

항균성 *Monascus* 균주의 Screening 및 영양원과 배양조건이 항균활성에 미치는 영향

마재형 · 황한준*†

고려대학교 식품생명공학과

*고려대학교 생명공학원 및 식품생명공학과

Screening of *Monascus* Strains for Antimicrobial Activity and Effect of Change of Nutrients and Incubation Conditions on Antimicrobial Activity

Jae-Hyung Mah and Han-Joon Hwang*†

Dept. of Food and Biotechnology, Korea University, Chochiwon 339-700, Korea

*Graduate School of Biotechnology and Dept. of Food and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract

Monascus strains were isolated from Ang-Khak for the screening of antimicrobial activity. Two *Monascus* isolates, No. 116 and No. 481, were selected because they showed strong antimicrobial activity. Effect of various nutrients and incubation conditions on antimicrobial activity were different between two isolates. Strong antimicrobial activity of isolate No. 116 was observed in the medium with 8% sucrose and 0.8% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0.5% KH_2PO_4 and 0.5% MgSO_4 , while isolate No. 481 required 8% sucrose, 1.6~2% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 0.5% MgSO_4 and 0.5% FeSO_4 for the highest activity. The strong antimicrobial activity was observed when both isolates were incubated on rice extract broth with initial pH of 5.3. The optimum incubation temperature for the highest antimicrobial activity was 32.5°C. With optimal conditions for the highest antimicrobial activity, isolate No. 116 and No. 481 were both active for 51 hours or longer against test organisms *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, and *Enterococcus faecium*.

Key words: *Monascus* strain, antimicrobial activity, Ang-khak

서 론

식품의 품질 유지를 위하여 오래전부터 사용되어온 합성보존제는 주지하는 바와 같이 소비자들의 생활수준의 향상과 식품의 안전성에 대한 욕구 증가로 그 사용이 점차 제한되고 있으며, 인체에 보다 안전한 천연물이나 미생물로부터 보존제를 얻고자 하는 노력이 증대되고 있다(1,2). 미생물은 경제적 및 생산기술적인 측면에서 많은 잇점이 있어 유용물질생산에 매우 효과적이다(3). 홍국은 예로부터 식품의 착색 또는 보존제로서(1,4) 뿐만 아니라 향신료로서도 이용되어 왔으며, 각종 질병치료와 혈행촉진 효과(5), 그리고 콜레스테롤 합성경로의 중요한 조절효소를 특이적으로 저해하여(6,7), 성인병예방 및 치료제로서의 개발에 대한 기대를 모으고 있다.

한편, *Monascus* 균종의 항균활성에 대해서는 그 활성이 뚜렷하지 못한 것으로 알려져 오다가, Wong과 Koehler(4)에 의해서 *Monascus purpureus*로부터 분리된 물질인 Monascidin A가 *Bacillus subtilis*에 약간의 항균활성이 있음이 보고된 이래, *Bacillus*속, *Streptococcus*속 그리고 *Pseudomonas*속에 대한 항균활성(8), 그 밖에 *Escherichia coli*와 *Bacillus subtilis*의 생육을 저해하는 ankalactone(9)이 분리되었다. 국내에서도 *Monascus*속의 어떤 균주가 *Staphylococcus aureus*, *Sarcina lutea*, *Bacillus subtilis* 등에 미약한 항균활성을 나타냈다고 보고(10)된 바 있으며, 본 연구팀에 의해서도 홍국으로부터 분리한 *Monascus* 균주의 항균 효과에 대해서 보고된 바 있다(11).

