

미곡종합처리장 곡류시료 내 곰팡이 오염과 *Fusarium* 독소 발생

Occurrence of Fungi and *Fusarium* Mycotoxins in the Rice Samples from Rice Processing Complexes

이데레사*[†] · 이수형[†] · 김이한 · 류재기

국립농업과학원 농산물안전성부 유해생물팀

[†]Equally contributed.

*Corresponding author

Tel : +82-63-238-3401

Fax: +82-63-238-3840

E-mail: tessyl1@korea.kr

Theresa Lee*[†], Soohyung Lee[†], Lee-Han Kim and Jae-Gee Ryu

Microbial Safety Team, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 565-851, Korea

Rice samples including paddy, husk, brown rice, blue-tinged rice, broken rice, discolored rice and polished rice were collected from rice processing complexes(RPC) nationwide to determine the contamination of fungi and mycotoxins on rice during 2010–2013. Among the samples, paddy rice had the highest frequencies of fungal and *Fusarium* occurrence, and the frequencies decreased along with milling as husk was the next. Blue-tinged rice or discolored rice was similar with brown rice for fungal occurrence, and polished rice showed the lowest frequency. Among *Fusarium* species, *F. graminearum* species complex occupied 87% in 2012 but did 35–39% in 2011 and 2013. *Aspergillus* and *Penicillium* species appeared at low frequency in most samples but occurred at higher frequency in certain RPC samples. *Alternaria*, *Nigrospora*, and *Epicoccum* species occurred similarly to the pattern of total fungi. The rice samples from 2010–2012 were analyzed for the occurrence of *Fusarium* mycotoxins including deoxynivalenol, nivalenol, zearalenone, and other trichothecenes. The most highly contaminated sample was discolored rice in terms of frequency, level, ratio of simultaneous contamination with multiple toxins, followed by blue-tinged rice.

Keywords : Fungi, *Fusarium*, Mycotoxin, Rice, Rice processing complex

Received October 24, 2014
Revised November 8, 2014
Accepted November 10, 2014

우리나라의 주곡인 쌀은 생산 후 대부분 미곡종합처리장(Rice Processing Complex, RPC)에 원곡으로 저장된 후 가공과정을 거쳐 백미 또는 현미의 형태로 소비된다. 벼의 수확시기는 조생종의 경우 8월부터 시작하여 9–10월에 집중되지만 판매는 연중 이루어지므로 벼의 저장과 도정 또한 연중 진행되고 있다. 이에 따라 RPC에서는 수요가 있을 때마다 보관 중인 벼를 가공하여 백미 또는 현미를 생산하며 이때 가공부산물인 왕겨, 미강, 청치미, 색채미, 쇄미(싸라기) 등이 함께 생산된다.

쌀의 저장 중 가장 큰 위해 요소는 곰팡이와 해충이며 곰팡이의 경우 재배기간 및 저장기간 모두 발생할 수 있다. 곡류에 주로 발생하는 *Fusarium* 속과 *Aspergillus* 속 곰팡이는 *Penicillium* 속과 더불어 독소를 생성하는 대표적인 곰팡이이다. 벼에 발생하는 주요 곰팡이독소로는 데옥시니발레놀(deoxynivalenol, DON), 니발레놀(nivalenol, NIV), 제랄레논(zearalenone, ZEA) 등 *Fusarium* 속 곰팡이가 생산하는 독소와 *Aspergillus* 속 곰팡이가 생산하는 아플라톡신(aflatoxin)이 있는데, 우리나라에 주로 발생하는 독소는 *Fusarium* 독소이다(Lee 등, 2012). *F. graminearum* 중복합체(*Fusarium graminearum* species complex, FGSC)에 속하는 붉은곰팡이는 대표적인 *Fusarium* 독소 생성종으로서 이들 독소들은 사람과 가축이 섭취 시 소화기 장애와 면

Research in Plant Disease

©The Korean Society of Plant Pathology
pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191

역 저하, 생식 저하 등을 유발한다(Desjardins, 2006).

