

## 海藻를 이용한 酵母製造에 관한 연구

조 한 옥 · 이 종 옥 · 채 수 규

방사선농학연구소 식품공학연구실  
(1973년 2월 26일 수리)

## Production of Food and Fodder Yeasts from Seaweed

by

Han-ok Cho, Chong-ouk Rhee and Soo-kyu Chae

Radiation Research Institute in Agriculture, Seoul

(Received February 26, 1973)

### Abstract

- 1) For the purpose of preparation of food and fodder yeasts from nonedible seaweed, two suitable *Candida* yeasts have been isolated from seaweed compost.
- 2) They had the ability of fermenting galactose, sucrose and glucose, and could not ferment maltose and mannit, but could assimilate mannit.
- 3) NaCl concentration from 1 to 2% had no remarkable effect on growth of yeast and the optimum pH was 4~5.
- 4) In the acid hydrolyzate of brown seaweed (*Ecklonia cava* Kjellman, *Sargassum fulvellum* AGARDH) an amorphous deposit was produced during storage after neutralization of media and its removal always delayed yeast growth, but addition of  $(NH_4)_2SO_4$  and  $NaH_2PO_4$  to media could increase the assimilation of reducing sugar and yeast yield.
- 5)  $Co^{60}$  gamma ray irradiation (dose rate : 1 Mrad/hr, BNL shipboard irradiator) of seaweed had not so much effect on the hydrolysis of carbohydrates and nitrogen compounds in seaweed but could increase the yeast production from seaweed hydrolyzate.
- 6) The yeast yield was 7~8 g of dry yeast per 100 g of seaweed by cultivation with jar fermentor.

### 서 론

1970년의 세계 인구 중 12억은 개발 국가에서 생활하면서 하루에 한사람이 3,020 Cal(적당)를 섭취하고 24억 인구는 2,200 Cal(부족)를 섭취하고 있고 단백질의 섭취는 개발 국가에서 하루에 한사람이 86g을 섭취하고 미개발 국가에서는 57g을 섭취하고 있는 실정이다.<sup>(1)</sup> 미개발 국가에서는 단백질 부족병(Kwashiorkor)이 증가되고 있다. WHO에선 성인의 경우 하루에 60~70g의 단백질 섭취를 권장하고 있다. 이와같이 부족되는 단백질을 농수산물의 증산과 석유 및 農工産 廢棄物과 未利用 資源의 醱酵에 의해서 공급해 보려는 많은 연구가 진행되고 있다. (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.)

미생물의 균체는 단백질이 풍부하여 효모균에서는 45

% 내외, 세균에서는 70% 내외이며 85% 이상에 이르는 것도 있다. 또한 그 단백질의 아미노산 조성은 양호하여 필수 아미노산이 풍부하므로 이것을 식용 또는 사료로 하는 연구가 오래전부터 이루어졌으며 독일에서는 제1차 대전때부터 이 문제를 중요한 연구 테마로 하였고 현재의 인공육에 상당하는 것을 효모균에서 만들어 국민 영양에 이바지 하였으며 그때 균체 배양의 자원으로는 木材糖化液과 亞黃酸 pulp 廢液을 사용하였다.

효모의 generation time (doubling time)은 약 두시간이고 세균은 더욱 짧다. 따라서 단위시간에 얻을 수 있는 균체의 양 즉 단백질의 양은 일 에이카 당 년간 0.6톤 밖에 수확할 수 없는 고등 식물인 대두나 500kg의 체중을 가지고 하루에 약 400g의 고기 밖에 생산 못하는 고등 동물인 소에 비하여 현저한 차가 있다. 미생물

의 균체를 생산하기 위하여는 값이 싼 탄소원과 황산암모늄, 요소와 같은 질소원이 있으면 충분함으로 대단히 경제적인 생산이 가능하며 또한 넓은 토지가 필요하지 않고 주야, 계절에 관계없이 공장 생산이 가능하기 때문에 농업의 공업화라고도 볼 수 있다.

