

## 人蔘成分이 *Escherichia coli*의 生育에 미치는 영향

朴世浩·曹哉銑\*

(주)일화, \*경희대학교 식량자원개발연구소  
(1993년 4월 30일 접수)

### The Effects of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) Extracts and Their Fractions on the Growth of *Escherichia coli*

Se-Ho Park and Jae-Sun Jo\*

*R Hwa Ltd., \*Institute of Food Development, Kyunghee University*  
(Received April 30, 1993)

**Abstract**□ This study was conducted to investigate the effects of ginseng extracts and their fractions on the growth of *Escherichia coli* and its glucose consumption. Considerable amount of impurities such as sugar, protein, lipids and minerals other than saponins were contained in n-butanol extracts which are generally referred to be crude saponins. Sucrose and maltose were contained as major sugars in ginseng extracts and their water soluble fractions. Arginine and potassium were also contained as major amino acid and mineral in those fractions, respectively. Though the glucose consumption and growth of *Escherichia coli* were enhanced by ginseng extracts and their water soluble fractions, those were retarded by ether soluble fractions and n-butanol fractions.

#### 서 론

전통적으로 이용되어 온 여러 가지 식품이나 한방 약에 대하여 그 효능이나 이용방법을 과학적으로 규명<sup>1,2)</sup>하고 있으며, 그 일환으로 인삼의 효능에 대해서도 다각도로 연구<sup>3-5)</sup>되고 있다. 지금까지 인삼사포닌을 대상으로 그 효능을 규명하고 있는 바 사포닌 시료의 조제방법이 달라서 실험결과도 반드시 일치하지 않고 있다. 최근 효소활성<sup>6)</sup>이나 미생물 생육에 미치는 인삼의 영향에 대해서도 활발히 연구되고 있다. 즉, Krylov 등<sup>7)</sup>은 감자바이러스(PVX) 및 담배모자이크 바이러스(TMV)의 감염성에 인삼이 강한 저해작용을 한다고 하였고, Gramenitskaya 등<sup>8)</sup>은 *Bacillus megatherium* 등에 생육 촉진효과가 있다고 하였으며, Joo 등<sup>9)</sup>은 인삼사포닌이 *Escherichia coli* 증식, 포도당의 산화 및 지방, 단백질, 핵산 등의 생합성을 촉진한다고 하였다.

또한 鄭<sup>10)</sup>은 인삼 extracts와 saponin이 포도당의 효모세포 투과성을 촉진한다고 하였고, 朱 등<sup>11)</sup>은 이들 성분이 *Saccharomyces cerevisiae*의 균체증식 및 알콜 발효를 촉진한다고 하였으며, 梁 등<sup>12)</sup>은 젖산균의 생육에 미치는 이들 성분의 영향을 보고한 바 있다.

그 밖에도 남 등<sup>13)</sup>은 초산균에 대한 영향을, 조 등<sup>14)</sup>은 *Aspergillus oryzae*와 *Aspergillus niger* 등의 곰팡이에 미치는 영향을 조사한 바 있다.

그 밖에도 미생물이나 효소활성에 관한 많은 연구가 이루어졌는데 대부분 인삼사포닌을 중심으로 연구되었고 근래에 와서는 비사포닌계 물질인 maltol,<sup>15,16)</sup> salicylic acid,<sup>17)</sup> vanillic acid,<sup>17)</sup> lignan계 성분,<sup>18)</sup> 인삼단백질,<sup>19-21)</sup> peptide 및 adenosine,<sup>22)</sup> pectin과 유사한 acidic polysaccharide<sup>23)</sup> 등에 관한 연구가 이루어 졌다.

