

총각무와 옥수수 재배시 SCB액비 시용수준이 토양화학성과 생육에 미치는 영향

강성수 · 김민경¹ · 권순익¹ · 김명숙 · 윤성원 · 하상건 · 김유학*

국립농업과학원 토양비료관리과, ¹국립농업과학원 기후변화생태과

The Effect of Application Levels of Slurry Composting and Bio-filtration Liquid Fertilizer on Soil Chemical Properties and Growth of Radish and Corn

Seong-Soo Kang, Min-Kyeong Kim¹, Soon-Ik Kwon¹, Myong-Suk Kim, Sung-Won Yoon, Sang-Gun Ha, and Yoo-Hak Kim*

Soil and Fertilizer Management Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

¹Climate Change and Agroecology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

A liquid fertilizer treated with slurry composting and biofiltration (SCB) process has been applied increasingly on agricultural field but the effects on the soil properties and crop production has not been thoroughly evaluated. This study was conducted to investigate the effect of the SCB application on soil chemical properties and the growth of radish and corn. SCB liquid fertilizer as a basal fertilization was treated with five levels based on 6 kg 10a⁻¹ for radish and 10 kg 10a⁻¹ for corn. The experimental design was the completely randomized block design with five levels and three replicates. Electrical conductivity (EC), NO₃-N, Exch. K and Exch. Na increased depending on the treatment levels of SCB. There were no changes in soil organic matter, Avail. P₂O₅, Exch. Ca and Exch. Mg. EC, NO₃-N and Exch. Na content decreased as precipitation increased. Especially, they decreased up to the initial condition before the treatment after the heavy rainy season in 2008. Although Exch. K decreased at the rainy season, they remained relatively higher content after the experiment on August, 2008. Fresh weight and the amount of N uptake of radish increased due to the levels of SCB, but corn did not present any significant increase. It is recommended that we need to decide the proper amount of SCB as well as the application method on the field to increase the productivity and decrease environmental stress. Additional experiments also need to clarify the effect of the trace element and heavy metal accumulations due to long term application of SCB.

Key words: Corn, Radish, SCB, Soil chemical properties

서 언

가축분뇨가 적절히 처리되지 못할 경우 농업의 비점오염으로 작용하여 지표수 및 지하수 오염의 원인이 되기도 하고, 악취발생 등의 위생학적 문제를 유발한다 (Murayama et al., 2001; RDA, 2002; Sweeten, 1988). 그러나 가축분뇨를 퇴비 및 액비로 활용할 경우 소중한 유기자원으로써 활용가치가 매우 높다. 국내 가축분뇨의 자원화율은 2007년 83.7%에서 2010년 86.6%로 지속적으로 증가하고 있으며 가축분뇨 발생량은 2009년 4,370만톤에서 2010년 4,653만톤으로 6.5% 증가하였고 이 중에서 퇴·액비화가 86.6%, 정화처리가 9.0%,

해양투기가 2.3%, 기타 2.2%로 처리되고 있다. 이 중 해양투기분은 전량 돈분뇨에 해당되며 2012년 이후 해양투기가 전면 금지됨에 따라서 돈분뇨의 자원화에 대한 대책이 절실한 실정이다 (RDA, 2007; 농촌진흥청, 2011). 특히, 양돈분뇨는 전체 가축분뇨 발생량의 42%를 차지하고 있으며, 다른 축종에 비하여 자가 소유 경지가 적을 뿐 아니라 액상물이기 때문에 처리가 어렵다 (Kim et al., 2011).

액상물인 양돈분뇨 슬러리를 퇴비단여과법 (SCB, Slurry Composting & Biofiltration)의 과정을 통해 만든 것이 SCB 액비이다. 이것은 기존 퇴비화시설 바닥의 물빠짐과 송풍율을 개선시킴으로써 발효상의 퇴비단을 여과상으로 이용할 수 있게 하는 방법이다. 즉, 왕겨와 톱밥이 충진된 발효상의 상부에 슬러리를 살포하면, 입자성 물질은 발효상에 걸러지고 액상물질은 퇴비단을 통과하면서 미생물에 의해 발효되고 여과되어 수질오염성분이 제거된 저농도의 무취·균질특

접수 : 2011. 11. 19 수리 : 2011. 12. 15

*연락처 : Phone: +82312900328

E-mail: yoohak.kim@korea.kr

성을 지닌 SCB액비가 만들어진다. SCB액비의 비료성분은 평균적으로 N:P:K=0.1:0.03:0.3%로서 칼륨>질소>인의 순서로 칼륨이 가장 많으며, 흑갈색의 액체로 냄새가 거의 없기 때문에 농경지로의 활용이 증가되고 있다 (RDA, 2007).

