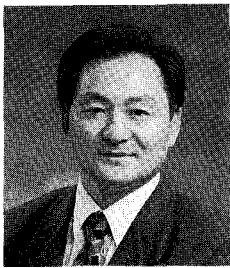


계분, 계란이상의 수익창출원이 될 수 있다



이 상 호
(산골농장 대표이사)

1. 계분을 상품화하게 된 동기와 목적

산골 농장은 계분 발효 공장을 1996년 6월 30일에 H농산 기술진의 건축, 설비 지도에 따라 완공하였다.

그러나 실제 가동에 들어가 발효를 시도하여 보았으나 여러 가지 예기치 않은 문제들이 발생하여 가동을 중단한 채 예전과 같이 생 계분을 계분 업자에게 판매한 결과 다음과 같은 문제점에 직면하였다.

① 계분 차량의 농장 출입으로 인한 차단 방역이 어려워 질병 위험에 노출되어 항상 농장을 불안하게 하였고

② 계분의 수요가 계절적(8월~익년2월)으로 집중되어 농장 내에 수용 능력을 초과할

정도로 과다하게 생 계분 재고를 안고 가야 하는 불편함과 함께 위생 문제를 걱정하게 되었고

③ 생 계분 판매로 인한 작물의 피해는 계분 업자가 책임을 지도록 하였으나 지역사회에서 당 농장이 간접적으로 브랜드 이미지에 손상을 입을 가능성을 배제 할 수 없었다.

이외에도 계분 발효 공장에 투입된 감가상각비용 등 많은 어려움에 직면하여 재 가동을 위하여 이론과 실무를 겸비한 전문 기술자에게 고가의 용역비를 상당기간(6년간)에 걸쳐서 지불하는 조건으로 채용하여 2000년 4월 상품화하는데 성공하였다.

이제 20개월이란 기간 동안 미치한 경험을 지상에 공개하면서 미진한 부분이 있다면 많은 조언을 부탁드립니다. 격려와 질타를 함께 보내 주길 바라며 학술적인 것보다는 실무적인 것을 쉬운 표현으로 게재 하게됨을 양해 바랍니다.

1) 생 계분량 계산법

우리 산골 농장은 경남 산청군 신안면 갈전리 산135번지 해발 350m에 10만평 부지 위에 성계 54,000수×4동, 육추사 54,000수×1동, 합계 270,000수의 농장으로서 월간 사료

급여량이 약700톤 소요되고 있으며 이를 순수 수분 0%의 건물 계분으로 환산하였을 경우 $(700\text{톤} \times 21\%) \div (1-0) = 147\text{톤}$ 이 되는데 당 농장의 시설 설비가 독일 salmet식으로 하절기를 제외하고는 계사간의 다소 차이는 있어도 계분의 함수율이 65% 내외로 월간 순수 계분량은 $(700\text{톤} \times 21\%) \div (1-0.65) = 420\text{톤}$ 내외로 5톤 Rhino 진개 덤프 차량으로 4일마다 9대 분량으로 발효조에 투입하고 있다.

2) 계분 비료공장 평면도

a. 발효조의 크기는 $75\text{m} \times 9\text{m} \times 1.6\text{m} = 1080\text{m}^3$ 이고 숙성실은 $40\text{m} \times 12\text{m} \times 4\text{m} = 1920\text{m}^3$ 이며 포장실은 $16\text{m} \times 10\text{m} = 160\text{m}^2$ 이다.

발효조에는 강제 송풍식으로 8H/P송풍기가 A구간에 1대, B구간에 2대, C구간에 1대, D구간에 2대, E구간에 2대, 설치되어 총8대가

설치되어 가동되고 있으며 필요에 따라 on, off 되도록 pannel이 2군데 설치되어 있다, 바닥에 송풍 배관은 PVC 파이프로서 주배관은 100mm를 사용하고 지배관은 50mm를 사용하였으며 돌출식으로 시공하였다.

