

RESEARCH ARTICLE

대전광역시 대전천과 갑천 및 유등천의 물과 주변 토양들로부터 아생효모들의 분리 및 분포 특성

한상민, 이상엽, 김하근, 이종수*

배재대학교 바이오·의생명공학과

Isolation and Diversity of Wild Yeasts from the Waters and Bank Soils of Daejeoncheon, Gapcheon, and Yudeungcheon in Daejeon Metropolitan City, Korea

Sang-Min Han, Sang-Yeop Lee, Ha-Kun Kim, Jong-Soo Lee*

Department of Biomedical Science and Biotechnology, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

*Corresponding author: biotech8@pcu.ac.kr

Abstract

In order to investigate the diversity of yeasts from major rivers (the Daejeoncheon, Gapcheon and Yudeungcheon) located in Daejeon city, we isolated wild yeasts by plating diluents of samples collected during the summer and winter of 2016 onto yeast extract-peptone-dextrose (YPD) medium, then identified them using Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) analysis to compare the nucleotide sequences of the PCR amplicons for the D1/D2 domain of 26S rDNA. In total, we isolated 191 yeast strains belonging to 104 species from 148 soil or water samples from the rivers and their junctions. *Candida* spp. (45 strains) including *Candida tropicalis* (22 strains) were the most abundantly isolated strains from the Daejeoncheon. *Candida* spp. (16 strains) including *Candida vartiovaarae* (8 strains) and *Candida* spp. (18 strains) such as *Candida sake* (4 strains) were also the dominant isolates from the Gapcheon and Yudeungcheon, respectively. In conclusion, *Candida* spp. and *Cryptococcus* spp. were the most dominant strains, corresponding to 42% and 7% of the 191 yeast strains isolated in this study, respectively.

Keywords: Daejeon City, Riverside, Soil, Wild yeast

서론

효모는 진균류 중 자낭균류와 담자균류에 주로 분포하고 있는 유포자 효모와 일부 무성세대만을 갖는 불완전 균류로 구분되는 고등 미생물 중의 하나로 이미 오래 전부터 전통 발효식품 제조에 주로 이용되어왔다[1, 2].

OPEN ACCESS

Kor. J. Mycol. 2017 December, 45(4): 259-269
<https://doi.org/10.4489/KJM.20170034>

pISSN : 0253-651X
eISSN : 2383-5249

Received: 12 October, 2017**Revised:** 7 November, 2017**Accepted:** 7 November, 2017

© The Korean Society of Mycology



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.

최근 필자 등은 우리나라 여러 지역들의 다양한 야생화들과 일부 토양으로부터 야생효모들을 분리, 동정하였다[3-14]. 이들 중 국내에 보고되지 않은 미기록 효모들의 균학적 특성을 조사하여 보고하였다[11, 13, 15]. 그러나 하천이나 연못, 강이나 바다 등에서 다양한 유기물들의 분해와 유용 대사산물들을 생산하는 수생균류들은 이들의 산업적 응용성이 매우 큼에도 불구하고 필자 등이 장성호수 주변의 꽃과 토양[11], 낙동강과 영산강 담수와 주변 토양으로부터 야생효모들을 분리하여 보고[16] 하였을 뿐 아직까지 이들의 종 다양성 규명을 위한 균주 발굴 연구와 이들의 특성 연구 등은 매우 미흡하다.

따라서 대전광역시 시내를 흐르는 주요 하천들의 야생효모 종 분포 특성을 알아보기 위해 전보[17]에서는 대전광역시 주요 하천인 대전천과 갑천의 담수와 토양으로부터 국내 미기록 효모들을 분리하여 이들의 특성을 보고하였다. 본 연구에서는 대전광역시 3대 하천인 대전천과 갑천 및 유등천과 이들의 합류 지점의 물과 주변 토양들로부터 야생효모들을 분리, 동정하여 이들의 분포 특성을 조사 하였다.

재료 및 방법

야생효모의 분리 및 동정

대전광역시 대전천, 갑천과 유등천 및 이들의 합류 지점에 있는 물과 주변 토양들을 2016년 8월과 2017년 2월에 각각 148점을 무균적으로 채취하여 멸균 튜브에 넣고, 5 mL의 멸균수를 첨가한 후 2시간 동안 진탕하였다. 이들 현탁액 일부를 스트렙토마이신(100 µg/mL)과 엠펙실린(100 µg/mL)이 들어 있는 yeast extract-peptone-dextrose (YPD) 한천배지에 도말하고 30°C에서 48시간 배양한 후 형성된 효모 집락들을 분리하였다[5].

