

해조의 식용분말화에 관한 연구

* 덕성여자대학 영양학과

** 연세대학교 가정대학 식생활과

*** 이화여자대학교 가정대학 식품영양학과

劉 貞 烈* · 李 琦 烈** · 金 淑 喜***

=Abstract=

A Study on the Nutritive Value and Utilization of Powdered Seaweeds

Yu, Jong Yull* · Lee, Ki Yull** · Kim, Sook He***

I. Subject of the study

A study on the nutritive value and utilization of powdered seaweeds.

II. Purpose and Importance of the study

A. In Korea the shortage of food will be inevitable by the rapidly growing population. It will be very important study to develop a new food from the seaweeds which were not used hitherto for human consumption.

B. The several kinds of seaweeds have been used by man in Korea mainly as side-dishes. However, a properly powdered seaweed will enable itself to be a good supplement or mixture to certain cereal flours.

C. By adding the powdered seaweed to any cereals which have long been staple foods in this country the two fold benefits; saving of cereals and change of dietary pattern, will be secured.

III. Objects and scope of the study

A. Objects of the study

The objects will come under four items.

1. To develop a powdered seaweed as a new food from the seaweeds which have been not used for human consumption.

2. To evaluate the nutritional quality of the products the analysis for chemical composition and animal feeding experiment will be conducted.

3. Experimental cooking and acceptability test will be conducted for the powdered products to evaluate the value as food stuff.

4. Sanitary test and also economical analysis will be conducted for the powdered products.

B. Scope of the study

1. Production of seaweed powders

Sargassum fulvellum growing in eastern coast and Sargassum patens C.A. in southern coast were used as the material for the powders. These algae, which have been not used for human consumption, were pulverized through the processes of washing, drying, pulverization, etc.

* Duk Sung Women's College, Department of Nutrition, Seoul, Korea

** Yonsei University, College of Home Economics, Seoul, Korea

*** Ewha Women's University, College of Home Economics, Seoul, Korea

2. Nutritional experiments

a. Chemical composition

Proximate components (water, protein, fat, cellulose, sugar, ash, salt), minerals (calcium, phosphorus, iron, iodine), vitamins (A, B₁, B₂, niacin, C) and amino acids were analyzed for the seaweed powders.

b. Animal feeding experiment

Weaning 160 rats (80 male and 80 female rats) were used as experimental animals, dividing them into 16 groups, 10 rats each group.

Each group was fed for 12 weeks on cereal diet (wheat flour, rice powder, barley powder, potato powder, corn flour) with the supplementary levels of 5%, 10%, 15%, 20% and 30% of the seaweed powder. After the feeding the growth, feed efficiency ratio, protein efficiency ratio and organs weights were checked and urine analysis, feces analysis and serum analysis were also conducted.

3. Experimental cooking and acceptability test

- a. Several basic studies were conducted to find the characteristics of the seaweed powder.
- b. 17 kinds of Korean dishes and 9 kinds of foreign dishes were prepared with cereal flours (wheat, rice, barley, potato, corn) with the supplementary levels of 5%, 10%, 15%, 20% and 30% of the seaweed powder.
- c. Acceptability test for the dishes was conducted according to plank's Form.

4. Sanitary test

The heavy metals (Cd, Pb, As, Hg) in the seaweed powders were determined.

5. Economical analysis

The retail price of the seaweed powder was compared with those of other cereals in the market. And also economical analysis was made from the nutritional point of view, calculating the body weight gained in grams per unit price of each feeding diet.

IV. Results of the study and the suggestion for application

A. Chemical composition

1. There is no any big difference in proximate components between powders of *Sargassum fulvellum* in eastern coast and *Sargassum patens* C.A. in southern coast. Seasonal difference is also not significant.

Higher levels of protein, cellulose, ash and salt were found in the powders compared with common cereal foods.

2. The levels of calcium (Ca) and iron (Fe) in the powders were significantly higher than common cereal foods and also rich in iodine (I). Existence of vitamin A and vitamin C in the powders is different point from cereal foods. Vitamin B₁ and B₂ are also relatively rich in the powders. Vitamin A in *Sargassum fulvellum* is high and the levels of some minerals and vitamins are seemed to be some influenced by seasons.

3. In the amino acid composition methionine, isoleucine, lysine and valine are limiting amino acids. The protein qualities of *Sargassum fulvellum* and *Sargassum patens* C.A. are seemed to be almost same and generally good. Seasonal difference in amino acid composition was found.

B. Animal feeding experiment

1. The best growth was found at 10% supplemental level of the seaweed powder and lower growth rate was shown at 30% level.

2. It was shown that 15% supplemental level of the seaweed powder seems to fulfil, to some

extent, the mineral requirement of the animals.

3. No any changes were found in organs development except that, in kidney, there found decreasing in weight by increasing the supplemental level of the seaweed powder.

4. There is no any significant changes in nitrogen retention, serum cholesterol, serum calcium and urinary calcium in each supplemental level of the seaweed powder.

5. In animal feeding experiment it was concluded that 5%~15% levels supplementation of the seaweed powder are possible.

C. Experimental cooking and acceptability test

1. The seaweed powder showed to be utilized more excellently in foreign cookings than in Korean cookings. Higher supplemental level of seaweed was possible in foreign cookings.

2. Hae-Jo-Kang and Jeon-Byung were more excellent than Song-Pyun, wheat cake, Soo-Je-Bee and wheat noodle. Hae-Je-Kang was excellent in its quality even as high as 5% supplemental level.

3. The higher levels of supplementation were used the more sticky cooking products were obtained. Song-Pyun and wheat cake were palatable and lustrous in 2% supplementation level.

4. In drop cookie the higher levels of supplementation, the more crisp product was obtained, compared with other cookies.

5. Corn cake, thin rice gruel, rice gruel and potato Jeon-Byung were more excellent in their quality than potato Man-Doo and potato noodle. Corn cake, thin rice gruel and rice gruel were excellent even as high as 5% supplementation level.

6. In several cooking products some seaweed-oder was perceived in case of 3% or more levels of supplementation. This may be much diminished by the use of proper condiments.

D. Sanitary test

It seems that there is no any heavy metals (Cd, Pb, As, Hg) problem in these seaweed powders in case these powders are used as supplements to any cereal flours.

E. Economical analysis

The price of the seaweed powder is lower than those of other cereals and that may be more lowered when mass production of the seaweed powder is made in future. The supplement of the seaweed powder to any cereals is also economical with the criterion of animal growth rate.

F. It is recommended that these seaweed powders should be developed and used as supplement to any cereal flours or used as other food material. By doing so, both saving of cereals and improvement of individual's nutrition will greatly be achieved. It is also recommended that the feeding experiment for men would be conducted in future.

서 론

해조류는 많은 종류가 식용되고 있으나 주식으로서의 사용은 전혀 없었으며 단지 부식으로서의 가치만을 유지해 왔었다. 그러나 풍미가 좋고 비타민, 무기질 및 단백질의 함량이 높으며 우리나라 사람의 기호식품으로서의 가치가 높기 때문에 식량자원으로서의 개발은 그 의의가 매우 크다고 본다.

우리나라에서 현재 식용화되지 않고 버려지고 있는 해조류는 대략 남해지역과 동해지역에 수집만톤이라고 한다¹⁻⁵⁾.

본 연구에서는 지금까지 식용으로 사용하지 않은 해조류를 식용분말화하고 이 제품에 대한 영양조성 분석 동물실험을 통한 생물학적인 영양가 검토, 조리실험 및 관능실험을 통한 식품가치와 기호도 검토, 위생시험을 통한 위생적인 가치 등을 종합해서 식품으로서의 가치를 평가해서 주식(분식류)의 일부 대체품으로서의 가

능여부를 시도하는 바이다.

연구 방법

1. 해조분의 제조

가. 원조채집

동해지구에서는 1974년 4월 상순 및 7월 하순 두차례에 걸쳐 경상북도 영일군 구룡포읍 장길리, 지해면 제원 1, 2리, 지해면 두원 1, 2리에서 채집한 모자반 (*Sargassum Fulvellum*)을 원료로 하였다.

남해지구에서는 1974년 2월 하순에 전라남도 여천군 들산도와 고흥군 고흥읍 풀남리에서 채집한 쌍발이 모자반 (*Sagassum Potens. C. Ag.*)을 원료로 하였다.

나. 해조분 제조

채취한 원조를 현장에서 자연건조(제 1차)시켜서 약 70% 건조품으로 한다음 공장에 운반하여 담수(淡水)로 여러번 세척하고 이것을 다시 자연건조(제 2차)해서 수분의 함량이 15%이하되도록 건조시켰다. 다음에 이것을 길이 약 5 cm 되도록 절단한 다음 100 mesh 로 분말화하여 녹회색의 분말을 얻었다.

2. 영양실험

가. 화학조성

동해산 해조분 2종과 남해산 해조분 1종에 대하여 일반성분, 식염, 무기질류, 비타민류 및 아미노산류를 정량하였다. 즉 수분, 조단백질, 조지방질, 당질, 조섬유질, 회분, 식염, 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 C, 인(磷)의 정량은 보사부령 제415호(식품 등의 규격 및 기준)⁸⁾에 의하였으며 나이아신(niacin)은 Kodick⁷⁾법, 칼슘과 철분은 일본위생시험법주해중 식품물 일반성분시험법⁹⁾에 따랐다. 요오드는 Sedykh 씨법⁹⁾에 따랐으며 아미노산의 분석은 다음의 요령에 따랐다.

즉 Beckman Amino Acid Analyzer 116 (1970) 자동분석기를 [사용했으며 시료처리에 있어서는 시료를 단백질의 함량으로 9.4 mg 취하여 6 N HCl 10 ml 를 가하여 110°C 에서 24시간 산분해(酸分解)시켰다. 다음에 자동분석기의 long column 과 short column 에 처리된 시료용액 0.5 ml 를 주입시켜 0.2 N sodium citrate buffer (pH 5.28, 4.25, 3.28) 존재하에 ninhydrin 과 반응시켰다(4시간). 이때 자동적으로 나온 paper chromatogram 의 결과를 standard 와 비교 계산 하였다.

나. 동물사육실험

(1) 실험재료

(가) 실험동물

생후 30~40일 되는 albino rats 암, 숫쥐 80마리씩을 구입하여 20% sugar casein diet 으로 3일간 적응시킨후 한 군당 암, 숫쥐 10마리를 배정하여 16군으로

표 1. 각군의 식이 내용
(Table 1. Composition of experimental diets.)

