

## *Aspergillus versicolor*가 생성하는 Mycotoxin에 관한 연구

金道榮\*·金教昌

\*忠清實業專門大學 食品營養科  
忠北大學校 食品加工學科  
(1987년 8월 15일 접수)

### Studies on Mycotoxin Produced by *Aspergillus versicolor*

Do-Young Kim\*, Kyo-Chang Kim

\*Dept. of Food Nutrition, Chung Cheong College.  
Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University.

(Received August 15, 1987)

#### Abstract

The results in investigated produced fluorescence compounds and mycotoxins, studied stability and toxicity of these compounds which were isolated from varicous moistured rice culture exacts inoculated *Aspergillus versicolor* IFO 30338, 10 kinds of fluorescence compounds were isolated. Sterigmatocystin was produced 38 $\mu$ g/kg in 16%, 329 $\mu$ g/kg in 25% and 380 $\mu$ g/kg in 35% moistured rice 20 days culture respectively. Aflatoxin B<sub>1</sub> was produced 3 $\mu$ g/kg in 25% and 12.6 $\mu$ g/kg in 35% moistured rice 20 days culture. In embryo test of isolated fraction 2, 4 and 6 by T.L.C., LD<sub>50</sub> of fracrion 2 was 40 $\mu$ g/egg and fraction 4,6 was 60 $\mu$ g/egg, and these compounds were mostly decomposed and fraction 4 and 6 were partly changed into fraction 2 below pH 2 and above pH 10. Fraction 2,4 and 6 were all stable when treated 60 min, at 100 $^{\circ}$ C, but were decomposed 60~65% when treated 60 min at 150 $^{\circ}$ C, 95~100% when treated 10 min at 200 $^{\circ}$ C.

#### 緒 論

Mycotoxin에 관한 연구는 1960년 영국에서 일어난 칠면조의 집단폐사의 원인이 *Aspergillus flavus*가 생성한 Aflatoxin에 의한 것임이 밝혀진 이래 이 분야에 많은 연구가 이루어져 현재 150여종 이상의 Mycotoxin이 규명되었으며<sup>1)</sup> 그후 이들 Mycotoxin의 생성조건, 구조 및 독성등 다방면으로 연구가 진행되어 왔다. 여러 Mycotoxin 중 Aflatoxin에 대한 연구가 가장 많이 이루어졌으며,<sup>2~12)</sup> Sterigmatocystin은 *Aspergillus*

*versicolor*, *Aspergillus nidulans* 그리고 일부 *Bipolaris*속 곰팡이에서 생성되는데 이중 *Aspergillus versicolor*는 일반식품 특히 곡류중에서 흔히 발견되는 균으로서 Sterigmatocystin의 생성능이 높은 것으로 알려 졌다.<sup>16~27)</sup> 한편 이들 Mycotoxin의 독성에 관한 연구로는 Wogan등<sup>28)</sup>의 발암성에 관한 연구외에 많은 보고가 있으며<sup>29~34)</sup> Sterigmatocystin에 대해서도 Ciegler等,<sup>35)</sup> Dickens等<sup>36)</sup>의 발암성에 대한 연구외에 많은 보고가 있다.<sup>37~39)</sup>

*Aspergillus versicolor*는 토양중에 널리 분포

하고 있어 일반 농산물에 쉽게 오염될 수 있고 특히 곡류가 주식인 우리나라에서는 이들이 생성하는 독성물질에 대해 관심이 크지만 몇몇 연구가 단편적으로 이루어져 있을 뿐 체계적인 연구는 아직 이루어지지 못하고 있다. 따라서 이들에 대한 체계적인 연구의 일환으로 우선 쌀의 수분함량에 따른 *Aspergillus versicolor*의 번식상태와 이들이 생성하는 형광물질의 특성 및 안정성에 대하여 몇가지 조사하여 이에 보고한다.

## 實驗材料 및 方法

### 1. 균의 배양

1) 시료: 1983년 충북 청원 강내산 秋靑 품종의 쌀을 사용하였고 균주로는 *Aspergillus versicolor* IFO 30338을 이용하였다.

2) 균액조제: potato dextrose agar (P.D.A) 배지에서 7일간 3회 연속 계대배양한 균을 0.01% Tween 80 용액에 현탁시켜 균액 1ml당 10<sup>6</sup>의 포자가 되도록 조정하여 사용하였다.

3) 접종 및 배양: 쌀의 수분함량을 14%, 16%, 25%, 35%로 조정한 시료 50g에 균액을 0.5ml씩 접종하고 25℃에서 각각 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20일간 배양하였다.

