

## 靈芝抽出物이 酵母의 增殖과 生理에 미치는 影響

朱鉉圭·金聖照

建國大學校 農科大學 農化學科

### The effect of *Ganoderma lucidum* Extract on Physiology of *Saccharomyces cerevisiae*

Hyun-Kyu Joo, Seong-Jo Kim

Department of Agriculture Chemistry, Kon Kuk University, Seoul 133, Korea

**ABSTRACT:** The effect of *Ganoderma lucidum* extract on *Saccharomyces cerevisiae* growth and physiology has been investigated. *S. cerevisiae* was inoculated in Henneberg solution medium into which 0, 0.1, 0.5 or 1.0% extracts of *G. lucidum* were added respectively and it was fermented at 30°C for 5 days, respectively. Cell number of *S. cerevisiae* has increased according to the concentration as in order of distilled water(Dw) extracts 1.0% added > ethanol(Et) extracts 1.0% added > Dw extracts 0.5% added > Et extracts 0.5% added > Dw extracts 0.1% added > Et extracts 0.1% added group compared to control group(extracts 0% added) and in Dw extracts 1.0% added group the number has increased than those of control group after the fermentation of 72 hours. Weights of dried yeast cell have increased in each treated group than those of control group and it increased about 1.7 times in each Dw 1.0%, Et 1.0% group than those of control group after fermentation of 120 hours. The more the extracts of *G. lucidum* was added, the more alcohol levels increased during fermentation. The rate of carbon dioxide production per *G. lucidum* extract medium was faster than those of control group as *G. lucidum* extract was increasingly added.

**KEYWORDS:** *Ganoderma lucidum*, *Saccharomyces cervisiae* Cell number, Alcohol content, carbon dioxide

靈芝(*Ganoderma lucidum*, (Fr.) Karst)는 구멍장이파(polyporaceae) 만년버섯속(Ganoderma)에 속하며 「本草綱目」에는 赤芝, 黃芝, 紫芝, 黑芝, 白芝의 五靈芝와 木芝, 草芝, 石芝, 肉芝 등의 四種도 기록되어 있다(우 등, 1984; 菊池千代治, 1984).

중국의 「神農本草經」에는 영지가 「王者의 德이 자연계의 草木에 미칠 때 비로서 芝가 생긴다」라고 기재되어 있으며(菊池千代治, 1984), 明朝의 李時珍은 영지를 上藥으로 분류하고 그 종류, 산지, 약성과 효용을 기술하였고(菊池千代治, 1984; 大川滿, 1984; 김, 1985; 김, 1984; 有地滋, 1983), 「水經注」에는 天宰의 딸인 瑤姬가 短命했을때 그 精魂이 영지가 되었다고 한다(菊池千代治, 1984).

1927년에 克萊門은 영지의 胞子를 받아서켰고 1929년 鮑斯는 奇形영지를 만들었으며, 그 후 1972

년부터 영지의 인공재배가 성공되어(有地滋, 1983) 최근에는 한국, 일본에서도 그 재배가 활발히 이루어지고 있다.

심 등(1978)은 野生靈芝의 자실체에서 ergosterol을 확인했고, 김 등(1980)은 영지의 자실체에서 분리정제한 단백질 다당류가 항암성이 있음을 발표하였으며, 강 등(1981)도 영지균사의 단백질 다당류가 항암성이 있다고 하였다. 신 등(1985)은 한국산 영지의 게르마늄(Ge)과 일반 무기성분을 究明하고, 都 등(1985)도 영지가 생산하는 Amylase의 효소학적 성질을 밝혔으며, 水野 등(1984)은 영지의 수용성 다당류의 분획, 구조를 밝혔다. 한편 구조 및 성분에 대한 연구에는 Kubota 등(1982)이 영지의 苦味成分으로 Ganoderic acid A와 B를 분리하였고, 德本 등(1984)은 영지의 메탄올 추출물에서 락토비만

세포를 이용하여 Ganoderic acid와 유사한 화합물을 분리하였으며, 中村 등(1984)은 영지의 에탄올추출물을 HPLC로 분석하여 Ganoderic acid 유도체 3개를 밝혀냈고, 히기노히시 등(1984)은 영지의 혈당강하성분인 Ganoderan A 및 B에 대한 연구에서 그 유효성분을 검토하였다.

그러나 이상의 연구들은 거의 영지의 성분, 재배와 임상실험에 관한 것이고, 그 화학성분이 미생물의 생육에 미치는 영향에 대하여는 거의 보고된 바 없다. 그래서 영지의 추출물이 미생물 특히 효모의 증식과 알코올 발효 등 그 생리에 미치는 효과를 究明하고자 본 실험을 시도하였다.

