

박테리아의 산소소비량에 관한 실험적 고찰

가톨릭의과대학 예방의학교실

(지도: 조규상 교수, 백남원 조교수)

최 명 자

— Abstract —

Respiratory Activity of Bacteria in Various Concentrations of Glucose

Myung Ja Choi

Department of Preventive Medicine, Catholic Medical College, Seoul, Korea

(Directors: Prof. Kyu Sang Cho & Assist. Prof. Nam Won Paik)

The most efficient method for reducing the organic content of dilute liquid waste is by aerobic-biological treatment. Basically, the organisms responsible for treatment possess the ability to decompose complex organic compounds and to use the energy so liberated for their bodily functions: reproduction, growth, locomotion and so on. That part of organic matter used to produce energy is converted to the essentially stable end products of carbon dioxide, water and ammonia, while the remainder is converted to new cells which can be settled and thus removed from the liquid before the waste is discharged to the receiving body water. Oxygen must be supplied continuously during the aerobic process. In the field of sewage treatment the Warburg respirometer is used mainly for the measurement of the oxygen uptake of samples. In this experiment the Warburg constant volume respirometer was used to determine the oxygen uptake by bacteria in the presence of various glucose concentrations.

The rate of oxygen uptake by the bacteria was expressed as the respiratory quotient. The result indicated that the oxygen uptake was proportional to the glucose concentration. The expecting equation of the regression line was

$$Y=7.7+0.12X$$

where Y: respiratory quotient, μ l. O₂ taken up/mg. dry wt. bacterium/hr.

X: concentration of glucose, mg/l

머 리 말

하수나 공장폐수중에 존재하는 유기물을 제거하는데는 생물학적 처리방법이 가장 효과적일것으로 알려져있으며, 이러한 생물학적 방법은 실제로 살수여상법(trickling filters), 활성오니법(activated sludge), 및 산화

지(oxidation pond) 등의 과정에 의해서 응용되고 있다

생물학적 처리방법의 기본원리는 미생물로 하여금 유기물을 분해하여 여기서 발생하는 energy를 이용하여 재생, 성장, 운동등 활동을 하도록하고 유기물은 분해되어 탄산가스, 암모니아, 물등 최종물질로 변화되거나 또는 미생물의 세포로 변화되어 제거하는 방법이다.

그러므로 생물학적 처리방법에는 산소가 계속하여 공

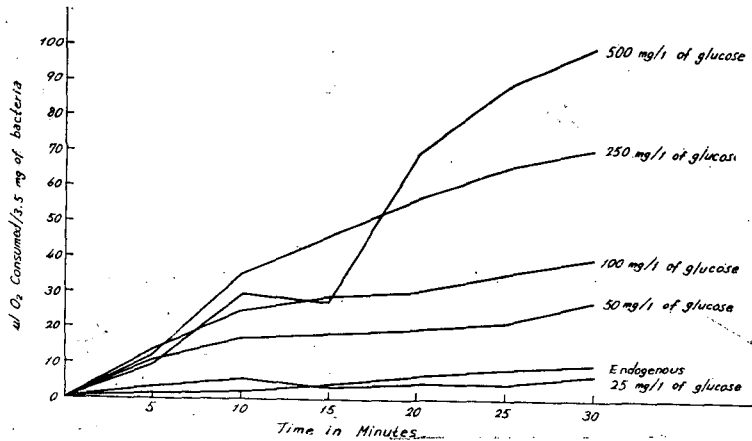


Fig. 1. Oxygen uptake by bacteria against glucose concentrations and time.

Table 1. The cumulative uptakes of oxygen against respiration times and glucose concentration (mean values of 2 flasks)

Time, (min.)	Glucose conc.	$\mu\text{l O}_2$ taken up/3.5 mg of bacteria					
		Endogenous	25 mg/l	50 mg/l	100 mg/l	250 mg/l	500 mg/l
0		0	0	0	0	0	0
5		1.15	3.23	11.00	13.72	12.66	10.01
10		1.70	5.39	17.00	24.60	34.81	29.21
15		3.97	3.23	18.30	28.59	45.85	27.00
20		6.80	4.31	19.75	30.31	56.51	68.60
25		8.50	4.31	21.40	35.07	64.81	87.60
30		9.50	6.46	27.44	39.70	70.10	99.00

Table 2. The average respiratory quotients against glucose concentration

Glucose concentrations, mg/l	0	25	50	100	250	500
Respiratory quotients, $\mu\text{l O}_2$ taken up/mg. dry wt. of bacterium/hr	5.43	9.21	15.70	22.65	37.20	66.50

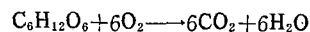
급되어야 하며 하수나 폐수의 유기물 함량에 따라 미생물의 산소소비량은 달라진다.

또 하수나 폐수의 산소소비량을 측정하는데는 현재 Warburg constant volume respirometer가 주로 사용되고 있다.

이 기구는 생물에 의한 가스교환을 측정하는데 이용되고 있으며 일정한 온도조건을 유지한후 압력변화를 측정함으로써 respirometer 내 가스량의 변화를 산출할 수 있다는 원리를 이용한 것이다.

본 실험에서는 Warburg respirometer를 이용하여

여러가지 포도당 농도에 대한 미생물의 산소소비량을 측정하였으며 그 반응식은 다음과 같다.



