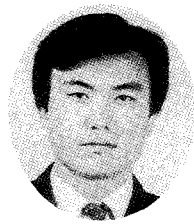


*이 내용은 본 연합회가 공모한 「제1회 환경관리모범사례」에서 우수 작으로 당선된 사례입니다

Bacteria 순수분리 및 배양법연구로 폐수처리효율 증대



金永鎬

〈삼양식품(주)부평 장유공장 환경관리인〉

목 차

1. 삼양식품 현황
2. 제품생산 공정도
3. 원료의 사용량 및 제품생산량
4. 폐수배출 오염물질 농도
5. 방지시설 설치내역
6. 당사 수질관리 기준
7. 폐수처리장 운영관리 기준
8. 폐수처리 비용 분포도
9. 개선사례

대기 이규원(환경기사 1급)

근무자 2명

- 6) 용수사용량 : 560m³/D
- 7) 폐수배출량 : 200m³/D
- 8) 배출수역 : (나)지역
- 9) 배출경로 : 계산천→굴포천→한강→서해

1. 삼양식품 현황

- 1) 소재지 : 인천직할시 북구 효성동 200~1
TEL : (032)93~2217
- 2) 업종 : 식품제조업
- 3) 주생산품명 : 장유류(간장, 된장, 고추장, 춘장)
- 4) 시설종별 : 대기2종, 수질3종
- 5) 환경관리인 : 수질 김영호(환경기사1급)

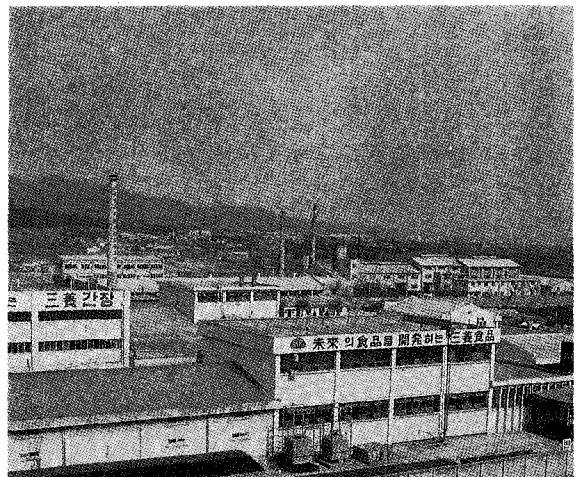
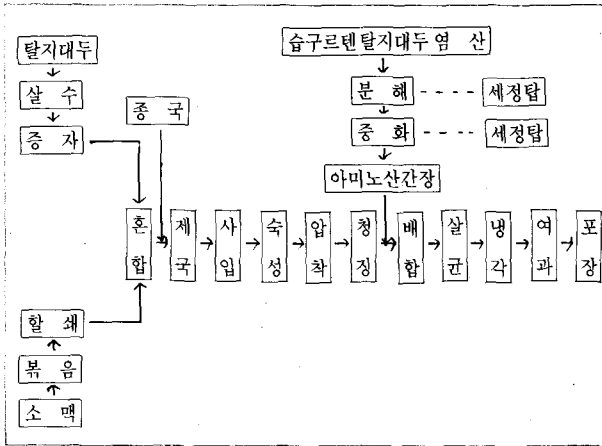


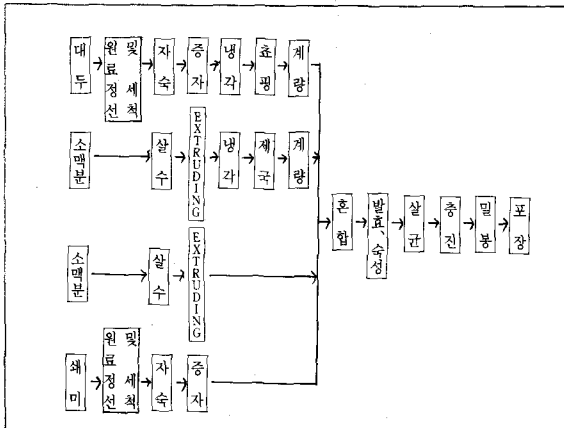
사진. 삼양식품(주)장유공장

2. 제품생산 공정도

1) 간장류 생산 공정도



2) 된장류 생산 공정도



3. 원료의 사용량 및 제품 생산량

(단위 : kg)