본 연구에서는 인삼 extracts 중 각획분별로 미

생물의 생육이나 대사에 미치는 영향에 대한 일련의 연구의 일환으로 *Escherichia coli*에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

**인삼, 인삼 extracts 및 그 획분들**: 본 실험에 사용한 인삼은 1991년 금산지역 삼포에서 재배된 5년 근을 수확하여 정제수로 토사 등 이물을 씻은 후에 60°C로 열풍건조하여 수분이 12.5%로 한 것을 실온에 보관하면서 사용하였다. 인삼 extracts는 시료인삼 2 kg을 50% ethanol 10 l로 4시간씩 4회 환류냉각 추출한 후 여지(Toyo No. 2)로 여과한 여액을 80±1°C의 수욕상에서 감압농축한 것으로서 5°C의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

인삼 extracts의 분획물은 Namba 등<sup>24)</sup>의 방법으로 용매를 사용하여 분별추출법으로 각각의 획분을 얻었다. 즉 위의 방법으로 조제한 인삼 extracts를 다시 ether, 몰포화 n-butanol, 80% ethanol 등으로 순차적으로 추출하여 ether extracts, n-butanol extracts, 80% ethanol extracts 및 80% ethanol insolubles 등의 획분을 얻어 시료로 사용하였다.

**공시균주**: 본 실험에 사용한 공시균주로 *Escherichia coli* k-12 W3110(wild type)를 고려대학 농화학 연구실에서 분양받아 사용하였다.

### 2. 실험방법

**성분분석**<sup>25)</sup>: 수분, 조지방, 조단백질, 회분 등의 일 성분은 상법에 따라 분석하였고 아미노태질소는 formal 적정법, 환원당은 somogyi 변법, 총당은 2.5% HCl로 가수분해 후 환원당을 측정하여 환산하였다.

유리당은 김 등<sup>26)</sup>의 방법에 준하여 HPLC로 다음과 같은 조건으로 분석하였다.

Instrument : HPLC, Gilson model 303, France  
 Column : Lichrosorb-NH<sub>2</sub>, 4 mm×25 cm(10 μm, E. Merk)  
 Solvent : Acetonitrile : H<sub>2</sub>O=84 : 16(v/v), Flow rate 2.0 ml/min  
 Detector : RI(Shodex, SE-11)  
 Sample size : 20 μl

아미노산은 시료 1 g을 증류수 100 ml에 녹이고 0.2 μm membrane filter로 여과하여 다음과 같은 조건

으로 분석하였다.

Instrument : Waters Auto Tag System  
 Column : Nova-Pak C<sub>18</sub>(Waters)  
 Temperature : 45°C  
 Mobile phase :  
 A) 50 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + 50 mM Acetate/THF9 35/65(v/v) (pH 7.0 with acetic acid)  
 B) MeOH : CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O=45 : 10 : 45(v/v)  
 Injection volume : 20 ml(OPA 10+Sample 10)  
 Detector : Waters 420 AC, Fluorescence detector  
 Sample size : 20 μl

무기질은 시료 2~3 g을 회화 후 HCl(1→4) 10 ml에 용해하고 milipore Q system(Waters, USA)를 통과시킨 비저항이 18 MΩ 이상인 순수한 물을 가하여 50.0 ml로 정용한 다음 여과지(Toyo filter paper No. 2)로 여과한 것을 Atomic absorption spectrophotometer(PYE UNICAM Pu-9000, Philips)에 의하여 정량하였다.<sup>27)</sup>

한편 saponin 함량은 crude saponin인 n-butanol extracts를 TLC 및 HPLC<sup>28)</sup>로 분석하였다.

즉, crude saponin을 미리 105°C에서 약 10분 가열 후 냉각한 precoated silicagel 60 F<sub>254</sub> plate(E. Merk)에 spotting하고 n-butyl alcohol : ethyl acetate : H<sub>2</sub>O=5 : 1 : 4(upper layer)의 용매로 11 cm 전개하고 50% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ethanol 용개를 분무한 후 100°C에서 5분간 가열하여 T.L.C. chromatogram<sup>29)</sup>을 얻어 확인하였다.

또한, saponin은 methanol에 용해한 다음 0.2 μm membrane filter로 여과한 것을 써서 다음과 같은 조건으로 분석하였다.

