J. Fd Hyg. Safety, 13(2), 164 - 170(1998)

유산균과 그 발효유가 *Aspergillus parasiticus*의 생육과 Aflatoxin 생성에 미치는 영향

김종규† · 이용욱*

*계명대학교 자연과학대학 공중보건학과, *서울대학교 보건대학원*

Effect of *Lactobacillus casei* and a Fermented Milk on the Growth and Aflatoxin Production of *Aspergillus parasiticus*

Jong-Gyu Kim† and Yong-Wook Lee*

Department of Public Health, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

**Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 110-799, Korea*

ABSTRACT — In this study a commercial fermented milk produced in Korea and a *Lactobacillus* strain used for the product (*L. casei*) were found to affect mold growth and inhibit aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* ATCC 15517. Aflatoxins were determined using an HPLC system that consisted of a C_{18} column and a fluorescence detector. When the fermented milk was added to the yeast-extract broth the levels of aflatoxin B_1 and G_1 significantly decreased by 48.6~58.1% and 29.8~34.2%, respectively ($p<0.05$). The mold growth in this case was reduced by comparison with the control ($p<0.05$). The pH values of the culture broth in the fermented milk-containing group were observed to be significantly lower than those in control group ($p<0.05$). In the mixed culture experiments (*L. casei* and *A. parasiticus*), lower levels of aflatoxin B_1 and G_1 were found in comparison with the control (monoculture). *L. casei* was found to be very inhibitory to the growth of *A. parasiticus* for 5 days, but no significant difference of mycelial weight was observed between the mixed culture and control at the end of incubation. The pH values of the culture broth in mixed culture were observed to be significantly lower than those in monoculture ($p<0.05$). The inhibitory effects of the fermented milk may be mainly due to the metabolites of *L. casei* as well as the strain itself.

Key words □ Aflatoxins, fermented milk, *Lactobacillus casei*, HPLC

Aflatoxin은 *Aspergillus*속의 일부 균주에 의하여 생성되는 곰팡이 대사산물로서 건강위해와 경제적 손실을 야기하는 것으로 나타나고 있다.[1] Aflatoxins의 생성 균주로서는 과거로부터 *Aspergillus flavus*와 *A. parasiticus*가 알려져 왔으며, 최근에는 *A. nomius*도 함께 제시되고 있다.[2,3] Aflatoxin은 동물에서 간에 강력한 발암성을 갖는 것으로 알려져 있다. 또 인간에 있어서도 간암(primary liver cancer)에 어느 정도 관련이 있는 것으로 추측되고 있다.[4]

Aflatoxin은 식품과 사료 등에서 광범위하게 발현되고 있으며, 그 생성 정도는 기질, 온도, pH, 수분, 환경 및 경쟁되는 마이크로플로라(microflora) 등의 다양한 화학적, 생물학적, 그리고 물리적 요인들에 의해서 다르게 나타난다. Aflatoxin을 생성하는 곰팡이는 환경 중에서 대개 이들의 성장과 aflatoxin 생성에 영향을 미칠 수 있는 다른 미생물과 공존하며 상호작용을 갖는다. 이러한 상호작용은 영양분의 가용성을 변화시키기도 하며, 또 곰팡이의 성장과 aflatoxin 생성에 영향을 미칠 수 있는 부산물의 생산을 변화시키게 된다. 일부 연구자들은 세균이나 곰팡이 등의 미생물이 aflatoxin 생성 곰팡이의 성장과 aflatoxin을 비롯한 mycotoxin의 생성을 억제시켰다고 보고하였다.[5-7]

유산간균(*Lactobacillus* spp.)은 여러 식품에 널리 존재한다. 이들은 유산균(lactic acid bacteria) 중에서도 발효제품의 제조와 보존에 자주 관여하는 것으로 알려져 있다. 유산간균은 치이즈, 요구르트, 아시도필러스유(acidophilus milk)

†Author to whom correspondence should be addressed.

등의 발효유제품 및 소시지 등의 발효식육제품에서 스타터로 사용되며, 또한 어린 동물을 장내 감염 등으로부터 보호하는 것으로 생각되고 있다. 발효 제품은 그 제조 중에 곰팡이에 오염될 수 있는 바, 알맞은 조건이 되면 이들은 aflatoxin을 비롯한 mycotoxin을 생성할 수 있다.[8-12] 따라서 발효에 관여하는 미생물 및 그 발효제품과 곰팡이간의 상호작용을 탐구할 필요가 있다. 본 연구는 유산균 발효유의 제조에서 스타터로 사용되는 한 균주(*Lactobacillus casei*)와 이 균주에 의해서 발효시킨 발효유가 *Aspergillus parasiticus*의 성장과 aflatoxin 생성에 미치는 억제 효과를 관찰하였다.

재료 및 방법

균주

본 실험에서 사용한 균주로서 aflatoxin 생성 곰팡이는 *Aspergillus parasiticus* ATCC 15517을 American Type Culture Collection으로부터 분양 받았다. 세균으로는 유산균 *Lactobacillus casei* KCCM 12452를 한국종균협회로부터 분양 받아 사용하였다.

