

인삼성분이 *Zymomonas mobilis*의 알코올 醱酵에 미치는 영향

金駿炯 · 鄭東孝 · 梁宰源*

中央大学校 産業大学 食品加工学科

*한국인삼 연초 연구소

(1985년 7월 20일수리)

The Effect of Korean Ginseng Components on the Alcohol Fermentation by *Zymomonas mobilis*

Joon Hyeng Kim · Dong Hyo Chung · Jea Won Young*

Dept. of Food Science and Technology, Chung-ang University, Seoul, Korea

*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejeon, Korea

(Received July 20, 1985)

The effects of ginseng extract, crude saponin and ether layer fraction on the alcohol fermentation and the growth of *Zymomonas mobilis* studied. The growth of *Zymomonas mobilis* was inhibited by the addition of ginseng extract, crude saponin and ether layer fraction, of which the last was shown to have the most inhibitory effect. The pH cultural broth recorded a significant decrease during 36 hrs alcohol fermentation, followed by a slower decrease in pH after 36 hrs. The alcohol fermentation was stimulated most remarkably by the addition of 0.305% crude saponin, while inhibited most by the addition of 0.228% ether layer fraction.

인삼 특히 한국산 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 세계적으로 신비의 약으로 알려져 있다. Garriques⁽¹⁾가 미국산 인삼 (*Panax quinquefolium*)에서 saponin 혼합물을 분리하여 panaquilon 이라고 발표한 이후 1957년에 Brekhman⁽²⁾은 그간의 연구결과를 종합해 볼 때 인삼의 유효성분이 saponin임을 주장하였고 그후 Shibata^(3,4), Nagai⁽⁵⁾ 등이 dammarane계 glycoside 성분의 구조와 약리 및 생리적 작용을 규명하기에 이르렀고, 성분에 대해서도 많은 연구가 이루어져 왔다.

1978년에 한 등⁽⁶⁾은 홍삼에서 matol이란 물질을 분리하고 항산화작용이 있음을 밝히고 인삼의 유효성분의 하나임을 보고하였다.

인삼의 약리작용은 adaptogen 활성⁽⁷⁾ 등 많은 약리효과^(8,9)를 나타내며 그외에 생리작용으로서 물질대사에 미치는 영향도 크다고 보고되어 있다. 이와

같이 인삼이 동물 및 인체에 미치는 영향에 대하여서는 비교적 많은 연구가 이루어져 왔으나, 미생물에 미치는 영향과 그 효과에 대하여는 단편적인 연구가 있을 뿐이다.

인삼 성분과 미생물의 실험으로는 주⁽¹¹⁾의 *E. coli*에 대한 연구, Klylov⁽¹²⁾의 식물병원성 바이러스의 감염저해에 관한 연구, 남 등^(13,14)의 초산발효에 관한 실험, 양 등⁽¹⁵⁾의 유산균에 관한 연구가 발표되었고 전 등⁽¹⁶⁾의 인삼 성분이 세균의 생육에 미치는 영향에 관한 실험 등이 보고되어 있다. 또한 김 등⁽¹⁷⁾은 빵효모의 CO₂ 생산에 미치는 영향을 보고하였고, 주⁽¹⁸⁾는 인삼 extract가 효모의 알코올발효와 colony 증식에 미치는 영향을 보고하였으며, 정⁽¹⁹⁾은 인삼성분이 glucose의 효모세포 투과성을 높인다고 보고하였다.

지금까지의 알코올발효는 주로 효모에 의하여 이

투어져 왔으나 최근에는 알코올 발효성 세균으로도 가능하게 되었다.

1928년 Lindner⁽²⁰⁾는 Mexico의 지주 Pulgue의 알코올발효를 관찰하는 미생물로서 *Termobacterium mobile*이라는 세균을 분리한 바 있고 그 후 *Pseudomonas lindneri* (1931)⁽²¹⁾, *Zymomonas mobile* (1936), *Achromobacter anerobium* (1937)⁽²²⁾, *Saccharomonas lindneri* (1950)⁽²³⁾ 등으로 명명하였으나, Bergey의 제8판에는 *Zymomonas mobilis*로 기재되었다.

제3의 당대사 경로인 Entner-Doudoroff 경로를 통하여 알코올발효하는 *Zymomonas*속 세균은 생육에 있어서 효모보다 고농도의 당과 고농도의 알코올에 대하여 내성을 가진다고 보고되었으며⁽²¹⁾, *Zymomonas*속 세균은 생육속도와 발효가 아주 빠르며⁽²⁴⁾ Kluver⁽²¹⁾ 등은 혐기적인 조건의 발효에서 glucose 1 mol로부터 1.8 mol의 ethanol을 생산하고, Gibbs⁽²⁵⁾ 등은 1.9 mol을 생산할 수 있다고 하였다. Rogers 등⁽²⁶⁾의 보고에 의하면 알코올 생성은 1.9 mol을 넘으며, 이론치의 96~97%에 달하고 있어 효모의 발효에서 얻어지는 수치보다 무척 높다고 하였다.

*Zymomonas mobilis*를 사용한 ethanol발효는 공업적으로 상당히 유망하다고 생각되는 점이 많음에도 불구하고 그 연구는 많지 않으며, 기술적으로 충분히 검토되어 있지 않고 실제 응용도 거의 되어 있지 않은 상태이다.