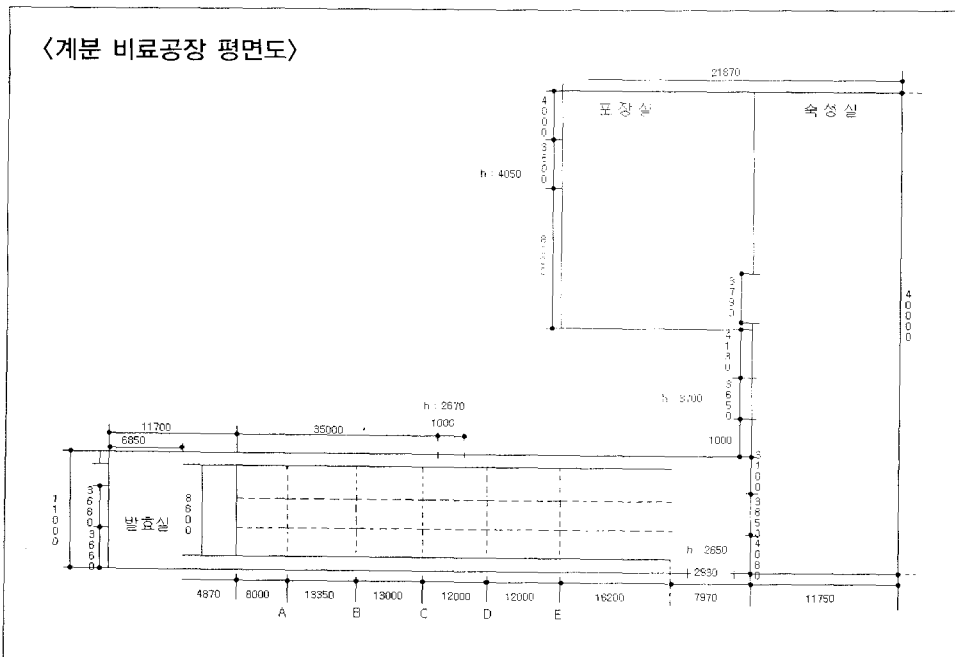
교반은 에스컬레이트식으로 H농산의 유압식 모터 장착의 폭3m의 교반기를 사용하고 있다.

계분 투입은 월간 7.5회 정도 되며 계분이 처음 투입되어 발효조 마지막 부분까지 도달하는데 걸리는 시간은 발효 정도에 따라서 약 40일에서 45일간 소요된다.

b. 숙성실은 $1,920\text{m}^3$ 의 용적으로서 약 6개월에서 8개월 정도 후숙 내지는 완숙시킬 수 있는 공간이며 이곳에서 포크레인 2대가 지속적으로 뒤집기 작업이 진행된다.

c. 포장실에는 오거장착의 호퍼기 1대, 상승

콘베어 1대, 함머식 분쇄기 1대, 상승 콘베어 1대, 2Type 망 선별기 1대, 상승 콘베어 1대, 2호퍼 자동계량기 1대, 600포/시간 능력의 자동포장기(접착셀링식)1대, 이동 콘베어 2대, 가 설치되어 있다.



◁ 계분을 퇴비화 하는 이유? ▷

① 유기물이 퇴비화 과정을 거치면서 탄질율(C/N)이 10에 가깝게 되고 또한 유해성분은 분해되며 이 사이 미숙한 유기물은 안정화 된다.

② 퇴비화된 유기물은 유해가스의 발생이 적기 때문에 발아나 발근에 대한 악영향이 그다지 보이지 않는다.

③ 악취나 오물감이 적게 되고 취급하기 쉽다.

④ 퇴비화 처리 중의 고온에 의해 유해한 생물이나 병원균, 잡초의 종자 등은 사멸된다.

⑤ 동·식물의 유체가 원료이기 때문에 농작물에 대한 비료성분의 균형이 좋고 유기성분이 안정화 되어 있기 때문에 장기간에 걸쳐 양분의 방출이 이루어진다.

⑥ 토양 미생물의 먹이로서 유효한 형태이고 퇴비의 사용은 토양의 단립 구조를 촉진하며 통기성이나 투수성을 개선하고 토양의 보수성이 높아 지는 등 우수한 효과를 발휘한다.

