

## 효모(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1) 첨가에 따른 돈분뇨의 악취제거 및 오염물질 감소 효과

윤덕훈 · 강동우 · 남기웅\*

국립한경대학교 원예학과  
(2009년 3월 4일 접수, 2009년 3월 22일 수리)

### The Effect of Yeast(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1) on Odor Emission and Contaminants Reduction in Piggery Slurry

Deok-Hoon Yoon, Dong-Woo Kang, and Ki-Woong Nam\* (Department of Horticulture, Hankyong National University, Anseong, 456-749, Korea)

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effect of yeast(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1, referred to as SA) addition on odor emission and contaminants reduction in piggery slurry. Four different rates of yeast addition were compared: no addition(SA0), 0.7L(SA0.7), 1.0L(SA1.0), and 1.5L(SA1.5) to one tone of piggery slurry. Odor emission tended to decrease with increasing the yeast application with concurrent effects of changes in temperature on outside of reactors. Particularly, reduction in ammonia emission was proportional to the yeast application rate; it reduced from 161.1 ppm in SA0 to 47.1 ppm in SA1.5 after 6 days of treatment. Decomposition of piggery slurry by yeast increased to 13.8% more in SA1.5, and total amounts of piggery slurry decreased to 12.5% in SA1.5. Total coliforms were detected below 30MPN  $m^{-1}$  in SA1.5, while  $8.3 \times 10^3$  MPN  $m^{-1}$  of Total coliforms were found in SA0. However, the effect of yeast addition in piggery slurry seemed to have no influence on the removal efficiency of contaminants such as BOD, COD,  $NO_3^-$ -N,  $NH_4^+$ -N,  $PO_4$ -P. Consequently, the yeast(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1) addition of 1.5% in the piggery slurry seems to have potential applicability for improving agent of pig-farm environment.

**Key Words:** Ammonia, Yeast, Odor, Piggery slurry, *Saccharomyces exiguus* SJPAF1

## 서 론

친환경농업 확산과 보조금 폐지 등으로 화학비료 사용이 감소함에 따라 토양개량제 및 작물영양원으로서 가축분뇨를 활용한 '자연순환농업'의 기반을 구축하고자 하는 노력이 추진되고 있다. 그러나 가축분뇨 처리시 발생하는 휘발성 유기 화합물에 의한 악취와 유해가스는 퇴·액비의 생산환경을 불량하게 만들고 대기오염을 유발하는 등 문제점이 많은 실정이다<sup>1)</sup>. 더구나 환경부가 2005년 악취방지법을 통해 악취관리 대상을 '시설'에서 '지역'으로 확대함에 따라 악취배출 기준 및 관리 강화로 저립하고 간편한 악취 절감노력 및 친환경적

인 가축분뇨 처리기술의 개발이 시급히 요구되고 있다<sup>2)</sup>.

양돈장에서 발생하는 악취는 돼지의 성장단계별로 다른데 분만돈이 31%, 모돈이 23%로 가장 심하며, 사육시설별 분뇨 처리 방식에 따른 악취는 슬러리 처리가 약 40%로 가장 높다<sup>3)</sup>. 돼지의 경우 200 m이상에서도 민원 발생이 50% 이상 발생하여 주로 100 m이내에서 발생하는 소 사육농가보다 상대적으로 먼 거리까지 악취영향을 주어 문제가 대두되고 있다. 돈사 내 악취물질 중에서는 암모니아가 5.7 ppm으로 가장 높고, 황화수소가 0.9 ppm으로 그 다음이나, 부지경계선에서의 농도는 암모니아가 2.5 ppm, 황화수소는 0.038 ppm으로 암모니아는 55.9%가 감소하는 반면, 황화수소는 95.9%가 감소된다<sup>4)</sup>. 따라서 돈사에서 발생하는 악취에 의한 민원을 줄이기 위해서는 여러 악취물질 중 암모니아의 농도를 낮출 수 있는 방법이 모색되어야 할 것이다.