### 2. 형광물질의 추출 및 정제

1) Mycotoxin 표준용액: Aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, Sterigmatocystin(WAKO 純化學 제품) 각 1mg을 정확히 취해서 Benzene: Acetonitrile (98: 2) 용액 10ml에 녹인후 이들을 원액으로 하여 Aflatoxin은 ml당 1.0μg 함유되게 Sterigmatocystin은 ml당 10μg 함유되게 희석하여 표준용액으로 사용하였다.

2) 추출: 일반식품 및 사료분석에서 흔히 쓰이는 Mycotoxin 추출방법을 검토하여 Fig. 1과 같이 추출하였다.

3) 정제: 22×400mm의 Column 밑부분에 glass wool을 넣고 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5g을 넣은 후 다시 그 위에 활성화된 Column用 silica gel(E. Merk 7734, 70~230 mesh) 10g을 넣어 gel이 완전히 침착된 다음 그 위에 다시 10g의 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣고 정제 Column으로 사용하였다.

정제는 n-hexane 50ml로 Column을 세척한 후 CHCl<sub>3</sub>: MeOH(97: 3) 150ml로 8ml/min.의 속도로 유출시키고 유출액을 40℃의 수욕중에서 감압 농축하며 농축고형물을 Chloroform에 용해시킨 후 정제시료로 하였다.

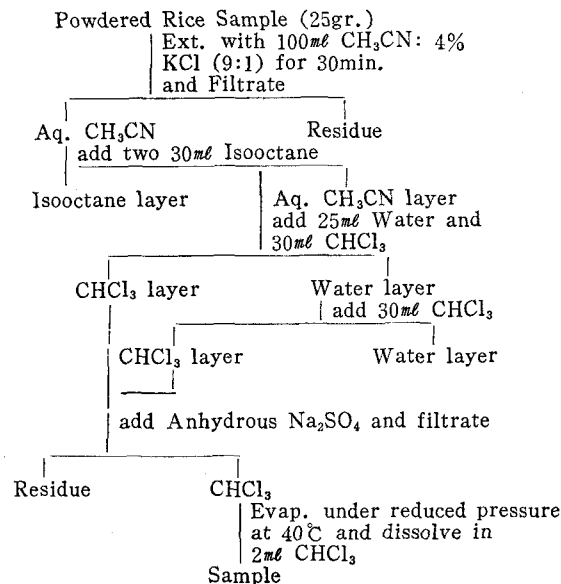


Fig. 1. Preparation of Mycotoxin Sample from Rice Culture.

### 3. Mycotoxin 분리 및 정량

1) TLC에 의한 분리: TLC 하단 2.5cm 위치에 분석시료 10 $\mu$ l를 spotting하고 Toluene; Ethyl acetate: Chloroform: 90% Formic acid(75:50:50:20)로 전개시켜 Uv 365nm에서 나타나는 spot의 형광도, 색상, Rf치를 비교 분석하였다.

◦ Aflatoxin, Sterigmatocystin의 검출: 각 시료 10 $\mu$ l와 Aflatoxin, Sterigmatocystin 표준용액 10 $\mu$ l 그리고 시료와 표준용액을 혼합하여 상기 방법으로 전개시켜 검출하였으며 Sterigmatocystin은 전개후 20% AlCl<sub>3</sub> 용액을 spray하여 80℃에서 10분간 처리하여 나타나는 황색형광을 조사하였다.

◦ Aflatoxin, Sterigmatocystin 확인: 시료의 전개 TLC상에서 Aflatoxin 해당부분을 긁어서 Chloroform: MeOH(2:1) 용액으로 용출시키고 농축한 시료를 Aflatoxin 표준용액과 함께 Trifluoro acetic acid(TFA) 용액으로 처리하여 유도체를 만든후 2차 전개시켜 나타나는 형광의 색상과 Rf치를 비교 확인하였으며 Sterigmatocystin도 같은 방법으로 행한 후 20% AlCl<sub>3</sub> 용액 살포시 나타나는 형광을 비교 확인하였다.

◦ 기타 형광물질의 확인: TLC에 의하여 시료중의 형광물질을 분석하고 그 Rf치, 형광도, 색상들을 T.L.C. data와 비교하여 확인하였다.

2) HPLC에 의한 분리 확인: 시료중의 전체 형광물질을 분리하는데 개개 형광물질의 분리도가 좋고 정확한 Chromatogram을 얻기 위해 Model 720 Waters Pump Controller를 이용한 Gradient 방법에 의해 HPLC의 용매조건(table 1)을 구하여 실시하였는데 Aflatoxin 표준액은 5 $\mu$ l, Sterigmatocystin 표준액은 10 $\mu$ l, 그리고 시료는

10 $\mu$ l를 주입시켜 나타난 Chromatogram의 해당 peak의 Retention Time (R.T)를 비교하여 확인하였다. 또한 기타 형광물질들의 확인은 조제한 정제용 T.L.C에 의하여 각 성분별로 분리 정제한 시료와 분석시료를 각각 측정하여 나타난 Chromatogram의 R.T를 비교하여 확인하였다.

