

쌀, 옥수수에 대한 솔잎 Polyphenols 처리가 Aflatoxin 생성 저해에 미치는 영향

김형열 · 윤원호 · 구본순
서일대학 식품가공과

Effect of Polyphenols Treatment from Pine Needle on the Inhibition of Aflatoxin Production in Rice and Corn

Hyong-Yol Kim, Won-Ho Yoon and Bon-Soon Koo

Department of Food Science and Technology, Seoil College, Seoul 131-702, Korea

Abstract

While rice and corn were stored at room temperature for 90 days the degree of aflatoxin production was measured without humidity and temperature control. The amount of aflatoxin production of rice and corn after 30 days was 0.1 and 0.3 ppb, respectively. The degree of aflatoxin production increased rapidly with increasing storage temperature and humidity. The optimum conditions of aflatoxin production were 25~30℃ and 80% humidity. The degree of aflatoxin production in corn was higher than in rice under the same conditions. Rice and corn were treated with 0~0.05% (w/w) of methyl alcohol (MeOH) extract and polyphenol (PP) group materials individually respectively under the optimum conditions. As the result, the inhibition effect of aflatoxin production increased with increasing the amount of treatment. It appeared as follows: catechin (CT) < MeOH extract < PP < flavonoid (FN).

Key words : pine needle, aflatoxin, polyphenol, flavonoid, catechin, MeOH extract

서 론

영험한 생체로 알려져 있는 소나무(*Pinus densiflora*)는 솔잎을 비롯한 송실, 솔리, 송로, 복령 등 소나무의 부위별 효용가치가 있을 뿐만 아니라 간장, 비노생식계, 위장, 신경기계, 순환기계 및 피부질환 등에 효과가 있다고 하였다(1, 2). 임 등은 솔잎에 함유된 terpene, glucokin, rutin, apigenic acid, tannin 등의 여러 성분으로 인하여 고혈압, 신경통, 숙취, 니코틴의 해독, 성인병 예방 등에 효과가 인정되어 최근 건강보조식품의 원료로 많이 이용되고 있다고 하였다(3).

한편, 솔잎의 정유 향기성분 및 항산화 성분에 관한 연구(4, 5)가 이루어지고 있어 솔잎으로부터 자유 래디칼 소거능력이 뛰어난 항산화 성분인 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone를 분리한 바 있고(6), 솔잎에서 항미생물 활성물질인 benzoic acid를 분리·정제한 있으며(7), trypsin inhibitor 억제물질의 분리 및 솔잎 추출물의 항암효과에 관한 보고가 있다(8, 9). 솔잎추출물이 흰쥐의 혈청과 간장지질 구성에 미

치는 영향에 대한 보고(10), 혈청과 간조직 구조에 미치는 영향(11), 솔잎추출물 함유 식이를 급여한 흰쥐의 콜레스테롤 저하효과(12) 및 솔잎첨가 식이가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향에 대한 보고 등이 알려져 있다(13). 그러나 실제 이러한 효과에 대한 솔잎의 유용성분에 대한 자료는 거의 없는 실정이며, 솔잎에 관한 체계적이고 과학적인 연구가 미비한 상태이다.

한편, *Aspergillus flavus*가 쌀이나 옥수수 또는 땅콩에 혼입되어 생산하는 급성 독소인 aflatoxin은 강력한 발암성 물질로서 사람이나 동물에 투여할 때 간경변, 간비대, 급성 종양, 독성작용을 일으키며, 농산물 이외에 주류나 장류 등의 발효식품에도 오염되어 있으며 특히, 한국의 장류제조에 이용되고 있는 *Aspergillus oryzae*는 *Aspergillus flavus*와 유사한 균주로서 병리학적, 예방의학적 또는 식품위생학적인 견지에서 중요한 의미를 갖는다. *Aspergillus*속과 *Penicillium* 속의 몇몇 strain들이 발암성 물질인 aflatoxin을 분비한다는 것이 인정된 다음 이에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으나 이와 같은 미생물의 aflatoxin 생산에 영향을 미치는 물질로서 식품첨가제를 선정하여 연구한 결과는 지극히 드물다(14).

이와 같이 국내에서 재배, 유통되는 농산물 뿐만 아니라 수입농산물이 급증하면서 우리나라도 이 aflatoxin에 대한 안

Corresponding author : Hyong-Yol Kim, Department of Food Science and Technology, Seoil College, Seoul 131-702, Korea
E-mail : hrrkim@seoil.ac.kr

전지대가 아님은 이미 확인된 바 있다. 따라서, 솔잎 MeOH 추출물, polyphenol, flavonoid 및 catechin 처리가 쌀과 옥수수의 aflatoxin 생성을 저해하는 효과를 규명하고자 본 연구를 수행하게 되었다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서 사용한 쌀, 옥수수는 2000년 8월 분당의 할인매장에서 직접 구매한 국내산 농작물이었으며, aflatoxin 생성 억제능을 측정하기 위하여 사용한 솔잎 MeOH 추출물, polyphenol, flavonoid 및 catechin은 김 등(15, 16)이 분리·정제한 물질을 제공받아 그대로 사용하였다.