식이군	식 이 내 용
1	Standard diet
2	Standard diet 의 Salt mixture 을 해조분으로 대체
3	밀 70%+기타곡류 **120%+해조분**25%+기타**3
4	밀66%+기타곡류 20%+해조분 5%+4% salt M.+기타
5	밀 90%+해조분 5%+기타
6	밀 85%+해조분 10%+기타
7	밀 80%+해조분 15%+기타
8	밀 75%+해조분 20%+기타
9	밀 65%+해조분 30%+기타
10	쌀 90%+해조분 5%+기타
11	쌀 85%+해조분 10%+기타
12	쌀 80%+해조분 15%+기타
13	쌀 75%+해조분 20%+기타
14	쌀 65%+해조분 30%+기타
15	밀 76%+해조분 15%+4% salt M.+기타
16	쌀 76%+해조분 15%+4% salt M.+기타

**1 기타곡류 : 감자, 옥수수, 보리의 혼합

**2 동해산 해조분(1974. 4. 상순)

**3 기타 { 5% casein
water soluble vitamins (*4)
fat soluble vitamins (*2)
vitamin B₁₂ (*5)
cod liver oil (*3)

표 2. 표준식의 성분
(Table 2. Composition of standard diet)
/kg diet

성 분	함 량
Sucrose	720 g
Casein	200 g
면 실 유	40 g
*1 Salt Mixture	40 g
*2 Fat soluble vt.	2 cc
*3 Cod liver oil	30 cc
*4 Water soluble vt.	
*5 Vitamin B ₁₂	6 cc

*1. Salt Mixture	/kg
Calcium carbonate	300 g
Dipotassium phosphate	322.5 g
Magnesium sulfate	102 g
Mono-calcium phosphate 2H ₂ O	75 g
Sodium chloride	167.5 g
Zinc chloride	0.25 g
Copper sulfate H ₂ O	0.3 g
Manganese sulfate H ₂ O	5 g
Ferric citrate 6H ₂ O	27.5 g
Potassium iodide	0.8 g

*2. Fat soluble vitamin	
Alpha tocopherol (vt. E)	5 g
Menadion (vt. K)	200 mg
Corn oil	200 mg

*3 Cod liver oil	
Vitamin A	85 U.S.P. unit
Vitamin D	85 U.S.P. unit

*4. Water soluble vitamin	/kg diet
Choline chloride	2 g
Thiamine hydrochloride	10 mg
Riboflavin	20 mg
Nicotinic acid	120 mg
Pyridoxine	10 mg
Calcium pantothenate	100 mg
Biotin	0.05 mg
Folic acid	4 mg
Inositol	0.5 g
Para-amino benzoic acid	100 mg

*5 Vitamin B₁₂

Vt. B₁₂ 5 mg 을 증류수 500 ml 에 녹인 것.

나누어 12주간 사육하였다.

(나) 실험동물의 사료

각 실험군의 식이내용은 표 1과 같다.

① 표준식이의 구성성분은 표 2에 나타난 바와 같다.

(2) 실험방법

(가) 사료 섭취량

사료는 각군에 해당되는 사료를 제한없이 주었으며 섭취량은 같은 저울로 일정한 시간에 매일 측정하였다.

(나) 체중

체중은 실험기간 동안 매주 한번씩 일정한 시간에 같은 저울로 측정하였다. 체중 측정 2~3시간전에 사료그릇을 쥐장에서 꺼내 사료 섭취에서 오는 갑작스런 체중의 변화를 막도록 하였다.

(다) 사료의 효율

일주일간 섭취한 사료의 양과 그동안의 체중 증가량으로 다음식에 의하여 산출하였다.

$$\text{사료의 효율} = \frac{\text{체중 증가량(g)}}{\text{섭취한 사료량(g)}}$$

(라) 단백질의 효율

일주일간 섭취한 단백질의 양과 그동안의 체중 증가량으로 다음식에 의해 산출하였다.

$$\text{단백질의 효율} = \frac{\text{체중 증가량(g)}}{\text{섭취한 단백질의 양(g)}}$$

(마) 뇨 분석

① 뇨 채취

실험 시작후 암쥐는 10주에, 수쥐는 11주에 실험동물을 metabolic cage에 넣어서 뇨를 채취하였다.

② 뇨중 질소 배설량의 측정

4일간 받은 뇨를 증류수로 희석하여 원심분리한후 얻은 urine을 micro-kjeldahl 법¹⁰⁾에 의해서 질소량을 측정하였다.

③ 뇨중 칼슘 배설량의 측정

뇨에 들어있는 calcium의 양은 clack and collip method에¹¹⁾ 의해서 분석하여 측정하였다.

(바) 변 분석

① 변 채취

뇨 채취하는 4일간의 변을 전부 채취하여 110°C oven에서 말려서 시료로 사용하였다.

② 변중 조섬유량의 측정

변에 들어있는 조섬유의 양은 A.O.A.C method¹²⁾에 의해서 분석 측정하였다.

(사) 각 장기의 무게

12주의 사육이 끝난후 실험동물을 ethyl-ether로 마취시켜 해부한후 saline 용액을 부은 여과지에 다음과 같은 장기를 떼어 무게와 길이를 측정하였다.

Liver

Heart

Kidney

Spleen

Sex organ

Adrenals

Femur length

(아) Blood serum 분석

① Serum total cholesterol

표 3. 실험조리 내용
(Table 3. Kinds of cookings)

분 류	실험조리 내용	주 재 료
한	국 수 보 리 국 수 감 자 국 수 옥 수 수 국 수	밀가루에 1%, 2%, 3%, 4%, 5%의 해조분 보리가루에 0%, 2%, 5%의 해조분 감자가루에 0%, 2%, 5%의 해조분 옥수수가루에 0%, 2%, 5%의 해조분
	송 편 밀 떡 옥 수 수 떡	밀가루에 1%, 2%, 3%, 4%, 5%의 해조분 " 옥수수가루에 0%, 2%, 5%의 해조분
조	옥 수 수 편 빵 감 자 만 두 수 제 비	옥수수가루에 0%, 2%, 5% 해조분 감자가루에 0%, 2%, 5%의 해조분 밀가루에 1%, 2%, 3%, 4%, 5%의 해조분
	전 병 감 자 전 병	밀가루에 1%, 2%, 3%, 4%, 5%의 해조분 감자가루에 0%, 2%, 5% 해조분 첨가
리	죽 미 음	쌀에 0%, 2%, 5% 해조분 "
	매 잣 과 해 초 깡 비 빌 밥	밀가루에 2%, 4%, 5%의 해조분 밀가루에 1%, 2%, 3%, 4%, 5%의 해조분 쌀에 1%, 2%, 3%, 4%, 5%의 해조분
	Drop cookie Molded cookie Biscuit Muffin Doughnuts Cream soup Custard pudding Jerry Green rice	밀가루에 1%, 2%, 3% 해조분 첨가 쌀에 1%, 2%, 3% 해조분 첨가

실험동물의 해부시 heart puncture 법으로 혈액을 채취한후 원심분리하여 혈청을 얻었다.

이 혈청에서 total cholesterol을 Zak method¹³⁾에 의해서 분석 측정하였다.

② Serum calcium

혈청내의 calcium은 clack and collip method¹⁴⁾에 의해서 분석 측정하였다.

(3) 통계 처리방법

모든 수치는 통계적 처리를 하였다. 수치의 평균치와 표준오차를 계산하였으며 분산분석법으로 통계학적 인 유의성 검정을 T-분포를 사용하여 산출하였다¹⁵⁾.

3. 조리실험 및 관능시험

실험조리는 한조리와 외조리로 나누어 다음 표 3의

내용으로 실시하였다.

실험조리한 각 제품의 관능시험(수용력조사)은 plank의 acceptability test의 score card를 사용하여 훈련된 수용력 조사원 9명을 선정하고 비교채점법(표 4)으로 수용력 조사를 시행하였다^{16~18)}.

각 제품에 대한 평균점을 산출하고 이것을 duncan's test을 시도하였다.

4. 위생시험

위생시험에 있어서 중금속인 카드뮴(Cd), 납(Pb), 비소(As), 수은(Hg)의 정량은 일본위생시험법 주해 중 유해성 원소 시험법⁸⁾에 의하였다.

표 4. Plank의 비교 점점표
(Table 4. Plank's score table)

Name _____ Age _____ M.F.
Date _____ Name of food _____
Code No. _____

Score grade	Color	Sight (Appearance)	Odor	Texture	Palatability
Perfect (fancy) 10					
Excellent 9					
Very good 8					
Good 7					
Slightly Good 6					
Average 5					
Fair 4					
Borderline 3					
Bad (defective) 2					
Very bad 1					
Inedible 0					

Total Score _____

5. 경제성 분석

각 동물사육군 사료의 재료에 대한 원가계산(1974.

10. 14. 현재 서울시중 소매가격으로)을 통해서 1원 상당에 대한 채류증가량(g)으로 표시하였다¹⁹⁾. 한편 타 주요곡물(他主要穀物)의 가격과도 비교 검토하였다.

표 5. 해조분의 일반성분(%)
(Table 5. Proximate components of powdered seaweeds)

해 조 분	수 분	조단백질	조지방질	당 질	조섬유질	회 분	식 염
A	11.8	12.7	1.7	46.4	3.5	23.9	13.0
B	9.8	15.7	1.5	40.6	6.3	26.1	15.7
C	13.2	12.9	1.2	39.0	6.8	26.9	12.2

A : 동해산(1974. 4. 상순)

B : 남해산(1974. 2. 하순)

C : 동해산(1974. 7. 하순)

표 6. 해조분의 무기질 및 비타민 함량(100g 중)
(Table 6. Minerals and vitamins in powdered seaweeds (in 100g))

해 조 분	칼슘	인	철	요오드	비 타 민				
					A	B ₁	B ₂	나이아신	C
	mg	mg	mg	mg	I.U.	mg	mg	mg	mg
A	498	160	92.9	103	16,938	0.92	0.46	4.0	6.8
B	394	174	66.7	98	4,426	1.46	0.54	4.8	5.4
C	1,404	129	35.0	110	999	1.60	0.22	3.4	4.9

A : 동해산(1974. 4. 상순)

B : 남해산(1974. 2. 하순)

C : 동해산(1974. 7. 하순)

결 과

1. 해조분의 제조

위의 방법에 의하여 제조된 해조분은 녹색의 미세한 분말이다.

2. 영양실험

가. 화학조성

(1) 일반성분

제조된 해조분의 일반성분 분석결과는 표 5와 같다.

(2) 무기질 및 비타민

무기질 및 비타민류의 함량은 표 6와 같다.

(3) 아미노산

각 아미노산의 분석결과는 표 7와 같다.

표 7. 해조분중 아미노산 함량
(Table 7. Amino acid Composition)

해조분	A	B	C
Amino Acid			
Lysine	0.492	0.623	0.352
Histidine	0.074	0.129	0.062
Arginine	0.399	0.544	0.302
Aspartic acid	1.412	2.268	0.778
Threonine	0.430	0.483	0.306
Serine	0.465	0.539	0.360
Glutamic acid	1.770	2.421	1.221
Proline	0.323	0.381	0.212
Glycine	0.524	0.576	0.447
Alanine	0.684	0.803	0.561
Valine	0.569	0.630	0.377
Methionine	0.245	0.276	0.129
Isoleucine	0.434	0.510	0.276
Leucine	0.799	0.887	0.511
Tyrosine	0.273	0.315	0.181
Phenylalanine	0.511	0.541	0.339
Total	9.404	11.926	6.414
Crude Protein	12.69	15.65	12.88

A : 동해산(1974. 4. 상순)

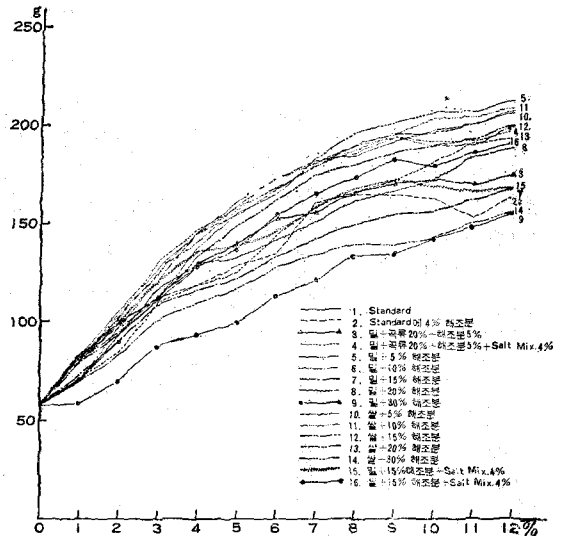
B : 남해산(1974. 2. 하순)

C : 동해산(1974. 7. 하순)

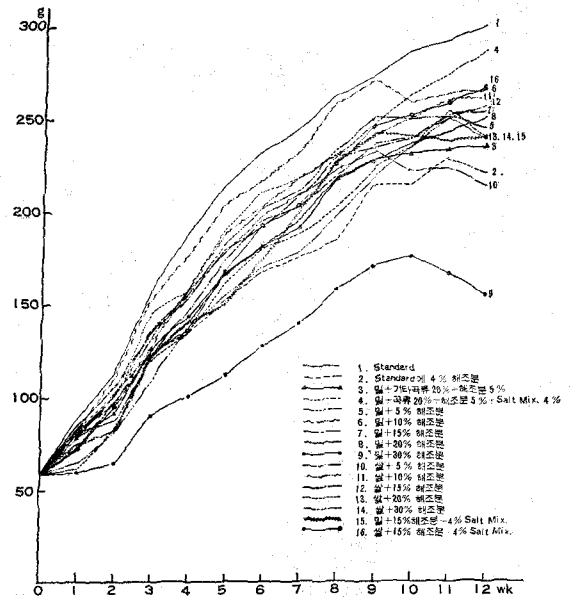
나. 동물사육실험

(1) 사료 섭취량

표 8에서 보는 바와 같이 사료의 섭취경향은 동물사육기간의 증기까지는 점차 증가하는 현상을 보였으나 그후부터는 점차로 감소하는 경향을 나타내었다.