본 연구는 육제품 가공에 사용되는 아질산염의 대체 또는 첨가량 저하를 통한 부담경감 물질의 탐색 및

† To whom all correspondence should be addressed

개발을 목표로 시도되었으며 이를 위해 기초연구로서 *Monascus*속 곰팡이들을 홍국으로 부터 분리하고, 이들 중 항균활성 우량균주들의 각종 영양원 및 배양조건에 따른 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 배지

국내외에서 수집된 홍국 4점으로 부터 분리된 *Monascus* 균주는 순수분리한 후 potato dextrose agar(PDA) 사면배지에서 냉장 보관하며 사용하였다. 시험미생물은 식품위생 미생물들로서 ATCC와 KCTC의 균주를 분양받아 세균류 보존의 일반적인 방법에 따라 냉동 및 냉장·보존하면서 사용하였다. 시험미생물들은 다음과 같다.

Escherichia coli KCTC 1039, *Enterobacter aerogenes* KCTC 2190, *Bacillus subtilis* KCTC 1021, *Staphylococcus aureus* KCTC 1916, *Enterococcus faecium* KCTC 2022, *Bacillus anthracis* ATCC 14185, *Shigella dysenteriae* ATCC 13313, *Listeria monocytogenes* ATCC 19113, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella cholerae* ATCC 12011, *Salmonella typhimurium* KCTC 1925

특별한 언급이 없는 경우 실험방법 및 사용배지 등은 이미 보고된 방법(11)에 준하여 실행하였다.

항균시험액 제조

항균시험액은 각 *Monascus* 분리주의 배양액을 여과, 농축 및 제균과정을 거쳐 만들어진 농축액(culture broth concentrate)을 사용하였다. 즉, 선발된 균주를 32.5°C, 100rpm으로 10일간 진탕배양하여 여과(Whatman No. 1 및 42)시킨 후, 감압농축기(vacuum rotary evaporator, EYELA, Japan)를 사용하여 45°C, 150rpm에서 1/5로 농축시킨 다음 membrane filter(Ø : 0.65µm, Millipore)로 제균하여 얻은 것을 항균시험액으로 사용하였다.

항균활성 시험

Monascus 분리주를 rice extract broth(REB)에 배양하여 조제된 항균시험액으로 아래의 시험미생물에 대한 agar diffusion test(ADT)와 dilution test(DT)를 실시하여 생육저해 활성을 측정하였다.

ADT는 선발된 균주의 항균활성을 측정하기 위한 시험미생물 배양액(균수 10⁵/ml 수준)에서 0.1ml를 취해 도말한 hard agar 평판배지 위에 항균시험액을 0.01~

0.05ml의 해당량을 취해 분주된 disc(Ø : 6mm)를 올려 놓아 배양한 후, 12~24시간 사이에 저해환이 생성된 경우 항균활성이 있는 것으로 판정하였고, 저해환의 직경을 측정, 비교하였다. DT는 250ml 삼각플라스크에 nutrient broth 30ml씩, 항균시험액을 각각 0.1, 0.5, 1.0ml씩 취하여 주입하고, 시험미생물의 배양액 0.1ml을 취해서 각 삼각플라스크에 가한 후, 37°C에서 진탕 배양하여 각 플라스크에서 1ml씩 취해 640nm에서 흡광도를 측정하여 시험미생물의 성장도가 대조구 보다 낮을 경우 항균활성이 있는 것으로 판정하였다.

배양방법의 변화에 따른 항균활성

탄소원으로서 sucrose, glucose, soluble starch, fructose, galactose, maltose, dextrin, 질소원으로서 (NH₄)₂·SO₄, KNO₃, NaNO₃, NH₄NO₃, peptone, yeast extract, 인산염 K₂HPO₄와 KH₂PO₄, 무기염류 MgSO₄, MnSO₄, FeSO₄ 등을 각각 REB에 첨가하여 32.5°C에서 10일간 배양한 후 항균활성에 대한 영향을 측정하였다. 또한 첨가된 농도가 미치는 영향을 알아보기 위해 각 영양원의 농도를 조절하여 항균활성에 대한 영향을 측정하였다.