시료의 조제

쌀과 옥수수에 솔잎 MeOH 추출물(50° Brix), polyphenol(순도: 83.83%), flavonoid(순도: 80.64%), catechin(순도: 80.26%) 물질의 처리는 쌀, 옥수수에 각각 0~0.05%(w/w)의 양을 단순 혼합하여 조제하였다. Aflatoxin의 최적 생성조건 및 솔잎 MeOH 추출물, polyphenol, flavonoid 및 catechin의 aflatoxin 생성 저해능을 규명하기 위한 상대습도의 조절은 증류수를 가하여 조절한 후 산소투과도가 낮은 비닐봉지(OPP:PE:CPP=30:60:10 micron)에 포장하였다. 저장조건인 15~40±2℃ 및 본 실험에서의 30±2℃ 저장온도는 설정온도를 유지한 항온기(Precision Sci., Model 355371, U.S.A.) 내에서 90일간 저장하며 시료로 사용하였다.

Aflatoxin의 분석

솔잎, 솔잎 MeOH 추출물 및 솔잎으로부터 분리·정제한 polyphenol, flavonoid 및 catechin을 각각 처리한 쌀, 옥수수의 저장기간에 따른 aflatoxin 함량의 분석은 Hutclines와 Hagler(17)과 Thiel 등(18)의 방법에 따라 HPLC를 이용하여 분석하였다. 시료 곡류 중에 함유된 aflatoxin B1과 G1은 형광성이 강한 hemiacetal형의 B2a와 G2a로 변형시켜 고감도의 선택성을 얻기 위하여 물의 존재 하에서 TFA(trifluoro-acetic acid)로 처리하였다. 즉, 곡류 시료분말에 20배량의 70% TFA를 가하여 52시간 동안 교반한 후 여과하여 그 여액을 취한 다음 그 중 10 µl를 HPLC에 주입하여 분석하였다.

즉, aflatoxin 검출용 column인 Waters Resolve™ C18, Radial-Pak™ cartridge column(8.0 mm I.D. × 1000 mm length, Waters, U.S.A.)이 연결된 HPLC (Waters Delta Prep 3000, U.S.A.)를 사용하였으며, 용매는 CH₃OH:CH₃CN: 5.0% CH₃COOH = 14:14:72(v/v)의 혼합용매를 사용하였다. 용매는 2.5mL/min의 유속으로 용출 시켰으며, detector에는 UV/VIS

방법보다 상당히 미량수준까지 분석이 가능한 Waters™ 420 AC fluorescence aflatoxin 검출 전용의 형광램프를 부착하여 사용하였다. Chromatogram에 나타난 봉우리의 면적은 detector와 연결된 컴퓨터에 내장된 적분 프로그램(Autochro-Win ver. 1.1, Young-In Sci. Co., Korea)에 의하여 면적비를 산정하여 정량하였다.

결과 및 고찰

일반성분

본 연구에서 시료로 사용한 국내산 쌀, 옥수수의 일반성분 함량은 Table 1에 나타난 바와 같았다. 즉, 수분함량은 각각 14.05, 11.86% 였으며, 조단백질은 6.60, 9.08%, 조지방은 0.46, 3.62%, 조섬유는 0.47, 1.55%, 가용성 무질소물은 77.89, 72.73%, 조회분은 0.53, 1.16%를 나타내었다.

Table 1. Proximate composition of sample cereals

Composition (%)	Rice	Corn
Moisture	14.05	11.86
Crude protein	6.60	9.08
Crude fat	0.46	3.62
Crude fiber	0.47	1.55
Nitrogen free extract	77.89	72.73
Crude ash	0.53	1.16

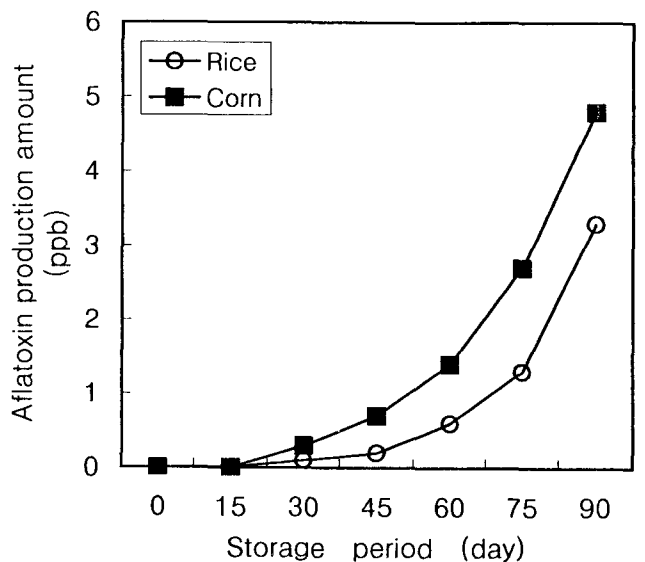


Fig. 1. Relationship between aflatoxin production amount and storage period at non-controlled conditions(ppb).

쌀과 옥수수에서 aflatoxin 생성 최적조건

상온저장

이들 2종의 시료를 저장조건의 조절 없이 실내에서 90일

간(2001년 1월~2001년 3월) 저장하며 aflatoxin 생성 정도를 측정해 본 결과는 Fig. 1에 나타난 바와 같았다. 즉, 쌀의 경우는 저장 15일까지는 aflatoxin이 전혀 검출되지 않았으나 30일 저장 후 0.1 ppb가 나타나기 시작하여 60일 후 0.6 ppb, 90일 저장 후에는 3.3 ppb가 검출되었다. 옥수수의 경우는 저장 15일까지는 쌀에서와 동일하게 전혀 검출되지 않았으나 30일 저장 후 0.3 ppb를 나타낸 후 쌀에 비하여 그 생성 속도에 빨라 60, 90일 저장 후에는 각각 1.4, 4.8 ppb가 검출되었다.

