

## Original Article

## 마늘과 부추 추출물에 의한 고추장의 알코올 생성 억제 효과

임세미<sup>1,2</sup> · 이종숙<sup>3</sup> · 김명희<sup>1,\*</sup><sup>1</sup>영남대학교 식품공학과, <sup>2</sup>설로인(주), <sup>3</sup>대구과학대학교 식품영양조리학과Inhibition Effect of Alcohol Production in *Gochujang* by Garlic and Chives ExtractSe Mi Lim<sup>1,2</sup>, Jong Suk Lee<sup>3</sup>, and Myunghee Kim<sup>1,\*</sup><sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Yeungnam University<sup>2</sup>Sirloin Corporation<sup>3</sup>Division of Food & Nutrition and Cook, Taegu Science University

**Abstract:** *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces rouxii* are known to produce alcohol in *gochujang*. To reduce alcohol production, garlic and chives were applied to *gochujang* solution to find their inhibitory effect on *S. cerevisiae* and *Z. rouxii*. The 70% ethanol extract of garlic and chives showed significant inhibition activity against *S. cerevisiae* and *Z. rouxii*, showing growth inhibition zone of 14.00±0.00~25.33±0.58 mm by disc diffusion method. In addition, the addition of 70% ethanol extract of garlic and chives in 10% *gochujang* solution spiked with *S. cerevisiae* and *Z. rouxii* reduced the numbers of total aerobic bacteria (below 7 Log CFU/g) and yeast (below 4 Log CFU/g), alcohol content (below 0.30%), respectively. In conclusion, the addition of garlic ethanol (70%) extract or chives ethanol (70%) extract to *gochujang* inhibited the growth of *S. cerevisiae* and *Z. rouxii*, resulting in reduced alcohol content in *gochujang*. For further study, it is necessary to conduct food application experiments by using real *gochujang* paste.

**Key words:** Garlic, chives, yeast, alcohol, *gochujang*

## I. 서 론

고추장은 우리나라를 대표하는 발효식품 중 하나이며 두류 또는 곡류에 누룩균 등을 배양한 후, 고춧가루와 식염을 가하여 발효 및 숙성하거나 숙성 후 고춧가루와 식염 등을 가한 것을 말한다(Korea Food and Drug Administration 2019). 고추장은 콩을 비롯하여 쌀, 찹쌀 등에 있는 곡류 단백질이 효소 작용에 의하여 분해되면서 생성된 아미노산과 핵산에서 유래하는 구수한 맛, 소금에 의한 짠맛, 고추와 고춧가루에 의한 매운맛이 조화를 이루어 고추장 특유의 풍미를 나타낸다(Chae *et al.* 2008; Hong *et al.* 2013; Park *et*

*al.* 2016a; Park *et al.* 2017). 고추장은 여러 기능성 물질을 함유한 콩으로 만든 메주와 찹쌀을 기본원료로 함으로써 항암, 항동맥경화, 항산화 등의 기능이 있으며(Chae *et al.* 2008; Hong *et al.* 2013), 고추장의 원재료인 고추의 매운 맛 성분인 capsaicin은 지방세포를 분해하여 항비만 효과와 소화효소의 분비를 촉진시킨다고 알려져 있다(Chung 2016; Kim & Yoo 2016). 고추장은 일정한 기준의 제법 없이 제조되는 특성이 있어(Gil *et al.* 2016; Park *et al.* 2017), 원료의 배합 비율이나 담금 방법 및 생산 지역에 따라 고추장의 품질이 다르다(Park *et al.* 2016a; Park *et al.* 2017).

자연 발효한 메주를 사용하여 재래식으로 제조하는 고추장은 발효 과정 동안 세균이나 진균류와 같은 미생물들이 분해하는 효소작용에 의하여 전분과 단백질이 분해되고, 내염성 효모와 젖산균 등의 분해 작용에 의해 색상과 향미의 변화 등 관능적 차이가 발생하여 집집마다 다양한 식감의 고추장이 만들어진다(Lee *et al.* 2014; Park *et al.* 2017). 자연 발효한 메주에는 다양한 미생물들이 번식하는데, 전통 메

\*Corresponding author: Myunghee kim, Department of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan, Gyeongbuk 38541, Republic of Korea

Tel: +82-53-810-2950, Fax: +82-53-810-4655

E-mail: foodtech@ynu.ac.kr

2023년 05월 28일 접수, 2023년 06월 24일 수정논문접수, 2023년 06월 25일 채택

주에 서식하는 미생물 군들은 *Bacillus*속, *Lactobacillus*속, *Streptococcus*속, *Mucor*속, *Aspergillus*속, *Penicillium*속 등의 다양한 세균류와 진균류가 있는 것으로 보고되어 있다 (Kim *et al.* 2000; Lee *et al.* 2014; Park *et al.* 2016b). 따라서, 메주의 다양한 미생물들에 의한 발효 및 숙성을 통해 특유의 고추장 품질이 나타난다고 할 수 있다.

