

韓國產 *ASPERGILLI* 에 관한 分類學的研究

金 尙 材

(建國大學校 大學院 生物學科)

Taxonomical Studies of Korean *Aspergilli*

KIM, Sang Jae

(Dept. of Biology, Graduate School, Kon Kuk University)

ABSTRACTS

Intensive taxonomical studies of the *Aspergilli* have long been made. Altogether 132 species and 18 varieties are recognized in the book "The Genus *Aspergillus*" written by Raper and Fennell (1965), in contrast to 77 species, 8 varieties and 4 mutations in "A Manual of *Aspergilli*" written 20 years earlier by Thom and Raper (1945). Classification of the *Aspergilli* by Thom and Raper (1945) and by Raper and Fennell (1965) have been based mainly upon morphological and cultural characteristics, even though in some cases it is helpful for accurate identification to examine in detail both physiological and biochemical activities.

In Korea there are many kinds of foods fermented naturally without the employment of selected microorganisms, and there are, of course, many different microorganisms serving in the fermentation of these foods. The most common among these are the *Aspergilli*. Because Korea has more naturally fermented foods than other countries, the distribution and biological properties of the *Aspergilli* in Korea are more variable.

Taxonomical studies with 36 strains of the *Aspergilli* were based upon the examinations of morphological, cultural, and physiological characteristics. Nineteen strains indigenous to Korea were selected from a lot of strains which had been isolated from meju and kokja and one strain from soil. They were identified according to the group key of Raper and Fennell. Ten strains were donated by Dr. Hesseltine of the Northern Utilization Research and Development Division in the U.S.A. From the *Asp. japonicus* supplied by Dr. Hesseltine, a white mutant was isolated and also studied. Two strains were donated by Dr. Murakami of the Research Institute of Brewing in Japan, and four strains came from Korean industrial companies. The results of this study are as follows:

1. Three strains of the *Asp. niger* group isolated from meju and/or kokja were identified as *Asp. pulverulentus* (one strain) and *Asp. niger* (two strains). The formation of sclerotium and the length of conidiophore distinguish the two strains of *Asp. niger*.

2. All tested strains of the *Asp. niger* group were divided into 4 subgroups on the basis of their amylolytic enzyme systems. The first group is characterized by strong activities of saccharogenic and dextrinogenic amylase. *Asp. kawachii*, *Asp. usamii* and *Asp. foetidus* are included in this group. The second group has medial activity of dextrinogenic amylase and medial or strong activity of saccharogenic amylase. *Asp. awamori*, *Asp. niger* and *Asp. pulverulentus* are included in this group. The third group has weak activity of dextrinogenic amylase and medial activity of saccharogenic amylase. *Asp. phoenicis* and *Asp. carbonarius* are included in this group. The fourth group

has weak activities of saccharogenic and dextrinogenic amylase. *Asp. japonicus* is included in this group.

3. Five strains among 8 strains of the *Asp. flavus* group isolated from meju and/or kokja were identified as *Asp. flavus* (4 strains) and *Asp. oryzae* (one strain). Three strains could not be exactly identified using the group key of Raper and Fennell. The differentiating characteristics for 4 strains of *Asp. flavus* are the shape of vesicle, the color of rear of colony, the length of conidiophore, and the formation of sclerotium.

4. When all test strains (15) of the *Asp. flavus* group were inoculated in three kinds of medium, 6 strains among them produced kojic acid in Czapeck's Dox medium, 9 strains in Katagiri and Kitahara medium, and 13 strains in malt extract medium. Two strains among 4 strains of *Asp. oryzae* produced kojic acid in malt extract medium and the others did not.

5. One strain of the *Asp. nidulans* group isolated from meju was identified as *Asp. nidulans*. This strain exhibited strong arylsulfatase activity.

6. One strain of the *Asp. glaucus* group isolated from soil was identified as *Asp. ruber*.

7. One strain of the *Asp. ochraceus* group isolated from meju and/or kokja was identified as *Asp. ochraceus*. This strain exhibited strong protease activity.

8. One strain of the *Asp. clavatus* group isolated from meju was identified as *Asp. clavatus*. Arylsulfatase activity of this strain was not noticed.

9. One strain of the *Asp. fumigatus* group isolated from meju and/or kokja was identified as *Asp. fumigatus*.

10. Two strains of the *Asp. versicolor* group isolated from meju and/or kokja were identified as *Asp. versicolor* and *Asp. sydowi*. These two strains exhibited strong arylsulfatase activity.

緒 論

Aspergillus 屬에 속하는 菌種들은 그들이 이용 할수 있는 基質(有機物質)이 자연상태에 풍부하고 그들이 살아 갈수 있는 온도 및 습도의 범위가 넓어 일반적으로 자연상태에 널리 분포하고 있다. 특히 우리나라에는 오랜 옛날부터 자연상태의 균류들로 발효시켜 만든 식품이 대단히 많은데 그 중에서도 메주 및 누룩은 우리나라 사람들의 식생활과 밀접한 관계를 맺고 있다. 메주 및 누룩은 물론 그 발효 과정에 있어 여러 종류의 균류가 관여하고 있지만 그 중에서도 *Aspergillus* spp는 그들의 분포로 보아 중요한 역할을하고 있음이 분명하다. *Aspergillus* spp가 관여하는 自然醱酵食品은 그외에도 많고 그리고 그러한 식품들이 오랜 옛날부터 널리 제조되어 왔기때문에 우리나라의 *Aspergillus* spp는 그들의 菌學的 性狀과 분포상태가 다른 나라와는 다른

것으로 사료되나 이에 대한 연구는 거의 없거나 미흡해 (金等, 1965, 李等, 1964, 1965, 韓等, 1957) 본연구를 착수하였다. (李等, 1968) 일반적으로 *Aspergillus* spp는 에로부터 인류생활과 밀접한 관계를 맺고 있는 것이 많다. 예를들면 Takamine (1914)가 酒精醱酵工業에 絲狀菌으로부터 생산되는 酵素를 이용할 것을 제창한 후 많은 학자들에 의해 여러가지 목적에 이용하게끔 개발된 각종 酵素劑의 생산(Prescott, 1959)을 비롯해서 각종 有機酸의 생산(Currie, 1917, Doelger, et al, 1934, Gastrock, et al, 1938, Katagiri, et al, 1933, May, et al, 1931, Stodola, et al, 1945, Van Tiegham, 1867, Waksman, 1943) 抗生物質의 생산 (Eble, et al, 1951) 脂肪生産 (Browne, 1906) 사료생산등 인류생활에 유익한 점이 많은 반면에 인체에 pulmonary aspergillosis(Kenon, 1897)를 비롯한 여러가지 疾患을 일으키고 가축 및 農業昆蟲에 병해 (韓 1969)를 주고 그리고 각종

Mycotoxin(Iizuka, *et al*, 1962, 佐藤, 1968)을 생산하는 등 인류생활에 직접간접으로 해를 주는 점도 많다. 더욱이 우리민족은 예로부터 *Aspergillus* spp 와의 이해 관계가 그들의 다양한 生態의 조건을 감안할 때 매우 클 것으로 사료되므로 그들에 대한 조사연구는 대단히 중요하며 특히 그들의 분류학적 연구는 선행되어 이루어져야 할 문제라고 생각한다. *Aspergillus* 屬의 분류법중 대표적인 것은 1945년에 출판한 Thom과 Raper의 분류법으로서 이는 주로 균의 형태학적성상을 중심으로 分類檢索法을 만들었고 전부 77種 8變種 4 突然變異株로 기술하였다. 그후 1965년에 Raper와 Fennell이 이를 대폭 보완하여 새로운 분류검색법을 만들고 전부 132種 18變種으로 기술하고 있는데 현재 가장 대표적인 분류법으로 널리 이용되고 있다.

저자는 우리나라의 특유한 자연발효식품인 메주와 누룩으로부터 분리한 *Aspergillus* spp 가운데 그 형태학적 성상이 서로 다른 18주와 토양에서 분리된 1주 및 우리나라의 각종 발효공업에 이용되고 있는 麹菌 4주와 외국의 연구기관(美農務省傘下の Northern Utilization Research and Development Division 및 日本醸造試驗所)으로부터 분양받은 13주 등을 재료로 그들의 형태 및 생리학적 특성을 비교관찰한 결과를 보고하고자 한다.

材料 및 方法

實驗材料

1965년 3월부터 1969년 9월말까지 建國大學校 應用微生物研究所에서 전국각지로 부터 수집한 메주 및 누룩을 재료로 각종 균류를 분리하여 여러가지 연구실험에 이용해 온 균류 가운데서 *Aspergillus* 屬에 속하는 균주들을 Raper 및 Fennell (1965)등의 분류법에 따라 同定하였다. 동정 완료된 균주 중에서 그 형태 및 생리학적 성상이 서로 다른 *Asp. niger* group 3株, *Asp. flavus* group 8株, *Asp. versicolor* group 2株, *Asp. nidulans* group 1株, *Asp. fumigatus* group 1株, *Asp. candidus* group 1株, *Asp. ochraceus* group 1株, *Asp. clavatus* group 1株 등과 토양으로부터 분리된 *Asp. glaucus* group 1株를 본 실험의 試驗菌

株로 이용하였다. 그리고 日本醸造試驗所의 Dr. Murakami와 美農務省 傘下 Northern Utilization Research and Development Division (NRRL)의 Dr. Hesseltine으로부터 분양받은 *Asp. niger* group 7株(그중 1주는 *Asp. japonicus* 로부터 偶發的으로 발생한 白色突然變異株) 및 *Asp. flavus* group 6株의 현재 우리나라의 각종 발효공업에 이용되고 있는 麹菌 4株(*Asp. niger* group 3株 및 *Asp. flavus* group 1株)를 본 실험의 參考菌株로 이용하였다. (Table 1)

實驗方法

1. 菌의 形態學的 同定

A. 使用培養基: ① Czapeck's Dox agar

② malt extract agar

B. 菌培養: 平板寒天培養基의 증양에 “7”字 白金耳(22 SWG)로 균의 胞子를 접종하여 24°C 30°C 및 34°C 孵卵器에 각각 배양하고 그리고 아울러 slide culture를 실시하여 균의 형태를 관찰하였다.

C. 菌의 形態학적 同定: 平板 및 斜面培養基와 slide 上에 배양한 colony의 형태 및 발육속도를 관찰하고 그리고 현미경 아래서 균의 conidial head, conidium, vesicle, sterigmata 및 conidiophore의 형태와 cleistothecium, ascospore, Hülle, cell 및 sclerotium 등의 형태와 형성여부를 면밀히 관찰하였다.

