

## 옥수수 澱粉粕을 利用한 食飼料 酵母生産에 관한 研究

成洛舜 · 金明燦 · 奇宇京 · 金鍾奎 · 尹漢大

慶尙大學 食品加工學科

(1976년 12월 10일 수리)

## Studies on the Production of Foods and Feeds Yeast from the Hydrolyzate of Corn Starch Cake.

by

Nack-kie Sung, Myung-Chan Kim, Woo-Kyung Ki, Jong-Kyu Kim  
and Han-Dae Yun

Dept. of Food Processing, Gyeong-Sang University, Jinju, Korea.

(Received Dec. 10, 1976)

### SUMMARY

To meet the need of protein feed and find more efficient ways of returning waste to resources, we have carried out the study of the production of yeast for foods and feeds from the corn starch cake.

The present study includes the method for acid-hydrolysis, the selection of yeast capable of utilizing hydrolyzate of the corn starch cake, and culture condition of *Candida tropicalis* under the liquid culture and the semisolid culture. Obtained results were as follows.

1. Hydrochloric acid was more excellent on the hydrolysis of the corn starch cake than sulfuric acid, and the yield of sugar was maximum, 57.2%, when the corn starch cake was hydrolyzed with 1.0% of hydrochloric acid at 2.0kg/cm for 30 minutes.
2. As the acid solution content was increased, more sugar was liberated from the mixture, until the acid solution-substrate ratio reached 10:1. Beyond this point, no further increase was observed. To prepare the cultural medium of semisolid fermentation, a acid solution to substrate ratio of 3:1 appeared to be optimum.
3. Out of 6 yeast strains, *Candida tropicalis* had excellent growth on the hydrolyzate of the corn starch cake, and optimum temperature and initial pH were 30°C and 6.0 respectively.
4. Optimum liquid medium of *Candida tropicalis* is urea 0.3%, potassium phosphate monobasic 0.15g and magnesium sulfate 0.04g in 100ml of the hydrolyzate of the corn starch cake, while optimum semisolid medium is ammonium chloride 0.4g, potassium phosphate monobasic 0.1%, magnesium sulfate 0.04%.
5. *Candida tropicalis* could assimilate the sugar in the hydrolyzate up to more than 88.75%, and a yield of dry yeast reached 19.13% to the corn starch cake under the liquid culture.

6. Compared to the that of the untreated corn starch cake, the cellulose content of the semisolid fermented cake decreased by 3.76% to 14.7%, whereas dry yeast contents increased by 13.89%.

## 緒 論

식량 개발책의 일환으로 단세포 생산에 의하여 부족되는 단백질을 보충하려는 연구는 계속 증가되고 있으며 그 생산의 필요성이 더욱 요구됨에 따라, 석유, 천연gas, methanol(석탄)<sup>1-6)</sup>, methane gas, 석유화학 부산물, 식품가공공장 폐기물<sup>7-9)</sup> 등 원료의 사용범위가 확대되고 있다. 우리나라에서는 원료사정을 감안하여 최근에는 농산물과 식품가공공장 폐기물<sup>10-13)</sup>을 원료로 한 효모생산에 관한 연구를 하고 있는 실정이다. 그리고 전분질 폐기물을 원료로 하여 梁<sup>11)</sup> 등은 고구마 전분박에서 Dawson P.R.<sup>14)</sup> 들은 고구마 전분폐액으로부터, Weaver E.A.<sup>15)</sup>, Reiser C.O.<sup>16)</sup> 등은 감자 전분폐액으로부터 효모생산을 보고한 바가 있다. 한편 전분 가공원료가 1974년 이후 우리나라에서는 고구마에서 옥수수로 대체됨을 따라 그 부산물로 얻어지는 전분박은 전국적으로 2000% 정도로 추산되며 해마다 그 양이 증가되리라 생각된다. 따라서 저자는 폐기되는 옥수수 전분박을 활용하여 효모생산에 관한 연구를 함으로써 생산 업체의 수익을 향상시킬 수 있으며, 절대량이 부족한 단백질 및 농후사료를 보충하고자 액체배양법에 의해 식용 효모생산과 사료 효모생산을 위해서는 전분가공공장 에서 간단한 부대 시설로서 여과 및 균체분리 과정을 거치지 않고 semisolid한 상태에서 효모를 증식시켜 농후화 할 수 있는 방법을 검토하여 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1) 실험재료

전분박은 경남 사천군 소재 남창전분 공장에서 채취하여 건조후 다시 0.25mm 정도의 sieve를 통과할 정도로 파쇄하여 사용했으며, 볏짚은 통일벼로 경상대학 농장에서 수집한 것을 사용하였다.