그러나, 일부 고추장 제품에서는 발효 및 숙성과정 중 효모와 같은 미생물의 과잉번식으로 고추장이 용기 밖으로 흘러나오는 끓어넘침과 알코올 생성이 문제시되어 국내 유통이나 할랄시장 수출에 장애요인이 되고 있다 (Jeong *et al.* 2001; Lee & Chung 2014; Hong 2015; Park *et al.* 2016b). 미생물의 과잉 번식을 억제하기 위하여 일부 고추장 산업체에서는 출하 전 고추장 제품에 주정을 첨가하는 방법을 주로 사용하고 있으며 (Gil *et al.* 2016), 이외에도 고추장 제품을 포장한 뒤 살균 열처리, 방사선을 조사하는 방법이 있지만, 전자는 고추장 제품에 품질 변화를 일으키며 후자는 소비자의 안전 우려와 높은 비용의 단점을 가지고 있다. 한편, 고추장 제품을 최상의 상태로 소비자에게 전달하기 위하여 일부 제품은 냉장유통 시스템을 이용하여 저온 상태에서 유통·판매하지만, 영세한 산업체에서는 냉장유통으로 인한 비용 부담이 제기되고 있다.

고추장의 알코올 생성 억제 효과에 소재로 사용한 마늘은 향신료로서의 역할뿐만 아니라 생체기능을 조절하는 유용한 성분을 함유하고 있어서 건강유지에 유익한 식품으로 알려져 있다 (Byun *et al.* 2001). 마늘은 항산화효과, 항균효과, 항바이러스효과, 항암효과, 항피로효과 뿐만 아니라 혈압강하 및 지질저하작용 등 심혈관계질환 예방 및 면역체계 강화에 효능을 보인다 (Sallam *et al.* 2004; Lopez *et al.* 2005). 그 중 마늘의 항균작용은 세균, 효모 및 곰팡이 등 다양한 종류의 미생물에 대해 광범위한 발육 억제력을 나타낸다고 알려져 있다 (Oh *et al.* 2002; Lee *et al.* 2011). 또한, 부추는 항균효과 및 콜레스테롤 저하효과, 항산화, 항암효과 등이 보고되어 있다 (Park *et al.* 2002; Boivin *et al.* 2009; Murcia *et al.* 2009). 이와 같이 마늘과 부추에 대한 생리활성 성분과 효능들이 보고되면서 이를 이용한 기능성 식품 소재로 이용되고 있다 (Kim *et al.* 2002).

이에, 현 연구에서는 안전한 식재료인 마늘과 부추 추출물에 대한 효모 성장 억제 효과와 알코올 생성 억제 효과를 분석함으로써 고추장 산업체에서 적용가능한 경제적인 방안을 제공하고자 하였다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 식품소재의 선정 및 실험 재료 준비

본 연구팀에서는 고추장의 미생물을 억제할 수 있는 식품 소재를 탐색하고자, 감귤 껍질, 연잎, 와사비, 유산균 발효 추출 분말, 가지, 양파, 마늘, 부추를 대상으로 (Kim & Park

1996; Hong *et al.* 1999; Ahn *et al.* 2005; Kyung 2006; Yoon 2009; Jung & Park 2013) 항균 활성을 비교, 분석한 선행 연구 결과를 발표하였다 (Srinivasan *et al.* 2023). 선행 연구 결과에서 마늘과 부추의 항균 활성이 가장 높았기 때문에 이 식재료를 대상으로 고추장의 알코올 생성 억제 효과가 있는지 살펴보고자 하였다.

마늘과 부추는 경상북도 경산시 소재 마트에서 구입하여 세척 및 세절(가로 0.5 cm×세로 0.5 cm)한 뒤, -20°C 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 추출 분말을 얻기 위하여, 마늘과 부추 중량의 4~5배에 해당하는 물 또는 70% 주정을 각각 첨가하여 60°C의 수조 (Jeio Tech; Seoul, Korea)에서 3~4시간 추출한 후, Whatman No. 1 여과지를 사용하여 여과하였다. 여과액을 진공농축기 (Eyela; Tokyo, Japan)를 이용하여 감압농축시킨 후, 동결건조기 (ILShinBioBase; Seoul, Korea)를 사용하여 추출 분말을 획득하였다.

고추장 제품은 시중유통 중 품질 변화가 빈번하게 발생하는 온라인 시판제품 4종 (Go-10, Go-16, Go-30, Go-35)을 구매하여 사용하였다.

### 2. 실험용 균주 및 배지

마늘과 부추 추출 분말의 효모 억제능을 확인하고자, 고추장 발효에 관여하면서 알코올 생성 능력을 지녔다고 알려진 *Saccharomyces cerevisiae* (KCTC 7920), *Zygosaccharomyces rouxii* (KCTC 7880) (Kim *et al.* 2000) 두 종의 효모를 사용하였다. *S. cerevisiae*, *Z. rouxii*는 Potato Dextrose Broth (PDB; Becton, Dickinson and Company, USA)와 Potato Dextrose Agar (PDA; Becton, Dickinson and Company, USA)를 이용하여 28±2°C에서 3~5일간 배양하여 사용하였다 (Seo *et al.* 2010).

### 3. 생육저해환 분석

생육저해환 분석은 paper disc 방법을 이용한 agar diffusion 방법으로 측정하였다 (Bae & Chung 2014; Kim *et al.* 2019). 마늘과 부추 추출 분말을 첨가하여 제조한 20% (w/v) 용액 30 µL을 취하여 멸균한 paper disc에 20~30분 정도 흡수시켰다. 효모 배양액을 PDA에 각각 20 µL씩 분주하여 도말하고 상기 paper disc를 배지 표면 위에 놓아 28±2°C에서 3~4일 배양한 후 paper disc 주변의 생육저해환 3곳의 직경 (mm)을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 양성대조구로는 마늘과 부추 추출 분말 대신에 fluconazole 항생제와 70% 에탄올을 사용하였다.

