

## 구기자(*Lycii fructus*) 추출물이 미생물 생육에 미치는 영향

주인선 · 성창근<sup>†</sup> · 오만진 · 김찬조

충남대학교 식품공학과

### The Influence of *Lycii fructus* Extracts on the Growth and Physiology of Microorganism

In-Sun Joo, Chang-Keun Sung<sup>†</sup>, Manjeon Oh and Chan-Jeo Kim

Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea

#### Abstract

This study was performed to investigate the effects of *Lycii fructus* extracts on the growth and physiology of *S. cerevisiae* D71, *L. casei* KCTC 3165, and *E. coli* DH5. When *Lycii fructus* was added into solid culture media, the growth of *S. cerevisiae* D71 and *L. casei* KCTC 3165 was increased, whereas that of *E. coli* DH5 was somewhat decreased. The growth of *S. cerevisiae* D71 and *L. casei* KCTC 3165 were much promoted in the culture media including methanol extract of 1.0% and 1.5%, respectively. *E. coli* DH5 was changed its morphology not only in 10% *Lycii fructus* juice but also 1.0% methanol and chloroform extract of *Lycii fructus*. Its size in those growth condition was eight times longer than that of the normal *E. coli* DH5. It was elucidated that elongation phenomenon of *E. coli* DH5 was also appeared by adding 0.135% of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, and the mixture of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>.

**Key words:** *Lycii fructus*, elongation of *E. coli*, betain

#### 서 론

옛부터 약용 또는 식용으로 쓰여온 구기자는 사람의 체질을 강장케하고 유아의 영양보충 등의 자양효능과 혈관 연화, 콜레스테롤 저감작용 등으로 인하여 보약방제의 재료로써 많이 이용되었다. 이러한 구기자는 가지과에 속하는 낙엽송 소관목인 구기자나무(*Lycium chinensis* Miller)의 열매에 해당되며 한편 구기자의 뿌리를 지골피, 잎을 구기엽, 순을 천정초라고 부른다(1). 또한, 빈혈을 치유하는 작용도 있는데 이는 구기자에 함유된 비타민, 니코틴산, 철 등의 성분이 모두 빈혈을 치료하는 주요한 근원물질이라고 하며 상시 복용하면 노화방지 및 체력유지에 좋다고 하였다. 中草藥에 기술된 바에 의하면 구기자의 약리작용으로써 혈당치를 내리며 혈청과 인지질 함유량을 증가시킨다고 하였다. 특히 구기자의 물추출물은 부교감신경 흥분작용이 있으며 베타인은 혈관을 확장하고 장관에 대하여 수축작용이 있다고 하였다. 이같은 약제로써의 이용성을 보이는 구기자에 대한 최근의 연구로써 구기자 성분의 약리작

용(2)에 관한 약학적인 연구와 더불어 번식이나 재배에 관한 연구가 있다(3).

한편, 오 등(4)은 구기자의 열수 및 알코올 추출물의 수율을 조사하고 유리당, 유기산, 유리아미노산, 탄닌 등의 성분을 분석하여 비휘발성 유기산 중 lactic acid가 주요 유기산이고 구성당류는 fructose, glucose, sucrose임을 밝혔다. 또한 구기자를 물추출시에는 tannin 함량이 608.4mg%로 보고된 바 있다.

구기자의 미생물 생육에 미치는 효과에 대하여 주(5)는 *Saccharomyces cerevisiae*의 배양에 구기자의 ethanol 추출물을 첨가한 결과 2.5배 정도의 현저한 생육 촉진효과가 있음을 보고하였고 구기자와 산수유를 이용하여 국산 전통차를 개발하고 그 효능을 실험한 바 있다.

구기자 가공에 관한 연구는 오(6,7)가 구기자 알콜 추출물의 성분과 관능적 특성 사이의 상관관계를 밝히고 기타 생약 추출물과 혼합한 기호성 캔 음료를 개발하고, 혼합 구기자차를 개발하였다.

최근에는 구기자 열매 뿐만 아니라 구기자 잎에까지

<sup>†</sup> To whom all correspondence should be addressed

관심을 가지고 채취시기별 영양성분의 함량변화(8)를 조사하고 차류 개발을 위한 연구보고도 있다.

그러나 구기자차의 우수한 약리작용에도 불구하고 인삼이나 그밖의 생약제에 비해서 연구 및 실용화 과정(9, 10)은 아직 미흡한 상태로서 보다 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사려된다.