제품 생산량		원료 사용량			
제품명	1일생산량	월생산량	원료명	1일사용량	월사용량
간장	5,7100	1,427,500	탈지대두	3,400	85,000
된장	700	17,500	대두	3,028	75,700
고추장	200	5,000	소맥	1,720	43,000
짜장	1,100	27,500	소맥분	1,000	25,000
			습구르텐	10,400	260,000
			정제염	5,192	129,800
			염산	5,300	132,500

환경관리인. 1992.4

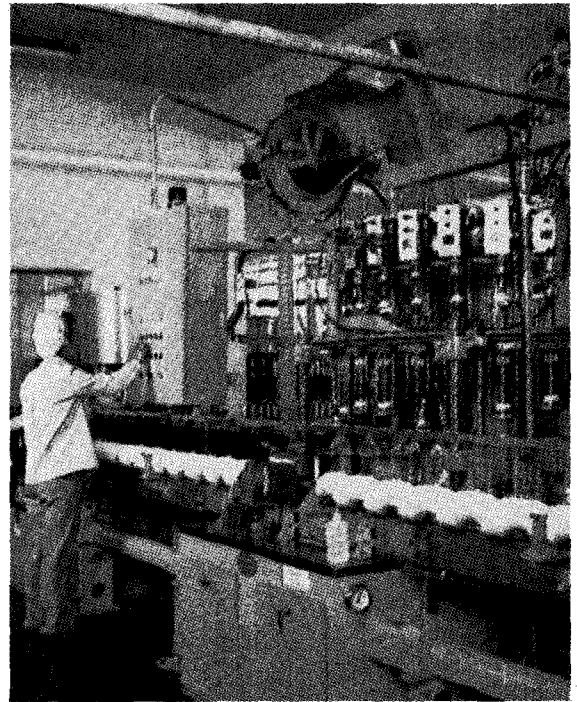


사진2. 간장포장공장

(단위 : kg)

제품 생산량		원료 사용량			
제품명	1일생산량	월생산량	원료명	1일사용량	월사용량
			소다회	2,900	72,500
			쌀	1,577	39,425
			용수	560m ³	14,000

* 작업시간 : 1일 10시간, 월 25일, 년 300일.

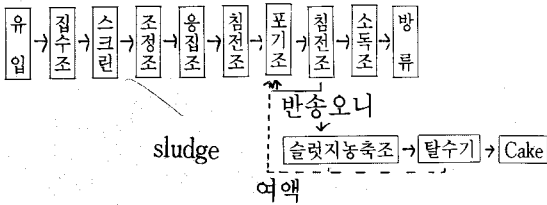
4. 폐수배출 오염물질농도

(단위 : mg / l)

항목/배출량 및 농도	최대	평균
폐수배출량(m ³ /일)	560.0	338.71
PH	4.00	4.25
BOD	895.60	463.12
COD	880.00	404.26
SS	580.00	369.48
N-Hexan	42.00	33.49

5. 방지시설 설치내역

1) 처리계통도



2) 방지시설 내역

(단위 : m³)

시설명	용량	수량
스크린	35	1
집수조	60	1
조정조	240	1
응집시설	13.6	1
침전시설(1차)	109	1
침전시설(최종)	285	1
농축시설	21	1
탈수시설	3	1
살균시설	12	1
포기시설	2,000	2

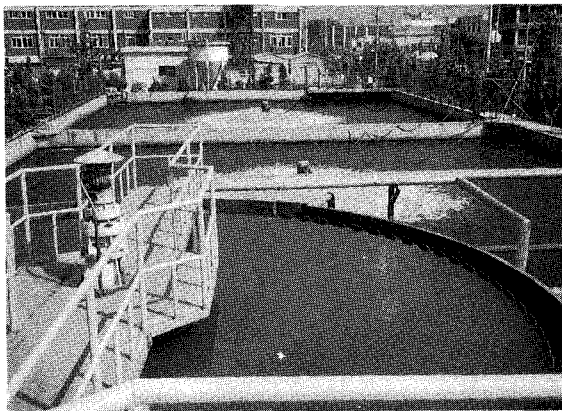


사진3. 폐수처리장

6. 당사수질관리기준

(mg/l)

