

## 麴菌의 生育 및 酵素生産에 미치는 마늘成分에 관한 研究

李 錫 健·李 澤 守\*·南 成 熙\*\*

忠南大學校 農科大學·생표食品 研究室\*·株式會社 一和 研究室\*\*

(1978년 7월 5일 수리)

## Studies on the Effect of Garlic on the Enzyme Production and Growth of *Aspergillus oryzae*

Suk-Kun Lee, · Taik-Soo Lee\* · Sung-Hee Nam.\*\*

College of Agriculture, Choong Nam National University.

Lab. of Sampyo Food Ind. Co. Ltd.\* Ilwha Pharmaceutical Co. Ltd.\*\*

(Received July, 5 1978)

### SUMMARY

*Asp. oryzae* D and H strains were cultured in the wheat bran and Czapek-Dox liquid media containing garlic powder in order to investigate the effect of garlic on the enzyme production and growth of *Asp. oryzae*. The results obtained were as follows;

1. Wheat bran media containing 0.5 to 2% garlic powder yielded increased in acid protease activity of the *Asp. oryzae* D strain, while the best activity appeared at 2 to 6% in alkaline protease and 0.5% in neutral protease.
2. The protease activities of *Asp. oryzae* H strain was similar to that of the control in wheat bran media containing 0.5 to 8% garlic powder, but the peak appeared at the garlic powder concentration of 30%.
3. Garlic powder increased the  $\alpha$ -and Glucoamylase activities of *Asp. oryzae* H strain.
4. Garlic powder inhibited the both *Asp. oryzae* strains from the cellulase production.
5. Czapek-Dex liquid media containing 0.5 to 6% garlic powder yielded increase in dry mycerial weight in comparison with the control, and the increment was much more in case of the *Asp. oryzae* H strain.
6. As the amount of the garlic powder added to the Czapek-Dox liquid media increased, the pH of the cultured media of *Asp. oryzae* D strains was on the decrease while the media of H strain increased.
7. As the amount of the garlic powder added increased, the acidity of the cultured Czapek-Dex media increased.
8. The growth rate of the two *Asp. oryzae* strains were remarkably inhibited and no growth appeared in wheat bran and Czapek-Dox media containing garlic powder more over 10%.
9. The utility rate of reducing sugar was the highest in the Czapek-Dox liquid media containing 1 to 2% garlic powder.

본 연구는 1977년 문교부 연구조성비로 이루어진 것임. 문교부 당국자에게 심심한 사의를 표한다

## 序 論

마늘은 食慾을 增進시키고 血液循環을 完善하게 하며 강력한 殺菌작용을 가진 香辛料로서 우리나라 고유의 식품인 김치, 마늘쫑, 양념 등의 제조에 필수적인 첨가원료인 것이다. 뿐만 아니라 약용, 육류가공, 냉동식품 등 그 이용도가 매우 광범위하여 歐美各國에서는 garlic powder로써 輸出入되고 있는 실정이다. 이처럼 마늘은 우리의 日常食品 및 식탁에 중요한 위치를 차지하고 있으나 마늘에 대한 역사는 마늘의 형태<sup>(1,2)</sup>, 재배<sup>(3-10)</sup>, 특성<sup>(11)</sup>, 성분<sup>(12,13)</sup> 등 주로 마늘自體에 관한 연구 뿐이며 마늘이나 마늘성분이 미생물에 미치는 영향에 대하여는 별로 연구된바 없다. 따라서 저자 등은 마늘 또는 마늘성분이 麴菌, 酵母, 乳酸菌 등, 미생물의 酵素生産 및 生育에 미치는 영향과 그 機作은 斜明할 목적으로 本 연구에 착수하였으며 第1報로써 마늘가루의 添加濃도가 *Asp. oryzae*(長毛菌과 短毛菌)의 酵素生産 및 生育에 미치는 영향에 대하여 검토하였으며 그 결과를 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1. 試料마늘가루

市中에서 마늘을 구입하여 뿌리와 外皮 및 內皮를 제거한후 칼로 切斷한 다음 45°C로 調整된 還風乾燥機內에서 4日間 乾燥하여 mortar에 넣어 80~100mesh 정도로 粉粹한 마늘가루를 試料로 사용하였다. 本 실험에 사용한 試料마늘가루의 一般成分은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of sample garlic power

Moisture	Crude Portein	Fat	Sugar	Fiber
18.67	4.8	0.9	37	1.4

(Unit : %)

### 2. 供試菌株

충남대학교 농과대학 식품가공학과 연구실에 보관중인 *Asp. oryzae D*(短毛菌) 및 *Asp. oryzae H*(長毛菌) 균주를 사용하였다.