2. 菌의 生理學的 性狀에 關한 觀察:

A. kojic acid 生産能의 比較: kojic acid 生産能의 비교실험용 배양기인 Katagiri and Kitahara medium (1933)이 100ml씩 든 삼각 flask (250ml들이)에 균의 胞子를 접종하여 30±1°C 孵卵器에 20일간 靜置培養하면서 배양 4일후 부터 2~3일 간격으로 배양액 2ml를 취해 총량 10ml 되게 희석하여 FeCl₃ 飽和용액 一滴을 가해 發色시켜 瀘過한 다음 spectronic 20 spectrophotometer (Baush and Lomb)로 430mμ에서 吸光度를 읽어 kojic acid 標準溶液으로 구한 calibration chart에 따라 定量하였다. 단 배양액의 희석은 필요에 따라 5배 10배 50배 100배로 하였다. 한편 malt extract solution 및 Czapeck's Dox solution 이 각각 100ml씩 든 삼각 flask (250ml들이)에 균의

Table 1. Tested strains and sources

Strain No.	Name of Strains	Received or isolated from
A 79	<i>A. niger</i>	NRRL (U.S.A.)
A 123	<i>A. phoenicis</i>	NRRL (U.S.A.)
A 74	<i>A. awamori</i>	NRRL (U.S.A.)
A 126	<i>A. foetidus</i>	NRRL (U.S.A.)
A 122	<i>A. carbonarius</i>	NRRL (U.S.A.)
A 127	<i>A. japonicus</i>	NRRL (U.S.A.)
A 123	<i>A. japonicus mut.</i>	Isolated from <i>A. japonicus</i>
A 40	<i>A. kawachii</i>	Brewing industry
A 56	<i>A. usamii</i>	Brewing industry
A 1	<i>A. niger</i>	Meju (also from kokja)
A 2	<i>A. pulverulentus</i>	Meju (also from kokja)
A 57	<i>A. usamii</i>	Brewing industry
A 54	<i>A. niger</i>	Meju (also from kokja)
A 72	<i>A. oryzae</i>	NRRL (U.S.A.)
A 113	<i>A. oryzae</i>	Brewing industry
A 7	<i>A. oryzae</i>	Meju (also from kokja)
A 73	<i>A. flavus</i>	NRRL (U.S.A.)
A 125	<i>A. flavus</i>	RIB (Japan)
A 124	<i>A. flavus</i>	RIB (Japan)
A 120	<i>A. parasiticus</i>	NRRL (U.S.A.)
A 121	<i>A. effuscus</i>	NRRL (U.S.A.)
A 32	<i>A. flavus</i> Group	Meju
A 9	<i>A. flavus</i>	Meju (also from kokja)
A 25	<i>A. flavus</i> Group	Kokja (also from meju)
A 71	<i>A. flavus</i> Group	Meju (also from kokja)
A 85	<i>A. flavus</i>	Meju (also from kokja)
A 67	<i>A. flavus</i>	Kokja (also from meju)
A 118	<i>A. flavus</i>	Kokja (also from meju)
A 6	<i>A. nidulans</i> Group	Meju
A 4	<i>A. ochraceus</i> Group	Meju (also from kokja)
A 5	<i>A. fumigatus</i> Group	Meju (also from kokja)
A 30	<i>A. clavatus</i> Group	Meju
A 129	<i>A. candidus</i> Group	Meju
A 114	<i>A. glaucus</i> Group	Soil
A 130	<i>A. versicolor</i> Group	Meju (also from kokja)
A 131	<i>A. versicolor</i> Group	Kokja (also from meju)

胞子を 접종하여 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 에 靜置培養한 다음 malt extract solution은 10일 배양후 Czapeck's Dox solution은 15일 배양후 배양액을 취해 여과하여 FeCl_3 飽和용액으로 kojic acid의 생산여부

를 관찰하고 아울러 濾過前 배양액의 水素 ion 濃度を 측정하였다.

B. 澱粉 및 蛋白分解酵素의 力價測定:

① 酵素劑의 製造:

前培養: 멸균된 시험관에 Czapeck's Dox solution을 3ml씩 分注하여 高壓滅菌한 다음 균의 胞子を 접종하여 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 에 5일간 배양한 후 本培養의 接種源으로 사용 하였다.

本培養: 500ml 들이 삼각 flask에 밀기울 20gm 과 증류수 12ml를 가하고 강하게 진탕하여 잘 섞은 다음 高壓滅菌하여 식힌후 前培養物 전량을 가하고 다시 진탕하여 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 에 5일간 배양 하였다.

酵素劑 製造: 本培養物 전량을 40°C 孵卵器에 24시간 건조하여 粉粹한 것을 酵素劑로 사용 하였다.

② 澱粉液化型酵素 (Dextrinogenic amylase)의 力價測定:

酵素液 製造: 乾燥粉粹한 酵素劑 5mg 을 증류수 50ml가 든 flask에 넣고 室溫에서 2시간 抽出한 후 여과하여 力價測定에 사용하였다.

力價測定: 小試驗管에 酵素液 1ml를 넣고 증류수로 倍稀釋法에 따라 희석한 후 0.1% 可溶性 澱粉液을 모든 시험관에 2ml씩 가하여 40°C 恒溫水槽에 30분간 작용시킨 다음 냉각하여 N/20 iodine solution을 2滴씩 모든 시험관에 가하여 赤紫色이 認定되는 시험관의 酵素液 稀釋倍數를 力價로 표시 하였다.

③ 澱粉糖化型酵素 (Saccharogenic amylase)의 力價測定:

酵素液 製造: 酵素劑 5gm을 증류수 50ml에 가하여 30°C 孵卵器에 2시간 抽出한 후 0°C 에서 물은 염산으로 pH 3.5로 수정하여 15분간 放置한 다음 여과하여 pH 5.5로 다시 조절하여 酵素液으로 사용 하였다.

力價測定: 먼저 1% 澱粉液 5ml, 1% NaCl 2ml 및 효소액 1ml가 든 시험관을 60°C 의 恒溫水槽에 1시간 처리한 다음 2/3N sulfuric acid와 10% tungstate를 각각 1ml씩 가하여 여과 함으로서 먼저 作用液內 蛋白質을 제거하였다. 除蛋白 濾液을 10倍 희석하여 Fohlin and Wu法에 따라 糖

을 정량 하였다. 즉 稀釋濾液 2ml 를 Fohlin-Wu sugar tube에 넣고 alkaline copper tartrate液 2ml 를 가하여 끓는 水槽에 6분간 처리한 후 냉각하여 다시 phosphomolybdic acid 液 2ml 를 가하여 5분간 끓는 水槽에 처리한 다음 냉각 시켰다. 냉각시킨 용액을 총량 12.5ml 되게 증류수를 가하여 잘 섞은 후 5분간 靜置하였다가 cuvette 에 옮겨 spectronic 20 spectrophotometer 로 520 μ 에서 吸光度를 읽어 아래의 계산식에 따라 力價를 換算하였다.

$$\frac{\text{酵素液作用濾液의 吸光度}}{0.1\% \text{ 葡萄糖溶液의 吸光度}} \times 100 = \text{糖化力價}$$

④ protease 의 力價測定

酵素液 製造: 酵素劑 5gm 을 증류수 50ml 에 넣고 30°C 孵卵器에 2 시간 抽出하여 濾過한 濾液을 酵素液으로 사용 하였다.

力價測定: 효소액 1ml 를 小試驗管에 가하고 倍稀釋法으로 희석한 후 0.1% casein 2ml 를 모 든 시험관에 가하여 40°C 恒温水槽에 1 시간 작용시킨 다음 냉각하여 醋酸酒精液을 滴下한 후 濁

도가 전혀 나타나지 않는 시험관의 效소액 稀釋倍數로 力價를 표시 하였다.

C. Arylsulfatase 活性 測定(Whitehead, et al, 1952):

① 酵素活性 測定用 菌叢 製造: malt extract solution 100ml가 든 삼각 flask(250ml 들이)에 균의 胞子를 1白金耳量(22 SWG, 內經 2mm) 적중하여 30 \pm 1°C 孵卵器에 7일간 배양한 후 형성된 菌叢을 모두 취해 멸균증류수로 여러차례 씻은 다음 40°C 孵卵器에 24시간 건조시켜 乳鉢에 넣고 磨碎하여 酵素活性의 測定에 사용 하였다.

② 酵素活性의 測定: 0.003M의 tripotassium phenolphthalein disulfate가 함유된 M/45 phosphate buffer(pH 7.0) 5ml 를 20mg 의 磨碎菌絲體가 든 시험관에 가하여 37°C 孵卵器에 20 시간 작용시킨 후 2N sodium carbonate를 滴下하여 發色되는 色調를 관찰 하였다.

力價判定은 아래의 표준용액의 색조와 비교하여 행 하였다. (Table 2)

Table 2. Preparation of arylsulfatase standard solutions

Tube No.	Phenolphthalein solution	Distilled water	Mix and dispense in 16x125mm screw cap test tubes	2N Na ₂ CO ₃	Reading
1.	1ml stock solution*	50ml	2ml	6drops	5+
2.	5ml of tube 1	25ml	2ml	6drops	4+
3.	2ml of tube 1	25ml	2ml	6drops	3+
4.	1.5ml of tube 1	50ml	2ml	6drops	2+
5.	0.5ml of tube 1	50ml	2ml	6drops	1+
6.	0.5ml of tube 1	100ml	2ml	6drops	±

* 0.1gm phenolphthalein in 10ml of ethyl alcohol

實驗 結果

形態學的 同定

1. *Asp. niger* group:

Colonial morphology: Czapeck's Dox agar 平板培養基 上에 30 \pm 1°C에서 5일간 배양한 colony 의 直徑을 비교해 보면 A 74 가 6.5cm 로 가장 크고 A122 A40 A2 및 A126등은 2.5~3.6cm 로 비교적 적은 편이었다. 24°C 및 34°C 에서는 A 122를 제외 하고는 모두 34°C에서 발육이 더 좋

았다. colony 前面의 색갈은 A79 A123 A122 A127 A1 A2 및 A54등이 黑色 내지 紫黑色을 띠고 A74는 灰黑色 내지 灰褐色을 A126은 灰褐色 내지 黑褐色을 A128은 乳白色을 띠며 그밖의 균주들은 褐色을 띠었다. A126 의 菌絲體는 黃色 내지 橙黃色을 띠나 그밖의 균주들은 일반적으로 無色이었다. colony 뒷면의 색갈은 A126 이 길은 黃褐色을 A74 가 淡黃褐色을 그리고 A2 가 黃色을 띠었다. 그밖에 A79 A54 A1 및 A123등은 대체로 無色 이지만 간혹 부분적으로 黃色을

Table 3. Colonial morphology of *Asp. niger* Group

Strain No.	Colony diameter on plate culture (5 days), cm (mean)			Front		Color of rear
	24	30	34°C	Colour	Texture	
A 79	2.0	4.6	5.0	Black	Loosely velvety	Colorless or partial yellow
A 123	2.0	5.4	5.5	Black or grayish black	Loosely velvety	Colorless or partial yellow
A 74	2.0	6.5	8.0	Grayish brown or grayish black	Loosely velvety	Colorless or partial yellow
A 126	1.5	3.6	4.3	Grayish brown or brownish black	Velvety	Dark orange
A 122	2.0	2.4	2.0	Carbon black	Velvety	Colorless
A 127	2.0	5.1	3.8	Purplish black	Velvety	Colorless
A 128	1.7	5.0	3.4	Creamy white	Velvety	Colorless
A 40	0.9	2.9	3.4	Creamy brown	Velvety	Colorless
A 56	1.4	4.8	5.0	Brown	Loosely Velvety	Colorless
A 1	1.7	5.0	5.2	Black	Loosely Velvety	Colorless
A 2	2.1	3.4	4.0	Black	Floccose	Yellow
A 54	2.0	4.7	5.1	Black	Loosely velvety	Colorless or partial yellow
A 57	1.5	4.7	5.0	Brown	Loosely velvety	Colorless

떠는 경우가 있다. (Table 3)

Conidial head: conidial head의 색깔은 A40 A56 및 A57등이 褐色을 A128은 乳白色을 A74와 A126은 灰褐色 灰黑色 내지 黑褐色을 띄었고 그리고 그 밖의 균주들은 모두 黑色 내지 紫黑色을 띄었다. conidial head의 모양은 대체로 전균주 共히 발육초기에는 球形을 나타내지만 시간이

지남에 따라 放射狀 내지 數束의 圓筒狀 分枝를 이루게 된다. 그리고 A2는 他菌株에 비해 conidial head의 형성이 느리고 빈약한 편이었다. 배양 7일 후 conidial head의 크기를 보면 A2가 그 직경이 $730 \pm 210 \mu$ 으로 가장 크고 A126이 $110 \pm 10 \mu$ 으로 가장 적었다. (Table 4)

Table 4. Morphology of conidial heads of *Asp. niger* Group

Strain No.	Colour	Shape	Size (μ)
A 79	Black	Globose or radiate	360 ± 80
A 123	Grayish black	Globose or radiate	220 ± 70
A 74	Grayish dark brown	Globose or radiate	180 ± 50
A 126	Dark brown	Globose or radiate	110 ± 20
A 122	Carbon black	Globose or radiate	310 ± 50
A 127	Dark purple	Globose or radiate	310 ± 60
A 128	Creamy white	Globose or radiate	160 ± 40
A 40	Creamy brown	Globose or radiate	130 ± 20
A 56	Brown	Globose or radiate	300 ± 60
A 1	Black	Globose or radiate	370 ± 100
A 2	Black	Globose or radiate	730 ± 210
A 54	Black	Globose or radiate	360 ± 70
A 57	Brown	Globose or radiate	300 ± 50

Conidiophore: conidiophore의 표면은 전균주 共히 평활하고 그리고 일반적으로 無色이지만 균주에 따라서는 vesicle가까운 부분이 짙은 黃褐色 색지 얼은 색깔을 띠는 경우가 많다. conidiophore의 길이는 A2가 $6420 \pm 680 \mu$ 으로 가장 길고 A126이 $690 \pm 250 \mu$ A128이 $730 \pm 380 \mu$ A127이 $840 \pm 360 \mu$ 그리고 A40이 $1190 \pm 200 \mu$ 으로 비교적 짧은 편이었다. (Table 5)