수질측정항목	배출허용기준	당사관리기준	현재
PH	5.8~8.6	6.5~7.5	7~7.4
BOD	150	50↓	5~30
COD	150	50↓	5~40
SS	150	50↓	5~30
N-H	30	15↓	5~15

7. 폐수처리장 운영 관리기준

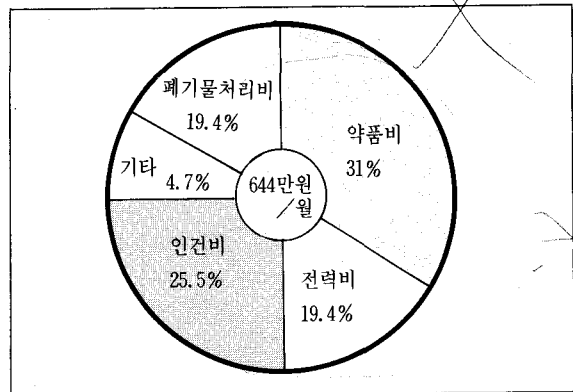
항목	적용범위
PH	6.8~7.3
DO(Mg/l)	1.5~5.5
SVI	100~120
MLSS(mg/l)	800~2000
F/M	0.15~0.25
Sludge인발량	800~1500kg/day
Cake수분(%)	80~83%
미생물상태	1회1일검경, 상태과약및 조치

8. 폐수처리 비용 분포도

1) 폐수처리 비용

항목	평균 월 사용금액(만원)
약품비	200
전력비	125
인건비	164
폐기물처리비	125
기타	30
계	644

2) 폐수처리 비용 분포도



9. 개선사례

1) 제목 : Bacteria순수 분리 및 배양법 연구로 폐수처리 효율증대

2) 동기 : 폐수처리에 이용되어지고 있는 혼합미

환경관리인, 1992.4

생물계 중 폐수의 유기오염 물질 제거에 가장 중요한 역할을 하고 있는 flocc형성 Bacteria를 배양하여 적정량을 투입함으로써 충격부하시 신속한 대처 및 미생물의 활성화를 도모하고 폐수처리 효율을 증대하고자 함.

3) Bacteria순수분리

① 순수분리 방법

Bacteria의 순수분리 방법으로는 평판주가 및 평판도말 배양법을 병행 사용하였으며 폐수처리가 양호하게 처리 될때 포기조의 미생물을 취해 여과 및 원심분리등을 이용, 전처리를 한 후 시료를 준비한다.

가. 평판주가 배양

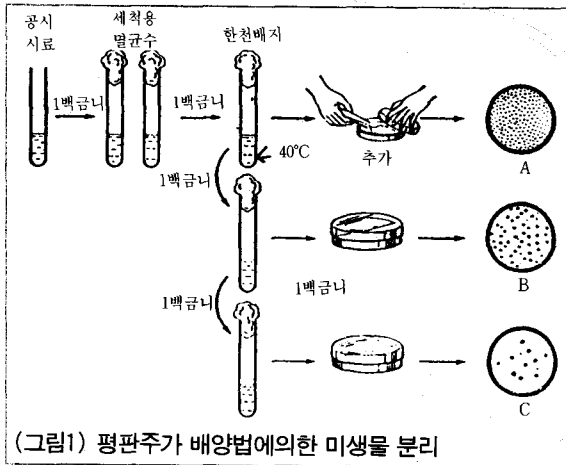
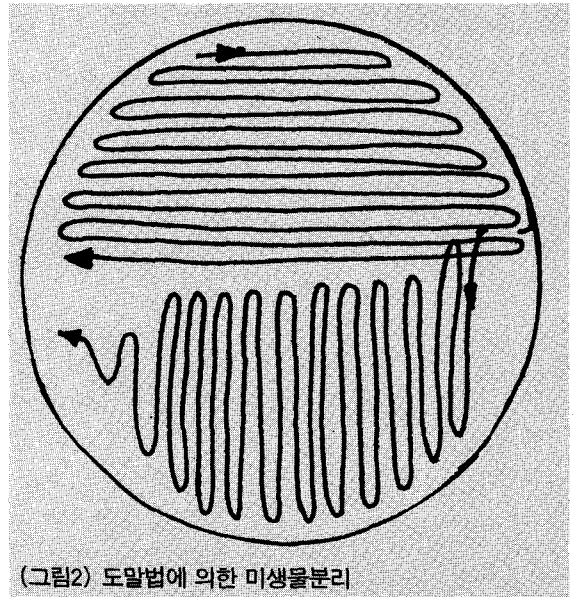