3) 정량: 배양 시료중의 Aflatoxin, Sterigmatocystin의 정량은 HPLC에 의하여 정량곡선을 작성하여 해당 Peak의 면적에 의해 정량하고 기타 형광물질의 정량은 T.L.C에 의해 분리 정제한 시료중 생산량이 가장 많은 형광물질량을 칭량하여 이 물질을 표준으로 하여 나머지 형광물질의 생성량은 HPLC의 해당 Peak로 정량하였다.

### 4. 독성 시험

*Aspergillus versicolor* I.F.O. 30338이 생성하는 형광물질 중 비교적 대량 생성되는 Fraction 2, 4, 6에 대해 Chicken Embryo Test를 통한 독성시험을 실시하였다.

1) 시료 주입: Fraction 2, 4, 6의 시료를 각각 50ml당 20, 40, 60, 80 $\mu$ g 함유되도록 Methanol을 희석하여 산탄직후 유정란(품종: 肉鷄PX)에 기공을 통하여 50 $\mu$ l씩 주입하였으며 한 시험구당 20개의 처리구로 크게 2개군으로 구분하여 한개군은 부화시작 직전에 다른 군은 부화시작 4일후에 주입 처리하여 비교하였다.

2) 부화: 온도 37℃, 관습습도 60%의 부화기에서 매일 5~6회 시험란을 회전시켜 주며 부화시켰으며 부화 4일후 부터는 매일 검란하여 무정란과 치사란을 선별 분리하였고 부화 17번째부터는 시험란의 회전을 멈추고 부화대에 옮기어 부화시켰다.

### 5. 산, 알카리 및 열처리에 의한 성분변화

1) 산, 알카리 처리 변화: pH 1, 2, 3, 8, 9 그리고 10인 Clark-Lubs 완충용액으로 Fraction 2, 4 및 6시료를 각각 처리한 다음 T.L.C에 의해 성분변화를 조사하였다.

2) 열처리 변화: Fraction 2, 4 및 6시료를 100℃, 150℃, 200℃에서 각각 10, 20, 40, 그리고 60분간 열처리하고 그 성분변화에 대해 T.L.C로 확인하고 H.P.L.C에 의하여 정량하였다.

Table 1. Conditions of HPLC Pump Controller.

Pump	Solvent
A	D.W. (containing 0.1M HAC)
B	MeOH: ACCN (7:3)

Initial Conditions/Gradient Table					
Time	Flow	%A	%B	%C	Curve
Initial	1.50	80	20	0	*
17:00	1.50	5	95	0	06

**Table 2. TLC Data of Fluorescent Fractions in Rice Culture Sample Developed by Toluene: Ethyl Acetate: Chloroform: 90%-Formic Acid (75: 5: 50: 20)**

Fraction	Rf Value (×100)	Untreated	Fluorescence Color	
			AlCl <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1	90	Pale red	Bright yellow	Dark grey
2	86	Blue green	Blue green	Dark yellow
3	84	Blue	Blue	Orange
4	70	Blue green	Blue green	Dark yellow
5	60	Blue green	Blue green	Orange
6	55	Blue	Blue	Pale Brown
7	43	Blue	Blue	Orange
8	35	Yellow green	Yellow green	Orange
9	22	Blue green	Blue green	Orange
10	6	Blue green	Blue	Orange

**結果 및 考察**

**1. 시료중 형광물질 분석**

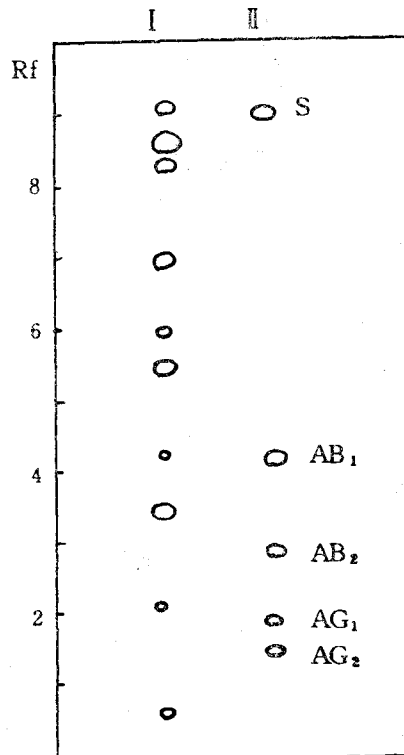
수분 함량별, 배양 일수별로 배양시킨 배지를 추출 정제하여 T.L.C하고 각 Spot의 Rf치와 365 nm에서 띄는 색상 및 20% AlCl<sub>3</sub>와 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액으로 처리한 결과는 Table 2와 같다. 총 10 가지 형광물질이 생성되었는데 Fraction 1은 20% AlCl<sub>3</sub> 용액 처리시 황색 형광물질로 나타나는 점으로 보아 Sterigmatocystin이라 생각되며 수분 16% 배지에서는 10일 배양이후, 수분 25% 배지와 35% 배지에서는 배양 6일 이후부터 생성되었다.

