

白米大麥 및 粟 飼料가 實驗用 白鼠에 미치는 營養學的 및 生物化學的 研究

慶熙大學校 藥學大學

許 鈴

·Abstract·

Biochemical and Nutritional Effects of Rice, Barley, and Millet on Rats

Kum Haw

College of Pharmacy, Kyung Hee University

Dividing into six(6) experimental groups; Stock Diet(SD) Group, Rice Diet(RD) Group, Rice Diet supplemented with Barley(RD-BD) Group, Barley Diet(BD) Group, Rice Diet supplemented with Millet(RD-MD) Group, and Millet Diet(MD) Group, biochemical and nutritional effects of rice, barley, and millet on rats are studied. The grains used in this experiment are polished ones and purchased from market. Six(6) weaning male albino rats are housed into the individual cages in each group and fed with each experimental diet and water *ad libitum* for 21 weeks. The composition of the experimental diets are shown in Table 1.

At the end of experiment, the appearances of rats are observed and the bloods are sampled by heart puncture method following ether anesthesia for determinations of serum protein and serum cholesterol. And the livers are sampled immediately right after heart after heart puncture for determinations of liver weight, liver nitrogen, liver fat, and liver glycogen. And also liver tissues are observed histologically.

The result of growth experiment is shown in Table 2 and Figure 7. The results of blood analysis are shown in Table 3 and the results of liver analysis are shown in Table 4. And the histological observations of liver tissue are shown in Figures 1, 2, 3, 4, 5, and 6.

According to the above results, it could be summarized as follows;

1) The normal appearances are observed at SD Group and BD Group. Alopecia is observed at RD, RD-BD, RD-MD, and MD groups and the wet appearances of hair are observed at RD-MD and MD groups. The color of hair is changed to yellowish white at RD, RD-MD groups. The maximum growth inhibition is observed at MD group and the growths of RD, RD-BD, BD, and RD-MD groups are significantly lower than that of SD group. The growth of RD group is lower than those of RD-BD and BD groups, though this difference is not significant.

2) At the blood analysis, the highest serum protein content is shown at SD group and the lowest serum protein is observed at MD group. The serum cholesterol contents are not significantly different among the six(6) experimental groups.

3) The highest liver weight is observed at SD group and the lowest weight is shown at MD group. However, oppositely the highest liver weight per 100 grams of body weight at MD group and the lowest

liver weight per 100 grams of body weight at SD group are observed as shown in Table 6.

4) The differences of liver nitrogen contents of RD, RD-BD, BD, RD-MD, and MD Groups are not significant except SD group showing the highest content.

5) The significant highest content of liver fat is observed at RD group and the lowest content of liver fat is shown at SD group. And no significant differences in contents of liver glycogen are observed among the six(6) experimental groups.

6) No significant abnormal histological changes of liver tissue are observed at SD, RD-BD, and BD groups.

However, the fat metamorphosis at peripheral zone of liver tissue is observed at RD Group and the some histological abnormal changes are observed at RD-MD and MD groups.

According to the above summaries, the followings might be estimated and recommended;

1) The BD group shows histological normality of liver tissue, improvement of liver fat and liver nitrogen, normality of appearance, and better growth compared with RD Group. This could be indicated that barley is nutritionally and biochemically better than rice as the feeding diet on rat. And it might be considered that there might be the species speciality for nutritionary evaluation of food.

2) Recently, Marshall indicated that the high consumption of carbohydrate causes fatty liver and Kondo reported that the higher consumption of rice causes the more heart disease and the shorter life span. Considering these reports, the higher consumption of rice as a main dish in our country should be considered as an important national nutritional problem. And this might be improved by supplementing with barley or other grains to rice.

緒 論

各種穀類는自古로부터 우리들의 主食으로 되어있으며 오늘날에 있어서도 穀類의 攝取量은 우리들의 總食品攝取量의 過半을 차지하고 있다. 1,2) 穀類의 化學的營養價分析은 이미 報告³⁾ 되어 있으나 各種穀類에 對한 生物學的 營養價檢討와 生物化學的 研究는 比較的 적이다.

著者等⁴⁾은 白米飼料와 標準飼料로 飼育한 白鼠의 肝臟成分과 體成分을 研究하여 體脂肪量, 肝臟脂肪量 및 肝臟 glycogen 量은 白米飼料群이 標準飼料群 보다 높았고 體總窒素量과 肝臟總窒素量은 標準飼料群보다도 낮았으며 이것은 아마 白米蛋白質의 아미노酸 不均衡에 依한 것일것이라고 報告하였으며, 劉貞烈 等⁵⁾은 白米飼料의 아미노酸의 不均衡을 補強코져 白米飼料에 豆粉, 조개粉, 魚粉, 번데기蛋白質粉等을 混合한 飼料로서 飼育한 白鼠의 成長이 白米飼料로만 飼育한 것 보다 훨씬 좋았으며 nitrogen retention 도 向上되고 肝臟脂肪量도 좋았 報告하고 있다.

에 對한 營養學的 研究로서는 Chitre 等⁶⁾은 粟의 營養價實驗에서 lysine, phenylalanine, methionine, valine 및 tryptophan 이 缺如되어 있 으며 이들 아미노酸을 粟에 添加하였을 때에는 實 質의 成長度가 높아졌다고 報告하고 있다. 또한 de 等⁷⁾은 돼지에 對한 수수의 飼料價値의 實驗에서 는 옥수수와 거의 같은 營養價를 가지고 있다고 報 고 있다. Maeda 等⁸⁾은 수수의 蛋白質의 營養學的 研