재료 및 방법

본 실험에 사용된 기구는 서독제 Warburg respirometer였으며 온도조건은 37°로 하였다.

center well (副室)에는 flask 내에서 발생되는 CO₂를 흡수시키기 위하여 10% KOH 용액 2ml를 넣고

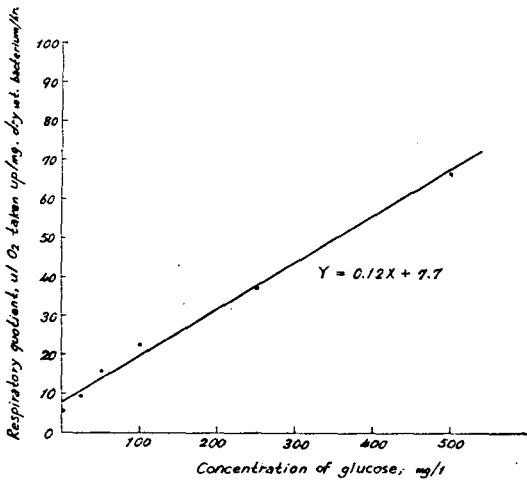


Fig. 2. Respiratory quotients against concentrations of glucose.

KOH 흡수면적을 증가하기 위하여 여과지 조각을 첨가하여 담았다.

main compartment (主室)에는 완충액 (pH 6.8) 0.3 ml와 3.5mg/l bacteria suspension 1.0ml를 가하고 side chamber (側室)에는 포도당 용액 0.5ml를 가하여 최종 농도가 0, 25, 50, 100, 250 및 500mg/l가 되도록 한 후 각 flask에 manometer (檢壓計)를 연결하여 37°C에서 15분간 진탕한 후 오른쪽 manometer 용액을 150mm로 고정하고 왼쪽 눈금을 관찰하였으며 5분 간격으로 30분간 압력 변화를 기록하였다.

각 포도당 농도별로 2개의 flask를 사용하여 측정하였고 평균치를 산출하였다.

이 압력변화(h)를 다음 방정식에 대입하여 산소소비량(X)을 산출하였다. (Umbreit 등 1964 및 Dawes, 1969)

$$X = K \cdot h$$

여기서 K는 flask constant로서 다음 방정식을 이용하여 산출하였다.

$$K = \frac{V_g \frac{273}{T} + V_f \cdot L}{P_0}$$

여기서 V_g = flask와 manometer 연결관의 가스용적 (μ l)

V_f = flask내의 액체용적 (μ l)

P_0 = 표준압력 (10,000mm Brodies 용액)

T = water bath의 절대온도

(= 273 + 섭씨온도)

L = 반응액에서의 가스 용해도

(산소는 37°C에서 0.024)

그리고 bacteria에 의한 산소 소비량은 호흡계수 (respiratory quotient, QO_2 값)로 표시하였으며 단위는 μ l O_2 taken up/mg. dry wt. bacterium/hr.였다.

성 적

포도당 농도별 반응시간별로 본 bacteria의 산소소비량은 표 1 및 그림 1과 같았으며 이때 bacteria 양은 3.5mg이었다.

위의 성적을 근거로 포도당농도별로 호흡계수를 산출한바 표 2 및 그림 2와 같은 성적을 얻었다. 즉 포도당 농도가 증가함에 따라 호흡계수가 증가함을 볼수 있었다

고 찰

표 2와 그림 2에서 보는바와같이 미생물의 호흡계수는 기질농도가 증가함에 따라 급격히 증가하였으며 포도당농도가 50mg/l일때는 대조실험성적 보다 약 10배나 높았다.

물속에서 미생물에 의한 산소소비량을 측정하는 것은 물속에 존재하는 유기물질의 양을 파악하는 중요한 자료가 된다.

Logan 등 (1955)은 BOD와 산소소비량과의 상관관계를 관찰한바 있으며 활성오니의 BOD 부하량과 산소소비량과의 관계를 다음과 같은 방정식으로 표시하였다

$$y = 3.717 + 21.47x$$

여기서 y = 산소소비량, mg O_2 /hr/gm, activated sludge

x = BOD 부하량 Lb BOD/day/Lb. activated sludge

위의 식에서 볼때 BOD 부하량이 증가할수록 산소소비량이 증가함을 알수 있었다. 본 실험에서는 산소소비량은 호흡계수로 환산하고, BOD 부하량을 포도당농도로 표시할때 다음과 같은 방정식을 얻을 수 있었다.

$$y = 7.7 + 0.12x$$

여기서 y = 호흡계수 μ l O_2 taken up/mg. dry wt. bacterium/hr

x = 포도당농도 mg/l

유기물이 증가할수록 즉 BOD 부하량이 증가할수록 산소소비량은 직접적으로 증가하며 위의 실험성적은 활성오니 법의 설계에 실제로 응용할수있는 귀중한 자료가 될수 있다.

FAIR 등 (1968)은 BOD 부하량이 50Lb/100Lb MLSS (mixed liquor suspended solids) 이하일때 500~700ft³

$\cdot O_2/Lb \cdot BOD$ 의 산소공급이 필요하다고 보고한 바 있다.

인 용 문 헌

- Umbreit, W. W., Burris, R. W. and Stauffer, J. F. (1964) *Manometric Techniques*
- Dawes, E. A. (1969): *Quantitative Problems in Biochemistry (4th edn.)*
- Logan, R. P. and Budd, W. E. (1955): *Biological treatment of Sewage and Industrial Wastes, Vol. 1, p. 271. Reinhold Publishing Co.*
- Fair, G. M., Geyer, J. C. and Okun, D. A. (1968): *Water and Wastewater Engineering, Vol. 2, p. 35-8. John Wiley and Sons, Inc.,*