### 3. 麴菌의 培養

① 固體培養: 麴菌의 固體培養은 對照區와 試

驗區로 大別하고 對照區는 밀기울만 10g, 試驗區는 各各의 마늘가루농도(%)로 마늘가루와 밀기울을 혼합한 것 10g씩을 동일한 size의 삼각 flask에 취하고 100%씩의 물을 가하여 120°C에서 20分間 살균하여 放冷하고 5日間 前培養한 寒天斜面으로부터 *Asp. oryzae D* 및 H균주의 孢子 1白金耳씩을 接種하여 30°C에서 4일간 培養하였다.

② 液體培養: glucose 5%를 함유하는 Czapek-Dox液體培地 50ml에 마늘가루를 各各 달리 添加하여 120°C에서 20分間 살균하고 *Asp. oryzae D* 및 H 균주의 孢子 1白金耳씩을 接種한다음 30°C에서 5일간 배양하였다.

### 4. 酵素液의 調製

마늘가루含有 밀기울배지상에서 4일간 배양된 固體菌을 各各 5g씩 秤取하여 물을 가해 50ml로 한 후 1시간동안 攪盪抽出하여 여과하고 그 濾液을 酵素液으로 하였다.

### 5. 酵素力價의 측정

① protease: 0.6% casein액을 基質로 하여 Anson<sup>(14)</sup> 改良法<sup>(15,16)</sup>에 準하여 30°C에서 10분간의 반응조건으로 활성을 측정하였다. 반응 pH는 3.0, 7.0, 9.0으로 하여 편의상 산성, 중성, alkali性 protease로 大別하였으며 배양濾液 1ml當의 吸光度(OD 660m $\mu$ =(시료의 OD값-blank의 OD 값)×酵素希釋倍率)로 나타난 값에 固體麴의 수분함량을 補正한 乾物 1g當의 力價로 환산하여 표시하였다.

②  $\alpha$ -amylase: Blue value法의 改良變法<sup>(17,18)</sup>에 의하여 측정하였으며 活性度는 0.1% soluble-starch액을 基質로 사용하여 1분간에 沃度呈色度를 10% 抵下시키는 酵素量을 1單位로 표시하였다.

③ Glucoamylase: 1.2% soluble starch액을 基質로 하여 hypiodide法에 準하여 환원당을 定量하고 酵素液 1ml가 40°C에서 10분간 1%可溶性澱粉液에 작용하여 1mg의 glucose에 相當하는 환원당을 생성하는 活性을 1單位로 하였다.

④ Cellulase: CMC용액을 基質로 하는 환원당의 增加力法<sup>(19)</sup>에 準하여 측정하고 酵素液 1ml가 40°C에서 10분간에 glucose 1mg에 相當하는 환원당을 생성하는 活性을 1單位로 하였다.

### 6. 菌體量의 측정

마늘가루를 함유한 Czapek-Dox액체배지상에 麴菌을 接種하여 5일 배양후 培養物을 濾別하고 濾紙上的 菌體를 잘 洗滌한 다음 10°C에서 4시간

乾燥하여 배양액 100ml當의 乾燥菌體重量으로 환산하여 표시했다.

### 7. pH, 酸度 및 환원당의 측정

마늘가루함유 Czapek-Dox액체 배지상에 麴菌을 접종하여 5일간 배양한 培養物의 pH, 酸度 및 환원당을 常法<sup>(20)</sup>에 의하여 측정했다.

