

# 우리나라 해안 근접지역과 일부 내륙지역 야생화들로부터 분리한 국내 미기록 효모들의 특성

현세희<sup>1</sup> · 이항범<sup>2</sup> · 김창무<sup>3</sup> · 이종수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>배재대학교 바이오의생명공학과, <sup>2</sup>전남대학교 응용생물공학부, <sup>3</sup>국립생물자원관

## New Records of Yeasts from Wild Flowers in Coast Near Areas and Inland Areas, Korea

Se-Hee Hyun<sup>1</sup>, Hyang Burm Lee<sup>2</sup>, Chang-Mu Kim<sup>3</sup> and Jong-Soo Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Biomedical Science and Biotechnology, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea

<sup>2</sup>Division of Applied Bioscience & Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

<sup>3</sup>National Institute of Biological Resources, Korea(Environmental Research Complex), Incheon 404-708, Korea

**ABSTRACT** : Fourteen new records of yeasts were screened from one hundred thirty-three yeasts strains which were isolated from wild flowers in east, west and south coast near areas and inland areas, Korea. *Candida silvae*, *Cryptococcus terrestris* and *Auriculibuller fuscus* were newly isolated from wild flowers collected at Donghae and Andong, respectively. *Candida quercitrusa*, *Hanseniaspora opuntiae*, *Sporobolomyces caricolor*, *Candida saopaulonensis* and *Sporobolomyces phaffii* were newly isolated from wild flowers in Geumsan-gun and Taean-gun in Chungcheongnam-do, respectively. *Candida oleophila* and *Jamniaea angkorienensis* were newly identified from flowers in Yesan-gun and *Hannaella zeae* was also newly identified from flowers of Daecheon. *Hanseniaspora vineae* and two other yeast strains including *Pseudozyma hubeiensis* were newly isolated and identified from flowers collected at Gwangju and Wando-gun, respectively. Morphological and physiological characteristics of their new recorded yeasts were investigated.

**KEYWORDS**: Coast near areas, Inland, New records yeasts, Wild flowers

## 서 론

지금까지 효모는 주로 전통 장류 등의 발효 식품에서 분리되어 일부가 산업적으로 이용되고 있을 뿐(Lee *et al.*, 1996; Lee *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 1999; Jang *et al.*, 2011; Min *et al.*, 2012b) 꽃과 과일 등의 자연환경으로부터 유용효모의

분리 및 이용 연구는 거의 실시되지 않았다. 따라서 자연환경에서 다양한 효모들을 분리, 동정하여 새로운 국내 미기록 효모들을 발굴하고 나아가 이들을 고부가가치의 의약 산업이나 건강기능성 식품산업 등에 응용할 필요성이 있다.

필자 등은 우리나라 전통 발효식품과 메주, 누룩 등의 원료로부터 380종의 효모들을 분리, 동정하였고 이들 중 혈전용해활성이 우수한 *Saccharomyces cerevisiae* Y99-7을 선발하여 혈전용해물질 생산조건을 최적화하였고(Jang *et al.*, 2011), 항고혈압성 안지오텐신전환효소 저해제를 강력하게 생산하는 *Saccharomyces cerevisiae* Y183-3을 최종 선발하여 ACE저해물질 생산조건 등을 보고한바 있다(Kang *et al.*, 2011). 최근 환경부 국립 생물자원관과 공동으로 대전지역 일부 하천 및 야산 등지에 서식하고 있는 야생화들로부터 효모들을 분리, 동정하여 이들의 다양성(Min *et al.*, 2012a)과 *Kuraishia copulata*를 포함하는 4종의 국내 미기록 효모들을 선발하여 이들의 특성을 보고하였다(Kang *et al.*, 2012). 또한, 대전의 계족산, 충남 홍성의 오서산 일대와 전북 정읍 백암산 등의 산악지대에서 식생하고 있는 진달래 등의 야생화들을 수집하여 이들로부터 효

Kor. J. Mycol. 2013 June 41(2): 74-80  
http://dx.doi.org/10.4489/KJM.2013.41.2.74  
pISSN 0253-651X  
©The Korean Society of Mycology

\*Corresponding author

E-mail : biotech8@pcu.ac.kr

Received May 14, 2013

Revised June 16, 2013

Accepted June 25, 2013

Ⓢ 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.

모를 분리하고 동정하여 도시 근교에서 분리한 효모들과의 Mycoflora를 비교하여 보고하였다(Min *et al.*, 2013a).