다시 말하면 유기물의 탄질율 조정, 작물의 유해한 가스 발생 최소화, 취급이 쉽고 오물감 제거, 유해미생물이나 잡초종자의 사멸, 식물에의 양분공급, 토양의 물리성 개선 등이 주요한 이유가 되겠다.

※ 계분은 비료적 특성에 따라 생계분, 건조계분, 발효건조계분, 완숙발효계분(부산물 퇴비) 등으로 구분할 수 있다.

3) 발효의 원리

발효는 수분, 온도, 공기, 미생물에 의하여 진행된다. 미생물(곰팡이 등 포함)을 제외하고 수분, 온도, 공기 등은 농장의 위치, 계사의 건축+시설+설비+위치+일령, 계사 관리자의 능력, 최고 경영자의 경영 마인드에 따라서 최적의 조건을 만들수도 있는 등 수많은 변수 요인들이 내재하고 있다.

이 변수 요인들을 능력 있게 조절 할 수 있도록 항상 품질관리에 최선을 다하여야 된다는 것을 염두에 둘 때 효율적인 Know-how가 축적 될 수 있다는 것을 전제하면서 우리의 경험담을 설명 하고자 한다.

가. 수분

수분은 어떠한 일이 있더라도 초기에 투입되는 계분에서 발효 조건에 적합한 수분이 아닐때는 상당한 기간 동안 발효가 제대로 이루어지지 않는다. 수분의 조건은 계절(대기 중 습도), 발효실 내의 온도, 송풍 주입 량 등에 따라서 다소의 차이는 있을 수 있는데 대체로 50%~65% 이내의 것을 필요 조건으로 요구하고 있다. 수분이 높다고 생각되어 지면 수분 조절제를 사용하게 되는데 톱밥, 왕겨, 미강 등이 대종을 이루고 있으며 우리 농장에서는 톱밥, 버섯 톱밥, 미강에 의존하고 있으며 계절, 계사별로 차이가 있기는 하나 5톤 진개 덩프 1차량 당 톱밥 5~6 포대 정도면 좋은 조건의 수분을 유지 할 수 있다. 하절기 육성사에서 배출되는 계분은 수분 조절제 없이 직투입하든지, 성계사의 계분에 수분 조절제로 사용 할수 있으며 하절기를 제외 하고는 직투입시에 수분 부족으로 오히려 초기에

온도 상승을 저해하는 요인으로 작용 할 수도 있다.

수분은 발효조 마지막 부분까지 교반 되어 나올 때까지 35%~45%이상으로 유지하여 주어야만 발효조 전구간에 걸쳐서 지속적인 발효가 진행될 수 있으므로 교반기 가동시 수분 부족 여부를 관찰하여야 하는데 이를 확인하는 방법은 수증기의 량 및 구간별로 풍기는 냄새 및 색깔로 가늠할 수 있다. 발효가 잘 진행되었다면 E구간부터는 할머니께서 끓여 주시는 구수한 곰탕 냄새가 난다고 하면 지나친 표현일까?

주의해야 할 점 한가지를 덧붙인다면 에스커레이트식 교반 발효에서는 수분함량이 80%~90%이상이면 수분 조절제를 아무리 많이 사용하여도 발효가 제대로 진행되지 않으므로 투입하지 않는 것이 좋다. 이런 계분은 주로 개방계사에서 하절기에 일어나는 현상으로 스크류타입의 교반기를 사용할 때만 가능하다.

이런 정도의 수분함유 생계분은 우리농장에서는 크로스식의 환기방법을 이용하고 있으므로 배기팬 쪽의 통로에 두어 1차 풍건하여 수분함량이 감소할 때까지 2차, 3차로 뒤집기를 하여 조건에 맞는 수분이 되면 상대 습도가 낮은 날을 택하여 발효조에 투입한다.

이때 주의하여 할 점은 톱밥을 섞어서 풍건 하는 경우가 있는데 닭에게 좋지 않은 영향을 미칠 수 있기 때문에 삼가하는 것이 바람직하다.

