

*Bacillus subtilis*와 *Aspergillus flavus*의 相互作用에 의한 Aflatoxin 生成能에 관한 究研 (第2報)

—*Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*의 혼합배양에 의한 Aflatoxin 生成에 관하여—

徐 明 子

(釜山大學校 家政大學 食品營養學科)

Study on the Productivity of Aflatoxin through the Interaction of *Bacillus subtilis* & *Aspergillus flavus* (II)

—The production of afatoxin by mixed cultures of *Aspergillus flavus* and *Bacillus subtilis*—

SUH, Myung-Ja

(Dept. of Food & Nutrition, College of Home Economics, Busan National University)

ABSTRACT

24 samples which were inoculated with *Aspergillus flavus* and *Bacillus subtilis* and cultured on the steamed soybean media under various conditions—pH, moisture and temperature were—investigated on the production of aflatoxin by the interaction of these two microorganisms.

- (1) The amount of aflatoxin produced by mixed cultures of *Aspergillus flavus* and *Bacillus subtilis* was decreased significantly rather than that of single cultures of *Aspergillus flavus*.
- (2) Maximum production of crude aflatoxin was 2.560 ppm (B₁, 0.908 ppm; B₂, 0.261 ppm; G₁, 1.162 ppm; G₂, 0.229 ppm) at 30% moisture, pH 5.0 and 20°C, whereas minimum production was 1.107 ppm (B₁, 0.341 ppm; B₂, 0.104 ppm; G₁, 532 ppm; G₂, 0.130 ppm) at 63% moisture, pH 9.0 and 40°C.

緒 論

Aflatoxin은 강력한 發癌物質로서 1960年 英國에서 10萬마리 이상의 칠면조가 연속해서 폐죽음을 일으킨 사고가 브라질에서 수입한 땅콩類 사료에서 기생하는 *Aspergillus flavus*가 산생한 독소에 의한 中毒임이 확인된 후 이때부터 aflatoxin이라 命名하였다.

*Aspergillus flavus*는 自然中에서 가장 흔히 발견되는 곰팡이의 一種으로, Mann (1967), Dollear등(1968), 鄭等(1969, 1971)은 곰팡이 식품을 많이 섭취하는 東南亞에서는 食品에 의한 aflatoxin의 섭취량과 肝癌發生率間에 높은 相關性이 있다고 報告하였으며, 또한 Dwarakanth등(1963)도 aflatoxin은 人間發癌率과 밀접한 關係가 있다고 밝혔다. Aflatoxin은 飼料 및 여러 食品의

Aflatoxin 生成菌에 의해 오염될 가능성에 대하여 사람들은 非常한 관심을 集中하게 되어 이의 毒作用 및 이를 生成하는 菌에 對하여 많은 研究가 進行되고 있다.

李等(1969), 鄭等(1969), 李等(1971), 高等(1973), 金等(1977)은 우리나라 발효식품 중의 aflatoxin검색에 관하여 報告하였으며 Davis 및 Diener(1968)은 여러종류의 Carbohydrate 등이 Aflatoxin 生成을 促進한다고 보고한 바 있으며, Lee(1966)는 Barium이 toxin분비를 阻害한다고 하였다. 柳等(1970)은 紫外線을 照射하였을 경우 toxin이 파괴되거나 菌株의 변이를 促來한다고 보고하였으며, 鄭等(1971)은 aflatoxin에 對한 空氣오존 및 자외선 처리 효과에 對하여 관찰하였다. Ashworth等(1969)은 곡류 및 면실에 加溫처리 및 aeration으로 *Aspergillus flavus*의 침입으로부터의 방지법을 研究報告하였으며, Pohland(1968)은 aflatoxin을 약산으로 처리하면 hemiacetal로 변형되어 그 毒性的 현저한 감소를 초래하였다는 것을 관찰 보고하였다. 李等(1973)은 pH 처리온도 산 알카리 식염등의 각종 처리에 의한 aflatoxin의 分解에 관하여 연구한 바 있다. Marth(1979)等은 光線, 熱, 산, 鹽基, 산화제, 중아황산염등에 의한 aflatoxin 阻害에 關하여 研究한 바 있다. Ciegler 등(1966)은 *Flavobacterium aurantiacum*의 미생물이 aflatoxin을 분해 해독한다고 보고하였으며, 李等(1975)은 곰팡이류에 의하여 生成된 aflatoxin이 실제로 共存하는 다른 미생물에 의하여 큰 영향을 받는다고 하며 相互 경쟁적으로 자란다고 한다.