또한, pH를 5.0~6.5 범위에서 단위 0.3 간격으로, 배양온도를 22.5~32.5°C 범위에서 2.5°C 간격으로 조절한 REB에 배양하여 항균활성에 대한 영향을 측정하였다.

결과 및 고찰

홍국균의 분리 및 분리주의 항균활성

이미 분리·선발되어 고려대 생명공학원 식품위생저장학 연구실에 보관중인 분리주 No. 116을 포함하여 동일한 방법으로 새로이 분리된 29주의 *Monascus* 균주들에 대한 항균활성이 다양한 시험균주에 대해 검토되었다(data not shown). 총 30주에 대한 시험결과 중 비교적 항균범위가 넓고 활성이 우수하다고 판단되어 선정된 3주에 대한 결과를 Table 1에 나타냈다. *Escherichia coli* 및 *Enterobacter aerogenes*에 대한 활성은 거의 없거나, 재현성이 낮아 불확실하였으나, *Bacillus subtilis*에 대한 항균활성은 3균주 모두 우수한 결과를 보였다. 그 중 분리주 No. 116은 저해환이 17mm로 활성이 가장 뛰어났으며, 분리주 No. 481도 우수한 결과를 나타냈다. *Staphylococcus aureus*에 대한 항균활성은 분리주 No. 116, No. 481, No. 373 등이 유사하게 우수한 활성을 나타냈다. 또한 *Listeria monocytogenes* 및 *Shigella*

*dysenteriae*에 대해서도 우수한 생육저해활성을 나타냈으며, 분리주 No. 116 및 No. 481은 *Bacillus anthracis* 및 *Enterococcus faecium*에 대해서도 약간의 저해활성을 나타냈다.

한편 이들 분리주 No. 116, No. 373 및 No. 481에 대한 액체배양시험(DT)을 실시한 결과, 분리주 No. 116 및 No. 481은 고체배양시험(ADT) 결과와 유사하게 활성

Table 1. Antimicrobial activity of culture broth concentrate of selected *Monascus* strains on different test microorganisms (inhibition zone diameter(mm))

Test microorganism	<i>Monascus</i> isolate No.		
	116	373	481
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	(8.0)	(10.5)
<i>Bacillus subtilis</i>	17.0	10.0	13.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	11.0	11.0	11.0
<i>Shigella dysenteriae</i>	9.0	(14.0)	16.0
<i>Listeria monocytogenes</i>	9.5	9.0	11.5
<i>Bacillus anthracis</i>	7.0	-	(9.0)
<i>Enterococcus faecium</i>	8.0	-	9.0
<i>Salmonella cholerae</i>	-	7.0	7.5

-: No-inhibition, (): Unclear inhibition

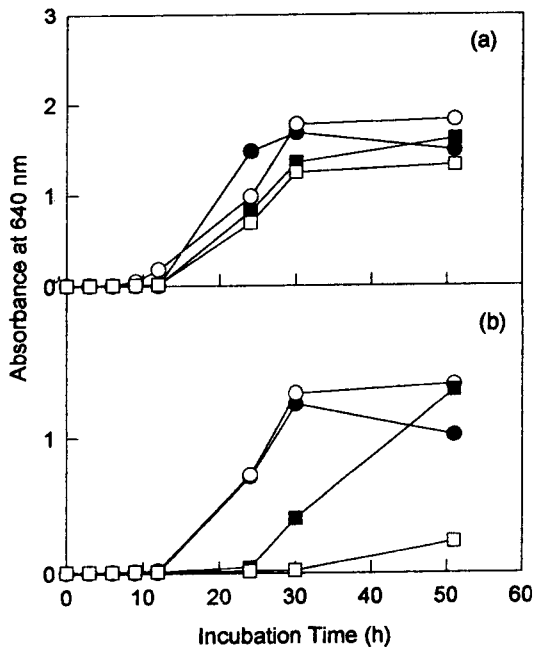


Fig. 1. Effect of *Monascus* isolate No. 116 culture broth concentrate on growth of (a) *Shigella dysenteriae* and (b) *Listeria monocytogenes*.

