

미곡창고 오염균주에 대한 천연추출물의 항균활성

이소영¹ · 김진희¹ · 김꽃봉우리¹ · 송유진¹ · 김아람¹ · 박선미¹ · 한충수² · 안동현^{1*}

¹부경대학교 식품생명공학부/식품연구소

²충북대학교 바이오시스템공학부

Antimicrobial Activities of Medicinal Herbs and Seaweeds Extracts Against Microorganisms Isolated from the Rice Warehouses

So-Young Lee¹, Jin-Hee Kim¹, Koth-Bong-Woo-Ri Kim¹, Eu-Jin Song¹, Ah-Ram Kim¹, Sun-Mee Park¹, Chung-Soo Han² and Dong-Hyun Ahn^{1*}

¹Faculty of Food Science & Biotechnology/Institute of Food Science,
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract

In order to prevent the quality deterioration of rice from microbial infection, we investigated antimicrobial activities of *Morun albalinne*, *Glycyorrhiza uralensis*, *Sargassum siliquastrum*, and *Ecklonia cava* against isolated microorganisms from the paddy and warehouses. The major types of the bacteria grown in the paddy and rice warehouses were *Sphingomonas paucimobilis*, *Arthrobacter atrocyaneus*, and *Bacillus* spp. such as *Bacillus cereus*. Additionally *Deuteromycetes*, *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. were considered as major contaminant microorganisms in the paddy and rice warehouses. As results of the paper disc assay against the isolated microorganisms, the ethanol extracts with *Morun albalinne*, *Glycyorrhiza uralensis*, *Sargassum siliquastrum*, and *Ecklonia cava* showed effective antimicrobial activities. Especially, *Morun albalinne* showed the strongest growth inhibition on the isolated bacteria at 0.0025~0.0075%.

Key words: paddy, rice warehouse, antimicrobial activity

서 론

우리나라의 국민 1인당 쌀 소비량은 1995년 111 kg, 1996년 99 kg, 2001년 88.9 kg, 2003년 83.2 kg으로 지속적인 감소를 보이고 있으며, 연속풍년 및 MMA(minimum market access) 수입량 등으로 그 재고량은 증가하고 있다(1). 또한 쌀 시장개방으로 당해 연도부터 의무수입량의 10% 시판을 시작으로 매년 단계적으로 시판량을 늘려야 하며, 생활수준의 향상으로 인해 쌀의 소비형태가 양보다는 질을 우선하는 경향이 급증됨에 따라 국내 쌀의 소비를 촉진하기 위해서는 고품질 쌀의 생산 및 보급이 불가피한 실정이다. 쌀의 품질은 생산 시의 품종과 재배환경에 따라 결정되고 수확 후 저장 조건에 따라 좌우되는데, 최근 들어서는 품종의 개량, 재배방법의 개선으로 인해 산지별, 품종별 품질차이는 점차 감소하는 추세에 있다(2). 따라서 건조, 저장, 가공 등과 같은 수확 후 관리방법이 쌀의 품질을 결정하는 주요 인자로 인식되고 있다. 더욱이 쌀은 재배기간이 길고 수확기간이 짧은 작물로서 생산된 대부분의 나락이 일정기간 저장된 후 소비