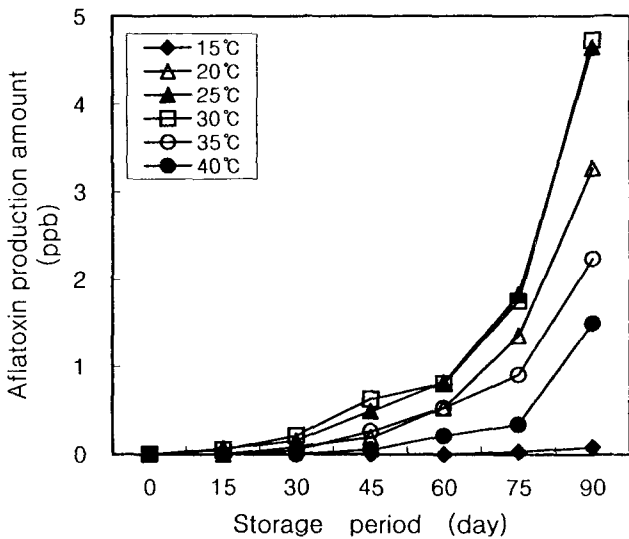


Fig. 2. Changes of aflatoxin production amount according to storage temperature and period during long time storage in rice(ppb).

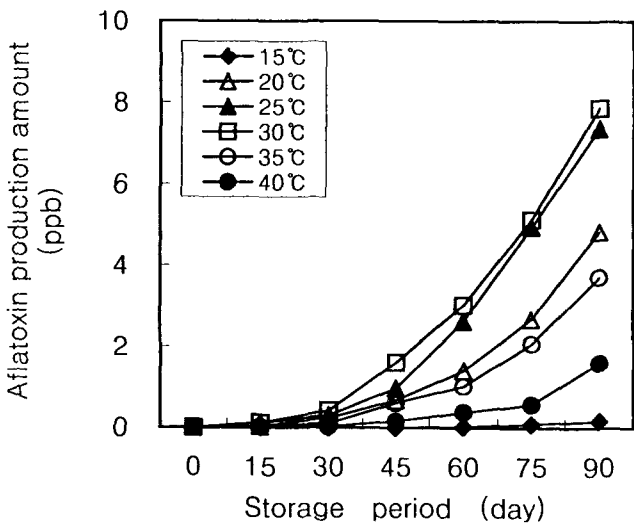


Fig. 3. Changes of aflatoxin production amount according to storage temperature and period during long time storage in corn(ppb).

항온저장

습도의 조절 없이 15~40°C의 조건에서 각각 0~90일간 장기 저장하며 저장온도에 따른 aflatoxin 생성현황을 살펴본 결과는 다음과 같았다. 즉, 쌀의 경우는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 15°C에서 저장기간 75일까지는 aflatoxin이 전혀 검출되지 않았으나 90일 경과 후에는 0.1 ppb가 검출되었으며, 저장온도가 증가할수록 aflatoxin 생성량은 급속한 증가추세를 보여 25~30°C 저장군에서는 15일 저장 후 0.1 ppb가 검출되었다. 90일 저장 후에는 20, 25, 30, 35, 40°C 저장시료에서 각각 3.3, 4.6, 4.7, 2.2, 1.5 ppb가 검출되어 쌀에서 aflatoxin의 생성 최적온도는 25~30°C인 것으로 판명되었다. 옥수수의 경우는 Fig. 3에 나타난 바와 같이 쌀보다 상대적으로 aflatoxin 생성 정도가 심하여 15°C 저장시료에서 75일 저장 후 0.1 ppb, 90일 저장 후에는 0.2 ppb가 검출되었다. 저장온도의 증가에 따른 상대적 aflatoxin 생성속도의 증가는 쌀에서와 유사한 경향을 나타내어 각각 90일 저장 후에는 20, 25, 30, 35, 40°C 저장시료에서 4.8, 7.4, 7.9, 3.7, 1.6 ppb를 나타내어 25~30°C의 저장온도에서 가장 급속한 증가를 나타내었다. 이러한 결과로부터 쌀과 옥수수에서 aflatoxin 생성에 가장 적합한 온도조건은 25~30°C임을 확인할 수 있었으며, 상대적으로 쌀에 비하여 옥수수에서 그 생성량 및 생성정도가 심각함을 알 수 있었다.