究에서 수수蛋白質은 白鼠의 成長에 必要한 蛋白質로서 充分치 못하며 이에 cystine, tryptophan 및 diamino acid 을 添加해도 그 營養價는 向上되지 않았으나 oxyaminobutylic acid 를 添加하였을 때는 白鼠의 成長이 正常化 되었다고 報告하였다. Kawada 等⁹⁾은 人體 消化 및 吸收實驗에서 白米와 押小麥, 押麥 및 小麥粉의 比를 各 各 1:1로 混合 攝取하였을 때 押麥은 押小麥보다 優秀하고 小麥粉은 押小麥보다 優秀하며 80% 搗精小麥粉은 90% 搗精小麥粉보다 그 消化吸收率이 좋다고 報告 하고 있다. Waston 等¹⁰⁾은 돼지飼料로서의 모밀, 大麥 等に 對한 消化吸收 實驗에서 이들 穀類들은 動物의 種類에 따라 其 消化 吸收率에 큰 差가 없다는 것과 또한 動物의 年齡에 따라서도 別差가 없다는 것을 報告하고 있다. Bukin 等¹¹⁾은 實驗動物로서 쥐를 使用하여 몇가지 穀類의 蛋白質의 品質에 對하여 實驗한 結果 小麥, 모 밀 및 燕麥이 植物性 蛋白質中에서 가장 質이 좋았으며 裸麥이 中間程度이고 粟과 옥수수가 가장 나쁜質을 가 지고 있다고 報告하고 있다. Sure¹²⁾는 모밀蛋白質의 營 養價實驗에서 植物界에서 모밀蛋白質의 生物價가 가장 높으며 또한 이 蛋白質은 다른 穀類에 對하여 매우 훌륭한 添加效果를 가지고 있다고 發表하고 있다. 또한 Chitre 等¹³⁾에 依하면 各種 穀類 및 豆類를 飼料로 하여 成長期의 白鼠에 對한 飼育實驗을 한 結果 小麥 및 白米飼料의 경우에는 몇가지 他飼料의 경우보다 肝臟 glycogen 의 量이 낮고 casein 飼料에서 가장 낮았다고 하며, 또한 各種 豆類는 모두가 一律의으로 casein 에 比

하여 glycogen 의량은 증가되었다고 하며 肝脂質의 양에 있어서는 單只 小麥만이 casein 에 比하여 減少되었으며 其他 飼料은 그 양을 增加시켰고 各種豆類에 있어서도 種類에 따라 肝脂質 量의 增減이 있었다고 報告하고 있다. Pecora 等¹⁴⁾은 白米에 lysine 과 threonine 을 添加함으로써 白米의 營養價가 向上되었다고 報告하였으며 Harper 等¹⁵⁾은 白米에 各種 動物性蛋白質을 添加한 結果 實驗動物의 成長이 良好하여 졌으며 肝脂質의 量도 正常化 되었다고 報告하였다. 然이나 우리나라의 食生活에 適應되는 營養學的 및 生物化學的 研究는 別로 없고 나아가서 白米를 主食으로하는 우리나라의 食生活에 依한 營養學的 缺陷에 對한 研究와 이를 補強하기 위한 雜穀混食에 對한 研究도 別로없으며 단지 上記한 著者等⁴⁾ 및 劉等⁵⁾의 報告가 있을 뿐이다.

今般 著者는 上記한 바와같은 白米食에 對한 實驗的 研究의 繼續으로서 實驗動物로서 白鼠를 使用하여 白米 飼料에 우리들이 흔히 使用하고 있는 大麥과 粟을 添加하였을 때의 營養學的 및 生物化學的 所見과 肝臟組織의 剖見을 白米, 大麥, 粟等을 單獨으로 實驗動物을 飼育하여 얻은 結果와 比較하였기에 이에 報告하는 바이다.

實驗方法

本實驗에 있어 實驗動物로서는 離乳期의 雄白鼠로 하고 實驗群을 6 個群으로 나누고 第 1 群은 標準飼料(SD)로 飼育하는群, 第 Ⅱ 群은 白米飼料(RD)로 飼育하는 群,

第 Ⅲ 群은 白米飼料에 大麥(보리쌀)을 45% 混合한 飼料(RD-BD)로 飼育하는 群, 第 Ⅳ 群은 大麥飼料(BD)로 飼育하는 群, 第 Ⅴ 群은 白米飼料에 粟(좁쌀)을 45% 混合한 飼料(RD-MD)로 飼育하는 群, 第 Ⅵ 群은 粟飼料(MD)로 飼育하는 群으로 하였다. 上記 各試驗群에 國立保健研究院에서 分讓받은 體重 50g 內外의 離乳期에 있는 雄白鼠를 litter 가 高르게 되도록 6 마리씩 各各 個別籠에 넣고 每日 充分한 물과 飼料을 給與하고 每週 一回式 體重을 달고 21 週間 飼育하며 實驗日 저녁부터 飼料을 주지 않고 굶긴 후 實驗當日 實驗動物을 ether 로 麻醉시킨 다음 heart puncture 法으로 血液을 取하고 serum protein 과 serum cholesterol 을 定量하고 또한 採血後 即時 肝臟을 摘出하여 곧 그 重量을 달고 그 一部는 곧 glycogen 定量에 또 一部는 組織學的 檢討를 위하여 Zenker solution 에 固定하고 나머지 一部는 105°C 에서 乾燥한다음 粉末로 하여 liver nitrogen 및 Liver fat 를 定量하였다.

serum protein 과 liver nitrogen 및 Liver fat 는 各各 常法에 依한 micro-Kjeldahl 法 및 micro-Soxhlet 法에 依하여 測定하였으며 serum cholesterol 의 定量은 Zlatkis 法¹⁶⁾에 依하였다. glycogen 의 定量은 caroll 의 Anthron 法¹⁷⁾에 依하고 肝臟組織의 顯微鏡的 檢討는 常法인 Hematoxylin-Eosine 染色法으로 實施하였다. 本實驗에서 使用한 飼料의 組成은 第 1 表와 같다. 實驗飼料에 使用한 白米, 大麥 및 粟은 搗精된 것으로 市中에서 入手한 것이다.