주정효모에 의한 알코올발효에 있어서 인삼성분이 미치는 영향⁽²⁷⁾, 인삼박 당화액이 효모의 증식 및 알코올발효에 미치는 영향에 관한 연구⁽²⁸⁾ 등이 있고 또한 주⁽⁸⁾ 등에 의하여 인삼 extract가 효모의 알코올발효와 증식에 촉진효과가 인정되어 있다. 그러나 *Zymomonas mobilis*에 의한 알코올발효에서 인삼성분이 미생물의 증식이나 발효에 미치는 영향을 조사한 보고는 찾아 볼 수 없다.

본 실험에서는 인삼의 ethanol extract, crude saponin, ether layer fraction이 *Zymomonas mobilis*의 생육에 미치는 영향과 알코올발효에 미치는 영향을 조사하였기에 이를 보고하는 바이다.

실험재료 및 방법

공시균주

IFO (Institute for Fermentation, Osaka) 에서 분양받은 *Zymomonas mobilis* subsp. *mobilis* IFO 13756 균주를 사용하였으며 0.5% (w/v) yeast ext-

ract, 2% (w/v) glucose와 1.5% (w/v) agar (pH 6.0) 조성의 보존배지에서 천자배양으로 2 주 마다 계대배양하여 4°C에서 보관하였다.

공시원료 인삼

경기도 강화지역의 미삼을 extract 추출용 원료 인삼으로 사용하였다.

인삼 ethanol extract, crude saponin 및 ether layer fraction 제조

1) 인삼 extract 제조와 성분분석

원료삼을 물로 깨끗이 씻어 실내에서 음건한 후 70% ethanol로 6시간씩 3회 추출하였다.

추출액은 filter paper No. 2로 여과한 후 여액전부를 65°C 이하에서 감압농축하여 고형분 함량이 72.54%인 것을 인삼 extract 시료로 하였다. 인삼 extract의 일반성분 분석⁽²⁹⁾은 수분은 105°C 건조감량법, crude protein은 Kjeldahl method, crude fat은 Soxhlet method, ash는 550°C에서 직접회화법으로 하였다. 총당은 산 가수분해 후, 환원당은 시료를 직접 DNS 법⁽³⁰⁾으로 정량하였다.

인삼 extract의 일반성분 조성은 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of ginseng extracts.

Components	Content (%)
Moisture	27.46
Crude fat	2.07
Crude protein	16.94
Ash	4.63
Free sugar	19.8
Total sugar	28.4

2) Ether layer fraction의 제조

27.46% 수분 함량의 인삼 extract를 Fig. 1과 같은 방법으로 증류수에 용해시켜 수용액으로 한 후 거의 동량의 ethyl ether를 가하여 분액여두내에서 몇 번 반복진탕추출하고 그 상등액을 취하여 ether 성분을 완전히 제거하여 시료로 사용하였다.

3) Crude saponin의 제조

인삼 extract를 Namba⁽³¹⁾ 등의 saponin 추출방법에 따라서 Fig. 1과 같이 ether층으로 이행되는 성분을 제거한 후 동량의 수포화 *n*-butanol을 가하여 수회 반복 추출한 후 얻어진 butanol layer를 65°C 이하에서 감압농축하여 crude saponin을 얻었다.

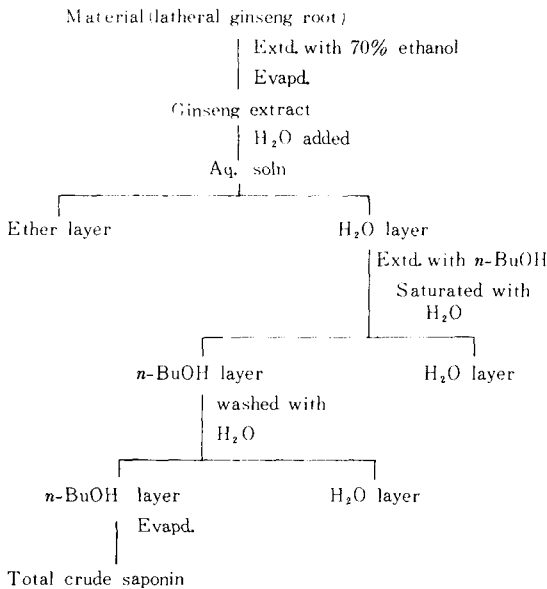


Fig. 1 Extraction procedure of ginseng saponin.

Zymomonas mobilis 의 배양액조제 및 배양방법

1) *Zymomonas mobilis* 의 배양액조제

배양액은 Table 2의 glucose 배지에 인삼 extract 및 인삼 crude saponin, ether layer fraction을 각 농도별로 첨가하여 조제한 배지를 400 ml씩 배양병에 넣었다. 인삼 extract의 첨가로 배지의 pH가 다소 낮아졌기 때문에 4% NaOH용액을 사용하여 배양액의 pH를 6.0으로 조정하여 조건을 동일하게 하였다. 다음에 100°C에서 3회 간헐살균한 후 전배양액 (pre- seed culture)을 일정량 접종하여 30°C에서 발효시켰다.