그림1과 같이 멸균한 희석액 3本과 시험관에 넣어 멸균한 배지 3本을 준비한다. 이때 배지는 40°정도로 냉각하여둔다. 먼저 시료의 희석액에서 1백금니를 취하여 첫번째 희석액에 잘 혼화하고 같은 방법으로 순차적으로 희석하여 마지막 희석액에서 한 백금니를 취해 미리 용해하여둔 배지에 더하여 혼화 희석한 후, 순차적으로 새로운 배지에도 실시하여 각각의 배지를 petri접시에 오염을 방지하면서 신속히 주가 응고 시켜 petri접시를 뒤집어 배양한다.

나. 평판도말배양

표면의 응축수를 건조시켜둔 평판배지에 60°C정도 구부린 화염살균한 백금니를 시료의 희석액, 또는 평판주가 배양에 의해 형성된 집락에 묻혀서 그림2와 같이 배지위에 연속 평행선을 긋다가, 도중에 백



금니를 다시 화염살균한 후 도말선 끝부분의 2~3개소에서 선을 긋는 방법으로 제2의 평판, 제3의 평판 등에 옮겨 같은 방법으로 도말한다. 위와 같은 방법으로 형성되는 집락이 언제나 일정하고 검경으로도 순수하게 된것을 확인한 후, 미생물군 중 한백금니를 취해 MOLOD, 진탕L형 시험관으로 flocc형성 유무를 확인한 다음, flocc형성이 양호하다고 판단되면 slant media에 이식하여 보관 및 균주로 사용한다.

② 멸균

잡균 등으로 부터의 오염을 막기위해 모든 조작용 멸균처리 하였으며, petridish 시험관 등 초자기구류는 Dry oven에서 건열멸균(150°C 30분) 및 배지 등은 auto clave에서 고압증기멸균(1kg/cm², 121°C. 15분) 처리하였다.

③ 배지

호기성 미생물 배양에 주로 사용되고 있는 slant media에 분주하여 균주를 관리하였으며, 배양에는 액체 배지를 사용하였다. 배지의 성분 조성은 표1과 같다.

4) Bacteria배양

평판배지에 Bacteria를 배양시 Colony주변이 자색에서 황색으로 변하는데 이는 Bacteria가 Glucose를 산화해서 글루타민산을 생산하기 때문이며 크기는

(표 1) 배지의 용도 및 성분

배 지	용 도	성 분
Slant media	균주보관	Glucose 10, peptonel, yeast extract 3, potassium phosphate dibasic 2, Magnesium Sulfate, 7H ₂ O ℓ, potassium chloride 0.2, agar 20. 각g 1 ℓ, 증류수, PH7.0
액체배지	배양	Glucose 10, peptonel, yeast extract 3, potassium phosphate dibasic 2, Magnesium Sulfate, 7H ₂ O ℓ, potassium chloride 0.2 각g/ℓ, 증류수, PH7.0

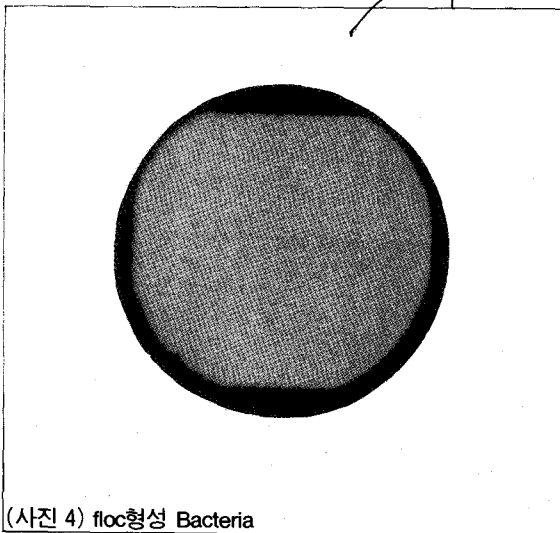
1.5 μm 비포자형성, 비운동성의 단간균이다. 또한 배양시 탄소원이 과량이거나, 인산부족 또는 PH가 낮을 경우 타균류의 colony가 발생될 수 있으므로 주의가 필요하다.

