

글루타치온 고함유 정미성 효모추출물 개발

배인영 · 구승현 · 유현재 · 김종민¹ · 배현아¹ · 전은정¹ · 오 언¹ · 이대희¹ · 허병석¹ · 이현규*
한양대학교 식품영양학과, ¹샘표식품(주)

Development of a Flavor-Enriched Yeast Extract with a High Glutathione Content

In Young Bae, Seung Hyun Koo, Hyun Jae Yoo, Jong-Min Kim¹, Hyun-Ah Bae¹, Eun-Jung Jeon¹, Eon Oh¹, Dae-Hee Lee¹, Byung-Serk Hur¹, and Hyeon Gyu Lee*

Department of Food and Nutrition, Hanyang University
¹Sempio Foods Company

Abstract Yeast strains with good sensory properties were selected, and those yeasts were subjected to mutation to develop high glutathione producing yeasts. In addition, the antiradical activity and flavoring effect of the yeast extract were evaluated. A total of 68 strains were screened, and three strains of *Saccharomyces utilis*, four strains of *Candida utilis*, and one strain of *Zygosaccharomyces rouxii* were selected based on the flavoring effect. Among them, a random mutation was elicited against SEM-Y8, resulting in a high flavoring effect and growth rate. The glutathione production by SEM-Y8 increased 2.0-fold following the mutation, and the DPPH radical quenching effect of the SY8-M2-1-derived extract increased 3.2-fold compared to that of the wild type. The sensory properties of the SY8-M2-1-derived extract were better than those of garlic or onion extract in umami and mouthfulness. Thus, the SY8-M2-1 extract could be used as a functional flavoring material with improved antiradical activity.

Key words: glutathione, yeast extract, sensory evaluation, anti-radical effect

서 론

조미료는 오래 전부터 음식을 만드는 주재료인 식품에 첨가하여 음식의 맛을 돋우는 물질로 사용되어 왔다. 그러나 최근 조류독감, 광우병, 돼지콜레라, 가축사료의 항생제, monosodium glutamate(MSG) 등의 안전성 문제로 소비자의 선택이 천연지향적, 건강 지향적으로 변화하면서 국내 조미료산업은 정체기를 맞고 있다(1). 따라서 조미식품업체들은 소비자의 선호도에 맞게 조미식품 제조에 천연추출물을 이용하고 있다. 일본업체들은 밀, 대두 등의 전통 양조 발효물 및 효소분해물, 야채 및 수산추출물, 개량 효모 분해물 및 추출물을 이용하여 고부가가치의 천연 조미소재를 개발하였다(2-4). 이러한 소재들은 기존 우마미(umami) 제품보다 농후감을 부여하는 고부가가치 고꾸미(kokumi) 조미소재로 판매되고 있다. 고꾸미란 5가지 기본 맛 외에 깊고 풍부하며 지속적인 맛을 의미하는 일본식 용어이다(2). 고꾸미는 식물성 단백질, 야채추출물 및 효모엑기스 등의 원료를 이용하여 효소처리 공정과 Maillard 반응 등을 통하여 생성되며, 고기향이나 고소한

향 등의 savory-type의 특성을 지닌다(3). 일반적으로 고꾸미를 표현하는 관능적 항목은 맛의 지속성(continuity), 부드럽고 깊은 맛(mouthfulness), 농후감(thickness) 등으로 표현된다(2,3). 고꾸미 소재는 단독으로는 맛이 없으나 식품에 혼합되어 정미성을 강화시키는 특성을 갖는다. 일본에서는 소량 첨가로 음식의 맛을 강화시켜주는 고꾸미 소재에 관심이 집중되면서 아지노모토와 교와를 중심으로 코지균·곡물의 효소분해물과 효모추출물의 개발 등으로 연구가 진행되어 Koji-Aji, Super YE, CP-200 등으로 제품화가 이루어지고 있다.