본 연구에서는 우리나라 동해안과 서해안 및 남해안 인접지역과 일부 내륙지역에 있는 야생화들로부터 분리된 효모들 중 지금까지 국내에 보고되지 않은 14균주의 효모들을 선별하여 이들의 형태학적 및 배양, 생리학적 특성들을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 미기록 효모들의 선별

동해시와 경북 안동시, 충남 대천시, 예산군, 태안군, 금산군, 전남 광주시와 완도군 일대에서 2013년 개화한 꽃(화분)들로부터 전보(Min *et al.*, 2012a)와 같이 효모들만을 선택적으로 분리한 후, 26S rDNA의 D1/D2 부위 혹은 ITS1/5.8S rDNA/ITS2 부위의 염기서열 상동성 비교법을 이용하여 동정하였다(Min *et al.*, 2013a). 위의 분리, 동정 균들을 대상으로 RISS와 PubMed 및 배재대학교 도서관 등의 균학 관련 논문 자료들을 이용하여 국내에 아직까지 보고되지 않은 균주들을 선별하여 최종 국내 미기록 효모로 확정하였다.

### 형태학적 및 배양, 생리학적 특성 조사

선정된 미기록 효모들에 대하여 광학현미경(DM IRE2, LEICA, Germany)과 전보(Kang *et al.*, 2012)의 일반 미생물 실험방법 등을 이용하여 형태학적 특징과 배양 및 주요 생리적 특성 등을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 야생화들로부터 미기록 효모들의 분리 및 선별

동해안의 동해시와 내륙인 안동시, 충남 서해안의 대천시와 태안군, 예산군 및 내륙지역인 금산군, 전남 남해안의 광주시와 완도군 등지의 야생화들로 분리, 동정한 202균주의 효모들에(Min *et al.*, 2013b) 대하여 국내 보고 유무를 각종 데이터베이스를 통하여 확인하였다.

Table 1과 같이 동해시 야생화들에서 *Candida silvae*, *Cryptococcus terrestris* (2종), 안동시 야생화에서는 *Auriculibuller fuscus* (1종), 충남 서해안의 태안시에서는 *Candida saopaul-onensis*, *Sporobolomyces carnicolor*, *Sporobolomyces phaffii* (3종), 예산군에서는 *Candida oleophila*, *Jaminalia angkoriensis* (2종), 대천시 해수욕장 주위의 야생화들에서는 *Hannaella zeae*, 금산군 명곡리에서는 *Candida quercitrusa*, *Hanseniaspora opuntiae* (2종)등이 국내 미기록 효모균주로 선별 되었다. 또한 전남 서남부지역인 광주시 야생화에서는 *Hanseniaspora vineae* 1종, 완도군 대문리에서는 *Pseudozyma hubeiensis*, *Pichia mexicana* (2종)등이 선별되었고 이상 8곳의 해안 인접지역과 내륙지역에서 모두 14종의 국내 미기록 효모 균주들을 최종 선별하였다.

### 동해시와 안동시 야생화들에서 분리한 미기록 효모들의 특성

동해시에서 분리한 미기록 효모인 *Candida silvae*와 *Cryptococcus terrestris*는 모두 계란모양으로 출아에 의한

**Table 1.** Newly reporting yeasts from wild flowers of some east, west and south coast near areas and inland areas, Korea

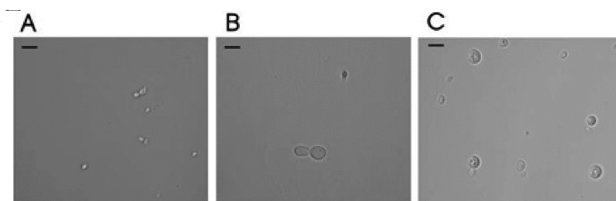
| Collected site                   | Putative species                 | Isolated No. | Related Genbank sequence | Identity (%)   | Amplified regions |
|----------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------------------|----------------|-------------------|
| Gangwon-do<br>Donghae            | <i>Candida silvae</i>            | 250-JW-1     | DQ377641.1               | 581/583 (99%)  | 26S               |
|                                  | <i>Cryptococcus terrestris</i>   | 250-JW-2     | EF599104.1               | 616/617 (99%)  | 26S               |
| Gyeongsangbuk-do<br>Andong       | <i>Auriculibuller fuscus</i>     | 258-GB-3     | AM748525.1               | 624/627 (99%)  | 26S               |
| Chungcheongnam-do<br>Geumsan-gun | <i>Candida quercitrusa</i>       | 209-C-1      | AM158924.1               | 607/615 (99%)  | 26S               |
|                                  | <i>Hanseniaspora opuntiae</i>    | 218-C-1      | FR870033.1               | 615/615 (100%) | 26S               |
| Taeon-gun                        | <i>Sporobolomyces carnicolor</i> | 229-C1-2     | AY070008.1               | 598/598 (100%) | 26S               |
|                                  | <i>Candida saopaulonensis</i>    | 230-C1-2     | AY695398.1               | 484/486 (99%)  | 26S               |
|                                  | <i>Sporobolomyces phaffii</i>    | 230-C1-3     | AY070011.1               | 566/567 (99%)  | 26S               |
| Yesan-gun                        | <i>Candida oleophila</i>         | 266-C2-1     | EU326130.1               | 608/612 (99%)  | 26S               |
|                                  | <i>Jaminalia angkoriensis</i>    | 266-C2-2     | EU587489.1               | 600/602 (99%)  | 26S               |
| Daecheon                         | <i>Hannaella zeae</i>            | 355-CC-1     | JQ754112.1               | 636/636(100%)  | 26S               |
| Jeollanam-do<br>Gwangju          | <i>Hanseniaspora vineae</i>      | 317-JE-2     | FJ196743.1               | 591/592 (99%)  | 26S               |
| Wando-gun                        | <i>Pseudozyma hubeiensis</i>     | 152-JE-1     | AB566327.1               | 648/648 (100%) | 26S               |
|                                  | <i>Pichia mexicana</i>           | 155-JE-3     | DQ409143.1               | 573/574 (99%)  | 26S               |

