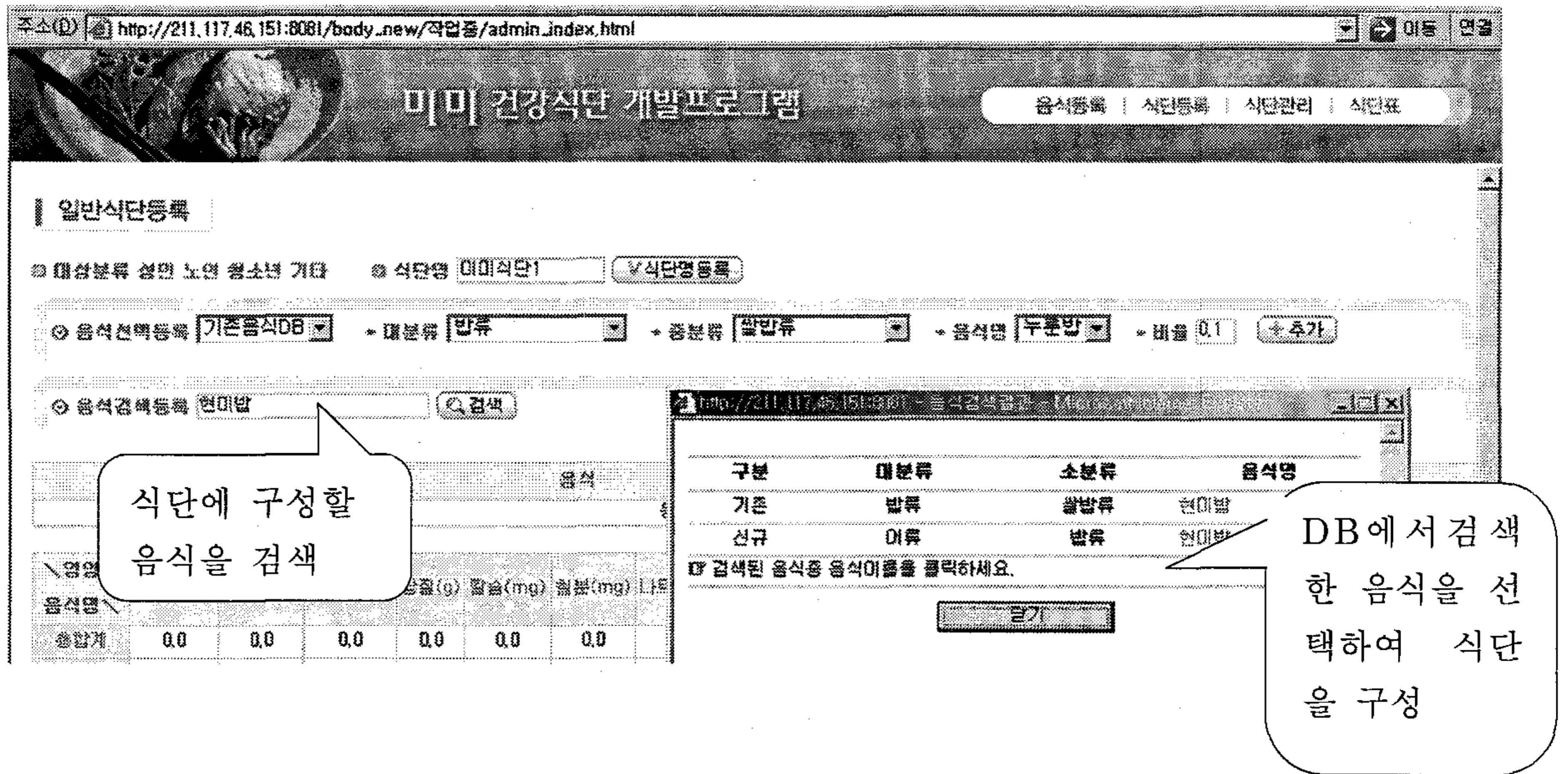
식단개발프로그램을 통하여 식단을 등록하는 순서는 다음과 같다.

- ① 미미건강식단 개발 프로그램의 식단등록을 선택하고 식단명과 식단의 대상을 선택한다.



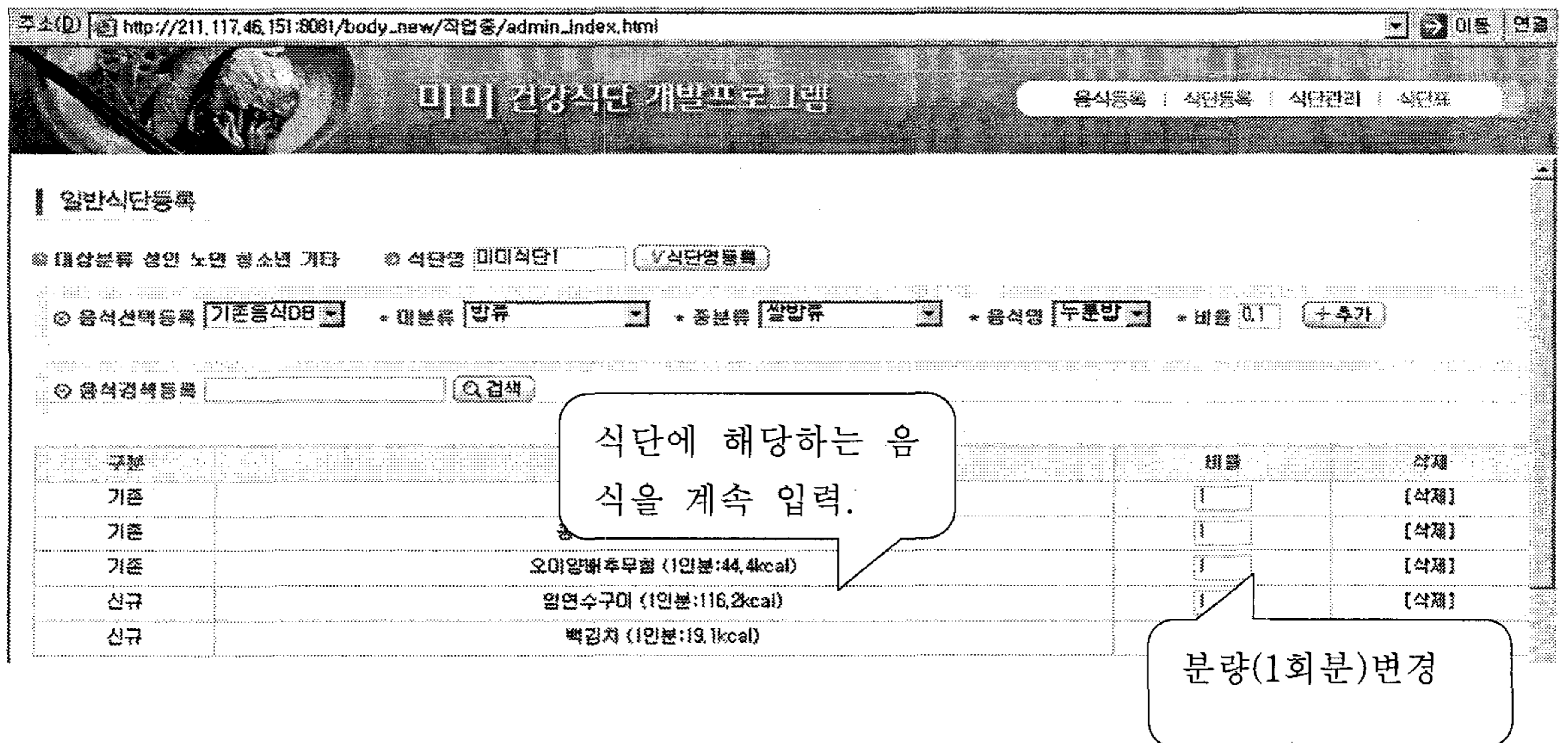
< 미미건강식단 개발프로그램 식단등록 첫화면 >

② 식단에 필요한 음식을 구성한다.



< 미미건강식단 개발프로그램 식단등록에서 음식 구성 화면 >

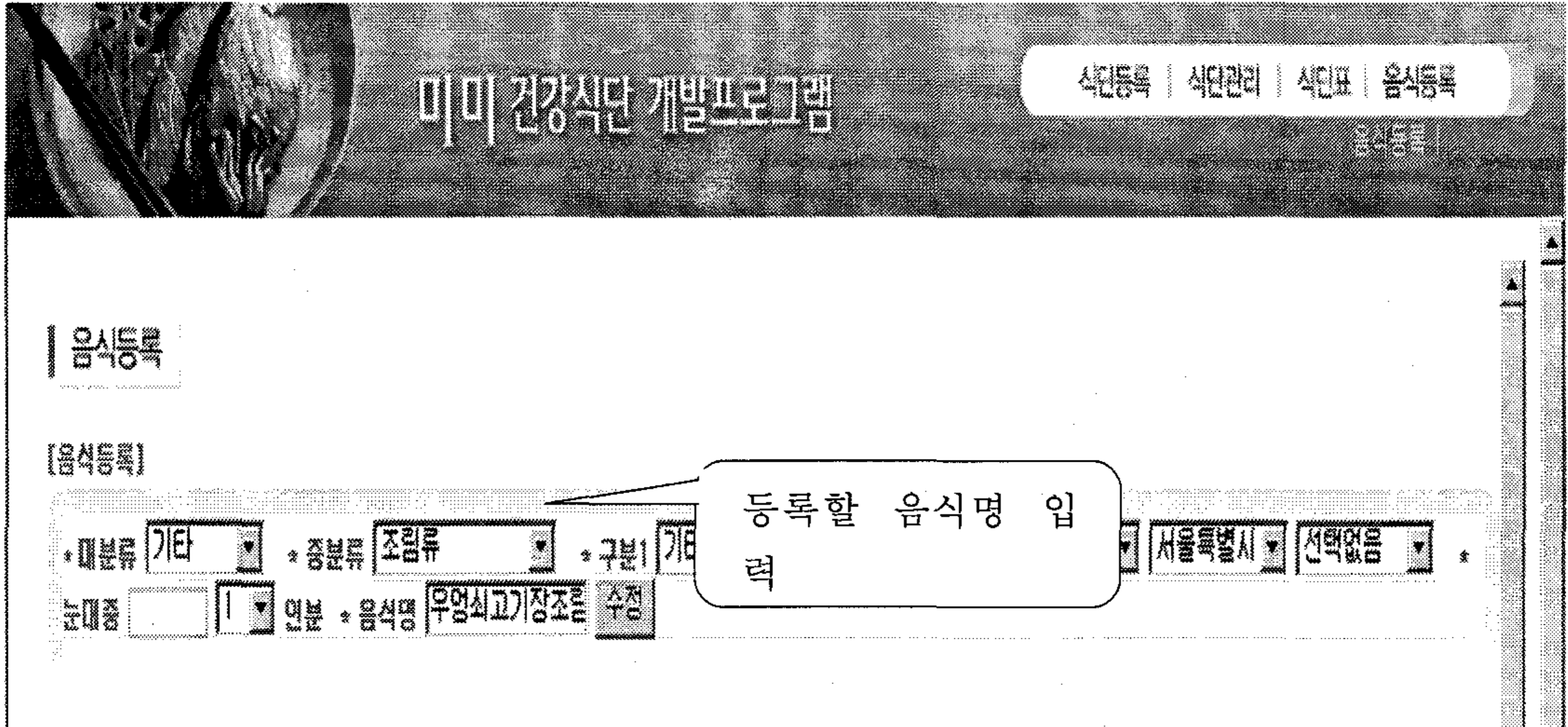
③ 식단 구성을 위한 음식을 계속 등록하여 식단을 구성한다.



< 미미건강식단 개발프로그램 식단 등록 화면 >

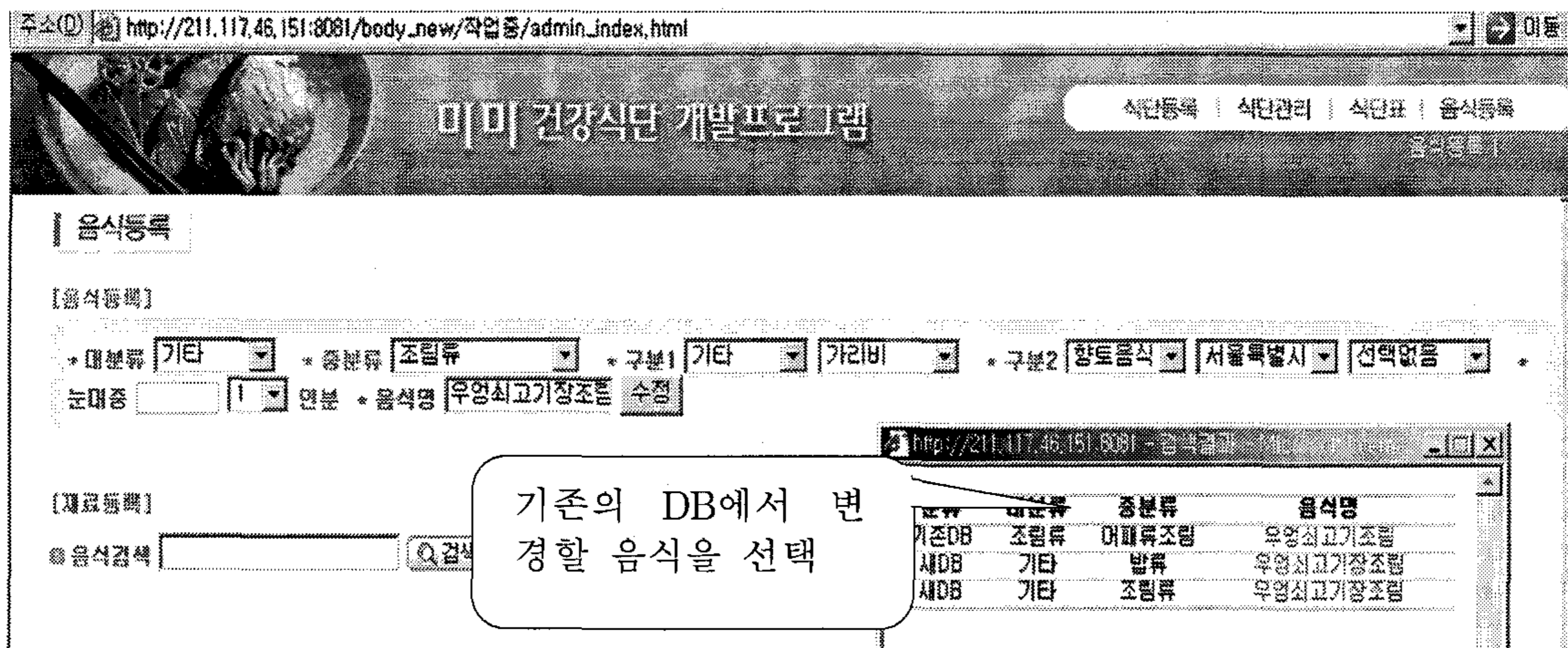
또한 식단의 구성을 위해 필요한 음식이 기존 DB에 존재하지 않을 경우 음식 등록 사이트에서 음식을 신규로 등록하도록 하였다. 신규 음식의 등록시에는 기존의 음식DB와 식품DB의 데이터에 식품을 추가하거나 삭제하여 음식의 등록이 용이하도록 하였다. 음식의 등록은 프로그램에 의해 다음과 같은 과정을 통해 등록하도록 하였다.

① 신규로 등록할 음식명을 입력한다.



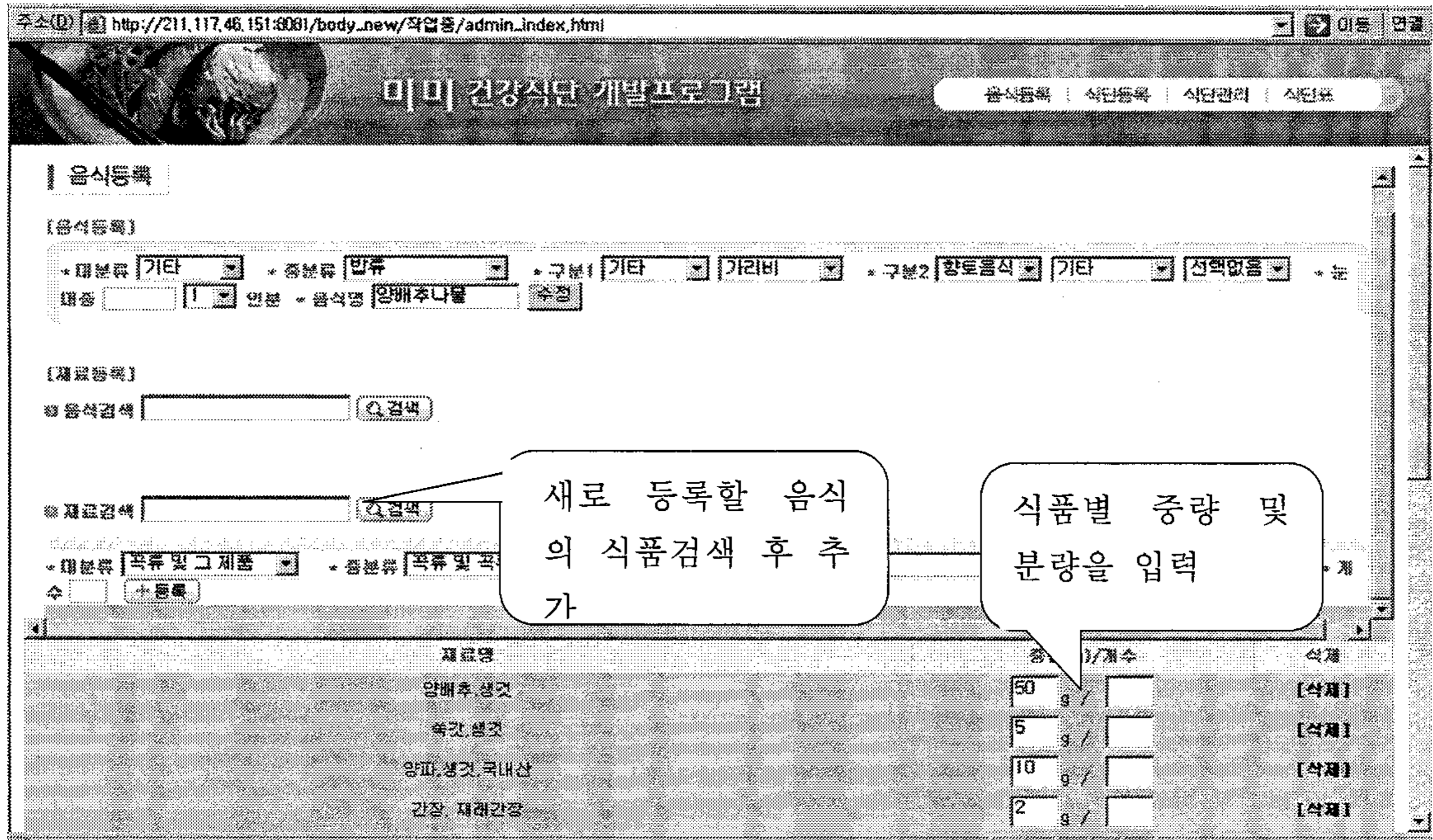
< 미미건강식단 개발프로그램 음식등록에서 신규음식 등록 화면 >

② 음식명을 입력한 다음 기존 DB에서 유사한 음식이나 재료를 선택하여 음식을 새롭게 등록한다.



< 음식등록에서 기존 음식 변경 화면 >

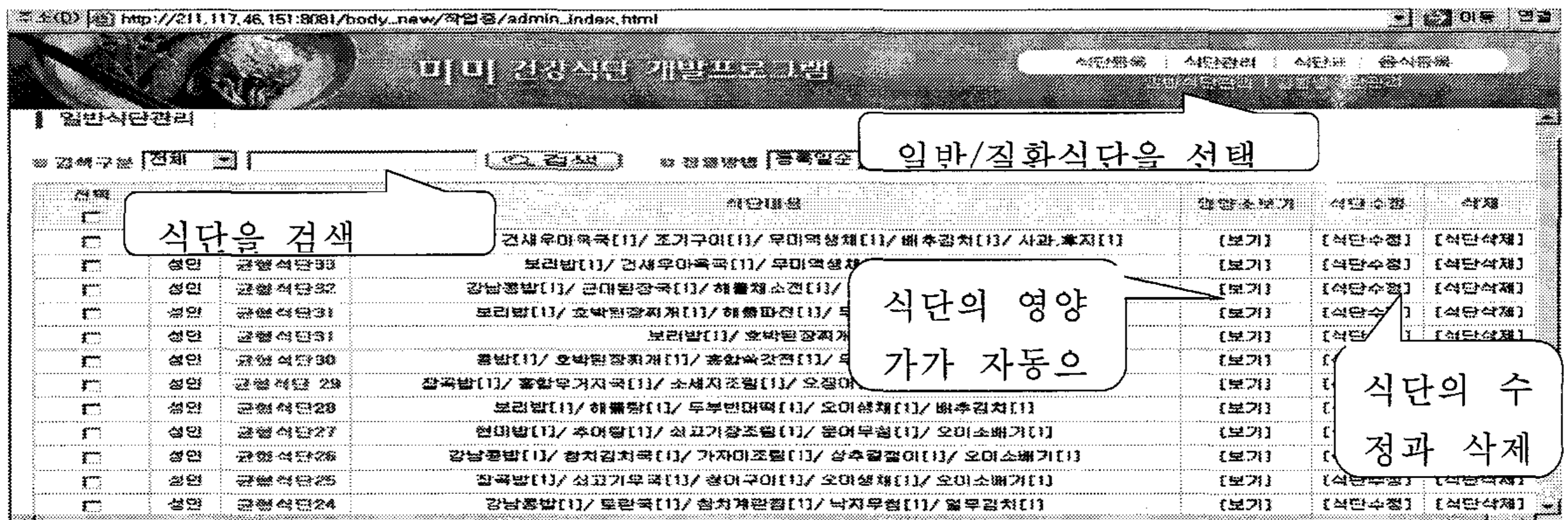
③ 신규 음식 등록시 필요한 식품을 추가하여 음식등록을 완성한다.



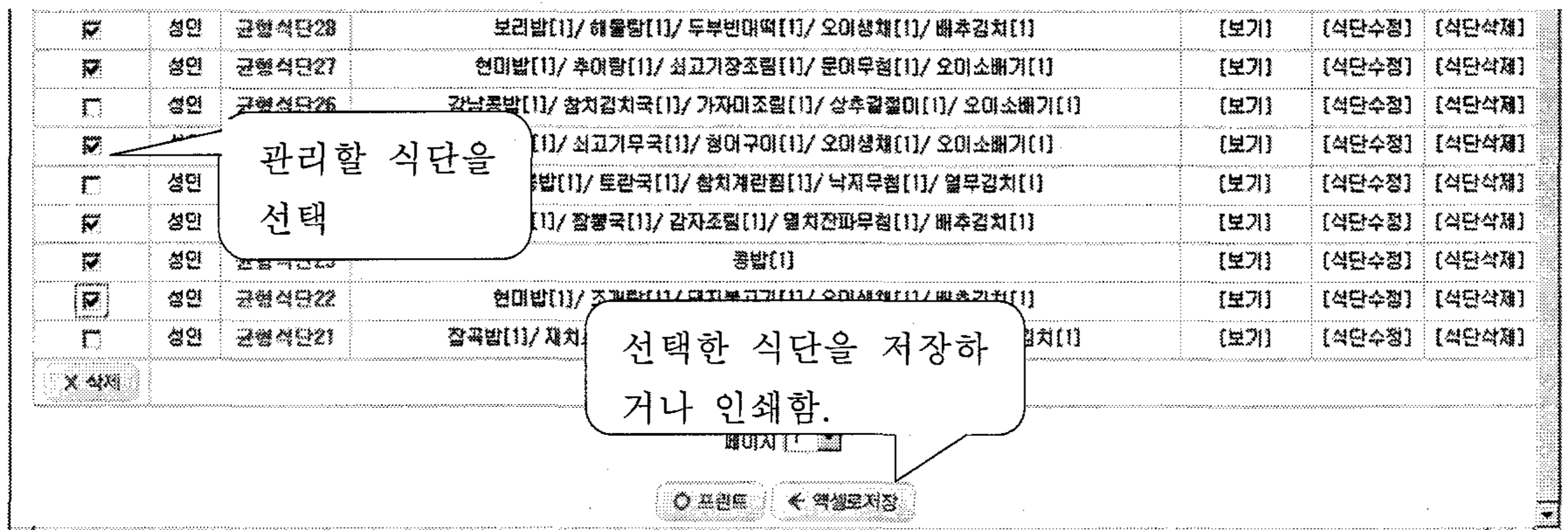
<신규 음식등록에서 식품 추가 화면>

(2) 식단 관리

개발된 미미식단은 영양소의 계산이 자동화되도록 하였으며 식단의 영양소 함량을 영양권장량과 비교하여 식단을 수정할 수 있도록 하였다. 식단관리 프로그램은 식단을 검색하거나 수정삭제가 가능하며 필요한 식단을 엑셀파일로 저장하도록 하여 다른 문서로의 활용이 쉽도록 하였다.



< 식단관리의 첫 화면 >



< 식단관리시 선택하여 엑셀로 저장하는 화면 >

(3) 식단표

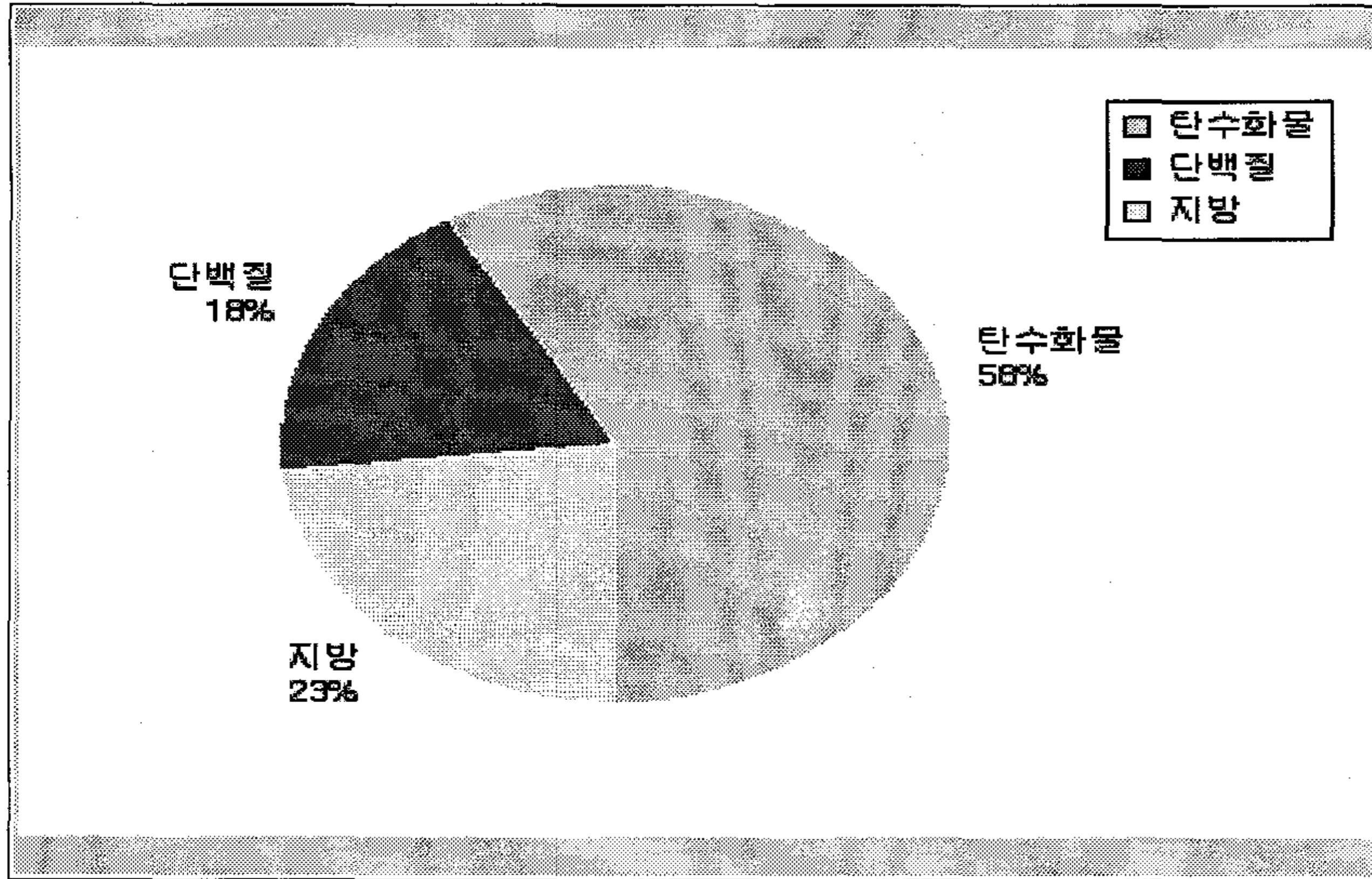
식단의 개발된 결과를 식단표로 정리한 것이며 식단표에 포함된 정보는 다음과 같다.

- 식단명
- 식단의 내용
- 구성음식 및 재료
- 영양성분
- 열량비
- 1일 영양권장량에 대한 비율(%)
- 식단정보
- 유의사항

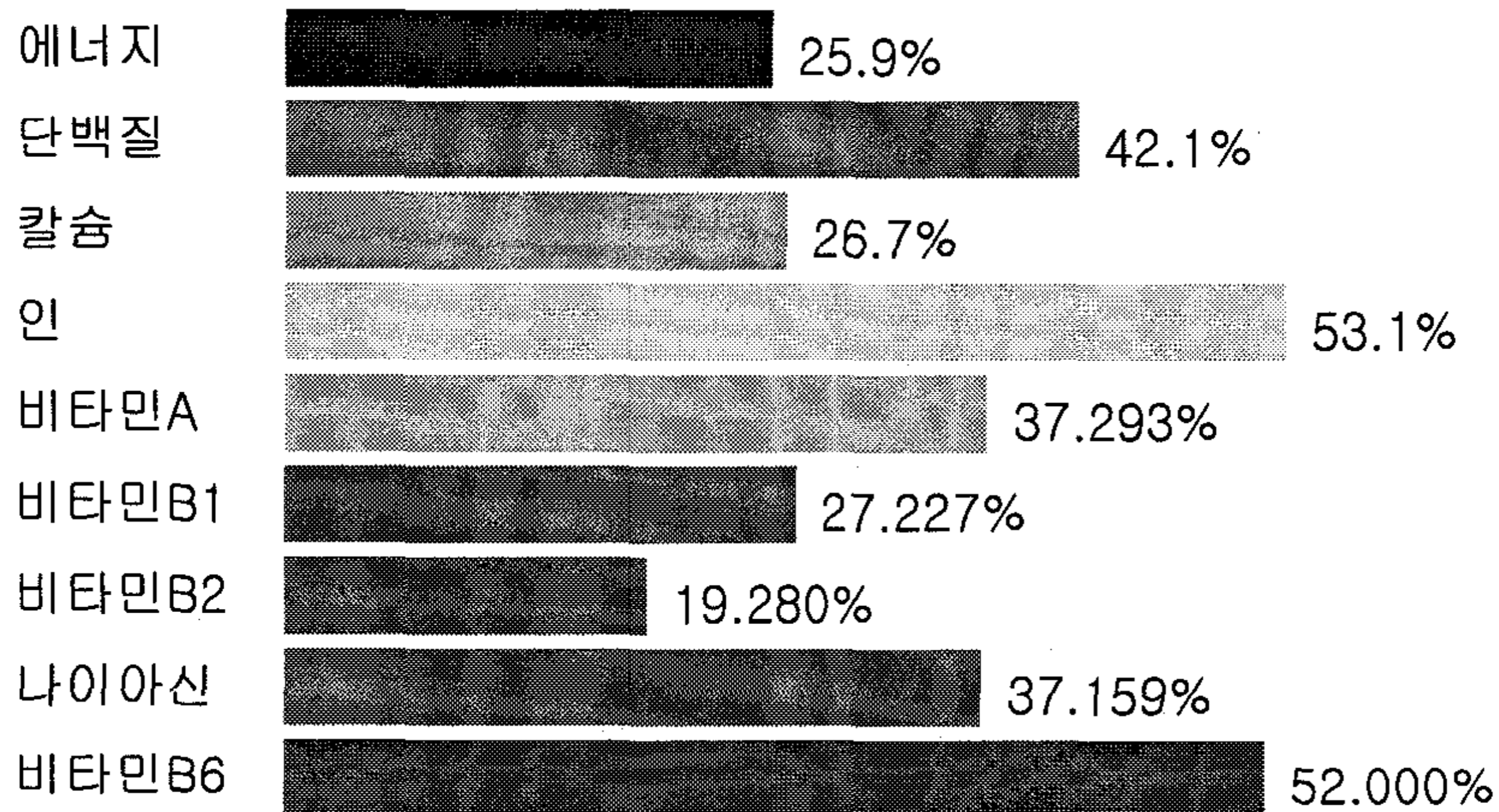
다음은 프로그램에서 보여주는 식단표의 한 예를 나타낸 것이다.

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ● 식단명: 일반식단 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 강남콩현미밥 꽃게된장국 돼지야채볶음 오이생채 </div> </div>														
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ■ 구성음식 및 재료 </div>														
음식명	재료명 및 재료량							열량 (kcal)	단백질 (g)	탄수화물 (g)	지방 (g)			
강남콩현미밥	현미 (국내산) 90g 강남콩, 말린것 10g							469.8	5.0	80.0	3.0			
꽃게된장국	게, 꽃게, 생것 80g 호박, 개량종, 생것 25g 무, 조선무, 뿌리 40g 고추, 풋고추, 개량종 5g 된장, 된장 15g 마늘, 구근, 생것 2g 파, 대파 5g							469.8	12.0	10.0	3.0			
돼지고기 야채볶음	돼지고기 40g 양배추, 생것 20g 당근, 생것 10g 토마토케첩 10g 콩기름 3g 고춧가루 2g 마늘, 구근, 생것 2g 파, 소파 2g							469.8	10.0	3.0	10.0			
오이생채	오이, 생것, 개량종 70g 소금, 식염 1g 마늘, 구근, 생것 1g 파, 소파 3g 깨소금 0.5g 참기름 2g 설탕, 백설탕 1g							469.8	1.0	1.0	0.6			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ■ 영양성분 </div>														
영양소	열량 (kcal)	단백질 (g)	지방 (g)	당질 (g)	칼슘 (mg)	인 (mg)	철 (mg)	비타민 A (R.E.)	비타민 B1 (mg)	비타민 B2 (mg)	나이 아신 (mg)	비타민 B6 (mg)	비타민 C (mg)	
총합계	647.5	29.5	16.6	93.4	187.2	6.4	1,606.7	261.05	0.354	0.289	6.317	36.4	85.2	
권장대비량	25.9 %	42.1 %	-	-	26.7 %	53.1 %	-	37.29 %	27.23 %	19.28 %	37.16 %	52.0 %	-	

열량비



1일 영양권장량에 대한 비율(%)



식단정보

위 식단은 650kcal의 열량을 공급하는 식단으로 단백질, 비타민, 칼슘이 균형되게 포함된 식단으로서 현미를 강낭콩과 섞어 기호를 증가시킨 식단입니다.

유의사항

본 식단은 건강한 일반인을 대상으로 한 미미건강식단입니다.

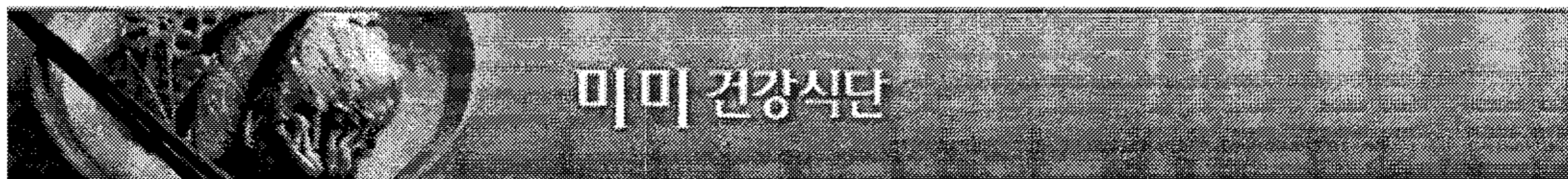
< 식단표 중 영양소보기의 화면 >

나) 米味건강식단

메인화면 우측 상단의 「미미건강식단」 아이콘을 클릭하면 다음 화면이 나타나게 된다. 이 곳은 개발된 미미건강식단의 내용을 보여주기 위한 것이다.

크게 「일반식단」과 「질환별 식단」의 대분류로 나뉘어진다. 「일반식단」은 건강한 일반인을 대상으로 하여 개발된 米味건강식단을 소개하기 위한 것으로서 클릭하면 생애주기별로 일반성인, 청소년, 노인에 대하여 각각 개발된 식단의 내용을 볼 수 있도록 하고 있다. 또한, 「질환별 식단」은 체중조절과 함께 당뇨병, 고혈압 등의 환자를 대상으로 하여 각각 개발된 米味건강식단의 내용을 소개하고 있다.

일반 식단 중 성인을 선택할 경우 개발된 米味건강식단list가 뜨며, 하나씩 선택할 경우 식단에 대한 자세한 정보가 나타난다.



한국식품영양재단 THE KOREAN FOOD AND NUTRITION FOUNDATION



< 미미건강식단 중 「일반식단」과 「질환별 식단」 화면 >



1 검색

*식단명 클릭시 식단에대한 자세한 정보를 음식명 클릭시 음식에 대한 자세한 정보를 보실수 있습니다.

식단명	음식명	식단명	음식명
② 2일	보리밥	② 건새우 아욱국과 조기구이 정식	건새우아욱국 무미역생채 배추김치 보리밥 사과, 후지 조기팬구이
② 계란말이	도토리묵무침	② 고등어구이정식	쌀밥
② 고등어조림정식	고등어조림 무국 쌀밥 오이소배기 콩나물	② 꿀빙이무침정식	꿀빙이무침 근대된장국 나박김치 쇠고기버섯볶음 현미밥
② 굴무생채 정식	굴무생채 단배추된장국 돼지고기암자전 배추김치 쌀밥	② 굴전정식	굴전 깍두기 도라지무침 쇠고기무국 현미밥

이전 ① 1 | 2 | 3 | 4 | 5 ② 다음

<미미건강식단 중 일반식단의 성인 부분>

라. 米味건강식단의 개발

1) 건강인을 위한 米味건강식단

가) 일반인을 위한 米味건강식단

다음은 건강한 일반 성인의 체중유지를 위한 米味 건강식단의 내용을 정리한 것이다.