著者들은 未利用 자원의 개발 목적으로 우리나라에서 대량으로 수집 가능한 非食用 海藻를 탄소원으로 한 효모 배양 실험을 시도 하였다. 海藻類는 식용 및 공업 원료로서, 풍부한 자원의 극히 일부가 이용되고 있을 뿐이다. 저자들은 해조류 중 褐藻의 유용 성분을 영양가가 많은 물질로 변조하여 식량원으로 이용하고자 藻體中の 성분을 배양원으로 하여 효모 제조를 시도하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

실험 재료 및 방법

1) 균주의 분리

동해, 남해 및 제주 지구의 海藻 堆積土壤 및 해조 부패물과 해조로부터 시료 30 여종을 수집하여 해조 성분의 養化 능력이 있는 균주를 분리하기 위하여, mannit를 유기 탄소원으로 하는 배지를 사용하였으며 그 분리 조작은 다음과 같다

가) 배지

사용 배지는 1l 당 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.5 g, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 1.5 g, NH<sub>4</sub>Cl 1.5 g, (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO 1.5 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 2.5 g, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 2.5 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.5 g, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 0.01 g, CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 0.01 mg, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 5 mg, MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 2 mg, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0.1 mg, mannit 20 g, yeast extract 100 mg을 함유한것으로 pH는 4.5 이다.

나) 1차 선별

전술한 배지에 시료 약 1g을 50 ml의 멸균수에 균일하게 섞은 후 그 상등액 0.2 ml를 평판 배지에 접종하고 30°C에서 3~4 일 간 배양함으로써 순수 분리하였다. 여기서 단일 colony를 싹 koji extract agar 사면배지에 옮겨서 보관하였다.

다) 2차 선별

위에서 분리한 균주 중 가장 잘 번식한 사면배지의 균주를 골라서 전술한 액체 배지 50 ml에 1白金耳를 접종하여 30°C에서 3 일간 진탕 배양한 (90 strokes/min)후 spectrophotometer를 이용 600 mμ에서 OD를 측정 한 후 세포 증식이 강한것 만을 선정하였다

라) 우수 균주의 동정

비교적 균체 증식이 좋은 두 균주를 2차 선별한 것 중에서 플라 형태적 특징, 배양 상태 및 생리적 성질에 관한 실험을 함으로써 그 결과에 따라서 판정하였다. (Table 1)

(a) pH농도에 따른 mannit 자화 실험

두 효모 균주가 다같이 pH 4~5에서 가장 잘 증식하였다. (Fig. 2)

(b) NaCl 농도가 효모 세포 증식에 미치는 영향

HCl 가수분해 후 중화 과정에서 NaCl이 생성됨으로

NaCl 농도별 효모 세포 생성량을 spectrophotometer를 이용 OD를 측정한 결과는 Fig. 1과 같으며 NaCl 농도가 1~3%에서는 효모 세포 증식에 별다른 영향을 주지 않았다.

2) 해조 시료

우리나라 해조는 비 식용 해조류도 200 여종에 년간 100 여 만톤이 수집가능한 것으로 추산되고 있으며 이 중에서 경제성이 있는 감태(Ecklonia cava Kjellman), 및 모자반(Sargassum fulvellum AGARDH)를 1972년 5월에 제주 지구에서 수집하여 세척, 탈염한 다음 풍건하고 분쇄하여 시료로 사용하였다.

3) 해조 시료의 일반 성분

일반법에 의하여 분석하였다.

4) 해조 성분 분해 실험

풍건 해조의 수분 함량을 70%로 조절한 것에 C<sub>60</sub> gamma ray (BNL shipboard irradiator, dose rate: 1 Mrad/hr)를 0, 5, 10, 15 Mrad 조사시킨 것과 또한 풍건 해조의 중량에 대하여 9 배의 증류수를 첨가하여 수화시킨 후 15 lbs에서 15 분간 열 처리한 것에 각각 0.5% 및 1% HCl을 10 배량(용량) 첨가하고 hot plate 상에서 교반하면서 7시간 분해시켰다. 분해시간에 따르는 분해 여액의 환원당과 조단백질량은 Fig. 4와 같다.