**材料 및 方法**

**영지 및 사용균주**

영지 (*Ganoderma lucidum*, (Fr.) Karst)는 충일농장에서 1985년 8월에 수확한 것을 사용하였고, 효모 (*Saccharomyces cerevisiae*)는 조흥화학(주)의 시판 건조효모를 사용하였다.

**영지의 일반성분**

영지의 일반성분은 상법(정 등, 1982; 유 등, 1975; 박, 1985; 김 등, 1977)에 따라 분석하였으며, 그 결과는 Table I과 같다.

**영지의 추출물 조제**

영지를 약 10 mesh의 크기로 세절하여 등근바닥 플라스크에 150g씩 넣고 증류수 또는 에탄올을 각각 750 ml씩 가하고 환류냉각기를 부착하여 항온수조(80°C)에서 5시간씩 3회 반복 추출하고 여과지(동양여지 No. 2)로 여과하여 그 여액을 시료별로 수분함량이 5%되도록 진공농축(65°C, 100 rpm)하였다.

**시험구 조제 및 효모 접종**

Henneberg 액체배지(정 등, 1977; 유 등, 1975)

를 기본배지로 하여 증류수로 추출한 영지추출물(Dw)과 50% 에탄올로 추출한 영지추출물(Et)을 각각 0%, 0.1%, 0.5%, 1.0%되게 조제한 시험구를 대조구(0%), Dw 0.1%구, Dw 0.5%구, Dw 1.0%구, Et 0.1%구, Et 0.5%구, Et 1.0%구로 표시하였다.

접종 효모액은 Henneberg 기본배지 100 ml에 건조효모 3g을 넣고 30°C에서 3시간 배양(菌濃度:  $43.5 \times 10^7 / ml$ )하여 각 시험구(100 ml)에 1.0 ml씩 접종하였다(주 등, 1979).

**CO<sub>2</sub> 측정**

영지 추출물을 농도별로 넣어 조제한 배양액 50 ml를 250 ml용 삼각 플라스크에 넣고 효모액을 0.5 ml씩 접종하여 항온기(30°C)에서 배양하면서 12시간마다 평량하여 그 감량을 CO<sub>2</sub> 발생량으로 하였다(주 등, 1979; 주 등, 1979).

**효모수 측정**

각 시험구별 배양액 50 ml를 250 ml용 삼각 플라스크에 넣고 효모액을 0.5 ml씩 접종하여 항온 진탕수조(30°C, 50 rpm)에서 배양하면서, 12시간마다 Thoma Haematometer로 각각 9회 측정하고 그 평균치를 균수로 하였다(정 등, 1977; 유 등, 1975).

**균체량 측정**

각 시험구의 배양액 100 ml를 250 ml용 삼각 플라스크에 넣고 효모액을 1.0 ml씩 접종하여 항온기(30°C)에서 배양하면서 24시간마다 배양액 10 ml를 취하여 3,000 rpm으로 10분간 원심분리하고 분리된 균체를 0.85% 생리 식염수로 2회, 무균수로 1회 각각 세척하고 동양여지 No. 5C로 여과한 후 그 여지를 건조기에서(105°C) 3시간 건조하고 평량하여 균체량으로 하였다(박 등, 1983; 이 등, 1985).

**pH, 당 및 알코올 조사**

7과 같이 배양과정중 24시간마다 pH(주 등, 1979; 日本 藥學會編, 1965)는 pH측정기로, 당(양 등, 1981)은 pH측정시 얻은 여액을 20 ml취하여 HCl로 산분해 시킨 후 Iodometry method로, 알코올(정 등, 1977; 유 등, 1975)은 증류법으로 측정하였다.

**당 소비율 및 발효율:** (주 등, 1979; 양 등, 1981; 성 등, 1980).

$$\text{당 소비율} = \frac{\text{발효 직전의 당분} - \text{잔당분}}{\text{발효 직전의 당분}} \times 100$$

$$\text{당 발효율} = \frac{\text{발효액중의 알코올}(\%)}{\text{발효 직전의 당분} \times \frac{92.14}{180.16}} \times 100$$

**Table I.** Chemical composition of the *G. lucidum*.

Component	Weight(%)
Moisture	14.18±0.12
Crude fat	0.30±0.01
Crude protein	9.61±0.11
Crude fiber	43.50±0.17
Total ash	1.60±0.01
Nitrogen free extract	30.81±0.08

