

## 돈분액비 시용이 트리티케일 생육과 토양의 화학적 특성에 미치는 영향\*

이병진\*\*\* · 김경목\*\* · 전현식\*\* · 전승호\*\*\* · 조영손\*\*\*\*

### Effects of Application of Liquid Pig Manure on Green Manure Crop Triticale and Subsequent Soil Quality

Lee, Byung-Jin · Kim, Kyeong-Mok · Chun, Hyun-Sik ·  
Jeon, Seung-Ho · Cho, Young-Son

As part of the agricultural natural circulation, the present study was performed. Recently, there has been the movement toward reusing the Liquid Pig Manure as an alternative fertilizer sources for agricultural lands. For instance, LPM (Liquid Pig Manure) liquid fertilizer has been developed and widely used in Korea. However, the impacts of LPM on both agricultural environment and crop triticale yield have not been investigated yet. The experiments were studied on paddy field after treatment of LPM on plant height, root length, plant length, dry matter yield and soil chemical properties. The effect of LPM by application on triticale was more increased plant height, root length and plant length than the Control. Chemical soil characteristics were not significantly different between on Control and LPM. Soil pH, OM, TN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and exchangeable cation of triticale (*X Triticosedale wittmack*) appeared to be lower than before the treatment. Dry matter yield were produced 834.3kg 10a<sup>-1</sup> of in LPM plot and 684.4kg 10a<sup>-1</sup> in Control plot. In these results show abbreviated as the application of LPM increases the yield index of triticale. However, the properties of paddy soil were not affected by the LPM application.

Key words : *liquid pig manure, tillage, triticale*

---

\* 본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ906961)의 지원에 의해 이루어진 것임을 밝힙니다.

\*\* 경남과학기술대학교 농업생명과학대학 식물자원학과

\*\*\* 경남과학기술대학교 농업생명과학대학 종자실용화연구소

\*\*\*\* Corresponding author, 경남과학기술대학교 농업생명과학대학 농학·한약자원학부  
(choyoungson@hanmail.net)

## I. 서 론

최근 이상기후로 인해 동계 녹비작물의 작황이 불안정하여 후작물에 대한 질소공급원으로서는 이용성이 낮아지고 있으나, 트리티케일(*X Triticosecale wittmack*)은 자식성 작물로서 농가에서 자기채종이 가능하고, 추위와 습해나 도복 등에 강하며, 척박지 등 불량환경에서도 적응성이 높기 때문에(Mergoum et al., 2009) 전국의 어느 곳에서도 재배가 가능하며 녹비작물로서 후작물에 대한 영양공급원으로 활용가능하여 그 수요가 급증하고 있는 추세이다. 화분과 작물인 트리티케일은 상대적으로 탄질비(30:1~60:1)가 높아 작물과 미생물간 결합에 의한 후작물이 이용할 수 있는 질소를 제한하지만 토양 유기탄소를 증가시키는 것으로 알려져 있다(Kuo et al., 1997; Wagger, 1989). Yun(2000)은 트리티케일에 질소시비량을 증가시키면 초장 및 건물수량이 증가된다고 보고한 바 있다.

정부는 2006년 ‘폐기물 배출에 의한 해양오염 방지에 관한 국제협약’에 의하여 2012년 가축분뇨의 해양투기가 전면 금지되면서 농림수산식품부에서는 가축분뇨 효율적 자원화 및 퇴·액비를 활용한 생태계 균형유지와 생물적 다양성 증진을 위하여 가축분뇨 자원 재활용 및 순환방법 등에 관한 다양한 기술개발과 시스템 확립의 필요성이 대두되어 지속적인 연구의 필요성이 부각되고 있다. 그리하여 최근 정부의 화학비료 저감정책 및 가축분뇨 자원 활용을 통한 경종과 축산을 상호 연계하는 자연순환농업에 대한 관심이 크게 증가되고 있다.