균주 활성화 및 포자현탁액의 조제

*A. parasiticus*는 potato-dextrose agar(PDA)(Difco laboratories, Detroit, MI)의 사면배지에서 28°C로 10일 동안 3회 연속 계대배양시켜 충분히 활성화시켰다. 활성화된 균주를 PDA 평판 배지에 접종하여 28°C로 7일 동안 배양한 후, 형성된 포자에 멸균된 0.1% tween 80 용액 1 m*l*와 멸균수 5 m*l*를 가하고 흔들어서 포자를 씻어내는 조작을 3회 반복하였다. 멸균수를 더 가하여 hemacytometer와 현미경(Nikon, HFX-II, Japan)을 사용해서 검경하면서 포자수를 10^6~10^7/m*l*로 조절하여 배양에 사용하였다. *Lactobacillus casei*는 MRS broth(Difco Lab.)에서 28°C로 3회 연속 계대배양한 후 다시 6시간 배양하여 얻은 균액을 실험에 사용하였다.

배양방법

곰팡이의 aflatoxin 생성을 위한 배양에서는 yeast-extract sucrose(YES) broth를 사용하였다. 시험관(15×100 mm)에 YES 배지를 5 m*l*씩 가하여 121°C, 15 lb하에서 15분 동안 고압증기멸균하고 유산균 발효유를 농도별로(0, 0.1, 1.0 및 10.0%) 무균적으로 가하였다. 각 시험관에 *A. parasiticus* 포자현탁액을 접종하여 28°C에서 7일간 정치 배양하였다.

한편 상기 발효유의 발효에 이용된 세균(*L. casei*)과 곰팡이의 혼합배양을 위해서는 APT broth(Difco Lab.)에 glucose를 7%로 첨가한 배지 (변형 APT 배지)를 사용하였다. 시험관(15×100 mm)에 변형 APT 배지를 5 m*l*씩 가하여 같은 조건으로 고압증기멸균하고 여기에 *A. parasiticus* 포자현탁액과 *L. casei* 균액을 접종하여 28°C에서 7일간 정치 배양하였다.

균의 생육도 측정

유산균의 생육도는 spectrophotometer(Shimazu, UV160, Japan)를 이용하여 측정하였다. 배양액을 고압증기멸균한 후 각 배양물 1 m*l*를 microtube에 취하여 12,000 rpm에서 3분간 원심 분리하였다. 상등액의 색소가 완전히 제거될 때까지 이 조작을 반복한 후 660 nm에서 흡광도(O. D.)를 측정하였다.

곰팡이의 생육도는 건조 균체 측정방법에 의해 실시하였다. 배양물을 고압증기멸균한 후 여과지로 여과한 다음 균체를 회수하여 증류수로 반복 세척하였다. 이를 50°C에서 24시간 동안 건조시키고 데시케이터에서 방냉한 후 항량을 측정하였다.

배양액의 pH 측정 및 젖산산도 측정

배양에 따른 pH 변화를 관찰하고자 pH meter(Orion model EA920, U. S. A.)로써 배양액의 pH를 측정하였다. 산도는 중화적정법에 의하여 측정하였다. 즉 0.1% NaOH 용액으로 적정하여 젖산으로 환산하였다.

Aflatoxin 분석

Aflatoxin의 추출—시료중의 aflatoxin 추출은 AOAC (Association of Official Analytical Chemists)법[13]을 변형하여 수행하였다. 배양이 끝난 배양물을 시험관에 일정량 취하였다. 여기에 NaCl을 가하고, 동량의 methanol과 chloroform을 가한 후 시험관 교반기로 충분히 교반하여 aflatoxin을 추출하였다. Chloroform층을 분취한 후 다시 chloroform을 가하여 앞의 조작을 반복하고 24시간 동안 정치시켰다. Chloroform층을 합하여 질소 gas하에서 증발시키고 그 잔류물을 aflatoxin 정성 및 정량을 위한 시료로 하였다.

Aflatoxin의 정량—Aflatoxin의 정량 분석은 HPLC를 이용하여 수행하였다. 상기와 같이 조제된 chloroform 추출 잔류물에 trifluoroacetic acid를 가하여 유도체화시킨 후 여기에 주입 용매를 가하여 HPLC 분석을 위한 시료로 하였다. HPLC system(Waters, U. S. A.)의 구성은 M510 pump, Rheodyne injector, M746 integrator 및 M474 fluorescence detector를 사용하였다. 측정 조건으로는 역상의 C_{18} column (15 cm×3.9 mm I. D.)을 실온에서 사용하였으며, 형광검출기의 여기 파장 365 nm, 방출 파장 425 nm에서 25% acetonitrile의 이동상을 1.0 m*l*/min의 유속으로 흘려 afla-

toxins의 분리를 시도하고 정량하였다. 실험에 사용된 aflatoxin 표준품은 Supelco Inc.(Bellefonte, PA) 제품이었다.