표 3-1-16. 일반 체중유지를 위한 米味 건강식단

	식단명	식단 내용
균형식단1	고등어조림식단	잡곡밥, 무국, 고등어조림, 콩나물, 오이소배기
균형식단2	굴전 정식	현미밥, 쇠고기무국, 굴전, 도라지무침, 깍두기,
균형식단3	단배추된장국 정식	흑미밥, 단배추된장국, 돼지고기완자전, 굴무생채, 배추김치
균형식단4	버섯볶음 정식	현미밥, 근대된장국, 쇠고기버섯볶음, 골뱅이무침, 나박김치
균형식단5	콩치구이 정식	보리밥, 꽃게된장국, 콩치구이, 노가리채무침, 오이소배기
균형식단6	꽃게된장국 정식	강남콩현미밥, 꽃게된장국, 돼지고기야채볶음, 오이생채, 배추김치
균형식단7	낙지무침 정식	찰밥, 두부된장국, 두부양념조림, 낙지무침, 나박김치
균형식단8	삼치양념구이정식	강남콩현미밥, 다시멸치미역국, 삼치양념구이, 도라지무침, 오이소배기
균형식단9	대구포무침 정식	현미밥, 근대된장국, 콩나물, 대구포무침, 오이소배기
균형식단10	대합미역국 정식	현미밥, 대합미역국, 돼지고기구이, 멸치잔파무침, 오이소배기
균형식단11	쇠고기무국 정식	강남콩현미밥, 쇠고기무국, 동태전, 상추겉절이, 배추김치
균형식단12	호박된장찌개 정식	보리밥, 호박된장찌개, 동태찜, 북어채무침, 나박김치
균형식단13	대구국 정식	현미밥, 대구국, 어묵전, 쇠고기무나물, 배추김치
균형식단14	청어조림 정식	잡곡밥, 두부어묵새우젓국, 청어조림, 상추겉절이, 열무김치

	식단명	식단 내용
균형식단15	부추파전 정식	흑미밥, 미역국, 부추파전, 도라지무침, 배추김치
균형식단16	장조림 정식	보리밥, 미역된장국, 돼지고기장조림, 상추겉절이, 깍두기
균형식단17	미역국 정식	잡곡밥, 미역국, 부추파전, 도라지무침, 배추김치
균형식단18	북어계란국 정식	완두콩현미밥, 북어계란국, 쇠고기장조림, 오이생채, 배추김치
균형식단19	근대된장국 정식	녹두밥, 근대된장국, 삼치양념구이, 어묵햄조림, 배추김치
균형식단20	조개탕 정식	현미밥, 조개탕, 삼치구이, 콩나물, 배추김치
균형식단21	북어조림 정식	흑미밥, 재치조개국, 돼지고기김치볶음, 북어조림, 배추김치
균형식단22	돼지불고기 정식	현미밥, 조개탕, 돼지불고기, 오이생채, 배추김치
균형식단23	짬뽕국 정식	검은콩밥, 짬뽕국, 감자조림, 멸치잔과무침, 배추김치
균형식단24	토란국 정식	강남콩현미밥, 토란국, 참치계란찜 낙지무침, 열무김치
균형식단25	청어구이 정식	잡곡밥, 쇠고기무국, 청어구이, 오이생채 오이소배기
균형식단26	가자미조림 정식	강남콩현미밥, 참치김치국, 가자미조림, 상추겉절이, 오이소배기
균형식단27	추어탕 정식	현미밥, 추어탕, 쇠고기장조림, 문어무침, 오이소배기,
균형식단28	해물탕 정식	보리밥, 해물탕, 두부빈대떡, 오이생채, 배추김치
균형식단29	홍합우거지국 정식	잡곡밥, 홍합우거지국, 소세지조림, 오징어푹마늘무침, 오이소배기
균형식단30	홍합썩갓전 정식	검은콩밥, 호박된장찌개, 홍합썩갓전, 오징어무침, 열무김치
균형식단31	해물파전 정식	보리밥, 호박된장찌개, 해물파전, 무생채, 오이소배기
균형식단32	해물채소전 정식	강남콩현미밥, 근대된장국, 해물채소전, 도라지무침, 깍두기
균형식단33	건새우아욱국 정식	보리밥, 건새우아욱국, 조기구이, 무미역생채, 배추김치, 사과

나) 청소년을 위한 米味건강식단

청소년을 대상으로 개발된 미미건강식단의 내용은 다음과 같다.

표 3-1-17. 청소년을 위한 米味건강식단

	식단명	식단 내용
청소년식 1	고등어구이 정식	강남콩현미밥, 쇠고기무국, 고등어구이, 오이생채, 오이소배기
청소년식 2	육개장 정식	보리밥, 육개장, 버섯전, 썩갯무침, 깍두기
청소년식 3	불고기 정식	흑미밥, 근대된장국, 불고기, 대구포무침, 배추김치
청소년식 4	맛살전 정식	보리밥, 계란파국, 맛살전, 콩나물미나리무침, 오이소배기
청소년식 5	모시조개국 정식	현미밥, 모시조개국, 돼지고기메추리알조림, 깻잎장아찌,, 열무김치
청소년식 6	새우케첩볶음 정식	흑미밥, 무된장국, 야채모듬전, 새우케첩볶음, 배추김치
청소년식 7	북어계란국 정식	완두콩현미밥, 북어계란국, 불고기, 오이생채, 배추김치
청소년식 8	닭볶음 정식	현미밥, 순두부찌개, 닭볶음, 시금치나물, 배추겉절이
청소년식 9	꽃게된장국 정식	현미밥, 꽃게된장국, 메추리알조림, 미나리무침, 배추김치
청소년식 10	홍합미역국 정식	흑미밥, 홍합미역국, 콩나물무침, 오징어무침, 오이소배기

다) 노인을 위한 米味건강식단

65-74세 노인을 대상으로 개발된 미미건강식단의 내용은 다음과 같다.

표 3-1-18. 노인을 위한 米味건강식단

	식단명	식단 내용
노인식 1	갈치구이 정식	흑미밥, 호박된장찌개, 갈치구이, 시금치나물, 깍두기
노인식 2	조기찜 정식	현미밥, 건새우아육국, 조기찜, 무미역생채, 배추김치
노인식 3	병어조림 정식	보리밥, 건새우미역국, 병어조림, 콩나물, 오이소배기
노인식 4	감자호박국 정식	현미밥, 감자호박국, 고등어구이, 오징어어묵무침, 열무김치
노인식 5	고등어조림 정식	현미밥, 무국, 고등어조림, 오이생채, 배추김치
노인식 6	콩치조림 정식	흑미밥, 콩나물국, 콩치조림, 굴무생채, 배추김치
노인식 7	대합국 정식	현미밥, 대합국, 쇠고기장조림, 오이생채, 배추김치
노인식 8	동태전 정식	현미밥, 쇠고기무국, 동태전, 오이부추무침, 나박김치
노인식 9	미역국 정식	강낭콩현미밥, 미역국, 호박전, 콩나물, 배추김치
노인식 10	바지락냉이토장 정식	흑미밥, 바지락냉이토장국, 북어찜, 도라지무침, 배추김치
노인식 11	추어탕 정식	현미밥, 추어탕, 돼지고기완자조림, 오이생채, 배추김치
노인식 12	호박된장찌개 정식	잡곡밥, 호박된장찌개, 해물파전, 상추겉절이, 나박김치

2) 성인병 환자를 위한 米味건강식단

가) 체중조절을 위한 米味건강식단

비만한 사람들의 체중조절을 위한 1일 체중조절식단으로서 하루 1,500kcal 식단 및 1,200kcal 식단을 작성하였다. 1,200kcal 식단의 경우 7일을 한 주기로 하는 사이클메뉴(cycle menu)로 작성하였다. 다음은 식단의 내용을 정리한 것이다.

표 3-1-19. 체중조절을 위한 米味건강식단 - 1,500kcal 기준

체중조절식 1	식단 내용
아침	현미밥, 콩나물국, 임연수조림, 양배추나물, 백김치
점심	흑미밥, 닭곰탕, 무초나물, 깍두기
저녁	강낭콩현미밥, 열무된장국, 동태전, 고기산적, 얼갈이겉절이, 포기김치
간식	우유, 키위

체중조절식 2	식단 내용
아침	흑미밥, 쇠고기무국, 두부조림, 취나물, 김구이, 포기김치
점심	현미밥, 청국장찌개, 조기구이, 호박나물, 포기김치
저녁	콩나물밥, 얼갈이된장국, 삼치푹고추조림, 나박김치
간식	두유, 사과

체중조절식 3	식단 내용
아침	현미죽, 쇠고기장조림, 오이초무침, 물김치
점심	보리밥, 우거지된장국, 닭조림, 깻잎나물, 총각김치
저녁	잡곡밥, 낙지전골, 돼지완자조림, 근대나물, 배추김치
간식	두유

체중조절식 4	식단 내용
아침	보리밥, 생굴미역국, 두부양념조림, 미나리나물, 나박김치
점심	흑미밥, 콩나물무국, 가자미찜, 피망잡채, 배추김치
저녁	현미밥, 시금치된장국, 제육볶음, 상추쌈, 오이김치
간식	저지방우유

체중조절식 5	식단 내용
아침	흑미밥, 무새우젓국, 대구살찜, 물미역초무침, 나박김치
점심	잡곡밥, 아욱된장국, 새우대하구이, 가지나물, 배추김치
저녁	현미밥, 다시마국, 쇠고기수육무침, 호부추잡채, 깍두기
간식	요거트, 꿀

체중조절식 6	식단 내용
아침	보리밥, 근대된장국, 조기구이, 양배추겉잎볶음, 배추김치
점심	잡곡밥, 된장찌개, 너비아니, 콩나물무침
저녁	수수밥, 꽃게탕, 연근곤약조림, 당근달걀찜, 배추김치
간식	두유, 바나나

체중조절식 7	식단 내용
아침	보리밥, 동태찌개, 느타리버섯볶음, 상추무침, 배추김치
점심	흑미밥, 북어국, 오징어볶음, 오이무침, 총각김치
저녁	현미밥, 버섯전골, 콩치구이, 파래무침, 배추김치
간식	저지방우유, 꿀

체중조절식 8	식단 내용
아침	흑미밥, 쇠고기미역국, 임연수구이, 애호박볶음, 깍두기
점심	비빔밥, 팽이버섯국, 배추김치
저녁	차수수밥, 배추된장국, 닭안심불고기, 도라지생채, 깍두기
간식	저지방우유, 배

체중조절식 9	식단 내용
아침	현미밥, 콩나물국, 쇠고기불고기, 시금치나물, 배추김치
점심	보리밥, 육개장, 배추겉절이,
저녁	흑미밥, 갈치구이, 김구이 청경채 볶음, 물김치
간식	저지방우유, 사과

체중조절식 10	식단 내용
아침	흑미죽, 계란조림, 오징어젓, 나박김치
점심	새싹비빔밥, 계란국, 배추김치
저녁	현미밥, 시금치 된장국, 병어양념구이, 우엉채조림, 부추김치
간식	두유

표 3-1-20. 체중조절을 위한 米味건강식단 - 1200kcal 기준(cycle 1)

cycle 1-1	식단 내용
아침	현미밥, 건새우무국, 갈비찜, 마늘쫄무침, 깻잎무침, 배추김치
점심	곤드레나물밥, 된장찌개, 참나물겉절이, 양파맛살무침, 어묵볶음, 배추김치
저녁	흑미밥, 알탕, 버섯볶음, 계란채소말이, 썩갓나물, 배추김치
간식	흰우유

cycle 1-2	식단 내용
아침	현미밥, 시금치된장국, 오징어볶음, 느타리버섯볶음, 비름나물, 깍두기
점심	흑미밥, 감자유부국, 삼색냉채, 가지볶음, 두부양념조림, 깍두기
저녁	흑미밥, 콩비지찌개, 생선까스, 시금치나물, 배추김치
간식	흰우유

cycle 1-3	식단 내용
아침	현미밥, 북어계란국, 무말랭이무침, 고사리나물, 참치야채볶음, 깍두기
점심	흑미밥, 짬뽕국, 군만두, 메추리알조림, 마늘쫄무침, 배추김치
저녁	현미밥, 도토리묵채국, 조기찜, 시금치나물, 곤약조림, 배추김치
간식	요구르트

cycle 1-4	식단 내용
아침	현미밥, 콩나물국, 쇠고기야채볶음, 근대나물, 오이부추무침, 배추김치
점심	흑미밥, 순두부찌개, 콩치구이, 배추나물, 김구이, 깍두기
저녁	잡곡밥, 청국장찌개, 오징어브로콜리볶음, 연근조림, 깻잎무침, 깍두기
간식	요구르트

cycle 1-5	식단 내용
아침	현미밥, 경단미역국, 계란찜, 취나물, 오이부추무침, 배추김치
점심	흑미밥, 동태국, 맛살야채전, 돌나물무침, 다시마채무침, 깍두기
저녁	흑미밥, 콩국, 갈치조림, 감자채볶음, 썩갓나물, 배추김치

cycle 1-6	식단 내용
아침	현미밥, 어묵국, 잔멸치볶음, 호박볶음, 깍두기
점심	현미밥, 배추국, 동태전, 참나물겉절이, 느타리버섯볶음, 배추김치
저녁	흑미밥, 순두부찌개, 임연수구이, 파리고추찜, 곤약조림, 깍두기

cycle 1-7	식단 내용
아침	현미밥, 쇠고기무국, 고등어조림, 마늘종조림, 미나리오이겉절이, 깍두기
점심	흑미밥, 시금치된장국, 참치야채볶음, 미역줄기볶음, 돌나물무침, 배추김치
저녁	흑미밥, 감자유부국, 두부양념구이, 깻잎무침, 맛살전, 깍두기
간식	요구르트

표 3-1-21. 체중조절을 위한 米味건강식단 - 1200kcal 기준(cycle 2)

cycle 2-1일	식단 내용
아침	현미밥, 무국, 순두부, 상추겉절이, 배추김치, 저지방우유
점심	흑미밥, 콩나물국, 메추리알조림, 오이생채, 배추김치, 배
저녁	현미밥, 조개미역국, 버섯볶음, 양배추쌈, 깍두기, 사과

cycle 2-2일	식단 내용
아침	현미밥, 김치국, 도라지오이초무침, 곤약조림, 깍두기, 저지방우유
점심	오징어덮밥, 무국, 숙주나물, 배추김치, 사과
저녁	흑미밥, 콩나물국, 불고기, 상추쌈, 배추김치, 토마토

cycle 2-3일	식단 내용
아침	흑미밥, 조개탕, 호박나물, 오이, 샐러리, 배추김치, 저지방우유
점심	전주비빔밥, 콩나물국, 오징어채볶음, 깍두기, 굴
저녁	현미밥, 김치순두부찌개, 고등어조림, 숙주나물, 깍두기, 사과

cycle 2-4일	식단 내용
아침	현미밥, 미역국, 콩나물냉채, 시금치고추장무침, 백김치, 저지방우유
점심	버섯덮밥, 계란과국, 오이지무침, 배추김치, 배
저녁	흑미밥, 김치국, 닭가슴살볶음, 도라지오이무침, 깍두기, 굴

cycle 2-5일	식단 내용
아침	흑미밥, 순두부찌개, 가지볶음, 무생채, 배추김치, 저지방우유
점심	산채비빔밥, 미역국, 마늘쫄무침, 배추김치, 사과
저녁	현미밥, 시금치된장국, 돼지고기보쌈, 깍두기, 오이, 토마토

cycle 2-6일	식단 내용
아침	현미밥, 팥이버섯국, 파리고추찜, 미역오이초무침, 배추김치, 저지방우유
점심	참치회덮밥, 다시마국, 건새우푹고추볶음, 백김치, 꿀
저녁	흑미밥, 두부전골, 오징어숙회, 미역초무침, 배추김치, 사과

cycle 2-7일	식단 내용
아침	흑미밥, 콩나물국, 계란찜, 오이, 당근, 백김치, 저지방우유
점심	현미밥, 미역국, 닭고기냉채, 무나물, 배추김치, 토마토
저녁	현미밥, 버섯고추장찌개, 호박나물, 상추겉절이, 깍두기, 배

나) 당뇨병 환자를 위한 米味건강식단

당뇨병 환자를 위한 米味건강식단은 1일 2000kcal 식사처방을 기준으로 하여 작성하였으며, 당뇨병 증세의 개선을 위한 식사지침을 따르도록 하였다. 개발된 식단의 내용은 다음과 같다.

표 3-1-22. 당뇨병 환자를 위한 米味건강식단

당뇨식단 1	식단 내용
아침	울무죽, 잔멸치푹고추조림, 호박나물, 물김치
점심	보리밥, 시래기된장국, 생등심구이, 상치,깻잎 찜, 실파무침, 깍두기
저녁	현미밥, 실파장국, 오징어숙회, 근대나물, 깍두기
간식	우유, 배

당뇨식단 2	식단 내용
아침	완두콩현미밥, 콩나물국, 장조림, 시금치나물, 포기김치
점심	흑미밥, 설렁탕, 물오이지무침, 쑥갓나물, 깍두기
저녁	잡곡밥, 배추된장국, 임연수구이, 닭찜, 깍두기, 오이냉채
간식	두유, 복숭아

당뇨식단 3	식단 내용
아침	현미조밥, 생굴미역국, 연두부찜, 오이숙채, 배추김치
점심	흑미밥, 제육김치찌개, 시금치나물, 물김치
저녁	나물비빔밥, 다시마무국, 물김치
간식	포도, 우유

당뇨식단 4	식단 내용
아침	흑미밥, 북어파국, 쇠고기건포고찜, 참나물, 배추김치
점심	회덮밥, 유부된장국
저녁	현미밥, 호박맛살찌개, 양송이피망볶음, 숙주나물, 총각김치
간식	딸기, 우유

당뇨식단 5	식단 내용
아침	현미밥, 쇠고기무국, 계란찜, 무말랭이무침, 김구이, 포기김치
점심	흑미밥, 해물전골, 깻잎나물, 포기김치
저녁	완두콩현미밥, 얼갈이된장국, 갈치구이, 명란젓찜, 취나물, 깍두기
간식	방울토마토, 두유

당뇨식단 6	식단 내용
아침	현미밥, 미역국, 조기구이, 치커리겉절이, 물김치
점심	흑미밥, 추어탕, 통고추장아찌, 파김치
저녁	보리밥, 배추된장국, 불고기, 실파무침, 갓은 야채쌈
간식	참외, 우유

당뇨식단 7	식단 내용
아침	현미밥, 김치콩나물국, 갈치조림, 두부찜, 고비나물, 물김치
점심	볶음밥, 계란파국, 오이나물, 배추김치
저녁	흑미밥, 북어고추장찌개, 가지나물, 풋고추찜, 포기김치
간식	수박, 우유

다) 고혈압 환자를 위한 米味건강식단

고혈압 환자를 위한 米味건강식단은 1일 1800kcal를 기준으로 작성되었으며, 저염식을 기본으로 하여 개발되었다. 개발된 식단의 내용은 다음과 같다.

표 3-1-23. 고혈압 환자를 위한 米味건강식단

고혈압식단 1	식단 내용
아침	현미밥, 쇠고기무국, 불고기, 호박나물, 연근초절이, 포기김치
점심	수수밥, 팥이버섯된장국, 임연수구이, 숙주나물, 취나물, 물김치
저녁	흑미밥, 버섯전골, 콩치구이, 가지나물, 통도라지무침, 포기김치
간식	두유, 배

고혈압식단 2	식단 내용
아침	보리밥, 배추된장국, 조기찜, 오이생채, 건표고양파볶음, 포기김치
점심	흑미밥, 미역국, 동태산적, 얼갈이겉절이, 청포묵무침, 깍두기
저녁	현미밥, 아욱된장국, 갈치구이, 손두부찜, 청경채나물, 포기김치
간식	우유, 키위

고혈압식단 3	식단 내용
아침	조밥, 생굴미역국, 연두부찜, 느타리나물, 치커리나물, 배추김치
점심	현미밥, 콩나물국, 병어석쇠구이, 마늘쫄볶음, 뱅어포무침, 포기김치
저녁	비빔밥, 다시마무국, 물김치
간식	포도, 요구르트

고혈압식단 4	식단 내용
아침	현미밥, 호박된장국, 계란조림, 가지나물, 김구이, 물김치
점심	보리밥, 북어파국, 삼치석쇠구이, 미나리초화, 물김치
저녁	흑미오므라이스, 실파장국, 나박김치
간식	방울토마토, 우유

고혈압식단 5	식단 내용
아침	수수밥, 냉이된장국, 임연수찜, 양송이피망볶음, 비름나물, 포기김치
점심	회덮밥(현미밥), 오이냉국
저녁	흑미밥, 얼갈이된장국, 고기산적, 더덕무침, 고추잎나물
간식	참외, 요구르트

고혈압식단 6	식단 내용
아침	차조밥, 배추된장국, 코다리찜, 브로콜리마늘볶음, 단깻잎찜, 백김치
점심	흑미밥, 된장찌개, 대구조림, 콩나물, 포기김치
저녁	오곡밥, 미역국, 사태찜, 느타리볶음, 호박나물, 포기김치
간식	딸기, 우유

고혈압식단 7	식단 내용
아침	율무밥, 김치콩나물국, 두부조림, 감자조림, 참나물, 포기김치
점심	흑미밥, 근대된장국, 삼치석쇠구이, 고비나물, 나박김치
저녁	강남콩밥, 대구 맑은국, 콩나물겨자채, 배추김치
간식	오렌지, 호상요구르트

마. 米味건강식단의 영양 및 건강가치 제안

본 연구에서 개발된 식단작성 개발프로그램을 이용하여 미미 건강식단의 영양 및 건강가치를 평가하고 「식단정보」로 입력하였다. 식단의 건강가치는 식단에 구성된 음식의 재료가 갖는 식품학적 특징을 간단히 고찰하여 이를 정리하여 입력하였다. 식단의 영양가치는 프로그램에 의해 산출된 영양가, 영양권장량에 대한 비율, 불포화지방산의 함량, 열량비를 근거로 각 식단의 특징을 정보로 입력하였다. 다음은 건강한 정상인의 체중유지를 위한 미미건강식단과 체중조절을 위한 미미건강식단의 영양 및 건강가치를 예시로 제시한 것이다.

표 3-1-24. 정상인을 위한 米味 건강식단의 영양 및 건강가치

구 분	식단명	식단내용	영양 및 건강가치
균형식단	단배추된장국 정식	흑미밥 단배추된장국 돼지고기완자전 굴무생채 배추김치	탄수화물과 단백질, 지방의 비율이 매우 안정적인 균형식이다. 항암의 효과가 보고되고 있는 안토시아닌을 함유한 흑미밥과 예부터 영양의 보고, 정력에 좋은 식품으로 호평을 받고 있는 굴을 생채로 조리해 영양학적으로 매우 우수한 식단이라고 할 수 있다.
	고등어조림식단	잡곡밥 무국 고등어조림 콩나물 오이소배기	잡곡밥에는 백미밥에서는 부족할 수 있는 레시틴, 셀레늄, 올리고당, 인과 철, 불포화지방산등 각종 무기질, 비타민, 단백질 등 여러가지 영양소가 함유되어 있다. 여기에 불포화지방산이 풍부한 고등어조림과, 비타민이 풍부한 오이소배기, 콩나물 등이 포함되어 매우 균형잡힌 식단이라고 할 수 있다.
	조개탕 정식	현미밥 조개탕 삼치구이 콩나물 배추김치	지방에 비해 단백질의 함량이 높은 식단으로, 조개탕 및 삼치구이로 인해 불포화지방산의 함량이 높고, 단백질이 풍부한 식단이다. 여기에 섬유질이 풍부한 현미밥, 비타민 함량이 높은 배추김치와 콩나물이 포함되어 매우 바람직한 식단이라 할 수 있다.

균형식단	근대된장국 정식	녹두밥 근대된장국 삼치양념구이 어묵햄조림 배추김치	필수아미노산과 불포화지방산이 풍부하게 함유되어 있는 녹두밥과, 섬유질이 풍부한 근대된장국, 담백한 삼치양념구이로 구성된 균형식단으로, 불포화지방산과 단백질의 함량이 높은 우수한 식단이다.
	청어조림 정식	잡곡밥 두부어묵새우젓 국 청어조림 상추겉절이 열무김치	단백질의 비중이 비교적 높으나, 매우 균형잡힌 식단이다. 섬유질과 미네랄의 함량이 높은 잡곡밥과, 불포화지방산의 함량이 높은 청어조림, 여기에 신선한 상추겉절이와 열무김치는 충분한 비타민을 공급해줌으로써 영양학적으로 매우 바람직한 식단이라고 할 수 있다.
	가자미조림 정식	강낭콩현미밥 참치김치국 가자미조림 상추겉절이 오이소배기	단백질과 섬유질이 풍부한 강낭콩현미밥과 참치김치국, 여기에 비타민이 풍부한 상추겉절이와 오이소배기가 구성되어 담백한 가자미조림과 잘 어울리며, 영양학적으로도 매우 우수한 식단이다.
	대구포무침 정식	현미밥 근대된장국 콩나물 대구포무침 오이소배기	비타민과 무기질에 풍부한 현미밥과 단백질이 풍부하고 소화흡수를 돕는 근대된장국이 어울려 매우 바람직한 식단이라고 할 수 있다. 여기에 불포화지방산이 풍부한 대구포무침, 비타민이 풍부한 콩나물과 오이소배기가 함께 구성되어 영양소의 균형이 잘 잡힌 식단이다.
	토란국 정식	강낭콩현미밥 토란국 낙지무침 참치계란찜 열무김치	강낭콩현미밥은 강낭콩의 담백한 맛과 현미의 고소한 맛이 잘 어우러진 주식으로 단백질과 식이섬유가 풍부한 영양식이다. 부식으로 낙지무침, 참치계란찜 등을 통해 양질의 동물성 단백질을 제공하도록 하였고, 시원한 열무김치는 비타민의 급원이 될 수 있다. 특히, 토란은 칼륨이 풍부하게 들어있으며, 토란 특유의 미끈거리는 성분은 무틴으로서 이것이 체내에서 글루크론산을 만들어 간장이나 신장을 튼튼히 해주고 노화방지에도 좋다.

균형식단	버섯볶음 정식	현미밥 근대된장국 쇠고기버섯볶음 골뱅이 무침 나박김치	비타민, 무기질, 식이섬유 등 현미의 풍부한 영양소를 주식으로 섭취할 수 있고 근대된장국, 쇠고기버섯볶음, 골뱅이 무침, 나박김치 등의 부식을 통해 질 좋은 단백질과 여러 미량영양소를 충분히 제공하고자 하였다. 또한, 매콤한 골뱅이무침은 입맛을 살려주는데 도움이 된다.
	꽃게된장국 정식	강낭콩현미밥 꽃게된장국 돼지고기야채볶음 오이생채 배추김치	꽃게의 담백한 맛과 함께 돼지고기, 강낭콩 등의 식품이 포함된 고단백 영양식단으로서 탄수화물:단백질:지방의 열량비가 58.3 : 21.0 : 20.1 정도로 3대 열량의 비율도 적합하게 구성되어 있다. 특히, 칼슘과 철분 등의 무기질과 비타민 B1, B2, 나이아신, C 등이 풍부하며, 꽃게를 통해 건강기능성 성분인 키토산을 충분히 섭취할 수 있다.

표 3-1-25. 체중조절을 위한 米味건강식단

구 분	식단명	영양 및 건강가치
체중조절식 (1일 1200kcal 기준)	cycle 1-1	저칼로리 고단백 식사이면서도 다양한 채소반찬류를 제공하여 비타민과 무기질을 충분히 공급하도록 하였다. 특히, 곤드레나물은 부드러운 맛이 있으며, 단백질, 칼슘, 비타민 A 등의 영양이 풍부한데 곤드레를 쌀과 섞어서 밥을 지어 양념장과 곁들여 비벼 먹으면 그 맛이 일품이며, 요즘 성인병을 예방하기 위한 건강식으로 좋은 호평을 받고 있다.
	cycle 1-2	현미밥과 흑미밥 위주의 하루 식단은 빵이나 흰쌀밥에 비해 미량영양소가 풍부할 뿐 아니라 포만감을 줄 수 있어 체중조절식으로서 추천할 만하다. 두부나 콩비지 등을 통해 식물성 단백질을 충분히 섭취할 수 있고, 느타리버섯, 비름나물, 가지 등을 통해 피토케미컬의 건강기능성 효과를 기대해 볼 수 있다.

체중조절식 (1일 1200kcal 기준)	cycle 1-3	체중조절을 위해 조금씩 먹어야 한다는 심리적 스트레스를 해소시켜 주기 위하여 다양한 부식류를 제공하도록 하였고, 들깨 등의 향신료를 이용하여 싱거운 맛을 보충해주었다. 또한, 도토리묵, 곤약 등의 저칼로리 식품을 이용하여 포만감을 줄 수 있도록 하였다.
	cycle 1-4	다이어트로 인해 단백질의 섭취가 부족해지지 않도록 쇠고기, 콩치, 오징어 등의 동물성 단백질과 순두부, 청국장 등의 식물성 단백질을 고루 제공하였다. 또한, 간식으로 요구르트를 주어 다이어트에 의한 변비를 예방할 수 있도록 하였다.
	cycle 1-5	다이어트에 지친 심신을 달래며 봄의 향취를 만끽할 수 있도록 취나물, 돌나물, 쑥갓나물 등의 봄나물을 메뉴로 제공하였다. 또한, 미역, 다시마 등의 해조류를 통해 포만감을 주고 비타민, 무기질 등의 미량영양소가 부족되지 않도록 하였다.
	cycle 1-6	저칼로리 고단백 식사이면서도 호박, 참나물, 느타리버섯, 파리고추 등 비타민이 풍부한 채소류를 부식으로 제공하여 영양의 균형을 꾀하였다. 멸치 등을 통해 부족하기 쉬운 칼슘을 보충하도록 하였다.
	cycle 1-7	다이어트를 하다보면 가장 고민되는 변비 해소를 위해 현미, 미역줄기, 마늘쭀 등 식이섬유가 풍부한 식품을 제공하였고, 미나리, 오이, 돌나물, 깻잎 등 싱싱한 채소를 통해 비타민, 무기질을 충분히 섭취할 수 있도록 하였다.

* 체중조절식 Cycle 1의 식단내용은 표 3-1-20 참조

2. 米味건강식단이 건강에 미치는 영향 조사

가. 연구목적



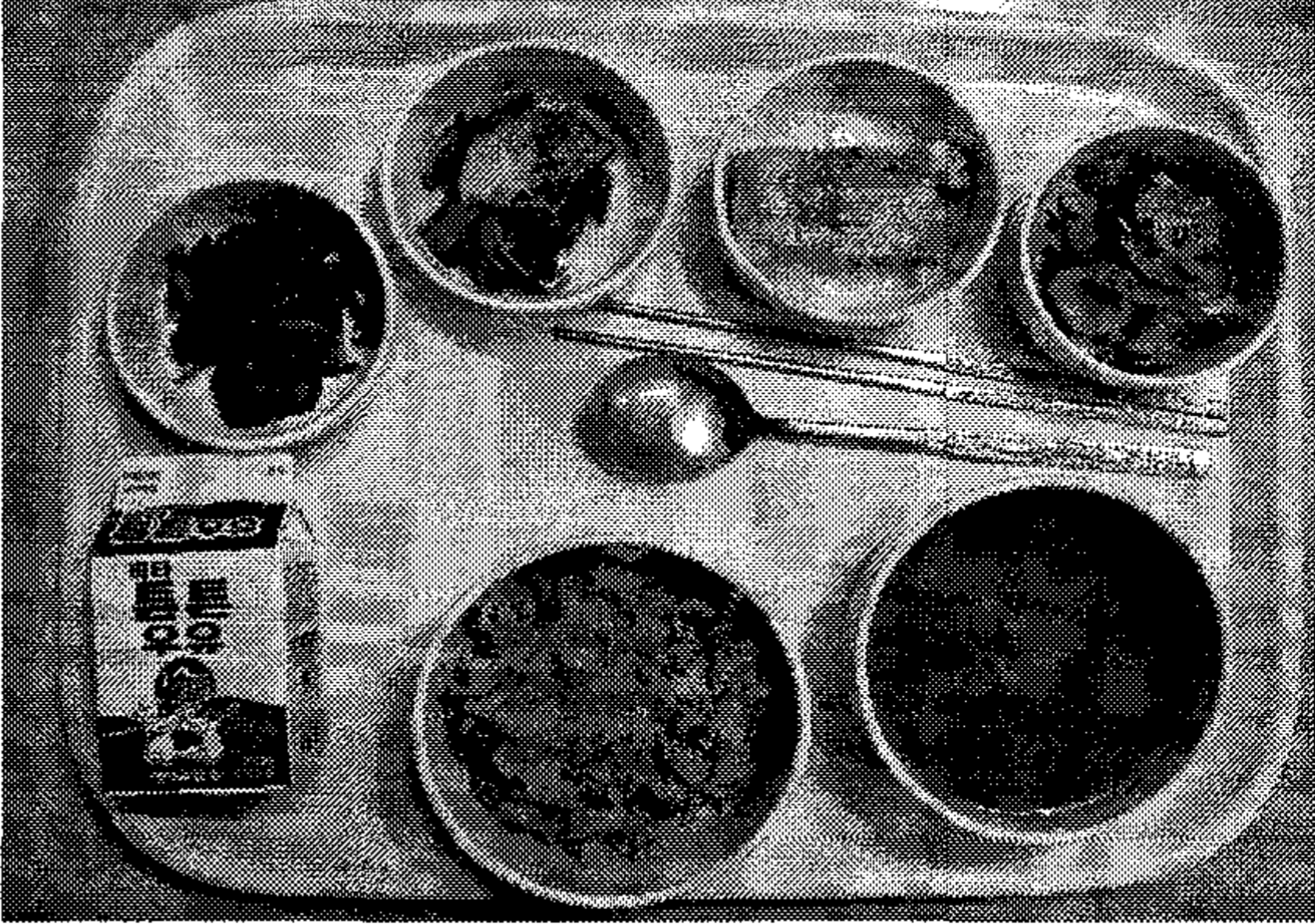
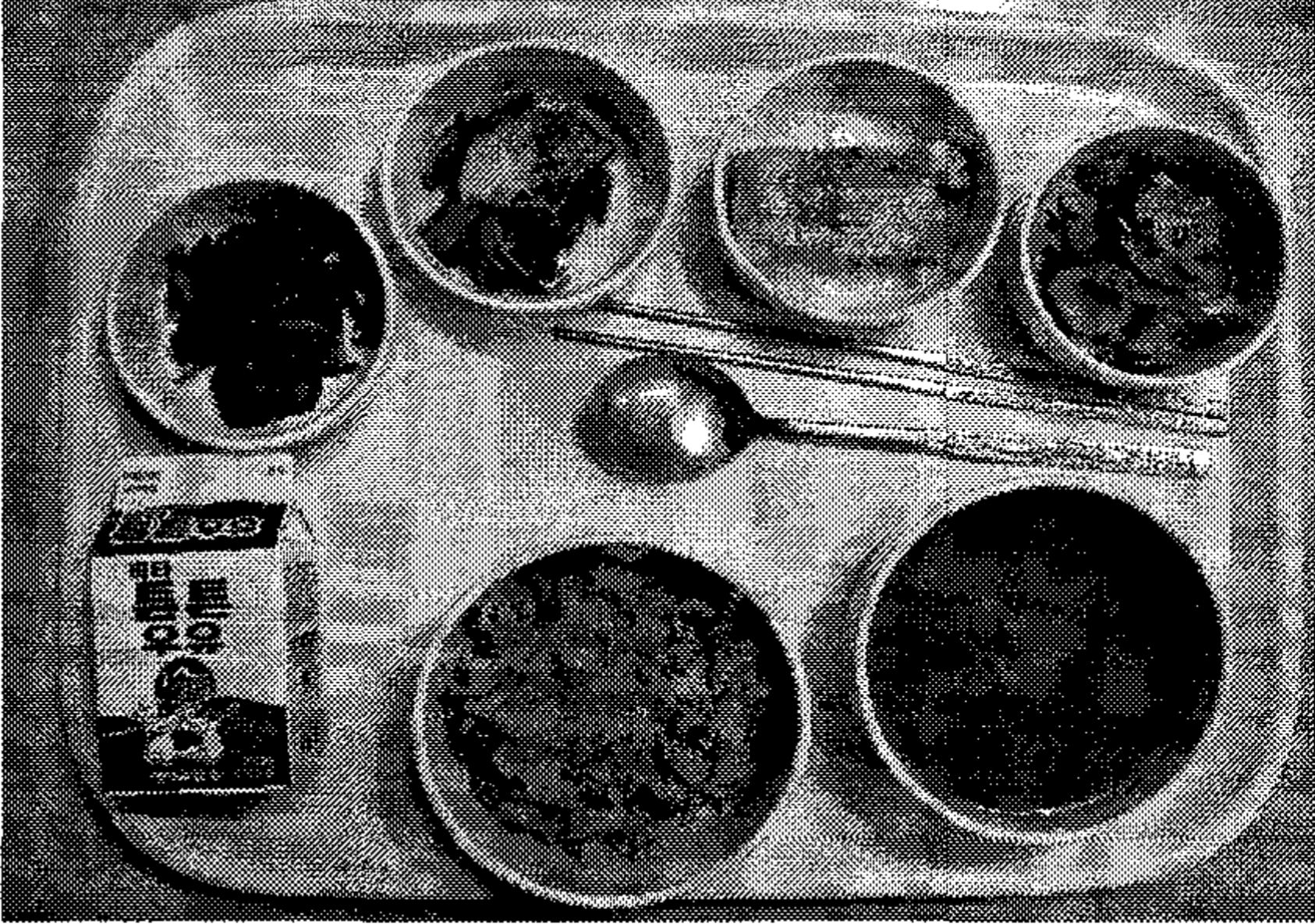
본 연구는 과체중 또는 비만한 여대생을 대상으로 체중조절을 위해 개발된 米味건강식단을 통해 혼합미를 주식으로 한 저열량 식사 섭취 후의 체중감량 및 혈액성상변화 양상을 조사하고자 하였다.