도 1. 체중변화 (우).
(Fig. 1. Growth curves (우))



도 2. 체중변화 (송).
(Fig. 2. Growth curves (송))

표 8. 사료 섭취량
(Table 8. Feed consumption)

단위 : g

성 별	식이군 사육 기간 (주)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
♀	1	80.5	77.4	85.8	86.1	87.4	78.6	87.5	78.3	67.5	80.5	90.2	88.7	83.2	77.3	86.5	75.2
	2	88.7	72.6	101.2	97.4	8.55	98.3	98.6	95.0	83.8	88.7	104.5	97.9	95.2	91.1	99.7	99.3
	3	102.8	88.3	89.7	146.7	100.9	115.2	112.6	117.6	102.0	100.4	113.5	106.5	117.6	102.6	115.1	111.1
	4	106.3	82.8	128.6	121.8	118.8	128.4	108.3	115.6	104.0	114.6	125.2	124.4	108.9	100.6	123.5	124.9
	5	122.3	92.4	105.6	124.0	120.4	120.7	104.4	110.2	89.5	110.9	117.9	118.6	95.3	98.1	108.3	105.0
	6	99.2	76.2	110.3	125.9	117.1	113.9	112.7	109.4	106.4	103.9	108.2	111.8	108.3	99.4	116.0	121.4
	7	96.4	83.2	96.2	120.4	125.3	110.2	108.3	114.6	97.2	107.3	107.3	111.0	116.5	97.6	117.0	114.5
	8	84.5	71.2	102.6	102.7	118.5	106.8	68.3	106.1	102.0	98.2	105.0	99.5	101.5	93.4	119.1	107.3
	9	87.2	73.1	99.6	105.7	105.2	108.5	94.2	98.5	107.1	95.4	102.7	95.8	90.9	84.1	108.8	94.9
	10	88.9	61.3	91.9	92.2	101.4	95.5	93.9	100.4	105.2	85.5	98.4	97.3	103.5	76.8	89.3	90.8
	11	76.9	45.1	81.9	91.8	98.8	96.9	98.5	109.9	100.9	87.5	87.9	87.0	102.8	83.2	85.9	92.1
	12	80.8	59.4	83.1	86.4	96.9	89.4	88.9	97.7	103.5	85.3	90.3	84.8	94.8	86.9	83.1	87.7
12주 합계	1, 114.5	883.0	1, 185.5	1, 301.1	1, 276.2	1, 262.2	1, 206.2	1, 253.3	1, 169.1	1, 158.2	1, 251.1	1, 223.3	1, 218.5	1, 091.1	1, 252.3	1, 224.8	
♂	1	84.0	69.9	82.2	84.8	79.6	86.1	91.2	89.8	74.6	85.4	91.0	73.2	70.5	82.8	90.1	84.2
	2	99.3	76.1	91.9	98.0	92.0	108.0	103.9	91.8	73.4	95.1	101.3	100.3	96.5	94.0	89.2	100.7
	3	120.3	79.1	114.7	130.1	111.8	131.4	120.8	122.4	100.4	110.5	112.7	112.1	126.1	113.9	119.0	116.9
	4	120.6	79.8	118.1	124.0	121.3	135.0	116.8	123.4	99.0	119.1	128.5	116.1	112.6	127.6	106.5	105.7
	5	126.7	92.6	125.3	148.3	139.7	144.4	132.4	126.0	106.5	120.9	138.6	130.7	124.3	127.2	126.7	126.0
	6	125.2	89.0	122.6	147.2	133.4	133.1	136.2	138.6	117.8	120.6	124.6	125.2	123.1	713.3	135.7	138.7
	7	120.4	91.1	113.0	133.8	123.2	134.1	127.2	120.1	107.6	119.3	124.1	113.4	114.3	103.5	129.9	119.8
	8	114.2	79.2	125.5	111.4	139.5	148.3	143.4	136.6	117.0	121.0	113.9	112.3	105.5	124.0	140.1	127.3
	9	112.9	101.0	117.4	124.0	130.3	130.3	112.0	122.9	112.7	112.7	103.9	108.1	116.2	140.8	137.3	140.3
	10	123.3	104.3	116.1	145.7	123.2	100.7	120.3	122.3	106.7	92.3	114.8	102.3	108.4	131.4	122.7	128.8
	11	111.5	106.4	99.0	130.1	110.1	94.1	115.2	108.8	77.8	90.9	112.7	101.8	106.5	120.6	104.1	110.8
	12	109.8	67.1	95.5	126.5	110.1	103.6	104.8	110.0	40.0	62.4	91.8	103.7	87.7	78.6	101.2	107.7
12주 합계	1, 368.2	1, 035.6	1, 321.3	1, 503.9	1, 414.2	1, 331.9	1, 424.2	1, 412.7	1, 133.5	1, 250.2	1, 357.9	1, 299.2	1, 291.7	1, 361.7	1, 402.5	1, 406.9	

표 9. 체중의 변화
(Table 9. Body weights)

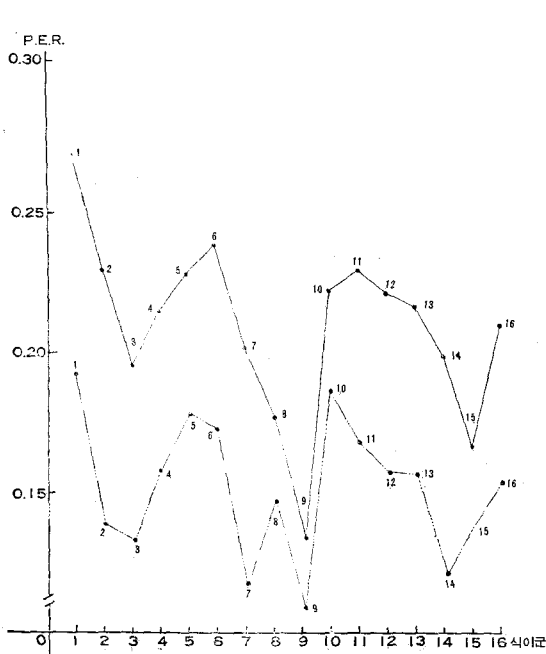
(단위 : g)
G. b. w. = Gained body weight

성 별	적어군 사육기 간(주)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
♀	Initial	58.7	58.9	58.8	58.7	58.9	58.7	58.7	58.7	58.7	58.7	58.5	58.5	58.7	58.8	58.5	58.6	58.8
	1	82.2	83.3	82.0	82.4	80.7	80.7	78.1	70.1	58.5	58.5	79.3	81.7	80.1	70.6	69.3	78.6	70.8
	2	104.8	97.2	99.6	101.8	94.5	100.8	89.7	92.5	69.6	69.6	97.4	103.9	93.8	85.5	82.2	99.1	90.0
	3	127.5	112.1	112.1	130.9	112.1	125.8	108.9	116.8	88.6	88.6	121.7	124.3	113.0	110.0	101.4	122.4	109.6
	4	146.1	119.8	130.6	147.8	138.8	146.8	117.0	131.0	94.1	94.1	146.9	143.2	135.2	135.2	120.1	109.7	137.0
	5	161.8	129.9	140.8	160.4	15.70	160.0	123.3	134.2	100.1	100.1	155.8	159.1	151.3	126.9	116.7	140.0	137.6
	6	174.7	135.8	153.6	174.6	166.9	169.5	135.3	143.1	114.2	114.2	169.7	171.7	164.4	145.9	129.9	146.8	155.8
	7	184.1	163.4	158.2	182.8	185.3	181.5	145.4	153.1	123.1	123.1	182.0	182.1	176.7	161.1	135.6	160.4	167.2
	8	186.7	167.0	168.0	191.8	198.7	187.3	151.9	164.2	135.9	135.9	192.6	190.3	183.3	169.3	142.1	169.8	175.6
	9	194.0	167.4	172.2	196.4	204.0	196.1	156.9	168.8	136.9	136.9	197.6	197.5	187.6	174.4	141.5	174.2	184.6
	10	200.1	164.6	175.2	193.6	209.3	191.9	159.2	175.0	144.6	144.6	198.9	206.1	192.1	184.2	145.1	171.3	180.5
	11	203.4	156.1	172.5	194.1	209.6	192.5	164.9	187.3	150.5	150.5	203.9	206.3	197.3	193.5	153.1	169.4	188.8
12	209.7	166.4	177.5	199.7	216.4	202.9	170.6	192.3	157.9	157.9	210.8	211.7	202.9	196.5	158.7	170.7	194.4	
G. b. w.*		151.0	107.5	118.7	141.0	157.7	144.0	111.9	133.6	99.2	152.3	153.2	144.2	137.7	100.2	112.1	135.6	
♂	Initial	59.8	59.8	59.8	59.7	59.7	59.6	59.8	59.6	59.5	59.8	59.8	59.8	59.8	59.7	59.5	59.8	59.5
	1	89.1	84.1	79.8	83.1	80.3	84.0	85.6	82.5	61.4	61.4	82.0	80.3	75.3	62.6	65.9	76.1	73.9
	2	113.7	103.8	92.9	102.7	102.8	113.1	107.0	88.5	66.6	66.6	101.8	99.4	99.8	88.6	82.3	82.2	96.7
	3	159.2	125.8	128.3	147.2	138.2	154.9	136.9	124.0	93.2	93.2	134.2	129.8	125.8	121.7	121.9	124.0	125.3
	4	190.0	135.7	146.4	160.3	158.2	179.1	154.6	142.2	103.0	103.0	160.2	160.3	148.9	137.4	139.9	141.7	137.6
	5	216.5	153.7	169.3	193.0	185.1	207.0	182.0	168.7	114.3	114.3	181.0	191.2	176.5	163.3	157.8	151.8	169.2
	6	234.8	169.6	183.9	213.5	205.0	220.0	195.1	183.8	130.0	130.0	201.3	206.0	198.2	182.9	173.3	177.4	195.0
	7	246.7	177.9	193.8	221.8	214.0	234.9	211.8	199.2	142.2	142.2	212.0	222.0	206.1	191.2	180.8	202.9	205.9
	8	266.0	186.7	220.6	235.2	238.0	261.8	232.9	221.7	160.7	160.7	226.2	233.0	222.8	206.2	201.3	230.3	228.8
	9	275.6	218.1	230.6	250.9	253.7	273.6	238.0	231.4	174.2	174.2	235.6	244.3	240.3	226.8	222.3	244.6	249.3
	10	289.8	218.1	235.3	267.0	253.7	262.3	243.2	239.9	179.4	179.4	224.9	258.3	243.2	239.2	238.0	243.6	255.4
	11	295.8	231.8	237.4	277.6	255.4	266.7	255.6	245.5	169.6	169.6	227.1	265.0	253.8	257.4	253.3	240.9	262.2
12	303.1	223.9	238.3	290.0	249.4	268.6	257.7	253.9	156.6	156.6	217.0	264.7	260.7	243.4	243.6	244.1	270.1	
G. b. w.*		243.3	164.1	177.5	230.3	189.7	209.0	197.9	194.3	97.1	157.2	204.9	201.9	183.7	184.1	184.3	210.6	

