pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 37, No. 1, pp. 9~14 (2022)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2022.37.1.9

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

가래떡에 오염된 곰팡이와 효모의 분리 동정

조아현 · 김중범*
순천대학교 식품공학과

Isolation and Identification of Fungi and Yeast Contaminated in Rice Cake (Garaetteok)

Ah-Hyeon Jo, Jung-Beom Kim*
Department of Food Science and Technology, Sunchon National University, Suncheon, Korea

(Received January 16, 2022/Revised January 29, 2022/Accepted February 3, 2022)

ABSTRACT - The purpose of this study was to analyze the hazard of fungi in Garaetteok (Korean rice cake) by isolating and identifying of fungi contaminated with Garaetteok and investigating the possibility of mycotoxin production. Garaetteok used in this study were the ones that were returned back to the manufacturers in Jeollanam-do due to the presence of foreign matters presumed to be fungi. The fungi foreign matter was collected and inoculated on Potato dextrose agar, Malt extract agar, and Czapek yeast extract agar, and then cultured at 25°C for 7 days. The micro-structure was observed under an optical microscope for the colonies in which pure isolation was confirmed. The gene sequencing of the product of amplified PCR was analyzed using the ITS primer. Colony-1 and 2 maintained the same properties in each tray, confirming that they were purely isolated. Budding cells were observed from the Colony-1, thus, it was determined to be yeast. Colony-2 was determined to be a fungus that belongs to *Fusarium* spp. as fusiform conidia were observed. As a result of gene sequencing, a total of 76 cases of fungi of *Fusarium* spp. were found, among which *Fusarium solani* was the most observed cases (53 cases). From the morphological and genetic identification, Colony-2 was identified as *Fusarium* spp., specifically, *Fusarium solani.* The fungi found in *Fusarium* spp. produce mycotoxins such as nivalenol, zearalenone, and fumonisin, which may cause vomiting, diarrhea, and cancer. Conclusively, the results confirm the possibility of mycotoxin production by *Fusarium* spp. isolated from Garaetteok. Consequently, when an unknown fungus was found, it is necessary to isolate and identify the fungus, determine whether it is a mycotoxin producing species, and strengthen relative administrative measures, accordingly.

Key words: Fungi, Mycotoxin, Identification, Rice cake, Foreign matter

곰팡이는 자연계에 널리 분포하는 절대호기성 사상균류로 균사와 포자로 증식하며 맨눈으로 식별이 가능한 다세포 미생물이다[1]. 곰팡이는 수분활성도 0.8의 환경에서도 증식이 가능하며, 수분활성도 0.61의 건조한 환경에서도 생육이 가능한 내건성 곰팡이도 보고되고 있다[1]. 세균과 효모보다 낮은 수분활성도를 나타내는 곰팡이는 다른 미생물이 생육하기 어려운 건조식품에서도 증식이 가능해 쌀, 보리 등 곡류와 곡류 가공식품에 오염되어 증식한 후 이물로 보고되고 있다[1]. 또한 식품에 오염된 곰팡이는 곰팡이독소(Mycotoxin)를 생산하여 사람에게 급성 또는 만성질병을 유발한다[2].

현재까지 약 400여 종의 곰팡이독소가 보고되고 있으며, 그중 가장 대표적인 곰팡이독소는 *Alternaria* 속, *Aspergillus* 속, *Fusarium* 속, *Penicillium* 속 곰팡이에 의해 생성되는 aflatoxin, ochratoxin, nivalenol, zearalenone, fumonisin 등이 있다[3-6]. Aflatoxin은 다양한 곡류와 향신료 등에 오염되어 있는 *Aspergillus flavus*와 *Aspergillus parasiticus* 등에 의해 생산되는 2차 대사산물이다[7]. Ochratoxin은 *Aspergillus ochraceus, Penicillium verrucosum* 등의 곰팡이가 생산하는 독소로 신장독성, 발암성이 보고되고 있다[8]. Zearalenone과 Fumonisin은 자연계에 널리 분포하며 곡류에 붉은곰팡이병, 이삭마름병 등을 일으키는 *Fusarium* 속 곰팡이에 의

*Correspondence to: Jung-Beom Kim, Department of Food Science and Technology, Sunchon National University, Suncheon 57933, Korea
Tel : +82-61-750-3259, Fax : +82-61-750-3208
E-mail : okjbkim@sunchon.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

해 생산된다[9,10]. 곰팡이독소는 내열성이 강해 식품 가공과정에서도 파괴되지 않아 곰팡이독소로부터 식품 안전을 확보하기 위해서는 식품 중 곰팡이 오염과 증식을 예방하여야 한다[1,3,4].

