

아세트 알데히드(특수산업) 공장폐수의 성분과 이용균주의 분리

정기택·서승교·송형익*·박임동·방광웅

경북대학교 식품공학과

*대구공업전문대학 식품공학과

Analysis of Waste Water and Isolation of Strains Assimilating Waste Water from Acetaldehyde Plant

Chung Ki-Taek, Seung-Kyo Suh, Hyung-Ik Song*, Im-Dong Park and Kwang-Woong Bang

Dept. of Food Engineering, Kyungpook National University, Taegu 635, Korea

* Dept. of Food Technology, Taegu Technical Junior College, Taegu 636, Korea

ABSTRACT: As a research for treatment of waste water from acetaldehyde plant by biological method, we investigated general characteristics of the waste water, and isolated and identified some useful bacteria which effectively treated its waste water. Among the total number of 53 strains which were grown in waste water from an acetaldehyde plant, the strains AW-6, AW-22, AW-38 and AW-41 were found to be useful for COD removal of waste water. COD_{Mn} and BOD₅ of the waste water were 5260 ppm and 6452 ppm, respectively, and pH was 1.85. And the main organic component in waste water was acetic acid which was contained 6.76%. By the taxonomical characteristics, the strains AW-6, AW-22, AW-38 and AW-41 were identified as *Micrococcus roseus*, *Micrococcus luteus*, *Microbacterium lacticum* and *Microbacterium laevaniformans* or similar strain, respectively.

KEY WORDS □ Acetaldehyde waste water, Waste water assimilating bacteria.

산업사회의 부산물로 배출되는 식품가공, 의약품, 농약, 비료, 석유화학, 섬유, 염색공업 등의 각종 공장폐수는 수질오염의 가장 큰 요인이며 그 처리문제는 기술면이나 비용면에서 큰 문제가 아닐 수 없다(김 등, 1984). 이들 중 석유화학폐수는 현탁물질이 적은 반면, 수용성 기질과 휘발성 물질이 많으며 유독성 유기화합물을 함유하고 pH가 어느 한쪽으로 치우치는 등의 특징(石油醱酵硏究會 編, 1970; 정, 1979) 때문에 생물학적 처리가 보편화되어 있지 않고 단순한 소각법, 화학처리 등에 의존한 나머지 폐수처리비용을 높여 제품의 원가 상승 요인으로 작용하는 경우가 많은 것으

로 추정된다.

석유화학 계통의 공장폐수 중 특수산업 폐수인 아세트알데히드 폐수의 경우도 예외는 아니어서 극도의 낮은 pH, 다량의 초산함량 등은 처리균체에 심한 독작용을 나타내므로(石油醱酵硏究會 編, 1970) 생물학적 처리를 위해서는 폐수의 성상조사, 우수 처리균의 분리 및 분리균의 최적환경인자 조사, 응집제와 중화제를 이용한 폐수의 회석농도 감소방안, 연속배양에 의한 최적 처리조건 설정 등 여러가지 문제가 선결되어야만 가능하리라 생각한다.

저자 등은 아세트알데히드 공장의 폐수 중 5/6

*이 논문은 1986년도 문교부 자유과제 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음

를 차지하는 묽은 폐수의 처리에 선진국에서는 이용되고 있으나 우리나라에서는 아직 실용화되어 있지 않은 생물학적인 방법을 채용하여 처리한 결과 몇가지 성과를 얻은 바 있다. 본 연구에서는 폐수의 성상과 균주의 분리 및 동정을 다루고자 한다.

재료 및 방법

사용폐수

경남 울산시 소재 아세트알데히드 생산공장의 폐수 중 묽은 폐수를 사용하였다.

균 분리원

대구 직할시 신천 및 울산시 아세트알데히드 생산공장 부근의 하수에서 채취한 토양 60여점을 균 분리용 시료로 사용하였다.

폐수의 성분분석

폐수의 일반 특성은 환경오염 공정시험법(환경청, 1983)에 준하여 조사하였으며 폐수중의 유기물은 gas chromatograph 법(model, Hitachi 663)으로 Table 1과 같은 조건하에서 분석하였다.

균의 분리

집적배양에 의해 아세트알데히드 폐수 이용균을 분리하였다. 즉, 균분리용 토양 1g 가량을 멸균증류수 5ml에 넣고 잘 혼든 다음 그 상등액 1ml를 아세트알데히드 폐수(수도물로 10배 희석 후 NH_4NO_3 0.05%, KH_2PO_4 0.01%를 첨가하여 pH 7.0으로 조정된 것) 50ml를 함유한 멸균된 500ml 진탕 플라스크에 접종하여 30°C에서 7일간 진탕배양(120 strokes/min) 하였다. 이 균 배양액을 분리원으로 하여 균분리용 배지 즉, CH_3COONa 20g, NH_4NO_3 5g, KH_2PO_4 1g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

0.5g, yeast extract 0.5g, agar 20g, 증류수 1l (pH 7.0)를 사용하여 평판도말법으로 폐수 이용균을 순수분리 하였다. 분리된 균주는 분리용 배지와 같은 조성의 배지에 접종·배양하여 4°C에서 보존하였다.

