ISSN 0367-6315
Korean J. Soil Sci. Fert. 45(5), 805-809 (2012)
http://dx.doi.org/10.7745/KJSSF.2012.45.5.805

보문

청보리와 헤어리베치 단작 및 혼작 재배지에서 돈분액비 시용이 녹비생산량에 미치는 영향

이상규† · 서동철† · 강세원 · 서영진 · 최익원 · 전원태[1] · 강위금[1] · 강항원[1] · 허종수[2] · 조주식*

순천대학교 생물환경학과, [1]농촌진흥청 국립식량과학원,
[2]경상대학교 응용생명과학부 (BK21 농생명산업 글로벌 인재 육성 사업단)

Effects of Application of Liquid Pig Manure on Yield of Green manure in Single and Companion Cropping

Sang-Gyu Lee†, Dong-Cheol Seo†, Se-Won Kang, Young-Jin Seo, Ik-Won Choi, Won-Tai Jeon[1], Ui-Gum Kang[1], Hang-Won Kang[1], Jong-Soo Heo[2], and Ju-Sik Cho*

Department of Bio-Environmental Sciences, Sunchon National University,
[1]National Institute of Crop Science, Rural Development Administration,
[2]Division of Applied Life Science (BK21 program) & Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University

To evaluate the effects of liquid pig manure (LPM) on green manure crop yields, plant height and biomass of green manure crops were investigated in single and companion cropping. Green manure crops used for this experiment were *Hordeum vulgare* L. (green barley) and *Vicia* villosa roth (hairy vetch). Field experiment was designed with LPM 1.65 (LPM of 1.65 ton $10a^{-1}$ + single and companion green crops), LPM 3.3 (LPM of 3.3 ton $10a^{-1}$ + single and companion green crops) and LPM 6.6 (LPM of 6.6 ton $10a^{-1}$ + single and companion green crops). In single cropping, plant height were high in LPM 3.3. In companion cropping, plant height were high in LPM 6.6. Thus, we found that application of LPM is general enough to reduce use of chemical fertilizer. Also, optimum application level in single cropping would be LPM 3.3 and in companion cropping would be higher than LPM 3.3.

Key words: Liquid pig manure, Yield, *Hordeum vulgare* (L.), *Vicia* villosa roth

서 언

토양에 유기물을 공급하여 지력을 향상시켜 시비질소를 절감시키는 녹비작물 (Yang et al., 2009)은 최근에 친환경 농업의 필요성과 화학비료의 가격 상승 등으로 인하여 재배 면적이 증가하고 있는 추세이다. 녹비작물을 이용한 재배는 후작물에 대한 질소공급원으로 활용이 가능하며, 토양건전성 (soill quality) 개선효과를 갖는 것으로 알려져 있다 (Thorup-Kristensen, 1994; Thorup-Kristensen and Bertelsen, 1996). Lee and Park (2002)은 유기 조사료를 생산하기 위해서는 두과와 화본과 작물의 혼합 파종을 권장하였으며 녹비작물의 혼작 재배 시 단작 재배에 비해 더 높은 수확량을 얻을 수 있다고 보고된 바 있다 (Kim et al., 2011). 하지만 녹비생산량을 극대화시키기 위해 다양한 재배법이 시도되어 왔으나 실제로 화학비료의 직접적인 시용 없이 녹비생산량의 극대화는 많은 어려움을 가지고 있는 실정이다 (Lee et al., 2011b).

우리나라는 세계적으로 농경지 단위면적 당 화학비료 사용량이 가장 많은 국가 중 하나라로 분류되고 있으며, 정부는 화학비료의 과다시용에 따른 환경오염 문제를 줄이기 위해 농경지 단위면적 당 화학비료 시용량을 2001년 397 kg ha^{-1}에서 2013년 238 kg ha^{-1}까지 40%의 화학비료 시비량 감축을 계획하고 있다 (Lee et al., 2011b). 이러한 화학비료 사용량 저감정책과 맞물려 경종과 축산을 상호 연계하는 자연순환농업에 대한 관심이 최근 크게 증대되고 있으며, 축산 부문에서는 가축분뇨 문제를 해결하고 경종 부문에서는 유기질 비료 부족문제를 해결하는 관점에서 축산분뇨 자원화는 대단히 이상적인 관리방안이 될 것으로 판단된다.