따라서 우리나라에서 생산되는 在來式메주에는 各種 眞菌類와 共存할 가능성이 있는 *Bacillus subtilis*들이 많이 오염되어 있어서 그 오염율과 생육조건에 따른 菌相互作用的 作用으로 因하여 aflatoxin 生成에 어떤 영향이 미칠 것으로 생각되어, 제 1 報에 이어 제 2 報에서도 aflatoxin 生成菌株인 *Aspergillus flavus*와 一般的으로 在來式메주에 生育하는 *Bacillus subtilis*를 各 水分

含量, pH, 溫度等の 여러 條件下에서 배양하여 菌 相互作用에 의한 aflatoxin 生成에 미치는 영향을 실험하여 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 使用 菌株

Bacillus subtilis ATCC 6633

Aspergillus flavus ATCC 15517

2. 試藥

TLC用 silica gel 및 Column用 silica gel은 Merck 公社製를 使用하였고 기타 試藥은 모두 特級品을 使用하였다.

3. 實驗 培養法

Peptone phosphate soy broth 培地에서 *Aspergillus flavus*는 20°C에서 5日間씩, *Bacillus subtilis*는 37°C에서 2日間씩 3回 連續繼代하여 충분히 活性化시킨 것을 使用하였다.

*Bacillus subtilis*와 *Aspergillus flavus* 混合培養은 蒸大豆 30g에 水分 pH를 各各 調整한 후 삼각 flask에 넣어 멸균한 다음 活性化된 *Aspergillus flavus*를 1ml當 1.0×10⁵정도 되도록한 孢子 현탁액 1ml을 접종하고 다시 活性化된 *Bacillus subtilis* 1ml當 1.0×10⁷정도 되게한 菌 현탁액 1ml를 접종하였다.

對照區로서 *Aspergillus flavus*, *Bacillus subtilis*를 各各 단독배양하기 위하여 위와같이 調整된 蒸大豆배지에 活性化시킨 *Aspergillus flavus*를 1ml當 1.0×10⁵정도가 되도록한 孢子 현탁액 1ml를 접종하였으며 *Bacillus subtilis*는 1ml當 1.0×10⁷정도 되게한 菌 현탁액 1ml를 各各 접종하였다.

이들 對照區菌 및 혼합배양군을 각각 20°C, 30°C 40°C의 各 溫度에서 15日間 培養하여 실험에 使用하였다.

4. Aflatoxin의 押出 및 定量法

제 1 報의 方法에서와 같이 美國 AOAC 公定法에 依하여 抽出하고 TLC 및 UV spectrum으로 확인하였다.

結果 및 考察

對照區로서 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*를 각각 pH 5.0, 7.0, 9.0, 水分 29.80%, 44.65%, 63.15%(이하 각 30%, 45%, 63%로 略함)로 조절한 蒸大豆배지에 接種하여 溫度 20°C, 30°C, 40°C로 각각 15日間 배양한 試料 48個에서 aflatoxin 生成 여부를 실험한 結果는 다음과 같다.

이들 *Aspergillus flavus* 및 *Bacillus subtilis*의 각 배양물추출액에 對한 Thin Layer Chromatography上的 aflatoxin양상은 Fig.1과 같다. 이때 aflatoxin은 TLC에서 표준 aflatoxin과 同一한 色調와 aflatoxin B₁, B₂, G₁ 및 G₂에 해당하는 R_f치를 갖는 螢光성 물질에 對해서 그 methanol용액의 ultra violet 吸光 spectrum을 구하여 본 結果 *Aspergillus flavus* 菌株에서는 배양조건에 따라 aflatoxin생성량은 차이가 있었으나, 全試料에서 Aflatoxin B₁, B₂, G₁, G₂의 生成을 볼 수 있었다. 그러나 *Bacillus subtilis*는 좋은 成長度는 나타내었으나 aflatoxin의 生成은 전혀 볼 수 없었다. 이것은 Kulik 및 Holaday(1966)에 의한 報告에서와 같이 *Aspergillus* sp.와 *Penicillium* sp.의 數種만이 aflatoxin을 分泌한다는 보고와 Diener

