

**강원지역 특산물인 메밀을 이용한
비만 치료 기능성식품개발**

**Development of anti-obesity functional food
using buckwheat produced
at Gang-Won region**

한림성심대학

과 학 기 술 부

제 출 문

과 학 기 술 부 장 관 귀 하

본 보고서를 “강원지역 특산물인 메밀을 이용한 비만 치료
기능성식품개발에 관한 연구” 최종보고서로 제출합니다.

2004 년 9 월 3 일

- 주관연구기관명 : 한림성심대학
- 연구기간 : 2001. 7. 5 ~ 2004. 9
- 주관연구책임자 : 권 태 봉
- 참여연구원
 - 연구원 : 정 동 수
 - 연구원 : 박 성 진
 - 연구원 : 용 준 형
 - 연구원 : 김 진 아
 - 연구원 : 선 우 정

감사의 글

본 지역기술용역과제가 수행될 수 있도록 연구비를 지원해 주신 대한민국 과학기술부와 강원도 지식산업과 관련 공무원들과 참여기업으로 협력해주신 강원 P&B 김성범 대표이사과 김동수 상무이사께 감사를 드립니다.

본 연구에 참여하여 최선을 다해주신 김진아 연구원과 다른 연구원들께 깊이 감사드립니다.

이 연구가 마무리 될 수 있도록 연구를 도와주신 강원대학교 김종대 교수님, 한림대학교 강영희 교수님, 동물실험을 도와 주신 가축위생시험소 정동수 과장님과 김상만 연구원과 다른 모든 분들께 감사 드립니다.

항상 제때에 시약을 공급하여 연구가 원활하게 진행되도록 도와주신 승원과학 유명렬 사장님과 일신과학의 김경태 사장님, 춘천가축약품 임환 사장님, 김동조 돼지농장 사장님께 깊이 감사 드립니다.

연구지원에 최선을 다해주신 한림성심대학의 학장님과 관련 직원들에게 진심으로 감사를 드립니다.

연구의 부족한 이론적 배경을 연로하심에도 불구하고 늘 정열적으로 토론하시며, 가르쳐 주신 대한민국 학술원 자연과학부 주진순 회장님께 진심으로 감사를 올립니다.

항상 새로운 아이디어를 공급해 주신 하나님께 감사와 영광과 이 연구를 드립니다.

2004. 9. 18.

지역기술개발용역사업 연구 책임자 권 태 봉 올림

요 약 문

1. 제목

강원지역 특산물인 메밀을 이용한 비만치료기능성 식품개발

2. 연구개발 목적 및 중요성

건강기능성식품으로서 비만을 해결 할 수만 있다면 이것은 세계적으로 획기적인 연구 결과가 될 것이다. 본 연구는 강원도의 향토 농산물인 메밀을 이용하여 비만을 억제하는 비만 기능성 건강식품의 제조 개발에 관한 연구이다. 비만은 현재 세계적으로 중요한 질병이며 특히 경제적 발전 속도가 빠른 선진국에서 가장 문제가 되고 있다. 우리나라에서도 최근 비만 환자가 점차 증가하고 있으며 시급히 해결해야하는 중요한 문제이다. 비만은 어린이로부터 시작하는 소아 비만과 청소년 비만은 성인 비만이 되기 쉬우며 체력, 특히 전신 지구력의 저하를 동반한다. 성인에 있어서 비만은 당뇨병, 고혈압, 동맥경화, 심장병, 암 등의 합병증을 유발하는 원인이 되고 있으므로 더욱 중요한 질병이 되고 있다. 최근에는 이들 성인병으로 알려진 모든 질병들이 대사증후군 또는 syndrom X 라고 하여 비만이 그 원인인 것으로 알려지고 있다. 이와 같이 비만은 비만 자체도 문제지만 기타 다른 질병의 원인이 되고 체중이 30%를 초과하면 사망률이 6배에 이르므로 예방과 치료에 많은 노력을 해야 한다. 현재 우리나라의 비만 식 시장 규모는 약 8000억 원에 이르고 있으며, 세계의 비만치료제 시장 규모는 2001년 13억 달러 이었으며 매년 20% 이상 신장되고 있어 2010년이 되면 약 80억 달러 규모에 이를 것으로 추정된다. 이와 같은 때에 본 연구와 같이 우리농산물의 기능성을 찾아내고 이를 이용한 고 부가 가치의 새로운 상품을 제조, 생산하고, 수출할 수 있다면 우리의 농업생산도 안정화되고 농민들의 소득도 높일 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 제품으로 메밀을 이용한 비만치료 기능성식품의 개발은 앞으로 다가올 선진 사회에서 증가하는 비만을 치료하는 효과를 가져올 것이며, 미국 등 많은 선진국에서 관심의 대상이 되는 제품이 될 것으로 확신한다.

따라서 본 연구는 오래 전부터 강원도 산간 지방을 중심으로 구황 기 때나 섭취하던 메밀을 발아시키는 방법을 사용하여 메밀중의 기능성 성분 함량을 높이고 이것을 비만 기능성 식품의 소재로 사용함으로써 인체의 생리 대사 과정상 위 및 장관 내에서의 소화 흡수를 조절하여 과량의 지질과 탄수화물 및 단백질 섭취를 조절하는 방법으로 지방흡수를 조절할 뿐만 아니라 에너지 대사를 촉진시켜 체 지방 대사를 활성화하여 체내 지질을 소비하여 체 지방을 줄이는 대사 메카니즘을 이용하려는 연구이다.

3. 연구개발의 내용 및 방법

연구목적을 달성하기 위하여 메밀을 발아하여 성분을 분석하고, 함유된 성분 중에서 비만 관련 성분을 탐색하고 이들 성분의 함량을 높여서 동물실험과 인체실험을 실시한다.

가. 발아 메밀의 기능성 물질탐색

메밀 중에 기능성 물질을 탐색하기 위하여 메밀을 발아시켜 성분을 분석하였다. 분석항목은 발아율, 일반식품성분(수분, 회분, 조지방, 조단백질, 총탄수화물)과 특수 성분(유리당, 총식이섬유 함량, 아미노산, 지방산, Rutin, 무기질), 효소활성(amylase activity, trypsin inhibition activity, lipase inhibition activity), 단백질분석을 하였다.

나. 동물실험에 의한 효능 검색

비만 표본 동물로 돼지를 선택하여 발아된 메밀을 실험 사료로 사용하여 사육사료 중에 각각 0%, 5%, 30%를 섞어 7주간 사육하면서 체중, 체장, 가슴둘레, 허리둘레, 허리두께, 등 지방 초음파 측정과 채혈을 하여 실험목적에 필요한 중성지방, 콜레스테롤, 지방산, 혈당, 인슐린등을 분석하였다. 실험 종료 후 도축하여 도체의 무게, 장기무게, 등 지방 두께, 목 지방 두께를 실측하여 분석하였다. 또한 안전성을 검토

하기 위하여 실험동물의 병리해부학적 조직검사와 SPF 랫트에 대하여 경구투여 독성시험을 병행하였다.

다. 인체실험을 통한 대사 메카니즘 연구

비만 대사 메카니즘을 검토하기 위하여 발아된 메밀을 실험 식이로 조제하여 실험 대상 자원자를 모집하여 4주간 투여하여 관찰하였다. 대상자들의 체중, 신장, 가슴둘레, 허리둘레, 허리두께, 삼두박근, 장골윗부위, 허벅지, 엉덩이 등의 둘레와 초음파, CT 측정을 통하여 체 지방량을 측정하였다. 채혈을 하여 실험목적에 필요한 GOT, GPT, γ -GTP, albumin, 총단백, ALP, Hb, Hct, WBC, RBC, 혈당, Insulin, C-peptide, TG, Cholesterol, HDL-cholesterol, 지방산, Lipase 활성, Amylase 활성, Leptin, Gastrin, LDH, T3, T4, Testosterone, FSH, LH, Calcitonin, Osteocalcin, Cortisol, 총빌리루빈, 뇨산, 요소질소를 분석하여 자료를 수집하였다.

4. 연구결과 및 고찰

가. 유효성분 분석

(1) 백립중, 발아율 및 뿌리길이의 변화 및 1kg무게의 변화

발아중 메밀의 무게는 발아 1일 후 4.7g에서 7일 후 8.1g으로 58%의 무게 증가를 나타내었다.

(2) 일반성분 분석

발아에 따라 일반성분은 회분의 경우는 발아 초기 1.7%에서 2.2%로 증가하였고, 조지방은 발아 초기 4.3%에서 발아 5일 후에 가장 낮은 3.1%로 감소하다가 다시 증가하여 발아 7일 후에는 4.0%로 증가하였다.

(3) 특수성분분석

① 유리당 분석

유리당은 발아 4일 후 glucose 함량이 최저 수치를 나타내다가 점차 증가하였고, fructose는 발아초기에 완전히 사라졌다가 다시 증가하였다.

② 총식이섬유 함량 측정

총 식이섬유의 함량은 발아 초기에 감소하다가 증가하는 경향을 나타내고 있다.

③ 아미노산 분석

메밀중에 가장 많은 필수 아미노산은 arginine 이며 그 다음이 leucine, lysine, threonine, phenylalanine 의 순서로 많이 함유되어 있으며, 발아에 따른 변화는 전체적으로 아미노산은 감소하다가 증가하였다.

④ 지방산 분석

발아 과정 중에 지방산은 oleic acid 는 감소하고, linoleic acid 와 linolenic acid 는 증가하였다. 발아에 따라서 포화 지방산은 감소하고, 불포화 지방산은 증가하였다.

⑤ Rutin 분석

루틴은 발아 초기 19.8mg/100g에서 7일 후에 69.0mg/100g으로 약 350%가 증가하였다.

나. 동물실험

(1) 신체계측

① 체중, 체장 및 가슴둘레의 변화

실험 사육에 의하여 돼지의 체중이 감소하였으며, 30% 메밀 사료의 경우 대조 군에 비하여 현저한 체중의 감소를 나타내었다.

② 허리둘레, 허리두께의 변화

실험동물의 허리둘레가 대조군에 비하여 14.6cm 감소하였으며, 허리두께는 1.5 cm 감소되었다.

(2) 초음파 측정

① 등 지방 두께의 변화

등 지방 두께는 7주 후 5%에서 1.6 cm, 30%에서 7.8cm 감소되었다. 약 34.8%의 감소를 나타내었다. 발아메밀 1% 첨가 시 1주 후 돼지의 경우 0.057 cm 씩 등 지방이 감소하였다.

(3) 혈액분석

① Protein 과 Albumin의 변화

혈청 중의 단백질의 농도는 30% 메밀 섭취 군에서 7주 후가 가장 높았다. 알부민의 농도는 대조 군에 비하여 메밀 섭취 군이 낮았다.

② Triglyceride, Free fatty acid 의 변화

중성지방은 메밀 섭취 군에서 낮았으며, 유리 지방산의 양은 30% 메밀 섭취 군에서 급격한 증가를 나타내었다.

③ Glucose, Insulin 의 변화

혈당은 메밀 섭취 군에서 감소하였다. 메밀 섭취가 많을수록 혈당의 감소가 컸다.

다. 임상실험

(1) 신체계측 변화

① 체중과 체질량지수(Body mass index, BMI)의 변화

체중은 $66.0 \pm 15.2 \text{kg}$ 에서 $62.8 \pm 11.6 \text{kg}$ 으로 감소되었다. BMI는 $23.9 \pm 3.5 \text{kg/m}^2$ 에서 $22.6 \pm 2.4 \text{kg/m}^2$ 으로 감소되었다.

② 기초대사량 및 비만도의 변화

기초대사량은 $1568.4 \pm 306.2 \text{ kcal/d}$ 에서 $1610.9 \pm 299.0 \text{ kcal/d}$ 로 증가하였다.

(2) 지방량 측정 변화

① 컴퓨터 단층 촬영에 의한 복부지방의 측정

컴퓨터 단층 촬영에 의한 복부 지방은 $245.7 \pm 119.0 \text{cm}^2$ 에서 4주 후 $237.8 \pm 94.3 \text{cm}^2$ 으로 감소하였다. 피하 지방면적은 $197.5 \pm 100.9 \text{cm}^2$ 에서 4주 후 $186.0 \pm 7.7 \text{cm}^2$ 로 감소하였다.

(3) 혈액성분의 변화

① 혈압의 변화

수축기 혈압은 실험군이 $119 \pm 9 \text{mmHg}$, 대조군이 $121 \pm 9 \text{mmHg}$ 으로 실험군이 낮았다. 여자는 실험군이 $116 \pm 5 \text{mmHg}$, 대조군이 $119 \pm 8 \text{mmHg}$ 이었다. 이완기 혈압은 1주일 후 실험군이 $69 \pm 9 \text{mmHg}$, 대조군이 $72 \pm 9 \text{mmHg}$ 로 감소하였다.

② 알부민, 총단백, ALP(alkaline phosphatase activity)의 변화

혈청 알부민의 농도는 4주 후 $4.1 \pm 0.1 \text{g/dL}$ 에서 $4.4 \pm 0.2 \text{g/dL}$ 로 높아졌다. 혈청 단백질 수치는 $7.0 \pm 0.3 \text{g/dL}$ 에서 4주 후 $7.5 \pm 0.5 \text{g/dL}$ 로 증가하였다. Alkaline phosphatase 활성은 $144.1 \pm 45.8 \text{ IU/L}$ 에서 4주 후 $162.8 \pm 52.1 \text{ IU/L}$ 로 증가하였다.

③ 혈당, Insulin, c-peptide의 변화

혈당은 $89.6 \pm 7.7 \text{mg/dL}$ 에서 4주 후 $88.2 \pm 8.5 \text{mg/dL}$ 로 감소하였다. Insulin은 $8.5 \pm 2.6 \text{uIU/mL}$ 에서 4주 후 $18.3 \pm 13.1 \text{uIU/mL}$ 로 급격히 증가하였다. C-peptide는 $1.7 \pm$

0.4ng/mL에서 4주 후 2.7 ± 1.5 ng/mL로 증가하였다.

④ Triglyceride, total cholesterol, HDL- cholesterol의 변화

중성지질은 77.7 ± 22.2 mg/dL에서 4주 후 102.0 ± 35.1 mg/dL로 증가하였다. 총 콜레스테롤은 156.1 ± 22.2 mg/dL에서 4주일 후 171.1 ± 31.5 mg/dL로 증가하였다. HDL-cholesterol은 65.5 ± 9.2 mg /dL에서 4주 후 64.4 ± 5.7 mg /dL로 감소하였다.

⑤ Free fatty acid, lipase activity, amylase activity의 변화

지방산은 621.1 ± 236.9 uEq/L 에서 4주후 406.0 ± 259.6 uEq/L으로 감소하였다. Lipase의 활성도는 32.9 ± 7.8 IU/L에서 4주 후 34.9 ± 7.9 IU/L로 증가하였다. 아밀라제 활성은 77.7 ± 10.7 IU/L에서 72.5 ± 4.9 IU/L로 감소하였다.

⑥ Leptin, gastrin, LDH의 변화

혈중 leptin 농도는여자의 경우 실험 2 주 후 12.9 ± 6.8 ng/mL로 증가하였다. 남자는 5.5 ± 3.7 ng/mL에서 4주 후 4.7 ± 2.4 ng/mL로 감소하였다. Gastrin은 30.7 ± 8.9 pg/mL에서 4주 후 32.7 ± 6.3 pg/mL으로 증가하였다. LDH는 283.5 ± 30.9 IU/L에서 2주 후 306.7 ± 33.1 IU/L로 증가하였다.

5. 활용에 관한 건의

이상의 결과로 본 연구개발은 매우 성공적으로 수행되었고 연구목표가 100% 달성되었다.

따라서 본 연구의 결과가 시급히 실용화되어 국가와 강원도에 유익한 결과가 되기를 희망한다.

Summary

1. Title

Development of anti-obesity functional food using buckwheat produced at Gang-Won region

2. Purpose and Importance of Research

If we solve the problem of obesity by functional food, it would be big news in the world. This study is the development of anti-obesity functional food using buckwheat produced at Gang-Won province in Korea. Obesity is the most serious disease in the world, especially in developed country. Recently, the obesity is increasing geometrically in Korea. To solve this problem rapidly is very important in Korean society. The infant and childhood obesity are easy to develop adult obesity, especially company with the decline of physical and mental activity. The obesity become one of risk factor of diabetes, hypertension, hyperlipidemia, arteriosclerosis, cardiovascular disease, cancer and sexual inactivity of adult. In recent, obesity caused the geriatric disease named as metabolic syndrome or syndrome X. Obesity has the problem itself and become a reason of other disease. The mortality is increase 6-fold over with 30% increasing of bodyweight. Present, market size of diet food is nearly 800 billion won in Korea and the market size of obesity drug is 1.3 billion \$ in the world in 2001. It is increasing 20 % per year and we predict it would be 80 billion \$ in 2010. By the result of this study, if we find the special effect of Korean agricultural products, produce and export that as a new high value-added products. It would expect stability of agricultural production, high level of income of agricultural community and development of Gang-Won region. We

believe that the research and development of these study would be important for our country. It will be the attractive in the emerging market(USA, Japan etc.) Through this study, we can develop the buckwheat as anti-obesity diet food by germination. The function of this product control energy metabolism in body. And, it can promote the energy metabolism and activate the body fat metabolism, therefore increase the body fat reduction. That is core of this study.

3. Content and Method

For the purpose, we were analysis germinated buckwheat and searched obesity related materials in it. And we carry on animal experiment by pigs and human test by volunteers for investigate the mechanism of body fat decreasing effect of germinated buckwheat.

1) Analysis of germinated buckwheat for functional composition

For search the functional composition, we were analysis the rate of germination, moisture content, ash, crude fat, crude protein, carbohydrate, free sugar, total dietary fiber, amino acid, fatty acid, rutin, mineral, amylase activity, trypsin inhibition activity, lipase inhibition activity and protein profile in germinated buckwheat.

2) Animal experiment

For investigate the effect of anti-obesity of germinated buckwheat, we had experiment by pigs. The experimental animal were divided into three groups and fed control, 5% germinated buckwheat diet and 30% germinated buckwheat diet ad libitum for 7 weeks. During the feeding of the germinated buckwheat diet, body weight, body length, chest circumference, waist circumference, waist

thickness, back fat thickness and blood composition(TG, cholesterol, HDL-cholesterol, fatty acids, LDL-cholesterol, mineral, GOT, GPT, Insulin, testosterone, estrogen) were measured per week. After experiment, carcass weight, organ weight(liver, spleen, kidney, heart, small intestine, gall bladder, stomach), back fat thickness, neck fat thickness were measured also. For the safety test, we were studied toxicity by SPE rat.

3) Human test

For the mechanism of anti-obesity function of germinated buckwheat, we carried on human test for 4 weeks by volunteers and observed the changes of body weight, BMI, chest circumference, waist circumference, thigh circumference, hip circumference, waist skin fold thickness, triceps skin fold thickness, superilliac skin fold thickness, abdomen skin fold thickness, abdomen skin fat thickness by microwave, subcutaneous fat area by CT and analysis of TG, cholesterol, HDL-cholesterol, fatty acid, fasting sugar, insulin, testosterone, GOT, GPT, gama-GTP, albumin, total protein, ALP, Hb, Hct, WBC, RBC, c-peptide, lipase activity, leptin, gastrin, LDH, T3, T4, FSH, LH, cortisol, calcitonin, osteocalcin, total bilirubin, uric acid, BUN in blood per week.

4. Result and Discussion

1) Analysis of germinated buckwheat for functional composition

(1) Changes of 100kernels weight and germinating rate

After 7days the weight of 100kernels weight of germinated buckwheat were increased to 8.1 g from 4.7 g. The increasing rate of germinated buckwheat was 58.0 %.

(2) General analysis

Ash content of germinated buckwheat was increased to 2.2 % from 1.7% .
Crude fat was decreased to 3% from 4.3% during 5 days germination.

(3) Special composition analysis

① Free sugar

Free sugar was decreased until 4 days but it was re-increased during germination.

② Total dietary fiber

Total dietary fiber content was decreased in early stage, but it was re-increased during germination.

③ Amino acid

The most abundant essential amino acid was arginine and next was leucine, lysine, threonine, phenylalanine respectively. The pattern of amino acid content was decreased and re-increased during buckwheat germination.

④ Fatty acid

Oleic acid was decreased, but linoleic and linolenic acid were increased during germination.

⑤ Rutin

Rutin was increased about 350% to 69.0 mg% from 19.8 mg% during 7 days germination.

2) Animal experiment

(1) Measure of body

① Body weight, body length and chest circumference

Body weight of experimental animal was decreased in 30% germinated buckwheat group.

② Waist circumference and thickness

Waist circumference and thickness were decreased about 14.6 cm and about 1.5 cm respectively.

(2) Measure by microwave

① Back fat thickness

Back aft thickness was decreased to 1.6 cm and 7.8cm of 5 % and 30% buckwheat group respectively. Adding 1% germinated buckwheat supplement, the back fat thickness of experimental pigs was decreased about 0.057cm per week .

(3) Blood analysis

① Protein and albumin

Total protein of experimental pigs in blood was increased 30% germinated buckwheat feeding group.

② TG and fatty acid

Triglyceride was increased in buckwheat diet group, but free fatty acid was decreased in buckwheat group dramatically.

③ Glucose and insulin

Blood sugar was decreased in buckwheat group.

3) Human test

(1) Measure of Body

① Weight and BMI

Body weight of subjects were decreased to 62.8 ± 11.6 kg from 66.0 ± 15.2 kg. The BMI was decreased to 22.6 ± 2.4 kg/m² from 23.9 ± 3.5 kg/m² in buckwheat dietary group.

② BMR change

The BMR of subjects were decreased to 1610.9 ± 299.0 kcal/d from 1568.4 ± 306.2 kcal/d in buckwheat dietary supplement group.

(2) Measure of fat

① Abdomen fat by CT

Abdomen fat of subjects were decreased to 237.8 ± 94.3 cm² from 245.7 ± 119.0 cm² after 4 weeks in buckwheat diet supplement group by CT. The subcutaneous fat area of subjects was decreased to 186.0 ± 7.7 cm² from 197.5 ± 100.9 cm² after 4weeks in buckwheat diet supplement group.

(3) Changes of blood composition

① SBP and DBP

SBP of buckwheat diet group was lower than control diet supplement group.

② Changes of albumin, total protein and ALP

Albumin content of subjects was increased to 4.4 ± 0.2 g/dL from 4.1 ± 0.1 g/dL after 4weeks. Total protein was increased to 7.5 ± 0.5 g/dL from 7.0 ± 0.3 g/dL after 4 weeks.

③ Changes of blood sugar, insulin and c-peptide

Blood sugar of subjects was decreased to 88.2 ± 8.5 mg/dl from 89.6 ± 7.7 mg/dl significantly after 4 weeks. Insulin was rapidly increased to 18.3 ± 13.1 mg/dl from 8.5 ± 2.6 mg/dl

④ Changes of triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol

Triglyceride and cholesterol of subjects were increased to 102.0 ± 35.1 mg/dl from 77.7 ± 22.2 mg/dl and to 171.1 ± 31.5 mg/dl from 156.1 ± 22.2 mg/dl after 4 weeks respectively.

⑤ Changes of free fatty acid, lipase activity and amylase activity

Free fatty acid of subjects was decreased to 406.0 ± 259.6 mg/dl from 621.1 ± 236.9 mg/dl after 4 weeks. Lipase activity of subjects was increased to 34.9 ± 7.9 IU/L from 32.9 ± 7.8 IU/L. Amylase activity was decreased to 72.5 ± 4.9 IU/L from 77.7 ± 10.7 after 4 weeks

⑥ Changes of leptin, gastrin and LDH

Leptin content of female subjects was increased to 12.9 ± 6.8 ng/mL from 11.1 ± 4.7 ng/mL. In male subjects, it was decreased to 4.7 ± 2.4 ng/mL from 5.5 ± 3.7 ng/mL after 4 weeks. Gastrin and LDH were increased to 32.7 ± 6.3 pg/mL and 306.7 ± 33.1 IU/L from 30.7 ± 8.9 pg/mL and 283.5 ± 30.9 IU/L respectively after 4 weeks

5. Comment for use

These results indicate that the processing products of germinated buckwheat will be used for anti-obesity functional food. Also these germinated buckwheat will be expected to be produced as an effective therapeutic regimen for obesity and diabetes.

목 차

제출문	
요약문	1
Summary	8
목차	15
List of Tables	20
List of Figures	23
제 1 장 서론	25
제 2 장 재료 및 방법	29
제 1 절 유효성분 분석	29
1. 시료 및 실험장치	29
가. 시료	29
나. 시약	29
다. 실험장치	29
2. 실험방법	29
가. 시료조제 방법	29
나. 백립중, 발아율, 뿌리길이, 1kg의 무게 측정	30
(1) 백립중, 발아율	30
(2) 뿌리길이 측정	30
3. 분석방법	30
가. 일반분석	30
(1) 수분함량	30
(2) 회분함량	30
(3) 조 지방 함량	30
(4) 조 단백질 함량	30
(5) 총 탄수화물 함량	30
나. 특수성분	31
(1) 유리당 분석	31
(2) 총 식이섬유 함량 측정	32
(3) 아미노산 분석	33

	(4) 지방산 분석	33
	(5) Rutin 분석	34
	(6) 무기질 분석	36
	(7) Enzyme Activity 측정	36
	(8) 단백질 전기영동	38
제 2 절	동물실험	39
	1. 실험재료	39
	가. 실험동물	39
	나. 실험식이	39
	2. 실험방법	39
	가. 실험동물사육	40
	나. 신체계측	41
	다. 초음파 측정 등 지방측정	42
	라. 채혈방법	42
	마. 분석방법	42
	(1) 혈액분석방법	42
	(2) 변 분석	47
	바. 도체계측	47
	사. 병리해부학적 조직 검사	47
	(1) 병리조직학적 검사	47
	(2) 지질검사	47
제 3 절	독성검사	48
	1. 안전성 검사	48
	가. 시험방법	48
제 4 절	임상실험	50
	1. 실험재료	50
	가. 메밀원료	50
	나. 메밀발아시료	50
	2. 실험방법	50
	가. 실험대상자 및 기간	50
	나. 식이조제	52
	다. 실험기간 및 식이섭취	52
	라. 신체계측	52

	(1) 신장과 체중	52
	(2) 체성분 분석	53
	(3) 상완위 둘레	53
	(4) 배 둘레	53
	(5) 엉덩이 둘레	53
	(6) 허벅지 둘레	53
	(7) 가슴 둘레	53
	마. 피하지방량 측정	54
	(1) 피부두겹두께	54
	(2) 초음파 측정	54
	(3) 컴퓨터단층촬영에 의한 복강 내 지방분포 측정	54
	바. 혈액분석	54
	(1) 혈액분석방법	55
	사. 소변검사	65
	3. 통계분석	65
제 3 장	결과 및 고찰	66
제 1 절	유효성분 분석	66
	1. 백립중, 발아율, 뿌리길이, 1kg 무게의 변화	66
	2. 일반 성분 분석	67
	3. 특수 성분 분석	68
	가. 유리당 분석	68
	나. 총 식이섬유 함량 측정	70
	다. 아미노산 분석	70
	라. 지방산 분석	70
	마. Rutin 분석	73
	바. 무기질 분석	74
	사. Enzyme Activity 의 측정	75
	(1) α -amylase activity	75
	(2) 메밀 추출액에 대한 효소 inhibition	76
	아. 발아메밀 단백질의 전기영동	79
제 2 절	동물실험	81
	1. 신체계측	81
	가. 체중, 체장, 가슴둘레의 변화	81

	나. 허리둘레, 허리두께의 변화	88
2.	초음파 측정	91
	가. 등지방 두께의 변화	91
	나. 등심단면적, 정육율의 변화	94
3.	혈액분석	95
	가. Protein, Albumin의 변화	95
	나. T- Cholesterol, HDL-Cholesterol의 변화	96
	다. Triglyceride, FFA의 변화	97
	라. Glucose, Insulin의 변화	99
	마. Na, K, Cl, Ca, Fe의 변화	100
	바. RBC, RBC, Hb, Hct, MCV의 변화	102
4.	대변분석	103
	가. 단백질과 아미노산성 질소의 변화	103
5.	도체계측	104
	가. 단백질과 아미노산성 질소의 변화	104
	나. 등지방, 목지방 두께의 변화	105
6.	병리해부학적 조직검사	106
제 3 절	독성검사	107
	1. 안전성 검사	107
	2. 결과	107
제 4 절	임상실험	108
	1. 신체계측	108
	가. 체중, 체질량지수의 변화	108
	나. 체지방, 체지방율, 체지방의 변화	108
	다. 기초대사량, 비만도의 변화	112
	라. 근육량, AMC 및 체수분의 변화	114
	마. 상완위, 허리, 엉덩이 둘레의 변화	116
	바. 허벅지, 가슴둘레의 변화	118
	2. 지방량 측정 변화	119
	가. Caliper 계측에 의한 삼두박근, 견갑골, 복부두겹 두께의 변화	119
	나. 초음파 측정에 의한 허벅지, 복부, 삼두박근 피하지방의 변화	122
	다. 컴퓨터단층촬영에 의한 복부지방의 측정	123

3. 혈액성분의 변화	127
가. 혈압의 변화	127
나. 알부민, 총단백, ALP의 변화	128
다. Hemoglobin, Hematocrit, WBC, RBC의 변화	132
라. 혈당, Insulin, C-Peptide의 변화	135
마. Triglyceride, T-Cholesterol, HDL-Cholesterol의 변화	136
바. FFA, Lipase Activity, Amylase Activity의 변화	142
사. GOT, GPT, γ -GPT의 변화	142
아. Leptin, Gastrin, LDH의 변화	146
자. T ₃ , T ₄ 의 변화	149
차. Testosterone, FSH, LH의 변화	150
카. Calcitonin, Osteocalcin, Cortisol의 변화	150
타. 총 빌리루빈, 뇨산, 혈중요소질소의 변화	154
제 4 장 요약	156
제 5 장 결론	164
제 6 장 참고문헌	167
부록	173

List of Tables

Table 1. HPLC condition for sugar analysis	31
Table 2. Analytical condition of GC	34
Table 3. Analytical conditions of HPLC	35
Table 4. Diet composition of animal experiment	40
Table 5. Nutrients composition of experimental diets	41
Table 6. Anthropometric parameters of the subjects	51
Table 7. Dietary intake of the subjects during treatment	51
Table 8. Changes of 100 kernels weight, root length, Kg weight and germination rate of buckwheat during germination	66
Table 9. Changes of proximate composition of buckwheat during germination	68
Table 10. Changes of free sugars contents of buckwheat during germination	69
Table 11. Changes of amino acids contents of buckwheat during germination	71
Table 12. Changes of fatty acids of buckwheat during germination	72
Table 13. Changes of rutin contents of buckwheat during germination	73
Table 14. Changes of minerals contents of buckwheat during germination	74
Table 15. Changes of amylase activity of buckwheat during germination	75
Table 16. Changes of remaining enzyme activity of buckwheat during germination	76
Table 17. Changes of enzyme inhibition activity of buckwheat during germination	78
Table 18. Changes of body weight of pigs during experiment	82
Table 19. Increasing rate of body weight of pigs during experiment	83
Table 20. Changes of body length of pigs during experiment	84
Table 21. Increasing rate of body length of pigs during experiment	85
Table 22. Changes of chest circumference of pigs during experiment	86
Table 23. Increasing rate of chest circumference of pigs during experiment during experiment	87
Table 24. Changes of waist circumference and waist thickness of pigs during experiment	90

Table 25. Changes of fatback thickness of pigs by ultrasonic wave tester during experiment	93
Table 26. Changes of backmeat cutting line area and backmeat ratio of pigs by ultrasonic wave tester during experiment	94
Table 27. Changes of protein and albumin levels of serum of experimental pigs	96
Table 28. Changes of total cholesterol and HDL-cholesterol levels of serum of experimental pigs	97
Table 29. Changes of triglyceride and free fatty acid levels of serum of experimental pigs	98
Table 30. Changes of glucose and insulin levels of serum of experimental pigs	100
Table 31. Changes of sodium and potassium levels of serum of experimental pigs	101
Table 32. Changes of chloride and calcium levels of serum of experimental pigs	101
Table 33. Changes of iron and hemoglobin levels of serum of experimental pigs	102
Table 34. Changes of red blood cell and white blood cell levels of serum of experimental pigs	103
Table 35. Changes of hematocrit and MCV levels of serum of experimental pigs	103
Table 36. Changes of crude protein and amino nitrogen of feces of experimental pigs	104
Table 37. Weight of organs of experimental pigs	106
Table 38. Changes of body weight and BMI of subjects during treatment	109
Table 39. Changes of fat mass, percent body fat and fat free mass of subjects during treatment	111
Table 40. Changes of BMR(Basal Metabolic Rate) and obesity rate of subjects during treatment	113
Table 41. Changes of LBM(lean body mass), AMC(arm muscle circumference) and body water of subjects during treatment subjects	115
Table 42. Changes of mid-arm, abdomen and hip circumference of subjects during treatment by scale	117
Table 43. Changes of thigh and chest circumference of subjects during treatment by scale	118

Table 44. Changes of triceps, suprailiac and abdomen skin fold thickness of subjects during treatment by caliper	121
Table 45. Changes of thigh, abdomen and triceps thickness of subjects during treatment by caliper	124
Table 46. Changes of total abdominal fat, visceral fat tissue and subcutaneous fat tissue area of subjects during treatment by CT	126
Table 47. Changes of SBP and DBP levels of subjects during treatment	128
Table 48. Changes of albumin, total protein and alkaline phosphatase levels in serum of subjects during treatment	130
Table 49. Changes of hemoglobin and hematocrit levels in serum of subjects during treatment	133
Table 50. Changes of WBC and RBC levels in serum of subjects during treatment	134
Table 51. Changes of glucose, insulin and c-peptide levels in serum of subjects during treatment	137
Table 52. Changes of triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol levels in serum of subjects during treatment	140
Table 53. Changes of free fatty acid, lipase activity and amylase activity levels in serum of subjects during treatment	143
Table 54. Changes of GOT, GPT and γ -GTP levels in serum of subjects during treatment	145
Table 55. Changes of leptin, gastrin and LDH levels in serum of subjects during treatment	147
Table 56. Changes of T3 and T4 levels in serum of subjects during treatment	149
Table 57. Changes of testosterone, FSH and LH levels in serum of subjects during treatment	151
Table 58. Changes of calcitonin, osteocalcin and cortisol levels in serum of subjects during treatment	153
Table 59. Changes of total bilirubin, UA and BUN levels in serum of subjects during treatment	155

List of Figures

Fig. 1. Typical chromatogram of free sugar in buckwheat	31
Fig. 2. Standard chromatogram of fatty acids	34
Fig. 3. Typical chromatogram of rutin in buckwheat	35
Fig. 4. Changes of 100 kernels weights, root length an germination rate of buckwheat during germination	67
Fig. 5. Changes of proximate composition of buckwheat during germination	68
Fig. 6. Changes of free sugars of buckwheat during germination	69
Fig. 7. Changes of fatty acids contents of buckwheat during germination	72
Fig. 8. Changes of rutin contents of buckwheat during germination	73
Fig. 9. Changes of remaining enzyme activity	76
Fig. 10. Enzyme inhibition activity of germinated buckwheat	78
Fig. 11. Electrophoresis patterns of buckwheat protein during germination	80
Fig. 12. Changes of body weight of pigs during experiment	82
Fig. 13. Increasing rate of body weight of pigs during experimental pigs	83
Fig. 14. Changes of body length of pigs during experiment	84
Fig. 15. Increasing rate of body length of pigs during experiment	85
Fig. 16. Changes of chest circumference of pigs during experiment	86
Fig. 17. Increasing rate of chest circumference of pigs during experiment	87
Fig. 18. Changes of waist circumference of pigs during experiment	90
Fig. 19. Changes of waist thickness of pigs during experiment	91
Fig. 20. Changes of fatback thickness of pigs by ultrasonic wave tester during experiment	93
Fig. 21. Changes of backmeat cutting line area ratio of pigs by ultrasonic wave tester during experiment	95
Fig. 22. Changes of triglyceride levels of serum of experimental pigs	98
Fig. 23. Changes of free fatty acid levels of serum of experimental pigs	99
Fig. 24. Changes of body weight of subjects during treatment	110
Fig. 25. Changes of BMI of subjects during treatment	110

Fig. 26. Changes of BMR(Basal Metabolic Rate) of subjects during treatment	114
Fig. 27. Changes of chest circumference of subjects during treatment by scale	119
Fig. 28. Changes abdomen skin fold thickness of subjects during treatment by caliper	122
Fig. 29. Changes of abdomen thickness of subjects during treatment by microwave	125
Fig. 30. Changes of subcutaneous fat tissue area of subjects during treatment by CT	127
Fig. 31. Changes of albumin level in serum of subjects during treatment	131
Fig. 32. Changes of total protein level in serum of subjects during treatment	131
Fig. 33. Changes of hematocrit levels in serum of subjects during treatment	134
Fig. 34. Changes of glucose levels in serum of subjects during treatment	138
Fig. 35. Changes of insulin levels in serum of subjects during treatment	138
Fig. 36. Changes of c-peptide levels in serum of subjects during treatment	138
Fig. 37. Changes of triglyceride level in serum of subjects during treatment	141
Fig. 38. Changes of total cholesterol levels in serum of subjects during treatment	141
Fig. 39. Changes of HDL-cholesterol levels in serum of subjects during treatment	141
Fig. 40. Changes of free fatty acid level in serum of subjects during treatment	144
Fig. 41. Changes of lipase activity level in serum of subjects during treatment	144
Fig. 42. Changes of leptin level in serum of subjects during treatment	148
Fig. 43. Changes of gastrin level in serum of subjects during treatment	148
Fig. 44. Changes of LDH level in serum of subjects during treatment	148
Fig. 45. Changes of testosterone level in serum of subjects during treatment	152

제 1 장 연구개발의 개요

건강기능성식품으로서 비만을 해결 할 수만 있다면 이것은 세계적으로 획기적인 연구 결과가 될 것이다. 본 연구는 강원도의 향토 농산물인 매밀을 이용하여 비만을 억제하는 비만 기능성 건강식품의 제조 개발에 관한 연구이다. 비만은 현재 세계적으로 중요한 질병이 되고 있으며 특히 경제적으로 안정된 선진국에서 더 큰 문제가 되고 있는 실정이다. 우리나라에서도 최근 비만 환자가 점차 증가하고 있는 추세에 있으며, 아직까지 비만에 대한 문제는 세계적으로 해결되지 않고 있는 중요한 문제이다.¹⁻⁶⁾ 세계심장연맹은 매년 비만이 원인인 뇌졸중 사망자 수가 170만명에 이른다고 보고하였으며, 6세 미만 어린이 2200만명이 과체중 상태라고 발표하였다. 미국의 질병통제예방센터는 비만 인구가 91년 12%에서 98년 17.9%로 증가하였으며⁶⁾, 매년 비만 관련 질환으로 30만명이상이 사망하는 것으로 보고하였다. 한편 우리나라의 경우 1994년 국민영양조사에 따르면 우리나라 청소년의 30%가 비만인 것으로 보고되었으나 1998년의 국민영양조사에서는 전체 성인의 25% 이상이 과체중 및 비만인 것으로 조사되었고, 비만 어린이의 비율이 1988년 12.5%에서 1998년 35.6%로 10년 사이 3배 이상 급증하였다고 보고하여 우리나라도 다른 선진국과 같이 비만이 성인과 청소년 사이에서 상당히 심각한 문제가 되고 있다고 보고하였다⁷⁾. 이와 같이 비만은 어린이로부터 시작하여 성인에 이르기까지 큰 사회 문제가 되고 있으며 특히 소아 비만이 더 큰 문제가 되고 있다. 성장 단계에 있는 청소년기의 단순성 비만은 성인 비만으로 이어지기 쉽고, 체력, 특히 전신 지구력의 저하를 동반하기도 한다⁸⁻¹⁰⁾. 성인에 있어서 비만은 당뇨병, 고혈압, 동맥경화, 심장병, 암, 성 기능 장애 등의 합병증을 유발하는 원인이 되는 것으로 알려지고 있어서 이들을 모두 대사증후군 또는 syndrom X 라고 부르고 있다. 이들 비만과 관련이 있는 합병증에 있어서 당뇨병은 소아 당뇨병으로부터 성인 당뇨병에 이르기까지 점차 증가하는 추세에 있다. 또 고혈압은 과거 50세 이상으로부터 그 분포가 많았으나 최근에는 30대 중반부터 고혈압 및 고혈압 성 질환이 증가하여 40대 이상의 성인에 있어서 중요한 질환으로 발전하고 있어 그 문제점이 상당히 심각한 상태에 있다¹¹⁻¹⁶⁾. 이러한 배경으로 인하여 비만자의 수명은 최근 비만하지 않은 자에 비하여 20년 수명이 단축되며 이는 비만으로 남은 수명의 40%가 줄어들 수 있다는 결과가 된다고 발표하면서 체중조절에 힘쓰라고 존스 홉킨스 대학 연구팀은 충고하였다. 1997년 우리나라의 의료비부담은 국내 GDP의 4%인 17조 원이었으며 일본은 37조 엔으로 GDP의 7.2%, 미국은 1조 1000억 달러로 GDP의 14%에 달한 것으로 추정하여 선진화 될수록 그 비용 부담이 증가하고 있다¹⁷⁾. 이와 같이 선진 각국은 건강 의료비용이 사회 큰 부담이 되고 있으며 향후 이 비용은 더욱 증가 할 것이며, 따라서 이들

비용을 줄이는 노력이 절대적으로 필요한 상황이다. 이중에서 비만이 차지하는 부분이 상당히 클 뿐만 아니라 비만이 이들 질병의 원인이 되기 때문에 더 심각하다고 할 수 있다. 비만은 섭취한 총 에너지를 소비하고 남은 것이 지방으로 전환되어 체내의 피하조직이나 장간 막에 과다하게 축적되어 나타나는 현상으로, 표준체중의 20%를 초과하거나 지방의 무게가 체중의 25-30% 이상을 차지하고 있을 때를 말한다. 비만은 주로 단순성 비만과 내분비성 비만으로 분류할 수 있으며, 전자의 경우가 비만의 대부분을 차지하며, 후자의 경우는 쿠싱 증후 군, 인슐린 종, 갑상선 기능 저하증 등이 있을 때 나타나는 것으로서, 전체 비만증 환자의 1% 내외이다^{18,19}. 비만의 치료는 식이요법, 운동요법, 약물요법, 수술요법 및 행동변경요법 등으로 나눌 수 있으며 이 중 약물요법은 약물에 의한 부작용이 수반될 수 있으며, 수술요법은 신체적 문제점을 일으킬 수 있어서 수행하기 어려운 점이 많으므로 일반인이 사용하기는 매우 어렵다. 일반인들에게 권장되는 비만 치료 방법은 운동요법이나 식이요법이며, 식이요법으로는 총 섭취열량을 줄이는 것으로 저 열량 식이 및 초 저 열량 식이요법 등이나 이러한 식이요법은 번거롭고 장기간 실행하기가 어려우며, 한번 감소된 체중을 계속 유지한다는 것이 어려워 식이요법을 중단하면 다시 체중이 원래대로 증가하는 경향이 있으며 오히려 처음보다 식이요법을 중단한 후에 더 체중이 증가하는 문제점도 있는 것으로 보고되고 있다²⁰⁻²⁴. 따라서 최근에는 이와 같은 비만뿐만 아니라 각종 성인병들에 대하여 비만 관련 건강 기능성 식품들을 개발하려는 연구들이 많이 진행되고 있다²⁵⁻³². 최근 미국, 영국 등 각국의 제약 회사들은 에너지 대사를 억제하는 방법으로 비만의 문제점을 해결하려는 방법으로 이 분야의 연구에 막대한 연구비를 투입하여 연구하고 있는 실정에 있다. 스위스의 로슈나 미국의 암젠은 지방세포가 분비하는 호르몬인 렙틴을 개발 대상으로 정했고, 스위스 노벨티스나 미국의 화이자는 신경 펩티드Y(NPY) 관련 실험과 임상 개발에 착수하고 있다. 그러나 이와 같은 호르몬류는 합성호르몬인 에스트로젠이 환경호르몬의 작용을 하는 것과 비교하여 또 다른 환경 호르몬에 대한 연구 검토 없이 사용한다는 것은 매우 위험한 일이 될 수도 있다. 만약 이와 같이 비만의 퇴치가 호르몬 요법이 아니라 자연식 요법이 된다면 더 바람직할 것으로 생각된다. 한편 선진국의 비만 관련 연구가 뇌에 자극을 주어 포만감을 일으켜 식욕을 억제하는 호르몬 요법인 신경펩티드 렙틴을 사용하는 방법은 94년 록펠러사가 처음 개발하여 암젠, 로벨티스, 화이저, 뉴로젠이 렙틴 연구에 박차를 가하고 있으며, 영국의 몰리쿨러, 알리자임은 췌장의 리파아제 저해제의 개발에 착수했다고 알려지고 있다³³⁻⁴³. 그러나 최근 식욕억제제로 사용되던 펜펜(phentermine, fenfluramine)은 교감신경을 흥분시켜 식욕억제를 하였으나 심장 판막과 폐를 크게 손상시키는 것으로 알려진 후 강력히 제재를 받고 있으며, 스위스

의 로슈는 렘틴 수치를 조절하는 제니칼을 FDA가 승인하여 시판예정에 있으나 부작용으로 헛배부름, 가스참, 뭉은 변 등의 부작용이 있으며 임상실험 11명에서 유방암이 발생하였으나 제조회사는 우연이거나 체중 감소로 유방암 발견이 쉬워졌기 때문이라고 주장하고 있다⁴⁴⁻⁵¹⁾. 본 연구에서 사용하고 있는 메밀(*Fagopyrum esculentum Moench*)은 고지대의 서늘한 기후와 척박한 땅에서 단기간에 생육하는 식물로 세계 여러나라에서 재배되고 있으며 평야지대에서도 이모작의 전, 후작물로 재배된다⁵²⁾. 특히, 우리나라에서는 가뭄으로 인하여 각종작물의 파종기를 놓쳤을 경우에 무엇보다 중요한 대파작물(代播作物)의 하나이기도 하다⁵³⁻⁵⁶⁾. 메밀의 일반성분은 단백질이 10~15%, 지방질 2~3%, 회분 2~5%, 탄수화물 65~70% 정도로써 수용성 단백질이 풍부하고 아미노산 조성이 우수하며, 특히 lysine의 함량이 많아 밀이나 보리 등의 다른 곡류에 비해 생물가가 높은 식품이다^{54,57,58)}. 또한 메밀에는 불포화 지방산의 함량이 많고 Ca, Fe, K, Na, Mg, Mn을 비롯하여 Se 등도 적당량 함유되어 있으며 비타민 B₁, B₂의 좋은 급원이 되어 영양적 가치가 높은 식품이다⁵⁸⁻⁶⁰⁾. 메밀에는 특수성분으로써 모세혈관의 투과성을 향상시키는 rutin과 당뇨병의 안구압에 관여하는 quercetin과 같은 플라보노이드 계통의 성분⁶¹⁾이 함유되어 있어 동맥경화 예방이나 혈압강화 및 당뇨병 치료식품으로 인정^{58,62)}되고있므로 건강식품으로 개발할 필요가 있다. 메밀은 보통 분쇄되어 동부유럽에서는 죽과 수우프의 재료로, 북미에서는 밀가루, 옥수수가루, 쌀가루 및 팽창제와 혼합하여 pancake mix로써 주로 판매되고 있으며 빵, 국수, 스파게티 및 마카로니 제조를 위하여 밀가루와 혼합되어 사용되기도 한다⁶³⁾. 우리나라에서 메밀을 이용한 식품은 막국수와 냉면이 대표적이며 메밀묵, 촌 떡, 메밀부침, 메밀전병, 메밀수제비 등이 있다⁵⁵⁾. 한편 식물종자는 알맞은 물, 산소, 온도가 주어지면 발아하며, 발아가 진행됨에 따라 생리활성이 증대되고 많은 성분의 변화가 일어나 발아에 의한 영양소의 유효도를 극대화시키려는 연구가 많이 이루어지고 있다⁶⁴⁻⁷⁴⁾. 메밀발아에 관한 것으로는 rutin과 지방산⁶⁴⁾ 및 트립신 저해제에 관한 연구가 있다. 최근에는 메밀이 성인병에 효과있는 건강식품으로 일반인들에게 크게 인식되어 그 소비량이 점차 증가하고 있는 추세에 있는 농작물이다. 그런데 이와 같은 메밀 중에 함유된 trypsin inhibitor 및 다양한 수용성 또는 불용성 섬유소와 메밀의 단백질이 최근 국내 및 일본에서 항산화성 물질로 인식되어 그에 대한 대사 메카니즘에 대하여 연구가 진행 중에 있는 것으로 메밀이 비만에 효과가 있을 것이란 암시적 연구가 세계에서 관심의 대상이 되고 있다. 메밀의 생리활성에 관하여는 이미 많은 연구 보고가 있으며 특히, 메밀 중에 함유된 rutin이라고 하는 flavonoids 물질은 화학적으로는 quercetin의 배당체 물질로 모세혈관 등 혈관의 비정상적 투과성으로 인해 유발되는 혈관계 질환의 치료

효과가 높은 것으로 널리 인식되고 있어서, 본 저자는 1993년 항고혈압 치료식품개발에 대한 임상 및 동물 실험을 보고하였으며, 이 연구에서 발아 메밀의 추출물이 고혈압자의 혈압을 감소시켰으며, 또한 저혈압자의 혈압을 상승시키는 효과를 발표하였다^{70,71)}. 따라서 메밀을 이용한 에너지 대사관련 비만 치료식품을 개발한다는 것은 매우 유익한 연구가 될 것이라고 생각된다. 그러나 메밀의 최근 국내생산량은 기후 등에 따라 변할 수 있지만 1999년 4,505톤에서 2003년 2,552톤으로 급격히 감소하였으며, 강원도의 경우도 1999년 1,412톤에서 2003년 320톤으로 현저히 감소하고 있는 실정에 있다. 이는 값싼 중국산 농산물의 수입에 의하여 국내 생산력 저하로 알려지고 있다⁷⁵⁾. 현재 세계의 비만치료제 시장 규모는 2001년 13억 달러 이었으며 매년 20% 이상 신장되고 있어 2010년이 되면 약 80억 달러 규모에 이를 것으로 추정된다. 국내에서도 제니칼 등이 2001년 약 500억 원의 시장 규모를 형성하였다. 우리나라의 기능성 식품 시장 규모는 1999년 약 8700억 원 이었으며 2004년에는 2조 2000억 원에 이를 것으로 추정되고 있다⁷⁶⁾. 따라서 세계시장 규모는 추산하기 어려울 정도로 막대한 시장성을 가지고 있다. 특히 미국의 시장은 그 어느 나라보다도 커서 장차 본 연구 결과로 생산된 생산품이 수출상품으로 자리잡는다면 우리나라 사회, 경제적으로 큰 이익이 될 것으로 생각된다. 이와 같은 때에 본 연구와 같이 우리농산물의 기능성을 찾아내고 이를 이용한 고 부가 가치의 새로운 상품을 제조, 생산하고, 수출할 수 있다면 우리나라의 농업생산성도 안정화되고 농민들의 소득도 높일 수 있을 것으로 생각된다. 앞으로 다가올 선진 사회에서 증가하는 성인병에 대한 기능성 식품 중 비만 치료 기능성식품은 가장 중요한 식품이 될 것이며, 동시에 미국 등 많은 선진국에서도 많은 관심의 제품이 될 것으로 확신한다. 본 연구자는 강원도 산간 지방을 중심으로 오래 전부터 섭취하던 메밀을 발아시키는 방법으로 메밀중의 기능성 성분 함량을 높여, 비만 기능성 식품의 소재로 사용하여, **탄수화물, 단백질, 지방의 흡수가 억제되고 에너지 대사가 촉진되며 체내지방대사가 활성화되어 체내지질의 과 소비로 체내지방이 줄어들 것이라는 새로운 가설을 세웠다.** 본 연구는 이와 같은 가설을 입증하기 위한 연구 결과이다. 본 연구 기술은 국내의 기술에 의한 연구로 만약에 이 연구결과가 성공을 거둔다면 막대한 국가적 이익이 될 것으로 생각한다.