따라서 본 연구는 돈분액비를 활용하여 녹비작물의 생산량을 증가시키기 위해 청보리와 헤어리베치 혼작 재배지에

접수 : 2012. 8. 30 수리 : 2012. 9. 12
†공동 제1저자
*연락저자 : Phone: +82617503297
E-mail: chojs@sunchon.ac.kr

서 돈분액비의 시용량이 녹비생산량에 미치는 영향을 단작 재배와 비교 조사하였다.

재료 및 방법

돈분액비의 시용량이 녹비작물의 생육에 미치는 영향을 구명하기 위하여 경상남도 거창군 신원면 과정리에 위치한 벼 재배지에 전작물로 녹비를 재배하였으며, 포장지의 면적은 830.3 m^2이었다 (Fig. 1). 본 시험에 사용된 공시토양 표층의 화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 pH는 6.93 이었으며, 유기물 함량은 23.2 g kg^{-1}이었다. 공시 돈분액비의 화학적 특성은 Table 2와 같이 pH는 8.99 이었으며 질소 함량은 2,700 mg kg^{-1}이었고 인 함량은 290 mg kg^{-1}이었다. 2011년 10월 11일에 돈분액비를 녹비작물 재배지에 시용하였으며, 2일후에 청보리와 헤어리베치 종자를 산파하여 파종하였다. 청보리 및 헤어리베치의 초장과 biomass 조사는 2012년 5월 20일에 조사하였다. 돈분액비의 시용량은 공시토양의 토양검정에 의한 질소시비량을 후작물인 벼 기준으로 돈분뇨 중의 질소를 환산하여 질소 시비량의 전량을 0, 50, 100 및 200%로 나누어 각각 0, 1.65, 3.30 및 6.60 ton $10a^{-1}$의 돈분액비를 기비로 시용하였다. 녹비작물의 파종량은 청보리의 경우 14 kg $10a^{-1}$, 헤어리베치의 경우 9 kg $10a^{-1}$가 되게 단작과 혼작으로 나누어 각각 파종하였다 (Table 3). 본 연구에서 토양 및 돈분액비의 화학적 특성 조사는 농촌진흥청의 토양 및 식물체 분석법 (NIAST, 2000)에 준하여 분석하였다. 통계분석은 SPSS 19 version을 사용하여 돈분액비의 시용량에 따른 생육특성 결과를 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 수행하였다.

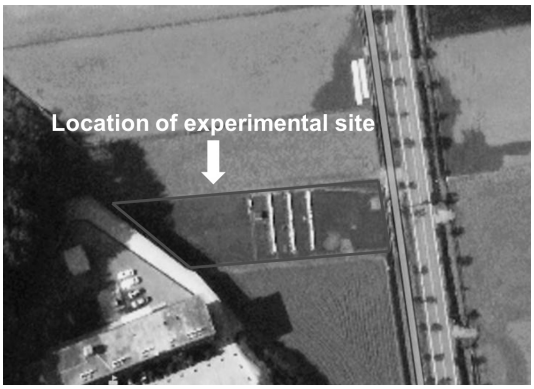

Fig. 1. Photograph of experimental site.

Table 1. Selected chemical properties of experimental soils.

pH	OM†	Total N	Avail. P_2O_5
1:5	----------g kg^{-1}----------		mg kg^{-1}
6.93±0.01§	23.2±1.6	1.35±0.01	42±3.91

†OM, Organic matter.
§Standard deviation.

Table 2. Chemical properties of liquid pig manure used in the study.

pH	EC	Total N	Total P
1:5	dS m^{-1}	---------- mg kg^{-1} ----------	
8.99±0.35§	15.43±1.05	2700±121.30	290±4.74

§Standard deviation.

Table 3. Treatment conditions of green manure crops.

Treatments	Green crops	Amounts of LPM†	Amounts of seeding
		Mg $10a^{-1}$	kg $10a^{-1}$
Control	Green barley	-	14
	Hairy vetch		9
	Green barley+Hairy vetch		7 + 4.5
LPM 1.65	Green barley	1.65	14
	Hairy vetch		9
	Green barley+Hairy vetch		7 + 4.5
LPM 3.3	Green barley	3.30	14
	Hairy vetch		9
	Green barley+Hairy vetch		7 + 4.5
LPM 6.6	Green barley	6.60	14
	Hairy vetch		9
	Green barley+Hairy vetch		7 + 4.5

†LPM, Liquid pig manure.