되므로 소비자가 판단하는 쌀의 품질은 품종과 재배환경보다는 저장 조건에 많은 영향을 받게 된다. 곡물 저장중의 품질 저하 원인은 호흡에 의한 수분 및 영양손실의 증대, 구성성분의 분해, 미생물이나 해충의 발생에 의한 것이 많다(3). 1980년대 이전에는 주로 통가리, 뒤주, 곳간 등에 벼를 저장하였기 때문에 쥐 및 해충 등에 의한 품질 저하가 많았으나 개량곳간이 보급되고 RPC(rice processing complex) 저장시설이 설치되면서 쥐 및 해충으로 인한 손실은 현저하게 감소되었다(2). 그러나 미생물의 생육으로 인한 쌀의 품질 저하는 여전히 문제가 되고 있다. 저장 중 쌀의 품질 저하는 지방질 가수분해효소와 자동산화에 의해 생성된 가수분해물이 단백질과 상호작용을 하여 일어나는 단백질 용해도 감소, 유리지방산과 과산화물질의 증가, *n*-hexanal 등의 카르보닐 화합물에 의한 점도 감소 및 고미취 발생(4-6) 등이 알려져 있다. 또한 Kim 등(7)은 곰팡이를 비롯한 여러 미생물과 쌀 바구미 등의 생육이 저장중인 쌀의 수분함량 및 지방질, 환원당, 곡립경도 및 아밀로그래프의 최대점도 등에 영향을 미쳐 품질을 저하시킨다고 보고하였다. 이러한

*Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr
Phone: 82-51-620-6429, Fax: 82-51-622-9248

쌀의 품질을 저하시키는 오염미생물 중에는 *Aspergillus* spp.와 같이 mycotoxin을 생산(8)하거나 *B. cereus*처럼 열 저항성을 가지는 포자 형성 균들도 포함되어 있어 큰 문제가 되고 있다(9). 이에 따라 쌀 오염 미생물에 의해 생성되는 독소에 대한 연구(10)가 이루어져 왔으며, 쌀 변질의 원인 균주에 대한 분리 및 동정에 관한 연구(11,12), 쌀의 저장성 증진을 위한 감마선 조사에 관한 연구(13,14) 등이 이루어졌으나, 미곡 저장창고내의 미생물학적 오염도에 대한 연구와 각 오염균의 생육억제에 대한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 미곡창고의 미생물학적 오염도를 조사하고 미곡창고내에 존재하는 주요 오염균들을 분리 동정한 후, 이 오염균에 대한 상백피, 감초, 파배기 모자반 및 감태 추출물의 항균효과를 연구하여 쌀의 저장 중 품질저하를 일으킬 수 있는 미생물에 대한 효과적인 억제 방안을 연구하였다.

재료 및 방법

재료

상백피(*Morun albalinne*), 감초(*Glycyrrhiza uralensis*)는 한의원에서 국내산을 구입하였으며, 파배기 모자반(*Sargassum siliquastrum*)과 감태(*Ecklonia cava*)는 부산 연안에서 채취하여 담수로 깨끗이 씻은 후 실온에서 건조하였다. 이를 잘게 분쇄한 후 -70°C 에서 동결 저장하며 사용하였다.

추출물의 제조

상백피, 감초, 파배기 모자반 및 감태를 분쇄하여 10배(g/mL)의 ethanol을 가하여 실온에서 24시간 교반하며 추출하였다. 이를 3,000 rpm에서 10분간 원심분리(UNION 32R, Hanil Co., Korea)하여 상층액은 취하고 잔사는 위와 동일한 방법으로 다시 2회 반복 추출하였다. 상층액만을 모아 여과지(Advanec 5A)로 여과한 후 rotary evaporator(RE200, Yamato Co., Japan)로 농축하여 37°C 에서 건조하였다. 이를 -20°C 에서 보관하며 사용하였다.

쌀 오염균주의 분리 및 동정

경남 3곳의 미곡창고에서 나락, 먼지, 낙하균을 채집하여 NAS(nutrient agar+1% starch), YM(yeast malt agar), PDA(potato dextrose agar) 배지에서 배양하였다. 이때 세균은 NAS, 효모는 YM, 곰팡이는 PDA 배지에서 분리하였다. NAS 배지에서 분리한 세균은 집락의 형태 관찰 및 Gram stain(15)을 행하여 균주의 특징을 조사한 후 동정하였고 효모는 현미경 하($\times 400$)에서 효모 확인 후 동정하였으며 곰팡이는 현미경 관찰로 분류 동정하였다. 이때 세균과 효모의 동정은 미생물 동정 분류기를 사용하여 균체내의 지방산을 agilent gas chromatograph(Agilent 6890 GC, California, USA)로 자동 분석한 후 Sherlock system database profile과 상호 비교한 후 동정하였다. 이때 지방산 분석에 사용한 GC의 column은 HP 19091B-102(25 m \times 200 mm \times 0.33 μm)를 사용하였다. Injector 온도는 250°C , column

온도는 325°C 였으며, carrier gas로는 수소(30 mL/min)를 사용하였다.