우리나라에서는 1970년대 변질미의 원인에 관한 연구가 보고된 이후 미곡에 발생하는 곰팡이와 독소에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다(Cho 등, 1972). 최근에는 안전먹거리에 대한 국민적 관심이 높아짐에 따라 일반 유통중인 쌀 뿐만 아니라 RPC에 발생하는 곰팡이에 관한 연구결과도 꾸준히 보고되고 있다. 2005–2006년산 RPC의 벼와 백미 11점에서는 *Aspergillus*와 *Penicillium* 속 곰팡이와 *Bacillus*와 *Pectobacterium* 등의 세균이 관찰되었고(Oh 등, 2007), 2007년산 벼의 가공부산물 200여점에서는 현미와 백미에 발생한 *Aspergillus*와 *Penicillium* 속 곰팡이와 청치미와 색채미에 발생한 붉은곰팡이인 *F. graminearum*을 포함한 *Fusarium* 속 곰팡이의 발생빈도가 보고되었다(Lee 등, 2011). 2009년에는 RPC에서 생산된 모든 종류의 쌀과 부산물(미강 제외)을 대상으로 발생 곰팡이를 조사한 결과 기존의 결과와 유사하게 독소를 생성하는 *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria* 속 곰팡이가 발생하였음이 보고되었다(Son 등, 2011).

본 논문에서는 2010년 이후에 국내 RPC에서 수집한 벼(원곡) 및 다양한 가공부산물 내 곰팡이와 독소생성 곰팡이 발생실태

를 조사하고 *Fusarium* 독소 오염을 분석함으로써 국내 미곡의 안전성 확보를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

미곡에 발생하는 곰팡이. 2010년부터 2013년까지 매년 2–3월에 전국의 RPC에서 저장 중인 벼(원곡)과 당시 가공부산물인 왕겨, 현미, 청치미, 색채미, 백미를 Table 1과 같이 500–1000 g씩 수집한 후 4°C에 보관하며 분석하였다. 각 시료의 곰팡이 발생 조사는 Lee 등(2011)의 방법대로 무작위 낱알 100개를 취해 이를 표면살균한 후에 감자한천배지에 배양하여 실시하였다. 분리한 *Fusarium* 곰팡이는 Lee 등(2010)의 방법에 따라 *TEF*(translation elongation factor 1) 유전자의 염기서열을 분석하여 동정하였다.

미곡의 곰팡이 발생빈도는 연도에 따라 변화가 있으나 대체로 벼, 왕겨, 현미, 청치미, 색채미, 색채미, 백미의 순으로 빈도가 감소하였다(Table 2). 이는 곰팡이 발생이 벼의 껍질부분에 집중되어 있음을 보여주며, 일차 가공의 결과 발생하는 왕겨의 오염이 그 다음으로 높은 이유이다. 다음으로 현미, 청치미와 색채미에서 유사한 수준의 곰팡이가 발생하였으며, 이러한 결과는 현미의 경우 속껍질 부위에, 청치미와 색채미의 경우 각각

Table 1. Number of rice samples collected from rice processing complexes

Year	Rice							Total
	Paddy	Husk	Brown	Blue-tinged	Discolored	Broken	Polished	
2010	43	35	41	41	41	40	43	284
2011	81	80	80	78	80	80	79	558
2012	83	83	82	82	80	81	83	574
2013	35	34	32	34	35	35	34	379

Table 2. Fungal frequency (%) in rice and its milling products from rice processing complexes during 2010–2013

Year	Rice						
	Paddy	Husk	Brown	Blue-tinged	Discolored	Broken	Polished
2010	61.1	28.7	21.1	16.7	15.5	4.2	9.5
2011	96.1	81.4	28.5	27.8	21.3	3.0	1.5
2012	91.3	60.3	13.1	17.9	13.4	2.8	2.7
2013	70.3	47.8	6.5	8.5	7.2	0.7	0.3
Avg. ± SD ^a	79.7 ± 14.5	54.5 ± 19.1	17.3 ± 8.3	17.7 ± 6.8	14.3 ± 5.0	2.7 ± 1.3	3.5 ± 3.6

^aAvg., average; SD, standard deviation.

Table 3. *Fusarium* frequency (%) in rice and its milling products from rice processing complexes during 2010–2013

Year	Rice						
	Paddy	Husk	Brown	Blue-tinged	Discolored	Broken	Polished
2010	4.8	1.8	0.7	1.6	0.1	1.0	0.1
2011	26.7	12.0	3.5	9.0	1.2	4.9	0.3
2012	14.8	5.7	1.5	4.2	0.2	2.6	0.0
2013	14.3	8.3	1.2	2.8	0.2	2.6	0.1
Avg. ± SD ^a	15.2 ± 7.8	7.0 ± 3.7	1.7 ± 1.1	4.4 ± 2.8	0.4 ± 0.5	2.8 ± 1.4	0.1 ± 0.1

^aAvg., average; SD, standard deviation.

