

전라북도 고군산열도의 선유도 일대 야생화들로부터 효모의 분리 및 생리기능성

현세희 · 한상민 · 이종수*

배재대학교 바이오 · 의생명공학과

Isolation and Physiological Functionality of Yeasts from Wild Flowers in Seonyudo of Gogunsanyeoldo, Jeollabuk-do, Korea

Se-Hee Hyun, Sang-Min Han and Jong-Soo Lee*

Department of Biomedical Science and Biochemistry, Paichai University, Daejeon, 302-735, Korea

ABSTRACT : Sixty one yeast strains of 21 species were isolated from wild flowers in Gogunsanyeoldo, including Seonyudo of Jeollabuk-do, Korea, and identified by comparison of nucleotide sequences for PCR-amplified D1/D2 region of 26S rDNA using BLAST. Among them, *Cryptococcus* sp. including *C. aureus* SY1-4 were found to be dominant, and *Metschnikowia* sp. including *M. reukaufii* SY20-1 and *Rhodotulula* sp. such as *R. ingeniosa* SY1-1 were also abundantly isolated. Some physiological functionalities of the culture broth and cell-free extracts from 61 yeast strains were determined. Supernatant from *Metschnikowia reukaufii* SY44-6 showed anti-gout xanthine oxidase inhibitory activity of 49.6% and whitening tyrosinase inhibitory activity of 38.4%, respectively.

KEYWORDS : Flowers, Gogunsanyeoldo, Isolation, Physiological functionality, Yeasts

서 론

섬 지역은 일반적으로 산이나 평야 등의 내륙지역과 다른 온도와 습도 등 자연환경을 갖고 있으므로 효모를 포함한 미생물들의 다양한 종 특성을 보여준다. 지금까지의 효모 분리는 주로 발효식품이나 이들의 주, 부원료 등에서 실시되어 많은 균주들이 보고되었고 일부가 산업화되었다 [1-4]. 그러나 꽃과 과일, 곡식, 토양 등 자연환경에 서식하

는 효모들의 분리, 동정과 이들의 산업적 응용연구는 거의 실시되지 않았다.

따라서 필자 등은 대전지역 주택가와 공단부근 [5, 6], 대전의 계족산, 충남 홍성의 오서산, 전북 정읍 백암산 [7], 동해와 대천 등의 해안지대 [8]와, 경기도와 제주도 등지의 야생화들 [9]로부터 효모들을 분리하여, 보고하였고, 일부 국내 미기록 효모 균주들을 선별하여 특성을 보고하였다 [6]. 또한, 울릉도와 남해안의 육지도 야생화들로부터 효모들을 분리하고 이들의 다양성을 조사하여 보고하였고 [10], 최근 충남 예산군 신암면 일대의 과수원의 과일 및 꽃들 [11]과 대전 한밭수목원의 꽃과 과일들로부터 효모들을 분리, 동정하여 보고하였다 [12]. 위와 같은 연구를 통하여 전통 발효식품이나 당 함유 식품들로부터 분리, 보고된 *Saccharomyces*속 균 중심의 효모 다양성과 전혀 다른 *Cryptococcus*속 균과 *Metschnikowia*속 균 등이 야생화들에 많이 분포하고 있음을 확인하였다.

본 연구에서는 우리나라 서쪽에 위치한 전라북도 고군산열도의 선유도 일대 야생화들로부터 효모들을 분리하여 동정하여 필자 등에 의하여 최근 보고된 울릉도와 제주도 지역 야생화들로부터 분리된 효모들과 종 다양성을 비교

Kor. J. Mycol. 2014 September, 42(3): 201-206
http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2014.42.3.201
pISSN 0253-651X • eISSN 2383-5249
© The Korean Society of Mycology

*Corresponding author

E-mail: biotech8@pcu.ac.kr

Received September 4, 2014

Revised September 18, 2014

Accepted September 22, 2014

©This is an Open Access article 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.



Fig. 1. Sampling sites (★) of Gogunsanyeoldo, Jeollabuk-do, Korea.

하였다. 또한 이들의 산업적 응용성을 검토하기 위하여 분리 균주들의 배양상등액과 무세포추출물들을 제조한 후 주요 생리기능성들을 조사하였다.

