

쌀蛋白質에 관한 研究

(濾紙電氣泳動法에 의한 쌀蛋白質의 劃分)

李春寧 · 邊時明 · 李鴻元 · 金洙榮

서울大學校 農科大學 農化學科

(1968, 8. 25 受理)

A Study on the Rice Protein

(Fractionation of the Protein of Korean Rice by Paper Electrophoresis)

Chun Yung Lee, Si Myung Byun, Hong Won Lee and Soo Young Kim.

College of Agriculture, Seoul National University

SUMMARY

In order to fractionate the rice protein employing paper electrophoresis, 9 subjects of Korean rice and one Indica type, Pin Galw 50 were examined, the results were as follows.

1. Polished rice protein was separated into albumin, globulin, prolamine, and oryzenin. The amount of these fractions was determined by Kjeldahl method showing respectively 0.26%, 0.65%, 0.41%, and 5.01% in average. Albumin was extracted with deionized water, globulin with 10% NaCl, prolamine with 70% ethanol, and oryzenin with 0.05N-NaOH.

2. Albumin was extracted with deionized water and dialyzed by a cellophan tube. The supernatant was submitted to paper electrophoresis using phosphate buffer (pH 7.6, μ 0.18). Albumin was identified as monocomponent in all of 10 varieties under study.

Globulin was extracted and dialyzed to remove the albumin. The precipitates were resolved in 10% saline solution and examined by paper electrophoresis. The globulin consists of two components in phosphate buffer (pH 7.6, μ 0.18) Any subject, regardless the origin, appears to contain globulin I and globulin II.

Prolamine was extracted with 70% ethanol, dialyzed against deionized water, resolved with ethanol, and analyzed by Paper electrophoresis. It was proved

as one component in the 70% alcoholic buffer (pH 9.0, μ = 0.0095).

On the contrary, paper electrophoresis with oryzenin demonstrated two or three components in Sorensen's buffer (pH 13.0, μ 0.11). Yookoo 132, Dungpan 5, Kwansan, and Jaekun contain oryzenin I, oryzenin II, and oryzenin III. On the other hand, Paldal, Jinheung, Sukwang, Eunbangzu, Damakum, and Pin Galw 56 contain only oryzenin II, and oryzenin III.

On the basis of these analyses a discussion of the differences between the protein fractions of 10 varieties was presented.

3. Globulin I varied from 0.22% to 0.46% (aver. 0.35%) in the amount, globulin II from 0.21 to 0.44% (aver. 0.32%), oryzenin I from 0.17% to 0.44% (aver. 0.3%), oryzenin II from 1.59% to 2.88% (aver. 2.23%), and oryzenin III from 2.02% to 3.57% (aver. 2.66%).

I 緒 論

쌀중에는 일찍부터 albumin, globulin, prolamine, glutelin 등의 蛋白質이 存在한다고 알려져 왔으며 Rosenheim and Kajiuira^(2,3)는 쌀중에서 alkali 可溶性인 一種의 glutelin을 "Oryzenin"이라고 命名하고 이 oryzenin이 蛋白質의 大部分을 차지하고 있음을 밝혔다. 또한 Osborne⁽⁴⁻⁷⁾ 등은 Polished rice를 0.2% NaOH로 抽出하여 dil. CH₃COOH로 蛋白質을 沈澱시켜 glutelin을 分離定量하였다. 그 等電點이 6.45⁽⁴⁾이라고 했으며 이 glutelin은 小麥