5) 해조 효모의 배양

1. Flask 배양에 의한 실험

Koji extract agar 배지를 이용하여 30°C에서 72 시간 사면 배양한 균주를 mannit 배지 50 ml가 들어있는 250 ml 삼각 flask에 3 백금이 접종하고 30°C에서 24 시간 진탕 배양하였다. 이와같이 전배양한 배양액 10 ml를 해조 배지 100 ml가 들어있는 500 ml 삼각 flask에 접종함으로써 배양액 1 ml 당 균의 농도가 약 1×10<sup>5</sup>~5×10<sup>5</sup> 되게하고 30°C에서 3 일간 진탕 배양 (90 strokes/min)하였다.

2. Jar fermentor에 의한 해조 효모의 배양

본실험에서 사용한 실험실 발효조의 용량은 30l이며 (Jar fermentor model MSJ-30l) 여기에 해조 기질 10l를 주입 살균한 후 전배양한 효모 약 1l를 접종함으로써 균의 농도를 1 ml 당 약 1×10<sup>5</sup>~5×10<sup>5</sup> 되게 하였고 통기 속도는 9l/min, 교반은 때때로 하였으며 30°C에서 3 일 간 배양하였다.

3. 균체의 회수 및 정제

배양이 끝난 배양액을 7,000 rpm에서 10 분간 원심분리하여 효모 cream 층과 모액을 분리하고 효모 cream 층에 acetone:petroleum-ether(3:1)혼합 용매를 5 배량 가하고 수분간 잘 교반한 후 원심분리하였다. 다음에 상층의 용매는 제거하고 침전된 균체는 재차 혼합용매, 50% ethanol 및 증류수의 순으로 세척하고 이 효모를 60°C에서 감압 건조시켰다.

4. 균체의 성분 및 아미노산 조성

조단백질 량은 일반법에 의하여 분석하였으며 아미노산 함량은 liquid chromatography 법에 의하여 분석하

였다.

(a) 시료의 처리

해조 효모 20 mg에 6 N HCl 5 ml를 가하여 vacuum sealing을 한 다음 110°C에서 48 시간 가수분해 하였다. 분해가 끝난 후 염산을 제거하기 위해 냉동 건조하고 pH 2.2의 sample dilution buffer로 전체 용량을 3 ml로 하였다.

(b) 아미노산 분석

시료액 중에서 0.3 ml 액을 취하여 Hitachi Liquid Chromatography Model 034를 이용 다음과 같은 조건으로 분석을 실시하였다.

① Buffer solution

Acidic amino acid → 0.35 M sodium citrate buffer (pH 3.25)

Neutral amino acid → 0.35 M sodium citrate buffer (pH 4.25)

Basic amino acid → 0.35 M Sodium citrate buffer (pH 5.28)

② Resin; Hitachi custom ion exchange resin.

No 2611—Basic amino acid

No 2612—Acidic/neutral amino acid

③ column은 acidic/neutral amino acid는 0.9×50 cm, basic amino acid는 0.9×15 cm column을 사용하였고 온도는 55°C, buffer speed는 60 ml/hr, ninhydrin speed는 30 ml/hr로 하였다.

6) 영양 염류 補足 배양 시험

산 당화액을 써서 효모를 배양할 경우 수득 효모는 황갈색을 나타냈다. 이것은 당화액의 색소류에 유래하는 것이라고 생각된다. 해조 산 당화액을 방지하면 서서히 암갈색의 침전을 생성하며 이것을 미리 제거하여 배양할 경우에는 효모 수량이 저하된다. 이것은 영양 성분의 결핍으로 생각됨으로 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>의 補足 배양 실험을 한 결과는 Table 2와 같다.

7) 선량에 따르는 해조 성분 자화 실험

풍건 해조에 C<sub>60</sub> gamma ray를 0, 5, 10, 15 Mrad (dose rate; 1 Mrad/hr)를 조사하고 선량에 따라 각각 최적 조건으로 산 분해한 후 전술한 바와 같이 flask 배양하였다. 배양액 중 환원당 (glucose로서) 및 조단백질의 잔존량과 효모 수량과의 관계를 조사해 본것은 Table 6, Fig. 3과 같다.