우량균의 선별

분리된 균을 아세트알데히드 폐수(폐수 10배 희석액에 NH_4NO_3 0.2g, KH_2PO_4 0.05g, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.015g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.005g을 넣고 pH 7.0으로 조절된 것)에 접종하여 30°C, 96시간 진탕 배양한 다음 폐수의 COD를 측정하여 COD 제거율로서 우량균을 선별하였다.

분리균의 동정

분리된 균은 長谷川(1985)의 방법에 따라 분류학적 성질을 조사하였으며, Bergey's manual of systematic bacteriology (vol. 2) (1986)의 기준에 준하여 동정하였다.

결과 및 고찰

폐수의 성분

본 실험에 사용한 묽은 폐수의 일반 특성을 조사한 바(Table 2), 부유물질이 18ppm으로서 고형성분이 거의 없었으며 COD_{Mn} 5,260ppm, BOD_5 6,452ppm, n-hexane 1.4ppm 등으로 나타났으며 pH는 1.85로서 매우 강한 산성을 나타내었고 황색을 띠었다. 아세트알데히드 폐수 조성이 BOD 33,000ppm, COD 6,000ppm, pH 2.62였다는 보고도 있다(石油醱酵研究會 編, 1970).

한편, 폐수 중의 유기성분을 gas chromatograph법으로 분석한 결과(Table 3)는 주성분이 초산으로서 6.76% 함유되었고 dichloroacetaldehyde, acetone도 소량 검출되었다.

Table 1. GLC operation conditions for the analysis of waste water.

Column	PEG 20M (glass, 3m × 3mm)
Detector	Flame ionization detector
Column temperature	160°C
Injection temperature	170°C
Detector temperature	170°C
Carrier gas (N_2)	38ml/min
Chart speed	10mm/min

Table 2. General characteristics of the waste water.

Components	Content (ppm)
SS	18
COD_{Mn}	5,260
COD_{Cr}	15,800
BOD_5	6,452
n-Hexane	1.4
pH	1.85

Table 3. Analysis of organic compounds in the waste water.

Compound	Content (g/100ml)
Acetone	0.00003
Dichloroacetaldehyde	0.104
Acetic acid	6.76

균의 분리 및 선별

아세트알데히드 10배 희석폐수에서 생육하는 균주를 평판도말법으로 분리하여 53개 균주를 분리·고정하였다. 이 가운데 우량 균주를 선별하기 위하여 아세트알데히드 폐수 10배 희석액에 균을 접종하여 30°C에서 96시간 진탕배양하여 폐수중의 COD 제거율을 조사하였다. 그 결과, COD 제거율이 우수한 4개 균주의 성적을 Table 4에 나타내었다.

각 균주별 COD 제거율은 대체로 40~49% 정도로 나타났으며 4개 균주의 혼합배양에서는 COD 제거율이 단독배양보다 약 20-30% 증가한 약 70% 수준을 보였다.

단독배양에 의한 COD 제거율이 각각 다르고 혼

합배양에 의해 COD 제거율이 증대되는 점으로 미루어 선별된 4개 균주는 각각 다른 대사능을 가진 별개의 균일 가능성이 높다고 생각되었다. 또한 앞으로의 아세트알데히드 폐수처리에는 AW-6, AW-22, AW-38, AW-41의 4개 균주를 혼합배양으로 이용하는 것이 가장 바람직하리라 사료되었다.

선별균주의 형태 및 배양학적 특성

선별된 4개 균주의 형태·배양학적인 특성을 조사하였다(Table 5).

AW-6과 AW-22는 모두 Gram 염색 양성의 무포자 구균이었으며 운동성이 없었다. 집락의 색은 AW-6은 적색, AW-22는 황색계통이었다. 균주 AW-38, AW-41의 경우는 Gram 양성, 무포자, 비운동성, 간균이라는 점에서는 일치하였으나 집락의 색 등에서는 다소 차이를 보였다.

선별 균주의 생리학적 특성

공시균의 생리학적 성질을 Table 6에 나타내었다.

AW-6과 AW-22는 포도당의 혐기적 발효능, 전분 가수분해능, Tween 80 가수분해능, M-R test, V-P test 및 indole 생성능은 음성이었고 catalase 생성능은 양성, O-F test는 oxidative였으며 glucose 및 maltose의 자화능에서는 양성을 보였다. 그러나 질산염 환원성과 galactose, xylose, sucrose, fructose의 자화능에 있어서는 서로 다른 성질을 나타내었다.

AW-38과 AW-41의 경우도 oxidase 양성, 구연산 이용성 양성, indole 생성능 음성, V-P test 음성, M-R test 양성 등에서는 공통점이 인정되나 질산염환원성, galactose와 dextrine의 자화능

Table 4. COD removal rate of isolated strains in waste water.