재료 및 방법

효모균주의 분리 및 동정

전라북도 고군산열도의 선유도 일대(Fig. 1)에서 2014년 4월 초순에 개화한 꽃들을 각각 멸균튜브에 채취한 후, 5 mL의 멸균수를 넣고 1시간 동안 진탕하여 현탁액을 얻었다. 현탁액 일부를 스트렙토마이신(50 µg/mL)과 앰피실린(50 µg/mL)이 들어 있는 Yeast extract-peptone dextrose (YPD) 한천배지에 도말하고 30°C에서 48시간 배양한 후 생육된 효모 집락들을 분리하였다[5].

이들 분리효모의 동정은 26S rDNA의 D1/D2 부위의 염기서열을 전보[8]와 같이 확인한 후 얻은 염기서열들을 NCBI의 BLAST를 사용하여 데이터베이스에 등록되어 있는 효모들과의 분자생물학적 상동성을 확인하여 최종 동정하였다.

배양상등액과 무세포추출물의 제조 및 생리기능성

분리 효모 균주들을 YPD배지에 접종하여 30°C에서 24 시간 배양한 후 8000×g로 20분간 원심분리하여 상등액과 세포배양물을 각각 얻었다. 세포배양물은 다시 0.1 M Tris-HCl 완충용액(pH 8.3)에 현탁시킨 후 초음파균체파쇄기로 파쇄하고 다시 12000×g로 20분간 원심 분리하여 무세포추출물을 얻었다. 이들 상등액과 무세포추출물의 생리기능성들을 아래와 같이 측정하였다.

항산화활성(전자공여능)은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)을 이용하는 Blois의 방법[13]으로 측정하였다. 시료 60 µL에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 EtOH 100 mL에

용해) 240 µL를 가한 후 10분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조구의 값과 비교하여 활성을 계산하였다[14].

미백성 Tyrosinase 저해활성은 시료 25 µL에 5 mM L-DOPA 50 µL, 0.1 M potassium phosphate 완충용액(pH 6.8)를 혼합한 후 tyrosinase 40 U를 첨가하여 37°C에서 10분간 반응시킨 다음 475 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무첨가 대조구의 값과 비교하여 활성을 계산하였다[15].

Xanthine oxidase (XOD) 저해활성 측정은 먼저 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5)에 10 mg/mL로 용해하였다. 이들 시료 100 µL를 1 mM Xanthine 용액 200 µL와 0.05 U xanthine oxidase 100 µL에 혼합하고 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5) 600 µL 첨가하여 1 mL로 정용한 후 37°C에서 5분간 각각 반응시켰다. 1 N HCl 200 µL를 가하여 반응을 정지시킨 후 12,000 rpm으로 10분간 원심 분리하여 단백질을 제거한 다음 생성된 uric acid 함량을 분광분석기(UV-1601, SHIMADZU)로 292 nm에서 흡광도를 측정하여 정량한 후 아래와 같이 배양 상등액과 무세포 추출물의 Xanthine oxidase 저해활성을 계산하였고 3반복의 평균값으로 표시하였다[16].

$$\text{Xanthine oxidase 저해활성(\%)} = [1 - \{A(\text{시료구}) - B(\text{시료구 Blank})/C(\text{대조구})\}] \times 100$$

결과 및 고찰

선유도 일대 야생화들로부터 효모의 분리 및 동정

전라북도 고군산열도의 선유도 본 섬과 망주봉, 옥돌해변, 선유 3구의 뒷장불, 무녀도, 장자도와 대장도리 장자봉 등에서 2014년 4월에 개화한 산자고 등 51점의 야생화들로부터 효모들을 분리, 동정한 결과는 Table 1과 같다.

모두 21종의 효모들을 61균주 분리하였고, 이들 중 *Cryptococcus* 속 균이 6종, 30균주로 가장 많이 분리되었으며, 특히 *Cryptococcus aureus*가 11균주, *Cryptococcus magnus*가 9균주로 대부분을 차지하였다. 또한 *Metschnikowia reukaufii*도 11균주가 분리되었고, *Rhodotorula*속 균도 7균주가 분리되었다. 우점균으로 분리된 *Cryptococcus*속 균들은 대체로 점성의 협막을 갖고 있고 발효능이 없으며 공기 중에 많이 존재하면서 *Cryptococcus neoformans*처럼 사람이나 가축에 감염하여 cryptococcosis를 일으키는 병원균들이 많은 것으로 알려져 있다[17]. 또한 *M. reukaufii*는 D-arabitol 생산이 보고[18]되어있고 *Rhodotorula*속 균은 카로티노이드 색소 등을 생산하는 침채류 등의 오염균과 지방생산 효모균 등이 알려져 있다[19].