Instrument : Gilson HPLC(Model 303, France)  
 Column : Lichrosorb-NH<sub>2</sub>, 4 mm×25 cm(10 μm E. Merk)  
 Solvent : Acetonitrile : H<sub>2</sub>O : n-butyl alcohol=80 : 20 : 15(v/v)  
 Flow rate : 1.5 ml/min  
 Detector : RI(Gilson Model 131)  
 Sample size : 20 μl

**미생물의 배양**: 1차 계대 배양한 공시균주를 nutrient broth에 접종하여 24시간 진탕 배양하여 활성화시킨 것을 인삼획분들이 첨가된 M-9 배지(Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>

**Table 1.** Proximate composition of ginseng extracts and their fractions (Unit : % (w/w), dry basis)

Sample	Moisture	Crude lipid	Crude protein	NH <sub>2</sub> -N	Total sugar	Ash
Main root extracts	54.5	2.4	32.2	1.4	50.9	7.8
Ether extracts	16.1	99.8(3.1) <sup>a</sup>	— <sup>b</sup>	—	—	0.1(0.003)
n-Butanol extracts	9.2	0.2(0.02)	5.4(0.47)	—	37.4(3.6)	0.9(0.09)
Water solubles						
80% ethanol extracts	42.2	0.2(0.12)	31 (18.6)	1.5 (0.9)	63.4(38.1)	6.5(3.9)
80% ethanol insolubles	67.8	0.1(0.02)	47.1(10.5)	1.9 (0.4)	43.8(9.7)	11.6(2.6)
Lateral root extracts	53.7	2.5	30.0	0.69	55.5	8.3

<sup>a</sup>Numbers in parenthesis indicate % content in total ginseng extracts.<sup>b</sup>Not detected.**Table 2.** Free sugar contents of ginseng extracts and their fractions

(Unit : mg% (w/w), dry basis)

Sample	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Ginseng extracts	1.4	3.1	24.7	9.1
n-Butanol extracts	— <sup>a</sup>	—	—	—
Water solubles				
80% ethanol extracts	2.5 (1.5) <sup>b</sup>	5.2 (3.1)	41.1 (24.6)	12.5 (7.4)
80% ethanol insolubles	—	—	3.2 (0.7)	2.8 (0.6)

<sup>a</sup>Not detected.<sup>b</sup>Numbers in parenthesis indicate % content in ginseng extracts.

6 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 3 g, NH<sub>4</sub>Cl 2 g, glucose 2 g, CaCl<sub>2</sub> 0.01 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.015 g을 증류수에 용해하여 1,000 ml로 한다.)에 접종하여 36±1°C에서 진탕 배양하면서 제반 영향을 실험하였다. 여기서 인삼획분은 가열 살균에 의해서 특성이 변하는 것을 피하기 위하여 별도로 물에 용해하여 0.2 μm membrane filter로 무균여과한 후에 소정의 농도에 해당되는 양을 배지에 첨가하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 인삼 extracts와 그 획분들의 조성

인삼 extracts와 이것을 각종 용매로 분획하여 얻은 획분들의 일반조성은 Table 1과 같다.

즉, 본 실험에 사용한 인삼 extracts는 수분이 50%가 넘고 건조물 중에는 당질이 50% 이상이며 단백질이 30% 이상이었다. 각 획분중 지방질은 ether extracts에 당질은 butanol extracts와 water solubles에 각각 이행됨을 알 수 있었다. 일반적으로 crude saponin으로 취급되고 있는 n-butanol extracts에는 총당 37.4%, 조단백질 5.4%, 조지방질 0.2%, 무기질 0.9% 등이 들어있음을 알 수 있었다.

한편, 유리당은 Table 2에서 보는 바와 같이 거의 대부분이 water solubles 중 80% ethanol extracts에 이행되고 sucrose가 대부분이지만 maltose도 상당량 함유되어 있는데 이것은 가열추출과정에서 전분이 분해되어 생성된 것<sup>30)</sup>으로 사료된다.

