

산업폐수의 처리 및 이용에 관한 연구

(제 1 보) 효모균주의 분리와 이에 의한 유기성폐수의 처리에 관하여

李康治·任聖參·朴泰源

仁荷大學校

(1977. 4. 2. 수리)

Purification and Utilization of Industrial Waste Water Using Microorganism

(Part 1) Isolation of the yeast strain from organic waste water and its use on waste water treatment

Kang Heup Lee, Sung Sam Yim and Tai Won Park

Inha University

(Received April 2, 1977)

Summary

The yeast strain was isolated from food industry waste water and its identification and biological characteristics were investigated. The optimum condition for cultivations and its activities for the reduction of B.O.D. on the food industry waste water were also confirmed. The results are as follows;

- 1) The isolated was identified as *Candida curvata*.
- 2) *Candida curvata* grew well in all of the experimented media, so and it can be regarded as a useful strain in the treatment of food industry waste water.
- 3) There was only a slight difference in the induction period between sterilized cultivation and unsterilized cultivation. But in the ice cream waste water, the period was considerably longer in unsterilized cultivation.
- 4) Specific rate of growth of *Candida curvata* in sugar waste water was 0.50/hr, ice cream waste water 0.50/hr, and beer waste water 1.0/hr.
- 5) Increasing of inoculum reduced the induction period in unsterilized cultivation.
- 6) The amount of dried yeast from sugar waste water were 175mg/l, ice cream waste water 628mg/l, and beer waste water 857mg/l. Crude protein content in the dried yeast from sugar waste water were 52%, ice cream waste water 54%, and beer waste water 54%.
- 7) The rate of BOD reduction in sugar waste water were 49%, ice cream waste water 80%, and beer waste water 64%.

서 론

근래, 산업의 급격한 발달로 인하여 각종 환경

오염이 문제되고 있고, 이러한 공해의 주요인의 하나로서 공장의 폐수에 의한 수질오염을 들수 있음은 주지의 사실이다. 현재, 이러한 산업폐수의

처리방법으로는 물리적, 화학적 및 생물학적 방법이 있고, 실제의 폐수처리에 있어서는 일반적으로 이들 방법들이 조합되어 사용되고 있으나, 특히 유기성 폐수의 경우에는 생물학적 방법이 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다.

미생물에 의한 생물학적 방법은 자연계에서 이미 영위(營爲)되고 있는 생물에 의한 유기성 오탁(汚濁)물질의 스스로의 정화작용을 인위적으로 행하고자 하는 방법이므로, 2차적인 공해의 발생이 적고, 경제적으로도 유리하다. 그러므로 유기성 산업폐수 가운데 특히 식품계 공업폐수와 같이 성분을 예히 집작할 수 있는 성분을 포함하고, 더욱 유해(有害)한 물질을 별로 포함하지 않는 폐수의 경우, 폐수중의 영양분을 원료로 하여 효모등의 균체를 성장시켜, 폐수중의 유기성분 곧 오탁성분을 경감(輕減)케 하고 더하여 균체를 회수, 이용하는 방법, 다시 말하면 재이용 가능한 부산물까지도 생성하는 폐수처리법이 이상적 방법일 것이다.

이러한 연구로는 크게 둘로 나눌수 있어서 하나는 폐수를 보통의 방법으로 처리하였을 때의 부생성물, 예를 들면 활성오니법(活性汚泥法)에서의 여잉(餘剩)오니, 혐기성소화법(嫌氣性消化法)에서의 배탄가스등을 이용하는 방법과 또 하나는 폐수 또는 폐액 그 자체를 전혀 다른 형태로 적극적으로 이용하는 방법으로서 그 주요 연구를 들면, 효모 제조 폐액으로 부터 비타민 B₁ 및 B₆¹⁾, 주류(酒類)증류 폐액으로 부터 사료²⁾, 감자 전분 폐액에서의 *Torula* 속 배양³⁾, Cheese제조시의 부산물 Whey에서의 *Saccharomyces*속 배양⁴⁾ 알코올 증류 폐액에서의 효모배양⁵⁻⁷⁾, Steffen 폐액에서의 효모 배양⁸⁾, 아황산 팔프 폐액에서의 *Mycotorula* 속등 사료용 효모배양^{9,10)}, 아미노산 제조폐액에서의 효모배양¹¹⁾, 야채 통조림공장에서의 젖산균 생산¹²⁾, 알코올등 증류폐액에서의 사상균(絲狀菌)^{13,14)} 및 *Chlorella* 배양¹⁵⁾, 하수(下水)에서의 효모배양¹⁶⁾, 팔프 및 제지공장 폐수에서의 효모배양¹⁷⁾ 그리고 Inositol 폐액 및 두부공장 폐수에서의 효모배양¹⁸⁾ 연구등이 있으며, 이들 연구의 대부분은 폐액에서의 이용에 관한 것으로 폐수의 이용에 관한 것으로는 상기 가운데서도 몇 예¹⁶⁻¹⁸⁾가 있을 뿐이다.