이들 우점균들은 필자 등[10]이 울릉도와 옥지도, 제주도 등 다른 섬 지역에서 많이 분리되었던 균주들과 동일한 균주들이었으나 *Occultifur externus*와 *Yarrowia lipolytica* 등은 선유도 야생화에서만 분리된 균주들이었다. 본 연구의

Table 1. Yeasts species isolated from wild flowers in Gogunsanyeoldo, Jeollabuk-do, Korea

No.	Putative species	Related Genbank sequence	Identity (%)	No.	Putative species	Related Genbank sequence	Identity (%)
1	<i>Candida zeylanoides</i>	SY51-4 JX441602.1	575/581(99)	8	<i>Cryptococcus terrestris</i>	SY4-4 KC006603.1	595/600(99)
2	<i>Cryptococcus aureus</i>	SY1-4 EU304246.1	598/602(99)	9	<i>Debaryomyces hansenii</i>	SY8-1 KC261981.1	575/577(99)
		SY3-2 EU304246.1	587/590(99)			SY8-2 KJ095639.1	567/568(99)
		SY3-5 EU304246.1	589/591(99)	10	<i>Kazachstania servazzii</i>	SY14-3 JQ808006.1	559/559(100)
		SY15-1 EU304246.1	594/598(99)	11	<i>Kazachstania unispora</i>	SY14-1 HM627101.1	577/582(99)
		SY20-3 EU304246.1	578/578(100)	12	<i>Metschnikowia reukaufii</i>	SY20-1 JX067756.1	507/513(99)
		SY23-2 EU304246.1	596/601(99)			SY20-7 JX067756.1	516/520(99)
		SY23-3 EU304246.1	599/605(99)			SY32-1 JX067756.1	514/517(99)
		SY33-2 EU304246.1	593/598(99)			SY33-1 JX067756.1	519/525(99)
		SY40-1 EU304246.1	593/593(100)			SY33-7 JX067756.1	513/517(99)
		SY40-2 EU304246.1	584/585(99)			SY38-1 JX067756.1	519/523(99)
		SY46-3 EU304246.1	597/600(99)			SY38-2 JX067756.1	517/523(99)
3	<i>Cryptococcus bestiolae</i>	SY7-1 FJ534903.1	594/597(99)			SY44-6 JX067756.1	514/517(99)
		SY23-1 FJ534903.1	594/597(99)			SY44-7 JX067756.1	516/518(99)
		SY23-4 FJ534903.1	584/588(99)			SY46-5 FJ455114.1	510/520(98)
4	<i>Cryptococcus flavescentis</i>	SY1-5 JX049434.1	598/602(99)			SY46-7 JX067756.1	506/509(99)
		SY26-2 FJ743610.1	603/607(99)	13	<i>Occultifur externus</i>	SY5-2 AY745723.1	586/601(98)
		SY26-3 AB698750.1	590/591(99)	14	<i>Pichia holstii</i>	SY20-2 AY761150.1	562/574(98)
5	<i>Cryptococcus magnus</i>	SY6-1 JX188126.1	604/607(99)	15	<i>Pichia scolyti</i>	SY3-1 HE612109.1	534/540(99)
		SY14-2 JX188126.1	607/610(99)			SY3-4 HE612109.1	528/535(99)
		SY36-1 JX188126.1	605/607(99)	16	<i>Rhodosporidium diobovatum</i>	SY4-2 JX068686.1	567/569(99)
		SY36-3 JX188126.1	607/609(99)			SY4-5 JX068686.1	567/569(99)
		SY40-3 JX188126.1	608/609(99)	17	<i>Rhodotorula ingeniosa</i>	SY1-1 AJ749834.1	580/593(98)
		SY40-4 JX188126.1	608/609(99)	18	<i>Rhodotorula minuta</i>	SY47-2 FR870029.1	588/593(99)
		SY44-4 JX188126.1	607/609(99)			SY47-4 FR870029.1	596/601(99)
		SY44-5 JX188126.1	597/597(100)	19	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	SY7-3 FN428899.1	573/575(99)
		SY46-4 JX188126.1	594/594(100)	20	<i>Rhodotorula slooffiae</i>	SY34-2 AB566328.1	596/600(99)
6	<i>Cryptococcus saitoi</i>	SY4-3 JX188127.1	588/590(99)			SY34-4 AB566328.1	595/596(99)
7	<i>Cryptococcus tephrensis</i>	SY26-1 JX188134.1	588/590(99)			SY42-4 AB052212.1	595/597(99)
		SY44-1 JX188134.1	605/611(99)	21	<i>Yarrowia lipolytica</i>	SY51-1 HF545672.1	510/511(99)
						SY51-3 HF545658.1	510/512(99)