가축분뇨 자원 활용은 화학비료의 대체수단으로 이용성이 확대되고 있으며 휴한기 녹비작물 재배에서도 활용되고 있다. 가축분뇨의 퇴·액비는 농경지에 적절히 살포하게 되면 토양입단 형성, CEC 및 완충능 증대, 킬레이트 기능(Gilmour et al., 1998), 생물상의 활성이 증진(Kanazawa and Yoneyama, 1980)되어 토양물리화학적 개선되고, 그 결과 작물에 다양한 영양소의 공급, 탄산가스 및 생육 촉진물질의 공급(Beranl and Kirchman, 1992; Park et al., 2001)을 기대 할 수 있다. 그러나, 적절하게 관리하지 않으면 농업 비점오염으로 작용하여 토양, 수질 및 대기환경에 악영향을 미치는 오염원으로 작용한다(Sweeten, 1988; Novak et al., 2000; Murayama et al., 2001; RDA, 2002). 국내에서는 돈분액비 시용에 따른 녹비작물의 생육 및 토양환경에 미치는 영향에 대한 일부 작물에 한하여 연구되어졌다. Kim et al. (2008)은 호밀에서 고농도 돈분액비 시용이 호밀의 지상부 길이와 건물수량에 대한 연구를 하였고, Lee et al.(2011)은 청보리에서 가축분뇨를 투입함에 따른 생육 조사를 하였다. 일부 녹비작물에 대하여 돈분액비에 시용에 따른 연구가 이루어졌으나 보다 다양한 녹비작물에 대하여 체계적인 연구가 미흡하여 농업기술 및 영농활용에 어려움이 많다.

따라서 본 연구는 돈분액비를 활용하여 경종·축산 연계를 통한 자원순환농업의 활용 및 녹비작물의 생산량을 증가시키기 위해 트리티케일 재배지에서 돈분액비 시용량이 트리티케일 생육과 토양환경에 미치는 영향을 탐색하고자 본 시험을 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재배환경 및 시험포장 조건

논조건에서 돈분액비 시용이 트리티케일 생육에 미치는 효과를 검토하기 위해 경남과학기술대학교 외지 시험포장인 경남 밀양시 대곡리(35°39' N, 128°66' E)에서 2011년 10월부터 2012년 6월까지 수행하였으며 시험 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같다. 시험전 토양의 화학성분은 pH 5.3, 유기물 18g kg<sup>-1</sup>, 유효인산 44mg kg<sup>-1</sup>, 치환성 칼륨 0.26, 치환성 칼슘 8.9, 치환성 마그네슘 3.5 및 치환성 나트륨 0.49 cmol<sub>c</sub>·kg<sup>-1</sup>을 함유하고 있는 전형적인 논토양이었다.

Table 1. The chemical properties of soil used in this experiment

pH	OM <sup>1)</sup>	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exch. Cation			
			K	Ca	Mg	Na
(1:5)	g·kg <sup>-1</sup>	mg·kg <sup>-1</sup>	----- cmol <sub>c</sub> ·kg <sup>-1</sup> -----			
5.3	18	44	0.26	8.9	3.5	0.49

<sup>1)</sup> OM, Organic matter.

동계 녹비작물인 트리티케일 재배기간 중 돈분액비시용이 트리티케일 생육과 토양 화학성 변화에 미치는 영향을 구명하기 위해 경운(T; Tillage) 조건에서 겨울철 녹비작물인 트리티케일을 파종하였다. 화분과 작물인 트리티케일에는 돈분액비 성분조사결과 Table 2를 이와같이 질소 추천시비량의 6kg 10a<sup>-1</sup>을 수준으로 3,000l 10a<sup>-1</sup> 전량시용 하였고 대조구는 돈분액비를 사용하지 않았다.

Table 2. The chemical properties of liquid pig manure used in this experiment

pH	T-N	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Av. K <sub>2</sub> O	Av. CaO	Av. MgO	Av. Na <sub>2</sub> O
(1:5)	----- % -----					
9.3	0.27	0.05	0.379	0.1	0.01	0.09

### 2. 포장 파종량 및 생육 조사

공시재료 트리티케일 15kg 10a<sup>-1</sup>을 2011년 10월 28일 조파 하였으며 파종일 후에는 20mm

의 강우로 트리티케일이 발아하기 충분한 수분 조건이었다. 생육시기에 따른 녹비작물 생육 조사는 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2003)에 준하여 수행하였다.