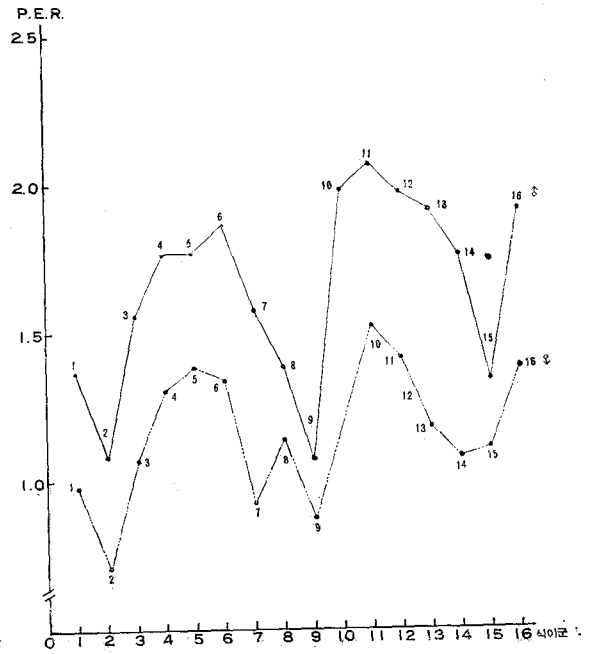
* Gained body weight

표 10. 사료의 효율
(Table 10. Feed efficiency ratio)

성별 사육 기간	우					소				
	2주	3주	4주	5주	평 균	2주	3주	4주	5주	평 균
1	0.254	0.220	0.174	0.128	0.194±0.027	0.247	0.378	0.255	0.209	0.272±0.037
2	0.191	0.168	0.092	0.109	0.140±0.024	0.258	0.278	0.194	0.194	0.231±0.022
3	0.173	0.126	0.143	0.096	0.134±0.016	0.142	0.308	0.153	0.182	0.196±0.038
4	0.199	0.197	0.140	0.101	0.159±0.024	0.200	0.342	0.105	0.220	0.216±0.049
5	0.167	0.170	0.224	0.151	0.179±0.016	0.244	0.316	0.164	0.192	0.229±0.033
6	0.204	0.217	0.163	0.109	0.173±0.024	0.269	0.318	0.179	0.193	0.239±0.033
7	0.168	0.170	0.074	0.060	0.118±0.030	0.205	0.247	0.151	0.206	0.202±0.020
8	0.235	0.206	0.122	0.025	0.147±0.047	0.065	0.290	0.147	0.210	0.178±0.048
9	0.132	0.186	0.052	0.067	0.109±0.031	0.070	0.264	0.098	0.106	0.134±0.044
10	0.204	0.242	0.219	0.080	0.186±0.036	0.208	0.293	0.218	0.172	0.222±0.025
11	0.212	0.179	0.150	0.134	0.168±0.017	0.188	0.269	0.237	0.222	0.229±0.017
12	0.139	0.180	0.176	0.135	0.157±0.012	0.244	0.231	0.198	0.211	0.221±0.010
13	0.156	0.208	0.092	0.071	0.156±0.031	0.217	0.302	0.139	0.208	0.216±0.033
14	0.141	0.187	0.082	0.071	0.120±0.027	0.174	0.268	0.211	0.140	0.198±0.027
15	0.205	0.202	0.118	0.027	0.138±0.042	0.068	0.351	0.166	0.079	0.166±0.065
16	0.200	0.176	0.160	0.076	0.153±0.027	0.226	0.244	0.116	0.250	0.209±0.031



도 3. 사료의 효율
(Fig. 3. Feed efficiency ratio)



도 4. 단백질의 효율
(Fig. 4. Protein efficiency ratio)

(2) 체중

식이가 다른 16군의 12주 동안의 체중의 변화를 보
면 도 1, 도 2, 표 9에서 보는 바와 같이 각 식이군이

실험초기부터 끝까지 일반적으로 증가하는 경향을 나
타내었다.

표 11. 단백질의 효율
(Table 11. Protein efficiency ratio)

성별 사육 기간	우					송				
	2주	3주	4주	5주	평 균	2주	3주	4주	5주	평 균
1	1.276	1.101	0.873	0.640	0.972±0.138	1.236	1.887	1.278	1.047	1.362±0.182
2	0.958	0.841	0.463	0.545	0.701±0.186	1.296	1.392	0.618	0.972	1.069±0.175
3	1.364	1.000	1.134	0.761	1.064±0.126	1.119	2.424	1.206	1.440	1.547±0.300
4	1.658	1.587	1.132	0.818	1.298±0.198	1.606	2.763	0.850	1.777	1.479±0.393
5	1.276	1.333	1.711	1.151	1.367±0.121	1.859	2.424	1.257	1.469	1.752±0.256
6	1.570	1.666	1.257	0.840	1.333±0.186	2.078	2.444	1.375	1.484	1.845±0.052
7	1.296	1.315	0.574	0.463	0.912±0.228	1.585	1.904	1.164	1.593	1.561±0.152
8	1.806	1.588	0.946	0.195	1.133±0.362	0.504	2.232	1.137	1.615	1.372±0.366
9	1.037	1.450	0.413	0.521	0.855±0.240	0.553	2.062	0.771	0.830	1.054±0.341
10	1.810	2.150	1.953	0.712	1.656±0.322	1.850	2.592	1.925	1.518	1.971±0.225
11	1.897	1.606	1.350	1.204	1.514±0.152	1.690	2.412	2.118	1.993	2.053±0.150
12	1.234	1.600	1.560	1.201	1.398±0.105	2.168	2.047	1.763	1.864	1.960±0.091
13	1.366	1.828	0.814	0.623	1.157±0.273	1.909	2.645	1.226	1.823	1.900±0.291
14	1.240	1.641	0.721	0.630	1.058±0.236	1.532	2.353	1.862	1.234	1.745±0.240
15	1.626	1.606	0.935	0.220	1.096±0.333	0.544	2.786	1.320	0.631	1.320±0.518
16	1.825	1.606	1.459	0.606	1.374±0.267	2.054	2.217	1.060	2.273	1.901±0.284

표 14. 혈청내의 콜레스테롤 및 칼슘 함량
(Table 14. Total cholesterol and calcium levels in serum)

식이군	Serum total cholesterol (mg/100 ml)		Serum calcium (ml/100 ml)	
	우	송	우	송
1	110.0±12.0	71.3± 3.4	7.50± 0.5	6.50± 1.0
2	107.0±10.0	102.5±10.5	11.06±0	6.30±0
3	106.5±23.5	87.3±11.6	7.50± 0.5	9.68± 0.4
4	76.0± 2.0	80.5±10.5	8.00±0	6.63± 1.4
5	106.0± 2.0	67.0±11.0	8.05± 0.5	9.50±0
6	107.5±10.5	117.0± 6.0	7.88± 0.5	6.00±1.0
7	93.5± 3.5	88.0±11.0	8.50± 0.5	5.88± 0.4
8	90.5±11.5	96.0± 6.0	9.25±0	6.00± 0.5
9	108.0± 9.0	104.0±14.0	7.75± 0.3	7.00±0
10	84.0± 1.0	113.0±11.0	7.25± 0.8	6.00± 0.5
11	96.5± 2.5	107.6±16.0	7.48± 1.2	7.63± 0.6
12	89.0±0	92.3±10.7	7.00±0	6.25± 1.0
13	90.5± 6.5	93.5± 2.5	7.15± 1.1	6.13± 0.6
14	91.5± 0.5	105.0±16.0	8.00±1.0	6.63± 1.4
15	109.5± 1.5	98.5± 5.5	8.75± 1.3	6.83± 1.6
16	89.0±5.0	93.0± 1.0	10.00±0	6.88± 0.6

표 12. 뇨중질소, 칼슘 및 변중 섬유 함량
(Table 12. Urinary nitrogen and calcium, and fecal cellulose levels)

식이군	식이섭취량 (g/day)	Urinary Nitrogen (mg/day)	Nitrogen Retention Ratio (mg/day)	Urinary Calcium (mg/day)	Fecal Cellulose (g/day)
우 1	10.2	45.5±15.4	85.0±5.7	0.0725±0.0141	0.1069±0.0316
2	7.0	35.7±17.2	81.6±8.2	0.0700±0.0100	0.1311±0.0539
3	11.7	26.1± 6.7	89.0±2.7	0.0725±0.0141	0.4796±0.0794
4	11.6	40.6± 7.9	81.0±2.7	0.0750±0.0141	0.5600±0.0332
5	14.3	39.4±14.0	86.6±4.9	0.0775±0.0141	0.7266±0.0632
6	16.2	39.9±15.3	87.7±4.7	0.1100±0.0000	0.6898±0.0943
7	14.7	39.6±15.8	87.3±4.8	0.1150±0.0300	0.5334±0.2168
8	15.6	59.2± 5.3	81.0±3.4	0.1525±0.0332	0.8290±0.1020
9	17.4	75.4±11.5	76.1±2.5	0.1375±0.0678	1.1077±0.2114
10	12.7	18.9± 6.4	91.3±3.5	0.0800±0.0100	0.1152±0.0100
11	13.2	57.6± 7.7	75.1±4.4	0.0675±0.0173	0.2814±0.0224
12	15.5	34.7± 2.9	86.7±3.0	0.0725±0.0100	0.4078±0.0032
13	16.7	38.2± 9.7	86.7±3.9	0.1200±0.0300	0.6196±0.0469
14	11.6	47.1± 9.1	77.2±4.6	0.1425±0.0283	0.4228±0.0424
15	14.5	55.7± 4.7	80.5±2.8	0.1000±0.0447	0.7717±0.0663
16	15.1	31.0± 7.4	86.4±5.7	0.0750±0.0100	0.2735±0.0424
송 1	15.8	119.7±19.8	75.9±4.4	0.1050±0.0055	0.0710±0.0100
2	10.5	115.1±21.9	65.0±3.5	0.0775±0.0173	0.0337±0.0032
3	15.8	64.8±19.4	80.0±4.6	0.0350±0.0055	0.3520±0.0245
4	19.1	72.8±10.3	80.7±2.0	0.0040±0.0141	0.4182±0.0640
5	16.9	99.1±38.3	73.3±6.6	0.0525±0.0141	0.3405±0.0748
6	18.7	90.5± 8.6	76.7±1.0	0.0275±0.0032	0.3249±0.0100
7	14.7	71.1±12.5	73.8±6.1	0.1100±0.0245	0.3311±0.0032
8	20.2	74.4±10.0	82.2±2.3	0.0600±0.0100	0.3645±0.0831
9	4.3	33.3±11.3	59.4±3.1	0.0475±0.0032	0.2766±0.0245
10	9.5	47.1±15.3	69.1±4.5	0.0500±0.0100	0.0708±0.0100
11	17.1	40.8± 9.0	86.2±3.8	0.0750±0.0346	0.1927±0.0265
12	16.9	69.0± 2.2	77.1±1.6	0.0650±0.0245	0.2774±0.0100
13	13.1	46.6±24.5	80.8±6.6	0.0825±0.0078	0.2865±0.1149
14	14.0	39.2±15.5	79.1±1.5	0.0700±0.0447	0.2769±0.1192
15	16.9	63.4± 7.5	81.2±1.5	0.1175±0.0032	0.3480±0.0300
16	19.7	73.2±18.8	79.4±4.3	0.0825±0.0032	0.2538±0.0245