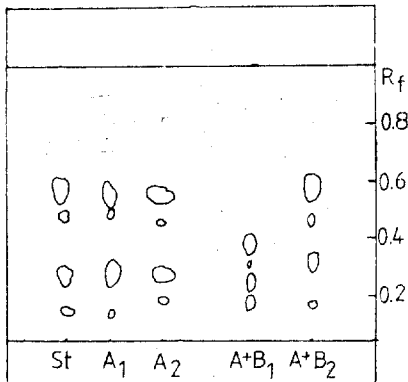


Fig. 1. T.L.C. of aflatoxin developed by the extract of culture media by single-or mixed-cultures, St: standard A: *Aspergillus flavus* A+B: *Aspergillus flavus*+*Bacillus subtilis*

%가 aflatoxin을 분비한다하며, Scott等(1967)은 *Aspergillus*속이 aflatoxin B₁ 및 G₁을 분비한다는 報告와 같은 결과를 나타내었다.

蒸大豆배지 위에서 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*를 接種하여 各 溫度 pH 및 水分別로 15日間 混合배양한 試料 24個에서 aflatoxin의 생성량을 실험한 結果 表 1, 2, 3과 같다.

*Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*를 혼합배양하였을 때 生産되는 aflatoxin의 量을 對照區와 비교해 보면 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis* 혼합 배양하였을 경우 현저히 aflatoxin 生成량이 감소된 결과를 보여주었다. 溫度 20°C, pH 7.0, 水分含量 63%의 경우 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis* 혼합배양하였을 때, crude aflatoxin의 生成량은 2,501ppm(B₁, 0.082ppm; B₂, 0.184ppm; G₁, 0.906ppm; G₂, 0.279ppm)으로 대조구와 비교해 보면 약 39% 감소된 현상을 볼 수 있다. 또한 前報에서 배양조건이 좋지 못하였던 수분함량 63%, 온도

Table 1. The amount of Aflatoxin produced by *Aspergillus flavus* (control), *Aspergillus flavus* & *Bacillus subtilis* on several degrees of moisture, pH, at 20°C.

Unit: ppm

moisture Aflatoxin pH		63%		45%	
		control	mixed-culture	control	mixed-culture
5.0	B ₁	1.259	0.868	1.428	0.908
	B ₂	0.365	0.201	0.401	0.261
	G ₁	1.318	0.873	1.538	1.162
	G ₂	0.423	0.263	0.431	0.229
7.0	B ₁	1.182	0.682	1.324	0.904
	B ₂	0.356	0.184	0.331	0.213
	G ₁	1.354	0.906	1.625	0.179
	G ₂	0.444	0.279	0.447	0.234
9.0	B ₁	1.178	0.477	1.032	0.736
	B ₂	0.202	0.111	0.225	0.124
	G ₁	1.613	0.914	1.638	1.209
	G ₂	0.491	0.282	0.469	0.254

및 Davis(1966)은 *Aspergillus flavus*의 80

Table 2. The amount of Aflatoxin produced by *Aspergillus flavus* (control), *Aspergillus flavus* & *Bacillus subtilis* on several degrees of moisture, pH, at 30°C

moisture Aflatoxin		Unit: ppm					
		63%		45%		30%	
pH		control	mixed-culture	control	mixed-culture	control	mixed-culture
5.0	B ₁	1.086	0.767	1.241	0.809	1.486	1.064
	B ₂	0.339	0.163	0.365	0.221	0.369	0.205
	G ₁	1.061	0.682	1.124	0.721	1.364	0.892
	G ₂	0.305	0.127	0.314	0.211	0.331	0.175
7.0	B ₁	1.013	0.642	1.176	0.743	1.293	0.913
	B ₂	0.312	0.152	0.292	0.199	0.342	0.201
	G ₁	1.091	0.723	1.209	0.755	1.382	0.963
	G ₂	0.314	0.181	0.337	0.229	0.355	0.255
9.0	B ₁	0.814	0.452	0.824	0.609	1.114	0.628
	B ₂	0.193	0.104	0.219	0.117	0.206	0.172
	G ₁	1.103	0.764	1.257	0.764	1.501	0.987
	G ₂	0.321	0.192	0.401	0.275	0.367	0.289