2) 배양방법

① 종균

Table 2의 20% glucose 배지 200 ml에 *Zymomonas mobilis*를 4백금이 접종하여 24시간 동안 30°C

Table 2. Composition of medium for *Zymomonas mobilis*.

(pH 6.0)	
Glucose	200 g
Yeast extract	10 g
KH ₂ PO ₄	1 g
(NH ₄) ₂ SO ₄	1 g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.5 g
Distilled water	1000 ml

에서 전배양하였다. 이때 전배양액의 균체량은 4.8 g/ml × 10⁻⁴이었다.

② 배양

배양액 400ml에 전배양액 10ml씩 접종한 후 배양병에 Meissel씨 발효관을 부착하여 황산(물 : 황산=1 : 1.5)^(32, 33)을 채워 배양병으로부터 CO₂만 발산되도록 하여 정치배양하면서 일정시간 간격으로 인삼 extract, crude saponin, ether layer fraction이 *Zymomonas mobilis*의 알코올발효에 미치는 영향과 그 생육상태를 조사하였다.

인삼 extract, crude saponin 및 ether layer fraction의 첨가 방법

1) 인삼 extract 첨가

Table 2의 glucose 배지에 인삼 extract를 각 시험구에 0%, 2.0%, 4.0%, 7.0% 첨가하여 100°C에서 3회 간헐살균한 후 발효시켰다.

2) Crude saponin 첨가

인삼 extract 첨가 알코올발효에 대응하는 양의 saponin [extracts (g) × 15.2/100 = saponin (g) 첨가량]을 Table 2의 20% glucose배지에 첨가한 후 3회 간헐살균하여 사용하였다.

$$15.2/100 = \frac{\text{Crude saponin 함량}}{\text{시료인삼 extract (g)}}$$

3) Ether layer fraction 첨가

상기 1)항에서 첨가한 extract에 상당하는 ether layer fraction의 양 [extracts (g) × 3.26/100 = ether layer fraction (g) 첨가량]을 Table 2의 20% glucose 배지에 첨가하고 100°C에서 3회 간헐살균하였다.

$$3.26/100 = \frac{\text{Ether layer fraction 함량}}{\text{시료 인삼 extract (g)}}$$

Table 3. Amounts of ginseng extracts and others added to 400 ml of cultural broth.

Tested sample No.	Ginseng extract	Crude saponin	Ether layer fraction
0	0.0% (0.0)g	0.0% (0.0)g	0.0 % (0.0)g
1	2.0 (8.0)	0.305 (1.22)	0.065 (0.26)
2	4.0 (16.0)	0.61 (2.44)	0.13 (0.52)
3	7.0 (28.0)	1.065 (4.26)	0.2275 (0.91)

Zymomonas mobilis의 생육중의 변화

1) 균체량 측정³⁴⁾

균배양액 10 ml를 Millipore filter (Millipore Co - operation, pore size 0.45 μ m)로 여과하여 0.85% NaCl 용액 10 ml와 증류수로 세척한 다음 105 $^{\circ}$ C에서 20시간 건조하여 평량한 후 균체량으로 하였다.

2) 환분상 측정

환원당 측정은 dinitrosalicylic acid method³⁰⁾를 사용하였다. 배양액을 4,000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 그 상등액의 일정량을 취하여 DNS 시약으로 탈색시켜 Spectronic 20 (Bauch & Lomb)로 540nm에서 비색정량하였다.

$$\text{Glucose mg/ml} = 1.25 \times O.D + 0.02$$

3) 알코올생성량 측정

알코올생성량의 측정은 gas chromatography (Varian, Model 3700)를 사용하였다.

경시적으로 시료를 sampling한 후 5 $^{\circ}$ C에서 4,000 rpm으로 원심분리하여 상등액을 시료로 하였다. 즉 propanol을 내부 표준물질로 한 알코올 표준용액을 Table 4의 측정조건에서 시료를 gas chromatography에 5 μ l를 주입하여 얻은 Fig. 1의 검량선으로부터 시료의 peak 높이의 비에 따라 알코올 함량을 정량하였다.

Table 4. Operating conditions of G. C. for the determination of alcohol.

Instrument	Gas chromatograph, Varian Model 3700
Column	Porapak Q (chromosorb W, 50-200 mesh) 5' \times $\frac{1}{8}$ " S. S.
Detector	TCD
Sample size	5 μ l
Injection port temp.	240 $^{\circ}$ C
Detector temp.	240 $^{\circ}$ C
Column temp.	100~150 $^{\circ}$ C (4 $^{\circ}$ C/min)
Carrier gas	He (Flow rate 30 ml/min)
Chart speed	0.5 cm/min

4) pH 측정

Millipore filter로 여과한 후 이 여액을 pH meter (Fisher, Model 325)로 측정하였다.

당소비율과 당발효율 측정

시험구별로 당량은 DNS 법으로, alcohol분은 G. C.에 의하여 정량하였다. 이로부터 당의 소비율과 발

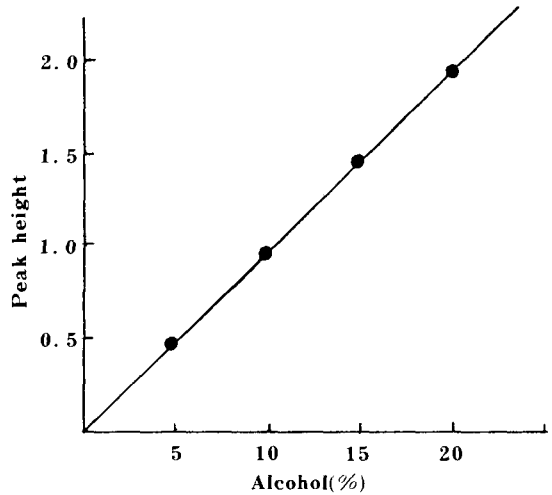


Fig. 2 Standard calibration curve of alcohol.