Table 1 :

Composition of Diets

Diet**	Group*					
	I SD*****	II RD	III RD-BD	IV BD	V RD-MD	VI MD
Components						
Rice powder	—	90	45	—	45	—
Barley powder	—	—	45	90	—	—
Millet powder	—	—	—	—	45	90
Salts mixture Ⅳ***	—	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Vitamin mixture*****	—	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Choline chloride	—	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Cotton seed oil	—	5.0	5.0	0.5	5.0	5.0
Sugar	—	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Total	—	100	100	100	100	100

* 6 male rats in each group

** SD means Stock Diet, RD means Rice Diet, RD-BD means Barley supplemented Rice Diet, BD means Barley Diet, RD-MD means Millet supplemented Rice Diet, and MD means Millet Diet.

*** Salts mixture Ⅳ¹⁸⁾ (grams)

CaCO ₃	600.0	NaCl	335.0	ZnCl ₂	0.5
K ₂ HPO ₄	645.0	FeC ₆ H ₅ O ₇ ·3H ₂ O	5.0	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.6
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	150.0	KI	1.6		
MgSO ₄ ·7H ₂ O	204.0	MnSO ₄	10.0		

*** Vitamin mixture:¹⁰⁾ (mg)

B ₁ HCl	8.0	Ca-Pantothenate	40.0	B ₁₂	0.04
B ₂	6.0	Inositol	200.0	PABA	100.0
B ₆ HCl	6.0	Biotin	0.2	Sucrose	3600.0
Niacinamide	50.0	Folic acid	4.0		

In addition, the following amount of fat soluble vitamins were orally administered per rat per week, with help of cottonseed oil.

Vitamin A	1600 I.U.	Vitamin D	140 I.U.
Vitamin E	9.6 mg	Vitamin K	1.2 mg

***** Composition of Stock Diet:⁴⁾ (%)

Wheat	30.0	Milk powder, skim	12.5	Sodium chloride	1.0
Maize	20.0	Casein, crude	3.3	Ferric citrate	0.0011
Rolled oat	18.0	Liver, dried	2.0	Cupric Sulfate	0.004
Milk powder, whole	12.0	Calcium carbonate	0.5		

Table 2: Weekly Weight Gain

Diets	Group	I	II	III	IV	V	VI
		SD	RD	RD-BD	BD	RD-MD	MD
Week 0		54.5	52.5	53.5	53.5	54.0	52.0
1		73.5	56.5	62.0	64.5	63.5	58.5
2		105.5	66.0	74.0	79.5	72.0	61.0
3		133.0	73.0	82.0	88.5	76.5	63.0
4		149.0	82.0	85.5	101.5	84.0	65.5
5		166.5	91.0	98.0	115.0	87.0	66.0
6		177.0	104.0	107.0	127.5	100.5	71.0
7		188.5	116.0	114.5	144.0	106.0	74.5
8		204.0	127.0	126.0	154.5	116.0	75.5
9		230.0	137.0	139.5	165.5	126.0	79.0
10		237.5	141.5	151.5	172.0	131.0	80.0
11		247.5	142.5	156.5	173.0	137.0	82.5
12		263.5	154.0	163.5	186.5	144.0	88.0
13		267.0	162.0	167.0	169.0	147.0	90.0
14		270.0	167.5	174.0	198.5	152.5	92.0
15		274.0	174.0	178.5	202.0	160.0	92.0
16		278.0	177.0	182.5	207.0	166.0	95.0
17		281.0	188.5	187.5	211.5	172.5	97.0
18		283.0	198.5	201.5	223.0	183.0	105.0
19		285.5	201.5	209.0	224.0	188.5	107.0
20		286.5	204.0	215.0	226.0	193.3	113.0
21		289.0	205.0	222.0	233.5	202.0	115.0
Average weight gain, grams per week		11.2±2.04※	7.3±0.82	8.0±0.73	8.6±1.06	7.0±0.58	3.0±0.46
※S± EM: Mean Value±Standard error of mean.							

實驗成績

上記 實驗方法에 依하여 얻은 實驗成績은 다음과 같다.

1. 成長實驗

實驗動物의 成長度와 外觀을 볼때 各實驗群에 있어 外觀은 第I群(SD)에 있어서는 正常이었으며 第II群(RD)에 있어서는 實驗飼育始作後 第6週 乃至 第8週에 肝

門周圍에 脫毛症이 生겼으며 6 마리中 2 마리가 毛髮의 色調가 淡黃色으로 되었다. 第Ⅲ群(RD-BD)에서는 第 8 週에 上半身部位에 6 마리中 1 마리가 脫毛가 되었으며 第Ⅳ群(BD)은 正常이 었다. 또한 第Ⅴ群(RD-MD)에서는 第 5 週에 6 마리中 3 마리가 上半身に 脫毛가 되었고 第 10 週에는 6 마리中 5 마리가 全身에 脫毛가 되었고 毛髮에 濕氣가 있었으며 色調가 淡黃色으로 되었다. 第Ⅵ群(MD)에 있어서는 6 마리中 1 마리가 第 4 週에는 上半身に 脫毛가 있었고 第 8 週에는 全身 脫毛가 되었

으며 毛髮에 濕氣가 있었고 6 마리 모두 毛髮의 色調가 淡黃色으로 되었다. 各實驗群에 있어서 實驗動物의 體重增加를 表示하면 第 2 表와 같다.

2. 生物化學的 實驗

各實驗群에 對하여 實施한 serum protein, serum cholesterol, liver weight, liver nitrogen, liver fat 및 Liver Glycogen 에 對한 實驗結果는 다음 第 3 表 및 第 4 表와 같다.

Table 3 : The experimental results of serum analysis

Group	Diets	Serum Protein(%)	Serum Cholesterol(mg %)
I	SD	8.2±0.10※	253±12.40
II	RD	7.7±0.42	264±14.80
III	RD-BD	8.0±0.36	280± 6.95
IV	BD	7.9±0.07	196±10.31
V	RD-MD	7.7±0.43	272± 5.44
VI	MD	6.6±0.06	260± 8.64

※The results are expressed as mean value±standard error of mean

Table 4 : The experimental results of liver analysis

Group	Diets	Liver Weight (gm)	Nitrogen(%) Dry base	Fat(%) Dry base	Glycogen(%) Wet base
I	SD	8.62±1.07※	12.17±1.05	11.51±1.04	0.42±0.04
II	RD	7.00±0.07	8.95±0.40	20.39±2.38	1.03±0.05
III	RD-BD	7.35±0.62	9.81±0.10	14.48±0.55	1.06±0.10
IV	BD	7.11±0.47	9.23±0.85	12.91±0.88	0.52±0.20
V	RD-MD	6.86±0.56	9.63±0.04	14.61±0.72	2.11±0.74
VI	MD	5.05±0.35	8.33±0.33	14.03±0.67	2.35±0.49

※The results expressed as mean value±standard error of mean

3. 組織學的 實驗

各群의 實驗用白鼠로부터 摘出한 肝臟의 一部로 組織學的인 剖見을 한 結果 다음 第 1, 2, 3, 4, 5, 6 圖와 같다.