### 4. 일반세균수 측정

고추장 제품 (Go-10, Go-16, Go-30, Go-35)을 이용하여 제조한 10% (w/v) 고추장 용액 100 mL에 마늘과 부추의 주정 (70%) 추출 분말을 각각 2.5 g 넣고, 효모 (*S. cerevisiae*와 *Z. rouxii*) 배양액 1 mL을 접종한 뒤, 37±2°C에서 3일간 배

양하면서 일반세균수를 측정하였다. 마늘과 부추 주정추출 분말의 최적 첨가량을 확인하고자 최소생육저해 농도를 조사한 결과, 25 µL/mL로 확인되었기 때문에 고추장 용액에 소재의 첨가량을 2.5 g으로 결정하였다. 이때 고추장 자체의 일반세균수를 확인하고자 대조구는 효모 배양액을 첨가하지 않은 10% 고추장 용액을 사용하였다. 일반세균수의 측정은 식품공전에 기재된 방법(Korea Food and Drug Administration 2019)에 준하여 실시하였다. 즉, 시료 10 g에 멸균한 0.2% peptone water (PW; Becton, Dickinson and Company, Sparks, MD, USA) 90 mL를 가하여 stomacher (Interscience; Saint-Nom-la-Bretech, France)를 이용하여 1분간 균질화한 후 시험용액으로 사용하였다. 시험용액을 0.2% peptone water를 이용하여 단계별로 십진희석하였으며, 희석한 용액 1 mL를 먼저 petridish에 넣고 미리 준비한 Plate Count Agar (PCA; Becton, Dickinson and Company, USA)를 가한 후, 37±2°C에서 1~2일 배양하여 형성된 집락을 계수하고 시료 g당 집락수(CFU/g)로 나타내었다.

### 5. 효모수 측정

고추장 제품(Go-10, Go-16, Go-30, Go-35)을 이용하여 각각 10% (w/v) 고추장 용액을 제조하고 여기에 마늘과 부추 주정(70%)추출 분말을 각각 2.5 g 넣고, 효모(*S. cerevisiae* 와 *Z. rouxii*) 배양액 1 mL를 접종한 뒤, 28±2°C에서 3~5일간 배양하면서 효모수를 측정하였다. 이때, 고추장 자체의 효모수를 알아보고자 대조구는 효모 배양액을 첨가하지 않은 10% 고추장 용액을 사용하였다.

효모수는 일반세균수와 동일한 방법으로 준비한 단계별 십진희석한 용액 1 mL를 3M Petrifilm (3M Health Care; Maplewood, MN, USA)에 도말한 후, 28±2°C에서 5~7일간 배양하면서 생김 집락을 계수하여 시료 g당 집락수(CFU/g)로 나타내었다.

### 6. 알코올 함량 분석

마늘과 부추의 주정(70%)추출물이 고추장 제품에서 알코올 생성을 억제하는지 확인하고자, 4종류의 고추장 제품을 10% 고추장 용액으로 제조하고 여기에 알코올을 생성하는 효모인 *S. cerevisiae* 또는 *Z. rouxii* 를 접종한 뒤, 추출 분말을 각각 2.5 g씩 첨가하여 28±2°C에서 3일간 배양한 후 알코올 함량을 분석하였다.

알코올 분석을 위한 시료의 전처리에는 고추장 시료 0.5 g과 dimethyl sulfoxide (DMSO, Sigma-alcrich, St. Louis, USA) 9.5 mL를 시험관에 취하고 마개를 닫은 후, 40°C로 가온하면서 1,300 rpm에서 1시간 교반하였다. 그 후, 침전물을 충분히 가라 앉히고 상등액만 취하여 기공 크기가 0.45 µm인 Whatman syringe filter로 여과하였고(Choi *et al.* 1992; Gil *et al.* 2016; Lee *et al.* 2016), 표준용액으로는 99.9% 에탄올을 0.2% (v/v)로 제조하여 사용하였다. 알코올은 gas

chromatography를 이용하여 분석하였으며 분석에 사용한 column은 길이 30 m×내경 0.32 mm, 도막두께 0.25 µm (Shimadzu, Kyoto, Japan)이었으며, 분석조건은 오븐 온도를 40°C까지 승온시킨 후 5분간 유지한 다음 분당 10°C씩 240°C까지 승온시킨 후 9분간 머물렀다. 시료 주입량은 20 µL, injector의 온도는 160°C, detector 온도는 200°C, carrier gas는 He를 사용하여 압력은 40 kPa, 선속도는 55.4 cm/sec, 유속은 1.0 mL/min, split ratio는 40:1, washing volume은 8 µL로 사용하였다.