효율을 다음 식에 의하여 계산하였다³⁵⁾.

$$\text{당소비율 (\%)} = \frac{\text{배양액중의 잔류당량} - \text{초기배양액의 당함량}}{\text{초기배양액의 당함량}} \times 100$$

$$\text{당발효율 (\%)} = \frac{\text{배양액중의 alcohol 분 함량 (g)}}{\text{초기배양액의 당함량 (g)}} \times \frac{180.16}{92.14} \times 100$$

결과 및 고찰

인삼성분이 *Zymomonas mobilis*의 생육에 미치는 영향

1) 인삼성분의 첨가량과 균증식

① 인삼 extract 첨가량과의 관계

인삼 extract가 *Zymomonas mobilis*의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 수분함량 27.46%되는 extract를 배양액에 0~7.0%로 첨가하여 접종한 후 균체량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

즉 본 시험에 공시된 *Zymomonas mobilis*는 extract 무처리구와 비교하여 2.0, 4.0, 7.0%의 extract를 첨가한 시험구에서는 발효 24시간까지는 균증식효과가 있었으나 그 이후부터는 균체생성이 적었다. 그리고 발효 12시간에서 36시간 사이에서 최대증가를 보였고 24~36시간 이후의 균체생성은 extract 첨가량이 많을 수록 적었다. 따라서 이 결과는 2.0%이하 첨가시에는 *Zymomonas mobilis*의 생육에 뚜렷한 영향을 미치지 않지만 4.0% 내외,

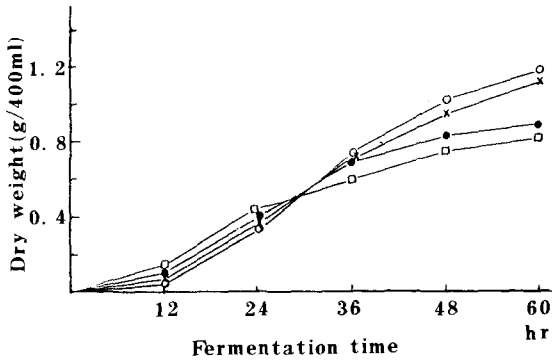


Fig. 3. Influence of ginseng extract content in media on dry weights of *Zymomonas mobilis*.

—○— : 0.0%, —×— : 2.0%,
—●— : 4.0%, —□— : 7.0%

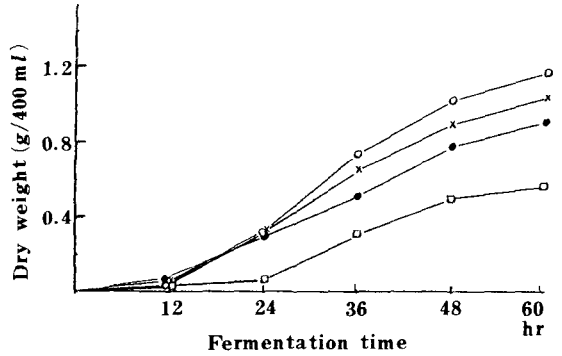


Fig. 5. Influence of ginseng ether layer fraction content in media on dry weights of *Zymomonas mobilis*.

—○— : 0.0%, —×— : 0.065%,
—●— : 0.13%, —□— : 0.228%

그 이상 첨가시에는 인삼 성분의 다량 존재로 인하여 *Zymomonas mobilis*의 생육에 부적당한 인자를 제공하거나 혹은 inhibitor로서 작용하는 것으로 생각된다.

② Crude saponin 첨가량과의 관계

Table 3에 표시한 바와 같이 시험구별로 인삼 extract 2.0, 4.0, 7.0%에 상당하는 crude saponin을 첨가한 후 배양기간에 따른 균체량을 측정하여 crude saponin이 *Zymomonas mobilis*의 균증식에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다.

여기서 알 수 있듯이 crude saponin 첨가시 균체량은 인삼 extract 첨가발효와 비슷한 경향으로 증가되었다. 이것은 인삼 extract와 crude saponin이 세균세포 증식에 대한 영향은 세균의 종 및 인삼성

분 농도에 따라 차이가 있다는 전 등⁽¹⁸⁾의 보고와 같이 *Zymomonas mobilis*는 인삼 extract나 crude saponin이 균증식을 저해하는 것으로 생각된다.

③ Ether layer fraction 첨가량과의 관계

각 시험구별로 extract 2.0, 4.0, 7.0%에 상당하는 ether layer fraction을 첨가한 후 배양시간 경과에 따른 균증식을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다.