Fraction 2와 4는 배양 2일 이후부터 생성되는 강한 형광을 가진 물질로서 청록색을 나타냈고 Fraction 6과 8도 비교적 강한 형광물질로 각각 청색, 황록색을 나타냈다. 한편 Fraction 7은 수분 25% 배지에서 배양 15일, 수분 35% 배지에서는 배양 8일 이후에서만 생성되는 물질로 청색 형광을 나타냈다.

**2. Aflatoxin, Sterigmatocystin의 TLC에 의한 분석**

Aflatoxin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>와 Sterigmatocystin 표준용액 그리고 시료를 T.L.C한 결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 Sterigmatocystin은 20% AlCl<sub>3</sub>용액으로 처리하였을 경우 시료와 표준용액에서 다 같이 황색형광을 나타냈으며 Aflatoxin B<sub>1</sub>이 청색형광으로 소량 검출되

었다. 한편 Aflatoxin B<sub>1</sub>과 Sterigmatocystin의 생성을 확인하기 위하여 시료중의 Aflatoxin B<sub>1</sub>과 Sterigmatocystin을 표준용액과 같이 T.F.A



**Fig. 2. Thin Layer Chromatogram on Sample and AB<sub>1</sub>, AB<sub>2</sub>, AG<sub>1</sub>, AG<sub>2</sub> Sterigmatocystin**  
 I : Sample  
 II : Standard

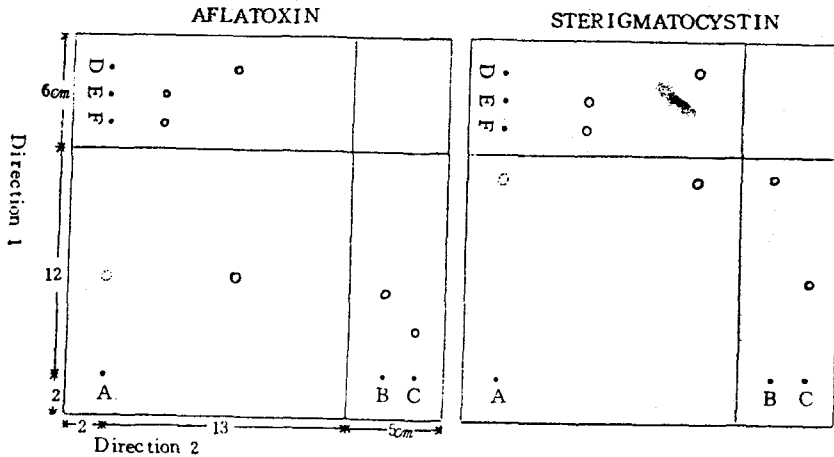


Fig. 3. Thin Layer Chromatogram for 2-Dimentional Chromatography of Aflatoxin B<sub>1</sub> and Sterigmatocystin.

Developing Solvent: Direction 1: Toluene: Ethyl Acetate: Chloroform: 90%-Formic Acid (75: 50: 50: 20)

Direction 2: Benzene: Methanol: Acetic Acid (18: 1: 1)

A, D: Sample

B: Standard soln.

C, F: Standard soln. + T. F. A

E: Sample + T. F. A

용액으로 유도체를 만들고 2차전개시켜 비교한 결과는 Fig. 3과 같으며 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 경우 시료와 표준용액 다 같이 Rf 0.43에서, TFA 처리 시 Rf 0.21에서 청색형광을 나타냈고, Sterigmatocystin의 경우는 Rf 0.9, Rf 0.43에서 황색형광을 나타내는 점으로 보아 이들 생성을 확인 할 수 있었다.

### 3. HPLC에 의한 형광물질의 분석 및 정량

1) Aflatoxin의 분석 및 정량: 시료의 HPLC Chromatogram과 시료에 Aflatoxin B<sub>1</sub>를 첨가하여 측정된 Chromatogram을 비교한 결과는 Fig. 4와 같았으며 여기에서 RT 10.09 물질이 증가되어 나타나는 점으로 보아 이 물질이 Aflatoxin B<sub>1</sub>임을 알 수 있었고 시료중의 Aflatoxin B<sub>1</sub>을 정량한 결과는 table 3과 같았다. 장등<sup>40)</sup>은 *Aspergillus parasiticus*가 수분 20%의 보리배지에서 20일 배양시 7.72μg/kg, 30일 배양시 163.58μg/kg, 25% 수분 20일 배양시 506.9μg/kg의 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 생성을 보고하였고 그의 다른 논문<sup>41)</sup>에서 수분 25% 14일 배양시 보리품종에 따라 42~522μg/kg의 생성을 보고하였는데 본