Table 5. Morphology of conidiophores of *Asp. niger* Group

Strain No.	Marking	Colour	Length (μ)	Width (μ)
A 79	Smooth	Colorless or partial dark color	2360 ± 520	16 ± 1.9
A 123	Smooth	Colorless or partial dark color	1980 ± 790	15 ± 2.3
A 74	Smooth	Colorless or partial dark color	1940 ± 1060	12 ± 3.0
A 126	Smooth	Colorless or partial dark color	690 ± 250	8.2 ± 1.8
A 122	Smooth	Colorless or partial dark color	2890 ± 180	15 ± 7.4
A 127	Smooth	Colorless or partial dark color	840 ± 360	13 ± 1.5
A 128	Smooth	Colorless	730 ± 380	11 ± 2.8
A 40	Smooth	Colorless	1190 ± 200	12 ± 3.5
A 56	Smooth	Colorless	3130 ± 1390	15 ± 4.8
A 1	Smooth	Colorless or partial dark color	1730 ± 540	15 ± 1.9
A 2	Smooth	Colorless or partial dark color	6420 ± 1680	20 ± 3.8
A 54	Smooth	Colorless or partial dark color	2350 ± 520	16 ± 1.9
A 57	Smooth	Colorless	3120 ± 1380	14 ± 4.9

Vesicle: vesicle의 모양은 전균주 共히 球形이나 A127과 A128은 橢圓形 내지 卵形의 vesicle을 많이 볼 수 있다. 그러나 시간이 지남에 따라 거의 球形에 가까워 진다. sterigmata의 着生狀態를 보면 전균주 모두 vesicle의 전면에 着生하고 있음을 볼 수 있다. 그리고 vesicle의 색깔은 A128 A40 A56 및 A57등이 無色 내지 얼은 색을 띠는 그 밖의 균주들은 대체로 짙은 색을 띠었다. vesicle의 넓이는 A122가 $75 \pm 15 \mu$ A2가 $74 \pm 25 \mu$ 으로 비교적 큰 편이며 A128 A126 및 A127등은 각각 $24 \pm 13 \mu$ $26 \pm 5 \mu$ $28 \pm 10 \mu$ 으로 적은 편이었다. (Table 6)

Table 6. Morphology of vesicles of *Asp. niger* Group

Strain No.	Origine	Colour	Shape	Size (μ)
A 79	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	65 ± 16
A 123	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	46 ± 3
A 74	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	41 ± 12
A 126	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	26 ± 5
A 122	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	75 ± 15
A 127	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose or subglobose	28 ± 10
A 128	Fertile over the entire surface	Colorless or pale color	Globose or subglobose	24 ± 13
A 40	Fertile over the entire surface	Colorless or pale color	Globose	41 ± 4
A 56	Fertile over the entire surface	Colorless or pale color	Globose	59 ± 17
A 1	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	58 ± 19
A 2	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	74 ± 25
A 54	Fertile over the entire surface	Dark or pale color	Globose	66 ± 15
A 57	Fertile over the entire surface	Colorless or pale color	Globose	59 ± 17

Sterigmata: 먼저 색깔을 보면 A128 A40 A56 및 A57등은 옅은 색을 띠거나 無色이며 그 밖의 균주들은 정도의 차이는 있으나 색깔을 띤다.

그리고 A127과 A128은 1 series의 sterigmata를 갖고 그 밖의 균주들은 모두 2 series의 sterigmata

를 갖는다. primary sterigmata의 길이는 A2가 $68 \pm 28 \mu$ A122가 $61 \pm 13 \mu$ 으로 가장 크고 A128 A127 및 A126등은 각각 $6 \pm 1 \mu$ $6 \pm 1 \mu$ $9 \pm 1 \mu$ 으로 비교적 적은 편이었다. (Table 7)

Table 7. Morphology of sterigmata of *Asp. niger* Group

Strain No.	Color	Series	Primary sterigmata (μ)		Secondary sterigmata (μ)	
			Length	Width	Length	Width
A 79	Bay ochre	Two	23 ± 5	6-9	8.0 ± 0.8	3-5
A 123	Bay ochre	Two	21 ± 1.5	4-5	5.4 ± 1.0	3-5
A 74	Bay ochre	Two	16 ± 5	5-7	8.3 ± 1.5	3-5
A 126	Bay ochre	Two	9 ± 1	4-5	7.5 ± 2.0	3-5
A 122	Bay ochre	Two	61 ± 13	10-12	10.1 ± 1.4	4-6
A 127	Purplish Bay ochre	One	6 ± 1	3-5		
A 128	Colorless	One	6 ± 1	3-5		
A 40	Colorless	Two	13 ± 5	3-5	8.1 ± 1.3	3-5
A 56	Pale brown	Two	34 ± 10	8-12	12.0 ± 1.7	3-5
A 1	Bay ochre	Two	29 ± 14	7-9	11.0 ± 6.0	3-5
A 2	Bay ochre	Two	68 ± 28	10-13	10.0 ± 1.1	3-5
A 54	Bay ochre	Two	24 ± 5	6-8	8.2 ± 0.8	3-5
A 57	Pale brown	Two	34 ± 11	8-12	11.7 ± 1.8	3-5

Conidia: conidia의 색깔을 보면 A40 A56 A57 無色이며 그 밖의 균주들은 정도의 차이는 있으나 대체로 짙은 색을 띤다. conidia의 표면은 거

Table 8. Morphology of conidia of *Asp. niger* Group

Strain No.	Colour	Marking	Shape	Size (μ)
A 79	Pale or dark color	Smooth or a little rough	Globose	4.4 ± 0.5
A 123	Pale or dark color	Mostly smooth	Globose	3.3 ± 0.2
A 74	Pale or dark color	Rough or smooth	Globose or oval	4.3 ± 0.8
A 126	Pale or dark color	Smooth or a little rough	Globose	4.3 ± 0.2
A 122	Pale or dark color	Rough	Globose	6.9 ± 1.1
A 127	Dark color	Rough	Globose	3.3 ± 0.4
A 128	Colorless	Mostly smooth	Globose	3.3 ± 0.6
A 40	Pale color or colorless	Mostly smooth	Globose	4.5 ± 0.5
A 56	Pale or dark colorless	Mostly smooth	Globose	4.5 ± 0.4
A 1	Pale color or color	Smooth or a little rough	Globose	4.2 ± 0.7
A 2	Pale or dark color	Smooth or a little rough	Globose	3.8 ± 0.5
A 54	Pale or dark color	Smooth or a little rough	Globose	4.5 ± 0.4
A 57	Colorless or pale color	Mostly smooth	Globose	4.5 ± 0.4

의 모두 거치른 편인데 특히 A122와 A127이 심하였다. 크기는 A122가 $6.9 \pm 1.1 \mu$ 으로 가장 크고 A123 A127 A128 및 A2가 각각 $3.3 \pm 0.2 \mu$ $3.3 \pm 0.4 \mu$ $3.3 \pm 0.6 \mu$ $3.8 \pm 0.5 \mu$ 으로 비교적 적은 편이었다. (Table 8)

Sclerotia: sclerotia 형성은 A79 A54 A122 및

A127 등에서만 볼 수 있었는데 그 모양은 대체로 球形 내지 卵形이었고 색깔은 白色 乳白色 내지 黄色을 띄었다. 크기는 A79와 A54가 $800 \sim 1200 \mu$ A122가 $1000 \sim 1400 \mu$ A127이 $500 \sim 1700 \mu$ 이었다. sclerotia 형성이 심한 균주는 A127 이었다. (Table 9)

Table 9. Morphology of sclerotia of *Asp. niger* Group

Strain No.	Colour	Shape	Size (μ)
A 79	Cream or buff	Globose or subglobose	800-1200
A 122	Pinkish or buff	Globose or subglobose	1000-1400
A 127	Cream or buff	Globose or subglobose	500-1700
A 54	Cream or buff	Globose or subglobose	800-1200

2. *Asp. flavus* group:

Colonial morphology: Czapeck's Dox agar 平板培養基에 $30 \pm 1^\circ \text{C}$ 에서 5일간 배양한 colony의 직경은 A25와 A71이 각각 5.7cm 5.8cm 로 가장 큰 편이며 A113 A124 A85등은 각각 3.6cm 3.8

cm 및 3.7cm 로 비교적 적은편이었다. colony 前面의 색깔을 보면 A72 A7 A121 A25 및 A71 등은 균주에 따라 다소의 차이는 있으나 대체로 黄色素가 짙은 黄綠色을 띄고 배양시간이 오래되면 점점 黄色 내지 褐色으로 변한다. 그

Table 10. Colonial morphology of *Asp. flavus* Group

Strain No.	Colony diameter on plate culture (5 days). cm(Mean)			Front		Colour of rear
	24	30	34°C	Colour	Texture	
A 79	1.8	5.0	5.4	Greenish yellow or yellowish brown	Floccose	Cream
A 113	1.3	3.6	4.0	Light green	Loosely Velvety	Light brown
A 7	1.6	4.6	5.0	Greenish yellow or Yellowish bay	Delicate floccose	Cream
A 73	2.0	4.8	5.0	Yellowish green	Loosely Velvety	Pale Yellowish brown
A 125	2.1	5.1	5.5	Yellowish green (head only)	Loosely Velvety	Dark purple
A 124	2.1	3.8	4.5	Deep green	Velvety	Light break
A 120	2.1	4.6	4.9	Deep green	Velvety	Break
A 121	1.9	5.0	5.5	Greenish yellow or brown	Floccose	White
A 32	1.9	4.3	5.1	Yellowish green	Velvety	Dark malmaison
A 9	1.8	4.9	5.2	Yellowish green	Velvety	Yellowish brown
A 25	2.2	5.7	6.5	Greenish yellow or umber	Velvety	Cream
A 71	1.8	5.8	6.5	Greenish yellow or umber	Velvety	Yellowish brown
A 85	1.8	3.7	4.5	Yellowish green	Loosely velvety	Dark greenish brown
A 67	1.6	4.1	4.8	Yellowish green	Velvety	Light brown
A 118	1.9	4.6	5.4	Yellowish green	Velvety	Brown or dark purple

밖의 균주들은 亦是 균주에 따라 차이는 있지만 대체로 綠色素가 짙은 黃綠色을 띄며 배양시간이 오래되어도 綠色素가 없어지지 않는다. 특히 A124와 A120은 짙은 暗綠色을 띄고 A113은 黃色素가 거의 없는 綠色을 띄었다.

다음 colony의 組成을 보면 A72와 A121은 氣中 菌絲體가 많아 floccose하였다. A7도 다소의 氣中 菌絲體를 볼수 있었다. A125는 sclerotia의 형성이 심하여 colony 全面의 색깔이 紫黑色 내지 黑褐色을 띄는 것이 특이 하였다. colony 뒷면의 색깔은 A72 A113 A7 A121 및 A25 등은 無色 내지 乳白色 또는 옅은 褐色을 띄나 그 밖의 균주들은 현저한 색깔을 띤다. 특히 sclerotia를 형성하는 균주들은 sclerotia 부분이 紫黑色을 나

타내어 sclerotia형성이 심한 A125와 A118등은 紫黑色을 띤다. A85는 sclerotia형성이 없지만 黑褐色 내지 紫黑色을 띄는 것이 특이 하였다.

그 밖의 균주들은 정도의 차이는 있으나 대체로 黃褐色 내지 褐色을 띄었다. (Table 10)

Conidial head: conidial head의 색깔은 위에서 記述한 colony 前面의 색깔과 일치한다. 모양은 균주에 따라 배양시간에 따라 다양한데 대부분의 균주가 放射狀의 conidial head를 가지나 흔히 同一 colony 내에서도 圓柱狀의 conidial head를 볼수 있는 균주가 많다. A85는 거의 대부분 圓柱狀의 conidial head를 갖는 것이 특이 하였다. 크기는 Table 11에서 보는 바와 같이 균주에 따라 모양에 따라 다양하다.