분리효모들의 동정을 위하여 먼저 이들의 26S rDNA의 D1/D2 부위의 염기서열들을 결정한 후 결정된 염기서열들을 NCBI의 BLAST를 사용하여 데이터베이스에 등록되어 있는 효모들과의 상동성을 비교하여 분자생물학적 유연관계를 분석하여 동정하였다[5, 7].

결과 및 고찰

대전천의 물과 토양으로부터 야생효모의 분리 및 동정

대전천은 대전광역시 동구 하소동에 위치한 만인산과 비파산의 계곡에서 시작하여 산내동과 옥계동을 거쳐 인동과 원동을 흘러 오정동에서 유등천과 합류하는 대전광역시 3대 하천 중의 하나이다. 이와 같은 대전천의 물과 주변 토양 44점을 2016년 8월과 2017년 2월에 동일 장소에서 채취하여 야생효모들을 분리, 동정한 결과는 Table 1과 같다.

먼저 대전천에서 2016년 8월 채취한 물과 주변 토양 22점으로부터 모두 13종 20균주의 야생효모들을 분리, 동정하였다. 이들 중 *Saccharomyces cerevisiae*가 5균주로 가장 많았고 *Candida*속 균, *Trichosporon*속 균과 *Metschnikowia*속 균 등이 다양하게 분리되었다. 특히 주류 제조와 제빵 등 발효식품 등에 산업적으로 매우 유용한 효모로서 그동안 전통 발효식품과 이들 주, 부원료 등에서 주로 분리되어온 *S. cerevisiae*균이 하천의 물과 주변 토양에서 분리된 것은 매우 특이한 점으로 아마도 대전천이 시내 주택가와 상가 지역을 흐르면서 이들로부터 다양한 유기탄소물들이 축적되어 효모들의 서식 환경이 제공되었기 때문으로 추정된다.

Table 1. Yeasts isolated from waters and soils in riversides of Daejeoncheon, Daejeon city, Korea

No.	Putative species	Isolated no.	Related Genebank sequence	Identity	Remarks (collection date)
1	<i>Candida catenulata</i>	WJSL0001	KT336721.1	505/509 (99%)	August, 2016
		WJSL0002	KT336721.1	502/508 (99%)	
2	<i>Candida orthopsilosis</i>	WJSL0003	FJ794967.1	608/615 (99%)	
3	<i>Candida tropicalis</i>	WJSL0004	KF281607.1	603/613 (98%)	
		WJSL0005	KF281607.1	609/613 (99%)	
4	<i>Debaryomyces udanii</i>	WJSL0006	JN940509.1	602/613 (98%)	
5	<i>Hanseniaspora uvarum</i>	WJSL0007	KT156710.1	599/607 (99%)	
6	<i>Kazachstania unispora</i>	WJSL0008	HM627101.1	608/616 (99%)	
7	<i>Khuyveromyces marxianus</i>	WJSL0009	KT853036.1	578/588 (98%)	
8	<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	WJSL0010	KX018455.1	472/479 (99%)	
		WJSL0011	JX049419.1	494/502 (98%)	
9	<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	WJSL0012	LC134306.1	609/614 (99%)	
10	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	WJSL0013	KT459474.1	603/616 (98%)	
		WJSL0014	KT459474.1	607/615 (99%)	
		WJSL0015	KT459474.1	607/615 (99%)	
		WJSL0016	KT459474.1	609/616 (99%)	
		WJSL0017	KT459474.1	611/616 (99%)	
11	<i>Trichosporon coremiiforme</i>	WJSL0018	KU316754.1	631/640 (99%)	
12	<i>Trichosporon faecale</i>	WJSL0019	JX111951.1	630/640 (98%)	
13	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	WJSL0020	KT895982.1	611/615 (99%)	
1	<i>Candida glabrata</i>	WJSL0038	KY106474.1	616/624 (99%)	January 9, 2017
2	<i>Candida infanticola</i>	WJSL0039	KY106515.1	597/603 (99%)	
3	<i>Candida intermedia</i>	WJSL0040	LT635767.1	557/564 (99%)	
		WJSL0041	LT635767.1	559/562 (99%)	
		WJSL0042	LT635767.1	557/562 (99%)	
		WJSL0043	LT635767.1	557/562 (99%)	
		WJSL0044	LT635767.1	558/562 (99%)	
		WJSL0045	LT635767.1	557/564 (99%)	
		WJSL0046	LT635767.1	557/561 (99%)	
		WJSL0047	LT635767.1	559/563 (99%)	
4	<i>Candida palmioleophila</i>	WJSL0048	KJ705005.1	598/610 (98%)	
		WJSL0049	KJ705005.1	597/610 (98%)	
5	<i>Candida pseudolambica</i>	WJSL0050	KU316731.1	597/604 (99%)	
6	<i>Candida sake</i>	WJSL0051	KY106741.1	596/606 (98%)	
		WJSL0052	KY106745.1	597/605 (99%)	
		WJSL0053	KY106745.1	600/607 (99%)	