제 2 장 재료 및 방법

제 1 절 : 유효성분 분석

1. 시료 및 실험장치

가. 시료

원료로 사용한 메밀은 강원도 춘성군에서 구입한 메밀을 실험재료로 사용하였다.

나. 시약

본 실험에 사용한 시약은 특급 및 HPLC grade를 사용하였다.

다. 실험장치

본 실험에 사용한 실험 장치는 메밀 발아를 위한 저온 가습 항온 장치(일신기계) 분석용메밀 시료 건조를 위하여 freeze dryer(일신랩)를 사용하였다. 또한 다량의 건조를 위하여 산업용 냉동 건조기를 임차하여 사용하였다. Rutin 분석은 HPLC(Jassco. Japan)를 사용하였고 지방산 분석은 gas chromatography(HP 5890 seriesII, GC)를 사용하였고, enzyme activity 측정을 위하여 UV-Visible spectrophotometer, high speed centrifuge 및 단백질 분석을 위한 gel electrophoresis, 무기물 분석을 위하여 atomic absorption spectrophotometer를 사용하였다.

2. 실험방법

가. 시료조제방법

강원도 춘천시에서 구입한 원료 메밀 10kg을 석발하고 정선하여 돌과 찌꺼기등 불순물을 제거한 후 15℃의 물에 48시간 침지하였다. 침지한 메밀을 plastic tray에 담고 물에 젖은 헝겊을 위에 덮고 상온에서 7일간 발아하였다. 발아된 시료는

soaking 된 시료를 control로 하여 매 24시간마다 일정한 시각에 꺼내어 즉시 -20℃의 냉동고에 저장하였으며 발아가 다 끝날 때까지 시료를 보관하였다가 일시에 freeze dryer 에 넣어 동시에 건조시킨 후 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다. 발아 48시간, 72시간, 96시간, 120시간의 시료를 각각 1,2,3,4로 구분하여 실험하였다.

나. 백립중, 발아율, 뿌리길이, 1kg 무게의 측정

(1) 백립중 및 발아율 : 메밀시료의 시간에 따른 무게 변화와 발아율을 측정하기 위하여 멸균 petri dish(dia 20cm)에 메밀시료 100립을 젖은 filter paper를 두겹으로 깔고 그 위에 10X10개씩 파종하여 무게의 변화와 발아율을 측정하였다. 무게 변화를 생각하여 채취된 100립의 시료를 즉시 표면에 있는 수분을 냅킨을 사용하여 제거한 후 무게를 측정하였으며 발아율은 발아하는 동안 매일 정해진 일정한 시간에 매 24시간마다 관찰하여 싹이 보이기 시작하는 것으로 계산하였다.

(2) 뿌리길이(신장도)측정 : Sampling한 시료 100필 중 30필을 무작위로 취하여 각각의 뿌리길이를 caliper로 측정한 후 더하여 평균치로 측정하였다.

3. 분석방법

가. 일반성분 분석

- (1) 수분함량 : 상압가열 건조법으로 측정하였다.⁷⁷⁾
- (2) 회분함량 : 550℃ 직접 회화한 후 무게차로 계산하였다.⁷⁷⁾
- (3) 조지방함량 : Soxhlet법에 의하여 측정하였다.⁷⁷⁾
- (4) 조단백질함량 : Micro-kjeldahl법에 의하여 측정하였다.⁷⁷⁾
- (5) 총탄수화물함량 : 가감법을 적용하였다.⁷⁷⁾

나. 특수성분 분석

(1) 유리당 분석

발아과정 중 enzyme의 활성에 따른 탄수화물의 변화를 검토하기 위하여 발아 시료 중 유리당 함량을 분석하였다.^{78,79)} 즉, 시료 2g을 100ml의 삼각플라스크에 넣고 60°C shaking water bath에서 30분간 진탕 추출하고, 8,000rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 취하였다. 이 상층액을 sep-pak C18으로 처리하여 0.45 μ m filter로 여과하여 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 이때 HPLC 분석조건은 Table 1과 같고 typical chromatogram은 Fig. 1과 같다.

Table 1. HPLC condition for sugar analysis

Instrument	: Waters
Detector	: RI
Column	: Biorad Carbohydrate Analysis Column
Solvent	: Water
Flow Rate	: 0.5ml/min
Column Temp.	: 85°C

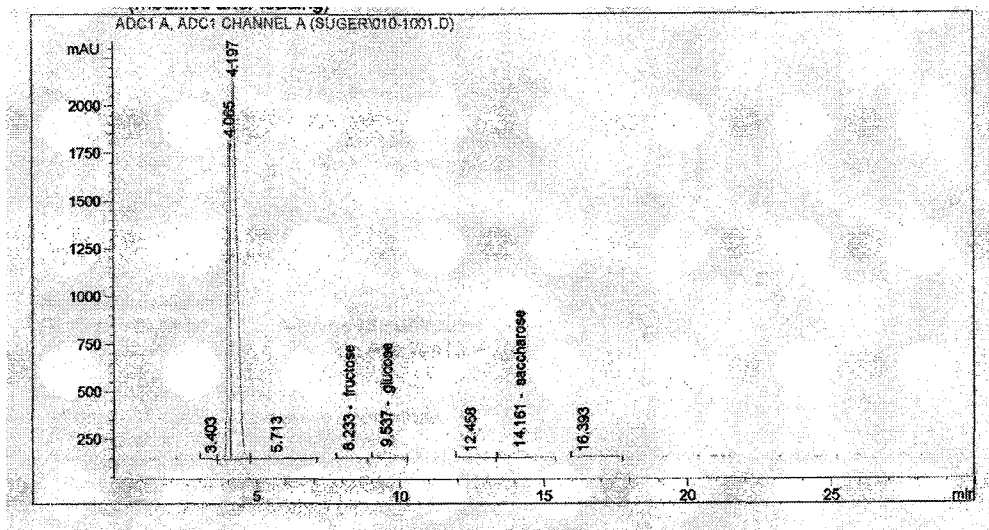


Fig. 1. Typical chromatogram of free sugar in Buckwheat.

(2) 총 식이섬유 함량 측정

식품공전의 식이섬유 정량법에 의해 정량하였다.⁸⁰⁾ 즉, 시험용액 각각에 60℃의 95% 에탄올 225ml를 가한다. 에탄올과 시험용액의 용량비율은 4:1로 한다. 수욕에서 비이커를 꺼내어 실온에서 1시간 방치하여 침전시킨다. 미리 셀라이트를 넣어 항량시킨 유리여과기에 78% 에탄올 15ml를 가하여 분산시킨 후 흡인여과하여 셀라이트층이 고르게 형성되도록 한다. 이에 시험용액을 넣어 여과하고 용기의 잔류물을 78% 에탄올로 씻어 넣어 준다. 잔사는 78% 에탄올, 95% 에탄올 그리고 아세톤의 순으로 각각 15ml씩 2회 씻는다. 아세톤이 잔류하지 않도록 충분히 흡인시킨 후 105℃의 건조기에서 하룻밤 건조시키고 데시케이터에서 1시간 항량으로 한 후 무게를 달아 여과기와 셀라이트의 무게를 뺀다. 하나의 여과기 잔사에 대하여 질소량을 측정하고 이에 6.25를 곱하여 단백질량으로 하고, 또 다른 하나의 여과기 잔사를 525℃에서 5시간 회화시킨 후 회분량을 구한다. 검체를 제외한 공시험을 하여 아래의 식에 따라 총식이섬유의 함량을 구하였다.

$$\text{공시험값 } B(\text{mg}) = \text{공시험평균잔사무게}(\text{mg}) - P_B - A_B$$

P_B : 공시험 단백질량(mg)

A_B : 공시험 회분량(mg)

$$\text{식이섬유 함량}(\%) = \frac{(\text{검체의 평균잔사무게}(\text{mg}) - P - A - B)}{\text{검체의 평균 무게}(\text{mg})} \times 100$$

P : 단백질량(mg)

A : 회분량(mg)

B : 공시험값(mg)

(3) 아미노산 분석

Tryptophan을 제외한 아미노산 분석은 pico-tag방법에 따랐다.⁸¹⁾ 적당량의 시료 (단백질 10mg)을 시험관에 넣고 0.03% β -mercaptoethanol을 함유한 6N-HCl용액 10ml를 가하고, 탈기하여 밀봉한 후 110°C에서 24시간 가수분해하여 농축, 건조하여 염산을 날려 보낸 후, pH 2.2로 맞추어 시료로 사용하였다. 전처리된 시료 50 μ l를 취하여 진공펌프가 장착된 Pico-tag workstation(Water, USA)에서 건조한 후, water : methanol : trimethylamine (2:2:1) 혼합용액 10 μ l를 첨가하여 재건조시켰다. 재건조된 시료에 water : methanol : trimethylamine : phenylisothiocyanate (7:1:1:1) 혼합용액 20 μ l를 첨가하여 phenylthiocarbonyl amino acid로 유도체화시킨 후 다시 건조시켰다. 여기에 sample dilute(Waters) 250 μ l를 첨가하여 건조된 시료를 용해한 후 HPLC로 분석을 행하였다. 분석은 Waters 717 U6K injector, 510 pump, 680 gradient controller, 486 absorbance detector, millennium software로 이루어진 HPLC system에서 행하였고, column은 pico-tag column(3.9X150mm, 4 μ m, Waters)을 사용하였으며, 분석 중에는 47°C로 유지하였다. 이때 이동 상으로는 Eluent A(Waters)를 사용하였고, Eluent B는 60% acetonitrile을 사용하였다

(4) 지방산 분석

지방산 분석은 Gas Liquid Chromatography법으로 분석하였다.⁸¹⁾ 즉, 시료메밀을 soxhlet 추출기에서 지방을 추출한 후 N₂-gas로 건조시킨 다음 AOAC법과 IUPAC법에 따라 BF₃-methanol methylation 방법으로 ester화하여 분석하였다. 이때 분석 조건은 Table 2와 같고, standard chromatogram은 Fig. 2와 같다.

Table 2. Analytical condition of GC.

Instrument	: Hewlett packard 5890
Detector	: FID
Oven Temp.	: 220°C
Column	: FFAP
Inj. Temp.	: 290°C
Det. Temp.	: 240°C
Flow rate split	: 98:2
Flow gas	: N ₂

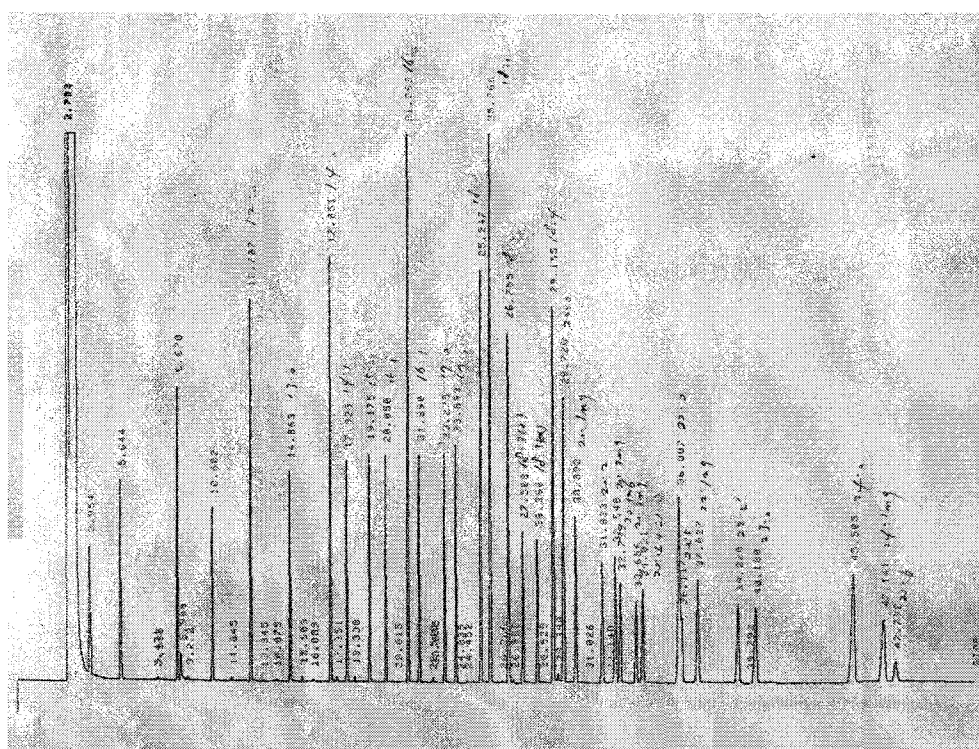


Fig. 2. Standard chromatogram of fatty acids.

(5) Rutin 분석방법

Rutin 정량은 Ohara의 방법을 응용하여 다음과 같이 정량하였다.⁸²⁾ 시료 1g을 정

확히 취하여 20ml methanol로 1시간 동안 교반하면서 추출한 후 3,000rpm에서 15분 간 원심분리하여 상층액을 0.2 μ m milipore filter로 여과한 후 rutin분석용 시료로 하였다. 분석은 standard에 대한 area로부터 계산하였으며 HPLC분석조건은 Table 3과 같고, typical chromatogram은 Fig. 3과 같다.

Table 3. Analytical conditions of HPLC

Instrument : JASCO
 Detector : Variable UV Detector
 Wave length : 350nm
 Column: ODS Column(Capcellpak AU 80 5 μ m, 4.6mm Φ X 250mm)
 Solvent : A(100% H₂O with 5mM Pic B₇ 5ml)
 B(60% MeOH with 5mM Pic B₇ 5ml)
 Oven Temp. : 35 $^{\circ}$ C
 Injection Vol. : 20 μ l
 Flow Rate : 1ml/min

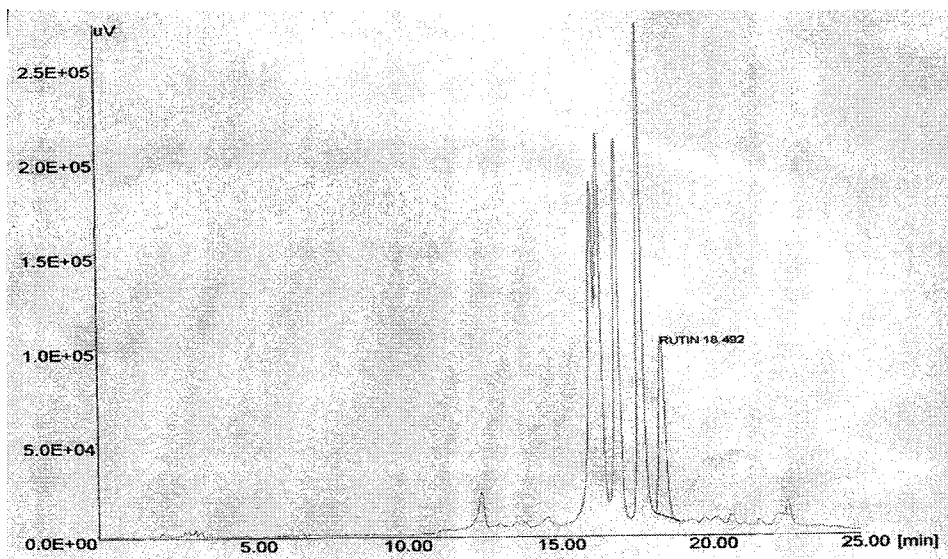
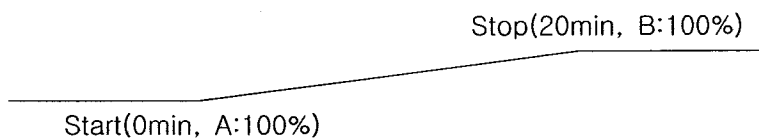


Fig. 3. Typical chromatogram of rutin in Buckwheat.

(6) 무기질 분석

Atomic absorbance spectrophotometry법에 의하여 분석하였다.⁸¹⁾ 즉, 시료 50g에 진한 황산 10ml와 진한 질산 10ml를 가하여 가열하면서 증발되는 질산을 계속 보충하면서 가수분해하였다. 분해가 끝난 시료를 증류수로 1:1로 희석한 후 분석용 시료로 사용하였다.

(7) Enzyme activity 의 측정

① α -amylase activity

발아메밀의 α -amylase 활성도는 Peter의 방법에 의하여 측정하였다.⁸³⁾ 즉 0.067M의 NaCl을 함유한 0.02M phosphate buffer(pH 6.9) 100ml에 1g의 soluble starch를 녹인 기질용액 1ml을 37°C에서 10분간 안정시킨 후, 조효소액 1ml을 가하여 정확히 5분간 반응시켰다. 5분간 반응시킨 용액에 2ml의 dinitrosalicylic acid reagent를 가하여 효소를 불활성화 시킨 후, 끓는 Water bath 상에서 5분동안 가열하고 재빨리 식힌 다음 540nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 α -amylase 활성 측정시 외부로부터 첨가된 기질(soluble starch) 이외에 효소추출액 자체가 함유하고 있는 전분도 이용되기 때문에 효소추출액에 기질을 첨가하지 않은 상태에서 α -amylase 활성을 측정하여 측정된 값에서 빼주었다. 이때 blank 는 효소용액을 가열 직전에 넣고 blank로 하였다.

② 메밀효소액 제조방법

메밀 0.5g에 phosphate buffer 5ml(pH 6.9)에 희석하여 10분간 교반한 후 실온에서 30분간 정치하여 상층액 0.1ml를 사용하여 발아 메밀의 amylase 효소액으로 사용하였다.⁸³⁾

③ 메밀 추출액에 대한 효소 inhibition 반응

- amylase inhibition

시판 saccharifying enzyme 0.1ml를 phosphate buffer 10ml에 희석하여 효소용액으로 사용하였다.⁸⁴⁾ 위에서 추출한 메밀상층액 1ml에 효소용액 1ml를 섞고 25°C water bath에서 10분간 반응하여 그 용액 0.1ml를 저해반응 효소용액으로 사용하였다.

- 트립신 저해도 측정법

트립신 효소용액은 트립신 2.5ml를 25ml 정용 플라스크에 phosphate buffer(pH 7.6)로 채워서 효소 용액으로 사용하였다. 트립신 저해효과를 측정하기 위한 메밀효소액은 발아 메밀 각각 5g에 증류수 50ml를 가하여 10분간 교반하고 상온에서 30분간 정치 한 후 3000rpm에서 20분간 원심분리하여 상층액을 사용하였다. 트립신에 대한 발아메밀 효소액의 저해 반응은 위에서 추출한 메밀상층액 1ml에 효소액 1ml를 혼합하여 35°C water bath에서 10분간 반응한 후 남아있는 트립신의 활성을 측정하여 억제효과를 측정하였다. 활성도의 비교는 메밀액 대신 1ml의 phosphate buffer(pH 7.6)을 넣어서 사용하였다.

<측정방법>

12ml 원심 분리관에 기질용액 5.0 ml를 넣고 시료(효소용액) 1.0ml를 넣은 후 혼합하고 정확히 10분간 반응한다. 여기에 5% TCA 용액 10.0ml를 넣고 잘 흔든 다음 상온에서 30분간 정치하고 4000g에서 20분간 원심분리한 후 280nm에서 흡광도를 측정하였다.

- Lipase inhibition 측정법

반응에 사용한 lipase 용액은 리페이즈 0.01g을 10ml triethanolamine buffer (pH 8.5)로 용해하여 사용하였다. Lipase 에 대한 발아메밀의 저해 반응은 lipase 효소 1 ml 에 메밀 buffer 추출액(0, 1, 2, 3, 4) 1ml를 각각 혼합하여 30℃ water bath에 서 10분간 반응하여 효소 억제 반응을 한후 측정 시료로 사용하였다.

<측정방법>

Cap test tube에 incubation 혼합물 1.0ml 와 시료 0.1ml를 넣고 30℃ water bath에 서 교반하면서 정확히 10분간 반응한 후, 반응을 정지하기 위하여 70-90℃ water bath에 1분간 침지하여 반응을 정지 시켰다. 여기에 chloroform 5.0 ml 와 copper reagent 2.5ml를 넣고 마개를 한 후 20분간 잘 교반한 후 원심분리 하여 물 층은 흡입하여 버리고 여액을 구리용액이 들어가지 않도록 하면서 새로운 원심 분리관으 로 옮긴다. chloroform 층을 정확히 2.0 ml를 취하여 DEDC reagent 0.25ml 넣고 440nm에서 흡광도를 측정하였다.

(8) 단백질 전기영동

전기영동법에 의한 메밀 단백질의 패턴을 분석하기 위하여 시료 5g 에 증류수 50ml를 넣고 4℃에서 24시간 추출한 후 분석 용액으로 사용하였다.⁸⁵⁾ 메밀 물추출 물을 물에 용해한 후 15% 의 acrylamide gel을 이용하여 전기영동하였다. 전기영동 후 단백질들은 2.5% Coomassie Brilliant R250을 이용하여 30분간 염색한 후 탈색 용액 (10% Methanol, 10% Acetic acid)으로 5시간 동안 탈색을 하였다. Gel을 건조 한 후 메밀단백질들의 양상을 분석하였다.

제 2 절 : 동물실험

1. 실험재료

가. 실험동물

본 실험에 사용한 돼지는 교잡 종(Landrace-Yokshire)으로 평균체중 42.2Kg의 돼지들(38.5 - 46.5Kg)을 사용하였으며, 암수 각각 4마리, 11마리를 5마리씩 세 그룹으로 분리하여 실험하였다. 수컷은 모두 거세 돈을 사용하였다. 대조 군으로는 암컷 1마리에 수컷 4마리를 분리하였으며 평균 체중은 41.7 Kg 이었다. 5% 발아메밀사료 처리 군에는 암컷 1마리에 수컷 4마리를 분리하였으며 평균 체중은 41.7Kg 이었다. 30% 발아메밀 사료 처리 군에는 암컷2마리와 수컷3마리를 분리하였으며 평균 체중은 43.3 Kg 이었다.

나. 실험식이

본 연구에 사용한 실험식은 본 실험의 목적에 맞게 직접 설계하여 제조한 사료를 사용하였다. 사료의 배합비율과 영양 분석치는 Table 4, 5 와 같다. 실험 식이로 사용한 발아메밀은 본 연구실에서 직접 발아시킨 메밀을 사용하였으며 1차 년도 보고서의 보고 내용과 같다.

2. 실험방법

본 실험은 비만의 표본 동물로 돼지를 선택하여 본 연구에서 개발된 실험식이(BW)를 실험 사료로 사용하여 각각 동물 사료에 실험사료를 0%, 5%, 30%를 섞어 7주간 사육하면서 체중, 체장, 가슴둘레, 허리둘레, 허리두께, 등 지방 초음파 측정, 채혈을 하여 실험목적에 필요한 자료를 수집하였으며, 실험 종료 후 도축하여 도체의 무게, 장기무게, 등 지방 두께, 목 지방 두께를 실측하여 분석하였다. 또한 안전성을 검토하기 위하여 실험동물의 병리해부학적 조직검사와 경구투여 독성시험을 병행하였다.

가. 실험동물사육

본 실험의 돼지 사육은 2002년 7월 26일부터 9월 12일까지 강원도 춘천시 신북읍 소재 유포리 농장에서 사육하였으며, 실험동물은 실험 군에 따라 각각 5마리씩 구

Table 4. Diet composition of animal experiment

Item	Control	BW (%)	
		5%	30%
Ingredients			
Corn	48.15	43.15	32.55
Wheat	14.0	14.0	0.0
Soybean meal	19.4	19.0	17.5
Lupine	4.0	4.0	4.0
Tallow	4.5	4.9	7
Rye	1	1	0
Rape seed meal	2.5	2.5	2.5
Molasses	2.5	2.5	2.5
Meat meal	1.0	1.0	1.0
Calcium phosphate	1.2	1.2	1.2
Lysine(33%)	0.14	0.14	0.14
Salt	0.30	0.30	0.30
Limestone	0.9	0.9	0.9
Vit-min premix ¹⁾	0.15	0.15	0.15
Choline chloride(50%)	0.07	0.07	0.07
Antibiotics	0.05	0.05	0.05
Antioxidant	0.04	0.04	0.04
BW flour	-	5.0	30.0
Total	99.9	99.9	99.9

¹⁾Vitamin-mineral mixture contains following nutrients per kg:

Vitamin A, 6,000,000 IU; Vitamin D³, 1,200,000IU; Vitamin E, 20,000mg;

Vitamin K, 3,000mg; Biotin, 200mg; Folic acid, 1,000mg; Niacin, 20,000mg;

Phanthothenate, 13,000mg; Thiamin, 2,000mg; Riboflavin, 4,000mg;

Pyridoxine, 2,000mg; Cobalamin, 20,000 μ g; Copper, 10,000mg; Iodine, 200mg;

Iron, 50,000mg; Manganese, 20,000mg; Zinc, 50,000mg; Selenium, 150mg

Table 5. Nutrients composition of experimental diets

Item	Control	BW (%)	
		5%	30%
Chemical composition			
Crude protein	17.0	17.0	17.0
Crude fat	7.23	7.63	9.80
Crude fiber	3.14	3.14	3.14
Crude ash	5.20	5.20	5.18
Calcium	0.74	0.73	0.73
Phosphorus	0.57	0.57	0.58
Efficacy Phosphorus	0.35	0.34	0.34
ME (kcal/kg) ²⁾	3,305	3,350	3,350
Lysine	0.96	0.96	0.96
Methionine	0.29	0.29	0.29
Cysteine	0.28	0.28	0.28

²⁾Metabolic Energy : calculated value

포리 농장에서 사육하였으며, 실험동물은 실험 군에 따라 각각 5마리씩 구분하여 배치하였고, 동물의 사육관리는 사료와 물을 자유 급식하였으며 섭취한 사료의 양을 매일 계량하여 돈사별로 사료 섭취량을 조사하였다. 예방 접종 및 사양관리는 강원도 가축위생시험소에서 직접 관리하였다.

나. 신체계측

체중, 체장, 가슴둘레는 1주일에 한번씩 측정하였으며 허리둘레 및 허리두께는 6주와 7주 째에 측정하였고, 등 지방 두께의 초음파 측정은 5주, 6주, 7주 째에 측정하였다. 체장은 양측 귀로부터 꼬리까지를 재었고, 가슴둘레는 앞다리 부분에서 측정하였으며, 허리두께 및 허리둘레는 뒷다리 앞 가장 잘록한 부분을 측정하였다.

다. 초음파 등 지방 측정

SONOACE 600 초음파 임신 진단기(제조원: 메디슨, 한국)를 사용하여 측정하였다. 2.5MHz Linear Probe(돼지 임신진단용)를 사용하여 돼지 10번째 갈비사이를 접촉하여 영상을 모니터 한 후 영상을 고정하여 등 지방 두께, 등심 단면적, 정육 율을 분석하였다.

라. 채혈방법

실험시작 전 모든 실험동물의 상태를 점검하였고 채혈하였으며 채혈은 12시간 절식 시킨 후 경 정맥에서 채혈하였다. 채혈된 혈액은 약 15분간 정치하여 응고시킨 후 3000rpm에서 10분간 원심 분리하여 혈청을 분리하였으며 분리된 혈청은 다시 원심 분리하여 잘 혼합하여 균질 화 한 후 삼 등분하였으며 분석 전까지 -70°C 에 냉동 보관하였다.

마. 분석방법

(1) 혈액분석방법

o Protein

- 검사방법 : Biuret method
- 검사원리 : 단백질의 peptide band는 알칼리 용액에서 Cu^{2+} 이온과 chelate화합물을 형성하여 자색으로 발색되며, 이를 40nm에서 비색정량한다.
- 참 고 치 : 6.4-8.3 g/dL (Huamn 참고치)
- 사용시약 : Protein (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 사용기기 : ADVIA 1650 (제조사: Baye/ 제조국 : German)

o Albumin

- 검사방법 : BCG method

- 검사원리 : Albumin은 pH 4.2에서BCG와 결합되어 청록색의 albumin-BCG complex 를 형성하고, 이의 흡광도 증가를 660nm에서 측정한다.
- 참 고 치 : 3.5-5.3 g/dL (Huamn 참고치)
- 사용시약 : ALB (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 사용기기 : ADVIA 1650(제조사: Bayer/ 제조국 : Germany)

0 Cholesterol, total

- 검사방법 : Enzymatic method
- 검사원리 : Cholesterol ester는 Cholesterol esterase에 의해 Cholesterol과 Free fatty acid의 형태로 가수 분해된다. Cholesterol은 산소 존재하에 Cholesterol oxidase에 의해 Cholesterol-3-one 으로 되며, 과산화수소(Hydrogen peroxide)를 산물로 생성한다. Peroxidase의 촉매작용에 의해 Hydrogen peroxid,4-amino-phenazone, Phenol의 3가지 화합물이 결합하여 색을 띠는 복합체가 되고 생성된 복합체의 형태를 505nm 에서 측정한다.
- 참 고 치 : 130-220 mg/dL (Human 참고치)
- 사용시약 : CHOL (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650 (제조사: Bayer/ 제조국: Germany)

0 HDL Cholesterol

- 검사방법 : Selective inhinbiton method (직접법)
- 검사원리 : 제1반응에서 고분자형의 억제제와 polyanion을 첨가하면 불용성의 polyanion 복합체가 생성되고, 동시에 반응억제제가 모두 Lipoprotein에 흡착된다. 제2반응에서 효소와 반응촉진제가 첨가되면, 각각의 lipoprotein에 대한 친화성의 차이로 LDL-복합체등에는 억제제가 흡착된 채로 남아 있으나 HDL에 대해서는 억제제와 촉진제의 치환이 일어나, 효소가 HDL에만 특이적으로 작용하게 되어 HDL-cholesterol의 특이적 검출이 가능해진다.

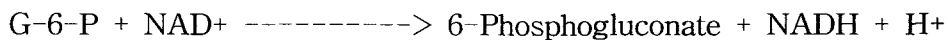
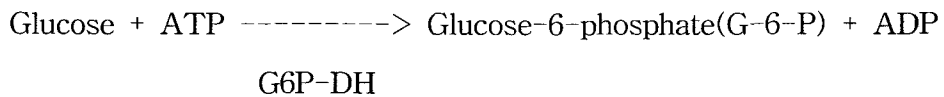
- 참 고 치 : 42-74 mg/dL (Human참고치)
- 사용시약 : HDL (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/ 제조국: Germany)

0 Triglyceride

- 검사방법 : Enzymatic method
- 검사원리 : Triglyceride는 Lipoprotein lipase에 의해 Glycerol과 Free fatty acid로 변환된다. 이 Glycerol은 Glycerol kinase와 Glycerol-3-phosphate oxidase의 존재하에 Hydrogen peroxid-ase로 변환된다. Hydrogen peroxide,4-aminophenazone와 4-chlorophenol은 Peroxidase의 작용으로 Colored complex를 생성하고, 이를 505nm 에서 측정한다.
- 참 고 치 : <150 mg/dL (Human참고치)
- 사용시약 : TRIG (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/제조국 : Germany)

0 Glucose

- 검사방법 : Hexokinase method
- 검사원리 : Hexokinase



파장 340nm에서 NADH의 흡광도 증가율을 측정한다.

* G6P-DH : Glucose-6-phosphate dehydrogenase

- 참 고 치 : 70-120 mg/dL (Human 참고치)
- 사용시약 : Glucose (제조사 : Bayer /제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/제조국 : Germany)

0 Porcine insulin

- 검사방법 : IRMA

- 검사원리 : 항체가 코팅된 tube에 검체 항원이 결합하고 다시 표지항체가 결합하는 sandwich 원리이다.
- 참고치 : 5-15 uIU/mL
- 검사시약 : Porcine insulin (제조사 : Linco research / 제조국 : USA)
- 사용기기 : Gamma counter COBRA (제조사 : Hewlett packard / 제조국 USA)

0 Free Fatty Acid

- 검사원리 : Enzyme법 (ACS-ACOD법)
 - ① 혈청중의 유리지방산에 CoA와 ATP를 조효소로하는 ACS가 작용하여, AcylCoA, AMP 및 Pyroric Phosphoric acid 가 생성된다.

$$RCOOH + ATP + CoA \xrightarrow{ACS.Mg^{2+}} RCO-AMP + PPi$$
 - ② 1단계에서 생성된 AcylCoA에 ACOD가 작용하여, Trans-enoyl-CoA 및 과산화수소가 생성된다.

$$RCO-CoA + O_2 \xrightarrow{ACOD} R'CH=CHCO-CoA + H_2O_2$$

ACS반응후에 잔존하는 CoA는 정색반응을 저해하므로, (ACID-POD) 반응때에, N-ethyl-malaymide를 작용시키면, CoA에 의한 저해는 제거한다. (CoA + NEM → CoA-NEM)
 - ③ 여기에서 정량적으로 생성된 과산화수소는 POD의 작용으로, 4-AA와 EMST를 산화 축합시켜서 자색 quinone을 생성한다. 이 자색 quinone을 파장 555 nm에서 측정하므로써 유리지방산치를 구하게 된다

* 주석 ACS : acylCoA synthetase

ATP : adenosine-5'-trisodium phosphate

ADOD : acylCoA oxidase

POD : Peroxidase

EMST:N-ethyl-N-(β-methylsulfoneamidethy)-

m-toluidine Na

NEM : N-ethylmalaymide

- 참고치 : 176 - 586 uEq/L

- 측정시약 : NEFA(제조사 : 신양 / 제조국 : Korea)
- 측정기기 : Cobas-Mira (제조사 : Roche / 제조국 : Switzerland)

0 Electrolyte (Na, K, Cl)

- 검사방법 : ISE method (indirect)
- 검사원리 : 선택된 ion과 ISE membrane간의 상호작용으로 측정전극(ISE)과 기준전극(Reference electrode)간에 발생하는 전위차를 측정하여 검량선으로 부터 농도를 구한다.
- 참 고 치 : Na 135-146 mmol/L (Human 참고치)
K 3.4-5.0 mmol/L (Human 참고치)
Cl 97-107 mmol/L (Human 참고치)
- 사용시약 : Na, K, Cl (제조사 : Bayer/제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/제조국 : Germany)

0 Calcium

- 검사방법 : OCPC method
- 검사원리 : Alkali용액 하에서 metal-complexing dye인 o-cresolphthalein complex는 calcium과 결합하여 red chromophore를 만드는데 이를 545nm 에서 측정한다. Magnesium ion의 영향을 배제하기 위해서 8-hydroxyquinoline을 첨가한다.
- 참 고 치 : 8.2-10.8 mg/dL (Human 참고치)
- 사용시약 : CA (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/제조국 : Germany)

0 Iron (Fe)

- 검사방법 : Ferrosine 발색법
- 검사원리 : serum중의 iron은 Transferrin과 결합되어 있으므로, 산성하에서 계면활성제를 작용시켜서 분리시키면서 또한 환원제로 3가의 철을 2가로 환원시킨다. 2가의 철은 ferrosin과 결합하여 적자색의 착염을 형성한다. 이 적자색의 흡광도를 측정하므로써,

철의 양을 구하게 된다.

- 참고치 : M 80-200 ug/dL (Human 참고치)
- F 70-180 ug/dL (Human 참고치)
- 사용시약 : IRON (제조사 : 제일화학 / 제조국 : Japan)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/제조국 : Germany)

(2) 변 분석

실험동물의 대사와 관련하여 단백질 대사를 검토하기 위하여 실험동물의 변 중 단백질 함량과 아미노산성 질소량을 측정하였다.⁷⁷⁾

바. 도체계측

사육이 끝난 돼지는 도축장에서 도축하였으며 장기는 혈액을 제거한 후 측정하였다. 도체 무게는 장기를 제거한 후에 측정하였고, 도체의 등 지방은 12번째와 13번째 사이에서 측정하였으며, 목 지방은 도축 시 절단된 부위에서 측정하였다.

사. 병리해부학적조직검사

(1) 병리조직학적 검사

조직학적 소견을 관찰하기 위해 간장, 비장, 근육, 지방 등 실질장기를 10% neutral buffered formalin에 고정하였다. 고정된 실질장기는 조직처리과정을 거쳐 파라핀 포매한 후 3 μ m 두께로 조직절편을 제작하여 hematoxylin-eosin(H&E) 염색을 실시하여 광학현미경으로 검경 하였다.

(2) 지질 검사

간장, 비장, 근육, 지방 등 실질장기를 10% neutral buffered formalin에 고정하였다. 고정된 실질장기를 동결한 다음 이 조직들을 4 μ m 두께로 동결절편을 제작한 후 공기 중에서 30분간 말린 후 냉동 아세톤에 10분간 고정한 뒤 냉장 PBS로 3회 세척하고, Oil red O에 의한 지질 염색을 실시한 후 완충 글리세린 액으로 봉입하여 광학현미경으로 검경 하였다.

제 3 절 : 독성검사

1. 안전성검사

발아 메밀에 대한 안전성을 측정하기 위하여 한국화학연구원 안전성평가연구소에 의뢰하여 단 회 경구투여 독성시험을 하였다.

가. 시험방법

시험방법은 식품의약품안전청고시 제1999-61호(1999년 12월 22일)의 ‘의약품 등의 독성시험기준’과 식품의약품안전 청 고시 제 2000-63호(2000년 12월 11일) ‘비 임상 시험관리기준’을 참고하여 실시하였다.

< 안전성평가연구소 보고서 >

시험제목 : 발아메밀분말의 렛드를 이용한 단회 경구투여 독성시험

시험의뢰자

명 칭 : 한림정보산업대학
소 재 지 : 강원도 춘천시 동면 장학리 790번지
의뢰책임자 : 권 태 봉

시험기관

명 칭 : 한국화학연구원 부설 안전성평가연구소
소 재 지 : 대전광역시 유성구 장동 100번지
소 장 : 한 상 섭
운영책임자 : 정 문 구

1. 시험물질

- (1) 시험물질명 : 발아메밀분말(코드번호 : K-1558)
- (2) 부형제 : 주사용 멸균 증류수

2. 시험계

- (1) 사용동물의 종 및 계통 : BD 계통의 특정병원부재(SPF)랫드
- (2) 사용동물의 주령 : 입수시 4주령, 투여개시시 5주령
- (3) 사용동물의 성 및 수 : 암수 각각 10마리
(암수 각각 2개군, 각군당 5마리)
- (4) 사육환경 : 환경화학연구원 부설 안전성평가연구소 BS-1동 9호실
(온도 $22\pm 3^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50\pm 10\%$, 조명시간 12시간,
환기횟수 10~20회/시간, 조도 150~300 Lux로 설정)

3. 투여횟수 및 투여방법 : 투여전 하룻밤 절식된 체중으로 투여당일 kg당 20ml의 투여액량을 계산하여 1회 경구투여하였다. 투여 후 3~4시간 후에 다시 사료를 급여하였다.

4. 시험군의 구성, 투여액량 및 투여량 : 본 시험물질은 독성이 거의 없을 것으로 사료되어 암수 랫드 각각 2마리씩에 5000 mg/kg의 용량으로 예비투여한 결과 어떠한 독성소견도 관찰되지 않았다. 따라서 본 시험에서도 5000 mg/kg을 시험물질 투여군으로 설정하였고, 주사용 멸균 증류수를 투여하는 부형제 대조군을 두어 시험을 실시하였다.

군	성별	동물수 (마리)	동물번호	투여액량 (ml/kg)	투여량 (mg/kg)
Vehicle	Male	5	1 ~ 5	20	0
control	Female	5	11 ~ 15	20	0
T1	Male	5	6 ~ 10	20	5000
	Female	5	16 ~ 20	20	5000

5. 관찰항목

사망동물, 일반증상의 관찰, 체중변화 및 부검소견

제 4 절 : 임상실험

1. 실험재료

가. 메밀원료

본 실험의 식이로 사용한 발아메밀 분말 제조 원료 메밀은 강원도 춘천시가 농민과 직접 계약 재배한 것을 업체에서 구입하여 5월 중순에 파종하여 10월 상순에 추수한 것으로써, 풍건한 후 석발(石拔)하고 정선(停船)하여 헝겍물을 제거하고 사면체 모양의 종실이 충실한 종자를 선별하여 사용하였다.

나. 메밀발아시료

선별한 메밀종자를 흐르는 수돗물로 깨끗이 세척하고 실온에서 24시간 침지한 후 온도를 10~15℃로 유지하면서 1일 4회 주수하며 7일 동안 제조시설을 갖춘 식품공장에서 발아시켰다. 발아 24시간마다 시료의 성장상태를 육안으로 관찰한 후 발아 7일째에 시료를 채취하여 즉시 -20℃ 냉동고(MICOM, GC-175CEM)에 보관한 뒤 동결건조기(Hetosic, CD 175)로 72시간 건조하였다. 건조시료를 분쇄기(대성그린전기, Royal miller)를 사용하여 분쇄하고, 100 mesh 체로 쳐서 750ml polyethylene bottle에 450g씩 담아 밀봉한 후 실험식으로 상온에 보관하면서 실험대상자에게 제공하였으며, 분석시료는 4℃ 냉장고에 보관하여 사용하였다.