剖見에 依하면 第Ⅰ群(SD)에 있어서는 中心靜脈 및 類洞에는 多少의 血液이 充盈되어 있고 肝臟細胞索의 排列은 正常的이며 肝臟細胞質은 豊富하고 Eosine 에 依하여 淡紅色으로 染色된 微細顆粒狀이며 核은 Hematoxylin 에 依하여 濃染되어 暗靑紫色을 띠며 比較的 작고 圓型이다. 肝臟細胞索 사이사이에 Kupfer 氏 細胞가 散在되어 있고 이는 보다 더 濃染된 길쭉 한 核을 所有하고 있으며 細胞質은 거의 볼수없다. 各小葉間區分은 分明하지 않으며, Glisson 氏 鞘에서는 小葉間靜脈 數個의 膽管 小動脈 및 數個의 圓形細胞等을 볼 수 있다. 第Ⅱ群(RD)에 있어서는 中心靜脈 및 類洞에서 多少의 血液充

盈像을 볼 수도 있으나 곳에 따라 다르며 肝臟細胞索의 排列이 肝臟小葉 peripheral zone 에서 不規則하며 이곳에 fatty metamorphosis 로 認定되는 空胞形成을 볼 수 있었다. 細胞質은 大體의으로 Coarse 하며 또한 核과 細胞質의 크기의 比率이 작아진듯이 보여진다. 核은 Hematoxylin 에 依하여 濃染되어 있으나 보다 약간 膨大된 것 같으며 그 內容이 좀 Vesicular 하게 보인다. Kupfer 氏 細胞가 散在되어 있으며 多少 肥大된 것으로 보인다. 小葉間에 位置한 Glisson 氏 鞘은 2~3 個의 血管 및 膽管과 少數圓形細胞의 浸潤을 보나 結締組織等은 보지 못하였다. 第Ⅲ群(RD-BD)에서는 中心靜脈 및 類洞에는 多少의 血液이 充盈되어 있고 肝臟細胞索의 排列은 比較的 正常的이 었다. 肝臟細胞質은 豊富하며 微細顆粒狀이나 第Ⅰ群(SD)에서 보다는 若干顆粒狀이 더한 것 같다. 核은 Hematoxylin 에 濃染되어 暗靑紫色을 띠며 작고 圓形이며 大體로 細胞質의 中間에 位置하고 있