Paper disc assay

높이가 4~5 mm인 MHA(Muller Hinton Agar) 평판 배지에 미곡창고에서 분리한 균액을 농도가 약 $10^5\sim 10^6$ CFU 가량(16) 되도록 분주한 후 도말 삽으로 도말하였다. 여기에 지름이 6 mm인 paper disc를 고정시키고 ethanol을 사용하여 50, 10, 1 mg/mL 농도로 희석한 천연추출물을 20 μL 흡수시켜 paper disc에 함유된 추출물 건조 고형분 함량이 각각 1, 0.2, 0.02 mg이 되도록 하였다. 이를 실온에서 약 1시간 가량 확산시킨 후 37°C incubator에서 배양하였다. 이 때 효모는 확산 후 28°C incubator에서 48시간 배양하였으며, 곰팡이는 실온에서 3~5일간 배양하였다. 배양 후 형성된 clear zone의 크기로 항균력을 판별하였다.

MIC(minimum inhibitory concentration)

멸균 후 완전히 굳지 않은 MHA 배지에 해조류 추출물을 최종 농도가 배지량에 대한 추출물 건조 고형분 함량의 농도(%)가 되도록 첨가하였다. 여기에 미곡창고에서 분리한 균액을 약 $10^5\sim 10^6$ CFU 가량(16) 혼합하였다. 이를 평판에 분주하여 실온에서 굳히고 37°C incubator에서 24시간 배양하였다. 효모는 28°C incubator에서 48시간, 곰팡이는 실온에서 3~5일간 배양하였다. 배양 후 현미경 상에서 균의 성장이 관찰되지 않은 평판의 농도를 최소저해농도(MIC)로 하였다.

결과 및 고찰

쌀 오염균주의 분리 및 동정

미곡창고 내의 미생물학적 오염도를 조사하기 위해 경남지역 3곳의 상온저장창고에서 나락, 먼지, 공기 중의 낙하균을 채집한 후 이를 배양하고 오염균을 분리하였다(Table 1). 미곡창고에 보관되어 있는 나락에서 분리한 미생물의 분포를 조사한 결과 세균은 총 26종이 분리되었으며, 분리된 세균의 83.18%를 차지하는 우점균은 *Sphingomonas paucimobilis*, *Arthrobacter atrocyaneus*, *Xanthomonas arboricola*, *Bacillus macerans*, *Bacillus* spp.으로 밝혀졌다. 이중 *Sphingomonas paucimobilis*, *Arthrobacter atrocyaneus* 두 균주는 전체의 50% 이상을 차지하여 보관된 나락의 주요 오염균임을 알 수 있었다. 나락에서 분리된 곰팡이는 총 5종으로 많은 종이 분리되지는 않았으며, 분리된 5종 중 94.30%를 차지하는 우점균은 *Phoma* spp.와 불완전균류 2종으로(각각 *Deuteromycetes* (A), *Deuteromycetes* (B)로 표기) 밝혀졌다. 또한 나락에서는 4종의 효모가 분리되었는데, *Candida ernobii*, *Candida deserticola*, *Candida valida*, *Cryptococcus albidus*로 대부분이 *Candida* spp. 효모로 동정되었다. 한편 먼지에서는 총 117종의 세균과 49종의 곰팡이가 분리되었는데, 분포된 세균 전체의 72.02%를 차지하는 우점종은