① Seed 배양

건열멸균 처리한 Fernback flask에 200ml의 액체 배지를 조제하여 autoclave에서 멸균처리 한 후 30°C에서 48시간 Incubator에 넣어 진탕배양한다.

② 본배양

건열멸균 처리한 진탕 flask에 2ℓ의 액체 배지를 조제하여 auto clave에서 멸균처리한 후 30°C가 되도록 냉각시킨 다음 seed 배양액 전액을 첨가하여 30°C에서 48시간 Incubator에 넣어 진탕배양한다. (사진 4)



(사진 4) floc형성 Bacteria

5) 미생물 첨가

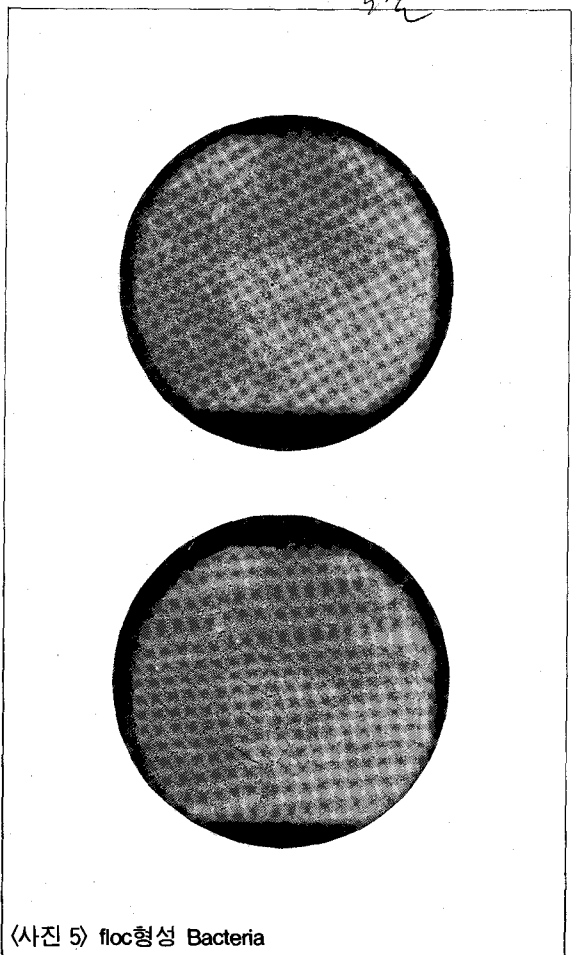
포기조 미생물 상태를 검정한 후 첨가시기 및 첨가량을 설정하여 투입(유입수량의 5~10ppm)함으로써 항상 안정된 미생물군을 형성함은 물론, 충격 부하시 신속한 대처 및 폐수처리의 효율을 증가시킬 수 있었다.

