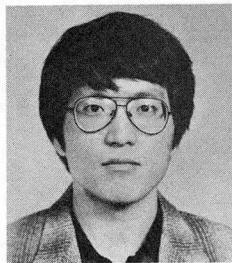


축산폐수 정화를 위한 부레옥잠의 이용



문 병 헌
(건국대학교 대학원)

최근 양돈의 규모가 집약·다두사육되면서 축산의 기업화로 대량사육하는 곳도 전국적으로 100여개소 이상이 된다. 따라서, 돼지가 배설하는 분뇨의 양도 많아지고 이로 인해 발생하는 폐수가 농경지에 유입될 경우 작물의 생육을 크게 오염시킬 뿐 아니라, 이들 폐수가 하천에 유입됨으로써 식수원까지 오염시킬 우려가 있어 폐수처리문제가 사회적으로 중요한 문제로 대두되고 있다.

정부가 최근 폐기물관리법을 시행하면서 양돈농가를 단속하자 양돈농가들 사이에서 양돈폐수 문제를 근원적으로 해결할 수 있는 방안을 모색하는데 많은 관심을 쏟고 있다. 이러한 폐수를 정화하여 공중위생학적인 면에서 안전한 수준으로 폐수를 처리하기 위하여 양돈농가들 사이에서는 생균을 이용한 발효돈사의 설치나 정화조의 설치 등에 적지 않은 비용을 투자하고 있는 것은 주지의 사실이다.

축산폐수중에는 유기물 함량이 높고 질소와 인산 함량이 많아서 이들 성분에 의한 수질오염

과 농작물의 피해가 크게 문제시 되고 있다. 농작물의 피해를 경감시키기 위한 방법으로 규산, 가리 시용 효과 등이 보고되었다. 폐수 중 이들 성분을 제거하기 위한 방법으로 질소와 염산이 과다한 폐수중에서도 생육할 수 있는 수초를 재배하여 폐수중 이들 성분을 흡수제거시키고, 생육된 수초는 사료 또는 토양유기물 자원으로 활용하는 연구가 최근 활발히 진행되고 있다.

차제에 본고에서는 우리가 흔히 물망초라고 부르고 있는 부레옥잠이 양돈폐수에서 번식력이 강하고, 양돈폐수를 정화하는 능력마저 뛰어날 뿐만 아니라, 청초사료로서 사료자원화 하는 것도 가능하다는 흥미있는 사실이 최근 일본과 국내 농업시험기관에서 연구결과로 나왔기에 여기에 그 자세한 내용을 소개하고자 한다.

1. 부레옥잠의 일반성분

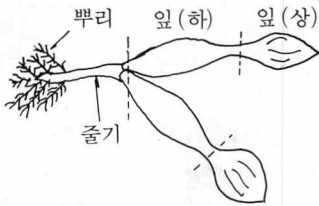
부레옥잠의 성상은 <그림1>과 같으며, 각 부위별 일반성분을 분석한 결과는 <표1><표2>와 같다.

〈표 1〉 부레옥잠의 일반성분(대건물 %)

구분	뿌리	줄기	잎(하)	잎(상)
수분	92.0	94.0	90.0	86.0
조단백질	19.63	26.00	17.27	19.07
조지방	0.75	1.89	3.46	2.57
조섬유	19.85	29.20	36.10	39.20
조회분	29.65	21.15	19.55	14.10
가용성무질소물	30.12	21.76	23.62	25.06

〈표 2〉 각부위별 무기물성분 함유량(%)

구분	뿌리	줄기	잎
N	1.58±0.28	2.68±0.73	2.39±0.52
P	0.21±0.08	0.33±0.13	0.30±0.12
K	1.36±0.61	4.33±1.77	6.63±0.60
Ca	0.81±0.16	1.78±0.08	1.99±0.08
Mg	0.31±0.05	0.88±0.02	0.39±0.09
Fe(mg%)	602.0±384.3	51.3±11.8	17.5±0.5
Mn(mg%)	370.0±281.0	38.0±20.0	38.1±21.6



〈그림1〉 부레옥잠의 성상

2. 부레옥잠의 사료성분함량 및 소화율

부레옥잠의 사료성분함량 및 소화율은 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉 부레옥잠의 사료성분함량 및 소화율 (단위: %)

폐수	조단백질	조지방	조섬유	조회분	가용무질소물	In Vitro 소화율	
						DM	OM
돈사 폐수	28.2	1.1	11.7	16.4	27.2	53.6	43.0
돈사 폐수 혐기발효액	31.8	0.9	11.0	17.0	24.1	52.9	42.1

3. 부레옥잠의 폐수정화 성적표

국내에서도 폐수처리가 문제화됨에 따라 국가

시험기관에서 최근 부레옥잠에 의한 축산폐수 정화효과와 생육환경조건을 규명하여 축산폐수 정화에 활용하고자 실험을 실시하여 그 결과가 논문으로 발표되었기 때문에, 그 시험성적 내용을 소개하여 독자 여러분의 이해를 돕고자 한다.