식품위생법상 이물은 "식품의 제조·가공·조리·유통과정에서 정상적으로 사용된 원료 또는 재료가 아닌 것으로서 섭취할 때 위생상 위해가 발생할 우려가 있거나 섭취하기에 부적합한 물질"로 정의되고 있다[11]. 또한 식품 중 기생충, 금속, 유리 이물이 발견되었을 경우 1차, 품목 제조정지 7일과 해당 품목을 폐기하도록 하고 있으며 칼날, 동물의 사체가 발견되었을 경우 1차, 품목 제조정지 15일과 해당 품목을 폐기하도록 하고 있다[12]. 그러나 상기 이외의 이물인 머리카락, 손톱, 곰팡이 등의 이물이 식품에서 발견되었을 경우 1차, 시정명령으로 식품업체의 주의 의무만을 요구하고 있다[12].

곰팡이는 발효에 이용되는 *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus kawachii*, *Monascus purpureus* 곰팡이와 함께 곰팡이독소를 생산하는 *Aspergillus* 속, *Fusarium* 속, *Penicillium* 속 곰팡이가 포함되어 있다[1,3,4]. 식품 중 오염된 곰팡이가 곰팡이독소를 생산하는 균종이라면 단순 이물이 아닌 곰팡이독소에 의한 식품 안전사고가 발생할 수 있다. 따라서 식품에 오염된 곰팡이의 정확한 동정을 통해 곰팡이독소 생산 가능성을 판단하고 이에 대한 대책을 수립하여야 할 필요가 있다. 그러나 현재까지 식품 중 곰팡이 오염에 대한 연구를 살펴보면, 곰팡이의 2차 대사산물인 곰팡이독소 분석에 한정되어 있고[13-17], 오염된 곰팡이의 독소 생산 가능성 등을 판단할 수 있는 곰팡이 분리 동정에 대한 연구는 매우 미약한 실정이다[18,19].

따라서 본 연구에서는 가래떡에 오염된 곰팡이를 분리 동정하고, 곰팡이독소 생산 가능성을 분석하여 식품 중 곰팡이 이물에 대한 위험성을 파악하고자 하였다.

Materials and Methods

실험대상

실험에 사용된 가래떡은 전라남도 소재 떡 제조업체에 곰팡이로 추정되는 이물이 발견되어 반품된 가래떡 제품을 대상으로 하였다. 이물이 발견된 가래떡은 포장된 상태로 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다.

분리배양

ㄱ자형 백금선을 이용하여 가래떡 중 곰팡이로 추정되는 이물을 채취한 후 멸균인산완충희석액 10 mL 중에 가한 후 1분간 균질화하여 시험용액으로 사용하였다. 시험용액 1 mL를 Potato dextrose agar (PDA, MB cell, Seoul, Korea)에 접종한 후 25°C에서 5일간 배양하였다[20]. PDA (MB cell) 배지에서 형태학적 차이를 나타내는 집락에 대해 ㄱ자형 백금선을 이용하여 PDA (MB cell), Malt extract agar (MEA, MB cell), Czapek yeast extract agar (CYA, MB cell) 배지에 각각 3번씩 접종하고 25°C에서 7일간 배양하였다. 배양 후 각각 집락의 표면 형태, 분비액 유무, 집락의 크기 등을 관찰하여 순수 분리 상태를 판단하였다.

광학현미경 관찰

순수 분리가 확인된 집락에 대해 형태학적 동정을 실시하였다. 포자의 미세구조를 관찰하기 위해 염색한 후 광학현미경(NB-2000T, Mightex, Toronto, Canada)으로 관찰하였다. 포자 염색 방법은 슬라이드글라스 위에 Lactophenol cotton blue 용액 1-2방울을 올려놓은 후 분리된 곰팡이가 뭉치지 않도록 Lactophenol cotton blue 용액과 잘 혼합하여 1,000 배율의 현미경으로 각각 집락의 포자 형태를 관찰하였다[21].