glutelin 과 달리 一種이상으로 分離되지 않았다고⁽⁵⁾ 報告하였다. 이와 同時에 Rosenheim and Kajjura⁽¹¹⁾는 쌀중에서 albumin 과 globulin 을 定量하여 그 存在를 認定하였으며 이와반대로 Tillmans and Alt^(8, 9)등은 polished rice 에서 albumin 의 存在를 認定하지 못하고 globulin 이 含有되어 있음을 報告하고 이 globulin 은 凝固點이 74°C 및 90°C 의 二種의 混合物로 存在한다고 結論하였다. 그러나 다른 研究者^(9, 10, 11)들은 日本米와 Hungarian polished rice 에서 albumin 의 存在를 認定하였다. 近藤, 伊藤^(12, 13, 14)등은 이와는 달리 二種의 globulin 을 分離하여 그 一種을 結晶化하였으며 또 별도로 硫酸 1/3飽和에 沈澱하는 것을 globulin A, 硫酸半飽和에 沈澱하는 globulin 을 globulin B 라하고 白米 globulin 은 이 두 globulin 이 混合되어 있다고 推定하였다.⁽¹²⁾ 또한 쌀蛋白質은 alcohol soluble 인 prolamine 을 아주 少量으로 含有하고 있는 것이 特徵으로 Hoffman^(15, 16, 17)등은 白米에서 prolamine 을 얻어 이를 小麥의 prolamine 과 比較하였다. 그러나 이러한 古典의인 蛋白質分離는 주로 그 溶解度에 의하여 行해왔으며 이와는 달리 Kondo⁽⁶⁾등은 Kolthoff buffer 를 사용하여 電氣泳動을 行함으로서 멍쌀과 찰쌀에서 各各 약간씩 易動도가 다른 glutelin 을 monocomponent 로 分離하였고 Padmoyo and Högel⁽¹⁹⁾은 4 가지 品種에 대해 alcohol soluble protein 을 濾紙電氣泳動으로 分析하여 그 origin 에 관계없이 모두 1 component 로 存在함을 報告하였다. 이외에도 여러 研究者^(20, 21)들이 쌀蛋白質에 대한 研究結果를 單편적으로 보고 하고 있다.

著자들은 이러한 쌀蛋白質에 대하여 濾紙電氣泳動을 適用하여 쌀에 存在하는 各蛋白質을 劃分하고 이를 定量함으로써 韓國栽培品種몇가지에 있어서의 差異와 그蛋白質의 性質을 살펴보기 위해서 本實驗을 行하였다.

II 實驗方法

1. 試料

1965年 서울大學校 農科大學 實習畓에서 生産된 벼중 早生種, 中生種, 晚生種의 成熟期別로 二代表的인 品種을 각각 三品種씩 合 9種을 얻고 이와 比較되는 品種으로 熱帶地方에서 栽培되고 있는 Indica type 一種을 Thailand 의 曼谷에서 入手하여 10品種을 試料로 사용하였다. 그品種을 보면 TABLE 1 과 같다.

이 試料를 風乾하여 回轉式 搗精機로 搗精하여 白米(polish rice)로 만들고 이白米를 Wiley mill

TABLE 1. Name of Rice Varieties.

No.	品 種 名	Name	成熟期	Type
1	陸羽 132 號	Yookoo 132	早 生	Japonica
2	藤 坂 5 號	Dungpan5	"	"
3	關 山	Kwansan	"	"
4	八 達	Paldal	中 生	"
5	再 建	Jaekun	"	"
6	振 興	Jinheung	"	"
7	瑞 光	Sukwang	晚 生	"
8	銀 坊 主	Eunbangzu	"	"
9	多 摩 錦	Damakum	"	"
10	Pin Galw56	Pin Galw56	"	Indica

로 60mesh 로 細粉하여 試料를 調製하였다. 이 試料의 成分을 보면 TABLE 2 와 같다.