본 연구에서는 산업폐수 가운데 유기성폐수인 설탕, 맥주 및 Ice cream공장 폐수에서 유용한 미생물로서 효모균주를 분리, 동정하고, 선정효모에 의하여 위의 세 공장 폐수를 처리, 정화함과 동시에, 유용균체를 얻기 위한 기초적인 실험으로서 멸균

조작의 유무, 영양원의 첨가, 증식속도등 균체배양조건, BOD저하율등을 검토하여 몇가지 결과를 얻었으므로 이에 보고하는 바이다.

실 험

I. 시 료

시료로는 다음 식품공장에서 배출되는 3종의 폐수를 실험에 공하였다.

- ① 설탕공장
- ② Ice cream공장
- ③ 맥주공장

시료의 채취는 각 공장내 폐수처리시설에 들어가기전 일차로 폐수를 모아 두는 저장조에서 행하였다.

II. 실험방법

1) 시료의 분석

시료의 외관, 투시도, pH, 총고형물, 부유물및 BOD등은 Standard Method¹⁹⁾를 참고하여 공장폐수시험방법²⁰⁾에 의하여 각각 측정하였고, 총질소량은 Kjeldahl법, 당분은 Somogyi 변법²¹⁾에 의하여 각각 분석하였다.

2) 균분리

수집 시료별 1l당 (NH₄)₂SO₄ 1.0g, KH₂PO₄ 0.25g, K₂HPO₄ 0.25g, Yeast ext. 0.5g을 보강하고 pH 5.0으로 조정한 다음 그 50ml을 500ml shaking용 flask에 취하고 30°C에서 24시간 Yeciprocal shaker에서 진탕배양(oscillation 120/min., stroke 5cm)하는데 단위시간에 따른 생육속도가 빠른 균주만을 집식(集殖)시킨후 Dilution pour plate method로서 순수분리하였다.

3) 선정균주의 동정

Iizuka 方法²²⁾을 참조하여 Lodder의 The yeast, a taxonomic study²³⁾에 따라 형태학적, 배양학적, 생리학적 제특성을 검토하여 동정하였다.

4) 선정균주의 배양조건

① 균주의 시료에 대한 적응성—500ml Erlenmeyer flask에 폐수 50ml을 취하고 멸균후 initial pH 5.0으로 한후 중균 0.5ml씩을 넣어 30°C의 진탕배양기에서 2일간 배양한후, 현미경으로 관찰하였다.

② pH—맥주공장 폐수에 initial pH 4.5, 5.0, 5.5로 조정하여 시간의 경과에 따른 변화를 관찰하였다.

③ 온도—맥주공장 폐수 1l에 무기영양원을 넣고 pH 4.5로 조정한후, Roux flask에 100ml씩 넣고 청해면으로 봉하고 멸균후, 중균 2ml씩 집

중하고 Multiroll incubator에서 20, 25, 30, 35, 40°C에서 각각 2일간 배양하였다.

④ 교반—aeration에 의해 생기는 거품이 생기는 정도에 따라, 그속도를 600~900 r.p.m.으로 행하였다.

⑤ Aeration—산소를 0.2 v/v/m. (O₂ volume/medium/min.)으로 공급하였다.

⑥ 무기영양원—폐수 1l에 (NH₄)₂SO₄ 1g, KH₂PO₄ 0.5g, MgSO₄·7H₂O 0.5g 및 Yeast ext. 500mg를 첨가하였다.

⑦ 종균접종량—종배양한 균을 폐수 3l의 1% (v/v%)에 해당하는 30ml (45×10⁷/ml)을 접종하였다.

5) 배양실험

① 장치—실험장치는 일본 Marubishi 사제 Fermenter (Model MD 500)를 사용하였다 (Fig. 1) 이 장치를 간단히 설명하면, 외통의 상, 하부의 판은 stainless steel로 되어 있고, 그 중간 둘레는 경질 glass jar로 되어 내부 관찰을 할수 있으며, 그 용량은 10l이다.

pH는 발효조 내부에 장입된 electrode에 의해 자동 측정되어 알칼리 및 산 용액발브가 자동적으로 각각 개폐, 첨가되므로서 임의의 pH로 자동, 조절된다.