선유도 야생화 시료 채취 시 기온은 15°C 내외, 상대습도는 약 73%이었던 반면에 기보고된 육지도 야생화들의 효모 다양성 연구[10]와 제주도 야생화 효모 다양성 연구[9]의 시료 채취 시의 기온은 각각 15.8°C와 24.8°C, 상대습도는 각각 66.4%와 80.0%이었다. 이와 같이 각각의 섬들은 위치에 따라 온도, 바람, 습도, 일조량 등의 차이가 있고 따라서 섬 지역 야생화들의 개화시기와 꽃 자체의 영양성분 등이 다르기 때문에 각각의 섬들간에 야생화들의 효모 중 다양성에서 차이가 나는 것으로 추정된다.

분리 효모균주들의 배양 상등액과 무세포 추출물들의 생리 기능성

분리, 동정한 61 효모균주들에 대하여 위와 같이 이들 각각의 배양상등액과 무세포추출물을 제조한 후 이들의 XOD 저해활성과 Tyrosinase 저해활성 등을 측정된 결과는 Table 2와 같다.

먼저 Xanthine에서 요산을 생성하여 통풍을 유발시키는 데 rate-limiting enzyme으로 관여하는 Xanthine oxidase를 저해하는 활성을 측정된 결과, 가장 많이 분리된 *M. reuk-*

Table 2. Physiological functionalities of the yeasts from wild flowers of Gogunsanyeoldo, Jeollabuk-do, Korea