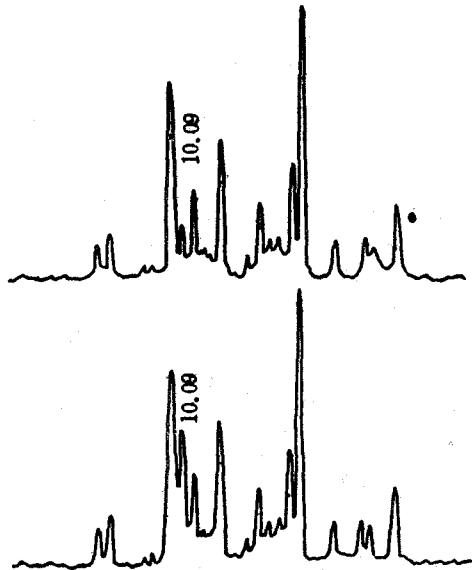


Fig. 4. HPLC Chromatogram of Moisture 25%, 20 days Culture Sample and added Aflatoxin B<sub>1</sub> Standard soln. in Same Culture Sample.

**Table 3. Aflatoxin B<sub>1</sub> and Sterigmatocystin Production by *Aspergillus versicolor* IFO 30338 on Rice at 25°C.**

Moisture (%)	Culture Period (days)	Aflatoxin B <sub>1</sub> (μg/kg)	Sterigmatocystin (μg/kg)
16	2	ND	ND
	4	ND	ND
	6	ND	ND
	8	ND	ND
	10	ND	6
	15	ND	15
	20	ND	38
25	2	ND	ND
	4	ND	ND
	6	ND	8
	8	ND	39
	10	ND	76
	15	1.7	195
	20	3.0	329
35	2	ND	ND
	4	ND	ND
	6	ND	45
	8	2.8	85
	10	4.5	120
	15	8.3	290
	20	12.6	380

\* ND means not detect.

실험에서의 생성량에 차이를 보이는 것은 균주가 다른데서 기인된 것이라 생각되며 *Aspergillus versicolor*의 Aflatoxin 생성에 대한 보고는 별로 찾아 볼 수 없으나 *Aspergillus*속 곰팡이들은 Aflatoxin과 Sterigmatocystin의 생성능이 있다는 보문<sup>15,42)</sup>과 또한 Hsieh등<sup>43)</sup>이 발표한 *Aspergillus parasiticus*는 생합성 과정중 Sterigmatocystin으로부터 5-Hydroxy sterigmatocystin을 거쳐 Aflatoxin B<sub>1</sub>을 생성시킨다는 보고등을 고려할때 일부 생성된 Sterigmatocystin이 Aflatoxin으로 전환된 것이라 추정된다.

2) Sterigmatocystin의 분석 및 정량: Aflatoxin B<sub>1</sub>과 동일한 방법으로 분석 정량하였으며 Table 3에서 보면 수분 25%, 35% 20일 배양시 329μg/kg, 380μg/kg의 생성으로 다른 보고<sup>20,21,44)</sup>에 비해 적은 생성량을 나타냈는데 이러한 결과는 합성배지나 액체배지를 사용한다에 비해 곡류 배지를 사용하였고 균주에 따른 Sterigmatocystin의 생성능에 차이가 있는 것으로 사료되었다.

3) 기타 형광물질의 정량: T.L.C에 의해 분리 정제한 각 형광물질들의 해당 HPLC의 R.T를 구하였고 이들 Peak의 높이를 생성량이 가장 많은 Fraction 2의 생성량을 기준으로 계산한 결과는 Table 4와 같았다.

#### 4. 독성 시험

Fraction 2, 4, 6의 독성을 조사하기 위하여 Chicken Embryo Test를 실시하여 Table 5와 같은 결과를 얻었으며 여기에서 볼 때 부화 시작 직전에 처리한 구와 부화시작 4일후 처리구는 치사율에 있어서 비슷한 경향을 나타냈고 DL 50은 Fraction 2가 40μg/egg이었고 Fraction 4와 6은 60μg/egg이었다. Verett등<sup>45)</sup>은 Aflatoxin B<sub>1</sub>으로 Embryo Test를 통한 독성시험에서 LD<sub>50</sub>이 난황에 투여할 때 0.048μg/egg, 기공에 투여할 때 0.025μg/egg라 보고했고 뮈<sup>46)</sup>는 난황 투여시 0.125μg/egg라 발표했으며 Schroeder등<sup>42)</sup>은 Sterigmatocystin의 Embryo Test에 있어서 LD<sub>50</sub>이 5~7μg/egg라고 하였는데 본 독성시험에 사용된 Fraction 2, 4 및 6의 형광물질의 LD<sub>50</sub>은 40~60 μg/egg로서 Aflatoxin B<sub>1</sub>의 약 1/2,000, Sterigmatocystin의 1/10의 비교적 약한 독성을 갖고 있음을 알 수 있었다.

