

시중 유통 중인 더치커피의 미생물학적인 안전성 평가

김 성 영

경기대학교 교육대학원 영양교육

Microbiological Safety Assessment in Commercial Dutch Coffee

Seong Yeong Kim

Nutrition Education, Graduate School of Education, Kyonggi University

ABSTRACT This study investigated the microbiological safety (total aerobic bacteria, fungi, *Escherichia coli*, coliform, and food poisoning bacteria including *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Listeria monocytogenes* content) of 11 Dutch coffee varieties currently available in coffee shops in Gyeonggi-do. The initial bacterial count was detected as exceeding the safety standards of the Ministry of Food and Drug Safety in 2 out of 11 samples. The average bacterial count after 1 week was generally higher in the samples stored at 30°C (4.88 log colony-forming units CFU/mL) compared to those stored at 4°C (3.26 log CFU/mL). The bacterial count of all the detected samples stored at 4°C and 30°C exceeded the bacterial safety standard after 1 week. Fungi were detected in 4 out of 11 initial samples and their average count was 2.67 log CFU/mL. However, *E. coli*, coliform, and food poisoning bacteria, including *Sal. spp.*, *B. cereus*, *S. aureus*, and *L. monocytogenes*, were not observed. Based on these results, it was concluded that several Dutch coffee varieties served at coffee shops were not microbiologically safe even when refrigerated.

Keywords: Dutch coffee, coffee shop, microbiological safety, bacterial count, fungi

서 론

일반적으로 대부분의 커피는 볶아서 분쇄된 원두커피를 뜨거운 물로 우려 내거나 높은 압력을 가해서 추출하는 제조 방식이다. 그러나 더치커피(Dutch coffee)는 원두커피 분말을 전용 용기에 담고 상온 이하 온도의 물을 한 방울씩 떨어뜨려서 추출하는 점적식 방식이나 분쇄된 원두커피와 저온의 물을 전용 용기에 담고 추출한 뒤 여과하여 원액을 추출하는 침출식으로 제조된다. 추출시간은 약 3시간에서 24시간 정도가 소요되며 콜드브루(Cold brew)라고 부르기도 한다(Caudill 등, 2022; Heo 등, 2019; Kwon 등, 2021; Lee 등, 2022).

일반적인 커피들은 고온에서 추출하기 때문에 쓴맛이나 유기산 성분들이 과도하게 추출되어 거친 쓴맛과 신맛이 우려 나올 가능성이 높은 반면, 더치커피는 저온에서 추출하기 때문에 신맛과 쓴맛이 상대적으로 적고 원두 본연의 맛과 향이 보존되면서도 특유의 부드러운 맛과 향을 잘 나타내는 특징을 나타내므로 소비자들에게 고급커피로 인식되고 있

다(Hwang 등, 2014; Kim 등, 2014). 또한 더치커피는 개인의 취향에 따라서 커피의 농도와 온도를 조절할 수 있을 뿐만 아니라 일반 커피와 달리 추출 원액 상태로도 보관이 가능한 편리성도 가지고 있어 소비자들에게 많은 관심을 받게 되어 더치커피의 판매량도 함께 증가하고 있다(Caudill 등, 2022; Hwang 등, 2014; Kim 등, 2014; Kim, 2019a).

더치커피는 식품 제조가공업체에서 제조·판매하는 ‘액상 커피류’와 커피전문점을 포함한 일반음식점이나 휴게음식점에서 제조하여 판매하는 식품접객업소 ‘조리식품’ 두 가지의 식품 유형으로 분류된다(MFDS, 2022). 커피전문점이란 커피를 주요 품목으로 하면서 가벼운 식사를 포함한 스낵류를 판매하는 곳으로 커피숍, 카페 등으로도 불린다(Kim과 Kang, 2016). 최근 우리나라는 소득수준의 향상과 더불어 소비자들의 커피 소비문화가 지속적으로 상승하였고 이는 국내 커피전문점의 수요 증가와 커피 소비 매출액의 상승으로도 이어졌다(Kim, 2019b).

그러나 2019년도 커피 프랜차이즈 점포에 종사하는 직원들을 대상으로 위생교육 수행 및 위생과 관련된 지식 등을

Received 24 June 2024; Revised 29 August 2024; Accepted 29 August 2024

Corresponding author: Seong Yeong Kim, Nutrition Education, Graduate School of Education, Kyonggi University, 154-42, Gwanggyosan-ro, Yeongtong-gu, Suwon, Gyeonggi 16227, Korea, E-mail: ksyseong@kgu.ac.kr

© 2025 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

조사한 결과, 제조공정 위생관리 수행률과 전반적인 위생 지식에 대한 정답률이 낮았다고 보고하였다(Gu 등, 2021). 또한 2014~2018년 동안 식품의약품안전처가 전국 프랜차이즈 커피전문점을 대상으로 식품위생법 위반 건수를 조사한 결과, 856건이 발생했으며 조사 기간 연도별 위반 건수는 증가하는 추이를 나타냈고 커피전문점 종사자들의 위생교육 미이수 비율은 높았으며 위생지식 수준은 낮은 것으로 드러났다(The Korea Economic Daily, 2019). 게다가 커피전문점에서 제조되는 커피는 유통기한 설정의 의무가 없으므로 종사자들의 위생관리가 취약할 수 있어 커피원두를 포함한 그 외 원료들과 제조시설 등을 포함한 주변 환경으로부터의 미생물학적인 오염도 관리가 더욱 문제가 될 수 있다(Lee 등, 2022).

고온다습한 환경에서 생산되는 커피 원두는 *Aspergillus* 속을 비롯한 다양한 곰팡이가 생육단계부터 생산단계에 이르기까지 쉽게 자랄 수 있으며 이들이 자라면서 생산한 2차 대사산물인 곰팡이 독소(mycotoxin)는 신장독성, 간독성 등의 위험성이 있는 것으로 알려져 있다(Adhikari 등, 2020; Iamanaka 등, 2014; Paterson과 Lima, 2010). 곰팡이는 커피 원두 생산 및 제조, 판매, 유통, 소비 과정을 거치면서 오염되고 더욱 증식하면서 곰팡이 독소를 생산할 가능성이 있다고 보고되고 있다(Adhikari 등, 2020; Paterson과 Lima, 2010).