지금까지의 가축분뇨 액비 사용연구는 작물생육에 초점을 맞춘 연구가 대부분으로 가축분뇨 액비를 이용한 작물 재배시 환경에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 실정이다. 가축분뇨 액비 중 SCB액비를 발작물 재배에 이용한 연구로는 고추와 배추의 노지 비닐피복 재배시 수량과 품질기준을 적용한 SCB액비의 밀거름 사용량 설정 연구 (Lim et al., 2008; Lim et al., 2009a)와 배추 재배에 SCB액비를 연용시 4작기 동안의 배추 수량, 질소이용율, 토양화학성 변화가 보고된 바 있다 (Lim et al., 2009b). 그리고 Seo et al. (2011)은 시설 하우스 조건에서 5년간 저농도 돈분액비 (SCB액비)를 연용하였을 때의 화학성, 중금속, 수량 차이에 대하여 보고하였고, Kim et al. (2011)은 노지조건에서 SCB액비를 포함한 가축분뇨 퇴·액비가 사용된 옥수수 밭토양의 화학성 변화에 대하여 보고한 바 있다.

SCB액비의 비료성분은 대부분 수용성이며 속효성으로 과다 시비시 잉여 양분이 물과 함께 수계로 이동하여 오염원으로 작용할 우려가 있어 작물의 생육을 고려하면서 환경 부하를 최소화할 수 있는 방안이 강구되어야 한다. 따라서, 본 연구는 멀칭을 하지 않은 노지재배 조건에서 총각무와 옥수수 재배시 SCB액비를 다양한 수준으로 처리하고 토양 중 양분 함량의 경시적 변화와 생육을 조사하였다.

재료 및 방법

시험토양 시험포장은 경기도 여주군 능서면 오계2리에 위치한 2~7% 경사지에 위치한 상주통 (the coarse loamy, mixed, mesic family of Dystric Fluventic Eutrochrepts)이었다. 시

험 전 토양의 화학성은 Table 1과 같다. 토양산도는 6.4로 적정범위에 있었으나, 유효인산은 833 mg kg⁻¹로 높았고, 치환성칼륨과 칼슘도 적정범위보다 높았다.

시험재료 SCB 액비는 경기도 이천시 백사면 모전리 모전양돈조합에서 시험 직전에 제조된 것을 사용하였다. 시험재료의 화학적 조성은 Table 2와 같으며 산도는 8.6이었고 전기전도도는 13~14 dS m⁻¹의 범위였다. SCB 액비의 총질소가 총각무 재배시 600 mg kg⁻¹, 옥수수 재배시 1,020 mg kg⁻¹로 차이가 컸다. 총각무 재배시 사용한 SCB액비는 전기전도도와 마그네슘 함량이 높았고, 옥수수 재배시 사용한 SCB액비는 질소와 인산, 칼슘, 나트륨 함량이 높았다. 옥수수 재배시 사용한 SCB액비의 유기물 함량은 5.1 g kg⁻¹이었다.

시험처리 및 재배 총각무 재배시 SCB액비의 시험처리는 밀거름으로 질소시비량 6 kg 10a⁻¹을 기준으로 무비구 (NF), 1배구 (SCB-1), 2배구 (SCB-2), 3배구 (SCB-3), SCB-1+NK 처리구의 5수준으로 하였다. 모든 처리구에 인산과 칼리는 처리하지 않았으나, SCB-1+NK처리구는 질소: 칼리 = 6: 4 kg 10a⁻¹의 수준으로 밀거름 처리 후 20일째인 10월 17일에 요소와 염화가리로 사용하였다. 재료처리일은 2007년 9월 27일이었고, 총각무의 파종은 10월 2일에 수확은 11월 22일에 하였다. 옥수수 재배시의 SCB액비 처리는 청예옥수수 질소 표준시비량의 50%인 밀거름 시비량 10 kg 10a⁻¹를 기준으로 (NIAST, 2006) 무비구 (NF), 1배구 (SCB-1), 2배구 (SCB-2), 3배구 (SCB-3), SCB-1+NK처리구의 5수준으로 하였다. 모든 처리구에 인산과 칼리는 처리하지 않았으나 SCB-1+NK 처리구는 질소: 칼리 = 10: 7.5 kg 10a⁻¹의 수준으로 밀거름 처리 후 36일째인 6월 11일에 요소와 염화가리로 사용하였다. 2008년 5월 6일에 SCB액비를 처리한 후 5월 9일에 사료용 옥수수(품종: 파이오니아)를 재식거리 20×60 cm로 파종하여 수확일인 8월 14일까지 97일간 재배하였다. 시험구 배치

Table 1. Soil chemical properties of the experimental site before treatment.

pH	EC [†]	OM [‡]	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cation			
				K	Ca	Mg	Na
(1:5)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹			
6.4	0.44	26.8	833	0.76	6.8	2.0	0.11

[†]EC, Electrical conductivity; [‡]OM, Organic matter.

Table 2. Chemical properties of SCB[†] liquid fertilizers applied to radish and corn cultivation.

Crops	pH	EC	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na ₂ O
Radish	8.6	14.4	0.06	0.007	0.19	0.007	0.003	0.073
Corn	8.6	13.4	0.10	0.009	0.23	0.016	0.003	0.053

[†]SCB; Slurry composting and bio-filtration liquid fertilizer.