### 7. 통계 분석

모든 실험은 3회 반복한 결과를 평균±표준편차로 표시하였으며, 유의성 확인은 SPSS (Statistics Package for the Social Science, Ver. 25.0 for Window) 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 이때, 유의적인 차이가 있다면 p<0.05의 수준에서 Duncan의 다중범위검정을 이용하여 사후검정을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 마늘과 부추 추출물의 효모 생육 저해 분석

물 또는 70% 주정으로 추출하여 얻은 마늘 추출 분말과 부추 추출 분말을 paper disc 방법으로 고추장에서 알코올을 발생시키는 효모로 알려진 *S. cerevisiae*와 *Z. rouxii*에 대한 성장 억제능을 측정하였다<Table 1>. 양성대조구로 사용한 항생제 fluconazole은 *S. cerevisiae*에 대해서 15.33±0.58 mm, *Z. rouxii*에 대해서 33.00±1.00 mm의 생육 저해환을 형성하였다. 고추장 제조 산업체에서는 고추장의 발효 및 숙성 과정 중 미생물의 과잉번식을 예방할 목적으로 70~100% 주정을 최종제품에 3% 정도 첨가한다고 알려져 있으나, 현 연구에서 70% 주정을 고추장 제품에 첨가했을 때, 효모에 대한 생육 저해가 일어나지 않았다. 그러나, 마늘과 부추 주정(70%)추출 분말에서는 11.67±0.58~25.33±0.58 mm의 생육 저해환이 나타났다. 한편, 마늘과 부추 물추출 분말에서는 *S. cerevisiae*에 대한 저해가 일어나지 않았으며 마늘 물추출 분말만이 *Z. rouxii*에 대하여 11.67±0.58 mm의 생육 저해환을 형성하였다. 마늘과 부추에 있어서는 물 추출보다는 주정(70%)추출이 효모의 성장을 억제하는 것으로 나타났다.

### 2. 일반세균수 분석

10% (w/v) 고추장 용액에 마늘과 부추의 주정(70%)추출 분말 및 효모(*S. cerevisiae*와 *Z. rouxii*) 배양액 1 mL를 가한 뒤, 37±2°C에서 3일간 배양하면서 일반세균수를 측정된 결과는 <Fig. 1>과 같다. 각 고추장 용액의 대조구에서 일반세균수는 Go-10에서 7.10±0.12 Log CFU/g, Go-16에서 8.93±0.12 Log CFU/g, Go-30에서 9.31±0.09 Log CFU/g, Go-35에서 9.09±0.08 Log CFU/g로 나타났다. 고추장 용액

Table 1. Inhibition zone by garlic extract and chives extract

(Inhibition zone: mm)

Test material	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (KCTC 7920)	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i> (KCTC 7880)
	Positive control-1 (Fluconazole)	15.33±0.58 <sup>1)</sup>
Positive control-2 (70% Ethanol)	0	0
Negative control (Distilled water)	0	0
Water extract of garlic (30 µL/mL)	0	11.67±0.58
70% Ethanol extract of garlic (30 µL/mL)	16.33±0.58	25.00±1.00
Water extract of chives (30 µL/mL)	0	0
70% Ethanol extract of chives (30 µL/mL)	14.00±1.00	25.33±0.58

<sup>1)</sup>Mean±SD

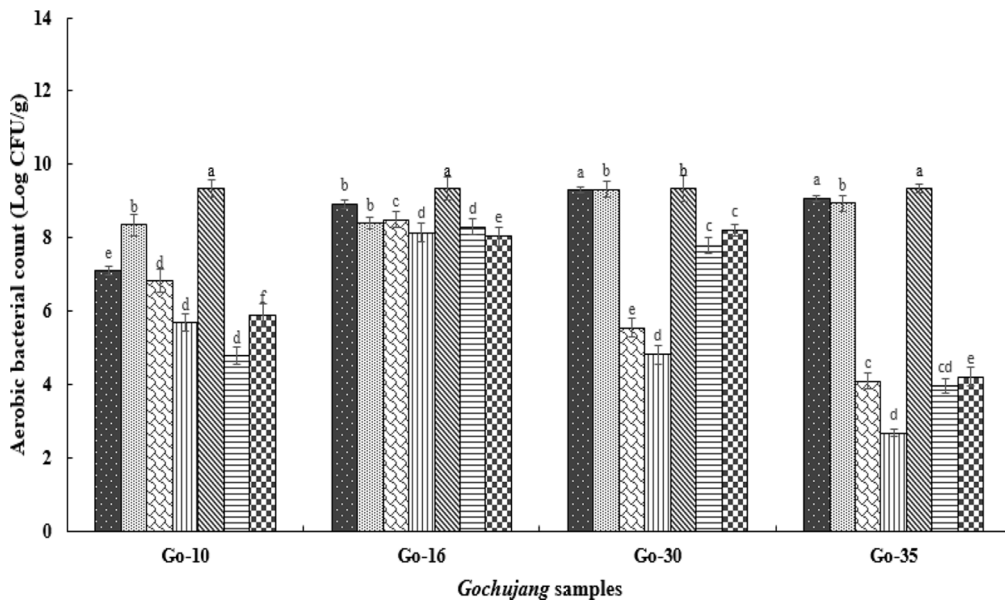


Fig. 1. Aerobic bacterial count in 70% ethanol extract of garlic or chives supplemented gochujang

<sup>a-f)</sup> Different lower case letter on each bar is significantly different at p<0.05 in Duncan's multiple range tests.

- : 10% Gochjang solution (Control)
- ▨ : 10% Gochjang solution+*Saccharomyces cerevisiae*
- ▩ : 10% Gochjang solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of garlic
- ▧ : 10% Gochjang solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of chives
- ▦ : 10% Gochjang solution+*Zygosaccharomyces rouxii*
- ▥ : 10% Gochjang solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of garlic
- ▤ : 10% Gochjang solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of chives

에 *S. cerevisiae* 배양액 또는 *Z. rouxii* 배양액 1 mL를 접종한 시료구에서는 일반세균수가 8.50±0.30 Log CFU/g~9.35±0.24 Log CFU/g의 범위로 나타나 대조구의 일반세균수와 큰 차이를 나타내지 않거나 약간 증가하는 경향을 보였다.