무기성분은 Table 3에서 보는 바와 같이 인삼 extracts 중에 potassium이 3638 mg%였고, Na, Mg, Ca도 각각 173 mg%, 24 mg% 및 73 mg%가 Zn, Mn,

**Table 3.** Mineral content of ginseng extracts and their fractions (dry basis)

Fraction	K (mg%)	Na (mg%)	Mg (mg%)	Ca (mg%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
Ginseng extracts	3638	173	24	73	4.4	4.4	12.3
n-Butanol extracts	66(6.4) <sup>a</sup>	27(2.6)	4(0.4)	13(1.3)	8.3(0.8)	0.2(0.02)	7.4(0.7)
Water solubles							
80% ethanol extracts	3013(1805)	290(174)	10(6)	13(7.8)	9.9(5.9)	0.8(0.5)	9.3(5.6)
80% ethanol insolubles	6929(1538)	263(58)	44(10)	156(34)	20.4(4.5)	15.1(3.3)	22.6(5.0)

<sup>a</sup>Numbers in parenthesis indicate % content in ginseng extracts.

**Table 4.** Free amino acid contents of ginseng extracts and their fractions

(Unit : mg% (w/w), dry basis)

Amino acid	Ginseng extracts	Water solubles	
		80% ethanol extracts	80% ethanol insolubles
Aspartic acid	384	422 ( 253) <sup>b</sup>	679 ( 151)
Glutamic acid	108	130 ( 78)	161 ( 36)
Asparagine	1197	1508 ( 522)	1219 ( 271)
Histidine	103	112 ( 67)	161 ( 36)
Serine	152	246 ( 85)	124 ( 28)
Arginine	8409	6685 (4004)	17370 (3856)
Glycine	— <sup>a</sup>	—	—
Threonine	167	252 ( 87)	47 ( 10)
Alanine	597	942 ( 326)	118 ( 26)
γ-amino butyric acid	1342	2002 ( 694)	338 ( 24)
Tyrosine	202	303 ( 105)	—
Methionine	—	—	—
Valine	224	339 ( 181)	—
Tryptophan	110	142 ( 85)	—
Phenylalanine	165	233 ( 140)	—
Isoleucine	145	214 ( 128)	—
Leucine	204	306 ( 183)	—
Lysine	184	104 ( 62)	403 ( 29)

<sup>a</sup>Not detected.<sup>b</sup>Numbers in parenthesis indicate % content in ginseng extracts.

Cu 등의 무기질은 소량이 들어 있었다. Crude saponin으로 간주되고 있는 n-butanol extracts에도 K 66 mg%, Na 27 mg%, Mg 및 Ca이 각각 4 mg%, 13 mg%가 들어있음을 알 수 있다.

인삼시료 중 유리아미노산의 조성은 Table 4에서 보는 바와 같이 arginine 등 16종이 검출되었으며 분획하기 전의 extracts에 들어있던 아미노산이 물층

의 80% ethanol extracts에 이행되었고, 특히 arginine이 6685 mg% 들어있음을 알 수 있다.

## 2. 인삼성분 및 그 획분이 *Escherichia coli* k-12의 균체증식에 미치는 영향

각 농도별로 배양액에 시료를 첨가하여 균체증식에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5 및 6과 같다.

인삼 extracts는 대조구에 비하여 3배 이상 균체증식을 촉진하였으며 高 등<sup>31)</sup>은 M-9 기본배지에 0.1%의 saponin을 첨가시 *Escherichia coli*의 성장이 빨랐는데 방사성동위원소를 사용하여 추적시험한 결과 saponin이 대장균 세포의 내부막에서 작용함을 입증하였으며, 조 등<sup>32)</sup>도 마찬가지로 촉진효과를 보고하였는데 이것은 saponin이 siderophore의 형성을 촉진하기 때문이라고 하였다.

Ether extracts 첨가구는 Table 5에서와 같이 인삼 extracts 첨가구에 비해 균체증식이 억제되었는데, ether extracts 0.8~1.6 mg% 낮은 함량 첨가구에서는 배양 34시간까지 흡광도 증가가 있었으나, 44시간 이후에 감소하였다.