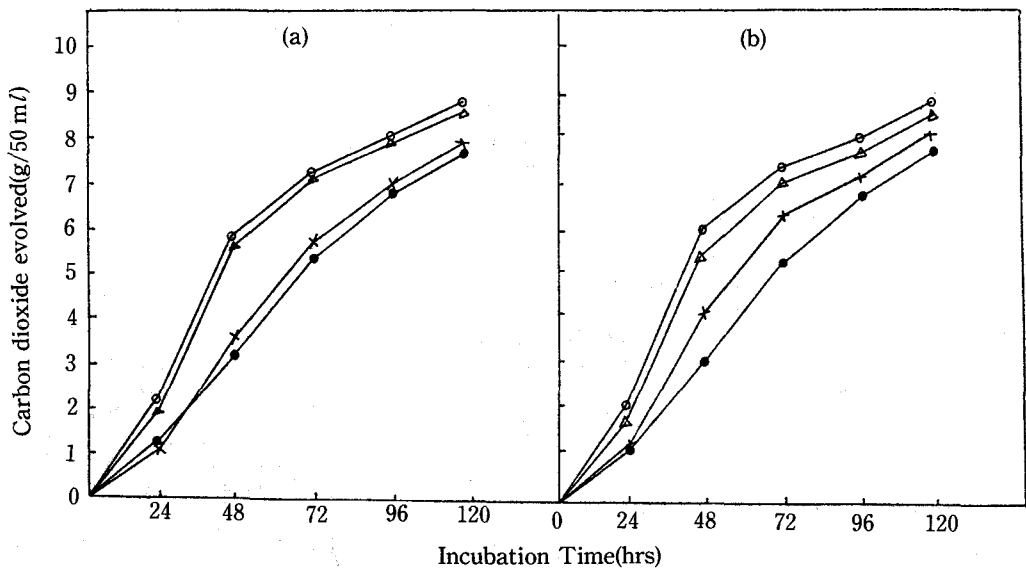


Fig.1. The evolved of carbon dioxide concentration during fermentation. (a: Extracted with Ethanol(50%), b: Extracted with Distilled water) ··· control(0%); ×-× 0.1% *G. lucidum* extract/medium; △-△ 0.5% *G. lucidum* extract/medium; o-o 1.0% *G. lucidum* extract/medium.

結果 및 考察

CO<sub>2</sub> 발생량

각 시험구의 배양시간에 따른 효모의 CO<sub>2</sub> 발생량은 Fig. 1과 같이 발효가 진행됨에 따라 전반적으로 모두 증가 추세를 나타내었고, 특히 24~48시간에 가장 많이 발생하였으며, CO<sub>2</sub> 함량의 증가는 糖 함량과 반비례의 경향을 보였다.

50% 에탄올추출물(Et) 첨가구의 경우 0.1%구는 대조구(0%)와 별 차이가 없었으나, 0.5%, 1.0%구는 현저한 증가를 보였고, 48시간 배양후의 CO<sub>2</sub> 발생량은 Et 1.0%구 > Et 0.5%구 > Et 0.1%구 > 대조구의 순위로 그 추출물의 함량이 많아 질수록 CO<sub>2</sub> 함량은 증가하였다.

증류수추출물(Dw)을 첨가한 경우도 추출물의 첨가량이 많아질수록 CO<sub>2</sub> 함량은 증가하였고, 120시간 발효 후 각 시험구의 CO<sub>2</sub> 발생에 따른 감량순위는 Dw 1.0%구 > Et 1.0%구 > Et 0.5%구 > Dw 0.5%구 > Dw 0.1%구 > Et 0.1%구 > 대조구의 순으로 영지 추출물의 첨가량 순으로 모두 대조구보다 많았으며, Et 첨가구와 Dw 첨가구는 CO<sub>2</sub> 발생 증가추세가 거의 같았다. 또 효모 생리의 측면에서 볼 때 인삼추출물이 CO<sub>2</sub> 발생량을 촉진한다는 보고(주 등,

1979)와 같이 영지추출물도 효모의 알코올 발효중 CO<sub>2</sub> 발생을 촉진시켰다. 그러나 그 추출물의 어느 성분이 어떤 작용에 의한 것인가에 대해선 종합적으로 연구가 수행되어야 하겠다.

균체생산

1) 효모수

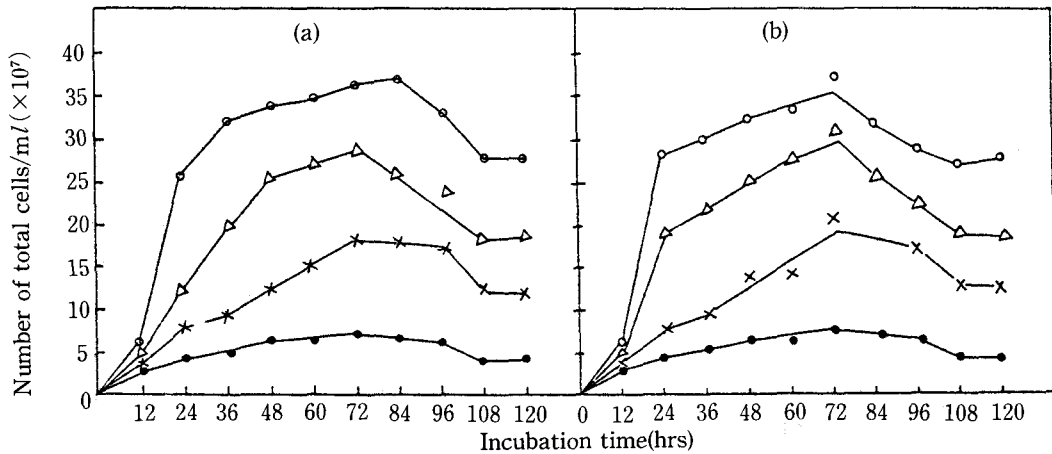
각 시험구의 발효시간 경과에 따른 효모의 세포수는 Fig. 2와 같이 전반적으로 72시간 전후까지는 증가하였고, 그후 감소되는 경향을 나타냈으며 처리구 중 1.0%, 0.5%구는 대조구보다 12~24시간에서 현저한 증가 추세를 보였다.