자료의 처리 및 분석

각 실험군별 평균치와 표준편차를 계산하고 각 군의 평균치들간의 유의성 검정을 위하여 α=0.05에서 분산분석을 실시하였다. 유의성이 나타난 경우에 대하여는 중비교검정법(multiple comparison test)으로서 Duncan's multiple range test를 실시한 내용을 가지고 각 군별 평균치의 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

유산균(*L. casei*)에 의한 억제적 영향

유산균(*L. casei*)과 곰팡이(*A. parasiticus*)를 혼합 배양하였을 때 *A. parasiticus*의 성장을 건조 균체량으로 측정한 결과 곰팡이를 단독 배양하였을 때(대조군) 보다 성장의 정도가 감소하였다(Fig. 1). 혼합 배양시 5일째까지는 곰팡이가 거의 자라지 않았으나, 6일째부터 크게 증가하여 배양 말기에는 대조군에 비하여 유의한 차이를 보이지 않았다. *L. casei*의 성장을 spectrometer에서 O. D. 값으로 측정한 결과 혼합배양 및 단독배양 모두 5일째까지는 크게 증가하

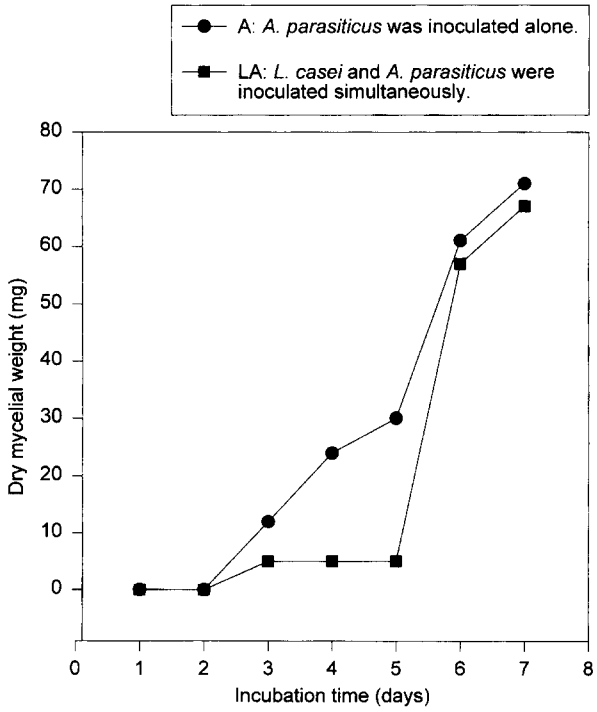

Fig. 1. Mycelial growth of *A. parasiticus* in modified APT broth with and without *L. casei*.

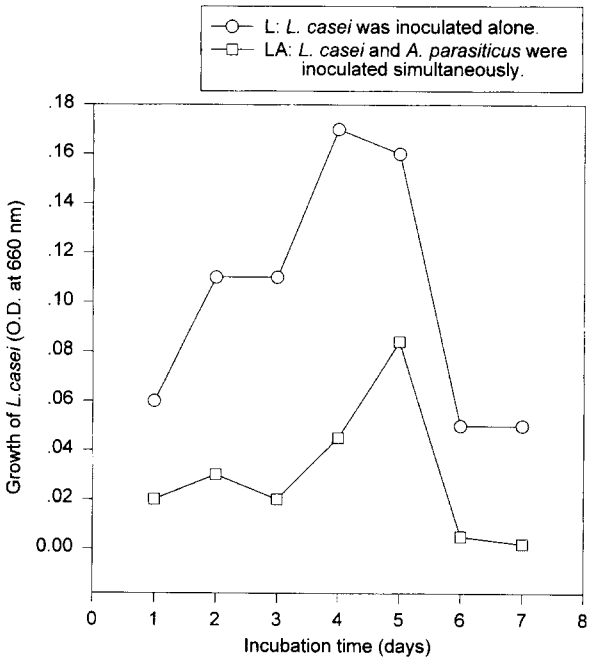

Fig. 2. Growth of *L. casei* in modified APT broth with and without *A. parasiticus*.

였으나 이후 크게 둔화되었음이 관찰되어 이와 같은 결과를 뒷받침하였다(Fig. 2). 한편 배양액의 산도는 혼합배양시에 대조군에 비하여 높게 나타나고 있다(Fig. 4). 몇 가지 유산균이 곰팡이의 성장을 억제한다는 보고가 있다. 신 등[14]은 *L. casei*와 *L. bulgaricus*가 곰팡이(*Penicillium citrinum*)의 성장을 억제시켰다고 보고하였다. 또 Batish[15]은 *Lactococcus lactis* subsp *diacetylactis*와 *Streptococcus thermophilus*가 곰팡이(*A. parasiticus* 및 *A. fumigatus*)에 억제 효과를 가짐을 보고하였다.