\*연락처:

Tel: +82-31-670-5103 Fax: +82-31-678-4991  
E-mail: kwnam@hknu.ac.kr

돈사에서 발생하는 악취제거를 위해서 지방자치단체를 중심으로 환경개선제를 보급하여 축산악취를 경감시키고자 하는 사업이 증가하고 있다. 초기 돼지 사육에 있어 *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus acidophilus*, *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis* 등을 단순히 부형제와 섞는 형태로 제조한 생균제를 사료에 첨가하여 육성 비육돈의 성장과 육질개선 등에 이용되었으나, 최근에는 돈사 내 악취제거와 분뇨의 처리 등 환경개선제의 목적으로 활용되고 있다<sup>5)</sup>. 생균제 투여를 통해 얻을 수 있는 효과는 배설물의 분해를 촉진하고, 악취를 저감시켜 줌으로써 가축의 사육환경을 개선할 수 있다고 알려져 있다<sup>6)</sup>. 양돈분뇨의 악취 발생 주요물질인 암모니아 제거를 위한 방법으로는 미생물제의 첨가가 가장 효과적인 것으로 알려져 있는데, 미생물첨가제 종류에 따라 63.5%까지 제거가 가능하였다고 보고되어 있다<sup>3,6)</sup>. 축산농가에 대한 설문조사에 의하면, 악취 저감방법으로 약 60% 농가가 미생물제 급여를 적용하고 있다고 하였다<sup>7)</sup>.

가축분뇨가 토양에 직접 투입될 경우 질소, 인 및 기타 화합물이 토양에 축적되고, 지하수 오염 및 농작물의 품질에 악영향을 미치고 있다. 가축분뇨의 생물화학적산소요구량(BOD) 기준 오염부하량은 15%이고, 가축분뇨 중 영양염류가 수계에 미치는 오염부하율은 25.8%에 달하여 피해가 큰 것으로 알려져 있다<sup>8,9)</sup>. 가축분뇨 부속조의 종류 중 호기성폭기조에서 BOD제거율이 가장 높은 반면 질소는 초기 농도의 47%가 유실되는데, 미생물제를 돈분뇨에 첨가시 COD는 63.5%가 감소되며, T-N은 23.3%가 제거된다고 하였다<sup>6,10)</sup>. 양돈폐수는 높은 질소함량으로 C/N율이 낮아 암모니아 가스 발생이 많은데, pH가 높고 공기주입량이 많으며 고온인 조건에서 질소의 탈기율이 높다<sup>11-13)</sup>. 그러나 돈분뇨를 유기질 자원으로 이용하기 위해서는 미생물에 의해 분해되는 과정에서 발생하는 각종 악취와 유해가스를 줄이기 위한 노력이 요구됨과 동시에 돈분뇨 중의 양분 손실을 줄이는 방안도 필요한 실정이다<sup>1,8)</sup>.

따라서 본 연구는 돈분뇨 슬러리에 효모(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1)를 첨가하여 악취 및 유해물질 감소에 미치는 영향을 구명하고 효모가 환경개선제로의 이용 가능성을 판단하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 돈분뇨 및 처리내용

효모(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1)를 이용한 돈분뇨의 악취감소와 오염물질 저감 효과를 검토하기 위하여 경기도 안성시 일죽면 금산리 소재 양돈농가에서 돈분뇨를 수거하여 이용하였으며, 사용된 돈분뇨의 성상은 Table 1과 같다. 효모는 돈분뇨 1톤당 0.7리터(SA0.7), 1리터(SA1.0) 및 1.5리터(SA1.5)를 첨가하고, 무처리(SA0)와 함께 4처리구로 구분하였다.

Table 1. Characteristics of piggery slurry used in this study

Items	Concentration
pH	7.9
BOD (mg l <sup>-1</sup> )	41,600
COD (mg l <sup>-1</sup> )	14,900
Total Coliform (MPN ml <sup>-1</sup> )	< 30
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg l <sup>-1</sup> )	22.6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg l <sup>-1</sup> )	3,893
PO <sub>4</sub> -P (mg l <sup>-1</sup> )	1,369

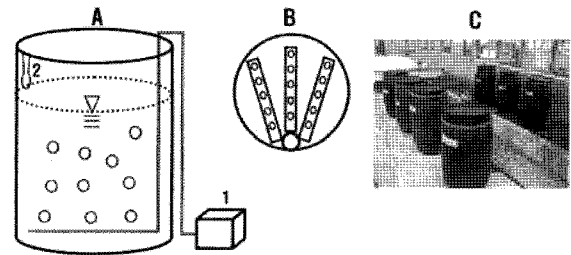


Fig. 1. Schematic diagram of reactor for the experiment. A. Continuous aeration reactor, B. Three-forked deflation of air on the bottom of reactor, C. Reactors used in this experiment. 1. Air compressor, 2. Thermometer.