### 2) 재료의 일반 성분 분석

수분과 회분은 중량법으로 定量하였으며 粗脂肪은 Soxhlet 추출법, 조단백은 Microkiedahl法<sup>17)</sup>, 조섬유는 A.O.A.C法<sup>18)</sup>으로 하였으며, 암모니아태 질소는 Folin法<sup>17)</sup>으로 하였다.

### 3) 산가수 분해법

0.2~2%의 황산과 염산을 각각 농도별로 전분박에 10배(W/V)가하고, autoclave에서 압력별 및 시간별로 가수분해시켰으며, 목적에 따라서는 원료와 산액의 비율을 변화하여 산 가수분해분해하였다.

### 4) 당화율 측정

당화액을 여과하여 환원당을 Somogi방법으로 정량하여 glucose로 환산하여 원료에 중량비로 표시하였다.

### 5) 기질 및 기본배지

전분박을 2%염산으로 1kg/cm<sup>2</sup>의 압력에서 30분간 처리하여 4% 당농도로 조정하여 기질로 하였으며, 기본배지는 당화액에 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.6%, Mg SO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.1%, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.2%, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.03%, NaCl 0.1%를 첨가하여 사용하였다. 단 목적에 따라서는 해당 무기염의 첨가량을 조절하였다.

### 6) 공시균주 및 접종방법

공시 균주는 본 실험실에 보관중인 *Candida tropicalis*의 5종을 사용하였으며 이것을 malt ext배지에 30°C에서 24시간 배양한 것을 균액 상태로 접종하였다.

### 7) 효모배양법

#### i) Liquid Culture

산 가수분해한 것을 여과하여 NaOH로 중화한후 당농도를 4% 정도로 하여 조정한 다음 소정의 무기염을 첨가한 후 50ml을 취하여 500ml의 진탕 flask에 넣어 1kg/cm<sup>2</sup> 압력하에서 30분간 살균하고 30°C로 조정된 왕복 진탕기(진폭 4cm)에서 90rpm으로 하여 배양했다.

#### ii) Semisolid Culture

원료와 산용액의 비율 1:3으로 하여 산 가수분해한 다음 여과하지 않고 중화한 다음 소정의 무기염을 첨가한후 120rpm에서 진탕 배양하였다.

### 8) 균체량 측정

#### i) 효모 생육도

효모의 생체량은 효모 현탁액을 MPS-5000 Spectrophotometer(Shimadzu)로 660mμ에서 O.D를 측정하여 비교하였다.