Et 첨가구의 경우 각 시험구는 대조구에 비해 발효시간이 경과됨에 따라 세포수가 영지 첨가량이 많을수록 증가하였다.

Dw 첨가구도 Et 첨가구와 같이 추출물의 증가에 따라 효모수가 많아지는 경향이 현저하였다.

72시간 배양 후 각 시험구의 세포수 증가 순위는 Dw 1.0%구 > Et 1.0%구 > Dw 0.5%구 > Et 0.5%구 > Dw 0.1%구 > Et 0.1%구 > 대조구 순으로 영지 추출물을 첨가한 시험구들이 대조구보다 많았으며 특히 Dw 1.0%구는 대조구에 비해 약 5.3배, Et 1.0%구는 5.1배나 증가하였다.

Dw 첨가구는 Et 첨가구보다 세포수가 조금 많은



**Fig.2.** The effect of *G. lucidum* extract on number of yeast cell.  
 (a: Extracted with Ethanol(50%), b: Extracted with Distilled water)  
 ··· control(0%); ×-× 0.1% *G. lucidum* extract/medium; △-△ 0.5% *G. lucidum* extract/medium; ○-○ 1.0% *G. lucidum* extract/medium.

경향을 보였는데, 이는 균체의 증식을 촉진할 수 있는 추출물질이 증류수의 추출물에 더 많이 추출된 것으로 사료된다.

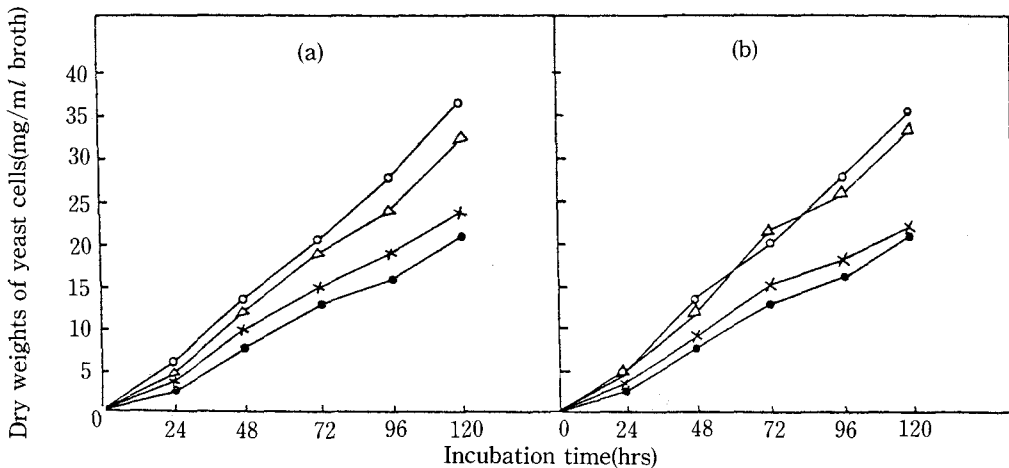
영지의 증류수추출물 함량은 에탄올추출물보다 군수가 많았는데 이 중에 효모의 증식을 촉진시키는 물질이 더 많이 함유되었는지에 대하여는 앞으로 검토하려 한다.

2) 균체량

발효과정중 각 시험구의 건조 균체량은 Fig. 3과 같다.

건조 균체량도 효모수의 경우와 같이 영지추출물의 첨가량이 많아짐에 따라 시험구 모두 건조 균체량이 증가하는 경향을 보였는데 그 증가 추세는 배양시간의 경과에 따라 현저한 차이를 나타내었다.

Et 첨가구의 경우 120시간 발효후의 균체량은 0.1%구는 대조구보다 1.14배, 0.5%구는 1.52배, 1.0%구는 1.71배 많았으며, Dw 첨가구의 경우도 첨가구 모두 대조구보다 많은 경향으로 발효 120시간에서는 균체량이 0.1%구가 대조구에 비해 1.05배, 0.5%구는 1.57배, 1.0%구는 1.67배나 많이 증가하



**Fig.3.** Weights of dried yeast cell during fermentation.  
 (a: Extracted with Ethanol(50%), b: Extracted with Distilled water)  
 ··· control(0%); ×-× 0.1% *G. lucidum* extract/medium; △-△ 0.5% *G. lucidum* extract/medium; ○-○ 1.0% *G. lucidum* extract/medium.