한편 배양말기에 aflatoxin의 생성량을 HPLC로 측정한 결과 *L. casei*와 *A. parasiticus*를 혼합배양하였을 때에는 곰팡이의 단독배양시보다 aflatoxin B_1 및 G_1의 생성이 감소되었다(Fig. 5). Aflatoxin B_1은 7.7%($p<0.05$), 그리고 G_1은 6.4%가 각각 감소되었다. 이러한 aflatoxin 생성 억제는 배양액의 pH에 기인할 것으로 생각된다. 일반적으로 중성보다 낮은 pH가 aflatoxin의 생성에 유리하다고 알려져 있다. 전 배양기간을 통하여 배양액의 pH는 *A. parasiticus*의 단독배양에서는 pH 4.7~5.3이었으나 *L. casei*와 *A. parasiticus*를 혼합배양하였을 때에는 훨씬 낮은 pH 3.9~4.9의 수준을 유지하였다($p<0.05$)(Fig. 3). 한편 유산균이 aflatoxin의 생산을 억제한다는 측면과 생산된 aflatoxin을 유산균이 분해한다는 추론이 있다. 후자의 경우에 대해서 일부 연구자들은 aflatoxin이 유산균의 세포벽으로 흡착될 것이라고 제시하

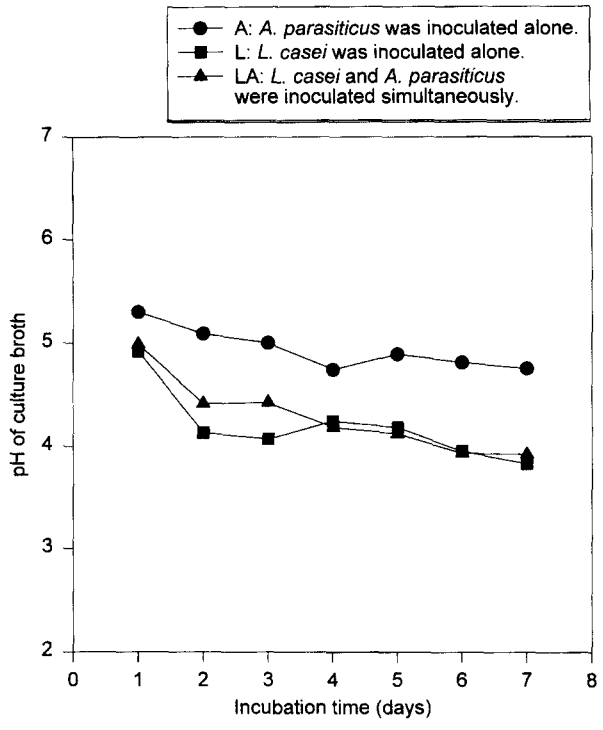

Fig. 3. Changes of pH of modified APT broth caused by the growth of *A. parasiticus* with and without *L. casei*.

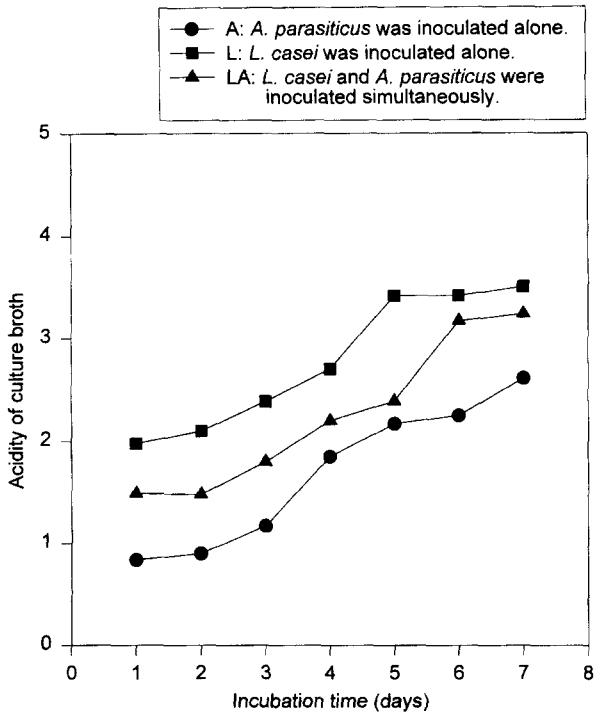

Fig. 4. Changes of acidity of modified APT broth caused by the growth of *A. parasiticus* with and without *L. casei*.