#### ii) 건조 균체량

배양액을 4000rpm으로 원심분리후 다시 증류수로 세척, 집균하여 105°C에서 3시간 건조하여 항

**Table 1.** Effects of the Variety of Acids in Concentration, Pressure, and Time on the Hydrolysis of Corn Starch Cake.

Acids	Acid conc(%)	Pressure											
		0.5			1.0			1.5			2.0		
		10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
HCl	0.2						18.0	18.4	20.0	22.4	29.2	35.6	38.4
	0.4		4.8	6.0	31.0	35.6	36.4	34.4	35.6	40.0	44.8	45.2	46.4
	0.6	5.6	7.6	10.0	31.6	38.0	44.8	40.4	44.8	48.8	44.4	48.4	50.8
	0.8	10.0	12.4	14.4	34.4	43.2	46.8	48.4	48.8	50.0	49.2	52.4	54.0
	1.0	14.0	15.2	18.0	36.4	46.0	48.8	49.2	50.0	52.8	51.2	56.0	57.2
	1.5	23.6	25.1	26.8	46.4	48.8	48.8	49.2	49.6	50.8	51.6	55.6	56.4
	2.0	24.8	31.2	32.0	47.2	49.6	50.1	48.0	48.4	48.4	48.8	52.8	55.6
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.2					10.4	15.2	12.4	13.2	18.0	18.8	20.0	32.4
	0.4		5.6	12.0	8.8	22.0	25.2	30.0	30.4	36.0	32.0	38.4	40.4
	0.6		6.8	16.4	13.2	26.8	32.4	35.6	37.6	42.4	41.2	42.0	42.4
	0.8		12.0	23.6	24.0	30.4	36.0	39.6	40.4	42.8	42.4	43.2	44.8
	1.0		14.8	25.6	26.4	31.6	40.4	40.4	43.6	44.8	46.4	47.2	49.1
	1.5	8.4	15.6	29.2	28.8	34.0	42.4	43.6	44.0	44.4	44.8	45.2	46.8
	2.0	15.6	21.0	30.0	31.6	37.6	43.6	42.0	43.2	44.0	41.2	42.0	45.1

량이 될때까지 반복 평량하여 건조 균체량으로 하였다.

iii) 생균수 측정

Semisolid Culture 때는 배양액을 살균 증류수에 적당하게 희석한 다음 hemacytometer로서 계측하여 그 생육상태를 비교하였다.

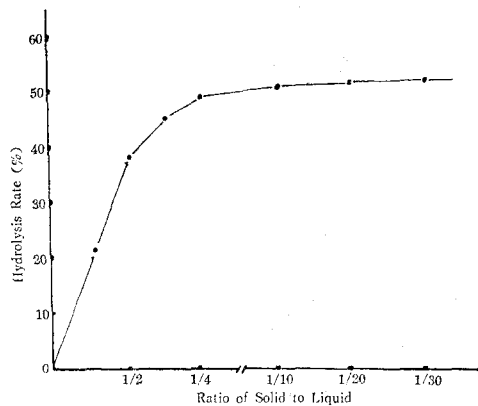
**結果 및 考察**

1. 당화조건외의 검토

(1) 산의 종류와 농도, 압력, 시간에 대한 영향  
 황산 및 염산을 사용해서 여러가지 압력 및 처리시간에 대한 영향은 Tab. 1과 같은 결과를 얻었다. 당화율은 1%염산으로 2kg/cm<sup>2</sup> 압력에서 30분간 가수분해한 것이 57.2%로 가장 높았으며 2kg/cm<sup>2</sup>의 압력에서 이보다 높은 산농도에서는 당화율이 감소되는 것으로 나타났는데 이것은 생성된 환원당이 더욱 분해하여 당화율이 저하되는 것으로 생각된다. 그리고 전반적으로 염산이 황산보다 당화율이 높은 것으로 나타났는데, 이것은 梁等<sup>11)</sup>이 고구마 전분박을 산당화시켰을 때와 동일한 결과로 나타났다. 그리고 成等<sup>12)</sup>이 폐 신문지, 벗질 톱밥과 같은 폐섬유를 산당화시에는 염산이 황산보다 당화율이 떨어졌으나, 전분박에 대해서 효과적인 것은 전분박에서는 cellulose성분보다 전분

질이 많기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 2kg/cm<sup>2</sup>의 압력에서는 1%의 염산이, 1kg/cm<sup>2</sup>의 압력 하에서는 2%의 염산이 좋은 것으로 생각된다. 이후의 실험에서 효모 배양기질을 만들기 위해서는 1kg/cm<sup>2</sup>압력하에서 2%의 염산으로 30분간 처리하였다.

(2) 원료와 산용액의 비율에 따른 영향  
 전분박 원료에 대한 2%의 염산용액에 대한 비율 1/2, 1/3, 1/4, 1/10, 1/20, 1/30로 변화시켜 1kg/cm<sup>2</sup>



**Fig. 1.** Effect of Solid/Liquid Ratio on HCl Hydrolysis of Corn Starch Cake

의 압력에서 30분간 처리시 분해 결과는 Fig. 1과 같으며, 이때 원료와 산용액의 비율을 1:10이상으로 증가시켜도 별 차이가 없었으며, semi solid 한 상태인 1:3의 비율에서도 45%정도의 분해율을 보였다. 그래서 식용효모생산을 위해서는 1:10의 조건하에서 당화시켜 효모 배양액을 만들었으며, semi solid culture때는 1:3로 하여 분해시킨것을 배양기질로 하였다.