## 結果 및 考察

### 1. 마늘가루添加濃도가 酵素活性에 미치는 영향 배지중의 마늘가루농도가 각각 0, 0.5, 1, 2,

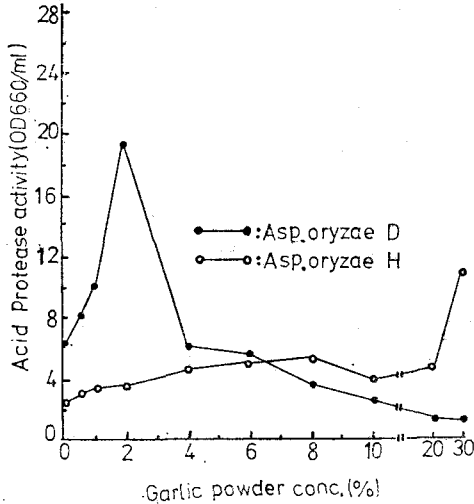


Fig. 1. Effect of garlic powder concentration on the production of acid protease by *Aspergillus oryzae*.

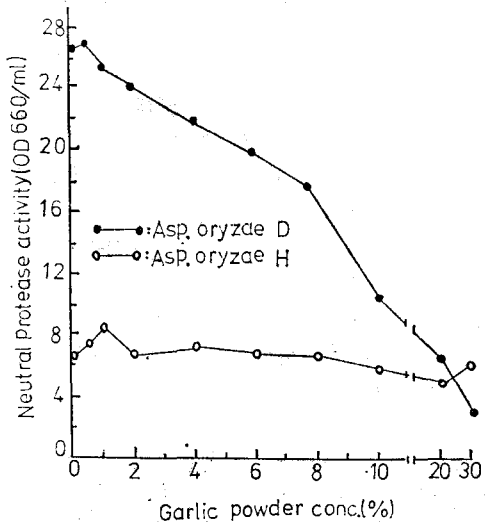


Fig. 2. Effect of garlic powder concentration on the production of neutral protease by *Aspergillus oryzae*.

4, 6, 8, 10, 20 및 30%가 되게 밀기울과 마늘가루를 혼합하고 100%量의 물을 가하여 잘 혼합한 다음 常法으로 살균하고 *Asp. oryzae* D 및 H 균주를 접종하여 30°C에서 4일간 배양한 후 각종 酵素活性을 측정한 결과는 Fig. 1~6과 같다.

### (1) Protease

Fig. 1~3에서 보는 바와 같이 *Asp. oryzae* D 균주의 경우 산성 protease의 활성은 밀기울단독구(이하 대조구)에 비하여 0.5~2%의 마늘가루 첨가구가 더 높았고 또한 alkali性 protease의 활

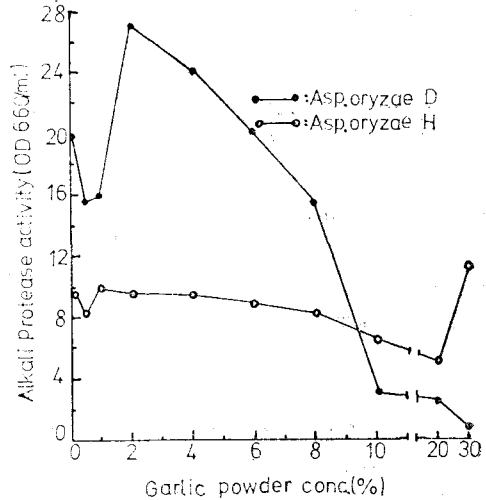


Fig. 3. Effect of garlic powder concentration on the production of alkali protease by *Aspergillus oryzae*.

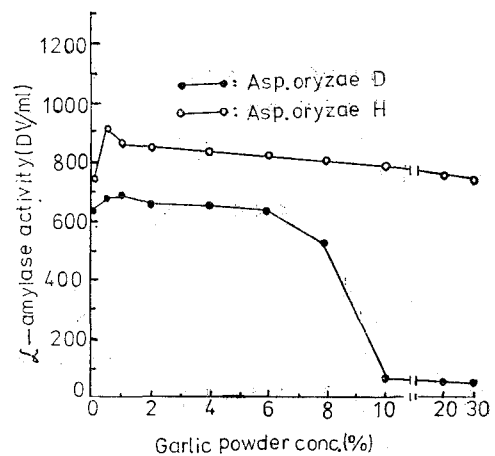


Fig. 4. Effect of garlic powder concentration on the production of  $\alpha$ -Amylase by *Aspergillus oryzae*.