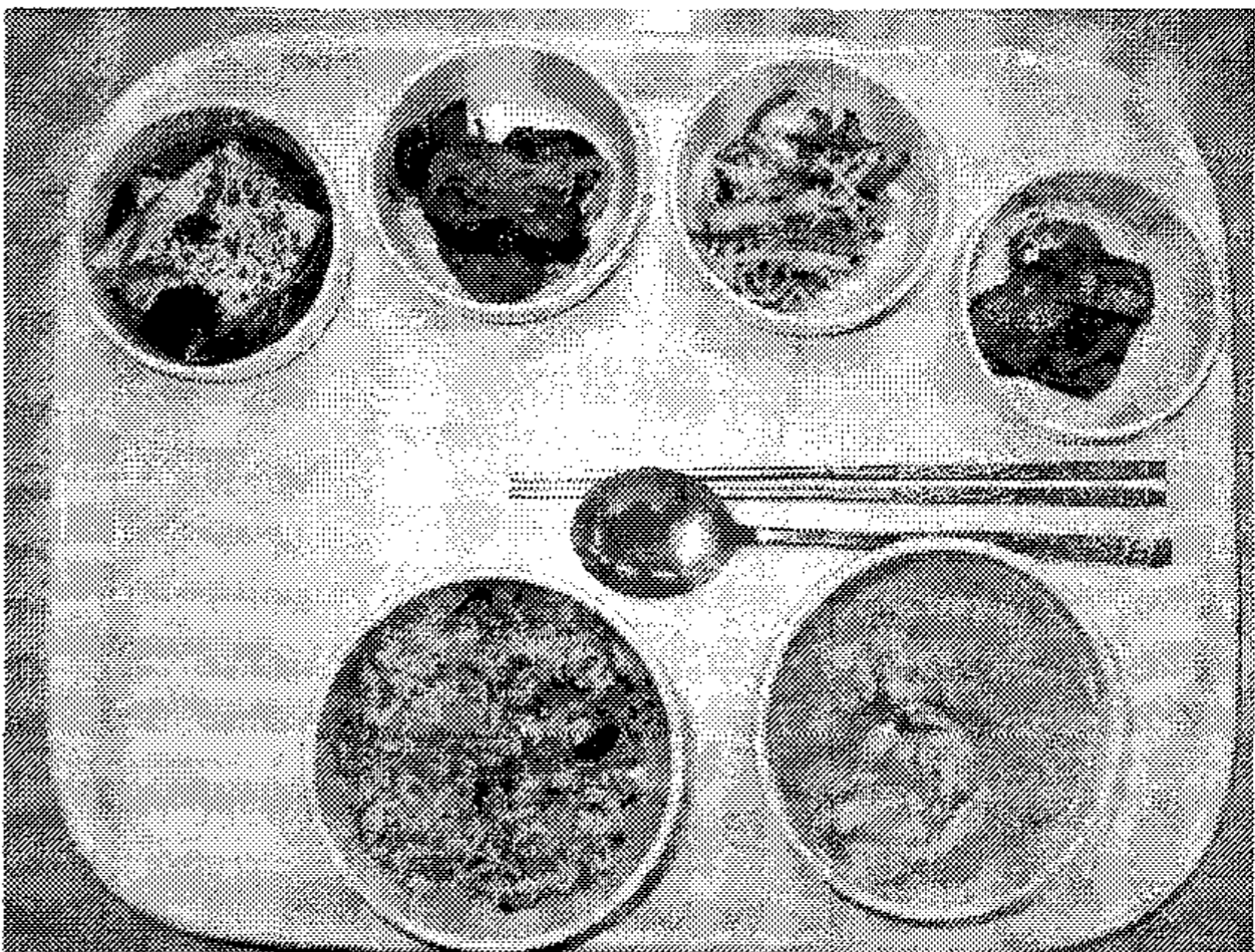


나. 연구대상

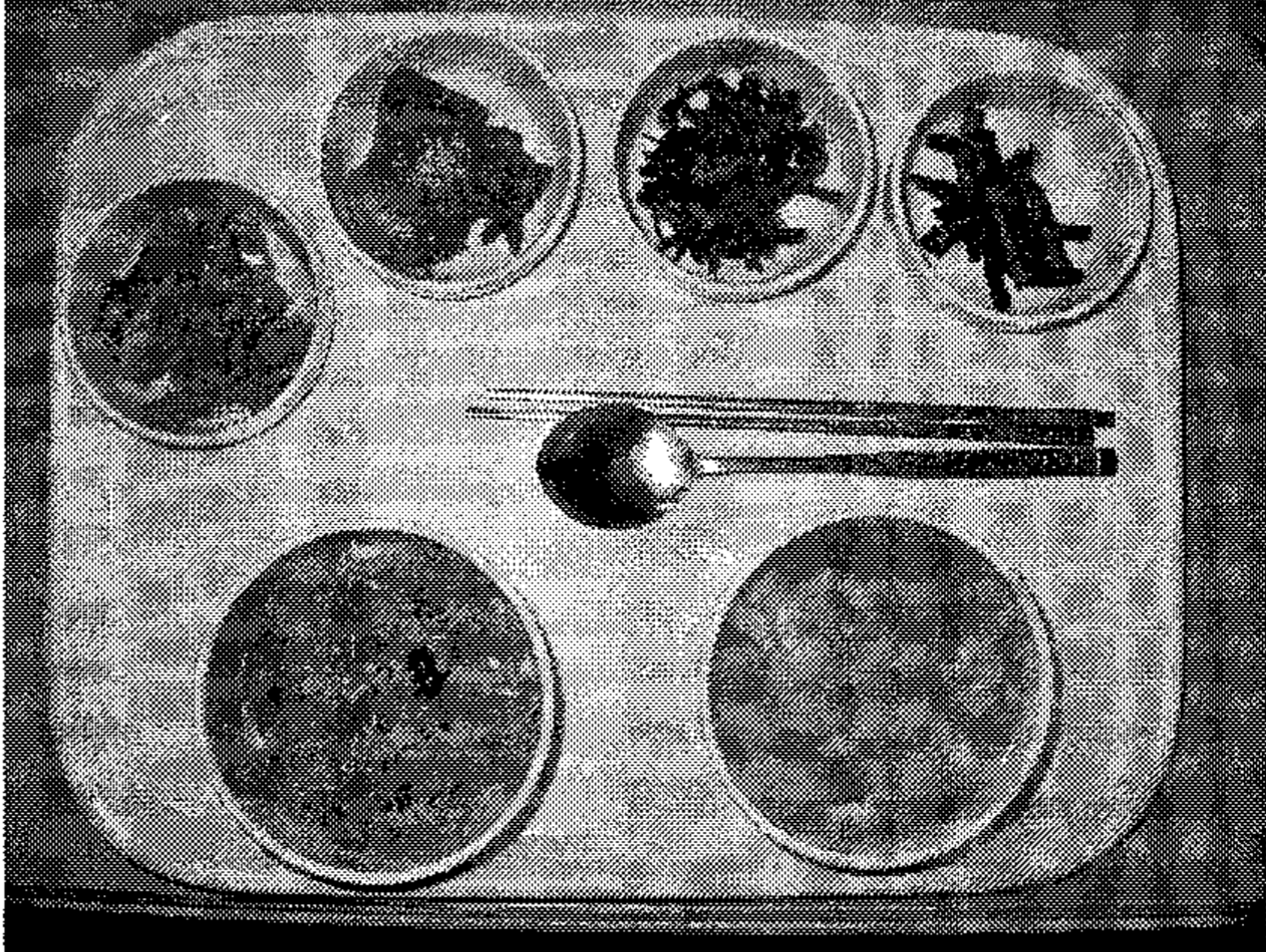

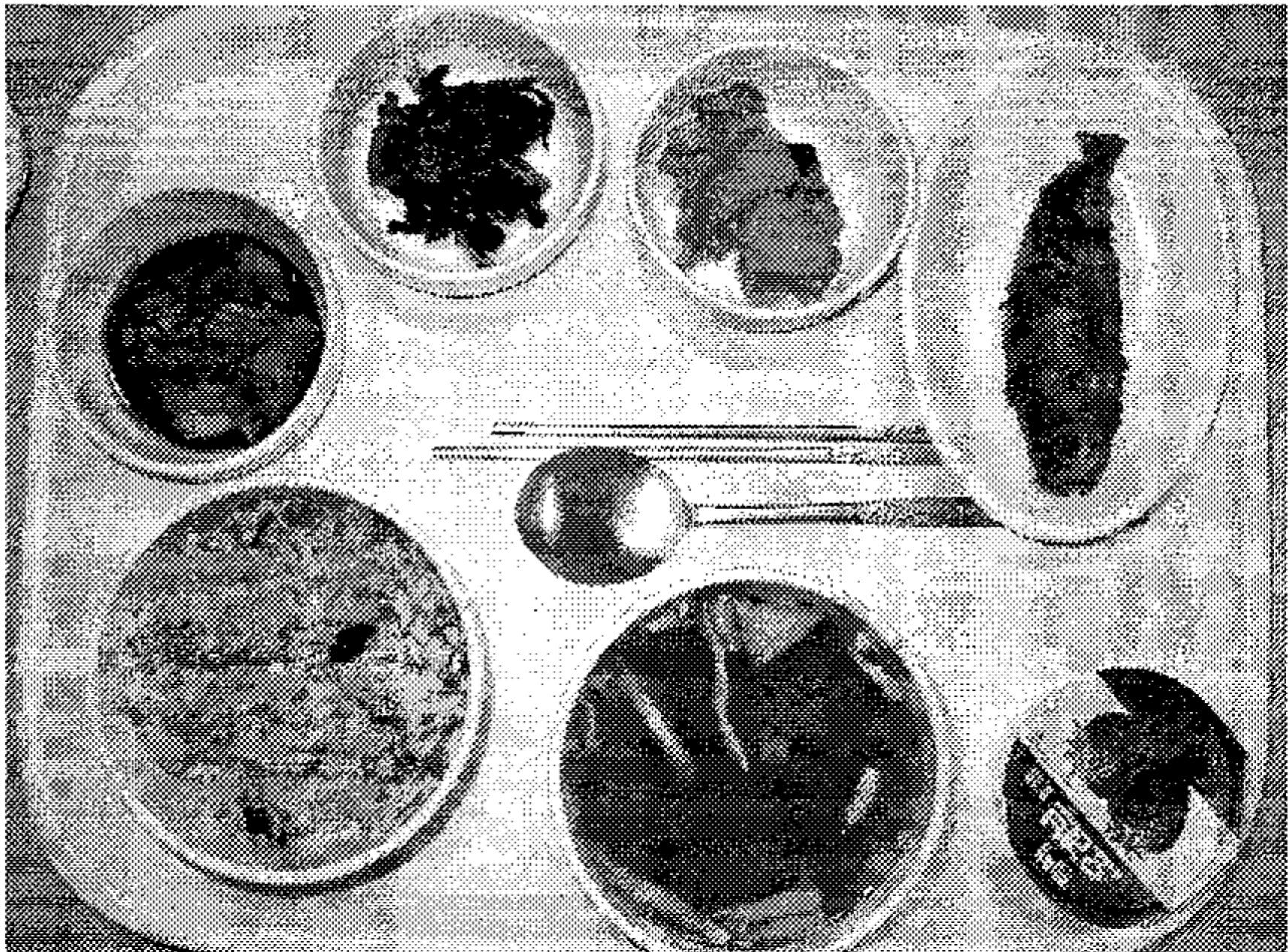
조사대상은 충북 제천 소재 대학에 소속하는 여대생 14명으로서 각 과별 공지를 통해 2주간 홍보한 후 자발적인 연구 참여 희망자를 대상으로 하였다. 실험기간은 2005년 11월 29일부터 2005년 12월 28일까지 30일간이었으며, 이 기간동안 피실험자에게는 개인적인 식품섭취를 따로 하지 못하도록 금하였고 본 과제에서 개발한 체중 조절 米味건강식단을 제공하도록 하였다. 제공한 식단은 1일 1200kcal를 기준으로 작성된 米味건강식단이었으며, 일주일 식단을 기본 사이클로 하여 실험기간동안 반복 제공하였다.

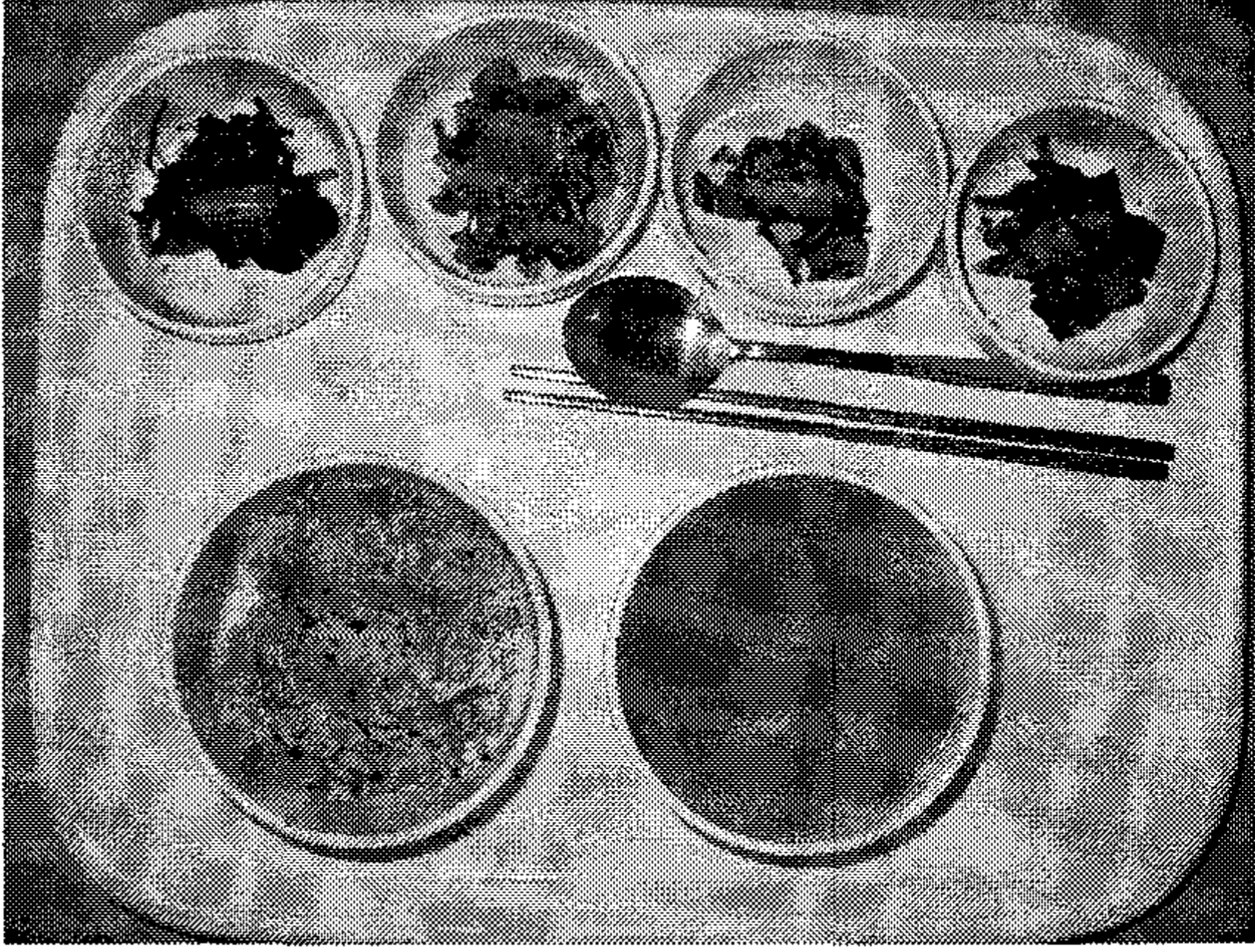
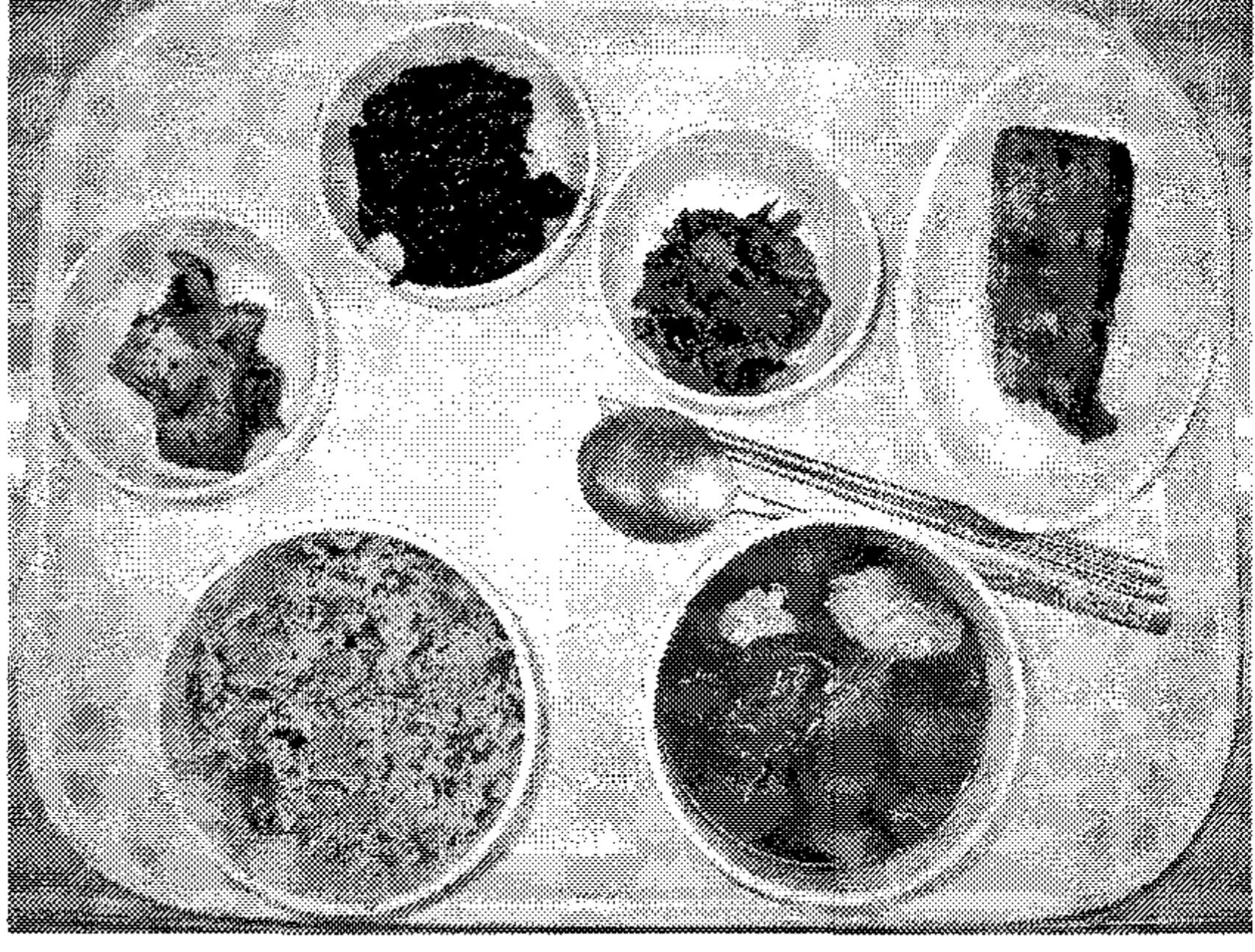

피실험자에게 제공한 米味건강식단의 내용 및 이미지는 다음 표에 제시하였다.


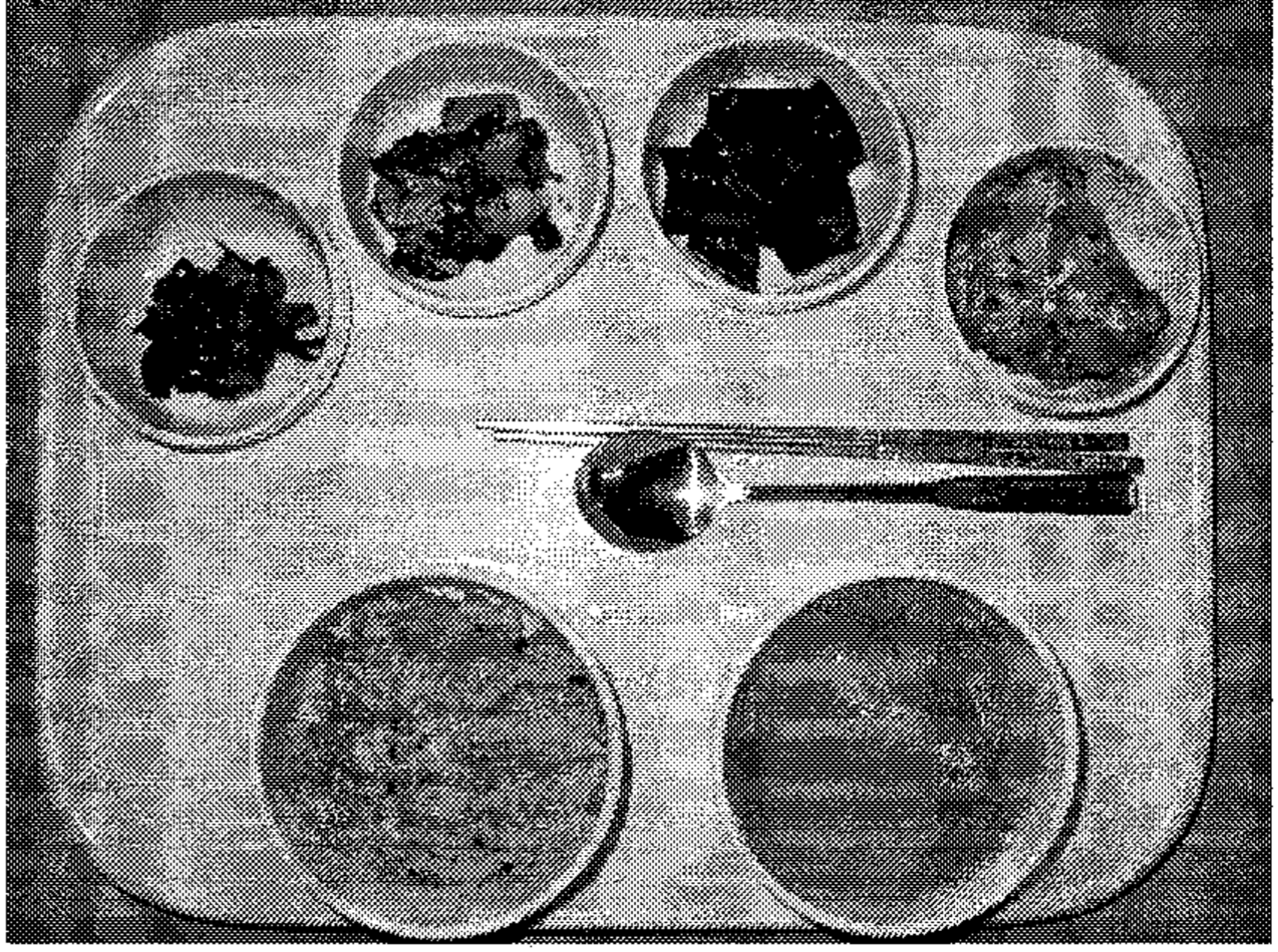

표 3-1-26. 피실험자에게 제공한 米味건강식단의 내용 (일주일치-1 cycle)

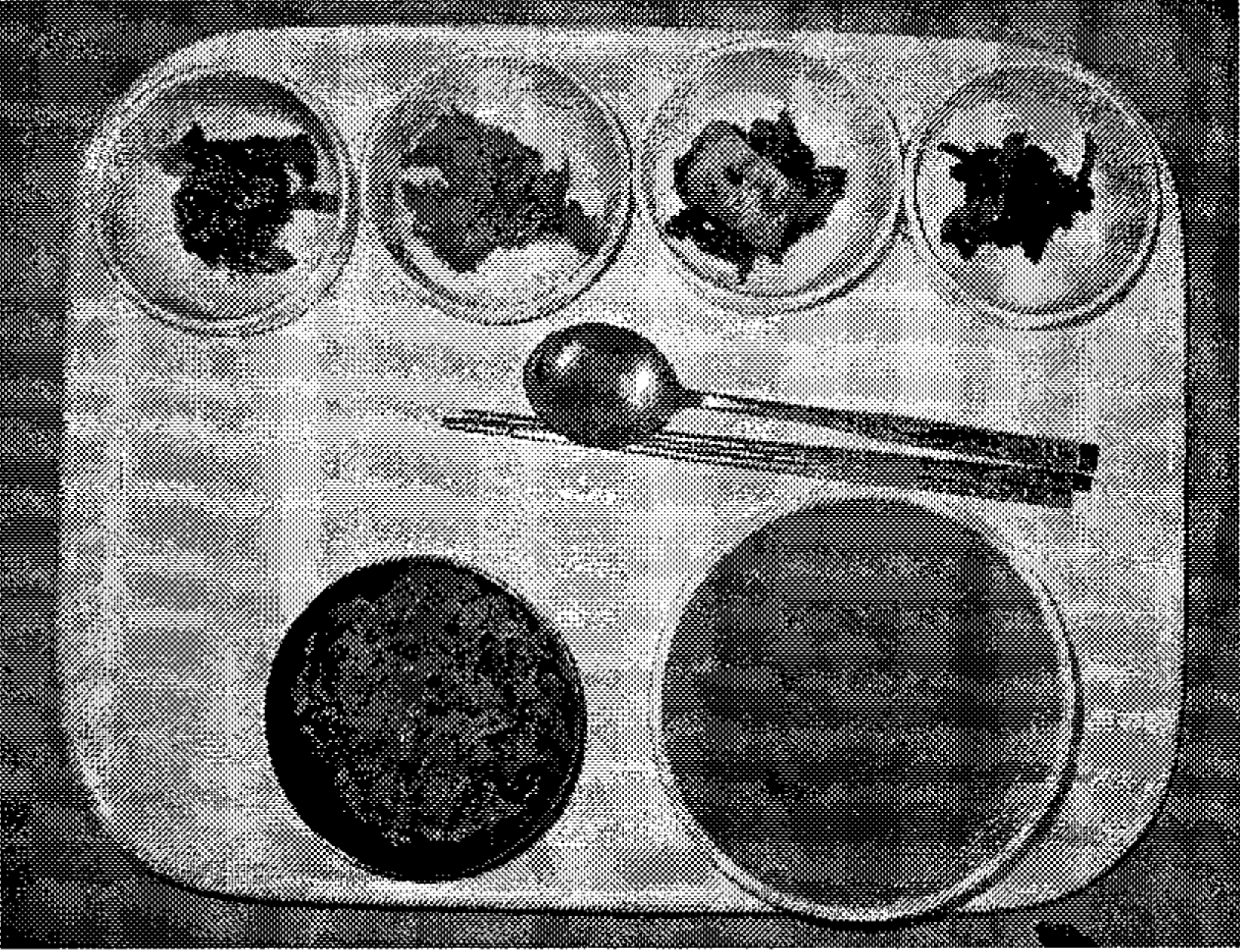
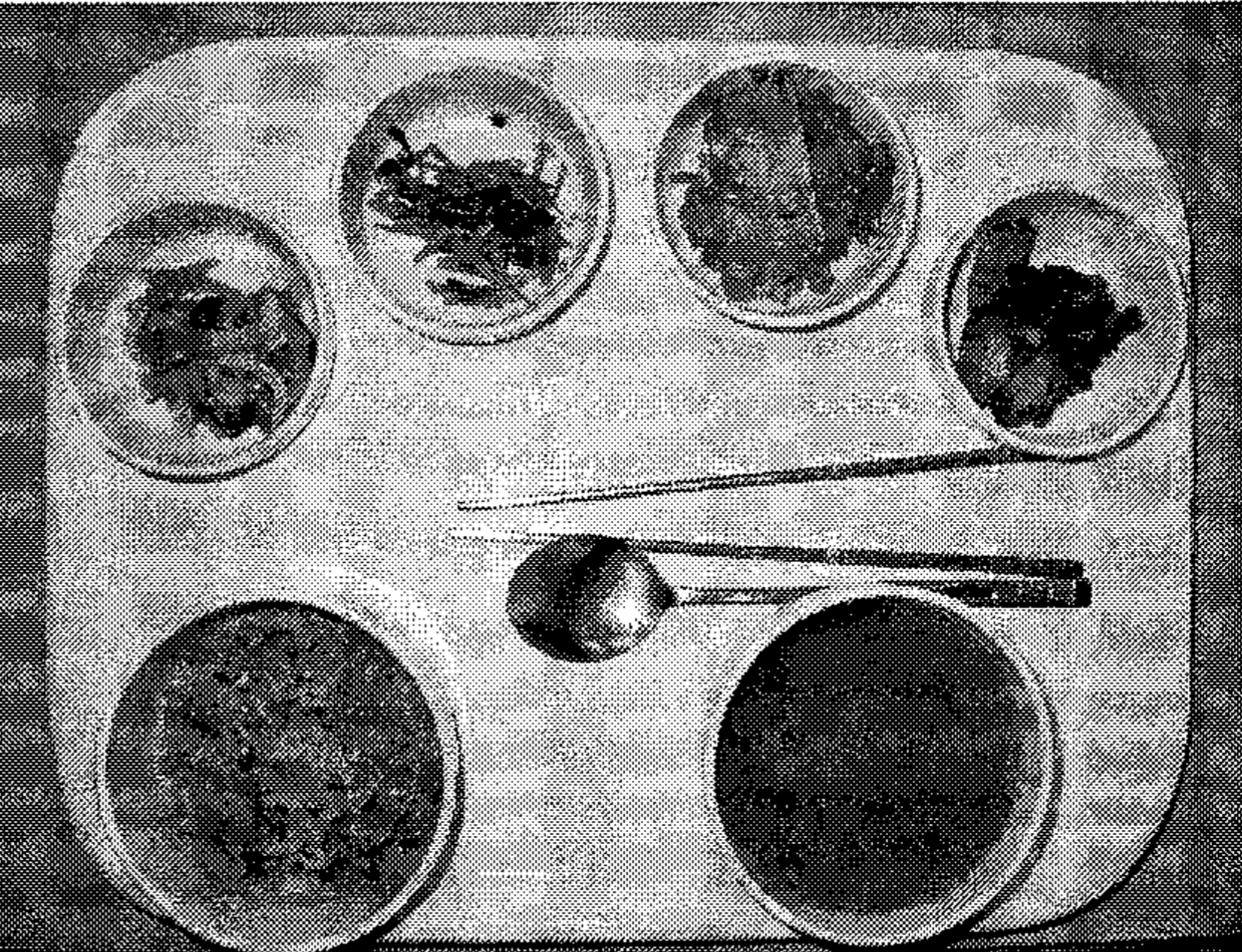
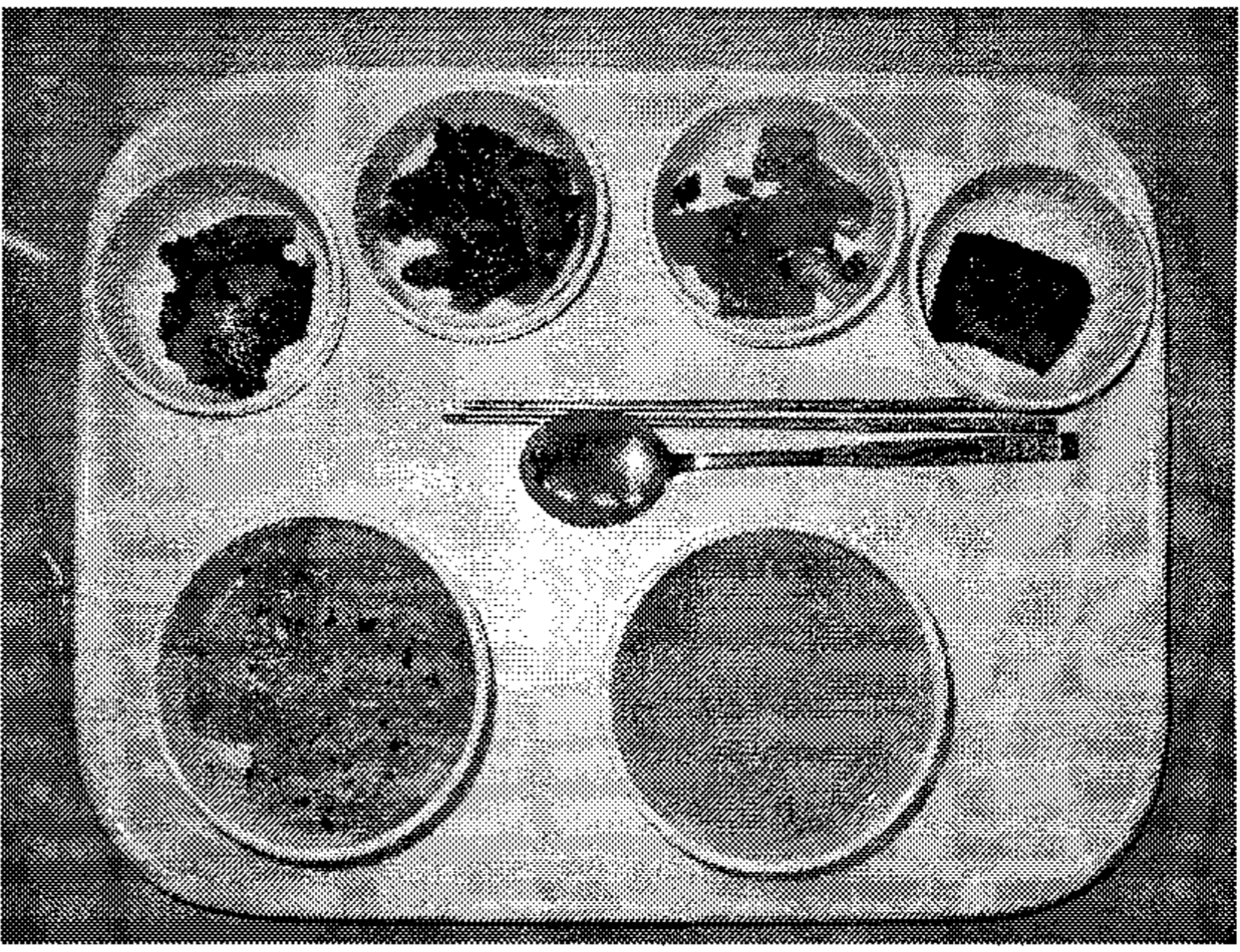
1일차	식단 내용	식단 이미지
아침	현미밥 건새우무국 갈비찜 마늘쫄무침 깻잎무침 배추김치	
점심	곤드레나물밥 된장찌개 참나물겉절이 양파맛살무침 어묵볶음 배추김치	
저녁	흑미밥 알탕 양송이볶음 야채계란말이 숙갓나물 배추김치	
간식	흰우유	

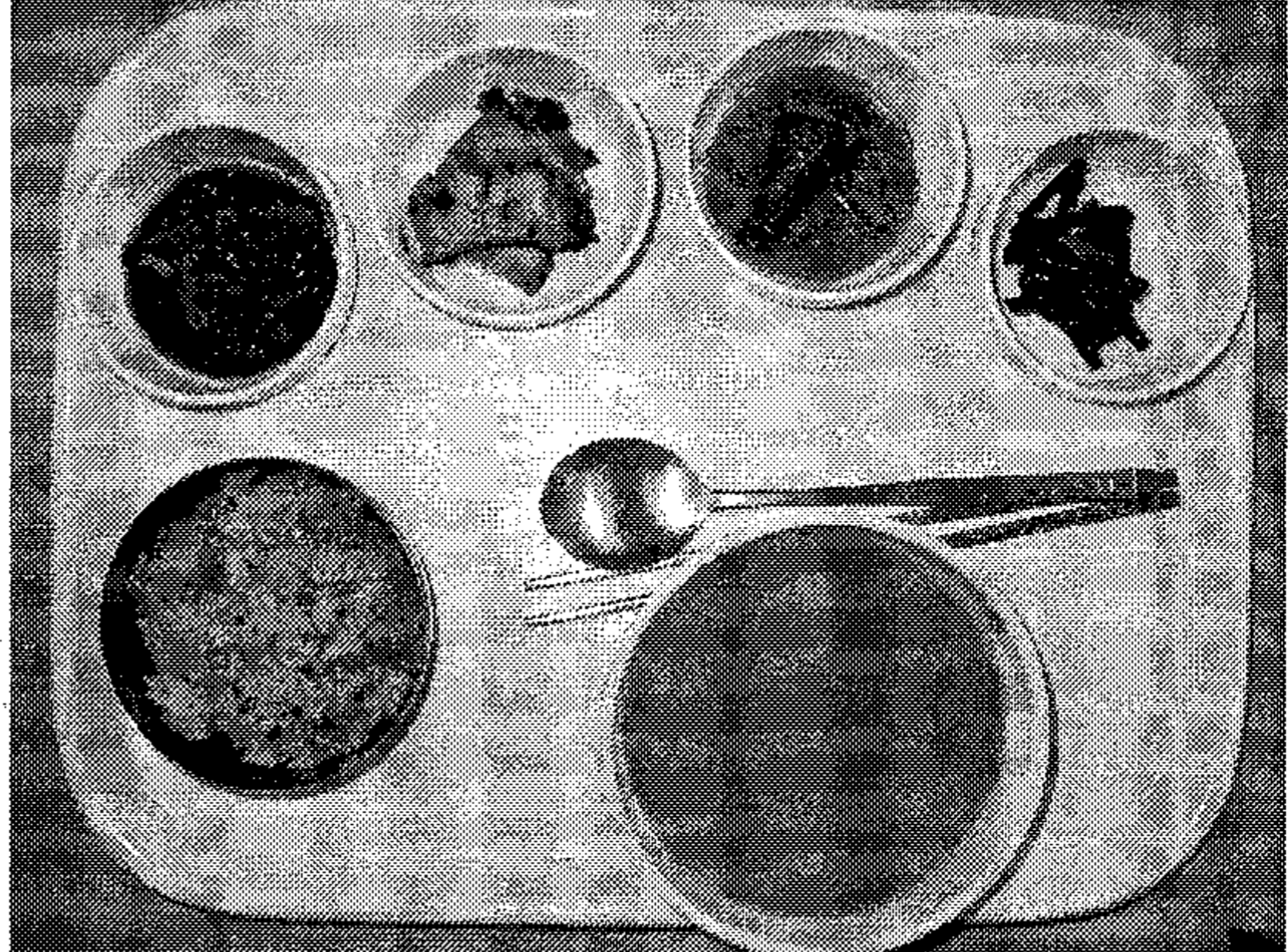


2일차	식단 내용	식단 이미지
아침	<p>현미밥 시금치된장국 오징어볶음 느타리버섯볶음 비름나물무침 깍두기</p>	
점심	<p>흑미밥 감자유부국 삼색겨자냉채 가지양념구이 두부조림 깍두기</p>	
저녁	<p>흑미밥 비지찌개 생선까스 시금치나물 배추김치</p>	
간식	<p>흰우유</p>	

3일차	식단 내용	식단 이미지
아침	<p>현미밥 북어계란국 무말랭이무침 고사리들깨무침 참치야채볶음 깍두기</p>	
점심	<p>흑미밥 찜빵탕 만두구이 메추리알조림 마늘쫄무침 배추김치</p>	
저녁	<p>현미밥 도토리묵채국 조기찜 시금치나물 곤약조림 배추김치</p>	
간식	요구르트	

4일차	식단 내용	식단 이미지
아침	<p>현미밥 콩나물국 쇠고기야채볶음 근대고추장무침 오이무침 배추김치</p>	
점심	<p>흑미밥 순두부찌개 퐁치구이 배추된장무침 김구이 깍두기</p>	
저녁	<p>잡곡밥 청국장찌개 주꾸미야채볶음 연근조림 깻잎무침 깍두기</p>	
간식	요구르트	

5일차	식단 내용	식단 이미지
아침	<p>현미밥 조랭이미역국 야채계란찜 취나물 오이무침 배추김치</p>	
점심	<p>흑미밥 동태국 맛살야채전 돌나물무침 다시마무침 각두기</p>	
저녁	<p>흑미밥 부추콩가루국 갈치조림 감자볶음 쭈갓나물 배추김치</p>	

6일차	식단 내용	식단 이미지
아침	<p>현미밥 어묵국 멸치삼색볶음 호박무침 깍두기</p>	
점심	<p>현미밥 배추국 생선전 참나물무침 느타리버섯볶음 배추김치</p>	
저녁	<p>흑미밥 순두부찌개 임연수구이 파리고추콩가루찜 곤약조림 깍두기</p>	

7일차	식단 내용	식단 이미지
아침	<p>현미밥 쇠고기무국 고등어조림 마늘종간장조림 미나리오이겉절이 깍두기</p>	
점심	<p>흑미밥 시금치된장국 참치야채볶음 미역줄기무침 돌나물무침 배추김치</p>	
저녁	<p>흑미밥 감자유부국 두부양념구이 깻잎무침 맛살계란전 깍두기</p>	
간식	요구르트	

다. 연구방법

1) 식생활 조사

실험시작 전 평상시 식사상태를 조사하기 위하여 3일간 식사섭취내용을 조사하였고, 회수된 식사 기록은 영양평가프로그램인 CAN-pro 2.0(Computer Aided Nutritional Analysis Program for Professionals version 2.0)을 이용하여 각 대상자의 3일 간의 식사섭취량을 조사하였다. 실험기간 중 제공되는 식사의 내용은 개발된 米味건강식단을 기준으로 하였으므로 피실험자가 실제로 섭취한 식사량을 기재하도록 하여 1일 평균 영양소 섭취량을 분석하였다.

2) 체성분 검사

다주파수, 임피던스 분석 원리를 이용한 체성분 분석기(Inbody 2.0, 바이오스페이스)를 사용하였다. 조사대상자들의 신장과 체중을 연구직전과 직후에 직접 측정하고 BMI(Body mass index, 체질량지수)를 구하여 비만 요인과의 상관 분석에 이용하였다. 체질량지수(Body mass index: BMI)는 아래의 식을 이용하여 구하였다.

$$\text{BMI} = \text{체중}(\text{kg}) / \text{신장}(\text{m})^2$$

3) 혈액성분검사

프로그램 실시 전과 후 2번에 걸쳐 12시간 공복상태에서 혈액을 채취하였다. 채취된 혈액은 응고되는 것을 막기 위해 EDTA(Ethylene Diamine Tetra Acetate)가 들어있지 않은 원심분리관에 담아 20분간 실온에서 방치하고 4℃, 2,500rpm에서 15분간의 원심분리를 통해 혈청을 얻어 -70℃에서 보관하였다.

공복시 혈당, 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 헤모글로빈, 헤마토크릿, 총 단백질, 알부민, 렙틴의 수준을 조사하였다. 헤모글로빈과 총 단백질, 알부민 수준은 자동분석기(ADVIA 120, Bayer, U.S.A)로 분석하였고, 혈당은 자동혈당측정기(Accutrend alpha 1544080, Boertnger Mannheim)를 이용하여 측정하였다. 혈청 중성

지방, 총 cholesterol, HDL-cholesterol은 kit(Boehringer Mannheim, Germany)를 사용하여 검사기기(Hitachi 7150, Japan)에 의해 분석하였다. 혈장 렙틴수준은 rabbit anti-human leptin serum을 이용한 human leptin radioimmuno assay kit를 사용하여 측정하였다. Hematocrit은 원심분리기를 이용하여 혈장과 혈구의 비율을 측정하였다.