더치커피는 뜨거운 물로 드립 하거나 고압을 분사하여 단 시간에 제조하는 일반 커피들과는 달리 대부분 상온에서 찬물로 장시간 추출하여 제조되는 특성이 있다. 또한 커피전문점의 규모에 따라 사용하는 커피 원두의 종류도 다양할 뿐만 아니라 품질상태, 볶는 온도 및 볶는 정도, 분쇄과정, 추출온도 및 방법, 숙성온도, 보관온도, 포장 용기 등과 같은 여러 가지 제조공정 상에서의 가공 및 판매 환경 등 변수들도 존재하게 되므로 미생물학적인 오염도에 영향을 크게 미칠 수 있다(Hwang, 2015; Kwon 등, 2021).

게다가 더치커피 제조를 위한 추출기구의 구조는 깨끗하게 세척하기에 어려운 구조적인 형태를 가지고 있을 뿐만 아니라 제조 후 살균과정을 거치지 않기 때문에 미생물학적인 오염 문제 발생의 가능성은 더욱 커질 수 있다(Kwon 등, 2021). 특히, 기온이 올라가는 여름철에는 위생지표균인 대장균을 비롯한 일반세균, 진균류(효모 및 사상균)와 *Bacillus cereus*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* 등의 식중독균들과 같은 미생물학적인 위해도의 가능성도 높아질 수 있는 문제점을 가지고 있다(Lee 등, 2022). 실제 더치커피는 수년 전부터 최근까지 세균수의 기준을 초과한 업체들이 적발되어 지속적으로 비위생적인 더치커피 제품들에 대한 언론 보도가 되고 있다(Lee, 2016; Park, 2022).

따라서 본 연구에서는 더치커피의 품질관리에 취약할 수 있는 식품접객업소인 커피전문점을 대상으로 유통 중인 더치커피를 여름철에 수거한 후 위생지표균인 대장균 및 대장균군을 비롯한 일반세균과 진균류(효모 및 곰팡이)를 분석

하였다. 더불어 비가열식품에서 식중독 발생빈도가 높은 *Sal. spp.*, *B. cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Sta. aureus*의 더치커피에 대한 오염도도 분석하였다. 더치커피 제조의 다양한 환경적 특성 중 보관온도에 따른 미생물학적인 안전성에 대한 영향을 살펴보고자 냉장온도(4°C)와 상온(30°C)에서 4주 동안 보관하면서 미생물학적인 품질특성도 살펴보았다. 본 연구 결과는 더치커피의 위생적인 생산, 제조, 보관, 유통을 위한 건전한 소비 기틀을 마련하는 데 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

재료 및 방법

시료수집

2023년 7월 경기도 수원시에 있으며 개인이 운영하는 각기 다른 커피전문점 매장 9곳을 방문하여 더치커피의 제조 방식에 상관없이 커피 원두 종류의 구성이 다른 2곳에서는 2종류를 구입하였다. 그 외의 매장에서는 모두 한 매장당 1종류씩을 수거하여 총 11종의 더치커피 시료가 미생물 오염도 분석을 위해 사용되었다. 수거된 모든 시료는 각 커피전문점에서 더치커피를 직접 제조하여 판매하고 있었으며 수거 후 냉장온도를 유지하기 위하여 아이스박스에 바로 담아 실험실까지 운반한 후 실험하였다.

일반세균

일반세균은 건조필름법으로 정량분석 하였다. 시험용액 1 mL와 단계별로 희석된 희석액 1 mL를 일반세균 분석용 건조 필름배지(Petri film AC, 3M)에 접종한 후 35±1°C에서 48시간 동안 배양한 후 붉은색을 나타내는 집락을 모두 계수하였다. 시험용액을 가하지 않은 동일 희석액 1 mL를 대조시험액으로 하여 시험조각의 무균 여부를 확인하였다. 일반세균은 3번 반복 실험한 후 평균 집락 수에 희석배수를 곱하여 일반세균 수를 산출하였으며 단위는 log CFU/mL로 표기하였다.

대장균 및 대장균군

대장균 및 대장균군은 건조필름법으로 정량분석 하였다. 시험용액 1 mL와 단계별로 희석된 희석액 1 mL를 대장균 및 대장균군 분석용 건조필름배지(Petri film EC)에 접종한 후, 35±1°C에서 24~48시간 동안 배양하였다. 시험용액을 가하지 않은 동일 희석액 1 mL를 대조시험액으로 하여 시험조각의 무균 여부를 확인하였다. 대장균은 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락 수를 계수한 후 그 평균 집락 수에 희석배수를 곱하여 대장균 수를 산출하였다. 대장균군은 3번 반복 실험한 후 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성한 집락 수를 계수한 후 그 평균 집락 수에 희석배수를 곱하여 대장균군 수를 산출하였으며 단위는 log CFU/mL로 표기하였다.

진균류(효모 및 곰팡이)

효모와 곰팡이는 건조필름법으로 정량분석 하였다. 시험용액 1 mL와 단계별로 희석된 희석액 1 mL를 효모 및 곰팡이 분석용 건조필름배지(Petri film YM)에 접종한 후, 25±1°C에서 72~120시간 동안 배양하였다. 시험용액을 가하지 아니한 동일 희석액 1 mL를 대조시험액으로 하여 시험조작의 무균 여부를 확인하였다. 효모는 전형적으로 균체가 작고 청록색의 뚜렷한 형태를 나타내는 집락을 계수하였으며 곰팡이는 균체가 크고 외관이 불분명하면서 균체 중심에 핵이 있는 집락을 계수하였다. 진균류는 3번 반복 실험한 후 그 평균 집락 수에 희석배수를 곱하여 진균류의 수를 산출하였으며 단위를 log CFU/mL로 표기하였다.