그러나, 효모 배양액을 첨가한 4종의 고추장 용액에 마늘과 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가하여 일반세균수를 측정 한 결과, 7 Log CFU/g 이하로 대조구보다 낮게 검출되었다. 예외적으로, Go-16 고추장 용액의 경우, 초기 일반세균수 8.93±0.12 Log CFU/g와 유사한 수준(8.12±0.24 Log CFU/g~8.87±0.34 Log CFU/g)으로 일반세균수가 측정되었으며,

Go-30 고추장 용액에서는 *Z. rouxii* 배양액을 1 mL 접종한 뒤, 부추 주정추출 분말을 첨가하여 일반세균수를 측정 한 결과, 초기 일반세균수 9.31±0.09 Log CFU/g 대비 8.22±0.16 Log CFU/g로 나타났다. 이와 반대로, Go-35 고추장 용액에 *S. cerevisiae* 배양액 또는 *Z. rouxii* 배양액을 1 mL 접종한 뒤, 마늘과 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가하여 28±2°C에서 3일간 배양한 후 일반세균수를 측정 한 결과, 대조구의 일반세균수(9.09±0.08 Log CFU/g)보다 5 Log CFU/g 이상 감소하여(2.69±0.09 Log CFU/g~4.22±0.25 Log CFU/g) 뚜렷한 생육 저해 효과를 관찰할 수 있었다.

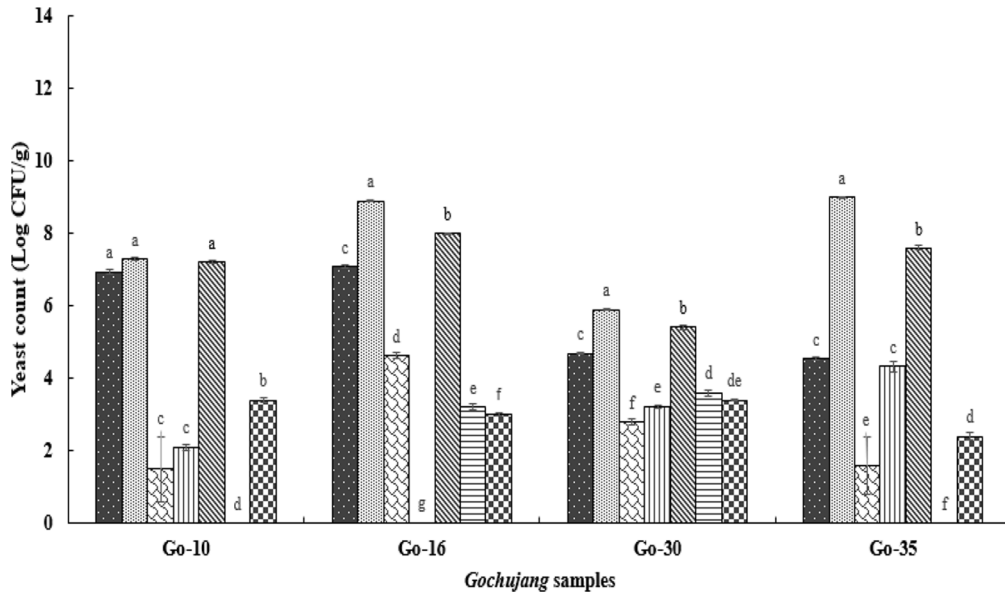


Fig. 2. Yeast and mold count in 70% ethanol extract of garlic or chives supplemented gochujang  
<sup>a-f)</sup> Different lower case letter on each bar is significantly different at  $p < 0.05$  in Duncan's multiple range tests.

- : 10% Gochjang solution (Control)
- ▒ : 10% Gochjang solution+*Saccharomyces cerevisiae*
- ▓ : 10% Gochjang solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of garlic
- ▒ : 10% Gochjang solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of chives
- : 10% Gochjang solution+*Zygosaccharomyces rouxii*
- ▒ : 10% Gochjang solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of garlic
- ▓ : 10% Gochjang solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of chives

마늘과 부추는 항균작용이 매우 강력하며 살균작용을 나타낸다고 보고된 바 있으며, 세균과 효모, 곰팡이는 물론 원생동물에도 생육저해작용이 있는 것으로 알려져 있어(Kyung 2006; Lee *et al.* 2011), 마늘과 부추의 물 또는 주정(70%) 추출 분말이 고추장 용액에서 일반세균수를 감소시키는 현 연구결과와 유사하였다.