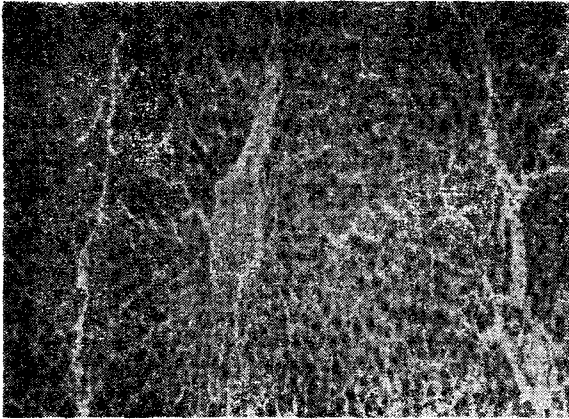


Fig. 1 : Liver, SD Group
Olympus, 10×10, H&E Staining

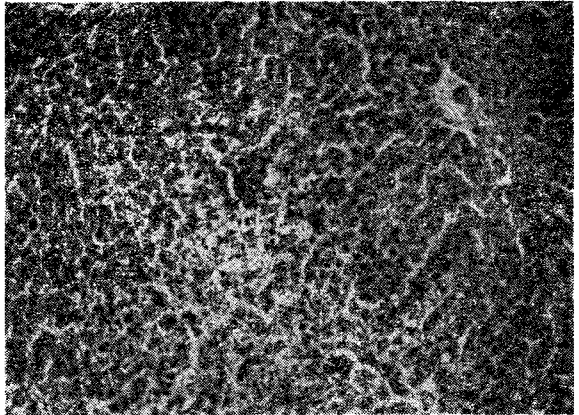


Fig. 2 : Liver, RD Group
Olympus 10×10, H&E Staining

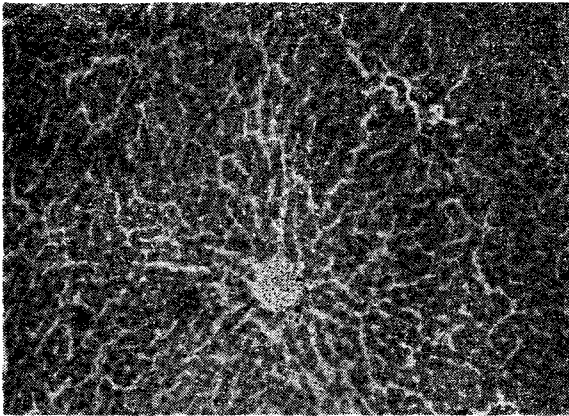


Fig. 3 : Liver, RD-BD Group
Olympus, 10×10, H.&E Staining

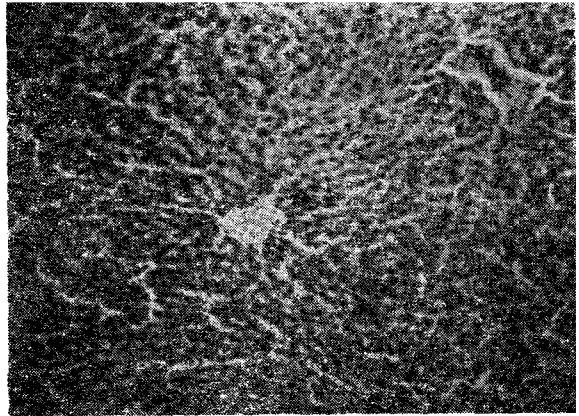


Fig. 4 : Liver, BD Group
Olympus, 10×10, H&E Staining

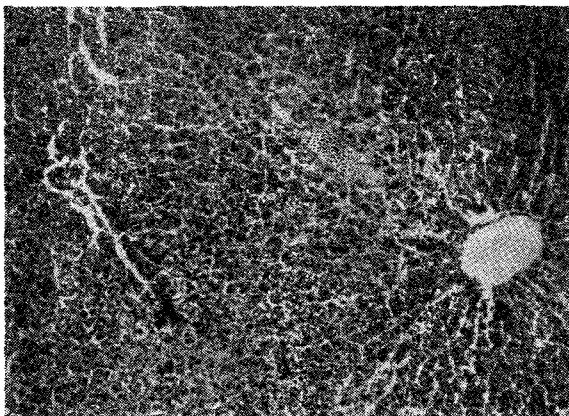


Fig. 5 : Liver, RD-MD Group
Olympus, 10×10, H&E Staining

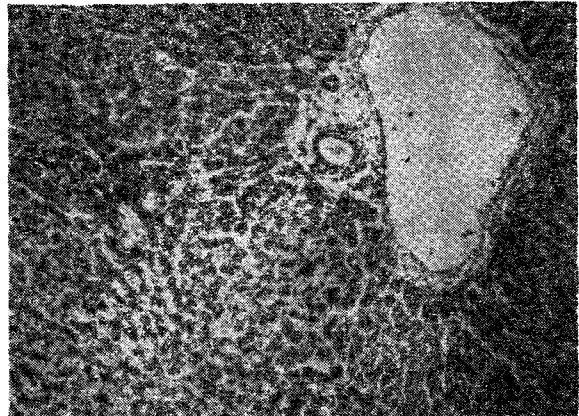


Fig. 6 : Liver, MD Group
Olympus, 10×10, H&E Staining

고 Kupfer 氏 星芒細胞가 類洞邊緣에 散在되어 있다. Glisson 氏 鞘에는 數個의 大小血管과 膽管을 包含하고 있으며 數個의 圓形細胞의 浸潤을 볼 수 있다. 또한 動物에 따라서는 靜脈系血管 特히 中心靜脈 및 小葉間靜脈의 擴張이 認定된다. 第Ⅳ群(BD)에 있어서는 中心靜脈 및 類洞內의 血液充盈은 매우 輕微하며 肝臟細胞索의 排列은 보다 더 整然한 印象이고 肝臟細胞索의 幅이 보다 좀 狹少하여지고 反面 類洞이 多少 넓어진듯이 보인다. 細胞質은 顆粒狀이나 多少 Coarse 하고 核은 比較的 작고 圓形이며 Hematoxylin 에 依하여 濃染되어 있으나 Vesicular 核이 多分히 混在되어 있다. 肝臟細胞索사이에 Kupfer 氏 細胞가 散在되어 있으며 Glisson 氏 鞘에는 數個의 血管 및 膽管을 包含하고 있고 圓形細胞의 浸潤을 볼 수 있으며 特히 小圓形細胞의 浸潤이 增加되어 있다. 第Ⅴ群(RD-MD)에 있어서는 中心靜脈 및 類洞에서 多少의 血液充盈을 보기도 하나 곳에 따라 血液充盈이 없기도 하다. 肝臟細胞索의 排列은 中心靜脈周圍에서만 多少 規則的인 層 肝臟小葉의 中間層以後는 不規則하다. 細胞質은 比較的 豊富하나 顆粒이 大端히 Coarse 하며 P-eripheral zone 의 肝臟小葉은 細胞膜이 多少 두껍고 뚜렷한 反面 細胞質은 極히 작거나 空虛한 狀態로 보인다. 그러나 이들 變化는 fatty metamorphosis 나 其他의 變性과는 다른 것으로 보인다. 核은 Hematoxylin 에 濃染된 暗靑紫色으로서 작고 圓形을 띠며 比較的 正常的인 것 같다. Glisson 氏 鞘에서 2~3 個의 血管 및 膽管이 보이며 少數 圓形細胞를 認定할 수 있다. 第Ⅵ群(MD)에 있어서는 中心靜脈과 類洞은 多少의 血液을 含有하고 있는 곳도 있으나 空虛한 部位도 있다. 肝臟細胞索은 中心層에서는 規則的이나 peripheral zone 에서 多少 不規則하다. 細胞質은 比較的 豊富하나 顆粒이 매우 Coarse 하며 곳에 따라 溷濁腫脹像을 呈하기도 하고 peripheral zone 에서는 肝臟細胞膜이 두꺼우면서 內容이 稀薄하다. 核은 Hematoxylin 에 濃染되어 暗靑紫色을 띠거나 大體的으로 多少 커진 것으로 認定된다. Kupfer 氏 星芒細胞는 類洞邊緣에 따라 散在되어 있으며 Glisson 氏 鞘은 數個의 血管 및 膽管을 包含하고 있고 이곳 門

脈部位 結締組織의 浮腫像이 認定되며 少數 圓形細胞의 浸潤을 볼 수 있다.