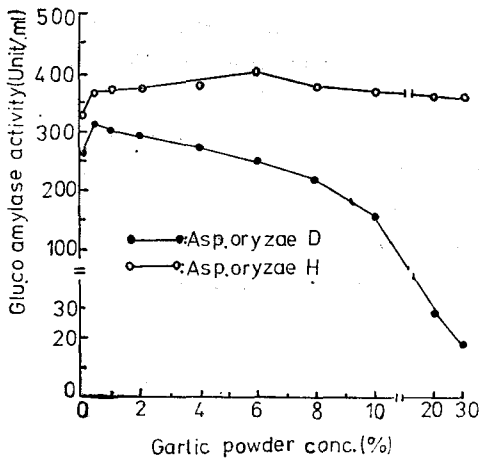


Fig. 5. Effect of garlic powder concentration on the production of gluco-amylase by *Aspergillus oryzae*.

성도 대조구에 비하여 2~6%의 마늘가루첨가구에서 활성도가 높았으나 그 이상의 마늘가루첨가구에서는 마늘가루의 첨가농도가 증가함에 따라 protease 活性은 점차 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 중성 protease의 활성은 0.5%마늘가루첨가구를 제외하고는 모두 대조구에 비하여 낮았다. 한편 *Asp. oryzae* H 균주의 경우 산성 protease의 활성은 대조구에 비하여 배지중의 마늘가루첨가농도가 증가함에 따라 약간씩 상승하는 경향을 보이다가 30%의 마늘가루첨가구에서는 peak를 나타내었고 중성 protease 활성은 0.5~1%마늘가루첨가구에서 대조구에 비하여 높았으나 그 이상의 첨가구에서는 전반적으로 대조구와 비슷한 경향을 보이다가 30%마늘가루첨가구에서는 다소 상승하였다. 또한 alkali性 protease의 활성은 0.5%마늘가루첨가구를 제외하고는 모두 대조구와 비슷한 경향을 나타내었으나 30%첨가구에서 다시 상승하여 peak를 나타냈다. 이상의 실험결과로 보아 일정한도의 마늘가루의 첨가는 protease 활성의 증진에 기여하는 것으로 생각되며 특히 *Asp. oryzae* H 균주(長毛菌)의 경우 固體培地上에서 30% 마늘가루첨가구의 균의 생육상태가 불량하였음에도 불구하고 오히려 protease 활성이 他시험구에 비하여 높은 것은 앞으로 흥미 있는 연구과제라 생각된다.

### (2) Amylase

Fig. 4~5에서 보는 바와 같이 *Asp. oryzae* D 균주의 경우 마늘가루첨가농도가 0.5~4%일때에는  $\alpha$  및 glucoamylase의 활성은 모두 대조구에

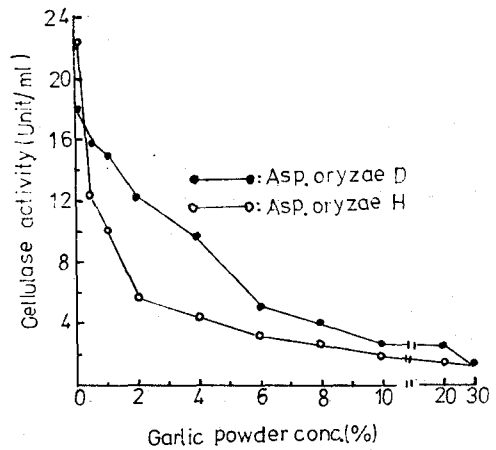


Fig. 6. Effect of garlic powder concentration on the production of cellulase by *Aspergillus oryzae*.

비하여 다소 높게 나타났으나 큰 차이는 인정할 수가 없었고 첨가농도 6%이상에서는 어느 區에서나 마늘가루의 첨가농도가 증가함에 따라 酵素 活性은 대조구에 비하여 저하하는 경향을 나타냈다. 한편 *Asp. oryzae* H 균주의 경우  $\alpha$  및 glucoamylase의 활성은 마늘가루첨가구가 대조구에 비하여 모두 높은 경향을 나타냈으며  $\alpha$ -amylase 활성은 마늘가루첨가농도 0.5~2%범위에서 peak를 나타냈고 glucoamylase는 6%일 경우에 peak를 이루었다. 이상의 실험결과로 볼때 마늘가루가 短毛菌의 amylase 생산에는 큰 영향이 없으나 長毛菌株의 경우 마늘가루첨가가 amylase 활성의 증진에 기여하는 것으로 고려된다.