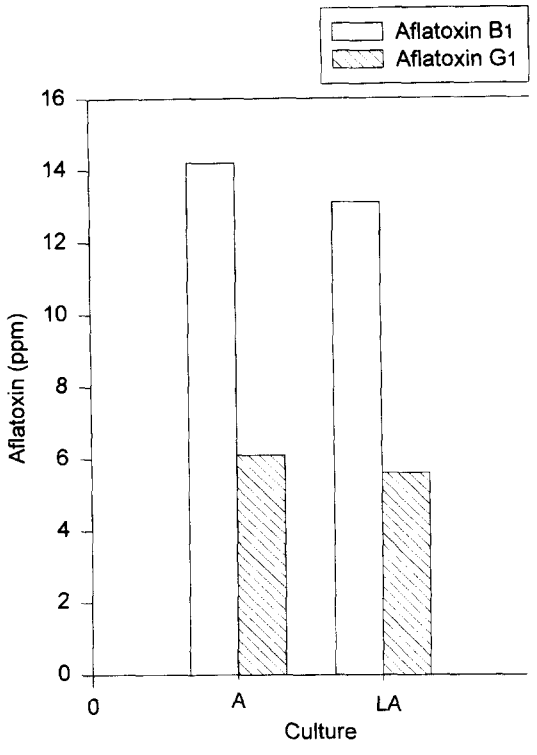

Fig. 5. Aflatoxin production by *A. parasiticus* in monoculture (A) and mixed culture with *L. casei* (LA) in modified APT broth.

Table 1. Growth of microorganisms, pH, acidity, and aflatoxin production by *A. parasiticus* in monoculture and mixed culture in modified APT broth at the end of 7 days incubation

Cultures	Growth		pH	Acidity	Aflatoxin (ppm)	
	A. parasiticus (Mycelial weight, mg)	*L. casei* (O. D.)			B_1	G_1
A	71^{NS}		4.75^a	2.61^b	14.2^a	6.08^{NS}
L	–	0.050^a	3.83^b	3.51^a	–	–
LA	67	0.002^b	3.92^b	3.24^a	13.1^b	5.63

A: *Aspergillus parasiticus* was inoculated alone.
L: *L. casei* was inoculated alone.
LA: *L. casei* and *Aspergillus parasiticus were* inoculated simultaneously.
^{NS}: No significant difference was found between groups.
Values in a column with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).
All values represent mean of five trials.

고 있다. 그러나 Coallier-Ascah와 Idziak[16]는 *S. lactis*에 의한 aflatoxin의 분해 정도가 충분하지 않다고 보고하여, 이에 대한 메커니즘이 밝혀질 때까지는 단정하기가 어렵다.

이상과 같이 *A. parasiticus*가 *L. casei*와 혼합 배양되었을 때에는 배양말기에 곰팡이 성장을 억제시키는 정도는 낮았으나 aflatoxin 생성은 억제되었다. 따라서 aflatoxin 생성 억제에 유산균(*L. casei*)이 어느 정도 영향을 미치는 것으로 볼 수 있으며, 이는 경쟁미생물에 의하여 aflatoxin 생성이 억제될 수 있다는 바를 다시 한번 확인하게 하였다.

유산균 발효유에 의한 억제적 영향

*L. casei*로 발효시킨 유산균 발효유를 YES 배지에 농도별로(0.1%, 1.0%, 10.0%) 첨가하여 7일간 배양하면서 *A. parasiticus*의 성장을 건조균체량으로 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. 발효유 첨가군에서는 전 배양기간동안 대조군에 비하여 곰팡이의 성장이 억제되었으며, 배양말기에 1% 및 10% 첨가군에서는 대조군에 비하여 유의하게 낮은 수치를 나타내었다($p<0.01$).

한편 배양 말기에 aflatoxin B_1의 생성은 현저하게 감소하였다($p<0.01$). 대조군의 경우 aflatoxin B_1은 52.5 ppm이 생성되었으나 발효유 0.1% 첨가군에서는 27.0 ppm으로 약 48.6%가 감소되었다. 또한 1% 첨가군에서는 50.5%, 10% 첨가군에서는 58.1%가 감소되어 발효유의 첨가량이 많을수록 aflatoxin B_1의 생성이 감소하는 경향이었다. 발효유의 농도별로는 0.1% 첨가군과 1% 첨가군은 유의한 차이를 보이지 않았으나 10% 첨가군은 다른 두 첨가군에 비해서도 유의하게 낮게 나타났다. 이러한 현상은 aflatoxin G_1의 경우도 유사하게 나타나서 발효유를 첨가시에 그 생성량이 감소하였으나($p<0.05$) aflatoxin B_1의 경우만큼 현저한 감소를 보이지는 않았다. Aflaoxin G_1은 발효유 0.1% 첨가군에서 15.8 ppm이 생성되어 대조군의 22.5 ppm 생성에 비하여 약 29.8%가 감소되었다. 또한 1% 첨가군에서는 32.4%, 10% 첨가군에서는 34.2%가 감소되어 발효유의 첨가량이 많을수록 aflatoxin G_1의 생성도 감소하는 경향이었다(Fig. 9). 전 배양기간동안 배양물의 pH는 Fig. 7과 같이 변화하였다. 대조군의 경우 배양 5일째에 최저 pH(4.77)를 보였다. 발효유군의 경우 0.1% 첨가군은 대조군과 같이 배양 5일째에 4.00 의 최저 pH를 보였으며 1.0% 및 10% 첨가군은 배양말기에 3.99 및 3.98의 최저 pH를 보여 대조군에 비하여 낮게 나타났다($p<0.05$). 전 배양기간을 통하여 산도를 측정한 결과 대조군에 비하여 발효유군에서는 현저하게 높은 값을 나타내었다($p<0.01$)(Fig. 8).