결과 및 고찰

단작 및 혼작 재배지에서 돈분액비 투입량별 녹비작물 초장 돈분액비의 시용량에 따른 청보리 및 헤어리베치의 초장을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 단작 재배지에서 청보리의 초장은 LPM 3.3 〉 LPM 1.65 〉 control 〉 LPM 6.6 처리구 순으로 LPM 3.3 처리구에서 96 cm로 가장 길었으며, 헤어리베치의 초장도 청보리의 초장 결과와 유사한 경향으로 LPM 3.3 처리구에서 113 cm로 가장 길었다. Lee et al. (2011a)은 청보리에 가축분뇨를 투입함에 따라 생육이 증진되었다고 보고한 바 있는데 이는 본 연구결과와 유사한 결과 이었다.

하지만 녹비에 질소 시비량의 200% 처리구 (LPM 6.6)의 초장은 질소시비량의 100% 처리구에 비해 오히려 약간 감소하였다. 이와 같은 결과는 영양분 과잉현상, 토양산화환원전위 저하, 과습 및 유해물질 생성 등이 원인이 되는 것으로 사료된다. 가축분뇨액비의 다량 시용은 토양산화환원전위가 낮아져 유해물질이 생성되고 벼 재배시 질소흡수량이 증가되어 도복발생의 원인이 된다고 보고된 바 있다 (Murayama et al., 2001).

혼작 재배지에서 청보리 및 헤어리베치의 초장은 각각 117 및 122 cm로 LPM 6.6 처리구에서 가장 길었다. 단작 재배지에서 녹비작물의 초장 결과와 달리 혼작 재배지의 초장은 전반적으로 돈분액비의 시용량이 증가할수록 청보리 및 헤어리베치의 초장이 증가하는 경향을 보였다 (Kim et al., 2004). 혼작 재배지에서는 돈분액비의 과량 투입에도 불구하고 LPM 6.6 처리구에서 가장 좋은 생육을 보였는데, 이는 청보리 및 헤어리베치의 양분이용 특성이 달라 단작재배와 달리 생육 저해현상이 일어나지 않은 것으로 판단된다. 또한 헤어리베치의 경우 청보리를 지주로 삼고 성장하여 성장하여 수광율이 높아져서 생장이 좋아졌기 때문으로 판단된다 (Kim et al., 2002).

단작 및 혼작 재배지에서 돈분액비 투입량별 녹비작물 biomass 돈분액비 시용량에 따른 청보리 및 헤어리베치의 단작 및 혼작 재배지에서 생산되는 녹비작물의 biomass를 조사한 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 단작 재배지에서 청보리의 biomass는 LPM 3.3 (142 g m^{-2}) 〉 LPM 6.6 (112 g m^{-2}) 〉 LPM 1.65 (98 g m^{-2}) 〉 control (33 g m^{-2}) 처리구 순으로 많았다. 단작 재배지에서 헤어리베치의 biomass는 control 처리구에서 26 g m^{-2}, LPM 1.65 처리구에서 81 g m^{-2}, LPM 3.3 처리구에서 148 g m^{-2} 및 LPM 6.6 처리구에서 132 g m^{-2} 으로 청보리의 biomass 결과와 동일하게 LPM 3.3 처리구에서 가장 많았다.

혼작 재배지에서 조사된 biomass는 LPM 6.6 처리구에서 157 g m^{-2}으로 가장 많았으며, 돈분액비의 시용량이 증가할수록 biomass가 증가하는 유의성을 나타내었다. 혼작 재배지에서는 청보리와 헤어리베치가 같은 환경 내에서 공생하며 두 작물의 상조작용으로 높은 질소 생산성 및 태양 에너지의 이용 효율 증진 등의 시너지 효과를 내어 더 많은 양분을 흡수한 결과 단작 재배지의 작물에 비해 biomass가 증가한 것으로 판단된다 (Jeon et al., 2009). Jeon et al. (2009)은 녹비작물의 혼작 재배가 단작 재배에 비해 건물 생산량이 높다고 보고한 바 있는데, 이는 본 연구 결과와 유사한 경향으로 단작 재배지에서 청보리 및 헤어리베치의 biomass에 비해 혼작 재배지의 청보리 및 헤어리베치의 biomass가 많