4) 자료처리 및 분석

수집된 자료는 SPSS 12.0 program을 이용하여 각 항목의 평균, 표준편차를 산출하였다. 프로그램의 효과를 평가하기 위하여 식이 섭취량, 체성분, 혈액 성분을 반복 측정하여 paired t-test를 이용하여 차이를 검정하였다.

라. 연구결과

1) 신체계측 특성

한 달 간의 프로그램을 완료한 사람은 총 12명으로서 평균 나이는 22.7세(최소 19세 ~ 최대 25세)이며 프로그램 시작시 신장과 체중은 161.7±4.2cm (최소 154cm~ 최대 170cm), 69.0±2.6kg (최소 66kg~최대 74kg), BMI는 평균 26.4±0.6 kg/m²(최소 25.6 kg/m² ~최대 27.9 kg/m²)로서 표 3-1-27에 제시하였다.

표 3-1-27. Age and initial anthropometric values of the study subjects (n=12)

Age (yrs)	21.7±3.5 (19 - 25) ¹⁾
Height (cm)	161.7±4.2 (154 - 170)
Weight (kg)	69.0±2.6 (66 - 74)
BMI (kg/m ²)	26.4±0.6 (25.6 - 27.9)

¹⁾ mean ± standard deviation (minimum - maximum)

대상자의 프로그램 시작시와 종료 후의 체중, 체성분 변화를 살펴보면 표 3-1-28과 같다. 체중은 프로그램 시작시 평균 69.0 ± 2.6 kg이었으나 종료 후 평균 64.6 ± 3.2 kg이었고, BMI는 시작시 26.4 ± 0.6 kg/m²이었으나, 종료 후 24.5 ± 0.4 kg/m²으로 나타나 체중과 BMI 모두 $p < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 나타내었다.

제지방량(Lean body mass)은 프로그램 시작시 평균 42.6 ± 2.9 kg (61.9±2.1%)이었으나, 종료 후 평균 41.0 ± 2.4 kg (63.2±2.3%)이었다. 지방량(Fat mass)은 프로그램 시작시 평균 38.8 ± 2.0 kg (56.2±1.8%)이었으나, 종료 후 평균 36.2 ± 1.8 kg (56.6±2.1%)이었고, 근육량(Muscle mass)은 프로그램 시작시 평균 26.4 ± 1.7 kg (38.2±1.5%), 종료 후 25.5 ± 2.0 kg (39.8±2.3%)으로 나타났다. 체수분량(Total body water)은 프로그램 시작시 평균 30.7 ± 2.2 kg (44.5±1.8%), 종료 후 29.1 ± 1.5 kg (46.8±2.1%)이었으나, 네 경우 모두 유의적인 차이는 없었다.

표 3-1-28. Changes of body composition of the study subjects (n=12)

Variable	Initial	Final
Weight (kg)	69.0 ± 2.6	$64.6 \pm 3.2^*$
BMI (kg/m ²)	26.4 ± 0.6	$24.5 \pm 0.4^*$
Lean body mass (kg)	42.6 ± 2.9 (61.9±2.1%)	41.0 ± 2.4 (63.2±2.3%)
Fat mass (kg)	38.8 ± 2.0 (56.2±1.8%)	36.2 ± 1.8 (56.6 ±2.1%)
Muscle mass (kg)	26.4 ± 1.7 (38.2±1.5%)	25.5 ± 2.0 (39.8±2.3%)
Total body water (kg)	30.7 ± 2.2 (44.5±1.8%)	29.1 ± 1.5 (46.8±2.1%)

* : significantly different at $p < 0.05$

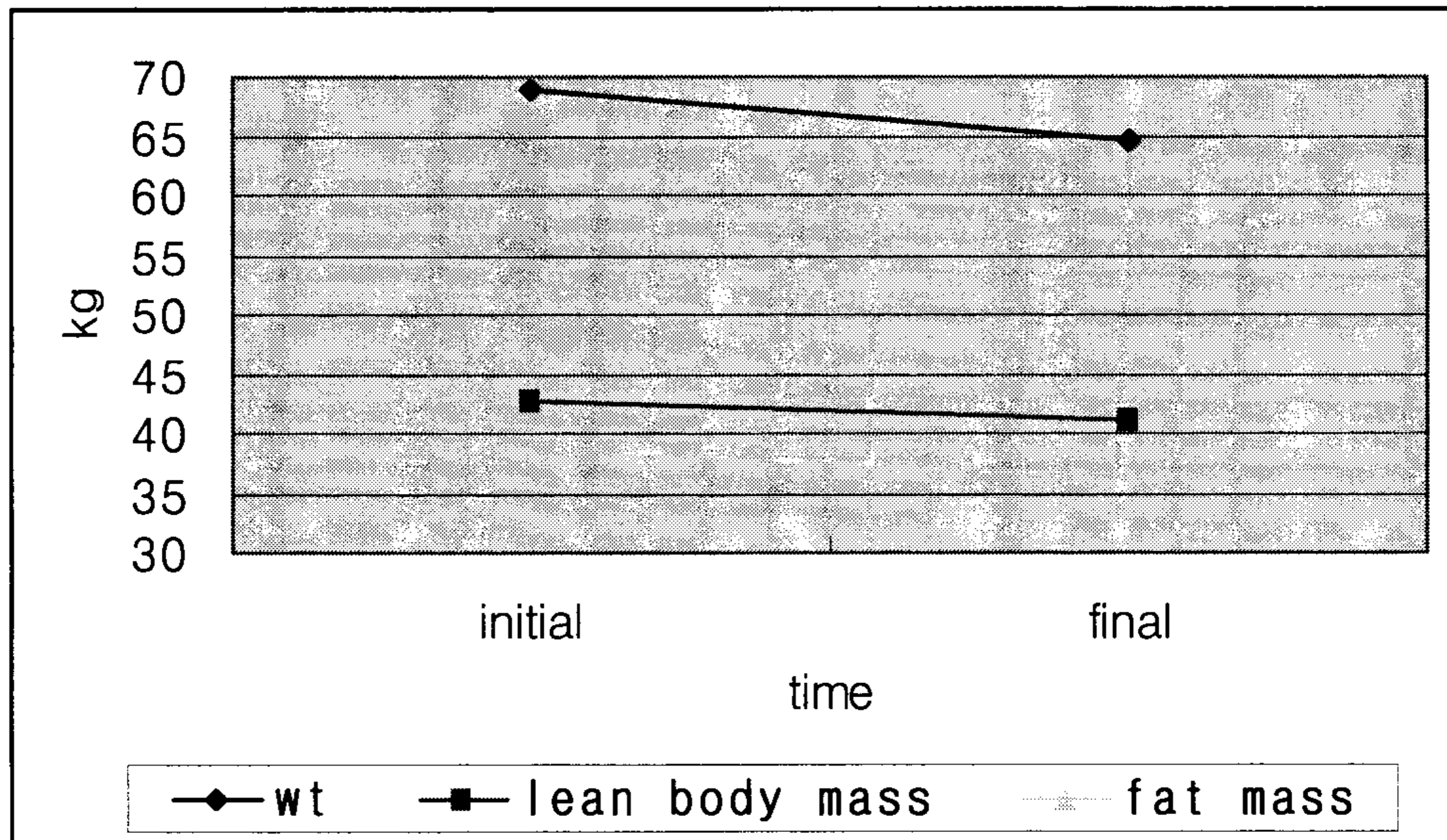


그림 3-1-1. 체중 및 신체 지방량의 변화

2) 영양소 섭취량

프로그램 시작 전과 후의 대상자의 영양소 섭취량 변화는 표 3-1-29에 제시하였다. 열량 섭취량은 프로그램 시작시 평균 $1879.6 \pm 476.5 \text{kcal}$ 이었으나, 종료 후 $1186.5 \pm 325.2 \text{kcal}$ 로 나타나 유의적으로 낮아졌다. 단백질 섭취량은 프로그램 시작시 평균 $65.9 \pm 14.0 \text{g}$ 이었으나, 종료 후 $52.2 \pm 9.5 \text{g}$ 으로, 지방은 프로그램 시작시 평균 $36.7 \pm 17.6 \text{g}$ 을 섭취하였으나, 종료 후 $18.7 \pm 8.6 \text{g}$ 으로 나타나 $p < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 보였다. 섬유질 섭취량은 프로그램 시작 전 $5.7 \pm 2.8 \text{g}$ 이었으나, 종료 후 $4.7 \pm 2.8 \text{g}$ 으로 나타났으며, 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 칼슘의 섭취량을 보면, 프로그램 시작 전 $576.4 \pm 275.2 \text{mg}$ 이었으나, 종료 후 $471.3 \pm 247.7 \text{mg}$ 으로 나타났으며, 유의적인 차이를 보였다. 인산의 섭취량은 프로그램 시작 전 $946.5 \pm 329.1 \text{mg}$, 종료 후 $806.9 \pm 308.6 \text{mg}$ 으로 나타나 역시 유의적인 차이를 보였다. 철의 섭취량은 프로그램 시작 전 $19.0 \pm 23.4 \text{mg}$, 종료 후 $10.9 \pm 7.86 \text{mg}$ 으로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 나트륨의 섭취량은 프로그램 시작 전 $3617.8 \pm 1574.4 \text{mg}$, 종료 후 $3542.7 \pm 2282.9 \text{mg}$ 으로 나타나 유의적으로 낮아졌다. 칼륨의 섭취량도 프로그램 시작 전 $2580.4 \pm 789.2 \text{mg}$, 종료 후 $2042.3 \pm 752.7 \text{mg}$ 으로 나타나 유의적으로 낮아졌다. 아연의 섭취량은 프로그램 시작 전

8.3±2.5mg, 종료 후 7.0±2.3mg으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 비타민 A의 섭취량은 프로그램 시작 전 870.0±414.3µgRE, 종료 후 737.4±387.6µg RE로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 비타민 B₁의 섭취량은 프로그램 시작 전 1.2±0.5mg이었으나, 종료 후 1.0±0.6mg으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 비타민 B₂의 섭취량은 프로그램 시작 전 1.2±0.6mg이었으나, 종료 후 1.1±0.5mg으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 비타민 B₆의 섭취량은 프로그램 시작 전 1.9±0.8mg, 종료 후 1.5±0.6mg으로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 비타민 C의 섭취량은 프로그램 시작 전 139.6±129.2mg이었으나, 종료 후 71.2±59.3mg으로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 엽산의 섭취량도 프로그램 시작 전 279.8±144.7µg, 종료 후 199.5±90.0µg으로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 비타민 E의 섭취량은 프로그램 시작 전 12.6±6.7mg, 종료 후 10.7±5.6mg으로 나타나 유의적인 차이를 보였다. 콜레스테롤의 섭취량은 프로그램 시작 전 285.8±166.3mg, 종료 후 233.1±159.2mg으로 나타나 유의적인 차이를 보였다.

전체적으로 볼 때 실험을 시작하기 전 정상시의 식사수준에 비해 프로그램에서 제공된 米味건강식단은 열량 뿐 아니라 여러 영양소들의 섭취량이 조절되어 저열량식단이 되었음을 알 수 있었다.

☒ 3-1-29. Daily nutrient intakes before and during the weight control program
(n=12)

	Before	During
Energy (kcal)	1879.6±476.5	1186.5±325.2*
Protein (g)	65.9±14.0	52.2±9.5*
Fat (g)	36.7±17.6	18.7±8.6*
Carbohydrate (g)	324.2±69.0	202.3±42.7*
% protein	16.2±3.4	17.6±4.0
% fat	14.0±4.5	14.2±4.4
% carbohydrate	69.8±6.4	68.2±6.9
Fiber (g)	5.7±2.8	4.7±2.8
Calcium (mg)	576.4±275.2	471.3±247.7*
Phosphorus (mg)	946.5±329.1	806.9±308.6*
Iron (mg)	19.0±23.4	10.9±7.8*
Sodium (mg)	3617.8±1574.4	3542.7±2282.9*
Potassium (mg)	2580.4±789.2	2042.3±752.7*
Zinc (mg)	8.3±2.5	7.0±2.3
Vitamin A (µg RE)	870.0±414.3	737.4±387.6*
Vitamin B ₁ (mg)	1.2±0.5	1.0±0.6
Vitamin B ₂ (mg)	1.2±0.6	1.1±0.5
Vitamin B ₆ (mg)	1.9±0.8	1.5±0.6*
Niacin (mg)	14.1±4.6	12.3±6.5*
Vitamin C (mg)	139.6±129.2	71.2±59.3*
Folic acid (µg)	279.8±144.7	199.5±90.0*
Vitamin E (mg)	12.6±6.7	10.7±5.6*
Cholesterol (mg)	285.8±166.3	233.1±159.2*

* : significantly different at $p < 0.05$

3) 혈액성상 변화

혈액성상 변화에 관한 결과는 표 3-1-30 및 표 3-1-31과 같다.

혈중 헤모글로빈 수치는 프로그램 시작 전 평균 $14.25 \pm 2.16 \text{g/dL}$, 종료 후 $14.03 \pm 1.78 \text{g/dL}$ 로 나타났고, 헤마토크릿 수치는 프로그램 시작 전 평균 $42.34 \pm 4.33\%$, 종료 후 $41.72 \pm 4.17\%$ 로 나타났으나, 유의적인 차이는 보이지 않았다. 다이어트로 인해 흔히 나타날 수 있는 빈혈 등을 우려했으나 다행히 헤모글로빈 수치는 정상 수준으로 나타났다.

총 단백질량은 프로그램 시작 전 $7.16 \pm 0.37 \text{g/dL}$ 이었으나, 종료 후 $7.23 \pm 0.46 \text{g/dL}$ 로 나타났고, 알부민은 프로그램 시작 전 $4.48 \pm 0.23 \text{g/dL}$ 로 나타났으나, 종료 후 $5.06 \pm 0.65 \text{g/dL}$ 로 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다.

혈당치는 프로그램 시작 전 $82.97 \pm 7.80 \text{mg/dL}$, 종료 후 $84.17 \pm 7.36 \text{mg/dL}$ 로 나타났으며, 모두 정상 범위 내에 포함되는 것으로 나타났다.

표 3-1-30. 혈중 헤모글로빈, 혈당 및 혈장 단백질 농도 (n=12)

Variable	Initial	Final
Hemoglobin (g/dL)	$14.25 \pm 2.16^{1)}$	14.03 ± 1.78
Hematocrit (%)	42.34 ± 4.33	41.72 ± 4.17
Total protein (g/dL)	7.16 ± 0.37	7.23 ± 0.46
Albumin (g/dL)	4.48 ± 0.23	5.06 ± 0.65
Blood glucose (mg/dL)	82.97 ± 7.80	84.17 ± 7.36

1) Mean±SD

혈중 중성지방 수치는 프로그램 시작 전 $91.07 \pm 60.70 \text{mg/dL}$ 이었으나, 종료 후 $89.96 \pm 65.69 \text{mg/dL}$ 이었고, 총 콜레스테롤 수치는 프로그램 시작 전 $171.49 \pm 44.03 \text{mg/dL}$ 이었으나, 종료 후 $162.59 \pm 34.32 \text{mg/dL}$ 로 나타났다. HDL-콜레스테롤 수치는 프로그램 시작 전 $54.75 \pm 8.21 \text{mg/dL}$ 이었으나, 종료 후 $53.26 \pm 7.31 \text{mg/dL}$ 로 나타났으나, 세 경우 모두 유의적인 차이는 보이지 않았다. Leptin의 경우, 프로그램 시작시

1535.25±198.03pmol/L, 종료 후 1249.14±175.10pmol/L로서 $p < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 보여 주었다. Leptin은 167개의 아미노산으로 구성된 peptide로서 ob gene 으로부터 발현되고 지방 조직에서 분비되는 호르몬으로 뇌의 시상하부(hypothalamus)에 있는 포만중추를 자극하는 식욕조절인자이다. Leptin은 식욕을 저하시켜 식이 섭취량을 감소시키고, 에너지 소비량을 증가시켜 체중과 체지방량을 감소시키는 역할을 한다. 이런 leptin의 체내 수준은 체중, 체지방량, 혈당, 인슐린 등에 영향을 받는데, 대부분의 연구들을 보면 leptin의 농도는 체중, 체지방량과 양의 상관관계를 가진다고 보고하였다.

표 3-1-31. 혈중 지질 및 렙틴 농도 (n=12)

Variable	Initial	Final
Total triglyceride (mg/dL)	91.07±60.70	89.96±65.69
Total cholesterol (mg/dL)	171.49±44.03	162.59±34.32
HDL-cholesterol (mg/dL)	54.75±8.21	53.26±7.31
Leptin (pmol/L)	1535.25±198.03	1249.14±175.10*

* : significantly different at $p < 0.05$

본 연구결과, 혼합미를 이용한 米味건강식단은 체중감량 효과가 뚜렷하게 나타났으며, 특히 체지방량 감소에 영향을 미친 것으로 밝혀졌다. 또한, 혈중 중성지방 수준과 콜레스테롤 수준이 감소되는 것으로 나타나 체내 지방대사가 개선되었음을 알 수 있었다. 따라서 혼합미를 이용한 米味건강식단이 과체중 또는 비만인 경우 체중조절 및 건강유지에 상당히 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

제2절 혼합미를 이용한 米味다이어트제품 개발 및 기능성 평가

협동과제 1 책임자 : 한양대학교 이상선

1. 연구 방법

가. 쌀의 종류가 체내 대사에 미치는 영향에 대한 동물실험

쌀의 조합(combination)을 달리한 식이가 실험동물의 지방 대사를 포함한 체내 대사에 어떠한 작용을 하는지에 대해 규명하고자 하였다.

1) 실험동물

본 연구에 이용된 동물은 12주령 수컷 흰쥐(Sprague-Dawley Rats)로서 50마리를 (주) 샘타코에서 제공받아 이용하였으며 평균 몸무게는 208g이었다. 실험동물은 본 실험에 들어가기 전 1주일간 동일한 고형배합사료 식이로 적응시켰다. 이후 체중에 따라 난괴법(randomized complete block design)에 의해 10마리씩 5군으로 분류하였다. 실험동물은 2마리씩 stainless steel cage에서 사육하였고 식이와 물은 자유롭게 먹도록 하였다. 동물 사육실은 온도 22~24°C, 습도 45% 내외로 유지시켰으며 lighting cycle은 12시간 주기로 일정하게 하였다.

2) 실험식이

실험에 사용한 식이의 구성성분은 표 3-2-1과 같았다. 식이는 American Institute of Nutrition-93 Growth(AIN-93 G) diets를 기본으로 배합하였으며 탄수화물 급원은 옥수수 전분대신 곡물 가루로 대체하였다. WR diet는 500 g/kg의 백미 (WR group, n=10), WRBR diet는 250 g/kg 백미와 250 g/kg 현미 (WRBR group, n=10), WRBL diet는 250 g/kg 백미와 250 g/kg 흑미 (WRBL group, n=10), BRBL diet는 250 g/kg 현미와 250 g/kg 흑미 (BRBL group, n=10), WH diet는 500 g/kg 밀가루를 사용하였다. 실험 기간 중 몸무게와 식이섭취량은 1주일에 한번씩 측정하였다.

표 3-2-1. 실험동물의 식이 조성

(g/1 kg)

Ingredient \ Group	WR	WRBR	WRBL	BRBL	WH
Rice powder	500	500	500	500	500
Casein	150	150	150	150	150
Sucrose	45	45	45	45	45
Soybean oil	100	100	100	100	100
cellulose	50	50	50	50	50
Mineral mix	35	35	35	35	35
Vitamin mix	10	10	10	10	10
DL-methionine	3	3	3	3	3
Choline bitartrate	2	2	2	2	2
Tert-Butylhydroquinone	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014

* Mineral mix contained (g/kg of mix) calcium carbonate anhydrous 357, potassium phosphate monobasic 196, potassium citrate, tripotassium monohydrate 70.78, sodium chloride 75.00, potassium sulfate 46.6, magnesium oxide 24, ferric citrate 6.06, zinc carbonate 1.65, manganese carbonate 0.63, copper carbonate 0.3, potassium iodate 0.01, sodium selenate anhydrous 0.103, ammonium paramolybdate·4H₂O 0.00795, sodium metasilicate·9H₂O 1.45, chromium potassium sulfate·12H₂O 0.275, ammonium vanadate 0.0066, lithium chloride 0.0174, boric acid 0.08145, sodium fluoride 0.0635, nickel carbonate 0.0318, and powdered sucrose 221.026.

* Vitamin mix contained (g/kg of mix) nicotinic acid 3.0, Ca pantothenate 1.6, pyridoxine-HCl 0.7, thiamin-HCl 0.6, riboflavin 0.6, folic acid 0.2, biotin 0.02, vitamin B12 (0.1% in mannitol) 2.5, vitamin E (500 IU/g) 15.0, vitamin A (500,000 IU/g) 0.8, vitamin D3 (499,000 IU/g) 0.25, vitamin K1 (phylloquinone) 0.075, and powdered sucrose 974.655.

WR, White rice WRBR, White rice and brown rice WRBL, White rice and black rice BRBL, Black rice and brown rice WH, Wheat flour

3) 혈액 및 장기의 채취

실험기간이 종료된 실험동물은 12시간 절식시킨 후 diethyl ether로 마취시켜 개복한 후 10ml주사기를 이용하여 심장에서 채취하였다. 채취한 혈액은 ice bath에 20분간 방치한 후 원심분리기로 3000rpm에서 30분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 상층액의 혈장을 분리하여 -70°C deep freezer에 보관하였다. 실험동물의 조직은 간, 신장, 비장을 채취하여 무게를 측정하였다.

4) 대동맥의 조직 형태학적 분석

흉부대동맥 1cm를 신속히 적출한 후 10% NBF 용액에 고정시켰다. 고정된 대동맥은 통상적인 방법으로 파라핀 블록을 만든 다음 transverse section 5 μ m의 파라핀 절편을 제작하였다. 파라핀 절편은 탈 파라핀 및 함수과정을 거친 후 Hematoxylin & Eosin 염색 후 광학 현미경(DM RXE, Leica, Germany)를 이용하여 대동맥 내강(lumen)면적과 두께(intima and media)를 측정하였다.

5) 실험식이 사료 내 식이섬유 함량 분석

식이섬유 함량은 AOAC 공인 방법으로 정량하였다.

6) 혈장 지질분석

혈장 중성지방, 총 콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤의 농도를 kit(신양화학약품)를 이용하여 spectrophotometer(Beckman DU 600)로 각각 505, 500, 555nm에서의 흡광도로 측정하였다. LDL-콜레스테롤은 Friedewald's formulation에 의해 계산하였다.

7) 장 통과시간(transit time) 측정

실험기간 중 3시간 절식시킨 후 실험동물이 야행성임을 감안하여 19:00에 각 군의 식이에 식이량의 2%에 달하는 brilliant blue dye를 혼합한 식이를 3시간 동안 cage내에 넣어주었다. 그 후 일정 농도의 푸른색 변이 나오는 처음시간과 마지막 푸른 변이

나오는 시간을 일정 단위로 기록하였다. 이때 푸른 변이 처음 나오는 시간까지를 transit time이라 정의하였다.

8) 간조직의 지질과산화물 농도 측정

간 조직내 지질과산화물의 농도를 나타내는 TBARS 농도를 측정하였다. TBARS 는 조직이나 세포내 소기관 부유액의 malondialdehyde(MDA)와의 반응물로 추정되며 지질과산화물의 수준을 평가하는데 이용된다. 일정량의 간조직에 10mM phosphate buffer(pH 7.4)를 10배(w/v)가 되도록 가하여 균질화 한 후 sonication하여 세포막을 파괴하였다. 이 균질액을 1ml씩 duplicate로 취하여 17.5% trichloroacetic acid(TCA) 1 ml와 0.6% thiobarbituric acid(TBA, in double-DW, pH 2.0) 1ml를 첨가하여 혼합한 후 15분간 진탕 가열하여 냉각시키고, 70% TCA 용액 1ml를 첨가하여 20분간 상온에서 방치시킨 후 3,000×g에서 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 상층액내 MDA-TBA 결합체의 흡광도를 534nm에서 측정하였다. 시료의 MDA 함량은 회귀방정식으로 산출한 표준 1,1,3,3-tetramethoxy propane의 직선방정식에 대입하여 지질과산화물 농도를 구하였다. 지질과산화물 측정에 사용된 간조직의 단백질 함량은 Bradford 방법으로 측정하여 ng/mg protein으로 나타내었다.

9) 간조직의 항산화효소 활성 측정

Hepatic superoxide dismutase (SOD, EC 1.15.1.1) activity, catalase (CAT, EC 1.11.1.6) activity, glutathione (GSH) level, Glutathione peroxidase (GPx, EC 1.4.1.9) activity는 commercial Oxis kit (OXIS International Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

10) 통계분석

본 연구에서 얻어진 모든 결과는 각 실험군의 식이조성 차이에 따른 영향을 알아보고자 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하여, 각 실험군에 대해서는 one-way ANOVA를, 유의적인 영향이 나타났을 때에는 Duncan's multiple range test로 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

나. 쌀을 이용한 다이어트 제품이 비만 여성의 체내 대사에 미치는 영향에 대한 임상시험

1) 실험설계

실험디자인(study design)은 Experimental study-Randomized Controlled Trial로 하였으며, 이는 그림 3-1-1과 같다.

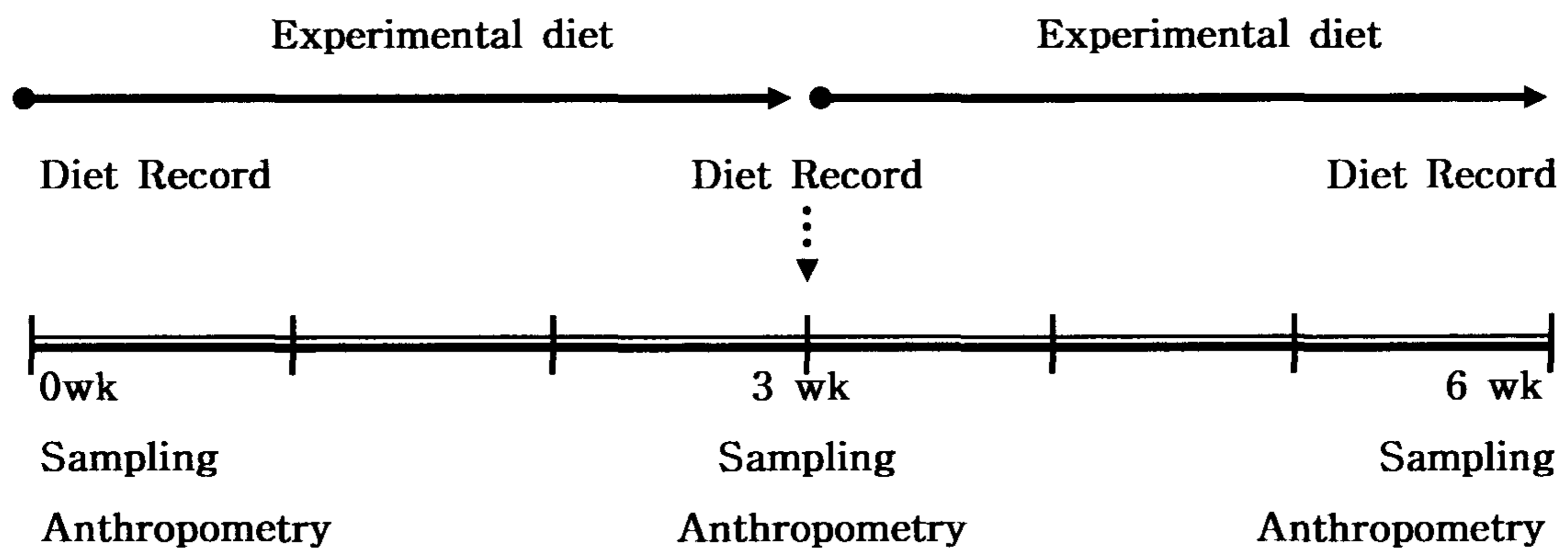


그림 3-2-1. 실험설계

본 임상실험은 2005년 3월 23일 한양대학교 병원 제 176회 임상연구위원회 심의에서 승인되었으며, 총 연구기간은 6주로 처음 2군으로 나누어 각각 대조군(백미군)과 실험군(혼합미군)으로 식사 대용식을 제공하였다.

2) 연구 대상자

가) 연구 대상자 선정

우선 식습관/식사섭취상태/개개인의 태도 등에 대한 평가 결과를 종합적으로 분석하여 식사 대용식의 사용이 효과적일 것인지 여부를 파악하였고, 본 연구에 참여할 의사가 있으며 체중과 신장으로 산출된 초기 BMI가 25이상인 체중 과다 및 비만인

20-35세의 다른 질병이 없는 건강한 여성을 대상으로 선정하였다.

연구대상자에게는 본 연구의 목적을 충분히 설명하고 동의서를 받도록 하며 연구 중 저열량 균형식을 따르기 어렵거나 효과적이지 못하다고 판단될 경우 대상자에서 제외하였다. 또한, 과거력에 대한 설문 및 면담을 통해 인적사항, 신체 지수, 생리적 상태, 운동 및 식습관, 배변상황과 평소 느끼는 건강상 자각증상을 조사하고, 당뇨, 심장질환, 통풍, 빈혈 등이 없으며 항우울제, 식욕억제제, 피임약, 스테로이드 제제 등을 복용하지 않는 여성, 임신이나 수유중이 아닌 여성, 6개월 이내에 다이어트 경력이 없는 대상자를 선정하도록 하였다.

나) 식사요법의 기본적인 원칙 및 식사대용식의 역할에 대한 영양교육 실시

식사요법의 한 방법으로 식사대용식을 실행하는 방법에 대한 교육만을 하는 것은 문제가 된다. 개개인이 갖고 있는 식사상의 문제점, 장기적인 측면에서 어떻게 식사요법을 시행하여야 할지, 식사 대용식을 시행함으로써 기대하는 효과 및 사용기간, 식사대용식의 사용을 중단한 후의 식사조절 방법 등에 대해 적절한 교육을 실시하였다. 이는 추후 식사 대용식의 사용을 중단시 올바른 식사습관을 갖게 하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

다) 연구 대상 규모-Schlessman 공식

본 연구에서는 Schlessman이 제시한 공식에 의해 연구 대상 규모를 추정하였다. 표본수를 추정하는 방법으로 공식은 다음과 같다.

$$n = \frac{P_1 \times (100 - P_1) + P_2 \times (100 - P_2)}{(P_1 - P_2)^2} \times f(\alpha, \beta)$$

P_1 : percentage of successes expected on one treatment(usually the standard)

P_2 : percentage of successes on the other treatment which one desires to detect as being different from P_1

α : the level of the χ^2 significance test used for detecting a treatment difference(often set $\alpha = 0.05$)

$1 - \beta$: the degree of certainty that the difference $P_1 - P_2$ (often set $1 - \beta = 0.90$)

* Value of $f(\alpha, \beta)$ to be used in formula for required number of patients

		β			
		0.05	0.1	0.2	0.5
α	0.1	10.8	8.6	6.2	2.7
	0.05	13.0	10.5	7.9	3.8
	0.02	15.8	13.0	10.0	5.4
	0.01	17.8	14.9	11.7	6.6

실험군(혼합미군)은 대조군(백미군)과 비교하였을 때 선행연구 결과를 참고로 하여 항산화 효소인 SOD, GSH-Px의 활성이 증가하여 지질 과산화물 농도인 MDA가 60% 감소하였을 경우 효과가 있다고 보고, 대조군(백미군)의 MDA가 5% 감소한다고 하여 계산하였다. 그 결과 표본수는 최소 9명이 필요하는 결론을 지을 수 있었다. 이에 본 연구에서는 대상자 중 중도포기 경우를 감안하여 각 군당 15명으로 하였다.

3) 실험 제제 및 연구 모형

본 연구에 사용되는 식이는 대조군으로 백미군은 백미를 탄수화물 급원으로 하고 실험군으로 혼합미군으로 동물실험에서 가장 큰 체중감량 효과를 보인 현미 50%와 흑미 50%를 혼합하여 탄수화물 급원으로 이용한다. 탄수화물 급원 외에 두류, 채소류, 해조류, 버섯류 등을 사용하여 균형 있는 식이가 되도록 하고 실험식이 1포(50g, 180kcal)는 우유 1팩(200ml, 120kcal)이나 두유 1팩(200ml, 118kcal)에 섞어서 아침, 점심, 저녁에 섭취하도록 하고 6주간 진행한다. 실험식이 외에 간식으로 야채와 과일을 각각 1회 섭취하도록 하여 하루 총 열량 섭취가 약 1074kcal~1081kcal 내외가 되도록 하였다.

대상자 하루식사 구성과 연구모형은 표 3-2-3, 그림 3-2-2에 각각 나타내었다.

표 3-2-2. 대상자 하루식사 구성

	내용	열량-백미군(혼합미군)
아침	Experimental diet	180.41(179.11)kcal
	우유 200ml	120 kcal
오전 간식	당근 70g, 오이 70g, 토마토 200g	58.10 kcal
점심	Experimental diet	180.41(179.11)kcal
	우유 200ml	120 kcal
오후 간식	사과 1/3개, 귤(小) 1개	125.0 kcal
저녁	Experimental diet	180.41(179.11)kcal
	우유 200ml	120 kcal
합계		1,074.9(1,081.5)

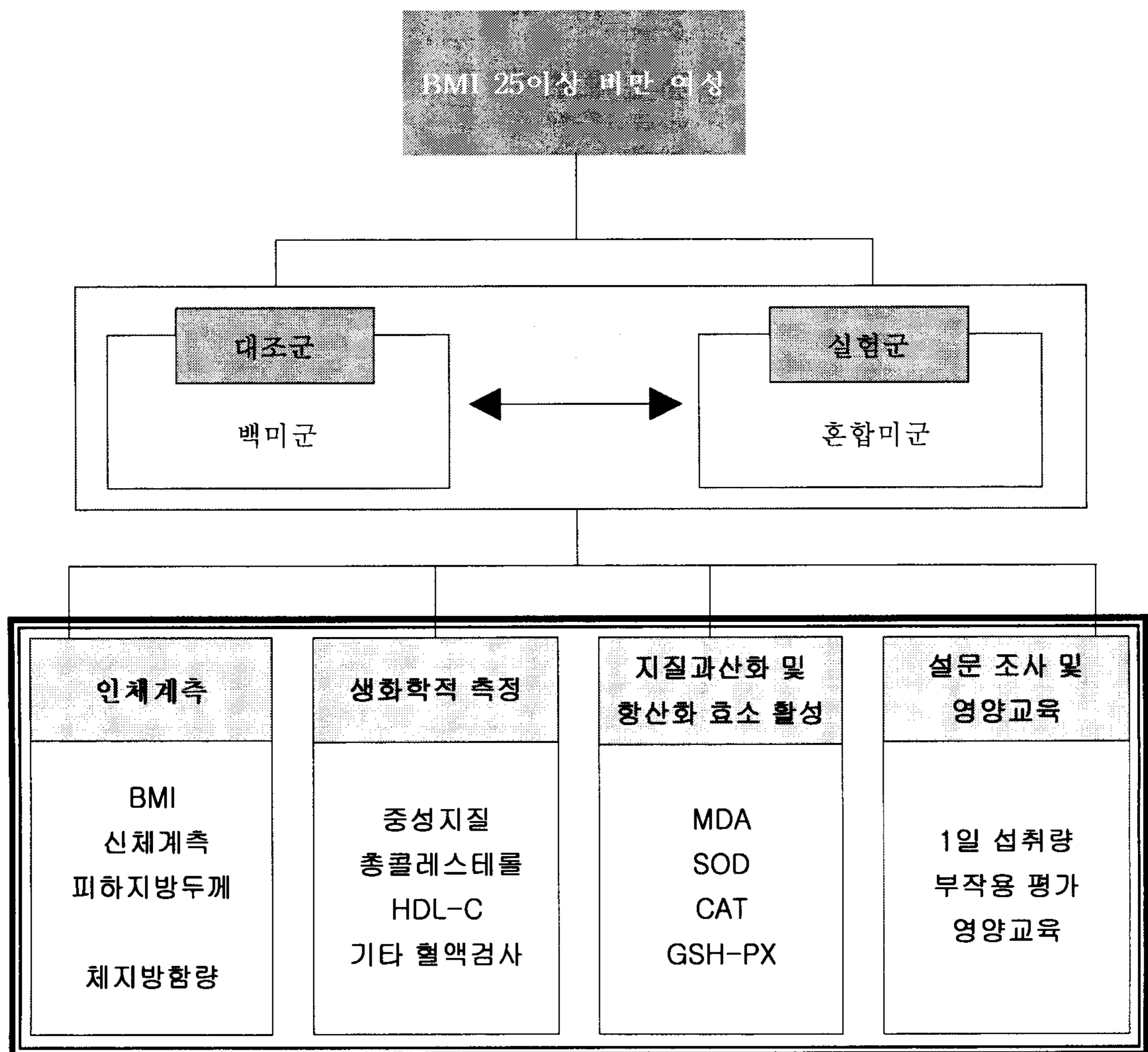


그림 3-2-2. 연구모형

4) 체중과 체지방률, 신체계측치와 대사적인 변수 측정

추적 검사는 초기 방문, 식사 대용식 이용후인 3주째, 6주째에 적어도 8시간 이상 공복의 상태로 체중, 신장, 혈압, 체성분, 혈액검사를 통해 대사적인 변수의 측정을 시행하였다.

가) 신장, 체중

똑바로 선 상태로 가벼운 상, 하의를 착용한 후 신장은 0.1cm, 체중은 0.1kg 이내로 측정하여 수치를 기재하였다.

나) 체지방 분석

생체 전기 임피던스법을 이용한 체성분 분석기인 Inbody 3.0((주) 바이오스페이스, 서울, 대한민국)을 이용하여 측정하였으며 체지방량, 체지방률, soft lean mass를 연구 결과로 사용하였다.

다) 식사 섭취 조사

식사 대상자들의 평소 식사 섭취량 및 영양소 섭취 상황을 파악하기 위하여 24시간 회상법으로 1일간의 식품섭취량을 조사하였다. 시험 시작 전 기록요령을 설명하기 위하여 기초식품군, 식품모델을 이용한 목적량, 음식과 식품의 1인분 등을 설명하고 교육 직후 전날의 식사 내용을 적도록 하여 기술 내용을 확인하고 부족한 부분에 대하여 일대일 지도를 하였다. 조사된 식단의 영양소는 한국영양학회에서 제작한 영양평가 프로그램 Can-pro version 2.0을 사용하여 분석하였다.

라) 혈압 및 혈액의 생화학적 분석

시험 대상자를 안정시킨 후 시험초기와 종료시에 최고혈압과 최저혈압을 측정하였다. 채혈은 8시간 공복후 시험 초기와 3주후, 6주후 3회 실시하였다. 혈액검사는 헤모글로빈, 총단백질, 알부민, 혈당, insulin, total cholesterol, 중성지방, BUN, bilirubin, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase(ALT), alkaline phosphatase(ALP)를 측정하였다. 또한 혈장에서의 지질과산화물 농도와 항산화 효소 활성을 측정하였다.

5) 섭취 방법 및 양

가) 섭취물질 종류 및 선정 이유

본 연구에서는 체중감량을 위하여 1000~1100kcal 정도의 열량을 섭취하는 저 열량식을 사용하고자 하는데, 이와 같은 방법을 선택한 이유는 초 저열량식(1일 800kcal 미만)은 제지방의 감소, 통풍, 담석, 심근위축 등의 합병증을 일으킬 수 있으며 일년간 다른 식사처방에 비하여 더 나은 효과를 보이지 않았기 때문에 체중감량은 초 저열량보다는 1000~1200kcal를 섭취하는 저열량식을 권장하기 때문이다.