유전자 상동성 분석

형태학적 동정 결과 곰팡이로 판정된 집락에 대해 유전학적 동정을 실험하였다. 곰팡이 DNA 추출은 HiGene™ Genomic DNA Prep Kit (Biofact, Daejeon, Korea)를 이용하여 실험하였으며[22], 추출된 용액을 PCR 주형 DNA로 사용하였다. PCR 반응의 primer는 Table 1에 나타내었다. PCR 반응은 All In One Cycler™ Fast 96 well PCR system (Bioneer, Daejeon, Korea)을 이용하여 initial denaturation 94°C에서 120초, denaturation 94°C에서 30초, annealing 57°C에서 60초, extension 72°C에서 60초로 총 30 cycle을 반복한 후 final extension 72°C에서 10분간 실시하였다. 증폭 산물 확인은 1.2% Agarose gel에 PCR product 5 μL를 로딩하고 120 V에서 60분간 전기영동하여 500-600 bp 사이 single band를 확인하였다. Single band가 확인된 PCR 증폭 산물은 Bioneer사에 의뢰하여 염기서열을 분석한 후 BioEdit Sequence Alignment Editor (ver. 7.0.5.3)를 이용하여 염기서열을 결정하였다. 분석된 염기서열을 미국 국가생물공학센터(NCBI, National Center for Biotechnology Information)에 접속하여 상동성을 가진 곰팡이를 동정하였다. 유전자 염기서열 상동성이 97% 이상인 곰팡이를 동일 곰팡이로 동정하였다[23].

Results and Discussion

집락 분리

가래떡 중 곰팡이로 추정되는 이물을 채취하여 PDA 배

Table 1. Primer sequences for identification of fungi

Primer	Sequence	Reference
ITS-1F	5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3	(26)
ITS-4R	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3	