No.	Yeast strains		Antioxidant activity (DPPH) (%)		Xanthine oxidase inhibitory activity (%)		Tyrosinase inhibitory activity (%)	
			Supernatant	Cell-free ext.	Supernatant	Cell-free ext.	Supernatant	Cell-free ext.
1	<i>Candida zeylanoides</i>	SY51-4	10.7±0.7	n.d	n.d	n.d	24.8 ± 1.0	18.6 ± 0.6
2	<i>Cryptococcus aureus</i>	SY1-4	9.6±0.6	n.d	11.6 ± 0.8	n.d	27.5 ± 0.3	21.7 ± 0.9
		SY3-2	9.4±0.1	n.d	n.d	n.d	25.3 ± 0.9	18.0 ± 0.2
		SY3-5	14.4±0.2	n.d	7.3 ± 1.0	n.d	23.6 ± 0.9	20.7 ± 0.3
		SY15-1	11.2±0.3	n.d	n.d	8.6 ± 0.1	23.6 ± 1.0	18.9 ± 0.1
		SY20-3	10.3±0.2	n.d	5.2 ± 0.9	n.d	32.4 ± 0.8	20.1 ± 0.9
		SY23-2	7.5±0.3	n.d	6.5 ± 0.9	n.d	28.0 ± 0.7	22.4 ± 0.9
		SY23-3	9.9±0.6	n.d	5.9 ± 1.1	n.d	25.1 ± 0.2	26.7 ± 0.3
		SY33-2	9.3±0.3	n.d	6.9 ± 0.5	n.d	19.1 ± 0.9	9.6 ± 0.2
		SY40-1	n.d	7.2 ± 0.6	n.d	46.5 ± 0.1	26.1 ± 0.9	13.0 ± 0.8
		SY40-2	6.2±0.1	n.d	n.d	n.d	30.2 ± 0.9	10.1 ± 1.0
		SY46-3	9.7±0.2	n.d	n.d	n.d	24.8 ± 0.7	15.5 ± 0.8
3	<i>Cryptococcus bestiolae</i>	SY7-1	15.5±0.5	n.d	5.4 ± 0.9	n.d	23.7 ± 0.2	11.1 ± 0.2
		SY23-1	6.8±0.3	n.d	n.d	n.d	26.5 ± 0.7	22.3 ± 0.9
		SY23-4	10.2±0.1	n.d	17.9 ± 1.0	n.d	27.1 ± 0.8	24.2 ± 0.4
4	<i>Cryptococcus flavescens</i>	SY1-5	9.6±0.2	n.d	5.7 ± 0.1	n.d	23.3 ± 0.5	15.1 ± 0.1
		SY26-2	7.6±0.2	n.d	n.d	n.d	18.3 ± 0.4	20.0 ± 0.7
		SY26-3	9.0±0.1	n.d	n.d	n.d	25.1 ± 0.5	19.1 ± 0.8
5	<i>Cryptococcus magnus</i>	SY6-1	9.1±0.7	n.d	n.d	10.7 ± 0.5	24.1 ± 0.9	16.2 ± 0.8
		SY14-2	n.d	n.d	n.d	25.2 ± 0.9	27.2 ± 0.9	19.2 ± 0.9
		SY36-1	6.5±0.8	n.d	n.d	20.0 ± 0.1	12.4 ± 0.1	21.9 ± 0.7
		SY36-3	9.5±0.1	n.d	n.d	42.4 ± 0.3	26.7 ± 0.9	14.2 ± 0.7
		SY40-3	n.d	n.d	n.d	35.3 ± 0.2	30.5 ± 0.1	10.0 ± 0.5
		SY40-4	10.7±0.1	6.6 ± 0.1	18.6 ± 0.1	47.1 ± 0.1	20.0 ± 0.5	17.0 ± 0.9
		SY44-4	8.5±0.6	n.d	n.d	26.1 ± 0.8	23.5 ± 0.3	13.5 ± 0.1
		SY44-5	10.5±0.5	n.d	n.d	22.1 ± 0.5	21.9 ± 0.8	17.9 ± 0.5
		SY46-4	9.2±0.2	n.d	n.d	24.9 ± 0.7	27.4 ± 0.2	12.5 ± 0.6
6	<i>Cryptococcus saitoi</i>	SY4-3	8.8±0.1	n.d	n.d	n.d	26.2 ± 0.3	13.9 ± 0.9
7	<i>Cryptococcus tephrensis</i>	SY26-1	9.5±0.7	n.d	n.d	8.8 ± 0.2	22.5 ± 0.7	6.3 ± 0.8
		SY44-1	10.7±0.2	n.d	n.d	9.6 ± 0.4	24.7 ± 0.2	5.8 ± 0.1
8	<i>Cryptococcus terrestris</i>	SY4-4	14.0±0.1	n.d	n.d	n.d	27.7 ± 0.1	8.8 ± 0.2
9	<i>Debaryomyces hansenii</i>	SY8-1	13.1±0.4	n.d	32.9 ± 0.1	n.d	26.1 ± 0.9	9.1 ± 0.1
		SY8-2	14.3±0.4	n.d	15.1 ± 0.3	n.d	23.2 ± 0.9	18.4 ± 0.4
10	<i>Kazachstania servazzii</i>	SY14-3	12.2±0.4	n.d	13.6 ± 1.0	n.d	28.2 ± 0.1	9.7 ± 0.2
11	<i>Kazachstania unispora</i>	SY14-1	14.3±0.8	n.d	33.7 ± 0.1	n.d	27.4 ± 0.7	19.2 ± 0.6
12	<i>Metschnikowia reukaufii</i>	SY20-1	10.1±0.3	n.d	9.6 ± 1.0	17.7 ± 0.9	28.8 ± 0.5	26.8 ± 1.0
		SY20-7	11.3±0.8	5.2 ± 0.3	20.7 ± 0.1	11.2 ± 0.8	20.2 ± 0.1	15.6 ± 0.7
		SY32-1	12.6±0.2	n.d	15.2 ± 0.8	18.5 ± 0.3	21.5 ± 0.9	13.3 ± 0.3
		SY33-1	11.5±0.7	6.5 ± 0.2	18.5 ± 0.1	n.d	21.3 ± 0.2	10.5 ± 0.1
		SY33-7	12.1±0.3	n.d	8.3 ± 0.9	29.4 ± 0.9	26.0 ± 0.3	8.3 ± 0.7
		SY38-1	11.2±0.2	n.d	19.9 ± 0.2	39.9 ± 0.1	35.8 ± 0.7	19.1 ± 0.9