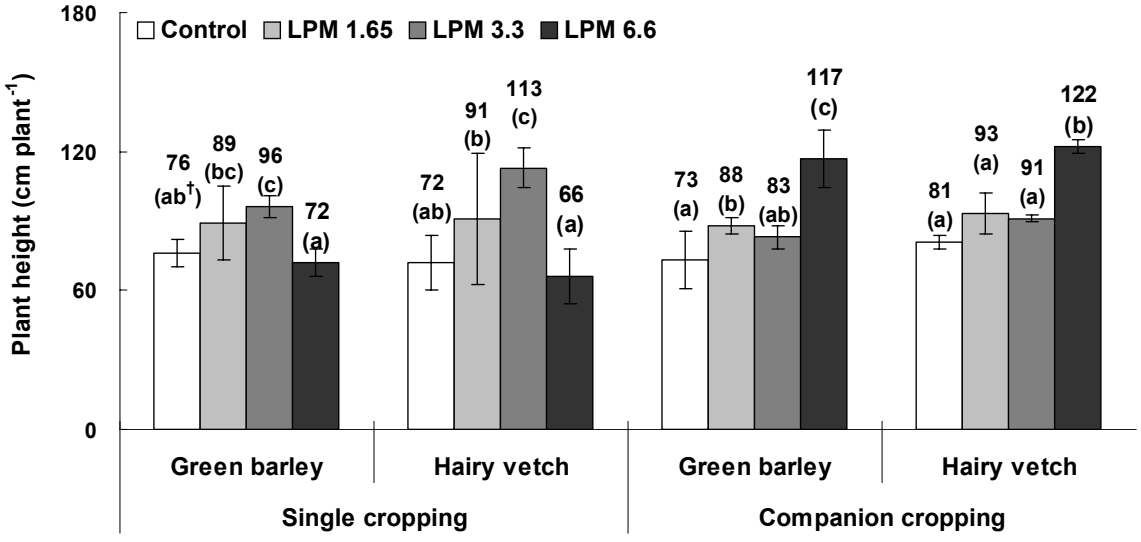

Fig. 2. Height of green manure crops in single and companion cropping.

†Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT§.
§DMRT, Duncan's multiple range test.

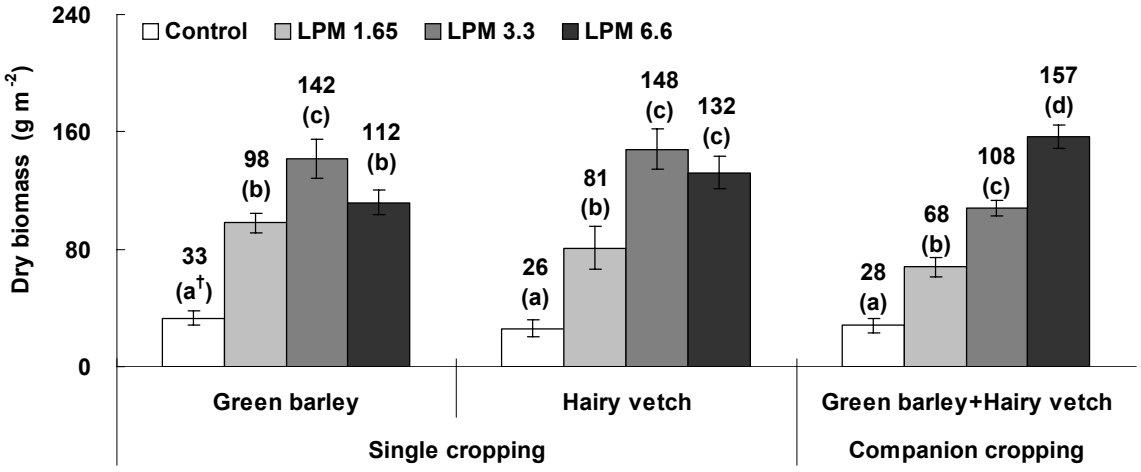

Fig. 3. Dry biomass of green manure crops in single and companion cropping.

†Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to DMRT§.
§DMRT, Duncan's multiple range test.