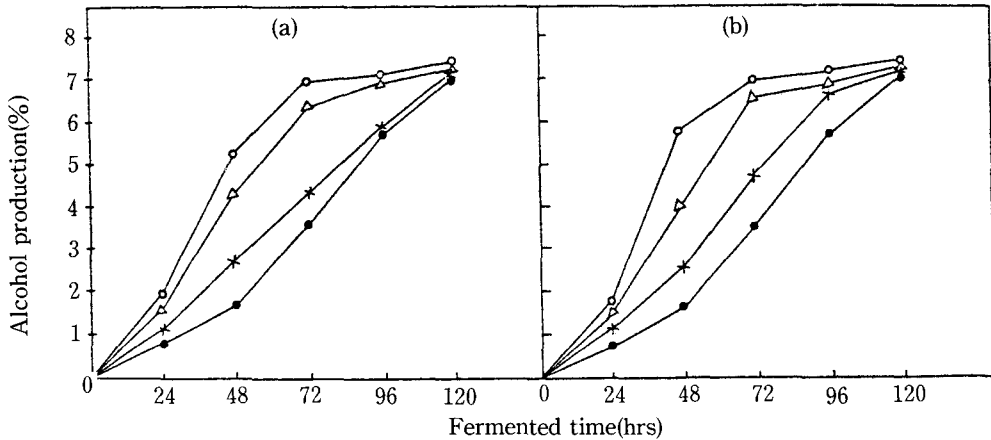


Fig.4. Produced alcohol concentration during fermentation.

(a: Extracted with Ethanol(50%), b: Extracted with Distilled water)

○-○ control(0%); ×-× 0.1% *G. lucidum* extract/medium; △-△ 0.5% *G. lucidum* extract/medium; ○-○ 1.0% *G. lucidum* extract/medium.

였다. 배양 120시간을 기준으로 각 시험구의 균체량 증가 순위는 Et 1.0%구>Dw 1.0%구>Dw 0.5%구>Et 0.5%구>Et 0.1%구>Dw 0.1%구>대조구의 순으로 세포수의 증식과는 조금 차이가 있으나 이는 효모의 크기와 세포 내부 물질에 따른 영향이 아닌가 사료된다.

효모수와 균체량은 모두 영지추출물을 첨가하였을 때 대조구보다 증가 및 증체하였다.

따라서 영지추출물중에는 효모의 균체생산을 촉진시키는 물질을 함유한 것으로 사료된다.

**알코올 발효**

발효시간에 따른 알코올 생성량은 Fig. 4와 같이 영지추출물을 첨가한 시험구는 모두 대조구에 비해 알코올량이 많았다.

Et 추출물 첨가구의 경우 발효 72시간에는 대조구가 알코올 함량이 3.65%인데 비해 0.1%구는 4.21%로 1.18배, 0.5%구는 6.31%로 1.77배, 1.0%구는 6.84%로 1.92배나 많아서 영지추출물의 효용이 현저하게 나타났다.

Dw 추출물 첨가구의 경우도 120시간 발효 후 알코올 함량은 Et 추출물 첨가구의 경우와 거의 유사하였고 발효 72시간에는 알코올함량이 0.1%구는 대조구보다 1.35배, 0.5%구는 1.83배, 1.0%구는 1.94배가 높았다.

Et 추출물 첨가구와 Dw 추출물 첨가구의 72시간 발효 후의 알코올 함량을 비교하면 Dw 1.0%구>Et 1.0%구>Et 0.5%구>Dw 0.5%구>Et 0.1%구>

Dw 0.1%구>대조구의 순으로 1.0%구를 제외하고는 Et 추출물 첨가구가 양호하였다. 시험구 모두 발효시간에 따른 알코올 함량은 48시간 전후에서 가장 많았고, 그 중 영지추출물 1.0%, 0.5%구가 알코올 증량이 현저하였다.

영지추출물의 첨가는 인삼추출물 농도별 실험(주, 1975)에서와 같이 영지첨가량이 많을수록 알코올함량은 높게 나타났다. 따라서 알코올 발효시 영지추출물을 적절하게 첨가한다면 발효시간의 단축과 알코올함량의 증가로 인하여 경제성이 있으리라 사료된다.

**발효중 배지의 변화**

1) pH

pH 6.2의 기본배지에 영지추출물을 0.1%, 0.5%, 1.0%되게 첨가함에 따라 발효 개시전부터 첨가량이 많을수록 pH가 낮아졌으며 발효과정중 그 변화는 Table 2와 같이 각 추출물의 첨가량이 적을수록 낮아지는 경향을 보였다.