8) 해조 종류에 따르는 효모의 생산량

해조 중에서 감태 및 모자반을 7)의 방법대로 처리, 배양한 다음 해조 효모 수량 및 기질 중 환원당과 조단백질의 동화율을 균주에 따라 비교 실험하였다. (Table 6)

9) 해조 분해 잔사의 일반 성분

해조 산 분해 잔사를 비료나 사료로서의 이용 가능성을 타진하기 위하여 그 일반 성분을 분석하여 미 처리 해조의 성분과 비교하여 보았다. (Table 5)

결과 및 고찰

동해, 남해와 제주 지구의 퇴적 토양 및 해조 부패물과 해조로부터 50여종의 균주를 분리하고 이들 균주 중에서 해조 탄수화물의 자화 능력이 강한 Y-2503과 J-4-2 두 균주를 선정하였으며 Table 1에 표시한 바와 같이 *Candida sp.*로 생각된다.

Table 1. Properties of the selected yeast

Strain number	Y-2503	J-4-2	
Shape	oval & cylindrical	round to oval	
Size	(2.0~4.7)×(6.2~9.4)	(2.4~6.2)×(6.0~10.0)	
Fermentation of carbohydrate	galactose	+	+
	sucrose	+	+
	maltose	-	-
	glucose	+	+
	mannit	-	-
Assimilation of mannit	+	+	

이들은 galactose, sucrose, glucose는 발효시키나 maltose와 mannit는 발효시키지 못하였다. 또한 Y-2503과 J-4-2는 다같이 mannit의 자화능력이 있으며 대체로 mannit의 자화 능력이 클수록 해조 탄수화물의 자화 능력도 컸다.

해조 시료는 세척한 후에도 상당량의 염분을 함유하고 있을 뿐 아니라 방사선 처리나 염산 분해 후 NaOH로 중화함으로써 NaCl이 배양액 내에 생성된다. 따라서 이들 염분의 농도가 효모 증식에 미치는 영향을 본 결과는 Fig. 1에 표시한 바와 같다. Y-2503과 J-4-2가 다같이 NaCl 농도가 증가함에 따라서 그 증식이 저해되지만 특히 Y-2503에 있어서는 NaCl 농도가 1~3%에서는 그다지 저해를 받지 않았다. 그러므로 1% HCl에 의한 분해에서 부생되는 NaCl은 효모(Y-2503) 증식에 별다른 영향이 없다고 생각된다.