Table 11. Morphology of conidial heads of *Asp. flavus* Group

Strain No.	Colour	Shape	Size (width) μ
A 72	Greenish yellow or umber	Radiate	96 \pm 16
A 113	Light green	Radiate or defined column	400 \pm 96
A 7	Greenish yellow or umber	Radiate	190 \pm 33
A 73	Light yellow green	Radiate or defined column	290 \pm 41
A 125	Light yellow green	Radiate or defined column	230 \pm 30
A 124	Definite green	Radiate, curled	210 \pm 53
A 120	Definite green	Radiate, curled	250 \pm 72
A 121	Greenish yellow or brownish	Radiate or rarely columnar	50 \pm 36
A 32	Light yellow green	Radiate or defined column	370 \pm 37
A 9	Light yellow green	Radiate or defined column	470 \pm 75
A 25	Greenish yellow or umber	Radiate or short column	160 \pm 42 *260 \pm 26
A 71	Greenish yellow or umber	Defined column or radiate	85 \pm 50 *130 \pm 100
A 85	Light yellow green	Mostly columnar	79 \pm 60 *3 \pm 37
A 67	Light yellow green	Columnar or radiate	170 \pm 71 *340 \pm 42
A 118	Light yellow green	Radiate or defined column	380 \pm 48

* length

Conidiophore: conidiophore의 표면은 균주에 따라 다소 차이는 있지만 全菌株 共히 거칠었고 색깔은 모두 無色이었다. 길이는 A72가 2,880 \pm 430 μ A7이 2,140 \pm 940 μ 으로 가장 길었고 A124는 210 \pm 80 μ 으로 가장 짧았다. A121은 氣中 菌

絲體가 대단히 많고 conidiophore가 氣中 菌絲에서 分枝하는 것이 특이 하였다. A72도 氣中 菌絲體가 대단히 많고 간혹 conidiophore가 氣中 菌絲에서 分枝하고 있는 것을 볼수 있었다. (Table 12)

Table 12.

Morphology of conidiophores of *Asp. flavus* Group

Strain No.	Colour	Marking	Length (μ)	Width(μ)
A 72	Colorless	Rough	2,880 \pm 430	7.2 \pm 1.9
A 113	Colorless	Rough	1,210 \pm 450	12.3 \pm 2.5
A 7	Colorless	Rough	2,140 \pm 940	10.6 \pm 2.5
A 73	Colorless	Rough	1,060 \pm 220	9.5 \pm 2.2
A 125	Colorless	Rough	970 \pm 310	9.1 \pm 3.4
A 124	Colorless	Rough	210 \pm 80	8.2 \pm 1.3
A 120	Colorless	Rough	490 \pm 180	9.9 \pm 2.4
A 121	Colorless	Rough	430 \pm 170	6.8 \pm 2.2
A 32	Colorless	Rough	470 \pm 110	10.6 \pm 1.7
A 9	Colorless	Rough	800 \pm 220	12.7 \pm 3.2
A 25	Colorless	Rough	550 \pm 160	9.5 \pm 2.5
A 71	Colorless	Rough	700 \pm 140	8.8 \pm 1.2
A 85	Colorless	Rough	1,300 \pm 810	11.4 \pm 3.6
A 67	Colorless	Rough	480 \pm 180	10.0 \pm 2.2
A 118	Colorless	Rough	560 \pm 150	12.4 \pm 2.6

Vesicle: vesicle의 색깔과 모양은 균주에 따라 다소 차이는 있으나 대체로 색깔은 無色이거나 옅은 黃色 내지 黃褐色이고 모양은 대부분 卵形이지만 球形의 vesicle도 흔히 볼수 있었다. A73은 棍棒狀의 vesicle을 흔히 볼수 있는 것이 특이 하였다. sterigmata의 着生狀態를 보면 대체

로 전균주 공히 vesicle의 下部에 까지 着生하고 있는데 흔히 동일 균주라도 vesicle 上部에만 着生하고 있는 경우를 볼 수 있었다. vesicle의 넓이는 A7과 A113이 각각 45 \pm 8 μ 41 \pm 11 μ 으로 비교적 큰 편이었으며 A121과 A124는 각각 22 \pm 4 μ 24 \pm 3 μ 으로 비교적 작은 편이었다. (Table 13)

Table 13.

Morphology of vesicles of *Asp. flavus* Group

Strain No.	Origin	Colour	Shape	Size (μ)
A 72	Substratum	Colorless or yellowish	Subglobose	35 \pm 5
A 113	Substratum	Yellowish	Subglobose	41 \pm 11
A 7	Substratum	Yellowish	Subglobose	45 \pm 8
A 73	Substratum	Yellowish	Subglobose or elongate	33 \pm 5
A 125	Substratum	Yellowish	Subglobose	29 \pm 6
A 124	Substratum	Yellowish	Subglobose or globose	24 \pm 3
A 120	Substratum	Yellowish	Subglobose or globose	28 \pm 5
A 121	Substratum	Yellowish or colorless	Subglobose	22 \pm 4
A 32	Substratum	Yellowish	Subglobose	30 \pm 8
A 9	Substratum	Yellowish	Subglobose	37 \pm 7
A 25	Substratum	Yellowish	Subglobose	34 \pm 8
A 71	Substratum	Yellowish	Subglobose	28 \pm 4
A 85	Substratum	Yellowish	Subglobose	34 \pm 12
A 67	Substratum	Yellowish	Subglobose	34 \pm 8
A 118	Substratum	Yellowish	Subglobose	35 \pm 7

Sterigmata: 일반적으로 *Asp. flavus* group의 sterigmata의 配列은 동일균주 내에서도 1 series와 2 series가 섞여 있어 거의 일정하지 않다. 거의 대부분 1 series의 sterigmata를 갖는 균주는

A7 A120 A121 A32 및 A71 등이고 거의 대부분 2 series의 sterigmata를 갖는 균주는 A73 A9 및 A118등이 었다. primary 및 secondary sterigmata의 길이는 Table 14에서 보는 바와 같다.

Table 14. Morphology of sterigmata of *Asp. flavus* Group

Strain No.	Colour	Series	Primary sterigmata		Secondary sterigmata	
			Length (μ)	Width (μ)	Length (μ)	Width (μ)
A 72	Yellowish	Most one	9.8±0.8	3-4	7.5±0.9	3-4
A 113	Yellowish	More one	10.5±2.7	3-5	10.4±1.4	3-4
A 7	Yellowish	More one	10.3±1.5	3-5	8.1±1.4	3-5
A 73	Yellowish	Most two	8.0±1.2	3-5	8.2±0.9	3-4
A 125	Yellowish	More one	9.3±2.0	3-5	8.2±1.1	3-4
A 124	Yellowish	More one	9.8±3.0	3-4	7.5±0.8	3-4
A 120	Yellowish	Most one	8.4±1.2	3-4		
A 121	Yellowish	Most one	8.9±1.1	3-4		
A 32	Yellowish	Most one	9.1±2.1	3-5	6.9±0.5	3-4
A 9	Yellowish	Most two	13.3±5.3	3-5	9.1±1.7	3-4
A 25	Yellowish	More one	14.5±5.3	3-4	10.3±1.8	3-4
A 71	Yellowish	Most one	8.5±1.1	3-4		
A 85	Yellowish	More one	12.6±3.8	3-5	10.9±3.1	3-4
A 67	Yellowish	More two	13.5±5.9	3-5	10.3±2.8	3-4
A 118	Yellowish	Most two	10.3±1.7	3-5	8.9±1.4	3-4

Table 15. Morphology of conidia of *Asp. flavus* Group

Strain No.	Colour	Marking	Shape	Size (μ)
A 72	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	5.0±0.8
A 113	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	4.5±0.9
A 7	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	5.1±0.9
A 73	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	4.4±0.8
A 125	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	3.7±0.7
A 124	Yellowish or dark yellow	Coarsely echinulate	Globose or subglobose	4.4±1.1
A 120	Yellowish or dark yellow	Coarsely echinulate	Globose or subglobose	4.4±0.9
A 121	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	4.3±0.8
A 32	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	4.3±0.8
A 9	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	3.7±0.9
A 25	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	5.2±1.1
A 71	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	3.5±0.6
A 85	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	5.1±0.8
A 67	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	4.7±0.9
A 118	Yellowish	Smooth or echinulate	Globose or subglobose	3.6±1.0

Conidia: 먼저 색깔을 보면 균주에 따라 다소 차이는 있지만 대체로 전균주 모두 옅은 黃褐色 내지 黃綠色을 띄었다. 표면의 형태는 대체로 전균주 共히 거의 平滑하거나 약간 거친데 A124 와 A120 같은 대단히 거친 것이 특이하였다. conidia의 모양은 대체로 球形 내지 卵形이나 배양시간과 균주에 따라 다소 다양함을 볼수 있다 크기는 Table 15에서 보는 바와 같이 A25 A85 A7 및 A72 등이 비교적 큰 편이고 A71 A118

A9 및 A125 등이 비교적 적은 편이었다.

Sclerotia: sclerotia를 형성하는 균주는 A73 A125 A9 A25 및 A118 등이며 그 색깔은 모두 黑褐色 내지 紫黑色이고 모양은 球形 내지 卵形이었다. 크기는 균주에 따라 다소 차이는 있으나 대체로 500~900 μ 이었다. sclerotia 형성이 심한 균주는 A125 와 118이고 그 밖의 균주들은 빈약 하였다.

3. *Asp. nidulans* group: 본群에 속하는 균주

Table 16. Morphology of sclerotia of *Asp. flavus* Group

Strain No.	Colour	Shape	Size
A 73	Black	Globose or potato shape	600-700
A 125	Black	Globose or potato shape	500-700
A 9	Black	Globose or potato shape	600-700
A 25	Black	Globose or potato shape	600-800
A 118	Black	Globose or potato shape	600-900

A6은 綠色の velvety한 colony를 형성하고 colony 뒷면의 색깔이 暗紫色이었다.

綠色の 짧은 圓柱狀의 conidial head는 그 크기가 55 \pm 13 μ ×100 \pm 20 μ 이며 褐色 紫褐色 내지 黃綠色의 平滑한 conidiophore의 길이는 98 \pm 24 μ 이었다. vesicle의 색깔은 conidiophore의 색깔과 동일하고 모양은 卵形 내지 球形이며 크기는 12 \pm 2 μ 이었다. sterigmata의 색깔은 褐色 내지 黃綠色이고 2 series이며 primary sterigmata의 길이는 7.2 \pm 1.3 μ secondary sterigmata의 길이는 7.5 \pm 1 μ 이었다. 표면이 平滑하지 못한 黃綠色의 conidia는 그 크기가 3.2 \pm 0.3 μ 이었다. 본균주는 특히 150~180 μ 의 紫褐色 cleistothecia를 많이 형성하는데 그 속에는 lens 모양의 8개의 赤紫色 ascospore를 갖는 ascus를 볼수 있었다. (Table 17)

4. *Asp. glaucus* group: 본群에 속하는 균주 A114는 발육속도가 대단히 늦고 室溫에서 잘 발육한다. 발육초기에는 橙色 내지 暗褐色의 colony를 형성하나 3週間 배양하면 放射狀의 靑綠色 conidial head를 형성하게 된다. 배양시간이 오래된 colony 뒷면의 색깔은 暗紫色이다. conidiophore는 無色 내지 옅은 색을 띄고 平滑하며 그 길이

는 530 \pm 150 μ 이고 vesicle은 그 모양이 卵形 또는 球形이며 색깔은 無色 내지 옅은 黃褐色을 띄고 크기는 28 \pm 4 μ 이었다. sterigmata는 1series이고 그 길이는 8.5 \pm 2.6 μ 이었고 그리고 conidia는 그 표면에 小突起가 많고 모양은 대부분 卵形이며 크기는 6.4 \pm 0.6 μ 이었다. 특히 본균주는 球形 내지 卵形の 黃色 cleistothecia를 형성하는데 그 크기는 85~135 μ 이고 그 속의 ascus는 크기가 12~13 μ 이며 8개의 홈이 진 無色の lens 모양을 한 ascospore를 갖는다. ascospore의 크기는 5.5 \pm 0.3 μ ×4.6 \pm 0.2 μ 이었다. 그리고 菌絲가 팽대된 것으로 생각되는 18~36 μ 의 球形의 세포를 형성하는 것이 특이 하였다. (Table 17)

5. *Asp. ochraceus* group: 본群에 속하는 균주 A4는 黃色 내지 橙黃色의 colony를 형성하고 colony 뒷면의 색깔은 無色 내지 乳白色이었다. 球形 내지 放射狀 分枝를 한 黃色의 conidial head의 크기는 300 \pm 130 μ 이었고 그리고 옅은 黃色을 띤 conidiophore의 표면은 小突起가 많고 길이는 1,130 \pm 370 μ 이었다. vesicle은 球形이며 無色 내지 옅은 黃色을 띄고 크기는 34 \pm 4 μ 이었고 sterigmata는 2series이며 無色이고 primary sterig-

mata의 길이는 $18 \pm 3.5\mu$ 이었다. conidia는 黄色을 띠고 球形이며 크기는 $3.0 \pm 0.3\mu$ 이었으며 卵形 내지 球形의 粉紅色을 띤 sclerotia를 형성하였다. (Table 17)

6. *Asp. fumigatus* group: 本群에 속하는 균주 A5는 灰青色의 velvety한 colony를 형성하고 그 뒷면은 無色 또는 乳白色이며 圓柱狀의 灰靑綠色 conidial head의 크기는 $45 \pm 4\mu \times 650 \pm 25\mu$ 이었고 그리고 無色 平滑한 conidiophore의 길이는 $350 \pm 100\mu$ 이었다. vesicle의 모양은 flask 모양이고 無色이며 sterigmata의 着生이 vesicle 上部에 국한되는 것이 특이하고 그 넓이는 $23 \pm 3\mu$ 이었다. sterigmata는 1series이고 無色이며 길이는 $6.7 \pm 0.8\mu$ 이고 conidia는 卵形 내지 球形이며 색깔은 綠色을 띠고 그 크기는 $3.2 \pm 0.2\mu$ 이었다.