이에 본 연구에서는 구기자의 실용화 방안을 위한 식품학적 기초 연구자료로서 구기자의 몇가지 추출물과 특정성분이 *Saccharomyces cerevisiae* D71 진핵세포와, 각각 Gram(+), (-)인 두종류의 원핵세포인 *Escherichia coli* DH5 및 *Lactobacillus casei* KCTC 3165의 생육에 미치는 영향을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 시료의 전처리

구기자는 청양에서 생산되는 수분함유 약 20% 정도의 건구기자를 구입하여 수돗물로 세척한 후 물기를 제거하고 마쇄하여 사용하였다.

### 균주 및 배지

효모는 본 연구실에서 분리, 보관하고 있는 *Saccharomyces cerevisiae* D71, 젖산균은 한국 유전자은행에서 분양받은 *Lactobacillus casei* KCTC 3165, 대장균은 *Escherichia coli* DH5를 사용하였다. 각균의 증식 및 보존에 사용한 배지와 최적 배양조건으로 *Saccharomyces cerevisiae* D71는 malt extract 배지, *Lactobacillus casei* KCTC 3165는 MRS 배지에서 각각 30°C에서 24시간 배양하였고, *Escherichia coli* DH5는 LB (Luria-bertani)배지에서 37°C에서 24시간 배양하여 시험균주로 사용하였다.

### 구기자 추출물 제조

구기자의 물추출을 위해 약 20% 정도의 수분을 함유한 건구기자를 생구기자 수분 95%량이 되도록 환산된 물을 가하여 환류 냉각장치가 부착된 수욕상에서 85°C로 3시간 가열하면서 12시간 추출하였다. 이를 linen 천으로 착즙한 후 다시 100°C에서 10분간 가열한 후 상온에서 냉각시켜 1,100×g에서 20분간 원심분리하여 얻은 액을 구기자즙액으로 하였다(11,12). 구기자의 methanol 추출을 위해 전처리된 건구기자를 마쇄하고 환류냉각관이 부착된 flask에 넣고 시료 3배의 95% methanol을 가하여 85°C 수욕상에서 3~5시간 추출하고, 그 여액을 감압농축기로 methanol 대부분을 제거하고 남

은 농축액을 액체질소로 동결시킨 후 진공동결건조(Freeze drier, Model: SB-4, Chemlab Co.)로 분말화시켰다(13).

구기자의 chloroform 추출은 상기 물추출과 같은 방법으로 얻어진 구기자액의 일정량을 분액깔대기에 넣고 여기에 3배의 chloroform을 가하여 잘 혼합한 후 정치시켜 chloroform층을 분리하였다. 이것을 3회 반복 실시하고 얻은 chloroform층을 모아 55°C에서 증발, 농축시켜 소량이 남았을 때 진공동결건조시켜 분말화하였다. Methanol에 불용성인 구기자의 추출물은 chloroform 추출물을 55°C에서 감압농축하고, 이 농축액의 3배량이 되는 methanol을 가할 때 생기는 침전물에서 물에 녹는 부분을 methanol로 다시 침전시켜 원심분리하여 얻어진 고형물을 진공동결건조시켜 분말화하였다(14).

### 구기자 추출물의 미생물 생육에 미치는 영향

전체 배지에 30% 되도록 구기자즙을 가한 것과 첨가하지 않은 맥아즙 한천배지, MRS 한천배지, LB 한천평판배지를 만들어 전배양한 각 균주를 도말하여 그 생육상태를 비교 관찰하였다(14). *E. coli* DH5에 대한 저해효과는 LB 한천배지에 균을 도말하고, 멸균한 구기자액을 직경 8mm paper disk에 100μl 흡수시켜 plate상에 놓고 경시적으로 disk 주변의 생육상태를 관찰하였다. 또한, 액체배지를 이용한 생리활성물질 검토를 위해 각균의 액체배지 15ml에 구기자액이 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50%되도록 각각 첨가하고 분말화된 methanol, chloroform 추출물, MeOH에 침전되는 물질을 0, 0.1, 0.2, 0.5, 1.5, 2.0% 각각 첨가하여 121°C, 15분간 가압멸균한 후 전배양한 각 균을 150μl씩 접종하여 각각의 최적 조건(균주 및 보존 참고) 하에서 배양하고 660nm에서 6시간마다 흡광도를 측정하여 생육도를 비교하였다.