## 2. 당화액에 대한 우량균주의 선발

전분박 당화액에 대한 우량균을 선발하기 위하여 본대학 실험실에서 보관중인 6종의 효모를 기본배지에 pH를 4~7로 조정하여 그 생육 정도를 비교한 결과는 Tab. 2와 같다. 결과에서 보는 것과 같이 *Candida tropicalis*가 옥수수 전분박 당화액에서는 pH 6에서 O.D. 0.53으로 가장 좋았다. 이후의 실험에서 이 균을 사용하여 효모배양을 하였다.

일반적으로 식사료효모로 많이 사용되었던 것은 *Torulopsis utilis*<sup>20)</sup>였으며 Serman과 Fink등<sup>21,22)</sup>은 *Torula pulcherima*, *Candida arborea*, *Myctorula*

Table 2. Relationship between the Various pH Degrees and the Growth of the Yeast Strains.

Strains	pH			
	4	5	6	7
<i>Candida tropicalis</i>	0.42	0.49	0.53	0.51
GFY-2	0.40	0.48	0.50	0.47
<i>Rhodotorvla glutinis</i>	0.45	0.49	0.47	0.43
<i>Candida intermedia</i>	0.41	0.47	0.51	0.49
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.50	0.48	0.43	0.42
GFY-3	0.47	0.51	0.50	0.46

Table 3. Effects of Some Nutrients on the Growth of *Candida tropicalis*

N-Source	Conc(%)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO		0.47	0.52	0.56	0.58	0.56	0.55
K,P-Source	Conc(%)	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.42	0.51	0.57	0.59	0.56	0.54	0.51
	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.42	0.50	0.52	0.53	0.51	0.47	0.43
	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0.42	0.50	0.53	0.55	0.50	0.43	0.41
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> :K <sub>2</sub> HP <sub>4</sub> (1:1)	0.41	0.48	0.50	0.52	0.50	0.49	0.48
Mg-Source	Conce(%)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.52	0.58	0.60	0.58	0.56	0.55	0.54
	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.52	0.55	0.58	0.56	0.52	0.50	0.49

*lipolytic*를 권장하였으며, *Candida tropicalis*도 영양면과 배양조건을 참작하여 많이 사용되어 왔다.

## 3. 식용효모 생산을 위한 액체배양

### (1) 무기영양원의 영향

#### i) 질소원의 영향

질소원을 배 기본배지에 질소원으로 0.3%되게 하여 ① (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ② (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO ③ NH<sub>4</sub>Cl ④ NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ⑤ NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ⑥ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>를 각각 첨가하여 배양한 결과는 Fig. 2와 같다. (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO가 O.D. 0.58로 가장 좋았으며, 가장 효과적인 질소 첨가량을 알기 위해서 질소원으로 0.1~0.6%의 농도별로 (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO를 첨가하여 48시간 배양한 결과 Tab 3과 같이 0.3%가 가장 좋았다. 이후의 실험에서는 질소원으로 이 결과를 이용하였다.

#### ii) K와 P의 영향

K와 P의 영향을 검토하기 위해 당화액 20ml에

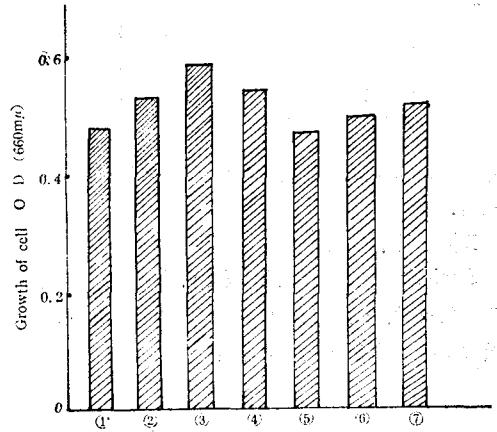


Fig. 2. Effect of N-Sources on the Growth of *Candida tropicalis*

① Control ② (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ③ (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO ④ NH<sub>4</sub>Cl ⑤ NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ⑥ NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ⑦ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>