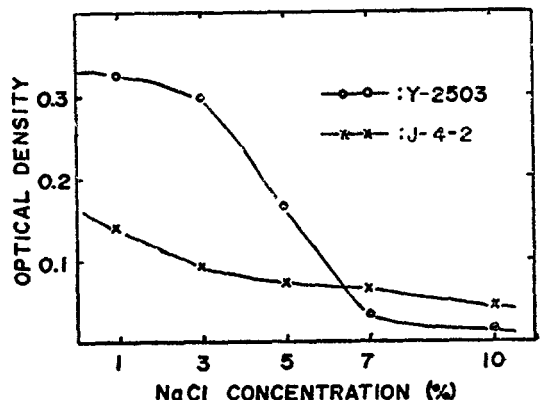


Fig. 1. Effect of NaCl on the growth of yeast

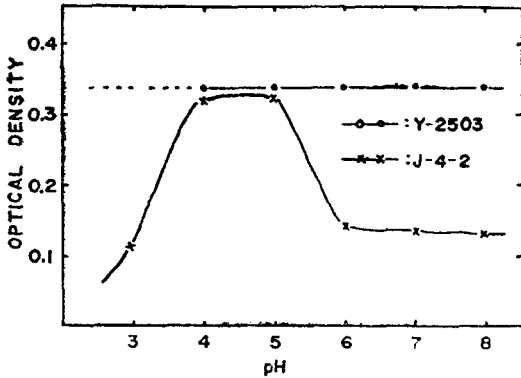


Fig. 2. Effect of pH on the growth of yeast

Y-2503 및 J-4-2의 최적 pH는 Fig. 2에 표시한 바와 같이 pH 4~5이지만 Y-2503에 있어서는 pH 2에서도 72시간 배양후의 증식은 pH 4~5의 그것과 같다. 그러나 초기의 증식이 pH 4~5에서 보다 약하였다. 이와같은 경향은 pH 6~8에서도 동일하였고 따라서 Y-2503은 72시간 배양에 있어서 pH의 영향을 크게 받지 않는것 같으나 J-4-2는 pH의 영향을 상당히 받고 있는것 같다.

해조를 염산 분해한 후 중화하면 암갈색의 침전이 생기며 이 침전은 인산염을 비롯한 기타 염류의 침전이라고 알려졌으며 이 염류를 배양액으로부터 제거하면 효모의 증식이 늦어진다. 그러므로 염류중  $(NH_4)_2SO_4$ 와  $NaH_2PO_4$ 를 첨가할 때는 당류의 자화율도 증가하였고 자화된 당류에 대한 효모 수량도 거의 100%였다. (Table 2)

본 실험에 사용한 해조는 감태(*Ecklonia Cava* Kjellman)와 모자반(*Sargassum fulvellum* AGARDH)이며 이들은 비 식용 해조로서 일반 성분은 Table 3에 표시한 바와 같다. 이들 성분 중 탄수화물의 이용이 중요하다고 보며

Table 2. The effect of nutrient salts on the growth of yeast strains in acid-hydrolyzate, the deposit removed (%)

Exp. No.	Nutrient salt g/100cc medium		Culture time (hrs)				Sugar assimilation %	Yield of yeast to the sugar %
	$(NH_4)_2SO_4$	$NaH_2PO_4$	24		48			
			Yield of yeast	Sugar left	Yield of yeast	Sugar left		
1	0	0	0.35	0.61	0.57	0.54	68.1	46.1
2	0.6	0	0.51	0.55	0.64	0.51	70.1	51.2
3	0	0.24	0.81	0.51	1.28	0.47	73.7	97.4
4	0.6	0.24	0.73	0.53	1.31	0.44	73.5	99.5

Table 3. Proximate composition of seaweed sample (%)

Seaweed	Moisture	Crude protein	Crude fat	N-Free extract	Crude fiber	Crude ash	Total sugar
<i>Ecklonia cava</i> Kjellman	15.7	16.6	1.26	50.1	3.42	12.97	17.5
<i>Sargassum fulvellum</i> AGARDH	15.2	9.1	1.80	54.1	7.3	12.59	19.5

효율적인 분해 방법이 강구되어야 할 것이다. 해조 탄수화물 및 질소 화합물의 분해 촉진을 목적으로  $Co^{60}$   $\gamma$ -ray를 조사하고 염산 분해한 후 여액 중 환원당과 조

단백질을 정량한 결과는 Table 4에 표시하였다. 모자반에 있어서는 방사선 처리 효과가 없었으나 감태에 있어서는 약간의 효과가 있음을 알 수 있었다.

Table 4. Effect of  $Co^{60}$ -gamma ray irradiation on hydrolysis of seaweed (%)

Seaweed	Content	Dose(Mrad)	0	5	10	15
<i>Ecklonia cava</i> Kjellman	Reducing sugar		1.01	1.12	1.16	1.16
	Crude protein		0.41	0.45	0.45	0.45
<i>Sargassum fulvellum</i> AGARDH	Reducing sugar		1.23	1.23	1.23	1.23
	Crude protein		0.50	0.50	0.50	0.50

해조에  $Co^{60}$   $\gamma$ -ray를 0, 5, 10, 15 Mrad 조사하고 동일한 조건으로 분해한 후 Y-2503과 J-4-2 두 균주에 대하여 당류 및 조단백질의 자화량과 효모 수량과의 관계를 표시한 것은 Fig. 3과 같다. 5 Mrad를 조사하였을 때가 대조구에 비하여 당류 및 조단백질의 자화 능력도 많았고 효모의 수량도 많았다. 절술한 바와 같이 방사선 조사에 의해서 환원당과 조단백질의 생성량은 별로 증가하지 않았으나 효모 수량에 있어서는 5 Mrad를 조사하였을 때가 상당히 증가하였다. 이 결과로 방사선 조사에 의해서 효모 증식을 촉진시키는 미지의 성분이 분해 생성된 것으로 생각된다.