2. 실험방법

가. 실험대상자 및 기간

춘천지역의 남,여 대학생들을 대상으로 본 실험에 참여하기 원하는 자원자를 모집하였으며 특별한 치료를 받거나 투약하고 있는 자들을 제외한 1차 대상자를 대상으로 건강 이상 유무를 확인하기 위하여 건강검진 하였으며, 이상이 없는 자 31명을 선정하여 무작위추출법에 의하여 실험군(GBW-7, n=16)과 대조군(n=15)으로 분류하

여 4주간 실험하였다. 실험에 참여한 실험대상자들의 신체계측치와 BMI는 Table 6과 같았다. 대상자들의 일일 영양섭취량 Table 7와 같았다. 실험대상자의 초기 신체계측치는 실험 기간에 유의적인 차이가 없었으며, 일일 식이섭취량 또한 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 6. Anthropometric parameters of the subjects.

		Age	Height (cm)	Weight (cm)	BMI (kg/m ²)
GBW-7 Group	Total (n=16)	21.7±5.2	164.1±9.0	66.0±15.2	23.9±3.5
	Female (n=11)	21.3±5.5	159.0±4.1	58.8±6.3	22.9±1.8
	Male (n= 5)	22.4±5.1	174.4±6.9	80.4±18.7	25.7±5.8
Control Group	Total (n=15)	20.4±2.2	165±10.2	66.8±16.3	24.6±4.3
	Female (n=10)	19.8±1.2	160.1±5.7	58.9±8.8	23.3±3.4
	Male (n= 5)	21.8±3.3	176.8±8.2	82.9±16.3	28.0±5.1

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

Table 7. Dietary intake of the subjects during treatment .

	GBW-7 group (n=16)	Control group (n=15)
Energy intake (kcal)	1642±137.6	1637±115.4
Protein (g)	59±3.5	59±4.2
Fat (g)	41±2.7	43±2.5
Carbohydrate (g)	268±26.2	259±23.5

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

나. 식이조제

본 연구에 사용된 대조식이와 실험식이는 실험대상자들에게 거부감이 없고 먹기 좋은 형태로 공급하기 위하여 대조군의 대조식은 쌀을 찌서 열풍 건조시킨 다음 분쇄하여 사용하였으며, 실험군의 실험식은 동결 건조한 발아메밀을 분쇄하여 사용하였다. 본 대조군과 실험군의 식이는 예비 섭취 실험결과 무리가 없다고 판단되어 시제품으로 대량 생산하여 섭취토록 하였다.

실험식이 제조방법은 다음과 같았다. 즉, 10℃로 유지된 항온기에서 1일 4회 주수하면서 7일 동안 발아시킨 메밀을 동결건조기에서 72시간 건조후 분쇄기로 200 mesh 정도로 분쇄하여 사용하였다. 발아메밀 분말의 공급형태는 750ml polyethylene bottle 에 450g씩 담아 실험 대상자들에게 제공하였다.

다. 실험기간 및 식이섭취

실험대상자들을 대조군과 실험군으로 분류한 다음 두 군 모두에게 평상시와 같은 식사를 하도록 하였으며 실험기간동안 가능한 한 활동량을 실험전과 동일하게 유지하도록 하였다. 실험기간은 4주이었으며, 실험 시작 일로부터 대조식이와 실험식을 아침, 점심, 저녁으로 매일 3회씩 식후, 식전에 상관없이 1회에 10g 이상씩 1일 30g 정도를 섭취하도록 하였다.

라. 신체계측

(1) 신장과 체중

신장은 실험시작 전에 측정하였고, 측정방법은 맨발로 자연스럽게 직립자세를 취하게 하여, 신장계로 0.1cm까지 측정하였다. 체중은 매주 측정하였으며, 측정방법은 맨발로 체지방측정기인 In Body 2.0(Biospace, Korea)위에 표시된 지점에 정확히 올라서서 측정하였다.

(2) 체성분 분석

맨발로 체지방측정기 InBody 2.0(Biospace, Korea) 위에 표시된 지점에 정확히 올라서서 체지방량 (LBM, Lean Body Mass), 체지방량 (BF, Body Fat), 체지방율 (%BF, %Body Fat), 총체수분 (TBW, Total Body Water), 복부지방율 (WHR, Waist Hip Rate), 상완위 근육둘레(AMC, Arm Muscle Circumference), 기초 대사량 (BMR, Basal Metabolic Rate) 등을 측정하였다.

(3) 상완위 둘레 (Mid-arm circumference)

상완위는 견갑골의 견봉돌기부터 주두돌기의 중간의 팔 둘레를 줄자로 측정하였다.

(4) 배 둘레 (Abdomen circumference)

배 둘레는 똑바로 선 자세에서 실험대상자 각각의 일반적인 호흡상태를 유도한 다음 가장 편안한 자세에서 숨을 내쉬 상태에서 배꼽수준에서 줄자로 측정하였다.

(5) 엉덩이 둘레 (Hip circumference)

엉덩이 둘레는 똑바로 선 상태에서 엉덩이의 가장 굵은 부분의 둘레를 줄자로 측정하였다. 가장 돌출된 부분을 알아내기 위하여 측정자는 실험 대상자의 옆모습을 보면서 측정하였으며, 보조 측정자가 줄자가 흘러내리지 않도록 확인, 교정하였다.

(6) 허벅지 둘레 (Thight circumference)

허벅지 둘레는 똑바로 선 상태에서 허벅지의 가장 굵은 부분의 둘레를 줄자로 측정하였다.

(7) 가슴둘레 (Chest circumference)

가슴둘레는 똑바로 선 상태에서 좌우 팔을 들고 줄자를 겨드랑이 밑에 바짝 붙여서 가장 가까운 부분의 둘레를 줄자로 측정하였다.

마. 피하지방량 측정

(1) 피부두겹 두께 (Skinfold thickness)

피부두겹 두께는 Skinfold Caliper (Skyndex, USA)로 0.1mm까지 매 회 측정 시, 두 번 측정하여 평균값을 구하였다. 측정부위는 삼두박근(Triceps), 장골윗부분(Suprailiac), 배부위(Abdomen)를 실험시작 전과 1주, 2주, 4주후에 측정하였다.

(2) 초음파 측정

초음파를 이용한 허벅지, 배, 삼두박근의 피하지방두께측정은 SA-600 초음파 진단기(Medicine, Korea)의 2.5MHz Linear Probe를 이용하여 각 부위에 접촉, 동일 검사자에 의해 측정하였다. 각 부위의 피하지방두께는 영상을 모니터 한 후 정지 상으로부터 측정하였다.⁸⁶⁾

(3) 컴퓨터 단층촬영(Computer Tomography ,CT)에 의한 복강 내 지방분포 측정

실험식이를 섭취하기 직전과 급여 후 1주, 2주, 4주가 경과하였을 때 공복상태에서 복부 컴퓨터단층촬영을 실시하였다.⁸⁷⁾ 이는 Somatom Plus-4 (Siemens Co., Germany)를 이용하여 요추 4-5 수준을 횡단하여, Hounsfield number -150~-50에 속하는 부위를 측정하여 총 복부지방면적(total abdominal fat area)를 구하였고, 복부와 배 부위의 복막을 경계로 안쪽을 내장지방조직(visceral fat tissue)으로, 바깥쪽을 피하지방 조직(subcutaneous fat tissue)으로 나누어 면적을 구하였다.

바. 혈액 분석

실험식이를 섭취하기 직전과 급여 후 1주, 2주, 4주가 경과 하였을 때 공복 상태에서 10ml의 정맥혈을 채취하여 albumin, T-protein, ALP, glucose, insulin, C-peptide, 중성지방, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, FFA, leptin, gastrin, lipase,

amylase, GOT, GPT, γ -GTP, T₃, T₄, FSH, LH, testosterone, calcitonin, cortisol, osteocalcin, 총빌리루빈을 측정하기 위하여 혈액을 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리하였으며, 분리된 혈청을 분석하기 전까지 -70℃ Deep Freezer에 보관하였다. 채취한 혈액 중 2ml는 Hb, Hct, WBC, RBC를 측정하기 위하여 EDTA 처리된 tube에 가하여 즉시 분석하였다.

(1) 혈액분석방법

o Protein

- 검사방법 : Biuret method
- 검사원리 : 단백질의 peptide band는 알칼리 용액에서 Cu²⁺이온과 chelate화합물을 형성하여 자색으로 발색되며, 이를 40nm에서 비색정량한다.
- 참고치 : 6.4-8.3 g/dL (Huamn 참고치)
- 사용시약 : Protein (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 사용기기 : ADVIA 1650 (제조사: Baye/ 제조국 : Germany)

o Albumin

- 검사방법 : BCG method
- 검사원리 : Albumin은 pH 4.2에서BCG와 결합되어 청록색의 albumin-BCG complex 를 형성하고, 이의 흡광도 증가를 660nm에서 측정한다.
- 참고치 : 3.5-5.3 g/dL (Huamn 참고치)
- 사용시약 : ALB (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 사용기기 : ADVIA 1650(제조사: Bayer/ 제조국 : Germany)

o Cholesterol, total

- 검사방법 : Enzymatic method
- 검사원리 : Cholesterol ester는 Cholesterol esterase에 의해 Cholesterol과 Free fatty acid의 형태로 가수 분해된다. Cholesterol은 산소 존재하에 Cholesterol oxidase에 의해 Cholesterol-3-one 으로

되며, 과산화수소(Hydrogen peroxide)를 산물로 생성한다.
Peroxidase의 촉매작용에 의해 Hydrogen peroxid, 4-amino-phenazone, Phenol의 3가지 화합물이 결합하여 색을 띠는 복합체가 되고 생성된 복합체의 형태를 505nm에서 측정한다.

- 참고치 : 130-220 mg/dL (Human 참고치)
- 사용시약 : CHOL (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650 (제조사: Bayer/ 제조국: Germany)

0 HDL Cholesterol

- 검사방법 : Selective inhibition method (직접법)
- 검사원리 : 제1반응에서 고분자형의 억제제와 polyanion을 첨가하면 불용성의 polyanion 복합체가 생성되고, 동시에 반응억제제가 모두 Lipoprotein에 흡착된다. 제2반응에서 효소와 반응촉진제가 첨가되면, 각각의 lipoprotein에 대한 친화성의 차이로 LDL-복합체 등에는 억제제가 흡착된 채로 남아 있으나 HDL에 대해서는 억제제와 촉진제의 치환이 일어나, 효소가 HDL에만 특이적으로 작용하게 되어 HDL-cholesterol의 특이적 검출이 가능해진다.
- 참고치 : 42-74 mg/dL (Human참고치)
- 사용시약 : HDL (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/ 제조국: Germany)

0 Triglyceride

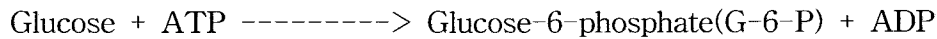
- 검사방법 : Enzymatic method
- 검사원리 : Triglyceride는 Lipoprotein lipase에 의해 Glycerol과 Free fatty acid로 변환된다. 이 Glycerol은 Glycerol kinase와 Glycerol-3-phosphate oxidase의 존재하에 Hydrogen peroxidase로 변환된다. Hydrogen peroxide, 4-aminophenazone와 4-chlorophenol은 Peroxidase의 작용으로 Colored complex를 생성하고, 이를 505nm 에서 측정한다.

- 참 고 치 : <150 mg/dL (Human참고치)
- 사용시약 : TRIG (제조사 : Bayer / 제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/제조국 : Germany)

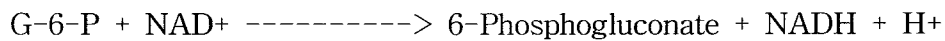
0 Glucose

- 검사방법 : Hexokinase method
- 검사원리 :

Hexokinase



G6P-DH



파장 340nm에서 NADH의 흡광도 증가율을 측정한다.

* G6P-DH : Glucose-6-phosphate dehydrogenase

- 참 고 치 : 70-120 mg/dL (Human 참고치)
- 사용시약 : Glucose (제조사 : Bayer /제조국 : Germany)
- 측정기기 : ADVIA 1650(제조사 : Bayer/제조국 : Germany)

0 Porcine insulin

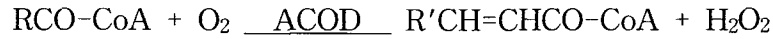
- 검사방법 : IRMA
- 검사원리 : 항체가 코팅된 tube에 검체 항원이 결합하고 다시 표지항체가 결합하는 sandwich 원리이다.
- 참 고 치 : 5-15 uIU/mL
- 검사시약 : Porcine insulin (제조사 : Linco research / 제조국 : USA)
- 사용 기기 : Gamma counter COBRA (제조사 : Hewlett packard / 제조국 USA)

0 Free Fatty Acid

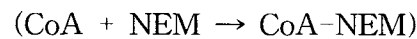
- 검사원리 : Enzyme법 (ACS-ACOD법)
- ① 혈청중의 유리지방산에 CoA와 ATP를 조효소로하는 ACS가 작용하여 AcylCoA, AMP 및 Pyroric Phosphoric acid 가 생성된다.



- ② 1단계에서 생성된 AcylCoA에 ACOD가 작용하여, 2,3-Trans-enoyl-CoA 및 과산화수소가 생성된다.



ACS반응후에 잔존하는 CoA는 정색반응을 저해하므로, (ACID-POD) 반응때에, N-ethyl-malaymide를 작용시키면, CoA에 의한 저해는 제거한다.



- ③ 여기에서 정량적으로 생성된 과산화수소는 POD의 작용으로, 4-AA와 EMST를 산화 축합시켜서 자색 quinone을 생성한다. 이 자색 quinone을 파장 555 nm에서 측정하므로써 유리지방산치를 구하게 된다

* 주석 ACS : acylCoA synthetase

ATP : adenosine-5'-trisodium phosphate

ADOD : acylCoA oxidase

POD : Peroxidase

EMST:N-ethyl-N-(β-methylsulfoneamidethy)-
m-toluidine Na

NEM : N-ethylmalaymide

- 참고치 : 176 - 586 uEq/L
- 측정시약 : NEFA(제조사 : 신양 / 제조국 : Korea)
- 측정기기 : Cobas-Mira (제조사 : Roche / 제조국 : Switzerland)

o leptin

- 검사방법 : IRMA
- 검사원리 : 항체가 코팅된 tube에 검체 항원이 결합하고 다시 표지 항체가 결합하는 Sandwich 원리이다
- 사용시약 : HUMAN LEPTIN RIA KIT(제조사 : LINCO, USA)
- 사용기기 : Gamma-counter (제조사 : Hewlett packard , USA)
- 참고치 : Normal fasting Range

Leptin levels are directly corrected with degree of adiposity

Mean Leptin Values(BMI ranges 18-25)

Lean Men 3.8 ±1.8 μg/L

Lean Women 7.4 ±3.7 μg/L

Levels rise approximately 2.5 times faster in women per unit BMI as compared to men.

o Gastrin

- 측정방법 : RIA
- 측정원리 : 검체 중의 항원과 표지항원이 항체에 경쟁적으로 반응하는 경쟁반응으로, 표지항원과 항체결합물을 침전시켜 Bound form 분리를 한다.
- 사용시약 : GammaDab 125I Gastrin RIA Kit (DPC, USA)
- 사용기기 : Gamma-counter (제조사 : Hewlett Packard, USA)
- 참고치 : 90 pg/ml 이하

o Osteocalcin(CLIA)

- 검사방법 : ECLIA (Electro Chemiluminescent Immunoassay)
- 검사원리 : Elecsys Osteocalcin 분석은 사람 serum 이나 Plasma에서 Osteocalcin의 검출을 위한 정량검사로 전기적 화학발광 (ECLIA)을 이용하여 측정한다.

- 참고치 :	Age	ng/mL
Male :	18-29	24-70
	30-49	14-42
	50-70	14-46
Female :	20-폐경전 여성	11-43
	폐경후(No HRT)	15-46
	Osteoporosis patients	13-48

- 사용시약 : Osteocalcin elecys (제조사 : Roche, USA)
- 측정기기 : Elecsys 2-170(제조사 : Roche, USA)

0 Insulin

- 검사방법: RIA
- 검사원리: 검체 중의 항원과 표지항원이 tube에 코팅된 특이항체에 경쟁적으로 결합하는 One-step solid phase 경쟁반응이다.
- 사용시약: Insulin RIA Kit (제조사: Biosource, Belgium)
- 사용기기: Gamma counter (제조사: Hewlett Packard, USA)
- 참고치: 2 - 25 uIU/ml

0 Estrogen

- 측정방법 : RIA
- 측정원리 : ImmuChem total estrogen 분석에서는 반응은 질량작용의 법칙에 따르고 표지와 비표지 분석물이 그들의 상대적인 농도에 비례하여 항체에 결합한다. 동위원소 분석물의 양은 검체에 있는 비표지분석물의 양에 비례하여 가역적으로 결합한다. 이들의 가역관계는 동위원소비표지 분석물의 결합양이 증가함에 따라 동위원소 표지 분석물의 양은 감소하게 되고 이것을 측정하여 산출한다.
- 사용시약 : Total Estrogens 125I RIA Kit (ICN Biomedicals, Belgium)
- 사용기기: Gamma counter (제조사: Hewlett Packard, USA)
- 참고치 :

	단위 (pg/mL)
Male : Prepubertal	<40
Adult	40 - 115
Female : Prepubertal	<40
Post menopausal or castrate	<40
HMG treatment:	400-800
Female cycle	
1-10 days :	61-394
11-20 days :	122-437
21-30 days :	156-350

o C-peptide

- 측정방법 : IRMA
- 측정원리 : 검체 중의 항원과 표지항원이 tube에 코팅된 특이항체에 경쟁적으로 결합하는 One-step solid phase 경쟁반응이다.
- 사용시약 : C-peptide (Immunotech, Czech Republic)
- 사용기기 : Gamma counter (제조사:Hewlett Packard, USA)
- 참고치 : 0.48-3.30 ng/mL

o Calcitonin

- 검사방법 : IRMA
- 검사원리 : 항체가 코팅된 tube에 검체 항원이 결합하고 다시 표지항체가 결합하는 비경쟁 반응이다.
- 사용시약 : ELSA - hCT(제조사 : CIS, France)
- 사용기기 : Gamma counter (제조사:Hewlett Packard, USA)
- 참고치 : 10 pg/mL 이하

o Cortisol

- 검사방법 : RIA
- 검사원리 : Antibody가 coating된 tube의 특이적 부위에 결합하는 표지항원 (Radioactive tracer)과 비표지항원(standard, sample)사이의 경쟁반응
- 사용시약 : Cortisol (제조사:DPC, USA)
- 측정기기 : Gamma counter (제조사 : Hewlett Packard, USA)
- 참고치 : Serum ; AM 5 - 25 ug/dL
PM 2.5 - 12.5
Urine ; 20 - 90 ug/day

o Lipase

- 검사방법 : Turbidimetric UV method
- 검사원리 : Lipase

$\text{Triolein} + 2\text{H}_2\text{O} \text{ ----- Monoglyceride} + 2\text{Oleic acid}$
 Lipase에 의해 생성된 복합물의 농도를 측정함으로써 Lipase활성도를 측정함.

- 사용시약 : LIPASE (제조사 : Roche, USA)
- 측정기기 : COBAS-MIRA(제조사 : Roche, USA)
- 참고치 : 60이하 U/L

o T3 (Triiodothyronine)

- 검사방법 : CLIA(Chemiluminescent Immunoassay)
- 검사원리 : 혈청중의 T3와 T3reagent가 경쟁적으로 결합하여 Solid phase의 Paramagnetic particle을 형성하고, 여기에 Lite reagent의 acridinium ester-labeled mouse anti-T3 antibody가 결합하여 나타나는 RLU(Relative light units)를 측정.
- 사용시약 : ADVIA Centaur T3 (제조사 : Bayer, USA)
- 사용장비 : ADVIA Centaur (제조사 : Bayer, USA)
- 참고치 : Adult 60-181 ng/dL
 Cord blood 16-76
 1-3 day 90-385
 3-30 day 80-220
 30-60 day 80-226
 2-12 month 80-226
 1-5 year 80-232
 5-10 year 70-206

o T4 (Thyroxine)

- 검사방법 : CLIA(Chemiluminescent Immunoassay)
- 검사원리 : 혈청중의 T4와 T4reagent가 경쟁적으로 결합하여 Solid phase의 Paramagnetic particle을 형성하고, 여기에 Lite reagent의 acridinium ester-labeled mouse anti-T4 antibody가 결합하여 나타나는 RLU(Relative light units)를 측정.

- 사용시약 : ADVIA Centaur T4 (제조사 : Bayer, USA)

- 사용장비 : ADVIA Centaur (제조사 : Bayer, USA)

- 참 고 치 : Adult 4.5-10.9 ug/dL

Cord blood 6.7-14.0

1-3 day 10.5-21.1

3-30 day 7.5-16.0

30-60 day 7.0-14.5

2-12 month 6.6-13.8

1-5 year 6.5-13.0

5-10 year 6.4-12.2

o FSH (Follicle Stimulating Hormone)

- 측정방법 : CLIA (Chemiluminescent Immunoassay)

- 측정원리 : FSH 검사의 원리는 two-site sandwich immunoassay를 이용한 direct CLIA로, intact FSH 분자에 특이적인 두가지 항체를 사용한다. 첫 번째 항체는 lite reagent에 들어있는 monoclonal mouse anti-FSH antibody로서 acridinium ester가 labeling 되어 있다. solid phase에 부착된 두번째 항체는 polyclonal mouse anti-FSH로서, paramagnetic 입자와 가역적으로 결합되어 있다. 본 검사에서는 환자검체에 존재하는 FSH양과 RLU (Relative light units)양이 상관관계를 보이게 된다.

- 측정시약 : FSH 5ReadyPack primary reagent pack (제조사:Bayer, USA)

- 측정기기 : ADVIA Centaur (제조사: Bayer, USA)

- 참 고 치 : Females

Normally menstruating mIU/mL

Follicular phase 2.5-10.2

Midcycle peak 3.4-33.4

Luteal phase 1.5-9.1

Pregnant < 0.3

Postmenopausal 23.2-116.3

Males

13-70 years

1.4-18.1

o LH (Luteinizing hormone)

- 검사방법 : CLIA(Chemiluminescent Immunoassay)
- 검사원리 : LH검사원리는 Two-site sandwich immunoassay를 이용한 direct CLIA로, intact LH분자에 특이적인 두가지 항체를 사용한다. 첫번째 항체는 Lite reagent 에 들어있는 monoclonal mouse anti-LH antibody로서 acridinium ester가 labeling되어 있다. Solid phase에 부착된 두번째 항체는 polyclonal mouse anti-LH로서, paramagnetic 입자와 가역적으로 결합되어 있다. 본 검사에서는 환자검체에 존재하는 LH양과 RLU (Relative light units)양이 상관관계를 보이게 된다.
- 사용시약 : LH 5RdadyPack primary reagent pack (제조사 :Bayer, USA)
- 사용장비 : ADVIA Centaur (제조사 : Bayer, USA)
- 참고치 : Male: 20-70 years : 1.5-9.3 mIU/mL
70이하years : 3.1-34.6
children : < 0.1-6.0
Female:
Follicular phase : 1.9-12.5
Midcycle peak : 8.7-76.3
Luteal phase : 0.5-16.9
Pregnant : 0.1이하-1.5
Postmenopausal : 15.9-54.0
Contraceptives : 0.7-5.6

o Testosterone

- 검사방법 : CLIA(Chemiluminescent Immunoassay)
- 검사원리 : 혈청중의 Testosterone과 Lite reagent내의 acridinium ester-labeled testosterone이 경쟁적으로 polyclonal anti-rabbit antitestosterone antibody와 결합하게 된다. 이 anti-testos-

terone antibody는 solid phase의 paramagnetic particles에 결합된 monoclonal anti-mouse anti-rabbit antibody와 결합하게 된다. 본 검사에서는 검체내에 있는 endogenous agent가 사용된다. 이것으로 환자의 검체에 있는 testosterone양은 RLU (relative light units)양에 역상관관계를 가지게 된다.

- 사용시약 : Testosterone 5ReadyPack primary reagent pack (제조사 : Bayer, USA)
- 사용장비 : ADVIA Centaur (제조사 : Bayer, USA)
- 참 고 치 : Male : 2.41-8.27 ng/mL
Female : 0.14-0.76

사. 소변검사

실험식이를 섭취하기 직전과 급여 후 1주, 2주, 4주가 경과 하였을 때 공복 상태에서 소변을 채취하여 뇨중 산도, 뇨비중, 요소질소, 크레아티닌, 뇨산을 분석하였다.

3. 통계분석

본 연구의 자료는 SAS(Statistical Analysis System) 통계 Package를 이용하여 평균, 표준편차를 산출하였고, 실험 4주 동안의 각 군내 측정값의 전후 차이는 t-test로 유의성을 검증하였다.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 : 유효성분 분석

1. 백립중, 발아율, 뿌리길이 및 1kg무게의 변화

발아중 메밀의 무게변화와 발아율, 뿌리길이의 변화를 측정된 결과는 Table 8과 같았다. 백립중은 발아가 진행됨에 따라 서서히 증가하였는데 즉, 발아 1일째 4.7g에서 7일째 8.1g으로 58%의 무게 증가를 나타내었다. 이와 같은 결과는 대두의 발아중 생체의 무게를 증가시킨다는 이등의 보고와 일치하며,⁸⁸⁾ 담배 종자가 발아 중에 생체의 무게를 증가시킨다는 민등의 연구결과와 같은 경향을 나타내었으며⁸⁹⁾ 권등의 메밀발아 과정 중 백립중의 증가와도 일치하는 결과를 나타내었다.^{64,74)} 발아중 생체의 무게가 증가하는 것은 단계적으로 수분을 흡수하기 때문이며 본 실험에서 발아중 무게의 증가가 서서히 증가하는 것은 수분 흡수 뿐만 아니라 가수 분해에 따른 수분 흡수 작용으로 생각된다. 백립중의 증가와 더불어 발아율 또한 증가하는 경향을 나타내었다. 발아율은 발아 1일 후에 2.0에서 4일 후에 46%로 급격히 증가하였는데 이때 백립중의 증가는 4.6으로 감소가 되는 시점이었고 5일 후에는 63%의 발아율을 나타내었다. 7일 후에는 93%의 발아율을 나타내었다. 이때 싹의 평균길이는 1일에 0.1cm, 5일 후에 0.6cm이며 6일 후에는 2.7cm로 거의 네배에 가까운 신장을 나타내었다. 이때 품온의 변화는 없었다. 이상에서와 같이 백립중의 증가율은 거의 직선적인 변화를 나타내며(Fig. 4), 발아율은 2일 후부터 급격한 증가를 나타내었다.

Table 8. Changes of 100 kernels weight, root length, Kg weight and germination rate of buckwheat during germination.

Time	0	1	2	3	4
100kernels W.(g)	4.7	4.6	4.9	5.5	8.1
G. rate(%)	2.0	46	63	79	93
Root length(cm)	0.1	0.2	0.6	2.7	6.0
1kg weigt(g)	1000	1056	1069	1226	1636

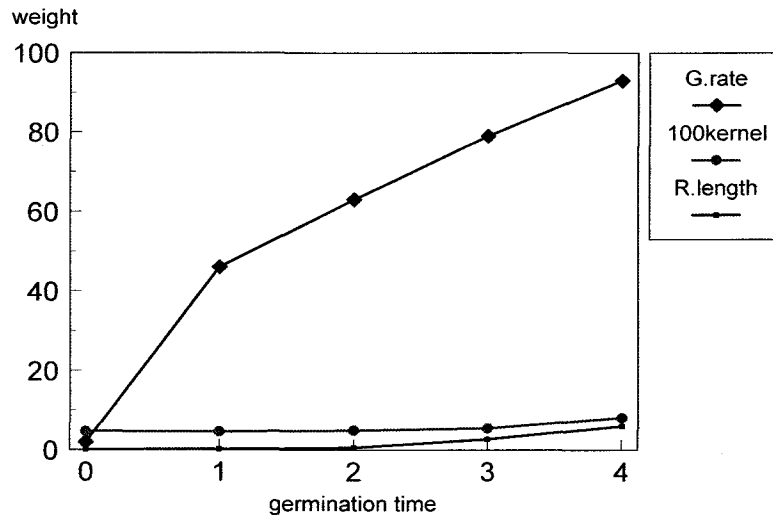


Fig. 4. Changes of 100 kernels weights, root length an germination rate of buckwheat during germination.

2. 일반성분 분석

발아에 따른 일반성분의 변화는 Table 9와 Fig. 5에 나타내었다. 수분함량이 차이가 있는 것은 발아에 의한 차이라기 보다는 건조 정도에 의한 차이라고 생각되어 진다. 회분의 경우는 발아 초기 1.7%에서 2.2%를 약간 증가하였으며, 조 지방의 경우는 발아 초기 4.3%에서 발아 5일째에 가장 낮은 3.1%를 나타내다가 다시 증가하여 발아 7일째에는 4.0%로 증가하는 경향을 나타내었다. 조 단백질의 경우도 발아 초기에 약간 증가하였으며 이는 발아에 필요한 효소 합성에 기인한 것으로 추정되어 진다. 초기가 지나면서 단백질 함량이 다시 감소하다가 증가하는 경향을 나타내었다. 섬유소의 경우 발아 6일째에 가장 감소하다가 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 탄수화물은 100에서 뺀 값으로 계산하였는데 발아 4일째 약간 증가하는 경향을 나타내었으나 5일 과 6일 7일째에 계속적으로 감소하였는데 이는 발아에 의하여 탄수화물은 분해하여 영양원으로 사용하기 때문인 것으로 생각되며 식물이 점차 자라나므로 해서 섬유소가 증가한 때문이라고 생각한다.

Table 9. Changes of proximate composition of buckwheat during germination. (%)

Sample	water	Ash	C. fat	C. protein	C. fiber	Carbohydrate
0	10.7	1.7	4.3	12.8	24.1	46.4
1	6.0	2.1	3.3	12.9	23.4	52.3
2	9.3	2.1	3.1	12.7	23.7	49.1
3	9.4	2.1	3.2	12.7	25.7	46.9
4	9.6	2.2	4.0	13.3	27.1	43.8

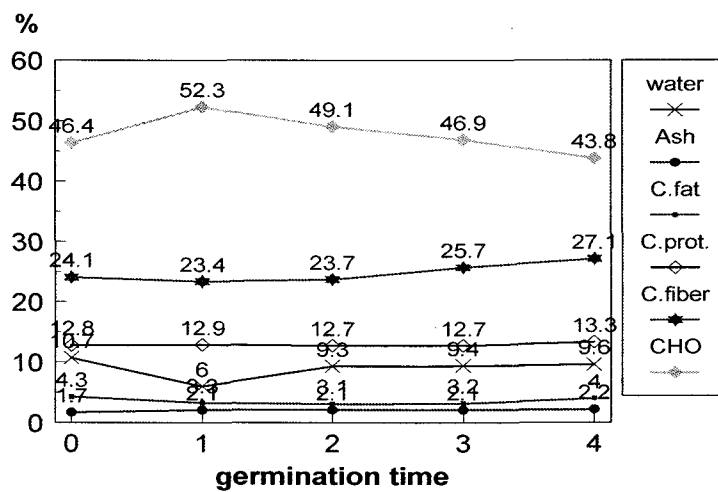


Fig. 5. Changes of proximate composition of buckwheat during germination.

3. 특수성분 분석

가. 유리당 분석

발아 과정중 메밀의 유리당 함량은 Table 10과 같다. 유리당 함량은 Fig 6에서 보는바와 같이 발아초기 발아 4일째 되는 날에 glucose 함량이 최저 수치를 나타내다가 점차 증가하는 경향을 나타내는데, 이는 권등의 보고와 일치하며⁶⁸⁾ 식물이 생

육하면서 전분을 가수분해하여 에너지원으로 사용하기 때문인 것으로 생각되며, fructose의 경우에는 발아초기에 완전히 사라졌다가 다시 증가하는 경향을 나타내었는데 역시 glucose와 같이 초기 발아시에 식물이 필요로하는 에너지원으로 또는 효소반응에 의한 것으로 생각된다. 이와같이 유리당 함량은 발아에 따라 초기에 감소하다가 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 sucrose의 경우에는 발아에 따라 서서히 감소하다가 7일째부터 상승하는 경향을 나타내었다. 이와같은 결과에서 보면 발아 초기에는 glucose와 fructose가 초기에 급속히 감소하는 것으로 같은 경향을 나타내고 있다.

Table 10. Changes of free sugars contents of buckwheat during germination.

(mg%)

Sample	0	1	2	3	4
glucose	287.8	95.9	191.5	230.4	902.3
fructose	234.4	-	46.1	116.9	344.0
sucrose	686.5	686.1	648.7	637.9	823.8

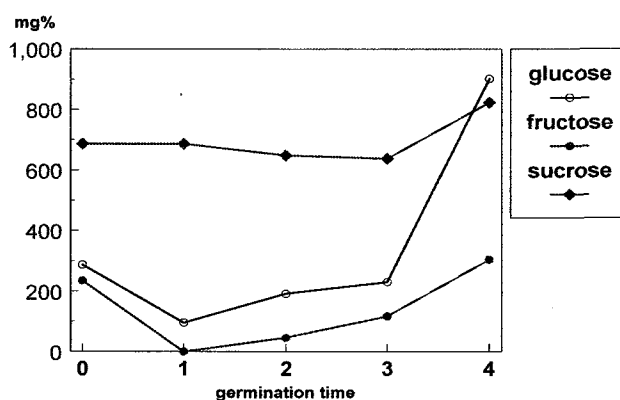


Fig. 6. Changes of free sugars of buckwheat during germination.

나. 총 식이섬유 함량 측정

총식이섬유의 함량은 발아 초기에 감소하다가 증가하는 경향을 나타내고 있다 (Table 9). 이와 같은 결과는 전보와 같이^{65,66)} 식물이 자라면서 탄수화물을 분해하여 식물체의 근간이 되는 섬유소가 합성되기 때문이라고 생각된다.

다. 아미노산 분석

발아 과정중의 아미노산의 변화를 보면 Table 11과 같다. 메밀중에 가장많은 필수 아미노산은 arginine 이며 그 다음이 leucine, lysine, threonine, phenylalanine 의 순서로 많이 함유되어 있으며 필수 아미노산의 함량보다는 비필수 아미노산이 더 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 비 필수 아미노산으로는 glutamine, asparagine, glycine, alanine의 순서로 많은 것으로 나타났다. 발아에 따른 변화는 아미노산의 종류에 따라 그 경향이 크게 다르며 전체적으로 아미노산은 감소하다가 증가하는 경향을 나타내었다.

라. 지방산 분석

발아과정중 지방산 함량의 변화를 보면 Table 12과 같이 나타났다. 발아 메밀에 함유된 지방산의 종류는 주로 oleic acid가 36.58%, linoleic acid 가 36.55%, palmitic acid 가 15.26% 를 차지하고 있으며 linolenic acid가 1.95% stearic acid 가 1.99% 를 이루고 있다. 발아 과정중에 이들 지방산의 변화는 Fig. 7와 같으며 oleic acid 는 감소하고 있으며, linoleic acid 와 linolenic acid 는 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이미 보고된⁶⁴⁾ 것과 같이 대체로 발아에 따라서 포화 지방산은 감소하고 있으며 불포화 지방산은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이와같은 결과는 메밀의 발아라는 방법으로 최근 건강에 유용한 것으로 알려진 불포화 지방산의 함량을 높임으로서 비록 미세한 양이기는 하지만 기능성 물질들이 향상되는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 목표가 달성되었다고 할 수 있다.

Table 11. Changes of amino acids contents of buckwheat during germination.

Items	0		1		2		3		4	
	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%	mg/g	%
EAA	26.08	42.81	23.44	41.09	26.07	38.88	24.10	38.71	26.55	44.61
Histidine	1.68	2.76	1.74	3.06	1.89	2.81	1.97	3.16	1.61	2.71
Arginine	6.51	10.68	6.69	11.73	6.03	8.99	6.98	11.22	6.62	11.12
Methionine	0.74	1.21	2.80	4.91	1.51	2.26	0.98	1.58	1.15	1.93
Phenylalanine	2.65	4.35	2.33	4.09	2.45	3.65	2.37	3.81	2.86	4.81
Threonine	2.73	4.49	2.34	4.10	2.54	3.78	2.30	3.69	1.75	2.94
Isoleucine	1.56	2.56	1.37	2.41	1.32	1.97	4.09	6.56	1.49	2.50
Leucine	4.67	7.66	3.96	6.94	5.98	8.93	1.37	2.20	3.82	6.42
Valine	2.36	3.87	0.57	1.00	2.53	3.78	2.32	3.73	4.79	8.04
Lysine	3.19	5.24	1.63	2.87	1.82	2.71	1.71	2.75	2.47	4.14
NEAA	34.85	57.19	33.61	58.91	40.97	61.12	39.16	61.29	32.97	55.39
Alanine	3.86	6.34	3.61	6.33	4.65	6.94	4.00	6.43	3.63	6.10
Asparagine	5.59	9.17	5.23	9.17	7.45	11.11	6.62	10.64	5.58	9.37
Glutamine	13.19	21.65	2.83	22.50	3.71	20.45	14.79	23.76	12.25	20.59
Glycine	4.13	6.78	3.90	6.84	4.54	6.77	4.12	6.62	3.51	5.90
Cystine	0.63	1.04	0.64	1.12	0.82	1.22	0.68	1.09	0.44	0.74
Proline	3.17	5.20	3.21	5.62	3.83	5.72	3.50	5.63	3.13	5.25
Serine	3.37	5.54	3.08	5.40	4.51	6.72	3.23	5.20	3.42	5.74
Tyrosine	0.89	1.47	1.10	1.92	1.47	2.19	1.21	1.94	1.01	1.70
Total	60.93	100	57.04	100	67.04	100	62.26	100	59.52	100

Table 12. Changes of fatty acids of buckwheat during germination.

(%)

Sample	0	1	2	3	4
14:0	0.20	0.17	0.16	0.16	0.17
15:0	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10
16:0	15.26	15.20	14.91	14.78	14.75
16:1	0.21	0.23	0.22	0.23	0.25
17:0	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09
18:0	1.99	1.94	1.98	1.90	1.87
18:1	36.58	36.79	36.99	35.91	34.50
18:2	36.55	36.70	36.39	37.66	38.64
18:3	1.95	2.02	1.96	2.23	2.64
18:4	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
20:0	1.68	1.64	1.75	1.67	1.68
20:1	3.20	3.10	3.27	3.16	3.15
20:2	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18
22:0	1.94	1.85	2.02	1.91	1.96

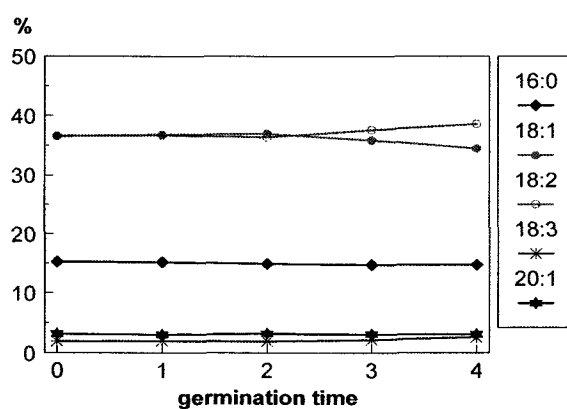


Fig. 7. Changes of fatty acids contents of buckwheat during germination.

마. Rutin 분석

루틴은 메밀에 함유된 비타민 P 로 알려져 있는 물질로서 혈관계 질환에 효과가 있는 성분으로 알려져 있다. 루틴은 다른 식물에 비하여 메밀중에 그 함량이 높은 것으로 알려져 있으며 고혈압의 치료 물질로 잘 알려져 있는 물질이다.⁶⁴⁾ Table 13 와 Fig. 8에서 보면 루틴은 발아 초기에 즉 발아 5일째에 약간 감소하다가 6일째에 다시 증가하기 시작하다가 7일째에 아주 급격히 증가하는 추세를 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 발아가 루틴의 함량을 증가시킬 수 있는 하나의 방법이 될 수 있음을 나타내는 것으로 발아 조건의 설정 여하에 따라 그 함량도 달라질 것으로 생각한다. Table 13에 보면 초기 루틴의 함량이 19.8에서 7일후에 69.0으로 약 350%가 증가하는 것으로 나타났다.

Table 13. Changes of rutin contents of buckwheat during germination

Time	0	1	2	3	4
mg/100g	19.8	16.1	13.7	14.0	69.0

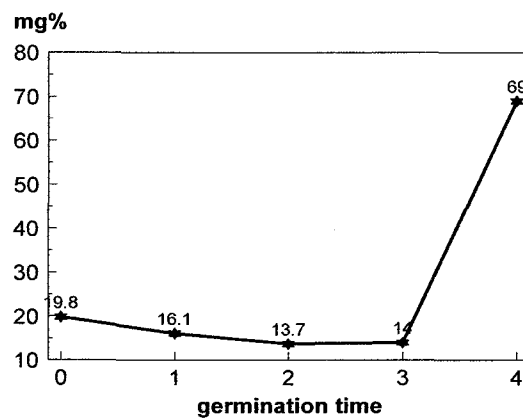


Fig. 8. Changes of rutin contents of buckwheat during germination

바. 무기질 분석

발아 메밀중의 무기물 함량을 보면 Table 14와 같았다. 여기에서 보면 P 과 K 이 가장 많이 함유되어 있고, 그 다음이 Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu 의 순으로 함유되어 있는 것으로 나타났다. 발아 과정중의 변화를 보면 Na 함량은 발아에 따라 점차 감소하다가 발아 6일째 최저 수치를 나타내다가 발아 7일째 다시 증가하는 경향을 나타내고 있다. Mg은 발아 5일째 가장 최저 수치가 되다가 다시 증가하는 경향을 나타내고 있는데 이는 Mg이 관여하는 효소 반응과 관계가 있을 것으로 생각되며 특히 가상해 볼 수 있는 반응은 이시기에 가장 많은 에너지 대사가 필요할 것으로 생각되어 에너지가 생성되는 화학 반응인 TCA cycle 이 가장 활발하게 작용하여 무기 Mg ion 이 사용되기 때문이 아닌가 추측할 수 있다. 또한 P 의 경우에는 발아에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있는데 이와 같은 결과는 효소 반응과 에너지 대사에서 생긴 대사 에너지를 ATP로 저장하기 때문은 아닌가 추측 할 수 있다. K 의 경우에도 발아에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내고 있다. 한편 Ca 의 경우에는 현저하게 증가하는 경향을 나타내고 있다. 따라서 Na 과 K 은 감소하고 P, Mg 과 Ca 은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 미량금속에서는 큰 변화가 없으나 Fe 과 Cu에서 발아 과정중에 감소하다가 증가하는 경향을 나타내고 있는데 이는 발아 메밀내의 효소들의 작용과도 무관하지 않을 것으로 생각된다. ⁶⁵⁾

Table 14. Changes of minerals contents of buckwheat during germination.

(mg/100g)

	Na	Mg	P	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
0	30.3	157.3	358.8	239.1	50.0	2.3	2.7	1.1	1.7
1	28.6	157.0	369.3	207.7	50.8	2.1	2.5	0.8	1.6
2	19.2	148.4	360.0	186.8	61.8	2.0	2.4	1.0	1.6
3	16.8	155.1	369.6	191.6	68.1	2.1	2.5	1.1	1.7
4	22.6	161.7	382.9	184.5	74.1	2.2	2.7	1.2	1.7

사. Enzyme activity 의 측정

(1) α -amylase activity

발아 과정 중에 대부분의 전분질 곡립 들은 전분질을 이용하기 위하여 amylase를 형성하는 것이 일반적인 현상인 것으로 알려져 있다.^{68,88,89)} 따라서 메밀에서 발아 과정 중에 amylase의 activity를 측정하였다. 메밀중의 효소활성은 시판 효소를 사용하여 일정한 양의 활성을 갖는 효소 용액을 만든 후에 이 효소 용액에 대하여 상대적인 활성을 측정하였다. 즉 기준 효소 용액의 흡광도에 대하여 상대적인 흡광도를 측정하여 발아 과정중의 amylase activity를 계산하였다. 이 결과는 Table 15와 같았다. 여기에서 보면 발아에 따라 amylase의 activity는 발아 7일째가 발아 초기에 비하여 계속적으로 증가하여 96.7%의 활성을 나타내었다. 이와같은 결과는 발아 7일째에도 계속적인 전분의 분해 반응이 일어나고 에너지 대사가 진행되고 있다고 추측 할 수 있다. 따라서 일반 성분의 분석에서도 나타난것과 같이 탄수화물의 분해가 일어나서 탄수화물은 계속 감소하고 있으며 반면에 당질 대사가 진행되어 유리당의 함량이 증가하고 있으며 특히 glucose 의 함량이 증가하고 있는데 이 glucose는 α 형과 β 형이 서로 전이를 일으켜서 결국 식물이 식물체로 분화해 갈 수 있도록 α 형에서 β 형으로 바뀐 다음에 이 β 형 다시 합성되어 섬유소로 합성되는 과정을 통하여 뿌리가 자라게 될 것으로 추정 할수 있다. 이와같이 발아에 의해서 식물체내에서 매우 다양한 효소 반응이 진행되고 이와같은 반응과정 중에 유용한 기능성 물질이 형성되는 시점에서 식품 가공의 원료로 사용하는 것은 매우 바람직한 식품 이용 방법이라고 생각된다.

Table 15. Changes of amylase activity of buckwheat during germination.

(%)

Sample	0	1	2	3	4
activity	12.7	12.7	16.4	34.6	96.7

(2) 메밀 추출액에 대한 효소 inhibition 반응

메밀의 소화 효소에 대한 억제효과를 통하여 비만 기능성 식품을 개발하기 위하여 발아 메밀의 효소 억제 반응을 측정하였다. 즉 amylase 와 trypsin, lipase 에 대하여 발아 메밀의 효소 억제 반응을 남은 효소 activity로 계산하였다. 그 결과 Table 16, Fig. 9와 같았다.