또한 본 연구에서는 대조군으로 백미를 사용하였고 실험군에서는 흑미 50%와 현미 50%를 사용하였다. 현미는 배아가 제거된 백미에 비해 각종 비타민과 필수지방산의 함량이 높아 영양적으로 더 우수하고 섬유질 함량이 약 2배정도 더 높아 만성질환에 대한 예방효과가 있고, 특히 콜레스테롤 재흡수와 배설에 영향을 미치므로 혈중 콜레스테롤 농도를 낮추는 효과가 있기 때문에 비만인들의 체중감량과 지질대사에도 효과가 있을 것으로 사료된다. 또한 흑미는 색소에 대한 연구가 주를 이루고 있는데 자색의 흑미는 안토시아닌계통의 색소로서 혈관 노화 방지, 혈압강하, 동맥경화예방 등에 효과가 있는 것으로 최근 밝혀지고 있고 이것은 색소의 항산화 효과에 기인하는 것으로 알려져 있다. 그러나 우리나라는 쌀을 주식으로 하고 있음에도 불구하고 이에 대한 임상연구는 부재한 실정이다. 동물실험을 이용한 연구에서는 흑미가 백미에 비해 체중감량과 지질대사, 항산화 효소 활성화에 효과적으로 영향을 미쳤다는 연구 결과가 있고 본연구자들이 쥐를 이용한 선행 연구에서도 흑미와 현미로 이루어진 혼합미군이 백미에 비해 체중이 유의적으로 감소하였고 지질대사에도 효과적이었다.

그러므로 임상실험을 통하여 실제 비만여성의 저열량식에 의한 체중감소가 진행되는 동안 백미와 비교하여 혼합미가 체중 감소, 지질대사, 항산화 효소 활성화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

나) 섭취형태 및 양

식사 대용식은 국내산 식품을 구입하여 열풍 건조시켜 가루로 만든 분말 형태로 하고 이 식사 대용식은 매끼 식사를 대신하여 하루 3번 우유나 두유에 섞어 섭취하도록 하였다. 대상자의 하루 영양소 섭취량은 표 3-2-3에 나타내었다.

표 3-2-3. 대상자의 하루 영양소 섭취량

	열량 (kcal)	단백 질 (g)	비타민 A (μ gRE)	비타민 E (mg)	비타민C (mg)	비타민 B1 (mg)	비타민 B2 (mg)	나이아 신 (mg)	비타민 B6 (mg)	엽산 (μ g)	칼슘 (mg)	인 (mg)	철분 (mg)
권장량	2000.0	54.7	700.0	10.0	70.0	1.0	1.2	13.0	1.4	250.0	700.0	700.0	16.0
백미군	1074.9	55.3	1597.2	8.7	109.4	0.9	1.4	8.1	1.3	284.4	1049.1	1136.3	9.5
권장량%	53.7	101.1	228.2	87.0	156.3	90.0	116.7	62.3	93.6	113.8	149.9	162.3	59.4
혼합미군	1081.5	55.8	1597.2	9.2	109.4	1.0	1.4	9.9	1.5	290.8	1044.9	1291.2	10.7
권장량%	54.1	102.0	228.2	92.0	156.3	100.0	116.7	76.2	107.1	116.3	149.3	184.5	66.9

다) 식사조절

식사 대용식 3회와 본 연구자가 제시한 간식, 물을 제외한 음식은 섭취하지 않는다. 또한 활동은 평소 하던 정도를 유지하도록 한다.

6) 부작용 평가

연구 기간 중 부작용은 설문을 통해 복통, 복부팽만, 설사, 목마름 등이 있었는지를 파악하고 그 정도를 다섯 단계로 나누어 불편 없었음은 0, 약한 불편은 1, 중간정도 불편은 2, 심한 불편은 3, 극심한 불편은 4로 평가하며 환자가 원하거나 증상이 심할 경우 실험 식이를 즉시 중단하고 그에 적절한 치료를 받을 수 있도록 하였다.

7) 통계처리방법

통계는 SPSS를 이용하여 각 두 식이군간 저열량식 식사대용식 사용전후를 비교하고 두군 간의 차이를 비교하였다.

2. 연구 결과

가. 쌀의 종류가 체내 대사에 미치는 영향에 대한 동물실험

본 연구자들은 1차년도 동물실험을 이용하여 쌀의 종류가 체내 대사에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 쥐를 이용한 동물실험은 실험물질의 인체를 대신하는 모델로서 실험물질의 유익성 여부를 판단하는 방법으로, 쌀 종류별 기능성 성분의 효과를 알아보기 위하여 이에 대한 동물실험을 실시하였다. 연구 결과 혼합미를 이용한 식이가 백미나 밀가루를 이용한 식이보다 체중감량과 지질대사, 항산화 효소 활성화에 대하여 유익한 방향으로 작용하는 것을 알 수 있었다.

1) 체중, 식이섭취 및 식이효율

실험 동물의 체중, 식이섭취량, 식이효율은 표 3-2-4에 나타내었다.

표 3-2-4. 실험동물의 체중, 식이섭취 및 식이효율

	WR	WRBR	WRBL	BRBL	WH
Weight gain (g/8wk)	210.70±8.99 ^b	207.00±10.83 ^b	190.40±7.33 ^{ab}	179.90±4.53 ^a	170.90±8.68 ^a
Food intake (g/day)	20.27±0.30 ^b	20.88 ±0.43 ^{bc}	21.39±0.59 ^c	21.90±0.18 ^c	16.75±0.16 ^a
FER	0.19±0.01 ^c	0.18±0.01 ^{bc}	0.16±0.00 ^{ab}	0.15±0.00 ^a	0.18±0.01 ^{bc}

* Data expressed as mean ± S.E.M. of ten rats per group. Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test.

FER, Food efficiency ratio = body weight gain for experimental period (g)/food intake for experimental period (g)

현미와 흑미를 포함한 BRBL군은 백미를 포함한 WR군과 비교하였을 때 체중은 유의적으로 낮았지만 식이섭취량은 높았다. 따라서 Food efficiency ratio(FER)은 WR군에서 가장 높았고 BRBL 군이 가장 낮았다. 백미와 현미로 이루어진 WRBR 군과 백미와 흑미로 이루어진 WRBL 군을 비교해 보았을 때, 체중에서는 WRBR 군이 WRBL군보다 약간 높았으나 식이 섭취량에서는 더 적었다. 따라서 FER은 WRBR군이 WRBL 군보다 식이효율이 더 높았다. 이는 흑미가 현미보다는 FER이 더 낮음에 따라 체중 감량에 있어서 더 효과가 있는 것으로 여겨진다.

또한, 밀가루를 포함하는 WH군은 다른 군들과 비교해서 식이섭취량이 유의적으로 가장 낮았고, 이로 인해 체중증가도 가장 낮았다. 하지만 FER은 BRBL군과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다.

2) 실험 식이내 곡류의 총 식이섬유, 수용성 식이섬유, 불용성 식이섬유함량

실험식이에 이용된 곡류조성의 총 식이섬유, 수용성, 불용성 식이섬유 함량에 대한 결과는 표 3-2-5에 나타내었다.

총 식이섬유 함유량은 WR(백미) 군이 7.99%, WRBR(백미와 현미) 군이 11.89%, WRBL(백미와 흑미) 군이 18.57%, BRBL(현미와 흑미) 군이 22.48%, WH(밀가루) 군이 7.25%로서, WH 군이 가장 낮았고 BRBL 군이 가장 높았다.

불용성 식이섬유 함유량은 WH군 2.25%, WR 군 3.07%, WRBR 군 5.53%, WRBL 군 7.09%, BRBL 군 9.55% 순이었다.

수용성 식이섬유함유량은 WR 군 4.92%, WH 군 5.01%, WRBR 군 6.36%, WRBL 군 11.48%, BRBL 군 12.93% 순이었다.

표 3-2-5. 실험식이내 곡류의 총 식이섬유, 수용성, 불용성 식이섬유함량

(g/100g)

	WR	WRBR	WRBL	BRBL	WH
Total dietary fibers	7.99	11.89	18.57	22.48	7.25
Insoluble dietary fibers	3.07	5.53	7.09	9.55	2.25
Soluble dietary fibers	4.92	6.36	11.48	12.93	5.01

3) 장통과 시간

실험 동물의 장통과 시간에 대한 결과는 표 3-2-6에 나타내었다. 장통과시간은 BRBL군이 6.80 h로서 가장 짧았고 WH군 15.60 h로 가장 길게 나타났다. WRBL 군과 WRBR 군을 비교해 보면 WRBL 군이 약간 장 통과시간이 짧게 나타남에 따라 현미보다는 흑미가 장통과 시간을 단축 하는 것으로 여겨진다. 이러한 결과로 백미에 비해 흑미와 현미를 함께 섭취하는 것이 장통과 시간을 훨씬 단축시키는 것을 알 수 있었다.

시간 경과에 따른 accumulative fecal weight에 대한 결과는 그림 3에 나타내었다. 장 통과시간 측정시 수거된 변의 총 중량은 BRBL, WRBL, WRBL, WR, WH군 순이었다. 즉 백미(WR군)와 밀가루(WH군)를 섭취한 군에 비해 현미와 흑미를 함께 섭취한 군(BRBL)군이 총 변의 중량이 많게 나타났다.

이러한 결과로 보았을때 현미와 흑미를 함께 섭취하는 것이 백미에 비해 변의 용적을 많게 하면서 장통과시간을 짧게 하고, 현미보다는 흑미가 이러한 효과가 더 큰 것을 알 수 있었다.

표 3-2-6. 실험동물의 장 통과시간 (Transit time)

	WR	WRBR	WRBL	BRBL	WH
Transit Time (hour)	12.80±2.80 ^{ab}	9.20±0.80 ^{ab}	8.40±0.40 ^a	6.80±0.49 ^a	15.60±3.43 ^b

* Data expressed as mean ± S.E.M. of ten rats per group. Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test.

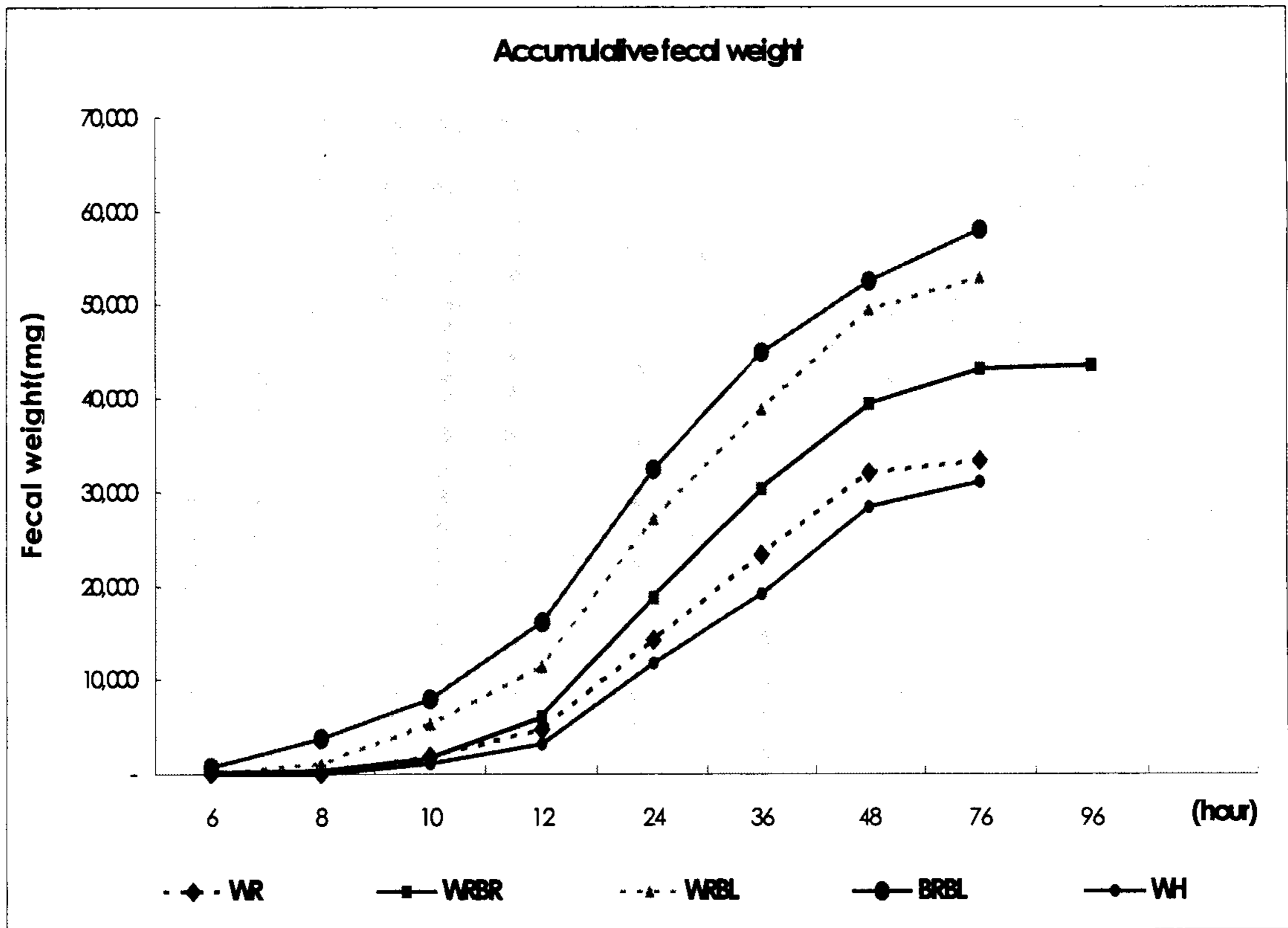


그림 3-2-3. 실험동물의 accumulative fecal weight

4) 혈장 내 지질농도

실험동물의 혈장내 중성지질(TG), 총콜레스테롤(TC), HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤농도에 대한 결과는 표 3-2-7에 나타내었다.

중성지질 농도는 BRBL 군이 WR군이나 WH군에 비해 유의적으로 낮았다. WRBR군과 WRBL군은 비슷한 수준으로 나타났다.

총콜레스테롤 농도는 BRBL 군, WRBR군, WRBL 군이 WR군, WH군과 비교하였을 때 유의적으로 낮았고 이중 BRBL 군이 가장 낮았다. WRBR 군과 WRBL 군을 비교하였을 때, 유의적이지는 않았지만 WRBL 군이 WRBR 군에 비해 약간 더 낮게 나타났다.

HDL-콜레스테롤 농도는 BRBL 군이 다른군에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

WRBR 군과 WRBL 군을 비교하였을 때, WRBL 군이 더 높게 나타났다.

LDL-콜레스테롤 농도는 BRBL 군이 다른 군에 비해 유의적으로 낮았고 WR 군이 가장 높았다. WRBR 군과 WRBL 군을 비교하였을 때, WRBL 군이 더 낮게 나타났다.

표 3-2-7. 실험동물 혈장내 지질 농도

	WR	WRBR	WRBL	BRBL	WH
TG (mg/dl)	108.96±5.77 ^c	86.30±2.94 ^{ab}	86.26±3.69 ^{ab}	82.76±3.62 ^a	99.51±3.26 ^b
TC (mg/dl)	107.11±2.32 ^b	95.54±3.86 ^a	89.24±3.16 ^a	85.30±3.61 ^a	97.92±1.78 ^b
HDL-C (mg/dl)	32.31±0.74 ^{ab}	29.46±1.41 ^a	34.30±2.13 ^{ab}	36.75±2.43 ^b	35.33±2.44 ^{ab}
LDL-C (mg/dl)	53.00±2.38 ^c	48.81±4.58 ^{bc}	37.69±3.83 ^{ab}	31.99±4.60 ^a	42.68±2.67 ^b

* Data expressed as mean±S.E.M. of nine rats per group. Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test.

TG, triglyceride T-C, total-cholesterol HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol LDL-C, low density lipoprotein-cholesterol

위의 결과들에서 볼 수 있듯이 현미와 흑미를 함께 섭취한 BRBL 군이 WR, WH 군에 비해 TG, TC, LDL-콜레스테롤을 낮추고 HDL-콜레스테롤을 높이는 효과가 더 큰 것을 알 수 있었고, 현미와 흑미를 비교할 때 흑미가 이러한 효과가 더 큰 것으로 여겨진다.

5) 대동맥의 내강면적과 두께변화

실험동물의 대동맥 내강 넓이와 두께 변화에 대한 결과는 표 3-2-8에 나타내었다. 이러한 결과는 곡류의 조성 차이가 혈관의 구조적 변형에 미치는 영향에 대한 것이다. 관상동맥의 동맥 경화증은 혈관의 구조적 변형에 따라 내막-중막이 두꺼워지는 것과 밀접한 관련이 있다. 대동맥벽 두께는 두꺼워지고 내강은 더 넓어진다고 보고되

고 있다. 대동맥 벽의 두께는 BRBL 군이 다른 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났지만 내강 넓이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

표 3-2-8. 실험동물의 대동맥 내강 넓이와 두께변화

	WR	WRBR	WRBL	BRBL	WH
Wall thickness (μm)	112.08 \pm 0.75 ^c	110.20 \pm 0.51 ^{bc}	110.62 \pm 2.06 ^{bc}	107.83 \pm 0.97 ^b	101.84 \pm 1.29 ^a
Wall thickness ratio ($\mu\text{m}/100\text{g}$ body weight)	28.27 \pm 1.05 ^b	26.29 \pm 0.48 ^b	27.19 \pm 0.47 ^b	22.95 \pm 0.47 ^a	26.78 \pm 0.77 ^b
Area of lumen (mm^2)	2.11 \pm 0.12	2.09 \pm 0.01	2.13 \pm 0.04	2.08 \pm 0.01	2.08 \pm 0.01
Area of lumen ratio ($\text{mm}^2/100\text{g}$ body weight)	0.53 \pm 0.03	0.50 \pm 0.01	0.44 \pm 0.09	0.40 \pm 0.87	0.54 \pm 0.01

* Data are expressed as mean \pm S.E.M. of nine rats per group. Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test.

6) 간조직의 지질과산화물 농도와 항산화 효소의 활성

실험동물 간조직의 지질과산화물 축적농도와 항산화 효소 활성에 대한 결과는 표 3-2-9에 나타내었다. 지질과산화물인 TBARS 농도는 BRBL 군, WRBL 군, WH 군과 WRBR 군, WR 군순으로 높게 나타났다. 항산화 효소 활성중 SOD와 CAT는 각 군에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. GSH에서는 BRBL, WRBL, WRBR 군이 WR, WH 군에 비해 유의적으로 높았다. GPx에서는 BRBR 군이 유의적으로 가장 높았고 WR 군이 가장 낮았다. 또한 GPx가 WRBL, BRBL 군과 같이 흑미를 섭취한 군이 다른 군에 비해 유의적으로 높게 나타났다.

표 3-2-9. 실험동물 간조직의 지질과산화물 농도와 항산화 효소 활성

	WR	WRBR	WRBL	BRBL	WH
<i>Oxidant status</i>					
TBARS (nmol/mg protein)	23.05±0.87 ^d	19.20±0.70 ^c	14.01±0.68 ^b	11.85±0.62 ^a	17.67±0.76 ^c
<i>Antioxidant status</i>					
SOD (U/mg protein)	2.45±0.25	4.60±0.33	4.91±1.05	5.45±4.61	2.45±0.19
CAT (U/mg protein)	44.32±0.74	49.46±1.41	44.30±2.13	46.75±2.43	45.64±2.12
GSH (nmol/mg protein)	243.22±4.49 ^a	263.69±4.84 ^b	268.27±5.82 ^b	278.02±8.98 ^b	239.43±2.67 ^a
GPx (U/mg protein)	60.31±4.98 ^a	67.38±4.00 ^{ab}	78.91±3.26 ^{bc}	86.35±3.06 ^c	68.82±4.65 ^{ab}

* Data are expressed as mean±S.E.M. of nine rats per group. Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by one-way ANOVA and Duncan's multiple range test.

TBARS, thiobarbituric acid reactive substance; SOD, superoxide dismutase; CAT, catalase; GSH, glutathione; GPx, glutathione peroxidase

나. 쌀을 이용한 다이어트 제품이 비만 여성의 체내 대사에 미치는 영향에 대한 임상시험

1) 쌀을 이용한 저열량식 식사 대체식 개발

본 연구에 사용되는 식이는 대조군으로 백미군은 백미를 탄수화물 급원으로 하고 혼합미군으로 동물실험에서 가장 큰 체중감량 효과를 보인 현미 50%와 흑미 50%를 혼합하여 탄수화물 급원으로 이용한다. 두 군의 식사대체식의 식이 조성은 표 3-2-10 과 표 3-2-11에 나타내었다.

표 3-2-10. 혼합미를 이용한 식사대체식 식이조성

내용		함량(g)	구성비(%)
곡류	흑미	13	26.0
	현미	13	26.0
두류	콩가루	3	6.0
	검정콩	12	24.0
채소류	시금치	1	2.0
	호박	1	2.0
	연근	1	2.0
	표고버섯	1	2.0
해조류	김가루	1	2.0
	미역	0.5	1.0
	다시마	0.5	1.0
기타	멸치	3	6.0
합계		50	100.0
총 열량		179.5 kcal	

표 3-2-11. 백미를 이용한 식사대체식 식이조성

내용		함량(g)	구성비(%)
곡류	쌀가루	26	52.0
두류	콩가루	3	6.0
	검정콩	12	24.0
채소류	시금치	1	2.0
	호박	1	2.0
	연근	1	2.0
	표고버섯	1	2.0
해조류	김가루	1	2.0
	미역	0.5	1.0
	다시마	0.5	1.0
기타	멸치	3	6.0
합계		50	100.0
총 열량	177.3 kcal		

2) 임상시험 결과

가) 식사 대체식이 임상시험 대상자의 신체계측에 미치는 영향

백미군과 혼합미군의 실험 기간동안 실험 초기(0wk, baseline), 3주째(3wk), 6주째(6wk)의 신체계측 변화와 변화량에 대한 결과는 표 3-2-12에 나타내었다.

변화량은 baseline(0wk)와 3주째 사이의 변화량, 3주째와 6주째 사이의 변화량, baseline과 6주째 사이의 변화량을 계산하여 나타내었다. 두 군 모두 체중, BMI, 체지방량(Body fat), 허리둘레, 엉덩이둘레, 허리둘레/엉덩이둘레가 3주째, 6주째에 유의적으로 감소하였다. 하지만 변화량에서는 두 군간의 차이는 체중과 BMI에서 3주째와 6주째사이의 변화량과 baseline과 6주째 사이의 변화량에서 유의적이었다. 체지방량에서는 baseline(0wk)와 3주째 사이의 변화량과 baseline과 6주째 사이의 변화량에서 유의적인 차이가 있었다. 즉 혼합미군이 백미군에 비해 체중, BMI, 체지방량 감소를 하는데 있어서 더 효과적으로 나타났다.

표 3-2-12. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 신체계측 변화량

variables	실험기간			변화량		
	0wk	3wk	6wk	3주 -baseline	6주-3주	6주 -baseline
<i>Body weight(kg)</i>						
WR	72.05±1.90 ^b	68.77±1.73 ^a	66.67±1.71 ^a	-3.27±0.30	-2.10±0.75 [*]	-5.37±0.40 [*]
BRBL	71.99±1.15 ^b	68.17±1.22 ^a	65.24±1.13 ^a	-3.82±0.47	-2.93±1.26	-6.75±0.40
<i>BMI</i>						
WR	27.27±0.59 ^b	26.03±0.58 ^{ab}	25.24±0.56 ^a	-1.23±0.11	-0.79±0.07 [*]	-2.02±0.14 [*]
BRBL	27.57±0.43 ^b	26.11±0.48 ^a	24.99±0.45 ^a	-1.46±0.18	-1.12±0.12	-2.58±0.14
<i>Body Fat(%)</i>						
WR	35.59±1.21 ^b	33.73±1.26 ^{ab}	31.29±1.19 ^a	-1.86±0.26 [*]	-2.44±0.18	-4.30±0.30 [*]
BRBL	35.70±0.75 ^b	32.69±0.90 ^{ab}	30.21±0.84 ^a	-3.01±0.36	-2.48±0.37	-5.50±0.51
<i>Waist(cm)</i>						
WR	94.28±1.87 ^b	90.93±1.92 ^{ab}	89.18±1.85 ^a	-3.35±0.39	-1.75±0.33	-5.10±0.59
BRBL	94.27±1.63 ^b	90.87±1.51 ^{ab}	88.82±1.48 ^a	-3.40±0.35	-2.04±0.36	-5.44±0.47
<i>Hip(cm)</i>						
WR	103.50±1.33 ^b	102.43±1.45 ^{ab}	99.57±1.31 ^a	-1.07±0.32	-2.86±0.40	-3.93±0.47
BRBL	103.60±1.14 ^b	101.53±1.19 ^{ab}	99.44±1.02 ^a	-2.07±0.46	-2.09±0.39	-4.16±0.54
<i>Waist/Hip</i>						
WR	0.91±0.01	0.88±0.01	0.89±0.01	-0.02±0.00	0.01±0.00	-0.03±0.01
BRBL	0.90±0.01	0.89±0.01	0.89±0.01	-0.01±0.00	-0.00±0.00	-0.01±0.01

Data are expressed as mean±S.E.M. of nine rats per group.

a, b, c Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by independent t-test.

* significantly different between two groups by independent t-test.

나) 식사대체식이 임상시험 대상자의 대사적 변수에 미치는 영향

백미군과 혼합미군의 실험기간 중 대상자의 혈액 중 대사적 변수 변화에 대한 결과는 표 3-2-13에 나타내었다.

모든 대상자의 식사 대용식 섭취에 대한 부작용을 평가하기 위해 측정하였으며 수치 모두 정상 범위로 유지되어 체중 감량 중 대상자의 건강상태가 정상이었다.

표 3-2-13. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 혈액 중 대사적 변수의 변화

variables	WR			BRBL		
	0wk	3wk	6wk	0wk	3wk	6wk
Total Protein (g/dl)	7.19±0.11	7.39±0.12	7.21±0.09	7.18±0.12	7.41±0.12	7.21±0.09
Albumin (g/dl)	4.66±0.09	4.49±0.05	4.61±0.08	4.69±0.07	4.60±0.06	4.78±0.05
GOT(IU/L)	22.07±1.00	21.28±1.04	21.14±1.24	23.47±1.35	21.47±1.04	21.47±0.97
GPT(IU/L)	16.50±1.55	16.86±0.95	15.50±1.04	16.47±1.27	16.00±1.11	15.67±0.98
Glucose (mg/dl)	83.00±2.13	79.14±0.71	77.28±0.90	84.93±2.76	77.53±0.86	76.73±1.01
Insulin (uIU/ml)	7.99±1.25	6.06±0.49	6.73±0.92	7.53±0.90	6.65±0.69	6.45±0.57
WBC (K/ul)	7.98±0.38	7.81±0.65	7.92±0.58	7.78±0.34	7.92±0.07	7.97±0.48
RBC (M/ul)	4.30±0.09	4.76±0.15	4.77±0.14	4.37±0.33	4.62±0.44	4.65±0.49
MCV(fL)	89.96±0.93	90.05±0.70	91.33±0.72	89.65±1.14	89.72±1.06	90.42±0.62
MCH(pg)	30.91±0.35	90.93±0.37	30.98±0.69	30.41±0.45	31.57±0.52	30.53±0.45
MCHC(%)	34.36±0.26	34.26±0.40	33.96±0.33	33.81±0.18	33.55±0.29	33.16±0.30
Platelets (10K/ul)	27.63±1.17	27.21±1.38	27.31±1.01	25.45±1.45	26.80±1.06	26.00±1.24
RDW(%)	12.77±0.16	12.79±0.23	12.57±0.16	12.89±0.13	12.75±0.17	12.68±0.18

다) 식사대체식이 임상시험 대상자의 혈중 지질농도에 미치는 영향

백미군과 혼합미군의 실험기간 중 대상자의 혈액 중 지질농도와 변화량에 대한 결과는 표 3-2-14에 나타내었다.

실험 기간중 혈중 콜레스테롤과 중성지방은 3주째, 6주째에 두 군 모두 유의적으로 감소하였고 HDL-콜레스테롤은 혼합미 군에서 유의적으로 증가하였다. 그러나 백미군은 유의적이지는 않았지만 HDL-콜레스테롤이 실험기간동안 증가하는 경향을 보였다. 하지만 변화량에서는 두 군 간의 차이가 나타나지 않았다.

표 3-2-14. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 혈중 지질농도 변화량

variables	실험기간			변화량		
	0wk	3wk	6wk	3주-baseline	6주-3주	6주-baseline
<i>Cholesterol</i>						
WR	184.28±6.39 ^b	165.07±5.71 ^a	156.78±3.89 ^a	-19.21±4.41	-8.28±5.80	-27.50±5.95
BRBL	184.53±3.25 ^b	161.86±5.17 ^a	154.20±3.79 ^a	-22.67±5.49	-7.67±6.40	-30.33±5.18
<i>HDL-C</i>						
WR	51.43±1.82	54.64±2.47	54.43±2.46	3.21±3.27	-0.21±2.93	3.00±3.67
BRBL	50.33±1.42 ^a	55.07±1.77 ^{ab}	55.87±1.82 ^b	4.73±1.83	0.80±2.09	5.53±2.08
<i>TG</i>						
WR	139.00±11.30 ^b	96.57±5.48 ^a	94.07±9.69 ^a	-42.42±12.22	-2.50±10.13	-44.93±10.96
BRBL	140.13±10.15 ^b	92.33±7.56 ^a	93.13±5.84 ^a	-47.80±12.46	0.80±7.28	-47.00±10.58

Data are expressed as mean±S.E.M. of nine rats per group.

a, b, c Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by independent t-test.

* significantly different between two groups by independent t-test.

라) 식사대체식이 임상시험 대상자의 적혈구내 지질과산화물 농도와 항산화 효소 활성에 미치는 영향

백미군과 혼합미군의 실험기간 중 대상자의 적혈구내 지질과산화물 농도와 항산화 효소 활성에 대한 결과는 표 3-2-15에 나타내었다. 실험결과 지질과산화물 농도에서는 백미군은 유의적으로 3주째, 6주째 증가하였으나 혼합미군은 감소하였다. 한편, 항산화 효소에서는 SOD가 백미군에서 유의적으로 감소하였으나 혼합미군에서는 차이를 보이지 않았다. 변화량에서도 두군 간의 차이가 없었다. GPx에서는 혼합미군에서 유의적으로 증가하였고 백미군에서는 유의적이지는 않았지만 약간 증가하는 추세를 보였다.

표 3-2-15. 백미와 혼합미를 이용한 식사대용식에 따른 대상자 적혈구내 항산화 효소 활성의 변화량

variables	실험기간			변화량		
	0wk	3wk	6wk	3주-baseline	6주-3주	6주-baseline
<i>SOD</i>						
WR	9.63±2.54 ^b	7.04±4.19 ^a	8.32±1.61 ^a	-2.59±1.40	1.29±1.24	-1.30±1.30
BRBL	9.17±0.64	9.25±1.20	9.42±1.04	0.08±1.28	0.17±1.47	0.25±1.33
<i>GPx</i>						
WR	73.81±2.11	76.58±3.02	77.33±4.79	2.78±3.02	0.74±4.96*	3.52±5.41
BRBL	79.47±2.99 ^a	80.11±2.74 ^a	94.83±4.55 ^b	0.64±4.83	14.72±5.74	15.36±5.63
<i>TBARS</i>						
WR	20.28±0.21 ^a	21.74±0.41 ^{ab}	22.11±0.86 ^b	1.46±0.52 ^{***}	0.36±1.26	1.82±0.87 [*]
BRBL	20.76±0.43 ^a	18.43±0.64 ^b	18.77±1.49 ^b	-2.34±0.65	0.35±1.67	-1.99±1.41

Data are expressed as mean±S.E.M. of nine rats per group.

a, b, c Values in the same row with different superscripts (a, b, and c) are significantly different at p-value less than 0.05 by independent t-test.

* significantly different between two groups by independent t-test.

3. 혼합미를 이용한 대체식의 가능성

가. 혼합미가 체중감량 및 신체계측 변화에 미치는 영향

본 연구에서 실험기간 동안의 흰쥐의 체중은 현미와 흑미로 이루어진 혼합미군은 유의적으로 감소하였지만 식이 섭취량에서는 혼합미군이 가장 높았다. 이로 인해 식이 효율이 다른 군에 비해 유의적으로 낮았다. 밀가루를 섭취한 군에서는 식이 섭취량이 가장 낮은 반면 식이효율은 혼합미 군에 비해 유의적으로 높았다. Pectin, gums, mucilages, hemicellulose 등의 수용성 식이섬유는 보수력이 커서 장에서 gel을 형성하는 점도가 높아지므로 음식물이 위에 머무르는 시간을 증가시켜 포만감을 주고 영양소의 소화, 흡수를 지연시켜 당뇨병 환자의 포도당 내성을 증진시키는 효과를 가지며 장내에서 콜레스테롤 및 담즙산을 흡착시켜 대변으로 배설시킴으로써 혈청 콜레스테롤 수준을 저하시키고 심장병 및 대장암의 발병률을 낮춘다고 보고 되고 있다. 그리고 cellulose, lignin 등의 불용성 식이섬유는 대장 내 미생물의 작용을 적게 받아, 대장 내에 비발효 잔사로 식이섬유의 mixture가 그대로 남아 있게 되어 대변의 부피와 무게를 증가시키는 효과가 있다. 본 연구에서 총 식이섬유 함유량은 혼합미군에서 가장 높았고 백미와 밀가루 군이 비슷한 수준으로 가장 낮게 나타났다. 또한 현미보다는 흑미가 식이섬유 함유량이 더 높았다. 수용성, 불용성 식이섬유에서는 혼합미군이 다른 군에 비해 가장 높았고 백미와 밀가루군이 가장 낮았다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 체중감소에 백미나 밀가루 보다는 혼합미가 월등히 더 효과적으로 여겨진다. 현미보다는 흑미가 체중이 더 적었고 식이 섭취량이 더 많아 식이 효율이 더 낮아 체중감량을 하는데 있어서 더 효과적이었다.

나. 혼합미가 혈중 지질대사에 미치는 영향

식이섬유는 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유로 분류되는데 이들은 비전분성 다당류들이며, 여기에는 cellulose, mixed-linkage β -glucan, hemicellulose, pectin, gums 등이 포함된다. 이러한 성분은 혈장 콜레스테롤 저하작용, 혈당 수준의 변화, 대장기능의 개선, 영양소 이용효율의 저하와 같은 여러 생리적 효과들에 영향을 준다. 식사를 통하여 10-25g 범위로 섭취한 점성 식이섬유는 식품과 인슐린 수준을 저하시킨

다. 이와 같은 반응은 정상인과 당뇨병 환자 모두에게 식이섬유가 당 부하와 함께 투여되거나 식사의 일부로써 투여될 때 일어난다고 보고 되고 있다. 이 효과는 위내용물 배출의 지연, 소장 내에서의 전분 소화의 지연과 소장으로부터 포도당 흡수 지연 등에 의한 것으로 설명될 수 있다.

식이섬유함량이 많은 현미와 흑미는 소화효소들의 활성을 증가시키고 담즙 분비를 증가시켜 소화를 촉진시키고 장통과 시간을 감소시킨다. 영양소의 흡수는 소장에서 섭취한 식품이 머무르는 시간과 관련이 있고, 장통과 시간이 짧을수록 소장 점막에 의해 흡수되는 영양소의 양이 적게 된다. 지방 흡수량은 탄수화물이나 단백질에 비해 이러한 영향을 크게 받는다. 이러한 관점에서 장통과시간의 단축은 체중감소를 더 크게 할 수 있고 혈중 지질 농도를 낮출 수 있게 된다.

본 연구의 동물실험에서 장통과 시간을 측정하였을 때 혼합미군이 가장 짧았고, 밀가루 군은 식이 섭취량이 가장 적었던 반면 장통과시간은 가장 길게 나타났다. 또한 동일한 시간내 수거된 변의 총 중량에서도 혼합미가 백미나 밀가루에 비해, 현미를 섭취한 군보다 흑미를 섭취한 군이 더 많았다. 이로 인해 혼합미군이 장 통과 시간은 짧으면서 변량은 가장 많아 지방의 흡수량도 적었을 것으로 사료된다. 동물실험의 혈장 지질농도의 결과에서도 이러한 이론과 비슷하게 나타났다. 중성지방, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤에서 혼합미군이 가장 낮았다. 또한 현미를 섭취한 군과 흑미를 섭취한 군을 비교해 보았을때, 중성지방 농도는 비슷하였지만 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤은 흑미를 섭취한 군에서 낮게 나타났다. 이는 현미에 비해 흑미가 식이섬유 함유량이 더 많기 때문으로 여겨진다.

HDL-콜레스테롤은 좋은 콜레스테롤로 알려져 있다. 이것은 콜레스테롤이나 콜레스테롤 에스테르를 말초조직이나 세포에서 간으로 운반하여 담즙산으로 대사되도록 해준다. 이러한 작용은 혈액과 말초조직에서 콜레스테롤 농도를 줄이고 심순환계질환을 예방해준다. 본 연구에서는 현미와 흑미가 백미에 비해 HDL-콜레스테롤을 유의적으로 증가시켰다. 이러한 효과는 현미와 흑미의 rice bran oil (RBO)이나 bran fiber에 기인하는 것으로 여겨진다. RBO는 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid와 같은 불포화지방산과 palmitic acid와 stearic acid와 같은 포화지방산을 포함하고 있다. 또한 tocopherol, γ -oryzanol, phytosterols, tocotrienols, squalene을 포함하고 있다. 여러 임상과 동물실험에서 RBO의 섭취가 혈중 중성지질, 총 콜레스테롤, LDL-콜레스테롤을 낮추고 HDL-콜레스테롤을 높이는 효과가 있다고 보고하였다. RBO의 여러 물질들이 hypocholesterolemic activity에 영향을 주고 특히 tocotrienols, γ -oryzanol이 가장 큰

영향을 준다. 본 연구의 임상시험에서는 백미군과 혼합미군 둘다에서 저열량식에 의해 3주째, 6주째에 혈중지질, 총콜레스테롤이 감소 하였고 두 군사이에서는 유의적이지는 않았지만 혼합미군이 약간 더 큰 감소를 보였다.

임상시험에서 백미와 혼합미 섭취와 혈당의 결과를 혈중 포도당 농도와 인슐린과의 상관성을 연관 지어 볼 때 체중 감소에 따라 약간 감소하였지만 유의적인 수치는 아니었고 모두 정상범위에 있었다. 이는 정상범위의 혈당을 가진 사람의 혈당은 체중의 변화에 영향을 받지 않고 그 항상성이 보인다고 보고한 것과 비슷한 경향이라 할 수 있다. 저열량의 식사에도 불구하고 혈당이나 인슐린의 변화가 적은 것은 지방조직에 저장되어 있던 중성지방이 분해 되면서 당생성 작용을 통한 항상성을 유지하려는 체내 대사 작용에 기인되는 것으로 사료된다.

다. 혼합미가 체내 항산화 효소 활성화에 미치는 영향

본 연구에서는 동물실험과 임상시험을 통해 곡류의 생리활성물질들이 혈전형성에 어떠한 영향을 주는지 함께 살펴보았다.

생체 내에서 혈액은 응고와 용해작용이 항상 평형을 이루고 있어 정상적인 상태에서는 출혈이나 혈전 등에 의하여 흐름이 방해받지 않는다. 혈전형성은 과도한 혈소판 응집과 관령이 있으며 혈소판 응집은 아라키돈산에서 합성되는 thromboxane A₂와 prostacyclin량에 의해 조절된다. 즉 혈소판 응집작용과 혈관수축 작용을 하는 thromboxane A₂와 항응집 작용과 혈관 확장 작용을 하는 prostacyclin의 길항작용 때문에 이러한 물질의 균형이 혈소판 응집이 조절된다고 할 수 있다.

혈소판의 응집 반응은 동맥경화, 혈전형성 및 혈관 협착에 의한 색전증의 주요한 병인으로 여겨지는 것으로써 염증 상태에서 아라키도닌산이 세포막으로부터 유출되어 lipoxygenase cyclooxygenase에 의해 prostaglandin endoperoxide와 thromboxane A₂로 대사되는 과정을 통해서 일어난다. 이러한 반응이 진행될수록 lipid peroxide와 free radical의 발생을 증가시키게 된다.