### 3. 효모수 분석

10% (w/v) 고추장 용액에 마늘과 부추 주정(70%)추출 분말을 각각 2.5 g 넣고, 효모(*S. cerevisiae*와 *Z. rouxii*) 배양액 1 mL을 접종한 뒤, 28±2°C에서 3~5일간 배양하면서 효모수를 측정된 결과는 <Fig. 2>와 같다. 대조구(10% 고추장 용액)의 효모수는 Go-10에서 6.94±0.05 Log CFU/g, Go-16에서 7.09±0.04 Log CFU/g, Go-30에서 4.69±0.02 Log CFU/g, Go-35에서 4.55±0.04 Log CFU/g로 나타났다. 고추장 용액에 *S. cerevisiae* 배양액 또는 *Z. rouxii* 배양액을 접종한 뒤 각 추출 분말을 첨가하여 배양 후 효모수를 측정된 결과, 0 CFU/g~4.63±0.09 Log CFU/g으로 대조구에 비하여 유의적으로 감소( $p < 0.05$ )하는 경향을 나타냈다. 특히, *S. cerevisiae* 배양액을 접종한 Go-16에서는 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가함으로써 효모가 검출되지 않았으며, *Z. rouxii* 배양액을 접종한 Go-10과 Go-35에서도 마늘 주정(70%)추출

분말을 첨가함으로써 효모가 검출되지 않았다. 현 연구에서는 효모는 고추장의 발효 및 숙성중 풍미와 품질을 결정하는 중요한 인자로 작용하지만, 이상발효에 의한 효모의 과잉 번식과 가스의 생성으로 고추장 제품에 악영향을 미칠 수 있다(Lee & Oh 1996; Kim & Kyung 1997; Cho *et al.* 2014). 따라서, 고추장 출하 직전에 마늘 주정(70%)추출 분말 또는 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가한다면 유통 및 판매과정 중 효모에 의한 고추장의 품질 변화를 최소화할 수 있으리라 판단된다.

### 4. 알코올 함량 분석

마늘과 부추 주정(70%)추출 분말 첨가에 의한 고추장 용액에서의 알코올 함량 변화를 분석한 결과<Fig. 3>, Go-10의 A-1 (대조구)에서는 0.38%, Go-16의 B-1 (대조구)에서는 0.17%, Go-30의 C-1 (대조구)에서는 0.05%, Go-35의 D-1 (대조구)에서는 2.35%의 알코올 함량을 보였다. 고추장에서 알코올을 생성한다고 알려진 *S. cerevisiae* 또는 *Z. rouxii*를 접종한 고추장 용액의 알코올 함량을 측정된 결과, Go-10, Go-16, Go-30 제품의 알코올 함량이 0.05~1.94%로 대조구 알코올 함량인 0.05~0.38%보다 증가하여 두 종의 효모가 알코올을 생성한다는 것을 확인할 수 있었다. 이때, *S. cerevisiae*를 첨가한 고추장 용액의 알코올 함량은 0.05~

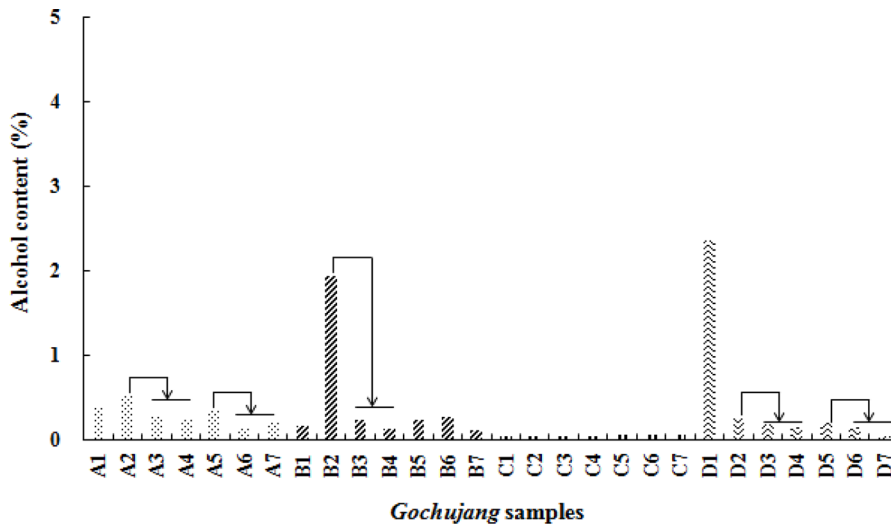


Fig. 3. Alcohol content in *Saccharomyces cerevisiae* and *Zygosaccharomyces rouxii* spiked gochujang

- A-1: 10% Gochujang-10 solution (A Control)
- A-2: 10% Gochujang-10 solution+*Saccharomyces cerevisiae*
- A-3: 10% Gochujang-10 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- A-4: 10% Gochujang-10 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g
- A-5: 10% Gochujang-10 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*
- A-6: 10% Gochujang-10 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- A-7: 10% Gochujang-10 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g
- B-1: 10% Gochujang-16 solution (B Control)
- B-2: 10% Gochujang-16 solution+*Saccharomyces cerevisiae*
- B-3: 10% Gochujang-16 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- B-4: 10% Gochujang-16 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g
- B-5: 10% Gochujang-16 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*
- B-6: 10% Gochujang-16 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- B-7: 10% Gochujang-16 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g
- C-1: 10% Gochujang-30 solution (C Control)
- C-2: 10% Gochujang-30 solution+*Saccharomyces cerevisiae*
- C-3: 10% Gochujang-30 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- C-4: 10% Gochujang-30 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g
- C-5: 10% Gochujang-30 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*
- C-6: 10% Gochujang-30 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- C-7: 10% Gochujang-30 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g
- D-1: 10% Gochujang-35 solution (D Control)
- D-2: 10% Gochujang-35 solution+*Saccharomyces cerevisiae*
- D-3: 10% Gochujang-35 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- D-4: 10% Gochujang-35 solution+*Saccharomyces cerevisiae*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g
- D-5: 10% Gochujang-35 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*
- D-6: 10% Gochujang-35 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of garlic 2.5 g
- D-7: 10% Gochujang-35 solution+*Zygosaccharomyces rouxii*+70% Ethanol extract of chives 2.5 g