TABLE 2

No.	品 種 名	水分%	灰分%	蛋白質%
1	陸 羽 132	14.00	0.296	7.14
2	藤 坂 5 號	13.43	0.296	7.09
3	關 山	14.01	0.291	9.01
4	八 達	13.57	0.302	5.71
5	再 建	13.60	0.264	5.94
6	振 興	14.10	0.244	6.16
7	瑞 光	13.89	0.236	5.89
8	銀 坊 主	13.85	0.348	6.78
9	多 摩 錦	14.66	0.328	6.11
10	Pin Galw56	13.55	0.450	7.45
Mean		13.82	0.301	6.73
Max.		14.10	0.450	9.01
Min		13.55	0.236	5.71

2. 分析方法

A. 各 protein fraction 의 定量

a. albumin

細粉試料 5g 을 精秤하여 여기에 증유수 50ml 를 加하고 1 시간 振盪, 3,000r.p.m.으로 10 分간 원심 분리시켜 여과한 후 殘渣에 다시 증유수 50ml 적을 加하여 재차 抽出하는 操作을 三回反復하여 albumin 을 抽出하였다. 抽出한 濾液全量에 대해 Microkjeldahl 法으로 窒素定량을 行하고 이에 6.25를 곱하여 albumin 量으로 하였다.

b. globulin.

細粉試料 5g 에 10%NaCl 50ml 을 加하고 Water bath 에서 60~70°C 로 1hr. 抽出한 후 albumin에서 와 같은 操作으로 三回 反復抽出하여 抽出液의 窒素定량을 行하였다.

c. prolamine

globulin 에서와 똑같은 操作으로 抽出하되 10% NaCl 代身 70% ethanol 을 사용하였다.

d. oryzenin

0.05N-NaOH 를 使用하여 albumin 에서와 똑같은 操作으로 抽出하여 窒素定량을 行하였다.

B. 各 protein fraction 의 濾紙電氣泳動

a. albumin 의 抽出⁽²²⁾

60mesh 細粉한 試料 5g 에 deionized water 50ml 를 加하여 1~2 時間 振盪抽出하고 3,000r.p.m. 으로 15 分간 濾침분리한 후 殘渣에 다시 deionized water 를 加하여 抽出하는 操作을 3~4 回 반복하여 濾液을 전부 합친다. 이 液을 Cellophan tube 에 넣어 封하고 流水에서 24 hrs. 透析하고 다시 증유수에 대해 1 日 透析시켰다. 生成된 沈澱을 遠心分離로 제거하고 濾液을 硫酸으로 完全飽和시켜 蛋白質을 沈澱시킨 후 이 沈澱物을 다시 물에 용해시켜 증유수에 대해 1 日 透析시켰다. 生成된 殘餘의 salt soluble protein 을 完全히 제거하고 이 濾液을 paper electrophoresis 로 分析시켰다.

b. globulin 의 抽出⁽²²⁾

polished rice 中에 globulin 이 少量으로 存在하므로 細粉試料 5g 을 10%NaCl 로 抽出하고 濾液을 半透膜으로 透析하는 操作을 albumin 에서와 같이 行하여 生成된 沈澱을 少量의 10%NaCl 로 다시 녹여 paper electrophoresis 를 行하였다.

c. prolamine 의 抽出⁽²²⁾

globulin 과 마찬가지로 polished rice 中에 少量存在하는 prolamine 을 70% ethanol 로 抽出하고 이를 albumin 과 같은 操作으로 증유수에 대해 透析시켜 생긴 沈澱物을 少量의 70% ethanol 에 再溶解시켜 paper electrophoresis 를 行하였다.

d. Oryzenin 의 抽出⁽²²⁾

細粉試料 5g 에 0.05N-NaOH 50ml 를 加하여 albumin 에서와 같이 抽出한 液을 透析操作을 行하지 않고 그대로 paper electrophoresis 를 行하였다.