온도는 하부의 stainless판이 이중(二重)으로 되어 있어 그속을 냉각수가 통도되게 되어 있고, 이 냉각수의 흐름을 차단 또는 통과시키는 발브가 부착되어 있으며, 판 아래에는 히-터가 붙어있어 발효조 내부의 thermocouple에 의해 감지된 온도의 변화에 따라 냉각수 발브의 개폐와 히-터가 자동적으로 작동되어 20~50°C범위내에서 ±1°C 이내로 임의로 조절할수 있게 되어 있다.

교반은 하부에 부착된 모-터에 의해 impeller가 회전하며, baffle plate는 3개 부착되어 있다.

Aeration은 발효조 하부의 구멍뚫린 ring을 통한 산소에 의한다.

② 종배양—Malt배지 50ml을 500ml Erlenmeyer flask에 넣고, 청해면으로 봉한후, 15 psig, 120°C의 가압솥에서 15분간 살균하고 이를 30°C까지 냉각한 후, 위의 II. 실험방법 2) 및 3)과 같이 분리, 동정되어 stock culture되어 있는 종균을 접종하여 30°C의 진탕배양기 (120 oscillation/min., stroke 5cm)에서 2일간 배양하였다. 이와 같이 배양된 액 0.5ml을 위와 동일한 조작으로

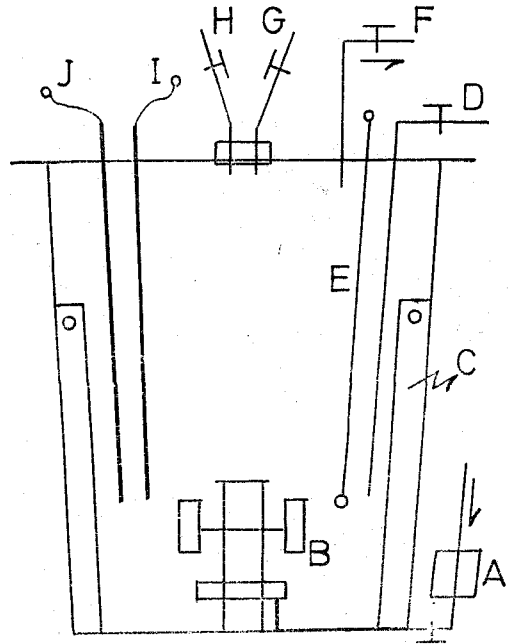


Fig. 1. Fermenter (Model MD 500, Marubishi Co)

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| A: Oxygen Inlet(filter) | B: Impeller |
| C: Baffle plate | D: Sampling line |
| E: Thermometer | F: Oxygen outlet |
| G: pH control line | H: Inoculation line |
| I: Thermocouple | J: pH-meter |

접종, 동일한 조건으로 2일간 배양하는 과정을 2회 반복하여 3회째의 배양액을 종균으로 사용하였다.

③ 주배양

① 멸균배양—폐수 3l을 4l beaker에 넣고, 무기영양원을 넣은후, 가압솥에서 15 psig, 120°C로 15분간 살균하고 발효조도 동시에 가압솥에 연결시켜 동일한 조건에서 살균한후, 멸균된 폐수를 발효조에 넣고, 30°C까지 냉각한후, 종균 일정량을 접종하고 교반시키면서 pH를 조절, 자동조절케 하고 산소 통기하, 30±1°C로 유지하면서 균수 측정에 의해 증식이 그 이상의 변화가 없을 때까지 배양하였다.

② 비멸균배양—폐수 3l을 발효조에 넣고, 무기영양원을 넣은후, 30°C에서 종균 일정량을 접종하고 이후, 위①와 동일한 조건에서 배양하였다.

④ 균수측정—2~3시간 마다, 멸균한 pipett으로 배양액을 소량, 채취하여 상법에 따라 Hemacytometer로 균수를 측정하였다.

6) 균체의 회수 및 조단백함량

① SV(자연침전관)에 의한 회수——발효 종료 후, 배양액 1l을 1l mess cylinder에 넣고 시간의 경과에 따른 자연침강의 균체량을 측정하였다.

② 원심분리에 의한 회수——발효종료후, 배양액 50ml을 원심침전관에 취하고 3,500 r.p.m.으로 15분간 원심침전시킨 후, 상등수를 경사해버리고 침전물에 증류수를 가하여 50ml로 하고 잘 교반 후, 다시 전과 똑같이 원심침전시키는 조작을 2회 반복하고 얻은 균체를 40°C, 40~60 mmHg에서 2일간 진공건조시켰다.

③ 균체의 조단백함량——상법에 따라 Kjeldahl 법에 의한 총질소량에서 산출하였다.

결과 및 고찰

I. 시료의 분석

시료의 외관등 분석결과는 Table 1과 같다.