### 폭기조

양돈장에서 수거한 돈분뇨는 처리구별로 구분하여 70리터 통에 각각 50리터씩 나누었다. 각 처리구는 돈분뇨의 악취저감 및 균질성을 이루기 위해서는 폭기교반시설이 적합하다는 보고<sup>14)</sup>에 따라 Figure 1과 같이 호기성폭기조를 제작하여 2반복으로 설치하였다. 폭기량은 air compressor를 이용하여 6m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup>로<sup>15)</sup> 조정하였으며, 수중 폭기방식의 경우 표면 거품이 대량 발생하기 때문에<sup>16)</sup> 이를 줄이기 위하여 2시간 폭기 후 1시간 폭기 중단을 반복하였다. 폭기 중 폭기조 바닥의 구석에 슬러지가 침전되는 것을 최소화하기 위하여 폭기조 바닥에서 공기 배출구를 3갈래로 나누어 골고루 폭기가 됨과 동시에 분뇨의 상하 순환이 원활히 되도록 하였다.

### 액상 분리

효모 첨가에 따른 돈분뇨의 분해율을 조사하기 위하여 폭기 3일 후에 처리별로 각 5개씩 시료를 수거하였으며, 원심분리기(비전과학, VS-550)를 이용하여 고형분과 액체로 분리하여 평균값을 구하였다.

### 악취가스

돈분뇨에서 발생하는 악취 중 암모니아 가스는 효모 첨가 전, 효모 첨가 후 1시간, 3시간, 24시간, 144시간으로 나누어 악취공정시험방법<sup>17)</sup>에 따라 흡수병을 이용하여 포집하였으며 흡광광도계(Shimadzu, AA-6200)로 농도를 측정하였다. 또

한 돈분뇨에서 발생하는 복합악취강도(희석배수)는 Hand-held Odor Meter(Shinyei, OMX-LR)을 이용하여 폭기조의 상부에서 매 5초 단위로 1분간 연속 측정후 평균값을 구하였다. 이와 함께 폭기조 내부의 온도도 측정하였다.

**오염물질**

효모 첨가 돈분뇨에서의 오염물질의 변화를 알아보기 위하여 효모 첨가 전과 효모 첨가 7일 후에 처리구별로 시료를 채취하였으며, BOD, COD, 및 총대장균을 수질오염공정시험방법에 따라 분석하였다<sup>18)</sup>.

**돈분뇨의 이화학적성**

효모 첨가에 따른 처리별 돈분뇨의 pH, Nitrate, Ammonium 및 Phosphate를 휴대용측광기(Merck, RQflex-10)를 이용하여 측정하였는데, pH를 제외한 성분은 증류수로 60배 희석하여 3회 반복 측정 후 평균값을 구하였다.

**결과 및 고찰**

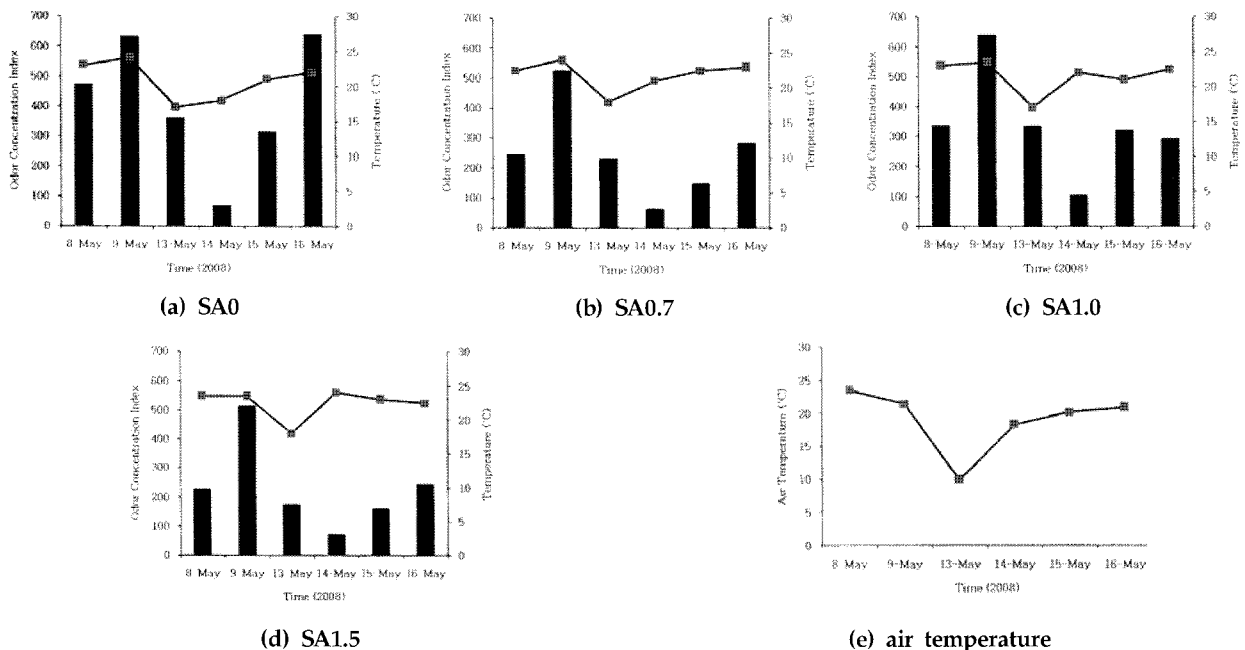
돈분뇨에 효모(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1)를 첨가 후 폭기를 실시하면서 발생하는 복합악취강도와 폭기조 내부 및 외부의 온도 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 효모 첨가에 따른 악취강도는 무처리구(Fig. 2a)에 비하여 효모처리구에서 현저히 낮음을 알 수 있었다. 특히 효모를 돈분뇨 톤당 1.5리터 첨가한 SA1.5(Fig. 2d)에서는 상당한 폭으로 악취강도가 낮아져 효모 첨가 다음날인 5월8일에 228.5를 나