또한, Table 6의 n-butanol extracts에서도 인삼 extracts 및 80% ethanol extracts 첨가구에 비하여 균체증식이 억제됨을 알 수 있다. 이 경우도 배양 34시간까지는 균체증식이 되었으나 44시간에 흡광도가 오히려 저하되었는데 이것은 이들 획분에 혼재되어 있는 균체증식 인자가 소진되고 ether 및 n-butanol extracts 획분의 저해작용 때문으로 판단되나 그 자세한 작용은 좀더 연구가 필요하다고 생각된다. 같은 extracts로 환산하여 살펴보면 균체증식의 억제효과는 ether 획분이 n-butanol extracts 보다 크다고 볼 수 있다.

한편 수용성 획분들인 80% ethanol insolubles와

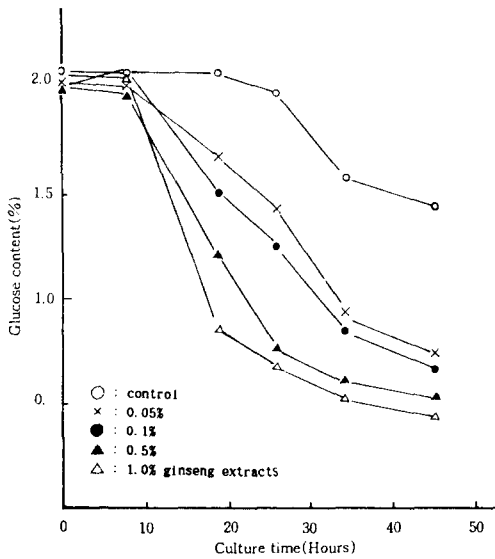
**Table 5.** Effects of ginseng extracts and ether extracts on the growth of *Escherichia coli* k-12

(Unit : absorbance at 660 nm)

Culture time (hours)	Ginseng extracts (%)					Ether extracts (mg%)			
	0	0.05	0.1	0.5	1.0	0.8	1.6	8	16
0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0	0	0.01	0.01
8	0.01	0.07	0.10	0.30	0.28	0	0	0.02	0.03
19	0.02	1.57	1.77	2.50	2.01	0.01	0	0.03	0.06
26	0.68	1.49	1.66	2.46	2.88	0.17	0.12	0.07	0.08
34	1.08	1.29	1.66	2.58	2.90	1.08	1.04	0.06	0.08
44	0.78	1.33	1.54	2.42	2.75	0.87	1.01	0.24	0.08

**Table 6.** Effects of n-butanol extracts and water solubles of the ginseng extracts on the growth of *Escherichia coli* k-2  
(Unit : absorbance at 660 nm)

Culture time (hours)	n-butanol extracts (mg%)					Water solubles (%)									
						80% ethanol insolubles				80% ethanol extracts					
	0	2.3	4.6	23	46	0.015	0.03	0.15	0.3	0	0.022	0.045	0.22	0.45	
0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0	
8	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0.11	0.07	0.01	0.05	0.08	0.23	0	
19	0.02	0.06	0.05	0.06	0.15	1.23	1.45	2.17	1.96	0.02	0.95	1.22	1.11	0	
26	0.68	0.91	0.90	0.90	0.90	1.44	1.41	2.08	2.02	0.68	0.99	1.15	1.99	2.40	
34	1.08	0.96	0.93	0.92	0.82	1.34	1.42	2.03	1.96	1.02	0.84	1.04	1.93	2.39	
44	0.78	0.70	0.70	0.61	0.68	1.08	1.26	1.83	1.82	0.75	0.81	1.02	1.86	2.37	