C. 各 protein fraction 의 paper electrophoresis

泳動裝置: Horizontal type⁽²³⁾

Buffer solution

albumin: phosphate buffer⁽²⁴⁾ (pH 7.6, μ 0.18)

globulin: phosphate buffer⁽⁴⁾ (pH 7.6, μ 0.18)

prolamine: alcoholic buffer⁽²⁶⁾ (pH 9.0, μ 0.0095)

oryzenin: Sørensen's buffer⁽²⁶⁾ (pH 13.0, μ 0.11)

濾紙: Whatmann No 1 濾紙

上記方法으로 抽出한 蛋白質溶液을 albumin, globulin, prolamine 은 約 10~15mgN/ml 의 濃度로 하여 300 λ 程度, oryzenin 은 約 5~8mgN/ml 의 濃度로 하여 500~800 λ 程度를 濾紙片(7 \times 20cm)의 Cathode 附近 4~5cm 되는 곳에 band spotting 하고 室溫에서 voltage gradient 5volt/cm 로 20시간 展開시킨 후 꺼내어 105°C 에서 15 分간 건조시키고 Amidoblack 10B 液으로 30 分間 染色시켜 methanol: acetic acid(9:1v/v)로 脫色시켰다. Amidoblack 10B 液으로 染色시킨 濾紙吸光濃度計(Spinco Model R.B. Analytrol)의 1 \times 30mm slit 를 使用하여 濃度 曲線으로 表示하고 이 面積을 積分計算하여 各成分의 含量比를 求하였다.

Amidoblack 10B solution

① Amidoblack 10B	1.0g
② methanol	100ml
③ acetic acid	20ml
④ distilled water	80ml

III 結果 및 考察

1. 名 protein fraction 의 定量結果

實驗 2-A 에서 albumin 은 증유수로, globulin 은 10% NaCl 로, prolamine 은 70% ethanol 로, oryzenin 은 0.05N-NaOH 로 各各 抽出하여 窒素定량을 함으로서 얻은 各 protein fraction 이 結果는 다음 TABLE 3 과 같다.

差=粗蛋白質-(albumin+globulin+ prolamine+ oryzenin)

이 結果에서 보면 粗蛋白質의 全量은 中央化學研究所^(27,28) 등의 分析結果와 거의 비슷하다. 品種間에 있어서 差異를 보면 早生種에 屬하는 品種들이 그 含量이 제일 높고 晩生種, 中生種의 차례로 낮아진다. 또한 Indica type 은 비록 分析結果가 一品種에 대한 것이긴 하지만 단백질을 더 많이 함유하고 있다. 各 protein fraction 의 含量을 보면 albumin 에 있어서 平均 0.26%로 Lóza⁽¹¹⁾ 씨가 發表한 0.08~0.26%, 0.11~0.20%, 2.26~0.28%, 등의 結果와 비슷하다. globulin 은 平均 0.65%로 Lóza 씨의 結果인 0.63~0.70%, 0.60~0.70%, 0.58~1.22%와 비교해서 약간 낮은 경향이 나 Jones and Gersdorff⁽⁹⁾의 0.07~0.09% 結果와는 상당한 差異를 보여주고 있다. Prolamine 은 前者의 結果는 0.41~1.22%, 0.44~0.72%, 0.44~0.5%이나 後者は 0.12%이며 本實驗에서는 0.41%와 結果를 얻었으며 이중 Indica type 인 Pin Glaw 56 은 0.54%로 약간 높은 수치를 보여주고 있다. 이에비해

TABLE 3. 各 protein fraction 이 定量結果

	粗蛋白質	Albumin	Globulin	Prolamine	Oryzenin	差
1	7.14	0.27	0.43	0.40	5.30	0.74
2	7.09	0.28	0.53	0.42	5.19	0.67
3	9.01	0.25	0.49	0.51	6.90	0.86
4	5.71	0.22	0.65	0.36	4.52	0.16
5	5.94	0.27	0.61	0.33	4.46	0.27
6	6.16	0.24	0.61	0.36	4.48	0.47
7	5.89	0.24	0.80	0.33	4.33	0.19
8	6.78	0.24	0.88	0.40	5.12	0.40
9	6.11	0.29	0.80	0.46	4.46	0.10
10	7.45	0.34	0.86	0.54	5.33	0.38
mean	6.73	0.26	0.65	0.41	5.01	0.40
max	9.01	0.34	0.88	0.54	6.90	0.86
min	5.71	0.22	0.43	0.33	4.46	0.10