Table 1. (Continued)

No. Putative species	Isolated no.	Related Genebank sequence	Identity	Remarks (collection date)
7 <i>Candida tropicalis</i>	WJSL0054	KY106851.1	611/615 (99%)	
	WJSL0055	KY106851.1	613/615 (99%)	
	WJSL0056	KY106851.1	609/617 (99%)	
	WJSL0057	KY106851.1	611/615 (99%)	
	WJSL0058	KY106851.1	608/613 (99%)	
	WJSL0059	KY106851.1	610/614 (99%)	
	WJSL0060	KY106851.1	608/613 (99%)	
	WJSL0061	KY106851.1	608/614 (99%)	
	WJSL0062	KY106851.1	601/613 (98%)	
	WJSL0063	KY106851.1	609/613 (99%)	
	WJSL0064	KY106851.1	608/615 (99%)	
	WJSL0065	KY106825.1	608/613 (99%)	
	WJSL0066	KY106851.1	609/615 (99%)	
	WJSL0067	KY106851.1	607/613 (99%)	
	WJSL0068	KY106851.1	609/616 (99%)	
	WJSL0069	KY106851.1	609/614 (99%)	
	WJSL0070	KY106851.1	593/601 (99%)	
	WJSL0071	KY106851.1	609/615 (99%)	
	WJSL0072	KY106851.1	612/614 (99%)	
	WJSL0073	KY106851.1	613/615 (99%)	
	WJSL0074	KY106851.1	609/614 (99%)	
	WJSL0075	KY106851.1	611/615 (99%)	
8 <i>Candida varitovaarae</i>	WJSL0076	KY106865.1	607/619 (98%)	
9 <i>Candida zeylanoides</i>	WJSL0077	KY106918.1	609/613 (99%)	
10 <i>Cryptococcus</i> sp.	WJSL0078	DQ377668.1	629/642 (98%)	
11 <i>Cyberlindnera jadinii</i>	WJSL0079	KY107368.1	614/620 (99%)	
12 <i>Debaryomyces hansenii</i>	WJSL0080	KY107560.1	606/616 (98%)	
13 <i>Geotrichum klebahnii</i>	WJSL0081	JX141378.1	538/539 (99%)	
	WJSL0082	GU373755.1	544/549 (99%)	
14 <i>Kazachstania exigua</i>	WJSL0083	KY107915.1	606/613 (99%)	
15 <i>Kazachstania servazzii</i>	WJSL0084	KY107945.1	610/615 (99%)	
	WJSL0085	KY107945.1	611/616 (99%)	
16 <i>Lodderomyces elongisporus</i>	WJSL0086	KY108338.1	607/614 (99%)	
17 <i>Pichia spartinae</i>	WJSL0087	FJ850047.1	600/609 (99%)	
18 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	WJSL0088	KY109399.1	607/617 (98%)	
	WJSL0089	KY109399.1	607/616 (99%)	
	WJSL0090	KY109399.1	616/618 (99%)	
	WJSL0091	KY109375.1	611/616 (99%)	
	WJSL0092	KY109393.1	608/616 (99%)	
19 <i>Trichosporon coprophilum</i>	WJSL0093	AB180199.1	625/634 (99%)	

또한 대전천에서 2017년 2월 채취한 물과 주변 토양 22점으로부터 모두 19종 56균주들을 분리, 동정하였다. 이들 중 *Candida tropicalis*가 22균주로 가장 많았고 *C. intermedia*도 8균주가 분리되었으며 *Saccharomyces cerevisiae*도 5균주 분리되었다.

또한 전체 분리 균주 중 *Candida*속 균이 9종, 40균주로 71%를 차지하여 가장 많았고, 특히 탄화수소 자화성이 우수하여 석유효모로 알려졌고, 균체 단백질 생산에 유용한 *C. tropicalis*가 거의 독점적으로 많이 분리된 것은 매우 특이한 것으로 이 균이 분리된 대전천 하류에는 대전 제1공단과 주택 밀집 지역으로 다른 지역에 비하여 탄화수소 같은 유기물이 많기 때문으로도 추정된다.