\*New records of yeasts screended from two hundred two yeasts Min *et al.*, (2013b)

**Table 2.** Microbiological and cultural characteristics of the newly reporting yeasts from wild flowers of Donghae in Gangwon-do and Andong in Gyeongsangbuk-do, Korea

|                                            | <i>Candida silvae</i><br>250-JW-1 | <i>Cryptococcus terrestris</i><br>250-JW-2 | <i>Auriculibuller fuscus</i><br>258-GB-3 |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| Morphological characteristics              |                                   |                                            |                                          |
| Shape                                      | O <sup>1)</sup>                   | O                                          | G <sup>2)</sup>                          |
| Vegetative reproduction                    | B <sup>3)</sup>                   | B                                          | B                                        |
| size(μm)                                   | (2.0-4.0) × (3.0-5.0)             | (4.0-5.5) × (4.0-6.5)                      | (4.5-6.0) × (4.5-6.5)                    |
| Ascospore                                  | —                                 | —                                          | +                                        |
| Pseudomycelium                             | —                                 | —                                          | —                                        |
| Cultural and physiological characteristics |                                   |                                            |                                          |
| Growth on YM                               | +++                               | ++                                         | +++                                      |
| Growth on YPD                              | +++                               | +++                                        | ++                                       |
| Growth on PD                               | ++                                | ++                                         | ++                                       |
| Color on YPD                               | C <sup>4)</sup>                   | C                                          | C                                        |
| Growth on Vitamin-free medium              | ++                                | +                                          | ++                                       |
| Growth in 50% Glucose-YPD                  | —                                 | —                                          | +                                        |
| Growth in 5% NaCl-YPD                      | +++                               | +++                                        | +                                        |
| Growth in 20% NaCl-YPD                     | +                                 | +                                          | —                                        |
| Growth in temp./pH range                   | 30°C /pH 4-5                      | 30°C /pH 4-6                               | 20°C /pH 4-5                             |
| Urease activity                            | —                                 | +                                          | +                                        |

<sup>1)</sup> O, Oval <sup>2)</sup> G, Globose <sup>3)</sup> B, Budding, <sup>4)</sup> C, Cream.

**Fig. 1.** Microscopic features of three unrecorded yeasts from Donghae in Gangwon-do and Andong in Gyeongsangbuk-do (scale bar=5μm). **A:** *Candida silvae* 250-JW-1. **B:** *Cryptococcus terrestris* 250-JW-2. **C:** *Auriculibuller fuscus* 258-GB-3.

성생식을 하였고 포자를 형성하지 못하였다(Table 2, Fig. 1). 또한 5%와 20% NaCl을 함유한 YPD배지에서 생육하여 강한 내염성을 보였으나 50% 포도당을 함유한 YPD배지에서는 생육하지 못하였고 *Candida silvae*는 urease활성이 없었지만 *Cryptococcus terrestris*는 urease활성이 있었고 여타의 생리적 특성은 균주 간에 서로 비슷하였다.

안동시에서 분리한 미기록 효모인 *Auriculibuller fuscus*는 구형으로 출아에 의한 무성 생식을 하는 유포자 효모이었고, 특히 50% 포도당을 함유한 YPD배지에서 생육하는 것으로 보아 내당성 효모로 추정 되었으며 urease활성을 갖고 있었다(Table 2, Fig. 1). 이들 미기록 효모들에 대한 국외 연구로 동해시 미기록 효모에 대하여 Nisiotou등(2009)은 *Conservolea* 검은 올리브 발효액에서 *Candida silvae*를 분리, 동정하였고 이들이 발효산물의 손실에 관여

하는 것으로 보고하였다. 또한 Crestani등(2009)은 미국 Oklahoma의 숲 속 토양에서 *Cryptococcus terrestris*를 분리하여 보고하였다. 안동시에서 분리한 미기록 효모인 *Auriculibuller fuscus*에 대하여 Jose등(2004)은 이 효모가 새로운 *Bullera*과 동일 균주로 보고하였다. 이들 효모들에 대하여 우리나라에서는 본 연구에서 처음 보고되는 효모들로서 앞으로 이들의 다양한 응용성등에 대한 추가의 연구가 필요하다고 사료된다.