질소원으로  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 를 0.3%,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.1%로 되게 하고 K와 P원으로  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4(1:1)$ 를 각각 0.05~0.03% 되게 조절하여 배양한 결과 Tab. 3에서 보는 것과 같이  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 가 0.15%의 농도에서 가장 좋았다. 이후의 실험에서는 이것을 이용하였다.

iii) Mg원의 영향

Mg원의 영향을 검토하기 위해 질소원으로  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 를 0.3%,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.15% 첨가한 후  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 와  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 각각 0.02~0.12%되게 조절하여 배양한 결과는 Tab. 3에서와 같이 Mg원으로  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 가  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 보다 효과적이었으며 0.04% 농도 일때가 가장 좋았다.

이상의 결과로부터 액체배양에서 *Candida tropicalis*는 당화액 4%용액에 질소원으로  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  0.3%,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.15%,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0.04%를 첨가한 것이 적당한 것으로 생각되며 이것을 이용하여 다음 실험을 계속하였다.

(2) 온도의 영향.

상기의 무기영양 조성하에서 균의 생육에 미치

는 온도의 영향을 검토하기 위해 20~25°C에서 배양한 결과는 Fig. 3과 같다. 결과에서 이 균의 최적 배양온도는 30°C 근방이 적당한 것으로 나타났다.

(3) 경시적 배양에 따른 균체증식, 당소모, pH의 상호관계.

이상의 최적조건하에서 배양시간에 따른 경시적인 변화를 알기위해 6시간 마다 균체증식, 당소비 pH의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 그림에서와 같이 균체증식은 접종후 8시간 이후부터 24시간까지는 대수증식기가 계속되었으며 당의 소비는 초기 당 농도 4%에서 균의 대수증식기가 시작 됨에 따라 급속히 감소하기 시작하였으며 초기 당의 88.75%를 소비할 수 있었다. pH는 초기 pH 6에서 48시간 이후에는 3으로 떨어졌는데, 이것은 배양시 생성되는 산과 음 ion의 영향으로 생각된다.

(4) 균체수율

균체의 수율을 측정하기 위해 최적 조건하에서 36시간 진탕배양한 것을 원심분리하여 건조한 결과는 Tab. 4와 같다. 당에 대해서는 38.25%의 건

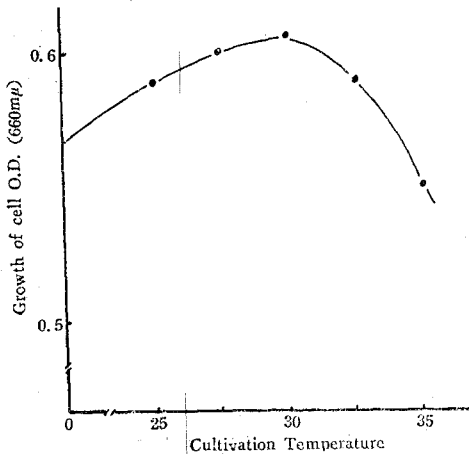


Fig. 3. Effect of Temperature on the Growth of *Candida tropicalis*.

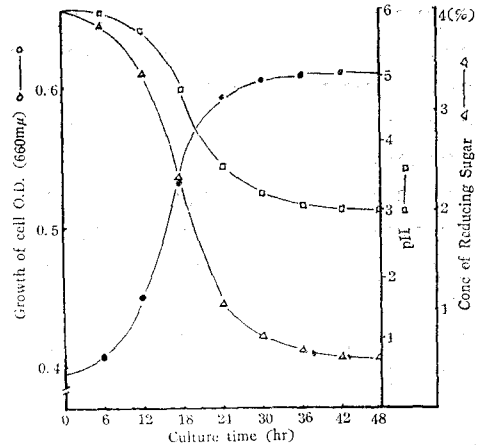


Fig. 4. Cell growth, Residual sugar, and Change of pH during the Cultivation

Table 4. Yeast Production with the Acid hydrolyzate of Corn Starch Cake in the Liquid Culture.