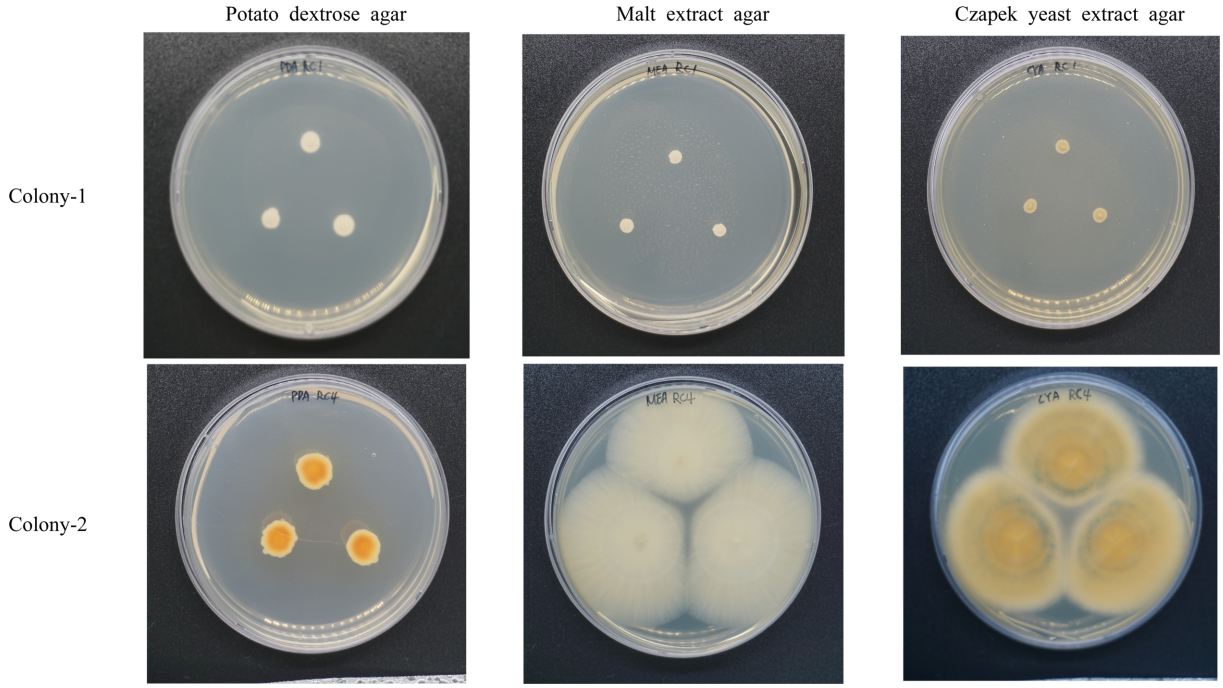

Fig. 1. Morphological characteristics of colony-1 and colony-2 isolated from rice cake (Garaetteok) on selective media.

지에 배양한 결과 형태학적 차이를 나타내는 2개 집락을 확인하였다. 동일 곰팡이를 25°C에서 7일 이상 배양하면 배지의 종류에 따라 집락의 크기, 색 및 분비액의 차이가 있다고 보고되고 있다[21]. 따라서 분리된 2개 집락인 Colony-1과 Colony-2의 순수분리 유무를 확인하기 위해 PDA, MEA, CYA 3종류의 배지에 각각 3번씩 접종하여 25°C에서 7일간 배양 후 집락의 성상을 관찰하였다(Fig. 1). 각각 배지에서 배양된 곰팡이의 성상은 집락의 크기 및 모양, 표면의 질감 및 색 등으로 구분한다. 표면 질감은 과립 형태, 면 형태, 벨벳 형태, 양모 형태 등으로 구분하고, 집락 모양은 주름형, 평탄형, 고랑형 등으로 구분한다[21]. 본 실험 결과 Colony-1의 배지 성상은 PDA, MEA, CYA 모두 표면이 왁스 형태의 끝부분이 부드러운 작은 원형 집락을 형성하였다. 또한 집락 색은 PDA와 MEA 배지에서 크림색의 집락을 형성하였으며 CYC 배지에서는 노란색의 집락을 형성하였다. Colony-2의 배지 성상은 PDA 배지에서는 양모 형태가 나타났으며 MEA와 CYA 배지에서는 면 형태의 끝부분이 거친 집락을 형성하였다. 또한 집락 색은 PDA 배지에서는 중심부가 짙은 노란색을 나타내고 끝부분은 엷은 노란색을 나타내었다. MEA 배지에서는 크림색의 집락을 형성하였으며 CYC 배지에서는 중심부가 짙은 노란색의 집락을 형성하였다. Colony-1과 2에 대한 배지 성상을 비교한 결과 각각 PDA, MEA, CYA 배지에 접종한 3개의 집락이 각각 배지에서 동일한 성상을 나타내어 본 실험에서 분리한 Colony-1과 Colony-2는 순수분리 되었음을 확인하였다.

형태학적 및 유전학적 동정

순수 분리가 완료된 Colony-1과 Colony-2는 포자 등의 미세구조 관찰을 통해 형태학적으로 동정하였다(Fig. 2). 미세구조는 속마다 차이를 보이며 곰팡이 등 진균 동정의 주요 판단기준으로 사용되고[21] 효모의 경우 곰팡이와 상이하게 출아세포가 관찰된다[23]. Colony-1의 광학현미경 관찰 결과 효모의 주요 특징인 출아세포가 관찰되어 효모로 판정하였다. Colony-2의 미세구조는 *Fusarium* 속의 전형적인 특징인 방추형의 분생자가 관찰되어[24,25] *Fusarium* 속 곰팡이로 판정하였다. 광학현미경 관찰을 통한 형태학적 동정 결과, Colony-1은 효모로 판정되었으나 Colony-2는 *Fusarium* 속 곰팡이로 판정되고 정확한 종까지는 확인할 수 없었다.