표 13. 최종 장기의 무게
(Table 13. Organs weights)

단위 : g

성별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
♀	Liver	8.10 ±0.30	7.60 ±0.47	6.38 ±0.40	6.04 ±0.28	6.53 ±0.48	5.42 ±0.46	4.26 ±0.17	4.63 ±0.37	5.34 ±0.56	7.80 ±0.20	8.28 ±0.73	7.08 ±0.40	7.90 ±0.51	6.98 ±0.44	6.52 ±0.57	7.16 ±0.51
	Heart	0.7019 ±0.0283	0.7837 ±0.0042	0.6839 ±0.0656	0.6263 ±0.0316	0.6879 ±0.0436	0.6764 ±0.0480	0.5966 ±0.0245	0.6194 ±0.0224	0.5435 ±0.0316	0.7170 ±0.0300	0.6617 ±0.0346	0.6229 ±0.0283	0.6240 ±0.0265	0.5481 ±0.0283	0.5690 ±0.0283	0.6168 ±0.0141
	Kidney	1.6177 ±0.0762	2.0541 ±0.1476	1.5290 ±0.1082	1.3237 ±0.0346	1.7346 ±0.0917	1.4685 ±0.0640	1.2569 ±0.0387	1.3436 ±0.0500	1.2151 ±0.0693	1.6107 ±0.0787	1.5531 ±0.0975	1.5288 ±0.0975	1.5183 ±0.0265	1.4115 ±0.0616	1.3974 ±0.0539	1.3602 ±0.0412
	Adren-als	0.0494 ±0.0033	0.0476 ±0.0063	0.0459 ±0.0032	0.0473 ±0.0014	0.0518 ±0.0062	0.0516 ±0.0062	0.0534 ±0.0069	0.0457 ±0.0046	0.0412 ±0.0054	0.0533 ±0.0044	0.0470 ±0.0026	0.0503 ±0.0041	0.0452 ±0.0042	0.0467 ±0.0047	0.0462 ±0.0020	0.0453 ±0.0050
	Spleen	0.4802 ±0.0458	0.5571 ±0.0714	0.5244 ±0.0678	0.4353 ±0.0374	0.6006 ±0.0500	0.4850 ±0.0283	0.3762 ±0.0469	0.4281 ±0.0283	0.3723 ±0.0361	0.5146 ±0.0447	0.5781 ±0.1575	0.4794 ±0.0490	0.4774 ±0.0812	0.4312 ±0.0245	0.5023 ±0.1273	0.4184 ±0.0222
	Sex organs	0.7337 ±0.1145	0.7337 ±0.1145	0.4611 ±0.0707	0.4924 ±0.0424	0.8954 ±0.0700	0.6578 ±0.0632	0.5096 ±0.0490	0.6255 ±0.0616	0.3763 ±0.0678	0.5468 ±0.0490	0.5390 ±0.0510	0.6617 ±0.1411	0.6565 ±0.0040	0.4540 ±0.0141	0.4893 ±0.0883	0.4768 ±0.0200
	Femur length	3.10 ±0.04	2.83 ±0.15	2.92 ±0.10	3.02 ±0.07	3.10 ±0.07	3.02 ±0.04	3.00 ±0.09	3.00 ±0.04	2.86 ±0.08	2.98 ±0.05	2.98 ±0.04	2.92 ±0.04	3.05 ±0.06	2.90 ±0.04	2.96 ±0.04	2.96 ±0.03
	Liver	12.42 ±0.65	11.30 ±0.80	8.28 ±0.56	8.92 ±0.54	8.40 ±0.77	9.78 ±1.12	8.68 ±0.88	7.38 ±0.32	4.28 ±0.17	7.78 ±0.62	7.20 ±0.62	7.50 ±0.86	6.80 ±1.20	6.66 ±0.54	6.65 ±0.74	7.14 ±0.84
	Heart	0.9597 ±0.0548	0.8827 ±0.1637	0.7646 ±0.0447	0.8887 ±0.0442	0.8318 ±0.0671	0.8265 ±0.0894	0.7963 ±0.0500	0.8099 ±0.0100	0.5224 ±0.0316	0.8450 ±0.0469	0.8515 ±0.0283	0.7919 ±0.0400	0.7712 ±0.0557	0.8048 ±0.0529	0.7613 ±0.0447	0.7918 ±0.0245
	Kidney	2.5070 ±0.1679	2.4439 ±0.4014	2.1567 ±0.6541	2.0442 ±0.1015	1.9972 ±0.0539	2.0055 ±0.1685	1.8810 ±0.1044	1.7415 ±0.1225	1.2739 ±0.0794	2.1878 ±0.0500	1.7340 ±0.1334	1.6808 ±0.0843	1.6757 ±0.1536	1.5731 ±0.0686	1.7245 ±0.1166	1.6772 ±0.0812
Adren-als	0.0347 ±0.0061	0.0331 ±0.0032	0.0327 ±0.0020	0.0338 ±0.0032	0.0346 ±0.0014	0.0338 ±0.0017	0.0331 ±0.0017	0.0289 ±0.0017	0.0290 ±0.0014	0.0339 ±0.0024	0.0329 ±0.0010	0.0319 ±0.0024	0.0323 ±0.0024	0.0290 ±0.0010	0.0337 ±0.0036	0.0297 ±0.0030	
Spleen	0.7310 ±0.1054	0.9586 ±0.0854	0.6762 ±0.0583	0.5309 ±0.0316	0.6675 ±0.1044	0.4937 ±0.0469	0.6078 ±0.1300	0.4843 ±0.0346	0.2956 ±0.265	0.7033 ±0.1895	0.5199 ±0.0775	0.5075 ±0.0510	0.4940 ±0.0707	0.4859 ±0.0510	0.4584 ±0.0557	0.5432 ±0.1170	
Sex organs	2.1491 ±0.0949	2.0451 ±0.0412	2.1320 ±0.0332	2.3613 ±0.0927	2.2436 ±0.0794	2.3297 ±0.1396	2.4113 ±0.0640	2.3591 ±0.1158	2.1681 ±0.1811	2.3094 ±0.0849	2.3039 ±0.3018	2.2365 ±0.2225	2.3070 ±0.0529	2.3743 ±0.0825	2.4692 ±0.1091	2.0967 ±0.0442	
Femur length	3.40 ±0.06	3.15 ±0.05	3.06 ±0.05	3.34 ±0.02	3.25 ±0.05	3.35 ±0.09	3.25 ±0.06	3.22 ±0.77	3.00 ±0.04	3.10 ±0.07	3.16 ±0.04	3.20 ±0.03	3.18 ±0.05	3.16 ±0.05	3.28 ±0.02	3.22 ±0.06	

표 15. 분식간의 수응력 조사 내용
(Table 15. Acceptability test for wheat flour products)

반복	제품명	송	편	밀	떡	해	초	강	수	제	비	국	수	전	병
		23.2	22.9	34.2	18.8	24.2	30.6								
1		23.2	22.9	34.2	18.8	24.2	30.6								
2		32.6	27.0	33.8	27.2	30.8	36.2								
3		25.2	19.0	40.8	25.0	30.0	36.6								
4		21.8	25.2	27.4	23.2	21.8	23.4								
5		20.2	21.6	36.0	31.8	28.4	32.4								
6		18.0	17.2	34.2	23.6	26.8	29.2								
합	계	141.0	132.9	206.4	149.6	162.0	188.4								
평	균	23.55	22.15	34.4	24.9	27.0	31.44								

표 16. Duncan의 다중검정
(Table 16. Duncan's new multiple range test)

제	품	명	밀	떡	송	편	수	제	비	국	수	전	병	해	초	강
평	균		22.15	23.5	24.9	27.0	31.4	34.4								

표 17. 외조리 제품에 있어서의 수응력 조사
(Table 17. Acceptability test for foreign cookings)

반복	처리	Drop	Molded	Dough-	Jelly	Custard	Cream	Green	Muffin	Biscuit
		cookie	cookie	nuts		pudding	soup	rice		
1		21.0	15.2	18.6	14.2	18.6	19.0	22.8	17.2	15.6
2		20.8	21.4	20.8	18.0	20.8	14.0	19.0	12.0	15.1
3		18.8	22.4	18.4	17.8	18.0	17.0	17.6	13.8	12.4
4		16.0	16.8	15.2	20.4	17.6	17.2	20.0	18.8	17.4
합	계	76.6	75.8	73.0	70.4	75.0	68.0	79.4	61.8	60.5
평	균	19.15	18.95	18.25	17.60	18.75	17.00	19.85	15.45	15.13

표 18. 외조리 제품에 있어서 해조분 첨가수준에 따르는 수응력 조사
(Table 18. Acceptability test for supplemental levels of the powdered seaweed in foreign cookings)

Replicat.	Treat Level %	Drop cookie			Molded cookie			Doughnuts			Jelly			Custard Pudding		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		1	8.0	7.0	6.0	5.0	5.0	5.2	6.8	6.0	5.8	6.0	4.2	4.0	7.4	6.4
2	7.0	6.8	7.0	7.0	7.2	7.2	7.0	7.0	6.8	6.0	6.0	6.0	6.9	7.0	7.0	
3	6.4	6.0	6.4	7.4	7.4	7.6	7.0	6.2	5.2	6.2	6.0	5.6	6.0	6.2	5.8	
4	7.2	4.8	4.0	7.2	5.0	4.6	6.6	5.0	3.6	7.8	7.4	5.2	6.2	6.0	5.4	
합	계	28.6	24.6	23.4	26.6	24.6	24.6	27.4	25.2	21.4	26.0	23.6	20.8	26.4	25.6	23.0
평	균	7.15	6.15	5.85	6.65	6.15	6.15	6.85	6.30	5.35	6.50	5.90	5.20	6.60	6.40	5.75

(3) 사료의 효율
 사료의 효율은 체중증가량과 밀접한 관계가 있는데 체중증가가 큰 2~5주 동안의 사료의 효율은 표 10, 도 3에서 나타난 것과 같다.

(4) 단백질의 효율
 단백질의 효율은 표 11, 도 4에서 보는 바와 같이 암 숫쥐 모두 체중변화와 비슷한 경향을 보여주고 있다.

(5) 노분석
 (가) 노질소균형
 표 12에 나타난 바와 같다.

(나) 노중 calcium 함량
 표 12에서 보는 바와 같다.

(6) 변 분석
 (가) 변중 조섬유 함량(fecal cellulose)
 표 12에서 보는 바와 같다.

(7) 최중장기의 무게
 쥐를 희생시킨후의 장기의 무게는 표 13에 나타나 있다.

(8) Blood serum 분석
 표 14에서 보는 바와 같다.