Strain	COD removal rate (%)
AW-6	40.0
AW-22	43.9
AW-38	42.8
AW-41	49.0
mixed	69.8

Table 5. Morphological and cultural characteristics of the isolated strains.

Characteristics	Strains			
	AW-6	AW-22	AW-38	AW-41
Form	spherical	spherical	rod	rod
Motility	nonmotile	nonmotile	nonmotile	nonmotile
Gram staining	positive	positive	positive	positive
Sporulation	negative	negative	negative	negative
Nutrient broth	membraneous	sediment	ring	ring
Colony color	red	yellow	gray	white
Opt. temperature	33°C	30°C	33°C	30°C
Opt. pH	7.2	7.0	7.2	6.8

Table 6. Physiological characteristics of the isolated strains.

Characteristics	Strains			
	AW-6	AW-22	AW-38	AW-41
Assimilation				
Starch	-	-	-	-
Galactose	-	+	-	+
Dextrin	-	d	-	+
Glucose	+	+	+	+
Maltose	+	+	+	+
Inositol	-	-	-	-
Xylose	+	-	-	-
Levulose	-	-	+	+
Sucrose	-	+	+	+
Arabinose	-	-	-	-
Raffinose	-	-	-	-
Sorbitol	-	-	-	-
Cellobiose	-	d	d	-
Lactose	-	-	-	-
Fructose	-	+	+	+
Acid from				
Glucose	+	-	+	+
Glycerol	-	-	-	+
Fermentation of				
Glucose	-	-	+	+
Gelatin hydrolysis	-	d	d	+
Starch hydrolysis	-	-	+	+
Tween 80 hydrolysis	-	-	-	-
Nitrate reduction	+	-	+	-
Arginine utilization	-	-	-	+
O-F test	o	o	o	o
M-R test	-	-	+	+
V-P test	-	-	-	-
Indole production	-	-	-	-
Citrate utilization	+	-	+	+
Oxidase	+	+	+	+
Catalase	+	+	d	-

+, positive; -, negative; d, weakly utilized; o, oxidative.

등에서는 다른 결과를 나타내었다.

동 정

이상의 분류학적 성질을 종합해 볼 때, 공시균 AW-6과 AW-22는 형태가 구균이고, Gram 염색 및 catalase가 양성이고 호기성이며 포자를 형성하지 않고 운동성이 없었으며 glucose를 발효하지 않는 점으로 미루어 *Micrococcus* 속으로 분류되었다. AW-6은 질산염 환원성이 양성이고 집락의 색이 적색인 점으로 보아 *Micrococcus roseus*로 추정되었으나 oxidase test 등에 있어서는 분류기준과 비교하여 다소 애매한 점이 인정되었다. 균주 AW-22는 질산염 환원성 음성, 황색의 집락형성, oxidase 양성 등으로 미루어 *Micrococcus*

*luteus*로 동정되었다.

한편, AW-38과 AW-41은 간균이고 glucose에서 산을 생성하며 비운동성, 무포자, Gram 양성 등의 성질로 미루어 *Microbacterium* 속으로 분류되었다. AW-38은 arginine 이용성 음성, 질산염 환원성 양성, glycerol에 의한 산생성능 음성 등으로 보아 *Microbacterium lacticum* 또는 그 유연균으로 동정되었으며, AW-41의 경우는 집락의 색이 다소 애매했으나 질산염 환원성 음성, glycerol에 의한 산생성능 양성, arginine 이용성 양성 등의 성질로 미루어 *Microbacterium laevaniformans*로 동정되었다.

적 요

아세트알데히드 폐수를 생물학적으로 처리할 목적으로 폐수의 성상을 조사하였으며, 아세트알데히드 폐수에서 잘 생육하는 53개 균주를 분리·고정하고 그중 가장 COD 제거율이 우수한 4개 균주 AW-6, AW-22, AW-38, AW-41을 선별하고 이들을 동정하였다.

아세트알데히드 폐수의 성상은 COD_{Mn} 5,260ppm, BOD₅ 6,452ppm, pH 1.85였으며 유기성분의 주체는 초산으로 6.76%를 함유하였다. 균의 동정 결과, AW-6은 *Micrococcus roseus*, AW-22는 *Micrococcus luteus*, AW-38은 *Microbacterium lacticum*, AW-41은 *Microbacterium laevaniformans* 또는 그 유연균으로 동정되었다.

REFERENCES

1. 長谷川武治, 1985. 微生物の分類と同定(下). 學會出版センター, 99-161.
2. 환경청, 1983. 환경오염공정시험법, 553-558.
3. 정동효, 1979. 발효와 미생물공학. 선진문화사, 699-702.
4. 김동민, 김수생, 김계환, 1984. 환경과학개론. 한서출판, 206-218.
5. 石油醱酵研究會 編. 1970. 石油醱酵. 幸書房, 東京, 428-473.
6. Sneath, P.H.A., N.S. Mair, M.E. Sharpe and J.G. Holt, 1986, Bergey's manual of systematic bacteriology (vol. 2), Williams and Wilkins, Baltimore.

(Received Oct. 19, 1987)