**Table 4. HPLC Peak Height and Fluorescence Amount of Each Fractions of 25% Moisture 20 Days Culture Sample.**

Fraction N.O	Peak Height (mm)	Fluorescence Amount* (mg/kg)
1		Sterigmatocystin
2	81	150
3	31	57
4	38	70
5	13	24
6	24	44
7		Aflatoxin B <sub>1</sub>
8	53	98
9	5	9
10	3	5

\* Fluorescence Amount Calculated as Amount of Fraction 2.

**Table 5. Chicken Embryo Test for Fraction 2, 4 and 6.**

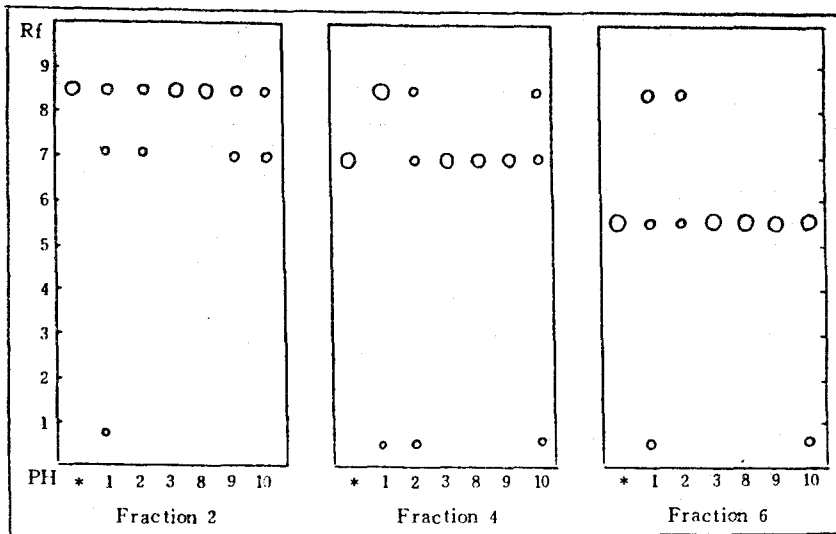
Sample (fraction N.O)	Dose range ( $\mu\text{g}/\text{egg}$ )	No. of tested eggs	No. of dead eggs	Mortality (%)	
2	20	A	18	4	22.2
		B	20	5	25.0
	40	A	17	9	52.9
		B	18	10	55.6
	60	A	20	13	65.0
		B	19	13	68.4
80	A	19	16	84.2	
	B	20	17	85.0	
4	20	A	18	2	11.1
		B	19	3	15.8
	40	A	18	5	27.8
		B	20	6	30.0
	60	A	18	9	50.0
		B	19	9	47.4
80	A	17	11	64.7	
	B	20	13	65.0	
6	20	A	18	3	16.7
		B	17	3	17.6
	40	A	20	6	30.0
		B	19	7	36.8
	60	A	18	9	50.0
		B	20	9	45.0
80	A	19	12	63.2	
	B	19	13	68.4	

\* A is 0-day old embryo  
B is 4-days old embryo

**5. 산, 알카리 및 열 처리에 의한 성분 변화**

1) 산, 알카리 처리: pH 1, 2, 3 그리고 pH 8, 9, 10인 Clark-Lubs 완충용액으로 형광물질 Fraction 2, 4 및 6을 처리한 다음 T.L.C에 의해 성분변화를 조사한 결과는 Fig. 5와 같았다. Fraction 2는 pH 2이하 그리고 pH 9 이상에서 Rf 0.7인 청색 형광물질로 일부 변화되었으며 특히 pH 1에서 Rf 0.08의 청색 형광물질로 약간 변화되었고 Fraction 4는 pH 1에서 거의 전부 Rf 0.85의 청색 형광물질로 변화하였고 일부는 Rf 0.08의 청색 형광물질로도 변화하였으며 pH 2와 pH 10에서도 일부 Rf 0.85와 Rf 0.08 물질로 변화되었다. 또한 Fraction 6은 pH 1, pH 2에서 일부가 Rf 0.85와 Rf 0.08의 형광물질로 변화되었고 pH 10에서 일부 Rf 0.08의 형광물질로 변화되었으며 전체적으로 볼때 pH 2 이하 그리고 pH 10이상의 산도에서는 변화되는 경향이었고 변화된 물질의 Rf치와 형광색상을 비교해 볼 때 Fraction 4와 6물질은 강산성 또는 강알카리성에서 Fraction 2 물질로 변화되는 것으로 나타났다.

