

아조 염료폐수의 혐기적 미생물 분해

김수영, 이정철, 김병우*

성균관대학교 화학공학과 환경공학연구실

(bwkim@skku.ac.kr*)

Anaerobic microbial decolorization of an azo dye wastewater

Soo-Young Kim, Jung-Chul Lee, Byung-Woo Kim*

Department of Chemical Engineering, Sungkyunkwan University

(bwkim@skku.ac.kr*)

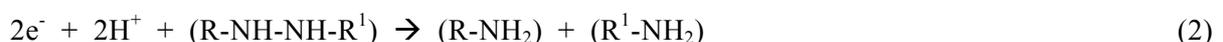
서론

산업화의 진전으로 우리 주위의 환경에는 중금속 및 유기, 무기 화학물로 인한 오염이 날로 심각해 지고 있고, 생태계에 이러한 오염 물질로 인한 피해가 점차 심해지고 있다. 환경오염문제는 이제 전 지구적인 차원에서 다루어져야 할 국제적인 난제로 대두되고 있으며, 폭발적인 인구증가와 대량생산 및 소비를 지향하는 현대산업사회를 유지발전시키는 과정에서 화석연료의 대량사용에 의한 지구온난화와 산성비, 염화불화탄소의 사용에 따른 오존층의 파괴, 방사성 폐기물의 해양투기에 의한 해양오염등의 환경문제는 국제사회에서 더 이상 방치할 수 없는 인류가 당면한 중요한 문제로 제기되어 해결방안을 모색하고 있다.

본 연구에서는 석유화학산업의 발달과 함께 인공적으로 제조된 화학물질들중 면, 견, 마, 양모, 화학섬유등의 염색산업에서 배출되는 폐수의 혐기 조건에서의 생물학적 전처리에 본 연구의 목적이 있다. 일반적으로 염색폐수는 유기물(BOD, COD), pH등이 매우 높으며 발생되는 폐수는 가공방법 및 소재 등이 계절·시대별로 변화하여 폐수의 성상이 자주 변동되고 일간 오염 부하량의 변화가 심하며, 용수 다소비 업종으로서 대표적인 점오염원으로 알려져 있다(1). 염색폐수의 일반적인 처리 방법으로는 크게 3가지로 나누어 보면 생물학적(2,3), 화학적(4,5), 물리적(6,7,8,9,10)방법이 있으며, 오염물의 발생이 적은 생물학적 처리 또는 생물학적 처리와 화학적 처리를 병행하는 경향이 두드러지고 있다(11).

이론

아조염료의 분해메카니즘은 두단계로 나누어지며 아조염료는 혐기성 상태에서 terminal electron acceptor로 작용한다(12).



위의 두단계 반응중 (1)반응은 불안정한 중간생성물과정으로서 아조 bond가 다시 산화될 경우 기존의 색깔의 다시 나타낼수 있으며(auto-oxidation reaction) R과 R¹은 여러가지 치환된 phenyl과 naphthol이다.

실험

본 실험은 미생물과 환원제를 이용하여 생물학적·화학적 처리를 비교해 보았고 생물학적 처리의 경우 혐기성 슬러지를 2달간 적응 기간을 거친 후 실험을 하였다. 실험에 사용한 단일염료는 Remazol Black B이며, 배지 성분중 glucose가 아닌 methanol를 첨가하여 다른 탄소원에 의한 색도제거율을 비교하였다. 또한, 환원제들(sulfide, dithionite)은 산소의 공급이 차단된 혐기 조건에서 azo dye의 chromophore를 끊을 수 있기 때문에(13,14,15) sulfide의 농도에 따른 Remazol Black B의 제거 실험도 실시하였다.

결과 및 토론

혐기성 슬러지를 이용하여 단일 염료 Remazol Black B(100mg/l)의 제거 실험을 온도에 따라 실시하였으며, 온도가 35°C일 경우가 시간당 최고의 색도 제거율을 나타내었다.