본 연구 동물실험에서는 대동맥 벽의 두께가 혼합미군이 다른 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 관상동맥의 동맥 경화증은 혈관의 구조적 변형에 따라 내막-중막이 두꺼워지는 것과 밀접한 관련이 있다. 대동맥벽 두께는 두꺼워지고 내강은 더 넓어진다고 보고되고 있다.

흑미는 그 색소성분으로 인하여 다른 곡류에 비하여 페놀화합물 함량이 매우 높으며 흑미의 butanol 분획 중 흑미 페놀화합물의 항산화 기작은 free radical 소거작용에 기인하는 것이며 특히 활성산소종에 가장 반응성이 크며 생체내 산화 원인이 되는 hydroxy radical의 소거능은 기존의 항산화제보다 월등히 우수하다고 한다. Ling 등의 연구에 의하면 고콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼에서 흑미나 흑미 껍질부분을 투여시 백미 껍질부분을 투여했을 때에 비하여 죽상경화 plaque 형성을 유의적으로 감소시켰다고 하였다. 이것은 흑미를 먹인 토끼에서의 항산화 상태를 개선시킨 것과 관련이 있는데 흑미는 비타민 E, 셀레늄, 철분, 아연 농도가 높고 흑미 외부 껍질은 polyphenols, isoflavones, anthocyanidins와 같은 여러 기능을 가진 다양한 phytochemicals을 함유하고 있다. 흑미 껍질을 보충한 식이에 의해 유도된 지질 패턴의 개선은 흑미 껍질에 풍부한 flavones이나 isoflavones과 같은 물질에 기인한다. 동물 연구에서 죽상경화 plaque 형성에 감소를 일으키는 성분 중 항염, 항산화 작용과 관련된 특별한 성분들에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 연구의 동물실험에서는 지질과산화물인 TBARS 농도가 혼합미를 섭취한 군이 다른군들에 비해 유의적으로 적었고 이러한 효과는 현미보다는 흑미의 영향이 더 크다. 항산화 효소 활성 중 SOD와 CAT는 각 군에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 GSH와 GPx는 혼합미를 섭취한 군에서 유의적으로 높게 나타났다. 특히 GPx는 현미의 섭취 보다 흑미의 섭취가 더 효과적으로 활성을 높였다. 임상시험에서도 마찬가지로 SOD는 백미군과 혼합미군 사이에 차이나 나타나지 않았지만 GPx는 혼합미군이 유의적으로 높게 나타났다. 현미에 비해 흑미에 풍부한 셀레늄은 항산화영양소로 알려져 있으며 metalloenzyme으로 생체내에서 glutathione peroxidase (GPx)의 성분으로 존재하는데, 이는 생체내에서 생성된 hydroperoxide와 H₂O₂를 분해하여 세포의 손상을 방어하는 역할을 한다고 알려져 있다.

결론적으로 본 연구의 동물실험과 임상시험의 결과들을 살펴보았을 때, 현미와 흑미는 백미에 비해 체중감량과 혈중 지질 패턴을 유익한 방향으로 개선하는데 효과적이고 항산화 효소의 활성을 높여 지질과산화물의 농도 축적을 방지한다는 것을 알 수 있다. 또한 이러한 효과는 현미보다는 흑미가 더 큰 것으로 사료된다.

제3절 실험동물용 쌀 표준식이 개발

협동과제 2 책임자 : 고려대학교 지규만

1. 쌀의 영양가 평가

가. 실험 목적

현재 유통 되고 있는 쌀의 영양가를 일반 성분을 비롯하여 아미노산, 지방산함량 등을 조사하며, 동시에 대사에너지 함량을 직접 동물실험에 의해 평가한다.

나. 실험 재료 및 방법

대상 쌀 품종: 우리나라 쌀의 대표 품종들인 경기 이천 (백미), 의성 (백미, 현미), 김포 (백미, 현미) 등을 농협 하나로 마트에서 구입하여 사용하였다.

다. 조사 성분 및 방법

일반 성분, 주요 무기질, 아미노산, 지방산 및 대사에너지를 조사하였다. 일반성분, 무기질, 아미노산, 지방산 함량은 백미 와 현미 모두에서 조사하였고, 에너지 함량 (AMEn)은 백미에서만 조사하였다.

일반 성분과 phosphorus함량은 AOAC (2002)방법에 준하여 분석하였으며, 나머지 무기질 (Ca, Fe, Zn)함량은 atomic absorption spectrometry를 이용하여 분석하였다. 아미노산은 16N-HCl 용액으로 가수분해후 amino acid autoanalyzer (Hitachi, model L-8800)로 분석하였으며, methionine과 cystine은 performic acid로 처리 후 분석하였다. 지방산 함량은 BF₃-Methanol 방법에 의해 methylation후 gas-liquid chromatography (Thermo Electron, Thermo Finigan)로, Omegawax (Supelco) column을 사용하여 분석하였다.

백미 (일품벼)의 대사에너지 함량은 AMEn (nitrogen-corrected apparent

metabolizable energy)으로 측정하였다. 기초식이로 시판용 쥐 식이를 사용하였고, 분쇄한 백미를 무게비율로 1:1 (기초식이: 백미)로 혼합한 것을 비교하면서 by-difference 방법 (Schneider 와 Flatt, 1975)에 의해 에너지 함량을 구하였다. 실험 동물은 Sprague-Dawley 종 흰쥐 (체중 300-400 g), 수컷 10마리를 사용하였고, 이들을 대사케이지에 수용하면서 적응기간을 거쳐 3일간 분과 뇨를 분리수거하였다.

기초식이와 백미혼합식의 AME 함량을 각각 아래 공식 1)에서와 같이 구하고, 다시 공식 2)에 의해 질소보정을 하였다. 그 결과를 다시 공식 3)에 대입하여 최종적으로 백미의 AMEn 함량을 구하였다. 각 원료 및 분뇨시료의 gross energy 함량은 Bomb Calorimeter (Parr 1266)로 측정하였다.

공식 1) $AME (kcal/kg \text{ feed}) = [(GE_f \times X) - Y_e] / \text{Feed intake}$
 $GE_f = \text{실험 식이의 gross energy (kcal/kg)}$
 $X = \text{섭취량}$
 $Y_e = \text{총 배설에너지 (분,뇨의 gross energy, kcal)}$

공식 2) $AMEn/g \text{ feed} = AME/g \text{ feed} - 7.82 \times (\text{total N consumed} - \text{total N excreted}) / \text{Feed intake (g)}$
 $7.82 = \text{질소보정계수 (kcal/g urea-N)}$

공식 3) $AMEn/g \text{ test ingredient} = AMEn/g \text{ basal diet} + (AMEn/g \text{ test ingredient} - AMEn/g \text{ basal diet}) \times 0.5$
 $0.5 = \text{test ingredient의 혼합비율}$

라. 평가 결과

1) 쌀의 영양소 함량 분석결과

쌀의 영양소 함량을 화학적인 방법으로 분석한 결과는 Table 1-3에서와 같다. 백미의 조단백질 함량은 풍건물 상태를 기준할 때 5.97-6.49%, 현미는 7.15-8.19% 수준으로 현미가 백미에 의해 평균 1.4% 정도 단백질 함량이 더 많았다. 백미에 비해서

현미의 조지방, 조섬유 및 조회분 함량은 3-6배가 더 많았다.

백미의 칼슘함량은 0.005-0.006% 수준이며 현미의 칼슘 함량은 0.008-0.009% 수준으로 비슷했으며, 인 함량은 칼슘 보다 현저히 더 많아 백미가 0.0910.091-0.1030.103%, 현미가 0.29-0.32% 수준이 이었다. 철분 함량은 현미가 약 두 배 정도 더 많았고, 아연 함량도 현미가 1/3 정도 더 많았다 (표 3-3-1). 아미노산 함량 (표 3-3-2)은 현미가 백미에 비해 모든 아미노산에서 전반적 (tyrosine 과 methionine제외) 으로 고르게 10-30% 정도 더 많았다. 지방산 함량(표 3-3-3)은 현미와 백미에서 대체로 비슷한 수준을 보였다. 그러나 oleic acid 함량만은 현미가 백미에 비해 37.0 대 29.8%로 더 많았다.

표 3-3-1. 백미와 현미의 품종별 일반성분 및 무기질 함량

일반성분	백 미			현 미		
	의성	이천	김포	의성	명품	김포
수분, %	15.8	14.2	13.2	15.8	14.5	14.2
조단백, %	5.97	6.49	6.44	7.79	8.19	7.15
조지방, %	0.57	0.51	0.35	2.23	2.26	2.19
조섬유, %	0.36	0.52	0.35	1.44	1.36	1.55
조회분, %	0.41	0.38	0.35	1.31	1.39	1.08
칼슘, %	0.006	0.005	-	0.008	0.009	-
인, %	0.103	0.091	-	0.294	0.318	-
철분, ppm	7	5	-	13	13	-
아연, ppm	14	14	-	18	20	-

표 3-3-2. 백미 및 현미의 아미노산 조성

아미노산	백미 (의성)	현미 (의성)
----- % 풍건 상태 -----		
Aspartic acid	0.56	0.63
Threonine	0.21	0.24
Serine	0.30	0.34
Glutamic acid	1.10	1.20
Glycine	0.27	0.31
Alanine	0.33	0.38
Valine	0.40	0.42
Isoleucine	0.23	0.25
Leucine	0.48	0.53
Tyrosine	0.32	0.25
Phenylalanine	0.31	0.34
Lysine	0.20	0.26
Histidine	0.14	0.16
Arginine	0.52	0.55
Cystine	0.14	0.16
Methionine	0.16	0.16

표 3-3-3. 백미 및 현미의 지방산 조성

지방산	백미 (의성)	백미 (이천)	현미 (의성)	현미 (명품)
----- % 풍건상태-----				
Myristic acid	0.6	1.3	0.3	0.4
Myristoleic acid	0.2	-	0.1	0.1
Palmitic acid	19.1	19.8	17.8	18.0
Palmitoleic acid	0.9	-	-	-
Stearic acid	1.2	1.7	1.4	1.3
Oleic acid	30.8	28.7	38.6	35.5
Linoleic acid	39.1	39.1	37.8	38.7
Linolenic acid	2.3	2.2	2.1	2.8

2) 백미의 에너지 함량

에너지 함량 측정에 사용된 백미 (일품벼)의 영양소 함량과 에너지 함량을 조사한 결과는 Table 표 3-3-4에서와 같다. 일품 벼의 조단백질 함량이 7.3%로 앞에서 조사한 다른 품종의 백미에 비해 단백질 함량이 0.8-1.3% 정도 더 많았다. 조지방과 다른 영양소 함량은 다른 품종들과 비슷하였다.

백미 (일품벼)의 질소보정 대사에너지 (AMEn) 함량을 흰쥐에게 급여하면서 평가한 결과 풍건물 상태에서 1 kg당 3,603 kcal로 나타났다. 이는 식품성분표 (농촌생활연구소, 2001) 에 보고된 3690-3730 kcal/kg에 비해 100 kcal 정도 더 낮았다.

표 3-3-4. 백미(일품벼)의 일반성분, 주요 아미노산 조성 및 대사에너지(AMEn) 함량

일반 성분	%	주요 아미노산	%
수분, %	14.8	Lysine	0.27
조단백질, %	7.32	Methionine	0.18
조지방, %	0.60	Cystine	0.18
조섬유, %	0.31	Histidine	0.25
조회분, %	0.49	Threonine	0.26
대사에너지, kcal/kg AMEn	3,603 ± 26.2	Leucine	0.65
		Isoleucine	0.32

2. 성장중인 rat에서 쌀 식이의 인 요구량 및 쌀에 함유된 총 인 (total phosphorus)의 bioavailability 측정

가. 실험 배경

쌀의 무기질 함량 분석결과 Ca (0.005-0.009%) 에 비해 P 함량 (0.091- 0.318%)으로 쌀에 함유된 주요 무기질은 Ca이 아니고 P이라고 판단하였다. 쌀에 들어있는 P의 80% 이상이 phytate form의 P이며, available P 함량은 매우 낮다. 일반적으로 phytate P의 소장내 흡수율은 50% 이하이다(Gropper 등, 2005).

나. 실험 목적

쌀 식이에 다량 함유된 total P을 이용할 때 성장 중인 쥐에서 유효 P (available P)의 요구량을 측정해 보며, 동시에 쌀에 들어있는 total P중 bioavailable P의 비율을 평가코자 하였다.

다. 실험동물

Sprague Dawley, 수컷 이유한 것 42 마리를 구입하여 5일간 실험조건에 적응토록 한 후 실험 식이를 급여하였다.

라. 실험 설계 및 실험식이

세 개의 표준식이군과 4개의 쌀 식이군을 두고, 각 식이군에 6마리씩 배치하였다. 모든 원료식은 정제된 (purified) 것을 이용하여 원료로부터 공급되는 P 함량을 최소화하였다. 쌀 식이군은 백미의 경우 60%, 현미는 30% (무게 기준) 수준으로 첨가하였다 (Table 5). 현미를 백미의 절반 수준으로 첨가한 이유는 현미의 총 P 함량이 백미의 3배 수준으로 많았기 때문이다.

표준식이군의 단백질 급원으로 정제대두단백 (isolated soyprotein)을 19% 수준으로 이용하였으며, casein 대신 ISP를 사용한 이유는 원료 자체의 P 함량이 ISP가 더 적었기 때문이다. 쌀식이군을 포함한 모든 실험처리군에 ISP 19%를 첨가하면서 ISP로부터 유래되는 P 함량은 0.152%로 동일하게 하였다. 표준식이군에 무기태 인 급원으로 시약용 dicalcium phosphate (anhydrous)를 각각 0, 0.33 및 0.66%로 첨가하여 세 식이의 총 인 %를 각각 0.152, 0.227 및 0.300이 되게 하였고, 무기태 인%는 각각 0, 0.075 및 0.148%가 되었다.

쌀식이군의 경우 총 P 함량은 첨가한 쌀의 종류에 따라 0.214 - 0.247%의 범위가 되었다. 순수하게 백미와 현미로부터 유래되는 인%는 의성 백미와 현미 식이군에 각각 0.062 와 0.088%이며, 김포 백미와 현미식이군은 0.055 와 0.095%가 되었다 (Table 7). 모든 실험처리군에 시약용 calcium carbonate를 0.76-1.23% 범위로 첨가하여 Ca 함량이 쥐의 요구량인 0.5% 수준이 되게 하였다. 실험식이를 3주간 급여하였으며, 음수는 증류수로 공급하였다.

실험 종료전 12시간 정도 절식시켰고, 희생시킨 후 모든 개체로부터 tibia와 femur를 채취하여 섭씨 -70도에 보관하였다.

마. 조사 항목 및 분석 방법

1) 식이섭취량 및 체중 변화

1주 간격으로 섭취량과 체중을 측정하였다.

2) 골회분

tibia의 양 골단 부위를 제거한 후 건조시키고, Soxhlet 장치에서 24시간 동안 ether로 지방을 제거하였다. 섭씨 600도로 설정한 Muffle furnace에서 10시간 이상 회화시켜 dry, fat-free 상태에서의 회분 %를 구하였다.

3) Bone breaking strength (파괴강도)

Instron (model 8511, Instron Co.) 을 사용하여 tibia가 부러질 때의 강도를 측정하였다. 뼈를 three point loading으로 설치하고, load cell의 crosshead speed를 0.1 mm/s로 하면서 부러질 때의 최대값을 측정하여 breaking strength로 나타냈다.

4) 골밀도

골밀도는 dual x-ray absorptiometry (DEXA, LUNAR®)로 측정하였다. Tibia의 중앙 부분의 골밀도를 PIXImus™ densitometer program을 사용하여 g/cm²로 나타냈다.

바. 실험 결과

표준식이와 쌀 식이를 섭취한 rat의 체중 변화와 식이섭취량은 표 3-3-6에서와 같다. 표준식이군 rat의 체중은 식이 내 total P 함량이 증가함에 따라 유의한 차이를 보이면서 증가하였다. 식이섭취량도 total P 함량의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였고, 식이이용효율도 그에 따라 개선되는 경향을 보였다. AIN93-G(Reeves 등, 1993)에 의한 rat의 Ca 과 P 요구량은 각각 식이의 0.5 와 0.3%이며 표준식이군의 3번째 실험

군 (이하 표준군)의 조건과 동일하다.

모든 쌀 실험군의 체중 증가량과 식이섭취량 및 식이이용효율이 표준군의 성적과 통계적으로 동일한 범위를 보였다. 그러나 쌀 식이군의 total P 섭취량은 표준식이군의 중간 수준 (0.225%)과 비슷하게 나타났다. 이는 실험 설계에서 의도적으로 설정하였던 수준이었다. 표 3-3-6의 결과에 의하면 쌀식이군의 total P 함량이 표준식이군의 중간 P 수준과 비슷하여도 rat의 성장에 아무런 지장이 없었음을 의미하며, 이 부분은 설명이 불가능하다.

표 3-3-5. 쌀 실험식이의 배합표

원료	P 표준 사료			의 성		김 포	
	0.150%	0.225%	0.300%	백미	현미	백미	현미
----- % -----							
쌀 (백미)	-	-	-	60	-	60	-
쌀 (현미)	-	-	-	-	30	-	30
Dical. phosph.	0	0.33	0.65	-	-	-	-
ISP	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0
포도당	62.5	52.4	62.32	2.74	32.63	2.74	32.63
대두유 ¹	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0
α-Cellulose	6.0	6.0	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0
기타 ²	up to 100			up to 100			
Nutrient contents, calculated							
AME, kcal/g	3.73	3.73	3.73	3.60	3.73	3.60	3.73
C. protein, %	16.6	16.6	16.6	20.1	18.9	20.1	18.9
Ca, %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Total P, %	0.152	0.227	0.300	0.214	0.240	0.207	0.247

¹ Tert-butylhydroquinone 0.0125% 첨가.

² 기타 원료는 calcium carbonate, NaCl, vitamin mixture, mineral mixture, DL-methionine, DL-tryptophan, choline-bitartrate 등임.

표 3-3-6. 쌀 식이 급여가 쥐의 식이섭취량과 체중 증가에 미친 효과

식이 처리	체중 증가	식이 섭취량	식이이용효율 (Intake/Gain)	총 인 섭취량
----- g/rat/day -----				mg P/rat /day
0.150% P diet	4.06 ± 0.70 ^a	16.3 ± 1.3 ^a	4.07 ± 0.43 ^a	24.8 ± 1.93
0.225% P diet	4.97 ± 0.37 ^b	17.8 ± 0.8 ^{a,b}	3.59 ± 0.12 ^b	40.4 ± 1.87
0.300% P diet	5.78 ± 0.22 ^c	18.7 ± 0.4 ^b	3.24 ± 0.10 ^{b,c}	56.2 ± 1.24
백미 (의성)	5.45 ± 0.44 ^{b,c}	17.8 ± 0.7 ^{a,b}	3.27 ± 0.22 ^{b,c}	38.0 ± 1.50
현미 (의성)	5.76 ± 0.29 ^c	18.3 ± 0.7 ^b	3.17 ± 0.14 ^c	43.8 ± 1.59
백미 (김포)	5.95 ± 0.37 ^c	18.8 ± 1.1 ^b	3.15 ± 0.07 ^c	38.8 ± 2.27
현미 (김포)	5.54 ± 0.43 ^{b,c}	18.1 ± 0.6 ^b	3.29 ± 0.20 ^{b,c}	44.8 ± 1.53

a, b, c P<0.05

사. 쌀 식이 내 total P의 bioavailability 측정

본래 실험자의 의도는 표준식이군의 무기태 P 섭취량 (3 수준)을 기준해서 regression equation을 구하고, 여기에 쌀 식이군에서 쌀로부터 유래되는 total P의 섭취량을 대입하면서 쌀 total P의 bioavailability를 계산코자하는 것이었다. 이때 섭취한 P이 뼈 발달에 기여하는 정도는 bone ash%, bone mineral density 및 bone breaking strength 등 3가지 항목의 측정치를 기준으로 이용하고자 하였다(Table 표 3-3-7).

표 3-3-7의 결과에 의하면 표준식이군의 체중 증가, tibia ash%, bone density 및 bone breaking strength 등 모든 측정치에서 비교적 상당한 수준의 regression equation ($R^2 = 0.69-0.83$)이 구해지고 있다 (data not shown). 그러나 쌀 식이군의 여러 반응이 예상했던 것 보다 현저히 더 높아 쌀 total P의 bioavailability 계산값이 100 이상으로 나타나 이론적으로 계산이 불가능하게 되었다. 예를 들어 쌀 식이군중 의성 백미군의 경우 total P 섭취량이 38.1 mg, 쌀 만으로부터의 P 섭취량이 11.0 mg 이고 tibia ash%는 62.1%였다. 이는 표준식이군 (0.225% P)의 경우 total P 섭취량이 40.4 mg, inorganic P 섭취량이 13.4 mg이며 tibia ash%가 60.1%였다. 이는 의성 백

미식이군의 P 섭취량이 표준식이군 (0.225%)에 비해 더 적음에도 불구하고 뼈 회분%는 62.1 대 60.1%로 더 좋아졌으며, 쌀 P의 bioavailability가 무기태 P에 비해 100% 이상이라는 것을 보여준다. 이와 같은 현상이 체중증가를 포함한 모든 측정항목에서 나타나고 있다. Phytate P의 이용성이 무기태 P (dicalcium phosphate)에 비해 현저히 낮다는 것이 일반적인 이론으로 (Gropper 등, 2005) 본 실험의 결과는 이론적으로 설명이 불가능하다.

백미와 현미 처리군에서 현미군의 total P 섭취량이 모두 백미군보다 더 많음에도 불구하고 현미군의 tibia ash%, bone breaking strength 등에서 백미군 보다 통계적인 유의성 없이 약간 더 저조한 결과를 보이고 있다. 이런 결과는 백미에 비해 현미에 더 많이 들어있을 것으로 판단되는 phytate 때문에 Ca 과 P 등의 이용성이 모두 방해를 받았기 때문일 것으로 보인다.

표 3-3-7. 실험군별 인 섭취량 및 뼈 회분 함량(%), 골밀도

항 목	표준 식이군, % P			의 성		김 포	
	0.150	0.225	0.300	백미	현미	백미	현미
Total P, %	0.152	0.227	0.300	0.214	0.240	0.207	0.247
P from ISP, %	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152
P from rice, %	0	0	0	0.062	0.088	0.055	0.095
Inorganic P, %	0	0.075	0.148	0	0	0	0
Body weight gain, g/rat/d	4.1	5.0	5.8	5.5	5.8	6.0	5.5
Total P intake, mg/rat/d	24.8	40.4	56.1	38.1	43.9	38.9	44.7
ISP P intake, mg/rat/d	24.8	27.1	28.4	27.1	27.8	28.6	27.5
Inorganic P intake, mg/rat/d	0	13.4	27.7	0	0	0	0
P intake from rice, mg/rat/d	0	0	0	11.0	16.1	10.3	27.5
Tibia ash, %	56.8	60.1	62.7	62.1	60.6	62.6	56.8
Bone density, g/cm ²	0.083	0.099	0.128	0.114	0.116	0.107	0.108
Bone breaking strength, kN	20.5	28.9	38.5	39.9	38.9	33.6	32.5

3. 유지기 rat에서 쌀 식이의 Ca, P 소화율 및 축적율

가. 실험 목적

유지기 rat에서 쌀 (백미, 현미) 식이의 total Ca과 P의 소화율 및 축적율을 평가코자 하였다.

나. 실험 방법

Sprague Dawley 수컷 15 마리 (평균 체중 210 g)를 사용하였다. 실험용 대사 케이지에 적응 기간 (5일)을 거친후 7일간에 걸쳐 식이를 자유채식 시키면서 분과 뇨를 분리 채취하였다. 쌀의 실험식이 배합표는 Table 5에서 제시된 것과 동일하였으며, 다만 표준식이군중에서 total P 함량이 중간 수준 (0.225%)의 것을 선택하여 비교하였다.

식이 및 분, 뇨의 Ca과 P 함량은 AOAC (2002) 방법에 의해 분석하였다. 일반 소화율과 축적율은 아래 공식에 의해 계산하였다.

$$\text{일반 소화율 (apparent digestibility)} = (\text{섭취량} - \text{분 배설량}) / \text{섭취량} \times 100$$

$$\text{일반 축적율 (apparent retention)} = (\text{섭취량} - \text{분, 뇨 배설량}) / \text{섭취량} \times 100$$

실험 결과는 쌀 생산지 (의성, 김포) 두 곳과 쌀 종류 (백미, 현미) 두 가지를 고려하여 2 x 2 factorial design에 의해 통계분석하였다.

다. 실험 결과

유지기 rat에서 쌀 식이의 total Ca 과 P의 일반 소화율 및 축적율을 측정된 결과는 표 3-3-8에서와 같다. Ca 과 P의 섭취량 및 배설량에서 김포 백미와 현미를 섭취

한 실험군이 의성 백미와 현미 실험군에 비해 통계적으로 유의하게 더 적게 나온 것은 지역 산물의 특징과 무관하며, 실험동물의 체중 차이에 기인한 것이다.

Ca의 일반 소화율은 표준식이군 (55.6%) 과 쌀 식이군 (56.1-60.7%)사이 에 유의한 차이가 없었다. 그러나 total P의 소화율은 백미군 (71.3-72.4%)이 현미군 (58.6-58.7%)에 비해 유의한 수준으로 더 좋았으며 ($P < 0.013$), 표준식이군 (61.4%)은 유의한 차이가 없었다. Ca의 축적율 (50.4-59.2%)도 전반적으로 유의한 차이가 없었다. 백미와 현미군의 경우 통계적인 차이가 없지만 백미군이 모두 현미군보다 약간 더 좋은 소화율과 축적율을 보이는 경향이였다. 한편 total P의 축적율은 역시 백미 (70.8-71.7%)와 현미 (58.0-58.1%)간에 유의한 차이가 보였고, 표준식이군은 그 중간 의 수준이였다. 두 생산지간의 Ca, P 소화율이나 축적율 모두 비슷한 수준이였다.

여기서 측정 한 Ca 과 P의 소화율은 쌀 자체만의 것이 아니며 식이에 포함된 다른 원료에서 유래된 것도 포함되어 같이 조사된 것이다. 쌀식의 total Ca중 쌀로부터 유래된 것은 전체의 1% 정도로 매우 미미하며 대부분이 calcium carbonate에서 유래된것이다. 그럼에도 불구하고 백미군의 소화율이 현미군에 비해 유의차 없이 소화율이 더 좋은 경향은 현미에 더 많은 량이 들어있는 phytate에 기인한다고 판단된다. 이런 경향은 total P의 소화율에서 더 현저히 나타나고 있다. 쌀 식이에서 쌀로부터 유래되는 total P의 기여도는 약 25% 정도이며, 나머지는 ISP에서 유래되고 있다. 현미의 total P 소화율이 백미군에 비해 유의하게 저하된 이유는 역시 phytate 함량의 차이에 기인한다고 판단된다.

이 실험 결과는 표준식이군과 비교해 볼 때 백미를 60% 수준까지 식이에 첨가하여도 실험동물에서 Ca 이나 P의 이용성에 별다른 나쁜 영향을 미치지 않는다는 것을 보여준다.

표 3-3-8. 유지기 rat에서 쌀 식이의 Ca, P 소화율과 축적을 평가

Treatment	Basal diet	의성		김포		지역	백·현 미	지역 *백· 현미
		백미	현미	백미	현미			
Total Ca Intake, mg/rat/d	126.3±11.3 ^a	128.9±6.0 ^a	111.9±5.3 ^{ab}	105.2±2.7 ^b	97.8±19.6 ^b	0.015	0.082	0.460
Ca Excretion, mg/rat/d								
Feces	55.9±10.1 ^a	54.0±2.5 ^{ab}	49.1±3.2 ^{ab}	41.5±9.2 ^b	40.3±7.0 ^b	0.016	0.415	0.613
Urine	3.5±1.0 ^{ab}	4.2±2.7 ^{ab}	6.4±1.5 ^a	1.5±0.7 ^b	2.4±1.0 ^b	0.009	0.143	0.510
Feces + Urine	59.4±10.8 ^a	58.2±1.4 ^a	55.6±3.3 ^{ab}	43.0±8.7 ^b	42.7±6.9 ^{ab}	0.003	0.675	0.732
Total P Intake, mg/rat/d	45.7±4.0	46.7±2.2	50.0±2.4	42.1±1.1	41.9±8.4	0.041	0.572	0.526
P Excretion, mg/rat/d								
Feces	17.7±2.0 ^{ab}	13.4±1.6 ^b	20.7±1.4 ^a	11.7±5.7 ^b	17.5±4.8 ^{ab}	0.303	0.019	0.752
Urine	0.2±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.3±0.2	0.3±0.0	0.322	0.974	0.894
Feces + Urine	17.9±2.0 ^{ab}	13.6±1.6 ^b	20.9±1.4 ^a	12.0±5.8 ^b	17.8±4.8 ^{ab}	0.320	0.020	0.752
Digestibility, %								
Ca	55.6±7.8	58.1±1.4	56.1±0.9	60.7±7.8	58.5±3.9	0.363	0.441	0.962
P	61.4±2.6 ^{ab}	71.3±3.2 ^{ab}	58.6±3.5 ^b	72.4±13.1 ^a	58.7±3.5 ^b	0.892	0.013	0.905
Retention Ratio, %								
Ca	52.8±8.6	54.8±1.4	50.4±1.0	59.2±7.3	56.0±3.3	0.067	0.142	0.811
P	61.0±2.5 ^{ab}	70.8±3.2 ^{ab}	58.1±3.5 ^b	71.7±13.4 ^a	58.0±3.4 ^b	0.935	0.014	0.905

4. 성장기 쌀 표준식이 개발 및 제한 아미노산 확인

가. 실험 목적

성장 중인 mouse에서 쌀을 65% 수준으로 첨가한 식이를 급여할 때 제한 아미노산을 확인한다.

나. 실험동물 및 실험 설계

이유한 3주령의 수컷 흰쥐 (Sprague-Dawley rats, 평균 체중 47g) 48마리를 6개 실험군에 8마리씩 배치하였다. 대조군(AIN93-G 식이), 쌀 식이+0% amino 산, 쌀 식이+cystine (0.17%), 쌀 식이+cystine(0.17%)+tryptophan (0.04%), 쌀 식이+methionine(0.1%)+cystine(0.17%)+tryptophan(0.04%)를 첨가하여 모두 6군의 실험군을 두었다. 쌀 식이에 이들 3가지 아미노산만을 첨가한 이유는 AIN93-G와 NRC (1995) 사양표준 등의 아미노산 요구량과 쌀 식이의 필수 아미노산 함량의 계산치와 비교했을 때 함유량 아미노산이 제1제한 아미노산, tryptophan이 제2제한 아미노산으로 나타났다기 때문이다. 따라서 이들 제1 및 제2제한 아미노산들을 실제로 식이에 첨가해서 이들의 첨가효과를 확인코자 하였다. 여기서 사용한 쌀의 아미노산 함량은 실제로 아미노산 분석기로 분석한 것을 기준하였다.

실험기간 3주 동안 식이섭취량은 2-3일 간격으로 측정하였고, 체중은 일주일 간격으로 가급적 동일한 시간에 측정하였다. 대사실험은 실험 식이를 사용하여 1주일간의 분뇨를 수집하였다.

다. 실험식이

실험에 사용된 식이는 AIN-93-G를 대조군으로 하고 Table 9에서와 같이 조제하여 사용하였다. 원료로 사용된 단백질 급원으로 casein(Fonterra, Newzealand), ISP (The Solae Company), rice(추청미, 여주 농협), glucose (제일제당), soy oil (제일제당), 식이섬유 (Sigma-Aldrich), 비타민 혼합제 (vitamin mixture, Dyets), 미네랄 혼합제 (Sigma-Dyets), 기타 미량성분은 시약급을 사용하였다. 쌀 실험 식이의 쌀 첨

가 수준은 65% 수준으로 하여 식이내 탄수화물의 대부분이 쌀로부터 공급되도록 하였다.

표 3-3-9. 성장기 rat에서 제한아미노산 확인을 위한 실험 식이배합표

	Control (AIN93-G)	쌀 식이군의 추가 성분			
		Met.,% 0 Cys.,% 0 Trp.,% 0	Met.,% 0 Cys.,% 0.17 Trp.,% 0	Met.,% 0 Cys.,% 0.17 Trp.,% 0.04	Met.,%0.1 Cys.,%0.17 Trp.,%0.04
----- % -----					
Casein	20.00	9.00	9.00	9.00	9.00
ISP	0.00	6.50	6.50	6.50	6.50
Rice	0.00	65.00	65.00	65.00	65.00
Glucose	62.936	1.736	1.566	1.526	1.426
Soy-oil	7.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Cellulose	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitamin mix	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mineral mix	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Choline bitartrate	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
L-cystine	0.30	0.00	0.17	0.17	0.17
DL-methionine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
L-Tryptophan	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
항산화제	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Sum	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<i>Calculated values</i>					
ME, kcal/kg	3700	3500	3500	3500	3500
Protein, %	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
TSAAs, %	0.962	0.630	0.832	0.832	0.932
Meth, %	0.534	0.436	0.436	0.436	0.536
Tryptophan,%	0.22	0.206	0.206	0.246	0.257
Lysine,%	1.38	1.30	1.30	1.30	1.26
Arginine,%	0.626	1.09	1.09	1.09	1.062
Histidine,%	0.478	0.532	0.532	0.532	0.521
Isoleucine,%	0.792	0.973	0.973	0.973	0.896
Leucine,%	1.656	1.72	1.72	1.72	1.655
Phe+Tyr,%	1.84	2.938	2.938	2.938	1.835
Threonine,%	0.754	0.809	0.809	0.809	0.788
Valine,%	0.976	1.218	1.218	1.218	1.076

라. 시료 수집

실험종료 12시간 전에 실험동물을 절식하였고, dry ice로 마취 후 심장에서 약 1 ml 의 혈액을 채취하여 3000 rpm 10min 동안 centrifuge 한 후 혈장을 분리하여 혈액 내 BUN, total cholesterol, triglyceride를 분석하기 위하여 -70℃에 보관하였다. 간과 췌장, 소장, 신장을 적출하여 여과지로 물기를 제거한 후 무게를 측정하였다. 모든 시료는 -20℃에서 냉동보관 하였다.

마. 시료 분석

식이의 단백질 성분은 AOAC (2002) 의 방법에 따라 실시하였으며, 아미노산 분석은 6N-HCl 용액으로 가수분해 후 자동분석기를 사용하여 정량(L-8800, Hitachi)하였다. 혈액내 BUN은 urease-indophenol 법을 이용한 BUN TEST Kit (EMBIEL)를 사용하여 파장 580nm에서 측정하였고, 혈액 내 total cholesterol과 triglyceride 함량은 효소법을 이용한 Total-Cholesterol TEST Kit (EMBIEL)와 Triglyceride TEST Kit (EMBIEL) 를 사용하여 각각 파장 500nm과 550nm에서 spectrophotometer (Ultrospec 2100 pro, Amersham Pharmacia Biotech)로 분석하였다.

바. 통계분석

모든 자료는 SAS (ver 9.1)을 이용하여 통계처리 하였고 실험결과는 평균과 표준오차 (mean \pm SE)로 제시하였다. One-way ANOVA 분석 후 각 평균 간의 차이는 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

사. 실험 결과

성장기 rat에서 쌀 식이의 제한아미노산 확인 실험 결과는 표 3-3-10에서와 같다. 체중 증가량이 대조군 (AIN93-G)과 쌀+0% 아미노산 (쌀+0), 쌀+cystine (쌀+C), 쌀+methionine+cystine+tryptophan (쌀+MCT)군이 비슷하였다. 쌀+cystine+tryptophan (쌀+CT)군의 경우 체중 증가량이 가장 적었고 식이 섭취량도 가장 적었다. 장기의 무게 (체중%)에서는 쌀 실험군 간에 유의한 차이가 없었다.

쌀+CT군의 체중 증가량이 쌀+C군에 비해 유의하게 감소하였다 methionine이 첨가되면서 쌀+MCT군에서 다시 회복된 것은 전형적인 amino acid imbalance의 형태를 보여주고 있다. 이는 쌀 식이군에서 함유황아미노산이 제1제한 아미노산이고, tryptophan이 제2제한 아미노산으로 예상했던 것이 확인된 것이라고 보인다. 제2제한 아미노산이 첨가될 때 바로 imbalance 현상이 나타나 체중이 감소되었던 것으로 판단된다. BUN 양은 식이 아미노산 조성 비율을 잘 반영하고 있지 않았다. 쌀+MCT군에서 BUN이 가장 낮게 나타난 것과 이 식이군의 식이이용효율이 가장 낮았던 것 (2.3)이 서로 연관성이 있다고 판단된다.

표 3-3-10. 성장기 rat에서 제한 아미노산 확인 실험 결과

	Control (AIN93-G)	쌀 식이군의 추가 성분			
		Met.,% 0 Cys.,% 0 Trp.,% 0	Met.,% 0 Cys.,% 0.17 Trp.,% 0	Met.,% 0 Cys.,% 0.17 Trp.,% 0.04	Met.,%0.1 Cys.,%0.17 Trp.,%0.04
Performance					
Feed Intake, g/rat/d	13.4±0.4 ^{ab}	14.5±0.5 ^a	14.4±0.8 ^a	11.7±0.8 ^b	13.6±0.5 ^a
Weight Gain, g/rat/d	5.2±0.3 ^{ab}	6.2±0.3 ^a	6.1±0.4 ^a	4.7±0.5 ^b	6.0±0.4 ^a
Feed/Gain ratio	2.6±0.1 ^a	2.4±0.1 ^{ab}	2.4±0.1 ^{ab}	2.6±0.1 ^{ab}	2.3±0.1 ^b
Organ weight, % body weight					
Liver	4.2±0.2	3.9±0.1	4.1±0.1	4.0±0.2	4.2±0.2
Kidney	1.1±0.0	1.0±0.0	1.1±0.0	1.1±0.0	1.0±0.0
Pancreas	0.3±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0	0.3±0.0
Small intestine	3.1±0.1 ^a	2.9±0.1 ^{ab}	2.7±0.1 ^b	2.9±0.2 ^{ab}	2.8±0.0 ^b
Serum, mg/100ml					
Total Cholesterol	81.7±2.4	90.0±3.8	81.4±5.4	83.7±4.2	80.0±4.6
Triglyceride	30.8±1.6 ^{ab}	32.9±2.1 ^a	25.9±1.6 ^{bc}	24.3±1.6 ^c	22.3±2.4 ^c
BUN	12.6±1.1 ^{ab}	13.1±2.2 ^a	10.9±1.2 ^{abc}	9.2±0.5 ^{bc}	8.4±0.5 ^c

5. 성장기 rat에서 쌀 표준식이 개발 및 제한 아미노산 확인 대사 실험

가. 실험 목적

대사 실험에 의해 성장기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산을 확인하기 위해서 이다.

나. 실험 방법

실험 1에서 사용하였던 식이를 급여하면서 질소의 소화율과 축적율을 측정하였다. 각 실험구당 3마리씩 Sprague Dawley rat를 배치하고 1주간 대사실험을 하면서 분과뇨를 분리 채취하였다. 분, 뇨의 질소함량은 AOAC 방법 (2002)에 따라 분석하였다.

다. 대사 실험 결과

성장기 rat에서 쌀 식이의 제한아미노산 확인을 위한 대사실험 결과는 표 3-3-11에서와 같다. 질소섭취량, 분,뇨 질소의 배설량, 질소의 일반 소화율, 일반 축적율에서 모든 실험군간에 유의한 차이가 없었다. 질소의 일반 소화율이 90.3-94.6% 수준이었고, 축적율은 63.7-71.7% 수준이었다. 역시 쌀+CT군의 질소 축적율이 숫자적으로 가장 낮게 나타난 경향을 보였다.

