

# 液狀廐肥의 施用時期와 施用水準이 호밀(*Secale cereale* L.)의 生産性に 미치는 影響

육완방 · 차용복 · 금종성 · 이종민\* · 한영근\*\*

## Effects of Treatment Level and Seasons of Slurry on Productivity of Rye (*Secale cereale* L.)

Wan Bang Yook, Yong Bok Cha, Jong Seung Kum, Jong Min Lee\* and Yung Keun Han\*\*

### Summary

This study was conducted to investigate the effects of treatment level and seasons of slurry from bovine feces on the productivity of rye, N efficiency and improvement of soil fertility under the Korean climate condition.

The results obtained from this study summarized as follows ;

1. The highest dry matter yield of rye was obtained in the partial fertilization of slurry in spring or autumn. There is no differences of dry matter yield between spring and autumn application.
2. With increasing the amount of slurry-N, the dry matter yield of rye was significantly increased up to 100Kg slurry N/ha. As the level of slurry-N rises above about 100Kg N/ha, the maximal yield of dry matter was unchanged or declined.
3. As the level of slurry fertilization rises, the crude protein content of rye increases significantly. However the contents of crude protein was less affected by the application seasons.
4. The amount of nitrogen which produced from rye is dependent upon the level of slurry-N. The highest nitrogen yield of rye was obtained by the partial fertilization of slurry-N.
5. The season or amount of slurry treatments did not affect the organic matter content in soil. N-content in soil was the lowest by the partial fertilization of slurry in spring or autumn. However, N-content was increased with the higher level of slurry-N.

### I. 서 론

국민소득의 향상과 함께 육류소비의 증가는 축산

업 발달에 많은 기여를 했으나 부존사료 자원이 부족한 우리나라는 사료원료의 수입량이 지속적으로 증가 근래에는 약 1,300만톤 이상에 달하고 있다.

건국대학교 축산대학 동물자원연구센터(Animal Resources Research Center, College of Animal Husbandry, Kon-Kuk University, Seoul 134-701, Korea)

\* 경기도 도립종축장(Kyonggi-Do, Livestock Breeding Station, Kwang-ju Kun 464-800, Korea)

\*\* 축산업협동조합중앙회(National Livestock Cooperative Federation, Seoul 134-030, Korea)

수입된 사료는 결국 엄청난 양의 가축분뇨를 생산, 방출되어 우리 생태계의 순환에 추가적인 부담으로서 전 국토, 그 중에서도 하천을 심각할 정도까지 오염시켜 왔다. 이의 처리를 위한 대책으로서 지금까지 일반 양축농가에서는 가축배설물을 정화법, 건조법, 통풍법, 발효방법 및 액비처리방법등 다양한 여러가지 방법이 동원되어 왔다. 그러나 이러한 여러가지 방법 중 가장 체계적으로 편리하고, 동시에 경제적인 방법은 액비화 처리방법이지만 이는 현재까지 오수, 분뇨 및 축산폐수 처리에 관한 법률의 일부 제약사항에 의거 실제적으로는 액비사용이 제한되고 있는 동시에 중소 양축농가에서는 이를 살포할 수 있는 사료포도 작거나 거의 없어 더욱 심각한 문제점으로 대두되고 있다.

액상분뇨의 사용은 작물, 시용시기 및 토성 등에 따라 분뇨 등의 질소성분 이용정도가 상이하게 나타나고 있다. 특히 액상분뇨의 살포시기는 N의 용탈과 아주 밀접한 관계에 있어 유럽에서는 작물이 생육중인 하절기가 아닌 작물의 생육정지기로서 양분의 흡수가 적고, 토양중의 수분함량이 높은 겨울철에는 그 용탈의 가능성이 현저히 높기 때문에 1990년 부터 분뇨의 살포량(80kg 분뇨 N/년 이하)은 물론 살포시기(10월중순~2월말)까지, 법으로서 엄하게 규제하고 있다.

그러나 우리나라는 기후풍토와 가축사육형태는 물론 영농의 형태가 외국의 경우와는 현저히 다르기 때문에 우리가 외국의 규정을 그대로 인용 적용할 경우 시행착오를 일으킬 수 있기 때문에 우리는 우리의 조건에 맞는 처리방법은 물론 이의 효율적인 이용방법 특히 이용시기나 시용량 등에 대하여 작물별로 심도있게 검토 되어져야 할 것이다.