미성숙 낱알과 변색된 낱알부위에 곰팡이가 아직 남아있음을 보여준다. 백미 경우 2010년에 곰팡이 발생 비율이 예외적으로 높았던 것으로 보이며 2011-2013년의 경우 평균 1.5% 발생하여 조사한 미국 중 곰팡이 오염이 가장 낮았다. 이상의 결과는 원곡의 곰팡이 오염이 가장 높고 가공이 진행될수록 오염율이 감소한다는 기존의 보고를 뒷받침한다(Lee 등, 2011; Son 등, 2011). 원료벼의 곰팡이 오염은 2010년 61%에서 2011년과

2012년 90% 이상으로 증가하였으나 2013년에는 70%로 감소하여 곰팡이 발생이 연도별 재배 및 저장 환경에 따라 달라짐을 보였다.

Fusarium 속 곰팡이의 발생도 전체 곰팡이 발생과 유사하게 벼에서 가장 높은 발생빈도를 나타냈으며 가공과정을 따라 빈도가 감소하는 유형을 보였다(Table 3). 그러나 전체 곰팡이와 달리 *Fusarium*의 경우 현미와 색채미 내 발생율이 현저하게 감

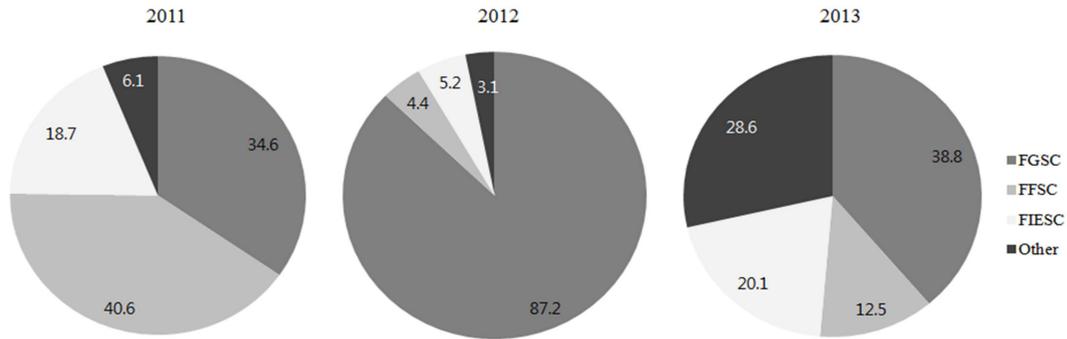


Fig. 1. Frequency (%) distribution of *Fusarium* species complexes isolated from the rice processing complex samples during 2011-2013. FGSC, *Fusarium graminearum* species complex; FFSC, *F. fujikuroi* species complex; FIESC, *F. incarnatum-equiseti* species complex; Other, *Fusarium* sp. Species was identified based on *TEF* (translation elongation factor 1) gene sequence similarity.