Table 16. Changes of remaining enzyme activity of buckwheat during germination

Sample	0	1	2	3	4
amylase	49.2	42.6	39.7	32.9	32.7
trypsin	44.9	20.1	12.7	42.9	50.3
lipase	45.4	40.6	41.8	39.8	39.8

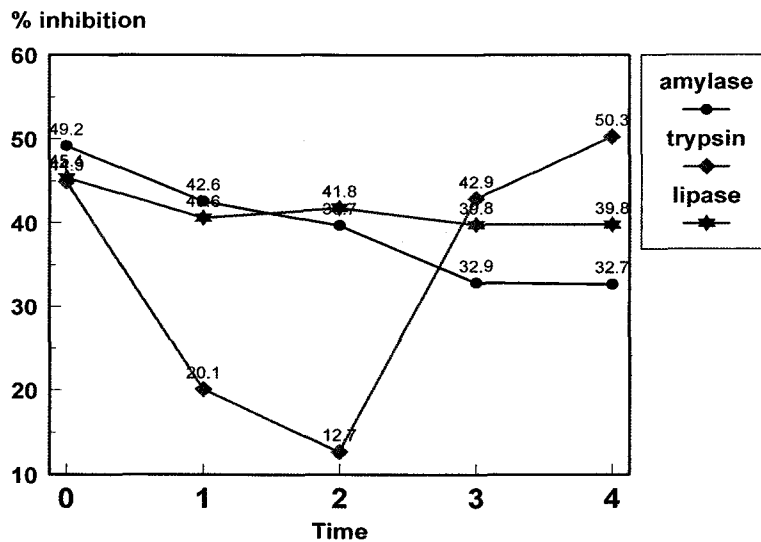


Fig. 9. Changes of remaining enzyme activity.

① amylase inhibition

Amylase의 경우에 있어서 발아 1일째 메밀은 약 49.2%의 활성이 남아 있었으며 점차 감소하여 5일, 6일, 7일째에 가장 최저 수치를 나타내었다. 이와 같은 결과는 메밀이 발아하면서 생성하는 어떤 물질이 amylase의 활성을 저해한다고 생각이 된다. 발아과정 중에 증가하는 물질로는 섬유소와 무기질과 루틴등이 있는데 이들 물질중의 어느 것이 또는 복합적으로 amylase의 활성을 아주 강력하게 억제한다고 생각된다. 특히 자체내의 amylase 활성이 증가하는데도 불구하고 remaining activity가 이와 같이 감소하는 것은 발아 메밀이 강력한 amylase 억제 물질을 생성한다고 생각되어 진다.

② Trypsin inhibition

Trypsin의 경우를 보면 발아 메밀이 발아 1일째에는 44.9%의 활성을 갖는데 비해 발아 4일째에는 20.1%의 활성 밖에는 남아 있지 않고 있으며 발아 5일째에는 12.7%에 불과하다. 즉 trypsin에 대한 억제 효과는 발아 5일째가 가장 크며 6일째와 7일째에는 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 이와같은 결과는 발아 5일째의 메밀이 단백질의 소화 흡수를 강력하게 방해 할 수 있다는 것을 의미하며 이와같은 특성을 이용하여 본 연구의 연구 목적을 달성할 수 있을 것으로 생각한다.

③ Lipase inhibition

지방분해 효소인 lipase에 대한 remaining activity를 측정한 결과는 Table 17과 Fig.10 과 같다. 이 결과를 보면 lipase 의 활성은 발아에 따라 점차 감소하는 경향을 나타내었으며 발아 1일째에 약 45.4% 의 활성이 남았으며 점차 감소하여 6일째와 7일째에는 39.8%의 활성이 남아 있었다. 이와 같은 결과에서 보면 발아 메밀이 소화 효소에 대하여 강력한 억제 효과를 나타낼 것으로 생각되며 이와 같은 결과로 최근 문제가 되고 있는 비만자 들에 대한 에너지 차단 기능성 식품으로 발아된 메밀이 더없이 좋은 소재임을 증명하는 것이라고 생각한다. 이와 같은 결과에

따라 각각의 효소에 대한 발아 메밀의 효소 활성 억제율은 amylase의 경우 가장 높은 효소 반응 억제는 발아 7일째의 메밀이 67.3%를 억제하여 가장 높았고, 단백질 분해 효소인 trypsin의 경우는 발아 5일째인 메밀이 87.3%를 억제하여 가장 높은 억제 효과를 나타내었다. 또한 지방 분해 효소인 lipase의 경우에 있어서는 발아 6일, 7일째의 발아 메밀로서 60.2%의 억제 효과를 나타내었다 . 따라서 효소 억제 효과가 가장 좋은 메밀의 발아 기간은 발아 5일에서 6일 사이가 가장 높은 것으로 생각된다.

Table 17. Changes of enzyme inhibition activity of buckwheat during germination.

	(%)				
Time	0	1	2	3	4
amylase	50.8	57.4	60.7	67.1	67.3
trypsin	55.1	79.9	87.3	57.1	49.7
lipase	54.5	59.4	58.2	60.2	60.2

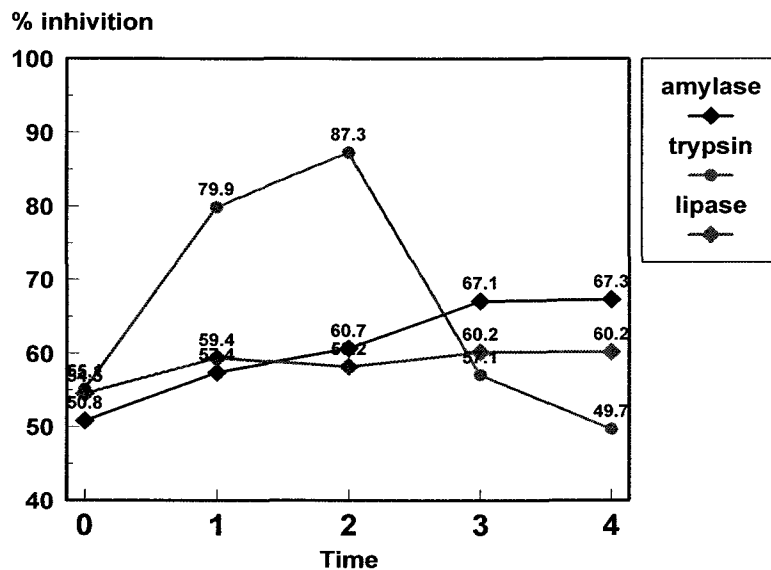


Fig. 10. Enzyme inhibition activity of germinated buckwheat

아. 발아 메밀 단백질의 전기영동

이상과 같은 메밀의 발아 과정중에 나타나는 각종의 반응 효과들이 단백질과 관계가 있을 것으로 추측되어 발아 과정중의 메밀의 단백질을 추출하여 단백질의 패턴을 비교하기 위하여 전기영동 하였다. 그 결과는 Fig. 11과 같다. Fig. 11에서 나타남과 같이 발아에 따른 단백질의 패턴이 분자량 116 부근의 단백질에서 발아 1일에는 없었던 새로운 단백질 band가 발아 4일 과 5일에 강력하게 나타났다가 6일과 7일째에 소실되는 것을 볼 수가 있다. 이것은 발아 메밀의 전 과정에서 가장 강력하게 이시기에 반응을 나타낸 것이 trypsin의 효소 억제 반응으로 발아 5일째에 87.3%의 trypsin inhibition 이 있었다. 따라서 이 band의 단백질이 trypsin의 억제와 가장 밀접한 관계가 있을 것으로 추정된다. 특히 발아 6일째와 발아 7일째의 trypsin의 저해 효과가 57.1%, 49.7% 로 각각 감소되는 것과 이 band 에서 band 가 사라지는 모습으로 볼 때 더욱 그러한 추측이 가능성을 더 해준다. 그 다음 반응으로는 fructose 의 변화를 들 수 있는데 fructose는 발아 5일째 보다 발아 4일째 소실되는 결과를 나타내어 다소 신빙성이 떨어진다. 또한 분자량 35.8 부근의 band 에서도 비슷한 결과를 나타내고 있어서 이 두 band의 단백질이 가장 뚜렷한 변화가 관찰되고 있다.

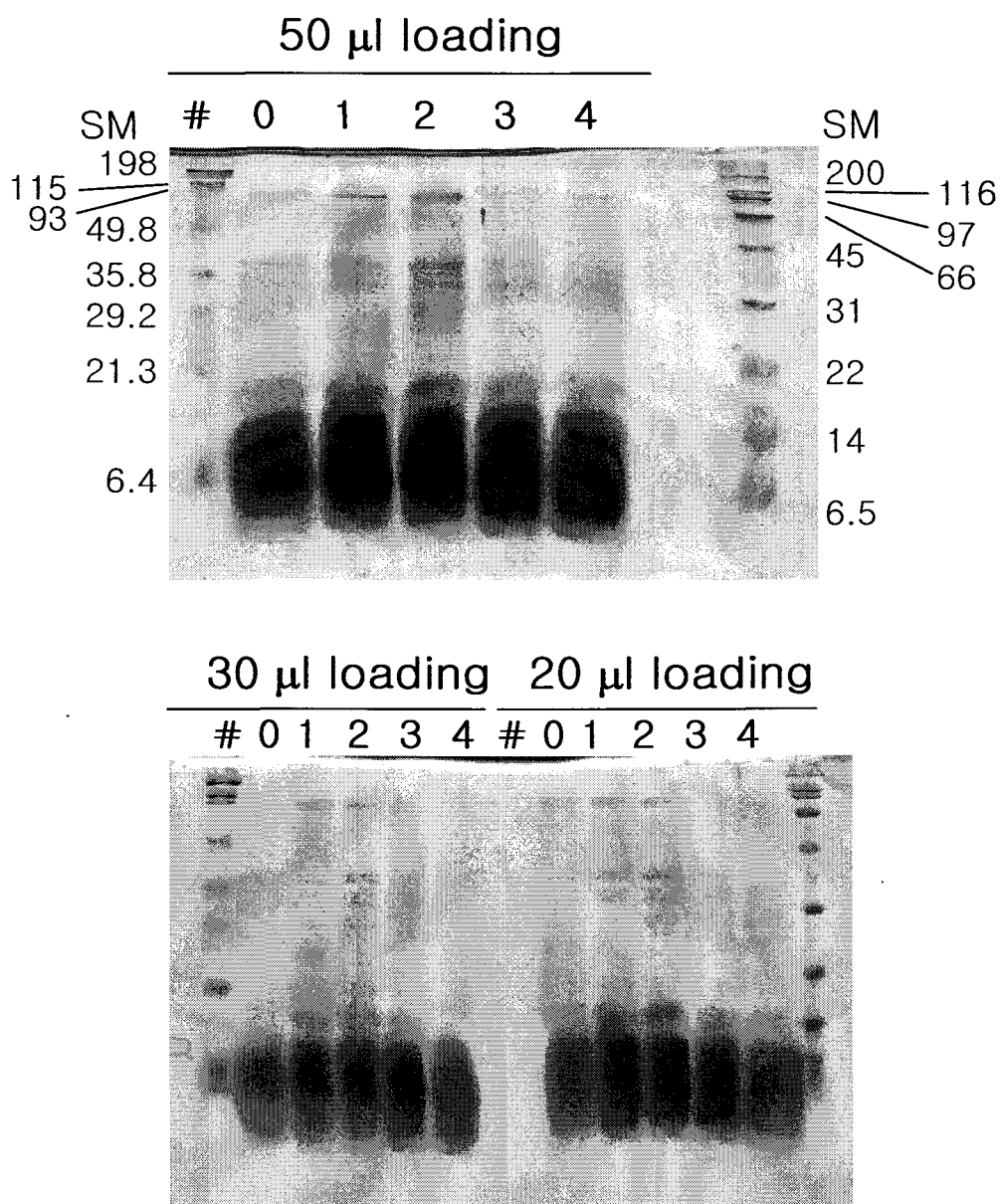


Fig. 11. Electroporesis patterns of buckwheat protein during germination

제 2 절 : 동물실험

1. 신체계측

가. 체중, 체장, 가슴둘레의 변화

실험동물로 돼지를 7주간 사육한 결과 Table 18, Fig. 12와 같았다. Table 18 과 Fig. 12에서 보는바와 같이 실험 군(BW)에서 체중의 감소를 가져왔으며 특히 30% 실험 군의 경우 대조 군에 비하여 현저한 체중의 감소를 나타내었으며 5% 실험군의 경우도 미약하지만 체중의 감소가 관찰되었다. 체중의 증가율을 보면 Table 19, Fig. 13과 같았다. 이 표에서 보면 대조군의 경우 최초 체중에 비교하여 133%의 체중 증가율을 나타내었는데, 5%의 경우 130%의 체중 증가율을 나타내어 실험식이 투여 %와 비슷한 정도로 대조 군에 비하여 체중 증가가 둔화된 것을 볼 수 있다. 한편 30% 실험 군은 최초의 체중에 비교하여 69.5%의 체중 증가율을 나타내었는데 이는 30% 실험 군의 체중 증가율이 실험식이 투여 량만큼 감소한 것으로 나타나고 있다. 또한 대조 군에 비하여 약 63%의 체중 감소율을 나타내는 것으로 보여지고 있다. 한편 30% 실험군의 경우에 있어서 6주 후부터는 체중이 서서히 감소하는 경향을 나타내는 것으로 보여지고 있어서 본 연구에서 목표로 하는 체중의 감소가 상당히 빠르게 진행되고 있음을 나타내고 있으며 4주 후부터 30% 실험 군에 있어서 대조 군에 비하여 체중의 감소가 통계적으로 유의하게 감소하고 있는 것으로 나타났다. 또한 Table 20와 Table 21, Fig. 14에서 나타내고 있는 실험돼지의 체장의 변화를 보면 실험 군과 대조 군간에 큰 차이가 없으며 통계적으로 유의성이 없는 것으로 측정되었다. 실험동물들의 신장은 최초 실험시기에 비하여 약 25-26%의 체장의 증가율을 나타내었다. 따라서 체중의 감소는 있으나 체장에는 실험식이 섭취가 실험 군간에 영향을 나타내지 않는 것으로 나타났다. 실험동물의 가슴둘레의 길이는 대조 군에 비하여 30% 실험 군이 약 8% 정도의 감소를 나타내고 있으며 사육 3주 후부터 대조 군에 비하여 통계적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타내었다. 그러나 5% 실험군의 경우에 있어서는 감소하는 경향을 나타내고 있으나 통계적 유의성은 없었다(Table 22, Fig 15). Table 23에서 가슴둘레의 증가율을 보면 대조 군은 초기에 비하여 약 25%의 증가율을 나타내었으나 5% 실험 군과 30% 실험 군에 있어서 각각 22.7%, 18.5%의 증가율을 나타내어 메밀의 섭취가 가슴둘레의 감소를 나타낸다고 생각되며 이는 실험식이 섭취로 체 지방이 감소하기 때문인 것으로 생각된다. 지금까지의 연구 결과를 비교하여^{72,73)} 고찰해 보면 돼지에게 투여한 실험

식이가 실험동물의 체중을 감소시키는 결과를 나타내었다. 즉 30% 실험식이 투여시 정상 돼지에 비하여 63%의 체중증가 수준의 체중을 유지하였으며 최초 체중에 대하여 약 70% 정도의 체중 증가를 나타내었는데, 이와 같은 결과는 정상 돼지에 비하여 실험식이 섭취 돼지에 있어서 에너지 효율이 급격히 감소하기 때문이라고 생각한다. 다시 말하면 실험식이 섭취가 에너지 흡수를 방해하여 체내 필요한 에너지의 흡수를 어떤 경로를 통하여 방해받고 있기 때문이라고 생각한다. 즉

Table 18. Changes of body weight of pigs during experiment

Week \ Group	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	41.7±3.84	52.9±4.32	60.8±4.38	66.6±4.28	74.3±5.32	81.7±6.73	89.4±7.26	97.2±8.83
BW (5%)	41.7±3.84	52.1±3.92	57.8±3.86	64.2±4.53	72.9±6.08	80.4±5.31	87.9±5.16	95.9±4.73
BW (30%)	43.3±3.84	49.8±5.16	55.7±4.58	59.7±4.69	64.7±3.42*	69.3±3.13*	73.7±2.14*	73.4±3.48**

values are mean ± SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

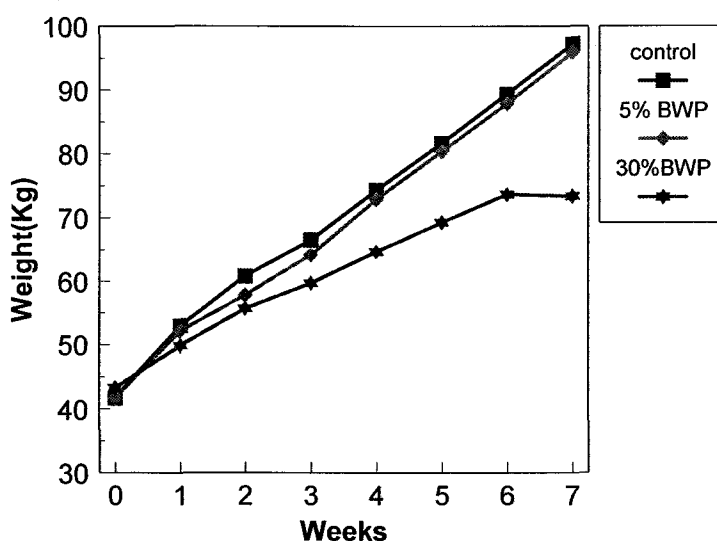


Fig. 12. Changes of body weight of pigs during experiment

Table 19. Increasing rate of body weight of pigs during experiment

Group	Week							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	0	26.8	45.8	59.7	78.2	95.8	114.4	133.0
BW (5%)	0	24.9	38.6	53.9	74.8	92.7	110.7	130.0
BW (30%)	0	15.0	28.6	37.8	49.5	60.0	70.2	69.5

values are mean \pm SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

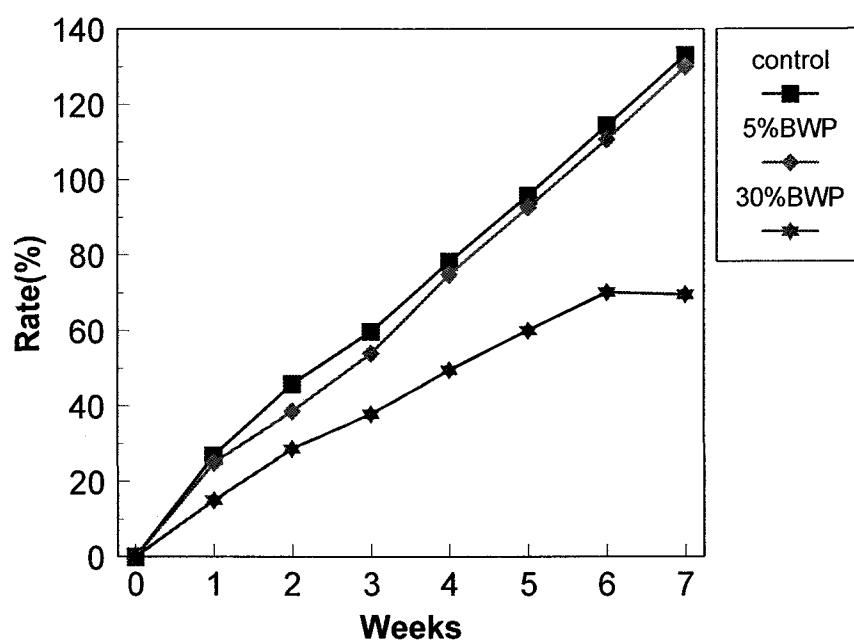


Fig. 13. Increasing rate of body weight of pigs during experimental pigs.

Table 20. Changes of body length of pigs during experiment.

Group \ Week	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	90.2±4.2	93.0±4.4	98.0±4.0	101.4±5.1	105.8±6.2	108.6±6.1	112.4±7.1	117.0±6.4
BW (5%)	88.2±3.1	91.2±2.6	96.6±4.7	101.2±4.2	105.4±4.5	110.2±5.0	114.0±5.2	119.2±2.0
BW (30%)	85.0±2.4	91.0±4.0	94.6±4.7	98.0±3.6	101.6±3.9	104.0±3.6	106.8±3.0	110.8±4.5

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

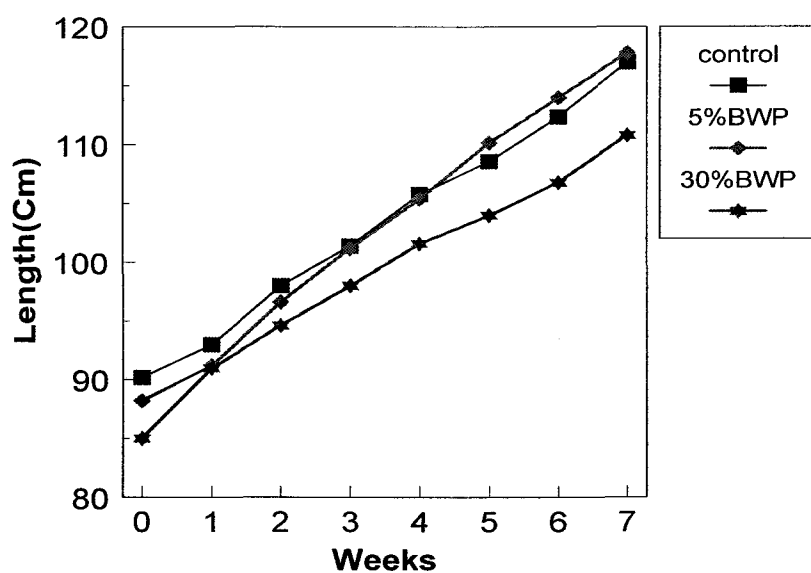


Fig. 14. Changes of body length of pigs during experiment.

Table 21. Increasing rate of body length of pigs during experiment

Group	Week							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	0	2.8	7.8	11.2	15.6	18.4	22.2	25.6
BW (5%)	0	3.0	8.4	13.0	17.2	22.0	25.8	29.2
BW (30%)	0	6.0	9.6	13.0	16.2	19.0	21.8	25.4

values are mean \pm SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

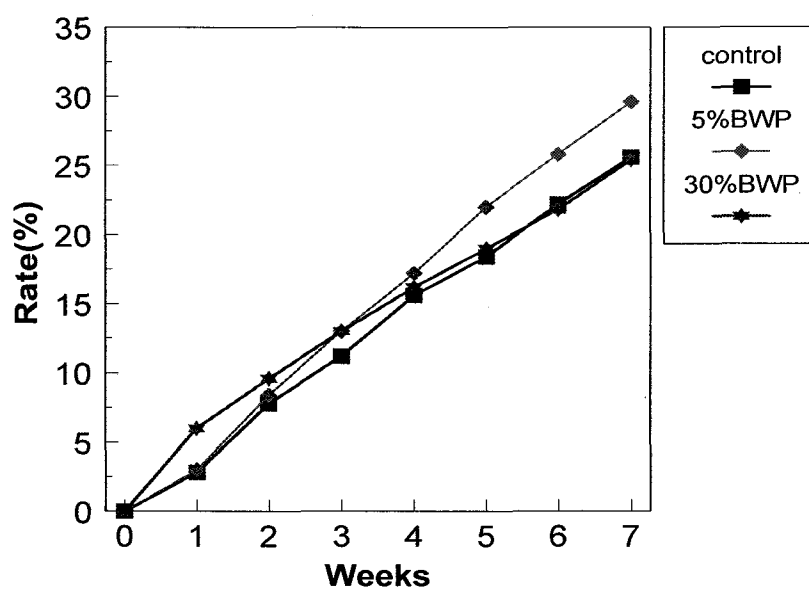


Fig. 15. Increasing rate of body length of pigs during experiment

Table 22. Changes of chest circumference of pigs during experiment

Group \ Week	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	83.4±2.1	86.4±2.7	89.2±2.6	91.4±2.3	94.8±1.8	97±2.4	101.2±3.1	104.4±3.8
BW (5%)	82.8±4.2	85.0±3.6	87.8±3.4	90.8±3.0	93.2±3.0	96.6±3.9	99.0±3.6	101.6±3.5
BW (30%)	80.8±2.9	82.4±2.2	85.8±1.0	87.8±1.0*	89.8±0.6**	91.8±1.0*	93.8±1.8*	95.8±2.2*

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

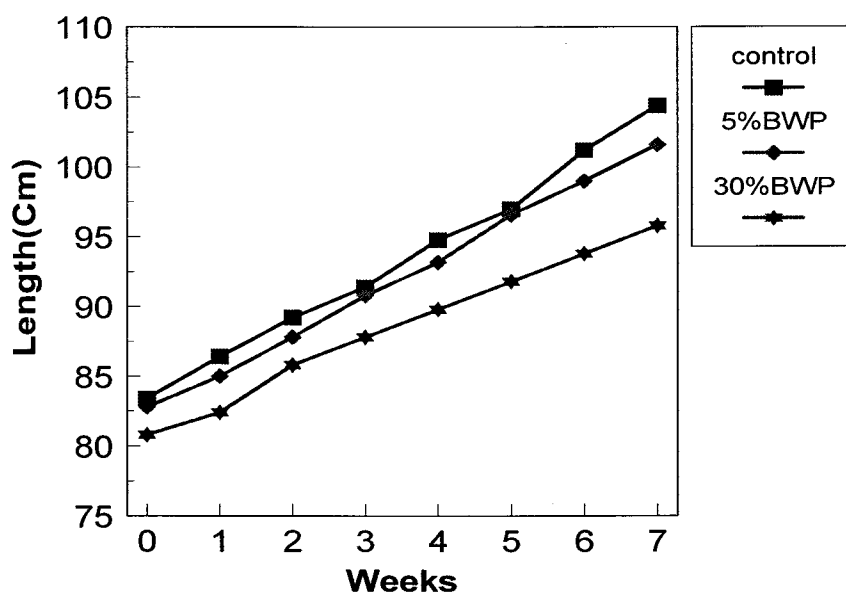


Fig. 16. Changes of chest circumference of pigs during experiment

Table 23. Increasing rate of chest circumference of pigs during experiment

Group	Week							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Control	0	3.5	6.9	9.5	13.6	16.3	21.3	25.1
BW (5%)	0	2.6	6.0	9.6	12.5	16.6	19.5	22.7
BW (30%)	0	1.9	6.1	8.6	11.1	13.6	16.0	18.5

values are mean \pm SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

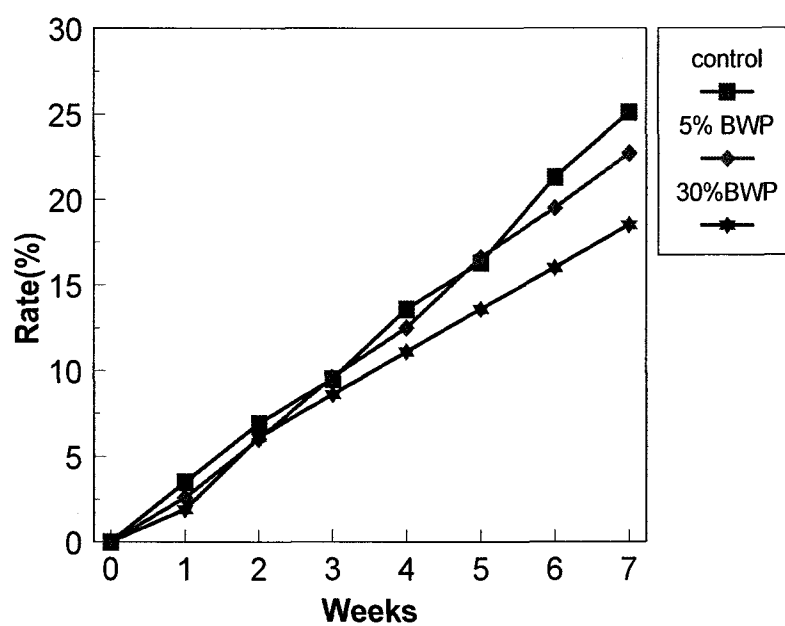


Fig. 17. Increasing rate of chest circumference of pigs during experiment

실험식이 체내에서 소화 흡수가 되지 않거나 또는 다른 음식물의 가수분해를 방해하여 섭취할 영양성분의 가수 분해가 일어나지 않는다는 것까지 그 작용 기전에 대하여는 알 수 없지만 실험식이 투여가 체중의 증가를 방해하며 체중의 증가 감소가 체 지방에 의한 것인지 또는 골격의 소실 때문인지 근육의 소실 때문인지 아직까지 밝혀진 연구 결과는 없지만 본 연구자의 의견은 지방의 감소 때문이라고 생각한다. 따라서 본 연구에서 실험동물의 체중의 감소는 지방의 감소 때문이며 실험식이 소화 작용을 억제하거나 소화 흡수 작용을 억제하여 에너지의 섭취를 제한하기 때문인 것으로 생각한다. 한편 성장 율을 검토하기 위하여 실험동물의 체장의 변화를 측정된 결과 (Table 20) 실험동물의 체장에는 큰 차이를 나타내지 않았으며 유의 성이 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 실험식이 투여가 갈습 대사를 비롯한 무기물 대사에는 큰 영향이 없는 것으로 생각할 수 있으며 또한 단백질 대사에도 크게 영향을 미친다고 생각되지 않는다. 다만 에너지 섭취 감소에 의하여 나타나는 대사는 나타날 수 있으며 실험식이 직접적으로 성장에 장애를 일으킨다고 볼 수는 없다고 생각한다. 그러나 사육과정 중에 측정되지는 않았지만 단백질 부족 현상으로 볼 수 있는 관능적으로 털의 상태가 약간은 정상 돼지에 비하여 털의 윤택이 떨어지는 현상은 관찰 되었다. 가슴둘레에 있어서도 유의적으로 차이를 나타내었으며(Table 22) 실험 군에 있어서 대조 군에 비하여 가슴둘레가 적은 것으로 나타내었는데 이것은 피하의 지방층이 감소하기 때문인 곳으로 생각된다. 따라서 체중과 더불어 지방 조직이 감소함으로써 가슴둘레가 감소하는 것으로 생각한다. 그러나 섭취된 실험식이 함량에 비하여 크게 감소하지는 않았으며 30% 실험 군의 경우 약 8% 정도의 감소를 나타내었으며 5%의 경우 2.4%의 감소로 보아 가슴에 지방의 함량이 많지 않기 때문에 감소 비율이 적은 것으로 미루어 근육의 감소보다도 피하 지방의 감소 때문인 것으로 생각된다.

나. 허리둘레, 허리두께의 변화

실험동물의 허리둘레와 허리두께를 실험 제 6주와 7주에 측정된 결과 Table 24, Fig.18, Fig.19와 같았다. 표에서 나타난 것과 같이 실험 군은 대조 군에 비하여 허리의 둘레가 적었으며 통계적으로 유의 성이 있었다. 30% 실험 군은 대조 군에 비하여 7주 후에 허리의 둘레가 14.6cm 가 적었으며 이것은 대조군의 약 87% 수준에 해당하며 13%의 감소효과를 나타내었다. 5% 실험 군에 있어서는 약 7.6 cm의 감소 효과를 나타내었으며, 이는 대조군의 93% 수준에 해당하며 약 7%의 허리 둘레 감소효과를 나타내고 있다. 또한 5%와 30% 실험 군을 비교해 보면 30% 실험 군이

5% 실험 군에 비하여 약 두 배의 허리둘레 감소 효과를 나타내었다. 허리두께에 있어서는 5% 와 30% 실험 군이 다 같이 대조 군에 비하여 허리 두께가 적었으며 7주 짜의 30% 실험 군에 있어서는 대조 군에 비하여 유의 성이 있었다. 6주 짜의 실험 군을 보면 대조 군에 비하여 5%의 경우는 0.7 cm 가 적었고 30%의 경우에는 1.5 cm 가 적어 30%가 5%에 비하여 약 두 배의 감소 효과를 나타내었다. 7주의 경우에는 5% 실험 군의 경우 대조 군에 비하여 1.1 cm 가 적었으며, 30%의 경우에는 3.3 cm 가 적었다. 30%가 5%에 비하여 세 배의 감소효과를 나타내었으며 이것은 사육기간이 길수록 감소 효과가 클 것으로 생각되며 통계적으로 매우 유의 성이 있었다. 실험식이 섭취를 장기간 하면 훨씬 더 감소 효과가 있을 것으로 생각한다. 또한 30% 실험 군의 경우 6주 짜 보다 7주 짜에 허리 두께가 더 작은 것으로 나타났는데 이때부터 본격적으로 허리의 굵기가 감소하는 것으로 생각된다. 지금까지의 연구결과를 고찰해 보면 30% 실험 군의 경우 대조 군에 비하여 약 13 % 의 허리둘레 감소 효과가 있었으며 5% 실험 군에 있어서는 약 7%의 감소효과가 있었다. 이와 같은 결과는 가슴둘레의 경우와 비교하여 5 %의 경우 약 3배, 30%의 경우 약 1.6배의 감소 효과가 있는 결과로 이는 가슴 부위에 있는 지방보다, 허리부위에 있는 지방이 더 많이 감소하고 있다는 것을 보여 주고 있으며 가슴 부위 보다 허리 부위에 지방 함량이 더 많음으로 지방의 감소가 더 많이 일어나는 것으로 생각 할 수 있다. 따라서 이 결과로 볼 때 **실험식은 복부형 비만의 경우에 더 효과가 좋을 것으로 추측할 수 있으며** 최근 증가하고 있는 성인의 비만 형태가 대부분 복부형 비만인 것으로 이런 종류의 비만 해결에 효과가 있을 것으로 생각된다. 기간이 증가할수록 5%의 경우보다 30%의 경우에 더 효과가 커지는 것으로 나타났는데 이것은 비만의 개선에 시간을 두고 꾸준히 감량하는 것이 훨씬 더 효과적임을 나타낸다고 생각한다.

Table 24. Changes of waist circumference and waist thickness of pigs during experiment

Group	Week	waist circumference		waist thickness	
		6	7	6	7
Control		108.6±1.0	112.2±0.6	23.3±0.9	24.0±0.8
BW (5%)		101.6±3.1*	104.6±3.1**	22.6±1.3	22.9±1.7
BW (30%)		97.4±2.2***	97.6±3.3***	21.8±0.8	20.7±1.4*

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

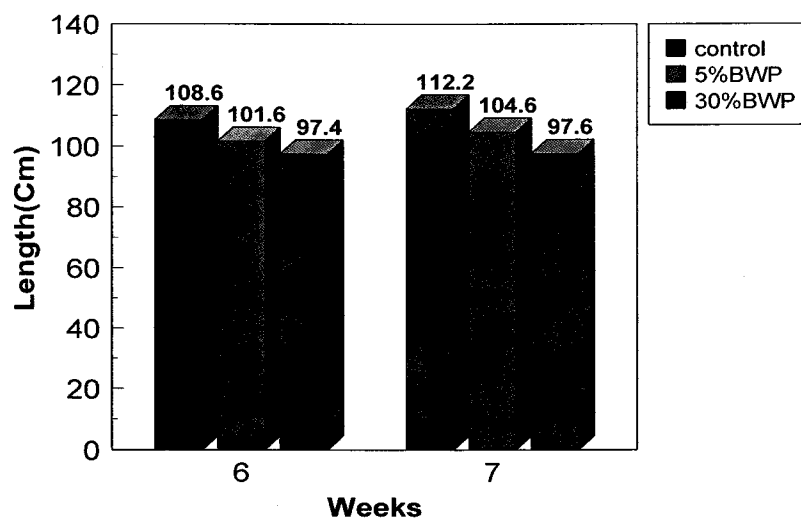


Fig. 18. Changes of waist circumference of pigs during experiment

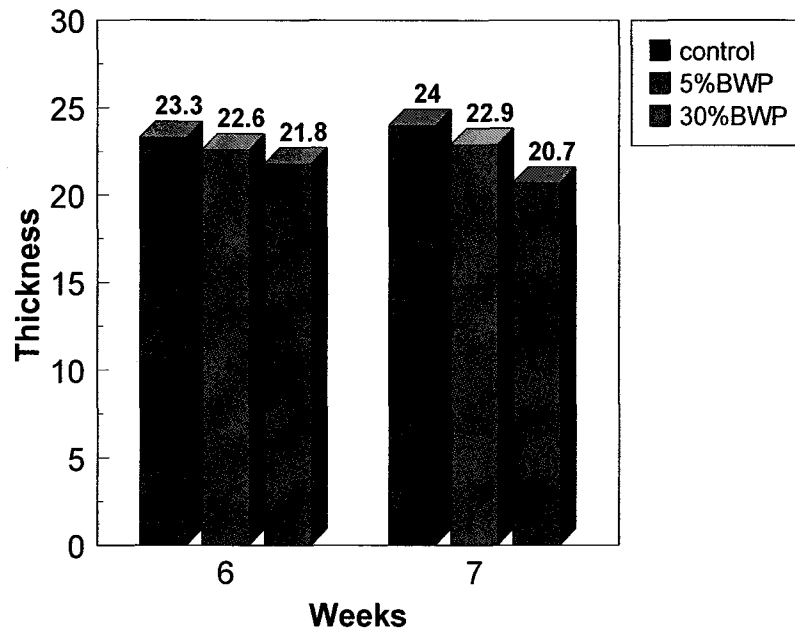


Fig. 19. Changes of waist thickness of pigs during experiment

2. 초음파 측정

가. 등 지방 두께의 변화

실험 사육 중 등 지방 두께를 측정하기 위하여 sono 600 초음파 임신 진단기(메디슨, 한국)를 사용하여 실험기간 5, 6, 7주 사이에 등 지방 두께를 측정한 결과 Table 25, Fig 20과 같았다. Table25 에서 보면 5주 짜에 5%, 30% 실험 군이 각각 1cm, 4.4 cm 대조 군에 비하여 지방의 두께가 적었으며 이것은 각각 대조군의 지방 두께에 비하여 5.8%, 25.6% 적은 것으로 이것 역시 실험식이 투여 %와 비슷하게 지방의 두께가 적어지는 것으로 나타나고 있다. 6주 짜에는 실험 군이 각각 대조 군에 비하여 1.2 cm, 6.0cm 적은 것으로 비례로 나타내면 6%, 30% 정도 대조 군에 비하여 적은 것으로 정확하게 실험식이 투여 비율만큼 체 지방의 두께가 감소하는 것으로 나타나고 있다. 7주 짜에는 5%의 경우 1.6 cm, 30%의 경우 7.8cm 가 적은 것으로 5%의 경우는 7.1%의 감소율을 나타내고 있으며, 30% 실험 군에 있어서는 34.8%의 감소율을 나타내고 있어서 처리 기간이 증가할수록 점점 더 체 지방의 감소는 더욱 증가하는 것으로 나타나고 있다. 따라서 6 주 정도의 사육기간으로 각각 처리 량 만큼의 감소 효과를 나타내는 것으로 나타나고 있다. 이것으로부터 5주에

서 7주까지 2주간의 증가량을 계산하면 0%는 5.2cm, 5%는 4.6cm, 30%는 1.8cm의 등 지방 증가를 보이고 있는데 이를 다시 1주간의 증가량으로 환산하면 각각 2.6, 2.3, 0.9 cm 의 증가량을 나타내고 있다. 이것을 실험식이 %당 증가량을 계산하면 실험식이 5% 투여로 0.3 cm의 등 지방 감소를 나타내고, 실험식이 25%의 투여로 1.4cm의 등 지방 차이가 나며 30%의 실험식이 투여에 1.7cm 의 등 지방 차이가 난다. 따라서 이것을 각각 실험식이 1% 당 등 지방 감소량을 계산하면 0.06cm/%, 0.056cm/%, 0.056cm/% 의 값을 나타내며 이것을 평균하면 0.057 cm/% 가 되며 30 % 실험식이의 경우 완전히 등 지방이 증가하지 않는 실험식이의 농도를 계산하면 15.8%가 된다. 따라서 30% 실험식이에 15.8%의 실험식을 더 첨가하면 즉 45.8%의 실험식을 투여하면 등 지방의 증가가 없게 된다. 이와 같이 계산하면 실험식이 1% 첨가 시 1주일에 돼지의 경우 0.057 cm 씩 등 지방이 감소하게 된다. 지금까지의 연구결과를 고찰해 보면 등 지방의 변화는 매우 유의 적인 차이를 나타내었으며 그 측정값의 정밀도가 상당히 높았다. 따라서 이런 종류의 연구에 초음파 진단기의 사용은 매우 효과적인 방법이 되었으며, 종전의 실험 방법에 비하여 상당히 안정적이고 예측 가능한 연구자료를 얻을 수 있었다. 등 지방의 경우에 있어서 0%, 5%, 30%의 실험 군이 정확하게 직선의 관계를 나타내어 5주 째에는 대조 군에 비하여 5.8%, 25.6%의 등 지방 감소를 나타내고 있으며 6주 째에 실험식이 섭취 량과 같은 정도인 각각 6%와 30%의 등 지방 감소 효과를 나타내고 있으며, 7주 째에는 각각 7.1%와 34.8 %의 감소를 나타내었다. 이것으로 체 지방 감소 cm 에 대한 실험식이 섭취 %에 대한 계산식을 만들면 0.057 cm/%가 된다 즉 실험식이 1%의 투여 시 등 지방 함량은 0.057cm 씩 감소하는 결과를 나타내었다. 이와 같은 방법으로 이 실험식을 이용하여 체 지방의 증가가 없는 사육을 예측한다면 실험식을 45.8%를 투여한다면 등 지방의 증가가 0%에 해당한다는 결론을 계산할 수 있다. 이와 같은 계산식을 이용하여 체 지방 함량이 각기 다른 사람들에 대하여 투여 량과 투여 기간 등을 예측할 수 있는 계산식으로 사용할 수 있다.

Table 25. Changes of fatback thickness of pigs by ultrasonic wave tester during experiment

Group	Week	Fatback thickness		
		5	6	7
Control		17.2±2.6	19.8±3.0	22.4±3.3
BW (5%)		16.2±2.2	18.6±2.5	20.8±3.4
BW (30%)		12.8±2.2*	13.8±1.8*	14.6±3.1*

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

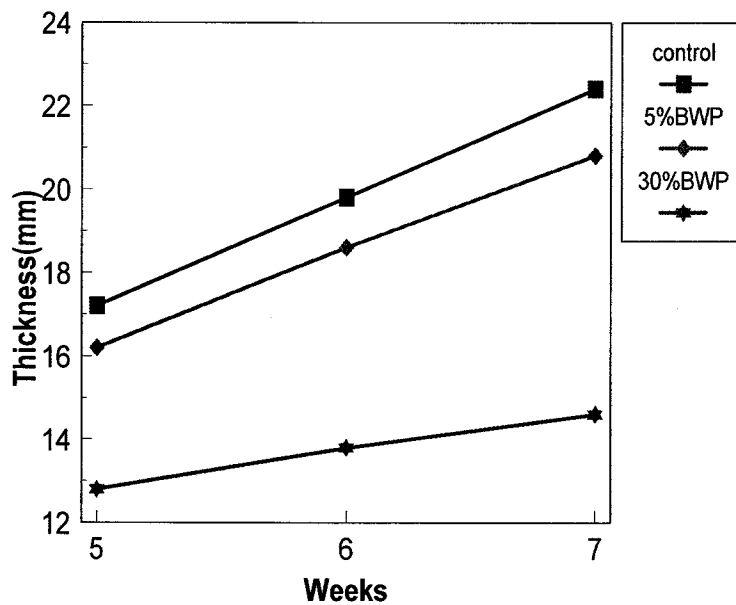


Fig. 20. Changes of fatback thickness of pigs by ultrasonic wave tester during experiment

나. 등심 단면적, 정육율의 변화

초음파 진단기로 측정된 등심 단면적 과 정육 율을 Table 26, Fig. 21에 나타내었다. 표에서 보면 등심 단 면적은 5% 실험 군이 가장 컸으며 30% 실험 군이 가장 작았다. 이것으로부터 계산한 정육 율은 30% 실험 군이 가장 높았으며 이는 지방의 감소로 인하여 상대적으로 정육의 비율이 높아졌기 때문이라고 생각한다. 정육 율은 7주 짜의 경우 통계적으로 유의성이 있었다. 지금까지의 연구결과를 고찰해 보면 등심 단면적은 5% 사료의 경우가 오히려 높았으며, 0% 30%의 순이었다. 이 결과는 소량의 실험식이의 섭취는 오히려 지방을 줄이고 근육의 양은 증가하는 결과를 나타내었는데 이것은 소량의 실험식이 섭취가 지방을 적당히 줄여 주기 때문에 지방세포의 성장 대신 근육 세포가 증가하기 때문으로 판단한다. 그러나 30%의 경우는 너무 에너지 섭취가 극한 정도로 적기 때문에 전체적으로 지방과 함께 근육의 양도 적은 것으로 생각한다. 한편 정육 율은 30% 실험식이 섭취가 가장 높았는데 이것은 절대적인 함량이 증가하였다고 보기보다는 상대적으로 지방의 비율이 적기 때문에 계산상의 수치로 생각된다.

Table 26. Changes of backmeat cutting line area and backmeat ratio of pigs by ultrasonic wave tester during experiment

Group	Week	backmeat cutting line area			backmeat ratio		
		5	6	7	5	6	7
Control	1985.0±98.4	2320.4±353.9	2196.0±330.0	40.5±0.6	40.3±0.9	39.9±0.9	
BW (5%)	2040.4±233.9	2310.4±179.7	2547.2±206.2	40.8±0.6	40.4±0.6	39.9±0.9	
BW (30%)	1741.6±88.9*	2035.6±168.1	2188.0±218.4	41.4±0.4	41.5±0.4	41.7±0.5*	

values are mean ± SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

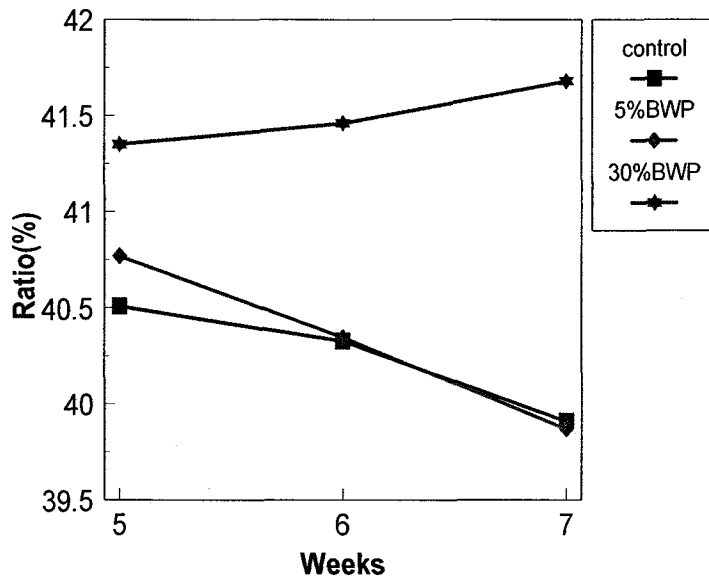


Fig. 21. Changes of backmeat cutting line area ratio of pigs by ultrasonic wave tester during experiment

3. 혈액분석

가. Protein, Albumin의 변화

실험기간 동안에 혈청으로부터 분석된 단백질과 알부민의 농도는 Table 27과 같았다. 혈청 중의 단백질의 농도는 30% 실험군에서 가장 높게 나타났으며 7주째가 가장 높았다. 알부민의 농도는 대조 군에 비하여 실험 군이 낮았으며 특히 30%의 경우에 유의 적으로 낮았다. 지금까지의 연구결과를 고찰해 보면 protein의 경우는 30% 실험 군에서 높았고 albumin은 오히려 낮았다. 이런 결과는 30% 실험식이 섭취시 과도한 에너지 결핍으로 단백질 대사가 진행되어 단백질을 에너지로 사용하기 위하여 근육 소실이 진행되기 때문으로 생각되며, albumin 농도가 감소하는 것은 기아 상태에서와 같이 지방 분해에 의하여 생성된 과량의 지방산이 albumin과 결합하기 때문인 것으로 생각되어 진다.