#### 충남 태안군, 예산군, 대천시와 금산군 야생화들에서 분리한 미기록 효모들의 특성

충남 서해안 인접지역인 태안군에서 분리한 미기록 효모는 모두 3종류로서 먼저 *Candida saopaulonensis*는 구형의 무포자 효모로서 30°C에서 생육하였고 urease활성이 없었다(Table 3, Fig. 2). 또한 다른 두 미기록 효모들인 *Sporobolomyces carnicolor*와 *Sporobolomyces phaffii*는 계란모양의 무포자 효모들이었고 20°C에서 잘 생육하였으며, 특히 *Sporobolomyces carnicolor*는 pH9-10에서 잘 생육하는 호알칼리성 효모이었고 두 효모 모두 urease활성이 있었다. 예산군에서 분리된 미기록 효모인 *Candida oleophila*는 무포자 효모로서 50% 포도당을 함유한 YPD배지에서 생육하는 내당성 효모이었고 urease활성은 없었다. *Jaminala angkoriensis*는 포자를 형성하였고 20% NaCl을 함유한 YPD배지와 30°C에서 생육하여 내염성과 고온성을 동시에 보였고 urease활성이

있었다. 대천사에서 분리한 미기록 효모인 *Hannaella zeae*는 유포자 효모로서 위균사를 형성하지 않았고, pH8-10에서 생육하는 호알칼리성 효모이었고 urease활성이 없었다 (Table 3, Fig. 2).

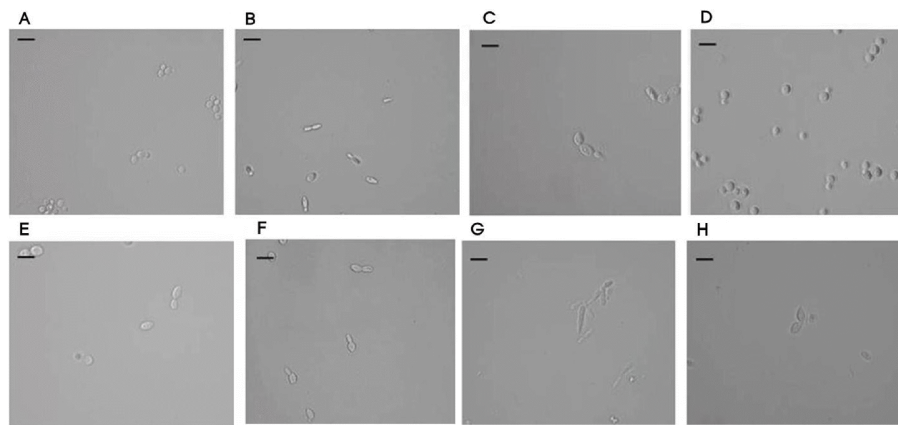
한편 충남 내륙지역인 금산군에서는 2종류의 미기록 효모들이 분리되었는데 *Candida quercitrusa*와 *Hanseniaspora opuntiae* 두 효모는 포자를 형성하지 않았고 20% NaCl을 함유한 YPD배지에서 생육하지 않았으며 urease활성이 없었다 (Table 3, Fig. 2).

이들 국내 미기록 효모들에 대한 외국에서의 연구로 먼저 태안군에서 분리된 *Sporobolomyces carnicolor*는 Satoh와 Makimura(2008)가 코알라의 콧물에서 분리한 효모들 중 ITS와 26S rDNA D1/D2의 분자생물학적 분석방법을 이용하여 이 효모를 동정한 바 있고, Takashi등 (2011)은 태국과 대만의 자연 환경에 서식하고 있던 *Candida saopaulonensis*를 분리하여 보고하였고, *Sporobolomyces phaffii* 효모는 Bai등 (2002)이 역시 분자생물학적 방법으로 분리, 동정하여 보고하였다. 예산군 야생화에서 분리된 미

**Table 3.** Morphological and cultural characteristics of the newly reporting yeasts from wild flowers of west coast near areas and inland areas of Chungcheongnam-do, Korea