이와 같은 결과로부터 본 실험에서 사용한 발효유는 곰팡이의 성장과 aflatoxin의 생성을 억제하였다고 인정된다. 발효유군에서는 전 배양기간을 통하여 대조군 보다 낮은 pH (약 4.0~4.7)로 유지됨으로써 결국 곰팡이 성장의 억제에 기여하였을 것으로 생각된다. Aflatoxin 생산은 배지의 초기 pH에 의하여 상당히 달라진다. 일반적으로는 산성쪽

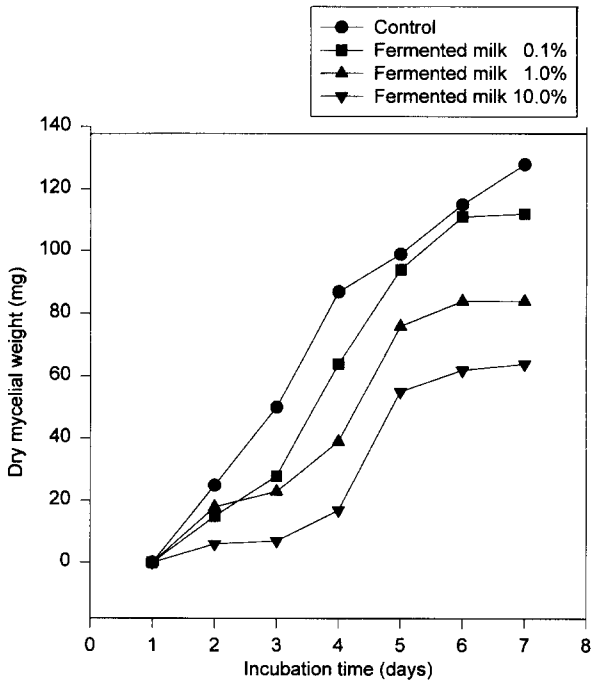

Fig. 6. Mycelial growth of *A. parasiticus* in YES broth containing fermented milk.

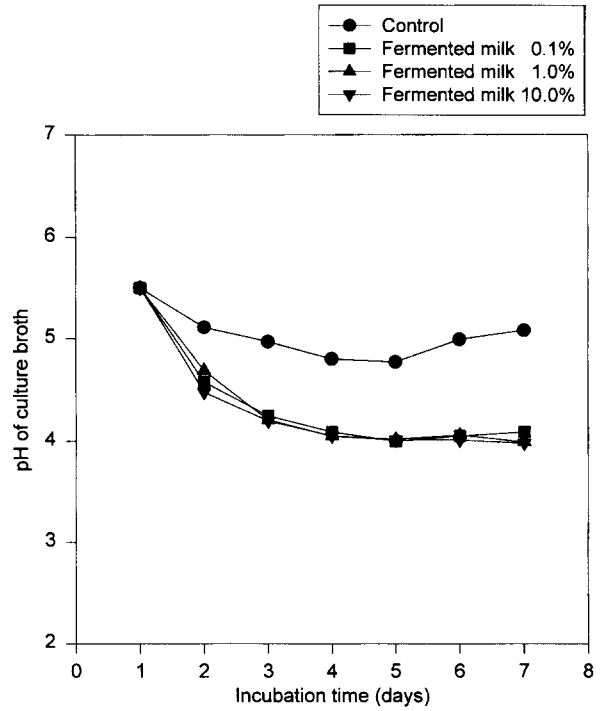

Fig. 7. Changes of pH of YES broth containing fermented milk caused by the growth of *A. parasiticus*.

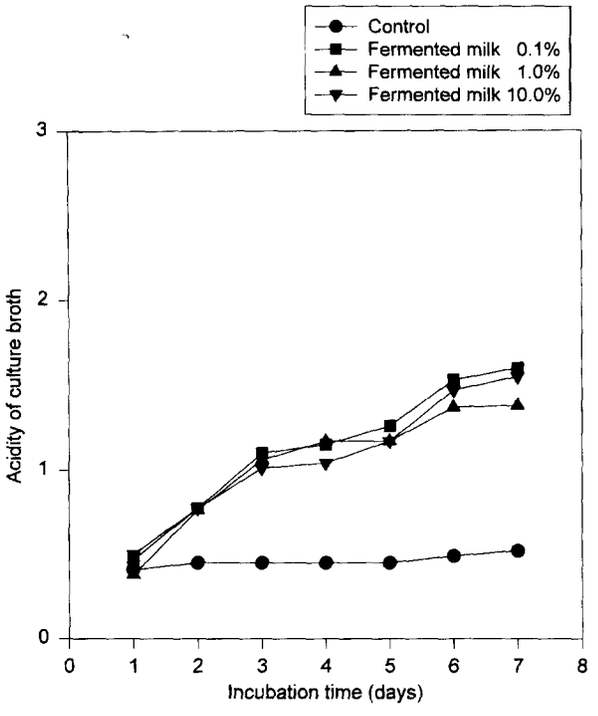

Fig. 8. Changes of acidity of YES broth containing fermented milk caused by the growth of *A. parasi-*