### 3. 식물체와 토양의 시료채취 및 분석

식물체 시료채취는 생육시기에 따른 농업과학기술 연구조사분석기준(RDA, 2003)에 준하여 수행하였다. 식물체 분석은 생육시기에 따라 각 시험구의 식물체를 3반복으로 채취하여 초장과 근장으로 조사하고 80℃에서 3일간 건조하여 건조중량을 조사하였다.

토양시료는 시험전과 생육시기별 표토를 0~20cm 깊이에서 시료를 3반복으로 채취하였다. 채취한 토양은 7일간 음건하여 2mm 체를 통과 시켜 화학성 분석에 사용하였다. 화학성 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법(NIAST, 2000)을 적용하여 pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 pH meter(Orion 2 STAR pH meter, Thermo Fisher Scientific Inc., Beverly, USA)로 측정하였고, TN(total nitrogen)은 micro-Kjeldahl 질소정량법을 이용하여 시료 500mg을 Kjeldahl 분해관에 넣고 농황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 12ml 과 분해촉매제(3.5g, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 3.5, mg Se) 1개를 넣고 320℃에서 2시간 동안 분해한 후 질소분석기(Kjeltec 1026, FOSS Co., Denmark)를 이용하여 측정, 유기물은 Tyurin법으로 정량하였으며, 유효인산은 Lancaster법으로 비색계(UV-1650PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 분석하였다. 치환성 K, Ca, Mg, Na 등의 양이온은 1 M-NH<sub>4</sub>OAc로 추출하여 ICP(Varian 730-ES, Varian Inc., Palo AHO, USA)로 분석하였다.

### 4. 통계 분석방법

수집된 데이터는 SAS프로그램(V. 9.1 Cary, Nv, USA) 중에서 T-test를 통하여 평균값 5% 유의수준에서 비교하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 트리티케일의 생육 특성

논토양에서의 LPM(liquid pig manure)처리에 따른 트리티케일의 생육특성을 알아보기로자 파종후 165일(DAT165), 180일(DAT180), 200일(DAT200)에 트리티케일의 초장(PH; plant height), 근장(RL; root length) 및 전체 길이(PL; plant length)를 각각 조사하였다. 초장에서는 LPM처리구에서 조사기간 동안 길게 나타났으며, DAT200에서 115.3cm로 대조구 대비

8.1% 높게 나타났다(Table 3). 근장에서는 LPM처리구에서 18.0cm로 대조구 14.1cm 보다 3.9cm 길어 대조구와의 1% 유의성 차이가 인정되는 것으로 나타났으며 LPM처리구에서는 지속적인 성장을 보였던 반면, 대조구에서는 DAT180 이후부터 근장의 성장이 다소 둔화하는 것으로 나타났다(Table 4). 전체 길이는 조사기간 모두 유의성이 인정되었으며 LPM처리구에서 132.3cm로 대조구 대비 9.5% 높게 나타났다(Table 5). 건물량의 변화에서는 대조구에 비해 DAT180와 DAT200 조사시기에서 각각 36, 20%의 증가를 보였다(Table 6).

Table 3. Plant height of Triticale by application of liquid pig manure

Treatment	DAT165	DAT180	DAT200
	----- cm -----		
Con.	20.6	42.6	106.7
LPM <sup>1)</sup>	25.6	49.5	115.3
T test	**	*	**

\* : significant at 0.05 level, \*\* : significant at 0.01 level, ns : not significant

<sup>1)</sup> LPM : Liquid Pig Manure.

Table 4. Root length of Triticale by application of liquid pig manure

Treatment	DAT165	DAT180	DAT200
	----- cm -----		
Con.	9.8	13.4	14.1
LPM <sup>1)</sup>	13.9	15.6	18.0
T test	*	*	**

\* : significant at 0.05 level, \*\* : significant at 0.01 level, ns : not significant

<sup>1)</sup> LPM : Liquid Pig Manure.