3. 조리실험 및 관능시험

분식제품에 있어서 수용력조사 평균치를 표 15에 나타냈으며 이 평균치에 대한 Duncan's test는 표 16에

표 19. 등칸씨의 다중검정
 (Table 19. Duncan's new multiple range test)

치 리	Biscuit 3%	Muffin 3%	Biscuit 2%	Cream soup 2%, 3%	Muffin 2%	Jelly 3%	Doughnuts 3%	Biscuit 1%	Custard Pudding 3%	Green rice 3%	Drop cookie 3%	Jelly 2%	Drop cookie 2%	Molded cookie 2%, 3%	Doughnuts 2%	Custard Pudding 2%	Jelly 1%	Muffin 1%	Custard Pudding 1%	Molded cookie 1%	Doughnuts 1%	Green rice 2%	Cream soup 1%	Green rice 1%	Drop cookie 1%
평균	3.35	3.90	4.05	5.0	5.05	5.20	5.35	5.45	5.75	5.80	5.85	5.90	6.15	6.30	6.40	6.50	6.60	6.65	6.65	6.85	7.00	7.05	7.15	7.15	7.15

표 20. 각 제품의 수용력 조사
 (Table 20. Acceptability test for other cooking products)

반복	처리	감자국수	미음	죽	감자만두	감자전병	옥수수떡
1		3.8	7.3	6.5	2.3	6.7	8.0
2		4.6	5.7	6.1	3.0	4.9	7.2
	합계	8.4	13.0	12.6	5.3	11.6	15.2
	평균	4.2	6.5	6.3	2.65	5.80	7.60

표 21. 등칸씨의 다중검정
 (Table 21. Duncan's new multiple range test)

치 리	감자만두	감자국수	감자전병	죽	미음	옥수수떡
평균	3.65	4.20	5.80	6.3	6.5	7.60

표 22. 해조분 첨가수준에 따르는 수용력 조사
(Table 22. Acceptability test for supplemental levels of the powdered seaweed)

반부	처리			미음			죽			감자만두			감자전병			옥수수떡		
	수준 %			0	2	5	0	2	5	0	2	5	0	2	5	0	2	5
1	4.0	4.0	3.4	7.0	7.0	7.8	5.4	7.0	7.0	3.0	2.0	2.0	8.0	6.2	6.0	8.0	8.0	8.0
2	4.0	4.4	4.4	6.0	5.6	5.6	7.6	5.4	5.4	3.8	3.0	3.0	5.4	4.4	5.0	7.0	7.0	7.6
합계	9.0	8.4	7.8	13.0	12.6	13.4	13.0	12.4	12.4	6.8	5.0	5.0	13.4	10.6	11.0	15.0	15.0	15.6
평균	4.5	4.2	3.9	6.5	6.3	6.7	6.5	6.2	6.2	3.4	2.5	2.5	6.7	5.3	5.5	7.5	7.5	7.8

표 23. Duncan의 다중 검정
(Table 23. Duncan's new multiple range test)

처리	감자만두	감자만두	감자국수	감자국수	감자국수	감자전병	감자전병	죽	미음	미음	죽	미음	감자전병	옥수수떡	옥수수떡
	2%, 5%	0%	5%	2%	0%	2%	5%	2%, 5%	2%	0%	0%	5%	0%	0%, 2%	3%
평균	2.5	3.4	3.9	4.2	4.5	5.3	5.5	6.2	6.3	6.5	6.7	6.7	7.5	7.8	

표 24. 해조분중 중금속 함량
(Table 24. Heavy metal levels in the powdered seaweeds)

해조분	Cd	Pb	As	Hg
	mg%	mg%	ppm	ppm
A	0.2	0.5	15.0	0.01이하
B	0.1	0.4	9.8	0.01이하
C	0.06	0.1	5.0	—

A : 동해산(1974. 4. 상순)
B : 남해산(1974. 2. 하순)
C : 동해산(1974. 7. 하순)

표 25. 해조분가격과 타곡물가와의 비교
(Table 25. Cost comparison with other cereals)

품명	단가				
	해조분	쌀	밀가루	보리쌀	콩
원	원	원	원	원	원
kg 당	90	220	100	105	150

주: 위의 시세는 1974. 10. 14 현재 서울시중 소매 가격임.

표시한 바와 같다.

의조리 제품의 수용력조사 결과는 표 17, 표 18, 표 19와 같다.

기타 제품의 수용력 조사결과는 표 20, 표 21, 표 22, 표 23과 같다.

4. 위생시험

위의 방법에 의하여 실시한 중금속의 분석치는 표 24와 같다.

표 26. 성장도를 기준으로 한 경제성 분석
(Table 26. Economical analysis in criterion of growth)

식이군	식이내용	체중증가량		섭취사료비		섭취사료비	
		(g)	(g)	(원)	1원에 해당하는 체중	증가량	(g)
5	밀가루+해조분	190	1,414	134	1.42		
6	90% 10%	209	1,332	125	1.67		
7	85 15	197	1,424	133	1.48		
8	80 20	194	1,413	131	1.48		
9	75 25	97	1,134	104	0.93		

주: 1. 밀가루 kg 당 100원
2. 해조분 kg 당 90원
3. 사육기간 12주간
4. 섭취사료 비용 계산에 있어서 각 식이군에 공통적으로 동일량(5%) 들어 있는 casein 및 비타민류의 원가는 제외되었음.

5. 경제성분석

제조된 해조분의 타곡물가와의 비교는 표 25와 같으며 이것을 영양가(성장도)를 기준으로 해서 그 경제성을 검토한 것을 표 26에 표시하였다.

고 찰

1. 해조분의 제조

모자반과의 해조류는 동해지구에서는 주로 3월부터 7월까지 사이가 채집시기이며 남해지구에서는 주로 12월부터 4월 사이이다.

동해지구에는 그 대부분이 모자반이고 아주 소량의 지층이가 혼성하고 있으며 그 분포는 매우 넓어 강원도 속초일대로부터 시작하여 경상북도 울진, 영덕, 영일군 일대 그리고 울주군, 양산군, 동해군 일대로 분포되어 있다.

그 중에서도 영일군 지방의 서식량이 가장 많으며 따라서 이번의 원료채집은 영일군 구룡포읍과 지해면 근방에서 채집한 것이다. 이들 동해지구 여러 지역에서 식하고 있는 예상 서식량은 도합 수습만통정도로 추산된다.

남해지구에는 주로 잔가지 모자반이 많고 쌍발이 모자반이 혼성하고 있으며 이들은 부산지역일대 경상남도 창원, 남해군 일대, 전라남도 여천군, 고흥군, 완도군, 진도군, 무안군 일대에 분포되어 있으며 이들의 서식량도 매우 많다. 이번 시험에 사용된 해조는 전라남도 여천군과 고흥군 연안에서 채집한 것이다.

제주도 연안에도 많은 양이 추정되고 있다. 모자반은 옛날부터 현주머니 식용으로 애용되어 왔고 현재에도 먹고 있으며 남해산의 쌍발이 모자반(참물)도 마찬가지로 먹고있다.

2. 영양실험

가. 화학조성

(1) 일반성분

해조분 A(동해산)와 해조분 B(남해산)은 그 원조의 종류가 다르므로 그 성분이 다소 상이하지만 비교적 큰 차이가 없는 것 같다. 해조분 C(동해산)는 해조분 A와 같은 원조이지만 채취시기를 달리하여 성분의 계절적인 차이를 보기 위함이다. 일반성분에서는 계절적인 차이는 별로 없는 것 같다.

모자반의 일반성분함량에 대한 몇몇 보고수치^{20, 21, 22)}와 비교해 볼때 그 수치가 다소 상이한 것은 실험시기

의 차이, 채취장소의 차이, 또는 실험방법의 차이 등에 의한 것이다.

일반곡류식품에 비해서 단백질, 섬유질, 회분 및 식염의 함량이 높은 것이 특징이다.

(2) 무기질 및 비타민

해조분 A, B 간에도 별 차이가 없으나 비타민 A는 해조분 A에 현저히 많으며 계절적인 차이도 크다. 비타민 B₁은 해조분 B에서 다소 높은것 같다. 몇몇 무기질과 비타민에서 계절적인 차이를 볼 수 있다.

모자반의 무기질함량에 대한 몇몇 보고수치^{20, 21)}와 비교해 볼 때 그 수치가 다소의 차이가 있는 것은 역시 실험시기, 원조의 채취장소 및 실험방법의 상이에서 오는 것으로 생각된다.

일반 곡류식품에 비해서 Ca, Fe가 현저히 많으며 또한 해조이기 때문에 요오드가 풍부한 것이 특징이다. 비타민에 있어서도 일반곡류에는 비타민 A가 없는데 반하여 본 해조분에는 비타민 A가 비교적 풍부하며 비타민 B₁ 및 B₂의 함량도 일반곡류에 비교해서 매우 높다. 또한 본 해조분에 소량의 비타민 C가 있는 것도 일반곡류식품과 상이한 점이다.

(3) 아미노산

각 해조분의 아미노산의 조성을 검토하기 위하여 이들 해조분의 아미노산조성을 FAO 아미노산 표준구성²³⁾과 비교 검토하였다. 그 구성비를 보면 다음 표 27과 같다.

표 27. 아미노산 표준 구성과의 비교
(Table 27. Comparison of amino acids with FAO reference pattern)

(단백질 N 1g 당 아미노산 g)

아미노산	FAO표준구성	해조분A	해조분B	해조분C
Isoleucine	0.270	0.214*	0.204	0.134
Leucine	0.306	0.394	0.354	0.248
Lysine	0.270	0.242	0.249	0.171
Phenylalanine	0.180	0.252	0.216	0.165
Methionine	0.144	0.121	0.110*	0.063*
Threonin	0.180	0.212	0.193	0.149
Valine	0.270	0.280	0.252	0.183

* 가장 부족되는 아미노산

이 표에 의하여 고찰해 보면 해조분에는 methione, isoleucine, lysine, valine 등이 표준구성에 비해서 많이 부족되고 있다. 해조분 A(동해산 모자반, 1974, 4 상순채취)와 해조분 B(남해산 쌍발이 모자반, 1974,

2 하순채취)는 단백질의 질이 비슷하나 해조분 C(동해산 모자반, 1974, 7 하순 채취)는 다소 떠러진다 해조분 C에 있어서는 methionine을 비롯하여 일반적으로 모든 필수아미노산의 함량이 다른 해조분에 비해서 매우 감소되고 있다. 이것으로 미루어 볼때 해조분중의 아미노산 조성은 계절에 따라 매우 변화된다고 생각된다.

나. 동물사육실험

(1) 사료 섭취량

표 8에 나타난 바와 같이 암쥐에서는 해조분의 첨가율이 높아질수록 사료 섭취량이 감소하는 경향을 나타내었고 쌀을 급원으로 한군과 밀을 급원으로 한군간의 사료섭취량에는 별 차이를 보이지 않았다.

숫쥐에서는 해조분 첨가율에 따른 사료섭취량에 변화를 거의 보이지 않았다.

암, 숫쥐의 총식이섭취량을 볼 때 숫쥐가 암쥐보다 많았다.

(2) 체중

표 9, 도 1, 도 2에서 보는 바와 같이 12주간의 체중변화는 암쥐에서는 대체로 체중 증가율이 해조분 첨가율이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였으나 숫쥐에서는 10% 첨가군인 6군(밀+10%해조분) 11군(쌀+10%해조분)이 제일 높고 그 다음으로 15%, 20%, 5%, 30%순으로 낮아졌다.

해조분을 동일하게 5% 넣고 salt mixture의 첨가 유무를 달리한 3군(밀+곡류+5%해조분)과 4군(밀+곡류+5%해조분+4% salt mixture)에서는 암, 숫쥐 모두 salt mixture을 첨가한 4군이 체중 증가율이 높았으나 해조분을 15%넣고 salt mixture의 유무를 달리한 7군(밀+15%해조분)과 15군(밀+15%해조분+salt mixture), 12군(쌀+15%해조분)과 16군(쌀+15%해조분+salt mixture)에서는 암쥐에서는 7군과 15군이 거의 차이가 없었으나 숫쥐에서는 7군이 15군보다 조금 높았고 12군과 16군에서는 암쥐는 12군이 숫쥐는 16군이 더 높아 서로 반대현상을 보여 주었다.