6) 효과

① 미생물 활성화 및 Surface Aerator 가동시간 단축

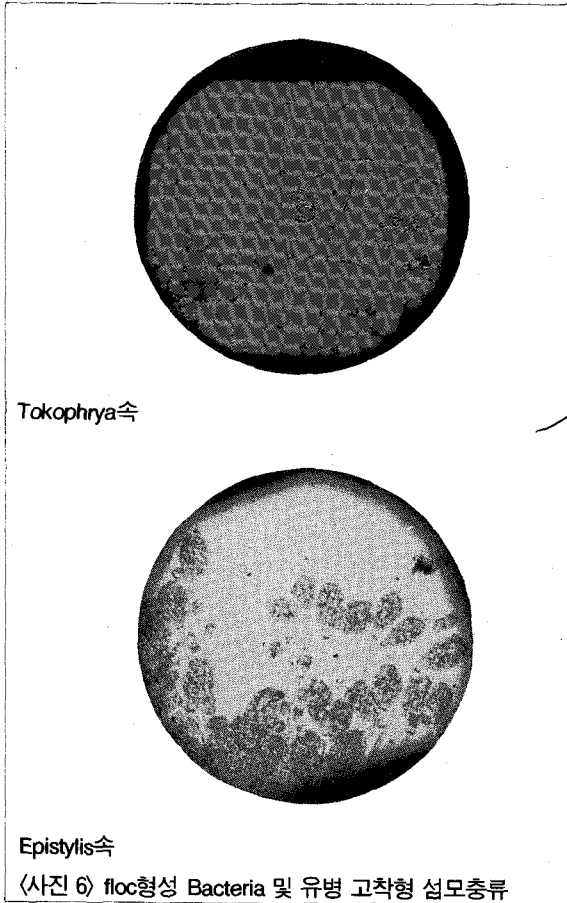
가. 미생물 활성화

고정적으로 발생되고 있는 사상균(Type 1701, 0041, M-Parvicella 등)의 세포증식 보다는 floc형성 Bacteria의 증식을 유도(배양액 및 반송슬러지를 조정조에 투입)함으로써, 사상균의 상대적 감소 및 미



(사진 5) floc형성 Bacteria

생물의 활성화를 증대시킬 수 있었으며(사진 5), 그 결과 슬러지 용량 지표인 SVI(표2) 변화폭(그림 3)



도 '90년도 12.02에서 '91년도 5.61로 53.33% 감소시킬 수 있었다.

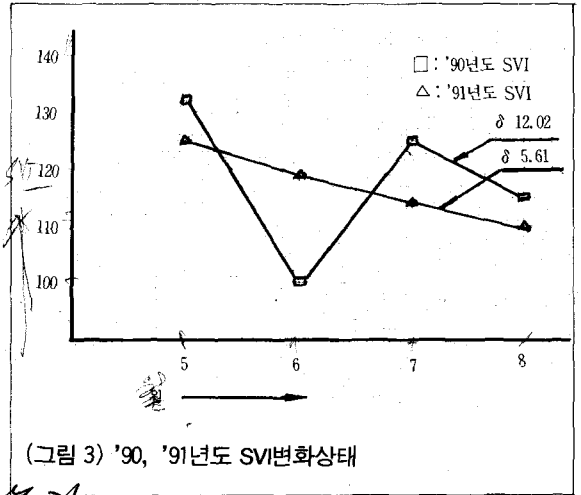
(표 2) '90, '91년도 SVI비교

항목\월별\년도	5	6	7	8	9	δ
SVI '90	132	100	125	115	118	12.02
SVI '91	125	119	114	110	117	5.61

나. Surface Aerator가동시간 단축

Surface Aerator가동시간은 포기조의 용존산소를 평균 2ppm 유지하는데 있으며 '90년도에 비해 일차 포기조 1.25시간, 2차 포기조 1.5시간(표3)줄여 가동함으로써 월1815KW의 전력 소비량을 절감할 수 있

환경관리인. 1992.4



(그림 3) '90, '91년도 SVI변화상태

(표 3) 포기조 Surface Aerator 가동시간 (단위 : 시간/day)

년도	포기조 월별	5	6	7	8	\bar{X}	비고
'90	NO1	13	14	15.30	17	14.88	22KW×1대
	NO2	8	10	11	14	10.75	〃
가동시간	'91 NO1	12	13.3	14	15	13.63	〃
	NO2	7.3	8	9.3	12	9.25	〃

*Surface Aerator : 4.7.7kw, 0.27hr/22kw, 각1대 설치

② sludge발생량 및 응집보조제 사용량 감소

포기조 미생물의 활성화로 인하여 유기물의 생체 내 농축이 증가하고, SVI변화폭이 감소함은 물론, MLSS농도를 낮추어 운전함으로써 슬러지 발생량은 전도 평균 1320kg에 비해 7.95% 감소된 1215kg/day 발생되었으며(표4), 농축슬러지의 응집보조제인 polmer(cation)은 월 평균 89.55kg/M에서 14.64% 감소된 76.44kg/M 사용(표 5)되었다. 또한 탈수 cake의 함수율도 평균 83%에서 2% 감소된 81%로 유지되었다.