Table 1에서 보면, 균주배양에서 가장 중요한 비중을 차지하는 질소성분함량은 20ppm 내외로서 극히 적은 함량을 나타내고 있어 효모의 증식에는 크게 미달하여 보조영양원으로서 질소성분을 필요로 함을 알 수 있고, 자화하기 쉬운 전화당은 Ice cream 폐수에서만 비교적 상당한 함량을 나타낸데 반하여 그 외의 폐수에서는 극히 적거나 흔적으로서 이 또한 효모의 증식에는 induction period가 길것이 예상되며 실험결과는 모다 이를 나타내고 있다. COD 및 BOD값은 표에는 나타내지 아니하였으나, 처리전 폐수이므로 일반적 폐수 성상²⁴⁾의 범위와 대동소이하였다. 따라서 미생물처리에 적합한 유기성폐수임을 알 수 있다.

Table 1. Composition of waste water

Sample	Waste water		
	Sugar	Ice cream	Beer
Appearance	Light brown	Light milk white	Light grey
Odor	Molasses	Odorless	Yeast
Transparency (cm)	2.0	1.7	2.1
pH	7.4	5.8	4.0
Total Solids (ppm)	626	856	1,072
Suspended Solids (ppm)	110	89	510
Total Nitrogen (ppm)	15.4	26.6	20.3
Invert Suger (%)	0.02	4.73	Trace

II. 균주의 분리 동정

① 우수균주의 분리선정

3개 공장 폐수 시료를 각각 24시간 진탕배양 후 Dilution agar plate 상에 나타난 Colony를 관찰하고 그의 생육속도가 빨라서 균의 밀도가 큰 것을 분리하고 이것들을 같은 방법으로 3회 반복 시험하여 우수한 증식율을 갖는 것으로서 Ice cream 공장 폐수에서 M-7663 strain을 선정하였다.

② 선정균주의 동정

선정된 M-7663 strain은 growth factor의 첨가 없이도 증식상태가 좋았고 당류발효성은 없고 여러당류의 자화성이 있어서 다음과 같이 *Candida curvata*로 동정하였다.

Identification:

The results of the identification and the sources of isolation of the yeast strain (M-7663) from ice cream waste water is shown in following description.

Taxonomical characters of this yeast agreed with standard description of *Candida curvata* given by Lodder²³⁾.

Growth in malt extract: After 3 days at 30°C cells are oval occasionally long-oval, (3~4.5 × 4.5~8.5)μ. Single. a thin, dull, slightly wrinkled, creeping pellicle is formed and a sediment. After one month at 17°C a sediment and a thin, white, slightly wrinkled, pellicle are present.

Growth on malt agar: After one month at 17°C the streak culture is yellowish, dull, much folded, the border is surrounded by pseudomycelium.

Sporulation: Not observed.

Slide culture: Pseudomycelium is well developed. The cells are long. The pseudomycelium is much branched. Cells are very long, but septa are not formed.

Fermentation: Glucose, Galactose, Sucrose, Maltose, Lactose and Trehalose are not fermented.

Sugar assimilation: Glucose, Sucrose, Maltose, Cellobiose, Trehalose, Lactose, Raffinose, Soluble starch, Xylose, Ribose, Rhamnose, Glycerol, Erythritol, Ribitol and Inositol are assimilated. Sorbose, Mellizitose and D-arabinose are variable. L-arabinose, Melibiose, Inulin and Galactitol are

not assimilated.

Assimilation of potassium nitrate: Negative.

Ethanol as sole source of carbon: Growth occurs. A pellicle is formed.

Growth in litmus milk: Growth occurs. But color not changed.

Growth in vitamin free medium: Growth occurs.

Starch-like substance production: Negative.

Splitting of arbutin: Slightly positive.

III. 선정균주의 배양조건 구명

① 균주의 시료에 대한 적응성—발효조 용량이 비교적 대량이므로, 선정균주의 flask 규모에서의 적응성을 본 바, 시료인 3종의 폐수는 모다 양호한 증식상태를 보였으며, 타의 유기성폐수로서 피혁공장 및 제지공장폐수의 경우, 각각 거의 적응성이 없거나, 있어도 미미하여 위 3종의 폐수에 대하여 발효조에서의 실험에 공하였다.