oryzenin 은 前者는 6.56~10.34%, 6.40~7.35%, 5.2~6.52%의 높은 결과이고 後者는 4.16%의 낮은 결과이며 著者들의 結果에서는 平均 5.01%로 最後가 關山の 6.9%, 最下가 瑞光의 4.33%를 얻었다. 반면 供試品種의 數가 적어서 品種의 特性을 나타낸다고 단정하기는 어렵지만 albumin은 各品種에서 거의 비슷하고 globulin은 早生種, 中生種, 晚生種의 順으로 증가하고 있으며 prolamine은 早生種과 中生種이 거의 비슷하고 中生種이 약간 낮으며 oryzenin은 中生種, 晚生種 早生種의 順序로 증가하는 경향을 보여준다. 이러한 各 Protein fraction 이 生育期間中 똑같은 比率로 增加해 가는 것인지 그렇지 않으면 生育期間中 어떤 形態로 含量이 變化되어 가는지는 앞으로 더 研究하여야 할 興味로운 일로 남아있으며 이와 더불어 精白米 各 protein fraction 中の amino acid 組成을 밝힌다면 食品

營養學的으로 문제되고 있는 amino acid의 limiting factor를 品種選擇 함으로서 어느정도 補強하지 않을까도 생각되는 바이다.

2. 各 protein fraction의 濾紙電氣泳動

實驗 2-B에서 各 protein fraction을 抽出하여 albumin과 globulin은 phosphate buffer(pH 7.6 μ 0.18)로, prolamine은 70% alcoholic buffer(pH 9.0 μ 0.0095), oryzenin은 Sørensen's buffer(pH 13.0 μ 0.11)을 사용하여 電氣泳動을 행함으로써 얻은 electrophoretogram은 FIGURE 1과 같다.

FIGURE 1의 start line에서 가까운 곳의 Component에서 부터 차례로 번호를 부쳐 globulin은 globulin I, globulin II, oryzenin은 oryzenin I, oryzenin II, oryzenin III로 表示하였으며 그 mobility는 다음 TABLE 4와 같다.

FIGURE 1에서 albumin과 prolamine은 모두

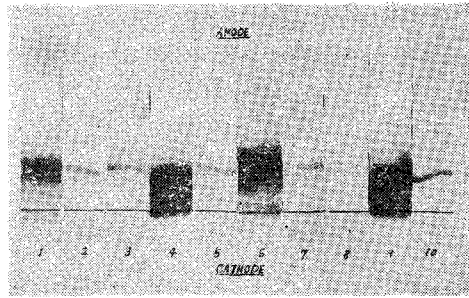
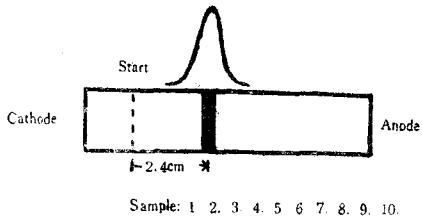
TABLE 4. 各 Component의 mobility($\text{cm}^2, \text{uolt}^{-1}, \text{sec}^{-1} \times 10^{-5}$)

Component	albumin	globulin I	globulin II	prolamine	oryzenin I	oryzenin II	oryzenin III
Mobility	0.67	0.36	0.56	0.81	0.42	1.19	1.44