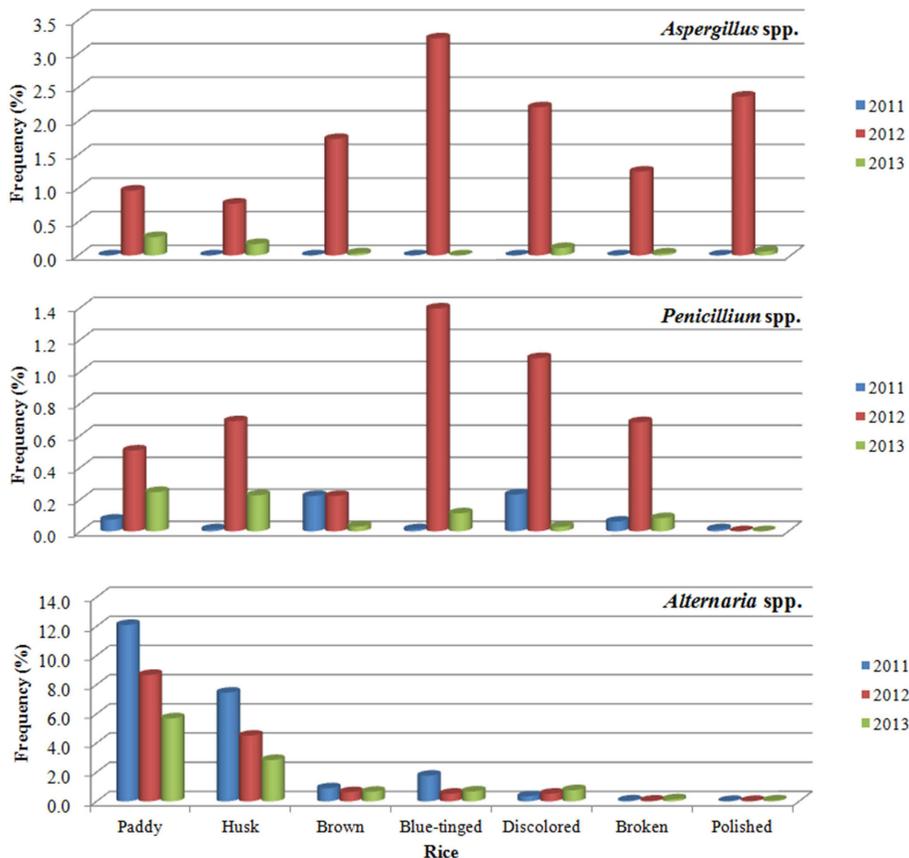


Fig. 2. Frequency (%) of the occurrence of *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Alternaria* spp. in the rice samples from rice processing complexes during 2011-2013. The X axis indicates the rice samples including its milling products; the y axis shows frequency of fungal genus.

소한 반면 쇠미는 상대적으로 발생빈도가 높았다. *Fusarium* 속 곰팡이의 종 발생분포는 연도별로 큰 변화를 나타냈다. 2011년부터 2013년까지 분리한 *Fusarium* 속 곰팡이의 발생빈도를 분석한 결과, 2011년은 푸모니신(fumonisin) 생성능이 있는 *F. fujikuroi* 중복합체(*F. fujikuroi* species complex, FFSC)가 40% 발생한 반면 붉은곰팡이 중복합체인 FGSC는 35%로 FFSC가 우점하였고 *F. incarnatum-equiseti* 중복합체(*F. incarnatum-equiseti* species complex, FIESC)는 19% 발생하였다(Fig. 1). 그러나 2012년에는 FGSC가 87%로 우점한 반면 FFSC는 5% 미만 발생하여 전년과 대조되는 결과를 나타내었다. 2013년에는 FGSC의 발생이 2011년과 유사한 39%로 감소하였고 FIESC가 20% 발생하였으며 미확인된 *Fusarium* 종이 29%를 차지한 반면 FFSC는 13%에 머물렀다.

Fusarium 외 독성 곰팡이인 *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* 속 곰팡이의 발생빈도를 조사한 결과, *Penicillium*과 *Aspergillus* 속은 *Fusarium*과 달리 도정과정을 거쳐도 감소되지 않는 저장곰팡이의 특성을 보였다(Fig. 2). 또한 연도별 발생빈도의 변화폭이 컸다. 특히 2012년 시료의 오염이 높은 것은 *Aspergillus* 속이 특정 RPC 한곳의 청치미에 124%, 다른 RPC의 현미, 청치미, 백미에 각각 99%, 40%, 98% 발생한 결과였다(미발표 결과). 위 결

과는 RPC의 경우 보관환경에 따라 저장곰팡이가 특발할 수 있음을 시사한다. *Alternaria* 속 곰팡이는 전체 곰팡이의 발생유형과 유사하게 벼와 왕겨에 가장 많이 발생하였고 발생빈도는 *Fusarium* 속 곰팡이와 유사하였다. 이밖에 *Nigrospora* 속, *Epicoccum* 속, *Phoma* 속, *Colletotrichum* 속 등이 *Alternaria* 속 곰팡이와 유사한 유형과 빈도로 발생하였으며 *Cladosporium* 속, *Dreschlera* 속, *Myrothecium* 속 등이 낮은 빈도로 관찰되었다. 이렇게 관찰된 곰팡이의 종류는 Lee 등(2011)과 Son 등(2011)이 기존에 보고한 것과 유사하였다.