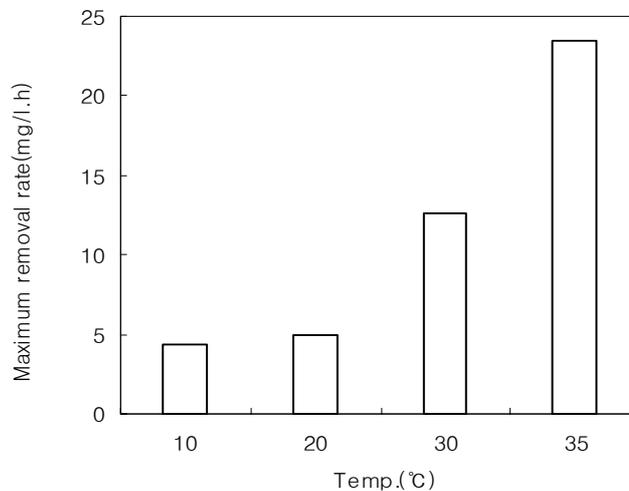


Fig. 1. Effect of temperature on the decolorization of Remazol Black B.

위 Fig. 1에서 배지중에 사용한 탄소원인 10mM glucose가 아닌 10mM methanol을 사용하여 단일염료의 색도제거 실험을 하였다. Fig. 2에서와 같이 methanol를 탄소원으로 이용할 경우에는 색도의 제거율이 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있었다.

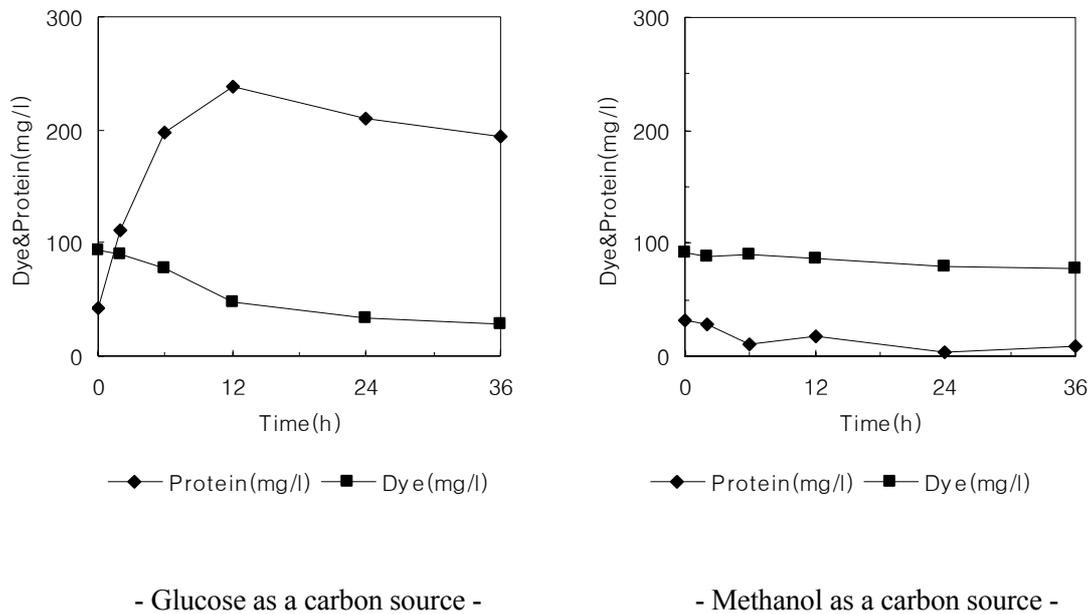


Fig. 2. Comparison of glucose with methanol as a carbon source in an anaerobic bio-reactor during microbial decolorization.

또한, 환원제인 sulfide를 주입하여 화학적 제거 실험을 수행하였으며 sulfide의 주입농도가 증가할수록 제거효과가 증가하는 것을 알 수 있다.