위와 같이 대전천의 여름, 겨울 시료 모두에서 야생효모 32종, 76균주가 분리되었고 공통적으로는 *S. cerevisiae*와 *C. tropicalis*가 분리되었으며 동일한 장소의 여름 채취 시료보다 겨울 채취 시료에서 6종, 36균주가 더 분리되었다. 여름 시료에서 적게 분리된 것은 여름 채취 시의 온도가 28~32°C로 겨울 시료 채취 시(0~15°C)보다 효모 생육에 적당한 온도보다 높아 적게 분리된 것으로 추정되나 여름과 겨울, 계절에 따른 자연환경에서의 야생효모의 다양성에 관해서는 추가의 연구가 요구된다.

갑천의 물과 토양으로부터 야생효모의 분리 및 동정

갑천은 계룡산 줄기의 두계천과 대둔산에서 시작하는 벌곡천이 대전광역시 서구 용천동에서 모여 가수원동을 흐르다 진잠지천, 유성지천, 탄동지천과 합류하여 도안동을 거쳐 둔산동에서 유등천과 대전천과 합류하는 대전광역시 3대 하천 중의 하나이다. 이러한 갑천의 물과 주변 토양 44점을 2016년 8월과 2017년 2월에 동일 장소에서 채취하여 야생효모들을 분리, 동정한 결과는 Table 2와 같다.

먼저 갑천에서 2016년 8월 채취한 물과 주변 토양 22점으로부터 모두 10종, 17 균주의 야생효모들을 분리, 동정하였다. 이들 중 *C. glabrata*가 5균주로 가장 많았고 *Meyerozyma guilliermondii*, *Pichia kudriavzevii*, *Rhodotomula mucilaginosa* 등이 각각 2균주씩 분리되었다.

또한 갑천에서 2017년 2월 채취한 물과 주변 토양 22점으로부터 모두 15종, 27 균주의 야생효모들을 분리, 동정하였다. 이들 중 *C. vartiovaarae*가 8균주로 가장 많았고 *Sampaiozyma ingensiosa*가 3균주이었으며 전체 분리 균주 중 *Candida* 속 균이 10균주로 가장 많이 분리되었다.

위와 같이 갑천에서 모두 야생효모 25종, 44균주가 분리되었고 위의 대전천 결과처럼 겨울 채취 시료가 여름 채취 시료보다 5종, 10균주가 더 분리되었고, 여름 시료와 겨울 시료에서 공통으로 분리된 균은 *R. mucilaginosa* 한 균주뿐으로 하천 지역의 야생효모들은 계절에 따라 다른 효모 종 다양성을 보이는 것으로 추정되었다. 또한, 분리 균주 중 *Lachancea thermotolerans*는 고온성 효모로 산업적으로 매우 유용할 것으로 생각한다.

유등천과 3대 하천 합류 지점 물과 토양들로부터 야생효모의 분리

유등천은 충남 금산군 복수면과 진산면 경계 지점에서 발원하여 대전광역시 중구 침산동을 거쳐 안영동, 태평동을 거쳐 둔산동에서 갑천과 대전천과 합류하는 대전광역시 3대 하천 중

Table 2. Yeast isolated from waters and soils in riversides of Gapcheon, Daejeon city, Korea