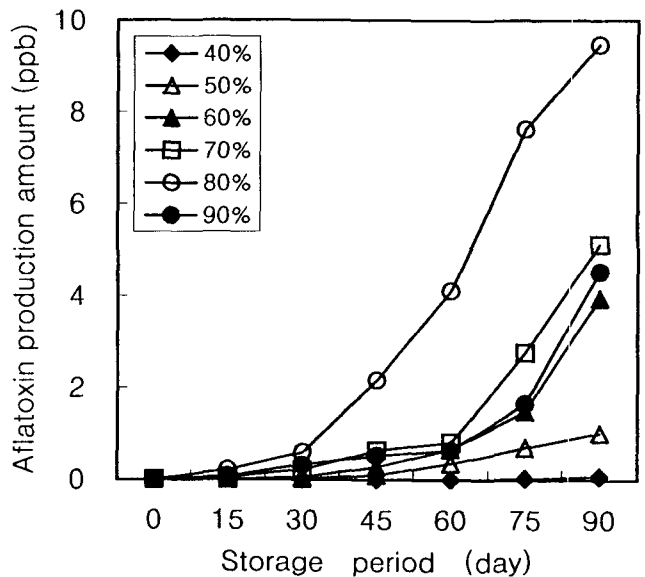


Fig. 4. Changes of aflatoxin production amount according to relative humidity and storage period during long time storage in rice(ppb).

습도조절된 상온저장

저장온도의 영향과 함께 저장습도에 따른 aflatoxin 생성 정도를 알아보기 위하여 온도변화 없이 습도를 40, 50, 60, 70, 80, 90%로 조절한 항온기 내에 쌀과 옥수수를 각각 90일간 장기저장 하며 aflatoxin 생성 정도를 측정한 결과는 아

래와 같았다. 즉, 저장습도가 40%인 경우에는 쌀과 옥수수에서 저장 90일 이후 각각 0.1 ppb가 검출 되는데 그쳤으나 습도가 증가할수록 급속한 증가를 나타내어 쌀의 경우 Fig. 4에서 나타낸 바와 같이 저장습도 60, 70, 80% 시료에서는 각각 3.9, 5.1, 9.5 ppb까지 급속한 증가를 보이다가 저장습도 90% 시료에서는 4.5 ppb로 그 증가폭이 뚜렷이 둔화하는 경향을 나타내었다. 이러한 현상은 옥수수에서도 유사한 경향을 보여 Fig. 5에서 나타낸 바와 같이 50, 60, 70, 80% 시료에서 각각 2.4, 5.5, 8.0, 20.9 ppb으로 증가한 후 90% 저장 시료에서는 8.3 ppb로 70% 저장시료와 유사한 결과를 나타내었다. 따라서, 쌀과 옥수수에서 aflatoxin의 생성 최적습도는 80% 내외인 것으로 밝혀졌으며, 동일한 습도조건에서도 쌀에 비하여 옥수수의 경우는 그 정도가 상대적으로 심각함을 확인할 수 있었다.

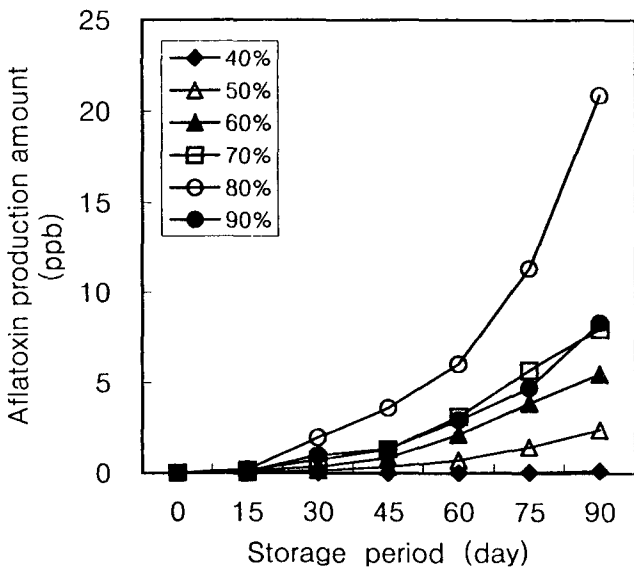


Fig. 5. Changes of aflatoxin production amount according to relative humidity and storage period during long time storage in corn(ppb).

MeOH 추출물 및 polyphenols, flavonoids 및 catechins 단독처리 효과

이상에서 밝혀진 바와 같이 쌀과 옥수수에서 aflatoxin 생성의 최적조건은 저장온도 30℃, 저장습도 80%인 것을 고려하여 이들에 대한 솔잎 MeOH 추출물의 aflatoxin 생성 억제능을 측정하기 위하여 온습도를 각각 30℃, 80%로 조절 한 항온기 내에서 쌀과 옥수수에 각각 솔잎 MeOH 추출물을 0.01~0.05%(w/w) 처리하고 90일간 장기저장한 결과는 다음과 같았다. 즉, 쌀의 경우 Fig. 6에서 볼 수 있는 바와 같이 무처리군에는 저장 30일 후 0.1ppb가 검출된 것을 시작으로 저장기간이 증가할수록 급속한 증가추세를 보여 45일 저장 후 3.6 ppb, 90일 저장 후에는 15.7 ppb를 나타내었다. 그러나 솔잎 MeOH 처리군에서는 0.01, 0.02, 0.03, 0.04,

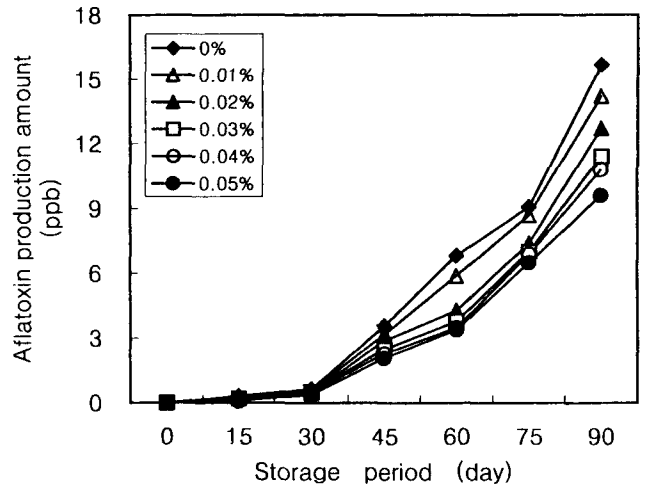


Fig. 6. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of MeOH extract obtained from pine needle during long time storage in rice(ppb).