Table 27. Changes of protein and albumin levels of serum of experimental pigs

Group	Week	Protein(mg/dl)				Albumin(mg/dl)			
		0	2	4	6	0	2	4	6
Control		6.6±0.2	6.6±0.1	7.0±0.2	6.9±0.3	4.0±0.2	3.9±0.1	3.9±0.1	4.0±0.2
BW (5%)		6.4±0.3	6.5±0.3	6.7±0.3	6.9±0.3	3.8±0.2	3.8±0.2	3.9±0.2	4.0±0.2
BW (30%)		6.4±0.2	6.7±0.4	6.8±0.5	7.2±0.3	3.7±0.2*	3.7±0.3	3.8±0.2	3.7±0.1*

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

2) Total cholesterol, HDL-cholesterol의 변화

총 콜레스테롤 함량은 30% 실험 군에서 대조 군보다 낮게 나타났으며 사육기간이 길수록 차이가 있었으며 6주 째에 유의 성이 있었다. HDL 콜레스테롤의 경우에는 실험 군이 대조 군에 비하여 높았으며 30% 실험 군에 있어서 초기에 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었으며, 5% 실험 군에 있어서 7주 째에 가장 높았으며 통계적 유의 성이 있었다 (Table 28). 지금까지의 연구결과를 고찰해 보면 30% 실험 군에서 초기 대조 군에 비하여 높았으며 실험 후기에 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 실험식이 섭취 초기에 지방 분해가 일어나기 전에 혈중으로 조직중의 지질 성분들이 녹아 나오기 때문이라고 생각하며 후기 감소하는 것은 에너지원으로 사용하기 위함이거나 또는 소화 효소를 만들기 위하여 사용되기 때문인 것으로 생각한다. HDL 콜레스테롤의 경우에 있어서 실험 군이 높았으며 5% 실험 군이 가장 높았는데 이는 적당한 실험식이 섭취가 지질 대사를 촉진하여 지방의 축적을 낮추고 HDL 콜레스테롤의 함량을 높이는 역할을 하는 것으로 생각한다. 따라서 고농도의 섭취보다는 저 농도를 오래도록 섭취하는 것이 바람직하다고 생각한다.

Table 28. Changes of total cholesterol and HDL-cholesterol levels of serum of experimental pigs

Group	Week	Total cholesterol (mg/dl)				HDL-cholesterol (mg/dl)			
		0	2	4	6	0	2	4	6
Control		116.0±10.0	102.2±4.6	109.0±4.0	107.0±4.8	36.0±1.6	35.6±3.0	39.4±1.9	37.6±3.3
BW (5%)		108.0±6.2	99.6±6.5	100.8±4.7	108.0±4.2	31.2±1.8	36.8±2.6	39.2±2.6	44.0±2.0**
BW (30%)		111.4±13.7	113.0±14.8	100.2±3.8*	105.2±3.8	34.8±3.8	40.2±2.6*	37.2±5.0	40.8±4.6

values are mean ± SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

다. Triglyceride, Free fatty acid 의 변화

중성지질과 유리 지방산 양의 변화를 Table 29, Fig. 22, Fig. 23에 나타내었다. 중성지질의 경우 실험 군에서 현저하게 낮았으며, 통계적으로 유의 성이 있었다. 이와 같은 결과는 실험식이에 의하여 에너지 감소를 보충하기 위하여 지방 대사가 진행 되어 체 지방을 에너지원으로 사용하기 위한 것으로 생각되어 진다. 또한 유리 지방산의 양을 보면 30% 실험 군의 경우에 급격한 증가를 나타내고 있으며 5%의 경우에도 대조 군에 비하여 상당히 높으며 통계적으로 유의 성이 있었다. 이것은 에너지가 부족한 상태에서 지방질이 에너지원으로 쓰여지기 위하여 중성지질이 대사 되기 위하여 글리세롤이 지방산으로 분해되고 분해된 글리세롤은 탄수화물의 부족에서 생기는 에너지 자원으로 쓰이고 유리 지방산이 혈 중에 남아 있기 때문인 것으로 생각한다. 따라서 실험식이의 섭취로 인하여 에너지가 부족하게되고 부족한 에너지를 지방질로부터 체내의 지방질이 분해되면서 체 지방이 감소되는 것으로 생각한다. 이와 같은 지질 대사 산물의 변화에서 나타난 것과 같이 실험식이의 섭취가 지방의 감소와 지질대사에 상당한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

Table 29. Changes of triglyceride and free fatty acid levels of serum of experimental pigs

Group	Week	Triglyceride (mg/dl)				Free fatty acid (uEq/L)			
	0	2	4	6	0	2	4	6	
Control		67.0±14.4	66.4±7.1	65.4±9.5	64.0±4.0	139.6±13.8	167.8±27.0	133.8±17.0	123.4±7.5
BW (5%)		65.0±14.4	43.4±13.7**	36.0±6.4***	32.0±9.2***	115.6±11.5	139.0±13.2	157.4±41.3	172.8±32.6*
BW (30%)		67.8±14.2	40.6±7.1*	35.8±6.2***	29.4±4.3***	131.0±22.0	174.6±25.4	242.0±193.2	575.2±278.6**

values are mean ± SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

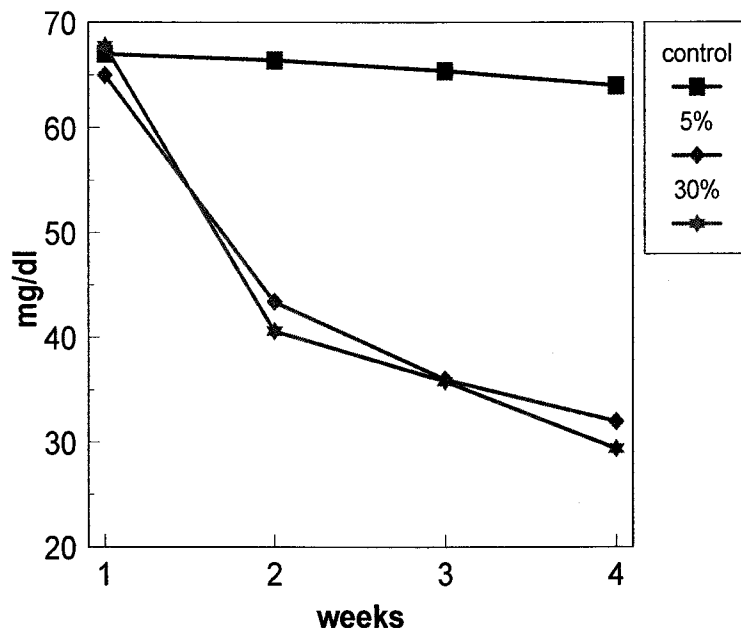


Fig. 22. Changes of triglyceride levels of serum of experimental pigs

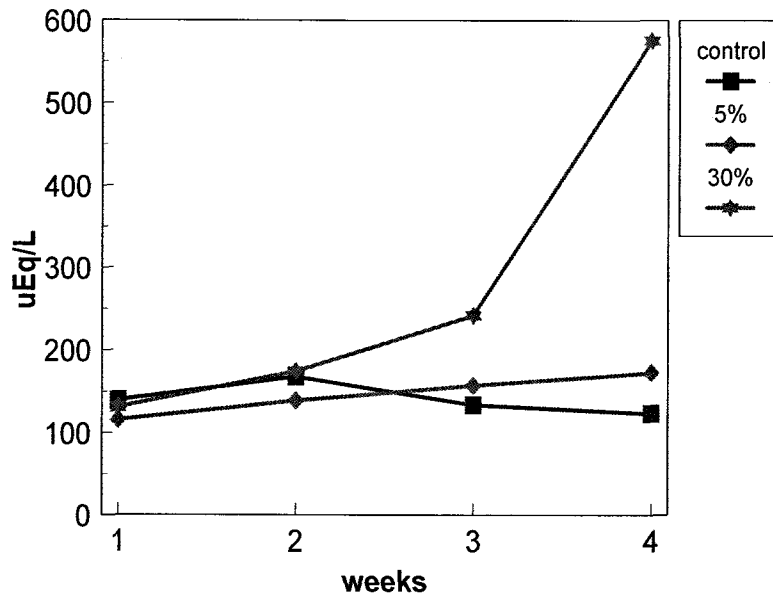


Fig. 23. Changes of free fatty acid levels of serum of experimental pigs

라. Glucose, Insulin 의 변화

혈당의 경우에 있어서도 실험 군에서 유의 적인 감소를 나타내고 있으며 실험식이 섭취가 많을수록 혈당의 감소가 큰 것으로 나타났다. 이때 인슐린의 분비는 Table 30에서와 같다. 이와 같은 결과는 지금까지 설명한 것과 같이 실험식이 에너지 대사를 제한하여 탄수화물의 흡수를 제한하여 에너지원의 흡수 부족이 일어남으로서 에너지원으로 사용하기 쉬운 탄수화물이 먼저 에너지원으로 사용되기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 실험식이 탄수화물의 소화, 흡수를 제한하여 에너지의 섭취가 부족함으로서 지질대사를 유도하고 지질 대사가 진행됨으로서 체내의 지방 분해가 진행되어 체 지방이 감소되는 것으로 생각된다. 한편 인슐린 농도는 대조 군에서 실험 군 보다 높으며 이는 상대적으로 혈당의 농도가 높은 대조 군에서 인슐린 농도가 높은 것으로 생각한다. 실험 군에서는 혈당의 농도가 낮으므로 인슐린 농도가 상대적으로 낮은 것으로 생각된다.

Table 30. Changes of glucose and insuline levels of serum of experimental pigs

Group	Week	Glucose(mg/dl)				Insulin(uIU/ml)		
		0	2	4	6	0	2	6
Control		103.6±3.3	99.2±5.0	98.6±4.7	100.6±5.5	11.6±4.3	26.8±12.2	22.4±7.2*
BW (5%)		106.2±5.4	90.8±6.6	92.8±7.4	80.6±7.7**	5.6±2.8	23.3±9.8	8.9±3.8
BW (30%)		96.0±4.8	86.0±6.8*	89.0±4.0*	81.2±7.0**	7.3±4.1	15.4±7.6	8.4±3.6

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

마. Na, K, Cl, Ca, Fe 의 변화

혈중 무기물에 대한 변화를 Table 31, 32, 33에 나타내었다. sodium의 경우에 있어서 실험 군과 대조 군에서 유의 적인 차이는 없으나 5% 실험 군의 경우 7주 짜에 유의 적으로 증가하였다. potassium의 경우에도 sodium 에서와 같은 경향을 나타내었으며, Cl 의 경우에 있어서 30% 실험 군에서 낮았으며, 5% 에서 7주 짜에 높게 나타났다. Calcium 의 경우에 있어서는 실험 군이 높았으며 5% 에서 7주 짜의 경우에 높게 나타났다. 철분의 경우에는(Table 33) 실험 군에서 낮았으며 통계적으로 유의하게 낮았다. 지금까지 결과를 고찰해 보면 5% 실험 군에서 sodium 과 potassium의 농도가 높으며 염소의 농도도 높았다. 칼슘의 농도는 실험 군에서 높았다. 이는 실험식이 중의 성분이 칼슘 대사에 관여하는 것으로 생각된다. 철분의 경우는 실험 군에서 대조 군보다 낮았으며 이는 헤모글로빈의 경우 실험 군에서 높은 것으로 보아 실험 군에서 에너지 대사에 관련하여 산소 운반의 필요성 때문에 철분의 사용이 증가하여 혈청 중에 철분의 농도가 낮은 것으로 생각한다.

Table 31. Changes of sodium and potassium levels of serum of experimental pigs

Group	Week	Na(mmol/L)			K(mmol/L)		
		0	2	6	0	2	6
Control		147.8±1.5	145.6±0.7	146.8±1.0	5.2±0.2	7.3±0.2	5.0±0.2
BW (5%)		147.8±1.4	146.2±0.6	149.0±0.8**	5.4±0.1	7.1±0.2	5.4±0.1**
BW (30%)		148.2±1.4	144.8±0.6	147.0±2.0	5.2±0.3	6.6±0.3**	5.0±0.1

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

Table 32. Changes of chloride and calcium levels of serum of experimental pigs

Group	Week	Cl(mmol/L)			Ca(mg/dl)		
		0	2	6	0	2	6
Control		105.0±2.4	103.2±0.6	103.4±1.9	5.6±0.8	10.0±0.9	10.7±0.5
BW (5%)		106.6±1.5	103.2±0.6	105.6±0.7*	8.1±1.9	8.5±2.1	11.5±0.2*
BW (30%)		104.8±1.4	101.2±1.8*	103.6±1.3	6.0±0.6	10.2±0.5	11.2±0.3

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

Table 33. Changes of iron and hemoglobin levels of serum of experimental pigs

Group	Week	Fe(ug/dl)			Hb(g/dl)			
		0	2	6	0	2	4	6
Control		214.2±35.0	214.2±30.2	214.0±30.4	11.9±0.4	10.5±0.9	10.6±0.5	10.4±0.7
BW (5%)		190.2±34.6	160.8±20.6*	159.8±18.3*	11.7±0.4	11.5±1.2	12.2±0.3*	12.4±0.7
BW (30%)		164.2±51.8	60.0±16.8***	63.0±38.8***	11.3±0.7	9.0±1.0	9.7±0.9	10.0±1.1

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

마. RBC, WBC, Hb, Hct, MCV의 변화

적혈구, 백혈구 수 및 헤모글로빈과 적혈구 용적 비를 Table 33, 34, 35에 나타내었다. 헤모글로빈의 경우에 있어서 5% 실험 군에 있어서 높았으며 통계적으로 유의성이 있었다. 적혈구 수에 있어서 5% 실험 군에서 높았으며 통계적으로 유의하였다. 그러나 30%의 경우에 있어서는 특별한 차이가 없었다. 백혈구 수에 있어서 30% 실험 군에 있어서 초기에 다소 높았다 말기에 감소하였으나 통계적인 유의성은 없었다. 적혈구 용적 비에 있어서는 5% 실험 군에 있어서 유의하게 높았으며 30%의 경우에는 유의성은 없었으나 대조 군에 비하여 낮았다. MCV의 경우에도 5% 실험 군에서 유의하게 높았으며 30% 실험 군에서는 유의하게 낮았다. 지금까지 결과를 고찰해 보면 적혈구, 백혈구, 헤모글로빈, hematocrit, MCV의 경우에 있어서 실험 군이 이들 수치가 높은 것으로 나타났으며, 특히 5% 실험 군에 있어서 이들 수치가 높다. 이런 결과는 실험식이 에너지 대사에 관여하여 막대한 양의 에너지가 필요한데 이때 많은 양의 산소 공급을 필요로 하게 됨으로서 산소공급과 관련이 있는 이들 수치 변하는 것으로 생각된다. 그러나 자세한 메카니즘에 대하여는 더 연구하여야 할 것으로 생각한다.

Table 34. Changes of red blood cell and white blood cell levels of serum of experimental pigs

Group	Week	RBC(10^6 /ul)				WBC(10^3 /ul)			
		0	2	4	6	0	2	4	6
Control		6.8±0.3	5.9±0.4	6.0±0.2	6.3±0.5	16.0±1.9	18.4±2.5	18.9±3.2	18.1±2.5
BW (5%)		6.5±0.4	6.3±0.5	6.6±0.4*	6.9±0.2	13.6±1.7	16.1±0.9	18.9±2.1	18.1±0.9
BW (30%)		6.5±0.6	5.5±0.5	6.1±0.5	6.3±0.7	16.1±1.5	21.8±6.1	19.0±2.5	16.6±3.7

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

Table 35. Changes of hematocrit and MCV levels of serum of experimental pigs

Group	Week	HCT(%)				MCV(fL)			
		0	2	4	6	0	2	4	6
Control		37.8±1.2	34.0±2.1	29.8±1.3	32.1±2.1	55.6±1.9	58.3±3.1	50.1±1.4	51.1±0.7
BW (5%)		37.4±1.7	39.7±4.1	35.9±0.7***	37.0±1.9	57.5±2.0	62.5±3.1	54.5±2.3*	53.3±1.3
BW (30%)		36.3±2.5	28.3±3.0*	27.7±2.6	30.1±3.3	56.2±2.8	51.6±2.8*	45.5±3.7	47.4±3.1

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

4. 대변 분석

가. 단백질, 아미노산성 질소의 변화

실험동물에서의 단백질 대사를 예측하기 위하여 실험동물의 대변을 분석하여 조 단

백질과 아미노산성 질소 함량을 측정하였다(Table 36). 조 단백질 함량은 실험 군에서 낮았으며, 특히 5% 실험 군에서 낮았고 통계적으로 유의 성이 높았다. 아미노산성 질소는 실험 군에서 높았으며, 유의 서이 있었다. 특히 30% 실험 군에서 높았다. 30% 실험 군의 경우 사육 초기에 급격한 증가를 보이다가 감소하였으며 대조 군에 비하여 높은 것으로 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 점차 에너지가 제한되어 체 내에서 효소 등이 많이 분비되어 대사의 항상성을 유지하기 위하여 각종의 호르몬과 효소를 분비하고 또한 체내의 질소 대사를 통하여 에너지를 흡수하려는 방향으로 항상성이 진행됨으로서 대변중의 단백질은 적으며 이들 단백질들이 대사 되어 분해됨으로서 아미노산성 질소의 함량이 증가된 것으로 생각된다.

Table 36. Changes of crude protein and amino nitrogen of feces of experimental pigs

Group	Week	crude protein			amino nitrogen		
		2	4	6	2	4	6
Control		7.5±0.1	8.4±0.0	7.0±0.0	178.4±0.5	127.2±0.5	93.1±0.6
BW (5%)		5.5±0.1 ^{***}	4.7±0.0 ^{***}	5.4±0.1 ^{***}	167.7±1.1 ^{***}	70.1±0.7 ^{***}	101.7±0.4 ^{***}
BW (30%)		7.2±0.1 ^{***}	6.2±0.6 ^{***}	6.6±0.2 ^{***}	293.6±0.4 ^{***}	128.3±0.2 ^{***}	105.0±0.6 ^{***}

values are mean±SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

5. 도체계측

가. 도체무게, 장기무게의 변화

실험동물을 사육한 후 도축하여 도체의 무게 및 장기의 무게 등을 측정하였으며, 등 지방과 목 지방의 두께를 측정한 결과 Table 37과 같았다. 도체의 무게는 실험 군이 대조 군에 비하여 적었으며 통계적 유의 성이 있었다. 간의 경우에 실험 군이 무게가 적었으며 통계적 유의 성이 있었다. 위의 경우에 대조 군이 실험 군에 비하

여 무게가 많았으며 통계적으로 유의 성이 있었다. 작은창자의 경우 길이와 무게를 측정하였는데, 길이와 무게에 있어서 실험 군이 다같이 높았으며 특히 30% 실험 군이 가장 높았고 통계적으로 유의 성이 있었다. 이와 같이 실험 군에서 창자의 무게와 길이가 늘어나는 것은 실험식이를 섭취하는 것이 소화되기 위하여 영양흡수를 위하여 창자의 길이가 증가 한 것으로 생각된다. 신장의 무게는 실험 군이 낮았으며 심장의 경우에는 30% 실험 군이 높았다. 담낭의 경우 30% 실험 군이 다른 그룹의 군보다 무게가 컸다. 이는 30%의 경우에 영양 섭취가 부족하여 담낭이 발달한 것으로 생각한다. 지금까지 결과를 고찰해 보면 실험 군이 간, 위, 콩팥, 도체무게, 대망의 무게가 대조 군에 비하여 적었다. 이와 같은 결과는 에너지 부족으로 인하여 실험 군의 체구가 작아졌기 때문에 장기 및 도체의 무게도 작아진 것으로 생각된다. 그러나 작은창자의 경우에 있어서는 실험 군이 무게 및 길이가 증가하였는데 이는 소화, 흡수의 부족으로 인하여 영양의 흡수를 위하여 창자의 길이가 늘어난 때문인 것으로 생각된다. 즉 에너지 섭취가 어려운 초식동물의 작은창자의 길이가 육식동물의 그것과 긴 점을 비교하면 실험 군도 에너지를 더 많이 흡수하기 위하여 창자의 길이가 늘어날 필요가 있으므로 실험 군에 있어서 창자의 길이가 늘어난 것으로 생각한다. 또한 쓸개의 경우도 30% 실험 군의 경우에서 가장 무게가 컸으며 이는 굵긴 동물에서 쓸개가 커지는 것과 비교하여 30% 실험 군의 경우에 이와 같은 효과로 인하여 쓸개가 커진 것으로 생각된다. 체내 지방 조직인 대망의 경우를 보면 실험 군에서 통계적으로 유의하게 그 무게가 감소하는 것으로 나타났는데 이는 실험식이가 피하 지방 뿐 아니라 내장 지방도 감소시키는 것으로 생각할 수 있다.

나. 등 지방, 목 지방 두께의 변화

목 지방과 등 지방의 실측치도 역시 실험 군이 낮았으며 지금까지의 지방 측정 법과 일치하는 결과를 나타내었다(Table 37).

Table 37. Weight of organs of experimental pigs

Organs	Group	Control	BW	
			5%	30%
Liver (g)		1937±430	1181±193*	1212±178*
Stomach(g)		513±43	486±33	461±62
Small intestine(g)		1383±290	1386±50	1412±121
Small intestine(cm)		1453±102	1501±84	1635±74*
Kidney(g)		359±43	270±11*	267±52
Heart(g)		300±21	287±39	305±23
Gall bladder(g)		80±14	73±13	83±36
Carcass weight		340±68	326±65	253±51***
Neckfat thickness		42±5	40±6	32±4*
Fatback thickness		27±3	23±7	14±8*
Greata omentum		184±48	110±7*	102±31*

values are mean ± SE

*p<0.05, significantly different from control value

**p<0.01, significantly different from control value

***p<0.001, significantly different from control value

6. 병리해부학적 조직 검사

병리해부학적 조직검사에 있어서 이상 조직이나 병변은 발견하지 못하였다.

Histopathology

Organ	Lesions
심 장	대조군 : 특이소견없음 실험군 : 특이소견 없음
비 장	대조군 : 특이소견없음 실험군 : 특이소견 없음
간 장	대조군 : 특이소견없음 실험군 : 특이소견 없음
근 육	대조군 : 특이소견없음 실험군 : 특이소견 없음
지 방	대조군 : 특이소견없음 실험군 : 특이소견 없음

제 3 절 : 독성검사

1. 안전성검사

한국화학연구원 부설 안전성 평가 연구소에서 검사한 결과 이상 소견이 없는 것으로 생각되며 독성은 없는 것으로 판정하였다.

2. 결과

가. 사망동물 및 반수치사량

관찰기간 동안 사망동물은 암수 모든 시험 군에서 관찰되지 않았다. 따라서 랫드에 대한 본 시험물질의 치사량은 암수 모두 5000 mg/kg을 상회할 것으로 사료된다.

나. 일반증상

암수 모든 시험 군에서 관찰기간 동안 이상증상은 관찰되지 않았다.

다. 체중

체중의 변화에서도 암수 모두 시험 군에서 정상적인 체중의 증가가 관찰되었다.

라. 부검소견

부검소견에 있어서도 암수 모든 시험 군에서 어떠한 이상소견도 관찰되지 않았다.

제 4 절 : 임상실험

1. 신체계측 변화

가. 체중, 체질량지수(Body mass index, BMI)의 변화

4주 동안 대조식이와 실험식이를 섭취한 실험대상자들의 체중과 BMI의 변화는 Table 38, Fig. 24, Fig. 25와 같았다. 실험이 진행되는 동안 대조군의 경우에는 $66.8 \pm 16.3\text{kg}$ 에서 $67.8 \pm 15.5\text{kg}$ 으로 약 1kg 증가되었고, 실험군의 경우 $66.0 \pm 15.2\text{kg}$ 에서 $62.8 \pm 11.6\text{kg}$ 으로 약 3.8 kg 감소되었다. 본 실험의 결과 대조군은 실험기간 동안 별다른 변화를 보이지 않은 것으로 나타났고, 실험군의 여자의 경우 $58.8 \pm 6.3\text{kg}$ 에서 $58.3 \pm 6.1\text{kg}$ 으로 별다른 차이를 나타내지 않았지만 남자의 경우 $80.4 \pm 18.7\text{kg}$ 에서 $73.9 \pm 15.4\text{kg}$ 으로 약 6.1kg이 감소되었다. 이러한 결과는 여성형 비만 (Gynoid obesity, Lower body obesity)은 둔부나 하지에 지방이 축적된 형태로 지방세포수가 많아 체중조절이 어려운 반면, 남성형 비만(Android obesity, Upper body obesity)은 복부나 허리에 지방이 축적된 형태로 지방이 쉽게 분해되고 지방세포의 크기가 커서 조절이 쉽기 때문에 짧은 기간에 남자의 경우가 더 큰 효과를 본 것으로 생각된다. 실험 전후의 비교에서 실험군의 경우 2주, 4주에서 유의적인 차이를 나타내었고, 두 군간의 통계적 유의성은 없었다. 실험이 진행되는 동안 대조군의 BMI는 $24.6 \pm 4.3 \text{ kg/m}^2$ 에서 $24.9 \pm 3.9\text{kg/m}^2$, 실험군의 경우 $23.9 \pm 3.5\text{kg/m}^2$ 에서 $22.6 \pm 2.4\text{kg/m}^2$ 으로 약 1.3kg/m^2 이 감소되었다. 본 실험의 결과 대조군은 별다른 변화를 나타내지 않았고, 실험군의 여자의 경우 $22.9 \pm 1.8\text{kg/m}^2$ 에서 $22.4 \pm 1.8\text{kg/m}^2$ 로, 남자의 경우 $25.7 \pm 5.8\text{kg/m}^2$ 에서 $23.3 \pm 3.9\text{kg/m}^2$ 로 약 2.4kg/m^2 가 감소되었다. 실험 전후의 비교에서 실험군의 경우 2주, 4주에서 유의적인 차이를 나타내었고, 두 군간의 통계적 유의성은 없었다.

나. 체지방, 체지방율, 제지방의 변화

4주 동안 대조식이와 실험식이를 섭취한 실험대상자들의 체지방, 체지방율, 제지방의 변화는 Table 39와 같았다. 실험이 진행되는 동안 대조군의 체지방은 20.8 ± 7.7

kg 에서 20.0±7.6kg 약 0.8kg이 감소하였고, 실험7군은 18.3±6.5 kg에서 16.3±6.0kg으로 약 2kg이 감소되었다. 본 실험의 결과 대조군은 실험기간 동안 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났고, 실험군의 여자의 경우 큰 폭으로 변화하지는 않았지만 남자의 경우 17.4±11.0kg에서 12.4±9.2kg으로 약 5kg이 감소되었다. 실험 전후의

Table 38. Changes of body weight and BMI of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Weight (cm)	Total (n=31)	GBW-7	66.0±15.2	65.3±15.2	62.4±11.7**	62.8±11.6**
		Control	66.8±16.3	66.6±15.7	66.6±15.9	67.8±15.5
	female (n=21)	GBW-7	58.8±6.3	58.5±6.4	58.0±6.4	58.3±6.1
		Control	58.9±8.8	58.8±8.7	58.8±8.9*	59.8±8.9
	male (n=10)	GBW-7	80.4±18.7	80.5±18.0	74.4±15.5	73.9±15.4*
		Control	82.9±16.3	82.1±15.5	82.3±15.8	82.2±14.9
BMI (kg/m ²)	Total (n=31)	GBW-7	23.9±3.5	23.7±3.7	22.8±2.5***	22.6±2.4**
		Control	24.6±4.3	24.5±4.1	24.5±4.0	24.9±3.9
	female (n=21)	GBW-7	22.9±1.8	22.8±1.9	22.5±2.0***	22.4±1.8
		Control	23.3±3.4	23.3±3.3	23.2±3.3	23.8±3.3
	male (n=10)	GBW-7	25.7±5.8	25.7±5.4	23.6±3.9	23.3±3.9
		Control	28.0±5.1	27.1±4.7	27.2±4.5	27.0±4.2

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

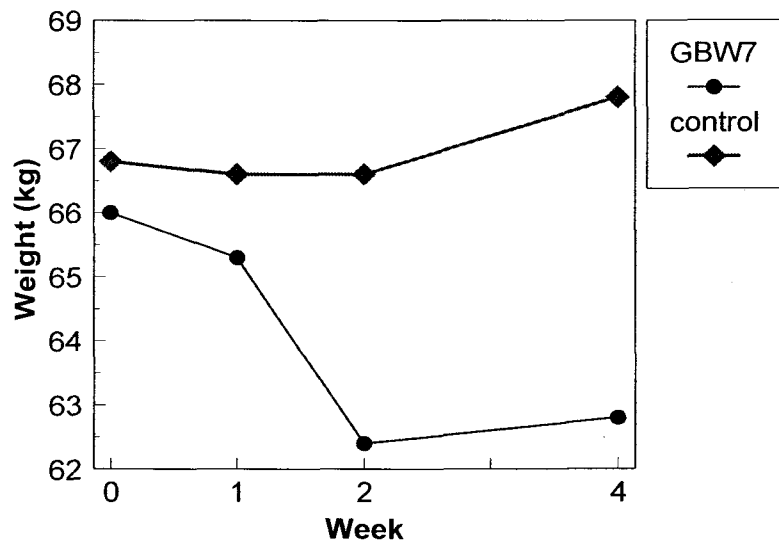


Fig. 24. Changes of body weight of subjects during treatment

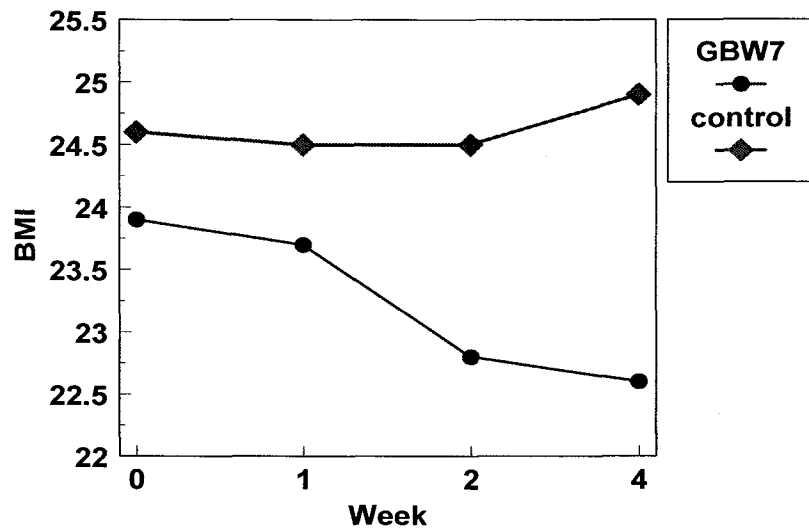


Fig. 25. Changes of BMI of subjects during treatment.

Table 39. Changes of fat mass, percent body fat and fat free mass of subjects during treatment.

		Group	Week			
			0	1	2	4
Fat Mass (kg)	Total (n=31)	GBW-7	18.3±6.5	18.4±6.1	17.2±5.5	16.3±6.0*
		Control	20.8±7.7	20.2±7.5	20.1±7.4	20.0±7.6
	female (n=21)	GBW-7	18.7±3.9	19.0±3.9	18.5±4.0	17.9±3.7
		Control	19.0±5.2*	18.9±5.1	18.8±4.9	19.2±5.5
	male (n=10)	GBW-7	17.4±11.0	17.0±9.5	13.6±7.9	12.4±9.2
		Control	25.1±11.9	22.9±11.2	22.5±11.2	21.4±11.2
Percent Body Fat (%)	Total (n=31)	GBW-7	30.7±6.7	29.9±6.8	29.2±7.6	28.9±7.1
		Control	28.2±8.1	28.2±8.2	27.9±8.4	27.4±7.8
	female (n=21)	GBW-7	31.9±4.7	31.6±4.7	31.7±4.2	31.7±5.4
		Control	31.8±5.0	32.3±5.0 *	31.8±5.1	31.3±3.0*
	male (n=10)	GBW-7	27.7±10.5	26.6±9.6	24.8±9.6	24.1±7.2
		Control	20.2±8.4	19.9±7.0	17.3±6.1	18.0±5.6
Fat Free Mass (kg)	Total (n=31)	GBW-7	46.5±11.0	46.4±10.4	46.5±10.8	47.8±11.3
		Control	47.1±12.5	47.6±13.1*	45.2±11.1	46.4±10.9
	female (n=21)	GBW-7	39.7±4.1	40.0±4.2	39.9±4.5	40.6±4.8
		Control	39.8±4.6*	39.7±4.7*	39.5±4.4	40.4±3.9
	male (n=10)	GBW-7	60.1±6.3 *	59.2±6.0	59.7±5.9	60.8±6.6
		Control	63.0±8.3	63.5±8.8	60.9±8.1	61.5±6.4

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

비교에서 실험군의 경우 4주에서 유의적인 차이를 나타내었고, 두 군간의 통계적 유의성은 없었다. 실험이 진행되는 동안 대조군의 체지방율은 28.2±8.1kg에서 27.4±7.8kg으로 약0.8kg 감소하였고, 실험군은 30.7±6.7kg에서 28.9±7.1kg으로 약1.8 kg 감소하였다. 실험군은 여자의 경우 체지방과 같이 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났지만 남자의 경우 27.7±10.5kg에서 24.1±7.2kg으로 약 3.6kg이 감소되었다. 실험 전후의 비교에서 각각의 군간의 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 두 군간의 통계적 유의성은 없었다. 또한 체지방은 대조군에서 46.5±11.0kg에서 46.4±10.9kg으로 변화가 거의 없었고, 실험군 47.1±12.5kg에서 47.8±11.3kg으로 약 0.7kg이 증가하였다. 실험 전후의 비교에서 각각의 군간의 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 두 군간의 통계적 유의성은 없었다.

다. 기초 대사량, 비만도의 변화

4주 동안 대조식이와 실험식을 섭취한 실험대상자들의 기초대사량과 비만도의 변화는 Table 40, Fig. 26과 같았다. 체중조절은 근본적으로 에너지 균형의 문제이다. 인체에서의 에너지 균형은 에너지 섭취와 에너지 소비로 이루어지는데, 에너지 섭취는 음식물로부터 탄수화물, 단백질 및 지방등 열량영양소의 공급을 통하여 이루어지고, 에너지 소비는 기본적인 대사활동에 필요한 기초대사량, 섭취한 음식물의 소화 및 흡수에 필요한 식사성 열발생 에너지와 운동과 같은 활동적인 움직임에 필요한 신체활동으로 구성되어 있다. 이 가운데 기초대사량은 에너지 소비의 가장 많은 부분(60~65%)을 차지하기 때문에 조금의 차이라도 오랜 시간이 경과하면 결국 상당한 열량의 차이가 축적되어, 체중조절에 지대한 영향을 미치게 된다. 또한 체중 감량시 초기에는 감량속도가 빠르지만 시간이 지나면서 감량속도가 둔화되는 것이 일반적인 경향인데, 이는 기초대사량의 감소와 밀접한 관련이 있다고 보고 되고 있기 때문에 체중조절에 있어서 기초대사량의 의미는 매우 중요하다고 할 수 있다. 기초대사량의 결정요소는 체중, 체표면적, 체지방, 지방분포, 지방세포수와 크기와 체지방 등이 있는데, 특히, 많은 연구에서 체지방이 기초대사량에 가장 많은 영향을 주는 것으로 보고 되어있다. 실험이 진행되는 동안 대조군의 기초대사량은 1607.9±316.3 kcal/d에서 1583.9±254.2 kcal/d로 감소하였고, 실험군에서는 1568.4±306.2 kcal/d에서 1610.9±299.0 kcal/d로 증가하였다. 본 실험의 결과 대조군

은 기초대사량이 점차 감소되는 경향을 보였고, 실험군의 경우 특히 여자의 경우 1410.2±137.7 kcal/d에서 1432.3±159.8kcal/d로 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 반면에 남자의 경우는 1964.0±239.3 kcal/d에서 1932.4±196.3 kcal/d로 다소 감소하는 경향을 나타내었는데 두 군간의 통계적 유의성은 없었다.

Table 40. Changes of BMR(Basal Metabolic Rate) and obesity rate of subjects during treatment.

		Group	Week			
			0	1	2	4
BMR (kcal)	Total (n=31)	GBW-7	1568.4±306.2	1576.5±283.9	1579.5±293.2	1610.9±299.0
		Control	1607.9±316.3	1622.5±333.6*	1553.1±263.9	1583.9±254.2
	female (n=21)	GBW-7	1410.2±137.7	1418.0±140.7	1415.3±148.4	1432.3±159.8
		Control	1430.1±130.4	1427.0±131.9*	1420.5±124.1*	1444.0±112.5
	male (n=10)	GBW-7	1964.0±239.3	1893.6±221.7**	1907.8±221.8*	1932.4±196.3
		Control	1999.0±233.4	2013.4±252.7	1918.0±178.1	1933.5±117.6
Obesity Rate	Total (n=31)	GBW-7	116.8±19.3	116.3±18.2	116.3±17.7	113.5±17.4*
		Control	111.9±16.2	112.6±15.4**	108.1±11.6	107.2±12.0
	female (n=21)	GBW-7	112.8±16.9	112.6±16.3	112.4±15.9	111.7±17.0*
		Control	110.1±10.1	110.7±9.5***	108.6±0.9	108.4±9.5
	male (n=10)	GBW-7	126.8±23.9	123.6±21.5	124.0±20.4	116.3±20.1
		Control	116.0±26.5	116.4±24.4	106.5±17.1	106.8±17.7

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

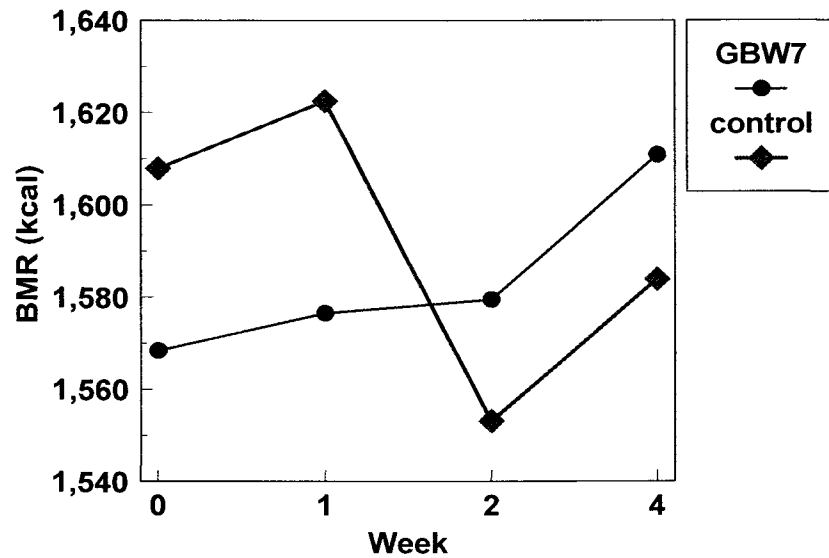


Fig. 26. Changes of BMR(Basal Metabolic Rate) of subjects during treatment.

라. 근육량(Lean body mass, LBM), AMC(Arm-muscle cricumference), 체수분의 변화

4주 동안 대조식이와 실험식을 섭취한 실험대상자들의 근육량과 AMC 및 체수분의 변화는 Table 41과 같았다. Table 41에서 보면 근육량은 실험식이 섭취 군에서 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 실험군은 초기 근육량이 $43.4 \pm 10.7\text{kg}$ 에서 1주일 후 $43.8 \pm 10.0\text{kg}$ 으로 2주일 후에는 $45.9 \pm 14.0\text{kg}$ 으로 증가하였고, 4주 후에는 $45.2 \pm 10.8\text{kg}$ 로 증가하였다. 남녀별로 구분하여 볼 때 여자의 경우는 계속적으로 증가하였는데 비하여 남자의 경우는 감소하였다가 증가하였고 4주 후에는 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 실험식이 섭취에 따라 체 지방량이 감소함으로 인하여 상대적으로 근육량이 증가하는 것으로 나타나기 때문인 것으로 생각된다. AMC의 변화를 표에서 보면 AMC의 경우에 있어서는 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 실험초기 $21.6 \pm 3.2\text{cm}$ 에서 $20.9 \pm 2.6\text{cm}$ 으로 감소하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 이와 같은 결과는 남녀 모두에게서 같은 경향을 나타내고 있으며 남자의 경우가 그 감소 폭이 컸다. 남자의 경우 $25.6 \pm 1.4\text{cm}$ 에서 4주 후에 $24.8 \pm 1.5\text{cm}$ 로 감소하였다. 체수분량은 전체적으로 증가하는 경향을 나타내고 있다. 즉 체

수분량은 초기에 $31.8 \pm 7.9\text{kg}$ 에서 4주 후에는 $33.1 \pm 8.0\text{kg}$ 으로 증가하는 경향을 나타내었는데 이와 같은 결과는 체지방 함량이 감소함에 따라 증가된 것으로 계산된

Table 41. Changes of LBM(lean body mass), AMC(arm muscle circumference) and body water of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
LBM (kg)	Total (n=31)	GBW-7	43.4±10.7	43.8±10.0	45.9±14.0	45.2±10.8
		Control	44.4±11.9	45.0±12.5**	42.6±10.6	43.8±10.8
	female (n=21)	GBW-7	37.4±3.9	37.7±4.0	37.6±4.3	38.3±4.6
		Control	37.5±4.4	37.4±4.5**	37.2±4.2	38.0±3.8
	male (n=10)	GBW-7	58.4±5.8	56.1±5.7**	62.5±11.4*	57.6±6.3
		Control	59.7±7.9	60.2±8.4	57.6±7.7	58.3±6.1
AMC (cm)	Total (n=31)	GBW-7	21.6±3.2	21.8±3.4	20.9±2.6*	20.9±2.6**
		Control	21.2±4.1	21.7±2.7	21.8±2.8	21.9±2.7
	female (n=21)	GBW-7	20.0±1.2	19.0±1.2	19.8±1.1**	19.8±1.2*
		Control	19.5±3.4	20.2±1.7	20.2±1.6	20.3±1.7
	male (n=10)	GBW-7	25.6±1.4	24.7±1.8*	25.1±1.4	24.8±1.5
		Control	25.1±3.5	25.4±3.6	24.7±3.3	24.0±3.0
Body Water (kg)	Total (n=31)	GBW-7	31.8±7.9	32.1±7.3	32.2±7.6	33.1±8.0
		Control	32.6±8.7	33.0±9.2**	31.2±7.8	32.1±7.6
	female (n=21)	GBW-7	27.4±2.9	27.6±3.0	27.6±3.2	28.1±3.4
		Control	27.5±3.2	27.4±3.3*	27.2±3.1	27.9±2.8
	male (n=10)	GBW-7	42.8±4.2**	41.1±4.2	41.5±4.1	42.3±4.6
		Control	43.7±5.8	44.1±6.2	42.3±5.7	42.7±4.5

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

것으로 생각한다. 남녀별로 볼 때 여자의 경우가 $27.4 \pm 2.9\text{kg}$ 에서 4 주 후에는 $28.1 \pm 3.4\text{kg}$ 로 증가하였으며 남자의 경우는 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 여자에게 있어서는 감소된 지방의 부분을 수분이 보충하는 것으로 생각할 수 있으며, 남자의 경우는 지방 감소와 함께 수분량도 같이 감소됨으로 수분량의 증가가 없는 것으로 생각된다.

마. 상완위, 허리, 엉덩이 둘레의 변화

신체 계측치 중 상완위, 허벅지, 엉덩이 둘레를 줄자로 측정하였으며 실험 기간 동안의 변화를 보면 Table 42와 같았다. Table 42에서와 같이 실험식이 섭취 대상자의 상완위는 실험 초기 $29.1 \pm 3.4\text{cm}$ 에서 실험식이 섭취 기간 중 계속 감소하여, 4주 후 $28.5 \pm 3.5\text{cm}$ 로 감소하였으며 통계적 유의성이 있었다. 남녀 별로 볼 때 남녀 모두에서 같은 경향을 나타내었으며 대조군에서는 변화가 관찰되지 않았다. 여자의 경우는 $27.2 \pm 1.6\text{cm}$ 에서 4주 후 $26.0 \pm 1.3\text{cm}$ 으로 감소하였고, 남자의 경우는 $32.1 \pm 3.4\text{cm}$ 에서 $30.9 \pm 3.0\text{cm}$ 으로 감소하는 경향을 나타내었다. 실험 대상자들의 허리둘레를 측정된 결과 전체적으로 감소하는 추세를 나타내었으며 실험식이 섭취 군에서 $80.1 \pm 9.2\text{cm}$ 에서 2주 후 $76.7 \pm 7.3\text{cm}$ 으로 유의적으로 감소하였으며, 4 주 후 $78.5 \pm 7.8\text{cm}$ 로 감소하였다. 이와 같은 결과는 2주전의 수치보다는 상승한 것이나 전체적으로 허리둘레가 감소하는 경향을 나타내었다. 남녀별로 구분하여 볼 때 여자의 경우는 실험 1주 후에 $76.7 \pm 5.7\text{cm}$ 에서 $75.5 \pm 5.9\text{cm}$ 로, 2주 후에는 $75.2 \pm 5.6\text{cm}$ 으로 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 4주 후에는 $76.3 \pm 7.3\text{cm}$ 으로 다소 증가하는 경향을 나타내었으나 전체적으로 실험 기간동안에 허리둘레가 감소하였다. 남자의 경우는 초기에 $90.7 \pm 13.5\text{cm}$ 에서 4주 후에는 $86.9 \pm 14.7\text{cm}$ 로 감소하였다. 엉덩이 둘레의 경우는 초기 $97.7 \pm 7.1\text{cm}$ 에서 실험 4주 후에 $94.7 \pm 5.4\text{cm}$ 로 통계적으로 유의하게 감소하였다. 여자의 경우는 $95.4 \pm 4.9\text{cm}$ 에서 4주 후 $93.1 \pm 4.2\text{cm}$ 로 감소하였고, 남자의 경우는 $103.5 \pm 9.2\text{cm}$ 에서 4 주 후 $97.9 \pm 6.6\text{cm}$ 로 감소하여 남녀에서 다같이 엉덩이 둘레가 감소하였다. 이상에서 보면 남자의 경우에서 복부와 엉덩이 둘레가 여자보다 더 많이 감소하는 경향을 나타내는 것으로 생각되었다.