### (3) Cellulase

Fig. 6.의 결과와 같이 *Asp. oryzae* D 및 H 균주 共히 마늘가루첨가구는 대조구에 비하여 cellulase 활성은 低下하였고 마늘가루첨가농도가 증가함에 따라 활성의 低下는 현저하였다. 本 실험의 결과로 보아 마늘가루의 첨가가 cellulase 활성의 증진에는 효과가 없으며 오히려 저해작용을 하는 것으로 고려된다.

### 2. 마늘가루 첨가농도가 균체량의 생성에 미치는 영향

마늘가루의 첨가농도가 麴菌의 生育에 미치는 영향을 알기 위하여 Czapek-Dox액체 배지에 마늘가루의 농도를 달리하여 0~30% 첨가한 배지에 麴菌을 배양한 후 乾燥菌體重量을 측정한 결과는 Fig. 7와 같다.

Fig. 7에서 보는 바와 같이 麴菌의 菌體生成量

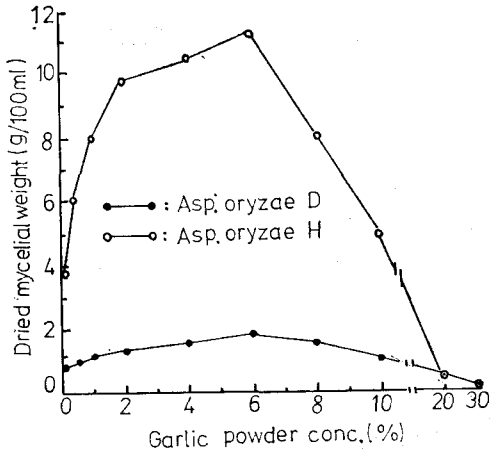


Fig. 7. Effect of garlic powder concentration on the production of mycelial weight by *Aspergillus oryzae*.

은 마늘가루첨가농도가 0.5~6%범위내에서 *Asp. oryzae* D 및 H균주 모두 대조구에 비교하여 乾燥菌體重量은 증가하는 경향이며 6%첨가구에서 乾燥菌體重量은 최대 peak를 이루었으나 10%이상의 마늘첨가구에서는 乾燥菌體重量의 生成은 현저히 감소되었다. 또한 마늘가루가 균체생성에 미치는 효과는 *Asp. oryzae* D균주에 비하여 H균주가 훨씬 컸다. 즉 5일배양후 배양액 100ml當의 乾燥菌體重量을 비교해보면 *Asp. oryzae* H균주의 경우 마늘가루無添加區(대조구)에서 3.72, 마늘가루 0.5%첨가구에서 6g, 6%첨가구에서 11.3g, 마늘가루 20% 첨가구에서 0.4g의 乾燥菌體重量을 보였으며 *Asp. oryzae* D균주의 경우는 대조구에서 0.78g, 0.5%첨가구에서 1g, 6%첨가구에서 1.8g, 20%첨가구에서는 菌體가 거의 없는 것으로 나타났다. 이상의 사실로 미루어볼때 일정 한도의 마늘가루첨가는 麴菌의 생육에 좋은 효과를 나타내며 특히 *Asp. oryzae* H균주의 경우에는 현저한 효과를 부여하는 것으로 생각된다.

### 3. 마늘가루 첨가농도의 培養物의 pH 및 滴定酸度에 미치는 영향

Czapek-Dox액체 배지에 마늘가루 농도를 달리 하여 0~30%첨가하고 麴菌을 배양하여 pH 및 滴定酸度の變化를 관찰한 결과는 Fig. 8~9와 같다.

Fig. 8.에서 보는 바와 같이 Czapek-Dox액체培養物의 pH는 *Asp. oryzae* D균주의 경우 대조구에서 pH 6.4이던 것이 0.5% 마늘가루첨가구에서 pH는 7.5로 상승되었으나 마늘가루첨가농도

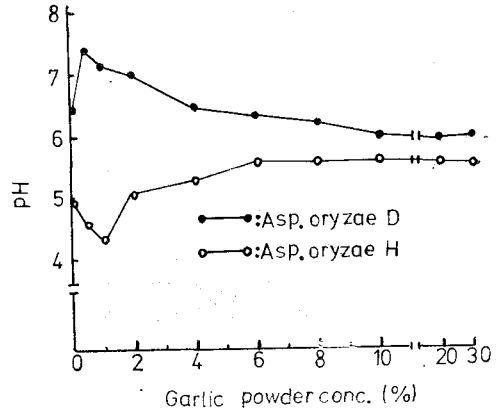


Fig. 8. The change of pH value in Czapek-dox liquid broth containing garlic powder during the *Aspergillus oryzae* cultivation.