Table 3. The amount of Aflatoxin produced by *Aspergillus flavus* (control), *Aspergillus flavus* & *Bacillus subtilis* on several degrees of moisture, pH, at 40°C

moisture Aflatoxin		Unit: ppm					
		63%		45%		30%	
pH		control	mixed-culture	control	mixed-culture	control	mixed-culture
5.0	B ₁	1.073	0.594	1.092	0.766	1.252	0.886
	B ₂	0.257	0.124	0.392	0.140	0.311	0.157
	G ₁	0.864	0.413	0.956	0.535	1.046	0.591
	G ₂	0.261	0.114	0.252	0.257	0.290	0.137
7.0	B ₁	0.936	0.508	0.986	0.699	1.048	0.756
	B ₂	0.254	0.116	0.298	0.110	0.306	0.183
	G ₁	0.974	0.522	0.994	0.542	1.102	0.717
	G ₂	0.291	0.127	0.391	0.147	0.341	0.147
9.0	B ₁	0.793	0.341	0.711	0.528	0.904	0.102
	B ₂	0.185	0.104	0.201	0.108	0.204	0.102
	G ₁	1.102	0.532	1.014	0.552	1.172	0.788
	G ₂	0.318	0.139	0.342	0.154	0.331	0.153

40°C pH 9.0의 경우에서도 약 49%의 감소 현상을 볼 수 있다.

수분함량에 따른 aflatoxin 생성량은 온도

30°C pH 7.0의 條件下에서 水分含量 30%경우 crude aflatoxin의 量은 2.332ppm(B₁, 0.913ppm; B₂, 0.201ppm; G₁, 0.963ppm;

G₂, 0.255ppm)이며 수분함량 45%의 경우는 1.926ppm(B₁, 0.743ppm; B₂, 0.199ppm; G₁, 0.755ppm; G₂, 0.229ppm) 수분함량 63%의 경우 crude aflatoxin의 양은 1.698ppm(B₁, 0.642ppm; B₂, 0.152ppm G₁, 0.723ppm; G₂, 0.181ppm)으로 수분함량 30%의 경우와 비교해 보면 수분 45%의 경우는 약 17.5%의 감소를 보였으며, 수분함량 63%의 경우는 약 23%의 aflatoxin량이 감소되었다. 또한 대조區와 비교해 보면 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus Subtilis* 혼합배양에 의한 aflatoxin 생성능의 결과는, 같은 조건하에서 수분함량 30%경우 32%가량의 감소를 보이며 수분함량 45%의 경우 약 47%감소, 수분함량 63%의 경우 48% 감소현상이 나타났다. pH 및 수분함량에 의한 aflatoxin B₁의 생성량은 Fig. 2와 같다. 온도 30°C, pH 7.0의 조건하에서 수분함량 30%경우 aflatoxin B₁은 0.913ppm으로, 水分含量 45%, 63%의 경우와 비교해 보면 각각 약 19%, 30% 감소율이 나타났다. 따라서 혼합배양에 의한 afl-

atoxin B₁의 生成量도 수분함량이 증가함에 따라 aflatoxin B₁ 감소현상이 나타났다. 또한 aflatoxin B₁에 대해서 *Bacillus subtilis*와 *Aspergillus flavus* 혼합배양의 경우 對照區와 비교해 보면 이것도 역시 각 수분함량에 따라 30%~37%정도 감소되었다.

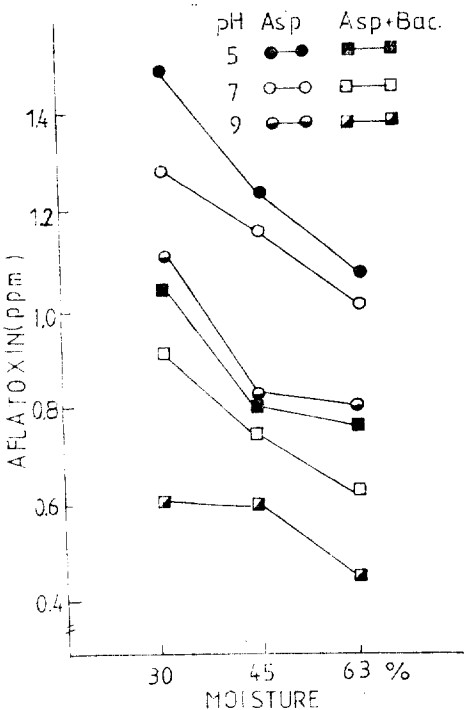
수분함량에 의한 aflatoxin 生成能은 수분함량이 많아질수록 aflatoxin생성량이 감소되는 것을 볼 수 있으며, 이것은 前報에서 나타난 結果와 一致한다.