Hydrolysis			Yeast Cultivation				
Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	HCl (Conc %)	Reducing Sugar/Corn Starch Cake	Reducing Sugar/Broth	Sugar Utilized/Total Sugar	Cell w.t./Sugar	Cell w.t./1ml/Borth	Cell w.t./Corn Starch Cake.
1	2	50.10(%)	4.0(%)	88.75(%)	38.25(%)	15.30 (mg)	19.13(%)

조효모를 얻었으며, 배양기질 1ml에 대해서는 15.3 mg의 효모를 얻었다. 그리고 2%염산으로 1kg/cm<sup>2</sup> 압력에서 30분간 처리한 전분박에 대한 효모 수율은 전분박에 대해서 19.13%의 건조효모를 생산할 수 있었다. 이상의 결과로 보아 비교적 온화한 조건에서 유리하게 효모를 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

(5) 균체의 성분분석

앞의 조건에서 배양한 건조균체의 일반성분을 분석한 결과 Tab. 5와 같이 *Candida tropicalis* 역시 단백질 함량이 50%이상으로써 비교적 영양가치가 높은 것으로 생각된다.

Table 5. General Compsition of Dry Yeast.

	Unit : %
Crude protein	51.1(%)
Lipid	2.1
Carbohydrate	41.9
Ash	4.5

4. 사료 제조를 위한 Semi solid Culture.

Semi solid한 상태에서 효모를 배양하므로써 여과, 균체분리와 같은 복잡한 과정을 거치지 않고 전분 가공공장에서 전분박으로 분리되는 semi solid한 상태에서 산당화후 증화하여 바로 효모를 배양하여 건조시켜 농후화할 수 있는 방법을 검토하였다.

(1) 산당화 및 증화방법의 검토

원료와 산용액의 비율을 1:3으로 해서 당화 했으며 증화시에 질소원을 보충하기 위하여 NH<sub>4</sub>OH로 증화하였다. 이때 증화 생성물로 생성되는 Fig 2와 같이 NH<sub>4</sub>Cl도 균의 생육에 적당한 것으로 나타났다. 그리고 이 NH<sub>4</sub>Cl의 농도에 따른 효모생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 NH<sub>4</sub>Cl의 농도를 조사한 결과는 Tab. 6과 같다. 표에서와 같

이 0.4%의 NH<sub>4</sub>Cl농도에서 가장 좋았으며 그 이상의 농도에서는 저해 현상을 나타내었다. 그래서 증화시 0.4% NH<sub>4</sub>Cl되게 NH<sub>4</sub>OH를 처리한 후에 NaOH로 증화하였다.

(2) 무기 영양원의 영향

Semi solid한 상태에서 균의 영양 요구도를 조사한 결과는 Tab 6와 같다. 질소원으로 증화시 NH<sub>4</sub>OH를 NH<sub>4</sub>Cl로써 0.4%되게 가했으며, K와 P원으로는 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.1%, Mg원으로써 MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O를 0.04%되게 가했을 때 가장 좋았다.

(3) 경시적 변화에 따른 상호관계.

상기의 결과에서 얻은 최적 조건에서 6~12시간 마다 세포의 증식, 당의 소모, pH의 변화, 암모니아태 질소의 경시적 변화를 조사한 결과는 Fig 5와 같다. 세포 증식은 배양후 12시간부터 42시간에 걸쳐 증식 되었으며 이 기간 동안에 균체의 증식이 거의 200배 정도로 증가되었다. 액체배양시와 비교해 볼때 균체의 증식이 느렸는데 이것은 이 상태에서의 효모생육에 알맞은 조건을 갖추어 주지 못하였기 때문이라 생각된다. 균체에 의한 당의 소비는 초기 당의 농도 9.8%에서 80.6%를 소비하였으며, 이것 역시 액체배양에 비교할 때 약