No.	Putative species	Isolated no.	Related Genebank sequence	Identity	Remarks (collection date)
1	<i>Candida glabrata</i>	WJSL0021	KJ624034.1	619/625 (99%)	August 13, 2016
		WJSL0022	KF281607.1	607/613 (99%)	
		WJSL0023	KU316741.1	600/607 (99%)	
		WJSL0024	KJ624034.1	588/591 (99%)	
		WJSL0025	KU316741.1	603/609 (99%)	
2	<i>Candida tropicalis</i>	WJSL0026	KF281607.1	604/614 (98%)	
3	<i>Cystobasidium minutum</i>	WJSL0027	AB026000.2	631/638 (99%)	
4	<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	WJSL0028	LC134306.1	609/614 (99%)	
		WJSL0029	JN940519.1	640/649 (99%)	
5	<i>Pichia kudriavzevii</i>	WJSL0030	KU316741.1	603/607 (99%)	
		WJSL0031	KF281607.1	607/614 (99%)	
6	<i>Pseudozyma antarctica</i>	WJSL0032	AB566343.1	636/648 (98%)	
7	<i>Pseudozyma aphidis</i>	WJSL0033	JN940519.1	645/648 (99%)	
8	<i>Pseudozyma prolifica</i>	WJSL0034	KU316746.1	641/649 (99%)	
9	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	WJSL0035	KU316790.1	608/614 (99%)	
		WJSL0036	FJ743623.1	601/614 (98%)	
10	<i>Wickerhamomyces onychis</i>	WJSL0037	KP263782.1	553/555 (99%)	
1	<i>Candida sake</i>	WJSL0094	KY106745.1	602/606 (99%)	February 4, 2017
		WJSL0095	KY106745.1	601/606 (99%)	
2	<i>Candida vartiovaarae</i>	WJSL0096	KY106865.1	614/619 (99%)	
		WJSL0097	KY106865.1	613/618 (99%)	
		WJSL0098	KU316734.1	611/617 (99%)	
		WJSL0099	KY106865.1	614/618 (99%)	
		WJSL0100	KY106865.1	613/618 (99%)	
		WJSL0101	KY106865.1	615/619 (99%)	
		WJSL0102	KY106865.1	613/618 (99%)	
		WJSL0103	KY106865.1	611/620 (99%)	
3	<i>Cryptococcus</i> sp.	WJSL0104	KC242237.1	638/641 (99%)	
		WJSL0105	DQ377668.1	633/642 (99%)	
4	<i>Debaryomyces hansenii</i>	WJSL0106	KC111444.1	608/613 (99%)	
5	<i>Lachancea thermotolerans</i>	WJSL0107	KC510042.1	565/566 (99%)	
6	<i>Leucosporidium golubevii</i>	WJSL0108	KY108283.1	625/634 (99%)	
7	<i>Papiliotrema flavescens</i>	WJSL0109	KY108734.1	635/640 (99%)	
8	<i>Papiliotrema laurentii</i>	WJSL0110	KY108740.1	634/641 (99%)	
9	<i>Rhodotorula glutinis</i>	WJSL0111	KY109043.1	613/617 (99%)	
10	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	WJSL0112	KY109140.1	610/614 (99%)	
11	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	WJSL0113	KY109393.1	606/616 (98%)	
12	<i>Sampaiozyma ingeniosa</i>	WJSL0114	KY109536.1	617/631 (98%)	
		WJSL0115	KY109536.1	613/620 (99%)	
		WJSL0116	KY109536.1	623/633 (98%)	
13	<i>Torulaspora delbruecki</i>	WJSL0117	KY109859.1	612/616 (99%)	
14	<i>Ustilentyloma graminis</i>	WJSL0118	KY110000.1	569/569 (100%)	
		WJSL0119	KY110000.1	572/573 (99%)	
15	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	WJSL0120	KY110099.1	580/581 (99%)	

의 하나이다. 이러한 유등천과 대전천, 갑천의 3대 하천 합류 지점 주위의 물과 주변 토양 60 점을 2016년 8월과 2017년 2월에 동일 장소에서 채취하여 아생효모들을 분리, 동정한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Yeast isolated from waters and soils in riversides of Yudeungcheon and junction point, Daejeon city, Korea

No.	Putative species	Isolated no.	Related Genebank sequence	Identity
1	<i>Aureobasidium pullulans</i>	WJSL0121	JX188098.1	635/640 (99%)
		WJSL0122	JX188098.1	573/575 (99%)
		WJSL0123	JX188098.1	622/630 (99%)
		WJSL0124	JX188098.1	622/630 (99%)
2	<i>Candida pseudolambica</i>	WJSL0125	KU316731.1	596/603 (99%)
		WJSL0126	KU316731.1	590/603 (98%)
3	<i>Candida</i> sp.	WJSL0127	KF281607.1	620/626 (99%)
		WJSL0128	KF281607.1	606/614 (99%)
		WJSL0129	KF281607.1	609/613 (99%)
4	<i>Cryptococcus aureus</i>	WJSL0130	EU304246.1	613/618 (99%)
5	<i>Cryptococcus flavescens</i>	WJSL0131	AB698750.1	603/607 (99%)
6	<i>Cryptococcus magnus</i>	WJSL0132	JX188126.1	636/637 (99%)
		WJSL0133	JX188126.1	639/639 (100%)
7	<i>Cryptococcus</i> sp.	WJSL0134	AY508880.1	613/614 (99%)
		WJSL0135	AY508880.1	613/614 (99%)
8	<i>Kazachstania telluris</i>	WJSL0136	KM103064.1	579/585 (99%)
9	<i>Rhodospiridium diobovatum</i>	WJSL0137	JX068686.1	596/601 (99%)
		WJSL0138	JX068686.1	588/593 (99%)
10	<i>Rhodotorula ingeniosa</i>	WJSL0139	AJ749834.1	596/601 (99%)
11	<i>Rhodotorula slooffiae</i>	WJSL0140	AB566328.1	638/639 (99%)
1	<i>Aureobasidium pullulans</i>	WJSL0141	KX958050.1	608/614 (99%)
		WJSL0142	JX188098.1	604/618 (98%)
2	<i>Candida glabrata</i>	WJSL0143	KY106477.1	617/624 (99%)
3	<i>Candida intermedia</i>	WJSL0144	LT635767.1	556/562 (99%)
4	<i>Candida norvegica</i>	WJSL0145	KY106605.1	615/623 (99%)
5	<i>Candida palmioleophila</i>	WJSL0146	KJ705005.1	601/611 (98%)
6	<i>Candida pseudolambica</i>	WJSL0147	KU316731.1	595/602 (99%)
		WJSL0148	KU316731.1	600/603 (99%)
7	<i>Candida railenensis</i>	WJSL0149	KY106718.1	611/615 (99%)
8	<i>Candida sake</i>	WJSL0150	KY106745.1	598/607 (99%)
		WJSL0151	EF017662.1	568/572 (99%)
		WJSL0152	KY106745.1	601/605 (99%)
		WJSL0153	KY106745.1	601/606 (99%)
9	<i>Candida zeylanoides</i>	WJSL0154	KY106918.1	607/613 (99%)
		WJSL0155	KY106918.1	608/613 (99%)