|                                            | <i>Candida quercitrusa</i><br>209-C-1 | <i>Hanseniaspora opuntiae</i><br>218-C-1 | <i>Candida saopaulonensis</i><br>230-C1-2 | <i>Sporobolomyces carnicolor</i><br>229-C1-2 | <i>Sporobolomyces phaffii</i><br>230-C1-3 | <i>Candida oleophila</i><br>266-C2-1 | <i>Jaminala angkoriensis</i><br>266-C2-2 | <i>Hannaella zeae</i><br>355-CC-1 |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| Morphological characteristics              |                                       |                                          |                                           |                                              |                                           |                                      |                                          |                                   |
| Shape                                      | G <sup>1)</sup>                       | E <sup>2)</sup>                          | G                                         | O <sup>3)</sup>                              | O                                         | O                                    | E                                        | O                                 |
| Vegetal reproduction                       | B                                     | B                                        | B <sup>4)</sup>                           | B                                            | B                                         | B                                    | B                                        | B                                 |
| size(μm)                                   | (3.5-4.0)<br>× (5.0-6.0)              | (3.0-4.0)<br>× (5.0-7.0)                 | (4.5-5.5)<br>× (4.5-6.0)                  | (4.0-6.0)<br>× (7.0-9.5)                     | (4.0-5.0)<br>× (6.0-8.5)                  | (3.5-5.0)<br>× (5.0-6.0)             | (2.5-3.0)<br>× (4.5-6.5)                 | (3.5-5.5)<br>× (5.0-6.5)          |
| Ascospore                                  | -                                     | -                                        | -                                         | -                                            | -                                         | -                                    | +                                        | +                                 |
| Pseudomycelium                             | +                                     | +                                        | +                                         | -                                            | -                                         | +                                    | +                                        | -                                 |
| Cultural and physiological characteristics |                                       |                                          |                                           |                                              |                                           |                                      |                                          |                                   |
| Growth on YM                               | ++                                    | +++                                      | +++                                       | ++                                           | ++                                        | ++                                   | +++                                      | +                                 |
| Growth on YPD                              | +++                                   | +++                                      | +++                                       | +++                                          | +++                                       | ++                                   | ++                                       | +++                               |
| Growth on PD                               | +++                                   | +                                        | +++                                       | ++                                           | +++                                       | +++                                  | ++                                       | +                                 |
| Color on YPD                               | W <sup>5)</sup>                       | C                                        | W                                         | P <sup>6)</sup>                              | P                                         | W                                    | C <sup>7)</sup>                          | C                                 |
| Growth on Vitamin-free medium              | ++                                    | +                                        | +++                                       | +                                            | ++                                        | ++                                   | +++                                      | ++                                |
| Growth in 50% Glucose-YPD                  | -                                     | -                                        | +                                         | +                                            | +                                         | +                                    | -                                        | -                                 |
| Growth in 5% NaCl-YPD                      | +++                                   | -                                        | ++                                        | +                                            | +                                         | ++                                   | ++                                       | +                                 |
| Growth in 20% NaCl-YPD                     | -                                     | -                                        | -                                         | -                                            | +                                         | -                                    | +                                        | -                                 |
| Growth in temp./pH range                   | 30°C /pH 7-8                          | 20°C /pH 4-5                             | 30°C /pH 4-6                              | 20°C /pH 9-10                                | 20°C /pH 4-5                              | 30°C /pH 4-5                         | 30°C /pH 4-6                             | 30°C /pH 8-10                     |
| Urease activity                            | -                                     | -                                        | -                                         | +                                            | +                                         | -                                    | +                                        | -                                 |

<sup>1)</sup> G, Globose <sup>2)</sup> E, Ellipsoidal <sup>3)</sup> O, Oval <sup>4)</sup> B, Budding <sup>5)</sup> W, White <sup>6)</sup> P, Pink <sup>7)</sup> C, Cream.



**Fig. 2.** Microscopic features of nine unrecorded yeasts from Chungcheongnam-do (scale bar-5μm). **A:** *Candida quercitrusa* 209-C-1. **B:** *Hanseniaspora opuntiae* 218-C-1 **C:** *Sporobolomyces carnicolor* 229-C1-2. **D:** *Candida saopaulonensis* 230-C1-2. **E:** *Sporobolomyces phaffii* 230-C1-3. **F:** *Candida oleophila* 266-C2-1. **G:** *Jaminaea angkoriensis* 266-C2-2. **H:** *Hannaella zeae* 355-CC-1.

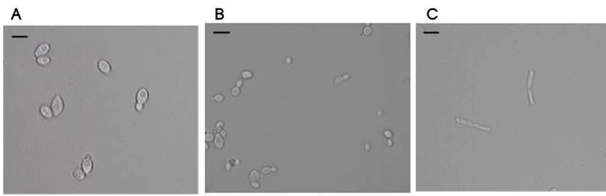
**Table 4.** Morphological and cultural characteristics of the newly reporting yeasts from wild flowers of Gwangju city and Wando-gun in Jeonlanam-do, Korea