타내어 SA0 474의 48.2% 수준이었고, 실험개시 후 8일째에는 그 차이가 더욱 커져 SA0이 641인 반면 SA1.5에서는 247으로 38.5% 수준이어서 기타지역 엄격한 배출 허용기준<sup>17)</sup>인 희석배수 300~500보다 낮은 수준에 머물렀다.

또한 복합악취강도와 폭기조 내·외부의 온도차이간 큰 차이가 나타났는데, 특히 외부온도의 변화는 그 다음날까지 악취강도에 영향을 끼치는 것으로 조사되었다. 실험기간 중 일시 이상저온으로 5월13일의 외부온도가 9.9℃ 까지 낮아졌는데(Fig. 2e) 모든 처리구의 악취강도는 그 다음날인 5월14일 가장 낮은 64~104.5의 범위를 나타내었다. 이는 5월 14일의 폭기조 내부의 온도가 상승하였음에도 불구하고 악취강도에 영향을 끼치지 않은 것으로 보아 외부온도가 악취강도에 가장 큰 영향을 끼침을 알 수 있었다. 특히 5월 14일 폭기조 내부의 온도는 SA0이 18℃, SA1.5가 24℃로 6℃ 차이가 낮음에도 불구하고 악취강도는 각각 70과 73으로 큰 차이가 없었다. 이후 폭기조 내외부의 온도가 정상수준으로 회복됨에 따라 처리간 악취강도의 격차가 다시 나타났는데 SA1.5는 전체실험기간 동안 다른 처리구에 비해 변화의 폭이 좁았고 전반적으로 낮은 수치를 나타냈다.

가축분뇨에서 발생하는 악취가스의 농도는 무처리저장조보다 폭기조에서 더 높고, 또한 매질의 온도나 공급되는 공기의 온도가 영향을 끼치는데<sup>14,19)</sup>, 본 실험에 사용된 효모는 폭기중 내부의 온도가 높았음에도 불구하고 악취강도는 낮아 여름철 기온이 상승하여도 악취발생을 크게 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

가축분뇨에서 발생하는 악취 중 암모니아 가스는 축산농가뿐만 아니라 주변의 인근농가에 까지 큰 피해를 줌으로 암



**Fig. 2.** Changes in odor concentration index and temperature at the reactors treated with different rates of *Saccharomyces exiguus* SJPAF1 (from a to d) and ambient temperature change (e). (bar: odor concentration index, line: temperature).

모니아 가스의 효율적 제거가 매우 중요하다. 돈분뇨에 효모를 첨가 후 폭기를 시키면서 암모니아가스의 발생 변화를 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 돈분뇨에 효모를 첨가한 모든 처리구에서의 암모니아 가스 농도가 3시간 이후부터 급격히 상승하였다. 처리구별로 살펴보면, SA0에서는 암모니아가스 발생이 급격히 상승하여 24시간 후에는 10배인 111.5 ppm, 6일 후에는 15배 가량인 161.1 ppm까지 상승하였다. 그러나 효모 처리구에서는 그 양에 상관없이 SA0에 비해 암모니아 가스발생량이 적었는데, 특히 SA1.5에서는 24시간부터 감소하여 6일째에는 47.1 ppm이 측정되어 SA0 대비 29% 수준이었다. 이러한 결과는 폭기 개시후 약 5시간을 전후로 하여 암모니아 탈기량 중 50% 이상의 유리 암모니아 질소 성분이 방출되었다는 보고<sup>1)</sup>와 일치하는 결과이다.