考 察

以上 實驗成績을 考察하면 標準飼料로 實驗한 第Ⅰ群(SD) 및 白米飼料로 實驗한 第Ⅱ群(RD)의 成長 및 生化學的 所見은 著者等의 前報⁴⁾의 結果와 大略 一致하며 白米飼料에 依하여 成長의 抑制과 Liver Fat 의 增加와 liver nitrogen 의 減少를 나타냈다. 本 實驗에 있어서는 成長曲線을 圖示하면 第 7 圖와 같으며 가장 成長抑制가 甚한 群은 粟飼料로 飼育한 第Ⅵ群(MD)이며 가장 成長이 잘 된 群은 標準飼料로 飼育한 第Ⅰ群(SD)이다. 大麥飼料로서 飼育한 第Ⅳ群(BD) 白米飼料에 大麥을 添加한 飼料로서 飼育한 第Ⅲ群(RD-BD), 白米飼料로서 飼育한 第Ⅱ群(RD) 및 白米飼料에 粟를 添加한 飼料로서 飼育한 第Ⅴ群(RD-MD)은 第Ⅰ群(SD) 보다 有義意하게 成長이 抑制되 있고 第Ⅵ群(MD) 보다는 有意義하게 促進되어 있으며 第Ⅳ, Ⅲ, Ⅱ 및 Ⅴ群의 各群사이에는 成長에 對하여 有意義한 相違는 없으나 第Ⅱ群(RD)의 成長이 第Ⅲ群(RD-BD)과 第Ⅳ群(BD) 보다 그 成長이 不良한 것은 興味있는 事實이라고 할 수 있다. 이러한 成長에 對한 差異는 各實驗飼料를 構成하고 있는 穀類인 白米, 大麥 및 粟의 蛋白質의 Biological Value 에 基因하며 이것은 各蛋白質의 質的問題로서 amino 酸의 Availability 와 Imbalance 등에 依한 것으로 생각된다.

各群 飼料의 蛋白質 含量과 Protein Score 를 比較하면 第 5 表와 같으며 大麥과 粟은 白米에 比하여 蛋白質의 量은 많으며 飼料로서 白米에 大麥이나 粟을 混用할 때는 蛋白質의 量은 白米自體보다 많아지는 것은 事實이다. 粟의 境遇에는 蛋白質의 量은 많으나 動物成長이 不良한 것은 粟의 蛋白質의 Biological Value 가 낮은데 基因하거나 實驗動物의 嗜好도가 적거나 하는 등의 原因이 아닌가 생각된다. 白米, 大麥 및 粟蛋白質의 amino 酸分析結果²⁰⁾에 依하여 質的問題를 檢討하면 白米에는 tryptophan 과 methionine 이 不足되어 있고 大麥에는

Table 5 : Protein Scores of Experimental Diets

Group	Diets	Protein(%)	Protein Score
I	SD	20.4	78
II	RD	5.9	64
III	RD-BD	7.2	61
IV	BD	8.5	63
V	RD-MD	8.2	67
VI	MD	10.5	63

tryptophan 과 valine 이粟에는 isoleucine 과 valine 이 가장 不足되어 있으며 이러한 穀類를 混用할 때에는 amino 酸의 Imbalance 가 正되어 蛋白質이 質的으로 補強된다고 생각된다. Chitre 等⁶⁾의 粟의 蛋白質의 營養價實驗結果와 약간 差異가 있는것 같으나 이것은 產地 品種等의 差異에 基因된 것으로 생각된다. 또한 Pecora 等¹⁴⁾은 白米에서 實驗動物에 가장 不足되고 있는 amino 酸은 lysine 과 threonine 이라 報告하고 있는데 이와 같은 結果로 볼때 蛋白質의 質的問題는 化學的組成만으로 評價함이 困難하다고 생각된다. 成長實驗의 結果로 各群 實驗動物의 外觀은 第I群(SD)과 第IV群(BD)만이 正常의이 있으며 其他群에 있어서는 毛髮의 外觀의 不良 特히 第V群(RD-MD)과 第VI群(MD)에 있어 脫毛, 濕毛 等 現象이 甚하고 색깔도 淡茶色으로 變하여 粟가 白鼠의 飼料로서 가장 低質인 것으로 推測되며 이는 成長實驗 結果와 一致된다.

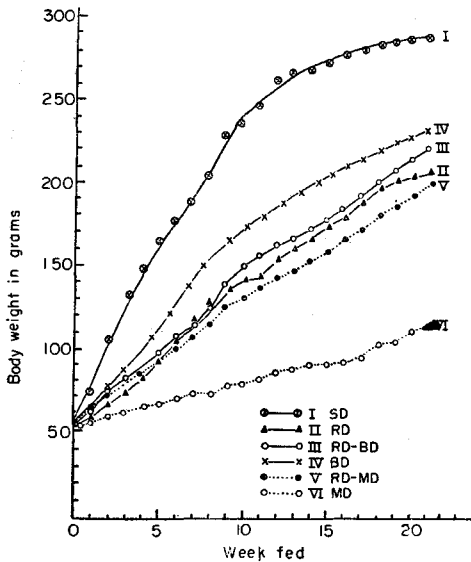


Fig. 7 : Growth Curve

Serum protein 이 가장 높은 群은 第I群(SD)이며 가장 낮은 群은 第VI群(MD)로 이 差異는 統計學的으로 有意하다. 第II群(RD), 第III群(RD-BD), 第IV群(BD), 및 第V群(RD-MD)의 Serum Protein 은 약간의 差異가 있으나 有意하지는 못하며 Serum Cholesterol 의 量은 實驗各群에 있어 有意한 差異는 없다.

肝臟成分의 變化이 있어 肝臟重量은 第I群(SD)이 8.6 2g 로서 가장 무겁고 다음이 第III群(RD-BD)이 7.36g, 第IV群(BD)이 7.11g, 第II群(RD)이 7.00g, 第V群(RD-MD)이 6.86g 이며 가장 적은 것이 第VI群(MD)으로서

5.05g 이다. 肝臟重量을 各實驗動物로 實驗動物體重 100g 에 對한 肝臟의 重量으로 檢討하면 第6表와 같으며 單位體重에 對하여 肝臟의 重量이 가장 많은 群이 第VI群

Table 6 : Liver grams per 100 grams of body weight

Group	Diets	Liver grams per 100 grams of body weight
I	SD	2.98
II	RD	3.41
III	RD-BD	3.33
IV	BD	3.04
V	RD-MD	3.39
VI	MD	4.39

