

수분조절재의 특성과 확보방안

한 정 대 과장
(축산기술 연구소)

본고는 지난 4월 3일 축산기술연구소와 축산신문에서 주최한 「가축분뇨 자원화·조사료 증산방안」의 심포지엄에서 축산기술연구소 한정대 시설환경과장이 발표한 “수분 조절재의 특성과 확보방안”이라는 내용에서 일부분을 발췌 요약한 것입니다. <편집자주>

1. 퇴비화의 의미

퇴비화의 원리 자체는 간단하다. 즉 썩을 수 있는 유기성 물질을 미생물에 의하여 분해시켜 안정화된 퇴비를 만드는 것이다. 이러한 과정이 미생물에 의해서 진행된다는 측면에서 미생물이 가장 잘 자랄 수 있는 조건을 유지시켜 주는 것이 퇴비화에서 가장 중요하면서도 용이하지 않다.

2. 퇴비화의 기본 요소

● 유기성물질(퇴비재료)은 질소 또는 탄소 함량이 높아야 한다.

미생물이 증식 또는 활동하는 데 균체를 구성하는 성분과 에너지가 필요하기 때문에 영양원이 있어야 한다.

- 가축분, 초류, 음식쓰레기 등은 질소 성분이 높다.

- 톱밥, 왕겨, 볏짚등 고간류, 목편, 수피, 낙엽, 옥수수대, 땅콩껍질 등은 탄소 성분이 높다.

● 유기물질을 분해할 수 있는 미생물이 있어야 한다.

퇴비화는 미생물의 활동에 의하여 행하여지는 것이기 때문에 퇴비화에 관여하는 미생물이 있어야 한다.

- 퇴비화에 관여하는 미생물 종류는 박테리아, 곰팡이류, 방선균 등으로 분류된다.

● 재료에 일정량의 공극이 있어야 한다.

미생물에 의한 유기성 물질분해는 입자 표면에서 일어나므로 표면적이 넓을 수록 분해율이 증가한다.

● 탄소, 질소, 인의 비율이 알맞게 유지되어야 한다.

퇴비화가 진행되기 위해서는 미생물의 영양원이 되는 탄소, 질소, 인의 비율이 최적으로 되어야 발효가 빨리 진행된다. 루빈과 셸튼(1993)은 퇴비화에 적합한 탄소 : 질소 (C : N) 비율은 20~30 : 1 그리고 탄소 : 인 (C : P) 비율은 100~50 : 1이라 하였으며, 탄소 : 질소 (C : N) 비가 증가함에 따라 질소가 부족하여 발효가 지연되고 탄소 : 질소 (C : N)비가 15 : 1이하로 낮아지면 암모니아가 발생한다고 보고하였다.

● 호기성 발효를 위해서는 충분한 산소가 공급되어야 한다.

산소는 호기성발효에 필요한 것으로써 퇴비내에 5% 이하로 떨어지면 호기성 미생물의 증식이 떨어지고, 혐기발효가 일어난다. 경우에 따라서는 독성이 발생하기도 한다. 공기중에는 21%의 산소가 있다.

● **적당량의 수분이 있어야 한다.**

미생물이 분해작용을 진행하기 위해서는 재료의 수분이 50~65%가 되어야 한다. 수분이 과다하면 산소의 이동이 불충분하여, 혐기 발효가 일어나며, 수분이 40% 이하로 낮아지면 영양소의 이용이 떨어져 퇴비의 온도가 낮아진다.

● **적당한 온도가 유지되어야 한다.**

미생물에 의해 유기물이 분해되면 열이 발생하는데, 이때에 온도에 따라 저온(10~43℃)기와 고온(43~66℃)기로 구분한다. 고온기에 온도를 63℃ 이상에서 3~4일 이상 지속시켜야 잡초종자, 병원균, 바이러스, 해충, 애벌레 등을 사멸시켜 위생적인 퇴비 제조를 기대할 수 있다.