1.94%, *Z. rouxii*를 첨가한 고추장 용액의 알코올 함량은 0.06~0.35%로 나타나 *Z. rouxii*보다 *S. cerevisiae*가 더 많은 알코올을 생성한다는 것을 알 수 있었다. 고추장 용액에 *S. cerevisiae* 또는 *Z. rouxii*를 접종한 뒤, 마늘 주정(70%)추출 분말 또는 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가하여 배양한 시료구에서는 알코올 함량이 0.04~0.30%로 나타났으며, 대조구 알코올 함량이 2.35%인 Go-35에서는 마늘 주정(70%)추출 분말과 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가함으로써 알코올 함량이 0.04~0.18%로 감소하였다. 이와 같이 마늘과 부추 주

정(70%)추출 분말을 첨가한 고추장 용액에서 알코올 함량이 감소하는 것으로 보아, 고추장 제품 출하 직전에 이들 분말을 첨가한다면 *S. cerevisiae*와 *Z. rouxii*에 의한 알코올 생성 억제를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

#### IV. 요약 및 결론

현 연구에서는 고추장의 상온유통과정 중 발생할 수 있는 효모에 의한 품질 변화를 지연시키거나 억제할 수 있을 것

으로 예상되는 마늘과 부추를 4종류의 고추장 용액에 적용하여 효모의 성장 억제와 알코올 생성 억제능을 평가하였다. 그 결과, 고추장에서 알코올을 생성한다고 알려진 *S. cerevisiae*, *Z. rouxii*에 대하여 마늘 주정(70%)추출 분말 용액과 부추 주정(70%)추출 분말은 14.00±1.00~25.33±0.58 mm의 생육 저해를 나타냈다. 고추장 용액에 *S. cerevisiae* 배양액 1 mL 또는 *Z. rouxii* 배양액 1 mL를 접종하고 마늘 주정(70%)추출 분말 또는 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가한 뒤 배양하여 일반세균수와 효모수를 측정된 결과, 초기 일반세균수는 7 Log CFU/g 이하로 측정되었으며, 효모수는 4 Log CFU/g 이하로 측정되었다. 또한, 알코올 함량은 0.04~0.30%로 낮게 나타났다. 따라서, 고추장에 마늘 주정(70%)추출 분말 또는 부추 주정(70%)추출 분말을 첨가한다면 *S. cerevisiae*와 *Z. rouxii*에 의한 효모 성장과 알코올 생성을 억제할 수 있을 것이다. 이 결과를 바탕으로 향후 고추장을 이용한 식품 적용 실험을 진행할 필요가 있을 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 결과물은 농촌진흥청 국립 농업과학원 지원을 받아 연구되었으며(과제번호: PJ013833), 이에 감사드립니다.

### 이해 관계의 글

No potential conflict of interest relevant this article was reported.

### References

Ahn MS, Kim HJ, Seo MS. 2005. The antioxidative and antimicrobial activities of the three species of leeks (*Allium tuberosum* R.) ethanol extracts. *J Korean Soc Food Cult.* 20(2):186-193.

Bae HK, Chung SK. 2014. Antioxidant and antimicrobial activity of solvent fractions from black bamboo leaves. *Korean J Food Preserv.* 21(4):560-564.

Boivin D, Lamy S, Dufour SL, Jackson J, Beaulieu E, Cote M, Moghrabi A, Barrette S, Gingras D, Beliveau R. 2009. Antiproliferative and antioxidant activities of common vegetables: A comparative study. *Food Chem.* 112(2):374-380.

Byun PH, Kim WJ, Woon SK. 2001. Effects of extraction conditions on the functional properties of garlic extracts. *Korean J Food Sci Technol.* 33(5):507-513.

Chae IS, Kim HS, Ko YS, Kang MH, Hong SP, Shin DB. 2008. Effect of citrus concentrate on the physicochemical properties of Kochujang. *Korean J Food Sci Technol.* 40(6):626-632.

Cho KM, Kang JR, Kim GM, Kang MJ, Hwang CE, Jeong YS, Kim JH, Lee CK, Shin JH. 2014. Quality characteristics of low salted garlic *Doenjang* during fermentation. *Korean J Food Preserv.* 21(5):627-635.

Choi SB, Kwon OS, Nam HS, Shin ZI, Yang HC. 1992. Optimization for the alcohol fermentation of hydrolyzed vegetable protein (HVP) soy sauce by *Saccharomyces rouxii*. *Korean J Food Sci Technol.* 24(4):330-334.

Chung KR. 2016. Effects of Gochujang in old Korean documents.

Korea Contents Association Review, 14(3):55-62.

Gil NY, Kim SY, Choi HS, Park SY, Kim JH. 2016. Investigation of quality characteristics and alcohol content in commercial Korean fermented sources. *Korean J Food Preserv.* 23(3):341-346.

Hong JH, Lee MH, Chun CS, Hur SH. 1999. Antimicrobial activity of Korean leek and its application to food system. *J Fd Hyg Safety.* 14(4):422-427.

Hong WS. 2015. The halal food market and halal certification. *Food Sci Ind.* 48(2):2-11.

Hong YJ, Son SH, Kim HY, Hwang IG, Yoo SS. 2013. Volatile components of traditional Gochujang produced from small farms according to each cultivation region. *J East Asian Soc Diet Life.* 23(4):451-460.