●-●: Control ○-○: 0.1ml
■-■: 0.5ml □-□: 1.0ml

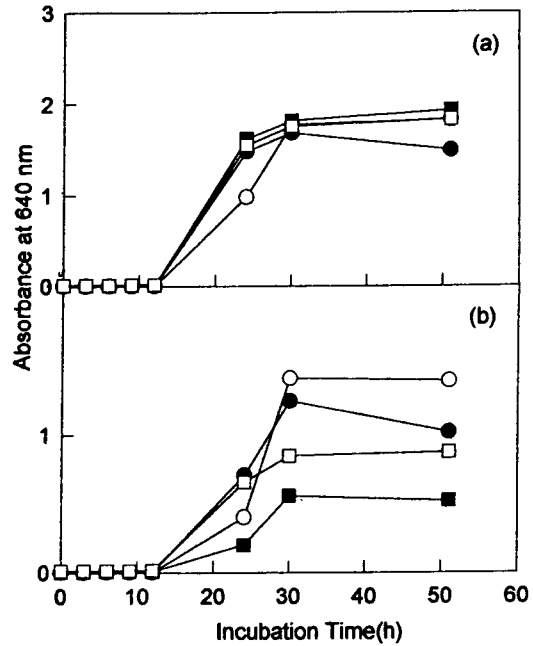


Fig. 2. Effect of *Monascus* isolate No. 481 culture broth concentrate on growth of (a) *Shigella dysenteriae* and (b) *Listeria monocytogenes*.

●-●: Control ○-○: 0.1ml
■-■: 0.5ml □-□: 1.0ml

이 우수한 것으로 확인되었다. 그러나 분리주 No. 373의 항균시험액은 *Bacillus subtilis*와 *Staphylococcus aureus*에 대해 대조구와 비교했을 때 생육저해효과가 있었으나, 분리주 No. 116 및 No. 481에 비해 미약한 항균활성을 나타냈다(data not shown). 여기서는 그 중 분리주 No. 116 및 No. 481의 *Shigella dysenteriae* 및 *Listeria monocytogenes*에 대한 경시적 시험결과만을 Fig. 1 및 2로 나타냈다. 즉 *Shigella dysenteriae*에 대해 분리주 No. 116은 1.0ml의 농도에서 배양 51시간까지 약한 저해효과를 나타냈으며, 특히 이 균주는 *Listeria monocytogenes*에 대해 51시간 배양 후에도 뚜렷한 저해활성을 보여 주었다. 분리주 No. 481은 *Shigella dysenteriae*에 대해 배양 24시간 경과시까지 약한 저해활성을 보였으나 이후에는 억제효과를 확인할 수 없었다. 그러나 *Listeria monocytogenes*에 대해서는 51시간 후에도 현저한 저해를 나타냈다.

이상의 결과에서 비교적 폭넓은 항균범위와 높은 활성을 보여준 분리주 No. 116 및 No. 481에 대하여 영양원별 항균활성을 검토하였다.

탄소원 및 질소원의 영향

각종 탄소원에 대한 항균활성은 sucrose 첨가시 두

Table 2. Effect of sucrose as C-source and (NH₄)₂SO₄ as N-source concentration on antimicrobial activity of *Monascus* strains on different test organisms (inhibition zone diameter(mm))