② pH—배양시의 시간경과에 따른 액성변화를 맥주공장폐수에서 initial pH 4.5, 5.0, 5.5로 하여 예비실험한 결과는 Fig. 2와 같고, pH 5.0

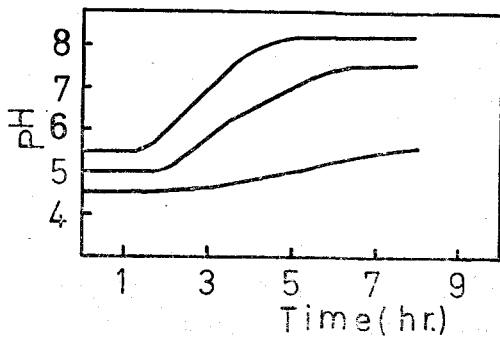


Fig. 2. pH variation in induction period.

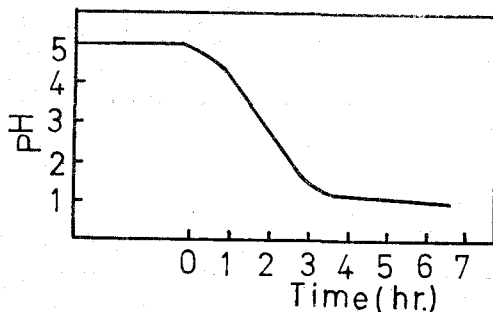


Fig. 3. pH variation in logarithmic period.

으로 조절하여 배양한 경우의 pH변화는 Fig. 3과 같다.

Fig. 2를 보면, pH 4.5에서 출발한 경우가 변화가 적고, 생육초기에는 배양액이 알칼리성으로 변화함을 보여주고 있으며, Fig. 3에서 보면 생육이 활발해지면, 산성으로 변화함을 보여주고 있다. 이는 Wasserman이 "whey utilization"⁴⁾에서 지적한바와 비슷한 양상을 보여주고 있어서, pH상승의 원인은 폐수속의 단백질이 분해되어 발생한 암모니아에 기인하는 것으로, pH 저하의 원인으로서는 질소원인 암모늄염에서 유효질소를 미생물이 이용하여 생기는 잔유기(殘有基)로 인한 것으로 추정되므로, pH조절에 특히 유의하여야 함을 보여준다 하겠다.

또 선정균주의 optimum pH는 4.5~5.5에서 가장 양호한 증식상태를 보여, 효모의 일반적인 pH 범위를 넘지 아니하였다.

③ 온도—선정균주의 배양최적온도는 30°C에서 가장 증식상태가 양호하였다.

④ 교반—aeration에 의해 생성되는 거품을 없애는데 타의 약제나, 장치로서 Waldhof type fermenter를 사용하지 않고, 교반에 의존하였으므로, 거품이 생기는 정도에 따라 600~900 r.p.m.으로 행하였고 이 교반속도로서 농도기울기의 배제와 산소공급량도 충족시킬수 있음을 DO-electrode로 확인하였다.

⑤ Aeration—Maxon과 Johnson²⁵⁾이 구한 효모의 배양최적조건하의 일반적인 산소요구량 4.8~5.2 mM O₂/l/min.을 "whey utilization"에서의 배양액 55l당, 30l 공기/min.로 aeration하고 600 r.p.m.으로 교반시의 산소요구량인 5mM O₂/l/min.을 만족시킨 결과에 대응하여, 본 실험조건으로 환산, 0.327l O₂/min.을 얻고, 이 필요질대량보다, aeration양은 많아야 하므로, 0.6l O₂/min. 즉 0.2 v/v/m.으로 행하여 비멸균배양에서의 효모만이 존재하지 않을 때의 산소요구량까지도 충족시킬수 있음을 또한 확인하였다.

⑥ 무기영양원—폐수에서의 선정균주의 영양요구성은 (NH₄)₂SO₄ 0.1~0.5%, KH₂PO₄ 0.05~0.1%, Yeast extract 0.05~0.1% 범위내이었다. 이들 보조영양원은 무첨가시 induction period가 장시일입은 물론, 증식상태 또한 거의 볼 수 없으며, MgSO₄·7H₂O는 0.05~0.1범위에서 별로 증식에 큰 영향을 주지 않았으나, 배지중에 부족한 성분으로 첨가된 것이다.

IV. 주배양실험

1) 설탕공장폐수

㉔ 설탕공장폐수에 대하여 주배양실험한 성장곡선은 Fig. 4와 같다.

Fig. 4에서 보면 induction period가 비멸균시에 비하여 멸균시가 짧아짐을 보이고는 있으나, 모다 그 범위는 1.5~2.0시간으로서 큰 차이가 없으며 타의 맥주공장폐수에 비하여 비교적 단시간인 것은 소량이나마 당분의 존재에 기인하는 것으로 추정되며, logarithmic period가 3.0~3.5시간으로 단시간이면서, 균체의 증식량 또한 많지않음을 보여주고 있어서, 유기영양분의 부족에 기인하는 것으로 추정된다.