● **최적 pH를 유지시켜주어야 한다.**

퇴비화의 최적 pH는 5.5~8.5 범위로서 너무 높거나 낮아도 퇴비화 진행에 영향을 미친다. pH가 8 이상되면 암모니움이 휘발성 암모니아로 전환되기 때문에 퇴비의 질소 함량이 낮아지게 된다. 스위덴(1988)은 퇴비 제조시 처음의 pH는 6.5~7.2가 바람직하다고 하였다.

● **퇴비화 기간은 제조방법과 재료 등 여러요인에 의해서 달라진다.**

적정 퇴비화 기간은 탄소 : 질소 (C : N)비, 수분, 온도, 통기의 빈도, 입자크기, 최종 퇴비의 이용 목적 등에 따라 다르다. 호기성 발효후 혐기성 발효가 서서히 진행 숙성(curing) 과정을 거쳐 성숙(maturation)되면서 퇴비화가 종료된다. 퇴비를 작물에 사용시 작물의 종류에 따라 다르기는 하나 완전한 성숙이 꼭 필요한 것은 아니다. 그러나 적어도 탄소 : 질소(C : N) 비는 30 : 1 이하가 되어야 한다.

3. 수분 조절재의 역할

- 수분을 흡수 또는 보유로 수분 조절
- 입자간의 메트리그를 지지하여 구조를 유지시켜 준다.
- 혼합물 사이의 공기 함량을 증가시켜준다.
- 혼합물 사이의 공기양과 공극량은 수분조절재의 형태와 크기에 따라서도 달라진다.
- 수분조절재의 사용량을 너무 적게하면 재료간의 접촉 면적이 적어 공극량과 공기양이 증가하지 않는다.
- 조절재의 사용량이 너무 많으면 관리 노동력이 많이 들고 부재료의 소요량이 증가하여 물량처리 비용 및 사용하여야 할 토지 면적이 많이 소요된다.

4. 수분 조절재의 효율적 이용

조절재로서 주로 많이 사용되고 있는 톱밥, 우드칩, 벧짚, 밀짚, 보리짚, 유기성 폐기물의 펠렛, 분쇄 페타이어, 땅콩껍질 등으로써 이들의 공통점은 섬유질 함량이 높고 다공성이며, 퇴비화 과정에서 분해가 된다. (표 1 참조)

- 재료를 다양화하여 지역별, 계절별, 농가 특성에 따라 다양하게 이용한다.

재료의 다양화는 축분의 비료화에서 뿐만 아니라 또 다른 측면에서 농산부산물 등 각종 최종 폐기물을 이용함으로써 쓰레기 처리의 한 수단이 될 수 있다.

- 재료를 적절히 가공하여 사용한다.

재료의 종류에 따라 가공을 하면 이용성이 달라진다. 실례로 왕겨는 분쇄하면 표면적이 넓어져 수분 흡수율이 증가하고 또 퇴비제조후 토양에 이용시 부숙성이 개선된다.(표 2 참조)

- 재료를 적절히 혼합 이용한다.

<표 3>에서 보는 것과 같이 재료의 혼합비율에

따라 수분 흡수율에 차이가 있다. 농가에 따라 지역에서 구입이 용이하고 가격이 저렴한 재료를 적절히 혼합 이용함으로써 조절재 비용을 절감한다.

- 부재료의 사용량을 최소화한다.

퇴비재료와 부재료의 수분 함량을 가능한 정확히 예측하고 부재료에 대한 용적 과적과 중량을 정확히 예측함으로써 최적량을 사용하여 너무 많이 사용하지 않도록 한다. 대부분의 농가 또는 축분 비료제조 공장에서는 사용할 때마다 수분을 측정한다는 것은 어려운 일이어서 경험에 의존하고 있으므로 과다하게 사용하는 경우가 많다.