7. *Asp. clavatus* group: 本群에 속하는 균주 A30은 靑綠色의 floccose한 colony를 형성하고 그 뒷면은 無色이며 放射狀 分枝 또는 짧은 圓柱狀의 靑綠色 conidial head의 크기는 $125 \pm 50\mu \times 300 \pm 33\mu$ 이었다. 無色 平滑한 conidiophore의 길이는 $2,540 \pm 1,330\mu$ 이며 無色の 棍棒狀 vesicle은 그 크기가 $46 \pm 7\mu \times 137 \pm 24\mu$ 이었다. 열은 色을 띤 sterigmata는 1series이며 그 길이는 $7 \pm 1.4\mu$ 이고 綠色을 띤 conidia는 卵形이며 크기는 $4 \pm 0.4\mu$ 이었다. (Table 17)

8. *Asp. candidus* group: 本群에 속하는 균주 A129는 白色의 velvety한 colony를 형성하며 그 뒷면의 색깔은 無色이나 배양시간이 오래되면 열은 紫色을 띠는 경우가 많다. 放射狀의 白色 conidial head는 그 크기가 $50 \pm 14\mu$ 이고 卵形 내지 球形의 vesicle은 그 크기가 $5.5 \pm 1.3\mu$ 이고 無色이며 sterigmata는 2series이고 primary sterigmata의 길이는 $5.1 \pm 1.3\mu$ secondary sterigmata의 길이는 $6.2 \pm 0.7\mu$ 이었다. 球形의 無色 conidia는 그 크기가 $3.6 \pm 0.1\mu$ 이고 그리고 열은 色을 띤 卵形 내지 球形의 sclerotia는 그 크기가 $600 \sim 800\mu \times 650 \sim 900\mu$ 이었다.

9. *Asp. versicolor* group: 本群에 속하는 균주 A130과 A131의 형태를 보면 A130은 暗靑綠色 내지 부분적인 粉紅色의 colony를 형성하고 그 뒷면은 暗紫色이고 A131은 灰靑綠色 내지 靑綠

色の colony를 형성하고 그 뒷면은 無色 내지 乳白色이였다. conidial head의 모양은 두 균주 모두 放射狀이며 그 크기는 A130이 $110 \pm 17\mu$ A131이 $108 \pm 18\mu$ 이었다. conidiophore는 두 균주 모두 平滑하고 대체로 無色이나 A130은 간혹 열은 色을 띠는 경우가 많으며 길이는 A130이 $340 \pm 45\mu$ A131이 $250 \pm 85\mu$ 이었다. vesicle은 두 균주 모두 대체로 無色이고 卵形이며 넓이는 A130이 $12 \pm 2\mu$ A131이 $9 \pm 1\mu$ 이었다. sterigmata는 두 균주 共히 2series이나 색깔은 A130이 대체로 짙은 色을 띠는데 비해 A131은 열은 色을 띠거나 無色이며 길이는 A130이 primary sterigmata가 $6.5 \pm 2.4\mu$ secondary sterigmata가 $6 \pm 0.5\mu$ 이고 A131은 primary sterigmata가 $6.2 \pm 0.9\mu$ secondary sterigmata가 $7.7 \pm 1\mu$ 이었다. conidia는 두 균주 共히 정도의 차이는 있으나 대체로 綠色을 띠고 모양은 球形이며 표면은 거칠고 크기는 A130이 $2.8 \pm 0.3\mu$ A131이 $3.0 \pm 0.3\mu$ 이었다. 그리고 두 균주 모두 Hülle cell을 형성하나 다른 점은 A130은 膜이 두껍고 크기가 $12 \sim 15\mu$ 인데 비해 A131은 膜이 얇고 크기가 $7 \sim 16\mu$ 이었다. (Table 17)

生理學的 性狀에 關한 觀察

1. 澱粉液化型 酵素의 活性: 麴으로 부터 추출된 酵素液의 澱粉液化力을 비교해 보면 일반적으로 *Asp. flavus* group이 가장 강했고 *Asp. candidus* group (A129), *Asp. versicolor* group (A130, A131) *Asp. nidulans* group (A6) 및 *Asp. glaucus* group (A114) 등은 대단히 약하였다. *Asp. niger* group의 澱粉液化力을 비교해 보면 A40과 A126이 가장 강했고 A56과 A57은 비교적 강했으며 A79 A74 A1 A2 및 A54등은 中等 정도였으며 그 밖의 균주들은 대단히 약했다. *Asp. flavus* group을 보면 A113 A72 및 A7이 가장 강했고 A120 A124 및 A125가 가장 약했다. (Table 18)

2. 澱粉糖化型 酵素의 活性: 일반적으로 澱粉糖化力이 강한 菌群은 *Asp. niger* group에 속하는 균주들인데 그중 數株는 그와 반대로 대단히 약했다. *Asp. flavus* group의 糖化力도 비교적 강한 편이나 그 밖의 菌群들은 약한 편이었다. 사

Table 17. Descriptive sheet of the various groups of *Aspergilli* other than *Asp. niger* Group and *Asp. flavus* Group.

Colony morphology	Strain No.	A4		A5		A6		A30		A114		A129		A130		A131											
		Colony diameter 24°C (5days culture). cm	24°C 30°C 34°C	1.5	2.0	2.0	6.0	7.0	2.0	3.7	5.8	2.5	1.5	2.3	0.5	0.4	0.4	0.6	0.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	
Conidial heads	Color	Yellow ochre	Grayish blue	Green	Blue green	Olive green or blue green	White	Blue green or pink in some heads	Pale blue green																		
		Shape	Globose or divergent	Columnar	Short column	Divergent or short column	Radiate	Radiate	Radiate																		
Conidiphores	Color	Yellow ochre	Colorless	Brown or greenish yellow	Colorless	Pale color or colorless	Colorless	Pale color or colorless																			
		Marking Length and Width (μ)	Very rough 1,130±370/12±1.5	Smooth 350±100/7±1.8	Smooth 98±24/6±0.4	Smooth 2,540±1,330/27±7	Smooth 580±150/7.1±0.7	Smooth 96±45/3.3±0.4	Smooth 340±45/6.2±0.8	Smooth 250±85/3.5±0.2																	
Vesicles	Origin	Substratum	Fertile upper the half	Substratum or fertile upper the half	Substratum	Substratum	Substratum	Substratum																			
		Color	Colorless or pale yellow	Colorless	Brown or greenish yellow	Colorless	Colorless or pale yellow	Colorless	Colorless or pale color																		
Series	Color	Two	One	Two	One	One	One	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two	Two
		Colorless	Colorless	Brown or greenish yellow	Colorless	Pale color	Colorless or pale yellow	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless

Strain No.	A4	A5	A6	A30	A114	A129	A130	A131	
Sterigmata	Primary sterigmata (μ)	Length 18±3.5 Width 3-5	6.7±0.8 2-3	7.2±1.3 2-3	7±1.4 2-3	3.5±2.6 3-7	5.1±1.3 3-5	6.5±2.4 3-5	6.2±0.9 2-3
	Secondary sterigmata (μ)	Length 10±2.4 Width 2-3		7.5±1 2-3			6.2±0.7 2-3	6.0±0.5 2-3	7.7±1 2-4
Conidia	Color	Yellow or colorless	Bluish green	Green	Bluish green	Pale green or colorless	Colorless	Green	Green
	Marking	Delicately rough or smooth	Echinulate	Rough	Smooth	Very rough		Rough	Rough
Cleistothecia	Shape	Globose	Globose or subglobose	Globose	Elliptical	Subglobose or elliptical	Globose	Globose	Globose
	Size (μ)	3.0±0.3		3.2±0.3	4.0±0.4	6.4±0.6	3.6±0.1	2.8±0.3	3.0±0.3
Asci	Color			Purplish brown		Yellow			
	Shape			Globose		Oval			
Ascospores	Size (μ)			150-180		85-135			
	Color			9.2		12-13			
Sclerotia	Color			Purple red		Colorless			
	Shape			Lenticular		Lenticular			
Hülle cells	Marking			2 equatorial crests		Furrowed			
	Size (μ)			4.2±0.3/ 3.8±0.2		5.5±0.3/ 4.6±0.2			
Sclerotia	Color	Pink							
	Shape	Subglobose							
Hülle cells	Color			Colorless		Colorless		Colorless	Colorless
	Shape			Globose & thick walled		Globose & thick walled		Globose & thin walled	Globose & thin walled
Sclerotia	Size (μ)	700-800/ 800-1060							
	Size (μ)			15-20				12-25	7-16

Table 18.

Various enzyme activities of the *aspergilli*

Strain No.	Dextrinogenic Amylase (Winslow's units)	Saccharogenic amylase (Fohlin-Wu units)	Protease (Gross' units)	Arylsulfatase
A 79	384	2,830	0-2	++++
A 123	96	2,230	0-2	++++
A 74	384	1,750	0-2	++++
A 126	1,024	1,920	0-2	++++
A 122	24	1,840	0-2	+++
A 127	12	650	0-2	++++
A 128	12	600	0-2	++++
A 40	1,536	2,930	0-2	++++
A 56	768	4,120	0-2	++++
A 1	384	2,870	0-2	++++
A 2	256	3,450	0-2	++++
A 57	768	3,840	0-2	++++
A 54	256	2,780	0-2	++++
A 72	8,192	2,015	24	+++
A 113	16,384	2,120	64	+++
A 7	6,144	2,050	24	++
A 73	2,048	2,150	64	±
A 125	768	1,910	64	±
A 124	768	1,650	64	+
A 120	768	1,410	96	±
A 121	2,048	2,140	32	+
A 32	2,048	1,950	96	±
A 9	2,048	1,950	48	±
A 25	3,072	1,610	48	++
A 71	3,072	1,600	64	+
A 85	2,048	2,010	96	+
A 67	3,072	2,020	48	±
A 118	1,536	1,750	64	±
A 6	16	650	64	++++
A 4	256	1,950	192	+
A 5	768	1,810	96	+
A 30	1,026	1,050	16	-
A 129	64	750	24	+
A 114	2	50	0-2	+
A 130	16	120	32	++++
A 131	32	420	32	++++

힘된 균주 중 가장 力價가 강한 균주는 *Asp. niger* group 의 A56 A57 및 A2등이 가장 강하고

약한 균주는 *Asp. niger* group 의 A127 및 A 128 과 *Asp. nidulans* group(A9), *Asp. candidus* group

(A129) *Asp. glaucus* group (A114), *Asp. versicolor* group (A130, A131) 등이 었다. (Table 18)

3. Protease의 活性: Table 18에서 보는바와 같이 *Asp. niger* group 및 *Asp. candidus* group (A114) 은 그 力價가 대단히 미약하고 *Asp. ochraceus* group (A4)이 가장 강했다. 그리고 일반적으로 *Asp. flavus* group 에 속하는 균주들의 力價는 강한 편이었다.

4. Arylsulfatase의 活性: Table 18에서 보는바와 같이 *Asp. nidulans* group (A6) *Asp. versicolor* group (A130, A131) 및 *Asp. niger* group 등이 강한 活性을 나타내었고 그 밖의 균주들은 미약

한 편이었다. 특히 *Asp. clavatus* group (A30)은 陰性反應을 보였다.