형태학적 동정 결과 방추형의 분생자가 관찰되어 *Fusarium* 속 곰팡이로 판정된 Colony-2에 대해 유전학적 동정을 실시하였다. 유전자 상동성 분석결과 상위 10종은 2속의 곰팡이가 분석되었으며, 형태학적으로 동정되었던 *Fusarium* 속 곰팡이는 총 76건의 blast 결과를 나타내었다(Table 2). Blast 결과 *Fusarium solani*는 상동성 100.0%로 53건, *Fusarium* sp.는 상동성 100.0%로 12건, *Fusarium vanettenii*는 상동성 100.0%로 5건, *Fusarium ensiforme*는 상동성 99.8%로 2건, *Fusarium proliferatum*는 상동성 100.0%로 2건, *Fusarium haematococcum*는 상동성 100.0%로 1건, *Fusarium phaseoli*는 상동성 100.0%로 1건으로 나타났다. *Fusarium* spp. 이외에는 *Earliella scabrosa* 13건, Uncultured fungus 4건, Fungal sp. 2건으로 분석되었다.

곰팡이의 유전학적 동정에 이용되는 ITS primer는 5.8s와 18s subunit ribosomal RNA 유전자 영역을 대상으로 설계된 primer로 PCR 증폭 효율이 뛰어나고 곰팡이 식별이 용이한 primer로 보고되고 있다[26,27]. 유전자 염기서열의 상동성이 97%보다 높으면 동일종으로 판단한다는 Paul 등[23]의 보고에 따라 Colony-2 집락을 분석한 결과 *Fusarium* 속 곰팡이가 총 76건으로 나타났으며, 그중 *Fusarium solani*가 53건으로 가장 높게 나타났다. 유전학적 동정 결과 *Fusarium* 속 곰팡이와 *Earliella scabrosa* 곰팡이가 분석되었으나 형태학적 동정 결과 관찰되었던 방추형 분생자가 *Fusarium* 속 곰팡이의 전형적인 특징으로 보고되고 있다[24,25]. 또한 *Earliella scabrosa* 곰팡이는 비특이적인 포자 형태를 나타낸다고 보고되고 있다[28]. 따라서 형태학적 동정 결과와 유전학적 동정 결과를 종합하여 볼 때 Colony-2는 *Fusarium* spp.로 동정되었고, *Fusarium* spp. 중 *Fusarium solani*로 추정되었다.

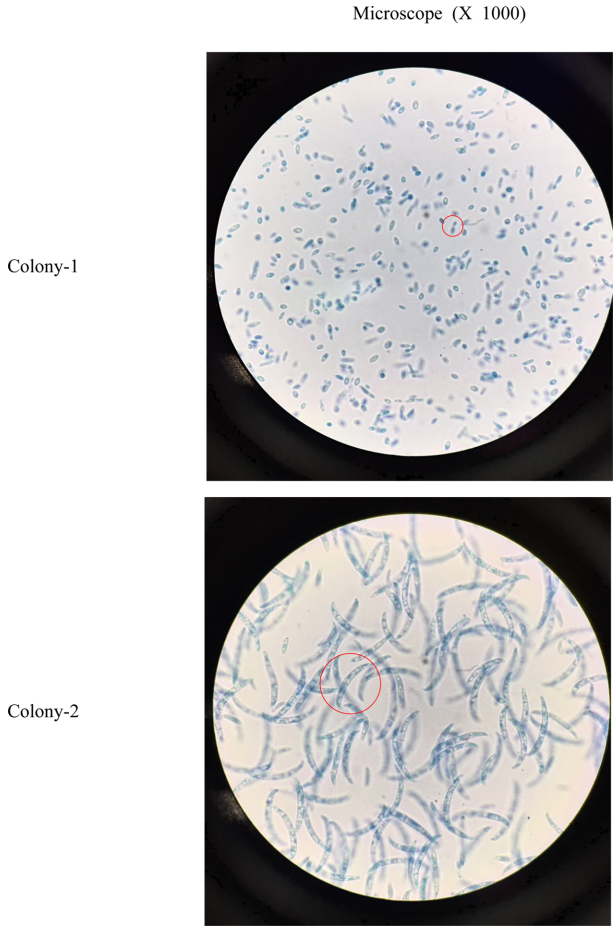

Fig. 2. Morphological characteristics of colony-2 isolated from rice cake (Garaetteok) under microscopic observation.