Table 3. (Continued)

No.	Putative species	Isolated no.	Related Genebank sequence	Identity
10	<i>Cryptococcus laurentii</i>	WJSL0156	AJ876597.1	626/641 (98%)
		WJSL0157	KU316735.1	633/640 (99%)
		WJSL0158	KU316755.1	631/640 (99%)
11	<i>Cryptococcus luteolus</i>	WJSL0159	AM160633.1	633/640 (99%)
12	<i>Cryptococcus</i> sp.	WJSL0160	DQ377668.1	638/642 (99%)
13	<i>Debaryomyces hansenii</i>	WJSL0161	KU316761.1	607/613 (99%)
14	<i>Debaryomyces vindobonensis</i>	WJSL0162	KY107591.1	607/614 (99%)
		WJSL0163	KY107591.1	607/614 (99%)
		WJSL0164	KY107591.1	607/614 (99%)
15	<i>Filobasidium magnum</i>	WJSL0165	KY107722.1	628/643 (98%)
16	<i>Geotrichum fragrans</i>	WJSL0166	GQ222355.1	425/432 (98%)
17	<i>Hannaella oryzae</i>	WJSL0167	KM246122.1	576/581 (99%)
18	<i>Kazachstania servazzii</i>	WJSL0168	KY107945.1	579/583 (99%)
19	<i>Lachancea thermotolerans</i>	WJSL0169	KY108274.1	574/576 (99%)
20	<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	WJSL0170	KY108543.1	609/613 (99%)
21	<i>Naganishia globosa</i>	WJSL0171	KU316759.1	634/640 (99%)
22	<i>Papiliotrema flavescens</i>	WJSL0172	KY108734.1	628/640 (98%)
		WJSL0173	KY108734.1	635/641 (99%)
		WJSL0174	KY108734.1	632/640 (99%)
		WJSL0175	KY108734.1	627/640 (98%)
23	<i>Papiliotrema laurentii</i>	WJSL0176	KY108740.1	592/592 (100%)
24	<i>Pichia membranifaciens</i>	WJSL0177	KY108865.1	601/610 (99%)
		WJSL0178	LC134016.1	602/609 (99%)
		WJSL0179	KY108865.1	603/609 (99%)
25	<i>Pseudozyma aphidis</i>	WJSL0180	JN940519.1	639/648 (99%)
26	<i>Pseudozyma hubeiensis</i>	WJSL0181	XR_001099828.1	638/648 (98%)
27	<i>Rhodotorula glutinis</i>	WJSL0182	KY109043.1	609/617 (99%)
		WJSL0183	KY109043.1	608/617 (99%)
		WJSL0184	KY109043.1	613/617 (99%)
28	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	WJSL0185	KU316772.1	607/621 (98%)
29	<i>Sampaiozyma ingensiosa</i>	WJSL0186	KY109536.1	627/632 (99%)
30	<i>Trichosporon lactis</i>	WJSL0187	HE660076.1	632/639 (99%)
31	<i>Wickerhamomyces anomalus</i>	WJSL0188	KY110104.1	610/616 (99%)
32	<i>Williopsis</i> sp.	WJSL0189	EU043158.1	611/620 (99%)

먼저 유등천과 3대 하천(대전천, 갑천, 유등천) 합류 지점에서 2016년 8월 채취한 물과 주변 토양 30점으로부터 모두 11종, 20균주의 야생효모들을 분리, 동정하였다. 이들 중 *Aureobasidium pullulans*가 4균주로 가장 많았고 *Cryptococcus magnus* 2균주를 포함하는 병원성 *Cryptococcus*속 균들이 5주가 분리되었다.