### 구기자성분 중 betain의 영향

Betaine을 각균의 최적 배지에 0, 1, 5, 10, 50, 100, 250, 500ppm를 배지 중에 첨가하여 최적 조건 하에서 배양하면서 각각 6시간마다 생육도를 비교하였다. Methanol 추출물 3g을 660°C에서 12시간 회화시켜 얻은 백색분말을 각균의 최적 배지 15ml에 0, 5, 10, 50, 100, 250, 500ppm씩 첨가하고 150μl씩 전배양한 각 균주를 각각의 최적 온도에서 배양하면서 6시간마다 660nm의 파장으로 흡광도를 측정하였다.

또한, 염류의 영향을 관찰하기 위해 KNO<sub>3</sub>, NaNO<sub>2</sub>, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O 및 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O를 구기자즙의 함

유량으로 환산하여 각각 0.319%, 0.045%, 0.076% 및 0.015% LB 배지에 첨가하고 *E. coli* DH5를 접종하고 37°C에서 배양하면서 형태변화를 관찰하였다(15).

대장균의 생리 및 형태관찰

SEM(MODEL: S-2500, HITACHI)에 의한 대장균의 형태를 관찰하기 위한 전처리는 다음과 같았다. 즉 LB배지에 구기자즙 30% 첨가와 첨가하지 않은 고체배지를 만들어 각균을 접종하고 24~48시간 배양된 균을 생리식염수로 세척하고 원심분리하여 균체를 모았다. Phosphate-buffer(pH 7.4)로 조제한 2.5% glutaraldehyde로 2시간 전고정하였다. 원심분리하여 phosphate-buffer로 세척한 후 phosphate buffer(pH 7.4) 1% osmic acid로 1시간 염색을 하였다. 다시 phosphate buffer로 세척한 후 50% ethanol에서 100%까지 차례로 각 10분씩 탈수한 후 동판 stub에 도말하여 공기 중에서 건조하였다.

시료를 건조시킨 후 ion sputter로 금을 도금하여(20.0 nm) SEM으로 4.00K에서 관찰하였다(16). 구기자 추출물을 첨가한 것과 첨가하지 않은 LB 배지에 각각 *E. coli* DH5를 접종하여 48시간 배양시킨 후, 각각의 colony를 대장균균 실험용 API 20E를 사용하여 검토했다.

결과 및 고찰

구기자즙이 첨가된 고체배지에서 *S. cerevisiae* D71과 *L. casei* KCTC 3165를 배양하였을 때 구기자즙액이 첨가된 배지에서 균의 생육이 대조구에 비해 왕성함을 볼 수 있었다. 그러나, *E. coli* DH5는 구기자즙액을 첨가하였을 때 생육의 저해를 일으켰다. *E. coli* DH5에 대한 저해효과를 확인하기 위하여 paper disk법으로 항균정도를 관찰한 결과는 Fig. 1과 같이 피검균인 대장균이 paper disk 주변에 생육 저해환을 보였다(17).

각 농도로 구기자즙액을 첨가한 액체배지에 시험균을 접종하여 30시간 배양하면서 6시간마다 측정된 흡광도는 Fig. 2, 3, 4와 같다. 즉, 효모는 첨가구에서 생육이 현저히 증가하였으며 50%에서는 대조구에 비해 30시간 배양 후 약 2.7배 정도의 생육이 증가함을 볼 수 있었다. 젖산균은 대조구와 거의 유사한 생육을 보이다가 30시간 경과 후 1.5% 첨가구에서 가장 높은 1.2배 증가된 생육도를 나타내지만 효모에 비해서는 생육 촉진효과가 미약하였다.

그러나 대장균에서는 40% 이하에서 대조구와 생육도에 별로 차이는 없으나 50% 이상에서는 현저히 그 생육이 감소됨을 볼 수 있었다. 즉, 구기자 추출물은 대장

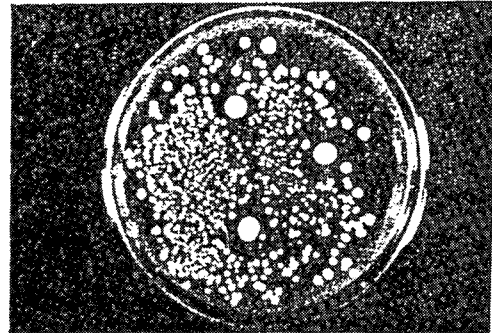


Fig. 1. Inhibition effect of *Lycii fructus* juice 100 $\mu$ l against *E. coli* DH5.