곰팡이 이물의 위해성

본 연구 결과 가래떡에 오염된 곰팡이는 *Fusarium* 속 곰팡이로 동정되었다. *Fusarium* 속 곰팡이는 자연계에 널리 분포하며 벼, 옥수수에 붉은곰팡이병, 이삭 썩음병 등을 일으키고 nivalenol, zearalenone, fumonisin 등의 곰팡이독소를 생산하여 구토, 설사, 암 등을 유발한다[29-31]. 또한 우리나라의 경우 벼, 보리, 옥수수 등에 *Fusarium* 속 곰팡이가 광범위하게 오염되어 있다고 보고되고 있다[32]. 곰팡이독소는 내열성이 높아 식품 가공과정 중 열처리 공정에서도 파괴되지 않고 식품에 잔존하여 식품 안전상 문제를 발생시키고 있다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 가래떡에서 분리된 *Fusarium* 속 곰팡이에 의한 곰팡이독소 생산 가능성은 상존하는 것으로 판단된다. 현재 식품위생법상 곰팡이가 발견될 경우 이물로 판단하여 단순 시정조치하도록 식품업체에 통보하고 있다. 그러나 곰팡이독소를 생산할 수 있는 곰팡이가 식품에서 발견되면 머리카락, 손톱 등 단순 이물보다 위해성이 매우 높다. 따라서 곰팡이 이물이 보고되면 곰팡이를 분리 동정하여 곰팡이독소를 생산할 수 있는 균종인지 판단하고, 그 결과에 따라 행정조치를 강화하여야 할 것으로 판단된다.

Table 2. Blast result of colony-2 isolated from rice cake (Garaetteok)

No.	Blast results	Identity (%)	Number of blast results
1	*Fusarium solani*	100	53
2	*Fusarium* sp.	100	12
3	*Fusarium vanettenii*	100	5
4	*Fusarium ensiforme*	99.8	2
5	*Fusarium proliferatum*	100	2
6	*Fusarium haematococcum*	100	1
7	*Fusarium phaseoli*	100	1
8	*Earliella scabrosa*	100	13
9	*Uncultured* fungus	100	4
10	Fungal sp.	100	2

국문요약

본 연구에서는 가래떡에 오염된 곰팡이를 분리 동정한 후 곰팡이독소 생산 가능성을 조사하여 식품 이물 중 곰팡이에 대한 위험성을 분석하였다. 실험에 사용된 가래떡은 전라남도 소재 떡 제조업체에 곰팡이로 추정되는 이물이 발견되어 반품된 제품을 사용하였다. 곰팡이 이물을 채취한 후 Potato dextrose agar, Malt extract agar, Czapek yeast extract agar에 접종하고 25°C에서 7일간 배양하여 순수 분리 결과를 판단하였다. 순수 분리가 확인된 집락에 대해 광학현미경으로 포자의 미세구조를 관찰하여 형태학적으로 동정하였다. 유전학적 동정은 ITS primer를 이용하여 증폭된 PCR 산물의 유전자 염기서열을 분석하였다. Colony-1과 2는 각각 배지에서 동일한 성상을 나타내어 순수분리 되었음을 확인하였다. Colony-1은 출아세포가 관찰되어 효모로 판정하였다. Colony-2는 방추형의 분생자가 관찰되어 *Fusarium* 속 곰팡이로 판정하였다. 유전자 염기서열 분석 결과 *Fusarium* 속 곰팡이가 총 76건으로 나타났으며, 그중 *Fusarium solani*가 53건으로 가장 높게 나타났다. 형태학적 동정 결과와 유전학적 동정 결과를 바탕으로 Colony-2는 *Fusarium* spp.로 동정되었고 그 중 *Fusarium solani*로 추정되었다. *Fusarium* 속 곰팡이는 Nivalenol, Zearalenone, Fumonisin 등의 곰팡이독소를 생산하여 구토, 설사, 암 등을 유발한다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 가래떡에서 분리된 *Fusarium* 속 곰팡이에 의한 곰팡이독소 생산 가능성은 상존하는 것으로 판단되었다. 따라서 곰팡이 이물이 보고되면 곰팡이를 분리 동정하여 곰팡이독소를 생산할 수 있는 균종인지 판단하고, 그 결과에 따라 행정조치를 강화하여야 할 것으로 판단된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Ah-Hyeon Jo https://orcid.org/0000-0001-7189-7837
Jung-Beom Kim https://orcid.org/0000-0002-0290-2687