황색포도상구균(*Sta. aureus*)

*Sta. aureus*는 건조필름법으로 정량분석을 했다. 시험용액 1 mL와 단계별로 희석된 희석액 1 mL를 황색포도상구균 분석용 건조필름배지(Petri film STX)에 접종한 후, 35~37±1°C에서 24시간 동안 배양하였다. 적자색 균체가 확인되면 황색포도상구균으로 확인하였다. 그러나 본 실험에서는 집락이 확인되지 않았다. 검체를 가하지 아니한 동일 희석액을 대조시험액으로 하여 시험조작의 무균 여부를 확인하였다.

살모넬라속(*Sal. spp.*)

*Sal. spp.*는 정성분석을 실시하였다. 증균배양은 시료 25 mL에 225 mL의 펩톤식염완충액(buffered peptone water)을 첨가하여 36±1°C에서 18~24시간 배양하였다. 이 배양액을 2종류의 증균배지, 즉 10 mL의 tetrathionate 배지 1 mL와 10 mL의 RV 배지(Rappaport-Vassiliadis R10 broth) 0.1 mL를 첨가하여 각각 36±1°C(tetrathionate 배지) 및 41.5±1°C(RV 배지)에서 20~24시간 동안 증균 배양하였다. 시료를 가하지 아니한 동일 펩톤식염완충액을 대조 시험액으로 하여 시험조작의 무균 여부를 확인하였다. 분리 배양은 각각의 증균배양액을 XLD agar 및 BG sulfa 한천배지(bismuth sulfite 한천배지)에 도말하여 36±1°C에서 20~24시간 배양하였다. 검은색 중심을 갖는 붉은색 집락이 확인되면 확인시험을 실시한다. 그러나 본 실험에서는 집락이 확인되지 않아서 확인시험을 실시하지 않았다. 검체를 가하지 아니한 동일 희석액을 대조시험액으로 하여 시험조작의 무균 여부를 확인하였다.

바실러스균(*B. cereus*)

*B. cereus*는 정성분석을 실시하였다. 균 수 측정은 검체 25 mL를 취한 후, 225 mL의 희석액을 가하여 2분간 고속으로 균질화하여 시험용액으로 하였다. 희석액을 사용하여 10 배 단계로 희석액을 만든 후 mannitol egg yolk polymyxin 한천평판배지에 단계별 희석용액 총 접종액이 1 mL가 되도록 3~5장을 도말하여 30°C에서 24±2시간 배양하였다. 집

락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락이 보이면 양성으로 계수한다. 그러나 본 실험에서는 집락이 확인되지 않아서 확인시험을 실시하지 않았다. 검체를 가하지 아니한 동일 희석액을 대조시험액으로 하여 시험조작의 무균 여부를 확인하였다.

리스테리아균(*L. monocytogenes*)

*L. monocytogenes*는 정성분석을 실시하였다. 증균배양은 검체 25 mL를 취하여 225 mL의 *Listeria* 증균용 LEB 배지를 가한 후 30°C에서 48시간 배양하였다. *Listeria* 증균배지(LEB 배지)에서 증균한 시료를, 백금이를 사용하여 Oxford 한천배지에 도말하여 35~37°C에서 24~48시간 배양하였다. 집락 주변에 검은 색상의 구역이 형성되는 의심 집락이 확인되면 확인시험을 실시한다. 그러나 본 실험에서는 의심집락이 확인되지 않아 확인시험을 실시하지 않았다. 검체를 가하지 아니한 동일 희석액을 대조시험액으로 하여 시험조작의 무균 여부를 확인하였다.

저장실험

더치커피는 일반적으로 원액 상태로 저장하면서 음용하므로 원액의 더치커피 시료 11종을 뚜껑이 있는 코니칼 튜브에 각 50 mL씩을 분주하여 냉장온도(4°C)와 상온(30°C)의 항온조에서 4주 동안 보관하면서 1주일 간격으로 보관된 시료 1개씩을 채취하여 일반세균, 대장균 및 대장균군, 진균류를 분석하였다.

통계 분석

본 연구의 분석 결과는 평균±표준편차로 표기하였다. 결과 분석은 SPSS(Statistics Package for Social Science, SPSS Inc.) 프로그램 윈도우 버전 20.0을 사용하여 통계 분석하였다. 저장 기간 및 시료 간의 비교는 일원배치 분산 분석(one way ANOVA)과 Duncan의 사후분석법(multiple range test)을 이용하여 유의수준 $P < 0.05$ 에서 검증하였다.

결과 및 고찰

일반세균

시중에 유통 중인 더치커피 11종에 대해 일반세균 수를 저장 기간 없이 즉시 분석한 결과, 이 중 3종에서 일반세균이 검출되었다. 3번 시료에서 가장 높은 4.20 log CFU/mL를 나타냈으며 2번 시료에서는 3.16 log CFU/mL, 11번 시료에서는 1.69 log CFU/mL를 나타냈다($P < 0.001$)(Table 1). 식품공전 식품별 기준 및 규격에서 액상커피에 대한 세균 수 기준은 $n=5, c=1, m=100, M=1,000$ 으로 제시되어 있다(MFDS, 2022). 이 기준을 식품접객업소에 포함되는 커피전문점의 더치커피에 적용해 보았을 때, 11종 중 2종이 최대허용한계치(M)를 이미 초과하여 검출되었다.

냉장온도인 4°C에 보관했을 때의 일반세균 수는 최초에

Table 1. Contamination level of total aerobic bacteria in commercial Dutch coffee by storage period at 4°C
Mean±SD (log CFU/mL)

Sample number	Storage period (weeks)					F value	P value
	0	1	2	3	4		
1	ND ^{d1)2)}	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
2	3.16±0.11 ^b	3.15±0.031 ^b	3.13±0.02 ^e	3.12±0.07 ^d	3.09±0.02 ^d	0.53	0.714
3	4.20±0.02 ^{ad3)}	4.35±0.02 ^{ac}	4.53±0.01 ^{aA}	4.51±0.02 ^{aA}	4.46±0.01 ^{aB}	—	—
4	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
5	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
6	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	219.44	<0.001
7	ND ^{dB}	3.21±0.040 ^{bA}	3.18±0.043 ^{bA}	3.25±0.04 ^{cA}	3.32±0.02 ^{cA}	—	—
8	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
9	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
10	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	5,926.57	<0.001
11	1.69±1.47 ^{cC}	2.33±0.35 ^{cBC}	3.09±0.02 ^{dAB}	3.60±0.02 ^{bAB}	3.67±0.01 ^{bA}	4.76	0.021
F value	35.05	763.52	38,777.94	15,950.30	98,059.48		
P value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		

¹⁾ND means not detected.