〈표 1〉 재료별 특성

재료명	함수율	용수량 간이법%	용적중 g/l	회분	T-C	pH	EC, μ ds
톱밥	26.9	272.40	181.5	0.59	55.22	6.5	82.0 ± 7.8
왕겨	13.0	125	115	14.46	47.52	8.47	622.7 ± 3.8
분쇄 왕겨	12.0	165	184.7	13.78	47.90	7.24	596.6 ± 46.2
팽연 왕겨	16.0	205	235.1	17.87	45.62	7.82	235.6 ± 41.3
목련	11.40	72.34	184	0.23	55.42	5.87	29.9 ± 8.8
수피	17.97	55.69	0.239	3.16	53.80	5.55	165.6 ± 5
솔잎	15.89	168.68	94	1.98	54.45	4.58	193.3 ± 5.7
땅콩 껍질	5.93	185.95	38.0	1.74	54.58	5.54	1776
대패밥	7.69	252.91	-	0.17	55.46	4.98	146.3 ± 29.3
벼짚 (1cm)	13.86	244.00	70	9.50	50.27	7.58	2000 ± 264
제 오 라이트	6.49	43.92	1061	91.69	4.61	7.55	142.5 ± 4.9
ALC (덩이)	9.22	102.13	402	86.12	7.71	9.13	551 ± 25
ALC (분쇄)	17.63	51.88	824	78.21	12.10	9.13	832.0 ± 21.5
고토	0.04	31.71	1159	99.22	0.43	9.34	51 ± 2.0

* 용수량간이법 : 24시간 침지후 24시간 방치후 증량측정

* pH, EC는 누출액을 측정

〈표 2〉 입자도별 특성

가. 톱밥

입자 크기(mm)	분포 비율(%)	함수율 (%)	수분흡 수율(%)	회분(%)	T-C(%)
0.13이하	0.51	9.31	212.16	7.16	51.57
0.13~0.25	6.89	18.13	266.65	2.16	54.10
0.25~0.5	47.41	22.59	307.90	1.14	54.91
0.5~0.1	19.61	19.67	294.83	1.28	54.84
1~2	20.81	17.58	287.10	1.19	54.89
2이상	4.75	10.14	291.40	1.68	54.61

나. 분쇄왕겨

입자 크기(mm)	분포 비율(%)	함수율 (%)	수분흡 수율(%)	회분(%)	T-C(%)
0.13이하	1.77	8.08	179.61	20.38	44.22
0.13~0.25	5.34	8.98	179.54	14.16	47.68
0.25~0.5	28.85	9.76	167.39	14.52	47.48
0.5~0.1	15.91	9.38	151.21	13.02	48.32
1~2	36.56	9.03	166.86	13.63	47.98
2이상	14.55	8.71	165.24	13.42	48.10

다. 팽연왕겨

입자 크기(mm)	분포 비율(%)	함수율 (%)	수분흡 수율(%)	회분(%)	T-C(%)
0.13이하	4.82	9.14	231.99	21.06	43.55
0.13~0.25	10.14	10.79	179.46	16.87	46.17
0.25~0.5	35.33	11.68	267	15.78	46.78
0.5~0.1	15.48	11.35	168.26	16.22	46.54
1~2	32.06	10.86	203.54	16.41	46.43
2이상	2.16	7.35	189.13	27.53	40.25

〈표 3〉 재료의 혼합비율별 특성

가. 톱밥과 왕겨 혼합

톱밥 : 왕겨 (%)	함수율 (%)	용적중 (g/l)	회분 (%)	T-C (%)
80 : 20	21.47	140	3.08	53.44
60 : 40	17.58	134	6.86	51.74
40 : 60	16.80	129	11.16	49.35
20 : 80	14.49	119	11.51	49.16

나. 톱밥과 분쇄왕겨 혼합

톱밥 : 왕겨 (%)	함수율 (%)	용적중 (g/l)	회분 (%)	T-C (%)
80 : 20	23.78	169	4.84	52.86
60 : 40	20.15	179	5.89	52.28
40 : 60	15.52	181	8.24	50.97
20 : 80	13.89	169	10.80	49.55

다. 톱밥 : 팽연왕겨 혼합

톱밥 : 왕겨 (%)	흡수율 (%)	용적중 (g/l)	회분 (%)	T-C (%)
80 : 20	24.47	181	4.39	53.11
60 : 40	21.21	183	9.11	50.49
40 : 60	17.50	199	10.35	49.80
20 : 80	15.39	207	13.42	48.10

부재료를 과다하게 사용 할 경우 부재료 비용 증가뿐만 아니라 처리물량이 증가하여 관리노동과 비용이 증가한다. 토양에 살포시 살포면적이 증가한다.