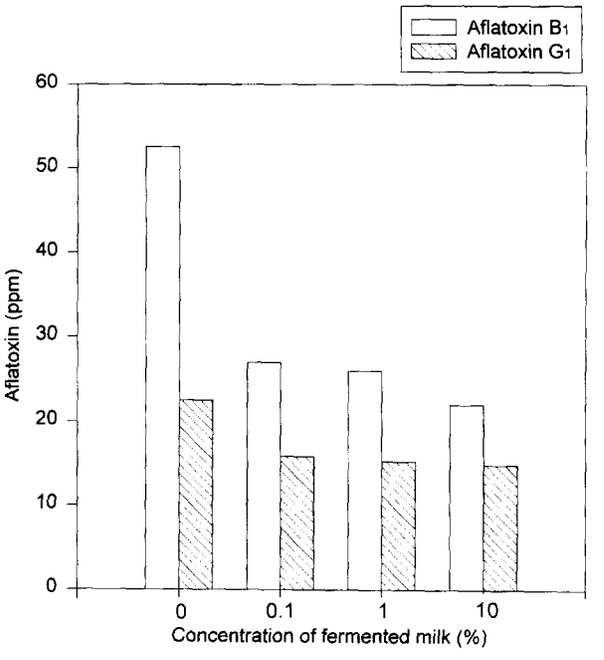

Fig. 9. Aflatoxin production by *A. parasiticus* in YES broth containing fermented milk.

Table 2. Growth of mold, pH, acidity, and aflatoxin production by *A. parasiticus* in YES broth containing fermented milk at the end of 7 days incubation

Group	Mycelial weight (mg)	pH	Acidity	Aflatoxin (ppm)	
				B_1	G_1
Control	118[a]	5.08[a]	0.52[b]	52.5[a]	22.5[a]
FM-0.1%	112[a]	4.09[b]	1.60[a]	27.0[b]	15.8[b]
FM-1%	84[b]	3.99[b]	1.55[a]	26.1[b]	15.2[b]
FM-10%	64[b]	3.98[b]	1.38[a]	22.0[b]	14.8[b]

FM: fermented milk.
Values in a column with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$).
All values represent mean of five trials.

pH가 aflatoxin의 생성에 유리하다고 생각되고 있다. 본 연구의 경우 초기에 pH 5.5로 조절하였으나 발효유군의 경우 발효유의 첨가로 인하여 급속하게 pH가 감소하였을 것이다. 실제로 배양 3일째에 배지의 pH가 약 4.2로 되었다. 이와 관련하여 몇몇 연구자들의 결과가 보고되었으나 상반된 결과를 보이고 있다. El Gendy 등[17]은 *A. parasiticus*를 초기 pH 3.5의 배지에서 배양하였을 때 유산의 존재 하에서는 aflatoxin이 생성되지 않았다고 보고한 반면 Luchesse와 Harrigan[18]은 유산이나 염산으로 초기 pH를 4.2로 조절한 경우에 aflatoxin 생성이 증가되었다고 보고하였다. 이렇게 연구자에 따라 결과가 상반되는 만큼 본 연구자들은 aflatoxin 생성에 미치는 유산의 영향은 배지(기질)나 균주에 따라서 다를 것으로 추측한다. 또 본 연구에서도 발효유 중에 유산이 존재하였을 것이나 발효유 중에는 유산 이외에도 다양한 성분이 있는 바, aflatoxin 생성을 억제할 수 있는 다른 요인들의 작용 가능성도 배제할 수 없다. 따라서 앞으로 이를 위한 연구가 더 필요할 것으로 본다.

결론적으로 본 실험에서의 조건에서 유산균(*L. casei*)과 그 발효유는 곰팡이의 성장과 aflatoxin 생성을 억제하는 영향을 미쳤다. 이러한 억제적 영향은 아마도 저분자량의 유산균의 대사산물에 의한 것으로 보이며, 이것이 aflatoxin의 합성을 저해하지 않았는가 하는 추측이 된다. 한편 생성된 aflatoxin을 유산균 대사산물이 분해시켰을 가능성을 추론할 수도 있다. 그러나 이에 대해서는 유산균 대사산물에 의한 억제에 대해서 세밀한 연구가 이루어져야만 확인이 가능할 것이며, 앞으로의 연구에 기대한다.