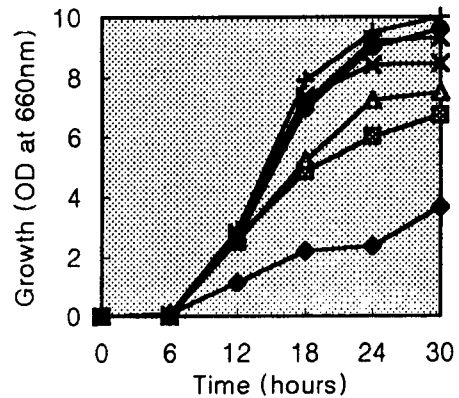


Fig. 2. Time course of changes in the growth when *S. cerevisiae* D71 was grown in malt extract media with different amounts of water extract(OD dilution factor(ODDF): 10).  
 -●- 0%, -■- 5%, -△- 10%, -×- 20%, -\* 30%, -○- 40%, -+ 50%

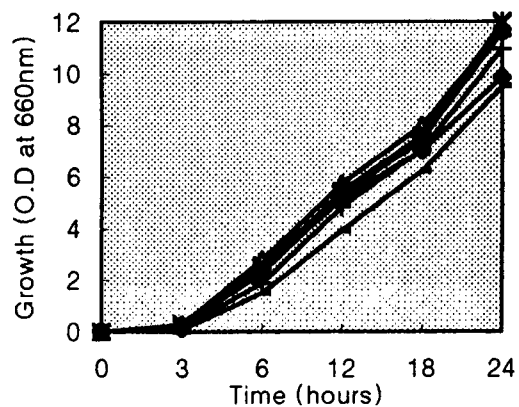


Fig. 3. Time course of changes in growth when *L. casei* KCTC3165 was grown in Lactobacilli MRS media with different amounts of water extract(ODDF: 10).  
 -●- 0%, -△- 5%, -×- 10%, -\* 20%, -○- 30%, -+ 40%, -■ 40%

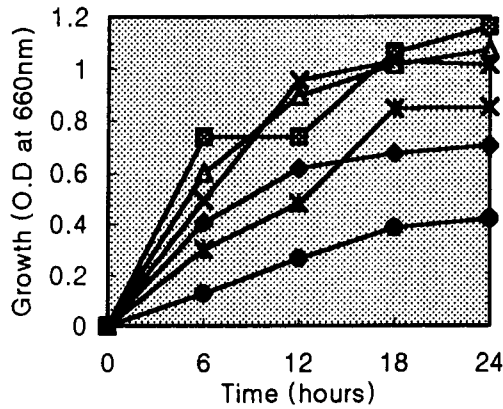
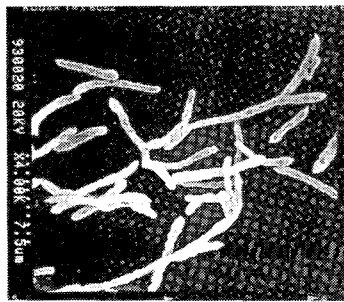
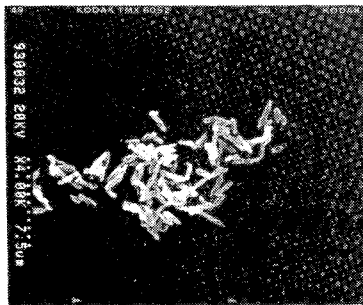


Fig. 4. Time course of changes in the growth when *E. coli* DH5 was grown in LB media with different amounts of water extract of *Lycii fructus*(ODDF: 2).  
 ◆ 0%, ▣ 10%, -△- 20%, -×- 30%, -\* 40%, ● 50%



(A)



(B)

Fig. 5. Scanning electron micrograph of *E. coli* DH5 in LB medium with *Lycii fructus* juice(A) and without(B).

균의 생육은 저해하였으나, 인체에 비타민 B<sub>12</sub> 등을 합성을 하고, 성장작용을 하는 것으로 알려져 유익한 균으로 간주되는 젖산균에 대하여는 생육을 촉진하는 특성이 있었다.