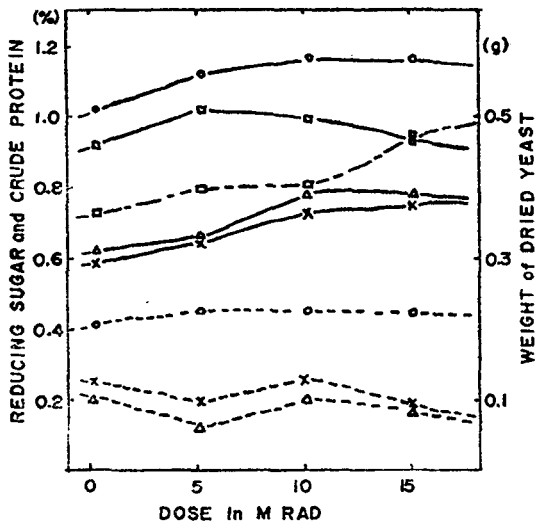


Fig. 3. Comparison of yeast yield between yeast strain and irradiation

- : Reducing sugar (before culture)
- : 2503, yeast yield (g/100 ml medium)
- .....□.....□..... : J-4-2, // // ( // // )
- △—△— : J-4-2, sugar left
- ×—×— : Y-2503, // //
- .....○.....○..... : crude protein (before culture)
- .....×.....×..... : Y-2503, protein left
- .....△.....△..... : J-4-2, protein left

해조 산 분해 잔사의 이용 가치를 타진하기 위하여 감태 및 모자반의 일반 성분과 비교 분석한 것을 Table 5에 표시하였다. 염산 분해 후에도 해조 잔사에는 조단

백질, 탄수화물, 회분 등이 상당량 남아있으므로 비료나 사료로서 이용 가능할 것이며 새로운 해조 탄수화물 분해 방법이 연구되어야 할 것이다.

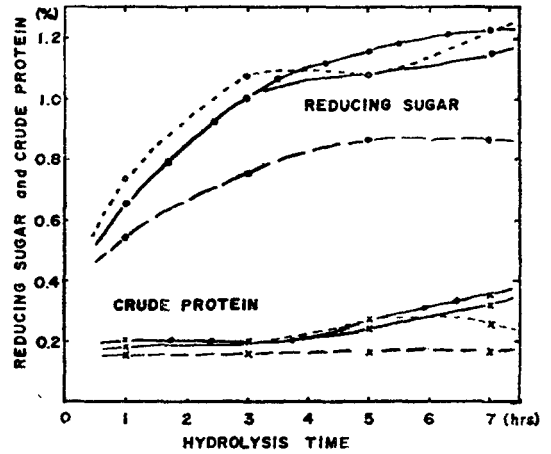


Fig. 4. Effect of irradiation, heat treatment after irradiation and conc. of HCl on seaweed hydrolysis

- ..... : Unirradiated, hydrolyzed by 1% HCl
- : 5 Mrad irradiated, hydrolyzed by 1% HCl
- ..... : Heat treated after 5 Mrad irradiation, hydrolyzed by 1% HCl
- : 5 Mrad irradiated, hydrolyzed by 0.5% HCl

백질, 탄수화물, 회분 등이 상당량 남아있으므로 비료나 사료로서 이용 가능할 것이며 새로운 해조 탄수화물 분해 방법이 연구되어야 할 것이다.