는 난괴법 3반복으로 배치하였으며 한 개 처리구의 크기는 2.7×10 m였다.

조사항목 2007년 총각무 재배시에는 처리 후 2, 3, 4, 5, 7, 8, 15, 19, 34일과 수확 후에 토양시료를 채토기 (Soil auger)를 이용하여 0–15 cm까지 채취하였다. 2008년 옥수수 재배시에는 처리 후 8, 20, 24, 35, 42, 49, 63일과 수확 후에 Soil auger를 이용하여 0–15 cm까지 채취하였다. 식물체 시료는 수확기에 채취하여 각 부위별 생체중, 건물중, 질소 흡수량을 구하였다.

분석방법 토양시료는 채취한 토양을 음건하여 2 mm 체를 통과하도록 조제한 후 다음과 같이 분석하였다. pH는 초자전극법 전기전도도 (EC)는 전극법으로 측정하였다. 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 전질소는 Kjeldahl법으로 측정하였으며, 치환성 양이온은 pH 7.0의 1N NH_4OAc 용액으로 침출하여 분석하였다 (NIAST, 1988). 암모니아태 질소와 질산태 질소는 토양 5 g에 2 M KCl 25 mL를 넣어 30분간 진탕하여 No. 2여과지로 여과한 후 자동분석기 Auto analyzer (QUAATRO, Bran+Luebbe)를 이용하여 비색법으로 분석하였다 (Mulvaney, 1996). SCB액비와 식물체는 각각 5 mL와 0.5 g을 유리삼각플라스크에 취하고, 진황산 1 mL와 50% HClO_4 10 mL의 혼합분해액을 가하여 습식분해한 후 100 mL 메스플라스크에 여과하였다. 질소는 켈달중류적정법 (Kjeltec 8400, FOSS)으로, 인산은 Vanadate법으로 비색정량 (U-2000, Hitachi) 하였으며, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨은 ICP (Integra XMP, GBC)로 분석하였다 (NIAST, 2000).

결과 및 고찰

기상조건 총각무와 옥수수 재배기간 동안의 일별 강수량과 평균기온은 Fig. 1과 같다. 2007년 가을 총각무 재배시 9월 초순과 중순에 계속된 비 때문에 SCB액비의 처리시

기가 늦어졌으며, 처리일인 9월 27일에도 5.5 mm의 비가 내렸었다. 이러한 기상조건은 논과 달리 노지 밭의 SCB액비 처리에 있어서 제한요인이 되었다. 2008년의 경우 처리시기에 강우가 없어 시험처리는 무난하였고 평균기온도 10°C 이상이였다.

토양화학성 SCB 액비를 밀거름으로 사용한 후의 토양 산도 변화는 Fig. 1과 같다. 2007년 가을 총각무 재배시와 2008년 봄 옥수수 재배시 모두 SCB액비 시비 후 초기에는 토양산도가 낮아지는 경향을 보였고, 생육 후기로 갈수록 높아지는 경향을 나타냈다. NH_4^+ 한 분자가 질산화되면 2개의 H^+ 가 생성되기 때문에 생육초반 토양산도가 낮아진 것으로 판단되었다 (Havlin et al., 2005). 2007년 가을에는 처리수준별로 차이가 크게 나타났지만 2008년 봄에는 처리수준별 차이가 없었다. 전기전도도는 처리수준에 따라 크게 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 2). SCB-1배 처리구에 비해 SCB-2배 처리구는 비례적으로 증가하였으나 SCB-3배 처리구는 2배 처리구에 비해 근소하게 높은 경향이였다. 2007년의 경우 생육후반까지 EC가 높게 유지되었는데 이것은 11월 20일 40 mm의 강우 외에는 전 생육기간동안 큰 강우가 없어서 (Fig. 1) 염류의 용탈이 크지 않았기 때문으로 생각된다. 반면에 2008년 봄의 경우에는 강우가 잦아 강우 후에 EC의 감소폭이 크게 나타났으며 장마기를 거치면서 시험 전 수준보다 낮아졌다. 밀거름 기준시비량인 SCB-1배 처리시에는 EC 적정기준인 2.0 dS m^{-1} 을 넘지 않았으나, 2배 이상 처리시에는 $2.5\text{--}3.0 \text{ dS m}^{-1}$ 까지 증가하여 염류장해가 우려되었다 (NIAST, 2006).