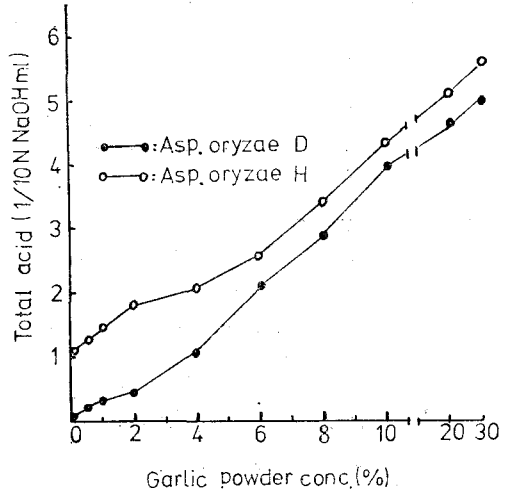


Fig. 9. The change of total acid in Czapek-Dox liquid broth containing garlic powder during the *Aspergillus oryzae* cultivation.

가 증가함에 따라 pH는 서서히 低下현상을 나타내어 6.4~5.9를 유지하였다. *Asp. oryzae* H균주의 경우는 대조구에서 pH 5 정도로 나타났으나 마늘가루첨가농도가 2%이상인 경우에는 pH가 서서히 상승되어 평균 pH 5.5 정도의 범위를 유지하였다. 前項의 결과에서 麴菌의 菌體生成量은 *Asp. oryzae* H 균주(pH5~5.5)가 D균주(pH 6.4~5.9)에 비하여 많은 것으로 나타났는데 本실험의 결과로 볼때 과도한 pH의 상승은 麴菌의 생육에 큰 효과가 없는 것으로 고려된다. 한편 Fig. 9.에서 보는 바와 같이 滴定酸度は *Asp. oryzae*

**Table 2.** Effect of garlic powder concentration on growth of the *Aspergillus oryzae* H in the Czapek-Dox liquid medium.

Cultivation time (days)	Garlic powder conc.(%)									
	0	0.5	1	2	4	6	8	10	20	30
1	+	‡	+	±	+	-	-	-	-	-
2	‡	‡	‡	±	+	±	-	-	-	-
3	‡	‡	‡	+	‡	+	+	±	-	-
4	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+	-	-
5	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+	-

- : none growth. + : scanty growth. ‡ : moderate growth. ‡ : abundnat growth.

**Table 3.** Effect of garlic powder concentration on growth of the *Aspergillus oryzae* D in the Czapek-Dox liquid medium.

Cultivation time (days)	Garlic powder conc.(%)									
	0	0.5	1	2	4	6	8	10	20	30
1	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
2	‡	‡	‡	‡	+	+	-	-	-	-
3	‡	‡	‡	‡	‡	+	-	-	-	-
4	‡	‡	‡	‡	‡	+	+	-	-	-
5	‡	‡	‡	‡	‡	+	+	-	-	-

**Table 4.** Effect of garlic powder concentration on growth of the *Aspergillus oryzae* H in the wheat bran medium.

Cultivation time (days)	Garlic powder concentration(%)									
	0	0.5	1	2	4	6	8	10	20	30
1	‡	+	+	+	+	+	+	-	-	-
2	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+	+	-
3	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+	+
4	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡

**Table 5.** Effect of garlic powder concentration on growth of the *Aspergillus oryzae* D in the heat bran medium.

Cultivation time (days)	Garlic powder concentration(%)									
	0	0.5	1	2	4	6	8	10	20	30
1	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
2	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	-	-	-
3	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	-	+	-
4	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	+

D 및 H균주共に 대조구에 비하여 마늘가루첨가 농도가 증가함에 따라 증가현상을 보였고 H균주(長毛菌)는 *Asp. oryzae* D균주(短毛菌)에 비하여 그 증가현상은 컸다. 특히 마늘가루첨가농도 6%이상에서 各區의 滴定酸度の 증가현상은 현저하게 나타났다.