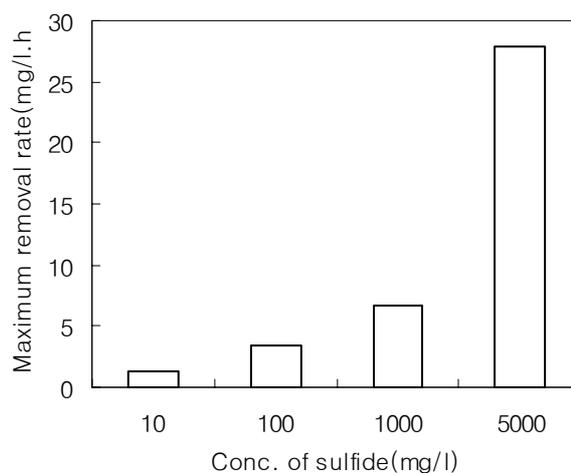


Fig. 3. Chemical decolorization of Remazol Black B by adding sulfide.

참고문헌

1. Manu. B and Chaudhari. S., "Anaerobic decolorization of simulated textile wastewater containing azo dyes", *Bioresource Technology.*, 82, 225-231(2002).
2. Banat. I. M, Nigam. P, Singh. D and Marchant. R., "Microbial decolorization of textile-dye-containing effluents : a review", *Bioresource Technology.*, 58, 217, (1996).
3. McMullan. G, Meehan. C, Conneely. A, Kirby. N, Robinson. T, Pigam. P, Banat. I. M, Marchant. R, and Smyth. W. F., "Microbial decolorization and degradation of textile dyes", *Appl Microbial Biotechnol.*, 56, 81, (2001).
4. Spadaro. J. T, Isabelle. L, and Renganathan. V., "Hydroxyl radical mediated degradation of azo dyes : evidence for benzene generation", *Environ. Sci. Technol.*, 28, 1389, (1994).
5. Neamtu. M, Siminiceanu. I, Yediler. A, and Kettrup. A., "Kinetics of decolorization and mineralization of reactive azo dyes in aqueous solution by the UV/H₂O₂ oxidation", *Dyes and Pigments.*, 53, 93, (2002).
6. Aksu. Z., "Biosorption of reactive dyes by dried activated sludge : equilibrium and kinetics modelling", *Biochemical Engineering Journal.*, 7, 79, (2001).
7. Ince. N, and Tezcanli. G., "Reactive dyestuff degradation by combined sonolysis and ozonation", *Dyes and Pigments.*, 49, 145, (2001).
8. Laszlo. J. A., "Regeneration of azo-dye saturated cellulosic anion exchange resin by *Burkholderia cepacia* anaerobic dye reduction", *Environ. Sci. Technol.*, 34, 167, (2000).
9. Morais. L. C, Freitas. O. M, Goncalves. E. P, Vasconcelos. L. T, and Gonzalez Beca. C. G., "Reactive dyes removal from wastewaters by adsorption on eucalyptus bark : variables that define the process", *Water Research.*, 33, 979, (1999).
10. Sankar. M, Sakaran. G, Sadulla, and Ramasami. T., "Removal of diazo and triphenylmethane dyes from aqueous solutions through an adsorption process", *Journal of Chemical Technology and Biotechnology.*, 74, 337, (1999).
11. Nigam. P, Banat. I. M, Singh. D, Marchant. R., "Microbial process for the decolorization of textile effluent containing azo, diazo and reactive dyes", *Process Biochemistry.*, 31, 435, (1996).
12. Spoza.D.T, Isik.M., "Decolorization and Azo Dye Degradation by Anaerobic/Aerobic Sequential Process", *Enzyme and Microbial Tech.*, 31, 102, (2002).
13. Gemeay. A. H., "Kinetics and mechanism of the reduction of some azo-dyes by inorganic oxysulfur compounds", *Dyes and Pigments.*, 54, 201, (2002).
14. Van der zee. F. P, Lettinga. G, and Field. J. A., "Azo dye decolorization by anaerobic granular sludge", *Chemosphere.*, 44, 1169, (2001).
15. Weber. E., "Chemical and sediment mediated reduction of the azo dye disperse blue 9", *Environ. Sci. Technol.*, 29, 1163, (1995).