- 축분 비료를 수분 조절재로 재 사용한다.

후숙과정이 완료된 퇴비는 수분 함량이 낮아 수분 흡수율이 있고, 퇴비에는 발효 균주가 풍부하여 종균제로서의 가치가 높다. 발효계분과 톱밥, 왕겨와 비교시험에서 계분이 38.7%로 왕겨의 28.5%보다 수분 제거율이 높아 발효계분은 수분 조절재로서 잠재력이 매우 높다. 또 축분 퇴비는 계절적인 수요가 달라 비수기인 겨울철에 생산된 것은 봄철수요 시기까지 저장됨으로써 저장기간 중에 건조되어 수분함량이 낮아 수분 흡수율이 높다. 이 방법은 수분 조절재 절약에 크게 기여 할 뿐만 아니라 구입상 어려움이 없을 것으로 기대 되어 이에대한 연구가 요구된다.

- 입자가 큰 재료, 분해가 느린 재료는 걸러내어 재 사용한다.

입자가 큰 것, 분해가 안되거나 분해가 늦은 재료는 발효과정이 끝나거나 진행과정중 어느 시점에서 회수하여 다시 사용할 수 있다. 대표적인 재료로써 목편을 많이 활용하고 있다.

■ 목편 이용상의 특성

○ 퇴비 제조 과정이 끝난후에도 입자가 큰 상태로 남아있어 걸러낼 수 있다.

○ 걸러낸 목편은 건조하여 효율을 높일 수 있다.

○ 사용과정에서 약간의 손실이 발생한다.

물리적 손실 : 사용과정에서의 손실은 작업과정 과정, 여과장치와 방법, 이동 과정에 따라 손실

발생량이 다르나 문헌상으로 약 20% 정도 발생한다.

생물학적 손실 : 미생물 등 생물학적으로 일어나는 손실은 후숙이 완료될때 까지 약 5%가 손실되는 것으로 알려지고 있으나 재료의 물성 구조에 따라 큰 차이가 있어 무시하여도 된다.

○ 손실된 양 만큼 보충함으로써 재료 절약과 비용 절감 효과가 있다.

축분을 걸러내는 것은 농지에 환원이 불가한 것을 골라낼 수 있고, 분해가 안되는 이 물질을 제거함으로써 비료의 품질이 높아지는 장점이 있다.

5. 결론

가축분의 유기질 비료화는 미생물에 의하여 진행되는 것으로서 미생물의 활동에 알맞은 조건 즉 충분한 산소공급, 수분 그리고 미생물 체조성 및 미생물 대사에 필요한 영양원 공급 등 조건을 충족시켜주면 된다. 이러한 조건을 충족시켜 미생물의 작용을 활발하고 신속하게 일어날 수 있도록 하기위하여 부재료를 사용한다. 이러한 조건에 가까운 재료의 공통적인 특성은 섬유소함량이 높고, 부피성이고, 기공이 많다.

이러한 특성을 가진 것이 목재류 즉 톱밥이다. 그러나 수요에 비하여 공급부족으로 가격이 높아 축분 처리용으로 한계에 와있는 실정이다. 따라서 톱밥대신 왕겨를 사용 할 수 있으나 왕겨는 표면이 규산질로 덮여있어 다소간 수분흡수가 떨어지는 단점이있으며, 농지에 환원할 수 없는 폐기물은 이용한 후 회수하는 방법, 분해가 느리고 입자가 큰 재료는 사용후 회수하여 다시 사용하는 방법, 축분 퇴비를 재 활용하는 방법 등 여러가지로 생각할 수 있으나 축분 퇴비의 재활용은 경제적으로나 재료 확보면에서 크게 도움이 될 것으로 사료된다.