았다. 또한 혼작 비율에 따라 녹비작물의 생육양상이 달라진다고 보고되었기 때문에 청보리와 헤어리베치의 혼작 비율별 생육 특성을 조사할 필요가 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 논문은 청보리와 헤어리베치 단작 및 혼작 재배지에서 돈분액비 시용이 녹비의 생육과 biomass에 미치는 영향을 조사하였다. 단작 재배지에서 녹비작물의 초장은 LPM 3.3 처리구에서 가장 길었으며, 혼작 재배지에서는 LPM 6.6 처리구에서 가장 길었다. 단작 재배지에서 녹비작물의 biomass는 질소 시비량의 전량 100%에 해당하는 LPM 3.3 처리구에서 최대생육을 나타냈으며, 질소 시비량의 전량 200%에 해당하는 LPM 6.6은 돈분액비의 과잉시용으로 인해 biomass가 낮게 조사된 것으로 판단된다. 혼작 재배지에서는 질소 시비량의 전량 200%에 해당하는 LPM 6.6 처리구가 LPM 3.3 처리구에 비해 높은 biomass를 나타내었으며, 이는 단작 재배와 달리 혼작 재배에서는 청보리 및 헤어리베치의 양분 요구도가 증가했기 때문이라고 판단된다. 따라서 돈분액비 최적 투입량은 청보리와 헤어리베치 단작재배의 경우 3.30 Mg $10a^{-1}$정도이었고, 청보리와 헤어리베치 혼작재배의 경우 6.60 Mg $10a^{-1}$정도이었다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ008278)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

Jeon, W.T., K.Y. Seong, J.K. Lee, M.T. Kim, and H.S. Cho. 2009. Effects of seeding rate on hairy vetch (*vicia villosa*) - rye (*secale cereale*) mixtures for green manre production in upland soil. Kroean J. Crop Sci. 54(3):327-331.

Kim, J.G., S. Seo, E.S. Chung, Y.C. Lim, J.K. Lee, J.H. Seo, and G.J. Park. 2002. Effect of planting and harvest dates on quality and productivity of rye-hairy vetch mixture. J. Korean Grassl. Sci. 22:241-246.

Kim, S.W., Y.H. Seo, Y.B. Choi, M.S. Ahn, and A.S. Kang. 2011. Effect of mixed sowing of hariy vetch and rye on green manure yield in mountainous highland. Korean J. Soil Sci. Fert. 44(3):442-447.

Lee, H.W., and H.S. Park. 2002. Nitrogen fixation of legumes and cropping system for organic forage production. Korean J. Organic Agric. 10:49-63.

Lee, S.B., K.M. Cho, N.H. Baik, J.J. Lee, Y.J. Oh, T.I. Park, and K.J. Kim. 2011. Effects of application method of pig compost and liquid pig manure on yield of whole crop barley (*Hordeum vulgare* L.) and chemical properties of soil in Gyehwa reclaimed land. Korean J. Soil Sci. Fert. 44(3):353-360.

Lee, S.G., D.C. Seo, S.W. Kang, Y.J. Seo, I.W. Choi, M.O. Kim, W.T. Jeon, U.G. Kang, J.S. Heo, and J.S. Cho. 2011. Optimum application level of liquid pig manure for increasing green manure crop yield. Korean J. Soil Sci. Fert. 44(6):1103-1106.

Murayamam, S., N. Kibo, M. Komada, K. Baba, and A. Tsumura. 2001. Water quality, particularly of trihalomethane formation potential of ground water of agricultural area of humic volcanic ash soil on Shirash Plateau where livestock wastes have been applied as land management.

Soil Sci. Plant Nutr. 72:764-774.

NIAST. 2000. Methods of soil and plant analysis, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.

Thorup-Kristensen, K. 1994. The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops. Fertilizer Research 37:227-234.

Thorup-Kristensen, K. and M. Bertelsen. 1996. Green maure crops in organic vegetable production In: Kristensen, N.H., Hoeg-Jensen, H. New Research in Organic Agriculture. Proceedings from the 11the International Scientific IFOAM Conference, Copenhagen, 75-79.

Yang, C.H., J.H. Ryu, T.K. Kim, S.B. Lee, J.D. Kim, N.H. Baek, S. Kim, W.Y. Choi, and S.J. Kim. 2009. Effect of green manure crops incorporation with rice cultivation on soil fertility improvement in pad field. Korean J. Soil Sci. Fert. 42:371-378.