세포의 형태면에서 효모와 젖산균은 변화가 없으나

대장균에서는 구기자액 5% 이상의 첨가구에서 약 12 시간 배양 이후부터 Fig. 5와 같이 세포형태가 이상적으로 길어지는 현상을 보였다. 구기자를 각 용매별로 추출한 추출물을 농도별로 배지에 첨가하여 배양한 결과는 Fig. 6~11과 같다.

*S. cerevisiae* D71는 methanol 추출물 0.1% 이상의 첨가구에서 생육도가 높아지기 시작하여 1.5%에서 생육도가 2.3배 증가하였고, chloroform 추출물에서도 생육이 촉진되었으나 methanol 추출물에 비해서는 조금 약하였다. Methanol에 침전되는 물질의 경우는 0.2%

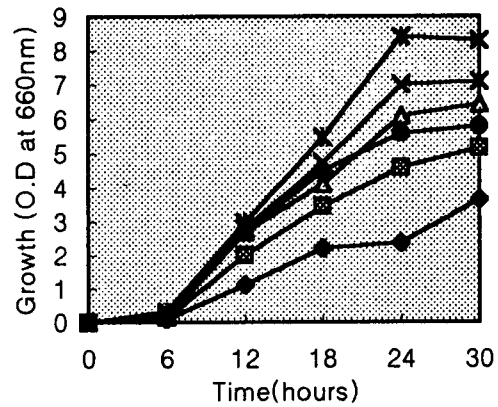


Fig. 6. Time course of changes in the growth when *S. cerevisiae* D71 was grown in malt extract media with different amounts of methanol extract(OD-DF:10).  
 ◆ 0%, ▣ 0.10%, -△- 0.20%, -×- 0.50%, -\* 1.50%, ● 2.00

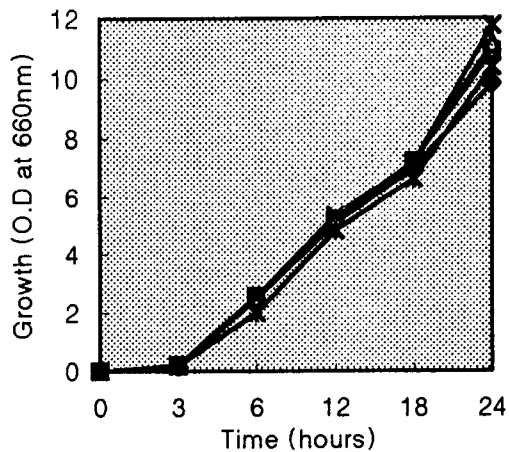


Fig. 7. Time course of changes in the growth when *L. casei* KCTC3165 was grown in Lactobacilli MRS media with different amounts of methanol extract (ODDF: 10).  
 ◆ 0%, ▣ 0.10%, -△- 0.50%, -×- 1.00%, -\* 1.50%

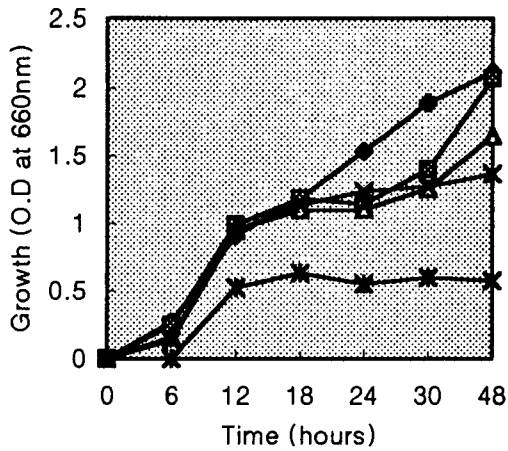


Fig. 8. Time course of changes in the growth when *E. coli* DH5 was grown in LB media with different amounts of methanol extract from *Lycii fructus* (ODDF: 2).  
 ◆ 0%, ■ 0.10%, △ 0.20%, × 0.50%, \* 1.50%

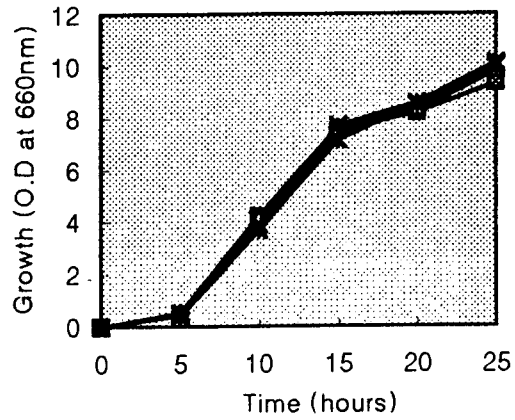


Fig. 10. Time course of changes in the growth when *L. casei* KCTC3165 was grown in Lactobacilli MRS media with different amounts of chloroform extract from *Lycii fructus*(ODDF: 10).  
 ◆ 0%, ■ 0.10%, △ 0.20%, × 0.50%, \* 1.50%