효모추출물은 정미성분인 핵산과 단백질이 다량 함유되어 천연 풍미소재로 많이 사용되고 있다(5,6). 효모추출물의 정미성분 중 트리펩타이드인 글루타치온(L-glutamyl-L-cysteinylglycine)은 맛의 지속성을 유지시켜 준다(2,3). 또한, 글루타치온은 환원형(reduced form)으로 미생물과 동식물의 세포 내에 존재하면서 산화적 스트레스(oxidative damage)에 대한 항산화 작용(7)과 함께 간질환 개선, 당뇨병 치료, 항암활성 등(8) 다양한 약리효과도 보고되고 있다. 그러나 지금까지의 효모추출물에 대한 연구는 주로 핵산과 연관되어 이루어져 왔을 뿐 효모 내 글루타치온의 정미성이나 생리활성에 대한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 고꾸미 소재 개발을 위해 글루타치온 생산 효모 탐색과 균주개량을 통해 얻은 고글루타치온 함유 효모의 관능적 특성과 생리활성을 조사하고자 하였다. 즉, 상업용 및 식품소재 발효물로부터 글루타치온을 생산하는 효모를 분리하여, UV 조사법을 이용한 균주개량으로 고글루타치온 함유 효모를 개발하고, 이의 고꾸미 부여능과 항산화 활성을 분석하였다.

*Corresponding author: Hyeon Gyu Lee, Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea
Tel: 82-2-2220-1202
Fax: 82-2-2292-1226
E-mail: hyeonlee@hanyang.ac.kr
Received February 19, 2010; revised May 18, 2010;
accepted May 18, 2010

재료 및 방법

조미소재로 적합한 효모 선별

본 연구에서 사용한 효모는 YM broth(Yeast Mold broth, Difco, Detroit, MI, USA)에 균주를 접종한 다음 30°C에서 30시간 배양하여 얻은 배양액을 멸균수로 희석하여 600 nm에서 흡광도를 측정 후 동일하게 보정하였다. 배양액은 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리 후 상층액을 제거하고, 멸균수를 이용하여 3회 반복하여 세척한 다음, 침전물(yeast cream)만 회수하여 자가소화에 이용하였다. 회수한 침전물은 50°C, 150 rpm에서 48시간 동안 진탕한 다음, 100°C에서 5분간 살균한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 회수한 상층액(yeast cream 현탁액, 20% w/v)을 관능검사에 사용하였다.

선별 효모에 대한 생육특성 조사

효모의 생육특성은 YM broth에 균주를 접종한 다음 30°C에서 30시간 동안 배양한 후 균주의 성장정도는 600 nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였고, 배양 시간에 따른 pH 변화는 pH meter(Model EA 940, Orion, Boston, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

고글루타치온 생산용 효모 균주 개량

효모를 YM broth에 접종하여 30°C에서 36시간 진탕 배양한 중균 배양액을 배지부피에 대해 1%(v/v)가 되도록 YM broth에 접종하고, 24시간 진탕 배양 하였다. 배양액 6 mL을 원심분리 하여 회수한 균체를 생리식염수 6 mL에 현탁 시킨 후 petri-dish에 옮겨 UV lamp(40 Watt)로 부터 30 cm의 거리에서 6분 동안 UV를 조사하였다. 조사한 균액을 30 µg/mL의 sodium azide가 첨가된 YM broth에 2%(v/v) 농도가 되도록 접종하였다. 25°C에서 4일간 진탕 배양한 다음 YM agar(Yeast Mold agar, Difco)에 도말하여 균주의 생육유무를 확인하였다.

개량효모로부터 고글루타치온 생산을 위한 배지 선정

YM agar에서 활성화시킨 중균 배양액을 YM broth와 선택배지에 각각 1% (v/v)의 농도가 되도록 접종하여 30°C, 400 rpm, pH 5.5에서 배양하였다. 이때, 글루타치온의 생산을 위하여 YM broth(1.0% glucose, 0.5% peptone, 0.3% yeast extract, 0.3% malt extract)와 선택 배지(4.0% yeast extract, 1.5% glucose, 0.04% NH₄H₂PO₄, 0.04% L-cystein)에서의 글루타치온 생산농도를 비교하였다.

글루타치온 함량분석

글루타치온 함량분석은 Alloxan reagent method를 사용하였다(9). 즉, 일정농도의 시료 1 mL를 0.25 M phosphate buffer(pH 7.6) 3.5 mL에 녹인 후 0.1 M glycine solution 0.5 mL을 가하였다. 시료혼합액에 0.1% Alloxan reagent(0.1 M HCl에 용해) 1.0 mL을 가한 후 aluminum foil을 이용하여 빛을 차단하고 실온에서 20분 동안 반응시켰다. 반응액의 흡광도는 305 nm(Spectrophotometer UV-1201, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)에서 측정하였고, 0-200 µM의 글루타치온(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 검량선을 구하였다.

DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 시료용액 2 mL에 0.1 mM 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)

Table 1. Composition of chicken soup system (g/100 g)

Ingredient	Control	Yeast extract	Garlic extract	Onion extract
Garlic extract	22.8	22.8	23.1	22.8
Onion extract	5.5	5.5	5.5	5.8
Yeast extract	-	0.3	-	-
Chicken soup base	44.8	44.8	44.8	44.8
Salt	6.5	6.5	6.5	6.5
Pepper	0.4	0.4	0.4	0.4
Dextrin	20.0	19.7	19.7	19.7

2 mL을 첨가하여 암실에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능검사

관능검사에 관심과 참여 의지가 있는 생표식품(주)의 훈련된 관능검사원을 선별하여 1주일에 3일씩 12주간 훈련시킨 후 효모 추출물의 관능검사에 참여시켰다. 치킨콘소메 스프(Herbox, Hormel Foods, Austin, MN, USA)를 기본베이스로 효모추출물, 양파추출물, 마늘추출물을 각각 배합한 치킨 콘소메 혼합물을 최종 농도 5.3%가 되도록 물에 용해하여 패널에게 제시하고 관능평가를 수행하였다(Table 1). 관능검사 항목은 이미, 이취(쓴맛), 우마미(감칠맛), 고구미(맛의 지속성, continuity; 부드럽고 깊은 맛, mouthfulness; 치킨콘소메 스프의 향미 강화, chicken flavor enhance)와 함께 전체적인 기호도 등에 대해 9점 평가법을 행하였다. 각 시료의 용기에는 검사물에 대한 편견을 없애기 위하여 난수표에서 추출한 세 자리 숫자를 표기하였으며, 추출물의 관능적 특성 강도는 9점 항목 척도를 사용하였고, 시료 제시는 랜덤하게 하였다. 또한 평가 사이에 입을 헹글 수 있도록 정수기를 통과시킨 상온(27±2°C)의 물을 함께 제시하였다. 향미 특성 평가를 위한 시료는 색의 차이에서 오는 편견을 배제시키기 위하여 개인 검사대의 어두운 적색등 밑에 제시하였다.

결과 및 고찰

정미성 우수한 효모 선별

효모추출물을 조미소재로 사용하려면 효모 자체의 정미성이 우수하고, 이미이취가 적은 것이 바람직하다. 따라서 효모 균체를 자가소화시켜 관능적으로 우수한 균주를 선별한 후, 그 균주를 대상으로 글루타치온 생산량이 증가된 특성을 갖도록 균주를 개량하였다. 상업용 시판균주 및 자연발효물에서 분리한 균주 등 68종의 효모균주를 대상으로 관능검사를 수행하였다. 1차 선별 균주로는 *Saccharomyces cerevisiae* 3종(SEM-Y4, SEM-Y5, SEM-Y6), *Candida utilis* 4종(SEM-Y8, SEM-Y9, SEM-Y10, SEM-Y11) 및 *Zygosaccharomyces rouxii* 1종(SEM-Y12) 등 모두 8종의 효모가 정미성이 우수한 균주로 선별되었다. 1차 선별균주를 대상으로 2차 관능검사를 실시한 결과(Fig. 1), SEM-Y4→SEM-Y6→SEM-Y9→SEM-Y10→SEM-Y8→SEM-Y11→SEM-Y5→SEM-Y12 순으로 높은 선호도를 나타내었다. 전반적으로 *S. cerevisiae*의 정미성이 *C. utilis*나 *Z. rouxii* 효모보다 우수하게 평가되었다. 특히, 이들 중에 전체적인 기호도는 SEM-Y4와 SEM-Y6이 비교적 좋았으나, 느끼한 맛, 역겨운 향, 이취, 비린 맛 등이 단점으로 지적되었다.