무기태질소의 토양 중 경시적 변화는 Fig. 3과 같다. 질산태질소의 변화 경향은 Fig. 2의 전기전도도와 매우 유사한 경향을 보였다. 2007년 가을의 암모니아태질소는 처리 후 2–3일째 SCB-2배에서 15 mg kg^{-1} , SCB-3배에서 8 mg kg^{-1} 이었고 그 이후로 더 낮아졌으며 질산태질소는 크게 증가하여 약 2–3일만에 대부분 질산화된 것으로 판단되었다. 2008년 봄의 처리 후 8일째 암모니아태질소는 $8\text{--}15 \text{ mg kg}^{-1}$

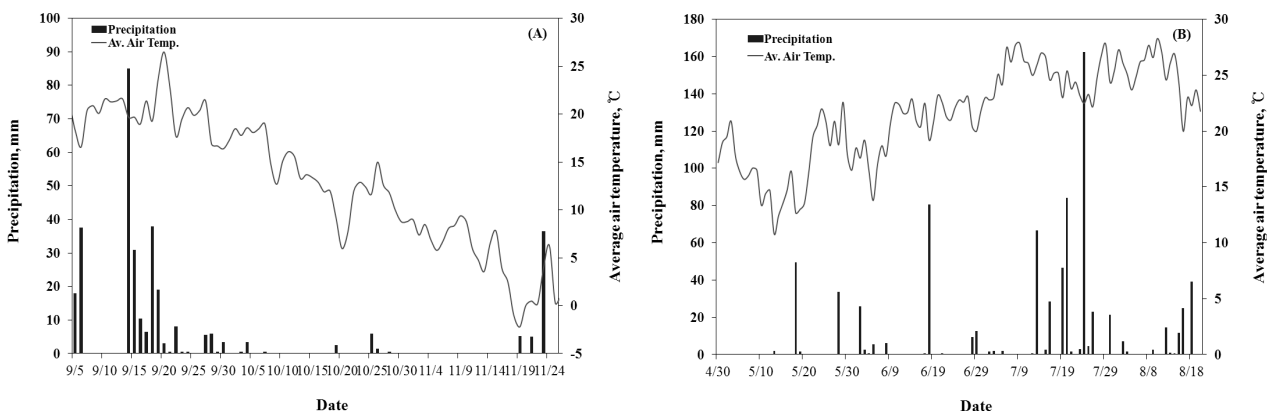


Fig. 1. Precipitation and daily average air temperature during radish cultivation in 2007 (A) and corn cultivation in 2008 (B).

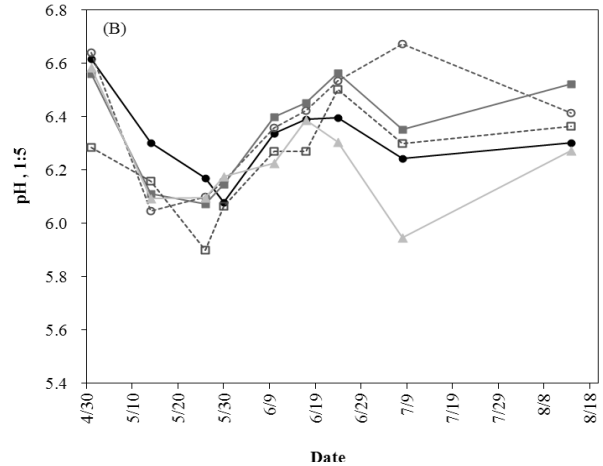
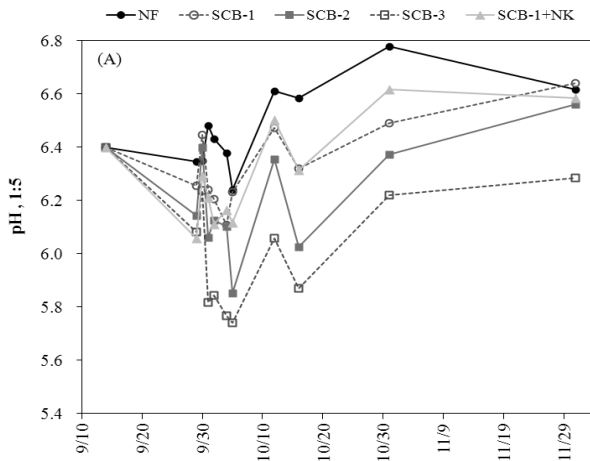


Fig. 2. Seasonal changes in soil pH as affected by the application of SCB liquid fertilizer for radish (A) and corn (B) cultivation in 2007 and 2008.

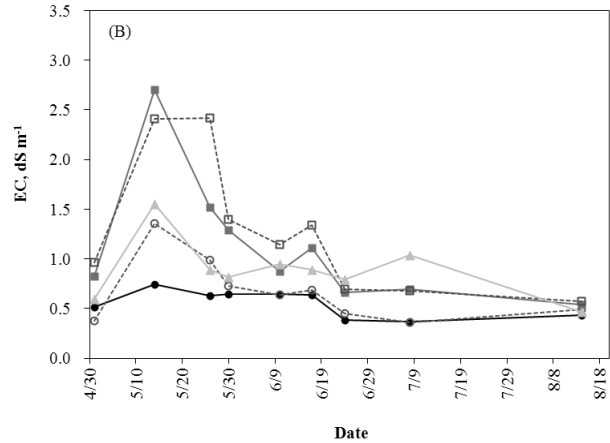
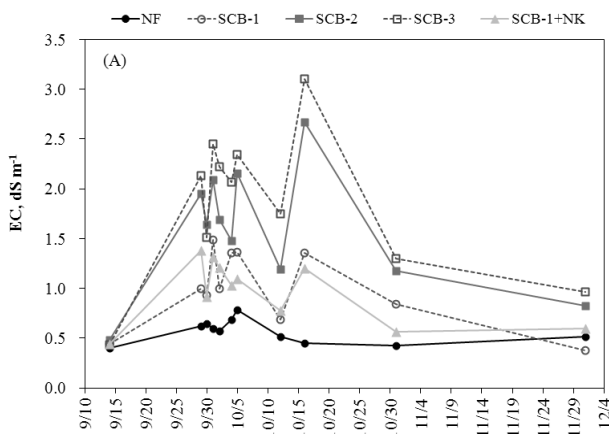