Extract 2.0%에 상당하는 양의 ether layer fraction 첨가구는 무처리구와 비슷한 율로 균체가 증식되고 있으나, extract 7.0%첨가량에 상당하는 양의 ether layer fraction을 첨가한 시험구는 현저하게 균증식이 낮았다. 즉 913 mg/400 ml 이상의 ether 가용성 물질은 강한 생육억제현상을 나타내

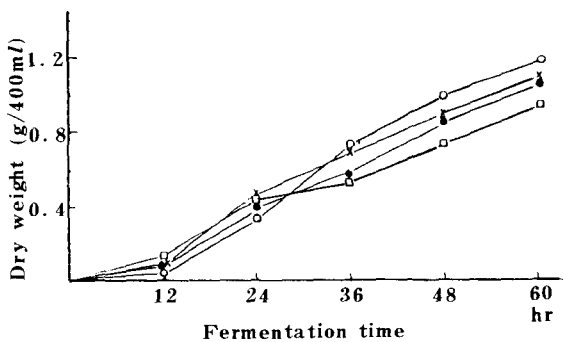


Fig. 4. Influence of ginseng saponin content in media on dry weights of *Zymomonas mobilis*.

—○— : 0.0%, —×— : 0.305%,
—●— : 0.61%, —□— : 1.065%

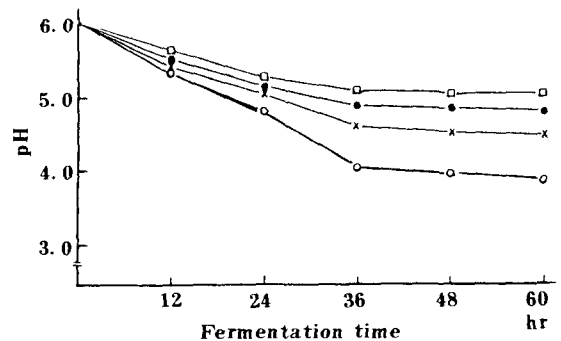


Fig. 6. Changes in pH of cultural broth containing ginseng extracts at various concentrations during the growth of *Zymomonas mobilis*.

—○— : 0.0%, —×— : 2.0%,
—●— : 4.0%, —□— : 7.0%

었다.

인삼 extract 중 ether 가용성 물질로서는 비교적 산소함량이 적은 지방산, 유기산, 각종 탄화수소, steroid 및 polyacetylenic compounds가 함유된 것⁽³⁶⁾으로 알려져 있으며, 양 등⁽¹⁵⁾은 이런 물질의 혼합물인 ether layer fraction이 유산균의 생육억제 인자라고 추정 보고 한 바 있다. Dawes 등⁽³⁷⁾은 지방산과 keto acid의 첨가발효는 *Zymomonas mobilis*의 생육에 증식효과가 없다고 보고하였으며, 본 연구에서도 ether 가용성물질은 균체증식에 억제효과가 있음을 볼 수 있었다. 앞으로 ether layer fraction 중 어떤 물질이 억제작용을 하는지 계속 연구되어야 할 것이다.

2) 인삼성분의 첨가량과 pH 변화와의 관계

인삼 extract 첨가시 배양시간에 따른 pH의 변화를 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 발효 36 시간까지 pH가 급격히 낮아졌고 그 이후부터는 pH의 변화가 거의 없었다. 그리고 인삼 extract의 첨가량이 적을수록 낮아지는 경향을 보였다. *Zymomonas mobilis* 배양액의 pH는 무처리구에서 3.85로 가장 낮았다.

Crude saponin 첨가발효에 있어서 경시별 pH의 변화는 Fig. 7과 같이 인삼 extract 첨가 발효와 같은 양상으로 pH가 저하되고 있으나 발효 24시간까지는 무처리구보다 다른 시험구의 pH가 더 낮았다.

Ether layer fraction 첨가 알코올발효에 있어서 배양시간에 따른 pH의 변화는 Fig. 8과 같다. 즉 인삼 extract crude saponin 첨가발효와 같이 발효 36시간까지 최대의 저하를 보였고 그 이후부터는

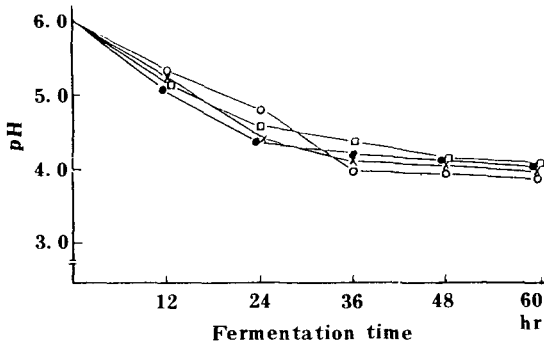


Fig. 7. Changes in pH of culture broth containing ginseng saponin at various concentration during the growth.

—○— : 0.0%, —×— : 0.305%,
—●— : 0.61%, —□— : 1.065%

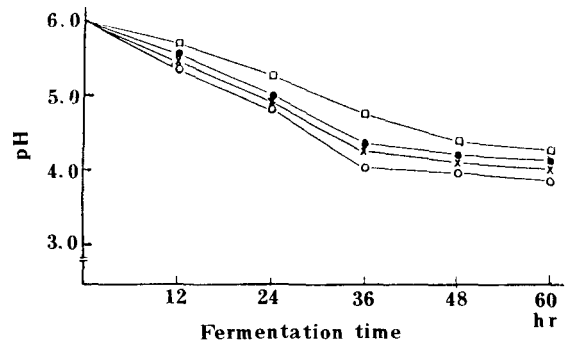


Fig. 8. Changes in pH of cultural broth containing ginseng ether layer fraction at various concentrations during the growth.