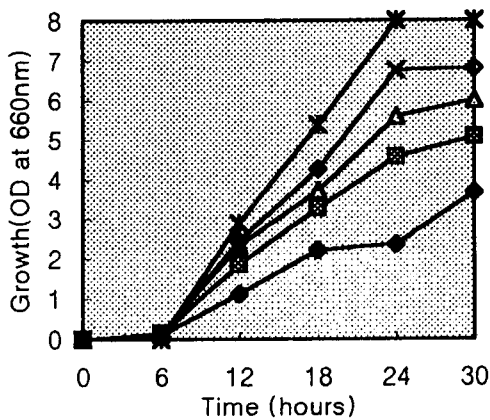


Fig. 9. Time course of changes in the growth when *S. cerevisiae* D71 was grown in malt extract media with different amounts of chloroform extract from *Lycii fructus*(ODDF: 10).  
 ◆ 0%, ■ 0.10%, △ 0.20%, × 0.50%, \* 1.50%

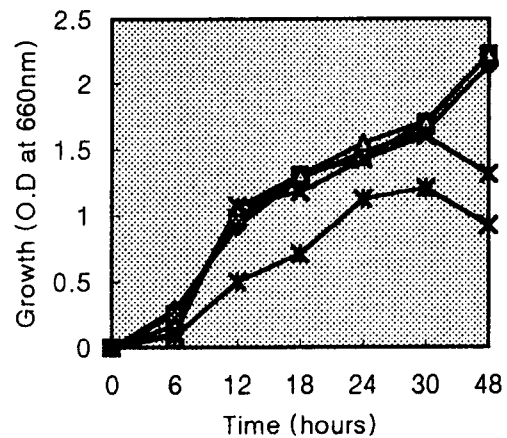


Fig. 11. Time course of changes in the growth when *E. coli* DH5 was grown in LB media with different amounts of chloroform extract from *Lycii fructus* (ODDF: 2).  
 ◆ 0%, ■ 0.10%, △ 0.20%, × 0.50%, \* 1.50%

까지는 대조구와 비슷하였으나 0.5% 이상 첨가구에서는 감소하는 현상을 보였다(data 생략).

또한 *L. casei* KCTC 1039에 있어서는 methanol 0.1% 이상 첨가구에서 균 생육은 증가하고 1.0%에서 1.2배 촉진효과를 보였다. Chloroform 추출물은 생육에 별로 영향이 없었다. 한편, 박과 경(14)은 농축된 무우와 무우청의 농축액에 3배량의 methanol을 가했을 때 침전되는 물질에서 젖산균의 생육촉진작용이 있는 물질을 검색하여 Mn과 기타물질이었다고 발표한 바 있다. 또한 *E. coli* DH5에서는 methanol 및 chloroform 추출

물을 0.1% 첨가하였을 때 대조구와 비슷하나 0.2% 이상에서는 생육도가 감소하였다. 그리고 methanol에 침전되는 물질을 첨가하였을 때는 대조구와 비슷한 생육도를 보였다. 그러나 균의 형태를 관찰한 결과 methanol에 침전되는 물질을 제외한 methanol 및 chloroform 추출물에서는 각각 구기자액을 첨가하였을 때 나타난 이상현상을 보였다.

간장, 된장 중의 주요 젖산균이 되는 *Pediococcus halophilus*의 생육에 필요한 물질이며(18-20) 또한 구기자 중에도 많이 함유되어 있는 것으로 알려진(21) betaine

이 각 균에 생리활성물질로 작용하는지를 알아보기 위하여 각각의 배지에 농도별로 첨가하여 실험한 결과 *S. cerevisiae* D71과 *L. casei* KCTC 1039 및 *E. coli* DH5에 대한 생육촉진작용을 인정할 수 없었으며 세포형태에도 영향을 미치지 않았다(data 생략).