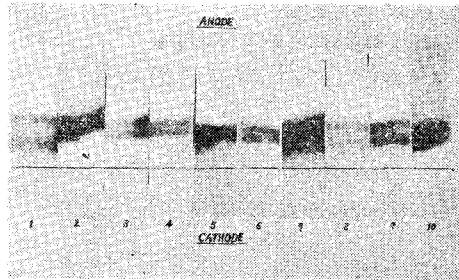
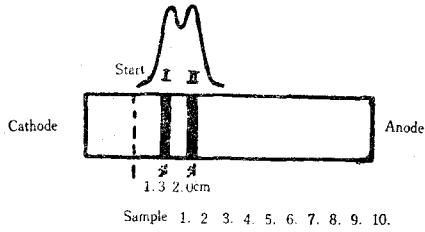
1 component 이고 globulin은 globulin I, globulin II의 2개의 component로 分離되었으나 品種에는 差異가 없었다. 反面 oryzenin은 品種에 따라 그 component의 組成이 달라 早生種인 陸羽 132號, 藤坂 5號, 關山과 中生種인 再建에서는 oryzenin I, oryzenin II, oryzenin III의 세가지 component가 존재하였으며 나머지 品種인 八達, 振興, 瑞光, 銀坊主, 多摩錦, Pin Galw 56은 oryzenin II, oryzenin III의 두 component였다.

그러나 Kondo and Chibe⁽¹⁸⁾는 Kolthoff buffer (pH 11.0, μ 0.16)을 사용하여 電氣泳動하였을 때 1 component 밖에는 分離하지 못했다고 報告하였다. 이러한 差異가 어디서 생겼는지는 分明치 않아 보인다. 그리고 globulin과 oryzenin의 電氣泳動에서 分離할 各 component를 densitometer에 의하여 求한 含量比는 다음 TABLE 5와 같으며 이 含量比를 TABLE 3의 globulin과 oryzenin의 量에 각각 곱하여 乾物重에 대한 含量으로 換算하면 다음

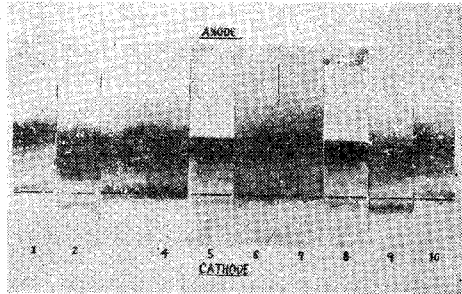
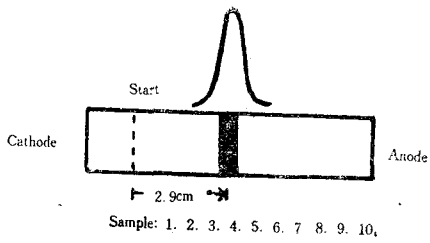
albumin



globulin



prolamin



oryzenin

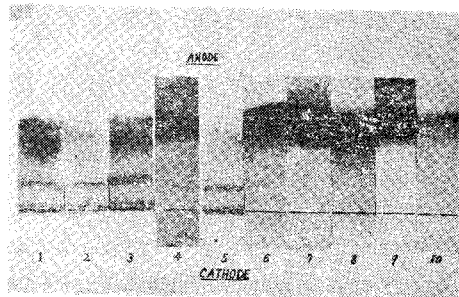
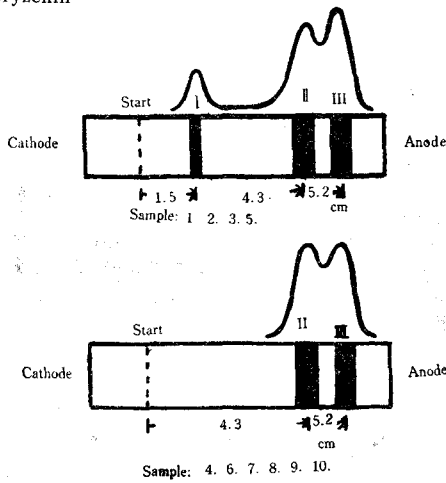


Fig. 1. 各 Protein fraction 의 paper electropherogram. Paper electrophoresis was conducted at room temperature at a constant current 15mA mg., Voltage gradient volts per cm. for 20 hrs.