—○— : 0.0%, —×— : 0.065%,
—●— : 0.13%, —□— : 0.2275%

완만하였다. Extract 7.0% 첨가량에 상당하는 양의 ether layer fraction 첨가구가 pH 4.35로 가장 높았다.

발효초기 pH의 변화는 균의 생육에 의한 산류생성에 기인하고 후기의 완만한 변화는 균주의 대사물질의 영향으로 생각된다. 이 결과는 발효기간중 균의 증가시기와도 일치되는 경향이다.

인삼성분이 *Zymomonas mobilis*의 알코올 발효에 미치는 영향

1) 인삼 extract 첨가 알코올발효

배양액에 *Zymomonas mobilis*를 접종하여 30°C에서 발효를 진행시켜 경시적으로 알코올의 생성량

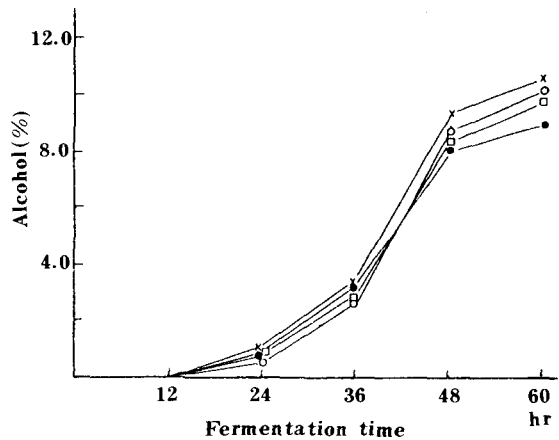


Fig. 9. Effects of ginseng extract on alcohol production during fermentation with *Zymomonas mobilis*.

—○— : 0.0%, —×— : 2.0%,
—●— : 4.0%, —□— : 7.0%

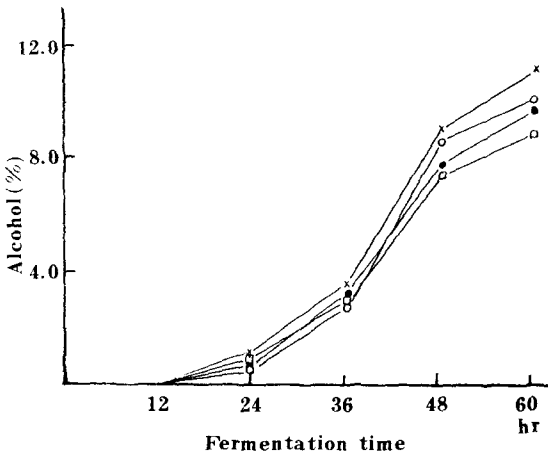


Fig. 10. Effects of ginseng crude saponin on alcohol production during fermentation with *Zymomonas mobilis*.

-○- : 0.0%, -×- : 0.305%,
-●- : 0.61%, -□- : 1.065%

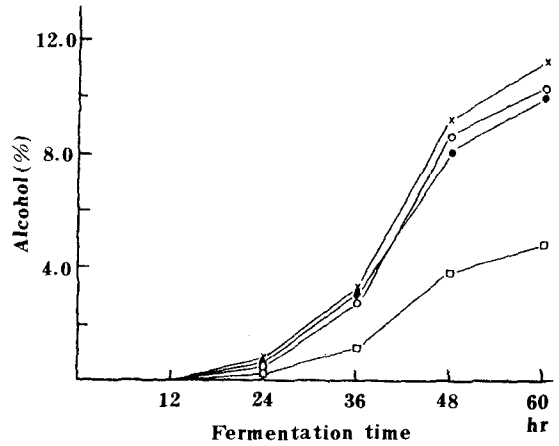


Fig. 11. Effects of ginseng ether layer fraction on alcohol production during fermentation with *Zymomonas mobilis*.

-○- : 0.0%, -×- : 0.065%,
-●- : 0.13%, -□- : 0.2275%

을 측정 한 결과는 Fig. 9와 같다. 발효 60시간의 경우 인삼 extract 2.0% 첨가구에서 10.54%로 알코올 수율이 가장 좋았으며 extract 4.0% 첨가구가 9.24%로 가장 낮았다. 이것은 extract가 적당량 첨가되면 알코올생성이 향상되나 4.0%이상 첨가되면 알코올생성에 있어 저해를 받는 것으로 생각된다. 그러나 발효 48시간 이후 7.0%첨가구가 4.0%첨가구보다 알코올생성이 좋은 것은 7.0%첨가구의 extract중의 당류가 발효에 이용되어진 것으로 생각된다. 발효 36시간 이후부터 왕성한 발효가 일어나고 있는 것은 고농도의 당으로 인하여 균의 유도가 길어진 것으로 생각된다.

2) Crude saponin첨가 알코올발효

Saponin첨가 알코올발효에 있어서 경시별로 알코올생성량을 측정 한 결과는 Fig.10과 같다. Extract

첨가시 2.0% 첨가구에 해당하는 0.305%구가 발효 60시간에서 11.59%로 가장 높고 extract 7.0% 첨가구에 해당하는 1.065% 첨가구가 8.98%로 가장 낮았다.