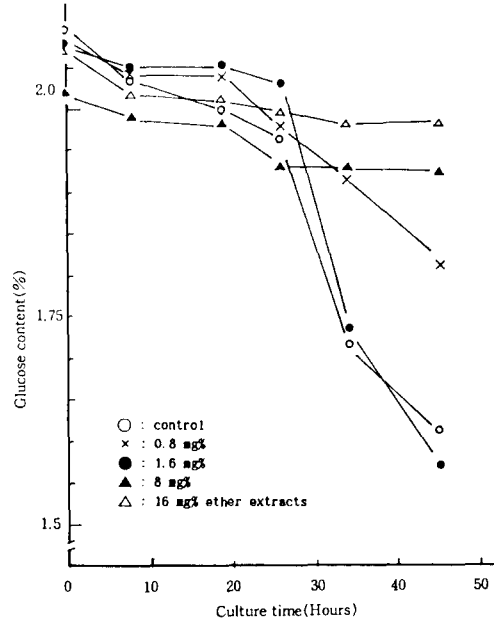
**Fig. 1.** Effects of ginseng extracts on the glucose consumption by *Escherichia coli* k-12.

80% ethanol extracts는 균체증식을 촉진하였다. 이 상과 같이 saponin이 많이 들어있는 획분보다는 당이나 단백질이 많은 획분들이 균체증식을 촉진하고 있음을 알 수 있다.

**3. 인삼성분 및 그 획분이 *Escherichia coli*의 glucose 이용에 미치는 영향**

인삼 extracts 및 그 분획이 들어 있는 배지에 균을 배양하면서 glucose 함량 변화를 측정한 결과는 Fig. 1~5와 같다.

즉 인삼 extracts는 *Escherichia coli*에 의한 glucose의 소비를 촉진하는 반면 ether extracts와 n-butanol extracts는 별다른 영향을 주지 못하거나 오히려



**Fig. 2.** Effects of ether extracts of the ginseng extracts on the glucose consumption by *Escherichia coli* k-12.

억제하였다. 한편 수용성 획분인 80% ethanol extracts와 80% ethanol insolubles는 인삼 extracts의 경우보다는 못하지만 첨가농도에 비례하여 glucose 소비를 촉진하였다.

그런데 주 등<sup>9)</sup>의 보고에 의하면 saponin을 0.001~0.01% 첨가시 glucose 산화효소가 가장 크게 활성화 되었다고 하여 본 연구와 상반되는 결과였다.

고 등<sup>31)</sup>은 saponin과 <sup>14</sup>C-glucose가 첨가된 대장균 배양실험에서 cell의 radio activity가 대조구에 비하여

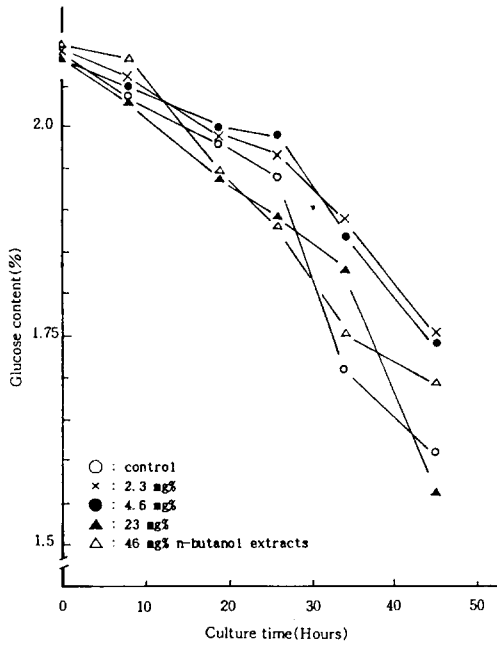


Fig. 3. Effects of n-butanol extracts of the ginseng extracts on the glucose consumption by *Escherichia coli* k-12.

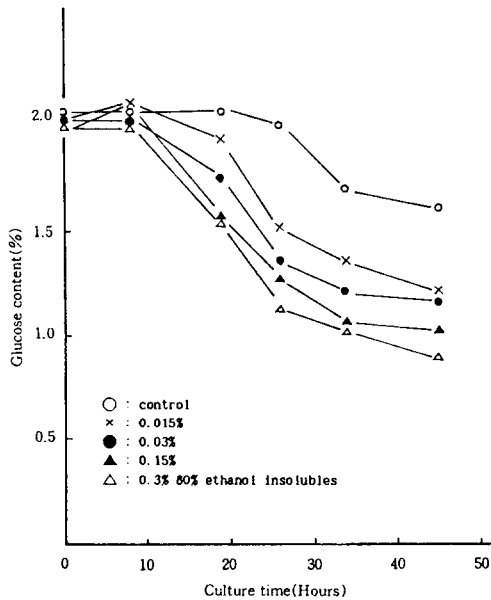


Fig. 4. Effects of 80% ethanol insoluble of the ginseng extracts on the glucose consumption by *Escherichia coli* k-12.