수거된 돈분뇨에 효모를 첨가 후 폭기를 하였을 경우, 돈분뇨 슬러리 중 고상이 어느 정도 분해가 되는지를 검토한 결과는 Fig. 4와 같다. 체중 60 kg인 돼지에서 발생하는 돈분뇨의 양은 평균 4.2 kghead<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup>으로 볼 때, 분은 1.6 kg, 뇨는 2.6 kg 정도이다<sup>8)</sup>. 즉, 62% 가량이 뇨인데, 양돈분뇨를 슬러리 액비형태로 농경지에 이용하는 것이 보다 경제적이며 실용적인 처리수단으로 알려져 있다<sup>6)</sup>. 본 실험에서는

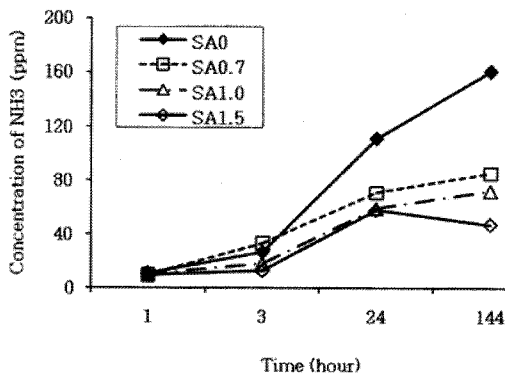


Fig. 3. Changes of ammonia gas concentration from piggery slurry reactors by different rates of *Saccharomyces exiguus* SJPAF1 addition.

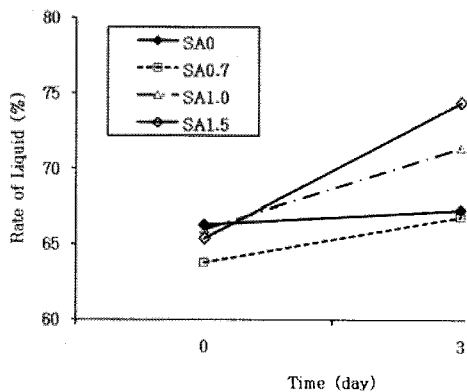


Fig. 4. Changes of liquid rate from piggery slurry by different rates of *Saccharomyces exiguus* SJPAF1 addition.

효모처리 3일 후에 처리별로 돈분뇨를 수거 후 원심분리기를 이용하여 고상과 액상의 분리 비율을 구하였는데, SA0에서는 시험전 액상율이 66.3%에서 3일 후 67.3%로 약 1.5% 증가한 반면, 효모를 투입한 모든 처리구에서는 4.7%~13.8% 까지 증가하였다. 특히 SA1.5에서는 시험전 65.4%에서 74.4%로 액상율이 13.8% 증가하였다. 고형물에 의해 암모니아의 질량전달이 감소하므로 탈기효과를 높이기 위해서는 고형물의 농도를 최소화 하여야 하는데<sup>1)</sup>, 암모니아 탈기시 시료 내 입자상물질을 제거하는 것이 보다 경제적이며 높은 효율을 보인다고 하였던 바<sup>13)</sup>, 본 실험에 사용한 효모는 고형물의 비율을 낮춰줌으로서 Fig. 3에서 보는 바와 같이 암모니아 탈기효과가 더욱 큰 것으로 판단된다. 또한 시험 개시 8일 후 처리별 남아 있는 돈분뇨의 양은 Fig. 5와 같다. SA0과 SA1.5에서의 돈분뇨 량은 각각 47리터와 41리터로 12.8%의 차이를 보였는데, 이는 효모 첨가에 따라 액상이 증가하면서 증발이 더욱 많아졌던 결과로 생각된다. 우리나라에서의 돈분뇨 발생량은 '08년 기준 연간 17백만톤으로<sup>20)</sup> 이중 12.8%인 2,243천톤을 줄일 수 있을 것이다. 돈분뇨 처리 방법별(위탁처리, 퇴액비처리, 바이오가스플랜트) 평균 처리비용을 톤당 20,000원<sup>21)</sup>으로 계산시 연간 약 449억원을 절감할 수 있을 것으로 생각된다.