이에 본 실험에서는 사료작물에 대한 경제적인 액비시용량을 규명하여 가축분뇨를 자원화 할 수 있는 최대 한계를 규명하고 사료작물의 최대 생산성을 유지하여 화학비료의 절감 정도를 규명하여 사료작물의 생산비 절감 방안을 강구할 뿐만 아니라 기후조건이 외국과는 상이한 우리나라에서의 액상분뇨의 효율적인 시용시기를 정확히 파악하고 사료작물 재배에 의한 환경오염 방지대책 수립에 기여하고자 본

실험을 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 1993년 9월부터 1996년 5월까지 4개년에 걸쳐 경기도 광주군 끈지암에 위치한 경기도 독립축장의 사료작물포에서 수행하였으며 시험 장소의 토양성분은 표 1과 같다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil before experiment.

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	O.M (%)	C.E.C (me/ 100g)	Exchangeable cations (me/100g)				pH
			Ca	K	Mg	Na	
212.2	2.22	14.3	4.25	0.68	1.98	0.20	5.06

공시 초종은 호밀로 품종은 조생종인 Koolgrazer이다. 파종시기는 1993, 1994, 1995년 10월 초순에 10a당 15Kg을 20cm 간격으로 조파하였다.

시험구의 배치는 분뇨의 살포시기를 주구로 하고 액상발효우분의 수준을 세구로 한 분할구 배치법 3반복으로 시험구 면적은 각각 15m<sup>2</sup>(3m×5m)로 하였으며 그 요인별 처리 내용은 분뇨의 살포 시기를 가을, 봄, 봄 / 가을 분시의 3처리로 가을에는 11월 하순에 봄에는 3월 초순에 각각 살포하였으며, 액상발효우분의 시용수준은 N함량을 분석한 후 분뇨 N을 0, 50, 100 및 200Kg N/ha/년의 4수준으로 하여 살포하였으며 이의 수분함량은 95~98% 정도였다.

기비는 질소를 80 kg/ha (가을, 봄 각 50 및 30 kg), 인산과 가리는 성분량으로 각각 100 kg/ha씩을 용과린과 염화加里로서 사용하였다.

생산성 조사를 위한 호밀의 수확은 1994년 5월 4일, 1995년 5월 3일, 1996년 5월 11일에 실시하였으며 건물수량의 측정은 시험구별로 예측된 전체 생초량을 칭량한 후, 그 중 약 500g의 시료를 정확히 칭량하고 이를 80℃ 건조기에서 48시간 건조시킨 후 건물함량을 계산하였고 이로 부터 단위 면적당 건물수량을 산출하였다.

건조된 시료는 분쇄 후 조단백질 함량은 Kjeldahl

단백질정량법(AOAC;1980)으로 분석하였다.

토양중의 유기물 함량과 총 질소 함량은 호밀 수확 직후 토양을 10cm 깊이로 채취 건조한 후 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 호밀의 생산성

##### 가. 건물수량

액상분뇨의 사용시기 및 사용수준에 따른 3

개년간의 호밀의 단위면적당 건물수량은 표 2에서 보는 바와 같이 평균 5.57 ton/ha 이었고 사용 시기별로는 가을이나 봄 사용간에는 거의 차이를 보이지 않았고 단지 분할 사용만 약간의 수량증가를 보였다. 또한 분뇨 N의 사용 수준별 건물수량은 100kg/ha 수준까지는 현저한 증가를 보였지만 200kg/ha 수준에서는 감소 내지는 둔화되었는데 기비로 요소 N 80kg/ha 사용시 액상 구비로 사용된 분뇨 N 200kg/ha은 건물생산에 요구되는 양을 초과된 것으로 사료된다.

Table. 2 Dry matter yield (ton/ha) of Rye under different slurry fertilization season and level

Application seasons	Years	N level (kg/ha)				
		0	50	100	200	Ave.
100% in Autumn	1994	4.61	4.98	5.09	5.42	5.03
	1995	4.27	5.55	6.11	6.35	5.57
	1996	5.58	5.55	5.68	5.89	5.68
	Ave.	4.82	5.36	5.63	5.89	5.43
100% in Spring	1994	4.33	4.86	5.35	4.98	4.88
	1995	4.49	5.14	6.02	5.68	5.33
	1996	6.15	5.74	6.40	5.89	6.05
	Ave.	4.99	5.25	5.92	5.52	5.42
50% in Spring 50% in Autumn	1994	4.51	5.18	5.23	5.32	5.06
	1995	5.39	6.07	6.88	7.24	6.39
	1996	5.92	5.93	6.32	6.25	6.11
	Ave.	5.27	5.73	6.14	6.27	5.85
Average	1994	4.48	5.01	5.22	5.24	4.99
	1995	4.71	5.59	6.34	6.42	5.76
	1996	5.88	5.74	6.13	6.01	5.95
	Ave.	5.02	5.45	5.90	5.89	5.57