정미성이 우수한 8균주의 생육특성을 분석한 결과(Fig. 2), 균

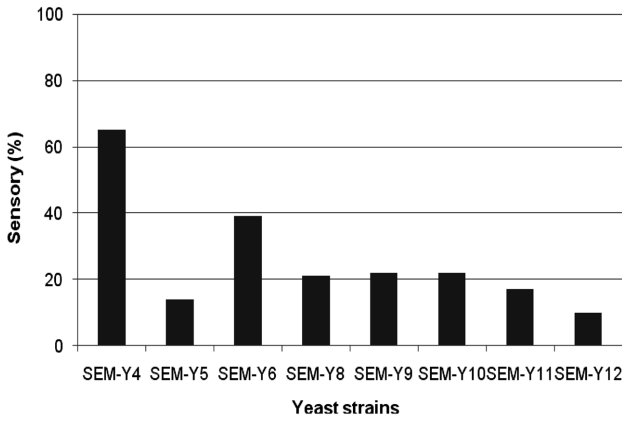


Fig. 1. Sensory evaluation of the autolyzed yeast cream from the selected yeast strains.

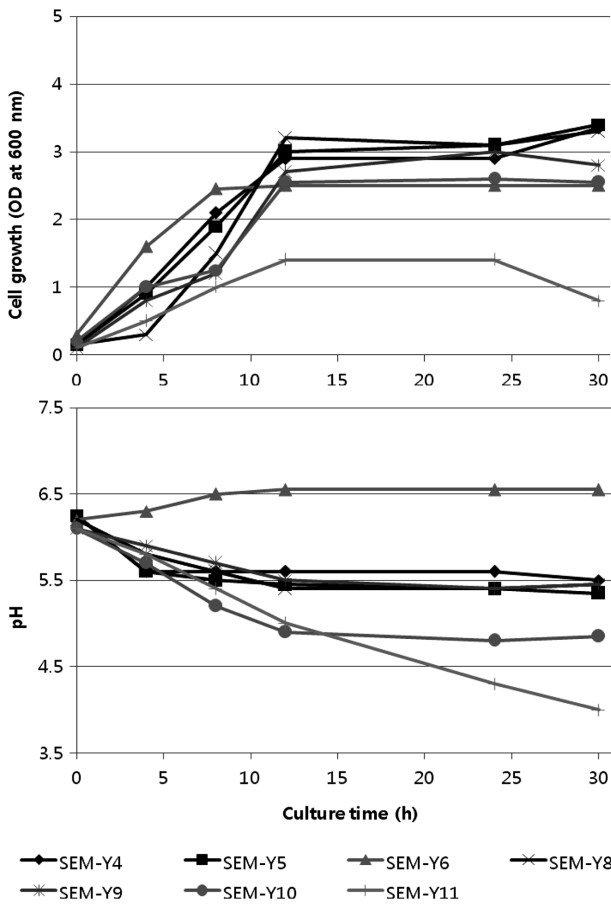


Fig. 2. Growth curves (up) and pH (down) of the selected yeast strains in YPD medium.

체 증식은 배양 12시간까지 대수증식기로 성장하였으며, 배양 12시간 이후는 정지기에 다다랐다. 특히, *C. utilis*의 일종인 SEM-Y11은 전반적으로 낮은 증식능을 나타내었고, 배양 24시간 이후에는 균체 증식이 감소하는 경향을 보였다. 배양 시간에 따른 pH 변화는 SEM-Y6(*S. cerevisiae*)을 제외한 모든 균주에서 배양 12시간까지 감소하다가, 이후 일정한 pH를 유지함을 보였다. 반면, SEM-Y6은 배양 12시간까지 pH가 다소 증가함으로써 다른 경향을 나타내었다. 특히, 가장 낮은 증식능을 보인 SEM-Y11 균주는 pH 변화에서 급격한 감소를 보임으로써 pH 감소와 균체