2) 열처리: Fraction 2, 4 및 6의 형광물질들의 열 처리에 따른 변화를 TLC에 의하여 조사하고 변화된 시료를 HPLC로 분석하여 분해율을



**Fig. 5. Thin Layer Chromatogram of Fraction 2, 4 and 6 Treated Various PH Solutions.** \*: Untreated.

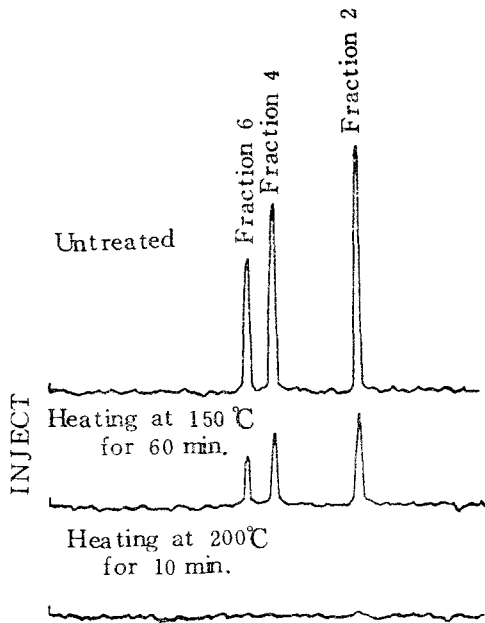


Fig. 6. Destruction of Fraction 2, 4, 6 by Heating.

측정하였으며 시료의 HPLC Chromatogram은 Fig. 6과 같다. Fraction 2, 4 및 6은 모두 100°C 이하에서 60분 처리하여도 안정하였으나 150°C에서는 40분 처리하면 분해되기 시작하여 60분 처리하면 세 물질 다 같이 60~65%의 분해율을 나타내고 200°C에서 10분 처리하면 95~100% 분해되었다. 한편 Rehana등<sup>47)</sup>이 일반 쌀 조리조건으로 쌀에서의 Aflatoxin이 40~50% 파괴된다는 보고와 비교해 볼 때 이들 물질들은 비교적 열에 안정한 물질들로 생각되었다.

### 要 約

수분 함량을 달리한 쌀에 *Aspergillus versicolor*를 접종시켜 생성 Mycotoxin 및 기타 형광물질을 분석하고 그 안정성과 독성등에 관해 조사한 결과 배양 추출물에서 10종의 형광물질을 분리하였고 Sterigmatocystin은 수분 16%배지에서 38 $\mu$ g/kg, 25%에서는 329 $\mu$ g/kg, 35%에서는 380 $\mu$ g/kg이 20일 배양시 생성되었으며 Aflatoxin B<sub>1</sub>은 수분 25%배지에서는 3 $\mu$ g/kg, 35%에서는 12.6 $\mu$ g/kg이 20일 배양시 생성되었다. Embryo Test에서 Fraction 2물질의 LD<sub>50</sub>은 40 $\mu$ g/egg,

Fraction 4와 6물질은 60 $\mu$ g/egg이었으며 이들 물질은 pH 2이하, pH 10 이상에서는 거의 분해되었고 Fraction 4와 6물질은 일부가 Fraction 2 물질로 변화되었다. 또한 이들 Fraction 2, 4, 6 물질은 100°C에서 60분간 처리로 안정하였으나 150°C 60분 처리로 60~65%, 200°C 10분 처리에서는 95~100%가 분해되었다.

### 參 考 文 獻

1. Wyllie, T.D. and L.G. Morehouse, "Mycotoxic fungi, Mycotoxins, *Mycotoxicoses*", Vol.1, 131 (1977).
2. Stephen J.K., *Applied and Environ. Microbiol.*, **43**, 5, 1210~1211 (1982).
3. Letutour B, A. Tantaoui-Elaraki and L. Ihlal, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **60**, 835~837 (1983).
4. Gimeno, A. and M. Ligia Martins, *J. AOAC*, **66**, 85~91 (1982).
5. Bahk, J. and E.H. Marth, *J. Food Protect*, **46**, 210~215 (1983).
6. Macfall, J.S., G. A. Bean and K.L. Deahl, *J. Food Technol.*, **18**, 335~343 (1983).
7. Carl Batt, Myron Solberg and Michael Ceponis, *J. of Food Science*, **45**, 1210~1213 (1980).
8. Batt, C., M. Solberg and M. Ceponis, *J. Food Sci.*, **48**, 762~764 (1983).
9. Abdollahi A. and R.L. Buchanan, *J. of Food Sci.*, **46**, (1981).
10. Uraih N. and L. Ogbadu, *European, J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **14**, 51~53 (1982).
11. Park K.Y. and L.B. Bulluman, *J. Food Sci.*, **43**, 889~896 (1983).
12. Holmquist G.U., W. Walker and H.M. Stahr, *J. Food Sci.*, **48**, 778~782 (1983).
13. Holzapfel C.W., I.F.H. Purchase, P.S. Steyn and L. Gouws, *S. Afr. Med. J.*, **40**, 1100~1101 (1966).
14. Nel W., P.G. Kempff and M.J. Pitout, *Purchase Symposium on Mycotoxins in*