또한 탄수화물 급원을 달리하고 해조분을 동일하게 5% 첨가한 3군(밀+곡류+해조분 5%), 5군(밀+해조분 5%), 10군(쌀+5%해조분)간을 비교해 보면 암쥐에서는 5군, 10군, 3군 순으로 컸고 숫쥐에서는 5군, 3군, 10군 순으로 커서 5군을 제외하고는 암, 숫쥐가 반대 현상을 보여 주었다.

Standard diet의 salt mixture을 해조분으로 대체한 2군은 1군에 비해 현저하게 체중증가가 저조했다.

(3) 사료의 효율

체중증가와 밀접한 관계가 있는 사료효율의 각군과의 유의성을 볼때 암, 숫쥐 모두 각 군간의 사료의 효율에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

암쥐에서는 15군(밀+15%해조분+salt mixture)과 16군(쌀+15%해조분+salt mixture)이 다소 유의적인 차이를 보였다($p < 0.1$). 그러므로 해조분 첨가율에 따른 사료효율의 변화가 있다고 할 수 없다.

(4) 단백질의 효율

단백질 효율의 유의성을 볼때 거의 각 군간의 차이를 보이지 않았다.

그러나 암, 숫쥐 모두 11군(쌀+10%해조분), 12군(쌀+15%해조분)이 standard 군인 1군과의 비교에서 $p < 0.1$ 의 유의수준을 보여주어 다소 높은 단백질의 효율을 나타내었다.

이상의 결과로서 사료섭취량과 체중의 변화의 관계를 보면 사료섭취 경향에는 각 군간의 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

다른 실험에서도²⁴⁾ 나타났듯이 숫쥐군이 암쥐군보다 많이 섭취하는 것으로 나타났다.

구대여 경향을 보면 해조분 첨가율이 증가될수록 사료섭취량에 감소를 보인듯하나 통계적인 유의성은 나타나지 않고 있으며 주요 곡식인 밀과 쌀을 비교할 때 도 큰 차이는 없다.

그러나 체중의 변화를 보면 표 9에 보여준 바와 같이 해조분의 첨가량이 적을수록 높은 경향이 다.

그리고 특기할만한 사실은 해조분 5%에 기타곡식으로 고구마, 옥수수, 보리를 밀에 혼합하고 무기질로서 salt mixture을 4% 첨가한 군이 안한 군보다 체중 증가율이 높은 것으로 미루어 보아서 5%의 해조분으로는 본 실험의 식이의 무기질 공급을 충분히 못해 주는 것으로 나타났으며 밀과 쌀을 주요곡식으로 하고 해조분 15%를 첨가해준 7군과 12군을 같은 조건에서 salt mixture만 더 부과해서 첨가해준 15군과 16군을 비교해 볼때 체중증가에 별 차이가 없는 것으로 나타났다.

위의 결과로 미루어서 본 실험식이의 해조분 15%첨가는 무기질의 역할을 다 담당하고 있음이 밝혀졌다. 그런데 전체적인 경향으로 보아서 주곡식이 쌀인 군이 밀인 군보다 같은 조건하에서 체중증가량이 많음을 보여 주었지만 사료의 효율로 비교해 보면 밀군과 쌀군의 큰 차이는 없다.

그러나 단백질의 효율면에서 보면 쌀이 밀보다 높은 것으로 보아서 쌀의 영양가가 밀의 영양가보다 생물학적 가치가 높음을 나타내 주었다.

(5) 뇨분석

(가) 뇨질소 균형

표 12에서 보던 암, 숫쥐 모두 9군(밀+30%해조분)이 체내 질소보유율이 제일 저조했으나 암쥐에서는 각 군간의 유의적인 차이를 보이지 않았고 숫쥐에서는 산발적인 유의성만을 조금 나타냈다. 그러므로 해조분 첨가율에 따라서 체내 질소보유량에 영향을 미친다고 할 수 없다.

(나) 뇨중 calcium 함량

표 12에서 보는 바와 같이 암쥐에서는 해조분 첨가율이 높아질수록 뇨도 배설되는 calcium의 함량이 많아지고 밀을 급원으로 한 군이 쌀을 급원으로 한 군보다 높은 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 전혀 볼 수 없었고 숫쥐에서는 간혹 유의성($p < 0.1$)을 보였다. 그러므로 체내 질소보유량과 마찬가지로 해조분 첨가에 의한 뇨 내의 calcium 함량에는 변화가 없다고 할 수 있다.

(6) 변 분석

(가) 변중 조섬유 함량(Fecal cellulose)

표 12에서 보던 암쥐에서는 밀을 급원으로 한 군이 쌀을 급원으로 한 군보다 다소 높은 유의적인 차이($p < 0.1$)를 보여주었고 쌀을 급원으로 하고 해조분의 첨가율을 달리한 10군, 11군, 12군, 13군, 14군에서는 10군(쌀+5%첨가군)과 다소의 유의성을 보여주었다.

숫쥐에서는 산발적인 유의성만을 보여 주었다. 그러므로 해조분 첨가율에 의한 변중 조섬유함량의 변화보다는 탄수화물급원에 기인된 것이 더 크다고 할 수 있다.

(7) 최종 장기의 무게

(가) Liver의 무게

암, 숫쥐 모두 해조분을 동일하게 첨가하고(5%, 15%) Salt Mixture의 첨가유무를 달리했을 경우 Liver 무게에 차이가 거의 없었다.

암쥐에서는 해조분의 첨가율은 같고 탄수화물 급원을 달리했을 때 해조분 5%, 10%, 15%, 20% 30% 첨가군이 전부 유의적인 차이를 보여 주어 밀을 급원으로 한 군의 Liver의 무게가 쌀을 급원으로 한 군보다 크다고 할 수 있다.

숫쥐에서는 암쥐에서와 같이 일관성있는 차이를 보이지 않았고 Standard 군인 1군과의 비교에서는 전군이 유의적인 차이를 보여 주었다. 또한 해조분 첨가율에 따른 Liver 무게의 변화도 거의 볼 수 없었다.

(나) Heart의 무게

암쥐에서는 해조분 첨가율이 높아질수록 Heart의 무게가 작아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 거의

없었고 숫쥐에서도 마찬가지로 현상을 보여 주었다.

(다) kidney의 무게

암, 숫쥐 모두 해조분의 첨가율이 높아질수록 kidney의 무게가 작아지는 현상을 보였으나 산발적인 유의성만을 나타냈고 동일한 해조분첨가율에 있어서는 쌀을 급원으로 한 군과 밀을 급원으로 한 군 사이에 거의 차이가 없었다.

(라) Adrenals

암, 숫쥐 모두 해조분 첨가율에 따른 adrenal의 무게의 변화는 거의 볼 수 없었고 암쥐에서는 3군(밀+곡류+5% 해조분)과 4군(밀+곡류+5% 해조분+salt mixture) 사이에 유의적인 차이를($p < 0.001$) 보여 주었으나 숫쥐에서는 나타나지 않았다.

(마) Sex organs

암쥐에서는 밀을 급원으로 하고 해조분의 첨가율을 달리한 군들 사이에서는 sex organ 무게의 산발적인 유의성을 보였으나 쌀을 급원으로 한 군에서는 나타나지 않았으며 숫쥐에서는 해조분의 첨가율에 의한 sex organ 무게의 변화가 거의 없었다.

(바) Spleen의 무게

암, 숫쥐 모두 밀을 급원으로 하고 해조부의 첨가율 달리한 5군, 6군, 7군, 8군, 9군들 사이에서는 spleen 무게의 유의적인 차이를 보여주었다.

(사) Femur length

암, 숫쥐 모두 standard 군인 1군보다 다른 군들이 femur length가 작았으나 암쥐에서는 9군만 유의성을 보였고 숫쥐에서는 쌀을 급원으로 하고 해조분의 첨가율을 달리한 10군, 11군, 12군, 13군, 14군과는 전부 유의성을 보였고 2군, 3군, 9군과도 유의성을 보여 주었다.

(8) 혈청분석

Serum 내의 total cholesterol 함량, calcium 함량은 암, 숫쥐 모두 각 군간의 유의적인 차이가 있다고 볼 수 없다. 그러므로 해조분 첨가에 의한 serum 내의 total cholesterol, calcium 량의 변화는 없다고 할 수 있다. 결론적으로 blood 성분에 해조분 첨가로 큰 변화가 없는 것으로 미루어 볼 때 해조분의 식이내 첨가는 가능한 것으로 볼 수 있다.

3. 조리시험 및 판능시험

가' 분석의 수용력 조사

즉 해조분을 밀가루에 1%에서 5%까지 5군으로 분류 첨가하여 만든 송편, 밀떡, 해조강, 수제비, 국수, 전병을 9명의 심사원에 의하여 색, 외관, 향기, 맛 및

texture에 대하여 평가하였다. 그 결과 각 제품간에 고도의 통계적인 유의차가 인정되어서($p < 0.01$) 다시 Duncan's test에 의하여 분석되었는데 해초강과 전병이 그외의 다른 제품에 비하여 식품으로서의 우수성이 입증되었으며 밀떡과 송편을 그 가치가 낮았고 수제미와 국수는 중간정도의 성적을 보여주고 있다.

해조분 첨가수준에 따르는 분식 제품간의 성적을 보면 해초강의 경우 1%에서 5%까지 첨가해도 그 질적인 면에서 차이가 없고 우수했으며 전병의 경우에도 3%까지 좋은 결과를 보여주고 있다. 그러나 그외의 제품에서는 4%, 5% 수준에서 현저히 분식으로서의 가치가 저하했으며 특히 송편이나 밀떡에 있어서는 1% 수준에서도 식품으로서의 가치가 낮아서 장려하기가 곤란하다 하겠다.

나. 외조리제품의 수용력조사

본 외조리 제품에서는 해조분을 1%에서 3%로 첨가하여 Drop cookie, Molded cookie, Doughnuts, Jelly, Custard pudding, Cream soup, Green rice, Muffin, Biscuit 등 9가지를 평가해 본 결과 각 제품간의 유의성을 차이가 없음을 볼 수 있었다.

첨가수준에 따르는 외조리 제품에서는 Biscuit와 Muffin을 제외하고는 모두 처리수준간의 차이가 없어 우수한 제품으로 이용될 수 있다 하겠다.

다. 기타제품의 수용력조사

본 조사에서는 밀가루 대신에 감자, 옥수수가루를 주재료로 하여 0%, 2%, 5% 수준까지 3군으로 분류하여 조리한후 수용력 조사를 하였던 바 각 제품간에는 각 처리간에 고도의 유의성이 인정됨을 나타내었다($p < 0.01$).

이들 제품간의 통계처리 결과 옥수수 떡, 미음, 죽, 감자전병이 감자만두나 감자국수에 비해 좋은 분식이라는 것을 알 수 있다. 0%에서 2%, 5%로 나누어 본 수용력 조사 결과 처리 수준간에 고도의 유의차가 나타났다.

Duncan's test 결과 옥수수떡이나 죽, 미음의 경우에는 5% 수준에서도 좋은 성적을 보여주고 있으며 만두나 감자국수에서는 0%수준에서도 그 가치가 낮으며 이는 해조분을 첨가하지 않아도 그 자체의 기호성이나 평가성적이 좋지 않은 것으로 보아서 만두나 국수제조시 원료나 조리과정등에도 어떤 문제점이 있지않나 고려된다.