Table 5. Proximate composition of hydrolyzed seaweed residue

(%)

Seaweed	Moisture	Crude protein	Crude fat	N-Free extract	Crude fiber	Crude ash	Total sugar
Hydrolyzed residue of E.C.K.	10.28	10.27	3.91	55.51	14.40	5.63	9.41
<i>Ecklonia cava</i> Kjellman (E.C.K.)	15.95	11.04	1.29	51.34	8.57	11.81	18.01
<i>Sargassum fulvellum</i> AGARDH	17.95	9.54	1.51	48.82	9.61	12.57	15.37

방사선 처리한 해조 분해물에 Y-2503 과 J-4-2 를 접종하고 flask 및 jar fermentor 에 의하여 효모를 배양한 결과는 Table 6, 7 에 표시하였다. 일반적으로 flask 배양

할 때는 당류 및 조단백질의 자화율이 떨어졌고 jar fermentor 에 의한 배양에서는 증가 하였다.

Table 6. Comparison of yeast yield among the strain, seaweed and irradiation (%)

Seaweed	Dose (Mrad)	reducing sugar	Crude protein	Strain	Sugar left	Sugar assim. %	Protein left	Protein assim. %	Yeast yield
<i>Ecklonia cava</i> Kjellman	0	1.014	0.412	Y-2503	0.594	42	0.247	40	0.458
	5	1.124	0.453	//	0.652	42	0.186	59	0.511
	10	1.159	0.453	//	0.739	36	0.268	41	0.501
	15	1.159	0.453	//	0.761	34	0.186	59	0.472
<i>Sargassum fulvellum</i> AGARDH	0	1.232	0.495	//	0.906	26	0.350	29	0.312
	5	1.232	0.495	//	0.869	30	0.268	46	0.308
	10	1.232	0.495	//	0.906	26	0.350	29	0.352
	15	1.232	0.453	//	0.956	22	0.268	41	0.318
<i>Ecklonia cava</i> Kjellman	0	1.014	0.421	J-4-2	0.616	39	0.206	50	0.358
	5	1.124	0.453	//	0.652	42	0.124	72	0.397
	10	1.159	0.453	//	0.797	31	0.206	55	0.397
	15	1.159	0.453	//	0.779	33	0.185	59	0.488
<i>Sargassum fulvellum</i> AGARDH	0	1.232	0.495	//	0.869	28	0.371	23	0.233
	5	1.232	0.495	//	0.869	23	0.330	33	0.227
	10	1.232	0.495	//	0.906	26	0.371	23	0.226
	15	1.232	0.453	//	0.978	21	0.309	38	0.356

Table 7. Cultural experiment with the acid hydrolyzate prepared under the maximum saccharifying condition

Culture time (hrs)	0		72				
	Reducing sugar (%)	Crude protein (%)	Yeast yield (g)	Sugar left (%)	Protein left (%)	Sugar assim. (%)	Yield of yeast to the sugar (%)
*Y-2503	1.12	0.45	0.52	0.65	0.19	42	45
J-4-2	1.12	0.45	0.40	0.65	0.12	42	35
**Y-2503	1.09	0.44	0.71	0.50	0.16	53	65

\* : Flask culture

\*\* : Jar fermentor culture

이와같은 결과는 배양 중 통기량에 관계하는 것이라고 생각되며 jar fermentor 배양에 있어서도 배양 중 통기량의 조절과 교반 방법이 효모 생산에 크게 영향 될 것으로 본다. 또한 Y-2503 의 한 균주만 접종할 것이 아니라 수종의 균주를 접종시킴으로서 탄수화물의 이용률을 증가시킬 것으로 생각한다. 일반적으로 당질을 기질로 할 때는 탄화수소(석유)를 원료로 할 때 보다 산소의 공급량이 적은 것으로 알려졌으며 MIT 의 Dr. Wang<sup>(10)</sup>에 의하면 탄수화물을 원료로 할 때는 균체 1g 당 산소 1g 가 필요하며 그 발열량은 3.8 Kcal 이지만 n-paraffin 을 사용하면 균체 1g 당 3.3g 의 산소가 필요하며 발열량은 7.8 Kcal 라고 한다. 따라서 해조 탄수화물이나 기타

탄수화물을 기질로 하여 효모를 생산할 때는 탄화 수소(석유)의 경우보다 공장의 기계 설치 면에서 볼 때 유리하다고 본다.