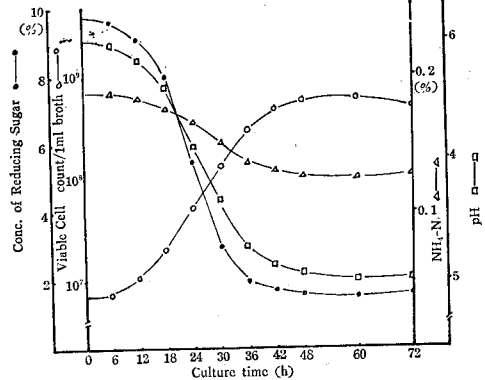


Fig. 5. Cell growth, NH<sub>4</sub>-N, Reducing Sugar, and Change of pH during the Cultivation

Table 6. Effects of Some Nutrients on the Growths of *Candida tropicalis* in Semisolid Fermentation

		Growth (×107Cells/ml)					
		0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
NH <sub>4</sub> Cl	Conc(%)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
	Cell number	36.8	38.4	40.2	38.2	36.2	34.4
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Conc(%)	0	0.05	0.10	0.15	0.25	0.30
	Cell number	40.0	41.4	42.2	40.0	36.0	30.0
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	Conc(%)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
	Cell number	42.0	43.2	44.2	40.0	36.0	32.8

Table 7. Chemical Composition of Fermented Corn Starch Cake

Composition	Unit : %					
	Moisture	Crude Protein	Fat	Cellulose	N-free extract	Ash
Corn Stach Cake	10.0	15.13	1.37	14.70	52.50	6.30
Fermented	10.0	17.43	2.02	3.76	60.89	6.90
Fermented+NalH-Treated Rice Straw	10.0	13.20	1.65	16.10	51.65	7.40

Table 8. Yeast Production With Acid hydrolyzate of Corn Starch Cake in the Semisolid Culture.

Hydrolysis				Yeast Cultivation.		
Pressure (kg/cm <sup>2</sup> )	HCl Conc	HCl/Corn Starch Cake (Ratio)	Reducing Sugar/ Corn Starch Cake	Sugar utilized/ Total Sugar	Cell wt/ Utilized Sugar	Cell wt/ Corn Starch Cake
1	2	3	45.0(%)	80.60(%)	15.30(mg)	19.13(%)

간 소비율이 낮은 것으로 나타났다. 그리고 pH는 6에서 4정도로 되었으며, 암모니아태 질소의 변화는 초기 농도 0.19%에서 0.12%로 감소하였다.

(4) 건조후 사료로써의 가치분석

Semi solid한 상태에서 효모를 증식시킨 후 수분10%의 수준으로 건조한 후의 화학적 성분은 Tab. 7과 같다.

표에서와 같이 조단백이 2.3% 증가되었으며, 실제적으로 전분박 자체에 있는 조단백이 효모단백으로 많은 양이 전환된 것으로 생각되며, semi solid한 상태에서 균체수율은 Tab. 8에서 나타난 바와 같다. 표에서와 같이 2% HCl에서 원료와 산용액의 비율을 1:3으로 하여 산당화 후 효모를 증식시켰을 때 효모의 당 소비 면에서 보면 원료에 대해서 13.9%의 건조효모가 존재할 것으로 추산된다. 그리고 이때 배양액 중의 알콜 생성량을 조사한 결과 알콜 생성이 전혀 없는 것으로 보아 소비되는 당은 거의 효모증식의 탄소원으로 이용된 것으로 생각된다.

한편 건조사료에서는 여과를 하지 않으므로 잔류당이나 여러가지 영양물질을 그대로 이용할 수 있고 특히 발효중간 대사산물로 생성되는 여러가지 유기산 성분이 존재하여 사료의 향미를 증진시키는 효과가 있다고 생각된다.

한편 발효후 건조를 용이하게 하기 위하여 소화율이 좋은 alkali처리 벧짚을 발효액과 10:1의 비율로 하여 건조했을 때의 화학적 조성은 Tab. 7와 같다. 그리고 대량 탱크 배양시에는 충분한 산소공급을 함으로써 보다 높은 수율이 기대되며 액체

배양시에서 필요한 여과 및 균체분리 과정이 없으므로 보다 경제적인 것으로 생각된다.