²⁾Different small letters in the same column mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾Different capital letters in the same row mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

는 검출되지 않았던 7번 시료에서 1주 후에 3.21 log CFU/mL가 검출되어 커피의 품질 안전기준인 최대 허용한계치인 3 log CFU/mL를 초과했다($P<0.001$). 초기에 일반세균이 검출되었던 2번 시료는 4주 후까지 일반세균 수가 저장 기간에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 3번 시료는 초기에 비해 2주(4.53 log CFU/mL)와 3주 후(4.51 log CFU/mL)에 가장 높은 균 수를 나타냈다($P<0.001$). 11번 시료는 초기에는 안전한 일반세균 수를 나타냈으나 1주 후 2.33 log CFU/mL로 증가하기 시작하여 2주 후에는 3.09 log CFU/mL를 나타내어 최대허용한계치를 초과하기 시작하면서 4주 후까지 꾸준히 균 수가 상승하여 냉장온도에서 더치커피는 품질 유지가 되지 않는 것으로 나타났다($P<$

0.05).

30°C에 보관했을 때의 일반세균 수는 냉장온도에 보관했을 때와는 달리, 초기에 일반세균이 발견되었던 2번(5.40 log CFU/mL), 3번(5.60 log CFU/mL), 11번(4.27 log CFU/mL)의 3개 시료 모두에서 1주 후 현저하게 상승한 균 수를 나타내었다($P<0.001$)(Table 2). 더불어 7번의 시료에서도 4.26 log CFU/mL로 매우 높은 일반세균 수가 검출되어($P<0.001$) 섭취하기에는 부적합한 품질수준을 나타냈다. 더불어 30°C에 보관된 시료들은 냉장보관 했을 때와는 달리 4주까지 꾸준히 균 수가 현저하게 증가하여 6.05~8.39 log CFU/mL의 범위를 나타내었고 매우 높은 균 수의 수준으로 검출되어 보관온도가 미생물학적 안전성에 영향을 미치는

Table 2. Contamination level of total aerobic bacteria in commercial Dutch coffee by storage period at 30°C
Mean±SD (log CFU/mL)

Sample number	Storage period (weeks)					F value	P value
	0	1	2	3	4		
1	ND ^{d1)2)}	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
2	3.16±0.11 ^{bE3)}	5.40±0.02 ^{bD}	6.23±0.01 ^{bC}	7.72±0.02 ^{bB}	8.11±0.03 ^{bA}	4,531.60	<0.001
3	4.20±0.02 ^{aE}	5.60±0.01 ^{aD}	6.66±0.01 ^{aC}	7.95±0.01 ^{aB}	8.39±0.01 ^{aA}	54,179.04	<0.001
4	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
5	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
6	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
7	ND ^{dE}	4.26±0.01 ^{cD}	5.51±0.01 ^{dC}	5.74±0.01 ^{dB}	6.05±0.02 ^{dA}	104,824.80	<0.001
8	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
9	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
10	ND ^d	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
11	1.69±1.47 ^{dD}	4.27±0.03 ^{cC}	5.63±0.01 ^{cB}	6.09±0.01 ^{cB}	7.36±0.03 ^{cA}	32.35	<0.001
F value	35.05	157,783.54	1,144,361.22	624,312.04	220,462.36	—	—
P value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	—	—

¹⁾ND means not detected.

²⁾Different small letters in the same column mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾Different capital letters in the same row mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

주요한 인자인 것으로 드러났다.

경기도 보건환경연구원에서 경기도 내 커피전문점에서 판매 중인 더치커피 70건을 수거해 검사한 선행 연구 결과에서도 3건이 일반세균 수 기준을 초과하여 행정조치를 내렸다고 밝힌 바 있었다(Park, 2022). 120~710 CFU/mL로 식품위생법상 액상커피의 일반세균 수 허용기준치(100 CFU/mL)의 약 1.2~1.7배 초과 검출된 결과로 나타나 본 연구 결과와 마찬가지로 커피전문점에서 제조된 더치커피 일부가 일반세균 수 허용기준치를 초과함을 알 수 있었다.

Hwang(2015)의 선행 연구 결과에서는 커피전문점에서 판매되고 있는 시료 21종의 평균 일반세균 수가 35.2 CFU/mL라고 보고하여 허용기준치 이하의 일반세균 수를 나타냈다. 그러나 냉장보관(4°C) 10일 후 86.7 CFU/mL, 상온보관(20°C) 10일 후 98.5 CFU/mL로 일반세균 수가 증가하여 이 결과는 허용기준치보다 약간 적은 일반세균 수를 나타내어 상온뿐만 아니라 냉장보관상에서도 일반세균의 증식이 가능한 것으로 여겨졌다. 그러나 냉장보관과 상온보관 간의 유의적인 차이를 나타냈다고 보고하여 상온보다는 냉장보관이 더욱 안전한 것으로 나타났다. 본 연구 결과에서도 냉장보관 시에는 최대 4.46 log CFU/mL인 반면, 30°C 보관 시에는 최대 8.39 log CFU/mL까지 증가하는 결과를 나타냈으므로 더치커피 원액의 보관은 상온보다는 냉장보관이 요구됨을 알 수 있었다.

Lee 등(2022)의 선행 연구 결과에서도 커피전문점 판매 더치커피 6건에 대해 평균 2.08 log CFU/mL를 나타냈다고 보고하여 일반세균 수의 허용기준치를 초과하는 결과를 나타냈다. Kwon 등(2021)이 온라인과 오프라인의 더치커피를 조사한 결과에서는 온라인에서 구매한 더치커피에서 일반세균 수가 허용기준치(0~6.57 log CFU/mL)를 초과했다고 보고하였다.