연도별 건물수량은 '94, '95, '96년도에 각각 평균 4.99, 5.76 및 5.95 ton/ha로 지속적인 수량의 증가를 보였는데 이러한 원인은 지속적으로 사용된 분뇨중의 유기 N의 증가에 의한 결과로 사료된다.(Ruppert 등, 1985). 특히 1차년도인 '94년도의 낮은 수량은 초봄 호밀생육기의 가뭄에 기인 하였다.

액상발효우분의 연도별, 사용시기별 수량에 미치는 영향은 3개년도 모두 분할 사용시에 가장 높았고 봄과 가을 사용간에는 1, 2차년도에는 가을 사용에

서 3차년도에는 봄 사용시에 더 높았지만 서로간에 유의성 있는 차이를 나타내지는 않았다. 이러한 결과는 가을철의 사용효과가 봄 사용에 비해 현저히 높고 또 환경오염 문제때문에, 그래서 10월~2월까지의 기간에 살포를 금지한 유럽과는 현저한 차이를 나타내고 있다(Ruppert 등, 1985, Ziegler와 Viaux, 1984, Vetter와 Steffens, 1986).

이와 같이 계절간의 차이가 없이 나타난 원인은 우리나라의 기후조건이 외국과는 달리 대륙성의 극

단적인 기온차에 의해 겨울에 강수량이 적고 기온이 낮아 동절기에 유기 N의 분해에 의한 손실이나 암모니아태 질소의 손실이 적었던 반면 봄의 시용은

봄철의 생육기에 잦은 가뭄으로 인한 토양 미생물의 활동억제로 N의 이용효율이 감소 되었기 때문으로 사료된다.

Table 3. Crude protein content(%) of Rye under different slurry fertilization season and levels.

Application seasons	Years	N level (kg/ha)				
		0	50	100	200	Ave.
100% in Autumn	1994	12.17	12.41	12.38	13.55	12.62
	1995	12.30	12.69	13.48	14.47	13.16
	1996	11.70	13.74	14.14	15.39	13.74
	Ave.	12.06	12.95	13.33	14.47	13.17
100% in Spring	1994	10.99	11.05	11.89	13.75	11.92
	1995	12.49	13.14	14.19	16.03	13.99
	1996	12.92	15.05	14.42	16.83	14.81
	Ave.	12.13	13.08	13.57	15.54	13.57
50% in Spring	1994	12.69	12.60	13.41	13.98	13.17
	1995	12.40	12.63	13.52	14.38	13.23
50% in Autumn	1996	12.03	12.63	15.89	17.23	14.45
	Ave.	12.37	12.62	14.27	15.20	13.62
Average	1994	11.95	12.02	12.56	13.76	12.57
	1995	12.30	12.87	13.73	14.96	13.46
	1996	11.98	13.81	14.82	16.48	14.33
	Ave.	12.08	12.88	13.72	15.07	13.45

한편 액상발효우분의 시용수준에 따른 연도별 건물수량에 미치는 영향은 3개년 모두 분뇨 N의 수준이 0에서 100kg/ha까지는 현저한 증가를 보인 반면 100에서 200kg으로 증가시에는 둔화 내지는 오히려 감소('96년도)되었는데 이러한 결과로서 가비로서 요소 N 80kg을 시용시, 즉 화학비료량을 1/2로 줄였을 때 호밀의 건물수량에 미치는 효율적인 분뇨 N의 수준은 100kg 이상 200kg 이내로 하는 것이 최적의 분뇨 시용 수준이라고 사료된다.

#### 나. 조단백질 함량

액상발효우분의 시용시기와 시용수준에 따른 호밀의 평균적인 조단백질 함량은 표 3에서 보는 바와 같이 13.45% 였으며 분뇨의 시용시기별 조단백질 함량에 미치는 영향은 서로간에 별 차이를 나타내지는 않았으나 건물수량에서와 같이 분할 시용시에 가장 높았으나, 가을, 봄 간에는 봄 시용시에 더

높은 결과를 보여 주었다.

그러나 연도별 변화는 '94년의 경우만을 제외하고는 봄 시용시에 분할 시용시보다 항상 가장 높았고 동시에 가을 시용은 가장 낮은 함량을 나타내었다.