溫度와의 關係를 보면 pH7.0, 水分含量 45% 條件下에서 20°C로 배양하였을 경우 crude aflatoxin의 量은 2.580ppm(B₁, 0.904ppm; B₂, 0.213ppm; G₁, 0.179ppm; G₂ 0.234ppm)이며 30°C 條件下에서는 1.926ppm(B₁, 0.743ppm; B₂, 0.1999ppm; G₁, 0.755ppm; G₂, 0.229ppm), 40°C 條件下에서는 1.498ppm(B₁, 0.609ppm; B₂, 0.110ppm; G₁, 0.542ppm; G₂, 0.147ppm)으로, 溫度가 낮은 20°C의 경우를 기준으로 하여 비교해 보면, 30°C 條件下에서는 25%의 감소현상, 40°C 조건하에서는 42% 정도의 감소현상이 나타났다. 또한 *Aspergillus flavus*--*Bacillus subtilis* 혼합배양에 있어서 대조구와 비교해 보면 같은 조건하에서 20°C의 조건인 경우 30%의 감소, 30°C조건하에서는 37%의 감소, 40°C 조건하의 경우는 42%의 감소현상이 나타났다.

또한 水分과 溫度에 따른 aflatoxin B₁의 변화는 Fig. 3과 같다.

수분함량 45% pH7.0의 條件下에서 溫度 20°C로 배양한 경우와 비교해 보면 aflatoxin B₁은 0.904ppm으로 30°C의 경우에는 21% 정도의 감소를 나타냈으며 40°C의 경우는 약 42% 감소현상이 나타났다. 또한 대조구와의 비교에서도 각 溫度區에 따라 약 32~38%의 aflatoxin B₁이 감소되었다. 따라서 溫度에 따른 aflatoxin 生成能은 온도 상승과 더불어 aflatoxin量은 현저히 감소되었다.

pH에 따른 aflatoxin 변화는 前報에서 나타난 結果와 같이 pH9.0에서 aflatoxin 生成량이 낮았다. pH에 의한 aflatoxin 生成



Fi 2 Aflatoxin production at pH and moisture in a given temperature 30°C

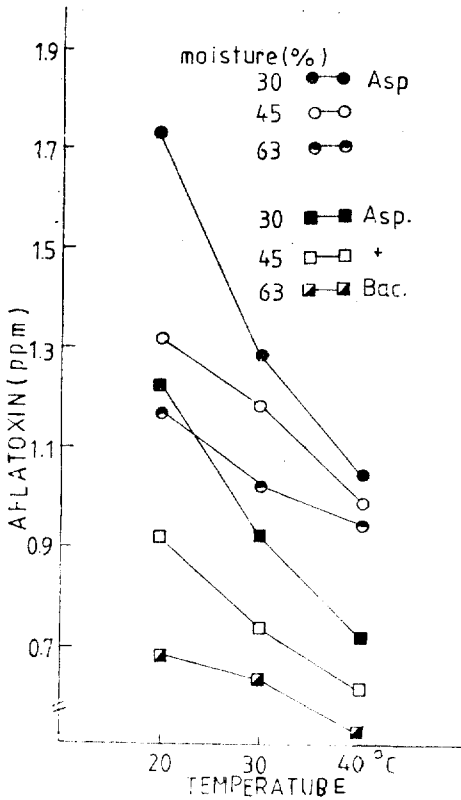


Fig 3. Aflatoxin production at moisture and temperature in a given pH 7.0

량은 수분함량 45%, 온도 30°C의 조건하에서 pH 5.0의 경우 crude aflatoxin의 양은 1.952ppm(B₁, 0.809ppm; B₂, 0.221ppm; G₁, 0.721ppm; G₂, 0.211ppm)으로 대조구와 비교했을 때 약 36% 감소율을 나타냈으며 pH7.0의 경우는 1.926ppm(B₁, 0.743ppm; B₂, 0.199ppm; G₁, 0.755ppm; G₂, 0.229ppm)로 대조구와의 비교에서 이것도 37% 감소 현상이 일어났다. pH9.0의 경우 crude aflatoxin 양은 1.755ppm(B₁, 0.609ppm; B₂, 0.117ppm; G₁, 0.764ppm; G₂, 0.275ppm)로 대조구와의 비교는 약 35% aflatoxin이 감소되었다.