돈분뇨에 효모를 첨가할 경우 환경오염물질의 함량 변화는 Table 2와 같다. 효모 첨가 유무에 관계없이 7일 후 모든 처리구에서 6.7%~25.2%의 BOD가 제거되었다. 이는 호기성 폭기조에서의 BOD제거효율이 높다는 연구결과와 일치하

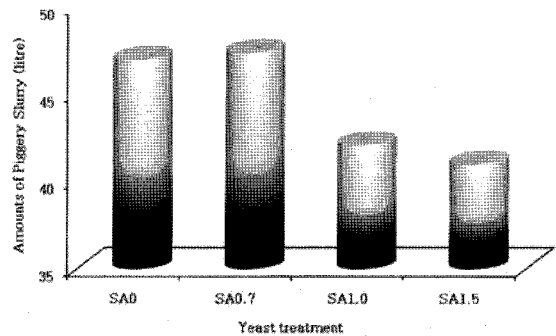


Fig. 5. Amounts of piggery slurry remaining after 8 days of *Saccharomyces exiguus* SJPAF1 addition at different rates.

Table 2. Concentration of contaminants of piggery slurry after 7 days of *Saccharomyces exiguus* SJPAF1 addition

Treatments	BOD (mg l <sup>-1</sup> )	COD (mg l <sup>-1</sup> )	Total Coliform (mg ml <sup>-1</sup> )
SA0	37,200	11,600	8.3×10 <sup>3</sup>
SA0.7	31,100	17,000	< 30
SA1.0	38,800	16,000	1.5×10 <sup>2</sup>
SA1.5	33,400	17,200	< 30

**Table 3. Characteristics of major chemical properties of piggery slurry after 7 days of *Saccharomyces exiguus* SJPAF1 addition**

Treatments	pH	NO <sub>3</sub> -N (mg l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg l <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> -P (mg l <sup>-1</sup> )
SA0	8.0	18.1	3,403	822
SA0.7	8.3	18.1	3,287	910
SA1.0	7.9	22.6	3,590	909
SA1.5	8.2	19.2	2,937	929

지민<sup>10</sup>), 효모 첨가 여부나 첨가량 차이에 따른 BOD값이 불안정한 것은 유기물의 분해과정이 불안정했기 때문으로 공시효모에 의한 제거효과는 아닌 것으로 판단된다.

축산폐수 중 COD는 폭기에 의해 공급된 산소를 소모하여 미생물이 유기물을 분해하여 시간의 경과에 따라 유기물이 감소함으로써 농도가 감소하는 경향을 보인다. 실험 개시 7일 후 돈분뇨 중 COD 농도는 SA0에서 28.4%가 감소된 반면, 효모 첨가구에서의 COD 농도는 6.9%에서 13.4%까지 증가하였다. 이는 미생물 활성액의 첨가량이 많을수록 반응 초기 COD값이 증가했다는 보고와 일치하니<sup>22</sup>), 시간의 경과에 따라 다시 감소한다고 하였던 바<sup>6</sup>), 본 실험에 사용된 효모에 의한 COD감소 효과는 보다 장기적인 관찰로 재구명을 해야 할 것으로 판단된다.

돈분뇨에 효모를 첨가한 후 병원균인 대장균의 밀도변화를 보면 시험 전 돈분뇨의 대장균수는 30 MPN ml<sup>-1</sup>미만 (Table 1)이었으나 효모를 첨가하지 않은 SA0에서는 8.3×10<sup>3</sup> MPN ml<sup>-1</sup>으로 급격히 증가하였는데, 우리나라의 분뇨처리 시설의 방류수수질기준<sup>23</sup>)에서 규정하고 있는 총대장균균수는 3,000 MPN ml<sup>-1</sup>이하로 이와 비교하여 큰 차이를 보였다. 이에 반해 효모를 첨가한 SA0.7과 SA1.5에서는 시험전 수준인 30 MPN ml<sup>-1</sup>미만을 유지하였고, SA1.0에서는 1.5×10<sup>2</sup> MPN ml<sup>-1</sup>로 분뇨처리시설의 방류수 수질기준에 적합한 수준이었다. 대장균의 제거효율은 호기성폭기조보다 혐기성교반조에서 더 높는데<sup>10</sup>), 본 실험에 사용된 효모(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1)는 호기성폭기 상태에서도 대장균 증식을 억제하는데 효과가 있는 것으로 판단된다.