TABLE 5. Component의 含量比

No.	globulin		oryzenin		
	I	II	I	II	III
1	51.7	48.3	5.2	38.5	56.3
2	51.1	48.9	5.6	30.6	63.8
3	52.0	48.0	6.4	41.8	51.8
4	51.2	48.8	—	44.2	55.8
5	51.4	48.6	3.8	43.3	52.9
6	52.6	47.4	—	40.9	59.1
7	51.8	48.2	—	53.4	46.6
8	50.6	49.4	—	51.6	48.4
9	54.8	45.2	—	49.7	50.3
10	53.1	46.9	—	52.8	47.2

TABLE 6. 各 Protein component의 含量

No.	Crude protein	albumin	prolamine	globulin		oryzenin		
				I	II	I	II	III
1	7.14	0.27	0.40	0.22	0.21	0.28	2.04	2.98
2	7.09	0.28	0.42	0.27	0.26	0.29	1.59	3.29
3	9.01	0.25	0.51	0.26	0.24	0.44	2.88	3.57
4	5.71	0.22	0.36	0.33	0.32	—	2.00	2.52
5	5.94	0.27	0.33	0.31	0.30	0.17	1.93	2.36
6	6.16	0.24	0.36	0.32	0.29	—	1.83	2.65
7	5.89	0.24	0.33	0.41	0.39	—	2.31	2.02
8	6.78	0.24	0.40	0.45	0.44	—	2.64	2.49
9	6.11	0.29	0.46	0.44	0.36	—	2.22	2.24
10	7.45	0.34	0.54	0.46	0.40	—	2.81	2.52
mean	6.73	0.26	0.41	0.35	0.32	0.3	2.23	2.66
max	9.01	0.34	0.54	0.46	0.44	0.44	2.88	3.57
min.	5.71	0.22	0.33	0.22	0.21	0.17	1.59	2.02

TABLE 6 과 같다.

이와같이 各 protein component의 差異가 早生種, 中生種, 晩生種에 있어서 어떠한 傾向을 보인 것 하지만 이들 各 component가 各 品種間의 個體 特性과 어떤연관을 갖는가 하는 것은 이러한 特性의 變化에 따르는 各 component의 變化를 여러 面에서 더 研究調査해야 할 것으로 생각한다.

要 約

韓國産 9 品種(Japonica type)과 Indica type 인 1 品種을 대상으로하여 各 Protein fraction을 定量하고 濾紙電氣泳動으로 protein의 fractionation을 행하여 다음의 結果를 얻었다.

1. 各試料에서 albumin은 distilled water로 抽出하고 globulin은 10% NaCl로, prolamine은 70%

ethanol로, oryzenin은 0.05N-NaOH로 抽出하여 定量한 結果 albumin은 0.26%, globulin은 0.65%, prolamine은 0.41%, oryzenin은 5.01%이였으며 albumin은 모든 試料에 대해서 거의 비슷하였고 globulin은 早生種, 中生種, 晩生種의 차례로 증가하였으며 prolamine은 早生種과 晩生種이 거의 비슷하고 中生種이 낮으며 oryzenin은 中生種, 晩生種, 早生種의 순서로 增加된 傾向을 보여 주었다.

2. 10개 品種에 대해 albumin과 globulin은 phosphate buffer (pH 7.6, μ 0.18), prolamine은 70% alcoholic buffer (pH 9.0, μ 0.0095), oryzenin은 Sørensen's buffer을 사용하여 濾紙電氣泳動을 행한 結果로서 albumin과 prolamine은 各試料에서 모두 1 component였으며 globulin은 globulin I,

globulin II의 두 component로分離되었고 oryzenin은 試料 陸羽 132號, 藤坂 5號, 關山 再建에서는 oryzenin I, oryzenin II, oryzenin III의 3 component를 分離하였고 八達, 振興, 瑞光, 銀坊主, 多摩錦, Pin Galw56의 6試料에서는 oryzenin II, oryzenin III의 2 component만 分離하였다,

3. 各 fraction을 濾紙電氣泳動하여 各 component의 濃度曲線에 의해 含量을 求한 結果 albumin 0.26%, globulin I, 0.35%, globulin II, 0.32%, prolamine, 0.41%, oryzenin I, 0.30%, oryzenin II, 2.23%, oryzenin III 2.66%이었다.