|                                            | <i>Hanseniaspora vineae</i><br>317-JE-2 | <i>Pichia mexicana</i><br>155-JE-3 | <i>Pseudozyma hubeiensis</i><br>152-JE-1 |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
| Morphological characteristics              |                                         |                                    |                                          |
| Shape                                      | F <sup>1)</sup>                         | O <sup>2)</sup>                    | E <sup>3)</sup>                          |
| Vegetalle reproduction                     | B <sup>4)</sup>                         | B                                  | B                                        |
| size(μm)                                   | (5.0-5.5) × (6.0-7.0)                   | (3.0-4.0) × (4.5-5.5)              | (2.5-3.0) × (8.0-10.0)                   |
| Ascospore                                  | —                                       | —                                  | —                                        |
| Pseudomycelium                             | +                                       | +                                  | —                                        |
| Cultural and physiological characteristics |                                         |                                    |                                          |
| Growth on YM                               | ++                                      | ++                                 | +++                                      |
| Growth on YPD                              | +++                                     | +++                                | +++                                      |
| Growth on PD                               | ++                                      | ++                                 | ++                                       |
| Color on YPD                               | W <sup>5)</sup>                         | W                                  | C <sup>6)</sup>                          |
| Growth on Vitamin-free medium              | +                                       | ++                                 | ++                                       |
| Growth in 50% Glucose-YPD                  | +                                       | —                                  | —                                        |
| Growth in 5% NaCl-YPD                      | +                                       | ++                                 | —                                        |
| Growth in 20% NaCl-YPD                     | —                                       | +                                  | —                                        |
| Groth in temp./pH range                    | 20~30°C /pH 4-5                         | 20~30°C /pH 4-6                    | 30°C /pH 4                               |
| Urease activity                            | —                                       | —                                  | +                                        |

<sup>1)</sup> F, Fusiform <sup>2)</sup> O, Oval <sup>3)</sup> E, Ellipsoidal <sup>4)</sup> B, Budding <sup>5)</sup> W, White <sup>6)</sup> C, Cream.

기록 효모들에 대하여 외국에서는 최근 Wang등(2012)이 식품에서 유래된 *E.coli* O157 EHEC의 감염을 방지할 수 있는 생물체제 균으로 *Candida oleophila*를 선발하여 보고하였고 Paula 등(2013)은 완숙 자두로부터 *Candida oleophila*를 분리하였고 이 균이 글리세롤을 탄소원으로 호박산, 구연산, 초산, 사과산 등의 다양한 유기산을 생산하는 유용한 자원임을 보고하였다. 금산군에서 분리된 미기록 효모들에 대한 외국 학술지

에 보고된 내용을 보면 Li등(2010)은 중국의 포도에서, Chavan등(2009)은 인도의 포도에서 *Candida quercitrusa* 등의 다양한 효모들이 분포하고 있고 이들이 와인의 품질에 크게 영향을 미치고 있음을 보고하였다. 또한 최근에 Ma등(2013)은 식이 생효모로 알려진 *Hanseniaspora opuntiae* C21이 *Vibrio splendidus* 감염에 대한 면역성과 질병 내성을 증가시켰음을 보고하였다.



**Fig. 3.** Microscopic features of four unrecorded yeasts from Gwangju and Wando-gun in Jeonlanam-do (scale bar=5μm). **A:** *Hanseniaspora vineae* 317-JE-2. **B:** *Pichia mexicana* 155-JE-3. **C:** *Pseudozyma hubeiensis* 152-JE-1.

### 전남 광주시와 완도군 야생화들에서 분리한 미기록 효모들의 특성

우리나라 서남부에 위치한 광주시에서 분리한 미기록 효모는 *Hanseniaspora vineae*로 방추형태의 무포자 효모로서 YPD배지에서 백색 집락을 띠고 50% 포도당과 5% NaCl을 각각 함유한 YPD배지에서 생육하는 내당성, 내염성 효모이었다(Table 4, Fig. 3). 남부지방 최남단인 완도군 대문리에서 분리한 미기록 효모들은 모두 2종으로 먼저 *Pichia mexicana*는 출아로 무성 생식하는 무포자 효모로서 특히 20% NaCl을 함유한 YPD배지에서 생육하는 내염성 효모이었다(Table 4, Fig. 3). 생육온도는 20-30°C이었고 urease활성은 없었다. *Pseudozyma hubeiensis*는 자낭포자와 위균사를 생성하지 않았고 50% 포도당과 5% NaCl등을 함유하는 YPD배지에서 생육하지 않았으며 urease활성을 갖고 있었다.

이들 국내 미기록 효모들에 대한 국외의 주요 연구로 광주에서 분리된 *Hanseniaspora vineae*에 대하여 Viana등(2011)은 *Hanseniaspora vineae* CECT 1471과 *Saccharomyces cerevisiae* T73을 비살균 포도 과쇄액에 동시 혼합 발효시켰을 때 원래 과쇄액에 존재하던 효모들의 생육을 억제하여 2-phenylethyl acetate 생산이 촉진되었다고 보고하였다. 또한 미기록 효모로 분리된 *Pseudozyma hubeiensis*에 대하여 Konishi등(2011)은 *Pseudozyma hubeiensis*가 당지질의 계면활성제를 생산하였음을 보고하였고 Takahashi등(2012)은 이 균에 의하여 대두유에서 생산된 당지질성 계면활성제가 항산화 활성과 과산화수소에 의하여 유발된 피부 섬유아세포의 산화적 스트레스를 보호해주는 효과가 있음을 보고하였다. 또한 Nagatsuka등(2009)은 다양한 *Candida*속군 중에서 분자생물학적 방법을 이용하여 *Pichia mexicana*를 순수하게 동정하여 보고한바 있다.