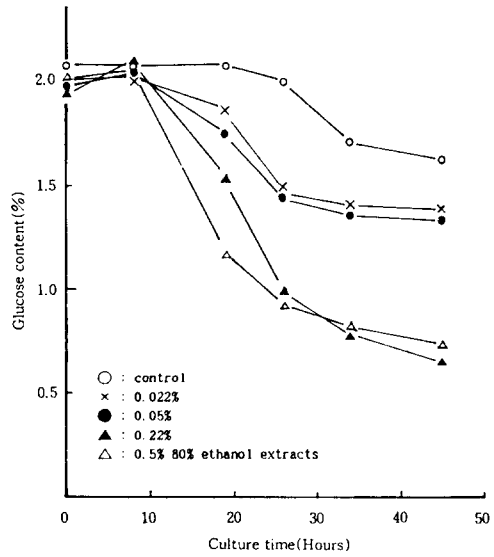


Fig. 5. Effects of 80% ethanol extracts of the ginseng extracts on the glucose consumption by *Escherichia coli* k-12.

높은 것으로 보아 saponin이 glucose의 섭취를 촉진한다 하였고 조 등<sup>33)</sup>도 대장균세포의 inner cytoplasmic membrane과 outer membrane 사이에 peptidoglycan layer가 위치되어 있는 periplasmic region이 확장된 것을 전자현미경으로 확인하여 saponin이 EDTA와 유사한 기능으로 세포막에 영향을 주어 포도당 소비를 촉진한다고 하였다.

본 실험에서는 대장균에 의한 포도당의 이용을 촉진하는 인자가 saponin이 들어있는 획분이 아닌 수용성 획분으로 확인하였다. 다른 연구자들은 saponin이 균체증식을 촉진한다고 하였는데 대부분이 n-butanol extracts를 crude saponin으로 간주한 것이며 실제로는 saponin이외의 물질이 混在해 있고 이들이 촉진작용을 한 것으로 판단된다.

### 요 약

인삼 extracts와 그 획분이 *Escherichia coli*의 증식과 포도당의 이용에 미치는 영향을 조사하였다. 먼저 인삼 extracts와 그 획분의 성분을 분석한 결과 일반적으로 crude saponin으로 간주되고 있는 n-butanol extracts에 총당 37.4%, 조단백질 5.4%, 조지방

질 0.2% 및 무기질 0.9% 등이 들어 있었고, 인삼 extracts와 수용성 획분에 sucrose가 각각 24.7% 및 41.1% 들어 있으며, 아미노산 조성은 arginine이 8409 mg% 및 6685 mg%의 함량으로 다른 아미노산 함량보다 특히 높았으며, 무기질 중에는 potassium이 각각 3638 mg% 및 3013 mg%로 함유되어 있었다.

인삼 extracts와 이것을 다시 분획한 수용성 획분은 대조구에 비하여 균체증식을 촉진하였으나 ether extracts와 n-butanol extracts는 억제하였다.

균체에 의한 glucose의 소비량도 같은 경향으로 수용성 획분은 촉진작용을 나타냈으나, n-butanol 획분은 오히려 억제하였다.