Table 2. Physiological functionalities of the yeasts from wild flowers of Gogunsanyeoldo, Jeollabuk-do, Korea (continued)

No.	Yeast strains		Antioxidant activity (DPPH) (%)		Xanthine oxidase inhibitory activity (%)		Tyrosinase inhibitory activity (%)	
			Supernatant	Cell-free ext.	Supernatant	Cell-free ext.	Supernatant	Cell-free ext.
12	<i>Metschnikowia reukaufii</i>	SY38-2	17.3 ± 0.1	n.d	33.6 ± 0.1	n.d	26.9 ± 0.7	37.0 ± 0.8
		SY44-6	9.3 ± 0.1	5.2 ± 0.1	49.6 ± 0.3	n.d	38.4 ± 0.3	14.7 ± 0.3
		SY44-7	10.5 ± 0.9	7.7 ± 0.4	21.9 ± 0.7	n.d	23.5 ± 0.2	12.7 ± 0.1
		SY46-5	n.d	6.3 ± 0.7	n.d	36.5 ± 0.2	18.2 ± 0.4	34.3 ± 0.1
		SY46-7	9.7 ± 0.2	n.d	20.5 ± 0.3	31.5 ± 0.2	21.5 ± 0.7	11.6 ± 0.4
13	<i>Occultifur externus</i>	SY5-2	11.5 ± 0.3	n.d	7.3 ± 0.6	n.d	22.7 ± 0.3	9.3 ± 0.1
14	<i>Pichia holstii</i>	SY20-2	7.9 ± 0.5	n.d	11.6 ± 1.0	19.8 ± 1.0	27.7 ± 0.1	31.1 ± 0.4
15	<i>Pichia scolyti</i>	SY3-1	n.d	n.d	11.2 ± 0.4	17.9 ± 1.0	25.1 ± 0.3	16.9 ± 0.9
		SY3-4	16.4 ± 0.2	n.d	7.9 ± 1.0	19.8 ± 0.5	26.9 ± 0.1	14.3 ± 0.4
16	<i>Rhodospiridium diobovatum</i>	SY4-2	n.d	n.d	8.8 ± 0.8	18.7 ± 1.1	22.0 ± 0.1	13.0 ± 0.9
		SY4-5	14.6 ± 0.1	n.d	8.3 ± 0.9	n.d	20.1 ± 0.2	19.4 ± 0.8
17	<i>Rhodotorula ingeniosa</i>	SY1-1	12.5 ± 0.1	5.2 ± 0.7	7.5 ± 0.6	12.2 ± 0.4	21.5 ± 0.3	17.6 ± 0.8
18	<i>Rhodotorula minuta</i>	SY47-2	11.2 ± 0.2	8.3 ± 0.3	n.d	n.d	10.2 ± 0.1	27.9 ± 0.9
		SY47-4	6.9 ± 0.1	n.d	n.d	n.d	20.6 ± 1.0	17.8 ± 0.6
19	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	SY7-3	10.7 ± 0.2	n.d	7.2 ± 0.9	n.d	20.0 ± 0.6	12.5 ± 0.5
20	<i>Rhodotorula slooffiae</i>	SY34-2	9.33 ± 0.1	n.d	n.d	n.d	24.0 ± 0.9	19.8 ± 0.8
		SY34-4	8.5 ± 0.3	n.d	n.d	n.d	15.4 ± 0.6	11.5 ± 0.7
		SY42-4	10.2 ± 0.1	n.d	n.d	n.d	26.4 ± 0.9	21.2 ± 0.5
21	<i>Yarrowia lipolytica</i>	SY51-1	6.0 ± 0.1	n.d	8.2 ± 0.5	n.d	26.0 ± 0.1	22.5 ± 0.7
		SY51-3	13.1 ± 0.4	n.d	5.3 ± 0.7	n.d	21.6 ± 0.1	20.9 ± 0.9

n.d, not detected or <5%.