위와 같은 연구결과들을 종합하여 볼 때 우리나라 꽃이나 열매 등의 자연환경에는 아직도 분리, 동정되지 않고 특성이 보고되지 않은 많은 국내 미기록 효모들이 존재하고 있을 것으로 추정되고 따라서 조속한 시일 내에 이들이 모두 발굴되고 나아가 이들의 산업적 응용성 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 적 요

국내 해안 근접지역과 내륙 일부 지역에 서식하고 있는 야생화들로부터 분리, 동정한 효모들 중에서 국내 미기록

효모들을 선별하여 이들의 미생물학적 특성들을 조사하였다. 동해시의 야생화들에서 *Candida silvae*와 *Cryptococcus terrestris*, 안동시 부근의 야생화에서는 *Auriculibuller fuscus*의 국내에서 보고되지 않은 효모들을 분리하였다. 충남 내륙지역인 금산군에서는 *Candida quercitrusa*, *Hanseniaspora opuntiae*등의 미기록 효모들을 분리하였다. 또한 서해안 지역의 대천시에서는 *Hannaella zeae*, 태안시의 야생화에서는 *Candida saopaulonensis*, *Sporobolomyces carnicolor*, *sporobolomyces phaffii*등이 미기록 효모들로 분리, 선별하였고 예산군에서는 *Candida oleophila*와 *Jamniaea angkoriensis* 미기록 효모들을 분리하였다. 우리나라 서남부지역인 광주시 야생화에서는 *Hanseniaspora vineae*, 최남단인 완도군에서는 *Pseudozyma hubeiensis*, *Pichia mexicana* 등 모두 8곳에서 14종의 미기록 효모들을 분리하였다. 이들 미기록 효모들의 형태적, 배양학적 성질들이 조사한 결과 유포자 효모가 3종, 무포자 효모가 11종이었고 위균사 형성 효모가 7종이었으며 각기 다른 배양학적 특성을 보였다.

## 감사의 글

본 논문은 환경부 재원으로 국립 생물자원관의 지원을 받아 수행된 연구(NIBR No 2013-02-001) 결과의 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Bai, F. Y., Zhao, J. H., Takashima, M., Jia, J. H., Boekhout, T. and Nakase, T. 2002. Reclassification of the *Sporobolomyces roseus* and *Sporidiobolus pararoseus* complexes, with the description of *Sporobolomyces phaffii* sp. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 52:2309-2314.
- Chavan, P., Mane, S., Kulkarni, G., Shaikh, S., Ghormade, V., Nerkar, D. P., Shouche, Y. and Deshpande, M. V. 2009. Natural yeast flora of different varieties of grapes used for wine making in India. *Food Microbiol.* 26:801-808.
- Crestani, J., Landell, M. F., Faganello, J., Vainstein, M. H., Vishniac, H. S. and Valente, P. 2009. *Cryptococcus terrestris* sp. nov., a tremellaceous, anamorphic yeast phylogenetically related to *Cryptococcus flavescens*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 59:631-636.
- Jang, I. T., Kim, Y. H., Yi, S. H., Lim, S. I. and Lee, J. S. 2011. Screening of a new fibrinolytic substances-producing yeast. *Kor. J. Mycol.* 39:227-228.
- Jose, P. S., Joao, I., Alvaro, F., Mario, G., Isabel, S., Gloria, S. and Jack, W. F. 2004. *Auriculibuller fuscus* gen. nov., sp. nov. and *Bullera japonica* sp. nov., novel taxa in the Tremellales. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 54:987-993.
- Kang, M. G., Hyun, S. H., Ryu, J. J., Min, J. H., Kim, H. K. and Lee, J. S. 2012. Note on newly isolated yeasts from wild flowers in Daejeon city, Korea. *Kor. J. Mycol.* 40:174-176. (in Korean).
- Kang, M. G., Kim, H. K., Yi, S. H., Lim, S. I. and Lee, J. S. 2011. Screening of new antihypertensive angiotensin I-converting enzyme inhibitor-producing yeast and optimization of