최대비증식속도는 멸균시 0.55/hr, 비멸균시 0.5/hr.로서 대차 없음을 보여주었으나, 배양시간은 타의 2종의 폐수에 비하여 짧은 것이 특색이었다.

㉕ 비멸균배양(5시간)후의 균체회수결과는 ① 36시간 침전시킨 SV의 양은 3.8 ml/l, ② 원심분리된 균체의 부피는 0.98 ml/l ③ 건조균체의 무게는 175mg/l ④ 균체중의 조단백합량은 52% ⑤ 폐수의 BOD 제거율은 49%이었다.

이를 보면 SV에 의한 회수조작은 타의 2종에 비하여 가장 장시간을 요하여 원심분리에 의하지 아니하고는 분리가 곤란함이 특색이었다.

또 BOD는 타의 2종의 폐수에 비해 낮아 비교적 유기영양원도 적다고 볼수 있어, 배양이 가장 smooth 하였으나, BOD 제거율은 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 효모가 자화할수 없는, 폐수의

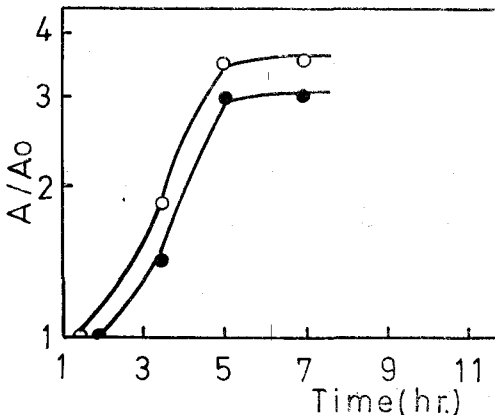


Fig. 4. Growth curve of isolated yeast strain in sugar waste water.

- Sterilized cultivation; Inoculum $A_0=4.25 \times 10^6$
- Unsterilized cultivation; Inoculum $A_0=4.25 \times 10^6$

성분, 예컨대 원당을 정제할 때 생기는 색소등에 기인하는 것으로 추정된다.

2) Ice cream 공장폐수

㉔ Ice cream 공장폐수에 대하여 주배양실험한 성장곡선은 Fig. 5와 같다.

Fig. 5에서 보면 induction period가 멸균시 1시간, 비멸균시 약 6시간으로 비멸균시에 비하여 멸균시가 현저히 단축됨을 보이고 있어, 타의 2종의 시료에 비하여 큰 차이를 보이고 있는것이 특색인데, 이는 멸균시의 고열과 가압하의 낮은 pH에서 폐수중의 Lactose의 분해가 촉진되어 Glucose, Galactose 등으로 변화한 것에 기인하는 것으로 추정되며, 비멸균시는 이러한 Lactose의 분해 내지 적응기 위한 시간을 필요로 하는 것으로 생각된다

Logarithmic period는 4~6시간으로 전술한 설탕공장폐수에 비하여는 긴 폭이나, 균체의 증식량 또한 증대됨을 보여주고 있어서 BOD 제거율이 높았던 것과 함께 효모가 폐수속의 모든 성분을 자화할 수 있었음에 기인한다고 추정된다.

최대 비증식속도는 멸균시 0.54/hr, 비멸균시 0.50/hr로서 앞의 설탕공장폐수와 별 차이가 없음을 보여주었다.

㉕ 비멸균배양(10시간)후의 균체회수결과는 ① 15시간 침전시킨 SV의 양은 12ml/l ② 원심분리된 균체의 부피는 3.2 ml/l ③ 건조균체의 무게는 628mg/l ④ 균체중의 조단백합량은 54% ⑤ 폐수의 BOD 제거율은 80%이었다.

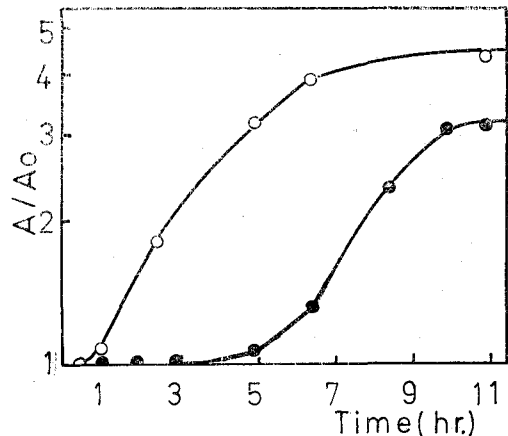


Fig. 5. Growth curve of isolated yeast strain in ice cream waste water.