Table 42.Changes of mid-arm, abdomen and hip circumference of subjects during treatment by scale.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Mid-arm (cm)	Total (n=31)	GBW-7	29.1±3.4	28.9±3.6*	28.7±3.3*	28.5±3.5**
		Control	27.1±7.4	28.0±3.2	27.4±2.7**	27.3±2.5
	female (n=21)	GBW-7	27.2±1.6	26.9±1.7	26.6±1.9*	26.0±1.3**
		Control	27.9±2.7	27.5±3.0	27.4±2.9	27.1±2.7*
	male (n=10)	GBW-7	32.1±3.4	31.7±2.9	31.4±2.8*	30.9±3.0**
		Control	26.7±14.1	30.3±4.5	29.5±3.6	29.2±4.5*
Abdomen (cm)	Total (n=31)	GBW-7	80.1±9.2	78.3±9.5**	76.7±7.3**	78.5±7.8
		Control	80.9±11.3	81.1±10.8	81.2±11.5	81.5±9.8
	female (n=21)	GBW-7	76.7±5.7	75.5±5.9**	75.2±5.6**	76.3±7.3
		Control	76.7±7.2	76.6±6.9	76.2±7.8	78.6±5.9
	male (n=10)	GBW-7	90.7±13.5	90.0±12.3	89.7±12.0	86.9±14.7
		Control	85.3±13.6	84.9±13.4	83.6±11.7	81.8±11.4
Hip (cm)	Total (n=31)	GBW-7	97.7±7.1	96.5±6.3**	95.9±6.7**	94.7±5.4**
		Control	97.7±6.8	96.9±7.2	95.4±5.5**	95.1±6.8
	female (n=21)	GBW-7	95.4±4.9	94.6±5.1*	93.2±4.7*	93.1±4.2*
		Control	96.1±3.5	94.8±3.7***	94.8±4.3*	94.8±6.6
	male (n=10)	GBW-7	103.5±9.2	100.7±7.7*	100.2±7.2*	97.9±6.6
		Control	101.3±10.8	101.7±10.9	98.3±10.8	97.2±8.5*

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

마. 허벅지, 가슴둘레의 변화

Table 43과 Fig.27에 실험 기간 중 실험대상자의 허벅지 둘레와 가슴둘레의 변화를 나타내었다. Table에서 보면 허벅지 둘레의 경우 전체적으로 아주 미세한 변화로 감소하였으며, 남자의 경우는 변화가 관찰되지 않았다. 여자의 경우 51.5±5.7cm에서 실험 4주 후 51.4±4.9cm로 미세하게 감소하였다. 가슴둘레의 경우는 오히려 증가하는 경향을 나타내었으며 실험 초기에 89.5±10.1cm에서 2주 후에는 평균 0.5cm

Table 43. Changes of thigh and chest circumference of subjects during treatment by scale.

		Group	Week			
			0	1	2	4
Thigh (cm)	Total (n=31)	GBW-7	52.8±5.9	53.8±6.9	52.6±5.5	53.1±6.3**
		Control	51.5±5.4	52.3±4.8	51.6±3.8*	52.4±3.9**
	female (n=21)	GBW-7	51.5±5.7	51.9±6.3	50.1±3.7	51.8±4.9*
		Control	49.6±3.9	51.3±3.4*	51.0±3.3*	52.1±3.6***
	male (n=10)	GBW-7	56.2±5.6	57.8±7.1	57.0±5.8	55.8±5.9
		Control	55.7±6.3	54.6±6.9*	53.4±4.9	53.4±5.9
Chest (cm)	Total (n=31)	GBW-7	89.5±10.1	89.9±10.3*	90.0±11.1**	91.6±9.6
		Control	89.3±8.3	88.0±8.2***	87.1±6.3*	87.7±6.3
	female (n=21)	GBW-7	85.6±6.9	85.1±6.9	84.4±7.9**	87.2±6.5
		Control	86.0±4.1	84.4±4.0***	84.8±4.6*	85.9±4.7
	male (n=10)	GBW-7	99.4±10.9	99.5±9.6*	99.9±9.2	99.4±9.6*
		Control	96.8±10.7	96.0±9.8	93.4±6.3	93.8±8.1

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

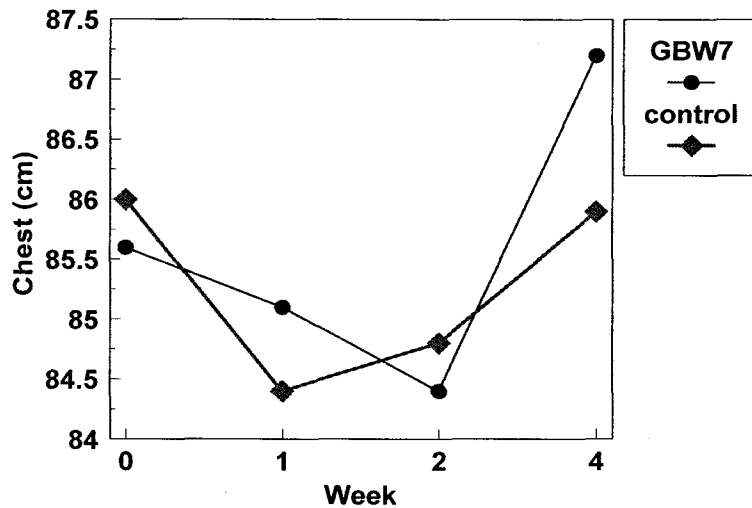


Fig. 27. Changes of chest circumference of subjects during treatment by scale.

정도 증가하였으며 4주 후에는 $91.6 \pm 9.6\text{cm}$ 으로 증가하는 경향을 나타내었다. 남녀 별로 볼 때 여자의 경우에 있어서 실험 초기 $85.6 \pm 6.9\text{cm}$ 에서 4주 후에 $87.2 \pm 6.5\text{cm}$ 로 증가하였고, 남자의 경우에는 큰 변화는 나타나지 않았다. 따라서 이와 같은 경향은 혈액 검사에서 여성 호르몬의 분비 자극 호르몬인 FSH의 분비가 촉진된 것과 관련하여 여성 호르몬의 영향에 의하여 실험 대상자가 아직 성숙 단계에 있는 20대의 여성이 주가 되어 있는 점을 고려할 때 실험 식이가 여성 호르몬의 분비를 촉진하여 가슴이 발달한 것으로 생각된다. 따라서 본 실험 식이의 섭취로 지방의 감소와 함께 가슴이 증가하는 경향을 나타내었다.

2. 지방량 측정 변화

가. Caliper 계측에 의한 삼두박근, 견갑골, 복부 두겹 두께의 변화

실험대상자들의 식이 섭취 기간에 따라 삼두박근, 견갑골, 복부 두겹 피부 두께의 변화를 측정하였다. 이들 측정 방법들은 비만도를 측정하는 고전적인 측정 방법들로서 아직도 유용하게 사용되고 있는 방법으로 이들 피부 두께를 측정한 결과 Table 44, Fig.28과 같았다. Table 44에서 보면 실험대상자의 삼두박근은 실험기간 중에 유의적으로 감소하였으며 $21.0 \pm 5.8\text{mm}$ 에서 1주일 후에는 $19.6 \pm 6.0\text{mm}$ 으로 2

주 후에는 $18.6 \pm 6.3\text{mm}$ 으로 4주 후에는 $18.6 \pm 3.6\text{mm}$ 으로 감소하여 본 실험 식이의 섭취로 삼두박근 두겹 두께가 감소하는 것으로 나타났다. 남녀별로 볼 때 다같이 감소하는 경향을 나타내었으며 여자의 경우는 $21.3 \pm 3.1\text{mm}$ 에서 $20.4 \pm 2.7\text{mm}$ 로 통계적으로 유의하게 감소하였고, 남자의 경우도 통계적 유의성은 나타나지 않았으나 $20.4 \pm 10.0\text{mm}$ 에서 4주 후에는 $15.0 \pm 10.0\text{mm}$ 으로 감소하였다. 견갑골 두겹 두께의 경우 전체적으로 감소하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 초기 대상자들의 견갑골 두겹 두께는 $26.2 \pm 7.3\text{mm}$ 에서 $22.3 \pm 7.5\text{mm}$ 으로 감소하였으며 2주 후에는 $22.1 \pm 5.9\text{mm}$ 로 4주 후에는 $19.4 \pm 6.3\text{mm}$ 으로 감소하였다. 남·여 별로 볼 때 여자의 경우 $26.7 \pm 6.0\text{mm}$ 에서 4주 후 $20.9 \pm 3.6\text{mm}$ 으로 감소하였고, 남자의 경우는 $25.1 \pm 10.1\text{mm}$ 에서 $16.3 \pm 9.7\text{mm}$ 로 감소하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 복부 두겹 두께의 경우도 같은 경향을 나타내는 것으로 $23.8 \pm 9.1\text{mm}$ 에서 4주 후에는 $18.4 \pm 6.1\text{mm}$ 로 감소하였으며 여자의 경우는 $22.8 \pm 2.9\text{mm}$ 에서 4주 후 $20.0 \pm 2.2\text{mm}$ 으로 감소하였고, 통계적으로 유의하였다. 남자의 경우는 $26.1 \pm 16.7\text{mm}$ 에서 $15.3 \pm 10.2\text{mm}$ 로 감소하였으나 남자의 경우 통계적인 유의성은 없었다. 이와 같은 결과로 본 실험 식이의 섭취가 체지방의 감소에 매우 유효한 효과를 나타내었다.

Table 44. Changes of triceps, suprailiac and abdomen skin fold thickness of subjects during treatment by caliper.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Triceps (mm)	Total (n=31)	GBW-7	21.0±5.8	19.6±6.0**	18.6±6.3**	18.6±3.6**
		Control	22.0±5.7	21.4±5.7**	21.9±6.1**	22.4±5.1**
	female (n=21)	GBW-7	21.3±3.1	21.4±2.6***	20.9±2.9***	20.4±2.7**
		Control	22.5±5.8	22.0±5.8**	22.4±5.1**	23.1±5.4*
	male (n=10)	GBW-7	20.4±10.0	14.8±10.2	15.3±10.1	15.0±10.0
		Control	21.1±6.1	20.4±6.1	21.7±6.7	19.5±7.6
Suprailiac (mm)	Total (n=31)	GBW-7	26.2±7.3	22.3±7.5***	22.1±5.9***	19.4±6.3***a
		Control	28.1±6.8	25.7±7.4 ***	25.9±7.3 ***	24.5±7.8***
	female (n=21)	GBW-7	26.7±6.0	24.3±4.8 ***	23.1±3.8 ***	20.9±3.6***
		Control	27.9±6.8	25.5±7.2***	25.6±6.2***	24.6±7.1***
	male (n=10)	GBW-7	25.1±10.4	17.0±11.7*	18.7±11.0*	16.3±9.7**
		Control	28.4±7.7	26.0±8.6*	26.4±9.8 *	24.3±10.1
Abdomen (mm)	Total (n=31)	GBW-7	23.8±9.1	20.1±6.6**	20.0±6.1**	18.4±6.1*
		Control	24.0±7.2	23.8±7.4*	23.4±6.5*	22.8±6.6
	female (n=21)	GBW-7	22.8±2.9	20.9±2.9**	20.4±2.6*	20.0±2.2
		Control	23.1±6.8	22.9±7.0	22.8±6.3	23.3±6.3
	male (n=10)	GBW-7	26.1±16.7	18.0±12.9	18.7±13.9*	15.3±10.2
		Control	25.9±8.5	25.4±8.5	24.6±7.3	21.8±8.3

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

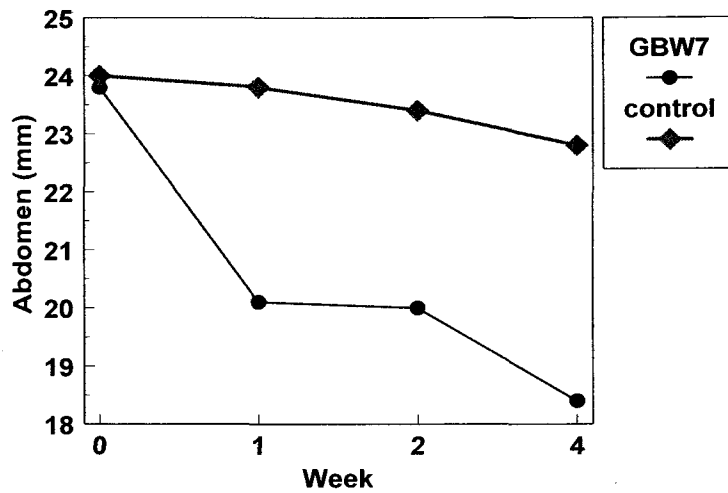


Fig. 28. Changes abdomen skin fold thickness of subjects during treatment by caliper.

나. 초음파 측정에 의한 허벅지, 복부, 삼두박근 피하 지방 두께의 변화

초음파 측정기로 측정한 허벅지 피하 지방층 두께의 변화를 Table 45, Fig. 29에 나타내었다. 초음파 측정기에 의한 피하지방의 변화는 caliper로 측정한 수치와 마찬가지로 실험식이 섭취에 따라 감소하는 것으로 나타났으며 그 경향이 거의 일치하는 것으로 나타났다. 허벅지의 경우 $11.5 \pm 3.7\text{mm}$ 에서 4주 후에는 $10.2 \pm 3.0\text{mm}$ 으로 감소하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 남녀별로 볼 때 여자의 경우 $12.8 \pm 3.3\text{mm}$ 에서 실험 4주 후에는 $11.0 \pm 2.4\text{mm}$ 로 감소하였으며 통계적으로 유의하였다. 남자의 경우는 $9.6 \pm 4.9\text{mm}$ 에서 4주 후에는 $8.0 \pm 4.4\text{mm}$ 로 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. 복부 초음파 측정의 경우에는 전체적으로 $20.8 \pm 8.3\text{mm}$ 에서 4주 후에는 $16.7 \pm 6.8\text{mm}$ 로 감소하였고 통계적으로 유의하였다. 여자의 경우는 $22.1 \pm 5.0\text{mm}$ 에서 1주일 후에는 다소 증가하다가 4주 후에는 $18.5 \pm 4.2\text{mm}$ 로 통계적으로 유의하게 감소하였다. 여기에서 보면 여자의 경우에는 지방이 빠지는 속도가 남자보다 느린 것으로 보여진다. 남자의 경우에는 $17.8 \pm 13.5\text{mm}$ 에서 4주 후 $13.0 \pm 10.6\text{mm}$ 으로 감소하였다. 그러나 통계적 유의성은 없었다. 삼두박근의 초음파 측정은 전체적으로 $8.8 \pm 3.4\text{mm}$ 에서 4주 후에 $7.7 \pm 2.2\text{mm}$ 로 유의하게 감소하였으며, 남

녀 모두에게서도 같은 경향을 나타내었다. 여자의 경우 $8.5 \pm 2.1\text{mm}$ 에서 $7.8 \pm 1.0\text{mm}$ 으로 통계적으로 유의하게 감소하였다. 남자의 경우도 $9.4 \pm 5.6\text{mm}$ 에서 4주 후 $7.3 \pm 4.0\text{mm}$ 으로 감소하였다. 따라서 초음파에 의한 피하 지방층 측정은 caliper에 의한 측정과 같은 경향을 나타내고 있으며 다소 장비 사용의 불편은 있으나 보다 더 정확하게 측정할 수 있는 방법이 되고 있다.

다. 컴퓨터 단층 촬영(Computer Tomography ,CT)에 의한 복부지방의 측정

컴퓨터 단층 촬영에 의한 복부 지방의 측정은 일명 CT라고 알려져 있으며 현재 측정할 수 있는 가장 정확하고 간편한 방법으로 알려져 있다. 그러나 장비가 고가이고 측정비용이 비싼 단점을 가지고 있다. 본 실험에서 CT 촬영법에 의하여 계산할 수 있는 복부 총지방과 복강 내 지방 그리고 피하 지방량을 계산하여 Table 46, Fig. 30에 나타내었다. Table 46에서 보면 총면적으로 나타낸 복부 지방량은 실험 기간 동안에 감소하는 경향을 나타내고 있으며 $245.7 \pm 119.0\text{cm}^2$ 에서 1주일 후에는 $238.5 \pm 103.1\text{cm}^2$ 로 감소하였고, 2주 후에는 $239.3 \pm 107.1\text{cm}^2$ 로 감소하였으며 4주 후에는 $237.8 \pm 94.3\text{cm}^2$ 으로 감소한 것으로 나타났다. 여성에게 있어서는 그 변화가 미약했으며 $217.3 \pm 62.0\text{cm}^2$ 에서 4주 후에는 $216.4 \pm 65.0\text{cm}^2$ 으로 감소하는 것으로 나타났다. CT 촬영법은 복강 내 음식물의 종류에 따라 크게 좌우 될 수 있으며, 여성에게서 미미한 변화 밖에 나타나지 않는 것은 여성의 체내에는 평소 함유된 지방량이 많기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 남자의 경우를 보면 $293.5 \pm 180.6\text{cm}^2$ 에서 1주일 후에는 $269.6 \pm 160.3\text{cm}^2$ 으로 감소하였고 4주 후에는 $249.8 \pm 156.0\text{cm}^2$ 으로 감소하여 여성의 경우보다 훨씬 감소의 폭이 큰 것으로 나타나고 있다. 한편 복강 내부 면적에 의한 복강 지방량의 변화를 보면 전체적으로 증가하는 경향을 나타내고 있으며 실험 초기 $48.2 \pm 23.5\text{cm}^2$ 에서 4주 후 $51.8 \pm 28.9\text{cm}^2$ 로 증가하였다. 남녀별로 볼 때 여자의 경우에는 $42.7 \pm 24.2\text{cm}^2$ 에서 4주 후에는 $47.1 \pm 27.9\text{cm}^2$ 로 증가하였다. 남자의 경우는 $59.3 \pm 30.3\text{cm}^2$ 에서 4주 후 $62.6 \pm 32.2\text{cm}^2$ 로 증가하였다. 따라서 오히려 복강 내부의 지방량은 증가하는 것으로 나타났으나 이것은 섭취된 음식물의 량, 종류 등에 따라서 그때그때 변할 수 있는 값으로 신뢰하기가 어려운 면이 있다. 그러나 피하 지방 면적을 비교하여 보면 실험 초기 전체적으로 $197.5 \pm 100.9\text{cm}^2$ 에서 1주일 후에는 1

Table 45. Changes of thigh, abdomen and triceps thickness of subjects during treatment by microwave.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Thigh (mm)	Total (n=31)	GBW-7	11.5±3.7	11.3±3.6 *	11.5±3.6	10.2±3.0**
		Control	11.1±3.1	10.9±3.3	11.2±3.1	9.7±2.6**
	female (n=21)	GBW-7	12.8±3.3	12.5±3.2*	12.8±3.4	11.0±2.4**
		Control	11.8±1.7	11.9±2.0	11.8±1.7	10.5±1.0*
	male (n=10)	GBW-7	9.6±4.9	8.0±4.7	9.0±6.1	8.0±4.4
		Control	8.8±3.1	8.8±3.1	9.2±2.9	8.5±3.7
Abdomen (mm)	Total (n=31)	GBW-7	20.8±8.3	20.3±7.8	20.4±6.8	16.7±6.8***
		Control	21.7±10.0	21.9±10.3	23.0±9.6 *	20.0±9.2 *
	female (n=21)	GBW-7	22.1±5.0	23.0±4.9 **	22.2±4.8	18.5±4.2***
		Control	20.0±7.6	20.2±7.2	21.4±7.0	18.9±6.9*
	male (n=10)	GBW-7	17.8±13.5	12.8±10.2	14.3±10.2	13.0±10.6
		Control	25.2±14.0	25.4±15.2	25.8±13.7	22.3±13.8
Triceps (mm)	Total (n=31)	GBW-7	8.8±3.4	8.7±3.0	9.2±3.1	7.7±2.2**
		Control	9.7±3.2	9.7±3.0	10.0±2.3	8.8±2.4
	female (n=21)	GBW-7	8.5±2.1	8.9±2.1	9.1±2.4	7.8±1.0*
		Control	9.8±3.6	9.6±3.1	10.2±2.0	8.9±1.9*
	male (n=10)	GBW-7	9.4±5.6	8.3±5.3	9.3±5.8	7.3±4.0
		Control	9.6±2.8	9.8±3.3	9.6±2.9	8.8±3.5

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

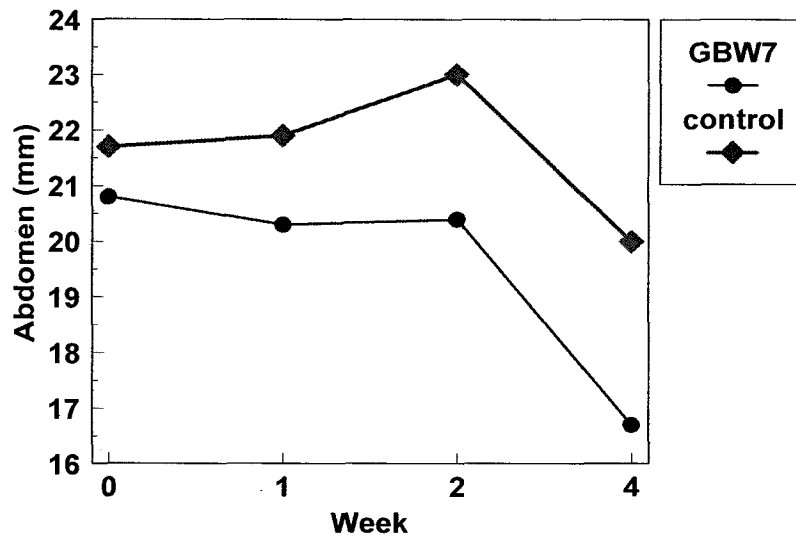


Fig. 29. Changes of abdomen thickness of subjects during treatment by microwave.

90.1±80.9cm²로 감소하였고 2주 후에는 191.3±90.4cm²로 감소하였으며, 4주 후에는 186.0±7.7cm²로 감소하였다. 남녀별로 볼 때 여자의 경우는 179.1±62.9cm²에서 1주일 후 약간 증가하여 180.4±55.9cm²로 증가하였으며, 4주 후에는 177.9±55.5cm²로 감소하였다. 남자의 경우에 있어서는 234.2±155.5cm²에서 1주일 후 209.4±125.7cm²로 감소하였고, 2주 후에는 214.5±136.1cm²로 다시 소량 증가하였으며, 4주 후에는 187.2±124.8cm²로 감소하였다. 이러한 결과에서 보면 여자의 경우에는 체지방의 감소가 남자에 비하여 본 실험에서는 감소하는 폭이 적었고 남자의 경우가 훨씬 감소하는 폭이 큰 것으로 나타났다. 따라서 체지방 감소는 남자와 여자가 각각 체지방의 분포와 지방 세포의 형태 등이 서로 다르기 때문인 것으로 생각되며, 본 실험 식이가 남자의 지방 감량에 여자 보다 효과적이며 여자의 경우에도 서서히 효과가 나타나는 것으로 나타나 실험 기간을 길게 할 필요가 있음을 나타내었다.

Table 46. Changes of total abdominal fat, visceral fat tissue and subcutaneous fat tissue area of subjects during treatment by CT.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Total Abdominal Fat Area (cm ²)	Total (n=31)	GBW-7	245.7±119.0	238.5±103.1	239.3±107.1	237.8±94.3
		Control	200.0±84.0	201.4±83.7	198.9±84.2	199.5±87.7
	female (n=21)	GBW-7	217.3±62.0	219.2±61.6	215.4±61.7	216.4±65.0
		Control	221.8±75.1	223.0±65.6	222.8±73.9	233.5±64.1
	male (n=10)	GBW-7	293.5±180.6	269.6±160.3	268.9±157.1	249.8±156.0
		Control	152.5±126.5	156.9±123.6*	153.4±129.0	157.3±131.7
Visceral Fat Tissue Area (cm ²)	Total (n=31)	GBW-7	48.2±23.5	48.4±29.7	48.0±26.5	51.8±28.9
		Control	38.7±18.0	40.9±18.2***	38.8±16.8	40.7±20.2
	female (n=21)	GBW-7	42.7±24.2	42.5±24.8	44.5±27.6	47.1±27.9
		Control	36.7±12.8	38.5±12.8**	37.1±12.3	38.4±14.9
	male (n=10)	GBW-7	59.3±30.3	60.2±38.1	54.4±26.2	62.6±32.2
		Control	44.0±30.4	47.0±29.5	43.5±27.9	46.4±32.2
Subcutaneous Fat Tissue Area (cm ²)	Total (n=31)	GBW-7	197.5±100.9	190.1±80.9	191.3±90.4	186.0±77.1
		Control	161.3±74.3	160.5±74.5	160.1±75.4	158.8±75.8
	female (n=21)	GBW-7	179.1±62.9	180.4±53.4	178.4±59.0	177.9±55.5
		Control	180.5±56.9	180.8±55.9	178.3±57.3	178.0±58.2
	male (n=10)	GBW-7	234.2±155.5	209.4±125.7	214.5±136.1	187.2±124.8
		Control	108.6±99.7	109.8±99.6	109.9±105.0	110.9±102.3

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

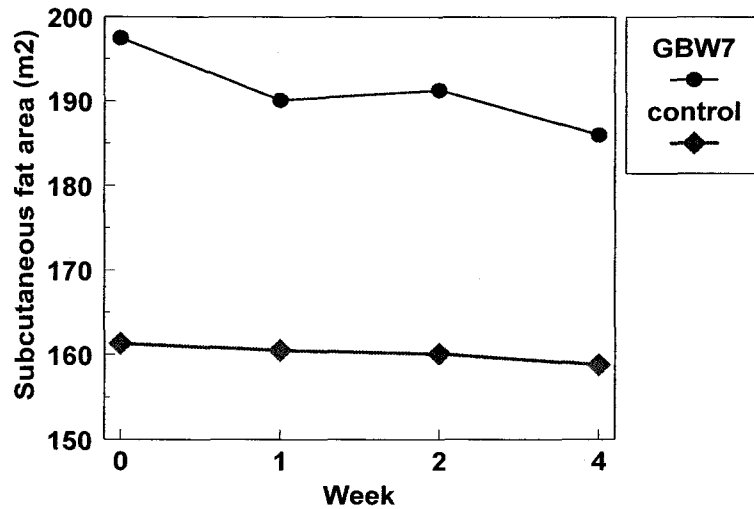


Fig. 30. Changes of subcutaneous fat tissue area of subjects during treatment by CT.

3. 혈액성분의 변화

가. 혈압의 변화

실험 식이를 섭취하는 동안에 실험대상자들의 혈압을 1주, 2주 4주 후에 각각 측정한 결과 Table 47과 같았다. Table 14에서 보면 실험대상자의 평균 수축기 혈압은 실험군이 $119 \pm 9 \text{mmHg}$ 이었으며, 대조군이 $121 \pm 9 \text{mmHg}$ 이었으며 여자의 경우 실험군이 $116 \pm 5 \text{mmHg}$, 대조군이 $119 \pm 8 \text{mmHg}$ 이었으며, 남자의 경우 실험군이 $124 \pm 13 \text{mmHg}$, 대조군이 $124 \pm 11 \text{mmHg}$ 로 대조군에 비하여 실험군이 약간 낮았으나 통계적인 차이는 없었다. 그러나 식이 섭취 1주일과 2주일 후에 식이 섭취군에서 유의적인 감소를 나타내었다. 이와 같은 결과는 권 등이 보고한 연구 보고와 일치하는 것으로 발아메밀 중에 함유된 rutin 성분에 의한 효과로 생각된다. 이완기 혈압은 실험군이 $73 \pm 6 \text{mmHg}$ 이었으며, 대조군이 $73 \pm 4 \text{mmHg}$ 로 두 군간의 차이가 없었으나 식이 섭취 1주일 후에 실험군에서 $69 \pm 9 \text{mmHg}$ 이었으며, 대조군에서는 $72 \pm 9 \text{mmHg}$ 로 실험군이 대조군에 비하여 이완기 혈압이 감소하였다. 이와 같은 결과는 수축기 혈압과 같은 경향을 나타내어 발아 메밀중의 증가된 rutin에 의한 영향일 것으로 생각된다. 수축기 혈압에서는 남녀가 다같이 감소하였으나 이완기 혈압

에서는 여자의 경우에만 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 권 등의 연구 결과와 일치하는 경향을 나타내고 있다.

Table 47. Changes of SBP and DBP levels of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
SBP (mmHg)	Total (n=31)	GBW-7	119±9	109±16**	111±12*	115±15
		Control	121±9	119±13	116±11	115±12
	female (n=21)	GBW-7	116±5	103±12***	107±11**	109±12*
		Control	119±8	118±9	115±11	111±7
	male (n=10)	GBW-7	124±13	120±17	118±13	126±13
		Control	124±11	120±12	110±14	123±17
DBP (mmHg)	Total (n=31)	GBW-7	73±6	69±9*	72±7	73±10
		Control	73±4	72±9	72±8	72±8
	female (n=21)	GBW-7	71±3	66±8*	70±7**	70±9
		Control	72±4	69±8	69±5	70±7
	male (n=10)	GBW-7	78±8	74±9	76±5	78±11
		Control	74±5	74±9	75±10	78±10

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

나. 알부민, 총단백, ALP(alkaline phosphatase activity)의 변화

실험 기간중 실험 대상자들의 혈청 중 알부민과 총단백질 함량 및 alkaline phosphatase activity 의 변화를 측정된 결과 Table 48, Fig.31과 같았다. Table에서와 같이 실험 시작전의 혈청 중 알부민의 농도는 실험군이 4.1±0.1g/dL이었고, 대조군이 4.0±0.1g/dL이었으며, 여자의 경우도 실험군이 4.1±0.1g/dL 이었으며, 대조군이 4.0±0.1g/dL이었다. 남자의 경우는 두 그룹이 다같이 4.1±0.1g/dL이었다. 실험 1주일 후의 알부민 수치는 실험군에서 4.3±0.1g/dL로 높아졌으며 통계적으로 유

의성이 있었다. 그러나 대조군에서도 $4.2 \pm 0.1 \text{g/dL}$ 로 높아졌으나 통계적인 유의성이 없었다. 실험 식이 섭취 기간중에 알부민 수치는 실험군에서 계속 높게 나타났으며, 4주 후에는 $4.4 \pm 0.2 \text{g/dL}$ 로 높아졌으며 통계적인 유의성이 있었다. 대조군도 약간 높아지는 경향을 나타내었으나 실험 식이 섭취군이 더 높은 결과를 나타내었다. 남, 여간을 구분하여 보면 남자의 경우가 여자의 경우보다 훨씬 더 높았다. 따라서 발아메일의 섭취가 혈중의 알부민 수치를 상승시키는 것으로 나타내었는데 이와 같은 변화는 간의 합성 기능의 변화로 생각 될 수 있으며 간에서 효소합성이나 기타의 합성기능이 증가하는 것으로 생각된다. 이와 같이 합성기능이 증가하는 것은 소화 효소 및 호르몬 분비의 촉진으로 생각되며 간에서 합성되는 각종 효소 및 호르몬의 합성이 촉진되는 것으로 생각된다. 혈청 중의 단백질 수치도 알부민 수치와 같은 경향을 나타내는데 실험군에 있어서 총 단백질 수치가 실험 전 $7.0 \pm 0.3 \text{g/dL}$ 에서 1주, 2주 4주 후에 각각 $7.3 \pm 0.5 \text{g/dL}$, $7.4 \pm 0.4 \text{g/dL}$, $7.5 \pm 0.5 \text{g/dL}$ 로 각각 증가하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 또한 대조군에 비하여 높은 수치를 나타내었으며 통계적 유의성이 있었다. 남, 여별로 구분하여 관찰하였을 때도 같은 경향으로 남, 여 다같이 혈청 중 단백질 함량이 증가하여 간에서의 간 합성 기능이 증가하는 것으로 생각된다. 이와 같은 변화 중에서 남자의 경우 그 수치가 여자 보다 더 빠르게 증가하는 것으로 남자의 경우가 훨씬 반응이 빠른 것으로 생각된다. 따라서 발아 메일 중의 어떤 성분에 의하여 간에서의 합성 기능이 촉진되는 것으로 생각하며 이와 같은 변화는 정상범위 내에서의 변화를 나타내어 특별히 병리적인 수치의 변화는 나타내지 않았다. 알부민과 단백질의 변화(Fig. 32)는 간에서 비정상적으로 높아질 때 임상적으로 만성간염, 간경변, 알콜성 간염으로 판단하며, 낮아질 때는 간경변 중기 및 말기, 활동성 만성간염의 판정에 사용된다. 알부민과 혈장 단백질의 혈액 내 기능이 bilirubin, thyroxine, cortisol 및 지질과 지용성 비타민 등의 호르몬 등을 운반하는 역할을 하는 것으로 이와 같이 알부민의 수치가 높아졌다는 것은 이들 호르몬 등을 운반할 필요성이 증가된 것으로 생각되며, 간 조직 내에서 합성되는 이들 물질들이 증가하였기 때문이라고 생각된다. 특히 총단백질 중에서 알파 글로블린의 경우는 지질성분의 운반 역할 기능을 생각할 때 본 연구의 연구 목적과 상당히 관련성이 있을 것으로 생각하게 해 준다. 본 연구에서는 정상범위 내에서 간의 기능 변화를 추측하게 하며 간의 합성 기능의 증가로 생각된다. Table 48에서 alkaline phosphatase 활성의 변화를 보면, 섭취 1주일 후에 활성이

Table 48. Changes of albumin, total protein and alkaline phosphatase levels in serum of subjects during treatment.

		Group	Week			
			0	1	2	4
Albumin (g/dL)	Total (n=31)	GBW-7	4.1±0.1	4.3±0.2***	4.3±0.1****a	4.5±0.2***
		Control	4.0±0.1	4.2±0.1	4.2±0.1	4.3±0.2
	female (n=21)	GBW-7	4.1±0.1	4.2±0.2***	4.3±0.2***	4.3±0.2***
		Control	4.0±0.1	4.2±0.1	4.2±0.1	4.2±0.1
	male (n=10)	GBW-7	4.1±0.1	4.4±0.1**c	4.4±0.1**	4.5±0.2**
		Control	4.1±0.1	4.2±0.1	4.4±0.1	4.4±0.1
Total Protein (g/dL)	Total (n=31)	GBW-7	7.0±0.3 ^a	7.3±0.5 ^{a***}	7.4±0.4 ^{a***}	7.5±0.4 ^{a***}
		Control	6.9±0.2	7.0±0.3	7.1±0.2	7.0±0.2
	female (n=21)	GBW-7	6.9±0.3	7.2±0.4**	7.4±0.4 ^{***b}	7.5±0.5 ^{***b}
		Control	6.8±0.2	7.1±0.3***	7.1±0.2***	7.1±0.5***
	male (n=10)	GBW-7	7.0±0.3	7.6±0.5 ^{**c}	7.5±0.4 ^{***}	7.6±0.4**
		Control	7.0±0.1	7.0±0.3**	7.2±0.2**	7.1±0.3**
Alkaline Phosphase (IU/L)	Total (n=31)	GBW-7	144.1±45.8	155.2±48.7**	149.8±45.6**	162.8±52.1**
		Control	146.2±42.6	152.8±46.7	148.9±33.1	147.9±46.8
	female (n=21)	GBW-7	122.0±26.3	131.7±23.7	129.4±29.2*	138.2±37.3
		Control	129.0±30.8	131.8±26.3	137.1±26.7	130.7±31.6
	male (n=10)	GBW-7	188.4±46.0	202.253.8*	190.6±47.2	193.6±48.9
		Control	184.0±42.9	194.8±52.5	181.3±28.7	191.0±55.0

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

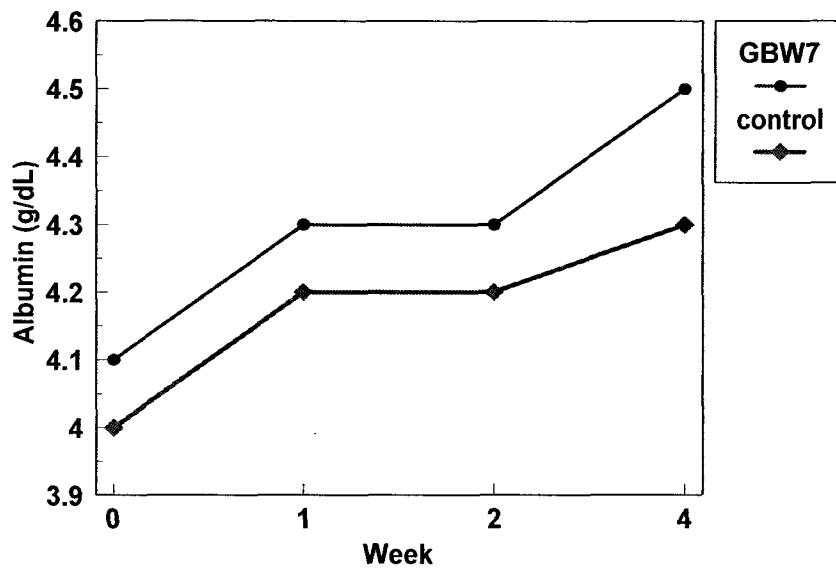


Fig. 31.Changes of albumin level in serum of subjects during treatment.

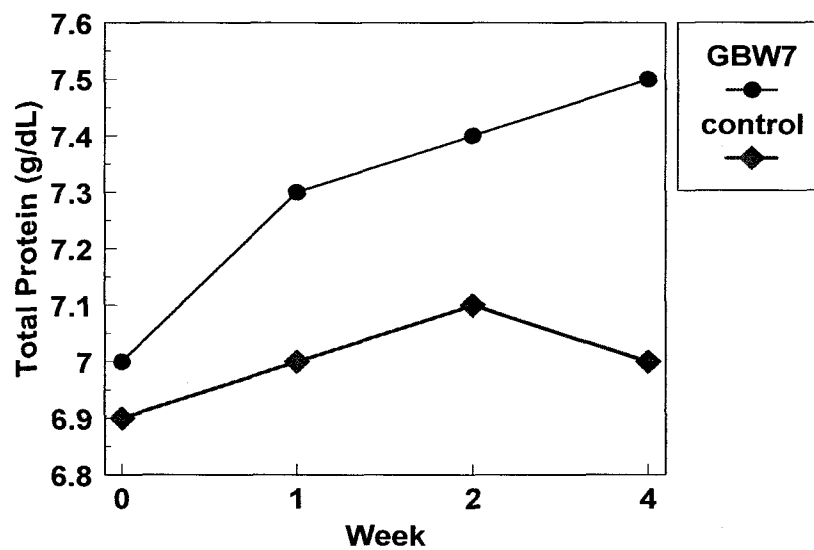


Fig. 32. Changes of total protein level in serum of subjects during treatment

144.1±45.8 IU/L에서 155.2±48.7로 증가하였으며, 4주 후에는 162.8±52.1 IU/L로 통계적으로 유의성 있게 증가하였다. 남, 여 별로 다같이 증가하였으며, 여성의 경우 122.0±26.3 IU/L에서 138.2±37.3 IU/L으로 서서히 증가하였으며, 남자의 경우 184.0±42.9IU/L에서 1주일 후 202.2±52.5로 4주 후에는 193.6±48.9 IU/L로 증가하였다. 정상범위는 84-279 IU/L로 본 연구에 참여한 사람은 정상범위 내에서의 변화를 보였으나 실험식이 군에서는 약간 상승하는 경향을 나타내었다. 따라서 이와 같은 결과는 간 기능의 활성화에 의하여 ALK-P가 상승하는 것으로 생각된다.

다. Hemoglobin, Hematocrit, WBC, RBC의 변화

실험대상자들의 실험식이 섭취 기간 중의 Hb, Hct, WBC, RBC의 변화는 Table 49, 50, Fig. 33과 같았다. Table 49에서 보면 실험식이 섭취에 따라 Hct 수치가 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 대조군에서의 수치는 거의 변화가 없는데 비하여 실험식이의 경우, Hct 수치는 39.3±3.7%에서 4주후 41.5±3.8%로 증가하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 또한 여자의 경우는 38.4±3.7%에서 39.2±2.6%으로 증가하였으며 대조군과 비교하여 통계적으로 유의성이 있었다. 남자의 경우는 41.2±3.4%에서 45.0±2.0%으로 증가폭이 여자의 경우보다 약간 높았다. 그러나 이와 같은 변화는 정상 수치 내에서의 변화를 보였으며 이상 수치를 보이는 사람은 없었다. 이와 같은 결과는 본 실험식이의 섭취에 의하여 적혈구 용적비가 증가하였다고 생각할 수 있으며 이는 적혈구 수가 증가한 것으로 생각할 수 있다. 이와 같은 증가는 산소 운반의 필요성이 증가된 때문이며 산소운반의 필요성은 체내에서의 에너지 대사 증가로 인하여 에너지의 요구량이 증가되었기 때문이라고 생각한다. 특히 남자의 경우에 있어서 더 높은 수치를 나타낸 것은 남자에 있어서 더 많은 에너지 대사 요구량이 있기 때문이라고 생각된다. Hb의 경우를 보면 여자의 경우에 큰 변화가 없으며 남자의 경우에 있어서 14.8±1.4g/dL에서 1주, 2주, 4주 후의 Hb 수치가 각각 15.4±0.9g/dL, 15.6±0.9g/dL, 15.5±1.0g/dL으로 증가하였다. 이것은 남자의 경우가 훨씬 더 산소 요구량이 커졌기 때문이라고 생각하며 본 연구의 실험식이 섭취 후 산소 요구량이 증가한 것으로 생각할 수 있다. Table 50에서 보면 WBC의 경우 실험 식이에서 감소하는 경향을 나타내었으며 RBC에 있어서도 감소하는 경향을 나타내었다. 두 수치가 모두 정상 범위 내에서 변화되었다. 적혈구 수는 남자에

서는 별 변화가 없으나 여자에게서는 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 즉 4.4 ± 0.4 에서 1주일후 $4.2 \pm 0.2 \text{g/dL}$ 로 감소하였으며, 4주후 $3.9 \pm 0.3 \text{g/dL}$ 으로 감소하였다. 이와 같은 결과는 Hct와 Hb 수치의 변화에서 남자에 있어서 Hct와 Hb의 증가하였던 것과 일치하는 결과로 남자에게서 산소 요구량이 증가하기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

Table 49. Changes of hemoglobin and hematocrit levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week			
		0	1	2	4
Total (n=31)	GBW-7	39.3 ± 3.7	39.0 ± 3.7	40.0 ± 3.7	$41.5 \pm 3.8^{**}$
	Control	39.1 ± 4.1	39.1 ± 4.0	39.4 ± 3.8	38.9 ± 3.8
Hct (%)	female				
	GBW-7 (n=21)	38.4 ± 3.7	27.1 ± 2.3	38.1 ± 2.6	$39.2 \pm 2.6b^{***}$
	Control	36.8 ± 2.6	36.7 ± 2.5	$37.5 \pm 2.2^*$	36.6 ± 2.8
	male				
	GBW-7 (n=10)	41.2 ± 3.4	42.8 ± 2.8	43.8 ± 2.5	45.0 ± 2.0
	Control	44.0 ± 1.7	43.8 ± 1.3	44.5 ± 2.9	44.8 ± 2.9
Total (n=31)	GBW-7	13.9 ± 1.4	13.8 ± 1.4	14.1 ± 1.3	14.1 ± 1.2
	Control	13.9 ± 1.5	13.9 ± 1.5	13.9 ± 1.4	14.0 ± 1.7
HGb (g/dL)	female				
	GBW-7 (n=21)	13.5 ± 1.2	13.0 ± 0.8	13.4 ± 0.8	$13.3 \pm 0.7b$
	Control	13.0 ± 0.9	13.0 ± 0.9	13.2 ± 0.8	13.1 ± 1.0
	male				
	GBW-7 (n=10)	14.8 ± 1.4	15.4 ± 0.9	15.6 ± 0.9	15.5 ± 1.0
	Control	15.7 ± 0.5	15.7 ± 0.5	15.9 ± 0.5	15.7 ± 0.5

1) Values are mean \pm S.D.

2) * $p < 0.05$, ** < 0.01 , *** $p < 0.001$

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

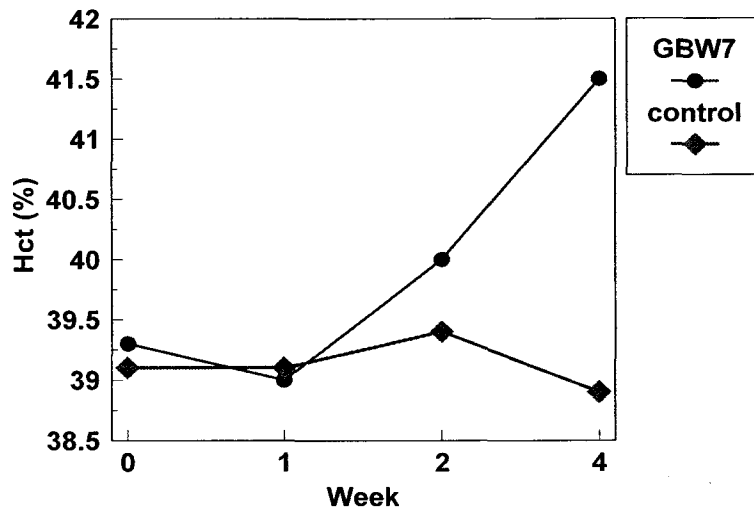


Fig. 33. Changes of hematocrit levels in serum of subjects during treatment.

Table 50. Changes of WBC and RBC levels in serum of subjects during treatment.