수분 조절제로 사용되어질 수 있는 것은 톱밥, 왕겨, 발효건조계분 재투입, 등의 방법

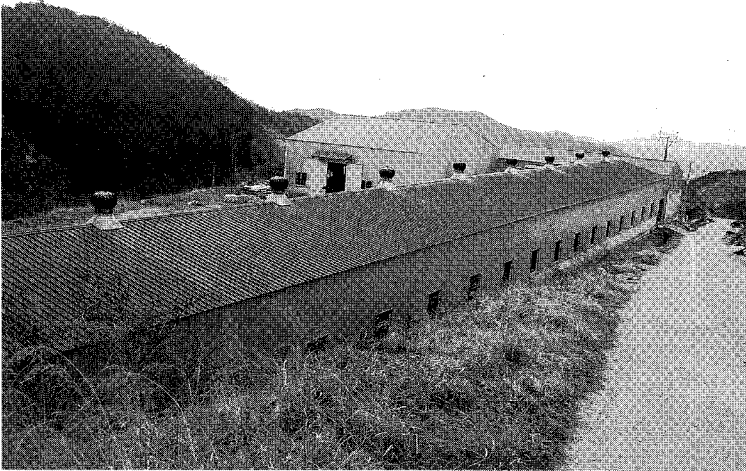
이 있으나 당 농장에서는 톱밥을 사용하고 있는데 톱밥은 PH가 4.5정도로써 미생물은 중성 상태에서 왕성한 활동력을 가지므로 최소의 용량 투입으로 미생물의 활동 조건을 최적화 시키는데 주력하고 있다.

나. 공기(산소)

퇴비화 처리에서 중요한 것은 호기성 미생물의 활동이 재료 전체에서 끊임없이 골고루 이루어 져야한다. 이론적으로는 통상 공기 주입량은 체적당 0.5%이하이면 혐기 상태의 발효가 진행되고 15%이상이면 발효온도가 저하되며, 5% 정도가 좋은 조건으로 소개되고 있다. 계절, 기타 조건에 따라 통기량은 다르지만 수분 70%미만에서는 100 l/min/m³, 70%이상에서는 150 l/min/m³ 요구한다고 한다.

즉 부자재를 첨가해서 계분 중의 공극율(계분 사이의 공기 흐름의 비율)을 높여서 통기성을 개선하여 공기의 흐름을 원활히 이루어지도록 하여야 한다. 또한 퇴비화 과정에서 발생한 열에 의하여 증발되는 수분을 감소시켜 새로운 공기와 접촉되는데 도움을 주어야 한다.

당 농장은 부채 부착식 케이지, 벨트콘베어식 계분처리 장치가 되어 있는데 상차 즉시 발효조에 투입하여 계분 본래의 모양이 압력에 의하여 훼손되는 것을 억제하여 공극율을 높이는데 주의를 기울이고 있으며 A구간에는 8H/P브로어 1기가 설치되어 4일만에 수거되는 계분을 5톤 진개덤프 9대가 투입되어 2일간 열이 75℃이상 되도록 교반 앓고 두었다가 48시간이 경과하고 난 후에 교반을 하



△산골농장 계분발효공장 전경

며 B구간은 브로어 2대, C구간 1대, D구간 2대, E구간 2대를 설치 운용 하고있는데 C구간에 1대를 설치한 이유는 A, B구간에서 1차로 발효시킨 것을 온도를 떨어뜨리고 수분을 다시 첨가하여 2차 발효를 유도하기 위한 휴지기를 두기 위함이다. D, E구간에서는 발효 정도에 따라서 브로어를 on, off 한다. 작업순서는 1일째 계분 투입작업후 마지막부분에서 시작하여 B구간 끝 부분까지 1회 교반, 2일째 동일한 방법으로 1회 교반, 3일째 A구간까지 포함하여 전체를 1회 교반. 4일째 전구간을 1회교반후 앞부분을 1회 더 교반 하여 매일매일 전체 계분이 공기와 접촉 되도록 하고 다음날 계분이 투입 될 수있도록 공간을 확보하고 바닥을 공기와 접촉시켜 건조되도록 한다. A구간은 계분 투입 전날 미리 바닥에 1회분의 수분조절제를 바닥에 뿌려서 브로어로 건조작업을 진행시킨다.