Crude saponin 첨가 알코올발효에서도 extract첨가와 마찬가지로 적당량 이상 첨가되면 알코올생성에 있어서 저해현상을 보였다.

3) Ether layer fraction첨가 알코올발효

Ether layer fraction을 첨가하여 알코올발효중 생성되는 알코올량을 경시적으로 측정 한 결과는 Fig. 11과 같다. Extract 7.0%에 상당하는 ether layer fraction 0.228%첨가구는 현저하게 알코올생성이 저해를 받아 발효 종료시 4.4%에 머물고 있는 반면, ether layer fraction 0.065% 첨가구에서는 오히려 무처리구보다 높은 알코올수율로 11.2%에 이

Table 5. Effects of ginseng extracts at various concentrations on sugar consumption and fermentation during growth of *Zymomonas mobilis*.

Fermentation time (hr)	(%)							
	24		36		48		60	
Treatment	SR*	FR**	SR	FR	SR	FR	SR	FR
Control	20	7.6	43.8	25.5	77.5	87.2	99.4	99.3
2.0%	21	10.8	43.5	27.5	75	92.9	98.4	100
4.0%	20.5	9.6	45.6	26.2	73	77.7	98.2	88.9
7.0%	19	8.5	32	27.4	73	79.1	98.8	94.6

* Sugar consumption rate, ** Fermentation rate

르고 있다. 이 사실로 미루어 보아 extract 2.0%, crude saponin 0.305%, ether layer fraction 0.065% 첨가구는 알코올생성에 있어서 저해를 받지 않았고, 모든 시험구 공히 무처리구보다 알코올이 증산되는 것으로 보아 *Zymomonas mobilis*에 의한 알코올발효에 있어서 적당량의 인삼성분이 알코올 수율을 높이는 것으로 기대된다.

Ether layer fraction 0.228% 첨가구가 extract 나 crude saponin 첨가때보다도 현격하게 알코올 생성력이 떨어지는 것은 ether layer fraction이 *Zymomonas mobilis*의 생육억제인자로서 균증식이 상당히 억제된 것으로 생각되고, 다량의 ether 가용성 물질은 알코올발효를 억제하는 것으로 생각된다.

인삼성분의 첨가량과 당소비율 및 당발효율과의 관계

1) 인삼 extract 첨가량과의 관계

인삼 extract 첨가발효에서 당소비율과 당발효율은 Table 5 와 같다.

*Zymomonas mobilis*는 효모와는 달리 고농도의 당에서도 생육이 가능하며 왕성하게 당을 이용한다. Swings 등⁽²⁴⁾에 의하면 *Zymomonas*속 세균 가운데

반수가 40% glucose 배지에서도 생육이 가능하다고 보고하였다.

Table 5 와 같이 20% glucose 배지에서 당을 거의 다 이용하여 알코올발효하는 것으로 나타났다. 발효 종료시 나타난 것과 같이 인삼 extract 의 적당량 첨가는 알코올발효능을 높여주는 것으로 생각 된다.

2) Crude saponin 첨가량의 관계

Crude saponin의 첨가시 당소비율 및 당 발효율은 Table 6 과 같다.

Crude saponin 첨가시 발효초기에 당소비율이 다소 높았고, 당발효율도 높았다. 인삼 extract 2.0%에 해당하는 crude saponin 0.305% 첨가구가 당 발효율이 가장 좋았다.

3) Ether layer fraction 첨가량과의 관계

Ether layer fraction 첨가 발효시 당소비율 및 당 발효율은 Table 7 과 같다.

인삼 extract, crude saponin 및 ether layer fraction 첨가발효에 있어서 당소비율과 당발효율은 인삼성분의 첨가량이 많을 수록 차례로 저해를 받고 있는 것으로 나타났으나, 인삼 extract, crude sa -

Table 6. Effects of ginseng crude saponin at various concentrations on sugar consumption and fermentation during growth of *Zymomonas mobilis*.

(%)

Fermentation time (hr)	24		36		48		60	
	SR*	FR**	SR	FR	SR	FR	SR	FR
Control	20	7.6	43.8	25.5	77.5	87.2	99.4	99.3
0.305%	20.9	20.53	63.4	35.6	77.6	93.6	98.5	100
0.61%	40.6	10.75	49.7	35.4	73.9	76.7	93.2	97.9
1.065%	36.5	14.27	44.0	35.7	64.9	68.7	91.9	87.8

* Sugar consumption rate, ** Fermentation rate

Table 7. Effects of ginseng ether layer fraction at various concentrations on the sugar consumption and fermentation during growth of *Zymomonas mobilis*.

(%)

Fermentation time (hr)	24		36		48		60	
	SR*	FR**	SR	FR	SR	FR	SR	FR
Control	20	7.6	43.8	25.5	77.5	87.2	99.4	99.3
0.0625%	20	2.9	60.4	33.8	75.7	89.9	98	100
0.0975%	20.9	1.9	41	35.7	75.8	77.6	97	98.8
0.2275%	5.7	0.8	12.2	11.4	62.9	38.8	76.9	43.2

* Sugar consumption rate, ** Fermentation rate

ponin, ether layer fraction 공히 인삼 extract 2.0%에 상당하는 양이 첨가된 모든 처리구에서 발효율이 가장 좋았다. 이것은 알코올생성량과도 일치하고 있으나, 균중식과는 무관한 것으로 나타났다. 이 결과는 균체량당 당소비율은 증식속도와 무관한 uncoupled growth²⁰인 것으로 생각된다.