돈분뇨의 pH는 암모니아 탈기에 많은 영향을 끼치는데 pH 10.5 이상이 가장 적합하다<sup>11-13</sup>). 그러나 pH를 높이기 위해서는 암모니아 탈기를 위한 운전비용이 과다하게 증가한다는 문제가 있다<sup>1</sup>). 본 실험에서는 돈분뇨 슬러리의 pH가 시험전 7.9(Table 1)이었으나 시험 개시 후 처리구별로 pH 7.9에서 pH 8.3을 나타내어 효모 첨가 유무나 첨가량 차이에 따른 pH 상승효과라 할 수 없고, 이는 공기 주입에 따른 암모니아성 질소의 생성에 따라 pH가 약간 증가된 것으로 판단된다.

효모 첨가에 따른 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, 그리고 PO<sub>4</sub>-P의 농도의 변화를 보면 폭기 개시 8일 후 효모 첨가 유무에 상관

없이 시험전 농도에 비하여 낮은 수준을 보였다. 그러나 질소와 인산은 시간이 경과함에 따라 미생물에 동화되거나 암모니아 가스 등으로 휘산되어 유실되기 때문에 감소한다는 보고<sup>24</sup>)나 미생물체 급여시 T-N, T-P와 같은 오염물질감소에는 효과가 없다는 보고<sup>25</sup>)에서 보는 바와 같이 본 실험에서 질소와 인산의 일부 감소는 폭기중 돈분뇨내의 미생물 활성 증가에 따른 효과로써 효모 첨가 효과라 판단 할 수 없었다.

## 요 약

본 실험은 효모(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1) 첨가에 따른 돈분뇨의 악취제거 및 오염물질 감소 효과를 알아보고자 수행하였다. 처리구는 효모무 처리(SA0), 돈분뇨 1톤당 0.7 l(SA0.7), 1.0 l(SA1.0), 1.5 l(SA1.5)로 구분하였다. 돈분뇨에서 발생하는 복합악취강도는 폭기조 외부의 온도변화와 효모의 투입량 증가에 따라 감소한 경향을 보였으며, 특히 암모니아 가스는 처리 6일 후 SA0에서 161.1 ppm인 반면 SA1.5에서는 47.1 ppm수준이었다. 또한 돈분뇨의 액상화는 SA1.5에서는 시험전 대비 13.8%가 증가하였으며, 분뇨량은 12.8% 감소하였다. 가축분뇨 중의 주요 병원균인 대장균은 효모처리구인 SA0.7과 SA1.5에서 시험전 수준인 30MPN ml<sup>-1</sup>미만을 유지하여 더 이상 증식되지 않았다. 그러나, 오염물질인 BOD, COD, 및 NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, PO<sub>4</sub>-P의 일부 감소는 공시효모에 의한 효과가 아닌 것으로 판단된다. 본 연구 결과, 효모(*Saccharomyces exiguus* SJPAF1) 1.5%를 돈분뇨에 첨가시 악취의 제거와 대장균의 증식을 억제시켜 환경개선제로서의 이용 가능성을 보여주었다.

## 감사의 글

본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터사업[2008-3-1: 유용미생물을 이용한 양돈환경 개선 및 돈분뇨의 활용방안 연구]의 일환으로 수행하였습니다.

## 참고문헌

- Sohn, B. K., Kang, S. G., Cho, E. J., Kim, S. D., Lee, C. J., and Kim, J. H. (2006) Estimation of Ammonia Stripping Condition for Adequate Aerobic Liquid-Composting of Swine Manure, *Korean J. Soil. Sci. Fert.* 39(2), 73-79.
- Ministry of Environment, Korea (2005) Offensive Odor Control Law.
- Jang, Y. K., Song, K. P., Kim, H. J., and Yoo, Y. H. (2004) An Investigation on the Odor Characteristics of Livestock Facilities, *Environmental Impact Assessment* 13(1), 33-40.