(MD)로서 肝臟肥大症을 이루고 있는것 같으며 가장 적은 群이 第I群(SD)이고 其他群은 若干의 差異는 있으나 有意하지는 않다. liver nitrogen 도 역시 가장 많은 群이 第I群(SD)이고, 가장 적은 群이 第VI群(MD)이며 다음으로 적은 群이 第II群(RD)이며 其他 群에서는 別로 差異를 認定할 수 없다. liver glycogen 에 對하여는 各實驗群에 있어 別로 差異는 認定할 수 없으나 第VI群(MD)이 가장 높은 含量을 보이고 있다. Liver Fat 는 第II群(RD)이 20.39%로서 가장 높고 第I群(SD)은 11.51%로서 가장 낮으며 其他群에 있어서는 14% 정도로서 差別異가 없다. 白米食의 過剩攝取가 短命에 關係가 있다는 Kondo²²⁾의 報告와 같이 肝臟脂肪의 過剩蓄積은 脂肝症의 誘發과 關係되는 問題가 아닌가 生覺된다. 實驗動物의 健康에 對한 指數로서 體重 100g 에 對한 liver fat 의 mg 數를 比較檢討하면 第7表와 같다.

Table 7 : Liver fat, mgs. per 100 grams of body weight

Group	Diets	Liver fat mgs per 100 grams of body weight
I	SD	343
II	RD	697
III	RD-BD	481
IV	BD	455
V	RD-MD	495
VI	MD	617

第7表에 依하면 單位體重에 對하여 가장 높은 liver fat 를 含有하고 있는 것은 第II群(RD)이며 다음이 第VI群(MD)으로서 他實驗群에 比하여 有意하게 높으며

가장 낮은 집단이 第Ⅰ群(SD)이다. 其他群에 있어서는 有意義한 差異를 認定할 수 없다. 이것은 許等²²⁾이 白米飼料로서 飼育한 白鼠群의 肝臟組織의 酸素消耗量(QO₂)이 標準飼料로서 飼育한 白鼠群의 그것에 比較하여 有意義하게 低다는 報告와 比較하여 興味있는 結果라고 思慮된다.

肝臟組織의 剖見을 檢討하면 第Ⅰ群(SD)을 基準으로 할 때 第Ⅱ群(RD)에서는 peripheral zone 肝臟細胞의 Fatty Metamorphosis가 招來되고 全般的으로 細胞質이 Coarse 하면서 第Ⅰ群(SD)과 比較하여 細胞質의 크기가 작은것으로 認定되며 또 第Ⅱ群(RD)에서 Kupffer 氏 星 芒細胞의 肥大가 認定되는 點은 上記 肝臟細胞의 代謝 障礙에 對한 生理的 反應인 것으로 推定된다. 第Ⅲ群(RD-BD)에서는 第Ⅰ群(I)에 比較하여 細胞質의 顆粒狀이 더해진 것으로 認定되는 外에 特記할만 한 變化는 보기 힘들고 따라서 第Ⅱ群(RD)에서 보는 바와같은 代謝 障礙는 不수없다. 第Ⅳ群(BD)에 있어서는 肝臟細胞質의 크기 또는 量이 正常보다 적은것이 거의 確實함으로서 第Ⅱ群(RD)에서와 마찬가지로 肝臟 細胞에 多少의 發育 障礙를 招來한 것으로 生覺되나 第Ⅱ群(RD)에서 보다는 病變이 훨씬 가벼운 것으로 認定되며 第Ⅴ群(RD-MD)과 Ⅵ群(MD)에 있어서는 共히 비슷한 變化를 呈하고 있으며 即 細胞質이 매우 Coarse 하며 細胞膜이 두껍게 보이는 等의 變化가 있다. 또한 第Ⅴ群(RD-MD)에서는 出血部位를 볼 수 있었고 第Ⅵ群(MD)에서는 濁濁腫脹을 볼 수 있다. 以上 肝臟組織의 組織學的 考察도 大概 生物化學的 考察과 一致하는 바로서 第Ⅱ群(RD)이 白米飼料에 依하여 肝臟에 脂肪蓄積이 惹起되는 것으로 認定되며 白米에 粟을 混合한 飼料로서 飼育한 第Ⅴ群(RD-MD)과 粟飼料로서 飼育한 第Ⅵ群(MD)에 있어 肝臟重量이 적은 反面 單位體重에 對한 肝臟重量이 많음과 아울러 肝臟組織에 있어 Peripheral Zone의 細胞質의 空虛한 狀態와 肝臟細胞의 內容이 稀薄함은 粟飼料의 蛋白質의 低質에 基因한 것으로 生覺한다.

또한 本實驗에 있어 大麥을 混用하거나 또는 大麥을 主飼料로 한 第Ⅲ群(RD-BD)과 第Ⅳ群(BD)에 있어 肝臟의 組織學的 剖見이 白米飼料의 第Ⅱ群(RD)보다 健全함은 實驗動物로서 白鼠의 營養에 大麥이 生物學的 利用도가 白米보다 適當하다는 特殊性에 依한 것으로 生覺한다.

結 論

우리나라에서 主食으로 使用하고 있는 白米와 가장 普遍的으로 使用하고 있는 雜穀으로서 大麥과 粟을 擇하여 實驗動物로서 離乳期의 雄白鼠를 써서 單獨으로 또는 混合하여 21週間 飼育하고 外觀, 成長度, serum

protein, serum cholesterol, liver weight, liver nitrogen, liver fat, liver glycogen, 및 肝臟의 組織學的 剖見을 調查하여 다음과 같이 結論한다.

1. 實驗動物의 外觀과 成長에 依하면 第Ⅰ群(SD)이 가장 優秀하였으며 白米飼料群인 第Ⅱ群(RD)은 粟飼料群인 第Ⅵ群(MD) 보다는 有意義하게 良好하였으나 大麥飼料群인 第Ⅲ群(RD-BD)과 第Ⅳ群(BD) 보다는 良好하지는 못하였으며 그 差異는 有意義하지 못하였다.