일반적으로 커피 원두에는 *Bacillus* 속, *Micrococcus* 속, *Pseudomonas* 속, *Klebsiella* 속, *Enterobacter* 속, *Lactobacillus* 속, *Lactococcus* 속, *Leuconostoc* 속 등과 같은 일반세균들이 존재하는 것으로 알려져 있으므로(dos Santos Gomes 등, 2024) 이들 세균의 생육이 더치커피의 일반세균 수의 증가에 기여했을 것으로 사료된다.

Choi(2020)의 연구에서는 산지별 커피 원두를 구매한 후 일반세균 수를 분석한 결과, 생두는 평균 178.45 CFU/g, 볶은 후 원두커피는 평균 88.23 CFU/g, 분쇄 후 추출한 커피는 평균 43.67 CFU/mL를 나타내고 산지별로 유의적인 차이를 나타냈으나, 액상커피 품질에 대한 일반세균 허용기준치는 초과하지 않았다고 보고하였다.

So 등(2014)의 선행 연구에서는 직접 커피 원두를 구매하여 실험실에서 분쇄한 후 더치커피 원액을 제조한 후 8주 동안 4°C와 20°C에 보관하면서 일반세균 수를 분석한 결과 모든 시료가 1 CFU/mL 미만으로 검출되었다고 보고하여 더치커피의 미생물학적 안전성을 위해서는 추출과정과 보관환경의 위생관리가 매우 중요함을 알 수 있었다.

대장균 및 대장균군과 식중독균

대장균 및 대장균군은 사람이나 동물의 장 내에서 서식하는 세균들로 분변오염의 지표이기 때문에 식품제조관리를 위한 위생지표균으로 사용되고 있다. 이는 적절한 식품위생을 실행하고 있는지를 판단할 수 있는 중요한 지표로 여겨지며 식중독균의 존재 가능성을 의미하기도 하므로 중요하게 여겨진다(Cerca 등, 2023; Koo 등, 2014). 액상 커피류의 경우, 대장균에 대한 기준설정은 없으며 대장균군의 기준은 $n=5, c=1, m=0, M=10$ 으로 제시되어 있다(MFDS, 2022). 본 연구 결과, 위생지표균에 해당하는 대장균 및 대장균군은 수집된 전체 시료 11건 모두에서 다행히 검출되지 않았다(data not shown). 더불어 식중독균에 해당하는 *St. aureus*, *Sal. spp.*, *B. cereus*, *L. monocytogenes* 4종도 모든 시료에 대해 정량 또는 정성분석을 실시한 결과에서 모두 불검출이 확인되었다(data not shown).

Lee 등(2022)의 시중 유통 중인 커피전문점 수거 시료 6건에 대해서도 본 연구 결과와 마찬가지로 대장균 및 대장균군과 더불어 식중독균 12종인 *Pathogenic Escherichia coli*, *L. monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *St. aureus*, *Sal. spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni/coli*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholera*, *Vibrio vulnificus*, *Shigella spp.*, *B. cereus* 모두에 대해서 불검출되었다고 보고하였다.

그러나 커피 열매는 생육단계부터 최종 생산과정까지 토양 속에 자연적으로 존재하는 미생물로부터 포자를 형성하는 식중독균인 *B. cereus*의 오염 위험도가 높아질 수 있다. 물론 볶는 과정에서 포자와 균주가 손상을 입거나 사멸할 수 있으나 볶는 온도가 낮거나 여러 단계의 취급 과정에서 재오염될 수 있는 문제점을 가지고 있다. 실제로 해외에서 유통되었던 커피 제품 중 일부에서 *B. cereus*가 검출된 바가 있었으며 바로 섭취할 수 있는 더치커피에서 *Clostridium botulinum*, *L. monocytogenes*가 검출된 바가 있었으므로(Cerca 등, 2023; Chaves 등, 2012; de Souza와 Abrantes, 2009; FDA, 2017) 더치커피류의 식중독균의 오염에 대한 더 적극적인 관리가 요구된다.

진균류(효모 및 곰팡이)

커피는 수확 후 제조과정 중 탈피 및 건조과정에서 지면과 접촉할 가능성이 매우 높기 때문에 *Aspergillus* 속을 비롯하여 *Fusarium* 속, *Penicillium* 속, *Rhizopus* 속 등의 다양한 곰팡이의 종류가 커피 원두 및 커피 완제품들에서 발견되어 왔다(Adhikari 등, 2020; Iamanaka 등, 2014; Vega 등, 2010). 따라서 본 연구에서는 진균류 수를 분석하였다. 그 결과, 초기 효모 및 곰팡이는 11종의 시료 중 4개의 시료에서 검출(36.40%)된 것이 확인되었다(Table 3). 2번 시료에서 4.50 log CFU/mL로 가장 높은 검출 값을 나타내었으며 7번은 2.48 log CFU/mL, 3번은 2.10 log CFU/mL, 11번은 1.59 log CFU/mL의 균 수를 나타냈다($P<0.001$).

Table 3. Contamination level of fungi in commercial Dutch coffee by storage period at 4°C Mean±SD (log CFU/mL)

Sample number	Storage period (weeks)					F value	P value
	0	1	2	3	4		
1	ND ^{d1)2)}	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
2	4.50±0.02 ^{aC3)}	4.48±0.01 ^{aD}	4.85±0.01 ^{aB}	4.85±0.01 ^{aB}	4.87±0.01 ^{aA}	571.08	<0.001
3	2.10±0.17 ^{bcC}	4.28±0.02 ^{bbB}	4.35±0.03 ^{bbB}	4.30±0.02 ^{bbB}	4.54±0.01 ^{ba}	487.22	<0.001
4	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
5	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
6	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
7	2.48±0.04 ^{bd}	4.06±0.058 ^{cC}	4.12±0.027 ^{cBC}	4.20±0.008 ^{cA}	4.19±0.02 ^{cAB}	1,127.76	<0.001
8	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
9	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
10	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
11	1.59±1.38 ^{cb}	3.30±0.04 ^{dA}	3.355±0.03 ^{dA}	3.386±0.010 ^{dA}	3.31±0.04 ^{dA}	4.77	0.021
F value	38.99	24,539.96	46,010.75	119,090.22	87,996.13		
P value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		

¹⁾ND means not detected.