미곡시료의 *Fusarium* 독소 발생. 각 시료는 Lee 등의 방법(2013)에 따라 다성분 분석을 위한 전처리 후 LC-MS로 분석하였다. 정량한계(LOQ)는 0.02 mg/kg이었으며, 분석한 모든 독소에 동일하게 적용되었다. 2010년 수집시료는 DON, NIV, ZEA 3종의 독소를 대상으로 분석하였으며, 2011년과 2012년 수집시료는 위의 3종 외에 DON과 NIV의 아세틸 유도체인 4-ANIV, 3-ADON, 15-ADON 및 diacetoxyscirpenol(DAS), T-2 toxin(T-2), HT-2 toxin(HT-2) 등 6종을 추가로 분석하였다. 분석결과는 Table 4와 같다.

2010년 시료의 경우 현미와 백미를 제외한 모든 미곡에서 독

Table 4. Mycotoxin occurrence (%) in the rice samples from rice processing complexes during 2010–2012

Year	Toxin ^a	Rice							
		Paddy	Husk	Brown	Blue-tinged	Bran	Discolored	Broken	Polished
2010 (n = 34)	DON	0	0	0	0	0	9%	0	0
	NIV	0	0	0	0	0	12%	12%	0
	ZEA	32%	42%	0	82%	32%	24%	0	0
	Mixed	0	0	0	0	0	12%	0	0
	Max. sum (mg/kg)	0.2	0.6	0.0	1.6	0.3	1.2	0.1	0.0
2011 (n = 71)	DON	0	0	0	10%	1%	86%	0	0
	NIV	4%	1%	28%	3%	0	0	0	0
	ZEA	1%	7%	15%	65%	31%	41%	0	0
	Other	4-ANIV, 3%		4-ANIV, 7% 3-ADON, 4%		4-ANIV, 28% 15-ADON, 8%			
	Mixed	1%	0	14%	8%	0	56%	0	0
Max. sum (mg/kg)	2.6	0.6	1.6	3.2	1.1	5.2	0.0	0	
2012 (n = 47)	DON	2%	0	2%	0	2%	38%	4%	2%
	NIV	11%	13%	4%	26%	13%	56%	19%	0
	ZEA	2%	0	13%	0	0	7%	0	0
	Other	DAS, 2%	DAS, 15%	4-ANIV, 2% DAS, 7%	DAS, 7%		4-ANIV, 13% 15-ADON, 2% HT-2, 2%	4-ANIV, 2% 15-ADON, 2% DAS, 6%	DAS, 2%
	Mixed	0	2%	4%	7%	2%	44%	6%	0
Max. sum (mg/kg)	0.5	1.2	0.9	0.6	0.3	6.6	1.3	0.1	

^aDON, deoxynivalenol; NIV, nivalenol; ZEA, zearalenone; Other, toxins other than DON, NIV, ZEA detected; 4-ANIV, 4-acetyl NIV; 3-ADON, 3-acetyl DON; 15-ADON, 15-acetyl DON; DAS, diacetoxyscirpenol; HT-2, HT-2 toxin; Mixed, 2 or more mycotoxins detected; Max. sum, maximum level among the sums of mycotoxins detected per sample(mg/kg).

소오염이 발생했으며, 이중 청치미 시료의 82%에서 ZEA이 검출되었다. 벼, 왕겨, 청치미에서는 ZEA만 검출되었으나, 쇠미에서는 NIV만 검출되었다. 색채미는 DON, NIV, ZEA이 모두 검출되었으며, 시료의 12%가 이 중 2개 이상의 독소에 동시에 오염되었다. 2011년 시료는 쇠미와 백미를 제외한 시료에서 독소가 검출되었는데, 이 중 청치미와 색채미의 오염 수준이 특히 높았다. 청치미와 색채미는 각각 10%와 86%가 DON에 오염되었으며 4-ANIV, 3-ADON, 15-ADON도 검출되었고, ZEA의 오염은 각각 65%와 41%이었으며, 색채미의 56%는 2가지 이상의 독소에 중복 오염되었다. 중복오염된 시료에서 검출된 개별 독소의 총량 중 최대치는 청치미가 3.2 mg/kg, 색채미는 5.2 mg/kg이었다. 벼의 오염 빈도는 4% 이하로 낮았으나 검출량 최대치는 2.6 mg/kg이었으며, 현미의 28%와 15%가 NIV와 ZEA에 각각 오염되었다. 2012년에는 백미시료의 2%에서 DON이 검출되고 청치미를 제외한 모든 미곡 시료에서 DAS 독소가 검출되었으며, 백미를 제외한 모든 시료에서 NIV가 검출되는 등 모든 미곡 및 부산물이 독소에 오염되었으나 독소의 총량은 색채미를 제외하고 높지 않았다. 가장 오염이 높은 시료는 색채미로 최대 독소 총량이 6.6 mg/kg, 독소 중복 오염 비율이 44%이었으며 DON과 NIV가 각각 38%, 56% 발생하였고 HT-2 toxin도 2%의 시료에서 검출되었다.