(표 4) Sludge 발생량

(단위 kg/day)

년도 월별	5	6	7	8	\bar{X}
'90	1440	1200	1260	1380	1320
'91	1320	1080	1200	1260	1215

(표 5) 응집보조제(Polymer cation)사용량 (단위kg/M)

년도 \ 월별	5	6	7	8	X
'90	99.2	80	90	89	89.55
'91	82.5	69.5	75	78.75	76.44

③ 폐수처리 효율증가

방류수의 수질상태를 비교하여 보면 PH 및 N-Hexane에서는 90년도와 거의 변동이 없었으나 BOD에서는 46.2%, COD 41.63%, SS 47.8%씩 각각 처리 효율이 증가(그림 4)되었으며 월별평균치는 표 6과 같다.

(표 6) '90, '91년도 방류수 수질분석 평균치 (단위mg/l)

항목 / 년도 / 월	5	6	7	8	X	
PH	'90	7.2	7.4	7.3	7.2	7.3
	'91	7.3	7.4	7.3	7.4	7.4
BOD	'90	43	50	54	48	48.75
	'91	27	21	29	28	26.25
COD	'90	51	59	67	56	58.25
	'91	35	30	38	33	34
SS	'90	42	51	49	46	47
	'91	23	18	27	30	24.5
N-Hexane	'90	13	15	17	14	14.75
	'91	11	9	11	12	10.75

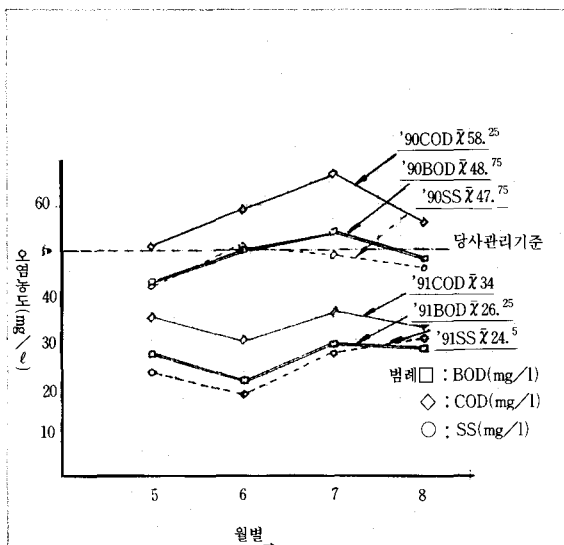


그림 4 '90, '91년도 방류수 수질상태

④ 용수사용량 및 약품비 절감

폐수처리효율 증가로 인하여 공정의 냉각수 및 Gas 세정탑의 집진수로 방류수를 사용함으로써 일 300m³ 용수 사용량을 절감할 수 있었으며, 또한 유입 수량에 대해 5-10ppm 농도로 투입되고 있던 미생물 증식제 전량을 자체 배양한 미생물로 대체함으로써 약품비를 절감할 수 있었다.

⑤ 계열사 전파로 폐수처리비용 절감.

Bacteria 배양기술의 계열사 전파로 인하여 사용하고 있던 미생물 증식제 전량을 자체 배양하여 사용함에 따라 계열사 폐수처리비용 절감에 기여하게 됨

⑥ 효과금액 산출

가. 유형효과

항목	금액	산출내역
전력사용량 절감	963,002.7	2.75시간/day×22kw/H×44.215원/kw×30day×12개월
탈수 cake 처리비용 절감	525/420.°	105kg/Day×13.9원/kg×30Day×12개월
Polymer 사용량 절감	692,206.0.	13.11kg/월×4400원/kg×12개월
용수 사용량 절감	75,600,000.0	300m ³ day×700원/m ³ ×30day×12개월
중균제구입비 절감	12,600,000.0	30Gal/월×35,000원/Gal×12개월
계열사 약품 비용 절감	36,180,000.0	A사:2000kg/월×7,000원/kg×12개월 B사:170kg/월×9,500원/kg×12개월
합계	126,560,628.0	

나. 무형효과

폐수처리 안정화로 처리장 운영용이.

7) 향후연구 과제

- ① 난분해성 및 독성유기물 등을 분해할 수 있는 고활성 균주분리 및 배양
- ② 사상균에 대해 선택적 분해 작용을 하는 미생물분리 배양

상담 및 문의 전화 745-2217