4. Yoo, Y. H., Kim, T. I., Jeong, J. W., Choi, H. C., Song, J. I., Yang, C. B., Jang, Y. K., Kim, H. J., and Song, K. P. (2005) A Field Survey on Concentration of Odor Compounds in Pig Buildings and Boundary Areas, *J. Lives. Hous. & Env.* 11(1), 45-54.
5. Lee, E. Y. (2008) Problems and Verification System of Probiotics as Livestock-environment Improving Agent Product and Circulated, *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* 36(2), 87-95.
6. Kang, K. H., Kim, S. K., Hu, C. G., and Lee, M. G. (2006) The Effect of Reduction of Contaminants and Odor according to the Additives in the Anaerobic Maturation Process of Piggery Slurry, *Journal of the Environmental Sciences* 15(2), 169-175.
7. Cheon, D. W., and Park, M. S. (2003) Preference Analysis on Livestock Liquid Manure, *Korean Journal of Agricultural Management and Policy* 30(1), 75-87.
8. Ahn, T. W., Choi, I. S., and Oh, J. M. (2008) A Study on Recycling Capacity Assessment of Livestock Manure, *Environmental Impact Assessment* 17(5), 311-320.
9. Lee, M. K., Jeong, E. A., Kim, P. S., Lee, S. J., Chong, J. S., Song, I. S., Kim, J. K., and Jeong, Y. K. (2008) Removal of Nitrogen and Organic Matter in Swine Wastewater Using Anoxic-Oxic Membrane Bioreactor and Advanced Oxidation Process. *Korean Society of Environmental Engineers*, 2008 Spring Symposium, 1~2 May, Uni. of Ulsan, p.1245-1248.
10. Jung, K. Y., Cho, N. J., and Jeong, Y. G. (1998) Comparison of Liquid Composting Efficiency using Liquid Pig Manure in Different Condition, *Korean Journal of Environmental Agriculture* 17(4), 301-305.
11. Bonmati, A., and X. Flotats. (2003) Air stripping of ammonia from pig slurry: characterisation and feasibility as a pre- or post-treatment to mesophilic anaerobic digestion, *Waste Management* 23, 261-272.
12. Liao, P. H., Chen, A., and Lo, K. V. (1995) Removal of nitrogen from swine manure wastewater by ammonia stripping, *Bioresource Technology* 54, 17-20.
13. Whang, G. D., and Cho, Y. M. (2004) Effect of Operating Condition of Stripping Process on Ammonia Removal for Pre-treatment of Swine Wastewater, *Journal of Korean Society on Water Quality* 20(1), 86-92.
14. Park, M. E., Kang, A. S., and Kim, S. C. (2006) The Effect of Storage Container Types on Odor Emission and Quality of Piggery Liquid Slurry Fertilizer in the Farms, *Korean J. Soil Sci. Fert.* 39(3), 136-143.
15. Oh, K. Y., Lee, S. H., Yu, B. K., Choe, K. J., Choe, D. Y., and Park, C. H. (2004) Screw propeller and pump use animal slurry manure agitator for animal manure storage tank. *Journal of Korean Society for Agricultural Machinery* 9(2), 361-364.
16. Lim, D. K. (2005) Treatment of Animal Manure for Liquefying and Its Utilization, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Korea.
17. National Institute of Environmental Research, Korea (2005) Standard Methods of Odor Compounds.
18. Ministry of Environment, Korea (2007) Standard Methods for the Examination of Water Pollution.
19. Kwon, S. H., Kwon, S. W., and Lee, D. H. (2000) Estimation of the Treatment Efficiency and Ammonia Evolution during the High-rate Composting Process for Swine Manure, *Korean Journal of Waste Management* 17(8), 935-943.
20. Ha, W. W. (2009) 2009 Plan for increasing of Recycling Capacity of Livestock Manure, *Monthly Pig Magazine* March 2009, p.48-50.
21. Yoon, S. Y., Lee, J. M., and Hwang, J. H. (2007) An Analysis of Livestock Manure Management Cost and Economical Efficiency by applying CDM, *Korean Journal of Organic Agriculture* 15(4), 377-398.
22. Lee, J. S., Lee, H. J., and Lee, S. W. (2004) Analysis of Malodorous Substances in the Piggery Waste Treatment by Additives, *J. of Korean Society for Environmental Analysis* 7(3), 167-172.
23. Ministry of Environment, Korea (2008) Effluent Water Quality Standard.
24. Kang, A. S., and An, M. S. (2005) Study for Reduction of Odor Emission from the Liquid Piggery Slurry in a Storage Tank, Gangwondo Agricultural Research and Extension Service.
25. Kwak, J. H., Choi, D. Y., Park, C. H., Kim, J. H., Jung, K. H., Yang, C. B., Yoo, Y. H., and Ra, C. S. (2007) The Effects of Feeding Feed Additives Containing Microorganism on Characteristics of Excreta in Finishing Pigs, 2007 Spring Symposium, *Korean Society of Waste Management* p.365.