표 3-3-11. 성장기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인을 위한 대사 실험 결과

	Control (AIN93-G)	쌀 +			
		Met., % 0	0	0	0.1
		Cys., % 0	0.17	0.17	0.17
		Trp., % 0	0	0.04	0.04
총 질소 섭취량, g/rat/d	362.6±73.9	352.4±49.2	333.4±55.9	300.4±31.2	351.5±39.8
총 질소 배설량, g/rat/d					
분	19.1±4.4	29.0±4.5	30.3±17.7	25.3±4.4	22.7±2.7
뇨	83.9±24.4	100.3±34.5	73.0±22.7	84.7±30.5	88.2±72.2
분 + 뇨	103.1±25.9	129.3±31.6	103.3±20.9	110.1±29.0	110.9±74.9
질소 소화율, %	94.6±1.4	91.6±2.4	90.3±7.1	91.5±1.9	93.4±1.5
질소 축적율, %	71.7±1.3	63.7±4.3	68.8±5.6	63.7±5.9	67.0±23.7

성장기 rat에서 본 실험에서와 같은 배합표로 쌀 식이를 급여한 경우 제1제한 아미노산은 함유황아미노산이며, 다음이 tryptophan이라고 판단된다. 그들의 요구량은 역시 현재 AIN93-G에서와 동일하며, 본 실험의 배합표를 적용할 때 함유황아미노산을 0.27%, tryptophan을 0.04% 첨가할 때 식이이용효율이 가장 좋은 결과가 되었다.

6. 유지기 rat에서 쌀 표준식이의 제한 아미노산 확인 및 요구량조사

가. 실험목적

유지기 rat에서 쌀 표준식이의 제한 아미노산 확인 및 요구량조사

나. 실험동물 및 실험 설계

9주령의 수컷 흰쥐 (Sprague-Dawley rats, 평균 체중: 274g)를 7마리씩 3군으로 나눠 각각 대조군 (AIN93-M 식이), 쌀 +0% methionine, 쌀+methionine(0.1%) 식이를 4주간 급여하였다. 이 기간 동안 식이섭취량은 2-3일 간격으로 측정하였고, 체중은 일주일 간격으로 가급적 동일한 시간에 측정하였다. 대사실험은 실험 식이를 사용하여 1주일간의 분뇨를 수집하였다. 실험식이의 아미노산 함량과 AIN93-M 및 NRC (1995) 사양표준의 아미노산 요구량을 비교한 결과 methionine 만이 제한 아미노산으로 판단되었다.

다. 실험식이

실험에 사용된 식이는 AIN-93-G를 대조군으로 하고표 3-3-12에서와 같이 배합하였다. 원료로 사용된 단백질 급원으로 casein(Fonterra, Newzealand), ISP (The Solae Company), rice (추청미, 여주 농협), glucose (제일제당), soy oil (제일제당), 식이섬유 (Sigma-Aldrich), 비타민 혼합제 (vitamin mixture, Dyets), 미네랄 혼합제 (Sigma-Dyets), 기타 미량성분은 시약급을 사용하였다. 쌀은 실험식이의 60% 수준으로 첨가하였다.

표 3-3-12. 유지기 rat에서 제한 아미노산 확인 실험 식이 배합표

	Dietary groups containing		
	AIN93-M	쌀 + 0 % Met.	쌀 + 0.1 % Met.
----- % -----			
ISP	0.0	3.0	3.0
Casein	14.0	8.0	8.0
Rice	0.0	60.0	60.0
Glucose	23.942	12.242	12.142
Starch, corn	46.5	0.0	0.0
Soy oil	4.0	8.0	8.0
Cellulose	5.0	4.0	4.0
Vitamin mix	1.0	1.0	1.0
Mineral mix	3.5	3.5	3.5
DL-methionine	0.0	0.0	0.1
L-cystine	1.8	0.0	0.0
Choline bitartrate	0.25	0.25	0.25
항산화제	0.008	0.008	0.008
Sum	100.0	100.0	100.0
<i>Calculated value</i>			
AME, kcal/kg	3600	3454.4	3454.4
C. Protein, %	12.6	13.8	13.8
C. Fiber, %	5	4.3	4.3
E.ether, %	4	8.4	8.4
Ca, %	0.5	0.6	0.6
P, %	0.3	0.31	0.31
Lysine, %	0.92	0.976	0.976
Methionine, %	0.33	0.37	0.47
Cystine, %	0.24	0.19	0.19
Tryptophan, %	0.16	0.17	0.17

라. 시료 수집

실험종료 12시간 전에 실험동물을 절식하였고 dry ice로 마취 후 심장에서 약 1 ml 의 혈액을 채취하여 3000 rpm 10 min동안 centrifuge 한 후 혈장을 분리하여 혈액 내 BUN 을 분석하기 위하여 - 70℃ 에 보관 하였다. 복부 절개 후, 위 시작 부분 부터 소장의 말단부분까지 적출하여 여과지로 물기를 제거한 후 지방 부분만을 취하여 무게를 측정하였다. 모든 시료는 -20℃에서 냉동보관 하였다.

마. 시료 분석 및 실험 결과의 통계처리

시료 분석방법과 실험 결과의 통계처리 방법은 앞 실험에서와 동일하다.

바. 실험 결과

유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인 실험 결과는 표 3-3-13에서와 같다. 세 실험군의 식이 섭취량, 체중 증가, 식이이용효율등에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 숫자적으로 볼때 쌀+methionine 군에서 체중 증가량과 식이 이용효율이 가장 좋았고, BUN량은 통계적으로 유의하게 (P0.05) 가장 낮았다. 이를 종합적으로 평가하면 쌀 식이군에서 methionine이 제1제한 아미노산이며, 그의 요구량은 최소한 0.1%의 첨가를 필요로 하고 있다.

표 3-3-13. 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인 실험 결과

	AIN93-M	쌀 + 0 % Met.	쌀 + 0.1 % Met.
Feed Intake, g/rat/d	23.5±2.1	23.7±2.5	25.3±3.1
Weight Gain, g/rat/d	3.7±1.1	4.3±1.3	5.1±1.6
Feed/Gain ratio	6.8±2.4	5.8±1.1	5.3±1.2
BUN, mg/dl	16.2±1.3 ^a	13.7±1.2 ^{ab}	12.1±0.7 ^b
Abdominal fat, % of body weight	1.5±0.1	1.1±0.1	1.4±0.1

7. 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인 대사실험

가. 실험 목적

대사 실험에 의해 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인하기 위한 것임.
 실험 방법: 실험 동물과 실험 식이는 실험 3에 사용된 것과 동일한 조건의 것을 사용하였다. 각 실험군에 3마리씩 배치하였고, 1주간 분뇨를 분리채취하였다.

나. 대사실험 결과

유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인을 위한 대사실험 결과는 표 3-3-14에서와 같다. 세 식이군에서 질소 섭취량, 질소 배설량, 질소 일반 소화율 및 질소 축적율에 유의한 차이는 보이지 않았다. 쌀 식이군의 질소 축적율 (42.2-43.3%)이 대조군 (32.4%)에 비해 더 좋게 나왔으나 유의한 차이가 인정되지 않았다.

표 3-3-14. 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인 대사실험 결과

	AIN93-M	쌀 + 0 % Met.	쌀 + 0.1 % Met.
질소총섭취량, mg/rat/d	488.1±97.9	575.8±76.1	562.5±50.3
질소배설총량, mg/rat/d			
분	51.8±8.0	62.0±6.8	57.3±7.1
뇨	274.3±49.6	262.3±21.7	266.6±32.0
분 + 뇨	326.1±56.3	324.4±23.2	323.9±32.8
질소소화율, %	89.3±1.0	89.2±1.1	89.8±1.4
질소축적율, %	32.4±3.4	43.3±2.1	42.2±2.8

유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산 확인을 위한 성장 실험과 대사실험 결과 제한 아미노산의 존재가 뚜렷하게 부각되지 않았다. BUN 함량에서 쌀+methionine (0.1%)군이 가장 낮았고 식이 이용효율도 가장 좋았으나 쌀+0% methionine 군에 비해 유의한 차이가 없었다. 이는 methionine의 첨가 수준이 충분하지 않았거나, 또는 쌀 식이내 함유황아미노산 함량이 거의 요구량에 충족되는 수준이었기 때문 일 수 있다. 그러나 methionine 0.1% 첨가는 일반적으로 무첨가에 비해 상당히 현저하게 첨가된 수준이라고 볼 수 있다. 따라서 여기서는 쌀 식이내 함유황아미노산의 함량이 충분했었다고 판단하는 것이 옳다고 본다.

본 실험에서와 같은 식이 배합표 조건에서 유지기 rat에서 쌀 식이의 제한 아미노산은 현저하지 않으며, 함유황아미노산의 요구량도 AIN93-M에서 제시된 것을 따르면 충분하다고 판단된다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 당초 연구 목표에 대한 연구결과의 달성도

주관 과제 : 혼합미를 이용한 米味 건강식단의 개발 및 기능성 평가

계획 당시	종료 시	달성도	비고
<ul style="list-style-type: none"> - 영양평가프로그램을 이용한 米味 건강식단의 개발 - 일반인을 대상으로 米味 건강식단의 효과 조사 	<ul style="list-style-type: none"> - 웹을 이용한 식단작성프로그램 및 米味 건강식단의 개발 - 米味건강식단이 건강에 미치는 영향 조사 	100% 이상	기존 영양평가프로그램의 경우 제한점이 많아 직접 웹을 이용한 식단작성프로그램을 개발함.

협동 과제 1: 혼합미를 이용한 米味 다이어트 제품 개발 및 기능성 평가

계획 당시	종료 시	달성도	비고
<ul style="list-style-type: none"> - 쌀의 종류에 따른 건강기능성 조사 - 米味 다이어트 제품 개발 및 체내 기능성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀의 종류가 체내 대사에 미치는 영향에 대한 동물실험 - 쌀을 이용한 다이어트 제품이 비만 여성의 체내 대사에 미치는 영향에 대한 임상실험 	100% 이상	혼합미와 백미 중심의 두 형태의 저열량식 식사대체식을 개발하여 기능성을 평가함.

협동 과제 2 : 실험동물용 쌀 표준식이 개발

계획 당시	종료 시	달성도	비고
<ul style="list-style-type: none"> - 대표 품종 쌀의 화학적 성분 및 에너지 함량 평가 - 쌀 식이의 제한 아미노산 및 주요 무기질 요구량(Ca, P) 조사 - AIN diet(93G, 93M)와 쌀표준식의 비교·확인 실험 	<ul style="list-style-type: none"> - 쌀의 영양 평가 및 에너지 측정 - 성장기 Ca, P의 이용·소화·축적을 조사 - 성장기 및 유기기 환경에서 쌀 표준식의 제한 아미노산 확인 대사 실험 	100% 이상	성장기 및 유기기 환경에서 쌀 표준식과 AIN diet와의 비교 실험 및 제한 아미노산 확인 대사 실험을 통하여 쌀표준식의 적합 여부를 조사함.

2. 연구평가의 착안점에 따른 연구목표 달성도

구 분	평가의 착안점 및 연구목표 달성도	
	착 안 사 항	달성도(%)
1차년도(2004년)	○ 米味건강식단 개발의 수준	100
	○ 쌀 종류별 기능성조사의 적절성	100
	○ 쌀의 영양가 평가 및 에너지 측정	100
2차년도(2005년)	○ 米味건강식단의 건강 기능성 판정실험의 적절성	100
	○ 개발된 쌀 다이어트 시제품의 체내 기능성 평가의 적절성	100
	○ 쌀 표준식이의 동물실험 적합성	100

3. 관련 분야의 기술 발전에의 기여도

- 쌀의 품종 개발 및 단편화된 가공기술에 대한 연구방향을 지양하고 체중조절 및 건강유지를 위해 농업, 식품공학, 영양학의 학제간의 신개념 소비자 중심의 쌀 연구기술 개발을 촉진할 수 있을 것이다.
- 쌀의 소비가 급감하고 있는 현실에서 쌀에 관한 임상결과를 제시함으로써 쌀의 건강기능성에 대한 홍보효과를 가져올 수 있으며 국민의 식생활 향상 및 건강유지에 기여할 수 있을 것이다.
- 기존의 식단의 경우 상품화 기술이 부족한 편이며 현실적으로 적용하기 어려운 점을 극복하고 체중조절 등 소비자의 요구에 맞으면서 실생활에 직접 적용 가능한 식단으로 유용하게 이용될 수 있을 것이다.
- 쌀 자체를 동결·건조하여 분말화하여 米味 다이어트 제품의 생산을 통하여 쌀

다이어트제품기술에서 다른 건강 보조 식품 혹은 기능성 식품으로 활용하는 데 있어 기본적인 자료로 제공할 수 있을 것이다.

- 쌀 다이어트제품의 개발 및 실용화연구를 통하여 외국의 건강기능식품개발기술의 모방을 지양하고 전통식품을 기본으로 한 우리 고유의 건강기능식품개발 및 해외 진출의 계기를 마련할 수 있을 것으로 기대한다.
- 우리나라 대표적인 쌀 품종의 영양성분을 분석하여 현재 국내에서 생산되는 쌀의 최신 영양 정보를 확보하게 되어 농업 진흥을 위한 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.
- 쌀 표준식이의 개발에 의해 기존의 동물실험에 비해 각종 영양소나 기능성 원료의 동물실험이 실제로 우리나라의 식생활 형태에 보다 근접한 조건에서 이뤄질 수 있게 되어 동물실험 결과의 적용이 현실화될 수 있을 것으로 기대한다.
- 쌀 표준식이의 정착여부에 따라 국내 실험동물 식이산업이 표준식이 생산의 주도적 역할을 담당하게 되리라 예상된다.
- 개발된 쌀 표준식이가 인체 실험 모델용 동물의 표준식으로 정착되면 국내 원료인 쌀이 활용되면서 기존 시판사료의 옥수수과 옥수수 전분을 대체하는 효과를 갖게 되는데, 현재 사료용 옥수수는 완전히 수입에 의존하고 있는 실정이므로 그의 대체 효과가 적지 않을 것으로 판단된다.
- 쌀에 관한 동물 및 사람 대상의 연구결과의 제시를 통하여 쌀에 대한 건강가치를 확립하며 쌀 소비의 중요성을 강조하며 쌀 개방으로 인한 농업의 위기를 해소하며 농민의 소득 증대 및 쌀 제품의 가공산업 발전에 이바지할 수 있을 것이다..

4. 학술발표 및 연구발표 실적

가. 학술발표

<주관과제>

번호	발표제목	발표 형태	발표자	학회명	연월일	국내/국제
1	체중조절을 위한 미미(米味) 건강식단 및 웹을 이용한 식단작성 프로그램 개발	포스터	김숙희 외	2005한국 영양학회 국제심포지움	2005. 11	

<협동과제 1>

번호	발표제목	발표 형태	발표자	학회명	연월일	국내/국제
1	현미와 흑미의 혼합미가 흰쥐의 체중, 식이효율, 장통과시간에 미치는 영향	포스터	김정연, 이상선	한국 영양학회	2005. 11	국내
2	현미와 흑미의 혼합미가 흰쥐의 체중, 식이효율, transit time에 미치는 영향	포스터	김정연, 이상선	한국 영양학회	2005. 11	국내
3	The effects of varied dietary grains on antioxidant status and lipid peroxidation in liver tissue of rats	포스터	김정연, 이상선	한국 영양학회	2006. 5	국내

4	The effect of low calorie meal substitutes with mixed rice and white rice on the reduction of body weight, blood lipid levels and antioxidant enzyme activities in obese Korean women	포스터	김정연, 이상선	International federation of home economics (IFHE)	2006. 7 (예정)	국제
---	---	-----	-------------	---	-----------------	----

나. 연구발표

<협동과제 1>

번호	발표제목	발표형태	발표자	학회명	연월일	국내/ 국제
1	The effects of mixture of brown and black rice on antioxidant status and lipid peroxidation in liver tissue of rats	research paper	김정연, 이상선	Annals of nutrition and metabolism	2006. 5 (in press)	국제
2	The effect of varied dietary grains on serum lipid profiles, transit time, and aorta histopathology in experimental rats	research paper	김정연, 이상선	International journal for vitamin and nutrition research	2006. 00 (투고)	국제

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

주관 과제 : 혼합미를 이용한 米味건강식단의 개발 및 기능성 평가

- 米味건강식단은 비만클리닉 및 인터넷의 영양상담 사이트에 유용한 영양정보로써 활용될 수 있으며 당뇨 및 고지혈 환자 및 체중 감량을 요구하는 사람에게도 활용될 수 있을 것이다.
- 비만환자, 당뇨 및 고지혈 환자의 체중감량 및 조절을 위해 혼합미를 이용한 식단에 활용할 수 있을 것이다.

협동 과제 1 : 혼합미를 이용한 米味다이어트제품 개발 및 기능성 평가

- 비만클리닉 등 비만환자의 체중감량 및 조절을 위해 혼합미를 이용한 米味 다이어트 제품을 활용할 수 있을 것이다.
- 혼합미(현미, 흑미)에 관한 동물 및 사람 대상의 연구결과의 제시를 통하여 쌀에 대한 건강 가치를 확립하며 쌀 소비의 중요성을 강조하며 쌀 개방으로 인한 농업의 위기를 해소하며 농민의 소득 증대 및 쌀 제품의 가공 산업 발전에 이바지하게 될 것으로 기대된다.
- 쌀의 소비가 급감하고 있는 현실에서 쌀에 관한 임상결과를 제시함으로써 쌀의 건강기능성에 대한 홍보효과를 가져올 수 있으며 국민의 식생활 향상 및 건강유지에 기여할 수 있을 것이다.

협동 과제 2 : 실험동물용 쌀 표준식이 개발

- 개발된 쌀 표준식의 활용과 정착을 위한 실증 연구가 필요하며 기존의 일관된 보충식이 제공에서 새롭게 국내 실험동물 (rat, mouse) 식이의 표준화가 추진되어야 할 것이다.
- 개발된 쌀 표준식의 경우 세계 각국의 쌀을 주식으로 한 사람을 위한 동물실험의 연구에 확대 적용할 수 있을 것이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학정보

쌀겨는 풍부한 식이섬유를 함유하고 있어 건강에 유익한 것으로 알려져 있으며 이에 의해 현대인에게 쌀겨를 덜 도정한 현미가 건강식품으로 각광받고 있다. 최근 미강유(rice bran oil)의 콜레스테롤 저하 효과가 보고되고 있어 쌀겨에 포함된 식이섬유 뿐 아니라 쌀겨 지방성분의 건강기능성이 밝혀지고 있다. 비교적 건강한 성인을 대상으로 총 지방 섭취의 1/3 정도를 미강유로 공급한 결과, 정상식사를 공급한 경우에 비해 혈중 총 콜레스테롤 수준이 유의적으로 감소하였으며, 특히 LDL-콜레스테롤 수준이 7% 감소한 것으로 나타났다($p < 0.0004$). (AJCN 81:64-68, 2005)

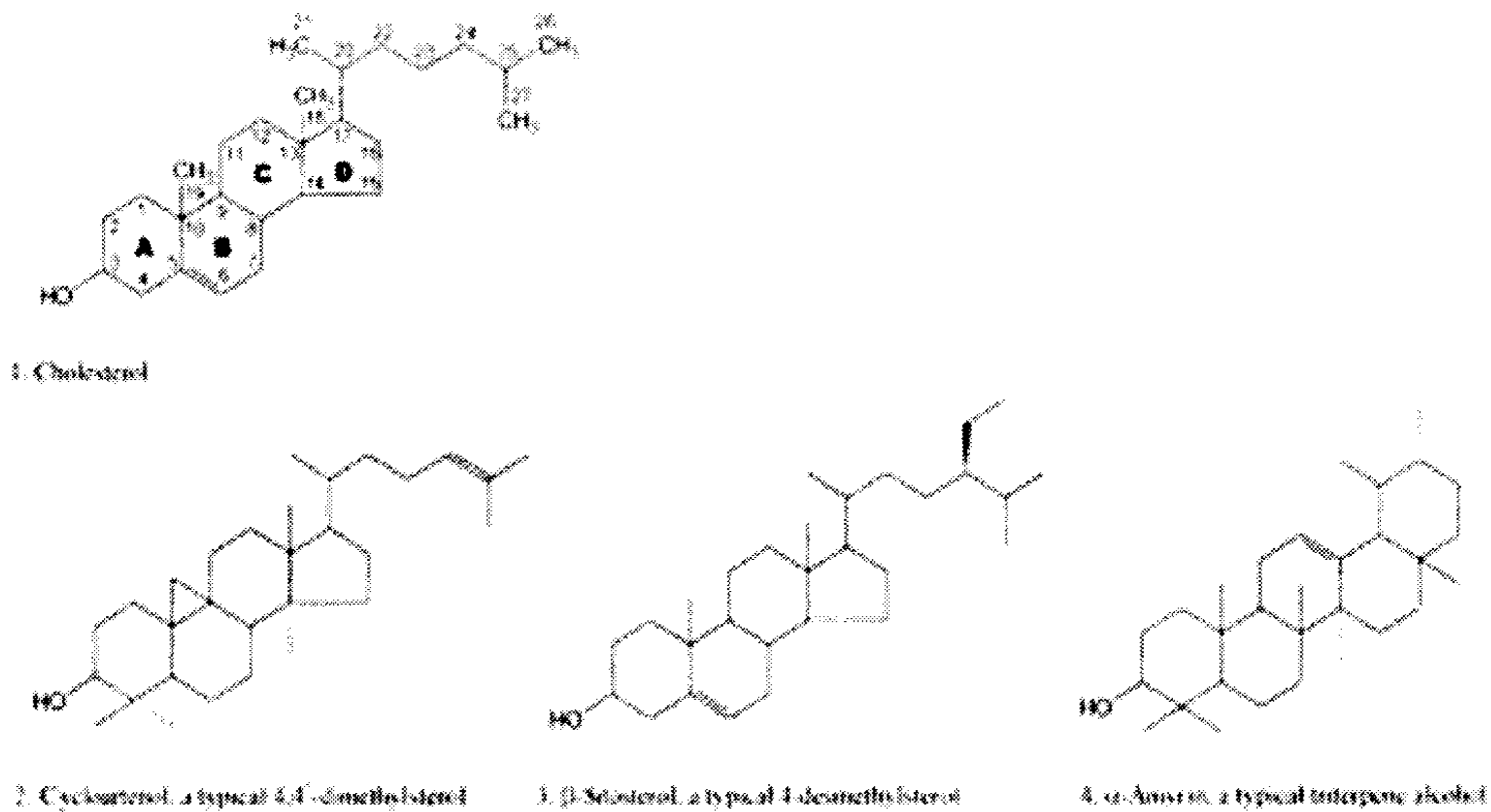


그림 6-1-1. 콜레스테롤과 식물성 스테롤 및 미강유의 triterpene alcohol 성분의 구조 비교

미강유의 식물성 스테롤 역시 혈중 콜레스테롤 저하효과가 있는 것으로 보고되고 있으며 이는 미강유의 스테롤이 β-sitosterol과 기타 4-desmethylsterol로 이루어져 있기 때문으로 생각된다. (AJCN 72:1510-1515, 2000)

쌀겨의 콜레스테롤 저하 효과는 쌀겨에 포함된 토코트리에놀(tocotrienol)과 관련이 있는데 토코트리에놀은 특히 HMG-CoA(3-hydroxy 3-methylglutaryl-coenzyme A) reductase를 억제시킴으로써 LDL-콜레스테롤 수준을 감소시키는 것으로 밝혀졌다. 쌀겨 중 토코트리에놀이 풍부한 부분(TRF₂₅)과 새로운 토코트리에놀(d-P₂₁-T3 and

d-P₂₅-T3)이 닭에서 혈중 콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 수준을 유의적으로 감소시켰다는 보고가 있으며, 유전적으로 고지혈증이 나타나는 돼지에서도 TRF₂₅, γ-토코트리에놀, d-P₂₁-T3 및 d-P₂₅-T3의 보충공급에 의해 콜레스테롤 및 지단백 조성이 변화되었다는 연구결과가 제시되었다.(*J.Nutr.* 131:223-230, 2001)

흑미가 생체 내 항산화능을 향상시키고 동맥경화의 예방에 도움이 된다는 연구결과가 있다. 토끼를 대상으로 고콜레스테롤혈증에 의한 동맥경화성 플라크(atherosclerotic plaque) 형성에 미치는 백미와 흑미의 차이를 조사한 결과, 흑미 공급군의 경우 백미 공급군에 비해 동맥경화성 플라크 형성이 66% 감소하였고(p<0.001), 동맥의 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine(8-OHdG) 수준도 유의적으로 감소한 것으로 나타났다. 또한, 혈중 malondialdehyde(MDA) 농도 및 대동맥의 MDA 수준 역시 흑미군에서 유의적으로 감소한 것으로 나타났다. 흑미의 동맥경화성 플라크 형성 억제 효과는 항산화능 및 항염증능 향상에 의한 것으로 보고 있다.(*J.Nutr.* 132:20-26, 2002)

표 6-1-1. 흑미와 백미 겨층의 성분 비교(100g당 기준)

성분	흑미	백미
단백질(g)	13.90	12.20
지방(g)	13.20	14.10
탄수화물(g)	47.36	50.95
수분(g)	9.80	7.96
식이섬유(g)	8.32	7.04
무기질(mg)	7420	7750
P	1694.10	1542.50
Ca	60.20	45.30
K	673.70	624.60
Mg	79.40	80.40
Na	2.11	4.35
Fe	16.46	6.30
Zn	8.96	4.92
Cu	1.49	0.91
Se	0.15	0.06
비타민(mg)		
티아민	2.30	1.20
리보플라빈	0.40	0.14
비타민 E	0.60	0.30
나이아신	21.00	13.00
플라보노이드(g)	6.40	1.17

자료: *J.Nutr.* 132:20-26, 2002

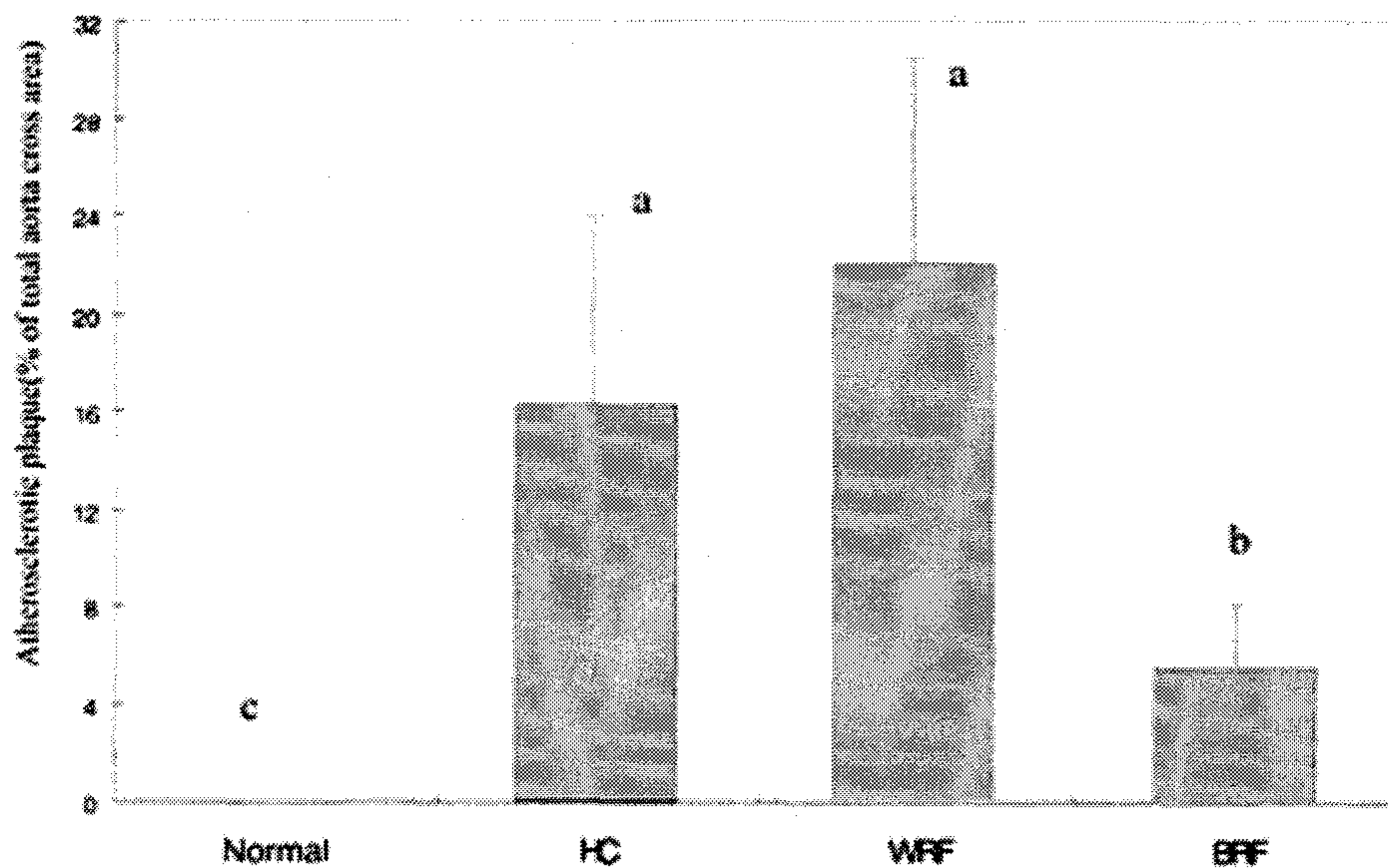


그림 6-1-2. 토끼 동맥의 동맥경화성 플라크 생성 비교

(Normal: 정상식이 공급, HC: 고콜레스테롤 식이 공급

WRF: 고콜레스테롤 식이+백미겨층, BRF: 고콜레스테롤 식이+흑미겨층)

abc : values within a column with different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$

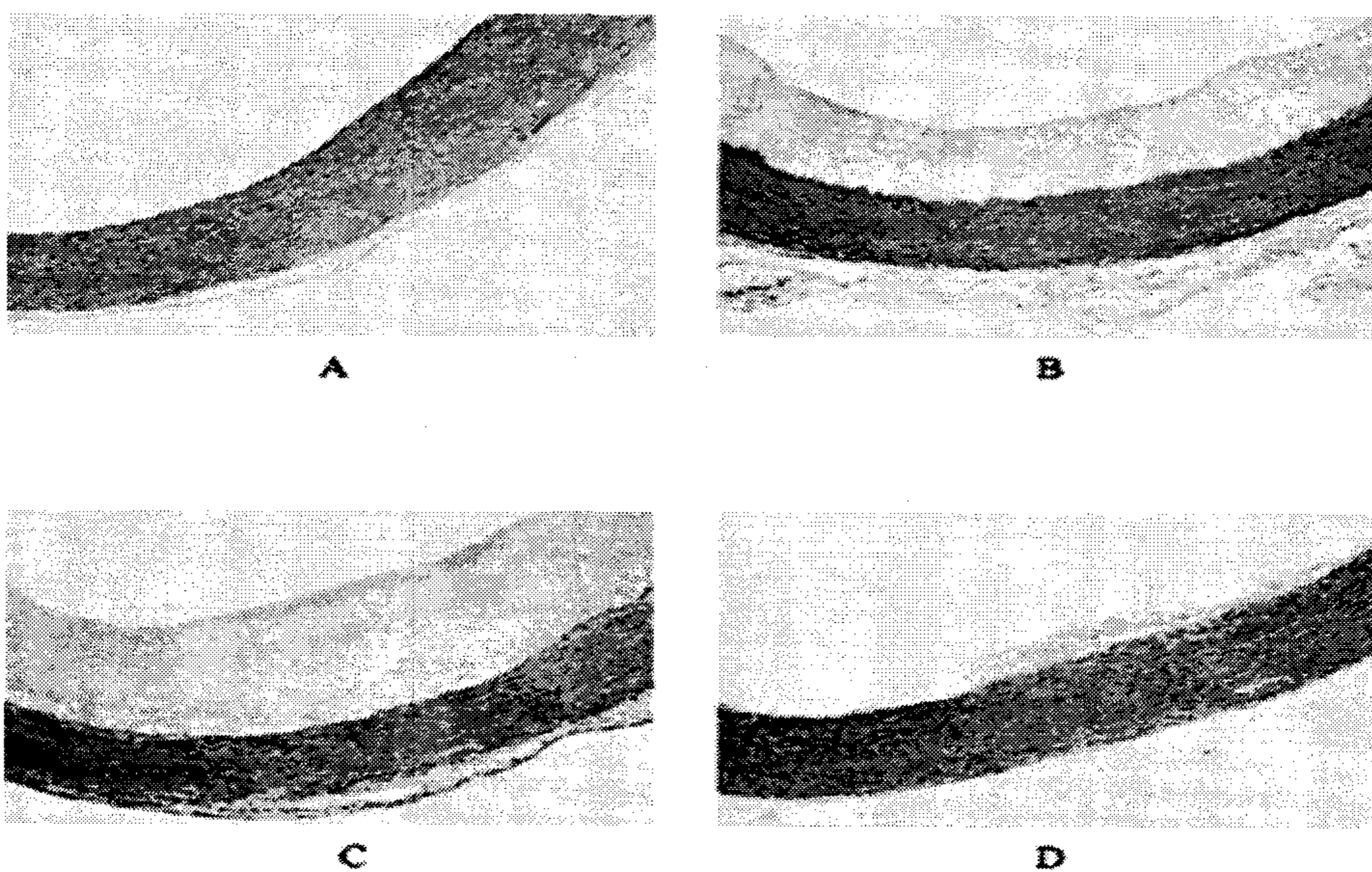


그림 6-1-3. 각 실험식이에 따른 토끼의 동맥단면부위

(A)Normal: 정상식이 공급, (B)HC: 고콜레스테롤 식이 공급

(C)WRF: 고콜레스테롤 식이+백미겨층, (D)BRF: 고콜레스테롤 식이+흑미겨층

또한, 적색미(red rice) 역시 동맥경화성 플라크의 형성을 감소시키는 것으로 보고되고 있다. 토끼를 대상으로 백미, 흑미 및 적색미의 효능을 비교해본 연구에서 흑미 및 적색미 공급군은 백미군에 비해 동맥경화성 플라크 형성부위가 50% 정도 감소되었고, 혈중 HDL-콜레스테롤 및 아포지단백 A-I 농도가 크게 높아졌다($p < 0.05$). 또한 간의 활성산소군(ROS)와 동맥의 MDA 수준이 유의적으로 감소하였으며, 간의 총항산화능(total antioxidative capacity;TAC) 및 적혈구 superoxide dismutase(SOD) 활성도 유의적으로 증가하였다. 따라서 적색미나 흑미의 섭취가 식이 콜레스테롤에 의한 동맥경화성 플라크 형성을 감소시키거나 더디게 하는 것으로 보이며, 위와 같은 기전에 의해 항동맥경화 효능이 나타나는 것으로 생각된다.(*J.Nutr.* 131: 1421-1426, 2001)

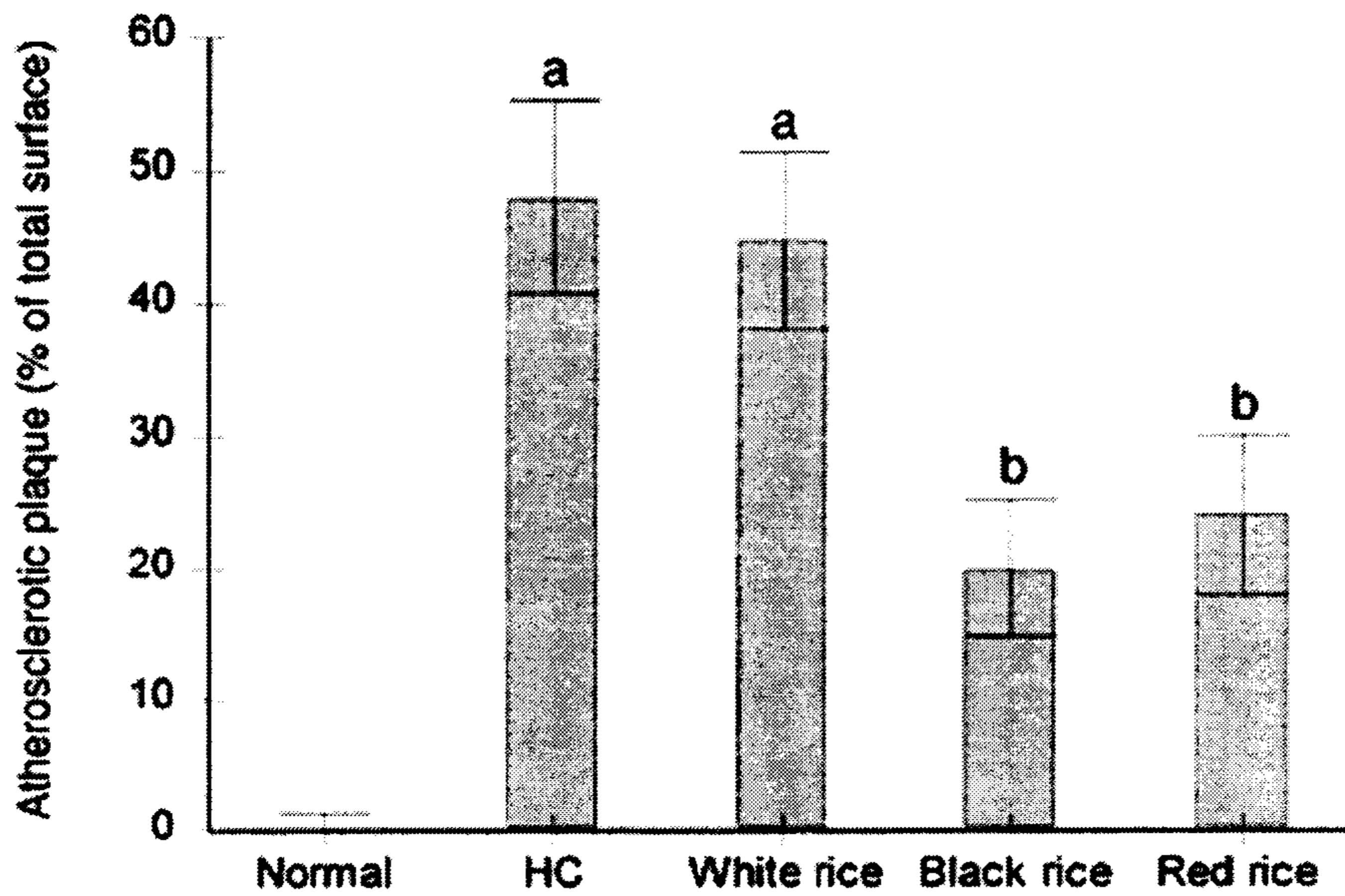


그림 6-1-4. 흑미와 적색미 공급시 동맥의 동맥경화성 플라크 발생 비교

abc : values within a column with different superscripts are significantly different at $\alpha = 0.05$

아포지단백 E가 결핍된 마우스에서도 흑미가 동맥경화성 플라크 형성을 막는 효과를 냈다는 보고가 있으며, 흑미의 색소부분이 CD4+T림프구 발현을 감소시키고 ($p<0.05$), nitric oxide synthase 합성율을 낮추는 것으로 나타나($p<0.05$) 흑미가 산화적 스트레스 및 염증반응을 감소시키는데 기여하는 것으로 보고 있으며, 콜레스테롤 축적을 개선시킴으로써 동맥경화 발생을 억제시킨다고 결론짓고 있다.(*J.Nutr* 133:744-751,2003)