²⁾Different small letters in the same column mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾Different capital letters in the same row mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

냉장온도에 보관했을 때 1주 후 2번(4.48 log CFU/mL), 3번(4.28 log CFU/mL), 7번(4.06 log CFU/mL)의 시료 모두 4 log CFU/mL 이상의 진균류 수를 나타냈다($P<0.001$). 11번의 시료도 초기 1.59 log CFU/mL에서 1주 후 3.30 log CFU/mL의 진균류의 수를 나타내어($P<0.05$) 초기 증식 속도가 냉장온도에서도 빠르게 나타나는 것으로 여겨졌다. 그러나 2주 후부터는 진균류 수의 증식속도가 크게 증가하지는 않는 것으로 나타났다.

30°C에 보관했을 때의 진균류 수를 냉장온도에 보관했을 때와 비교해 보았을 때, 상대적으로 초기 증식속도도 더욱 빨랐을 뿐만 아니라 4주 보관기간 동안 진균류 수가 꾸준히 증가하는 결과를 나타냈다(Table 4). 초기 진균류 수가 가장 높았던 2번 시료는 1주 후 5.42 log CFU/mL로 증가한 후 4주 후에는 7.33 log CFU/mL까지 유의적으로 증가하는 결

과를 나타냈다($P<0.001$). 7번 시료 또한 1주 후 5.21 log CFU/mL의 진균류 수를 나타내어 5 log CFU/mL 이상이 검출되었을 뿐만 아니라 4주 후에는 6.76 log CFU/mL까지 증가하였다($P<0.001$). 그 외 3번(6.43 log CFU/mL)과 11번(6.13 log CFU/mL)의 시료들은 1주 후 4 log CFU/mL까지 증가하고 4주 후에는 6 log CFU/mL 이상의 진균류 수가 검출되어 30°C 보관기간 동안 꾸준히 진균류 수가 증가하는 경향을 나타냈다($P<0.001$).

Hwang(2015)의 선행 연구 결과에서도 더치커피 30건 중 60%의 시료에서 0.41~0.54 log CFU/mL의 진균류가 검출되었으며, Lee 등(2022)의 연구 결과에서는 커피전문점 6건 중 3건에서 검출되어 50%의 검출률을 나타냈고 진균류 수는 1.00~2.35 log CFU/mL로 보고되었다. 본 연구 결과에서는 시료 중 36.40%의 진균류 검출률을 나타냈으며

Table 4. Contamination level of fungi in commercial Dutch coffee by storage period at 30°C Mean±SD (log CFU/mL)

Sample number	Storage period (weeks)					F value	P value
	0	1	2	3	4		
1	ND ^{d1)2)}	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
2	4.50±0.02 ^{aE}	5.42±0.02 ^{aD}	5.92±0.01 ^{aC}	6.62±0.01 ^{aB}	7.33±0.01 ^{aA}	25,650.95	<0.001
3	2.10±0.17 ^{bcE}	4.18±0.09 ^{cD}	5.46±0.02 ^{cC}	5.82±0.01 ^{cb}	6.43±0.01 ^{ca}	1,141.66	<0.001
4	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
5	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
6	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
7	2.48±0.04 ^{be}	5.21±0.04 ^{bd}	5.602±0.011 ^{bc}	6.435±0.011 ^{bb}	6.76±0.01 ^{ba}	12,534.79	<0.001
8	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
9	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
10	ND ^d	ND ^e	ND ^e	ND ^e	ND ^e	—	—
11	1.59±1.38 ^{cb}	4.06±0.06 ^{dB}	5.27±0.01 ^{dA}	5.73±0.01 ^{dA}	6.13±0.02 ^{dA}	26.21	<0.001
F value	38.99	14,194.15	471,810.14	938,403.92	631,621.21		
P value	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		

¹⁾ND means not detected.

²⁾Different small letters in the same column mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾Different capital letters in the same row mean significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

1.59~4.50 log CFU/mL의 범위를 보여 선행 연구 결과들과 비교해 보았을 때 매우 높은 수준의 초기 진균류 오염도를 나타냈다. 냉장온도와 30°C에서 4주 동안 보관하면서 진균류 수의 추이를 살펴본 결과에서는 4주 후 30°C에서 최대 7.33 log CFU/mL를 나타냈으며, 냉장온도에서도 4.87 log CFU/mL로 매우 높은 수준을 나타내어 진균류는 30°C의 온도뿐만 아니라 냉장온도에서의 오염 및 증식도 심각한 수준임을 알 수 있었다.

커피 제품류에 존재하는 진균류는 주로 생육환경 특성상 커피 원두가 주요한 원인으로 알려져 있으며 곰팡이는 포자로 번식하는 특성이 있어 내건성, 산산성과 같은 환경 저항성이 높은 번식력을 가지고 있다. 선행 연구 결과, 커피 원두에서 *Aspergillus ochraceus*와 *Penicillium verrucosum*이 발견된 바 있었으며 이들은 오크라톡신A를 생산하는 균주로 알려져 있다(Sibanda 등, 2001). 오크라톡신은 매우 독성이 강하여 신장독성, 면역계 독성 및 발암성이 매우 강하다(Pfohl-Leszkowicz와 Manderville, 2007; Vilela 등, 2010). 지구온난화로 인한 기후의 변화로 아열대 지역의 범위가 증가하면서 생육단계에서부터 커피 원두의 곰팡이 생성에 대한 문제점이 더욱 대두되고 있고(Batista 등, 2009) 커피 원두 및 더치커피는 높은 온도 및 높은 상대습도의 여름철에 오랜 기간 보관하면 쉽게 곰팡이가 번식할 가능성이 있다(de Fátima Rezende 등, 2013). 볶은 커피의 유통기한은 약 6개월~1년으로 표기되어 있으며 판매 장소에 따라 보관온도, 볶은 온도 및 처리시간, 유통기간이 다양하여 미생물 오염의 정도 및 번식률에도 영향을 미칠 수 있다(Bokhari, 2007; Kwon 등, 2021).