- Sterilized cultivation; Inoculum $A_0=4.25 \times 10^6$
- Unsterilized cultivation; Inoculum $A_0=4.25 \times 10^6$

이를 보면 SV에 의한 회수조작은 타의 2종의 폐수에 비하여 가장 단시간으로 족하였고, 더욱 전체 SV의 70%는 3시간정도에 침전하므로 균체는 원심분리에 의하지 않고 회수할수 있다고 볼수 있음이 특색이었다.

또 BOD 제거율은 타의 2종의 폐수에 비하여 가장 좋은 80%이었는데, 전술한바와 같이 본 효모의 생리적 특성중 중요한 성질 하나가 이 폐수속에서만 존재하는 유기성분인 Lactose를 자화할수 있었음으로 큰 값의 BOD 제거율을 나타냈다고 생각된다.

3) 맥주공장폐수

㉔ 맥주공장폐수에 대하여 주배양실험한 성장곡선은 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에서 보면, induction period가 식균량 $A_0=4.25 \times 10^8$ 의 경우, 비멸균시에 비하여 멸균시 가 짧아짐을 보이고 있으나, 그 범위는 2.5~3.5 시간으로 큰 차이가 없으며, 타에 비해 긴것은 자화한 당분이 별로 없는데 기인하는 것으로 추정되며, logarithmic period는 모다 5시간정도로서 비교적 장시간이나, 균체의 증식량 또한 증대됨을 보여주고 있고, 배양이 가장 smooth한것은 타

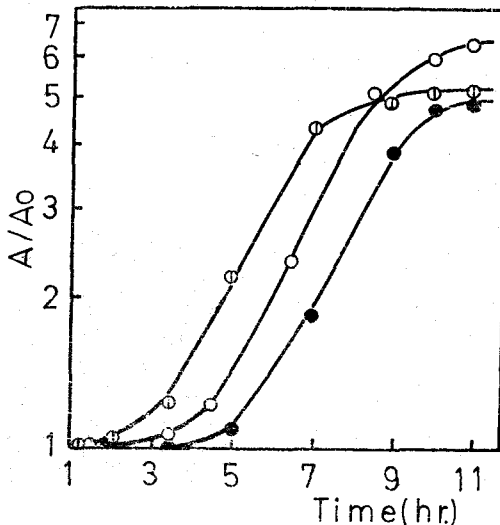


Fig. 6. Growth curve of isolated yeast strain in beer waste water.

- Sterilized cultivation; Inoculum $A_0=4.25 \times 10^8$
- Unsterilized cultivation; Inoculum $A_0=4.25 \times 10^8$
- Unsterilized cultivation; Inoculum $A_0=7.8 \times 10^8$

의 2종폐수에 비해 BOD가 높고, 원액의 성분이 *Saccharomyces cerevisiae*를 배양하는 배지인데 원인이 있는 것으로 추정된다.

또 Fig. 6.에서 식균량을 증대시켰을때 ($A_0=7.8 \times 10^8$ 의 경우)의 성장곡선을 보면, 곡선의 모양은 비슷하나 비멸균배양임에도 불구하고 Mazinky²⁴⁾에 의해 지적된바 “어느 한도내에서는 접종균의 수가 증가할수록 그균의 증식량도 증가한다”는 양상과 흡사하여 induction period가 단축되고, 실제의 증식량도 증대하며, 총반응완료시간도 7시간으로 단축됨을 보여주고 있어서 활성이 좋은 접종량을 공급할수 있으면, 더욱 단시간내에 배양을 끝낼수 있을것으로 추정된다.

최대 비증식속도는 $A_0=4.25 \times 10^8$ 의 경우, 멸균시 1.0/hr, 비멸균시 1.0/hr이며, $A_0=7.8 \times 10^8$ 의 경우, 비멸균시 1.1/hr로서 멸균시나 비멸균시나 별 차이가 없음을 보여주었으나, 3종의 폐수중 가장 큰 값을 나타냄이 특색이었다.

㉕ 비멸균배양(10시간)후의 균체회수결과는 ① 24시간 침전시킨 SV의 양은 15 ml/l ② 원심분리된 균체의 부피는 4.8 ml/l ③ 건조균체의 무게는 857 mg/l ④ 균체중의 조단백함량은 54% ⑤ 폐수중의 BOD 제거율은 64%이었다.

이를 보면 SV에 의한 회수조작은 타의 2종의 폐수에 비하여는 중간정도의 속도이었으나, 그 양은 가장 많은 양을 얻을수 있었음이 특색이었다.

또 BOD 제거율은 타의 2종의 폐수에 비하여 중간정도이어서, 이는 배양이 smooth한 것으로 보아, 효모가 자화할수 없는 폐수의 성분(예컨대 총고형물내지 부유물 모다 가장 다량함유)이 아직 잔존하는 것으로 추정된다.