대부분의 미곡시료에서 검출된 개별 독소량 및 독소 총량은 1 mg/kg 미만으로 오염수준이 높지 않았다. 그러나 2011년의 경우 현미시료의 ZEA 검출량은 1.2 mg/kg로서 이는 기존에 보고된 2005년산 유통 현미의 ZEA 오염수준(22 ng/g; Ok 등, 2007)이나 2007년 백미와 현미의 오염수준(2.5 ng/g; Ok 등, 2009)과 상이한 결과이다. 그러나 2007년산 미곡의 RPC 벼 및 가공부산물의 독소분석 결과는 본 연구의 결과와 유사하였다. Lee 등(2011)에 의하면 2007년산 청치미와 색채미의 경우 DON, NIV, ZEA 오염이 높았고 현미는 이보다 낮은 수준으로 오염되었으며 백미는 51개 시료 중 단 1점만 미량의 NIV에 오염되었다. 본 연구에서는 2012년 현미와 백미시료에서 모두 국내 식품의 곰팡이독소 안전관리기준(식약처 고시 제2014-146호)에서 설정한 기준치 이하의 수준만 검출되었다. 본 연구와 이상의 기존결과를 고려할 때 미곡의 종류에 따른 독소의 발생빈도와 오염수준은 조사 연도와 지역에 따라 차이가 있으므로 정확한 오염실태를 알기 위해서는 상시적인 미곡의 곰팡이독소 모니터링이 필요하다. DON의 경우 2011년과 2012년 색채미 시료의 14%와 4%에서 각각 1 mg/kg 이상의 독소가 검출되었으며(최대 검출량 2011년 1.4 mg/kg, 2012년 2.2 mg/kg), 2012년의 경우 NIV의 오염도 높았다. 또한 색채미에서는 매년 독소의 중복오염이 관찰되었다. 이상의 결과를 보면 색채미는 오염수준이 식품의 기준치(DON의 경우 기준치 1 mg/kg 이하)를 초과하는 경우가 빈번히 발생하므로 식용으로 적합하지 않은 것으로 판단되며, 식용 외에 활용할 경우에도 곰팡이독소에 대한 안전성을 미리 점검하는것이 필요할 것으로 보인다. RPC 미곡 중 상

대적으로 색채미의 곰팡이독소 오염이 가장 높은 것은 변질미를 포함하는 색채미의 특성과 관련이 있는 것으로 추정된다.

본 연구에서 조사한 다양한 미곡시료의 개별 곰팡이독소 검출농도는 ZEA을 제외하고 대부분 현행 국내 곰팡이독소 안전관리기준에서 허용하는 최대 기준치 이하의 수준이었다. 그러나 한 시료에 발생하는 여러 독소의 중복오염으로 인해 시료 내 독소의 총량이 증가할 수 있으므로 독소의 안전관리 측면에서 정량적인 위해평가를 실시하고 필요시 독소의 총합을 시료의 독소 오염수준으로 고려하는 것이 필요할 것으로 보인다. 아플라톡신의 발생이 자주 보고되는 동남아시아 국가의 경우 RPC 시료에서도 아플라톡신 오염이 보고되었으나(Kumar 등, 2008) 국내 RPC의 백미와 현미에서는 아플라톡신이 검출되지 않았다(미발표 결과).

본 연구결과 2010-2012년 수집한 대부분의 RPC 가공부산물에서 *Fusarium* 곰팡이독소가 검출되었다. 독소의 발생빈도와 수준은 연도와 RPC에 따라 달랐으며 백미의 오염수준이 가장 낮았다. *Fusarium* 곰팡이의 발생이 높았던 2011년의 경우 *Fusarium* 독소의 발생빈도와 오염수준도 높아진 경향을 보였는데 이는 *Fusarium* 발생빈도 점검을 통해 독소의 발생정도를 예상할 수 있음을 시사한다. 그러나 보다 정밀한 예측을 위해서는 다년간의 관련 데이터 분석이 수반되어야 한다.