水分 45% 함유에서 pH 및 온도에 따른 aflatoxin B₁의 생성결과는 Fig. 4와 같이 온도가 상승함에 따라 aflatoxin B₁의 함량이 감소되었으며, 또한 pH에 있어서 각 배양조건하에서는 모든區는 pH 5.0에서 가장 aflatoxin B₁ 생성량이 많았으며 다음이 pH7.0

pH9.0의 順이었다. Aflatoxin B₁에 있어서 對照區와 비교해 보면 pH 5.0 수분함량 45%의 條件下에서는 각 배양온도조건에 따라 35~46%의 감소 현상이 나타났다.

Aflatoxin을 生成하는데는 aflatoxin生成 菌株인 *Aspergillus flavus*가 다른 미생물과의 相互間의 생존경쟁적인 共存에 依하여 큰 영향을 받는다고 본다.

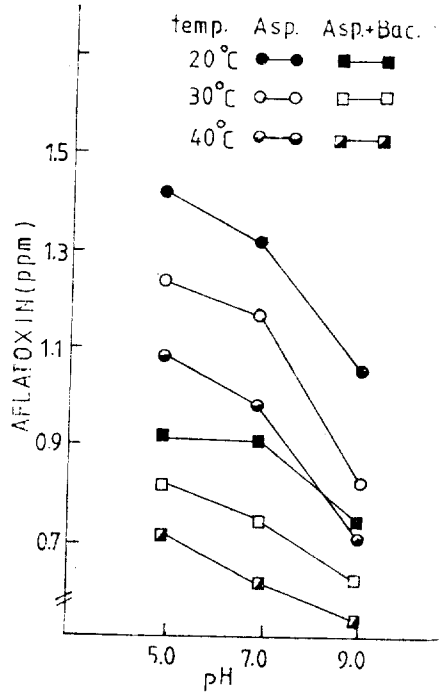


Fig 4. Aflatoxin production at temperature and pH in a given moisture 45%.

*Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*를 혼합배양하였을 때의 aflatoxin 생성양상을 보면 *Bacillus subtilis*에 依하여 *Aspergillus flavus*의 aflatoxin 生成阻害는 매우 흥미있는 일이다. Ashworth等(1965)은 땅콩에 여러가지 곰팡이를 접종한 결과 *Aspergillus niger*, *Rhizoctonia solani*等은 *Aspergillus flavus*의 생육과 기질에 있어서 aflatoxin 生成을 制限한다고 報告하였으며, Wildman等(1967)은 *Penicillium sp.*가 *Aspergillus flavus*와 競合적으로 생육할때 aflatoxin의 生産을 감소시킨다고 하였으며, Arai等(1967)은 Aflatoxin의 數種이 Stre-

ptomyces와 Nocardia를 발육 억제시킨다고 주장하였다. 또한 金等(1976)은 *Aspergillus flavus*에 *Aspergillus niger* 및 *Aspergillus oryzae*를 각기 그株 菌株씩 혼합배양하였을 때, *Aspergillus flavus*만을 배양하였을 때보다 aflatoxin 생성량이 낮았다고 지적한 바 있다.

*Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis* 혼합배양에 의한 aflatoxin 생성능에 있어서는 水分 溫度等 어떤 條件下에서도 對照區

에 비하여 현저히 aflatoxin 생성량이 감소되었다. 또한 全試料에서 aflatoxin B₁, B₂, G₁ 및 G₂가 생성되었으며 특히 毒性이 강한 aflatoxin B₁이 B₂보다 相當히 많이 생성되었다.

Aflatoxin을 생성하는 菌과 一般的으로 在來式메주에 生育하는 *Bacillus subtilis*는 大豆에 기생하여 여러 환경조건에 따른 aflatoxin生成에 어떤 영향을 주는 것으로 생각된다.

摘 要

蒸大豆培地에 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*를 各種 pH, 水分 및 溫度等の 여러가지 條件下에서 混合培養한 24種의 試料에서 菌 相互間의 作用에 依한 aflatoxin 生成능에 對하여 實驗한 結果 다음과 같다.