5. Kojic acid의 生産能: 먼저 Katagiri and Kitahara 배양기 내에 25일간 배양한 후의 *Asp. flavus* group의 kojic acid 생산능을 비교해 보면 A124가 110mg/100ml, A67이 95mg/100ml, A73이 75mg/100ml, A9가 62mg/100ml, A32가 51mg/100ml, A120이 40mg/100ml, A118이 11mg/100ml, A125가 5mg/100ml, A25가 2.3mg/100ml 었다. 그 밖의 균주들은 전혀 생산하지 않았다. (Table 19)

Table 19. Kojic acid productivity of *Asp. flavus* group (in Katagiri & Kitahara medium)

Strain No.	Incubation period (mg/100ml)							
	4	6	8	10	13	16	20	25 (days)
A 124	9.0	36.0	62.0	72.0	76.0	88.0	108.0	110.0
A 73	7.0	28.0	42.0	45.0	54.0	57.0	72.0	75.0
A 120	0	0	7.0	10.0	21.0	35.0	37.0	40.0
A 125	0	0	0.5	0.6	1.4	2.0	3.0	5.0
A 67	0	0	2.0	16.0	33.0	60.0	94.0	95.0
A 32	0.1	4.0	25.0	28.0	30.0	40.0	46.0	51.0
A 9	3.0	21.0	27.0	34.0	39.0	46.0	56.0	62.0
A 118	1.0	5.0	5.0	5.5	8.0	8.0	9.0	11.0
A 25	0	0	0	0	0	1.1	1.1	2.3
A 72	0	0	0	0	0	0	0	0
A 113	0	0	0	0	0	0	0	0
A 7	0	0	0	0	0	0	0	0
A 121	0	0	0	0	0	0	0	0
A 71	0	0	0	0	0	0	0	0
A 85	0	0	0	0	0	0	0	0

다음은 Czapeck's Dox 배양기에 20일간 배양한 후 kojic acid의 생산여부를 관찰한 결과 *Asp. flavus* group의 A124 A120 A32 A9 A118 및 A125만이 생산하였다. 다음 malt extract solution에 10일간 배양한 후의 kojic acid 생산여부를 보면 A72와 A121을 제외한 *Asp. flavus* group의 전균주가 생산함을 관찰할 수 있었다. (Table 20)

6. 培養基의 水素ion濃度の 變化: 먼저 Czapeck's Dox 배양기에 20일간 배양한 후 水素ion濃도를

측정한 결과 A72 A7 A124 A121 A6 A4 A129 A130 및 A131 등은 대조 배양기와 같거나 微弱한 酸性化를 일으켰다. 그 밖의 균주들은 정도의 차이는 있으나 대체로 뚜렷한 水素ion濃度の 變化를 가져 왔는데 특히 *Asp. niger* group이 심하였고 그 중 A2 A79 A1 및 A54 등이 가장 심하였다. 다음 malt extract solution에 10일간 배양한 후의 水素ion濃度の 變化를 보면 역시 *Asp. niger* group이 심하였고 그 중에서도 A1 A2 A54 A79 A57 및 A56 등이 가장 심하였다. (Table 20)

Table 20. Kojic acid productivity & pH change of culture medium

Strain No.	Czapeck's Dox medium (20 days culture)		Malt extract medium (10 days culture)	
	pH	Kojic acid	pH	Kojic acid
A 79	2.0	—	2.0	—
A 123	3.6	—	3.0	—
A 74	3.0	—	3.4	—
A 126	3.5	—	3.8	—
A 122	4.2	—	2.8	—
A 127	4.0	—	4.0	—
A 128	4.1	—	5.0	—
A 40	3.7	—	4.0	—
A 56	3.5	—	2.0	—
A 57	3.4	—	2.1	—
A 1	2.4	—	1.2	—
A 54	2.1	—	2.0	—
A 2	1.8	—	1.3	—
A 72	7.7	—	4.3	—
A 113	5.4	—	4.6	++++
A 7	7.1	—	4.2	++++
A 73	6.2	—	4.5	++++
A 125	4.5	±	4.3	++++
A 124	7.0	++	4.9	++++
A 120	5.5	++++	3.1	++++
A 121	6.9	—	4.0	—
A 32	5.5	++	5.0	+++
A 9	5.7	+++	4.2	++++
A 25	6.5	—	4.5	+++
A 71	4.3	—	5.6	++
A 85	6.4	—	4.2	++++
A 67	6.2	—	4.2	++++
A 118	5.7	++	4.2	++++
A 6	7.9	—	4.3	—
A 4	7.1	—	4.7	—
A 5	5.5	—	4.9	—
A 30	5.7	—	4.0	—
A 129	7.4	—	5.6	—
A 114	?	?	?	?
A 130	7.9	—	5.5	—
A 131	7.7	—	4.1	—
Cont	7.8	—	6.0	—

考 察

I. *Asp. niger* group : 먼저 本群의 분류법을 살펴보면 1945년에 Thom과 Raper 등이 ①sterigmata의 배열 및 크기와 ②conidia의 크기 색깔 모양 및 표면의 형태로 *Asp. niger* series *Asp. carbonarius* series 및 *Asp. luchuensis* series 등으로 나누고 다시 이를 위의 성장과 더불어 ③colony 전면의 색깔 발육상태 및 conidial head의 수 등으로 총 17종으로 분류 하였으며 그후 1965년에 Raper와 Fennell 등이 다시 이를 ① sterigmata의 배열 ② colony 전면의 색깔과 발육속도 ③ conidia의 모양 크기 및 표면의 형태 ④ conidiophore의 길이 ⑤ conidial head의 모양 크기 및 색깔 ⑥ vesicle의 크기 및 ⑦ 培養基內 菌絲體의 색깔 등으로 보완 수정하여 분류법을 만들고 총 15종으로 분류하고 있다. 현재 가장 대표적인 분류법으로 널리 이용되고 있는 이 Raper와 Fennell의 분류법은 前報와는 달리 primary sterigmata의 크기를 전혀 이용하지 않으면서 conidiophore의 길이 배양기내 菌絲體의 색깔 및 vesicle의 크기 등을 이용하고 있다. 그밖의 분류법을 살펴보면 1934년에 Mosseray (1934a, 1934b)가 ① colony表 裏面의 형태 및 발육속도 ② conidial head의 형성 정도와 그 형태 ③ conidophore의 길이 ④conidia의 크기 및 형태 ⑤ vesicle의 모양 ⑥ sterigmata의 배열 및 크기 ⑦ sclerotia 형성 여부 등을 중심으로 분류법을 만들고 35종으로 분류하고 있는데 대체로 광범한 형태학적 성상을 섬세하게 細分하고 있는 것이 특이하다. 1944년에 坂口 및 山田등은 sterigmata의 배열과 conidia의 크기 및 표면의 형태로 *Asp. carbonarius*群 *Asp. niger*群 *Asp. japonicus*群 및 kuro-koji mold群등 4群으로 분류하고 다시 conidial head의 색깔과 亞硝酸鹽의 동화능력으로 kuro-koji mold군을 5종으로 분류하고 있는데 특이한 점은 亞硝酸鹽의 동화능력과 같은 생리학적 성상을 분류에 이용하고 있다는 사실이다. 생리학적 성장에 의한 *Asp. niger* group의 분류는 1950년에 北原 및 久留에 의해서도 이루어 졌는데 이들은 α - 및 β -amylase와 maltase의 활성을 비교하여 Awamori群 Niger群

Carbonarius群 및 Japonicus群등 4군으로 나누었다. 1953년에 飯塚는 sterigmata의 배열과 conidia의 크기 및 표면의 형태로 *Asp. carbonarius*群 *Asp. niger*群 Kuro-koji群 및 *Asp. japonicus*群등 4군으로 나누고 다시 *Asp. japonicus*群을 위의 형태학적 성장과 함께 colony表, 裏面의 색깔, vesicle의 크기 및 conidiophore의 길이 등으로 4종으로 분류하고 있다.

저자는 본실험의 결과를 통해 *Asp. niger* group의 분류에 있어서 colony表 裏面의 면밀한 형태 및 발육속도와 conidial head의 색깔 및 크기등은 Table 3, 4에서 보는바와 같이 菌種에 따라서는 특이한 경우를 볼수 있어 몇몇 종의 同定에 있어서는 중요하다고 생각하지만 대체로 배양조건에 따라 다양한 경우가 많다. conidia의 크기 및 표면의 형태(Iizuka, 1955)와 conidiophore의 길이 등은 Table 5, 8에 나타난바와 같이 서로 현저하게 비교되는 군종이 많아 매우 중요한 同定項目이라고 생각한다. 그밖에 sterigmata의 배열은 *Asp. japonicus*群을 鑑別하는데 중요하지만 sterigmata의 크기는 물론 *Asp. pulverulentus*처럼 뚜렷하게 비교되는 종도 있지만 대체로 배양시간을 비롯한 여러가지 배양조건에 따라 다양한 경우가 많다. vesicle의 모양 및 크기와 sclerotia의 형성여부 및 그 형태등은 물론 몇몇 종에 있어서는 뚜렷하게 비교되는 경우도 있지만 대체로 분류의 중요한 동정항목이라고 생각되지 않았다.

본실험에 供試된 균주 중 Dr. Hesseltine으로부터 분양받은 균주 6주를 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 동정분류한 결과 모두 분양당시의 種名과 일치 하였다.

우리나라의 자연발효식품에서 분리된 균주 중 본실험에 선택 供試된 3주(A1 A2 A54)는 Raper와 Fennell의 분류법에 의하면 A1과 A54는 *Asp. niger*로 동정 되었는데 이 두 균주가 서로 다른 점은 A1은 sclerotia를 형성하지 않는데 반해 A54는 sclerotia를 형성하였다는 점이다. A2는 *Asp. pulverulentus*로 동정되었는데 Czapeck's Doga agar에 배양했을때 colony 뒷면이 黃色을 띠는 점이 특이 하였다.

다음은 위에서 坂口 및 山田(1944)과 北原 및 久留(1950) 등이 균의 생리학적 특성을 분류에 이용한 바와 같이 저자도 그러한 목적으로 몇가지 생리학적 성상을 비교관찰한 결과 서로 비교할 수 있는 특성을 관찰할 수 있었다. 즉 *Asp. niger* group 에 공통되는 성상으로서 arylsulfatase 活性이 대단히 강하고 麴으로부터 추출된 酵素液의 protease 활성이 대단히 미약하고 kojic acid의 생산이 전혀 없고 그리고 培養液이 균을 접종하지 않은 배양기에 비해 심한 酸性이었다. 배양기의 酸性화가 가장 심한 균종은 *Asp. niger* 와 *Asp. pulverulentus* 였다. 다음 麴으로부터 추출된 酵素液의 澱粉液化 및 糖化型 酵素의 활성을 보면 澱粉液化효소는 일반적으로 *Asp. niger* group 이 他 菌群에 비해 강한 편인데 그 중에서도 특히 *Asp. usami* 와 *Asp. pulverulentus* 가 가장 강했고 *Asp. japonicus* 는 대단히 미약 하였다. 액화형효소는 *Asp. kawachii* 와 *Asp. foetidus* 가 가장 강하고 *Asp. phoenicis*, *Asp. carbonarius* 및 *Asp. japonicus* 등은 대단히 약했다. 澱粉液, 糖化型 효소의 활성을 서로 비교해 보면 *Asp. niger* group 은 4 群으로 나눌수 있었는데 第1群은 液, 糖化型 효소의 활성이 비교적 강한 균으로서 *Asp. usami*, *Asp. kawachii* 및 *Asp. foetidus* 가 이에 속했고 第2 群은 液化型 효소의 활성이 中等程度이고 糖化型 효소의 활성이 비교적 강하거나 中等程度인 균으로서 *Asp. niger*, *Asp. awamori* 및 *Asp. pulverulentus* 가 이에 속했고 第3群은 糖化型 효소의 활성은 中等程度이고 液化型 효소의 活性은 약한 균으로서 *Asp. phoenicis* 와 *Asp. carbonarius* 가 이에 속했고 第4 群은 液, 糖化型 효소의 활성이 모두 약한 群으로서 *Asp. japonicus* 와 그 白色突然變異株가 이에 속했다.