		Week	0	1	2	4
Group						
WBC ($10^3/\mu\text{L}$)	Total	GBW-7	6.7 ± 2.7	6.7 ± 2.5	6.6 ± 1.9	6.2 ± 1.5^a
	(n=31)	Control	6.5 ± 1.6	6.1 ± 1.2	6.3 ± 1.0	6.8 ± 1.4
	female	GBW-7	5.8 ± 1.4	5.5 ± 1.0	5.9 ± 1.2	5.7 ± 0.9^b
	(n=21)	Control	6.1 ± 1.4	6.1 ± 1.3	6.0 ± 1.0	6.8 ± 1.7
RBC ($10^6/\mu\text{L}$)	male	GBW-7	8.5 ± 3.9	9.0 ± 3.0^c	8.1 ± 2.2	6.9 ± 1.9
	(n=10)	Control	7.3 ± 1.8	$6.2 \pm 1.1^{**}$	7.0 ± 1.0	7.0 ± 0.6
	Total	GBW-7	4.5 ± 0.4	4.5 ± 0.4	4.6 ± 0.4	$4.2 \pm 0.4^{***}$
	(n=31)	Control	4.6 ± 0.4	4.6 ± 0.4	4.6 ± 0.3	4.6 ± 0.5
RBC ($10^6/\mu\text{L}$)	female	GBW-7	4.4 ± 0.4	4.2 ± 0.2^b	4.3 ± 0.3	$3.9 \pm 0.3^{***}$
	(n=21)	Control	4.4 ± 0.3	4.4 ± 0.3	4.4 ± 0.2	4.4 ± 0.3
	male	GBW-7	4.8 ± 0.4	5.0 ± 0.2	5.0 ± 0.2	5.0 ± 0.3
	(n=10)	Control	5.0 ± 0.3	5.0 ± 0.3	5.0 ± 0.2	5.1 ± 0.2

1) Values are mean \pm S.D.

2) * $p < 0.05$, ** < 0.01 , *** $p < 0.001$

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

라. 혈당, Insulin, c-peptide의 변화

실험 대상자의 혈당의 변화를 보면 Table 51, Fig. 34와 같았다. 혈당의 변화는 실험 식이 섭취군에서 식이 섭취 후 2주까지는 감소하다가 4주 후에는 다소 회복하는 경향을 나타내었다. 즉 $89.6 \pm 7.7 \text{mg/dL}$ 에서 2주 후에 83.0 ± 8.1 로 감소하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 섭취 4주 후에는 $88.2 \pm 8.5 \text{mg/dL}$ 로 역시 유의성있게 감소하였으나 처음에 비하여 다소 회복하는 경향을 나타내었다. 남, 여 별로 보면 같은 경향이었으며 섭취 2주 후에 최저치를 보이다가 다시 회복하는 경향을 나타내었다. 여자의 경우 식이 섭취 2주 후 $88.2 \pm 6.9 \text{mg/dL}$ 에서 $82.8 \pm 8.1 \text{mg/dL}$ 로 감소하였으며 4주 후에는 $86.1 \pm 7.7 \text{mg/dL}$ 로 유의적으로 감소하였다. 이와 같은 경향은 실험 식이의 섭취로 인하여 혈당의 감소를 가져오며 실험 식이가 혈당의 흡수에 관여하거나 또는 에너지 대사에 관하여 하는 것으로 생각할 수 있다. 즉 실험 식이가 당의 흡수를 방해하거나 또는 실험 식이의 성분에 의하여 에너지 대사가 촉진되어 혈당이 분해되어 에너지로 사용하므로써 감소되는 것으로 생각할 수 있다. 전자의 경우에 있어서는 소화기 흡수와 관련이 있을 것이고, 후자의 경우는 에너지 대사와 관련이 있을 것이다. Insulin의 경우(Fig. 35)는 식이 섭취에 따라서 섭취 1주일 후에는 insulin 분비가 감소하였으나 2주 후 4주 후에는 급격히 증가하였고 통계적으로 유의성이 있었다. 즉 $8.5 \pm 2.6 \text{ uIU/mL}$ 에서 1주 후 8.2 ± 3.6 으로 감소하였으나 2주 후 $9.1 \pm 4.0 \text{ uIU/mL}$ 으로 4주 후에는 $18.3 \pm 13.1 \text{ uIU/mL}$ 로 급격히 증가하였다. 이와 같은 결과는 여자의 경우가 더 현저했으며, $8.7 \pm 2.6 \text{ uIU/mL}$ 에서 2주 후 $9.5 \pm 4.1 \text{ uIU/mL}$ 로 증가하였고 4주 후에는 $20.5 \pm 16.2 \text{ uIU/mL}$ 로 증가하였다. 남자의 경우에 있어서는 적은 변화이지만 같은 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 식이 섭취 후 혈당이 감소하는 것과 비교하여 볼 때 일반적인 경향이라고 생각되지 않으며 본 식이 섭취 후 인슐린 분비량이 증가되는 것으로 생각된다. 특히 이와 같은 결과는 대조군과 비교하여 볼 때 더 확연한 변화를 나타내는 것으로 대조군을 기준으로 할 때 급격히 감소하다가 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 위 장관 내에서 gastrin과 HCl, GIP 호르몬 등과의 연관이 있을 것으로 생각하며, GIP 호르몬은 insulin 분비를 촉진하며 위산분비를 억제한다고 알려져 있다. 따라서 혈당의 증가 없이 인슐린 분비가 촉진되었다면 GIP의 분비가 촉진된 것으로 생각할 수 있으며, 실험식이 중에 GIP 분비를 촉진하는 성분의 존재가 가능해진다. 또

한 GIP에 의하여 위산 분비가 억제된다면, 본 식이 중 GIP 분비 촉진 물질이 있다고 가정할 때 위산의 분비가 감소되었다는 결과를 가져오게 된다. 따라서 위산 감소로 인하여 소화 흡수가 저해 받아 당의 흡수가 감소하여 혈당 수치가 낮아진 것으로 생각할 수 있다. C-peptide의 경우(Fig. 36)는 식이 섭취에 따라서 증가하는 것으로 나타났다. 즉 1.7 ± 0.4 ng/mL에서 섭취 1주일 후 1.9 ± 0.4 ng/mL로 증가하였으며 4주 후에는 2.7 ± 1.5 ng/mL로 증가하는 경향을 나타내었다. C-peptide는 남자보다 여자에게서 더 증가하는 경향을 나타내었으며 식이 섭취 후 1.7 ± 0.5 ng/mL에서 1주일 후 1.9 ± 0.4 ng/mL이었으며 4주후 2.9 ± 1.6 ng/mL으로 증가하였다. 이와 같은 결과는 통계적으로 유의성이 있었다. 이러한 결과에서 보면 식이 섭취 후 췌장에서 인슐린 분비가 증가된 것으로 생각된다. 따라서 혈당의 감소는 인슐린 농도가 증가하였기 때문이라고 생각할 수 있다. 그러나 인슐린의 분비는 혈당의 농도가 높았을 때 췌장에서 분비되는 것으로 본 연구에서는 높은 혈당치를 관찰할 수 없는데 이와 같은 결과는 인슐린 분비로 혈당이 높아지지 않았기 때문인 것으로 생각되며, 이것은 혈당에 의하여 인슐린이 높아진 것보다는 실험식이의 요인으로 인하여 인슐린 분비가 촉진되어 혈당 수치도 높아지지 않은 것으로 생각된다.

마. Triglyceride, total cholesterol, HDL- cholesterol의 변화

Table 52, Fig. 37, Fig. 38, Fig. 39에 실험식이 섭취 후 triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol의 혈중 변화에 관하여 나타내었다. 중성지질의 경우에는 77.7 ± 22.2 mg /dL에서 섭취 1주일 후 97.5 ± 32.7 mg/dL로 증가하였으며, 2주 후 103.6 ± 48.9 mg/dL로 증가하였고, 4주 후에는 102.0 ± 35.1 mg/dL로 증가하였다. 대조군에 비하여 통계적으로 유의성이 있었다. 여자의 경우에 71.1 ± 20.0 mg/dL에서 1주일 후 83.9 ± 23.09 mg/dL로 증가하였으며 2주 후에는 95.4 ± 52.6 mg/dL으로 증가하였고 4주 후에는 93.2 ± 40.5 mg/dL로 증가하였고 통계적으로 유의성이 있었다. 남자의 경우도 증가하는 경향을 나타내었으며 섭취 4주 후에는 그 증가폭이 다소 낮아졌다. 총 콜레스테롤에 있어서도 중성지질과 같은 경향을 나타내고 있으며 실험식이 섭취 후 혈 중 총 콜레스테롤의 양이 증가하였으며 남녀 모두 같은 경향을 나타내었다. 총 콜레스테롤의 경우 156.1 ± 22.2 mg/dL에서 1주일 후 164.9 ± 21.4 mg/dL로 증가하였으며, 2주일 후 169.3 ± 32.3 mg/dL으로 증가하였고, 4주일 후에는 $171.1 \pm$

Table 51. Changes of glucose, insulin and c-peptide levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Glucose (mg/dL)	Total (n=31)	GBW-7	89.6±7.71	85.8±8.5	83.0±8.1***	88.2±8.5**
		Control	89.6±4.8	84.6±7.0**	89.5±9.0	89.5±9.0
	female (n=21)	GBW-7	88.2±6.9	85.8±9.1	82.8±8.1*** ^b	86.1±7.7***
		Control	89.0±3.8	85.9±6.8	90.6±9.8	90.7±3.6
	male (n=10)	GBW-7	96.5±10.6	85.5±6.4	84.0±11.3**	96.5±7.8**
		Control	93.0±9.9	88.0±4.2	88.0±4.2	89.0±1.4
Insulin (uIU/mL)	Total (n=31)	GBW-7	8.5±2.6	8.2±3.6	9.1±4.0	18.3±15.1**
		Control	8.7±2.4	10.2±2.5	8.1±2.1	12.6±10.7
	female (n=21)	GBW-7	8.7±2.6	8.7±3.2	9.5±4.1	20.5±16.2**
		Control	9.0±2.6	10.2±2.8**	8.4±2.0	13.6±11.7
	male (n=10)	GBW-7	6.7±0.3	5.7±5.8	7.8±4.9	9.1±3.7**
		Control	7.1±0.2	10.3±0.7**	6.2±0.9	8.8±4.7
C-peptide (ng/mL)	Total (n=31)	GBW-7	1.7±0.4	1.9±0.4**	1.8±0.5	2.7±1.5**
		Control	1.7±0.5	1.9±0.4	1.7±0.5	2.5±2.0
	female (n=21)	GBW-7	1.7±0.5	1.9±0.4**	1.9±0.5	2.9±1.6**
		Control	1.8±0.5	2.0±0.4	1.8±0.5	2.7±2.1
	male (n=10)	GBW-7	1.9±0.4	1.7±0.7*	1.6±0.7	1.9±0.5
		Control	1.3±0.3	1.9±0.3	1.3±0.4	1.6±1.0

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

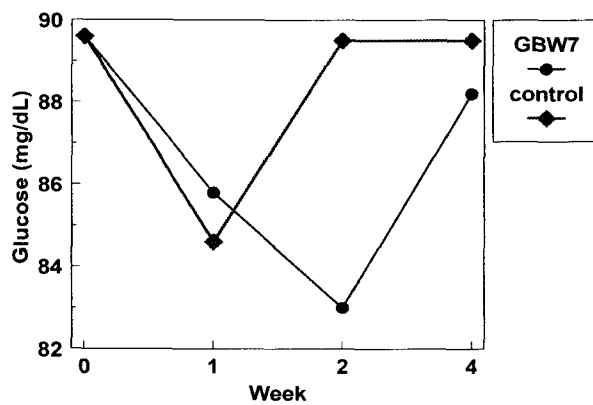


Fig. 34. Changes of glucose levels in serum of subjects during treatment.

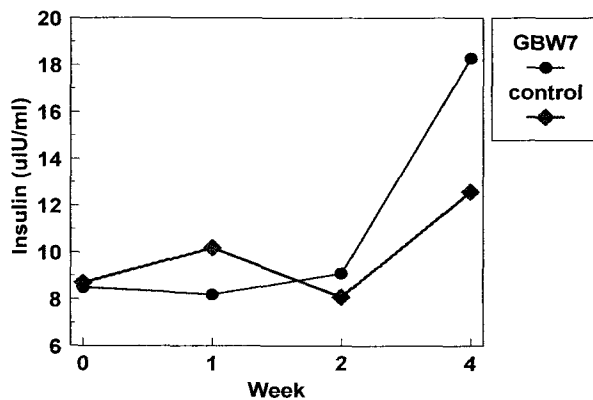


Fig. 35. Changes of insulin levels in serum of subjects during treatment.

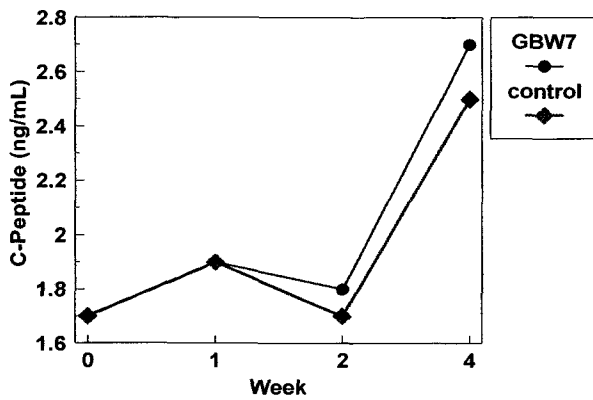


Fig. 36. Changes of c-peptide levels in serum of subjects during treatment

31.5mg/dL로 증가하였다. 이 결과는 통계적으로 유의성이 있었다. 총 콜레스테롤의 경우 남자 보다 여자의 경우가 그 증가폭이 컸다. 즉, 여자의 경우 실험 초기 159.3 ± 24.5 mg/dL에서 1주일 후 168.8 ± 24.7 mg/dL로 증가하였고, 2주일 후에는 174.7 ± 36.8 mg/dL로 증가하였으며, 4주일 후에는 182.1 ± 31.6 mg/dL으로 증가하였다. 그러나 남자의 경우에는 별다른 차이를 보이지 않아서 총 콜레스테롤의 경우는 여자의 경우가 심하게 증가하였으며, 중성지질의 경우는 남자의 경우에 심하게 증가하는 경향을 보여서 남녀간에 차이를 나타내었다. 한편 HDL-cholesterol의 경우는 식이 섭취 1주일 후에 크게 감소하였으며, 계속 감소하였으나 섭취 4주 후에는 어느 정도 증가하는 추세를 나타내었다. 이와 같은 경향은 남녀 같은 경향을 나타내었다. 즉 섭취 초기 65.5 ± 9.2 mg/dL에서 1주일 후 55.5 ± 6.6 mg/dL으로 감소하였고, 2주일 후에는 61.5 ± 8.1 mg/dL이었으며, 4주 후에는 64.4 ± 5.7 mg/dL이었다. 따라서 이와 같은 결과는 실험식이 섭취 후 지방 대사 또는 에너지 대사의 증가에 의하여 체내 에너지를 축적 지방을 분해하여 보충하는 것으로 생각되며, 따라서 혈 중에 중성지방과 콜레스테롤 함량이 증가하고 반면에 HDL 콜레스테롤이 감소하는 경향으로 나타났는데 이와 같은 결과는 혈 중 콜레스테롤이 HDL 콜레스테롤과 함께 담즙으로 합성되기 위하여 콜레스테롤과 함께 HDL 콜레스테롤이 제거되었기 때문으로 생각한다. 또한 Table 51에서 본 것과 같이 인슐린이 증가하고 이로 인하여 지방조직 내에서 리파제가 활성화하여 조직중의 트리글리세라이드와 콜레스테롤이 혈장으로 이동하고 이때 HDL 콜레스테롤과 함께 콜레스테롤이 담즙으로 분비된다. 따라서 혈 중에 높은 콜레스테롤과 트리글리세라이드를 유지하며 낮은 HDL 콜레스테롤 상태로 되는 것으로 생각된다. 따라서 본 실험 식이의 섭취로 GIP가 분비되고 이것이 인슐린 분비를 촉진하여 혈당이 감소하고 지방조직에서 lipase 를 활성화 시켜서 지방조직으로부터 지방산과 triglyceride를 유리시킨다. 간 리파제는 소혈 지단백입자에 작용하여 트리글리세라이드와 콜레스테 에스테르로 분해한다. 이렇게 생성된 콜레스테롤이 HDL 콜레스테롤과 담즙을 생성함으로써 혈 중 HDL콜레스테롤이 낮은 것으로 생각한다.

Table 52. Changes of triglyceride, total cholesterol and HDL-cholesterol levels in serum of subjects during treatment.

		Group	Week			
			0	1	2	4
Triglyceride (mg/dL)	Total (n=31)	GBW-7	77.7±22.0a	97.5±32.7**	103.6±48.9***a	102.0±35.1**
		Control	59.4±20.7	82.8±25.3**	70.3±16.6	86.8±28.5
	female (n=21)	GBW-7	71.1±20.0	83.9±23.9**	95.4±52.6**	93.2±40.5**
		Control	57.1±22.3	74.7±23.7	70.7±15.9	82.2±23.1
	male (n=10)	GBW-7	94.3±20.0c	124.8±32.7**	120.0±40.2*c	117.8±15.4**
		Control	64.6±17.5	89.0±22.2	69.0±20.8	88.3±41.0
Total Cholesterol (mg/dL)	Total (n=31)	GBW-7	156.1±22.2	164.9±21.4**	169.3±32.3**	171.1±31.5**
		Control	159.8±25.7	168.7±24.0**	161.8±21.3	161.7±26.6
	female (n=21)	GBW-7	159.3±24.5	168.8±24.7**	174.7±36.8**	182.1±31.6***
		Control	156.7±26.5	167.3±23.4**	160.6±24.7	164.1±32.2
	male (n=10)	GBW-7	149.6±17.1	157.0±10.7	158.6±19.8	151.2±21.1**
		Control	166.6±25.0	171.6±27.8**	165.0±8.3	166.8±10.8
HDL Cholesterol (mg/dL)	Total (n=31)	GBW-7	65.5±9.2	55.5±6.6***	61.5±8.1**	64.4±6.1**
		Control	65.0±8.7	59.9±4.9***	62.0±8.1	63.4±7.9
	female (n=21)	GBW-7	66.4±7.9	57.3±6.2***	62.7±8.7*	65.4±5.7**
		Control	65.4±10.1	60.0±4.6	61.5±9.0	65.1±8.3
	male (n=10)	GBW-7	63.8±12.2	52.0±6.5*	59.2±7.0	62.4±7.0
		Control	64.2±5.5	59.1±5.0	63.3±5.7	59.3±5.7

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

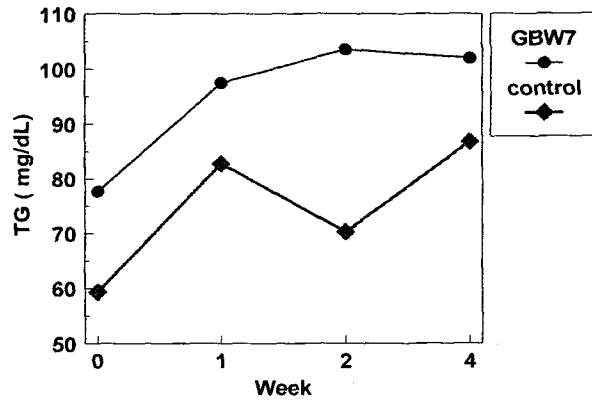


Fig. 37. Changes of triglyceride level in serum of subjects during treatment.

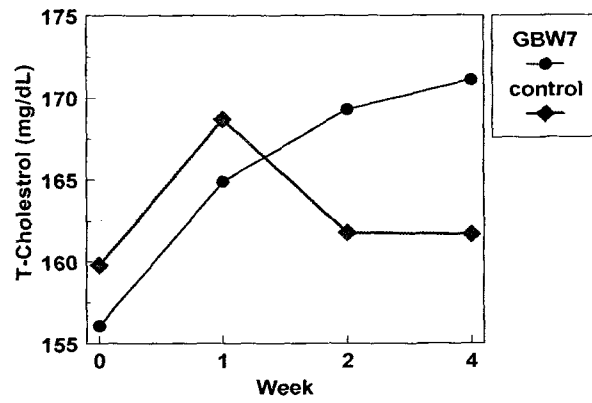


Fig. 38. Change of total cholesterol levels in serum of subjects during treatment.

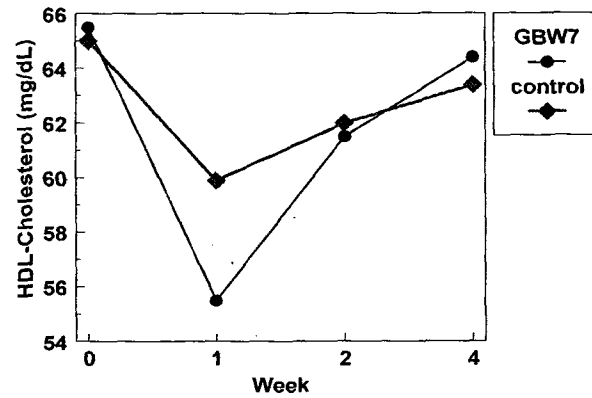


Fig. 39. Changes of HDL-cholesterol levels in serum of subjects during treatment.

바. Free fatty acid, lipase activity, amylase activity의 변화

Table 53, Fig. 40, Fig 41에서 보면 유리지방산의 함량이 대조 군에 비하여 처음 1주 후에는 증가하다가 2주 후부터 감소하는 경향을 나타내고 있는데 이는 유리 지방산이 에너지원으로 사용되고 있기 때문인 것으로 생각된다. 특히 이와 같은 경향은 실험식이 섭취 군에서 남녀 같은 경향을 나타내고 있다. 즉 대조군에 비하여 상대적으로 지방산의 함량이 증가하다가 감소하는 것으로 이런 경향은 lipase 활성이 증가하는 것과 Table52에서의 트리글리세라이드와 콜레스테롤의 함량과의 관계에서도 일관적으로 나타나는 현상으로 지방 대사와 관련이 있는 것으로 생각된다. Lipase의 활성도를 보면 실험식이 섭취 군에서 $32.9 \pm 7.8 \text{U/L}$ 에서 1주일 후에는 $36.3 \pm 9.0 \text{U/L}$ 으로 증가하였으며, 2주일 후에는 $36.7 \pm 9.9 \text{U/L}$ 로 증가하였고 4주 후에는 $34.9 \pm 7.9 \text{U/L}$ 로 2주 전에 비하여는 감소하였으나 역시 증가한 것으로 나타났다. 이것은 남자의 경우에는 큰 변화가 없으나 여자의 경우에 있어서는 처음 $33.3 \pm 7.7 \text{U/L}$ 에서 1주일 후에 $37.8 \pm 8.8 \text{U/L}$ 로 증가하였으며, 4주 후에 $36.4 \pm 7.8 \text{U/L}$ 로 2주 전에 비하여는 감소하였으나 역시 높은 활성을 나타내는 것으로 나타내었다. 이와 같은 결과는 lipase 활성과 콜레스테롤 농도와 관계가 있을 것으로 생각된다. 한편 아밀라제 활성은 감소하는 추세에 있으며, $77.7 \pm 10.7 \text{IU/L}$ 에서 72.5 ± 4.9 로 감소하였으며, 여자의 경우 $76.3 \pm 9.0 \text{IU/L}$ 에서 $73.8 \pm 4.6 \text{IU/L}$ 으로 감소하였고, 남자의 경우 $80.4 \pm 14.4 \text{IU/L}$ 에서 $70.2 \pm 4.9 \text{IU/L}$ 로 감소하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. 아밀라제의 경우 남자의 경우에 그 경향이 뚜렷하였다.

사. GOT, GPT, γ -GTP의 변화

간 기능 수치인 GOT, GPT, γ -GTP의 변화를 보면 Table 54와 같았다. GOT의 경우 특별한 변화 없으나 남자에게서 약간 상승하는 경향이 있으나 이것은 거의 인정할 수 있는 변화라고 보기에 어렵다. 오히려 대조군이 상승하는 것과 비교하면 상대적으로 감소하는 것으로 생각될 수 있어 특별한 변화가 없는 것으로 생각된다. 또한 GPT의 경우에 있어서는 남자의 경우에 약간 상승하는 경향을 나타내고 있으나 여자의 경우에 있어서는 약간 상승하나 대조군의 상승과 비교할 때 상승하는 것으로 보기 어렵다. 따라서 실험식이의 섭취로 간 기능에 변화는 없는 것으로

Table 53. Changes of free fatty acid, lipase activity and amylase activity levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Free Fatty Acid (uEq/L)	Total (n=31)	GBW-7	621.1±236.9	615.8±277.6	423.8±238.3**	406.0±259.6**
		Control	701.2±236.5	583.0±259.5	436.1±255.1	436.8±180.2
	female (n=21)	GBW-7	636.5±258.8	633.6±276.6	409.1±237.4	412.6±293.4
		Control	733.8±226.8	632.7±231.9	476.5±245.5	434.3±196.7
	male (n=10)	GBW-7	544.0±0.0	526.5±374.1	497.5±323.1	379.5±43.1
		Control	521.5±286.4	334.5±328.8	213.5±246.8	447.0±145.7
Lipase Activity (U/L)	Total (n=31)	GBW-7	32.9±7.8	36.3±9.0*	36.7±9.9***	34.9±7.9
		Control	29.9±9.9	32.1±10.4	32.8±10.6	31.4±9.8
	female (n=21)	GBW-7	33.3±7.7	37.8±8.8**	37.8±10.1**	36.4±7.8
		Control	30.5±10.7	32.3±11.4	32.3±11.0*	31.9±10.5*
	male (n=10)	GBW-7	31.0±11.3	28.5±7.8	31.0±9.9	29.0±7.1
		Control	26.5±0.7	31.0±2.8	35.5±10.6	29.5±9.2
Amylase Activity (IU/L)	Total (n=31)	GBW-7	77.7±10.7	74.2±7.7	75.6±6.3	72.5±4.9 ^a
		Control	74.4±11.1	71.6±5.1	72.3±4.6	75.7±4.8
	female (n=21)	GBW-7	76.3±9.0	73.0±7.6	76.1±6.6 ^b	73.8±4.6
		Control	78.8±8.7	71.4±4.3**	71.2±4.3	73.4±3.0
	male (n=10)	GBW-7	80.4±14.4 ^c	76.6±8.2	74.6±6.3	70.2±4.9 ^c
		Control	64.8±10.3	72.0±7.1	75.3±4.6	81.5±2.9

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

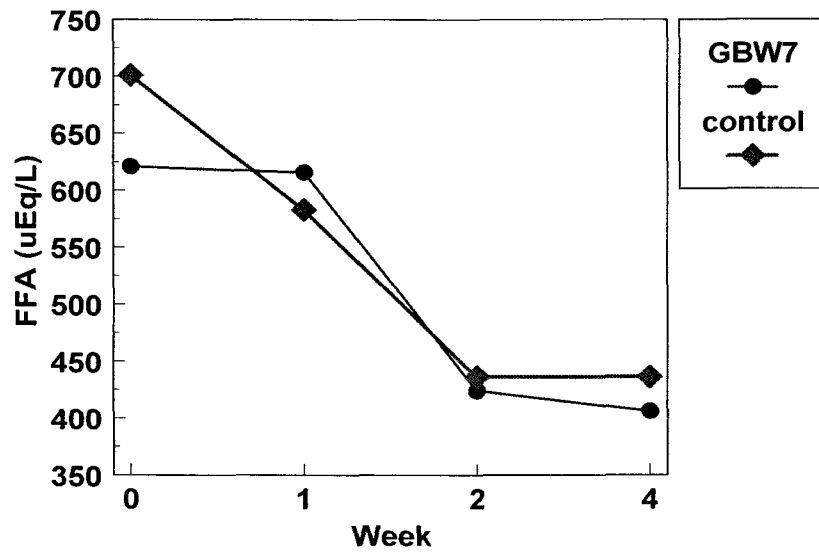


Fig. 40. Changes of free fatty acid level in serum of subjects during treatment.

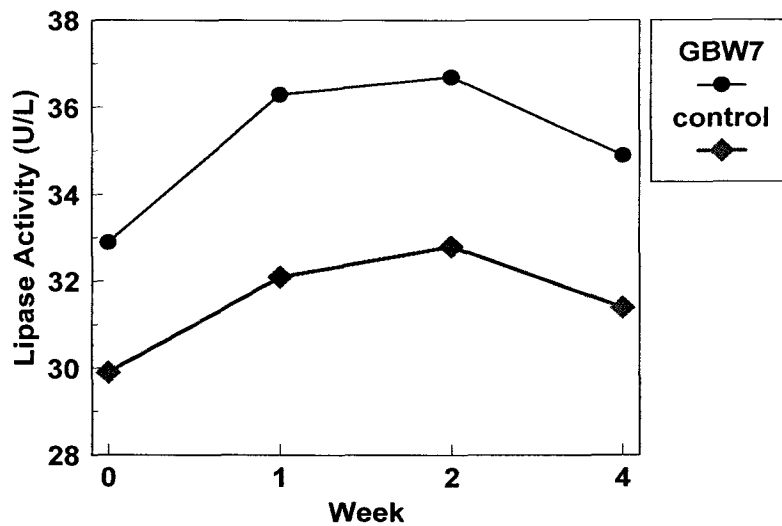


Fig. 41. Changes of lipase activity level in serum of subjects during treatment.

생각된다. γ -GTP의 경우에 있어서는 대조군의 상승과 비교할 때 변화라고 보이지 않지만 여자의 경우에 실험식이 섭취 군이 15.3 ± 5.6 IU/L에서 20.8 ± 8.6 IU/L으로 약간 증가하는 것으로 나타났으며 정상범위 내에서 간 기능에 변화가 있는 것으로 생각된다. 이는 아미노산 대사에 관여하는 효소로서 혈당 감소로 인하여 에너지 대사에 변화가 있으므로 γ -GTP의 활성화에 변화가 있는 것으로 생각한다.

Table 54. Changes of GOT, GPT and γ -GTP levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
GOT (IU/L)	Total (n=31)	GBW-7	17.9±8.1	18.6±9.5	18.3±9.5	18.9±10.8
		Control	17.0±7.0	17.0±4.6	16.3±4.6	17.9±4.5
	female (n=21)	GBW-7	15.0±1.9	15.5±2.6	14.8±2.4	15.0±2.5
		Control	15.1±3.1	16.3±3.7	15.3±3.9	17.5±3.8
	male (n=10)	GBW-7	23.8±12.5	24.8±10.1	25.4±14.6	25.8±16.5
		Control	21.2±11.2	18.4±6.2	19.3±5.8	18.8±6.4
GPT (IU/L)	Total (n=31)	GBW-7	22.3±22.4	20.0±15.9	24.3±27.9	27.4±34.4
		Control	18.3±17.7	17.6±11.2	19.5±16.8	20.0±14.7
	female (n=21)	GBW-7	13.2±5.5	12.4±4.3	13.4±4.3	14.2±6.9
		Control	12.8±6.0	14.0±5.4	14.8±10.4	15.9±8.6
	male (n=10)	GBW-7	40.4±32.7	35.2±20.3	46.0±42.3	51.2±51.4
		Control	30.4±28.6	24.8±16.6	32.5±25.5	30.3±22.6
γ -GTP (IU/L)	Total (n=31)	GBW-7	27.0±23.6	28.4±20.6	29.3±18.9 ^a	31.7±21.4 ^a
		Control	18.2±7.4	19.3±7.2	20.4±6.1	20.1±6.4
	female (n=21)	GBW-7	15.3±5.6	17.2±6.2	19.5±6.8 ^{***}	20.8±8.6 ^{**}
		Control	15.7±5.1	16.9±6.2	18.9±5.9	18.8±6.7
	male (n=10)	GBW-7	50.4±29.2 ^c	50.8±21.3 ^c	49.0±20.4 ^c	51.4±24.2 ^c
		Control	23.6±9.2	24.0±7.3	24.5±5.4	23.5±4.7

1) Values are mean \pm S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

아. Leptin, gastrin, LDH의 변화

지방 대사와 관련하여 최근에 가장 관심의 대상이 되고 있는 leptin의 농도와 gastrin 및 lactate dehydrogenase 활성에 대하여 Fig. 42, Fig. 43, Fig. 44, Table 55, 에 나타내었다. leptin의 경우에 있어서 실험식이 섭취 군에서 1주일 후 약간 감소하였다가 2주일 후에는 상승하였으며 4주 후에는 처음과 같은 농도를 나타내었다. 혈중 leptin 농도는 식욕억제와 관련있는 호르몬으로 실험식이에 섭취에 따라 농도의 변화가 있는 것으로 본 연구의 실험식이가 식욕과 관련이 있는 것으로 생각된다. 여자의 경우 $11.1 \pm 4.7 \text{ ng/mL}$ 에서 실험 1주일 후에는 $10.8 \pm 3.9 \text{ ng/mL}$ 로 감소하였으나 실험 2주 후에는 $12.9 \pm 6.8 \text{ ng/mL}$ 로 증가하였다. 남자의 경우도 $5.5 \pm 3.7 \text{ ng/mL}$ 에서 4주 후 $4.7 \pm 2.4 \text{ ng/mL}$ 로 감소하였으며 여자의 경우가 남자의 경우보다 2배 가량 높았다. 한편 소화관 호르몬인 gastrin의 경우는 약간 증가하는 경향을 나타내었으며 여자의 경우에는 증가하였으나 남자의 경우는 감소하였다. Gastrin은 위산 분비를 촉진시키고 펩시노겐 분비를 촉진하며, 위 운동의 촉진, 하부 식도 괄약근의 수축과 유문부 괄약근과 회맹부 괄약근을 이완시키는 작용을 한다. 따라서 본 식이에 의하여 여자의 경우 gastrin의 분비가 약간 증가한 것으로 나타나는데 위내에서 염산 분비를 촉진하는 소화 작용에 관여 할 것으로 생각된다. LDH는 실험식이 섭취기간중 2주 후까지 증가하다가 4주 후에 약간 감소하는 것으로 나타났는데, 남녀간에 같은 경향을 나타내는 것으로 나타났다. LDH는 당에너지 대사와 관련하여 혈당이 부족할 때 활성이 증가하는 효소로서 에너지 대사와 관련이 있는 것으로 생각된다. 따라서 본 실험식이 섭취로 당대사가 감소하고 lactate 대사가 진행되는 것으로 생각할 수 있으며 이것은 혈당의 감소에 따라 에너지를 유산으로 얻기 위한 과정으로 본 연구의 실험식이에 의하여 혈당을 감소시킴으로서 금식하는 것과 같은 효과를 나타내어 유산탈수소 효소의 활성이 증가하는 것으로 생각된다.

Table 55. Changes of leptin, gastrin and LDH levels in serum of subjects during treatment.

		Group	Week			
			0	1	2	4
Leptin (ng/mL)	Total (n=31)	GBW-7	10.2±4.9	9.7±4.3	11.4±6.9	10.1±5.4
		Control	10.4±4.6	10.1±4.6	9.7±3.7	10.8±5.4
	female (n=21)	GBW-7	11.1±4.7	10.8±3.9	12.9±6.8	11.4±5.2
		Control	11.5±3.7	11.2±3.7	10.5±2.9	12.5±4.3
	male (n=10)	GBW-7	5.5±3.7	4.8±2.6	4.8±2.5	4.7±2.4
		Control	4.0±4.4	4.4±4.3	5.6±5.9	4.3±4.9
Gastrin (pg/mL)	Total (n=31)	GBW-7	30.7±8.9	30.3±7.5	32.4±8.7	32.7±6.3
		Control	37.5±17.5	36.5±14.3	34.0±18.2	39.9±18.8
	female (n=21)	GBW-7	28.8±8.4	29.6±8.0	30.7±8.4	32.0±6.0
		Control	33.1±7.5	33.6±9.3	30.5±8.3	36.0±16.4
	male (n=10)	GBW-7	40.0±5.7	34.0±2.8	40.0±7.1	35.5±9.2
		Control	61.5±41.7	51.0±31.1	53.5±48.8	55.5±26.2
LDH (IU/L)	Total (n=31)	GBW-7	283.5±30.9	298.3±26.1	306.7±33.1	285.2±40.1
		Control	299.1±37.0	310.9±30.8	303.4±34.4	290.6±37.7
	female (n=21)	GBW-7	289.1±29.7	295.4±26.6	311.6±29.6	280.8±42.4
		Control	290.8±36.8	306.9±28.0	300.1±37.3	294.6±40.1
	male (n=10)	GBW-7	272.4±33.4 ^c	304.0±27.2	297.0±41.0	293.2±38.8
		Control	317.4±33.6	319.0±38.0	312.3±27.5	280.8±33.9

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

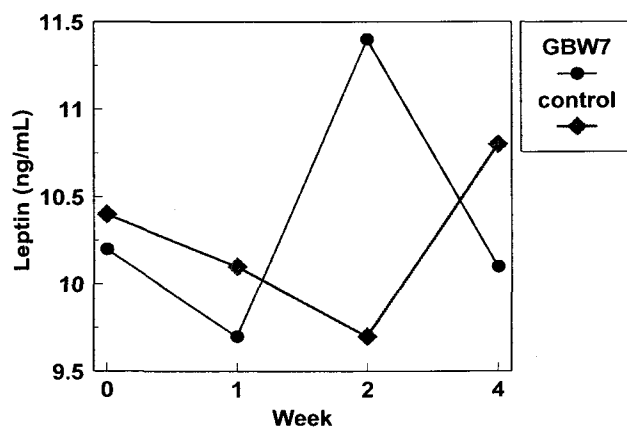


Fig. 42. Changes of leptin level in serum of subjects during treatment.

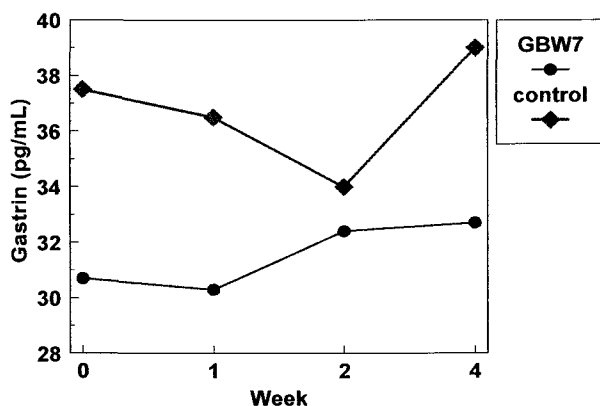


Fig. 43. Changes of gastrine level in serum of subjects during treatment

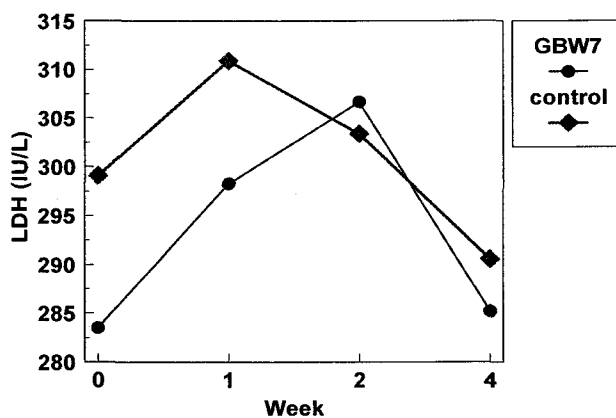


Fig. 44. Changes of LDH level in serum of subjects during treatment.

자. T3, T4의 변화

Table 56에 식이 섭취 기간 중에 T3의 변화는 관찰하기 어려웠으며, T4의 경우는 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 여자의 경우는 실험 3주 후에 감소가 가장 컸으며, 남자의 경우는 실험 4주 후에 감소가 가장 컸다. 남자의 경우는 $8.0 \pm 0.6 \text{ng/dL}$ 에서 1주 후에는 $8.2 \pm 0.4 \text{ng/dL}$ 로 증가하였으며, 4주 후에는 $7.6 \pm 0.4 \text{ng/dL}$ 로 감소되었다. 갑상선 호르몬인 T4의 감소는 에너지 대사와 관련이 있으며 에너지 대사의 저하 또는 기초대사저하로 체내 저하된 에너지 자원의 소비를 줄이려는 것으로 생각된다.

Table 56. Changes of T3 and T4 levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week	Week			
			0	1	2	4
T3 (ng/mL)	Total (n=31)	GBW-7	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.2	1.1 ± 0.1
		Control	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1
	female (n=21)	GBW-7	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.2	1.1 ± 0.1
		Control	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.1
	male (n=10)	GBW-7	1.2 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.1 ± 0.2	1.2 ± 0.1
		Control	1.1 ± 0.2	1.0 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.2 ± 0.0
T4 (ng.mL)	Total (n=31)	GBW-7	8.1 ± 0.7	8.0 ± 0.7	$7.8 \pm 0.7^{**}$	8.0 ± 0.8
		Control	8.1 ± 1.1	7.9 ± 1.2	7.9 ± 0.9	7.7 ± 0.9
	female (n=21)	GBW-7	8.2 ± 0.8	8.0 ± 0.7	$7.7 \pm 0.8^{**}$	8.2 ± 0.8
		Control	8.2 ± 1.2	8.0 ± 1.2	8.0 ± 0.9	7.7 ± 1.0
	male (n=10)	GBW-7	8.0 ± 0.6	8.2 ± 0.4	8.1 ± 0.2	7.6 ± 0.4
		Control	7.5 ± 0.1	7.2 ± 1.3	7.8 ± 0.4	7.6 ± 0.7

1) Values are mean \pm S.D.

2) * $p < 0.05$, ** < 0.01 , *** $p < 0.001$

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

차. Testosterone, FSH, LH의 변화

실험식이 섭취 중 testosterone, FSH, LH의 변화를 Table 57, Fig. 45에 나타내었다. Testosterone의 농도는 남녀에서 다같이 감소하였으며 통계적으로 유의성이 있었다. Testosterone은 $157.3 \pm 269.3 \text{ ng/mL}$ 에서 4주 후 $98.0 \pm 161.8 \text{ ng/mL}$ 로 감소하였으며 여자의 경우 $53.4 \pm 15.2 \text{ ng/mL}$ 에서 $27.2 \pm 15.8 \text{ ng/mL}$ 로 감소하였다. 남자에게서는 $677.1 \pm 384.0 \text{ ng/mL}$ 에서 $381.0 \pm 183.4 \text{ ng/mL}$ 로 감소하였다. 난포자극호르몬(FSH)의 경우는 여자에게 있어서 섭취 1주일 후에 $4.9 \pm 3.2 \text{ mIU/mL}$ 에서 $5.6 \pm 2.3 \text{ mIU/mL}$ 으로 증가하였으며 2주 후에는 $5.5 \pm 2.8 \text{ mIU/mL}$ 로 증가하였다. 그러나 남자의 경우는 변화가 없었다. Testosterone은 단백질 합성에 관여하는 것으로 본 실험식이의 섭취에 따라 testosterone이 감소한 것은 단백질 합성이 저해되는 것으로 이것은 혈당 감소에 따라 부족한 에너지를 아미노산 대사에서 보충하게 된다. 따라서 아미노산 대사가 촉진됨으로 아미노산이 대사되기 위하여는 단백질 이화작용이 필요한 것으로 testosterone의 저하는 단백질 이화작용과 관련하여 낮은 것으로 생각된다. 황체형성호르몬(LH)의 경우에 있어서는 식이 섭취 2주 후에 가장 증가하였으며 여자의 경우에 $7.2 \pm 4.7 \text{ mIU/mL}$ 에서 $7.9 \pm 6.9 \text{ mIU/mL}$, $9.2 \pm 8.8 \text{ mIU/mL}$ 로 증가하였으나 4주 후에는 감소하였다. 따라서 실험식이의 섭취가 난포자극호르몬과 황체형성호르몬의 분비를 증가시켰다. 이것은 피임식의 개발 가능성과 골다공증 예방식으로서의 개발 가능성도 있다고 생각한다.

카. Calcitonin, osteocalcin, cortisol의 변화

실험식이 섭취 중 calcitonin, osteocalcin, cortisol의 변화를 Table 58에 나타내었다. calcitonin의 경우는 $4.1 \pm 1.5 \text{ pg/mL}$ 에서 섭취 1, 2주 후에는 $3.6 \pm 1.2 \text{ pg/mL}$, $3.6 \pm 1.1 \text{ pg/mL}$ 로 혈중농도가 감소하는 것으로 나타났으며 4주 후에는 $4.5 \pm 1.5 \text{ pg/mL}$ 로 약간 증가하였으나 통계적인 유의성은 없었다. 여자의 경우에 있어서 $4.0 \pm 1.6 \text{ pg/mL}$ 에서 $3.7 \pm 1.3 \text{ pg/mL}$ 으로 1주일 후 감소하였고, 2주 후에는 $3.6 \pm 1.2 \text{ pg/mL}$ 로 감소되었으며 4주 후에는 $4.2 \pm 1.7 \text{ pg/mL}$ 로 약간 증가하였다. 남자의 경우는 $4.8 \pm 0.5 \text{ pg/mL}$ 에서 1주일 후 $3.2 \pm 0.3 \text{ pg/mL}$ 으로 급격히 감소하였으며 4주 후에는 5.9

Table 57. Changes of testosterone, FSH and LH levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Testosterone (ng/mL)	Total (n=31)	GBW-7	157.3±269.3	109.5±178.9	99.4±145.3	98.0±161.8**
		Control	140.0±229.8	133.3±225.4	108.9±186.4	126.9±210.9
	female (n=21)	GBW-7	53.4±15.2	36.1±13.9	40.8±11.8	27.2±15.8
		Control	47.9±22.8	38.5±17.4	34.8±24.0	36.3±22.3
	male (n=10)	GBW-7	677.1±384.0	476.6±163.5	392.3±158.4	381.0±183.4
		Control	646.9±145.9	607.6±128.0	516.7±134.8	489.2±261.9
FSH (mIU/mL)	Total (n=31)	GBW-7	4.7±2.9	5.4±2.1	5.3±2.6	4.4±2.2
		Control	7.6±7.0	4.4±2.0	6.2±2.9	4.1±1.7
	female (n=21)	GBW-7	4.9±3.2	5.6±2.3	5.5±2.8	4.5±2.5
		Control	8.1±7.4	4.5±1.9	6.5±3.0	4.1±1.5
	male (n=10)	GBW-7	4.1±0.3	4.1±0.1	4.4±0.4	4.2±0.4
		Control	4.4±3.3	4.2±3.3	4.7±3.0	3.8±3.4
LH (mIU/mL)	Total (n=31)	GBW-7	6.8±4.4	7.3±6.5	8.2±8.3	5.4±3.2
		Control	13.0±21.1	5.6±5.2	13.5±20.9	6.8±6.1
	female (n=21)	GBW-7	7.2±4.7	7.9±6.9	9.2±8.8	5.3±3.6
		Control	14.6±22.7	5.8±5.6	15.0±22.5	7.6±6.6
	male (n=10)	GBW-7	4.6±2.0	4.1±1.2	3.2±0.8	5.7±1.8
		Control	4.4±1.5	4.7±2.8	5.0±2.8	3.4±1.5

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

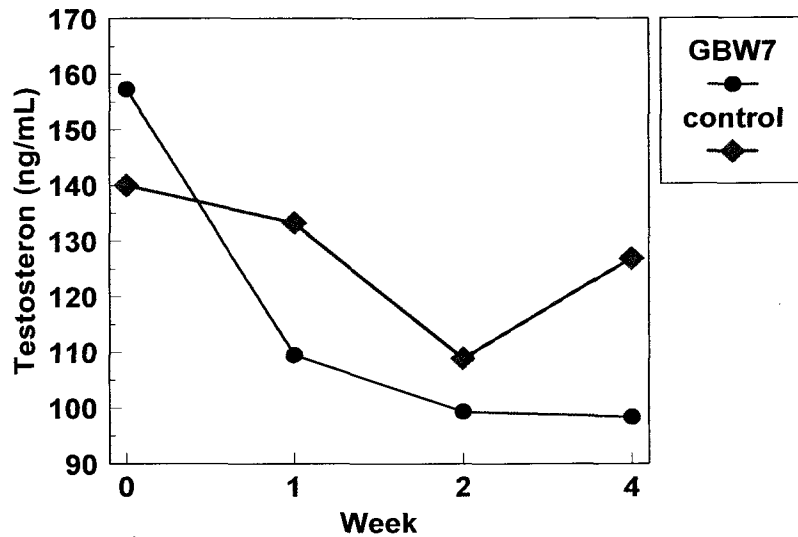


Fig. 45. Changes of testosterone level in serum of subjects during treatment.