더치커피는 찬물을 사용하며 추출시간이 오래 걸리기 때문에 커피 원두에 존재할 수 있는 곰팡이의 위험요인이 제거될 기회가 부족한 상태로 더치커피에 그대로 옮겨질 가능성이 있으며 판매점에 따라 추출 온도 조건, 보관온도(숙성온도), 유통기한이 다양하여 일반세균이나 대장균군과 더불어 진균류의 미생물학적인 면이 문제점으로 대두되고 있다. 일반적으로 커피전문점에서 제조되어 시중에 유통되고 있는 더치커피들은 평균적으로 추출 후 1~2주 안에 판매되는 것으로 알려져 있으며, 소비기한은 대부분 1개월 안에 섭취할 것을 권장하고 있으므로(Lee 등, 2022) 진균류 오염 및 증식으로 인한 미생물학적인 위해도의 위험성을 줄이기 위한 커피 원두 품질관리, 제조방법 및 유통관리에 유의해야 한다.

본 연구 결과, 커피전문점에서 판매되는 더치커피 11개 시료 중 2개의 시료가 3.16과 4.20 log CFU/mL를 나타내어 일반세균 수 최대허용한계치를 초과하여 품질 위생관리에 큰 문제를 드러냈다. 냉장온도와 30°C에서 4주 동안 보관하면서 일반세균 수를 분석했을 때 30°C뿐만 아니라 냉장온도인 4°C에서도 증식하여 4개의 시료에서 2.33~4.35 log CFU/mL를 나타내어 초기 균 수의 중요성뿐만 아니라 냉장보관 과정에서도 증식함을 확인할 수 있었다. 다행히 모든 시료에서 위생지표균인 대장균 및 대장균군과 식중독균 4종

Sal. spp., *B. cereus*, *Sta. aureus*, *L. monocytogenes*에 대해서는 불검출 결과를 나타내었으나 진균류의 초기 오염도가 1.59~4.50 log CFU/mL로 매우 높았을 뿐만 아니라 4주 후 냉장온도에서도 3.31~4.87 log CFU/mL, 30°C에서는 6.13~7.33 log CFU/mL까지 증식하여 미생물학적인 위생관리의 문제점을 드러냈다.

본 연구 결과와 선행 연구 결과들로 판단해 볼 때, 커피전문점을 통해 제조되는 더치커피의 일부분이 커피 원두 생산, 제조과정, 보관 및 유통과정과 더불어 소비과정 중에 여러 가지 비위생적인 원인을 통해 오염되어 일반세균 수의 품질허용기준치를 초과하였고 진균류의 오염도도 높은 것으로 여겨졌다. 따라서 커피전문점에서 판매되는 더치커피의 미생물학적인 안전성을 확보하기 위해서는 커피 원두의 생산부터 최종 제품의 제조과정뿐만 아니라 판매, 유통, 보관 및 소비과정에 이르기까지 이와 관련된 관리자 및 작업종사자들을 대상으로 위생개념 고취와 작업관리 표준화 방법에 대한 세심한 대책 마련이 요구된다.

요 약

경기도 수원시 커피전문점에서 제조·판매되고 있는 더치커피 11종을 수거한 후 냉장온도(4°C)와 상온 30°C에서 4주간 보관하면서 일반세균, 대장균 및 대장균군, 진균류(효모 및 곰팡이)와 더불어 식중독균 4종에 대하여 정량 또는 정성 분석을 실시한 후 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 커피전문점에서 판매되는 더치커피 11개 시료 중 2개의 초기 시료에서 일반세균 수가 이미 최대허용한계치를 초과하였으며, 1주일 보관 후 30°C(4.88 log CFU/mL) 보관 시료들이 냉장온도(3.26 log CFU/mL) 보관 시료들보다 평균적으로 높은 일반세균 수를 나타냈다. 진균류는 11개 시료 중 초기 4개의 시료에서 검출되었으며 1주일 보관 후 진균류 또한 30°C(평균 4.72 log CFU/mL)에 보관된 시료들이 냉장온도(평균 4.03 log CFU/mL)에서 보관된 시료들보다 높은 진균 수를 나타냈다. 4주 보관 후에도 일반세균 수뿐만 아니라 진균 수는 냉장보관(일반세균 3.64 log CFU/mL, 진균류 4.23 log CFU/mL)에 비해 30°C에 보관(일반세균 7.48 log CFU/mL, 진균류 6.66 log CFU/mL)했을 때의 균 수가 현저하게 높게 나타나 보관온도가 미생물의 증식에 주요한 영향을 미치는 인자인 것을 확인할 수 있었다. 대장균 및 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았으며 식중독균 4종 *Sal. spp.*, *B. cereus*, *Sta. aureus*, *L. monocytogenes*에 대해서도 모두 검출되지 않았다. 그러나 냉장보관된 더치커피들에서도 일반세균들이 증식하여 1주일 후 4개 시료에서 최대한계허용기준치를 모두 초과하였으며 진균류 또한 냉장온도에서도 빠르게 증식하는 결과를 나타내어 냉장온도도 미생물학적으로 안전하지 않음을 알 수 있었다. 따라서 더치커피를 안전하게 섭취하기 위해서는 커피 원두의 생육단계를 시작으로 수확, 볶기, 추출 등의 제조과정, 판매, 유통, 소비

전 단계에서 미생물학적인 오염 예방 및 증식을 최소화하는 방안이 요구되었다. 본 연구 결과는 더치커피의 안전한 소비를 위한 유용한 기초 자료가 될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2023학년도 경기대학교 학술연구비(일반연구과제) 지원에 의하여 수행되었음.