대조구는 96시간까지 저하되다가 그후 증가하였는데, Et 추출물 첨가구의 경우 0.1%구는 대조구보다 급격히 저하되었다가 그 후 증가하는 경향이었고, 0.5%구와 1.0%구는 서서히 저하되는 경향이였다.

발효 120시간 후의 pH는 대조구가 4.51로 가장 낮았고 0.1%, 1.0%, 0.5%구의 순으로 높았으나 발효 개시점의 pH를 고려한다면 그 차이는 1.0%구가 4.72로 가장 폭이 적었다.

Dw 추출물 첨가구의 경우도 Et 추출물 첨가구와

**Table II.** Changes of pH in each treatment during fermentation.

Fermentation time (hrs)	<i>G. lucidum</i> added extract (%)						
	0*	0.1		0.5		1.0	
		Et**	Dw***	Et	Dw	Et	Dw
0	6.20	6.15	6.10	5.80	5.75	5.60	5.55
24	5.70	5.60	5.50	5.45	5.33	5.20	4.85
48	5.20	4.90	4.80	5.23	4.90	4.79	4.66
72	4.77	4.44	4.57	5.06	4.85	4.80	4.69
96	4.38	4.36	4.50	4.99	4.83	4.75	4.67
120	4.51	4.52	4.55	4.89	4.84	4.72	4.66

\*Control(0%): Henneberg solution medium.

\*\*Et: Extracted with Ethanol(50%)

\*\*\*Dw: Extracted with Distilled water.

같이 일정한 경향없이 저하되었으며 120시간 발효 후 pH는 0.5%구>1.0%구>0.1%구>대조구의 순으로 낮았으나, 발효 개시점의 PH를 비교하면 1.0%구>0.5%구>0.1%구>대조구의 순이었다.

전반적으로 모든 첨가구의 pH는 대조구보다 높았으며, 발효 개시점과 120시간 후의 pH 차이는 대조구>Et 0.1%구>Dw 0.1%구>Et 0.5%구>Dw 0.5%구>Dw 1.0%구>Et 1.0%구 순으로 적었다.

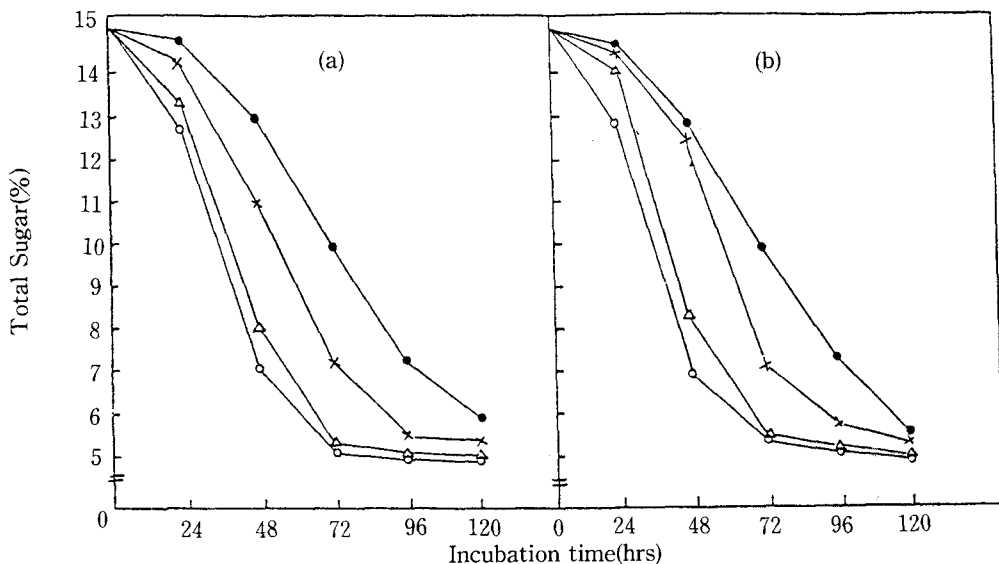
발효과정중 pH 변화는 발효중 생성된 산과 대사

과정중 생성된 산이 다시 기질로 이용되었기 때문인 것으로 사료된다.

2) 당 소비율과 발효율

각 시험구의 발효과정중 당의 변화는 Fig.5와 같다.

Et 추출물 첨가구와 Dw 추출물 첨가구의 당 함량은 발효시간의 경과에 따라 모두 대조구보다 같은 경향으로 낮았으며 영지추출물의 첨가량순으로 감소되었다.



**Fig.5.** Changes of sugar content during fermentation.

(a: Extracted with Ethanol(50%), b: Extracted with Distilled water)

●-● control(0%); ×-× 0.1% *G. lucidum* extract/medium; △-△ 0.5% *G. lucidum* extract/medium; ○-○ 1.0% *G. lucidum* extract/medium.