요 약

국내 미곡종합처리장(RPC)에서 벼와 이의 가공산물인 왕겨, 현미, 청치미, 쇠미, 색채미, 백미시료를 2010-2013년 동안 수집하고 미곡에 발생하는 곰팡이와 곰팡이독소 오염을 조사하였다. 전체 곰팡이와 *Fusarium* 속 곰팡이의 발생은 모든 시료 중 벼에서 가장 높았고, 왕겨가 다음이었으며 도정과정을 따라 감소하였다. 현미, 청치미, 색채미의 발생빈도는 서로 유사하였으며 백미가 가장 낮았다. *Fusarium* 속 곰팡이 중에서 붉은곰팡이 중복합체의 비율은 2012년에 87%로 가장 높았고, 2011년과 2013년에는 30%대에 머물렀다. *Aspergillus* 속과 *Penicillium* 속의 경우 발생빈도는 낮았으나 특정 RPC의 미곡시료에 높은 빈도로 발생하는 유형을 보였고 *Alternaria*, *Nigrospora*, *Epicoccum* 속 곰팡이의 발생유형은 전체 곰팡이의 것과 유사하였다. 미곡시료의 곰팡이독소 오염여부를 조사하기 위해 2010-2012년 시료를 대상으로 데옥시니발레놀, 니발레놀, 제랄레논과 기타 트라이코세신을 분석한 결과, 가공산물 중 색채미의 오염빈도, 검출량, 독소 중복오염비율이 가장 높았고 다음은 청치미였다.

Acknowledgement

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science & Technology Development (Project

No. PJ008635)", National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Cho, D. H., Chun, J. K. and Kim, Y. B. 1972. Types of deterioration of storage rice in Korea and identification of the causative microorganisms (I). *J. Korean Agr. Chem. Soc.* 15: 193–198.
- Desjardins, A. E. 2006. *Fusarium* mycotoxins: chemistry, genetics, and biology. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 260 pp.
- Kumar, V., Basu, M. S. and Rajendran, T. P. 2008. Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities. *Crop Prot.* 27: 891–905.
- Lee, S.-H., Lee, J., Nam, Y. J., Lee, S., Ryu, J.-G. and Lee, T. 2010. Population structure of *Fusarium graminearum* from maize and rice in 2009 in Korea. *Plant Pathology J.* 26: 321–327.
- Lee, S., Lee, T., Kim, M., Yu, O., Im, H. and Ryu, J.-G. 2013. Survey on contamination of *Fusarium* mycotoxins in 2011-harvested rice and its by-products from rice processing complexes in Korea. *Res. Plant Dis.* 19: 259–264. (In Korean)
- Lee, T., Lee, S., Lee, J.-H., Yun, J.-C. and Oh, K.-S. 2012. Natural occurrence of mycotoxin and fungi in Korean rice. *Res. Plant Dis.* 18: 261–267. (In Korean)
- Lee, T., Lee, S.-H., Lee, S.-H., Shin, J. Y., Yun, J.-C., Lee, Y.-W. and Ryu, J.-G. 2011. Occurrence of *Fusarium* mycotoxins in rice and its milling by-products in Korea. *J. Food Protect.* 74: 1169–1174.
- Oh, J. Y., Jee, S. N., Nam, Y., Lee, H., Ryoo, M. I. and Kim, K. D. 2007. Populations of fungi and bacteria associated with samples of stored rice in Korea. *Mycobiology* 35: 36–38.
- Ok, H. E., Chang, H.-J., Choi, S.-W., Cho, T. Y., Oh, K. S. and Chun, H. S. 2009. Occurrence and intake of deoxynivalenol in cereal-based products marketed in Korea during 2007–2008. *Food Addit. Contam. Part B.* 2: 154–161.
- Ok, H. E., Chang, H.-J., Choi, S.-W., Lee, N., Kim, H. J., Koo, M. S. and Chun, H. S. 2007. Co-occurrence of deoxynivalenol and zearalenone in cereals and their products. *J. Food Hyg. Safety* 22: 375–381.
- Son, S.-W., Nam, Y. J., Lee, S.-H., Lee, S. M., Lee, S., Kim, M., Lee, T., Yun, J.-C. and Ryu, J.-G. 2011. Toxigenic fungal contaminants in the 2009-harvested rice and its milling-byproducts samples collected from rice processing complexes in Korea. *Res. Plant Dis.* 17: 280–287. (In Korean)