또한 유등천과 3대 하천 합류 지역에서 2017년 2월 채취한 물과 주변토양 30점으로부터 모두 32종, 49균주의 야생효모들을 분리, 동정하였다. 이들 중 *Candida sake*와 *Papiliotrema flavescens*가 각각 4균주씩 위의 여름 시료처럼 *Cryptococcus*속 균이 5균주로 많이 분리되었다.

위와 같이 유등천과 3대 하천 합류 지점에서 모두 야생효모 47종, 69균주가 분리되었고 다른 하천처럼 겨울 채취 시료가 여름 채취 시료보다 17종, 29균주가 더 분리되었다. 또한, 여름 시료와 겨울 시료에서 공통적으로 분리된 균들은 *Candida pseudolambica*와 *Cryptococcus* spp. 균주들이었다.

대전 3대 하천 물과 주변 토양의 야생효모 중 분포 특성

이상의 결과들을 종합하였을 때 대전광역시의 대전천과 갑천, 유등천과 이들의 합류 지점들의 여름 채취 물과 주변 토양 74점에서 23종 37균주의 야생효모들이 분리된 반면에 겨울 채취 시료들에서는 약 2배 이상 많은 34종 83균주가 분리되어 이들 하천 지역에는 30°C 내외의 무더운 여름철보다는 0~10°C의 비교적 낮은 온도인 겨울철에 야생 효모들이 더 많이 분포하는 등 계절에 따라 다양한 효모 분포 특성을 나타내는 것으로 추측된다.

여름과 겨울 시료에서 공통으로 분리된 효모들은 *Aureobasidium pullulans*, *Candida glabrata*, *C. intermedia*, *C. palmioleophila*, *C. pseudolambica*, *C. sake*, *C. tropicalis*, *Cryptococcus* sp. *Meyerozyma guilliermondii*, *Pseudozyma aphidis*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Saccharomyces cerevisiae*와 *Wickerhamomyces anomalus* 등 13종이었다.

또한, 이들 3대 하천에서 가장 많이 분리된 야생효모는 Fig. 1과 같이 *Candida*속 균이 42%로 가장 많았고 *Cryptococcus*속 균이 전체 분리균 중 7%로 많았으며 식품에서 주로 분리되는 *Saccharomyces*속 균도 전체 6%를 차지하였다. 종 수준에서는 *C. tropicalis*가 25균주로 가장 많았다.

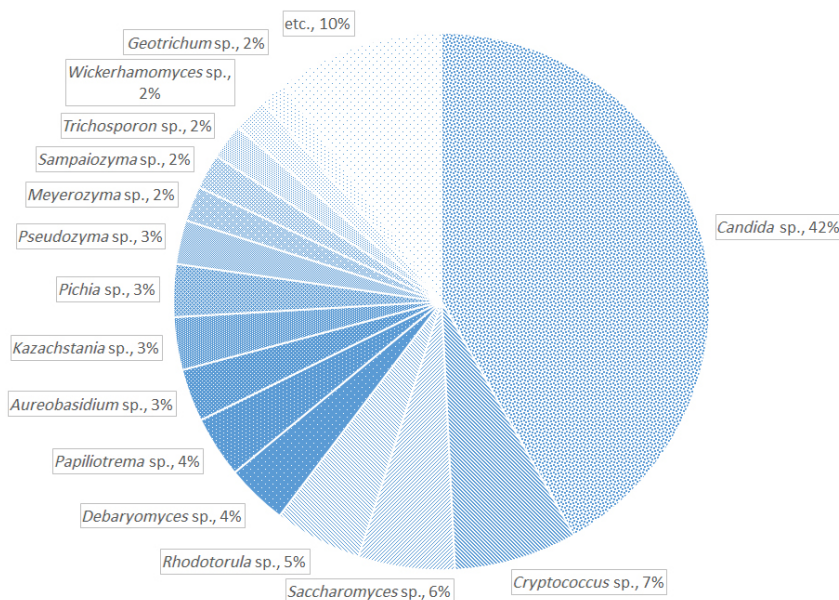


Fig. 1. Yeast diversity of waters and soil of riversides in summer of 2016 and winter of 2017 in Daejeoncheon, Yudeungcheon and Gapcheon of Daejeon city, Korea.