±2.1pg/mL로 증가하였다. 이 결과로 calcitonin의 경우는 식이 초기에 감소하다가 증가하는 양상을 나타내었다. Osteocalcin 의 경우에 있어서도 calcitonin과 마찬가지로 식이 섭취 중 감소하였다. 즉 실험 초기에 20.4±6.3ng/mL에서 1주일 후에는 19.2±4.7ng/mL로 감소하였으며 2주 후에는 15.9±2.3ng/mL으로 4주 후에는 16.6±5.7ng/mL로 감소되었다. 여자의 경우에는 20.1±6.5ng/mL에서 1주일 후 19.2±4.7ng/mL로 감소하였고 2주 후에는14.9±0.7ng/mL이었으며, 4주 후에는 17.0±6.3ng/mL으로 낮아졌다. 남자의 경우는 23.2±0.0ng/mL에서 18.4±3.7ng/mL로 1주 후에 낮아졌으며, 2주 후에는 15.3±3.3ng/mL으로 낮아졌으며 4주 후에는 16.2±1.7이었다. 이와 같은 결과는 남녀에게서 모든 비슷한 결과를 나타내었다. Cortisol의 경우 10.3±5.3ug/dL에서 1주일 후에는 8.1±3.5ug/dL로 낮아졌으며, 섭취 2주 후에는 7.6±3.9ug/dL로 감소하였으나 4주 후에는 9.8±3.6ug/dL으로 2 주전에 비하여 약간 상승하는 경향을 나타내었으나 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 여자의 경우 8.9±3.9ug/dL에서 1주, 2주 후에 각각 7.2±2.9ug/dL, 7.5±2.9ug/dL로 각각

Table 58. Changes of calcitonin, osteocalcin and cortisol levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Calcitonin (pg/mL)	Total (n=31)	GBW-7	4.1±1.5	3.6±1.2**	3.6±1.1**	4.5±1.8
		Control	4.1±1.7	4.8±1.8	4.6±1.5	4.8±1.5
	female (n=21)	GBW-7	4.0±1.6	3.7±1.3	3.6±1.2	4.2±1.7
		Control	4.3±1.8	4.9±1.8	4.7±1.6	4.9±1.63
	male (n=10)	GBW-7	4.8±0.5	3.2±0.3	4.0±1.2	5.9±2.1
		Control	3.1±1.3	3.9±1.6	4.0±0.4	4.2±0.1
Osteocalcin (ng/mL)	Total (n=31)	GBW-7	20.4±6.3	19.2±4.7	15.9±2.3	16.6±5.7
		Control	22.5±6.8	22.0±7.8	21.3±6.1	19.4±4.4
	female (n=21)	GBW-7	20.1.9±6.5	19.2±4.7	14.9±0.7	17.0±6.3
		Control	21.2±5.3	21.7±8.1	21.7±6.2	18.7±4.1
	male (n=10)	GBW-7	23.2±0.0	18.4±3.7	15.3±3.3	16.2±1.7
		Control	36.4±0.0	25.5±0.0	17.4±0.0	22.1±6.4
Cortisol (ug/dL)	Total (n=31)	GBW-7	10.3±5.3	8.1±3.5	7.6±3.9	9.8±3.6
		Control	9.4±3.8	7.1±3.3	8.4±3.7	10.9±6.6
	female (n=21)	GBW-7	8.9±3.9	7.2±2.9	7.5±2.9	9.5±4.0
		Control	9.7±3.9	7.6±3.3	8.7±4.0	11.4±7.4
	male (n=10)	GBW-7	17.6±6.7	12.7±2.9	8.1±0.5	10.7±1.6
		Control	7.3±3.3	4.6±2.2	6.5±1.2	9.0±1.1

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **<0.01, ***p<0.001

3) a, b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

감소하였으며, 4주 후에는 $9.5 \pm 4.0 \text{ug/dL}$ 으로 오히려 증가하였다. 남성의 경우에 있어서는 $17.6 \pm 6.7 \text{ug/dL}$ 에서 $12.7 \pm 2.9 \text{ug/dL}$ 로 2주 후에는 $8.1 \pm 0.5 \text{ug/dL}$ 로 낮아졌으며, 4주 후 $10.7 \pm 1.6 \text{ug/dL}$ 으로 감소되었다. Cortisol의 농도는 대조군에 비하여 식이 섭취군이 높았으나 유의성은 없었다. Cortisol은 식욕 증가와 관련이 있는 스트레스 호르몬의 일종으로 에너지 소비 감소, 체내 수분대사 저하, 칼로리 소모 저하, 면역력의 약화, 활동 에너지를 저장에너지로 저장, 복부지방 증가의 현상을 동반하는 기능을 하는 호르몬으로 본 연구 결과 코티졸의 감소는 식욕 억제 효과와 에너지 소비 촉진, 체내 에너지 소비 증가, 복부지방의 감소 저장에너지를 활동 에너지로 전환하는 등의 현상을 동반 할 것으로 생각할 수 있다. 따라서 본 실험의 결과 전체적으로 지방 대사를 촉진하여 체내 지방의 감소시키는 효과를 나타내고 있다.

다. 총 빌리루빈, 뇨산, 혈중 요소질소의 변화

실험대상자의 혈중 총 빌리루빈, 요산, 요소질소의 함량을 측정된 결과는 Table 59와 같았다. 총 빌리루빈의 경우 실험 기간동안에 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 남자에게서 이와 같은 경향을 나타내었으며 통계적으로 유의성은 없었다. 이것은 간에서 콜레스테롤이 대사되어 담즙 분비가 증가되기 때문이거나 지방 대사에 필요한 산소를 공급하기 위하여 적혈구 파괴 속도가 증가되어서 담즙 색소가 증가되어 나타나는 현상으로 생각된다. 이와 같이 담즙 색소가 늘어나는 것은 지방대사를 위하여 담즙 분비를 위한 것이거나 에너지 대사에 의하여 산소공급 능력을 증가시키기 위한 것으로 생각된다. 혈중 뇨산의 경우는 남자의 경우에 실험기간 중에 증가하는 경향을 나타내었으며 정상범위 내에서 변화하였다. 요소질소의 경우에 있어서 실험식이 섭취군에서 실험기간 중에 증가하는 경향을 나타내었으며, 남녀 같이 증가하였다. 이와 같은 결과는 본 실험 식이의 섭취로 혈당이 감소되어 아미노산 대사가 증가되어 그 대사 산물이 증가되기 때문인 것으로 생각된다.

Table 59. Changes of total bilirubin, UA and BUN levels in serum of subjects during treatment.

Group		Week				
		0	1	2	4	
Total Bilirubin (mg/dL)	Total (n=31)	GBW-7	0.9±0.2	1.0±0.3**	1.0±0.4	0.9±0.3
		Control	1.0±0.3	0.9±0.2**	0.8±0.2**	0.8±0.2
	female (n=21)	GBW-7	0.9±0.2	0.9±0.4*	0.9±0.4	0.7±0.3
		Control	0.9±0.4	0.9±0.2*	0.8±0.2*	0.7±0.2
	male (n=10)	GBW-7	1.0±0.1	1.2±0.1	1.2±0.3	1.2±0.2
		Control	1.2±0.2	1.0±0.3	0.8±0.1*	0.9±0.3
UA (mg/dL)	Total (n=31)	GBW-7	5.5±1.4	5.8±1.3	5.6±1.3	6.0±1.6*
		Control	4.9±1.3	5.0±1.5	4.9±1.5	5.3±1.3*
	female (n=21)	GBW-7	5.0±1.3	5.2±1.2	5.0±1.0	5.3±1.5
		Control	4.2±0.6	4.3±1.0*	4.2±0.9	4.7±0.6
	male (n=10)	GBW-7	6.4±1.1	6.9±0.5	6.8±0.9	7.2±0.8
		Control	6.5±1.2	6.4±1.5	6.7±1.4	6.9±1.6
BUN (mg/dL)	Total (n=31)	GBW-7	11.2±2.5	12.5±2.1*	13.4±3.2**	12.6±3.2
		Control	11.3±2.8	12.0±2.7	12.8±3.3**	11.6±2.9
	female (n=21)	GBW-7	10.6±2.2	12.5±2.1*	12.6±2.8*	12.3±3.1
		Control	10.6±2.1	11.5±2.7	12.2±3.0*	10.8±2.3
	male (n=10)	GBW-7	12.7±2.5	12.7±2.5	15.1±3.6*	13.0±3.7
		Control	12.8±3.7	13.0±2.8	14.4±4.0	13.5±3.7

1) Values are mean ± S.D.

2) * p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3) a,b and c are significantly different compared with control levels of total, female and male respectively.

제 4 장 요약

1. 유효성분 분석

가. 백립중, 발아율 및 뿌리길이의 변화 및 1kg무게의 변화

발아중 메밀의 무게는 발아 1일 후 4.7g에서 7일 후 8.1g으로 58%의 무게 증가를 나타내었다.

나. 일반성분 분석

발아에 따라 일반성분은 회분의 경우는 발아 초기 1.7%에서 2.2%로 증가하였고, 조지방은 발아 초기 4.3%에서 발아 5일 후에 가장 낮은 3.1%로 감소하다가 다시 증가하여 발아 7일 후에는 4.0%로 증가하였다.

다. 특수성분분석

(1) 유리당 분석

유리당은 발아 4일 후 glucose 함량이 최저 수치를 나타내다가 점차 증가하였고, fructose는 발아초기에 완전히 사라졌다가 다시 증가하였다.

(2) 총식이섬유 함량 측정

총 식이섬유의 함량은 발아 초기에 감소하다가 증가하는 경향을 나타내고 있다.

(3) 아미노산 분석

메밀중에 가장 많은 필수 아미노산은 arginine 이며 그 다음이 leucine, lysine, threonine, phenylalanine 의 순서로 많이 함유되어 있으며, 발아에 따른 변화는 전체적으로 아미노산은 감소하다가 증가하였다.

(4) 지방산 분석

발아 과정 중에 지방산은 oleic acid 는 감소하고, linoleic acid 와 linolenic acid 는 증가하였다. 발아에 따라서 포화 지방산은 감소하고, 불포화 지방산은 증가하였다.

(5) Rutin 분석

루틴은 발아 초기 19.8mg/100g에서 7일 후에 69.0mg/100g으로 약 350%가 증가하였다.

(6) 무기질 분석

발아 과정 중 Na 과 K 은 감소하고 P, Mg 과 Ca 은 증가하였다.

(7) Enzyme activity 의 측정

발아 과정중의 amylase activity는 발아 7일 후 증가하여 96.7%의 활성을 나타내었다.

효소 inhibition 활성은 amylase는 발아 7일 후의 메밀이 67.3% 억제하였고, trypsin의 경우는 5일 후 메밀이 87.3%, 지방 분해 효소인 lipase는 7일 후 60.2%의 억제를 나타내었다 .

(8) 발아 메밀 단백질의 전기영동

단백질 분자량 116 부근에서 발아 1일에는 없었던 새로운 단백질 band 가 발아 4일 과 5일에 강력하게 나타났다가 6일과 7일 후에 소실되었다.

2. 동물실험

가. 신체계측

(1) 체중, 체장 및 가슴둘레의 변화

실험 사육에 의하여 돼지의 체중이 감소하였으며, 30% 메밀 사료의 경우 대조 군에 비하여 현저한 체중의 감소를 나타내었다.

(2) 허리둘레, 허리두께의 변화

실험동물의 허리둘레가 대조군에 비하여 14.6cm 감소하였으며, 허리두께는 1.5 cm 감소되었다.

나. 초음파 측정

(1) 등 지방 두께의 변화

등 지방 두께는 7주 후 5%에서 1.6 cm, 30%에서 7.8cm 감소되었다. 약 34.8%의 감소율을 나타내었다. 발아메밀 1% 첨가 시 1주 후 돼지의 경우 0.057 cm 씩 등 지방이 감소하였다.

다. 혈액분석

(1) Protein 과 Albumin의 변화

혈청 중의 단백질의 농도는 30% 메밀 섭취 군에서 7주 후가 가장 높았다. 알부민의 농도는 대조 군에 비하여 메밀 섭취 군이 낮았다.

(2) Total cholesterol 과 HDL-cholesterol의 변화

총 콜레스테롤 함량은 30% 메밀 군에서 대조 군보다 낮게 나타났다. HDL 콜레스테롤은 30% 메밀 섭취 군이 초기에 증가하다가 감소하였다.

(3) Triglyceride, Free fatty acid 의 변화

중성지방은 메밀 섭취 군에서 낮았으며, 유리 지방산의 양은 30% 메밀 섭취 군에서 급격한 증가를 나타내었다.

(4) Glucose, Insulin 의 변화

혈당은 메밀 섭취 군에서 감소하였다. 메밀 섭취가 많을수록 혈당의 감소가 컸다.

(5) Na, K, Cl, Ca, Fe 의 변화

혈중 무기물 중 sodium은 7주 후에 증가하였다. Potassium은 sodium과 같은 경향

이었으며, Cl은 30% 메밀에서 낮았다. Calcium은 7주 후 높게 나타났다. 철분은 메밀 섭취 군에서 낮았다.

(6) RBC, WBC, Hb, Hct, MCV의 변화

헤모글로빈과 적혈구, 적혈구 용적비는 5%의 메밀 섭취 군에서 높았다.

라. 대변 분석

(1) 단백질과 아미노산성 질소의 변화

실험동물의 대변 중 조 단백질 함량은 메밀 군에서 낮았으며, 아미노산성 질소는 메밀 군에서 높았다.

마. 도체계측

(1) 도체무게 및 장기무게의 변화

도체 무게는 메밀 섭취 군이 대조 군에 비하여 적었다. 간은 메밀 군이 무게가 적었다. 위는 메밀 군이 무게가 적었다. 작은창자는 길이와 무게가 메밀 섭취 군이 다 같이 높았다. 신장의 무게는 메밀 군이 낮았으며, 심장의 경우에는 30% 메밀 군이 높았다. . 담낭은 메밀 30% 섭취 군이 무게가 컸다.

(2) 등 지방 및 목 지방 두께의 변화

목 지방과 등 지방의 실측치도 역시 메밀 섭취 군이 낮았다.

바. 병리해부학적 조직 검사

병리해부학적 조직검사에 있어서 이상 조직이나 병변은 발견하지 못하였다.

사. 안전성검사

한국화학연구원 부설 안전성 평가 연구소에서 검사한 결과 이상 소견이 없는 것으로 생각되며 독성은 없는 것으로 판정하였다.

3. 임상실험

가. 신체계측 변화

(1) 체중과 체질량지수(Body mass index, BMI)의 변화

체중은 $66.0 \pm 15.2 \text{kg}$ 에서 $62.8 \pm 11.6 \text{kg}$ 으로 감소되었다. BMI는 $23.9 \pm 3.5 \text{kg/m}^2$ 에서 $22.6 \pm 2.4 \text{kg/m}^2$ 으로 감소되었다.

(2) 체지방과 체지방율 및 제지방의 변화

체지방은 $18.3 \pm 6.5 \text{kg}$ 에서 $16.3 \pm 6.0 \text{kg}$ 으로 감소되었다. 체지방율은 $30.7 \pm 6.7 \text{kg}$ 에서 $28.9 \pm 7.1 \text{kg}$ 으로 감소하였다. 제지방은 $47.1 \pm 12.5 \text{kg}$ 에서 $47.8 \pm 11.3 \text{kg}$ 으로 증가하였다.

(3) 기초대사량 및 비만도의 변화

기초대사량은 $1568.4 \pm 306.2 \text{ kcal/d}$ 에서 $1610.9 \pm 299.0 \text{ kcal/d}$ 로 증가하였다.

(4) 근육량(Lean body mass, LBM)과 AMC(Arm-muscle cricumference) 및 체수분의 변화

근육량은 4주 후 45.2 ± 10.8 로 증가하였다. 체수분량은 31.8 ± 7.9 에서 33.1 ± 8.0 으로 증가하였다.

(5) 줄자에 의한 상완위, 허리, 엉덩이 둘레의 변화

상완위는 29.1 ± 3.4 에서 4주 후 28.5 ± 3.5 로 감소하였다. 허리둘레는 80.1 ± 9.2 에서 2주 후 76.7 ± 7.3 으로 감소하였다. 엉덩이 둘레는 97.7 ± 7.1 에서 4주 후에 94.7 ± 5.4 로

감소하였다.

(6) 줄자에 의한 허벅지, 가슴둘레의 변화

허벅지 둘레는 감소하였다. 가슴둘레는 89.5 ± 10.1 에서 4주 후 91.6 ± 9.6 으로 증가하였다. 여자는 85.6 ± 6.9 에서 4주 후에 87.2 ± 6.5 로 증가하였다.

나. 지방량 측정 변화

(1) Caliper 계측에 의한 삼두박근, 견갑골, 복부 두겹 두께의 변화

삼두박근은 21.0 ± 5.8 에서 4주 후 18.6 ± 3.6 으로 감소하였다. 견갑골 두겹 두께는 4주 후 19.4 ± 6.3 으로 감소하였다. 복부 두겹 두께는 23.8 ± 9.1 에서 4주 후에는 18.4 ± 6.1 로 감소하였다.

(2) 초음파 측정에 의한 허벅지, 복부, 삼두박근 피하 지방 두께의 변화

초음파 측정기에 의한 피하지방두께는 허벅지가 11.5 ± 3.7 에서 4주 후 10.2 ± 3.0 으로 감소하였다. 복부는 20.8 ± 8.3 에서 4주 후 16.7 ± 6.8 로 감소하였다. 삼두박근은 8.8 ± 3.4 에서 4주 후 7.7 ± 2.2 로 감소하였다.

(3) 컴퓨터 단층 촬영에 의한 복부지방의 측정

컴퓨터 단층 촬영에 의한 복부 지방은 245.7 ± 119.0 에서 4주 후 237.8 ± 94.3 으로 감소하였다. 피하 지방면적은 197.5 ± 100.9 에서 4주 후 186.0 ± 7.7 로 감소하였다.

다. 혈액성분의 변화

(1) 혈압의 변화

수축기 혈압은 실험군이 119 ± 9 , 대조군이 121 ± 9 으로 실험군이 낮았다. 여자는 실험군이 116 ± 5 , 대조군이 119 ± 8 이었다. 이완기 혈압은 1주일 후 실험군이 69 ± 9 , 대조군이 72 ± 9 로 감소하였다.

(2) 알부민, 총단백, ALP(alkaline phosphatase activity)의 변화

혈청 알부민의 농도는 4주 후 4.4 ± 0.2 로 높아졌다. 혈청 단백질 수치는 7.0 ± 0.3 에서 4주 후 7.5 ± 0.5 로 증가하였다. Alkaline phosphatase 활성은 4주 후 162.8 ± 52.1 로 증가하였다.

(3) Hemoglobin, Hematocrit, WBC, RBC의 변화

Hct 수치는 39.3 ± 3.7 에서 4주 후 41.5 ± 3.8 로 증가하였다. Hb은 남자에서 14.8 ± 1.4 에서 4주 후 15.5 ± 1.0 으로 증가하였다. WBC와 RBC는 감소하였다. 적혈구 수는 4.4 ± 0.4 에서 4주 후 3.9 ± 0.3 으로 감소하였다.

(4) 혈당, Insulin, c-peptide의 변화

혈당은 89.6 ± 7.7 에서 4주 후 88.2 ± 8.5 로 감소하였다. Insulin은 8.5 ± 2.6 에서 4주 후 18.3 ± 13.1 로 급격히 증가하였다. C-peptide는 1.7 ± 0.4 에서 4주 후 2.7 ± 1.5 로 증가하였다.

(5) Triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol의 변화

중성지방은 77.7 ± 22.2 에서 4주 후 102.0 ± 35.1 로 증가하였다. 총 콜레스테롤은 156.1 ± 22.2 에서 4주일 후 171.1 ± 31.5 로 증가하였다. HDL-cholesterol은 65.5 ± 9.2 에서 4주 후 64.4 ± 5.7 로 감소하였다.

(6) Free fatty acid, lipase activity, amylase activity의 변화

지방산은 621.1 ± 236.9 에서 4주 후 406.0 ± 259.6 으로 감소하였다. Lipase의 활성도는 32.9 ± 7.8 에서 4주 후 34.9 ± 7.9 로 증가하였다. 아밀라제 활성은 77.7 ± 10.7 에서 72.5 ± 4.9 로 감소하였다.

(7) GOT, GPT, γ -GTP의 변화

GOT, GPT는 큰 변화가 없었고, γ -GTP는 섭취 군이 15.3 ± 5.6 에서 4주 후 20.8 ± 8.6 으로 증가하였다.

(8) Leptin, gastrin, LDH의 변화

혈중 leptin 농도는여자의 경우 실험 2 주 후 12.9 ± 6.8 로 증가하였다. 남자는 $5.5 \pm$

3.7에서 4주 후 4.7 ± 2.4 로 감소하였다. Gastrin은 30.7 ± 8.9 에서 4주 후 32.7 ± 6.3 으로 증가하였다. LDH는 283.5 ± 30.9 에서 2주 후 306.7 ± 33.1 로 증가하였다.

(9) T3, T4의 변화

T3의 변화는 관찰하기 어려웠다. T4는 8.1 ± 0.7 에서 3주 후 7.8 ± 0.7 로 감소하였다.

(10) Testosterone, FSH, LH의 변화

Testosterone은 157.3 ± 269.3 에서 4주 후 98.0 ± 161.8 로 감소하였다. 난포자극호르몬(FSH)은 여자에서 섭취 1주일 후 4.9 ± 3.2 에서 5.6 ± 2.3 으로 증가하였다. 황체형성호르몬(LH)는 여자의 경우에 7.2 ± 4.7 에서 7.9 ± 6.9 , 9.2 ± 8.8 로 증가하였다.

(11) Calcitonin, osteocalcin, cortisol의 변화

Calcitonin은 4.1 ± 1.5 에서 섭취 1, 2주 후에는 3.6 ± 1.2 , 3.6 ± 1.1 로 혈중농도가 감소하는 것으로 나타났다. Osteocalcin은 20.4 ± 6.3 에서 4주 후에는 16.6 ± 5.7 로 감소되었다. Cortisol은 10.3 ± 5.3 에서 2주 후 7.6 ± 3.9 로 감소하였다.

(12) 총 빌리루빈, 뇨산, 혈중 요소질소의 변화

총 빌리루빈의 경우 실험 기간동안에 증가하는 경향을 나타내었다. 혈중 뇨산은 증가하였다. 요소질소는 증가하였다.

제 5 장 결 론

본 연구 결과를 종합하면 GBW-7이 실험동물과 인체에 다같이 체지방과 체중의 감소 효과를 나타내었다. 그 메카니즘에 대하여는 아직 확실하지 않지만 본 연구자의 생각을 다음과 같이 정리하였다.

본 연구에 사용한 GBW-7을 섭취하였을 때 혈당이 급격히 감소하였고 인슐린 분비와 Leptin 농도가 증가하였으며, Gastrin 농도가 증가하고 혈중에 알부민 농도와 단백질 농도가 증가하였으며, 중성지방과 콜레스테롤이 증가하고, 유리 지방산과 HDL-콜레스테롤이 감소하였다. 그러나 실험동물에서는 지방산이 증가하고 HDL 콜레스테롤이 증가하였다. GOT, GPT, γ -GTP가 증가하고 LDH, ALP, CPK, lipase 활성이 증가하고 아밀레이즈 활성이 감소하였다. 헤모그로빈과 헤마토크리트 수치가 상승하였으며, RBC가 감소하였다. 또한 혈중 철분 농도가 감소하였고 칼슘도 감소하였다. T3, T4활성이 감소하였으며, FSH와 LH가 증가하였고 Testosterone이 감소하였다. Cortisol이 감소하였으며, 혈중 빌리루빈과 요산 및 요소질소가 증가하였다. 또한 실험동물의 분변을 분석한 결과 아미노태 질소와 단백질 함량이 높았다. 이와 같은 결과로 볼 때 GBW-7을 섭취함에 따라 먼저 혈당이 급격히 감소하였는데, 이것은 인슐린 분비의 증가로 생각된다. 이것은 장점막에서 췌장효소 분비를 자극하기 때문이고 이때 gastrin이나 GIP가 작용했기 때문으로 생각하며, 또한 췌장효소 분비와 장점막에서 CCK의 분비와 관련이 있다고 생각한다. GBW-7의 섭취로 인슐린의 농도가 증가하고 인슐린이 증가함으로 인하여 혈중 leptin 농도가 증가한 것으로 생각한다. 이와 같이 혈중 인슐린과 렙틴 농도의 증가는 혈당의 감소와 함께 몸의 fasting 상태가 유지되고 이 상태에서 leptin의 증가는 조직내 lipase 활성을 증가시킨다. 본 연구에서도 혈중 lipase의 활성이 증가되었다. 이는 혈당의 감소로 부족한 에너지를 지방으로부터 얻기 위하여 체내 에너지 대사를 촉진하기 위하여 세포내 lipase의 활성이 증가한 것으로 생각한다. 이것은 지방 조직에서 에너지원으로 사용하기 위하여 지방의 분해 작용이 시작되어 섭취 초기에 지방조직으로부터 TG와 콜레스테롤과 지방산이 유리되어 지방산의 베타 산화작용으로 지방산이 감소한다. 또 콜레스테롤을 분해하기 위하여 HDL 콜레스테롤이 관여하여 감소하게 되며, 이들을 운반하기 위한 운반체로서 알부민과 단백질량이 증가하였다. 이때 간 기능이 활성화되어 GOT, GPT, γ -GTP 가 증가하였다. 혈당이 감소된 상태에서 에너지 대사를 위하여 LDH가 증가하였다. 이와 같이 에너지 대사가 증가하는 것은 소화흡수의 저하에 따른 에너지 섭취의 저하에 의한 것과 위 장관 내에서의 부족한 효소 활성을 보충하기 위하여 소화효소의 합성과 분비에 필요한 단백질 대사가 필요하고 이에 따라 막대한 양의 소화효소 및 호르몬 합성에너지와 단백질이 필요한

경우인데 이에 필요한 에너지를 조직 지방의 분해과정으로부터 보충하게 된다. 이와 같은 에너지 대사를 위하여 산소공급이 필요하고 산소 공급을 위하여 헤모글로빈이 증가하고 헤마토크리트가 증가하였다. 또한 초기에 지방 대사가 진행되다가 계속하여 에너지 공급과 영양 공급이 감소되어 체내에 필요한 에너지가 부족하게 되면, 부족한 에너지를 단백질로부터 충당하기 위하여 단백질 대사가 증가하는 것으로 생각한다. 따라서 본 연구에서 testosterone이 감소한 것은 단백질 합성을 억제하여 단백질 소비를 증가시키며, 이러한 상태가 계속되게 되어 단백질을 에너지로 사용하면 단백질의 기능이 감소하고 이들 단백질이 에너지원으로 사용되므로 신체의 기능이 저하한다. 이에 따라 근육 단백질을 소비하여 에너지를 충당하게 되어 혈중 요산 요소질소 함량이 높아지는 것으로 생각된다. 이때 크레아틴의 농도가 증가하는 것으로 나타나므로 근육의 소실에 의한 것으로 생각한다. 또한 LH와 FSH의 증가에 의하여 여성 호르몬이 증가하고 이것이 지질 대사에 영향을 미칠 것으로 생각한다.

따라서 이것을 종합하면 다음과 같은 세 가지로 가설을 세울 수가 있는데

1. GBW-7중의 어떤 성분이 소화 효소인 trypsin과 lipase를 불 활성화하여 소화흡수가 저해 받는 경우
2. GBW-7 중의 어떤 성분이 소화효소 분비와 장액분비를 자극하여 촉진하는 경우
3. 위의 두 과정이 동시에 진행되는 경우로 생각할 수 있다.

GBW-7 중에는 트립신 inhibitor 및 lipase inhibitor 가 존재하여 이들이 소화 효소를 불 활성화함으로써 장내에서 feedback 메카니즘이 작용하지 않고 계속하여 소화 효소를 분비함으로써 소화효소 합성에 따른 에너지 요구 량 증가에 의한 체 지방 및 체중 감소 효과를 첫 번째로 생각할 수 있으며, 둘째로는 GBW-7중의 rutin이나 수용성섬유소 또는 새로운 물질이 장내 소화 효소를 분비하고 장액분비를 촉진하여 일어나는 것으로 생각할 수 있다. 또한 위의 두 과정이 동시에 일어나는 반응으로 생각할 수 있으며 본 연구자는 세 번째 가설에 더 비중을 둔다. 왜냐하면 1차적으로 GBW-7의 섭취로 인하여 trypsin과 lipase가 작용하지 못하여 소화가 되지 않아서 동물실험 결과에 의하면 실험동물의 소장의 길이와 무게가 증가한 것으로 봐서 소화 작용을 더 늘리려는 것으로 생각하며, 실험동물의 담낭의 크기가 증가하고 돼지의 변 중에 배설되는 색소가 증가한 것은 담즙분비 촉진으로 볼 수 있으며 콜레스테롤과 헤모글로빈의 대사에 의한 것으로 생각한다. 이와 같이 GBW-7 섭취 시 즉시 소화효소가 불 활성화되고 동시에 담낭의 수축과 gastrin의 증가, CCK분비 촉진, 인슐린 증가, 렙틴 증가 등은 GBW-7 중의 어떤 성분 즉, trypsin inhibitor나

수용성 섬유소 또는 rutin 및 당 단백질이 작용하는 것으로 생각된다. 그러나 이들 성분은 같은 물질일 수도 있다. 따라서 GBW-7은 이와 같은 기전에 의하여 체내 지방을 분해하고 지방의 소비를 증가시켜 에너지로 사용함으로써 지방 축적을 억제 하며 오히려 지방의 소비를 증가시킬 수 있는 식품이 될 수 있다. 이것은 식품으로 비만을 해결 할 수 있는 세계 최초의 연구결과라고 생각한다. 또한 그 메카니즘은 최근 논란이 되고 있는 울산의대의 이기엽 교수팀의 연구결과 항 비만 물질의 비만 억제 대사와 본 연구의 대사 기전이 거의 동일하다. 그러나 이기엽 교수 팀은 약제로 연구하였으나 본 연구자는 식품으로 연구하여 동일한 결과에 이르게 되었다. 따라서 본 연구자는 이들 GBW-7에 함유되어 지방 대사를 조절하는 물질들을 총칭하여 **Dietase** 라고 명명한다. 그러나 아직 어떤 성분이 이와 같은 작용을 하는지는 앞으로 더 연구가 필요하다고 생각한다.

제 6 장 참고문헌

1. 조선일보 제 25265호, 50 건강면, 2002년 3월 21일 (목)
2. 오승준. 2003. Overview of Metabolic Syndrome. *Korean soc. of Lipidology and Atherosclerosis* 13(3):231-232
3. Editorials. 2003. The Metabolic syndrome -May be a guidepost or detour to preventing type 2 diabetes and cardiovascular disease -. *BMJ* 327: 61-62
4. 김경옥. 2002. Set -Point 는 존재하는가? - 찬성의 측면에서 -. *Korean Soc. for the study of obesity* 11(1): 71-80
5. 임경숙. 2001. Energy Metabolism in Obesity. *Korean Soc. for the study of obesity* 10(3): 271-280
6. 조선일보 제 24512호, 8면, 1999년 10월 28일 (목)
7. 보건복지부. 국민건강 · 영양조사결과, 2000
8. 최창진. 2004. 소아 · 청소년 비만의 식이요법. *Korean Soc. for Health Promotion and Disease Prevention* 춘계학술대회: S83-S86
9. 김범택. 2004. 소아 · 청소년 비만의 운동요법. *Korean Soc. for Health Promotion and Disease Prevention* 춘계학술대회: S70-S75
10. Kim, S. H. et. al. 2002. Guidelines of Body Mass Index in Korean Childhood and Adolescent Obesity and Relationship with Physical Strength. *The Korean Nutrition Soc.* 33(3): 279-288
11. 이기엽. 2003. Alpha-Lipoic Acid의 항비만 및 당뇨 예방 효과. *J. Korean Soc. for medical nutritional science* 5(3): 231-234
12. 성은주외 5인. 2004. 대사증후군과 스트레스, 우울증과 연관성-일개 대학병원 종합건강진단센터의 수진자중 중년(35-64세) 남녀를 대상으로-. *Korean Soc. for Health Promotion and Disease Prevention* 4(1): 10-17
13. 서영성. 2002. 복부비만의 합병증. *Korean Soc. for Health Promotion and Disease Prevention* 춘계학술대회
14. 강제현. 2000. 한국인의 비만 치료 지침. *J. Korean Acad Fam Med* 21(1): S846 -S853
15. Kyung-Sun Kang et.al. 2003. Studies on a New Alimentotherapy for Diabetic Patients. *J. Korean Soc. Food Sic. Nutr.* 32(4): 614-620
16. SOFIANOS ANDRIKOPOULOS et. al. Comparison of Insulin Secretary Function in Two Mouse Models with Different Susceptibility to β -Cell Failure. *Endocrinology* 143(6): 2085-2092
17. 한 · 미 · 일 국제 학술세미나. 2003. 한국건강기능식품의 발전방향, 경희대임상영양연구소, 서울, p 37
18. 2001. 임상비만학. 제2판. 대한비만학회. 고려의학, 서울. p 75-84

19. 2003. 비만의 진단과 치료. 대한비만학회. 한의학, 서울. p 61-79
20. 김영설. 1990. 비만증의 분류 및 평가. *Korean J. Nutrition* 23(5): 337-340
21. Yoshio Namba et. al. 2000. Obesity and Lifestyle-Related Diseases. *Korean Soc. for the study of obesity* 9(4): 179-187
22. 김영곤. 2001. 지방흡입술의 최신지견 - Update Liposuction-. *Korean Soc. for the study of obesity* 10(1): 77-84.
23. Jong Ho Lee and Kap Bum Huh. 1994. Very-Low-Calorie Diet. *Korean Soc. for the Study of Obesity* 4(1): 15-21.
24. 진영수. 2000. 운동과 비만대사 연구의 최근 동향. *Korean Soc. for the Study of Obesity* 9(1): 66-72.
25. 김정희. 2003. CLA(conjugated linoleic acid)의 생리기능 및 비만 개선 효과. *Kor. Soc. for Health Promotion and Disease Prevention*. 춘계학술대회. 세미나 II.
26. Seung Joon Oh et.al. 2000. Body Fat Decreasing Mechanism of Red Ginseng Compound. *Korean Soc. for the Study of Obesity* 9(4): 209-218.
27. Byung-Ju Park et.al.. 2000. Effects of Dietary Capsaicin on Lipid Metabolism in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. *Korean Soc. for the Study of Obesity* 9(4): 246-255.
28. Hong-Sik Cheigh and Jung-Hee Hwang. 2000. Antioxidative Characteristics of Kimchi. *Food Industry and Nutrition* 5(3): 52-56.
29. 김범택. 2003. Polyphenol(Catechin)의 생리기능 및 비만치료 보조 효과. *Kor. Soc. for Health Promotion and Disease Prevention*. 춘계학술대회 세미나 II.
30. 이태희. 2000. Capsaicin의 열대사 및 당대사에 미치는 영향. *Korean Soc. for the Study of Obesity* 9(1): 56-60.
31. Joo-Yeoung Chae et.al. 2003. Analysis of Functional Components of Leaves of Different Mulberry Cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32(1): 15-21.
32. Un-Jae Chang et.al. 2003. Weight Reduction Effect of Extract of Fermented Red Pepper on Female College Students. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32(3): 479-484.
33. 김경욱 외 7인. 2003. 뇌하수체 기능 저하증 환자에서 성장호르몬 투여에 따른 대퇴근육 내 지방량 및 렙틴에 미치는 영향. *Korean Soc. for the Study of Obesity* 춘계학술대회 : 85-86.
34. 홍성표. 2003. 쥐에서 단기간의 중증도 식사 열량 제한으로 유발되는 혈중 Ghrelin 농도 상승의 Hyperleptinemia에 의한 억제작용. 대한 소화기학회 41: 523-524
35. J.D. Veldhuis, W.S. Evans and C.Y. Bowers. 2002. Impact of Estradiol Supplementation on Dual Peptidyl Drive of GH Secretion in Postmenopausal

- Women. *The J. of Clinical Endocrinology & Methabolism* 87(2):859-866
36. M. Rosika *et.al.* 2003. Serum Ghrelin Levels in Obese Patients: The Relationship to Serum Leptin Levels and Soluble Leptin Receptors Levels. *Physiol. Res.* 52: 61-66.
 - 37 Florian Lippl *et.al.* 2004. Effect of GIP, GLP-1, insulin and gastrin on ghrelin release in the isolated rat stomach. *Regulatory Peptides*-03090.
 38. U. Pagotto *et.al.* 2002. Plasma Ghrelin, Obesity, and the Polycystic Ovary Syndrome: Correlation with Insulin Resistance and Androgen Levels. *The J. of Clinical Endocrinology & Methabolism* 87(12):5625-5629.
 39. P.J. English *et.al.* 2002. Food Fails To Suppress Ghrelin Levels In Obese Humans. *The J. of Clinical Endocrinology & Methabolism* 87(6):2984-2987.
 40. 송기호 외 8인. 2003. N-acetylcysteine의 항 비만 효과. *영양의학* 5(2): 149-155.
 41. K. Miyawaki *et.al.* Glucose intolerance caused by a defect in the entero-insular axis: A study in gastric inhibitory polypeptide recepto knockout mice. *PNAS.* 96(26): 14843.
 42. J.J. Meier *et.al.* 2003. The reduction in hepatic insulin clearence after oral glucose is not mediated by Gastric inhibitory polypeptide(GIP). *Regulatory Peptides* 113: 95-100.
 43. Holst JJ. 2002. *BioDrugs.* 16(3):175-181.
 44. Su-Youn Nam *et.al.* 2002. Effect of Obesity on Tissue Expression of Growth Hormone(GH) Receptor and Insulin-like Growth Factor-I RNA. *Korean Soc. for the Study of Obesity* 11(1):89-90.
 45. 염근상. 2001 Orlistat(Xenical). *Korean Soc. for the Study of Obesity* 10(1): 25-36.
 46. Joseph E.Scherger. MD.MPH. Obesity as a chronic Disease. *Western journal of Medicine* 1997;167:178
 47. George A Bray. Obesity:a time bomb to be defused. *Lancet.* 1998;352:160-161
 48. <http://pharmacology.miningco.com/library/weekly/aa970521.htm>
 49. KIMS Medimedia 1998;2:104, 108-109, 290
 50. Jennifer Cerulli, Ben M Lomaestro, Margaret Malone, Update on the Pharmacotherpy of Obesity.
 51. Drug Facts and Comparisons 53rd 1999;3959
 52. Cheol Ho Park *et.al.* 2003. Ethnobotany of Buckwheat. Jinsol Publishing Co. Seoul : 9-149.
 53. Mazza, G.: Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed, *Cereal Chem.*, 65(2), 122(1988)
 54. Macrae, R., Robinson, R.K. and Sadler, M.J. : Buckwheat, *Encyclopaedia*

- of food science, food technology and mutation Vol.1, p.516(1993)*
55. 최병한 : 건강 별미식품 메밀 손칼국수, 농촌생활과학, 13(4), 56(1992)
 56. 이미숙, 손경희 : 메밀 전분의 이화학적 특성에 관한 연구, 한국조리과학회지, 8(3), 291(1992)
 57. 맹영선, 박혜경, 권태봉 : 메밀 및 메밀 식품에서의 루틴 함량의 분석, 한국식품과학회지, 22(7), 732(1990)
 58. Marshall, H.G., Pomeranz, Y. and Chapter, G. : Buckwheat description, breeding, production and utilization. In Volume V, Advances in cereal and technology, *Am. Ass. of Cereal Chem.*, p.157(1982)
 59. Dorrell, D.G. : Fatty acid composition of buckwheat seed, *J. A. O. C. S.*, 48, 693(1971)
 60. 최면, 김종대, 박경숙, 오상용, 이상영 : 메밀 보충급여가 백서의 혈당 및 혈압에 미치는 영향, 한국영양식량학회지, 29(4), 300(1991)
 61. Havsteen, B. : Flavonoids a class of natural products of high pharmacological potency, *Biochem. Pharm.*, 32, 1141(1983)
 62. Lee, J.S., Maeng, Y.S. and Ju, J.S. : The effect of buckwheat supplement on metabolic status of streptozotocin-induced diabetic rats, *Annual Report of Korea Nutr. Inst., Hallym Univ.*, 9, 21(1992)
 63. Mazza, G. and Campbell, C.G. : Influence of water activity and temperature on dehulling of buckwheat, *Cereal Chem.*, 62(1), 31(1985)
 64. Tae-Bong Kwon *et.al.* : 메밀의 발아과정중 rutin과 지방산의 변화, *Korean J. Food & Nutrition*, 7(2), 124(1994)
 65. Tae-Bong Kwon *et.al.* 1994. Changes in Physico-chemical Properties and Mineral contents during Buckwheat Germination. *Korean J. Food & Nutrition* 7(4): 267-273.
 66. Tae-Bong Kwon *et.al.* 1994. Changes in Contents and Composition of Dietary Fiber during Buckwheat Germination. *Korean J. Food & Nutrition* 7(4): 274-283.
 67. Tae-Bong Kwon *et.al.* 1994. Changes in Contents and Composition of Insoluble Dietary Fiber during Buckwheat Germination. *Korean J. Food & Nutrition* 8(1): 23-31.
 68. Tae-Bong Kwon *et.al.* 1995. Changes in α -Amylase Activity and Free Sugar Contents of Buckwheat during Germination. *Korean J. Food & Nutrition*

8(1): 32-36.

69. Tae-Bong Kwon *et.al.* 2000. Effects of Germinated-Buckwheat on Blood Pressure, Plasma Glucose and Lipid levels of Spontaneously Hypertensive Rats. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32(1): 206-211.

70. Tae-Bong Kwon *et.al.* 1999. 발아메밀엑기스 투여시 고혈압자, 정상성인 및 저혈압자의 혈압 변화에 관한 연구. *J. of Korean Soc. for Medical Nutritional Sci.* 1(3):203-214.

71. Tae-Bong Kwon *et.al.* 1999. 발아메밀엑기스 투여시 고혈압자, 정상성인 및 저혈압자의 혈중 성분변화에 관한 연구. *J. of Korean Soc. for Medical Nutritional Sci.* 1(3):215-223.

72. Tae-Bong Kwon *et.al.* 1999. 발아메밀이 돼지의 체중변화 및 등지방 두께에 미치는 영향. *J. of Korean Soc. for Medical Nutritional Sci.* 1(3): 225-231.

73. Tae-Bong Kwon *et.al.* 2000. 발아메밀이 돼지의 혈중 성분에 미치는 영향. *J. of Korean Soc. for Medical Nutritional Sci.* 2(2): 131-138.

74. Tae-Bong Kwon *et.al.* 2000. Changes in Buckwheat Component during Germination of Various Temperature. *Theses Collection Hallym College of Information & Industry* 30. 1-9.

75. National Agricultural Products Quality Management Service. 2004. 농업통계정보

76. 김현구. 2004. 건강기능식품의 현황과 전망. *식품산업과 영양.* 9(1):1-4.

77. A.O.A.C., 1990. *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of official analytical chemists. Wasington, D.C.

78. Valverde, C.V., *et.al.* 1984. Determination of soluble carbohydrate in yogurts by HPLC. *J. Dairy Sci.* 67(4). 759.

79. 최진호, 장진규, 박길동, 박명환, 오성기. 1981. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13(2). 107.

80. A.O.A.C., 1995. *Official Methods of Analysis*, 16th ed., Association of official analytical chemists. Wasington, D.C.

81. A.O.A.C., 1984. *Official Methods of Analysis.* 14th ed., Association of official analytical chemists, Wasington, D.C.

82. Ohara, T., *et.al.* 1989. Determination of rutin in buckwheat foods by HPLC. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.* 36(2). 114.

83. Bernfeld, P. 1955. Amylase, α and β , *Methods in Enzymology.* Academic

Press, N.Y. Vol. 1. 149.

84. Bergmeyer, H. U. 1974. *Methods of Enzymetic Analysis*. 2nd. ed. Academic Press, Inc. N.Y. & London.

85. Daniel, M.B., Michael, D. R. and Stuart, J. E. 1996. *Protein Methods*, Wiley-Liss, 2nd. ed. N.Y. 108.

86. Tornaghi G. et. al. 1994. *Anthropometric or ultrasonic measurements in assessment of visceral fat? : a comparative study. Int J Obes Metab Disord.* 18. 771.

87. Rossner S. et. al. 1990. *Adipose tissue determinations in cadavers: a comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography. Int J Obes.* 14. 893.

88. 이상효, 정동표. 1982. 식품성장조절제가 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 영향에 관한 연구. 한국농화학회. 25(2). 75.

89. 민태기. 1984. 담배의 종자형성 및 발아생리에 관한 연구. 고려대학교 박사학위 논문.

11

11

여 백