Table III. Sugar consumption rate(SR) and fermentation rate(FR) in each treatment.

Fermentation time (hrs)	<i>G. lucidum</i> extract added(%)							
	0*	0.1		0.5		1.0		
		Et**	Dw***	Et	Dw	Et	Dw	
24	SR	1.27	5.13	2.93	11.33	6.67	14.80	14.53
	FR	10.01	14.95	15.34	21.32	20.67	25.87	23.79
48	SR	13.73	26.67	16.93	46.07	45.00	53.20	53.67
	FR	21.58	34.84	34.58	55.25	52.13	67.99	74.75
72	SR	33.47	51.47	53.33	64.07	63.80	64.93	64.00
	FR	46.28	54.73	62.27	82.03	84.50	88.92	89.57
96	SR	51.87	62.53	62.00	65.73	65.47	65.80	65.60
	FR	73.84	75.40	86.06	88.40	87.10	89.05	92.43
120	SR	60.00	64.00	62.47	66.40	66.47	66.60	66.53
	FR	90.61	92.43	91.00	92.69	92.56	92.82	92.95

\*Control(0%): Henneberg solution medium.

\*\*Et: Extracted with Ethanol(50%)

\*\*\*Dw: Extracted with Distilled water.

Et 추출물 첨가구의 경우 대조구는 24시간부터 120시간까지 거의 일정하게 감소하였으나, 1.0%구와 0.5%구는 24시간에서 72시간까지 급격히 감소하다가 그 후 완만하게 0.1%구는 24~96시간에 급격하게 감소되고 그 후 서서히 감량되었다.

Dw 추출물 첨가구도 Et 추출물 첨가구와 유사하게 영지추출물의 첨가량 순으로 감소하는 경향으로 나타났다.

전반적으로 모든 시료 첨가구는 대조구보다 당도가 많이 감량되었으며, 그 감량순위는 Dw 1.0%구 > Et 1.0%구 > Et 0.5%구 > Dw 0.5%구 > Et 0.1%구 > Dw 0.1%구 > 대조구의 순이었다.

발효과정중 각 시험구의 당소비율과 발효율은 Table 3과 같이 각 첨가구는 대조구보다 높게 나타났다.

Et 추출물 첨가구의 경우 특히 1.0%구가 초기부터 활발하게 진행되었으며, 배양 48시간에는 당소비율이 대조구보다 3.87배, 당발효율은 3.15배나 높으며, 0.5%구의 경우도 당소비율이 3.36배, 당발효율은 2.56배이고, 0.1%구도 대조구에 비해 조금 낮았다.

Dw 추출물 첨가구도 Et 추출물 첨가구와 비슷한 경향으로 1.0%구는 배양 48시간후 대조구보다 당소비율(3.89배)과 발효율(3.46배)이 높았고, 0.5%구

는 3.28배, 2.42배가 된다.

전반적으로 발효 초기에 당 소비율과 발효율은 시료 첨가구가 대조구에 비해 현저하게 높았으나 시간이 경과함에 따라 그 차이는 줄어들어서 120시간 배양 후에는 거의 유사하게 나타났다.

각 처리구간의 당 소비율과 발효율은 알코올 생성량과 같이 많아졌으며 한편 당소비율과 발효율이 증가하면 pH는 그 만큼 낮아졌다. 이와같이 효모의 생리에 미치는 영향은 인삼추출물이 효모에 미치는 영향(주 등, 1979; 양 등, 1981; 성 등, 1980)에서와 같이 영지추출물에서도 유사한 실험 결과를 보였다.

위의 결과로 보아 영지추출물은 발효시간의 단축과 효모증식의 촉진이 현저 하였으므로 앞으로 그 촉진물질을 규명하고자 한다.

## 摘 要

영지추출물이 효모의 증식과 생리에 미치는 영향을 검토하기 위하여 영지의 용매별 추출물을 0, 0.1, 0.5, 1.0%되게 첨가한 Henneberg 액체배지에 *S. cerevisiae*를 접종하고, 5일간 발효(30°C)과정중 균체생산, Alcohol 발효, CO<sub>2</sub> 발생 등을 조사하였다.

1. 발효과정중 72시간후 효모 세포수는 증류수추출물(Dw) 1.0% 첨가구>에탄올추출물(Et) 1.0% 첨가구>증류수추출물(Dw) 0.5% 첨가구>에탄올추출물(Et) 0.5% 첨가구>증류수추출물(Dw) 0.1% 첨가구>에탄올추출물(Et) 0.1% 첨가구>대조구의 순이고 특히 1.0%구는 대조구보다 5.3배 많았다.
2. 건조균체량은 각 시험구 모두 대조구보다 많았고, Dw 1.0%구와 Et 1.0%구는 120시간 발효 후 대조구에 비해 약 1.7배였다.
3. 알코올 발효과정중 알코올 함량은 영지추출물의 첨가량이 증가함에 따라 많아졌다.
4. 발효과정중 효모의 단위 시간당 CO<sub>2</sub> 발생 속도는 영지추출물 증량할수록 대조구보다 빠르다.