Table 5. Plant length of Triticale by application of liquid pig manure

Treatment	DAT165	DAT180	DAT200
	----- cm -----		
Con.	30.3	56.0	120.8
LPM <sup>1)</sup>	39.4	65.2	132.3
T test	**	*	**

\* : significant at 0.05 level, \*\* : significant at 0.01 level, ns : not significant

<sup>1)</sup> LPM : Liquid Pig Manure.

Table 6. Dry matter weight of Triticale by application of liquid pig manure

Treatment	DAT165	DAT180	DAT200
	----- kg · 10a <sup>-1</sup> -----		
Con.	43.7	133.9	585.0
LPM <sup>1)</sup>	46.0	182.1	701.3
T test	**	**	**

\* : significant at 0.05 level, \*\* : significant at 0.01 level, ns : not significant

<sup>1)</sup> LPM : Liquid Pig Manure.

이러한 결과는 Lee et al.(2011)에서 보고한 청보리에 가축분뇨를 투입함에 따른 생육이 증진되었다는 연구와 호밀에서의 돈분액비 시용이 호밀의 초장과 건물량을 증가시킨다는 연구(Kim et al., 2008)와 일치하는 경향이였다.

## 2. 토양 화학성 변화

동계 녹비작물 트리티케일을 재배한 토양의 화학적 특성 변화는 Table 7과 같다. pH 변화에서는 대조구에서 유기물 함량 18.8g kg<sup>-1</sup>로 시험전 토양보다 높았으나, LPM처리구에서는 시험전 토양보다 낮은 14.1g kg<sup>-1</sup>로 나타났다. 전질소에서는 LPM처리구에서 16% 높은 함량을 나타냈으나 유의성 차이는 인정되지 않았다. 치환성 양이온 K에서는 LPM처리구에서 높게 나타난 반면, Ca, Mg 및 Na에서는 대조구에서 높게 나타났으며 시험전 토양에서 보다 낮은 함량이 나타났다.

Table 7. Effects of the chemical soil properties by application of liquid pig manure in paddy soil

Treatment	pH	OM <sup>1)</sup>	TN <sup>2)</sup>	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Exch. cation			
					K	Ca	Mg	Na
	(1:5)	g · kg <sup>-1</sup>	%	mg · kg <sup>-1</sup>	----- cmol <sub>c</sub> · kg <sup>-1</sup> -----			
Con.	5.4	18.8	0.25	38.9	0.22	8.65	3.00	0.55
LPM <sup>3)</sup>	5.1	14.1	0.29	42.7	0.24	8.20	2.79	0.39
T Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

\* : significant at 0.05 level, \*\* : significant at 0.01 level, ns : not significant

<sup>1)</sup> OM : Organic matter. <sup>2)</sup> TN : Total nitrogen. <sup>3)</sup> LPM : Liquid Pig Manure.

LPM처리시 조사한 토양의 화학성의 변화에서는 전질소와 유효인산을 제외한 대부분이 낮게 나타났으며 특히, 시험전 토양보다 모두 낮은 결과가 나타났다. 이러한 결과는 Kim et al.(2008)이 보고한 돈분액비 시비에 따른 호밀의 생육특성이나 건물수량을 증가시켰으나, 토양의 화학적 특성에는 부족 또는 과잉되는 결과를 초래 하지 않는 결과 유사한 경향이 나타나는 것으로 보였다. 한편, 가축분뇨 연용은 토양의 물리성이 나빠진다는 연구 보고가 (Anzai, 1987; Ushio et al., 2000) 있어 차후 트리티케일 재배지에서 돈분액비 시용에 따른 토양 물리성의 변화와 연차별 토양 화학성의 변화에 대해 보다 세밀한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 3. 트리티케일의 건물체량

건물체량 변화를 알아보고자 트리티케일의 건물체량(DMW; dry matter weight)과 지수를 조사하였다. 건물체량은 Fig. 1과 같이 LPM처리구에서 대조구의 684.7kg 10a<sup>-1</sup>에 비하여 149.9kg 10a<sup>-1</sup> 많은 834.3kg 10a<sup>-1</sup>으로 21.9% 증가하였다.