Table 1. Isolated microorganisms from the paddy and rice warehouses

	Microorganisms	Major species	Characterization	Percent of major species	Percent of matching with profile
Paddy	Bacteria (26 species)	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	yellow colony, round, gram(-), cocci	31.24	74.80
		<i>Arthrobacter atrocyaneus</i>	yellow colony, round, gram(-), cocci	22.34	43.50
	Molds (5 species)	<i>Deuteromycetes</i> (A)	cream to pink, produce raddish pigment	50.00	ND ²⁾
		<i>Phoma</i> spp. <i>Deuteromycetes</i> (B)	white, nonspore dark brown, spore	30.50 13.80	60.90 ND
Dust in the warehouses	Bacteria (117 species)	<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	yellow colony, round, gram(-), cocci	24.97	74.80
		<i>Bacillus cereus</i>	white colony, gram(+), streptobacilli	14.76	3.30
		<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	yellow colony, round, gram(-), cocci	13.81	74.10
	Molds (49 species)	<i>Deuteromycetes</i> (B) <i>Aspergillus nidulans</i>	dark brown, spore dark green to deep green spore	64.30 13.30	ND 51.20
Air in the warehouses	Bacteria (64 species)	AS ¹⁾ -1	yellow colony, round, gram(-), cocci	16.18	NM ³⁾
		AS-2	white colony, gram(+), streptobacilli	9.06	NM
		<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	yellow colony, round, gram(-), cocci	6.47	74.80
	Molds (59 species)	<i>Deuteromycetes</i> (B) <i>Aspergillus oryzae</i>	dark brown hyphae, spore dark green, spore	51.47 26.85	ND 62.60

¹⁾AS: The strains were isolated into air in the warehouses. ²⁾ND: Not done. ³⁾NM: Not match.

Sphingomonas paucimobilis, *Bacillus cereus*, *Curtobacter flaccumfaciens*, *Bacillus* spp., *Bacillus sphaericus*로 밝혀졌으며 대부분이 그람 음성균이었다. 이중 *Sphingomonas paucimobilis*, *Bacillus* spp.는 창고에 저장되어 있던 나락에서도 높은 빈도로 발견되어진 것으로 창고 내의 환경이 나락에도 영향을 미침을 알 수 있었다. 먼지에서 분리된 곰팡이의 86.36%를 차지하는 우점종은 불완전균류 1종, *Aspergillus nidulans*와 *Aspergillus oryzae*로 밝혀졌으며, 64.30%를 차지하는 우점종인 불완전균류(*Deuteromycetes* (B))는 나락에서 분리된 균종과 같은 것으로 창고내의 환경이 나락에도 영향을 미침을 알 수 있었다. 창고내의 낙하균으로는 세균 64종, 곰팡이 59종이 분리되었는데, 우점균주를 대상으로 동정을 실시한 결과 한 종만이 Sherlock system database profile과 matching되어 *Sphingomonas paucimobilis*인 것으로 밝혀졌으며, 나머지 균들은 matching되지 않아 균의 형태와 그람 염색 상으로 분리한 후 AS-number로 표기하였다. 창고 내 공기 중에서 분리된 세균의 50.15%를 차지하는 우점균은 AS-1, AS-2, *Sphingomonas paucimobilis*, AS-3, AS-4, AS-5, AS-6인 것으로 나타났다. 창고 내 공기 중에 존재하는 곰팡이의 82.72%를 차지하는 우점종은 불완전균류 1종과 *Aspergillus oryzae*, *Penicillium* spp.로 밝혀졌으며, 이중 가장 높은 비율을 보인 불완전균류와 *Aspergillus oryzae*는 각각 나락과 창고내의 먼지에서도 발견된 종으로 창고내의 환경이 나락의 품질에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 보면 창고내의 나락과 환경으로부터 유래된 주요 세균은 *Sphingomonas paucimobilis*, *Bacillus cereus*를 비롯한 여러 *Bacillus* spp.인 것으로 밝혀졌으며, 주요 오염 곰팡이는 불완전균류, *Aspergillus* spp. 및 *Penicillium* spp.인 것으로 밝혀졌다. 이는 국내산 미곡에서 분리된 주요 오염균을 분리 동정한 결과 *Bacillus* spp. 세균과 *Aspergillus*