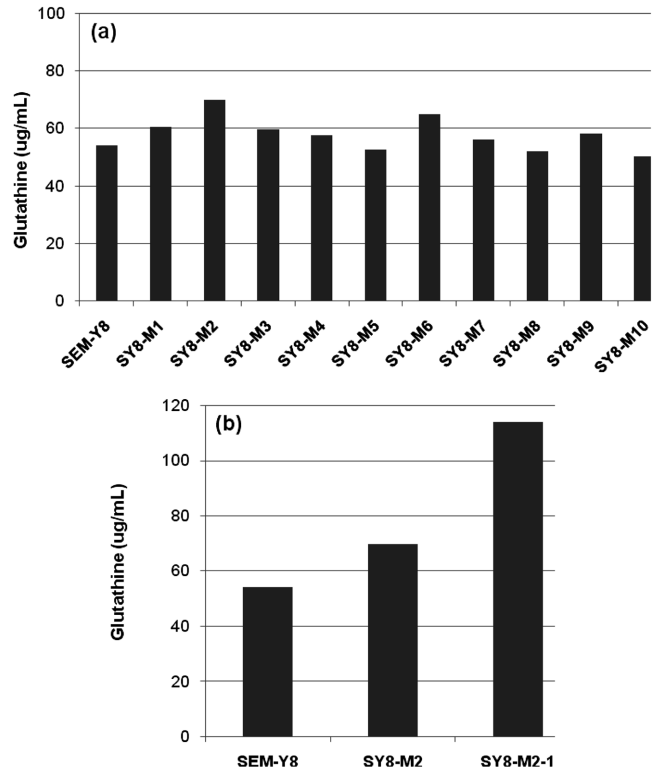


Fig. 3. Effect of mutation on the glutathione production of *Candida utilis*. (a) SEM-Y8 (*Candida utilis*) and its various mutants; (b) first (SY8-M2) and second (SY8-M2-1) mutants from SEM-Y8

성장 간의 상관관계가 있음을 보여주었다. Kim 등(10)은 안동식혜에서 분리한 *S. cerevisiae*의 성장곡선이 32시간까지 대수증식기를 보였고, pH는 배양초기 5.5에서 정지기에는 3.3까지 저하됨을 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 *S. cerevisiae*보다 대수기와 정지기에 이르는 시간이 느리고, pH 저하도 크게 나타남으로써 같은 속의 효모일지라도 그 종류에 따라 생육특성이 다르게 나타남을 보여준다. 또한 *Z. rouxii*인 SEM-Y12는 배양 8시간까지 지체기를 보이다가, 이후 30시간까지 대수증식기를 보였으며, 8균주 중 가장 느린 생육곡선을 보였다.

Gelinas와 Barrette의 보고(11)에 의하면, *C. utilis*와 *S. cerevisiae*의 효모 균체량 100g 당 단백질 비율은 각각 58%와 43%로 *C. utilis*가 약 15% 정도 높았다. 단백질 회수율에서도 *C. utilis*의 경우는 14%인 반면, *S. cerevisiae*의 경우는 8%로 약 1.8배 정도의 차이를 보였다. 조미용 효모 개발에 있어서 *C. utilis*가 생산하는 평균 단백질 함량이 58% 이상이라는 것은 중요하다. 본 연구에서 선정된 4종의 *C. utilis* 중에서 가장 좋은 균체 성장은 SEM-Y8에서 나타났다. 따라서 효모엑기스의 관능적인 차이에도 불구하고 공정개선을 고려할 때 *S. cerevisiae*보다 *C. utilis*가 더 높은 상업적 가치가 있다고 사료되어 균주 개량용 효모균주로 *C. utilis*인 SEM-Y8 균주를 선발하였다.

고글루타치온 생산용 균주 개량

선발된 SEM-Y8 균주를 이용하여 돌연변이원(UV) 처리시 발생하는 사멸율을 표준곡선을 이용하여 계산한 결과, 초기 균체량은 4.6×10^8 CFU/mL에서 6분간 UV 처리시 1.1×10^3 CFU/mL까지 사멸하였다. 따라서 SEM-Y8의 균주 개량 조건은 10^8 - 10^9 CFU/mL에 대해 6분간 UV를 처리한 다음, plate상에서 생존한 효모

Table 2. Effect of medium composition on the growth and glutathione production of the mutant SY8-M2-1 of *Candida utilis* in flask cultures

Parameters	YM broth	Selected medium ¹⁾
Glutathione ($\mu\text{g/mL}$)	113.8	170.7
Glutathione/dried cell weight (mg/g)	56.7	86.4
Specific glutathione production rate (mg/g/h)	1.8	2.7

¹⁾4.0% yeast extract, 1.5% glucose, 0.04% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 0.04% L-cystein.