단세포 단백질은 합성 단백질이 아니고 자연 단백질이지만 단백질의 아미노산 종류와 그 양, N.P.U.(net protein utilization), T.D. (true digestibility), B.V. (biological value)에 대하여 연구되어야 하며 해조 효모의 아미노산 종류와 양을 분석한 것은 Table 8 에 표시한 바와 같다. 균주에 따라서 아미노산의 양이 틀리며 석유 단백질에서도 부족되기 쉬운 methionine 의 함량이 적다. 부족되는 아미노산의 생성은 배양 조건과 배양액의 개선으로 보충될 것으로 생각한다.

Table 8. Amino acid content of seaweed yeast (% total protein)

Amino acid	Y-2503	J-4-2
Aspartic acid	14.78	10.12
Threonine	3.66	3.91
Serine	12.72	11.48
Glutamic acid	20.66	24.50
Proline	8.13	12.25
Glycine	5.87	6.32
Alanine	13.44	14.44
Valine	1.61	1.64
Isoleucine	2.03	1.04
Leucine	5.55	2.90
Lysine	11.54	11.40
Methionine	trace	trace
Tyrosine	//	//
Phenylalanine	//	//
Histidine	//	//
Arginine	//	//

## 요 약

비 식용 해조로부터 식용 및 사료용 효모를 제조하기 위하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 해조 탄수화물 자화 능력이 강한 효모 균주 Y-2503, J-4-2를 해조 퇴적물로부터 분리하였다.

2) 분리된 효모 균주는 galactose, sucrose, glucose의 발효력은 있었으나 maltose와 mannit의 발효력은 없었으며 mannit를 자화시킬 수 있었다.

3) 1~2% NaCl 농도는 효모 증식에 별 영향이 없었으며 최적 pH는 4~5였다.

4) 해조 분해물에서 pH 4~5일때 침전물을 제거한 배양액에 있어서는  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ 의 첨가가 당질의 자화와 효모 수량을 증가시켰다.

5)  $\text{Co}^{60}$  gamma ray 조사(dose rate: 1 Mrad/hr. ENL shipboard irradiator)는 해조의 탄수화물 및 질소 화합물의 분해를 별로 증가시키지 못하였으나 효모 수량은 상당히 증가되었다.

6) Jar fermentor에서 효모를 배양한 결과 건물 해조에 대하여 7~8%의 건물 효모를 생산할 수 있었다.

## 참고문헌

- 1) 西川哲三郎: 日本獸醫學會誌, 23, 51 (1970).
- 2) 經集部: 糖醇協會誌(日本), 28 (2), 30 (1970).
- 3) 山田浩一: 化學と工業(日本), 23 (10), 1237 (1971).
- 4) 西川哲三郎, 田中庸雄, 山根哲夫, 本田博信: 日本畜産學會報, 41, 569 (1970).
- 5) 山田浩一: 化學と工業(日本), 24 (1), 47 (1970).
- 6) 樹田淑郎: 日本食品工業學會誌, 17 (2), 80 (1970).
- 7) 富安行雄, 錢谷武平: 日本農藝化學會誌, 25, 406 (1951).
- 8) 富田淑郎, 錢谷武平: 日本農藝化學會誌, 25, 419 (1951).
- 9) 龜岡暎一: 畜産の研究, 24 (1), 188 (1970).
- 10) Wang, D.I.C.: Chem. Eng., 26, 99 (1968).
- 11) Mony, G. S., Prasad, G. and Srinivasan, S.: J. Inst. Eng. Ind., 50 (2), 19 (1970).
- 12) Takahashi, J., Uomura N. and Ueda, K.: Agr. Biol. Chem., 34, 32 (1970).
- 13) Shacklady, C. A.: Outlook on Agr., 6 (3), 102 (1970).