spp. 및 *Penicillium* spp.이 주요 오염균이었다는 것과 유사한 결과이며(17), 일부 시판 백미에서 *Bacillus cereus*가 $10^1 \sim 10^2$ CFU/g 수준으로 검출되었다는 결과(8)와도 유사한 결과이다. 일반적으로 쌀은 낮은 수분함량으로 인해 미생물학적 안전성이 높은 것으로 인식되어 있다. 하지만 국산 쌀의 미생물학적 오염 현황을 조사한 결과가 의하면 $10^5 \sim 10^6$ CFU/g의 미생물학적 오염도를 가지는 것으로 밝혀졌는데(9), 이들 균 중에는 내열성이 있어 취반 과정에서 도살아남아 인체 내 장 상피세포에 부착하여 enterotoxin을 생산하는 *Bacillus cereus*(18,19)와 mycotoxin을 생산하여 식품위해를 유발할 수 있는 *Aspergillus* spp. 및 *Penicillium* spp.가 분포하고 있어(8) 문제가 되고 있다. 본 실험의 연구결과에 의하면 나락에서 분리된 주요 우점균주와 미곡창고내의 환경으로부터 분리된 주요 우점균주 중 일부가 일치하는 것으로 보아 쌀의 미생물학적 오염은 미곡창고의 환경에서 유래되었을 가능성이 있는 것으로 사료된다. 따라서 미곡창고내의 미생물 오염도를 줄이면 나락의 미생물학적 오염도를 낮추어 쌀의 품질 유지 및 미생물학적 안전성을 확보하는데 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

항균 및 항진균 활성

경남지역 3곳의 미곡창고에서 분리된 주요 오염균에 대한 상백피, 감초, 파배기 모자반 및 감태의 항균 및 항진균 활성을 paper disc 법으로 측정하였다. 주요 오염세균에 대해서는 상백피, 감초, 파배기 모자반 그리고 감태가 10 mg/mL 농도에서 모두 효과가 있는 것으로 나타났으며, 1 mg/mL 농도에서도 상백피, 감초, 파배기 모자반이 *Sphingomonas paucimobilis*를 제외한 모든 균주에 대해 항균효과를 가지는 것으로 나타났다(Table 2). 특히, 상백피와 감초가 뛰어난 효과를 보였는데, 이들은 10 mg/mL 농도에서 대부분의 오염균에 대해 1.5~3 mm 정도의 생육저해환을 형성하여 뚜

Table 2. Antimicrobial activities of ethanol extracts with medicinal herbs and seaweeds by paper disc (unit: mg/mL)

	<i>Morun albalinne</i>		<i>Glycyorrhiza uralensis</i>		<i>Sargassum siliquastrum</i>		<i>Ecklonia cava</i>	
	10	1	10	1	10	1	10	1
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	+	+	+	-	+	-	++	+
<i>Arthrobacter atrocyaneus</i>	+++	++	++	+	+	+	+	-
AS ¹⁾ -1	++	+	++	+	+	+	+	-
AS-2	++	++	++	+	++	+	+	-
<i>Bacillus cereus</i>	++	+	++	+	+	+	+	-
<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	++	++	++	+	+	+	+	-

Growth inhibition size of clear zone: -, not detected; +, less than 1.5 mm; ++, 1.5~3 mm; +++, 3~5 mm.

¹⁾AS: The strains were isolated into air in the warehouses.