Fig. 3. Seasonal changes in electrical conductivity (EC) as affected by the application of SCB liquid fertilizer for radish (A) and corn (B) cultivation in 2007 and 2008.

수준이었고 그 이후로 5 mg kg^{-1} 로 낮아져 대부분 질산화되었다. 2008년 봄의 평균기온이 더 낮아 질산화작용이 느렸던 것으로 판단된다. Chandra (1962)는 토양온도 5°C 에서의 질산화율은 30%이며, 17°C 에서 60%, 25°C 에서 100%에 달한다고 보고하였다.

치환성칼륨과 나트륨의 토양 중 경시적 변화는 각각 Fig. 4와 5에 나타내었다. SCB액비의 K_2O 함량이 2007년 2008년 각각 0.19%와 0.23%로 가장 높았고, Na_2O 함량이 0.073% 0.053%로 질소에 이어 세번째로 많은 성분이었다. 이런 영향으로 치환성칼륨은 2007년 처리 후 SCB-1과 SCB-1+NK 평균 약 $0.33 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, SCB-2에서 0.68, SCB-3에서 $0.94 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 증가하였다. 또한, 수확 후에도 NF에 비해 높은 상태를 유지하였다. 2008년 옥수수 재배시에는 SCB-1과 SCB-1+NK 평균 약 $0.28 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, SCB-2에서 0.53, SCB-3에서 $0.77 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 증가하였다. 치환성 칼륨 함량은 장마기에 다소 낮아졌으나 시험 후인 8월에도 처리 수준별로 높은 상태로 유지되어 토양 중 상당량 집적되는 것으로 나타났다. Seo et al. (2011)은 시설하우스 조건에서 5년간 저농도 돈

분액비 (SCB액비)를 연용하였을 때 치환성칼륨 함량은 시험 전 $0.49 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 에 비해 5년 후 질소기준 50%, 100%, 200% 시용구에서 각각 0.43, 0.70, $1.52 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ 로 50% 시용구를 제외하고는 유의성있게 증가하였다고 보고하였다. 또한, 토양의 치환성나트륨도 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 본 실험에서 치환성나트륨은 처리 후 수준별로 크게 증가하였다 (Fig. 5). 2007년 가을 총각무 작기 후반에 많이 낮아졌으나 NF에 비해 높은 상태를 유지하였다. 2008년에도 처리수준별로 크게 증가하였으나 강우에 영향으로 크게 감소하는 경향을 보였고 장마철을 지나면서 시험 전 이하 수준으로 낮아져 치환성칼륨과는 달리 집적되지 않는 것으로 나타났다.

토양유기물, 유효인산, 치환성칼슘과 마그네슘은 시험처리에 의해 증가되는 경향을 나타내지 않았다 (분석결과 미제시). 옥수수 재배시 사용한 SCB액비의 유기물 함량은 0.51%로 낮았고, 총각무와 옥수수 재배시 인산은 각각 0.007%와 0.009%이었고, 칼슘 0.007%, 0.016%, 마그네슘 0.003%, 0.003%로 매우 낮았기 때문이었던 것으로 판단되었다. Seo et al. (2011)