References

1. Sin D.H., Oh D.H., Woo G.J., Jung S.H., Ha S.D., Gong J., 2014. Food hygiene and safety. Hanmi Medical Publishing Co, Seoul, Korea, pp. 72-80.
2. Lee, M.J., Wee, C.D., Ham, H.H., Choi, J.H., Baek, J.S., Lim, S.B., Lee, T., Kim, J.S., Jang, J.Y., Survey on *Fusarium* mycotoxin contamination in oat, sorghum, adlay, and proso millet during the harvest season in Korea. *J. Food Hyg. Saf*., **35**, 13-22 (2020).
3. Song, H.H., Kim, J., Lee, C., A review of mycotoxins from *Fusarium* species. *Safe Food*, **1**, 19-28 (2006).
4. Lee, H.K., Hwang, H.H., Kim, M.J., Kim, M.K., Lee, S.E., Lee, H.S., Review: toxicity and metabolism of mycotoxins occurring in foods and feeds. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.,* **45**, 1-10 (2002).
5. Son, S.W., Nam, Y.J., Lee, S.H., Lee, S.M., Lee, S., Kim, M., Lee, T., Yun, J.C., Ryu, J.G., 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 (2011).
6. Ham, H.H., Mun, H.Y., Lee, K.A., Lee, S.H., Hong, S.K., Lee, T., Ryu, J.G., Optimization of analytical methods for ochratoxin A and zearalenone by UHPLC in rice straw silage and winter forage crops. *J. Kor. Grassl. Forage Sci*., **36**, 333-339 (2016).
7. Marchese, S., Polo, A., Ariano, A., Velotto, S., Costantini, S., Severino, L., Aflatoxin B1 and M1: Biological properties and their involvement in cancer development. *Toxins(Basel)*, **10**, 214, doi:10.3390/toxins10060214 (2018).
8. Pfohl-Leszkowicz, A., Manderville, R.A., Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. *Mol. Nutr. Food Res*., **51**, 61-99 (2007).
9. Choi, H.W., Hong, S.K., Kim, W.G., Lee, Y.K., Diversity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with head blight of Job's tears. *Kor. J. Mycol*., **39**, 217-222 (2011).
10. Wei, W., Jiao-Jie, M., Chuan-Chuan, Y., Xiao-Hui, L., Hong-Ru, J., Bing, S., Feng-Qin, L., Simultaneous determination of masked deoxynivalenol and some important type B trichothecens in Chinese corn kernels and corn-based products by ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem*., **60**, 11638-11646 (2012).
11. Ministry of Food and Drug Safety, (2021, December 30). Food Sanitation Act. Retrieved from https://www.law.go.kr/lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%EC%8B%9D%ED%92%88%EC%9C%84%EC%83%9D%EB%B2%95#undefined
12. Ministry of Food and Drug Safety, (2021, December 30). Food foreign materialmanagement work manual. Retrieved from https://impfood.mfds.go.kr/CFBDD06F02/getCntntsDetail?cntntsSn=419349
13. Sung, J.H., Kim, K.C., Shin, S.W., Kim, J.E., Kwak, S.H., Baek, E.J., Lee, E.B., Kim, H.J., Lee, W.J., Lee, M.J., Park, Y.B., A study on mycotoxin contamination in nuts and seeds and their processed foods. *J. Food Hyg. Saf*., **36**, 316-323 (2021).
14. Choi, S.J., Ko, S.K., Park, Y.A., Jung, S.J., Choi, E.J., Kim, H.S., Kim, E.J., Hwang, I.S., Shin, G.Y., Yu, I.S., Shin, Y.S., Determination of mycotoxins in agricultural products used for food and medicine using liquid chromatography triple quadrupole mass spectrometry and their risk assessment. *J. Food Hyg. Saf.,* **36**, 24-33 (2021).
15. Kim, D.H., Jang, H.S., Choi, G.I., Kim, H.J., Kim, H.J., Kim,