*auflii*의 SY44-6의 배양상등액이 49.6%로 가장 높았고, 무세포추출물에서는 *C. aureus* SY40-1이 46.5%를 보였다.

또한, 멜라닌 합성을 저해하여 미백을 증진시키는 생리 기능성인 Tyrosinase 저해활성을 조사한 결과 다른 항산화 활성이나 XOD 저해활성보다 대체로 높았고, 특히 *M. reukaufii* SY44-6의 배양상등액이 38.4%, *M. reukaufii* SY38-2의 무세포추출물에서는 37.0%로 XOD 저해활성에서처럼 높은 활성을 보였다(Table 2).

항산화활성은 *Pichia scolyti* SY3-4의 배양상등액에서 16.4%을 보였을 뿐 대체로 낮았고, 무세포추출물에서는 거의 모든 균주들에서 이들 활성이 없거나 매우 미약하였다. 항산화물질은 필자 등[16]의 연구에서와 같이 대부분이 채소나 과일, 약용식물 등에 많이 함유되어있는 페놀 화합물들이고 이들의 환원력이 클수록 전자공여능이 높았다는 보고[20,21]로 미루어 볼 때 효모나 세균 등의 미생물 배양물에서는 이들 함량이 낮기 때문에 항산화활성이 낮은 것으로 사료된다.

이상의 생리기능성측정 결과들을 요약해보면 전라북도 고군산열도 선유도 일대 야생화에서 분리한 효모 61 균주들 중 *M. reukaufii* SY44-6의 배양상등액이 각각 49.6%의 XOD 저해활성과 38.4%의 Tyrosinase 저해활성을 보였고

따라서 이 효모 균주는 앞으로 항통풍성 물질과 미백 증진 물질 생산에 매우 유용하게 응용될 수 있는 우수한 균주로 사료되어 현재 배양시간 등 이들의 최적 생산 조건 검토가 진행되고 있다.

위와 같이 건강소재 개발 자원으로도 효모 균주들이 매우 유용할 것으로 사료되어 필자등이 환경부 국립 생물자원관 지원으로 현재 분리, 보관중인 1000여주의 다른 효모 균주들에 대해 항산화활성을 포함한 주요 생리기능성 측정이 현재 진행되고 있다.

적 요

전라북도 고군산열도 선유도 일대에서 2014년 4월에 개화한 야생화들로부터 효모들을 분리한 후 이들의 26S rDNA의 D1/D2 부위의 염기서열을 결정한 다음 NCBI의 BLAST database에 등록되어 있는 효모들과의 상동성을 비교 분석하여 동정하였다. 야생화 51점에서 21종의 효모들을 61 균주 분리하였고, 이들 중 *Cryptococcus aureus* SY1-4 등의 *Cryptococcus* 속 균들이 가장 많았고, *Metschnikowia reukaufii* SY20-1등 *Metschnikowia* 속 균과 *Rhodotorula ingeniosa* SY1-1등 *Rhodotorula* 속 균들도 비교적 많이 분

리되었다. 이들 61 균주들의 배양상등액과 무세포추출물을 제조한 후 생리기능성을 측정한 결과 *M. reukaufii* SY44-6의 배양상등액이 각각 49.6%의 XOD 저해활성과 38.4%의 미백성 Tyrosinase 저해활성을 보여 우수하였다.