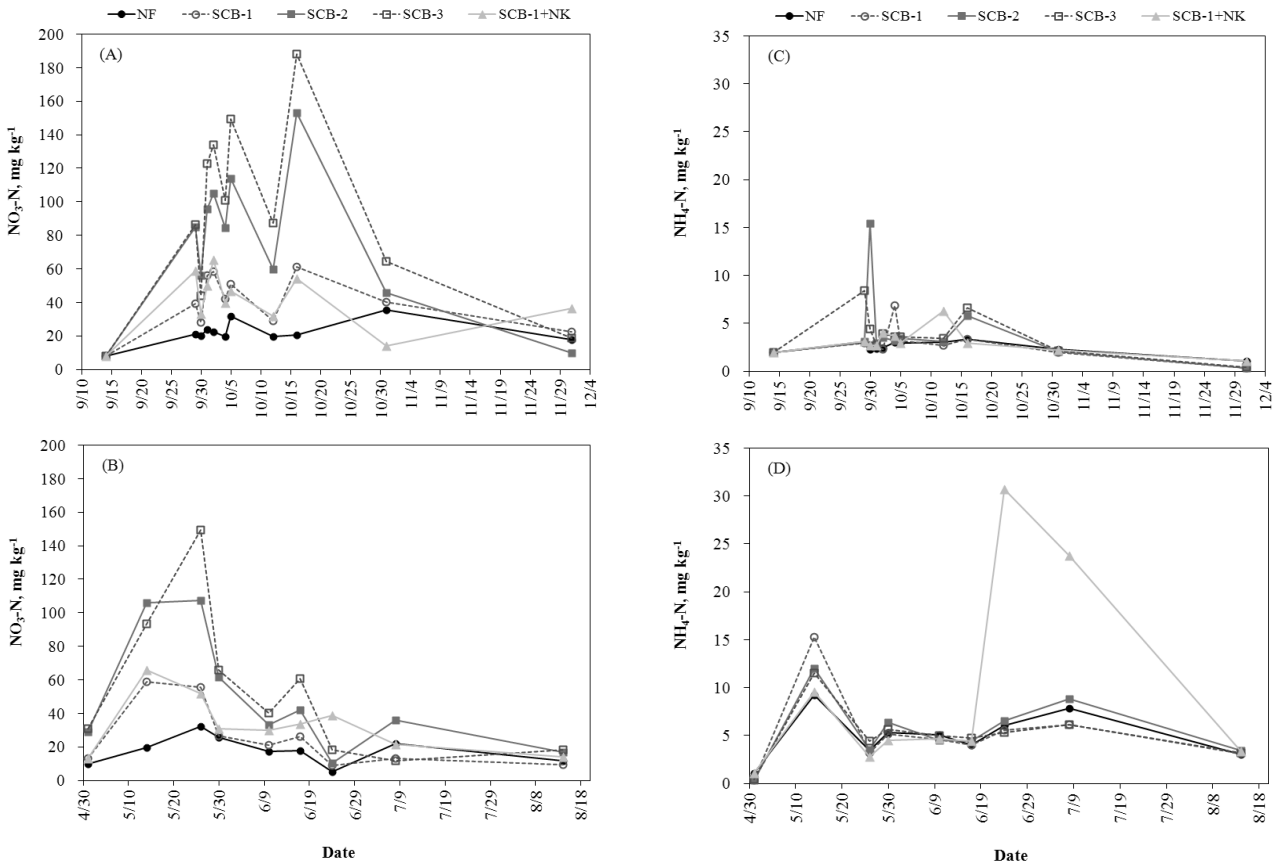


Fig. 4. Seasonal changes in soil nitrate N and ammonium N concentration as affected by the application of SCB liquid fertilizer for radish (A, C) and corn (B, D) cultivation in 2007 and 2008.

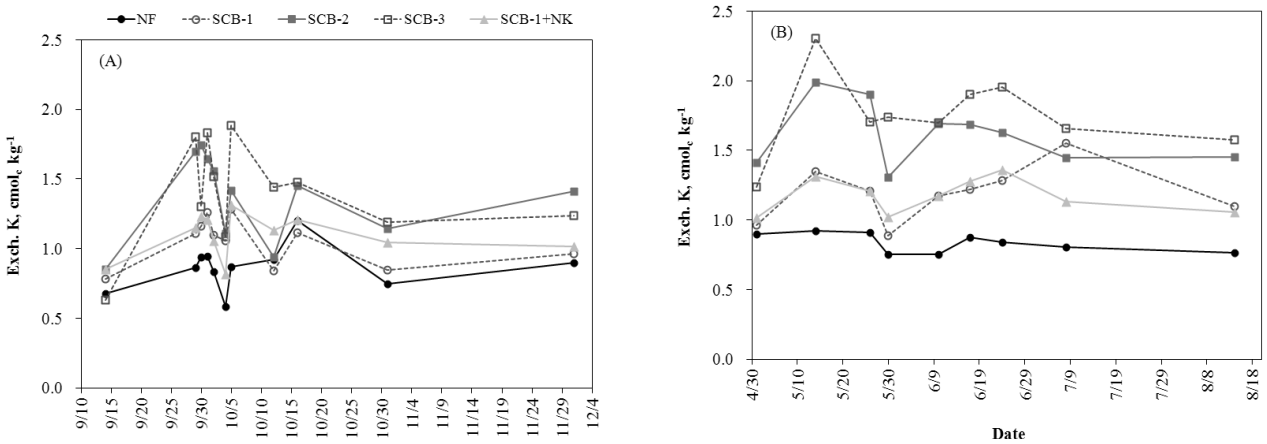


Fig. 5. Seasonal changes in Exch. potassium as affected by the application of SCB liquid fertilizer for radish (A) and corn (B) cultivation in 2007 and 2008.