구간 청소는 정기적으로 시행하여야만 브

로어의 능력을 극대화 할 수 있다. 또한 바닥제로는 현재 왕겨를 약 15cm정도 되도록 채우고 파이프 파손여부를 꼭 점검하여야 한다. 겨울철에는 찬바람이 유입되지 않도록 A구간만이라도 주의를 기울이는 것이 바람직하다. 당 농장은 현재 브로어의 위치 선정 및 파이프 배열 상태를 재정비할 예정으로 있다.

다. 온도

이론적으로는 퇴비제조에 관여하는 미생물은 정확하게 특정 지을 수는 없지만 세균, 방선균, 사상균 등의 곰팡이가 관여한다고 한다. 완숙퇴비가 되기까지의 발효 과정을 1, 2차 단계로 나누면 1차 발효는 40℃전후에서 중온성 세균과 사상균에 의하여 분해하기 쉬운 단순당, 전분, 단백질 분해가 시작되며 이들 분해하기 쉬운 유기물의 분해가 종료에 가까워지면 호기성 세균이나 사상균 외에 방선균의 밀도가 높아져 섬유소 (cellulose, hemicellulose)가 분해되기 시작하는 75℃~80℃를 정점으로 활발히 진행된다. 이때 다량의 산소가 소비되어 혐기성 발효로 진행 될 수도 있고 수분이 부족 할 수도 있으니 주의를 요하며 이때 교반, 반전과 수분보충이 필요하다. 이 기간이 지나면 온도는 하강하여 중온성 세균과 사상균에 의하여 장기간 2차 발효가 진행되며 당 농장에서는 C구간에서부터 해당된다고 할 수 있다.

A구간이 제일 중요한 구간이라 생각되어

지는데 이곳에서 반드시 온도가 75℃를 넘지 못하면 이후 지속적인 트러블이 일어날 수 있으므로 온도 체크에서 이상이 있으면 어떤 이유에서 그런 현상이 발생했는지?를 여러 측면에서 면밀한 검토가 기필코 시행되어 져야 한다. 포장직전 퇴비의 온도를 측정하여 보면 완숙일 경우에는 닭 체온 이상으로 올라가지 않는다.

당 농장에서는 효소제 및 발효촉진제를 일체 사용하지 않고 있다. 계분 자체가 좋은 발

효제 역할을 충분히 수행해 주고 있다고 생각하며 발효가 잘 되지 않는 경우는 원인이 가까운 곳에 있다고 생각한다.

표2에서 보는 바와 같이 조단백질 수준이 20%를 상회 하고 있으므로 라이신, 메치오닌, 트립토판, 트레오닌 등의 필수아미노산이 풍부하게 함유되어 있을 것으로 사료되며 조단백질 함유량 만으로 단순 비교한다면 어린 가축의 사료수준 이상으로 평가되고 있으며 과거 우리나라에서도 70년 전후 생 계분

일본에서 수입한 발효제를 섞어서 발효 건조시켜 가축에게 재급여하여 사료로 이용하는 것을 목격한 바가 있다.

최근에는 미국이나 일본에서 축우 사료 대체용으로 사용되고 있다고 하니 자원, 외화 절약 측면에서 적극적인 검토와 연구가 있으면 하는 아쉬움이 있다. 지금 시중에서 판매되는 유박 비료나 아미노산 비료에 비하여 여러 가지 측면에서 당 농장의 부산물 퇴비는 성분 함유량(조단백질) 뿐만 아니라 가격적인 측면에서도 파격적이라 아니 할 수 없다.

표3은 정부에서 의뢰한 공식 기관이 검사, 분석한 자료이다.