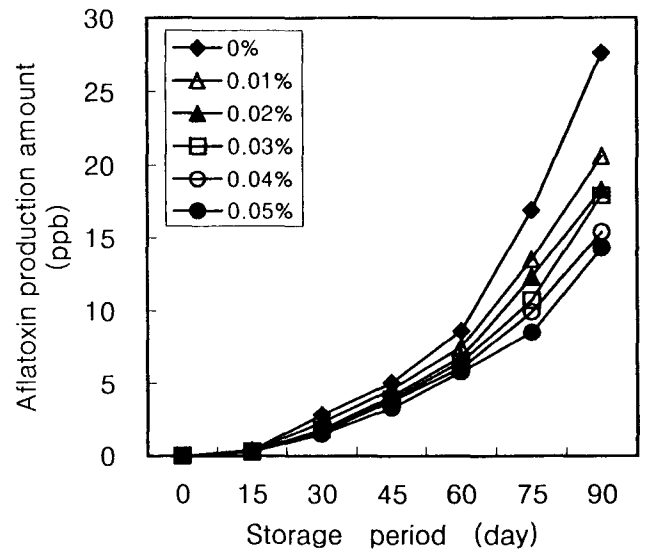


Fig. 7. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of MeOH extract obtained from pine needle during long time storage in corn(ppb).

0.05%(w/w) 처리군에서 각각 45일 저장 후 3.2, 2.9, 2.5, 2.3, 2.1 ppb가 검출되어 처리효과가 일부 인정되었으며, 90일 저장 후에는 각각 14.2, 12.7, 11.4, 10.8, 9.6 ppb를 나타내어 전체적으로 처리량의 증가에 따른 aflatoxin 생성 억제효과는 인정 되었으나 0.02~0.03% 처리군에서 상대적 처리효과가 뚜렷한 반면 그 이상의 처리에 의하여는 생성억제에 한계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 Fig. 7에서 나타낸 바와 같이 옥수수의 경우에서도 유사하게 나타났으나 무처리군의 경우 45일 저장 후에 0.7 ppb, 90일 저장 후에는 5.1 ppb를 나타내었고, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05%(w/w) 처리군에서 각각 45일 저장 후 4.6, 4.1, 3.9, 3.8, 3.3 ppb를 나타내

었고, 90일 저장 후에는 각각 20.6, 18.3, 17.9, 15.4, 14.3 ppb가 검출되어 처리효과가 충분히 인정되었으며, 쌀에서와는 다소 차이를 보여 MeOH 추출물의 처리량 증가에 따라 점진적인 억제효과가 지속적으로 향상되는 것으로 나타났다. 솔잎 MeOH 추출물을 탈지 옥수수배아박에 적용하여 사료자원으로서의 안전성 확보를 시도한 원(19)의 연구 결과에 의하면 실온하에서 저장한 시료는 수분함량과 무관하게 4주 동안 거의 aflatoxin이 생성되지 못하여 저장 초기에 비하여 약 16.7% 증가에 그쳤다고 하였다.

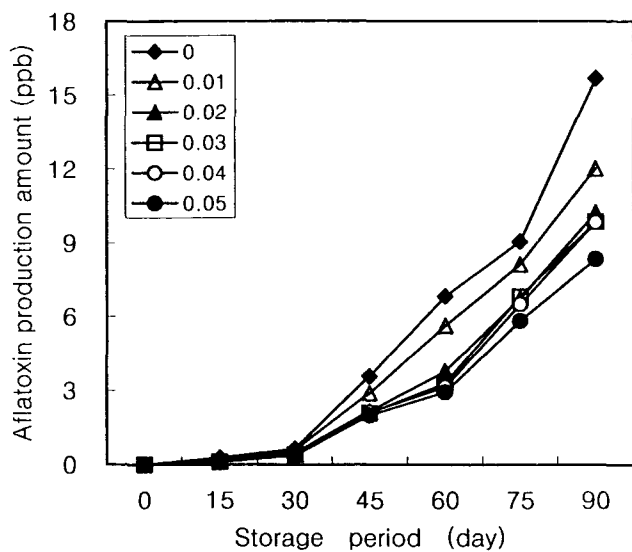


Fig. 8. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of polyphenol extracted from pine needle during long time storage in rice(ppb).