1) 목적

부레옥잠에 의한 축산폐수 정화효과와 생육환경조건을 규명하여 축산폐수정화에 활용하고자 함.

2) 재료 및 방법

〈시험 1〉 부레옥잠의 생육환경 규명시험

가. 공시 재료

- ① 수초: 부레옥잠
- ② 폐수: 돈사폐수

나. 처리 내용

- ① 폐수의 NH₄-N농도: 50, 100, 150, 200 ppm

- ② 보온방법: 관행, 비닐하우스

〈시험 2〉 부레옥잠을 이용한 폐수정화 규명시험

가. 공시 재료

- ① 수초: 부레옥잠
- ② 폐수성분함량〈표 4〉 참고

〈표 4〉 폐수성분함량

(단위: ppm)

구분	pH	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	COD	K	Ca	Mg	Cl
돈사 폐수	7.6	801	142	1,971	224	9	20	391
(돈사 폐수 혐기발효액)	7.5	2,201	318	5,657	2,112	54	44	892

나. 처리 내용

- ① 폐수의 NH₄-N농도: 150ppm
- ② 부레옥잠 배지: 9m³(규모 3×5×0.6m)×2 (처리)×2(반복)=36m³

3) 시험성적

〈시험 1〉 부레옥잠의 생육환경 규명시험

축산폐수 정화를 위한 부레옥잠의 이용

가. 부레옥잠의 수량, 분얼수, 엽폭, 부레경장비 및 개화율은 비닐하우스 재배구가 관행구보다 모두 높은 경향이였다.

나. 부레옥잠 생육에 알맞는 폐수중 NH_4-N

농도는 100ppm이었다.

다. 비닐하우스내에 부레옥잠을 재배한구가 관행구보다 식물체 수상부 질소, 인산 및 칼리함량이 높고 폐수중 NH_4-N 및 인산함량은 낮았다.

〈표 5〉 폐수중 NH_4-N 농도에 따른 부레옥잠의 생육현황 (21일후)

구	분	폐수중 NH_4-N 농도 (ppm)				비 고
		50	100	150	200	
관 행	생체중 (g / 주)	532.5	585.0	512.5	300.0	수온 15.5~26.3°C 기온 14.8~35.5°C
	분얼수 (개 / 주)	8.0	8.8	7.5	7.3	
	엽 폭 (cm)	11.4	10.0	10.6	9.2	
	부 레 경 장 비	1.0	1.1	1.2	1.5	
	개 화 율 (%)	23	20	30	23	
비닐하우스	생체중 (g / 주)	587.5	650.0	562.5	300.0	수온 17.8~28.9°C 기온 16.5~38.0°C
	분얼수 (개 / 주)	8.8	10.8	8.0	6.3	
	엽 폭 (cm)	11.5	11.7	11.1	10.4	
	부 레 경 장 비	1.3	1.4	1.5	1.6	
	개 화 율 (%)	53	47	53	33	

〈표 6〉 부레옥잠재배에 따른 폐수중 NH_4-N 함량의 경시적 변화 (5주/60ℓ) (단위 : ppm)

보온방법	폐수중 NH_4-N 농도 (ppm)	재배일수 (일)			
		3	6	9	12
관 행	50	47.4	15.9	Tr.	Tr.
	100	84.9	50.5	Tr.	Tr.
	150	131.1	79.0	1.0	Tr.
	200	163.3	113.5	8.0	Tr.
비닐하우스	50	41.8	6.7	Tr.	Tr.
	100	71.6	30.7	1.0	Tr.
	150	108.5	54.7	1.0	Tr.
	200	141.4	69.1	4.0	Tr.

〈표 8〉 부레옥잠의 경시적 경엽중 질소함량 (단위 : %)

보온방법	폐수중 NH_4-N 농도 (ppm)	재배일수 (일)			
		0	6	9	12
관 행	50	2.96	4.78	4.22	3.51
	100		5.19	4.62	3.67
	150		5.33	4.99	4.19
	200		5.62	5.27	4.44
비닐하우스	50	2.96	5.13	4.58	3.06
	100		5.42	5.12	3.34
	150		5.62	5.24	3.86
	200		5.95	5.47	3.95

〈표 7〉 부레옥잠재배에 따른 폐수중 P_2O_5 함량의 경시적 변화 (5주/60ℓ) (단위 : ppm)

보온방법	폐수중 NH_4-N 농도 (ppm)	재배일수 (일)				
		0	3	6	9	12
관 행	50	8.2	3.4	3.5	Tr.	Tr.
	100	14.9	13.0	9.4	3.2	2.2
	150	20.9	20.5	14.2	6.3	5.0
	200	27.4	24.3	19.3	7.4	5.2
비닐하우스	50	8.2	5.5	2.5	Tr.	Tr.
	100	14.9	12.8	9.0	4.0	1.9
	150	20.9	20.4	12.3	4.2	3.2
	200	27.4	24.1	12.6	4.3	3.9

〈표 9〉 부레옥잠의 경시적 경엽중 P_2O_5 함량 (단위 : %)