H.L., Cho, H.J., Lee, C., Occurrence of mycotoxins in Korean grains and their simultaneous analysis. *Korean J. Food Sci. Technol*., **45**, 111-119 (2013).
16. Hong, J.B., Park, K.T., Analysis of total aflatoxin, ochratoxin A, zearalenone, deoxynivalenol and T-2 toxin contamination in nuts. *J. Food Hyg. Saf*., **34**, 58-64 (2019).
17. Yang, Y.S., Lee, H.H., Kim, A.G., Ryu, K.Y., Choi, S.Y., Seo, D.R., Seo, K.W., Cho, B.S., Survey of mycotoxin contamination in grains and grain products. *J. Food Hyg. Saf*., **34**, 205-211 (2019).
18. Choi, J.N., Kim, S.S., Choi, J.H., Baek, S.G., Park, J.J., Jang, J.Y., Hyun, J.E., Kim, S.R., Kim, J.S., Lee, T., Occurrence of fungal contamination in ginseng sprout and mycotoxigenic potential. *J. Food Hyg. Saf*., **36**, 407-417 (2021).
19. Choi, J.H., Nah, J.Y., Lee, M.J., Lim, S.B., Lee, T., Kim, J.S., Diversity and mycotoxin production of *Aspergillus flavus* in stored peanut. *Kor. J. Mycol*., **49**, 303-313 (2021).
20. Ministry of Food and Drug Safety, (2021, December 30). Food code of Korea. Retrieved from https://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=377
21. Lee H.J., Oh G.B., Yang H.C., Park J.C., Park B.J., Na H.J., 2014. Pictorial book of the mold. Korea Fungi Research Association, Seoul, Korea, pp. 106-115.
22. Lee, H.W., Nguyen, T.T.T., Mun, H.Y., Lee, H.S., Kim, C., Lee H.B., Confirmation of two undescribed Fungal species from Dokdo of Korea based on current classification system using multi loci. *Mycobiology*, **43**, 392-401 (2015).
23. Hebert, P.D.N., Gregory T.R., The Promise of DNA Barcoding for Taxonomy. *Syst. Biol*., **54**, 852-859 (2005).
24. Walker, K., Skelton, H, Smith, K., Cutaneous lesions showing giant yeast forms of blastomyces dermatitidis. *J. Cutan. Pathol*., **29**, 616-618 (2002).
25. Summerbell, R., 2002. Ascomycetes: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Sporothrix*, *Piedraia*, and their relatives. Chapter: Pathogenic fungi in humans and animals, No. Ed. 2, pp. 237-498 ref. 578.
26. White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA Genes for phylogenetics. PCR Protocols: A guide to methods and applications, Academic Press, New York, NY, USA, pp. 315-322.
27. Schoch, C.L., Seifert, K.A., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J.L., Levesque, C.A., Chen, W., Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for fungi. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*., **109**, 6241-6246 (2012)
28. He, H., Chen, X., Liu, H., Wu, J., Zhong, X., Earliella scabrosa-associated postoperative Endophthalmitis after Phacoemulsification with intraocular lens implantation: a case report. *BMC Ophthalmol*., **18**, 47 (2018).
29. Arnold, D., McGuire, P., Nera, E., Karpinski, K., Bickis, M., Zawidzka, Z., Fernie, S., Vesonder, R., The toxicity of orally administered deoxynivalenol (vomitoxin) in rats and mice. *Food Chem. Toxicol*., **24**, 935-941 (1986).
30. Mirocha, C., Christensen, C., Nelson, G., 1971. Microbial toxins. In F-2 (Zearalenone) estrogenic mycotoxin from Fusarium, 7rd Ed. (Kadis, A., Ciegler, A. and Ajl, S.J. eds.) Academic Press, New York, NY, USA, pp. 107-138.
31. Yoshizawa, T., Yanashita, A., Luo, Y., Fumonisin occurrence in corn from high- and low-risk areas for human esophageal cancer in China. *Appl. Environ. Microbiol*., **60**, 1626-1629 (1994).
32. Lee, T., Lee, S., Lee, J.H., Yun, J.C., Oh, K.S., Natural occurrence of mycotoxin and fungi in Korean rice. *Res. Plant Dis*., **18**, 261-267 (2012).