- Human Health, Macmillan, London (1971)
15. 一戶正勝, 倉田浩, 食品衛生學會誌, **17**, 5, 337~344 (1976).
  16. Shannon G.M., O.L. Shotwell, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **59**, 963~965 (1976).
  17. Stack M.E., S. Nesheim, N.L. Brown and A.E. Pohland, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **59**, 966~970 (1976).
  18. Athnassios A.K. and G.O. Kuhn, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **60**, 104~106 (1977).
  19. Hans P.V.E., E.P. Walter, D. Ellen and L.S. Pietes, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **63**, 110~114 (1980).
  20. Halls N.A. and J.C. Ayres, *Appl. Microbiol.*, **30**, 4, 702~703 (1975).
  21. 眞鍋 勝, 南澤正敏, 松澤慎治, 農化, **47**, 3, 209~215 (1973).
  22. Gimeno A.J., ASSOC., *Off., Anal. Chem.*, **62**, 3, 679~585 (1979).
  23. Patterson D.S.P. and B.A. Roberts, *J. ASSOC. Off., Anal., Chem.*, **62**, 6 (1979).
  24. Takeda Y., E. Isohata, R. Amano and M. Uchiyama, *J. ASSOC., Off. Anal., Chem.*, **62**, 3 (1979).
  25. Northolt M.D., P. Hans, Van Egmond, P. Soentoro and E. Deijll, *J. ASSOC., Off. Anal., Chem.*, **63**, 1 (1980).
  26. Sullivan G., D.D. Maness, G.J. Yakatan and J. Scholles, *J. of Chromatography*, **116**, 490~492 (1976).
  27. Kingston D.G.I. and P.N. Chen, *J. of Chromatography*, **118**, 474~477 (1976).
  28. Wogan G.N. and P.M. Newberne, *Cancer Research*, **27**, 2370~2376 (1967).
  29. Destroy R.W., E.B. Lillehoj and A. Liegler, *Microbial Toxins*, 9, Academic Press, New York (1971).
  30. Tera K., *Exptl. Cell. Research*, **43**, 151~155 (1968).
  31. Essigmann J.M., R.G. Croy, R.A. Bennett and G.N. Wogan, *Drug Metab. Rev.*, **13**, 501~602 (1982).
  32. Yu F.L., M. Cass and L. Rolusck, *Carcinogenesis*, **3**, 1005~1009 (1982).
  33. Appleton B.S. and I.C. Campbell, *Cancer Research*, **43**, 2150~2154 (1983).
  34. Appleton B.S. and I.C. Campbell, *J. Natl. Cancer Inst.*, **70**, 547~549 (1983).
  35. Ciegler A.S., Kadis and S.T. Ajl, *Microbial Toxins*, 153, Academic Press, New York (1971).
  36. Dickens F., H.E.H. Jones and H.B. Wainforth, *Br. J. Cancer*, **20**, 134~144 (1966).
  37. Lillehoj E.B. and A. Ciegler, *Mycopathol. Mycol. Appl.*, **35**, 373~376 (1968).
  38. Purchase I.F.H. and J.J. van der Watt, *Food Cosmet Toxicol.*, **7**, 135~139 (1969).
  39. Van der Watt J.J. and I.F.H. Purchase, *Brit. J. Exp. Pathol.*, **51**, 183~190 (1970).
  40. Chang H.G. and P. Markakis, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **14**, 2, 162~167 (1982).
  41. Chang H.G., P. Markakis and S.K. Chang, *Kor. J. Mycol.*, **10**, 2, 89~92 (1982).
  42. Schroeder H.W. and W.H. Kelton, *Appl. Microbiol.* **30**, 41, 589~591 (1975).
  43. Hsieh D.P.H., H.T. Lin and R.C. Yao, *Biochem. Biophys. Research Comm.*, **52**, 3, 992~996 (1973).
  44. Halls N.A. and J.C. Ayres, *Appl. Microbiol.*, **36**, 4, 636~637 (1973).
  45. Verrett M.J., J.P. Marliac and J. McLaughlin, *J. of the A.O.A.C.*, **47**, 6, 1003~1006 (1964).
  46. 吳有珍, 忠北大學 論文集, **11**, 153~165 (1976).
  47. Rehana F., S.C. Basappa and V.S. Murthy, *J. of Food Science and Technology*, **16**, 111~112 (1979).