Table 3. Antifungal activities of ethanol extracts with medicinal herbs and seaweeds by paper disc (unit: mg/mL)

	<i>Morun albalinne</i>		<i>Glycyorrhiza uralensis</i>		<i>Sargassum siliquastrum</i>	
	50	10	50	10	50	10
<i>Candida ernobii</i>	+	-	+	-	+	+
<i>Candida deserticola</i>	+	-	-	-	+	+
<i>Candida valida</i>	+	-	-	-	+	-
<i>Aspergillus oryzea</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Aspergillus nidulans</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Deuteromycetes</i> (B)	-	-	-	-	-	-

Growth inhibition size of clear zone: -, not detected; +, less than 1.5 mm; ++, 1.5~3 mm.

어난 항균효과를 가지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 상백피, 감초, 파배기 모자반 및 감태 ethanol 추출물이 식품 부패 및 식중독에 관여하는 여러 미생물에 대해 뛰어난 항균 활성을 보였다는 연구결과와 유사하였다(20-22). 또한 이들 추출물은 그람 음성균에 비해 그람 양성균에 대한 생육억제 효과가 더 뛰어나다고 하였는데(23), 본 실험에서도 분리·동정된 균주 중 그람 양성 균주인 *Bacillus cereus*와 AS-2에 대한 효과가 그람 음성 균주에 대한 효과보다 뛰어난 것으로 나타났다.

한편, 항진균 효과를 측정한 결과(Table 3) 상백피, 감초 및 파배기 모자반은 50 mg/mL 농도에서 곰팡이에 대한 생육억제효과가 없었으나, 분리된 *Candida* spp. 효모에 대해서는 생육억제효과가 있었다. 특히 파배기 모자반은 10 mg/mL 농도에서도 *C. ernobii*와 *C. deserticola*의 생육을 억제하여 항균효과 뿐만 아니라 항진균 활성도 뛰어난 것으로 나타났는데, 이는 파배기 모자반이 4 mg/mL 농도에서 효모의 생육을 효과적으로 억제하였다는 Lee(22)의 연구와 유사한 것이다.

MIC test

미곡창고에서 분리된 주요 오염균에 대한 상백피, 감초,

파배기 모자반 및 감태의 최소저해농도(MIC)를 측정한 결과(Table 4) 감초는 0.01~0.005%의 농도에서 주요 오염균의 생육을 억제하였으며, 파배기 모자반과 감태는 0.075~0.1%의 농도에서 오염균의 생육을 억제하는 것으로 나타났다. 상백피는 0.0025~0.0075% 농도에서 주요 오염균의 생육을 억제하여 가장 뛰어난 항균력을 가지는 것으로 밝혀졌다. 특히 나라에서 가장 높은 빈도로 분포하며, 창고 내 환경에서도 다수 분포하였던 *Sphingomonas paucimobilis*와 내열성 포자를 형성하여 취반과정 중에도 살아남아 인체 내에서 enterotoxin을 생산하는 *Bacillus cereus*의 생육을 각각 0.0075% 및 0.0025%의 농도에서 효과적으로 억제하여 쌀의 미생물학적 안전성을 확보하는데 효과적으로 사용할 수 있으리라 생각된다. 이러한 결과는 곡류 및 곡류의 저장시설에 훈증제로 사용하는 ethylene oxide를 쌀 분리 균주에 대해 처리한 경우 1.6%의 농도에서 효과가 있었다는 Mheen 등(24)의 연구결과와 비교해 볼 때 낮은 농도에서 균의 생육을 억제하는 것이다. 또한 일반적으로 미생물에 의한 식품의 부패 및 변질을 막기 위해 사용되는 보존료의 첨가농도가 sodium propionate의 경우 1%이고(25), 식품저장 시설이나 취급시설에서 미생물의 오염을 방지하기 위해 사용되는 염

Table 4. Minimum inhibitory concentrations of ethanol extracts with medicinal herbs and seaweeds (unit: %)