요 약

산업폐수가운데 유기성폐수로서 설탕, Ice cream 및 맥주공장폐수등 3종을 택하여 그중에 번식하는 유용한 미생물로서 성장도활성이 큰 효모균주를 분리하고 선정균주에 의한 폐수처리실험한 결과 최적조건하(pH 4.5~5.5, $30 \pm 1^\circ\text{C}$, O_2 0.2 v/v/min., 600~900 r.p.m.) 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 분리동정한 *Candida curvata*는 3종의 식품공장폐수에 배양실험한 결과, 무기영양원 첨가시 생육이 양호하여 폐수처리에 이용가능한 균주이었다
- 2) 폐수의 멸균조작의 유무는 설탕및 맥주공장폐수의 경우, 배양결과에 큰 차이가 없었으며, 다만 Ice cream공장폐수의 경우 비멸균시 induction

period가 훨씬 장시간이었다.

3) 비열균배양시 최대 비증식속도는 설탕, Ice cream 및 맥주공장폐수 순으로 각각 0.5, 0.5 및 1.0/hr이었다.

4) 집종량을 늘리면, 비열균시에서도 induction period가 짧아지고 따라서 배양시간이 단축되었다.

5) 건조균체량은 설탕, 맥주 및 Ice cream공장 폐수 순으로 폐수 1l당 각각 175mg, 628mg 및 857mg이었고, 균체의 조단백합량은 같은 순으로 각각 52%, 54% 및 54%이었다.

6) BOD 제거율은 위의 5)항과 같은 순으로 각각 49%, 80%, 및 64%이었다.

끝으로 본 연구는 1976년도 문교부 연구조성비의 지원으로 수행하였으므로 이에 당국에 감사하며, 또 연구를 수행함에 있어 시료채취에 협조해 주신 해당 공장 관계자, 시료의 분석에 협조해 주신 국립공업시험원 관계연구원, 그리고 균주의 분리 동정에 많은 협조와 실험결과에 대해 토론해 주신 서울대·농과대학 교수 이제호박사에게 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

- 1) S. Fukui; *J. Ferment. Technol. (Japan)* 28, 98(1950).
- 2) H. Amano et al.; *J. Ferment. Assoc.(Japan)* 23, 177, 223, 325(1965).
- 3) Castle O. Reiser; *Agr. Food. Chem.* 2, 70 (1954).
- 4) A.E. Wasserman et al.; *Sewage and Industrial Waste*, 30, 7, 917(1958); *J. WPCF* 22, 1090(1961).
- 5) 野田; 合成清酒技研報(日本) 20, 32(1960).
- 6) T. Matsuo et al.; *J. Ferment. Assoc.(Japan)* 23, 320, 472(1965); 24, 67, 223, 457(1966).
- 7) Yu et al.; *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.* 2, 83(1974).
- 8) 渡邊; 日本特許公報 昭 38~10788 (1963).
- 9) M. Miwa; *J. Ferment. Technol. (Japan)* 42, 181(1964).
- 10) 木原, 三輪; 農化誌(日本) 39, 5(1965).
- 11) 水口, 鈴木, 村田; 工化誌(日本) 67, 152(1964).
- 12) J.O. Mundt et al.; *Appl. Microbiol.* 14, 115 (1966).
- 13) 態部; 日本特許公報 昭 40~1152(1965).
- 14) 小林; 日本特許公報 昭 40~8797(1965).
- 15) H. Okubo et al.; *J. Ferment. Assoc. (Japan)* 25, 38, 776, 237, 378(1967)
- 16) N.C. Thanh and R.E. Simard; *J. WPCF* 45, 674(1973)
- 17) Hong et al.; *Korean J. Microbiol.* 10, 9 (1972); 12, 31(1974)
- 18) 박태원; 과학기술처 R-75-24(1975)
- 19) APHA, AWWA and WPCF; "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water", 13th ed., American Public Health Association (1971)
- 20) KS M 0111—1975
- 21) AOAC; "Official Method of Analysis of the A.O.A.C.", 12th ed., AOAC (1975)
- 22) 飯塚廣; "酵母の分類同定法", 東京大學出版會(日本, 1971)
- 23) Lodder, "The Yeasts, A taxonomic study", 2nd ed., North Holland Pub. (1971)
- 24) 例컨대 廣瀬; "工場廢水とその處理" 技報堂(日本, 1963)
- 25) Maxon and Johnson; *Sewage and Industrial Waste*. 30, 7, 917(1958)
- 26) Mazinsky; *Arkiv. Kem.*, 2, 1(1950)