현재 국내 발효공업에 이용되고 있는 *Asp. kawachii* 와 *Asp. usami* 를 Raper 와 Fennell 등은 각각 *Asp. niger* 와 *Asp. awamori* 의 同意語일 것으로 기록하고 있는데 본실험에서 관찰된 전분액, 당화형효소의 활성을 보면 그들이 同意語가 아니라고 생각되었다. *Asp. kawachii* 는 1942년에 Kitahara 와 Yoshida 등이 命名 하였는데 그후 北原과 久留(1949a, 1949b) 등은 그 형태 및 diastase

組成을 관찰하여 中酸性黑麴菌인 *Asp. luchuensis* 와 近緣의 관계에 있다고 하였다. *Asp. usami* 는 Sakaguchi, Iizuka 및 Yamazaki (1950) 등이 日本 琉球 및 鹿兒島 등의 Kuro-koji 로 부터 분리하여 命名하고 그후 Iizuka 와 Sugiyama (1965) 등이 新種으로 기록하고 *Asp. batatae* 와 近緣의 관계에 있지만 다른 균종이라고 하였다.

Czapeck's Dox agar 平板培養基에 배양한 *Asp. japonicus* 의 colony 에 偶發적으로 발생한 突然變異株인 A128은 기원하는 균주가 紫褐色 내지 紫黑色의 conidial head 를 갖는데 비하여 白色 내지 乳白色의 보다 적은 conidial head 를 갖는다는 점이 다른데 현재 그러한 형태학적 성상이 50 代 이상 계대배양 하여도 변화가 없는 것으로 보아 안전 한 성상이라고 생각 되었다.

II. *Asp. flavus* group: 먼저 본군의 분류법을 살펴보면 Thom 과 Church (1926) 등은 *Asp. flavus* 와 *Asp. oryzae* 를 *Asp. flavus-oryzae* group 으로 統合하고 *Asp. parasiticus* 와 *Asp. tamarii* 를 따로 분류하였다. 그후 Thom과 Raper (1945) 등은 *Asp. flavus-oryzae* group 을 ① sterigmata 의 배열 ② conidiophore 의 길이와 着生狀態 ③ conidial head 의 색깔과 모양 ④ conidia 의 크기 모양 및 표면의 형태등으로 총 5 종으로 분류하였다. 1965년에 Raper와 Fennell이 다시 이를 보완하여 group名을 *Asp. flavus* group 으로 改稱하고 ① colony의 형태와 발육속도 ② conidial head 의 형태 ③ conidia의 크기 및 형태 ④ sterigmata 의 배열 ⑤ conidiophore 의 착생상태와 표면의 형태등을 중심으로 총 11 종으로 분류하고 있다. 前報와 다른 점은 sterigmata 의 배열 보다 conidial head 및 colony의 형태를 중요시하고 conidiophore 의 길이를 분류의 기준으로 이용하지 않는다는 점이며 현재 가장 널리 이용되고 있는 대표적인 분류법 이다. 그밖에 坂口와 山田(1944) 등은 黃麴菌을 ① conidia 의 크기 및 형태 ② conidiophore 표면의 형태 ③ colony 표면의 색깔등을 중심으로 분류법을 만들고 *Asp. flavus-oryzae* group 을 따로 분류하고 *Asp. oryzae* series 를 5 종으로 분류하고 있다.

저자는 본실험의 결과를 통해 colony 의 형태

와 conidial head의 형태는 일반적으로 배양조건에 따라 매우 다양함을 볼 수 있지만 Table 10, 11에서 보는 바와 같이 몇몇 균종은 그러한 형태학적 성상이 다른 균종과 뚜렷하게 구별되는 경우를 볼 수 있었다. 그리고 conidia의 크기 및 표면의 형태와 conidiophore의 길이는 Table 12, 15에 나타난 바와 같이 대체로 본군의 분류에 있어서 중요한 동정항목이라고 생각되었으나 sterigmata의 배열은 *Asp. parasiticus*를 제외하고는 1series와 2series가 섞여 있어 대단히 다양하였다. 대체로 *Asp. flavus* group은 기타 *Aspergilli*의 분류에 있어서 주된 동정대상으로 관찰하고 있는 그러한 형태학적 성상들이 매우 다양하여 그 분류에 난점이 많다고 생각한다. 본실험에 供試된 균주 중에서 Dr. Hesseltine 으로부터 분양받은 4주는 Raper 와 Fennell의 분류법에 따라 동정한 결과 분양받을 당시의 種名과 일치하였다. 그리고 日本 醸造試驗所의 Dr. Murakami로부터 분양받은 2주 중 A125는 분양 당시의 種명과 동일하게 동정되었으나 A124는 Murakami (1967) 자신이 *Asp. flavus*로 동정된 균주로 분양받아 다시 면밀한 분류학적 연구를 실시하여 이 균주를 *Asp. parasiticus* speare var. *globosus* Murakami로 再分類하였는데 본실험의 결과로 보아 colony의 형태 conidial head의 형태 및 conidia의 크기 및 형태 등은 Raper 와 Fennell의 *Asp. parasiticus*에 아주 가까우나 conidiophore의 길이와 sterigmata의 배열 등이 크게 달랐다. 따라서 A124는 Raper 와 Fennell의 분류법에 따르면 *Asp. parasiticus*가 아님이 분명하였다. 그러나 A120과 A124는 다 같이 강력한 aflatoxin 생산능력과 kojic acid 생산능력을 갖는 점등 서로가 아주 近緣의 관계에 있다고 생각된다.

우리나라의 자연발효식품에서 분리된 균주 중 본 실험에 선택 供試된 8주는 Raper 와 Fennell의 분류법에 따라 동정한 결과 그중 A9 A118 A85 및 A67 등은 *Asp. flavus*로 동정되었다. 이 균주들이 서로 다른 점은 A9와 A118은 vesicle이 타원형에 가까우나 A85와 A67은 球形에 가깝고 A85와 A118은 colony 뒷면의 색깔이 대단히 짙은 색이며 A85의 conidiophore는 그 길이가 비

교적 긴 편이나 기타 균주들은 짧은 편인데 특히 A67과 A118이 더욱 짧다 그리고 A85와 A67은 sclerotia를 형성하지 않는다. 다음 A7은 *Asp. oryzae*로 동정되었는데 A72와 다른 점은 colony의 형태와 conidiophore의 길이였다 A32는 그 형태학적 성상이 *Asp. flavus*에 가깝지만 sterigmata의 배열이 거의 1 series이라는 점이 다르고 그리고 흔히 圓筒狀 conidial head를 볼 수 있지만 대부분 放射狀 conidial head를 형성하기 때문에 *Asp. flavus* var. *columnarius* n var. 와도 다르다 그리고 *Asp. parasiticus*와도 그 형태학적 성상이 비슷한 점이 많으나 conidia의 형태가 다르다. A25의 A71은 conidial head의 색깔이 黃綠色에서 쉬이 綠褐色 내지 옅은 黃褐色으로 변하기 때문에 *Asp. flavus*가 아님은 분명하고 그리고 conidiophore의 길이가 짧아 *Asp. oryzae*와도 달랐다. 그밖에 *Asp. zonatus*, *Asp. clavatoflavus*, *Asp. tamarii*, *Asp. flavo-furcatus*, *Asp. subolivaceus* 및 *Asp. avenaceus* 등과도 그 형태학적 성상이 달랐다. 따라서 A32 A25 및 A71 등은 Raper 와 Fennell의 분류법에 따라 동정할 수 없었다.

우리나라 발효공업에 이용되고 있는 麴 A113은 *Asp. oryzae*로 記名되어 있으나 본실험의 결과로 보면 일반적으로 그 형태학적 성상이 Raper 와 Fennell의 *Asp. oryzae*에 가깝지만 colony의 綠色味가 오래동안 지속한다는 점이 크게 다르므로 확실한 증명을 결정할 수 없었다.

Asp. flavus group의 생리학적 성상에 관한 관찰결과를 보면 전분액화형효소의 활성은 일반적으로 다른 group에 비해 강한 편인데 그중에서도 *Asp. oryzae*가 *Asp. flavus*보다 강했다. 전분당화형효소의 활성은 *Asp. flavus* group이 다른 group에 비해 *Asp. niger* group 다음으로 강한 편이고 대체로 *Asp. oryzae*가 *Asp. flavus*보다 강한 경향을 보여 주었다. protease의 활성은 *Asp. flavus* group이 대체로 다른 group에 비해 강한 편이고 그리고 그중에서도 *Asp. flavus*가 *Asp. oryzae*보다 강한 경향을 보여 주었다. Arylsulfatase 활성은 일반적으로 *Asp. flavus* group이 다른 group에 비해 미약한 경향을 나타내었다. 다음은 *Asp. flavus* group의 kojic acid 生産

能을 비교해 보면 Katagiri 및 Kitahara(1633) 배양기 내에서는 Table 21에서 보는 바와 같이 정도의 차이는 있으나 A124 A67 A73 A9 A32 A120 A118 A125 및 A25 등이 kojic acid를 생산하였는데 대부분이 *Asp. flavus* 및 *Asp. parasiticus*였다. Czapeck's Dox solution 내에서는 Table 20에서 보는 바와 같이 A120 A9 A124 A32 A118 및 A125 등이 kojic acid를 생산하였고 그리고 malt extract solution 내에서는 A72와 A121을 제외하고는 *Asp. flavus* group의 전균주가 생산하였다. 특히 다른 배양기 내에서는 kojic acid를 생산하지 않았던 균주인 A113 A7 A71 및 A85 등이 malt extract solution 내에서는 생산하였는데 주목할 만한 것은 *Asp. oryzae*로 동정된 균주가 kojic acid를 생산한다는 사실이다. Raper와 Fennell의 *Asp. oryzae*는 그와 같이 그들의 생리학적 성상이 兩立되므로 앞으로 再檢討 할 필요가 있다고 생각한다.

村上등 (1967a, 1967b, 1967c)은 koji extract medium 내에서의 kojic acid 생산여부를 관찰한 결과 *Asp. flavus* 株에 많다고 하였는데 본 실험의 결과로 보면 배양기에 따라서는 *Asp. oryzae*도 생산하므로 *Asp. flavus* group의 kojic acid 생산여부를 검정하는때는 배양기의 선택이 중요하고 그리고 이러한 생리학적 성상에 대한 관찰은 분류에 중요한 기준이 될수 있다고 생각하였다.

III. *Asp. nidulans* group: 본군의 A6은 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 관찰한 결과 *Asp. nidulans*로 동정되었다. 전분 액화 및 당화형효소의 활성은 다른 Group에 비해 미약했고 protease 활성은 비교적 강하고 그리고 arylsulfatase 활성은 대단히 강했다.

IV. *Asp. glaucus* group: 본군의 A114는 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 관찰한 결과 *Asp. ruber*로 동정되었다. 이 균주는 본실험에서 관찰된 모든 효소의 활성이 대단히 미약하였다.

V. *Asp. ochraceus* group: 본군의 A4는 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 관찰한 결과 *Asp. ochraceus*로 동정되었다. 이 균주는 전분액화효소의 활성이 비교적 약하고 그리고 당화형효소는 中等程度이며 protease 활성은 다른 group에 비

해 대단히 강했다. arylsulfatase 활성은 미약하였다.

VI. *Asp. fumigatus* group: 본군의 A5는 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 관찰한 결과 *Asp. fumigatus*로 동정되었다. 이 균주의 전분 액화 및 당화형효소의 활성은 중등정도이고 protease 활성은 비교적 강한 편이며 arylsulfatase 활성은 미약하였다.

VII. *Asp. clavatus* group: 본군의 A30은 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 관찰한 결과 *Asp. clavatus*로 동정되었다. 이 균주의 전분액화형효소의 활성은 비교적 강한 편이나 당화형효소는 비교적 약하며 protease 활성도 약한 편이었다. arylsulfatase 활성은 陰性을 나타내었다.

VIII. *Asp. candidus* group: 본군의 A129는 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 균종을 결정할 수 없었다. 왜냐하면 Raper와 Fennell은 본군을 1종으로 분류하고 있는데 그 균종 (*Asp. candidus*)과는 형태학적 성상이 크게 달랐기 때문이다. 흔히 다른 group의 균종 중에서 白色突然變異株가 본군으로 동정되는 경우가 있어 A129의 정확한 분류학적 위치는 앞으로 더 연구해야 할 것으로 생각한다. 이 균주는 본실험에서 관찰된 모든 효소의 활성이 미약했다.