REFERENCES

- Adhikari M, Isaac EL, Paterson RRM, et al. A review of potential impacts of climate change on coffee cultivation and mycotoxigenic fungi. *Microorganisms*. 2020. 8:1625. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101625>
- Batista LR, Chalfoun SM, Silva CF, et al. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. *Food Control*. 2009. 20:784-790.
- Bokhari FM. Mycotoxins and toxigenic fungi in Arabic coffee beans in Saudi Arabia. *Adv Biol Res*. 2007. 1:56-66.
- Caudill M, Osborne J, Sandeep KP, et al. Viability of microwave technology for accelerated cold brew coffee processing vs conventional brewing methods. *J Food Eng*. 2022. 317:110866. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110866>
- Cerca NF, DePaula J, Calado VMA, et al. Bioactive profile and microbiological safety of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* beverages obtained by innovative cold extraction methods (cold brews). *Food Res Int*. 2023. 174:113667. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113667>
- Chaves JQ, Cavados CFG, Vivoni AM. Molecular and toxigenic characterization of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* strains isolated from commercial ground roasted coffee. *J Food Prot*. 2012. 75:518-522.
- Choi EJ. Comparison of major components and microbial contamination in Arabica coffee (*Coffea arabica*) by origin. Master's thesis. Keimyung University. 2020.
- de Fátima Rezende E, Borges JG, Cirillo MÁ, et al. Ochratoxigenic fungi associated with green coffee beans (*Coffea arabica* L.) in conventional and organic cultivation in Brazil. *Braz J Microbiol*. 2013. 44:377-384.
- de Souza CMOCC, Abrantes SMP. Isolamento e contagem de *B. cereus* em amostras de café torrado e moído comercializado no município do Rio de Janeiro. *Rev CientUFPA*. 2009. 7:1-9.
- dos Santos Gomes W, Pereira LL, da Luz JMR, et al. Exploring the microbiome of coffee plants: Implications for coffee quality and production. *Food Res Int*. 2024. 179:113972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.113972>
- FDA. Death Wish Coffee Co. announces recall of nitro cold brew cans from retailers, online sales. 2017 [cited 2024 Jan 18]. U.S. Food and Drug Administration. Available from: <https://www.fda.gov/safety/recalls/ucm576809.htm>
- Gu SK, Jung S, Kim I, et al. Sanitation management performance according to the characteristics of coffee franchise shops and sanitation knowledge according to the characteristics of employees. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2021. 50:1248-1257.
- Heo JA, Choi KS, Wang S, et al. Cold brew coffee: Consumer acceptability and characterization using the check-all-that-apply (CATA) method. *Foods*. 2019. 8:344. <https://doi.org/10.3390/foods8080344>
- Hwang SH, Kim KS, Kang HJ, et al. Studies on the flavor compounds of Dutch coffee by headspace GC-mass. *Korean J Food Cook Sci*. 2014. 30:596-602.
- Hwang SH. Microorganism contaminants of Dutch coffee and change according to the storage period. *Korean J Food Nutr*. 2015. 28:422-427.
- Iamanaka BT, Teixeira AA, Teixeira ARR, et al. The mycobiota of coffee beans and its influence on the coffee beverage. *Food Res Int*. 2014. 62:353-358.
- Kim KH, Kim AH, Lee JK, et al. Analysis of flavor pattern of various coffee beans using electronic nose. *Korean J Food Sci Technol*. 2014. 46:1-6.
- Kim KM. Physicochemical characteristics of cold-brew Kenya AA according to cold extraction conditions. *Korean J Food Nutr*. 2019a. 32:504-510.
- Kim KY, Kang JH. Study on café choice behavior using extended theory of reasoned action (ETRA) and heuristics theory. *International Journal of Tourism and Hospitality Research*. 2016. 30:83-99.
- Kim TH. Coffee store status and market condition analysis. 2019b [cited 2024 Jan 15]. Available from: <https://www.kbfg.com/kbresearch/report/reportView.do?reportId=1003869>
- Koo EJ, Chung SY, Park JE, et al. Monitoring of microorganism contamination in children-preferred confectioneries in Korea. *J Food Hyg Saf*. 2014. 29:322-326.
- Kwon SH, Kim KS, Lee BM, et al. Monitoring of microbial contamination and caffeine content of cold brew coffee. *J Food Hyg Saf*. 2021. 36:342-346.
- Lee HG. Some Dutch coffee bacteria exceed the standard by 9,900 times... Four times the caffeine of americano. *News-tomato*. 2016 Feb 19 [cited 2024 Jan 17]. Available from: <http://www.newstomato.com/ReadNews.aspx?no=626138>
- Lee HK, Do YS, Park GY, et al. Investigation of microbial contamination of Dutch coffee sold at food service business operator. *J Food Hyg Saf*. 2022. 37:271-276.
- MFDS. Korea food code. 2022 [cited 2024 Jan 15]. Ministry of Food and Drug Safety. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC>
- Park BC. Gyeonggi-do Public Health and Environment Research Institute, administrative action against Dutch coffee for exceeding microbial contamination standards. *DNEWS*. 2022 Apr 14 [cited 2024 Jan 17]. Available from: <https://www.dnews.co.kr/uhtml/view.jsp?idxno=202204140931138220751>
- Paterson RRM, Lima N. How will climate change affect mycotoxins in food? *Food Res Int*. 2010. 43:1902-1914.
- Pfohl-Leszkwicz A, Manderville RA. Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. *Mol Nutr Food Res*. 2007. 51:61-99.
- Sibanda L, De Saeger S, Bauters TGM, et al. Development of a flow-through enzyme immunoassay and application in screening green coffee samples for ochratoxin A with confirmation by high-performance liquid chromatography. *J Food Prot*. 2001. 64:1597-1602.
- So YJ, Lee MW, Yoo KM, et al. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of Dutch coffee depending on different extraction conditions and storage. *Korean J Food Sci Technol*. 2014. 46:671-676.
- The Korea Economic Daily. Bacteria are inadvertently bought and eaten... Franchise cafe hygiene 'Mess Up'. 2019 Oct 4 [cited 2024 Jan 15]. Available from: <http://news.wowtv.co.kr/NewsCenter/News/Read?articleId=A201910040335&t=KO>
- Vega FE, Simpkins A, Aime MC, et al. Fungal endophyte diversity in coffee plants from Colombia, Hawai'i, Mexico and Puerto Rico. *Fungal Ecology*. 2010. 3:122-138.
- Vilela DM, Pereira GVM, Silva CF, et al. Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.). *Food Microbiol*. 2010. 27:1128-1135.