<i>Monascus</i> isolate No.	C- and N-Source Concentration	Test microorganisms ¹⁾					
		BS	SA	LM	SD	EF	
116	Control	± ²⁾	±	±	±	±	
	Sucrose	2	++	+	±	±	±
		5	+++	++	++	+	+
		8	+++	+++	+++	++	+++
		10	++	++	+	+	-
		15	-	+	-	-	-
	(NH ₄) ₂ SO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.2	+	+	++	±	±
		0.4	++	++	++	+	±
		0.8	+++	++	+++	+	+
		1.6	++	++	+++	+	+
		2.0	++	+	++	-	-
		3.2	++	+	+	-	-
	481	Control	±	±	±	±	±
Sucrose		2	+	+	+	+	+
		5	++	++	+	+	++
		8	+++	+++	++	++	+++
		10	++	++	+	+	++
		15	-	-	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄		Control	±	±	±	±	±
		0.2	±	+	+	±	+
		0.4	+	+	++	±	++
		0.8	+	++	+++	-	+++
		1.6	+	++	+++	++	+++
		2.0	++	++	++	++	+++
		3.2	+	++	++	+	++

¹⁾Test microorganisms

BS: *Bacillus subtilis*, SA: *Staphylococcus aureus*, LM: *Listeria monocytogenes*, SD: *Shigella dysenteriae*, EF: *Enterococcus faecium*

²⁾±: Antimicrobial activity of control or the level of antimicrobial activity corresponding to control

-: Negative activity

+, ++, +++: Relative activity in comparison with activity of control

+ indicates control diameter+up to 2mm

++ indicates control diameter+up to 5mm

+++ indicates control diameter+up to 8mm

렸한 결과를 보였으며, 그 밖의 탄소원들의 첨가시에는 항균활성이 확인되지 않았다(data not shown). 이 결과에 의해 sucrose를 탄소원으로 사용하여 농도변화에 따른 항균활성을 검토한 결과를 Table 2에 나타냈다. 분리주 No. 116과 No. 481 모두에서 5종의 모든 시험미생물에 대해 sucrose 8% 첨가시 대조구에 비해 뚜렷이 향상된 활성을 나타냈으며 또한 가장 우수한 결과를 나타냈다.

분리주 No. 481의 항균활성증대를 위해서는 무기질 소원인(NH₄)₂SO₄가 우수하였으며 유기질소원인 yeast extract도 양호한 편이었으나 그 밖의 질소원을 첨가했을 때는 항균활성이 확인되지 않았다(data not shown). 이 결과에 의해 (NH₄)₂SO₄를 질소원으로 사용하여 농

도에 따른 항균활성을 검토한 결과를 Table 2에 나타냈다. 분리주 No. 116의 경우, 모든 시험균주에 대해 0.8%의 농도에서 가장 우수한 효과를 나타냈다. 분리주 No. 481의 경우에는 1.6~2%의 농도에서 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* 및 *Shigella dysenteriae*에 대해 크게 향상된 결과를 가져왔으며, *Listeria monocytogenes* 및 *Enterococcus faecium*에 대해서는 0.8% 첨가시 활성이 가장 증대되었고 2.0% 농도까지 대체로 우수했다.

인산염의 영향

Table 3에서 보는 바와 같이 분리주 No. 116의 경우

Table 3. Effect of phosphate on antimicrobial activity of *Monascus* strains on different test organisms (inhibition zone diameter(mm))

Monascus isolate No.	Phosphates	Concentration	Test microorganisms ¹⁾				
			BS	SA	LM	SD	EF
116	K ₂ HPO ₄	Control	± ²⁾	±	±	±	±
		0.1	++	++	±	±	±
		0.5	±	±	±	±	±
		1.0	±	±	±	±	±
	KH ₂ PO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.1	±	±	+	±	±
		0.5	++++	++	++	+	+
		1.0	+++	++	++	++	++
481	K ₂ HPO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.1	+	+	++	++	+++
		0.5	±	±	+	+	++
		1.0	±	±	+	+	+
	KH ₂ PO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.1	±	±	+	+	++
		0.5	±	±	+	+	+
		1.0	±	±	±	±	+

¹⁾Test microorganisms

BS: *Bacillus subtilis*, SA: *Staphylococcus aureus*, LM: *Listeria monocytogenes*, SD: *Shigella dysenteriae*, EF: *Enterococcus faecium*