이러한 이유는 건물량과는 달리 단백질 함량에 미치는 N의 이용효율이 생육기 직전인 봄의 시용에서 가을 시용이나 봄의 시용에 비해  $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 손실이 적었기 때문으로 사료된다. 한편 분뇨 N의 시용 수준이 호밀의 조단백질 함량에 미치는 영향은 평균적인 함량은 물론 연도별 변화도 시용 시기에 따라 부분적으로 약간의 예외는 있지만 그 시용수준이 0에서 50, 100kg/ha는 물론 200kg/ha 수준에서도 건물수량의 증가와는 달리 조단백질의 함량은 지속적으로 증가되었는데 이러한 결과는 지속적인 N 시비량의 증가에서 최고의 건물수량 이후 수량의 감소에도 불구하고 조단백질 함량은 지속적으로 증가했다는

Roth(1970), Wieringa(1978), Voigtlaender/Jacob(1987) 등의 연구 결과와 같은 경향을 보여 주고 있다.

#### 다. N 생산량

분뇨 N의 이용 효율을 알아보기 위하여 건물

수량과 조단백질 함량으로부터 얻어진 총 N의 생산량은 표 4에 나타난 바와 같이 평균적인 N 생산량은 120.9 kg/ha으로 약간 낮은 경향이었지만 분뇨 N의 이용효과는 시용시기에 관계없이 모든 경우에서 년차적으로 점진적인 증가를 보여주고 있다.

Table 4. Net nitrogen yield(kg/ha) of rye under different slurry fertilization season and levels.

Application seasons	Years	N level (kg/ha)				
		0	50	100	200	Ave.
100% in Autumn	1994	89.8	98.9	100.8	117.5	101.8
	1995	84.0	112.7	131.8	147.0	118.9
	1996	104.5	122.0	128.5	148.8	124.9
	Ave.	92.8	111.2	120.4	137.8	115.6
100% in Spring	1994	76.1	85.9	101.8	109.6	93.4
	1995	89.7	108.1	136.7	145.7	120.1
	1996	127.1	138.2	147.7	158.6	142.9
	Ave.	97.6	110.7	128.7	138.0	118.8
50% in Spring 50% in Autumn	1994	91.6	104.4	112.2	119.0	106.8
	1995	106.9	122.7	148.8	166.7	136.3
	1996	113.9	119.8	160.7	172.3	141.7
	Ave.	104.1	115.6	140.6	152.7	128.3
Average	1994	85.8	96.4	105.0	115.4	100.6
	1995	93.5	114.5	139.1	153.1	125.1
	1996	115.2	126.7	145.6	159.9	136.5
	Ave.	98.2	112.5	129.9	142.8	120.9

분뇨의 시용시기별 N 생산량에 미치는 영향은 가을이나 봄 시용보다 분할 시용시에 가장 높았으며 년도별 차이는 있으나 봄 시용이 가을 시용에 비해 약간 높았지만 서로간에 유의적인 차이를 보여 주지는 않았다.

또한 액상구비 시용 수준의 증가에 따른 N의 생산은 조단백질 함량의 경우와 비슷하게 분뇨 N 200kg/ha의 수준까지에서도 N 생산은 지속적으로 증가를 나타내었다.

이상의 결과에서 볼 때 우리나라에서 분뇨의 시용시기는 분뇨 N의 이용 효율이나 환경에 미치는 영향 등을 고려 분뇨의 시용시기를 제한하고 있는 유럽과는 달리, 우리나라에 있어서는 기후적으로 볼 때 대륙성 기후로 겨울에 극단적으로 기온이 낮고

또 강수량도 현저히 적어 겨울철에 유기 N의 분해나 그 용탈이 거의 없기 때문에 동절기에 시용을 유럽과 같이 법적으로 제한할 필요가 없을 것으로 사료된다.

## 2. 토양유기물 및 N 함량

액상분뇨의 시용에 의한 지력증진 효과는 표 5 및 6에 나타난 바와 같다. 유기물의 증가는 시용시기에 의해서나 시용수준의 증가에 의해 거의 효과를 나타내지 않았다. 토양중 평균적인 N의 함량은 표 6에서와 같이 분뇨 N 시용수준의 증가에 따라 현저한 증가를 나타내었는데 시용 시기별로는 가을이나 봄 시용시의 함량은 비슷한 경향이었지만 분할 시용시는 분뇨 N의 증가가 토양 N의 함량에 거의 영향을 미

치지 않았다. 시용시기의 영향은 가을, 봄 시용에 비하여 분할시용시에 가장 낮았는데 이러한 경향은 분

할 시용에 의한 N 이용효율의 증가 즉, N 생산량의 증가에 따른 결과로 생각된다.