4. 위생시험

가. 카드뮴(Cd)

일본의 기준⁸⁾에 의하면 음료수중 0.01 ppm, 배수(排水)중 0.1 ppm, 현미(玄米)중 0.4 ppm으로 되어 있으며 카드뮴의 허용량은 1일 1인당 0.3 mg로 되어있다. 이러한 기준에서 볼때 해조분 A는 매일 계속 먹는다면 약 150 g까지는 위험하지 않다고 본다. 남해산 해조분에는 그 함량이 더 적기 때문에 동해산의 배량까지 먹어도 좋다고 본다. 계절에 따라 다르며 해조분 C는 더욱 그 함량이 감소되고 있다.

나. 납(Pb)

일본의 기준⁸⁾에 의하면 일반인은 하루에 136~318 μ g의 납을 섭취하고 있다고 한다. 1일 1인이 5 mg의 납을 음식에서 매일 계속 먹으면 만성중독을 일으킨다고 한다. 캐나다의 기준에는 수산동물제품의 경우 10 ppm 이하로 규정되어 있다. 이들 기준으로 보아서 본 해조분중의 납의 문제는 문제되지 않는다고 생각된다.

다. 비소(As)

일본의 기준⁸⁾에 의하면 의약품으로서는 사용량이 1일 1~5 mg로 되어 있다. 우리나라 보사부령⁹⁾에 의하면 고체식품에는 1.5 ppm 이하, 액체식품에는 0.3 ppm 이하로 되어 있으나 단 그 식품(수산식품등)이 원래부터 함유하고 있는 비소의 양은 제외하기로 되어 있다. 캐나다의 기준은 수산동물제품의 경우 5 ppm 이하로 되어있다.

이러한 점에서 볼때 비소문제는 더 연구할 필요가 있다고 생각된다. 그러나 본 해조분을 첨가물로서 사용되는 양으로서는 큰 문제는 없을 것 같다.

라. 수은(Hg)

수은은 모든 식품에 소량씩은 들어 있으며 사람은 매일 평균 0.005 mg을 식품에서 섭취하고 있다. 식품중의 수은함량을 보면 야채, 과일중에 0.005~0.025 ppm, 소맥분중에 0.025~0.035 ppm, 빵속에 0.005 ppm, 고기(肉)중에 0.005~0.02 ppm, 계란속에 0.002 ppm, 젖(乳)속에 0.006~0.01 ppm, 생선(魚)속에 0.025~0.18 ppm라고 한다. 이러한 점에서 볼 때 본 해조분의 수은 문제는 문제가 되지 않는다⁸⁾.

5. 경제성분석

표 25에 표시한 바와 같이 다른 곡물에 비교해서 그 가격이 낮으며 앞으로 대량생산이 될 경우에는 그 가격은 더욱 싸게 공급이 가능할 것이며 반대로 쌀 보리 쌀 밀가루 등은 현재 그 가격이 상승될 요인이 많으므로 상대적으로 해조분 가격은 떨어지는 결과가 되기 때문에 더욱 경제성은 높다고 볼 수 있다.

표 26에서 보는 바와 같이 성장도를 기준으로 해서

불 때 밀가루에 혼합되는 해조분의 율이 높을때(20% 이하에서) 그 경제성도 높아짐을 알 수 있다.

결 론

본 연구는 지금까지 식용으로 사용하지 않은 해조류를 식용분말화하고 이 제품에 대한 영양조성분석, 동물실험을 통한 생물학적인 영양가 검토, 조리실험 및 관능시험을 통한 식품가치와 기호도 검토, 위생시험을 통한 위생적인 가치 및 그들의 경제성여부 등을 종합해서 식품으로서의 진가를 평가해서 주식(분식류)의 일부 대체품으로서의 가능여부를 시도한 것으로 다음과 같이 결론한다.

1. 화학조성

가. 동해산 모자반분말과 남해산 쌍발이 모자반의 일반성분에 있어서는 서로 큰 차이가 없으며 계절적인 차이도 별로 없다.

이들은 일반곡류식품에 비해서 단백질, 섬유질, 회분 및 식염의 함량이 높다.

나. 무기질 및 비타민의 함량에 있어서도 이 두 분말간에 큰 차이가 없으나 모자반에 비타민 A가 많으며 쌍발이 모자반에 비타민 B₁이 다소 많다.

몇몇 무기질과 비타민에서 계절적인 차이를 볼 수 있다.

이들 해조분은 일반곡류식품에 비해서 Ca, Fe이 현저히 많으며 요오드가 풍부한 것이 특징이다. 일반곡류에는 비타민 A가 없는데 반하여 본 해조분들은 비타민 A가 비교적 풍부하며 비타민 B₁ 및 B₂의 함량도 일반곡류에 비해서 매우 높다. 또한 본 해조분에 소량의 비타민 C가 있는 것도 일반곡류식품과 상이한 점이다.

다. 아미노산의 조성에 있어서는 본 해조분에는 methionine, isoleucine, lysine, valine이 표준구성에 비해서 부족되어 있으며 모자반과 쌍발이 모자반은 단백질이 비슷하며 비교적 그 질이 좋은것 같다. 계절에 따라 아미노산조성에 많은 차이가 생기고 있다.

2. 동물사육실험

가. 동물체중의 변화에 있어서는 암쥐, 수쥐간에 다소 차이는 있으나 해조분 10% 첨가율이 좋다고 할 수 있고 30% 첨가율은 저조하게 나타났다.

나. 해조분 5%에 기타 곡식으로 고구마, 옥수수, 보리를 밀에 혼합하고 무기질로서 salt mixture을 4% 첨가한군이 인한군보다 체중증가량이 높은 것으로 미루어 보아서 5%의 해조분만으로는 본 실험식의 무

기질 공급을 충분히 못해 주는 것으로 나타났으며 그러나 해조분 15%첨가는 이것으로만도 무기질의 역할을 다 담당하고 있다고 할 수 있다.

다. 해조분 첨가율을 달리한 최종장기 무게의 변화에서는 밀을 급원으로한 군의 간장(liver)이 크고 신장(kidney)이 해조분의 첨가에 따라 감소하는 현상을 보였다. 그러나 최종장기의 무게에 있어서는 특기할만한 변화는 볼 수 없었다.

라. 체내 질소보유율, 혈청콜레스테롤, 혈청칼슘, 뇨중 칼슘 등의 생화학적인 분석에서 해조분 첨가율에 따른 변화를 볼 수 없는 것으로 미루어 해조분의 첨가율이 높아지는 것이 생체내 대사에 영향을 미친다고 볼 수 없다. 그러므로 본해조분의 식용화하는 가능하다고 볼 수 있다.

마. 해조분을 곡류식이에 5%~15%의 첨가범위내에서는 사용가능하다고 본다.

3. 조리실험 및 관능시험

가. 전체적으로 보아 한조리제품에서 보다 외조리제품에서 우수한 제품으로 이용될 수 있음을 나타내었고 해조분첨가수준을 보아도 외조리제품에서 해조분 첨가율이 높아도 무방함을 나타내었다.

해초짱과 전병이 송편, 밀떡, 수제비, 국수에 비하여 우수성이 입증되었고 그중 밀떡과 송편은 그 첨가가치가 매우 낮았다. 첨가수준으로 보아 해초짱의 경우에는 5%에서도 질적으로 우수하였다.

다. 해초 첨가도가 높아갈수록 교질성이 높아져서 송편이나 밀떡은 2% 첨가제품에서 윤기가 많고 쫄깃쫄깃한 끈기가 있었다.

라. 외조리제품에서는 각 제품간의 유의성은 차이가 없음을 나타내었고 1%에서 3%에 첨가수준 모두 우수한 제품으로 나타내고 있다.

마. Drop cookie에서는 2~3%로 갈수록 일반 Cookie보다 더 바삭바삭(crisp)하였다.

바. 밀가루 대신 사용한 옥수수떡, 미음, 죽, 감자전병이 감자만두나 감자국수에 비하여 좋은 분식임을 나타내었고 5%수준에서도 옥수수떡, 죽, 미음은 좋은 성적을 보여주나 감자만두나 감자국수는 0% 수준에서도 그 가치가 낮았다.

사. 몇몇 조리제품에서는 해조분이 3%이상되면 해초냄새의 비린내가 있었다. 이것은 적절한 향신료를 사용하므로써 다소 누를 수 있을 것이다.

4. 위생시험

본 해조분중의 각 중금속의 함량은 해조분을 곡류제품의 일부첨가품으로 사용되는 양으로서는 위생적인

공제는 없다고 본다.

5. 경제성분석

본 제품은 다른 곡물에 비해서 가격이 낮으며 앞으로 대량생산될 경우 그 가격은 더욱 싸게 공급이 가능할 것이며 동물의 성장도를 기준으로 볼 때에도 타곡물에 비해서 그 경제성이 높다.

(끝으로 본 연구에 소요된 경비는 1974년도 과학기술처 연구개발 용역금으로서 충당되었음.)

참 고 문 헌

- 1) 이민재 : 한국산 한천원조에 관한 연구(제1보). 서울대학교 해양생물연구소보고, 1967.
- 2) 이민재 · 하영철 · 길중균 : 한국산 한천원조에 관한 연구(제2보). 서울대학교 해양생물연구소보고, 1967.
- 3) 이민재 · 하영철 · 김동호 : 한국산 한천원조에 관한 연구(제3보). 서울대학교 해양생물연구소보고, 1967.
- 4) 이민재 · 하영철 · 민경희 : 한국산 한천원조에 관한 연구(제4보). 서울대학교 해양생물연구소보고, 1967.
- 5) 이병찬 : 해조류의 개발현황과 그 중요성. 현대해양, 49:23, 1974.
- 6) 보건사회부 : 보사부령 제415호 "식품등의 규격및 기준(1973.6.29)
- 7) 유정렬 · 박용후 · 권혁희 : 식품영양분석, 국립보건원, 1968.
- 8) 일본약학회편 : 위생시험법주해, 1973.
- 9) Sedykh, L.N. et al.: *Determination of iodine leuel in premixes. Chem. Abstract, 80:58476c, 1974.*
- 10) Oser, B.L., P.B. Hawk and W.H. Summerson.: *Practical Physiological Chemistry, Mcgraw-*

Hill Book Co., N.Y., 1965.

- 11) *Ibid, p, 1264.*
- 12) A.O.A.C.: *Method of analysis of the A.O.A.C., 5th ed., p.357, 1940.*
- 13) Zak, B.: *Rapid estimation of free and total cholesterol, Am. J. Clin. Patho., 24:1307, 1954.*
- 4) Clerk, E.P. and J.B. Collip.: *A study of the Tisdall method for the determination of blood serum with a suggested modification. J. Biol. Chem., 63:3461, 1925.*
- 15) 정영진 : 근대통계학의 이론과 실제. 서울 1969.
- 16) Dawson, E.H. and B.L. Harris.: *Sensory methods for measuring differences in food quality. U.S. Dept. Agr. Information Bull. 34, 1951.*
- 17) Larmond, E.: *Methods for sensory evaluation of food. Canad. Dept. Agr., 1967.*
- 18) Plank, R.P.: *A rational method for grading food quality. Food Technol., 2:241, 1948.*
- 19) 주진순 등 : 국민식생활향상을 위한 곡류제품의 경제적영양강화에 관한 연구. 한국영양학회지, 6:1, 1973.
- 20) 高橋武雄等 : 本邦産褐藻類化學的組成(第2報). 日農化, 20:522, 1943.
- 21) 이인규 · 심상철 등 : 한국산 식용해조류의 성분예 관한 연구(제1보). 한국농화학회지, 14:213, 1971.
- 22) 김준명 : 비식용해조에서 단백질의개발연구(제1보). 한국식품과학회지, 6:17, 1974.
- 23) FAO 한국협회 : 한국인영양권장량, 1967.
- 24) 김숙희 · 정진은 : 알코올과 쌀곰팡이의 toxicity가 간의 지방축적에 미치는 영향. 한국영양학회지, 6:4, 1973.