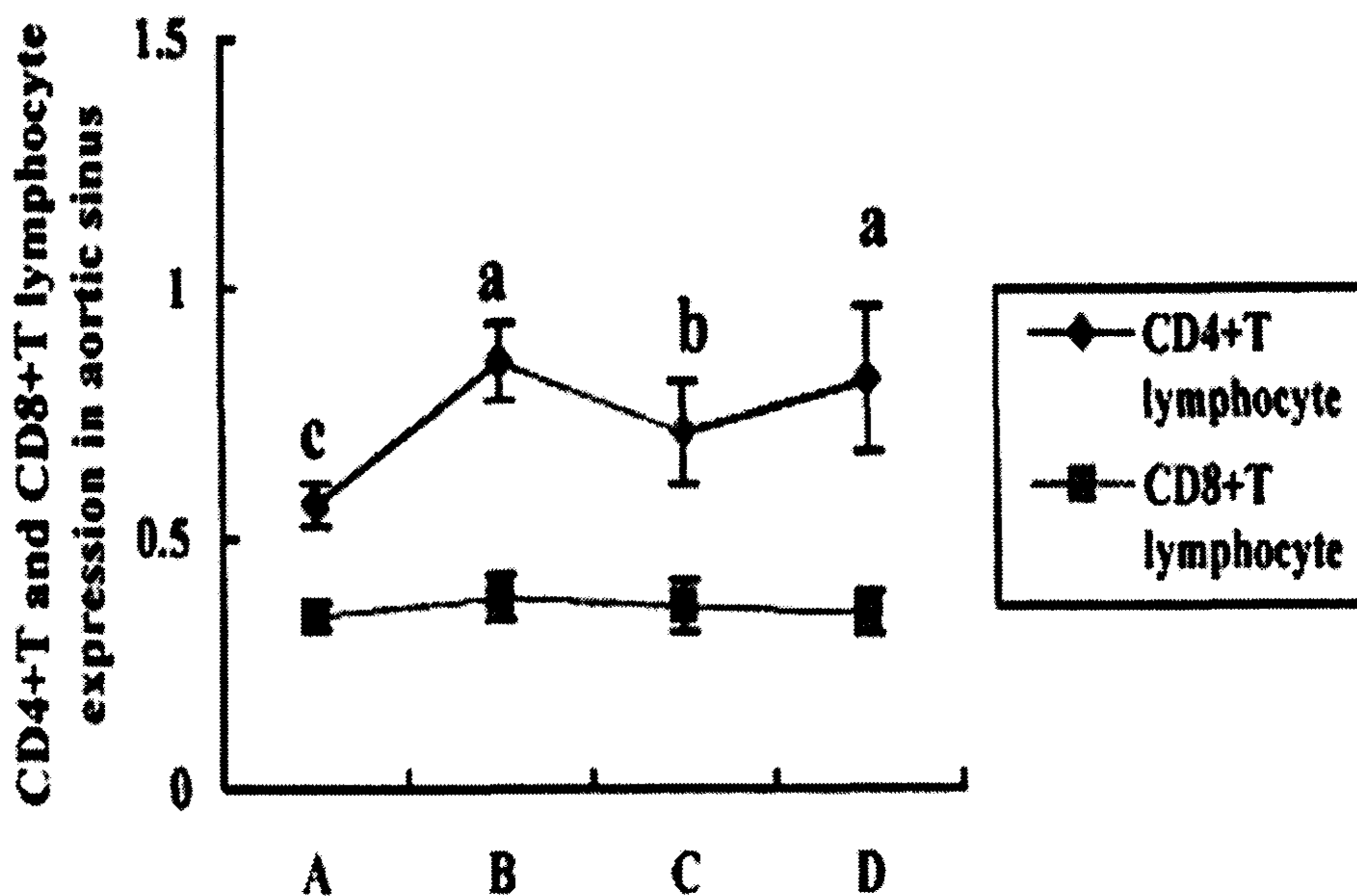


그림 6-1-5. 아포E 결핍 마우스를 대상으로 흑미와 백미 공급 후 동맥의 T-림프구 발현 비교

(A:정상군(AIN-93G diet), B:아포E 결핍+AIN-93G diet

C:아포E 결핍+AIN-93G diet+흑미, D:아포E 결핍+AIN-93G diet+백미)

abc : values within a column with different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$

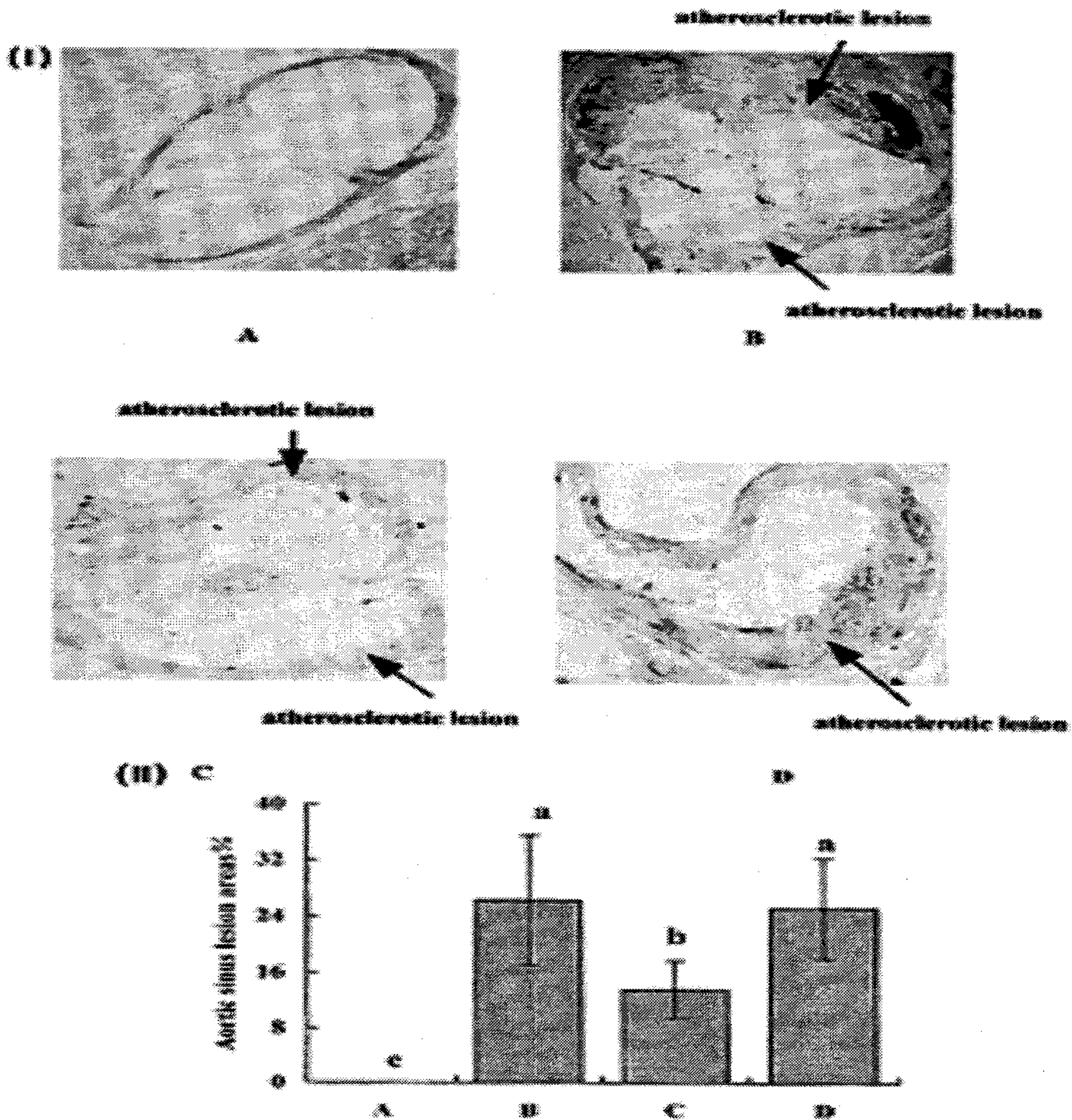


그림 6-1-6. 동맥만곡부위의 지방 축적(I) 및 동맥경화 발생부위(II) 비교

(A:정상군(AIN-93G diet), B:아포E 결핍+AIN-93G diet

C:아포E 결핍+AIN-93G diet+현미, D:아포E 결핍+AIN-93G diet+백미)

abc : values within a column with different superscripts are significantly different at $\alpha=0.05$

현미의 대표적인 건강기능성으로 변비 해소를 들 수 있다. 실제로 한 연구에서 흰 쌀밥에 현미를 첨가하여 돼지에게 공급하였더니 장 내용물의 증가와 함께 장에서 발생하는 단쇄지방산(short chain fatty acid;SCFA)의 생성이 높아졌는데 이는 쌀 전분으로 인한 것이기보다는 현미의 효과로 볼 수 있었다.(*J.Nutr* 130:1780-1787, 2000)

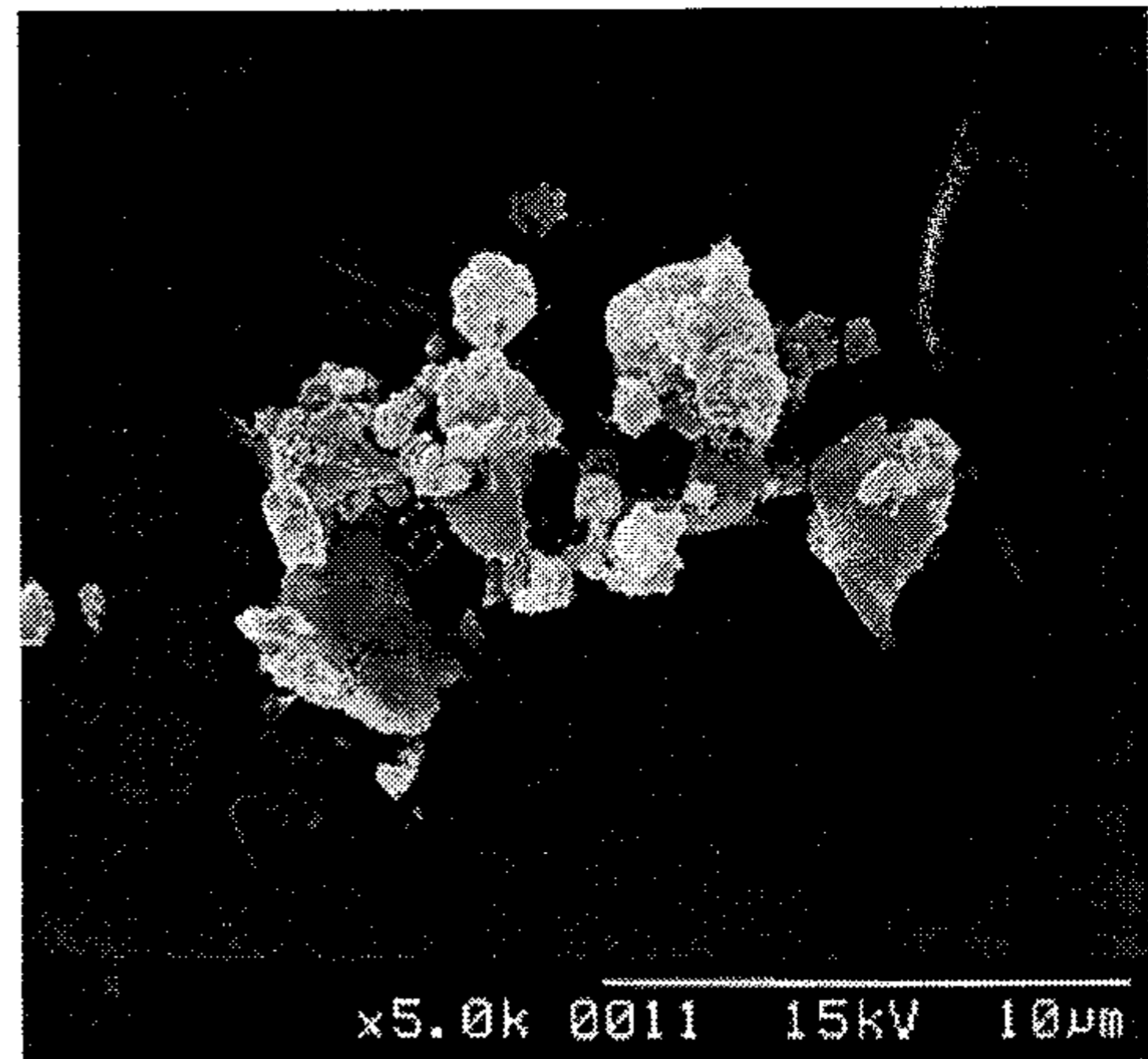
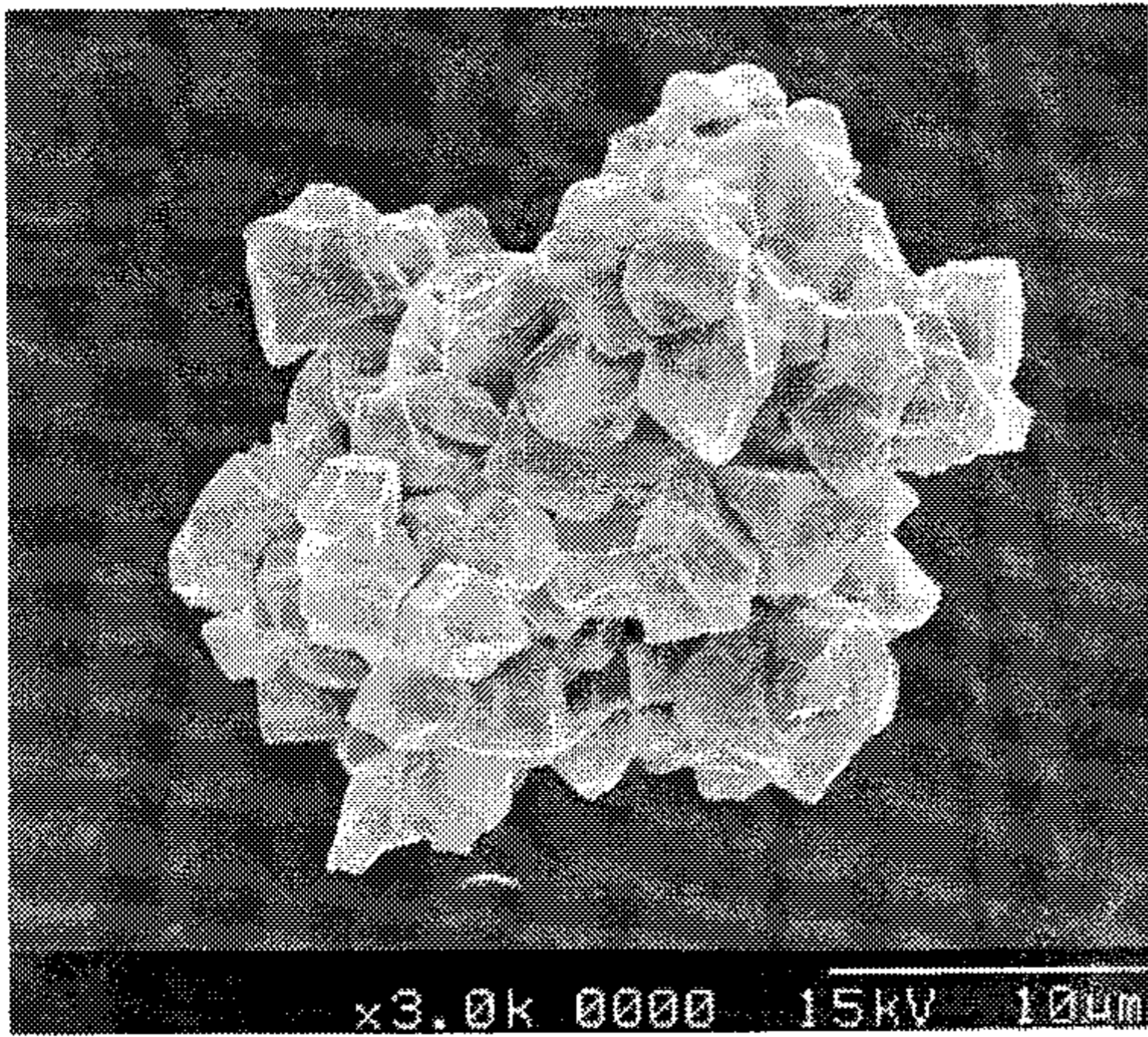


그림 6-1-7. 쌀 전분(左)과 변에서 채취한 소화되지 않은 쌀 전분(右)

최근 골든라이스(golden rice)가 개발되어 개발도상국의 식량 영양문제를 해결하기 위해 노력하고 있다. 쌀은 지구상의 수백만 인구의 기본 식량이지만 대부분 쌀겨를 제거한 배유 부분만을 섭취하고 있어 쌀겨에 풍부한 비타민, 무기질 등 필수영양성분이 결핍되기 쉬운 실정이다. 이에 유전공학적으로 쌀 배유부분에서 β -카로틴 합성이 가능하도록 phytoene synthase, phytoene desaturase, ξ -carotene desaturase, lycopene β -cyclase 등의 식물효소들을 유전자재조합시켜 개발하였다. 골든라이스를 통해 도정한 쌀을 이용하면서도 비타민 A 결핍이 예방될 수 있어 쌀을 주식으로 하는 많은 국가들에 도움이 될 것으로 보이나 보급확대에 대한 노력이 필요하겠다.(*J.Nutr* 132:506S-510S, 2002)

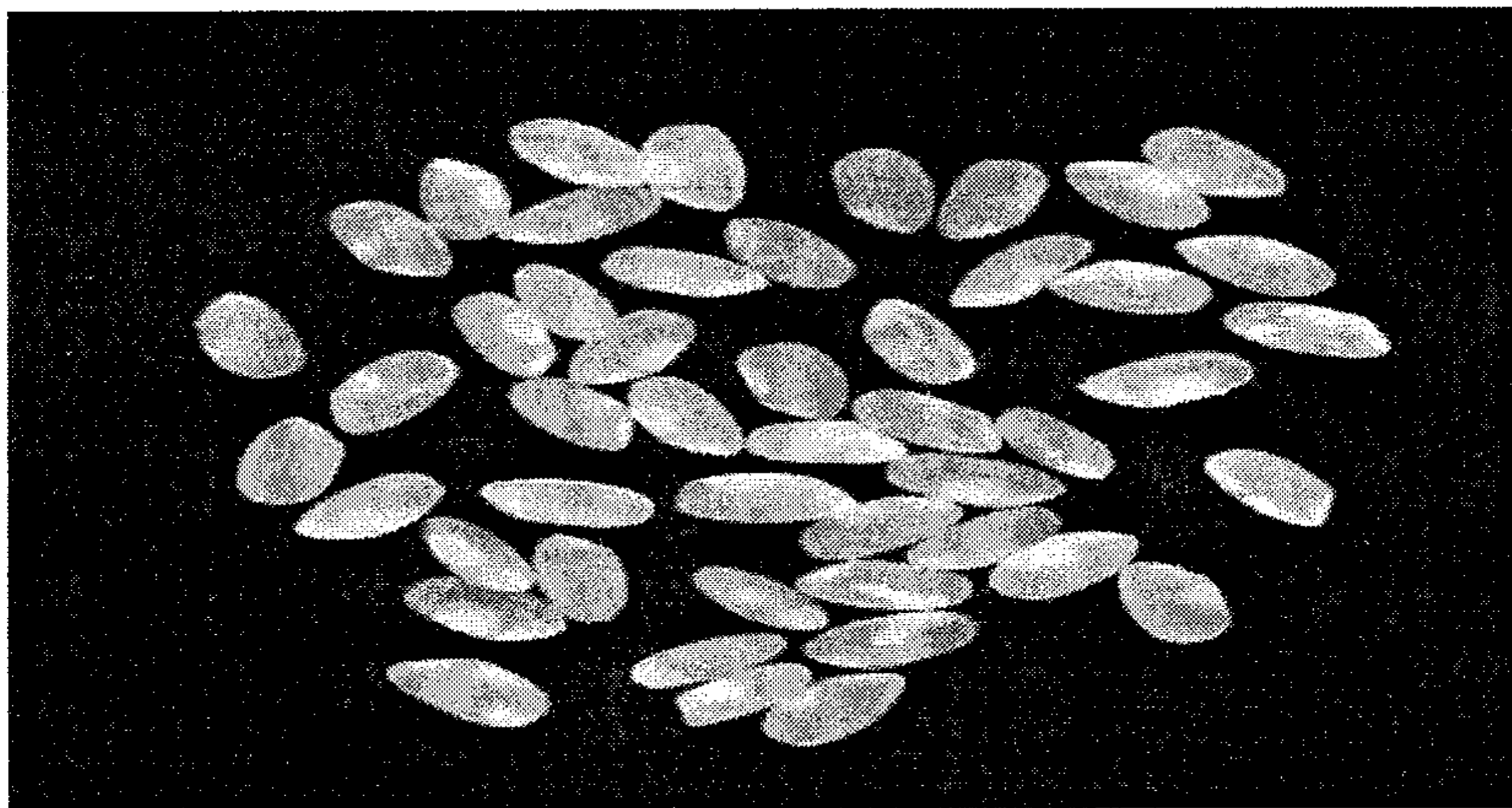


그림 6-1-8. 골든라이스 신품종

또한, 일반 쌀에 비해 400-500% 이상 철분 함량이 높은 철분 강화 쌀이 개발되었으며, 이를 통해 체내 철분 영양상태가 향상되었다는 연구보고가 있다. 전세계적으로 철분 결핍이 만연하고 있는 현 상황에서 이처럼 새로운 품종의 쌀 개발을 통해 식사 내용의 변화 없이 효과적으로 미량영양소의 공급이 가능하게 되어 개발도상국의 식량 문제 해결에 크게 기여하고 있다.(J. Nutr 135 : 2823-2830, 2005)

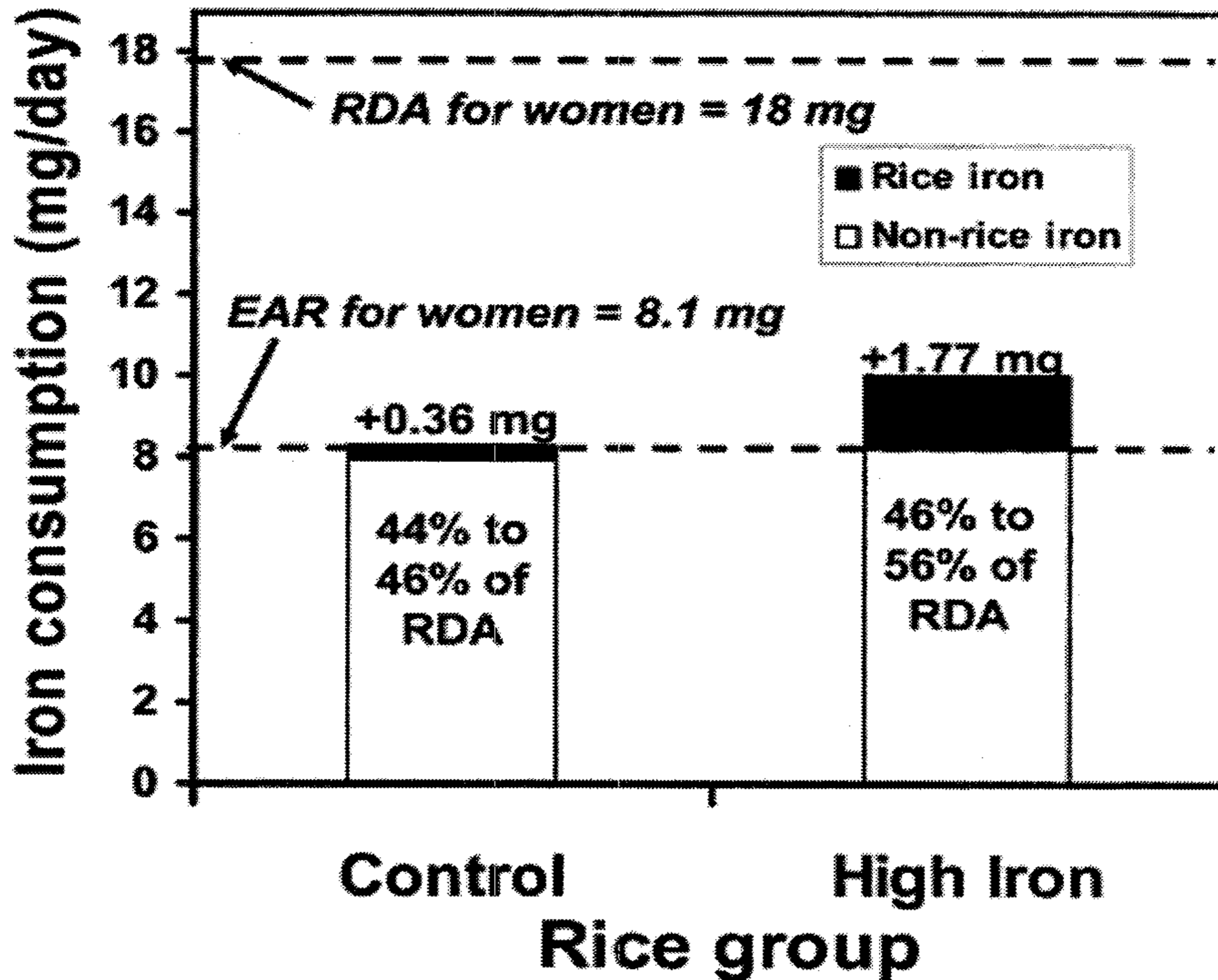


그림 6-1-9. 필리핀 여성의 1일 철분 섭취량 및 쌀에서 공급되는 철분의 양 비교
(Control:일반미 섭취군, High Iron:철분강화미 섭취군)

한편, 돼지나 닭 사육농가에서는 생산성 향상을 위해 일반적으로 사료에 항생제를 첨가하고 있는데 최근 유전자 재조합 기술을 통해 락토페린(lactoferrin) 또는 라이소자임(lysozyme) 발현이 가능한 쌀을 개발하였다는 연구보고가 있다.(J.Nutr 132:1214-1218, 2002) 따라서 동물 사료로 락토페린(또는 라이소자임) 쌀을 이용할 경우 항생제를 따로 보충시킬 필요가 없어 그동안 문제시되어왔던 항생제 남용에 따른 인체의 피해를 경감시킬 수 있을 것으로 보인다.

제 7 장 참고문헌

주관 과제 : 혼합미를 이용한 米味건강식단의 개발 및 기능성 평가

- 김미경, 백주은, 쌀과 보리의 식이 섬유가 흰쥐의 지방 및 Cadmium 대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 30(3): 252-265, 1997
- 대한비만학회, 임상 비만학, 고려의학, 1995
- 박동규, WTO/DDA 이후 양정방향, 브랜드별 쌀 유통실태발전방향세미나, 2003.12.15
- 박양자, 이영선, Suzuki Hiramitsu. 울무쌀이 쥐의 혈장콜레스테롤 및 지질대사에 미치는 영향. 한국영양학회지 21(2): 88-98, 1988
- 보건복지부, 2001년도 국민건강영양조사, 2002
- 보건복지부, 서울대학교 보건대학원, 한국인 비만의 역학적 특서에 따른 비만 관리 전략개발연구, 2000
- 이종호, 장양수, 박현영, 김오연, 유하정, 채지숙. 비만한 중년 남성에서 열량 제한과 운동을 통한 체중 감소의 효과. 대한비만학회지 8(2): 154-163, 1999
- 조정구, 비만과 체중감량. 대한비만학회지 9(1): 48-54, 2000
- 최문정, 전향숙, 최은미, 황재관. 아라비노자일란의 식품 및 생리 기능성, 식품과 산업. 35(2): 21-30, 2002
- 한국식품영양재단 연구보고서-초등학생의 생활환경과 식생활 요인이 비만도에 미치는 영향, 2002
- 한국영양학회, 한국인 영양권장량 제 7개정판, 2000
- 한국영양학회, 한국인 영양섭취기준(Dietary reference intakes for Koreans), 2005
- 황재관, 면역활성, 다당류 아라비노자일란. 국민영양, 25(3): 24-29, 2002
- Biggs HG, Erikson TM, Moorehead WR. A manual colorimetric assay of triglycerides in serum. Clin Chem 21: 437-441, 1975
- Cheruvanky R. Bioactivities in rice bran and rice bran oil. In: Phytochemicals as bioactive agents. Technomic Publishing Co, Lancaster PA, USA, 2003
- Choi HC, Oh SK. Diversity and function of pigments in colored rice. Korean J Food Crop Sci 23: 1-9, 1996

- Fiske CH, Subbarow Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J Biol Chem* 66: 375-400, 1925
- Folch J, Less M, Sloanestanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509, 1957
- Genest J. Nutritional management of hypertension: past, present, and future. *Can J Physiol Pharmacol* 64: 836-839, 1986
- Giugliano D. Dietary antioxidants for cardiovascular prevention. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 10:38-44, 2000
- http://usembassymalaysia.org.my/wf/wf1103_yearofrice.html
- http://usembassymalaysia.org.my/wf/wf1103_yearofrice.html
- http://www.maf.go.kr/asp/05_data/data01_0403.asp
- <http://www.ricediet.com>
- <http://www.ricedietprogram.com>
- <http://www.ssali.co.kr>
- <http://yesandong.com/nongmin/nabausal/etc/salhealth/html>
- Kikuzaki H, Horose K, Akiyama K, Taniguchi H. Antioxidant properties of ferulic acid and its related compounds. *J Agric Food Chem* 50(2): 2161-2168, 2002
- Reeves PG. Components of the AIN-93 diets as improvement in the AIN-76 diets. *J Nutr* 127: 838S-841S, 1997
- Rukmini C, Raghuram TC. Nutritional and biochemical aspects of the hypolipidemic action of rice bran oil: a review. *J Am Coll Nutr* 10: 593-601, 1991
- Sarma AD, Sreelakshmi Y, Sharama R. Antioxidant ability of anthocyanins against ascorbic acid oxidation. *Phytochemistry* 45: 671-674, 1997
- Satue-Gracia MT, Heinone M, Frankel EN. Antocyanins as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin liposome systems. *J Agric Food Chem* 45: 3362-3367, 1997
- Serdula MK, Williamson DF, Anda RF, Levy A, Heaton A, Byers T. Weight control practice in adults—results of multistage of telephone survey. *Am J Public Health* 84(1): 1821-1824, 1994

- Sugano M, Koba K, Tsuji E. Health benefits of rice bran oil. *Anticancer Res* 19: 3651-3658, 1999
- Zlatkis A, Zak B. Study of a new cholesterol reagent. *Analy Biochem* 29: 143-148, 1969
- ごはんで作る健康な体, ごはんの持つパワーを探る, 2000
- 한국인을 위한 국민건강식단 개발, 보건복지부, 2003
- 우리나라 농산물의 소비증진 및 수급안정을 위한 소비실태 분석 및 영양가치 정보 데이터베이스 구축, 한국식품영양재단, 2004
- Asaf A. Qureshi, David M. Peterson, Judith O. Hasler-Rapacz and Jan Rapacz. Novel tocotrienols of rice bran suppress cholesterologenesis on hereditary hypercholesterolemic swine. *J. Nutr* 131 : 223-230, 2001
- Marlene M Most, Richard Tulley, Silvia Morales and Michael Lefevre. Rice bran oil, not fiber, lowers cholesterol in humans. *Am J Clin Nutr.* 81 : 64-68, 2005
- Leanne N, Twomey, David W. Pethick, James B. Rowe, Mingan Choct, John R. Pluske, Wendy Brown and Maria C. Laviste. The use of sorghum and corn as alternatives to rice in dog foods. *J. Nutr* 132 : 1704S-1705S, 2002
- Jere D. Haas, John L. Beard, Laura E. Murray-Kolb, Angelita M. del Mundo, Angelina Felix and Glenn B. Gregorio. Iron-biofortified rice improve the iron stores of nonanemic Filipino women. *J. Nutr.* 135:2823-2830, 2005
- Peter Beyer, Salim Al-Babili, Xudong Ye, Paola Lucca, Patrick Schaub, Ralf Welsch and Ingo Potrykus. Golden Rice : Introduction the β -carotene biosynthesis pathway into rice endosperm by genetic engineering to defect vitamin A deficiency. *J. Nutr* 132 : 506S-510S, 2002
- Hsing-Hhsien Cheng and Ming-Hoand Lai. Fermentation of resistant rice starch produces propionate reducing serum and hepatic cholesterol in rats. *J. Nutr* 130 : 1991-1995, 2000
- Min Xia, Wen Hua Ling, Jing Ma, David D. Kitts and Jerzy Zawistowski. Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in apolipoprotein E deficient mice. *J. Nutr* 133 : 744-751, 2003
- Wen Hua Ling, Qi Xuan Cheng, Jing Ma and Tong Wang. Red and black rice

- decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. *J. Nutr* 131 : 1421-1426, 2001
- Wen Hua Ling, Lin Llin Wang and Jing Ma. Supplementation of the black rice outer layer fraction to rabbits decrease atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. *J. Nutr* 132 : 20-26, 2002
- Mand N Visers, Peter L Zock, Gert W Meijer and Martijin B Katan. Effect of plant sterols from rice bran oil and triterpene alcohols from sheanut oil on serum lipoprotein concentrations in humans. *Am J Clin Nutr* 72 : 1510-1515, 2000
- Asaf A. Qureshi, Winston A. Salser, Rupal Parmar and Eugene E. Emeson. Novel tocotrienols of rice bran inhibit atherosclerotic lesions in C57BL/6 ApoE-deficient mice. *J. Nutr* 131 : 2606-2618, 2001
- Laura E. Murray-Kolb, Fumio Takaiwa, Fumi Takaiwa, Fumiyuki Goto, Toshihiro Yoshihara, Elizabeth C. Theil and John L. Beard. Transgenic rice is a source of iron for iron-depleted rats. *J. Nutr* 132 : 957-960, 2002
- Brooke D. Humphrey, Ning Huang and Kirk C. Klasing. Rice expressing lactoferrin and lysozyme has antibiotic-like properties when fed to chicks. *J. Nutr* 132 : 1214-1218, 2002
- Anthony R. Bird, Takashi Hayakawa, Yustinus Marsono, James M. Gooden, Ian R. Record, Raymond L. Correll and David L. Topping. Coarse brown rice increases fecal and large bowel short-chain fatty acids and starch but lowers calcium in the large bowel of pigs. *J. Nutr.* 130 : 1780-1787, 2000
- Emile G. Bliznakov. More on the Chinese red-yeast-rice supplement and its cholesterol-lowering effect. *AJCN* 71 : 152-157, 2000
- Meri Stratton-Phelps, Robert C. Backus, Quinton R. Rogers and Andrea J. Fascetti. Dietary rice bran decreases plasma and whole-blood taurine in cats. *J. Nutr.* 132 : 1745S-1747S, 2002

협동 과제 1 : 혼합미를 이용한 米味다이어트제품 개발 및 기능성 평가

- 대한비만학회. 1995. 임상 비만학. p.387-388. 고려의학, 서울.
- 이규래, 이득주, 한인권. 1995. 비만치료에 있어서 초절식이 및 병합요법의 비교. 대한 비만학회지 4:70-80
- 이규래. 1996. 부분절식 및 약물 병행요법의 효과. 대한비만학회지 5(2) 49-51.
- 이득주, 한인권, 이규래 등. 1994. Balanced low calorie diet이 체중감량 및 비만관련 위험인자에 미치는 영향. 대한비만학회지3:76
- 하태열, 김나영. 2003. 현미를 주원료로 한 생식이 과체중/비만 여성의 비만도와 혈액 성분에 미치는 영향. 한국영양학회지 36(2):183-190.
- American Dietetic Association. 1997. Position of the American Dietetic Association: weight management. J Am Diet Assoc 97:71-74.
- Anderson T , Backer OG, Stokholm DH, Quaade F. 1984. Randomized trial of diet and gastroplasty compared with diet alone in morbid obesity. N Engl J Med 310:352-356.
- Ashley JM, St Jeor ST, Schrage JP, et al. 2001. Weight control in the physical's office. Arch Int Med 151:1599-1604.
- Ayyad C, Andersen T. 2000. Long-term efficacy of dietary treatment of obesity : a systematic review of studies published between 1931 and 1999. Obes Rev 1:113-119.
- Cha BR, Chae JS, Lee JH, Jang YS, Lee JH, Son JW. 2003. The effect of a potential antiobesity-supplement on weight loss and visceral fat accumulation in overweight women. Kor J Nutr 36: 483-490.
- Dattilo AM, Kris- Etherton PM. 1992. Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a metaanalysis. Am J Clin Nutr 56:320-328.
- Field AE, Coakley EH, Must A, Spadano JL, Laird N, Dietz WH, Rimm E, Colditz GA. 2001. Impact of overweight on the risk of developing common chronic disease during a 10 year. Arch Intern Med 161: 1581-1586.
- Hellström L, Rössner S, Hagström-Toft E, Reynisdottir S. 1997. Lipolytic catecholamine resistance linked to alpha 2-adrenoceptor sensitivity: a metabolic predictor of weight loss in obese subjects. Int J Obes Relat Metab Disord 21:314-320.

- Howard AN. The historical development, efficacy and safety of very low calorie diets. 1981. *Int J Obes* 5:195-208.
- Kae SH. 2001. Patterns of body weight and diet for Korean 1998 National Health and Nutrition Survey-Proceeding for Korean Community Nutrition. Society spring conference, p7-28.
- Kim MK, Won EJ. 1984. Effects of feeding polished or brown rice diet with different kinds of lipids on the metabolism in rats. *Kor J Nutr* 17:154-162.
- Lee BG, Lee KR, Park MH. 2002. Short-term weight management using meal replacements. *J Kor Soc Study Obesity* 11: 131-140.
- Ling WH, Wang LL, Ma J. 2002. Supplementation of black rice outer layer fraction to rabbits decreases atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. *J. Nutr.* 132:20-26.
- Ling WH. 2001. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. *J. Nutr.* 131:1421-1426.
- Kissebah AH, Vydelingum N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, Adams PW. 1982. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 54:254-260.
- Ministry of Health and Welfare. 2000. Report on 1998 National Health and Nutrition Survey.
10. Miura J, Arai K, Tsukahara S, Ohno M, Ikeda Y. 1989. The long term effectiveness of combined therapy by behavior modification and very low caloric diet: 2 years follow-up. *Int J Obes* 13:73-77.
- Pi-Sunyer FX, Maggio CA, McCarron DA, et al. 1999. Multicenter randomized trial of a comprehensive prepared meal program in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 22: 191-197.
- Rhee CO, Song SJ, Lee YS. 2000. Volatile components in cooking black rice. *Korea J Food Sci Technol* 32:1015-1021.
- Rössner S, Flaten H. 1997. VLCD versus LCD in long-term treatment of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 21:22-26.
- Schlessman JJ. 1982. Case-control studies. Oxford University press, Oxford. New York.
- Sikand G, Kondo A, Foreyt JP, Jones PH, Gotto AM Jr. 1988. Two year follow-

- up of patients treated with a very low calorie dieting and exercise testing. *J Am Diet Assoc* 88:487-488.
- Summerbell CD, Watts C, Higgins PT, Garrow JS. 1998. Randomized controlled trial of novel, simple, and well supervised weight reduction diets in outpatients. *Br Med J* 317:1487-9.
- Van Gaal LF. 1978. Dietary treatment of obesity. In: Bray GA, Bouchard C, James WPT, eds. *Handbook of obesity*. New York, NY: Marcel Dekker, 875-890.
- Wing RR, Marcus MD, Salata R, Epstein LH, Miaskiewicz S, Blair EH. 1991. Effects of a very low-calorie diet on long-term glycemic control in obese type 2 diabetic subjects. *Arch Intern Med* 151:1334-1340.
- Wadden TA, Sternberg JA, Letizia KA, Stunkard AJ, Foster GD. 1989. Treatment of obesity by very low caloric diet, behavior therapy, and their combination: a five-year perspective. *Int J Obes* 13:39-46.
- Won Il Park, et al. 2002. Effect of a traditional Korean very-low-calorie diet on obese patients. *Korean Journal of Medicine* 62(3):250-257.
- Wim HM. 2001. Very-low-calorie Diets and Sustained Weight Loss. *Obes Res* 9(4):295-301.

협동 과제 2 : 실험동물용 쌀 표준식이 개발

- AOAC. 2002. *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17th ed.). AOAC International. Maryland.
- Gropper SS, Smith JL, Groff JL. 2005. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Thomson Wadsworth, Belmont.
- NRC. 1995. *Nutrient requirements of laboratory animals* (4th rev. ed.). National Academy Press. Washington D.C.
- Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC Jr. 1993. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr*. 123:1939-1951.