IX. *Asp. versicolor* group: 본군의 A130과 A131은 Raper와 Fennell의 분류법에 따라 동정한 결과 A130은 *Asp. versicolor*로 A131은 *Asp. sydowi*로 동정되었다. 이 균주들의 전분 액화 및 당화형효소의 활성은 미약하였고 그리고 protease 활성은 중등 정도였으며 arylsulfatase 활성은 대단히 강하였다.

이상에서 논의된 바를 종합해 보면 genus *Aspergillus*의 분류에 있어서 주로 그 형태학적성상을 중심으로 행하는 것이 常例이나 균종의 세분류에 있어서 흔히 형태학적 성상의 다양성과 不安全性 때문에 동정에 혼동을 가져오는 수가 많다. 그리고 형태학적으로 同一視되는 균주라도 그들의 생리학적 성상이 서로 다른 경우가 많으므로 형태학적 동정과 아울러 생리학적 성상의 관찰이 이루어져야 할 것으로 생각한다.

그리고 우리나라 국민의 식생활과 밀접한 관

계를 갖고있는 메주와 누룩에 분포하는 *Aspergillus* 는 위에서 본바와 같이 물론 몇몇 균주의 균종은 아직 결정되지 않았지만 일반적으로 다양하고 그리고 이 균주들이 그러한 식품의 제조에

있어서 전혀 비합리적인 것도 많을 뿐 아니라 국민건강을 해칠수 있는 요인을 가진 균주들이 있어서 앞으로 더욱더 연구 검토되어야 할 것으로 생각한다.

摘 要

우리나라의 自然醱酵食品 중 메주 및 누룩으로 부터 분리된 각종 *Aspergillus* spp 가운데 그 형태학적 성상으로 서로 다른 균주 18주와 토양에서 분리된 균주 1주 그리고 美國 Northern Utilization Research and Development Division 으로 부터 분양받은 *Asp. flavus* group 4주 및 *Asp. niger* group 6주, 日本 醸造試験所로부터 분양받은 *Asp. flavus* group 2株, 현재 우리나라의 각종 발효공업에 이용하고 있는 麴菌 4주 및 *Asp. japonicus* 의 배양 途中에 偶發적으로 발생한 白色突然變異株 1주등을 대상으로 그들의 형태 및 생리학적 성상을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 但 우리나라의 자연 발효식품 및 토양에서 분리된 균주는 Raper 와 Fennell 의 분류법에 따라 동정하였다.

1. 먼저 메주 및 누룩에서 분리되는 *Asp. niger* group의 3주 중 1주는 *Asp. pulverulentus* 로 동정되었고 다른 2주는 sclerotia 형성 여부와 conidiophore 의 길이가 서로 다르지만 *Asp. niger* 로 동정되었다.
2. *Asp. niger* group 의 전분 液化 및 糖化型효소의 활성을 관찰한 결과 4群으로 분류 되었는데 第1群은 액 당화 효소의 활성이 모두 비교적 강한 균으로서 *Asp. usamii*, *Asp. kawachii* 및 *Asp. foetidus* 등이 이에 속했고 第2群은 액화형효소의 활성이 中等程度이고 당화형효소의 활성이 비교적 강하거나 중등정도인 균으로서 *Asp. niger*, *Asp. awamori* 및 *Asp. pulverulentus*가 이에 속했고 第3群은 당화형효소의 활성은 中等程度이고 액화형효소의 활성은 약한 균으로서 *Asp. phoenicis* 와 *Asp. carbonarius* 가 이에 속했고 第4群은 액 당화형효소의 활성이 모두 약한 균으로서 *Asp. japonicus* 가 이에 속했다.
3. 메주 및 누룩에서 분리되는 *Asp. flavus* group의 8주 중 4주는 vesicle의 모양, colony裏面の 색깔, conidiophore의 길이 및 sclerotia 형성여부등이 서로 다르지만 *Asp. flavus* 로 동정되었고 그리고 다른 1주는 *Asp. oryzae* 로 동정되었다. 그밖의 3주는 Raper 와 Fennell 의 분류법으로 균종을 결정할 수 없었다.
4. *Asp. flavus* group 의 kojic acid 생산여부는 배양기에 따라 다른데 Czapeck's Dox solution 내에서는 供試된 15주 중 6주가 Katagiri and Kitahara medium 내에서는 9주가 malt extract solution 내에서는 13주가 각각 kojic acid 를 생산하였다. 특히 *Asp. oryzae* 로 동정된 균주 3주 중 2주가 kojic acid 를 생산 하였다.
5. 메주에서 분리된 *Asp. nidulans* group 의 1주는 *Asp. nidulans* 로 동정되었다. 이 균주는 arylsulfatase 활성이 강했다.
6. 토양에서 분리된 *Asp. glaucus* group 의 1주는 *Asp. ruber* 로 동정되었다.
7. 메주 및 누룩에서 분리되는 *Asp. ochraceus* group의 1주는 *Asp. ochraceus* 로 동정되었다. 이 균주는 protease 활성이 강했다.
8. 메주 및 누룩에서 분리되는 *Asp. fumigatus* group 의 1주는 *Asp. fumigatus* 로 동정되었다.
9. 메주에서 분리된 *Asp. clavatus* group 의 1주는 *Asp. clavatus* 로 동정되었다. 이 균주는 arylsulfatase 활성이 음성이었다.
10. 메주 및 누룩에서 분리되는 *Asp. versicolor* group 의 2주는 *Asp. versicolor* 및 *Asp. sydowi* 로 동정되었다. 이 균주들은 arylsulfatase 활성이 대단히 강했다.
11. 메주에서 분리된 *Asp. candidus* group의 1주는 Raper와 Fennell의 분류법으로 균종을 결정할 수 없었다.

引 用 文 獻

1. Browne, C.A. Jr. The fermentation of sugar-cane products. *Jour. Am. Chem. Soc.* 28 : 465, 1906.
2. Currie, J.N. The citric acid fermentation of *Asp. niger*. *Jour. Biol. Chem.* 31 : 15, 1917.
3. Doelger, W.P., and S.C. Prescott. Citric acid fermentation. *Ind. Eng. Chem.* 26 : 1142, 1934.

4. Eble, T.E., and F.R. Hanson. Fumagillin, an antibiotic from *Asp. fumigatus* H-3. *Antibiotic and chemotherapy*. 1(1) : 54, 1951.
5. Gastrock, E.A., and N. porges. Gluconic acid fermentation on pilot-plant scale-Effect of variable on production by submerged mold growths. *Ind. Eng. Chem.* 30 : 782, 1938.
6. Iizuka, H., and M. Iida, Maltoryzine, a new toxic metabolite produced by a strain of *Asp. oryzae* var. *microsporus* isolated from the poisonous malt sprout. *Nature*, 196(4855) : 681, 1962.
7. Iizuka, H., and J. Sugiyama. On three new Aspergilli isolated from kuro-koji of Ryuku islands and Kagoshima, Japan. *Jour. Jap. Bot.* 40 : 230, 1965
8. Iizuka, H. The electron microscopical investigation on classification of conidia of the genus *Aspergillus*. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 1 : 10, 1955.
9. Katagiri H., and K. Kitahara. The fermentation of kojic acid by *Asp. oryzae*. *Mem. Coll. Agr., Kyoto Univ.*, No.26, *Chem. ser.* 15, March. pp.1 ~29, 1933.
10. Kitahara, K., and Yoshida. *Jour. Ferm. Technol.* 27 : 162, 1942.
11. May, O.E., A.J. Moyer, P.A. Wells and H.T. Herrick. The production of kojic acid by *Asp. flavus*. *Jour. Am. Chem. Soc.* 53 : 774, 1931.
12. Mosseray, R. Les Aspergillus de la section "Niger" Thom et church. *La Cellule.* 43 (Fasc 2) : 203, plates 1934a
13. Mosseray, R. Sur la systematique der Aspergillus de la section "Niger" Thom et church. *Ann. Soc. Sci. Bruxelles, Ser* 54 : 72, 1934b
14. Renon, L. E'tude sur L'aspergillose chez les animaux et chez L' homme. *paris, Masson et cie* 1897.
15. Sakaguchi, K., H. Iizuka, and Yamazaki. *Jour. Appl. Microbiol.*, (Japan), 3(4) : 97. 1940.
16. Stodola, F.H., M. Friedkin, A.J. Moyer and R.D. Coghill. Itatartaric acid, a metabolic product of an ultraviolet-induced mutant of *Asp. terreus*. *Jour. Biol.Chem.* 161 : 739, 1945.
17. Takamine, J. Enzymes of *Asp. oryzae* and the application of its Amyloclastic enzyme to the fermentation industry. *Ind. Eng. Chem.* 6 : 824, 1914.
18. Van Tiegham, P.E.L. Sur la fermentation gallyque. *Compt rend.* 65 : 1091, 1867.
19. Waksman, S.A. process for the production of fumaric acid. *U.S. patent* 23266986 Aug. 17. 1943.
20. Whitehead, J.E.M., et al. Bacterial arylsulfatase. *Biochem. J.* 51 : 585, 1952.
21. Prescott, S.C., and C.G. Dunn. Industrial Microbiology. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York Toronto, London. 1959.
22. Raper, K.B., and D.I. Fennell. The genus *Aspergillus*. The Williams and Wilkins co., Baltimore. 1965.
23. Thom, C., and K.B. Raper. A manual of *Aspergilli*. The Williams and Wilkins Co., Baltimore. 1945.
24. 金鍾協, 張建型, 崔春彥 · 韓國에서의 皮革防黴에 관한 研究, (第一報) 皮革菌 *Asp oryzae*, *Asp. niger* 의 分離 및 固定. 韓國微生物學會誌, 3 : 15, 1965.
25. 飯塚廣 · 紫黑色 *Asp. niger* 的形態及 びその分類に關する研究(其の1). 日本農化. 27 : 801, 1953.
26. 北原覺雄, 久留島通俊 · 絲狀菌類のヂアスターゼ組成に關する研究(第4報) · 釀工學誌 · 27 : 162, 1949a
27. 北原覺雄, 久留島通俊 · 絲狀菌類のヂアスターゼ組成に關する研究(第4報) · 釀工學誌 · 27 : 182, 1949b
28. 北原覺雄, 久留島通俊 · 絲狀菌類のヂアスターゼ組成に關する研究. 釀工學誌 · 28 : 101, 1950.
29. 李啓瑚, 張建型 · 醬類用強力麴菌에 관한 研究 (第二報) *Aspergillus spp*의 同定과 發育條件에 關하여. 韓國微生物學會誌 · 2 : 17, 1964.
30. 李啓瑚, 張建型 · 醬類用強力麴菌에 관한 研究. (第三報) *Asp oryzae* 紫外線變異株의 酵素, Vitamin 生産能에 關하여. 韓國微生物學會誌 · 3 : 9, 1965.
31. 李培成, 金尙材, 李浩原 · 韓國産 *Aspergilli*에 대한 分類學的 研究. 韓國微生物學會誌 · 6 : 6, 1968.
32. 佐藤友太郎, 松浦慎治 · *Asp. niger* 研究の進歩 · 日本食品工業學會誌 · 15 : 569, 1968.
33. 村上英也, 牧野政則, 佐藤仁一郎, 藤井正道, 高瀬澄夫 · 麴菌の分類學的 研究 (第五報) Ferrichromes. の生産性上の相關. 日本醸造試験所報告. 139 : 1, 1967a

34. 村上英也, 荻野有人, 牧野正則, 大脇京子・麴菌の分類學的研究(第六報)變異株による安定性の實驗的考察・日本釀造試驗所報告. 139 : 6, 1967b
35. 村上英也, 牧野正則, 荻野有人・麴菌の分類學的研究(第七報)各種の Type cultureについて. 日本釀造試驗報告. 139 : 16, 1967c
36. 村上英也, 大脇京子, 高瀬澄夫・麴菌 ATCC 15517 について. 日本釀造試驗所報告. 139 : 54, 1967.
37. 韓季容・韓國産 *Aspergilli*의 누에에 대한 병원성에 관한 연구. 韓國微生物學會誌. 7 : 63, 1969.
38. 韓容錫, 朴秉得・肝醬製造에 관한 研究. (第一報) 메주及麴子中の *Asp oryzae*에 대한 研究・中央工業研究所報告. 7 : 51, 1957.
39. 微生物學 Hand Book(日本). 技報堂. 99 : 670~672, 1960.