要 約

옥수수 전분박을 이용하여 식사료 효모를 생산하기 위하여 전분박의 산당화법을 검토하고 이 산당화액을 이용하여 liquid culture에서 식용효모, semisolid culture에서 사료효모를 생산하기 위한 배양조건을 검토한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 옥수수 전분박의 산당화시 가수분해제로는 염산이 황산보다 효과적이었으며, 염산 농도 1%, 압력 2.0kg/cm<sup>2</sup>에서 30분간 가수분해 시켰을 때 당화율이 57.2%로서 가장 좋았다.
- 2) 산분해시 원료와 전분박의 비가 1:10이상에서는 분해가 증가되지 않았으며 semisolid substrate를 만들기 위해서는 1:3의 비율이 적당하였다.
- 3) 6종류의 효모를 전분박 당화액에 배양시켰을 때 *Candida tropicalis*가 가장 좋았으며, 최적 초기 pH는 6이었으며, 최적온도는 30°C였다.
- 4) Liquid culture에서 *Candida tropicalis*의 무기 영양 요구도를 조사한 결과(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO 0.3%, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.15%, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.04%였으며, semisolid culture시에는 NH<sub>4</sub>Cl 0.4%, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.1% MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.04%를 가했을 때가 좋았다.
- 5) 식용 효모생산을 위한 액체배양에서는 초기 당 4%에서 88.75%를 소비하였으며, 원료에 대한 건조효모로써 19.13%의 수율을 보였다.
- 6) 사료효모를 생산하기 위해 semisolid한 상태에서 배양하였을 때 처리하지 않은 전분박에 비해

cellulose는 14.7%에서 3.76%로 감소하였으며, 전조효모는 13.89%가 생성되었다.

이 연구는 1976년도 문교부 연구조성비로서 실험한 결과이다.

### 參 考 文 獻

1. Wang. D.C.I: Chem. Eng, August 26, 99 (1969).
2. Shacklady C.A.: World rev. Nutri. Diet, 14, 154(1972)
3. Ogata. K.: Agr. Bio. Chem, 33, 1519(1969).
4. Coony C.L.: Adv. in Appl. Microbial, 15, 337(1972)
5. 松浦高橋: 日醸工, 51(783)
6. 高橋健: 化學と生物, 5, 661(1967)
7. 小林正泰: 日食品工業, 14(4), 53(1974)
8. 岩本活明: 日食品工業, 17(4), 53(1974)
9. 加藤清昭: 日醸協, 32(6), 219(1974)
10. M. Bae, B.H. Kim: Korean J. of Appl. Microbio. Bioeng. 1(1), 31(1973)
11. H.C. Yang, Y.J. Choi: Korean J. of Appl. Microbio. Bioeng. 2(2), 95(1974)
12. J.H. Yu, D.H. Oh: Korean J. of Appl. Microbio. Bioeng. 2(2), 83(1974)
13. J.Y. Yu, R. Yang, Y.M. Hong, C.K. Park: Korean J. of Appl. Microbio. Bioeng. 3(3), 135(1975)
14. Dawson, P.R., Greathouse, L.H and Gordon. W.O.: Yearbook of Agriculture, 199-200, Washington D.C., U.S. Government Printing Office (1950~1951)
15. Weaver. E.A., Heisler. E.G., Porges. N, McClennan, M.S., Tready, R.H., Howerton, W. W., and Cordon, T.C.: U.S. Dept. Agr. Bur. Agr. Ind. Chem., Eastern Regional Research Lab., AIC-350(1953).
16. Reiser, C.O.: J. Agr. Food. Chem, 2, 70(1954)
17. 京都大學農學部 食品工學教室編: 食品工學實驗書, 養賢堂, 東京, 上卷(1970)
18. Association of Official Ana. Chemists: Official methods of A.O.A.C. 297(1970)
19. N.K. Sung, J.K. Kim: Korean J. of Appl. Microbio. Bioeng, 4(1), 1(1964).
20. 友田宜孝: 酵母利用工業, 共立出版, 330(1964)
21. Fink. H. and Just F: Biochem. Z., 300, 84 (1938)
22. Seaman J.F. and Lock E.G.: Trade Journal, 123, 12, Sep 19(1946)