	<i>Morun albalinne</i>	<i>Glycyorrhiza uralensis</i>	<i>Sargassum siliquastrum</i>	<i>Ecklonia cava</i>
<i>Sphingomonas paucimobilis</i>	0.0075	0.05	0.1	0.1
<i>Arthrobacter atrocyaneus</i>	0.0025	0.025	0.075	0.01
AS ¹⁾ -1	0.005	0.01	0.01	0.1
AS-2	0.0025	0.0075	0.0075	0.1
<i>Bacillus cereus</i>	0.0025	0.005	0.01	0.05
<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i>	0.005	0.0075	0.1	0.075

¹⁾AS: The strains were isolated into air in the storehouse.

소계, 요오드계 및 과산화물계 살균소독제의 유효 살균농도가 0.1~1%임을 감안할 때(26), 이들 천연 추출물은 낮은 농도에서도 균의 생육을 효과적으로 억제하므로 미곡창고 내의 환경이나 나락에 이들 추출물을 처리하면 균의 생육을 효과적으로 억제할 수 있으리라 생각된다. 또한 이들 추출물은 오랜 기간 동안 약재나 식용으로 사용되어 오면서 그 안전성이 이미 입증되어 있기 때문에 미곡창고가 아닌 나락에 직접 처리하여 오염균의 생육을 억제하는 방법으로도 사용 가능하리라 생각된다.

요 약

쌀의 저장 중 미생물학적 요인에 의한 품질 저하를 억제하기 위해 미곡창고 내의 환경과 창고 내에 보관되어 있는 나락에서 곰팡이, 세균 및 효모를 분리·동정한 후 주요 오염균에 대한 상백피, 감초, 파배기 모자반 및 감태의 항균효과를 조사하였다. 미곡창고 내의 환경과 나락에서 분리된 주된 오염균은 *Sphingomonas paucimobilis*와 *Bacillus cereus*를 비롯한 여러 *Bacillus* 속 세균과 불완전균류, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.의 곰팡이 그리고 *Candida* spp.의 효모인 것으로 나타났다. 분리된 균주에 대한 천연추출물의 항균력을 측정한 결과 상백피, 감초, 파배기 모자반 및 감태 모두 미곡창고 오염균주에 대해 항균력이 있는 것으로 나타났다. 특히 상백피의 항균력이 뛰어난 것으로 나타났는데, 0.0025~0.0075% 농도에서 주요 오염균의 생육을 억제하였으며, 내열성 포자를 형성하는 *Bacillus cereus*의 생육을 0.0025% 농도에서 억제하였다. 이상의 결과를 볼 때 이들 천연추출물을 미곡창고 내에 처리하거나 나락에 직접 처리할 경우 쌀의 저장 중 미생물학적 안전성을 확보할 수 있을 것으로 생각된다.