감사의 글

본 논문은 환경부 국립생물자원관의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

REFERENCES

1. Kwon SC, Jeon TW, Park JS, Kwak JS, Kim TY. Inhibitory effect on tyrosinase, ACE and xanthine oxidase, and nitrite scavenging activities of Jubak (Alcohol filter cake) extracts. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 2012;41:1191-6.
2. Min JH, Kim YH, Kim JH, Choi SY, Lee JS, Kim HK. Comparison of microbial diversity of Korean commercial Makgeolli showing high β -glucan content and high antihypertensive activity, respectively. *Mycobiology* 2012;40:138-41.
3. Lee DH, Lee DH, Lee JS. Characterization of a new antideMENTIA β -secretase inhibitory peptide from *Saccharomyces cerevisiae*. *Enzyme Microb Tech* 2007;42:83-8.
4. Lee JS, Yi SH, Kwon SJ, Ahn C, Yoo JY. Isolation identification and cultural conditions of yeasts from traditional meju. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 1997;25:435-41.
5. Min JH, Hyun SH, Kang MG, Lee HB, Kim CM, Kim HK, Lee JS. Isolation and identification of yeasts from wild flowers of Daejeon city and Chungcheongnam-do in Korea. *Kor J Mycol* 2012;40:141-4.
6. Kang MG, Hyun SH, Ryu JJ, Min JH, Kim HK, Lee JS. Note on newly isolated yeasts from wild flowers in Daejeon city, Korea. *Kor J Mycol* 2012;40:174-6.
7. Min JH, Ryu JJ, Kim HK, Lee JS. Isolation and identification of yeasts from wild flowers in Gyejoksan, Oseosan and Beakamsan of Korea. *Kor J Mycol* 2013;41:47-51.
8. Min JH, Lee HB, Lee JS, Kim HK. Identification of yeasts isolated from wild flowers collected in coast areas of Korea based on the 26S rDNA sequences. *Kor J Mycol* 2013;41:185-91.
9. Hyun SH, Mun HY, Lee HB, Kim HK, Lee JS. Isolation of yeasts from wild flowers in Gyonggi-do and Jeju island of Korea and production of anti-gout xanthine oxidase inhibitor. *J Microbiol Biotechnol* 2013;41:383-90.
10. Hyun SH, Min JH, Lee HB, Kim HK, Lee JS. Isolation and diversity of yeasts from wild flowers in Ulleungdo and Yokjido, Korea. *Kor J Mycol* 2014;42:28-33.
11. Hyun SH, Lee JG, Park WJ, Kim HK, Lee JS. Isolation and diversity of yeasts from fruits and flowers of orchard in Sinam-myeon of Yesan-gun, Chungcheongnam-do, Korea. *Kor J Mycol* 2014;42:21-7.
12. Hyun SH, Min JH, Kim SA, Kim HK, Lee JS. Yeasts associated with fruits and blossoms collected from Hanbat arboretum, Daejeon, Korea. *Kor J Mycol* 2014;42:178-82.
13. Blois MS. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 1958;181:1199-200.
14. Kim HK, Lee EN, Geum JH, Lee JS. Nutritional characteristics and physiological functionality of ployplant extracts from some vegetables and medicinal plants. *Kor J Food Nutr* 2008; 21:410-5.
15. Jang IT, Kim YH, Kang MG, Lee SH, Lim SI, Lee JS. Production of tyrosinase inhibitor from *Saccharomyces cerevisiae*. *Kor J Mycol* 2012;40:60-4.
16. Hyun KW, Kim JH, Song KJ, Lee JB, Jang JH, Kim YS, Lee JS. Physiological functionality in *Geumsan perilla* leaves from greenhouse and field cultivation. *Kor J Food Sci Technol* 2003;35:975-9.
17. Chan M, Lye D, Win MK, Chow A, Barkham T. Clinical and microbiological characteristics of cryptococcosis in Singapore: predominance of *Cryptococcus neoformans* compared with *Cryptococcus gattii*. *Int J Infect Dis* 2014;26:110-5.
18. Nozaki H, Suzuki S, Tsuyoshi N, Yokozeki K. Production of D-arabitol by *Metschnikowia reukaufii* AJ14787. *Biosci Biotechnol Biochem* 2003;67:1923-9.
19. Zhang Z, Zhang X, Tan T. Lipid and carotenoid production by *Rhodotorula glutinis* under irradiation/high-temperature and dark/low-temperature cultivation. *Bioresour Technol* 2014; 157:149-53.
20. Seo GW, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Moon JH, Kim SH, Park KH. Identification of antioxidative substances in *Allium fistulosum* L. by GC-MS. *Kor J Food Sci Technol* 2003;35:988-93.
21. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. Studies on the physiological functionality of fine needle and mugwort extracts. *Kor J Food Sci Technol* 1995;27:978-84.