### 인 용 문 헌

- Hong, M.W. : *Korean J. Pharmacog.*, 3(2), 57 (1972).
- 高木敬次郎 : 代謝 第10卷 臨待増刊號 和漢藥, 中山書原, 東京, p. 474 (1973).
- 村田勇, 廣野禎介 : 代謝 第10卷 臨待増刊號 和漢藥, 中山書原, 東京, p. 139 (1973).
- Singh, W.K., Agarwal, S.S. and Gupta, B.M. : Proceedings of the 4th International Ginseng Symposium, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, p. 225 (1984).
- Hwang, W.I. and Oh, S.K. : *Korean J. Ginseng* 8(2), 153 (1984).
- 주충노, 유학수, 이상직, 이효숙 : *Korean Biochem. J.*, 6(3), 177 (1973).
- Krylov, A.V., Kostin, V.D. and Chuyan, A.H. : *Acta Virol.*, 16, 75 (1972).
- Gramenitskaya, V.G. et al. : *Abstracts of Korean Ginseng Studies*. 인삼연초연구소 p. 203 (1975).
- Joo, C.N., Cho, Y.D. and Kwon, H.Y. : *The 20th Ann. Thesis Collection on Korean Ginseng*, Korean Ginseng Products Co. Ltd., p. 171 (1978).
- Jung, N.P. : *대한생리학회지*, 5(1), 15 (1982).
- 朱鉉圭 : 건국대 농업자원 개발연구소, 논문 제 1집, p. 49 (1975).
- Yang, J.W. and Yu, T.J. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 3(2), 113 (1979).
- Nam, S.H. and Yu, T.J. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 4(2), 121 (1980).
- Cho, S.H., Cho, H.O. and Park, H.K. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 3(2), 144 (1979).
- Han, B.H., Park, M.H., Woo, L.K. and Han, Y.N. : *Korean Biochem. J.*, 12, 33 (1979).
- Matsura, H., Hirao, Y., Yoshida, S., Kunihiro, Y., Fuwa R. Kasai and Tanaka, O. : *Chem. Pharm. Bull.*, 32(11), 4674 (1984).
- Han, B.H., Park, M.H. and Han, Y.N. : *Arch. Pharm. Res.*, 4(1), 53 (1981).
- Han, B.H., Huh, B.H. and Lee, I.H. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 14(2), 217 (1990).
- Yonezawa, M., Kotoh, N. and Takeda, A. : *J. Radiat. Res.*, 22, 336 (1981).
- Zhang, J.S., Sigdestad, C.P., Gemmell, M.A. and Grdina, D.J. : *Radiat. Res.*, 112, 156 (1987).
- Kim, C.M. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 14(2), 279 (1990).
- Okuda, H. and Yoshida, R. : *Proceedings of the 3rd International Ginseng Symposium*, Korean Ginseng and Tobacco Research Institute, Seoul, p. 53 (1980).
- Lee, S.D., Kameda, K., Takaku, T., Sekiya, K., Hirose, K., Ohtani, K., Tanaka, O. and Okuda, H. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 14(1), 1 (1990).
- Namba, T., Yoshizaki, M., Tomimori, T., Kobayashi, K., Mitsui, K. and Hase, J. : *YAKUGAKU ZASSHI*, 94(2), 252 (1974).
- 鄭東孝, 張賢基 : 最新 食品分析法, 三中堂, 서울 (1985).
- Kim, H.J., Jo, J.S., Nam, S.H., Park, S.H. and Min, K.C. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 6(2), 115 (1982).
- 日本藥學會編 : 衛生試驗法 注解, 金源出版(株), 日本, p. 149 (1981).
- Hong, S.K., Park, E.K., Lee, C.Y. and Kim, M.U. : *Yakhak Hoeji*, 23(3), 181 (1979).
- Shibata, S., Tanaka, O., Ande, T., Sado, M., Tsushima, S. and Ohsawa, T. : *Chem. Pharm. Bull.*, 14(6), 595 (1966).
- Kim, H.J., Jo, J.S., Nam, S.H., Park, S.H. and Mheen, K.C. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 7(1), 44 (1983).
- Ko, J.H., Lee, H.B. and Joo, C.N. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 7(1), 68 (1983).
- Cho, Y.D. and Lee, Y.B. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 7(2), 102 (1983).
- Cho, Y.D., Kim, T.U. and Choi, H.G. : *Korean J. Ginseng Sci.*, 5(1), 63 (1981).