공시균의 생육에 영향을 미치는 물질이 무기물임을 확인하기 위하여 구기자의 methanol 추출물 회분을 농도별로 기본배지 중에 첨가하여 각 균을 접종하고 배양하여 생육도를 측정된 결과 구기자의 methanol 추출물 중 회분은 *S. cerevisiae* D71과 *L. casei* KCTC 1039에 대한 생육촉진작용은 볼 수 없었으나 *E. coli* DH5에서는 0.5%의 첨가로 균의 이상현상을 보였다. 따라서 *S. cerevisiae* D71과 *L. casei* KCTC 1039의 생육촉진물질은 구기자의 무기물이 아닌 유기물임을 추측할 수 있었다.

구기자 성분에 의한 *E. coli* DH5의 형태변화를 SEM으로 관찰한 결과는 Fig. 5와 같다. 구기자 추출물의 영향으로 형태변화를 일으킨 *E. coli* DH5의 생리실험 결과는 Table 1과 같다. 형태가 길어진 이상균의 경우 tryptophane deaminase가 양성으로 정상균과 다른 양상을 보였다.

*E. coli* DH5의 형태이상의 원인물질을 검색하기 위하여 구기자의 회분조성(15)을 참고하여  $Ca^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{++}$ 를 각각 구기자 중의 함량으로 환산하여 LB 배지

에 첨가하고 *E. coli* DH5를 접종하여 최적 조건에서 배양하면서 검토한 결과  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ 의 첨가구에서는 거의 변화가 없었으며  $Na^+$ ,  $K^+$  및  $Na^+$ 와  $K^+$ 의 혼합첨가구에서 균의 형태에 이상현상을 보였다. 이 결과  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ 의 농도를 가장 형태변화가 현저하였던  $Na^+$ 와  $K^+$ 를 혼합첨가구와 같은 농도인 0.135%로 각각 첨가하여 배양한 결과,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ 의 첨가구에서는 균 형태의 이상현상은 인정되지 않았다. 반면,  $Na^+$ 와  $K^+$ 의 첨가구에서는 균의 형태이상을 일으켰으며 특히  $Na^+$ 가 가장 영향이 컸음이 관찰되었다. 또한,  $Na^+$ 와  $K^+$ 를 농도별로 배지에 첨가하여 배양한 결과  $Na^+$ 는 0.05% 이상,  $K^+$ 는 0.01% 이상의 농도에서 형태변화를 일으켰다.

한편, 이와 같은 현상에 대하여 地原(18), 山仲(19), 靑山(20), 佐藤(22), 林靱(23)은 *L. plantarum*이 potassium의 고농도 하에서나  $Na^+$ 과  $K^+$ 의 함유비에 따라서 세포가 신장되는 현상을 나타냄을 발표한 바 있다. 이들은 신장되는 요인으로 이와 같은 염류의 농도가 이들 균의 생육에 부적합한 환경조건으로 작용하여 균이 증식을 유지하기 위하여 일어나는 현상으로 추정하고 있다

## 요 약

구기자 추출물이 *S. cerevisiae* D71과 *L. casei* KCTC3165, 그리고 *E. coli* DH5균의 생육에 미치는 영향을 검토하였다. 그 결과 구기자 추출물은 *S. cerevisiae* D71과 *L. casei* KCTC 3165의 생육을 증가시켰으며 *E. coli* DH5에 대하여는 약간의 생육저해가 있었다. 구기자 methanol 추출물을 첨가하여 미생물의 생육을 측정하였을 때 *L. casei* KCTC 3165와 *S. cerevisiae* D71은 각각 1.0%와 1.5% 첨가구에서 가장 높은 생육촉진효과를 보였다. 즉 구기자 추출물은 대장균의 생육은 저해하였으나, 인체에 유익한 균으로 알려진 젖산균에 대하여는 생육을 촉진하는 특성이 있었다. 한편, *E. coli* DH5는 구기자즙 10%, 그리고 methanol, chloroform 추출물 각각 1.0% 첨가시 형태적 이상을 일으켜 길이가 8배 이상이 길어졌다. 구기자의 methanol 추출물 중 회분성분이 *E. coli* DH5균에 이상현상의 원인이 되었음을 확인하였다. 또한 이들 중  $Na^+$ ,  $K^+$  및  $Na^+$ 와  $K^+$  혼합물이 0.135% 이상에서 균의 형태가 길어지는 이상현상이 있었다.