균주만을 선택 배양하면서 생성된 글루타치온 농도를 비교하였다. Fig. 3과 같이, 10가지 변이균주 중 SY8-M2 균주가 $69.7 \mu\text{g/mL}$ 의 글루타치온을 생산함으로써 SEM-Y8($54.8 \mu\text{g/mL}$)에 비해 1.3배 향상된 글루타치온 생성능을 보였다. 또한, 글루타치온 생성능이 가장 우수한 SY8-M2에 대해 2차적인 UV 처리를 통해 얻은 SY8-M2-1의 경우에는 $113.8 \mu\text{g/mL}$ 의 글루타치온이 생성되었다. 이와 같이, 두 번의 UV 조사를 통해 얻어진 SY8-M2-1의 글루타치온 생성능은 wild type인 SEM-Y8과 1차 변이주인 SY8-M2에 비해 각각 2.0배 및 1.6배 증가함을 알 수 있었다.

Kim 등(10)은 *S. cerevisiae*(ATCC 7754)를 이용하여 글루타치온 생산공정을 최적화한 결과, $102 \mu\text{g/mL}$ 의 글루타치온을 생산할 수 있음을 보고하였다. Park 등(12)도 전통발효주에서 분리한 *S. cerevisiae* FF-8로부터 $72 \mu\text{g/mL}$ 의 글루타치온을 생성하였다고 하였다. 한편, 토양에서 분리한 *Candida* sp.은 $92 \mu\text{g/mL}$ 의 글루타치온 농도를 보였다(13). 따라서 본 연구에서 *C. utilis*로부터 개량한 SY8-M2-1이 기존 결과보다 1.7-2.4배 향상된 글루타치온 생성능을 보임으로써 우수한 고글루타치온 생성 효모임을 확인하였다.

배지 조성에 따른 글루타치온 생산

배지조성에 따른 글루타치온 생성능을 비교하고자, 효모 배양용 기본 배지인 YM broth와 선택 배지를 이용하여 SY8-M2-1 효모에서의 글루타치온 생산농도를 비교하였다. Table 2에서 나타난 것과 같이, 배지종류에 따라 생성된 글루타치온 농도는 YM broth $113.8 \mu\text{g/mL}$, 선택배지 $170.7 \mu\text{g/mL}$ 로 선택배지에서 1.5배 증가함을 보였다. 균체건중량 대비 글루타치온 농도는 YM broth $56.7 \mu\text{g/g}$, 선택배지 $86.4 \mu\text{g/g}$ 로 선택배지에서 1.5배 향상됨을 보였다. 또한 글루타치온 생산속도에서도 YM broth(1.8)보다 선택배지(2.7)가 1.5배 우수한 것으로 나타났다. 따라서 4.0% yeast extract, 1.5% glucose, 0.04% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 0.04% L-cystein의 배지 조성을 갖는 선택배지를 사용함으로써 향상된 고글루타치온 함유 효모추출물 제조가 가능할 것으로 사료된다.

고글루타치온 함유 효모추출물의 DPPH 라디칼 소거능

세포 내 주요 항산화 물질로 알려져 있는 글루타치온의 라디칼 소거능을 효모변이 정도에 따라 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 모든 효모추출물에서 농도의존적인 효과를 보였으며, 균주 변이에 의해 그 활성이 증가함을 알 수 있었다. 즉, 1-10 mg/mL의 농도범위에서 SEM-Y8, SY8-M2, SY8-M2-1 추출물은 각각 14-61%, 21-75%, 36-81%의 라디칼 소거효과를 보였다. DPPH 라디칼의 50%를 소거함에 필요한 농도인 IC_{50} 값은 wild type인 SEM-Y8 추출물은 3.8 mg/mL , 1차 변이종인 SY8-M2 추출물은 1.5 mg/mL , 2차 변이종 SY8-M2-1 추출물은 1.2 mg/mL 을 보임으로써 변이에 의해 최대 3.2배 활성이 증가하였다. Lee 등(14)은 전

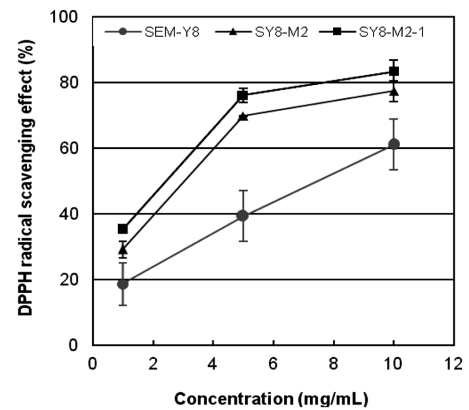


Fig. 4. DPPH radical scavenging effects of the cell-free extracts containing a high glutathione produced by *Candida utilis* SEM-Y8 and its mutants (SY8-M2 and SY8-M2-1).