요 약

인삼의 ethanol extract, crude saponin 및 ether layer fraction이 *Zymomonas mobilis*의 생육과 알코올 발효에 미치는 영향을 보면 인삼성분 첨가의 발효에서 모든 처리구가 무처리구보다 균체의 생육이 억제되었고, ether layer fraction 0.228% 첨가구에서 가장 큰 저해현상을 보였다.

pH의 변화는 발효초기에 급격하게 저하되고 발효 36시간 이후 부터는 완만하게 변하였다. 인삼성분 첨가의 알코올발효에서 extract 2.0%, crude saponin 0.075%, ether layer fraction 0.065% 첨가구에서 알코올이 증산되었고, ether layer fraction 0.228% 첨가 발효에서 알코올생성이 현저하게 저해를 받았다.

참고문헌

1. Garriques, S.: *Ann. Chem. Pharm.*, **90**, 231 (1854)
2. Brekhman, I.I., I.V. Dardymov.: *Ann. Rev. Pharmacog.*, **9**, 419 (1968)
3. Shibata, S., M. Fujita, O. Itokawa, Tanaka and T. Ishii: *Chem. Pharm. Bull.*, **11**(6), 759 (1963)
4. Shibata, S., O. Tanaka, K. Sona, Y. Zida, T. and H. Makamura: *Tetrahedron Letters*, No. 3, (1965)
5. Elyakow, G. B., L.I. Strigna, E. V. Shaphina, N. T. Aadyina, S. K. Kornilova and A. K. Dzizenko: *Tetrahedron Letters*, **24**, 5483 (1968)
6. Han, B. H.: *Proceedings of 2nd International Ginseng Symposium*, 13 (1978)
7. Elyakov, G. B., L. F. Strigina and Otdelenija, Isz. Sibirsk: *Akad. Nauk. SSSR*, **6**, 126 (1962)
8. Takagi, K., H. Saito and H. Nabata: *Jap. J. Pharmacol.*, **22**, 245 (1972)
9. Hiromichi Okuda: *Proceedings of 2nd International Ginseng Symposium*, 75 (1978)
10. Petkon, W.: *Arch. Pathog. Pharmacology.*, **236**, 289 (1959)
11. Joo, C. N., Y. D. Cho and H. Y. Kwon.: *The 20th Tesis Col-
lection on Korean Ginseng*, Korean Ginseng Products Co. 171, (1978)
12. Krylov, A. V., V. D. Kostin and A. H. Chuyan: *Acta. Biol.*, **16**, 75 (1972)
13. 남성희; 고려인삼학회지, **4**(2), 121 (1980)
14. 남성희; 고려인삼학회지, **4**(2), 133 (1980)
15. 양재원, 유태중; 고려인삼학회지, **3**(2), 113 (1979)
16. 전흥기, 김선희, 이종근; 산업미생물학회지, **10**(2), 101 (1982)
17. 김태봉, 최연순; 연대농촌, 제 12집, 129 (1975)
18. 주현규; 건국대 농업자원개발연구소, 논문집, **49** (1975)
19. 정노팔; 대한생리학회지, **5**(1), 15 (1971)
20. Lindner, P.: *Atlas mikroskopischen Grundlagen der Garungskunde*, Tofel **68**, 3rd ed. Berlin
21. Kluyver, A. J. and W. J. Hoppen brouwers: *Arch. Mikrobiol.*, **2**, 245 (1931)
22. Shimwell, J. L.: *J. Inst. Brew.*, (London) **43**, 507 (1937)
23. Shimwell: *J. Inst. Brew.*, (London) **56**, 179 (1950)
24. Swings, J. and J. Deley: *Bacteriological Reviews*, **41**, 1 (1977)
25. Gibbs, M. and R. D. DeMoss: *J. Biol. Chem.*, **207**, 689 (1954)
26. Rogers, P. L. and K. J. Lee: *Biotechnology Letters*, **1**, 165 (1979)
27. 김기철, 남상열, 성현순; 한국농화학회지, **23** **23**(4), 228 (1980)
28. 주현규, 권우건; 산업미생물학회지, **7**(4), 101 (1971)
29. 정동효, 장현기; 최신식품분석, 진로연구소, **74** (1976)
30. Miller, G. L., et al.: *Analy. Biochem.*, **2**, 127 (1960)
31. Namba, T., M. Yoshizaki, J. Hase: *Yakugaku Zasshi*, **94**(2), 252 (1974)
32. 정동효외; 식품공학(II) 탐구당, 426 (1980)
33. Kazuyoshi Ohta: *J. Ferment. Technol.*, **59**(6), 435 (1981)
34. Crowell, E. A. and C. S. Ough: *Am. J. Enol. Vitic.*, **30**(1), 61 (1979)
35. 동경대학 농학부 농화학교실; 실험농예화학(하), **81** (1978)
36. 한병훈; *Korean Ginseng Science Symposium*, 87-89 (1974)