이러한 결과는 Song (2006)등의 돈분액비 비교시험에서 이탈리아인 라이그라스, 호밀 및 귀리 등의 건물 생산량이 증가한다는 보고와 Lee et al.(2011)에서 보고한 돈분뇨 퇴·액비 시용이 청보리 수량을 증가시킨다는 연구와 유사한 경향을 보였다.

이와 같이 논토양에서의 돈분액비 시용에 따른 트리티케일의 생육은 무처리에 비하여 전반적으로 양호한 경향이였다. 그러나 앞으로 트리티케일 재배지에서 돈분액비 시용에 따른 양분흡수 양상, 토양 물리성의 변화와 연차별 토양 화학성의 변화에 대해 보다 세밀한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

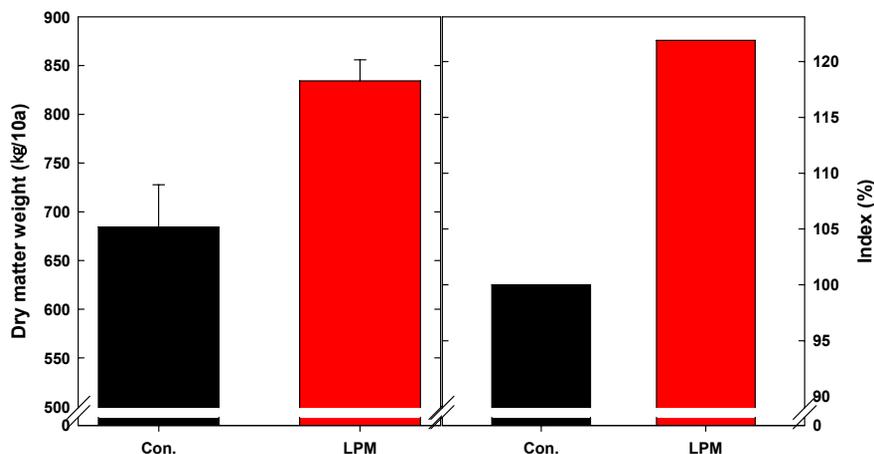


Fig. 1. Effects of dry matter weight of Triticale by applying liquid pig manure

## IV. 적 요

돈분액비를 활용하여 경종·축산 연계를 통한 자원순환농업의 활용 및 녹비작물의 생산량을 증가시키기 위해 트리티케일 재배지에서 돈분액비 시용이 생육특성과 토양 화학성 변화 및 건물수량성에 대한 결과 요약은 다음과 같다.

초장에서는 LPM처리구에서 115.3cm로 대조구 대비 8.1% 양호하였으며 근장에서는 LPM처리구에서 3.9cm 길었고 전체길이도 LPM처리구에서 132.3cm로 대조구 대비 9.9% 컸다. 건물체량은 대조구에 비하여 LPM처리구가 전 조사시기에서 높았으며 20% 이상 증가하였다. 대조구의 시험후 토양의 유기물 함량은  $18.8\text{g kg}^{-1}$ 로 시험전 보다 높았으나, LPM처리구에서는 시험전 토양보다 낮은  $14.1\text{g kg}^{-1}$ 이었다. 시험후 토양의 치환성 K는 LPM처리구에서 높게 나타난 반면, Ca, Mg 및 Na는 대조구에서 높았으며 시험전 토양에서 보다 낮은 경향이었다. 건물체량은 LPM처리구에서 대조구에 비하여 21.9% 증가하는 경향이었다.

[논문접수일 : 2013. 10. 18. 논문수정일 : 2013. 11. 26. 최종논문접수일 : 2014. 4. 2.]