1. 對照區로서 *Aspergillus flavus*를 各種 pH, 水分 및 溫度에 따라 培養하여 생성된 aflatoxin과 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*를 混合培養하였을 때 生成된 aflatoxin量을 比較해 보니 *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*의 混合培養의 경우 一般的으로 aflatoxin 生成量이 현저히 감소되었다.
2. 溫度에 依한 aflatoxin 생성능에 있어서는 온도 20°C 條件下에서 배양하였을 때 가장 높은 aflatoxin의 생성량이 나타났으며, 다음으로 30°C, 40°C의 順이었다.
3. pH에 依한 aflatoxin의 생성은 pH 5.0의 조건에서 가장 높았고 pH 7.0의 경우도 거의 유사한 결과를 나타냈다. pH에 있어서는 pH 9.0의 경우가 가장 적은 aflatoxin의 생성을 볼 수 있었다.
4. 水分에 따른 aflatoxin의 생성결과 水分이 적은 30%의 경우 비교적 높은 편이었으며 45%, 63%의 順으로 aflatoxin의 生成량이 감소되었다.
5. *Aspergillus flavus*와 *Bacillus subtilis*를 여러가지 條件下에서 混合培養한 結果 水分含量 45%, pH 5.0, 溫度 20°C의 條件下에서 crude aflatoxin의 量은 2.634ppm(B₁, 0.908ppm; B₂, 0.261ppm; G₁, 1.162ppm; G₂, 0.229ppm)로 가장 높은 생성량이 나타났으며, 水分含量 63%, pH 9.0 溫度 40°C의 조건에서 crude aflatoxin의 량은 1.107ppm(B₁, 0.341ppm; B₂, 0.104ppm; G₁, 0.532ppm; G₂, 0.130ppm)으로 가장 낮은 aflatoxin의 생성을 볼 수 있었다.

參 考 文 獻

1. Alpert, M.E., and C.S. Davidson, 1969. Mycotoxins. A possible cause of primary Carcinoma of the liver. *Amer. J. Med.* **46**, 325.
2. Arai, T., R. Itol and Koyamy, 1967. Antimicrobiol activity of aflatoxins. *J. Bacteriol.* **93**, 59.
3. Ashworth, L.J., H.W. Schroder and B.C. Laugley, 1965. Aflatoxins; Environmental Factors Governing Occurrence in Spanish peanuts. *Science* **148**, 1228.
4. Basappa, S.C., V. Sreenwasamurthy and H. A. B. Parpia, 1970. Aflatoxin and kojic acid production by resting cells of *Aspergillus flavus*, Link. *J. Gen. Microbiol.* **61**, 81.
5. Butler, W.H., 1966. Carcinoma of the Glandular stomach in Rats given Diets containing aflatoxin. *Nature* **209**, 90.
6. Calderwood, D.L. and H.W. Schroeder, 1968. Aflatoxin development and grade of