## 문 헌

1. 이창복 : 대한식물도감. 향문사, 서울(1976)
2. 주현규, 장대자 : 산수유 및 다류식이 흰쥐의 간기능과 혈액상에 미치는 영향. 한국식문화학회지, 4, 257(1989)

Table 1. API 20E Biochemical tests of *E. coli* DH5 cultured in LB medium with *Lycii frutus* juice (A) and without(B)

Test	A	B
o-Nitrophenyl-D-galactoside	-	-
Arginine dihydrolase	-	-
Lysine decarboxylase	-	-
Ornithine decarboxylase	-	-
Citrate utilization	-	-
Hydrogen sulfide production	-	-
Urea hydrolysis	-	-
Tryptophane deaminase	-	+
Indol production	+	+
Voges-Proskauer test	-	-
Gelatin hydrolysis	-	-
Glucose fermentation	+	+
Mannitol fermentation	+	+
Inositol fermentation	-	-
Sorbitol fermentation	+	+
Ramnose fermentation	+	+
Saccharose fermentation	-	-
Melibiose fermentation	+	+
Amygdalin fermentation	-	-
Arabinose fermentation	+	+
Oxidase	-	-
$NO_3^- \rightarrow NO_2^-$	+	+

3. 김근수 : 한국유용자원 식물연구자원총람. 한국화학연구소, 4, 257(1974)
4. 오상룡, 김성수, 민병용, 정동효 : 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 추출물의 유리당, 유리아미노산, 유기산, 탄닌의 조성. 한국식품과학회지, 22, 76(1990)
5. 주현규 : 산수유와 구기자를 이용한 국산 전통차 개발에 관한 연구. 한국식문화학회지, 3, 4(1988)
6. 오상룡 : 과실 및 생약류 추출성분의 기호특성에 관한 연구(2차). 한국식품개발연구원 보고서, E1051-0079(1989)
7. 오상룡 : 구기자를 주 원료로한 혼합차 개발연구. 한국식품개발연구원 보고서, S1300(1989)
8. 이미영 : 구기엽의 채취시기별 영양성분 함량 및 차류의 개발. 충남대학교 석사학위논문(1995)
9. 김상달, 도재호, 이광승, 성현순 : 효모생육에 미치는 홍삼박의 영향. 고려인삼학회지, 10, 2(1986)
10. Jung, N. P. : A bioassay of ginseng extract based on yeast growth determination. *Korean J. Ginseng Sci.*, 5, 1(1981)
11. 성현순, 김나미, 김유정 : 추출조건에 따른 홍삼엑기스의 물리적 성질의 변화. 한국식품과학회지, 18, 3(1986)
12. 이병완, 신동화 : 식품 부패미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성물질의 검색. 한국식품과학회지, 23, 2(1991)
13. 이병완, 신동화 : 식품 부패미생물에 대한 천연 항균성물질의 농도별 및 분획별 항균특성. 한국식품과학회지, 23, 2(1991)
14. 박경숙, 경규향 : 무의 젖산균 축진물질과 축진작용. 한국식품과학회지, 24, 6(1992)
15. 김찬조, 오만진, 성창근, 서관석, 복진영, 손현주 : 구기자를 이용한 가공식품에 관한 연구. 농촌진흥청 제 1차년도 보고서(1993)
16. 황준경, 최대경, 박정규, 백태현 : Penicillin이 포도구균 세포벽 형성에 미치는 전자 현미경적 연구. 충남의대잡지(별첨), 13, 2(1986)
17. 김찬조, 김교창, 장지현, 정지훈 : 미생물학실험서. 수확사(1993)
18. 地原聰子 : 乳酸菌の異常伸長現象. 鳥取大學 大學院 修士課程研究課題(1987)
19. 山仲降司 : 乳酸菌の異常伸長現象について. 鳥取大學 卒業論文研究課題(1984)
20. 青山貴子 : 乳酸菌の異常伸長に關する要因について. 鳥取大學 卒業論文研究課題(1985)
21. 西山降造 : 枸杞の ベタインについて. 日本食品工業學會誌, 21, 1(1992)
22. 佐藤彰 : 乳酸菌の異常伸長に關する要因. 鳥取大學 卒業論文研究課題(1986)
23. 林親 : 乳酸菌の 菌體內鹽濃度と伸長との關係. 鳥取大學 卒業論文研究課題(1987)

(1997년 5월 13일 접수)