#### 4. 마늘가루첨가농도가 麴菌의 外觀生育度에 미치는 영향

*Asp. oryzae* D균과 H균 1白金耳색을 밀기울 固體배지와 Czapek-Dox액체배지에 접종하여 經時的으로 麴菌의 生育狀態를 肉眼的으로 관찰한 결과는 Table 2~5와 같다.

Table 2~5에서 나타난 바와 같이 固體培地上에서 *Asp. oryzae* D 및 H균주共に 마늘가루첨가 농도가 0.5~8%범위내에서는 대조구와 마찬가지로 麴菌의 生育은 양호하였으나 마늘가루첨가농도가 10%이상인 경우에는 대체로 생육이 불량하였고 菌糸의 번식속도가 완만하였으며 부분적으로 菌糸의 生育을 인정할 수 있었다. 한편 Czapek-Dox액체배지상에서 배양 5일후 麴菌의 生育상태는 *Asp. oryzae* H균주는 마늘가루첨가농도 0.5~6% 범위내에서, *Asp. oryzae* D균주는 마늘가루첨가농도 0.5~4% 범위내에서 각각 대조구와 大差없이 생육이 양호하였으나 그 이상의 농도에서는 菌의 생육은 불량한편이었다. 특히 *Asp. oryzae* D균주의 경우 마늘가루첨가농도 10%이상에서는 麴菌의 생육은 거의 억제되는 경향을 나타냈다. 마늘중에 함유되어 있는 휘발성 sulfides의 precursor인 alliin이나 그의 分解產物인 allicin<sup>(21)</sup>은 모두 antibacterial action을 가지고 있고 菌體量의 측정 및 外觀生育度에 관한 실험 결과로 미루어 볼 때 과량의 마늘가루 첨가구에서는 마늘가루성분에 의한 강력한 antibacterial action을 받는 것으로 추정된다.

#### 5. 마늘가루첨가농도가 培養物의 환원당의 變化에 미치는 영향

glucose 5%를 함유하는 마늘가루첨가 Czapek-Dox 액체배지에 *Asp. oryzae* D 및 H균주를 접종하여 5일 배양한후 培養物中の 환원당을 측정 한 결과는 Fig. 10와 같다.

Fig. 10.에 나타난 바와 같이 *Asp. oryzae* D 및 H균주共に 마늘가루첨가농도 1~6%범위내에서 糖을 거의 소모하여 營養源으로 이용하였으나 대조구와 마늘가루첨가농도 10%에서는 환원당이

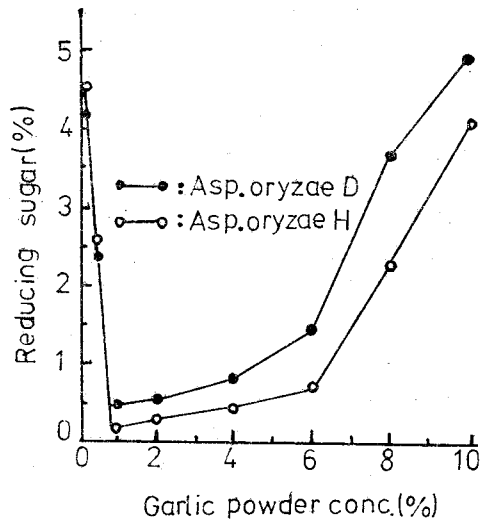


Fig. 10. The change of reducing sugar contents in Czapek-Dox liquid broth containing garlic powder during *Aspergillus oryzae* cultivation.

많이 검출되었다. 즉 마늘가루첨가농도 1~6%범위내에서는 培養物中の 환원당은 0.17~1.5%정도로써 이는 최초 첨가된 全糖量의 약 70~96% 정도를 영양원으로 이용한 것으로 판단된다. 반면에 대조구나 마늘가루 첨가농도 10%의 경우에는 殘存환원당은 약 4~5%로써 全糖量의 0~20% 밖에 영양원으로 이용하지 못한 것으로 판단된다. 본 실험에 사용된 麴菌은 생육과정중 糖을 영양원으로 소모시키는데 있어서 마늘가루첨가농도 1~6% 범위내에서 환원당의 소모율이 많았고 동시에 菌體생성량도 대조구에 비하여 많게 나타났으며 이는 일정한도의 마늘가루첨가가 麴菌의 생육에 促進의인 역할을 하는 것으로 고려된다.