이 자료에서 보는 바와 같

표1. 산골농장 부산물퇴비

내용물	계 분	94%
	톱 밥	4%
	동물성 잔재물	1%

표2. 퇴비화 계분의 사료적 가치

구 분	분 석 결 과(고려산업, 배합사료 2000. 06. 03)				
	계분-1	계분-2	계분-3	계분-4	계분-5
수 분	17.35	23.87	27.38	34.10	43.10
단백질	23.84	22.58	22.82	21.66	19.04
조지방	1.95	1.94	2.32	2.14	2.23
조섬유	12.04	10.60	11.92	10.26	8.71
조회분	31.58	30.08	27.55	23.49	20.96
칼 슘	9.45	8.43	7.79	6.64	6.20
인	2.00	1.97	1.86	1.72	1.44
염 도	1.09	0.95	0.93	0.81	0.68

시료번호	1692	1692-1	1742	1742-1
moist	20.78	31.19	22.25	31.41
CP	22.50	20.97	22.49	21.25
EE	1.84	1.57	1.48	1.54
CF	12.44	10.29	13.11	10.78
Cash	29.91	27.29	29.59	27.24
Ca	8.92	8.25	9.14	8.07
p	1.86	1.52	1.83	1.49
NaCl	1.06	0.97	1.05	0.95

(고려산업, 배합사료 2000. 06. 16)

표3. 계분의 비료적 가치

질 소 %	3.73	비료분석법에준함	
인 산 %	4.68		
가 리 %	0.72		
경남농기원 (2000.07.01)			
항 목	규격기준	결 과	비 고
질 소(%)	-	2.80	* 분석방법 : 농촌진흥청고시 비료분석법에 준함 * pH, 전기전도도 1 : 10 희석
인 산(%)	-	3.99	
가 리(%)	-	2.00	
유기물(%)	25이상	38.03	
유기물대질소비	50이하	13.58	
비 소(mg/kg)	50이하	0.34	
카드뮴(mg/kg)	5이하	1.23	
수 은(mg/kg)	2이하	0.001	
납 (mg/kg)	150이하	2.82	
크 롬(mg/kg)	300이하	9.53	
구 리(mg/kg)	500이하	43.80	
pH	-	9.44	
전기전도도(ms)	-	7.00	
수 분(%)	-	35.02	
염 분(%)	1이하	0.37	
주식회사 에이 앤드 푸드 (2001.04.07)			
분석항목	공정규격	분석결과	분석방법
전량질소(%)	-	3.98	비료 품질검사법
수 분(%)	-	35.98	
염 분(%)	1이하	0.70	
유 기 물(%)	25이상	44.90	
유기물대질소비	50이하	11.28	
구 리(mg/kg)	500이하	45.62	
크 롬(mg/kg)	300이하	11.65	
납 (mg/kg)	150이하	1.62	
카드뮴(mg/kg)	5이하	1.33	
수 은(mg/kg)	2이하	흔적	
비 소(mg/kg)	50이하	0.18	
제일 분석 센터 주식회사 (2001.08.08)			
분석항목	분석성적	시제품 허용오차 판정기준 적합여부	
유기물(25%이상)	40.6	적 합	
유기물 대 질소의 비(50이하)	9.1		
인 산(%)	3.55		
가 리(%)	0.33		
비 소(50mg/kg이하)	흔적		
구 리(500mg/kg이하)	53.0		
염 분(1%이하)	0.37		
카드뮴(5mg/kg이하)	0.94		
수 은(2mg/kg이하)	0.05		
납 (150mg/kg이하)	3.01		
크 롬(300mg/kg이하)	5.40		
경남 농업 과학 기술원(2001.03.16)			

이 질소(N), 인산(P), 가리(K)의 합(습)이 8% 이상, 유기물함량 40% 이상, 수분 35% 미만 등으로 비료성분 자체만으로는 유기질 비료나 혼합 유박 비료이상으로 평가되나 현재 농민들께서 인식이 잘못된 부분이 있는데

① 과거의 일반적인 부산물 퇴비 시비량으로 계산하여(무조건 푸짐하게 사용하는 습관) 사용하면 과다 시비로 오히려 작물에 악영향을 미칠 수 있으며 당 농장에서 생산된 퇴비는 일반시중에서 판매되는 부산물퇴비 보다는 3배 이상의 비료성분을 가지고 있으므로 시비량 계산을 정확히 해야 한다.

② 계분 발효 부산물 퇴비를 사용 않고 생계분으로 후숙시키지 않고 시비하여 부작용을 경험하신 분들의 편견된 인식이 발효계분의 부정적인 태도를 불식시키는데 애로를 겪고있다.