參考文獻

박동기(1985) : 식품화학 실험. 유한문화사 : 83~97.  
 박완수, 구영조, 신동화, 서기봉(1983) : 전분이용성 효모의 분리 및 동정. 한국식품과학회지 15(1) : 46~50.  
 도재호, 김상달(1985) : 약용 담자균류 영지가 생산하는 Amylase의 효소학적 성질. 산업미생물학회지 13(3) : 173~178.  
 주현규(1975) : 인삼 역기스가 미생물의 생리에 미치는 영향. 건국대학교부설. 농업자원 개발연구소 논문집 1:49~56.  
 주현규, 이교철(1979) : 인삼추출물이 *Saccharomyces cerevisiae*의 생리에 미치는 영향. 고려인삼학회지 3(2): 95~104.  
 정동효, 장현기(1982) : 식물분석. 진로연구사 : 112~171.  
 정동효, 주현규, 유주현, 서정훈(1977) : 미생물 실험. 유풍출판사 : 22~58.  
 강창울, 심미자, 최응철, 이영남, 김병각(1981) : 한국산 담자균류의 항암성분에 관한 연구(만년버섯의 균사 배양 및 항암성분). 한국생화학회지 14(2) : 101~111.  
 김병각(1985) : 경이의 약초 영지버섯, 연문사 문화주식회사 : 1~9.  
 김병각, 정희수, 정경수, 양문식(1980) : 한국산 담자균류의 항암성분에 관한 연구. 한국균학회지 8(2) : 107~113.  
 김덕용, 고진복, 채주규, 김병순, 서홍길(1977) : 표준식품분석. 이동도서출판사 : 116~153.  
 김태순(1984) : 영지의 정제. 한국문예 : 15~92.

이시경, 주현규(1985) : 인삼 Saponin이 *Rhodotorula glutinis*의 지방산 조성에 미치는 영향. 산업미생물학회지 13(2): 109~114.  
 심미자, 이수임, 김병각(1978) : 한국산 고등균류의 성분연구(만년버섯의 스테롤). 서울대학교 약학논문집 3 : 65~70.  
 신혜원, 김하원, 최응철, 김병각(1985) : 한국산 고등균류의 성분 연구(영지의 무기 성분). 한국균학회지 13(1) : 53~55.  
 성현순, 남상열, 김기철(1980) : 홍삼 성분이 주정효모의 생리에 미치는 영향. 한국 농화학회지 23(4) : 228~241.  
 양희천, 이태규(1981) : 인삼엽에서 추출한 Crude Saponin이 미생물의 생리에 미치는 영향 -*Saccharomyces cerevisiae*에 미치는 영향. 산업미생물학회지 9(3) : 123~128.  
 우명식, 박용환, 김종협, 김병각(1984) : 영지심포자움(영지의 역사, 재배법, 화학성분 및 약효). 한국균학회 12(3) : 121-123.  
 유주현의 48인(1975) : 식품공학 실험 II. 탐구당 : 1~427.  
 유주현의 48인(1975) : 식품공학 실험 I. 탐구당 : 1~599.  
 有地 滋(1983) : 靈芝で 病氣にならない. 青春出版社. pp. 3-20.  
 徳本和佳子, 坂本李代恵, 平井裕子, 神田博史, 山崎和男(1984) : 靈芝の栽培と成分研究. 日本藥學會, 第104回 總會要旨集, No. 28C 3-4.  
 ヒキノヒロシ 今野長八, 美津義明, 林 輝明(1984) : 靈芝の血糖降下成分 Ganoderan A および B の單離. 日本藥學會, 第104回 總會要旨集, No. 28D 9-2.  
 菊池千代治(1984) : マンネンタケの栽培と藥効. 16~19, 189~213, 菊研出版社.  
 水野 卓, 加藤尚美, 戸塚篤史, 竹中一秀, 新海建吉, 清水雅子(1984) : 靈芝の水溶性多糖類の分畫, 構造, 抗腫瘍活性について, *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 58(9) : 871~880.  
 中村英雄, 石原茂正, 内田勝, 菰田泰夫(1984) : 靈芝の成分研究. 日本藥學會 第104回 總會要旨集, No. 28C 4-1.  
 大川 満(1984) : 靈芝の魅力. 農事組合法人 幸茸會 : 2~25.  
 日本藥學會編(1965) : 衛生試驗法. 金原出版社 : 1-99.  
 Kubota, T, Asaka, Y., Miura, I. and Mori, H.(1982) *Helv cluin Acta* 65: 611~614.