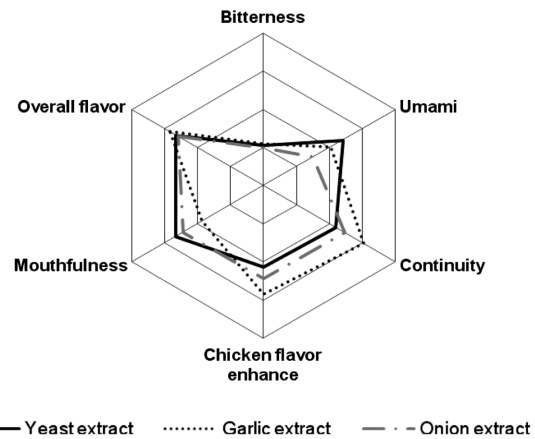


Fig. 5. Sensory profiles for the cell-free extract containing a high glutathione produced by mutant SY8-M2-1 of *Candida utilis* SEM-Y8.

통발효주에서 분리한 *S. cerevisiae* FF-8로부터 얻은 효모배양액의 DPPH 라디칼 소거능이 배양에 사용한 배지에 따라 55-67%의 활성을 보인다고 보고하였다. 이상의 연구 결과로부터 효모추출물의 라디칼 소거능이 변이주의 종류 및 배양 시 사용한 배지 종류 등에 따라 생성된 글루타치온의 농도에 비례함을 알 수 있었다.

고글루타치온 함유 효모추출물의 관능적 특성

본 연구에서 개량한 효모추출물의 정미성 검사는 치킨콘소메 스프를 기본베이스로 마늘 또는 양파추출물을 첨가한 경우를 비교군으로 정하여 관능검사를 수행하였다. Fig. 5에서와 같이, 이미, 이취를 나타내는 쓴맛에서는 시료 간 차이가 없었으나, 감칠맛(우마미)은 효모추출물→마늘추출물→양파추출물 순으로 나타났다. 고구미를 나타내는 항목 중 맛의 지속성과 치킨향미 강화능은 마늘추출물→양파추출물→효모추출물로 평가된 반면, 부드럽고 깊은 맛은 효모추출물→양파추출물→마늘추출물 순으로 각 항목별로 다르게 조사되었다. 또한, 전체적인 기호도는 마늘추출물→효모추출물→양파추출물 순을 보여, 음식 본연의 향미를 오랜 시간 강하게 지속시켜줄 수 있는 특성을 정미소재에 부여하는 것이 필요함을 알 수 있었다.

Ueda 등(3)은 상업용 글루타치온을 우마미 용액과 쇠고기추출

물에 각각 0.02%만 첨가하여도 뛰어난 고꾸미를 부여함을 보고 함으로써 고꾸미 소재로서 글루타치온의 중요성을 입증하였다. 또한, 가열에 의해 글루타치온이 어느 정도 파괴되어 산화형 글루타치온(GSSG)과 pyroglutamic acid 등으로 전환되지만 고꾸미 부여능은 유지됨을 보고하였다. 본 연구에서 개량한 효모로부터 얻은 글루타치온 다량 함유한 효모추출물은 치킨콘소메 스프에 0.016%(글루타치온 함량 0.014%)로 첨가 시 비교군으로 사용한 마늘 또는 양파추출물보다 우수한 감칠맛(우마미)과 부드럽고 깊은 맛(고꾸미)을 보였다. 또한, 전체적인 기호도에서도 마늘추출물보다는 낮으나 양파추출물보다는 우수한 정미성을 보였다.