한편, polyphenols 물질을 동일하게 처리하여 저장 온습도를 각각 30°C, 80%로 유지하며 90일간 장기 저장한 결과는 아래와 같았다. 쌀의 경우는 Fig. 8에서 나타난 바와 같이 0.01~0.05% (w/w) 처리군에서 저장기간 45일 경과 후 각각 2.9, 2.2, 2.1, 2.1, 2.0 ppb가 검출되어 0.02% 이상의 처리는 무의미한 것으로 나타났으며, 저장기간이 경과함에 따라 90일 저장 후에는 각각 12.0, 10.2, 9.9, 9.9, 8.4 ppb를 나타내어 상대적으로 0.02% 처리군 및 0.05% 처리군에서 그 효과가 두드러지는 것으로 나타났다. 옥수수의 경우는 Fig. 9에서 나타난 바와 같이 45일 경과 후 0.01~0.05% (w/w) 처리군에서 각각 4.2, 3.9, 3.5, 3.5, 3.1 ppb를 나타내어 쌀에서와는 상이한 결과를 나타내었다. 즉, 0.03, 0.04% 처리군에서 동일한 3.5 ppb가 검출 되었지만 전체적으로 polyphenol 물질의 처리량이 증가할수록 aflatoxin 생성 억제능이 향상되는 것으로 나타났다. 이는 90일 저장 후에도 유사한 결과를 보여 각각 무처리군의 27.6 ppb에 비하여 월등히 낮은 19.7, 15.7, 13.9, 14.2, 12.7 ppb를 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때 쌀과 옥수수에 대한 aflatoxin 생성 억제능은 MeOH 추출물에 비하

여 polyphenol이 월등히 우수함을 나타내어 주는 하나의 지표였다.

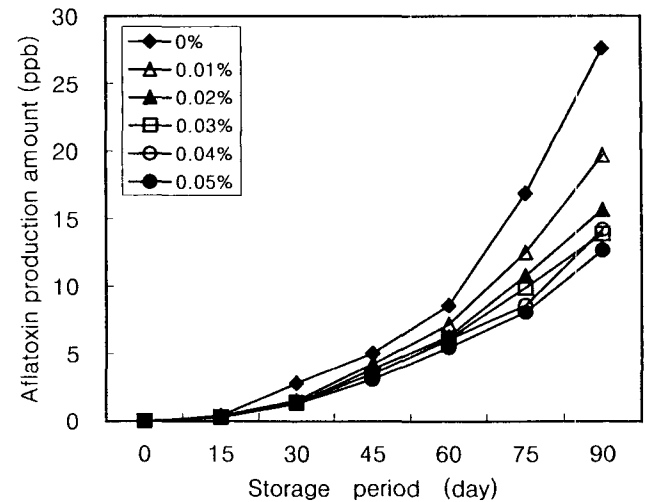


Fig. 9. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of polyphenol extracted from pine needle during long time storage in corn(ppb).

상대적으로 솔잎으로부터 추출하여 얻어진 flavonoid 물질을 앞서와 동일하게 처리하여 저장온도와 습도를 각각 30°C, 80%로 유지하며 90일간 저장하며 저장기간에 따른 aflatoxin 생성량을 측정된 결과는 다음에 나타난 바와 같았다. 즉, 쌀의 경우는 Fig. 10에 나타난 바와 같이 0.01~0.05% 처리군에서 각각 45일 경과후 무처리군의 3.6 ppb에 비하여 낮은 2.5 ppb부터 1.4 ppb가 검출되어 그 효과가 확실하게 드러났다. 이러한 결과는 90일 경과 후 더욱 더 큰 차이를 보여 무처리군의 15.7 ppb에 비하여 0.02% 처리군에서는 9.4 ppb, 0.05% 처리군에서는 8.5 ppb로 무처리군에 비하여 약 45.8%의 aflatoxin 생성 억제효과가 인정되었다. 이러한 효과는 옥수수에서도 거의 동일한 효과를 나타내어 Fig. 11에서 나타난 바와 같이 45일 경과 후 무처리군의 5.1 ppb에 비하여 flavonoid 물질 처리량의 증가에 따라 급속한 생성 억제효과를 나타내어 0.01% 처리군에서는 3.4 ppb, 0.03% 처리군에서는 2.8 ppb, 0.05% 처리군에서는 2.5 ppb로 약 50% 이상의 생성 억제효과가 인정 되었다. 저장기간이 경과함에 따라 그 억제효과는 상대적으로 크게 증가하여 90일 경과후에는 무처리군의 27.6 ppb에 비하여 0.02% 처리군에서는 12.4 ppb, 0.05% 처리군에서는 9.2 ppb로 무처리군의 약 33% 생성에 그치는 뛰어난 효과가 나타났다. 이러한 결과는 MeOH 추출물 및 polyphenol 물질 처리결과와 비교해 볼 때 상대적으로 월등한 효과라 할 수 있었으며, 이로부터 솔잎 flavonoid 물질이 쌀과 옥수수에 대하여 aflatoxin 생성 억제능이 탁월함을 쉽게 확인할 수 있었다.

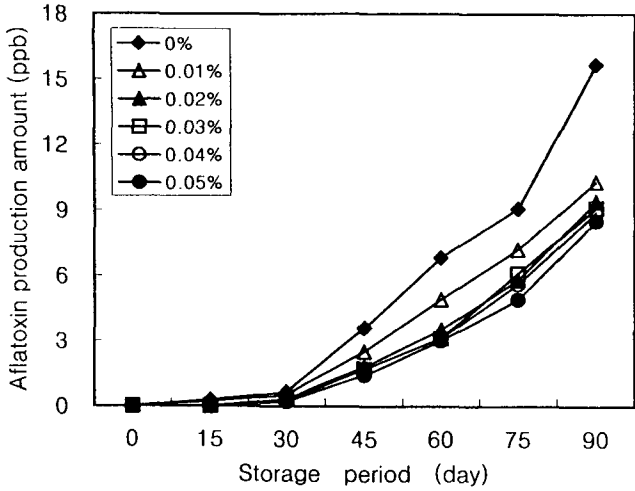


Fig. 10. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of flavo-noid extracted from pine needle during long time storage in rice(ppb).