은 시설하우스 조건에서 5년간 저농도 돈분액비 (SCB액비)를 연용하였을 때의 인산축적은 염려하지 않아도 된다고 보고하였다. Lim et al. (2009b)은 토양유기물은 낮아지는 경향을 보였고 치환성나트륨이 2작기 재배부터 유의성 있게 증가하였다고 보고하였다. 그리고 Lee et al. (2004)과 Yang et al. (2008)은 돈분액비를 토양에 사용하면 EC, 유기물, 유효인산 및 치환성 양이온 함량이 증가한다고 보고하였으나 본 시험은 SCB액비를 노지에서 멀칭을 하지 않은 조건에서

가을-봄-장마기-여름에 걸쳐 재배를 하였기 때문에 장마철 강우에 의한 용탈에 의해 치환성 칼륨 외에는 토양화학성분의 집적이 나타나지 않았다. 또한 가축분노 액비를 토양에 사용하면 토양 중 토양탄소와 양이온치환용량이 증가한다고 하였으나 (Choudhary et al., 1996; Yadav et al., 2000), 2회 처리한 본 시험결과에서 유기물의 증가는 나타나지 않았다. 이는 SCB 액비는 액상의 형태로 액비가 가지고 있는 유기물이 0.51%로 낮기 때문으로 판단되었다. 그러나 SCB

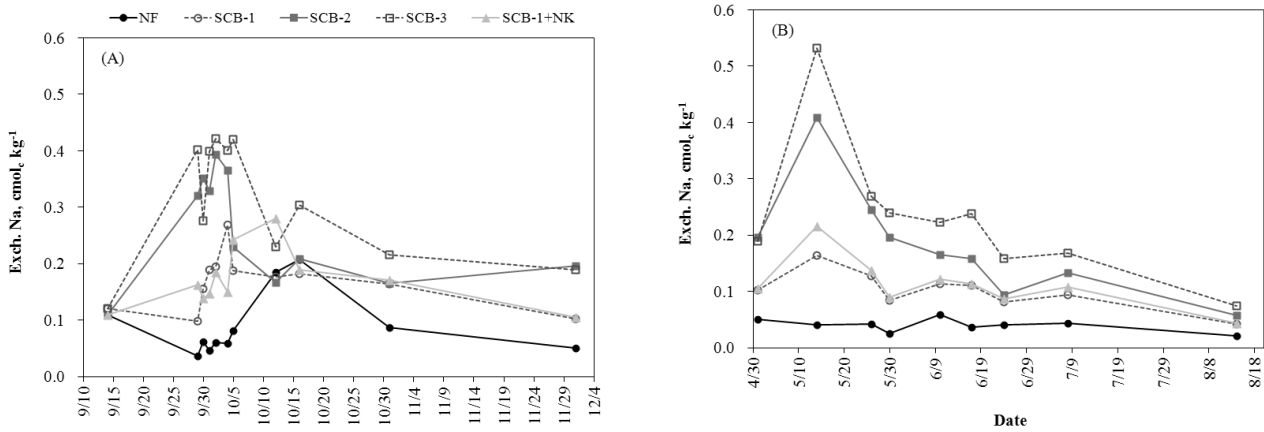


Fig. 6. Seasonal changes in Exch. sodium as affected by the application of SCB liquid fertilizer for radish (A) and corn (B) cultivation in 2007 and 2008.

Table 3. Fresh weight, N content, and the amount of N uptake of radish at harvesting.

Treatment	Fresh weight		N content		N uptake	
	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
	g plant ⁻¹		%		mg plant ⁻¹	
NF	10.4c [†]	15.6c	3.30a	2.64a	32.1c	42.3c
SCB-1	17.4b	24.2b	3.44a	2.24a	55.9b	57.6b
SCB-2	24.9a	29.5a	3.46a	2.63a	80.5a	82.3a
SCB-3	25.2a	29.0a	3.36a	2.40a	78.9a	74.1a
SCB-1+NK	19.2b	27.9a	3.34a	2.58a	59.9b	76.7a

[†]Within-row means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 probability level, based on Duncan's multiple range test.

Table 4. Dry weight, N content, and the amount of N uptake of corn at harvesting.

Treatment	Dry weight		N content		N uptake	
	Grain	Shoot	Grain	Shoot	Grain	Shoot
	g plant ⁻¹		%		mg plant ⁻¹	
NF	105ab [†]	184a	1.26a	0.81b	1,347b	1,483a
SCB-1	125a	198a	1.30a	0.81b	1,626a	1,608a
SCB-2	111ab	185a	1.29a	0.92ab	1,431ab	1,695a
SCB-3	97b	179a	1.26a	0.98a	1,224b	1,765a
SCB-1+NK	100b	179a	1.31a	0.92ab	1,306b	1,658a

[†]Within-row means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 probability level, based on Duncan's multiple range test.