### 要 約

마늘가루 添加가 麴菌의 各種 酵素生産 및 生育에 미치는 영향을 糾明할 목적으로 *Asp. oryzae* D(短毛菌)와 *Asp. oryzae* H(長毛菌) 균주를 마늘가루를 함유하는 밀기울배지 및 Czapek-Dox액체배지에 배양하여 各種 酵素力, 菌體生成量, pH, 滴定酸度, 환원당 등을 측정 한 결과는 다음과 같다.

1. *Asp. oryzae* D균주의 경우 산성 protease는 마늘가루첨가농도 0.5~2%범위내에서, 중성 protease는 0.5%, alkali性 protease는 2~6%범위내에서 각각 대조구에비하여 활성이 높았다.

2. *Asp. oryzae* H균주의 경우 各 protease의

활성은 마늘가루첨가농도 0.5~8%범위내에서는 대조구와 큰차이가 없었으나 30%에서는 peak를 나타냈다.

3. *Asp. oryzae* H균주의 경우 마늘가루첨가는  $\alpha$  및 glucoamylase생성을 증가시켰다.

4. 마늘가루첨가는 麴菌의 cellulase 생성을沮害하였다.

5. 麴菌의 菌體生成量은 마늘가루첨가농도 0.5~6%범위내에서 대조구에 비하여 증가하는 경향을 나타냈고 長毛菌은 短毛菌에 비해 증가현상이 현저하였다.

6. 마늘가루첨가농도가 증가함에 따라 *Asp. oryzae* D균주는 Czapek-Dox액체배양물의 pH를 低下시키는 경향을 나타냈으나 *Asp. oryzae* H균주는 배양물의 pH를 상승시켰다.

7. 마늘가루첨가농도가 증가함에 따라 Czapek-Dox 액체배양물의 定滴酸度는 대체로 증가하였다.

8. 마늘가루첨가농도가 10%이상인 밀기울固體 배지 및 Czapek-Dox액체 배지에서는 麴菌의 생육은 거의 억제되었다.

9. Czapek-Dox액체배양時 환원당의 이용율은 마늘첨가농도 1~2%범위에서 가장 양호하였다.

### 參 考 文 獻

1. 李甲淑: 楊麟錫 博士 頌壽紀念論文集 pp.177-194(1969).
2. 千景福·李相來: 光州教育大學論文集 pp.371-377(1972).
3. 韓昶烈·李重元·宋基元: 서울大學校 農科大學 紀念文集(六十週年) pp.29-32(1966).
4. 李重浩: 農村振興廳 試驗局農事試驗研究報告 12, 2 pp.77-81. (1969).
5. 具英書·盧承杓·李起全·鄧東植·姜在哲: 농촌진흥청 농사시험 연구보고 16, pp.99-106(1974).
6. 李愚升: 慶北大學校 論文集(自然科學篇) 11, pp.99-104(1967).
7. 金병환: 興農種苗株式會社 出版部, 農業研究 40, pp.41-45(1965).
8. 尹德秀: 인천원에협동조합, 원예와생활, 26, p.29-30(1965).
9. 姜淮: 晉州農科大學 研究報告, 2, p.24-26 (1963).
10. 安鶴洙: 農化學會誌, 11, 167(1969)
11. 李重浩: 興農種苗株式會社 出版部, 農業研究 80, p.53-58(1968).
12. Sea Yeol Chun: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 5, 1, 55(1973)
13. Jin-Young Yoo, Byong-Yong Min, Kee-Bong Suh, Duk-Mo Hah: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10, 124(1978)
14. Ansou, M.L.: *J. Gen. Physiol.*, 22, p.79 (1938).
15. 萩原·赤堀編·酵素研究法 第2卷 p.240(1938)
16. 萩原, 江上編·標準生化學實驗 p.207(1953).
17. 山田軍洋: *Agr. Biol. Chem.*, 37, 633(1966)
18. 長谷川忠男·相澤存亮·片岡榮子: 食品酵素 高分子學概論 下卷, 他人書館 p.45(1975).
19. 長谷川忠南·相澤存亮·片岡榮子: *ibid* p.154 (1975).
20. 基準しようゆ分析法: 日本醬油技術會編 p.16 (1966)
21. Bernhard, R.A.: *Food Technol.* 19, 1757 (1965).