Jeong DY, Song MR, Shin DH. 2001. Studies on the physicochemical characteristics of Sunchang traditional Kochujang. *J Korean Soc Food Cult.* 16(3):260-267.

Jung K, Park CS. 2013. Antioxidative and antimicrobial activities of juice from garlic, ginger and onion. *Korean J Food Preserv.* 20(1):134-139.

Kim BK, Kang JH, Oh GH, Hwang JY, Jang SO, Kim M. 2019. Antibacterial and antioxidant activity of *Chamaecyparis obtusa* Extracts. *J Life Sci.* 29(7):785-791.

Kim CB, Lee SH, Kim MY, Yoon JT, Cho RK. 2002. Effects of the addition of leek and dropwort powder on the quality of noodles. *Korean J Food Preserv.* 9(1):36-41.

Kim DY, Yoo SS. 2016. Quality characteristics of bread added with gochujang. *J East Asian Soc Diet Life.* 26(2):99-108.

Kim GT, Hwang YI, Lim SI, Lee DS. 2000. Carbon dioxide production and quality changes in Korean fermented soybean paste and hot pepper-soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 29:807-813.

Kim SJ, Park KH. 1996. Antimicrobial substances in leek (*Allium tuberosum*). *Korean J Food Sci Technol.* 28(3):604-608.

Kim YS, Kyung KH. 1997. Isolation and identification of yeasts occurred in inflated commercial soy sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 10(1):97-101.

Kyung KH. 2006. Growth inhibitory activity of sulfur compounds of garlic against pathogenic microorganisms. *J Food Hyg Saf.* 21(3):145-152.

Lee EH, Jang KI, Bae IY, Lee HG. 2011. Antibacterial effects of Leek and Garlic juice and powder in a mixed strains system. *Korean J Food Sci Technol.* 43(4): 518-523.

Lee HY, Chung CH. 2014. Halal certification and our challenge to reinforce its system. *Middle East stud.* 33:101-140.

Lee NS, Oh NS. 1996. Characteristics of yeast flora and gas generation during fermentation of *Doenjang*. *J Kor Soc Agri Chemi Biotechnol.* 39(4):255-259.

Lee S, Yoo SM, Park BR, Han HM, Kim HY. 2014. Analysis of quality state for Gochujang produced by regional rural families. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 43(7):1088-1094.

Lee YH, Jeong SW, Nam GB, Kim JY, Shim YS, Kim JC, Lee HS, Kim JH, Son HJ, Park SH, Na JH, Kim KK. 2016. Assistance for small-scale food companies in terms of food standard and certification. Korea Food Research Institute

Lopez FJ, Zhi N, Carbonell AL, Alvarez PJA, Kuri V. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: Application in beef meatballs. *Meat Sci.* 69(3):371-380.

Murcia MA, Jimenez AM, Tome MM. 2009. Vegetables antioxidant losses during industrial processing and refrigerated storage. *Food Res Int.* 42(8):1046-1052.

Oh CY, Hong EB, Yoon KR, Lee YC, Kim KS. 2002. Comparison of antimicrobial activities of the garlic extracts prepared with various organic solvents. *Food Eng Prog.* 6:248-255.

Park ES, Heo JH, Ju JH, Park KY. 2016a. Changes in quality characteristics of Gochujang prepared with different ingredients and Meju starters. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 45(6):880-888.

Park SH, Kim JC, Lee HS, Jeong SW. 2016b. Determination of five alcohol compounds in fermented Korean foods via simple liquid extraction with dimethyl-sulfoxide followed by gas chromatography-mass spectrometry for halal food certification. *Korean J Food Sci Technol.* 74:563-570.

- Park SY, Kim SY, Hong SP, Lim SD. 2017. Analysis of quality characteristics of traditional and commercial red pepper pastes (Gochujang). *Korean J Food Cook Sci.* 33(2):137-147.
- Park YJ, Kim MH, Bae SJ. 2002. Anticarcinogenic effects of *allium tuberosum* on human cancer cells. *Korean J Food Sci Technol.* 34(4):688-693.
- Sallam KI, Ishioroshi M, Samejima K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *Korean J Food Sci Technol.* 37(8):849-855.
- Seo YC, Choi WY, Kim JS, Zou YY, Lee CG, Ahn JH, Shin IS, Lee HY. 2010. Enhancement of antimicrobial activity of nanoencapsulated horseradish aqueous extracts against food-borne pathogens. *Korean J Medicinal Crop Sci.* 18(6):389-397.
- Srinivasan R, Ashutosh B, Joe AR, Lim SM, Lee JS, Kim SY, Kim MH. 2023. Correlation between the microbiome and pack burst spoilage of *Allium sativum* supplemented fermented hot pepper paste. *Int J Food Microbiol.* 287:1-11.
- Yoon IS. 2009. Sensitivity test on the food poisoning bacteria of the garlic extract. *The Jour of KoCon A.* 9(2):339-349.
- Korea Food and Drug Administration (2019). <http://www.foodsafetykorea.go.kr>

#### 저자 정보

Se Mi Lim (Sirloin.Inc., R&D Team Manager, 0009-0009-1382-0079)  
Jong Suk Lee (Tageu Science University, Lecturer, 0000-0002-2745-1245)  
Myunghee Kim (Yeungnam University, Professor, 0000-0002-1340-435X)