參 考 文 獻

- (1) O. Rosenheim and S. Kajiura: J. Physiol., **36**, li-lv (1908)
- (2) S. Kajiura: Biochem. J. **6**, 171 (1912)
- (3) T. B. Osborne, D. D. VanSlyk, C. S. Leavenworth, and M. Vinograd: the J. Biol. Chem., **22**, 259 (1915)
- (4) D. B. Jones and F. A. Csonka: J. Biol. Chem., **74**, 427 (1927)
- (5) N. Takasugi: Chem. Soc. Japan J. **62**, 355 (1941) (Chem. Abs., **38**, 6308)
- (6) 近藤金助, 林靜一: 農化 **3**, 244 (1927)
- (7) F. A. Csonka, M. J. Horn, and D. B. Jones: J. Biol. Chem., **89**, 267 (1930)
- (8) J. Tillmans and A. Alt: Biochem. Z., **164**, 135 (1925)
- (9) D. B. Jones and C. E. F. Gersdorff: J. Biol. Chem., **74**, 415 (1927)
- (10) 田所哲太郎, 渡邊修吉: 日農化 **3**, 55, (1927) **4**, 162 (1928)
- (11) A. Lóza: Agrokiemia és Talajtan **2**, 147 (1953) (Chem. Abs., **48**, 265f (1954)
- (12) 近藤金助, 伊藤俊雄: 日化 **51**, 67 (1930)
- (13) K. Kondo and T. Ito: Chem. Soc. Japan J. **51**, 67 (1921) (Chem. Abs., **24**, 3522,
- (14) K. Kondo and T. Ito: Kyoto Univ. Coll. Agr. Mem., No.11, 31 (1931)
- (15) W. F. Hoffman: J. Biol. Chem., **66**, 501 (1925)
- (16) U. Suyuki K. Yoshimura, and S. Fugii: Tpkyo Imp. Univ. Col. Agr. Jour., **1**, 77 (1909)
- (17) T. Tadokoro, T. Tsugi, and W. Shukichi: Hokkaido Imp. Univ. Facul. Agr. J. **19** 93 (1927)
- (18) K. Kondo and H. Chibe: Bull. Research Inst. FoodSci. Kyoto Univ., No.6 84 (1951) (Chem. Abs., **46**, 7141d (1952)
- (19) M. Padmoyo and O. Högel: electropho Mitt. Gebiete Lebensm u. Hrg., **52**, 29 (1961) (Chem. Abs., **55**, 23860 (1961)
- (20) H. Kondo and M. Submi: Seitsu Butsurei Kagaku **3**, 24 (Chem. Abs., **52**, 12097a (1958)
- (21) K. Kondo and K. Sasaoka: Bull. Research. Inst. Food Sci. Kyoto Univ. No **13**. 1 (1954) (Chem. Abs., **48**, 13750b (1954)
- (22) 赤堀四郎, 小島三一郎: 蛋白質化學, **3**, 25-48 (1965)
- (23) R. J. Block, E. L. Durrum, and G. A. Zweig: A manual of paper chromatography and paper electrophoresis (1955) Academic Press, New York. (1955)
- (24) Benjamin et. al: Laboratory Manual of Biochemistry. 5th edition. 154 (1960)
- (25) W. Derby Lavs and W. G. France: Cereal Chem., **25**, 231 (1948)
- (26) 赤堀四郎: 酵素研究法 **1**, 273 (1966)
- (27) 金浩植 外著: 農産加工學 p. 74 (1964) 郷文社
- (28) 趙載英 外著: 作物學概論 p. 154 (1962) 郷文社