²⁾±: Antimicrobial activity of control or the level of antimicrobial activity corresponding to control

-: Negative activity

+, ++, +++, +++++: Relative activity in comparison with activity of control

+ indicates control diameter+up to 2mm

++ indicates control diameter+up to 5mm

+++ indicates control diameter+up to 8mm

++++ indicates control diameter+over 8mm

KH₂PO₄를 0.5% 첨가했을 때 항균활성이 높게 나타났으며, 특히 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* 및 *Listeria monocytogenes*에 대해 우수한 결과를 보였다. *Shigella dysenteriae* 및 *Enterococcus faecium*에 대해서는 1.0%에서 더 우수한 활성을 보여 사용된 시험균주에 대해 0.5~1.0% 범위에서 대체로 우수한 활성을 유지할 수 있었다. 또한 분리주 No. 481의 경우는 KH₂PO₄보다는 오히려 K₂HPO₄ 첨가시 더 양호한 활성을 보였으며, 5종의 모든 시험균주에 대해 K₂HPO₄ 0.1% 농도에서 활성의 증대를 가져왔다.

금속성분의 영향

Table 4에서 보는 바와 같이 Mg, Mn 및 Fe 등 금속 이온이 항균물질 생성에 미치는 영향은 분리주 No. 116의 경우, MgSO₄에 대해서만 효과를 나타냈고, 나머지 조건에서는 뚜렷한 항균활성을 보이지 않았다. 따라서 분리주 No. 116은 시험조건에서 MgSO₄ 0.5%의 농도가 가장 양호한 조건으로 판단되었다. 분리주 No. 481

의 경우 0.5%의 농도에서 모든 시험균주에 활성을 보였으며, MnSO₄ 첨가시에는 0.1~0.5% 농도에서 유사하게 약간의 활성을 나타냈다. 특히 FeSO₄ 0.5% 첨가에 의해 *Staphylococcus aureus*를 제외한 모든 시험균주에 대해 높은 활성을 보였다.

이상의 영양원에 따른 활성시험에서 표준화된 실험이 진행되었지만 총체적 실험치의 재현성은 비교적 낮은 편이었다. 이는 *Monascus* 균주의 상태, 배양조건, 그리고 특히 시험균주의 균수 및 상태 등에서 비롯되는 것으로 판단되었다. 따라서 본 실험결과는 각 실험단위별 측정치를 기준으로 평가했다. 최적 영양조건 검토결과를 종합해 보면 분리주 No. 116의 경우 탄소원으로 sucrose 8%, 질소원으로 (NH₄)₂SO₄ 0.8%, 인산염으로 KH₂PO₄ 0.5%, 금속성분으로 MgSO₄ 0.5% 첨가시 뚜렷이 향상된 결과를 보였으며, 분리주 No. 481의 경우에는 sucrose 8%, (NH₄)₂SO₄ 1.6~2%, K₂HPO₄ 0.1%, MgSO₄ 0.5% 그리고 FeSO₄ 0.5% 첨가시 폭넓은 항균범위에서 활성이 향상된 결과를 보였다.

Table 4. Effect of metallic compound on antimicrobial activity of *Monascus* strains on different test organisms (inhibition zone diameter(mm))

<i>Monascus</i> isolate No.	Metalic compounds	Concentration	Test microorganisms ¹⁾				
			BS	SA	LM	SD	EF
116	MgSO ₄	Control	± ²⁾	±	±	±	±
		0.05	±	±	±	±	±
		0.1	±	+	±	±	±
		0.5	+++	++	++	+	+
	MnSO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.05	±	±	±	±	±
		0.1	±	±	±	±	±
		0.5	±	±	±	±	±
	FeSO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.05	+	±	±	±	±
		0.1	±	±	±	±	±
		0.5	±	±	±	±	±
481	MgSO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.05	±	±	±	±	±
		0.1	+	±	±	+	++
		0.5	+	+	++	++	+++
	MnSO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.05	++	±	±	±	±
		0.1	++	±	+	+	±
		0.5	+	±	+	+	+
	FeSO ₄	Control	±	±	±	±	±
		0.05	+	+	±	+	±
		0.1	+	+	+	++	+
		0.5	+++	±	+++	+++	++