## Reference

1. Anzai, T. and N. Matsumoto. 1987. Effects of annual application of swine urine on the physico-chemical properties and the heavy metal contents of paddy soil. *Soil Sci. Plant Nutr.* 58: 433-439
2. Bernal, M. and Kirchmann H.. 1992. Carbon and nitrogen mineralization and ammonia volatilization from fresh, aerobically and anaerobically treated pig manure during incubation with soil. *Biology & Fertility of Soils.* 13(3): 135-141.
3. Gilmour, J. T., A. Mauromoustakos, P. M. Gale, and R. J. Norman. 1998. Kinetics of Crop Residue Decomposition: Variability among Crops and Years. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62(3): 750-755.
4. Kanazawa, S. and T. Yoneyama. 1980. Microbial degradation of  $^{15}\text{N}$ -labeled rice residues in soil during two years, incubation under flooded and upland conditions. Transformation of residue nitrogen. *Soil Sci. Plant Nutr.* 26: 241-254.
5. Kim, M. C., J. Y. Song, K. J. Hwang, S. T. Song, C. H. Hyun, and T. H. Kang. 2008. The effects of application of liquid swine manure on productivity of rye and subsequent soil quality. *Kor. J. Grassl. Forage Sci.* 28(2): 81-88.

6. Kuo, S., U. M. Sainju, and E. J. Jellum. 1997. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61: 145-152
7. Lee, S. B., K. M. Cho, J. H. Ryu, S. G. Cho, T. S. Kim, and K. J. Kim. 2011. Effects of tillage methods and application levels of livestock compost and liquid fertilizer on yield of whole crop barley and subsequent soil quality. *Kor. J. Inrl. Agri.* 23(2): 179-184.
8. Mergoum and H. Gomez-Macpherson (eds.). *Triticale improvement and production*. FAO plant production and protection paper No. 179. Food and Agriculture Organization on United Nations, Rome. pp. 11-26.
9. Murayama, S., N. Kiho, M. Komada, K. Baba, A. Tsumura. 2001. Water quality, particularly of trihalomethane formation potential of ground water of agricultural area of humic volcanic ash soil on shirasu plateau where livestock wastes have been applied as land management. *Soil Sci. Plant Nutr.* 72: 764-774.
10. NIAST (National institute of Agricultural Science and Technology). 2000. *Methods of analysis of soil and plant*. NIAST, Suwon, Korea.
11. Novak J. M., D. W. Watts, P. G. Hunt, and K. C. Stone. 2000. Phosphorus movement through a coastal plain soil after a decade of intensive swine manure application. *J. Environ. Qual.* 29: 1310-1315.
12. Park, B. K., J. B. Lee, N. J. Cho, and K. Y. Jung. 2001. Effect of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. *Korea J. Soc. Soil Sci. Fert.* 34: 154-157.
13. RDA (Rural Development Administration). 2002. *Technique for application of livestock manure liquid fertilizer*. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
14. RDA (Rural Development Administration). 2003. *Standard of analysis and survey for agricultural research*. RDA, Suwon, Korea.
15. Song, S. T., M. C. Kim, and K. J. Hwang. 2006. Effects of dry matter content of liquid swine manure on dry matter yield and nutritive value of Italian ryegrass, Rye and Oat, and the chemical characteristics of soil in Jeju. *J. Korean Grassl. Sci.* 26: 159-170.
16. Sweeten J. M., 1988. *Composting manure sludge in national poultry water management symp.*, Columbus, OH. Dep. of Poultry Sci. Ohio State Univ. Columbus. pp. 38-44.
17. Ushio, S., N. Yosimura, K. Saito, and N. Nagajinma. 2000. Nitrogen decomposition rate of animal wastes composts and dry wastes for 141 days in summer, and estimation. *Soil Sci. Plant Nutr.* 71: 249-253.
18. Waggoner, M. G. 1989. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. *Agron. J.* 81: 236-241.

19. Yun, S. G., 2000. Effects of nitrogen fertilization on the forage yield and feed value of the introduced triticale plants for whole crop silage were studied to determine the nitrogen dosage which could fulfill both of high yield and quality. Hankyong National University. 32: 75-79