이상과 같이, 본 연구에서 *C. utilis*로부터 개량한 변이균주 SY8-M2-1를 이용하여 생산한 효모추출물은 글루타치온을 다량 함유하고, 관능적으로도 우수한 정미성을 보였다. 또한, 변이균주 SY8-M2-1의 항산화 활성은 wild type과 비교하여 3.2배 향상됨으로써 생리활성이 겸비된 기능성 고꾸미 소재로 사용 가능하다고 판단된다.

요 약

본 연구에서는 다양한 효모 배양액을 자가소화 시킨 후 관능 검사를 통해 1차적으로 8종(*S. cerevisiae* 3종, *C. utilis* 4종 및 *Z. rouxii* 1종)을 선별하였다. 이 중 정미성과 균체 성장율을 고려하여 *C. utilis*인 SEM-Y8을 선정하여 고글루타치온 생산을 위한 균주 개량을 수행하였다. 두 번의 UV 처리를 통해 SEM-Y8보다 글루타치온 생성능이 2.0배 증가된 SY8-M2-1 개량 효모 균주를 얻었으며, 선택배지(4.0% yeast extract, 1.5% glucose, 0.04% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 0.04% L-cystein)를 사용함으로써 글루타치온 함량을 1.5배 더 향상시킬 수 있었다. 이상의 조건에서 얻어진 고글루타치온 함유 효모추출물은 마늘과 양파엑기스보다 우수한 감칠맛과 부드럽고 깊은 맛을 나타내었으며, SEM-Y8 대비 3.2배 향상된 라디칼 소거능을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부(식품) 기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Rha Y-A. Trend and future of natural seasoning in Korea. pp. 89-97. In: 27th Proceeding of the Culinary Society of Korean Academy Conference. October 08, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea. The Culinary Society of Korea, Busan, Korea (2005)
2. Ueda Y, Sakaguchi M, Hirayama K, Miyajima R, Kimizuka A. Characteristic flavor constituents in water extract of garlic. *Agr. Biol. Chem. Tokyo* 54: 163-169 (1990)
3. Ueda Y, Yonemitsu M, Tsubuku T, Sakaguchi M, Miyajima R. Flavor characteristics of glutathione in raw and cooked food-stuffs. *Biosci. Biotech. Bioch.* 61: 1977-1980 (1997)
4. Tomohiko Y. Peptide with strong "kokumi" in fermented seasonings. *Bio Ind.* 23: 35-41 (2006)
5. Lee CH. Functional properties of single-cell protein. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 8: 207-212 (1980)
6. Kim JS, Kim JW, Shim W, Kim JW, Park KH, Pek UH. Preparation of flavor-enhancing yeast extract using a *Saccharomyces cerevisiae* strain with high RNA content. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 475-481 (1999)
7. Berhane K, Widersten M, Engstrom A, Kozarich JW, Mannervik B. Detoxication of base propanals and other α,β -unsaturated aldehyde products of radical reactions and lipid peroxidation by human glutathione transferase. *P. Natl. Acad. Sci. USA* 91: 1480-1484 (1994)
8. Alfafara CG, Kanda A, Shioi T, Shimizu H, Shioya S, Suga K. Effect of amino acids on glutathione production by *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl. Microbiol. Biot.* 36: 538-540 (1992)
9. Kim CK, Rhee JI. Production of glutathione by yeast and process monitoring. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 19: 192-199 (2004)
10. Kim S, Son JH, Woo HS, Seung TS, Choi C. Isolation and characterization of lactic acid bacteria and yeast from traditional Andong *sikhe*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 941-947 (1998)
11. Ge'linas P, Barrette J. Protein enrichment of potato processing waste through yeast fermentation. *Bioresource Technol.* 98: 1138-1143 (2007)
12. Park JC, Og M, Cha JY, Jo YS. Isolation and identification of the high-glutathione producing *Saccharomyces cerevisiae* FF-8 from korean traditional rice wine and optimal producing conditions. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 46: 348-352 (2003)
13. Shin WC, Kim DS, Yu JH, Yu JH. Isolation, identification and culture condition of microorganism producing glutathione. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 21: 1-5 (1993)
14. Lee CH, Cha JY, Jun BS, Lee YC, Choi YL, Cho YS. The antioxidative activity of glutathione-enriched extract from *Saccharomyces cerevisiae* FF-8 in *in vitro* model system. *J. Life Sci.* 15: 819-825 (2005)