- undried rough rice following prolonged storage in aerated bins. *U. S. Dept. Agr. Agr. Res. Serv. Rep.* **52**, 32.
7. Crane, P.S., S.U. Rhee, and D.J. Seed, 1970. Experience with 1,079 cases of cancer of the stomach seen in Korea from 1962 to 1968. *Amer. J. Surgery* **120**, 751.
 8. Davis, N.D., U.L. Diener and D.W., Eldridge, 1966. Production of aflatoxin B₁ and G₁ by *Aspergillus flavus* in a semisynthetic medium. *Appl. Microbiol.* **14**, 378.
 9. Diener, U.L. and N.D. Davis, 1966. Aflatoxin production by isolates of *Aspergillus flavus*. *Phytopathol.* **56**, 1390.
 10. Kulik, M.M. and C.E. Holaday, 1966. Aflatoxin: a metabolic product of several fungi. *Mycopathol. Mycol. Appl.* **30**, 137.
 11. Kurata H, H. Tanabe, K. kauota, S. Udagwa and M. Ichrinoe. Studies on the population of toxigenic fungi in foodstuffs; aflatoxin producing fungi isolated from foodstuffs in Japan.
 12. Majumdei, S.K., K.S. Nardsimhan and H.A. B. Parpia, 1965. Micro ecological factors of Microbiol spoilage and the occurrence of Mycotoxins on stored Grains. *Mycotoxin foodstuffs.* (G.N. Wogam editor, M.I.J.T. Press), pp. 27~47.
 13. Sargeant, K., A. Sheridan, J. O'Kelly and R. B.A. Carnaghan, 1961. Toxicity Associated with certain Samples of Groundnuts. *Nature* **192**, 1096.
 14. Schindler, A.F., J.G. Palmer and W.V., Fisen berg, 1967. Aflatoxin ploduction by *Aspergillus flavus*. *Appl. Microbiol.* **15**, 1006.
 15. Schoental, R., 1967. Aflatoxins. *Annual Review of pharmacology* **7**, 343.
 16. Schroeder, H.V., 1967. *Proc. Mycotoxin. Research Seminar*, Washington, D.C, June.
 17. Schroeder, H.W. and H. Hein, Jr., 1967. Effect of diurnal temperature cycles on the production of aflatoxin. *Appl. Microbiol.* **16**, 988, **15**, 441.
 18. Scott, P. M., Van W. Walbeek and J., Forgacs, 1967. Formation of aflatoxins by *Aspergillus astianus* Wehmer, *Appl. Microbiol.* **15**, 45.
 19. Wildman, J.D., L. Stoloff, and R. Jacobs, 1967. Aflatoxin Production in mixed culture medium by *Aspergillus flavus* and *Penicillium* sp. *Biotechnol. Bioeng.* **9**, 429.
 20. William Horwitz, 1975. Natural Poisons chapter 26 from Official Methods of Analysis of the Associations of Official Analytical chemists. Editor AOAC Methods Twelfth Edition.
 21. Wogan, G. N., 1966. Chemical Nature and Biological Effects of Aflatoxins. *Bacteriological Reviews* **30**, 460.
 22. 고춘명, 최태주, 유준, 1973. 한국 균학회지 **1**, 17.
 23. 김용화, 황보정숙, 이서래, 1977. 몇가지 한국 식품中 aflatoxin의 검출. 한국식품과학회지 **9**(1), 73.
 24. 김운주, 강용, 권숙표, 1976. 진균류의 상호작용에 의한 aflatoxin 생성능에 관한 연구. 예방의학회지 **9**, 77.
 25. 유준, 고춘명, 권숙표, 정용, 1969. 한국저장 식품中の 유독성물질과 그 방지에 관한 연구. 자유中の Aflatoxin에 관하여. 연세논총 **7**, 191.
 26. 이관령, 이서래, 1974. 국내의 번짐미에서 분리된 *Aspergillus flavus*군의 Aflatoxin 생성능. 식품과학회지 **6**(3), 169~176.
 27. 이근배, 이상규, 김찬수, 유준, 심길순, 성호경, 전세열, 이희성, 조선에, 이금자, 1970. 과학기술처 1970년도 연구개발사업보고서 MosT-R-70~84-PM pp. 41
 28. 이배함, 권영연, 최태주, 주현규, 김상재, 정성구, 1971. 건국대학교 학술지 **12**, 867.
 29. 이정희, 정영채, 정용, 1973, 각종치리에 의한 Aflatoxin의 분해에 관한 연구. 식품과학회지 **5**(4), 201~205.
 30. 이태령, 이상규, 1969. 식품中 유독성 대다 산물에 관하여 (제 1報). 수종의 한국 대두 발효식품中 aflatoxin 유무의 검색에 관하여. 한국식품과학회지 **1**, 78.

31. 정용, 김갑영, 권수표, 1971. 메주의 위생학적 제조법에 관한 연구. 연세논총 8, 13.
32. 정용, 권수표, 1969. 한국발효식품中 Aflatoxin의 함유에 관한 연구. 대한 예방의학회지, 2(1) 1~4.
33. 최기효, 이관평, 이서래, 1976. Aflatoxin이 *Bacillus megaterium*의 생육에 미치는 영향. 식품과학회지 8(1) 47.
34. 倉田 浩, 一戸正勝, 1967. Studies on the population of Toxigenic Fungi in Foodstuffs. 食品衛生誌 8(3) 237-247.
35. 諸岡 信一, 1971. Aspects on the studies on Mycotoxins from Moldy Cereals. 食衛誌. 12(6), 459.