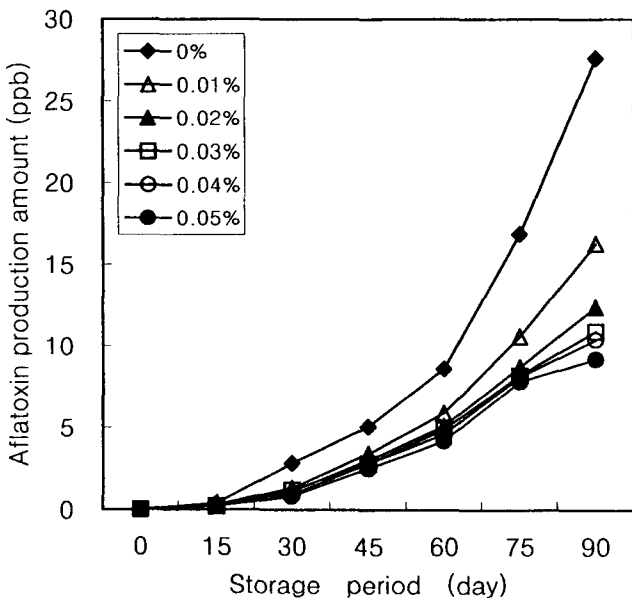


Fig. 11. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of flavo-noid extracted from pine needle during long time storage in corn(ppb).

그러나 솔잎으로부터 추출한 polyphenol 물질의 일환인 catechin의 경우는 Me-OH, polyphenol, flavonoid 처리군과 동일한 방법으로 저장하며 aflatoxin의 생성량 변화추이를 살펴 본 결과 쌀에서는 Fig. 12에서 나타낸 바와 같았다. 즉, 45일 저장 후 무처리군의 3.6 ppb에 비하여 0.02% 처리군에서는 2.8 ppb, 0.05% 처리군에서는 2.2 ppb를 나타내어 약 38.9%의 생성억제 효과가 나타났다. 저장기간 90일 경과 후에는 0.02, 0.05% 처리군에서 각각 11.0, 9.5 ppb로 나타나 무처리군의 15.7 ppb에 비하여 상대적으로 약 30.0, 39.5% 억제에 그치는 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 Fig. 13에 나타낸

옥수수에서는 더욱 미약한 결과를 보여 45일 경과 후 0.02, 0.05% 처리군에서 각각 4.2, 3.5 ppb 였으며, 이는 무처리군의 5.1 ppb에 비하여 약 17.6, 31.4% 억제에 그쳐 상대적으로 쌀과 옥수수에 대한 catechin의 aflatoxin 생성 억제능은 솔잎으로부터 추출한 MeOH 추출물 및 3종의 polyphenol성 물질들 중에서 가장 약한 것으로 판명되었다.

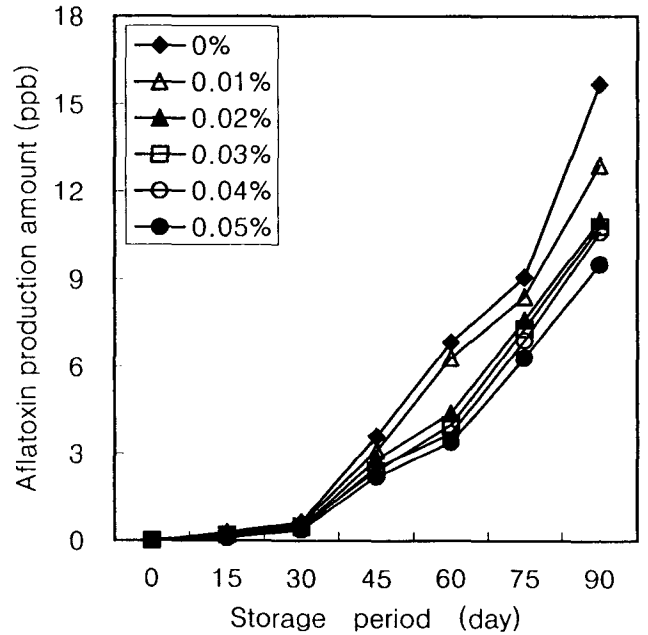


Fig. 12. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of catechin extracted from pine needle during long time storage in rice(ppb).