¹⁾Test microorganisms

BS: *Bacillus subtilis*, SA: *Staphylococcus aureus*, LM: *Listeria monocytogenes*, SD: *Shigella dysenteriae*, EF: *Enterococcus faecium*

²⁾±: Antimicrobial activity of control or the level of antimicrobial activity corresponding to control

-: Negative activity

+, ++, +++: Relative activity in comparison with activity of control

+ indicates control diameter+up to 2mm

++ indicates control diameter+up to 5mm

+++ indicates control diameter+up to 8mm

배양초기 pH 및 배양온도의 영향

Table 5에서 보는 바와 같이 분리주 No. 116은 배양 초기의 pH가 5.3일 때 *Staphylococcus aureus*에 대해 가장 양호한 저해활성을 보였으며, 그밖의 조건에서는 유사한 결과를 보였다. 분리주 No. 481의 경우 항균활성이 pH에 큰 영향을 받지 않는 듯했으나, 그중 pH 5.0~5.3에서 비교적 높게 나타났다. Wong과 Koehler(4)는 *Monascus* 균주로부터의 항균물질 생산에 pH 4.5~5.5 범위가 적당하다고한 보고와 일치했다. Table 6에서는 분리주 No. 116 및 No. 481 두 경우 모두 32.5°C에서 배양했을 때 *Bacillus subtilis*에 대하여 활성이 가장 높게 나타났다. 따라서 배양 초기의 pH는 5.3, 배양온도는 32.5°C에서 가장 우수한 항균물질을 생성할 수 있었다.

Wong과 Bau(8)는 *Monascus purpureus*가 *Bacillus subtilis* sp., *Streptococcus*, *Pseudomonas*에 대해 항균력(Ø : 10~23mm)이 있지만, *Alcaligenes*, *Sarcina*,

Table 5. Effect of pH on antimicrobial activity of *Monascus* strain on *Staphylococcus aureus* as test organism (inhibition zone diameter(mm)).

pH	<i>Monascus</i> isolate No.	
	116	481
5.0	18.0	11.0
5.3	21.0	11.0
5.6	16.0	10.0
5.9	15.0	10.5
6.2	15.0	10.0
6.5	15.0	9.5

Table 6. Effect of temperature on antimicrobial activity of *Monascus* strain on *Bacillus subtilis* as test organism
(inhibition zone diameter(mm))

Temperature(°C)	<i>Monascus</i> isolate No.	
	116	481
22.5	—	6.5
25.0	12.0	10.0
27.5	14.0	11.0
30.0	16.0	12.0
32.5	20.0	17.0

Staphylococcus, *Aerobacter*, *Esherichia*, *Salmonella*, *Shigella*에는 활성없었으며, 김 등(10)도 특정 *Monascus* 균주의 *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538-P), *Sarcina lutea*(ATCC 9341), *Bacillus subtilis*(ATCC 6633)에 대한 항균활성이 미약한 정도였음을 보고하였다. 본 분리주들의 경우 항균활성을 위한 최적 조건에서 비교적 폭 넓은 항균범위와 우수한 항균활성을 보였다. 한편, 오랜동안 사용되어 오면서 안전성에 별다른 문제점이 지적되어 오지 않았던 홍국균은 1995년에 Blanc들에 의해 보고된 연구결과는 그들이 분리한 *Monascus* sp.로부터 얻어진 항균물질이 곰팡이독소(mycotoxin)의 하나인 citrinin의 특성을 나타냈다고 한다(12). 따라서 이의 식품에의 이용을 위해서는 그전에 citrinin 생산성 여부가 반드시 구명되어야 할 것이다.