③ 계분 발효를 아무리 잘한다 하여도 100% 발효란 있을 수 없는 이유는 유기물 함량이 존재 하는한(유기물의 생명이 다 했을 때 무기물 형태는 흙이다.) 발

효는 끊임없이 일어나는 고로 가스 발생의 위험이 항상 도사리고 있으므로 이를 사전 예방하기 위하여 파종 2주일 이전에 경운과 동시에 시비하고 밀폐된 장소에서는 용적에 비례하여 될 수 있으면 적게 시비하고 이상 징후가 보이면 조기에 응급 조치 방법으로 환기를(통상 2~3일째) 시키고 가스 흡착용으로 화산재(모래, 황토 흙으로 대체 할 수 있음)를 비료 위에 덮는 방법이 있음

④ 과·채류 작물에는 질소, 인산함량이 높으므로 계분 발효 퇴비를 사용하면 어느 부산물 퇴비 사용 보다는 눈으로 확인 할 수 있을 만큼 좋은 효과를 기대 할 수 있다.

2. 맺는말

현재 농장에서 배출되는 계분은 슬기롭게 대처하여 좋은 상품으로 개발하지 않으면 환경 오염물질로 낙인찍힐 징조가 곳곳에서 나타나고 있다. 현재 육계농장에서 배출되는 계분은 농민에게 무료 수거를 요청하여도 인건비, 운송상의 문제로 거절당하기 일쑤이고 마대 포장을 해 놓은 것이라도 판매가 제대로 되지 않아 애를 태우고 있고 시세도 인건비를 건지기 어려운 실정일 뿐만 아니라 무엇보다 중요한 것은 차단방역이 제대로 이루어지지 않아 질병감염 우려에서 자유로울 수가 없다는 것이 항상 농장주의 마음을 짓누르는 것이다.

계분도 농장에서 생산되는 계란 다음의 주요한 상품인고로 이를 부가가치를 극대화 할 수 있는 방안을 적극적으로 검토하여 장래에는 계란이상의 수익 창출원이 될 수 있도록

연구하는 자세가 필요하지 않을까?

현재의 부산물 퇴비에 관한 정부의 규정이 너무 안이하게 책정되어 유해물질 검출범위를 초과하지 않으면 어떤 물질이라도 혼합해서 규격만 만들면 되는 것으로 잘못되어져 일부 업자들의 부도덕한 행위로 인하여 양질의 부산물 퇴비 생산업자까지 불신을 받는 경우가 있으므로 이를 시정 할 수 있는 장치가 마련되어야 할 것으로 생각되어진다.

어떤 일이라도 그러하겠지만 계분 발효 역시 뜻이 있는 곳에 길이 있듯이 깊은 관심과 애정 없이는 이루어질 수 없는 3D 업종가운데에서도 가장 어려운 작업 중에 하나이다. 그러므로 종사자의 불편함이 없도록 보살핌이 항상 뒷받침되어 져야 한다.

공장 위치도 민원 발생이 생기지 않는 장소를 택하여야 함은 꼭 명심 해야한다.

현재 우리농장의 계분 비료공장도 개선해야될 몇 가지 문제들이 존재하고 있는데 이를 빠른 시일 내로 바로잡아 작업의 효율성을 제고시킬 예정으로 있다. 발효관 참 어려운 학문이고 기술이다. 항상 기본에 충실하고 원칙에 순응하는 자세로 일해나갈 것을 다시 한번 다짐하는 시간인 것 같다.

끝으로 우리가 간혹 대하는 위스키를 볼 때마다 7년산, 12년산, 18년산 30년산의 가격 차이가 엄청 나게 나는 이유가?, 맛이 다른 이유가?, 왜 있는지를 쉽게 이해 할 수 있을 것 같았고 어떻게 하면 7년산과 18년산의 맛과 향을 동일하게 낼 수 있는 방법은 없을까? 하는 의문으로 이 글을 마무리하면서 선배 제현의 많은 고견과 지도편달을 기대해 본다. **양계**