- production condition. *Kor. J. Mycol.* 39:194-197. (in Korean).
- Kim, J. H., Kim, N. M. and Lee, J. S. 1999. Physiological characteristics and ethanol fermentation of thermotolerant yeast *Saccharomyces cerevisiae* OE-16 from traditional meju. *Kor. J. Food & Nutr.* 12:490-495. (in Korean).
- Konishi, M., Nagahama, T., Fukuoka, T., Morita, T., Imura, T., Kitamoto, D. and Hatada, Y. 2011. Yeast extract stimulates production of glycolipid biosurfactants, mannosylerythritol lipids, by *Pseudozyma hubeiensis* SY62. *J. Biosci. Bioeng.* 111:702-705.
- Lee, J. S., Choi, Y. J., Kwon, S. J., Yoo, J. Y. and Chung, D. H. 1996. Screening and characterization of osmotolerant and gas-producing yeasts from traditional Doenjang and Kochujang. *Food Biotechnol.* 5:54-58.
- Lee, J. S., Yi, S. H., Kim, J. H. and Yoo, J. Y. 1999. Isolation of wild killer yeast from traditional meju and production of killer toxin. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* 14:434-439. (in Korean).
- Li, S. S., Cheng, C., Li, Z., Chen, J. Y., Yan, B., Han, B. Z. and Reeves, M. 2010. Yeast species associated with wine grapes in China. *Int. J. Food. Microbiol.* 138:85-90.
- Ma, Y., Liu, Z., Yang, Z., Li, M., Liu, J. and Song, J. 2013. Effects of dietary live yeast *Hanseniaspora opuntiae* C21 on the immune and disease resistance against *Vibrio splendidus* infection in juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Fish. Shellfish. Immunol.* 34:66-73.
- Min, J. H., Hyun, S. H., Kang, M. G., Lee, H. B. Kim, C. M., Kim, H. K. and Lee, J. S. 2012a. Isolation and identification of yeasts from wild flowers of Daejeon city and Chungcheongnam-do in Korea. *Kor. J. Mycol.* 40:141-144. (in Korean).
- Min, J. H., Kim, Y. H., Kim, J. H., Choi, S. Y., Lee, J. S. and Kim, H. K. 2012b. Comparison of microbial diversity of Korean commercial Makgeolli showing high  $\beta$ -glucan content and high antihypertensive activity, respectively. *Mycobiol.* 40:138-141.
- Min, J. H., Ryu, J. J., Kim, H. K. and Lee, J. S. 2013a. Isolation and identification of yeasts from wild flowers in Gyejoksan, Oseosan and Beakamsan of Korea. *Kor. J. Mycol.* 41:47-51. (in Korean).
- Min, J. H., Lee, H. B., Lee, J. S. and Kim, H. K. 2013b. Isolation and identification of yeasts from wild flowers in coast areas and inland areas, Korea. *Kor. J. Mycol.* 41.(Submitted).
- Nagatsuka, Y., Kiyuna, T., Kigawa, R., Sano, C., Miura, S. and Sugiyama, J. 2009. *Candida tumulicola* sp. nov. and *Candida takamatsuzukensis* sp. nov., novel yeast species assignable to the *Candida membranifaciens* clade, isolated from the stone chamber of the Takamatsu-zuka tumulus. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 59:186-194.
- Nisiotou, A. A., Chorianopoulos, N., Nychas, G.-J. E. and Panagou, E. Z. 2009. Yeast heterogeneity during spontaneous fermentation of black *Conservolea olives* in different brine solutions. *J. Appl. Microbiol.* 108:396-405.
- Paula, G. F., Luis, R. S., Salud, S. M., Encarna, V. and Raul, R. 2013. Plums (*Prunus domestica* L.) are a good source of yeasts producing organic acids of industrial interest from glycerol. *Food Chem.* 139:31-34.
- Satoh, K. and Makimura, K. 2008. *Sporobolomyces koalae* sp. nov., a basidiomycetous yeast isolated from nasal smears of Queensland koalas kept in a Japanese zoo logical park. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 58:2983-2986.
- Takahashi, M., Morita, T., Fukuoka, T., Imura, T. and Kitamoto, D. 2012. Glycolipid biosurfactants, mannosylerythritol lipids, show antioxidant and protective effects against  $H_2O_2$ -induced oxidative stress in cultured human skin fibroblasts. *J. Oleo. Sci.* 61:457-464.
- Takashi, N., Sasitorn, J., Somjit, A. -I., Ching-Fu, L. and Savitree, L. 2011. Four novel species of the anamorphic yeast genus *Candida* found in Thailand and Taiwan. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 57:231-242.
- Viana, F., Belloch, C., Valles, S. and Manzanares, P. 2011. Monitoring a mixed starter of *Hanseniaspora vineae* - *Saccharomyces cerevisiae* in natural must: impact on 2-phenylethyl acetate production. *Int. J. Food. Microbiol.* 151:235-240.
- Wang, Y., Wei, A. and Li, H. 2012. Using *Candida oleophila* as a biocontrol agents to prevent foodborne *Escherichia coli* O157 EHEC infections. *Springerplus.* 1:82.