Table 5. Organic matter content in soil(%)

Application seasons	N level (kg/ha)				Average
	0	50	100	200	
100% in Autumn	1.81	1.79	1.81	1.81	1.81
100% in Spring	1.82	1.86	1.92	1.85	1.86
50% in Spring	1.82	1.84	1.81	1.82	1.82
50% in Autumn					
Average	1.82	1.83	1.85	1.83	1.83

Table 6. Total nitrogen content in soil(%)

Application seasons	N level (kg/ha)				Average
	0	50	100	200	
100% in Autumn	0.17	0.18	0.34	0.37	0.27
100% in Spring	0.17	0.19	0.31	0.45	0.28
50% in Spring	0.21	0.23	0.18	0.20	0.20
50% in Autumn					
Average	0.21	0.23	0.28	0.34	0.25

#### IV. 적 요

우리나라의 기후조건하에서의 액상발효우분의 시용효과를 알아보기 위하여 분뇨의 시용시기와 시용수준을 달리 했을 때 사료작물의 생산성, N의 이용효율, 지력증진에 미치는 영향에 대하여 연구한 시험결과는 다음과 같다.

1. 액상발효우분의 시용시기가 호밀의 평균적인 건물수량에 미치는 영향은 가을/봄 분할 시용시 가장 높았고, 봄과 가을 시용간에는 거의 차이가 없었다.
2. 액상발효우분 시용량의 증가에 따른 호밀의 평균적인 건물수량은 100kg 분뇨 N/ha까지는 현저한 증가를 보였지만, 그 이상에서는 약간 둔화 또는 감소되는 경향을 나타내었다.
3. 조단백질 함량에 미치는 시용 시기의 영향은 크지 않았고 시용수준에 따른 영향은 시용 수준이

증가할수록 조단백질의 함량은 현저히 증가 하였다.

4. N 생산량에 미치는 영향은 건물수량과 같은 경향으로 분할 시용시 가장 높았고 N 시용수준의 증가에 비례하여 N 생산량도 증가하였다.
5. 토양 중 유기물의 증가는 분뇨의 시용시기나 시용량의 증가에 의해서도 거의 차이를 보여주지 않았고, 토양 N은 분할 시용시 가장 낮았으며, 봄이나 가을 시용은 분할 시용과는 달리 시용수준의 증가는 토양 N함량을 현저히 증가시켰다.

#### V. 참고 문헌

1. A.O.A.C., 1980 Official Method of Analysis (13th ed.). Association of analytical chemists. Washington D.C.
2. EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY (1980) :

- Council directive on the quality over water for humen consumption, – Official Journal 23. No. 80/778/EECL 229. 11-29.
3. Roth, D., 1970. Auswirkg stigender Stickstoffgaben auf den Gehaltan Inhaltstoffen im Weidefutter. Tierzucht 24. 62-64.
  4. Ruppert, W.M. Stichlmair, J. Bauchhen, H.M. Blendl, A. Haisch, K. Hammer, U.hege, R. Juli, L. Melian, W. Nurmber, J. Reieder, P. Rintelen, K. Rutzmoser, W. Weber, A. Wurzinger, H. Zeisig. 1985. Daten und Informationen zum Guelleinsatz in der Landwirtschaft. Sond. Bayer. Landw. Jahrbuch. 62. H. 8. 899-996.
  5. Selenka, F. 1982. Gesundheitliche Aspekte von Nitrat. Nitrit und Nitrosmin. -Vortrag auf der Wasser fachlichen Aussprachetagung in Hamburg am 2. 3.
  6. Vetter, H., G. Steffens, 1986. Wirtschaftseigene Duengung. DLG-Verlag. Deuschaland 76-80.
  7. Voigtlaender, G., H. Jacob, 1987. Gruenlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
  8. Wieringa, G.W., 1978. Influence of N Fertilizer and cutting frequency on the extracion of protein from grass. 7th Gen. Meeting Europ. grassld Fed. –Gent 1978. 63-68.
  9. Ziegler, D. and P. Viaux, 1984, Modalites d'application de la fertilisation azotee en fonction des objectifs de la prairie permanente. Fourrages, no. 98. 145-166.