요 약

홍국으로부터 분리된 *Monascus* 균주로부터 항균 활성이 우수한 2균주, 분리주 No. 116 및 No. 481을 선정하여 영양원 및 배양조건의 변화에 따른 항균활성에 대한 검토한 결과 분리주에 따라 차이를 보였으며, 분리주 No. 116의 경우 탄소원으로서는 sucrose 8%, 질소원으로 (NH₄)₂SO₄ 0.8%, 인산염으로 KH₂PO₄ 0.5% 그리고 금속성분으로 MgSO₄ 0.5% 첨가시 뚜렷이 향상된 결과를 보였으며, 분리주 No. 481의 경우에는 각각 sucrose 8%, (NH₄)₂SO₄ 1.6~2%, K₂HPO₄ 0.1%, MgSO₄ 0.5% 그리고 FeSO₄ 0.5% 첨가시 항균활성이 크게 향상된 결과를 보였다. 또한 두 균주 모두 배양 초기의 pH는 5.3, 배양온도는 32.5°C에서 가장 우수한 항균물질을 생성할 수 있었다. 상기 배양 최적조건에서 분리주 No. 116과 No. 481 모두 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* 및 *Enterococcus faecium*에 대해 51시간 이상 뚜렷한 생육저해를 나타냈다.

감사의 글

이 논문은 1995년도 한국과학재단 핵심전문연구비 지원에 의한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

- Lin, C. F. and Hzuka, H. : Production of extracellular pigment by a mutant of *Monascus kaoliang* sp. nov. *Appl. Environ. Microbiol.*, **43**, 671(1982)
- Lin, T. F. and Demain, A. L. : Effect of nutrition of *Monascus* sp. on formation of red pigments. *Appl. Microbiol. Biot.*, **36**, 70(1991)
- Broder, C. U. and Koehler, P. K. : Pigment produced by *Monascus purpureus* with regard to quality and quantity. *J. Food Sci.*, **45**, 567(1980)
- Wong, H. C. and Koehler, P. E. : Production and isolation of an antibiotic from *Monascus purpureus* and its relationship to pigment production. *J. Food Sci.*, **46**, 589(1981)
- Bau, Y. S. and Mo, C. F. : The function and culturing methods of red rice(in Chinese). *New Asia Coll. Acad. Ann.*, **17**, 335(1975)
- Endo, A. : Monacolin, K., a new hypocholesterolemic agent that specifically inhibits 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme a reductase. *J. Antibiot.*, **33**, 334(1980)
- Endo, A. : Monacolin, K., a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species. *J. Antibiot.*, **32**, 852(1979)
- Wong, H. C. and Bau, Y. S. : Pigmentation and antibacterial activity of fast neutron- and X-ray-induced strains of *Monascus purpureus* Went. *Plant Physiol.*, **60**, 578(1977)
- Nozaki, H., Date, S., Kondo, H., Kiyohara, H., Takaoka, D., Tada, T. and Nakayama, M. : Ankalactone, a new α , β -unsaturated γ -lactone from *Monascus anka*. *Agric. Biol. Chem.*, **55**, 899(1991)
- 김현수, 장육, 손충홍, 배종찬, 유주현 : *Monascus* sp. CS-2가 생산하는 황색색소에 관한 연구(제3보). 한국산업미생물학회지, **9**, 117(1981)
- 류춘선, 김영배, 황한준 : 홍국으로부터 분리한 *Monascus* 균주의 항균효과. 한국식품위생·안전성학회지, **10**, 271(1995)
- Blanc, P. J., Laussac, J. P., Le Bars, J., Loret, M. O., Pareilleux, A., Prome, D., Prome, J. C., Santerre, S. L. and Goma, G. : Characterization of monascidin A from *Monascus* as citrinin. *Internat. J. Food Microbiol.*, **27**, 201(1995)

(1996년 9월 14일 접수)