문 헌

1. 농촌진흥청. 2004. 농촌진흥사업 통계자료. p 236.
2. Kim DC. 2002. Post harvest technology for high quality rice. Special lecture at national symposium rice fare of Korea Soc of Food Preserv. Chuncheon, Korea. p 54-68.
3. Kim DC. 2004. Present status and future improvement for post harvest of rice. 2004 symposium and annual meeting of Korean Soc of Crop Sci. Deagu, Korea. p 2-13.
4. Shibuya N, Iwasaki T, Yanase H, Chikubu S. 1974. Studies on deterioration of rice and milled rice during storage. *J Soc Food Sci Technol* 21: 597-603.
5. Hwangbo JS, Lee SR. 1976. Changes in eating quality and lipid components of Tongil rice variety in storage. *Korean J Food Sci Technol* 8: 74-79.
6. Shin MG, Rhee JS, Kwon TW. 1985. Effects of amylase activity on changes in amylogram characteristics during storage of brown rice. *Agric Biol Chem* 49: 2505-2508.
7. Kim YB, Han WN, Yoo TJ. 1985. Effect of rice weevil and mold on quality of stored rice. *Korean J Food Sci Technol* 17: 399-402.
8. Kang HY, Lee YW, Chung DH, Kim JG, Pestka JJ. 1989. Hygienic studies on some Korean cereals. *J Korean Publ Hlth Assoc* 15: 83-90.
9. Jang JH. 2003. Prevalence of toxigenic *Bacillus cereus* group and contamination reduction in grain food. *MS Thesis*. Kyungwon University, Seongnam, Korea.
10. Lee CJ, Kim YB. 1989. Influence of koji molds on the production of aflatoxins by *Aspergillus flavus* in rice. *Korean J Food Sci Technol* 21: 721-725.
11. Cho DH, Chun JK, Kim YB. 1972. Types of deterioration of storage rice in Korea and identification of the causative microorganisms (I). *J Korean Agric Chem Soc* 15: 193-198.
12. Kim YB, Cho DH. 1973. Types of deterioration of storage rice in Korea and identification of the causative microorganisms (II). *J Korean Agric Chem Soc* 17: 54-62.
13. Kim HS, Choi YR. 1969. Studies on the preservation of Korean rice by gamma-irradiation (I). *J Korean Assoc Food Sci* 1: 51-61.
14. Kim HS, Choi YR, Kim SK, Harn IJ. 1970. Studies on the preservation of Korean rice by gamma-irradiation (III) on disinfection of rice by gamma-ray irradiation. *J Korean Assoc Food Sci* 1: 113-120.
15. Harrigan WF, McCance ME. 1960. *Laboratory methods in microbiology*. 3rd ed. Academic Press, London and New York. p 8-9, 17-18.
16. Kim YS, Shin DH. 2005. Volatile components and antibacterial effects of pine needle (*Pinus densiflora* S. and Z.) extracts. *Food Microbiology* 22: 37-45.
17. Mheen TI, Cheigh HS, Ragunathan AN, Majumder KS. 1982. Studies on the fungi in stored rice. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 10: 191-196.
18. Jaquette CB. 1998. Survival and growth of psychrotrophic *Bacillus cereus* in dry and reconstituted infant rice cereal. *J Food Protection* 61: 1629-1635.
19. Granum PE. 1997. *Bacillus cereus* and its food poison toxins. *FEMS Microbiol Lett* 157: 223-228.
20. Park UY, Kim SH, Kim JH, Kim YG, Chang DS. 1995. Purification of antimicrobial substance for the extract from the root bark of *Morus alba*. *J Fd Hyg Safety* 10: 225-230.
21. Ahn EY, Shin DH, Baek NI, Oh JA. 1998. Isolation and identification of antimicrobial active substance from *Glycyrrhiza uralensis* FISCH. *Korean J Food Sci Technol* 30: 680-687.
22. Lee SY. 2006. Antimicrobial activity of seaweeds extracts for food spoilage and food poisoning microorganism. *MS Thesis*. Pukyung Univ., Busan, Korea.
23. Kim SJ, Shin JY, Park YM, Chung KM, Lee JH, Kwon DH. 2006. Investigation of antimicrobial activity and stability of ethanol extracts of licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). *Korean J Food Sci Technol* 38: 241-248.
24. Mheen TI, Narasimhan KS, Cheigh HS, Majumder SK. 1982. Studies in the growth and control of stored paddy rice. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 10: 297-305.
25. Kim SI, Han YS. 1997. Isolation and identification of antimicrobial compound from Sancho (*Zanthoxylum schinifolium*). *Korean J Soc Food Sci* 13: 56-63.
26. Lee MJ, Kim YS, Cho YH, Park HK, Park BK, Lee KH, Kang KJ, Jeon DH, Park KH, Ha SD. 2005. Evaluation of efficacy of sanitizers and disinfectants marketed in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 37: 617-677.

(2006년 11월 21일 접수; 2007년 3월 18일 채택)