지금까지 대전천과 갑천의 미생물 종 다양성에 대한 연구는 전혀 실시되지 않았다. 따라서 대전천의 효모 종 다양성 연구 결과들은 대전천뿐만 아니라 우리나라 하천과 담수 중의 생물 종 다양성 확립과 유용 자원 개발 등에 기초자료로 응용될 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

대전광역시 하천들의 효모 종 다양성을 조사하기 위하여 먼저 대전광역시 동남부와 시내를 흐르는 대전천과 서남부의 갑천에 있는 물과 주변 토양들을 2016년 8월과 2017년 2월에 각각 148점을 동일 장소에서 채취하여 야생효모들을 분리, 동정하였다. 여름 채취 물과 주변 토양 74점에서 23종 37균주의 야생효모들이 분리된 반면에 겨울 채취 시료들에서는 약 2배 이상 많은 34종 83균주가 분리되었다. 이들 3대 하천에서 가장 많이 분리된 야생효모는 *Candida*속 균으로 전체 42%이었고 *Cryptococcus*속 균과 식품에서 주로 분리되는 *Saccharomyces*속 균들이 각각 7%와 6%로 많이 분리되었다. 종 수준에서는 *Candida tropicalis*가 25균주로 가장 많았으며 여름 시료와 겨울 시료에서 공통으로 분리된 효모들은 *Aureobasidium pullulans* 등 13종이었다.

Acknowledgements

This work was supported by a grant from the Nakdonggang National Institute of Biological Resources (NNIBR), funded by the Ministry of Environment (MOE) of the Republic of Korea.

REFERENCES

1. Lee JS, Lee SH, Kwon SJ, Ahn C, Yoo JY. Enzyme activities and physiological functionality of yeasts from traditional Meju. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 1997;25:448-53.
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. Min JH, Ryu JJ, Kim HK, Lee JS. Isolation and identification of yeasts from wild flowers in Gyeongjoksan, Oseosan and Baekamsan of Korea. *Kor J Mycol* 2013;41:47-51.
4. Hyun SH, Mun HY, Lee HB, Kim HK, Lee JS. Isolation of yeasts from wild flowers in Gyeonggi-do province and Jeju Island in Korea and the production of anti-gout xanthine oxidase inhibitor. *Korean J Microbiol Biotechnol* 2013;41:383-90.
5. 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.
6. 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.
7. Hyun SH, Lee JK, 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.
8. Hyun SH, Min JH, Kim SA, Lee JS, Kim HK. Yeasts associated with fruits and blossoms collected from Hanbat arboretum, Daejeon, Korea. Kor J Mycol 2014;42:178-82.
 9. Hyun SH, Han SM, Lee JS. Isolation and physiological functionality of yeasts from wild flowers in Seonyudo of Gogunsanyeoldo, Jeollabuk-do, Korea. Kor J Mycol 2014;42: 201-6.
 10. Han SM, Hyun SH, Lee JS. Isolation and identification of yeasts from wild flowers in Deogyu mountain and their physiological functionalities. Kor J Mycol 2015;43:47-52.
 11. Han SM, Hyun SH, Lee HB, Lee HW, Kim HK, Lee JS. Isolation and identification of yeasts from wild flowers collected around Jangseong lake in Jeollanam-do, Republic of Korea, and characterization of the unrecorded yeast *Bullera coprosmaensis*. Mycobiology 2015;43:266-71.
 12. Han SM, Han JW, Bae SM, Park WJ, Lee JS. Isolation and identification of wild yeasts from soils of paddy fields in Daejeon metropolitan city and Chungcheongnam-do, Korea. Kor J Mycol 2016;44:1-7.
 13. Han SM, Lee JS. Isolation and identification of wild yeasts from soils of an herb park in Seoul metropolitan city and characteristics of unrecorded yeasts. Kor J Mycol 2016;44: 108-12.
 14. Han SM, Lee SY, Kim HK, Lee JS. Characterization of wild yeasts Isolated from leaves obtained from Mt. Daedun and Mt. Chilgap, Korea. Kor J Mycol 2017;45:31-42.
 15. Han SM, Lee JS. Characterization of unrecorded yeasts Isolated from leaves of trees of Oknyeobong peak and Yeonjasan mountains in Daejeon, Korea. Kor J Mycol 2017;45: 23-30.
 16. Han SM, Kim HK, Lee HB, Lee JS. Isolation and identification of wild yeasts from freshwaters and soils of Nakdong and Yeongsan river, Korea, with characterization of two unrecorded yeasts. Kor J Mycol 2016;44:350-4.
 17. Han SM, Lee SY, Kim HK, Lee JS. Characterization of the unrecorded wild yeasts from the water and riverside soils of Daejeoncheon and Gapcheon in Daejeon Metropolitan city, Korea. Kor J Mycol 2017;45:153-9.