또한 外觀상으로 觀察하였을때 第Ⅱ群(RD), 第Ⅴ群(RD-MD) 및 第Ⅵ群(MD)에 脫毛, 毛髮의 色調變化와 濕潤等의 現象이 나타나 白米飼料 및 粟飼料는 白鼠에 對한 飼料로서의 缺陷이 있는것 같았다.

2. serum protein의 含量은 第Ⅰ群(SD)에서 가장 높고 第Ⅵ群(MD)이 제일 낮으며 白米飼料에 大麥이나 粟을 添加함으로써 大麥이나 粟 또는 白米를 單獨으로 飼料로 使用할때 보다 약간 向上되어 있는것 같았으며 serum cholesterol 含量은 各群사이에 別로 有意義한 差異는 없었다.

3. 肝臟重量은 가장 무거운 집단이 第Ⅰ群(SD)이고 가장 적은 집단이 第Ⅵ群(MD)이나 單位體重에 對한 肝臟重量은 이와 相反되는 結果이며 大麥을 單獨으로 飼料로 使用할 때나 白米에 大麥이나 粟을 混合한 飼料를 使用할때나 別로 有意義한 差異는 認定할 수 없다.

4. liver nitrogen의 含量에 있어서는 가장 높은 집단이 第Ⅰ群(SD)이며 가장 낮은 집단이 第Ⅵ群(MD)으로서 白米에 大麥 또는 粟을 混用한 境遇에는 各各 單獨으로 使用하였을 때 보다 向上된 것 같다.

5. liver fat의 含量에 있어서는 第Ⅱ群(RD)이 가장 높고 第Ⅰ群(SD)이 가장 낮으며 白米에 大麥 또는 粟을 混用할 때 liver fat의 蓄積은 白米를 單獨으로 使用할 때 보다 防止할 수 있는것 같다.

6. 肝臟의 組織學的 剖見도 第Ⅱ群(RD)에서 肝脂變性을 peripheral zone에서 觀察할 수 있었으며 第Ⅴ群(RD-MD)와 第Ⅵ群(MD)에 있어 相當한 變化를 觀察할 수 있었다.

以上과 같은 結論에 依하여 다음과 같이 推論한다.

1. 動物의 飼料는 그 動物 自體의 特異性에 依하여 飼料의 生物學的 利用도가 決定되며 이는 그 動物의 必須 amino 酸의 所要種類와 所要量에 基因된다고 할 수 있다. 本實驗에 使用한 實驗動物로서 白鼠에 있어서는 飼料로서 白米의 優秀성을 認定할 수 없고 大麥이 白米나 粟보다 그 生物學的 利用도가 높은 飼料라고 할 수 있으며 白米飼料를 使用한 것보다 大麥을 混用함이 良好하다고 할 수 있다.

2. 最近 含水炭素의 過剩攝取가 國民營養上 問題가 되어 있으며 即 Marshall等²³⁾의 蔗糖을 主로 한 高含水炭

素飼料에依하는動物實驗에서肝臟脂肪의蓄積을報告함과 Kondo 等²¹⁾의白米를 주로攝取하고 있는部落에서壽命이 짧고心臟疾患의發生率이 높다는報告等과 아울러考慮할 때本實驗의結論과比較하여興味있는結果로서國民營養에關한實地調査없이論하기는困難하나우리나라에서白米를主食으로함으로써白米의過剩攝取로因한含水炭素過剩負荷가招來되어體脂肪 및肝臟脂肪의蓄積等の現象이 나타나지 않나憂慮되는바이며食生活改善으로雜穀混用の獎勵等도營養學上으로意義가 있다고思慮하는바이다.

※本研究에 있어實驗에여協力하주신 德成女子大學 劉貞烈教授에게 深謝한다.

References

- 1) 劉貞烈·許 鈞: 國立化學研究所 報告 10.65(1962)
- 2) 劉貞烈·蔡禮錫: 國立化學研究所 報告 10.82(1962)
- 3) 蔡禮錫·劉貞烈: 國立化學研究所 報告 10.56(1962)
- 4) 許 鈞·徐錫助: 國立化學研究所 報告 10.17(1962)
- 5) 劉貞烈等: 國立化學研究所 報告 7.26(1958)
- 6) R.G. Chitre and S.G. Pathy: *J. Sci. Ind. Research (India)*, 150,95(1956)
- 7) R. Brande, K.G. Mitchell, and K.L. Robinson: *J. Agr. Sci.*, 40,84(1950)
- 8) Siro Maeda, Tuento Hiags, and Hitosi Matuoka: *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 14'1248(1938)
- 9) Shoji Kawada, Tomomichi Tezuka, Hayakawa, and Yuriko Takai: *Ann. Rep't. Nat'l.(Inct)*. 14(1951~52)
- 10) *Nutrition Japan* C.J. Watson, J.W. Kennedy, W.M. Daridson, C.H. Robinson, and G.W. Muir: *Sci. Agr.*, 26,552(1946)
- 11) V.N. Bukin and N.A. Vodolazskaya: *Biokhimiya*, 15,44(1950)
- 12) Barnett Sure: *J. Agr. Food Chem.*, 3,793(1955)
- 13) R.G. Chitre, and S.M. Vallury: *Indian J. Med. Research*, 44,555,565(1956)
- 14) Pecora *et al*: *J. Nutrition*, 44,187(1955)
- 15) Deshpande, Harper, Quiros-Perez, and Elvehjem: *J. Nutrition*, 57 415(1955)
- 16) Albert Zlatkis, B. Zak, and A.J. Biole: *J. Lab. Clin. Med.*, 41,486(1953)
- 17) Carroll: *J.B.C.*, 220,583(1956)
- 18) Hegst, *et al*: *J.B.C.*, 138,459(1941)
- 19) Elvehjem, *et al*: *J. Nutrition*, 57,1(1955)
- 20) 蔡禮錫, 劉貞烈等: 國立化學研究所 報告 9,76(1961)
- 21) Kondo: *The XIVth, Japan Medical Congress, Part I*, 340(1961)
- 22) 龍在益, 許鈞: 淑大論文集 6,273(1966)
- 23) Marshall, *et al*: *J. Nutrition* 69,371(1956)