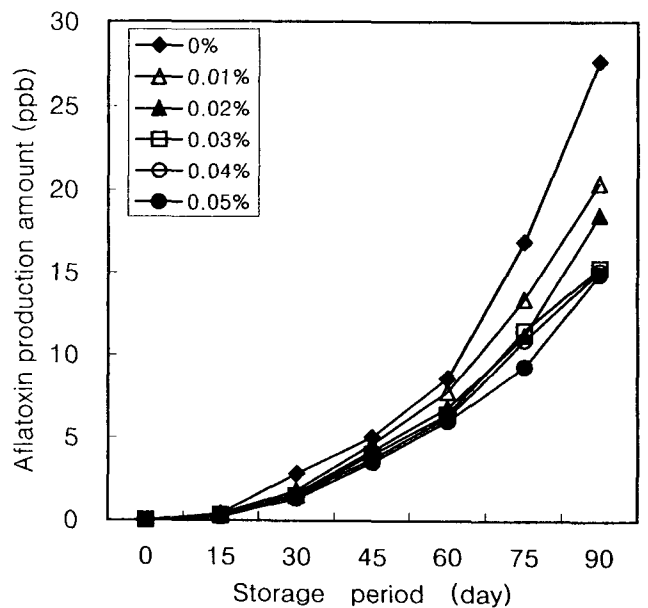


Fig. 13. Inhibitory effect of aflatoxin production amount according to treating amount of catechin extracted from pine needle during long time storage in corn(ppb).

요 약

쌀과 옥수수를 온습도의 조절 없이 상온에서 90일간 장기 저장하며 aflatoxin 생성 정도를 측정해 본 결과 쌀과 옥수수에서 공통적으로 저장 30일 이후 각각 0.1, 0.3 ppb의 aflatoxin이 검출되었다. 그러나 저장 온도 및 습도가 상승할수록 aflatoxin 생성 정도는 비례적으로 급속한 증가추세를 나타내어 이들 시료에서 aflatoxin 생성 최적 온습도는 각각 25~30℃, 80% 내외인 것으로 밝혀졌으며, 동일한 조건하에서 상대적으로 쌀보다는 옥수수에서 그 생성 정도가 심각함을 확인할 수 있었다.

한편, aflatoxin 생성 최적조건인 온도 30℃, 습도 80%의 조건하에서 쌀과 옥수수에 대하여 MeOH 추출물과 polyphenol성 물질들을 각각 0~0.05% (w/w) 단독처리하여 저장기간에 따른 aflatoxin의 생성량을 측정한 결과는 다음과 같았다. 즉, 전체적으로 그 처리량이 증가할수록 상대적으로 aflatoxin 억제능은 상승하는 것으로 나타났으며, 종류별로는 catetchin (CT) < MeOH extract < polyphenol(PP) < flavonoid(FN)의 순으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 서일대학 학술연구비 지원과제의 일부로 이에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

- 송효정 (1993) 알기 쉬운 가정항방 동의보감. 국일문화사, p.114
- 문화방송국 (1988) 한국 민간요법대전, 금박출판사, p.121
- 임용규, 유등자, 이재영 (1996) 솔잎 건강법. 오성출판사, p.68
- 최경숙, 박형국, 김정환, 김용택, 권익부 (1998) 리기다송과 적송잎 정유의 향기성분. 한국식품과학회지, 20, 769-773
- 이민수 (1985) 송엽의 항산화물질에 관한 연구. 한양대학교 대학원 석사학위논문
- Boo, Y.C., Jeon, C.O. and Oh, J.Y. (1994) Isolated of 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone from pine needles as an antioxidative principle. Agri. Chem. Biotech., 37, 310-314
- 국주희, 마승진, 박근형 (1997) 솔잎에서 항미생물 활성을 갖는 benzoic acid의 분리 및 동정. 한국식품과학회지, 29, 204-210
- 양 일 (1993) 솔잎으로부터 분리한 트립신 저해제의 억제제에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문
- 문정조 (1993) 솔잎의 항암효과에 관한 연구. 건국대학교 농축 석사학위논문
- 강운한, 박용곤, 하태열, 문광덕 (1996) 솔잎추출물이 고지방식을 급여한 흰쥐의 혈청, 간장의 효소 및 간조직 구조에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 25, 374-378
- 강운한, 박용곤, 하태열, 문광덕 (1996) 솔잎추출물이 고지방식을 급여한 흰쥐의 혈청과 간장 지질조성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 25, 367-378
- 이윤형, 신용목, 차상훈, 최용순, 이상영 (1996) 솔잎 (Pinus strobus) 추출물을 함유한 건강식품개발. 한국영양식량학회지, 25, 379-383
- 김동대, 윤대현, 최 면, 임경자, 주진순, 이상영 (1991) 솔잎첨가식이 흰쥐의 혈청 지방질대사에 미치는 영향. 한국노화학회지, 1, 47-51
- 이상영 (1989) 식품첨가물 및 향신료. 한국식품연구문헌총람(4), 한국식품과학회, p.414-420
- 김덕숙, 김경이, 이근보 (2002) 솔잎으로부터 polyphenols의 분리·정제. 한국식품저장유통학회지, in press
- 김덕숙, 김경이, 이근보 (2001) 솔잎으로부터 flavonoids 및 catechins의 분리·정제. 서일대학 학술연구비 지원과제 보고서
- Hutchins, J.E. and Hagler, W.M. (1983) Rapid liquid chromatographic determination of aflatoxins in heavily contaminated corn. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 66, 1458-1463
- Thiel, P.G., Stockenstrom, S. and Gathercole, P.S. (1986) Aflatoxin analysis by reverse phase HPLC using post-column derivatization for enhancement of fluorescence. J. Liquid Chromatography, 9, 103-108
- 원종숙 (1999) 솔잎 추출물의 기능성과 솔잎 향미유의 제조에 관한 연구. 성신여자대학교 대학원 박사학위논문

(접수 2002년 1월 12일)