보온방법	폐수중 NH_4-N 농도 (ppm)	재배일수 (일)			
		0	6	9	12
관 행	50	2.75	4.24	3.37	2.02
	100		4.54	3.55	2.41
	150		4.63	3.67	2.91
	200		4.51	3.46	2.64
비닐하우스	50	2.75	4.33	3.46	2.20
	100		4.54	3.75	2.73
	150		5.09	3.76	3.09
	200		5.17	3.67	2.64

〈표10〉 부레옥잠의 경시적 경영중 K₂O 함량

(단위 : %)

보온방법	폐수중 NH ₄ -H 농도(ppm)	재배일수 (일)			
		0	6	9	12
관행	50	4.76	6.94	8.01	7.01
	100		7.11	7.93	7.63
	150		6.58	7.01	7.18
	200		6.04	6.82	7.10
비닐하우스	50	4.76	7.53	8.21	7.31
	100		7.65	7.93	8.81
	150		6.94	7.86	8.58
	200		6.71	7.09	7.39

〈시험 2〉 부레옥잠을 이용한 폐수정화효과 규명 시험

가. 부레옥잠에 의한 폐수정화효과는 돈사폐수 혐기발효액보다 돈사폐수에서 높았다.

나. 부레옥잠의 연간 10a당 건물생산량은 돈사폐수 5.1톤, 돈사폐수 혐기발효액이 5.5톤이었으며, 질소와 인산제거량은 돈사폐수 222kg/10a 및 106kg/10a이고 돈사폐수 혐기발효액은 279kg/10a 및 161kg/10a이었다.

다. 부레옥잠은 조단백질 함량이 높고 필수아미노산의 함량은 낮으며 소화율은 42~53% 정도였다.

〈표11〉 부레옥잠재배에 의한 폐수의 농도변화 및 제거율 (단위 : ppm)

폐수성분	0	폐수농도 (ppm)			25일후제거율(%)
		10일	20일	25일	
돈사폐수	NH ₄ -N	156.0	58.2	7.0	Tr.
	P ₂ O ₅	22.9	18.5	2.5	Tr.
	COD	122.0	60.8	28.8	15.3
돈사폐수 혐기발효액	NH ₄ -N	164.0	87.9	16.0	Tr.
	P ₂ O ₅	39.0	28.7	10.3	8.9
	COD	291.2	153.6	98.0	75.2

주) 폐수 4,500 ℓ에 부레옥잠 200주 재배

지금까지 부레옥잠의 사료화에 대해서 외국과 국내의 연구결과를 개략적으로 소개하였는데, 부존차원이 부족하고 해마다 막대한 양의 사료원료를 도입하여 사료를 제조하고 있는 우리나라

로서는 부레옥잠과 같이 폐수농도를 저하시키면서 또한 사료화까지도 가능한 자원은 국내의 학계나 연구기관에 의해서 적극 검토되어야 하리라고 본다.

〈표12〉 수확후 부레옥잠의 3요소 함량 및 제거량

폐수	수상부건물함량 %			제거량 (kg/10a/년)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
돈사폐수	4.51	2.25	7.46	222.3	105.6	348.6
돈사폐수 혐기발효액	5.08	3.02	5.10	279.4	161.1	267.5

주) 제거량은 수상부와 뿌리의 총제거량임.

〈표13〉 부레옥잠의 분얼수, 생체중 증가량 및 생산량

폐수	분얼수 (개/주, 25일후)	일생체중증가량 (g/주, 25일평균)	15m ² 당생산량 (kg/1작)		10a 당 건물생산량 (kg/7작)
			생체중	건물중	
돈사폐수	13.2	38.5	155.4	10.9	5,076
(돈사폐수 혐기발효액)	14.5	42.5	169.3	11.9	5,531

〈표14〉 부레옥잠의 아미노산 조성 (단위 : %)

구분	Met.	Cys.	Phe.	Thr.	Val.	Iso-Leu.	Leu.	Lys.
FAO 권장치(사람)	2.2	2.9	1.8	2.8	4.2	4.2	4.8	4.2
돈사폐수	0.33	0.26	1.05	1.03	1.00	0.79	1.60	0.91
돈사폐수 혐기발효액	0.39	0.28	1.10	1.11	1.09	0.89	1.77	1.01

현재 양돈경영에서 생산비의 70~80% 이상을 차지하고 있는 사료비를 절감하는 문제는 가장 중요한 문제라고 해도 과언이 아닌데, 우리보다도 축산환경이 더 좋은 축산 선진국에서 이러한 부존자원의 이용에 대해서 먼저 연구가 이루어진다는 것에 대해서는 깊이 생각해 볼 문제이나, 다행히도 국내에서도 연구가 시작된 만큼 많은 관심을 가지고 지켜보아야 할 문제이다.

마지막으로 부레옥잠에 대한 연구는 아직까지 해결되어야 할 연구과제가 남아있기 때문에 이 문제의 해결을 위해 학계, 연구기관의 연구가 필요하다고 생각하며, 양돈가로서도 이러한 연구결과를 현장에서 어떻게 적용시킬 것인가에 대해서 많은 사전 검토가 있었으면 한다.