국문요약

발효식품이 유해곰팡이에 의한 발암물질(aflatoxin) 생성에 미치는 억제효과에 관한 연구의 일환으로 유산균 및 유산균 발효유가 *Aspergillus parasiticus* ATCC 15517의 성장과 aflatoxin 생성에 미치는 영향을 실험하였다. 발효유를 일정 농도별로 첨가한 YES 배지에서 *Aspergillus parasiticus*를 배양하여 그 성장과 배양물의 변화를 관찰하고 HPLC에 의하여 aflatoxin을 분석하였다. 그 결과 배양말기에 대조군에 비하여 건조 균체량, 배양물의 pH, 그리고 aflatoxin 생성량 등이 낮게 나타났다($p<0.05$). Aflatoxin B_1은 48.6~58.1%가 감소되었으며 G_1은 29.8~34.2%가 감소되었다. 이 발효유의 발효에 사용된 유산간균(*Lactobacillus casei*)과 *A. parasiticus*를 변형 APT 배지에서 혼합 배양한 결과 *A. parasiticus* 단독배양의 경우에 비하여 균체량이 배양 5일째까지는 현저하게 억제되었으나 배양 말기에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 배양 말기에 단독배양의 경우보다 pH가 훨씬 감소되고($p<0.05$) aflatoxin의 생성량도 감소되었다. 이로부터 발효유는 유해곰팡이인 *A. parasiticus*의 성장과 aflatoxin 생성을 억제시키는 효과를 가짐을 알 수 있으며, 이는 발효에 관여한 미생물의 경쟁뿐만 아니라 유산균의 대사산물에 의한 영향으로 보여진다.

참고문헌

1. Bullerman, L.B.: Significance of mycotoxins to food safety and human health, *J. Food Prot.*, **42**, 65-86 (1979).
2. 이용욱, 김종규: 식품위생관리, 한국방송대학교출판부, pp. 114-117 (1997)
3. Kurtzman, C.D., Horn, B.W. and Hesseltine, C.W.: *Aspergillus nomius*, a new aflatoxin producing species related to *Aspergillus flavus* and *Aspergillus tamari, J. of Microbiol. 53, 147-158 (1987).*
4. Van Rensburg, S.J., Cook-Mozuffari, P., Van Schalkwyk, D.J., Van Der Watt, J.J., Vincent, T.J. and Pruchase, I.F.: Hepatocellular carcinoma and dietary aflatoxin in Mozambique and Transkei, *Br. J. Cancer,* **51**, 713-726 (1985).
5. Hurst, A.: Biosynthesis of the antibiotic nisin by whole *Streptococcus lactis* organisms, *J. Gen. Microbiol.*, **44**, 209-220 (1966).
6. Karunaraten, A., Wezenberg, E. and Bullerman, L.B.: Inhibition of mold growth and aflatoxin production by *Lactobacillus* spp., *J. Food Prot.,* **53**, 230-236 (1990).
7. Wiseman, D.W. and Marth, E.H.: Growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* when in the presence of *Streptococcus lactis, Mycopathologia,* **73**, 49-56 (1981).
8. Alvarez-Barrea, V.A.M. Pearson, Price, J.F., Gray, Y.I., and Aust, S.D.: Some factors influencing aflatoxin production in fermented sausages, *J. Food Sci.,* **47**, 1773-1775 (1982).
9. Bullerman, L.B.: Incidence of mycotoxic molds in domestic and imported cheese, *J. of Food Safety.* **2**, 47-58 (1980).
10. Bullerman, L.B., Hartman, P.A. and Ayres, J.C.: Aflatoxin production in meats. I. Stored meats, *Appl. Microbiol.* **18**, 714-717 (1969a).
11. Bullerman, L.B., Hartman, P.A. and Ayres, J.C.: Aflatoxin production in meats. II. Aged dry salami and aged country hams, *Appl. Microbiol.* **18**, 718-722 (1969b).
12. Jordano, R., Jordral, M., Martinez, P., Salmeron, J. and Pozo, R.: Aflatoxin producing strains of *Aspergillus flavus* in yogurt, *J. Food Prot.*, **52**, 823-824 (1989).
13. Association of Official Analytical Chemists: Official methods of analysis, 15th ed., AOAC, pp. 1185-1205 (1990).
14. 신동균, 이용욱, 김종규, 정덕화: *Penicillium citrinum*의 생성과 citrinin 생성에 미치는 젖산균의 영향에 관한 연구, 한국식품위생학회지 **6**(3, 4), 119-126 (1991).
15. Batish, V.K., Grover, S. and Ram, L.: Screening lactic acid starter cultures for antifungal activity, *Cult. Dairy Products J.* **May**, 21-25 (1989).
16. Coallier-Ascah, J. and Idziak, E.E.: Interaction between *Streptococcus lactis* and *Aspergillus flavus* on production of aflatoxin, *Appl. Env. Microbiol.*, **49**, 163-167 (1985).
17. EL Gendy, S. M. and Marth, E. H.: Growth and aflatoxins production by *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 in the presence of lactic acid and at different pH values, *J. Food Prot.* 50, 940-944(1987).
18. Luchesse, R.H. and Harrigan, W.F.: Growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus* when in the presence of either *Lactococcus lactis* or lactic acid and at different pH values, *J. Appl. Bacteriol.* **69**, 512-519 (1990).