액비의 장기 연용에 따른 화학성 변화에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

작물 생육 총각무의 수확기 생체중, 질소농도, 질소흡수량을 Table 3에 나타냈다. 지상부와 뿌리의 생체중과 질소흡수량은 SCB-2, SCB-3, SCB-1+NK, SCB-1, NK의 순으로 높았다. 질소농도는 처리간 차이의 유의성이 인정되지 않았다. 옥수수 수확기의 질소농도는 Table 4와 같이 알곡에서는 차이가 없었고, 지상부에서는 SCB-1과 NK처리구에서 낮았다. 알곡의 건물중은 SCB-1, SCB-2, NF, SCB-1+NK,

SCB-3의 순으로 높았으며 SCB액비 처리 수준에 따른 경향을 나타내지 않았다. 지상부 건물중의 처리간 차이는 유의성이 인정되지 않았다. 총각무의 경우에는 SCB액비 처리량에 따라 생체중과 질소흡수량이 높았으나, 옥수수 재배시에는 처리량에 따라 수량과 건물중이 증가하는 경향을 나타내지 않았다. 그 이유는 총각무의 재배기간이 짧고 재배기간 동안 집중강우가 없었기 때문에 양분이 용탈되지 않고 토양중에 잔존해 있었기 때문으로 판단된다. 또한, 옥수수의 경우 재배기간이 비교적 길고 집중강우 후에 토양중 양분이 크게 감소하였고 특히 장마기를 거치면서 치환성칼륨을 제외한

대부분의 양분이 시험 전 수준으로 낮아져 생육후반의 양분 공급효과가 모든 처리구에서 낮았기 때문에 판단된다.

SCB액비의 양분은 대부분 수용성이며 속효성으로 노지 밭토양 재배시 SCB액비를 밑거름으로 과량 사용하는 것은 바람직하지 않다. 이는 대부분의 작물이 생육초기에 많은 양분을 필요로 하지 않으며, 강우에 따른 염류 특히, 질산태질소의 용탈 위험성이 크기 때문이다. 본 연구에서 웃거름을 사용한 SCB-1+NK처리구의 수량은 총각무에서 SCB-2, SCB-3배와 비슷하였으나 옥수수에서는 차이가 없게 나타났다. Vetter et al. (1986)은 액비 질소 이용율은 봄철에 사용할 때는 50~75%, 가을이나 초겨울에는 30% 정도 되었으며 액비의 질소 이용율을 개선하려면 무기질 질소와 병용이 좋은 것으로 보고한 바 있다. 앞으로 SCB액비를 밑거름으로 적정량 사용하고 웃거름 시비방법을 개선함으로써 생산성을 높이고 환경부하도 줄일 수 있는 방법이 연구되어야 할 것으로 판단된다. 또한 SCB액비를 장기간 연속하여 사용시 유기물함량 변화나 중금속 또는 미량원소 축적문제에 대해서 추가 검토가 필요할 것으로 생각된다.

요 약

비밀칭 노지 밭토양 조건에서 총각무와 옥수수 재배시 퇴비단여과액비(SCB) 시용 후 표토(0-15 cm) 화학성의 경시적 변화와 작물생산성을 평가하였다. 밑거름으로 SCB액비의 처리수준은 총각무 재배시 질소시비량 6 kg 10a⁻¹, 옥수수 재배시 질소시비량 10 kg 10a⁻¹을 기준으로 무비구(NF), 1배구(SCB-1), 2배구(SCB-2), 3배구(SCB-3), SCB-1+NK 처리구의 5수준으로 하여 3반복 난괴법으로 배치하였다. SCB액비의 양분함량에 따라 토양 중 크게 증가한 항목은 전기전도도, 질산태질소와 치환성칼륨과 나트륨 함량이었다. 토양 유기물함량, 유효인산, 치환성칼슘과 마그네슘의 변화는 나타나지 않았다. 전기전도도와 질산태질소, 치환성나트륨 함량은 강우량과 비례하여 감소하였으며 2008년 옥수수 재배시 장마기를 지나면서 시험 전 수준으로 낮아졌다. 치환성 칼륨 함량은 장마기에 다소 낮아졌으나 시험 후인 8월에도 처리수준별로 높은 상태로 유지되어 토양 중 상당량 집적되는 것으로 나타났다. 총각무의 경우에는 SCB액비 처리량에 따라 생체중과 질소흡수량이 높았으나 옥수수 재배시에는 처리량에 따라 수량과 건물중이 증가하는 경향을 나타내지 않았다. SCB액비를 밑거름으로 적정량 사용하고 웃거름 시비방법을 개선함으로써 생산성을 높이고 환경부하도 줄일 수 있는 방법과 SCB액비를 장기간 연속하여 사용시 유기물함량 변화나 중금속 또는 미량원소 축적문제에 대해서 추가 검토가 필요할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ0068 132011)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인 용 문 헌

- Chandra, P. 1962. Note on the effect of shifting temperatures on nitrification in a loam soil. *Can. J. Soil Sci.*, 42(2): 314-315.
- Choudhary, M., L.D. Bailey, and C.A. Grant. 1996. Review of the use of swine manure in crop production: Effects on yield and composition on soil and water quality. *Waste Manage. Res.* 14:581-591.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 2005. *Soil fertility and fertilizers*. 7th ed. p.124. Pearson education, New jersey, USA.
- Kim, M.K., S.I. Kwon, S.S. Kang, G.B. Jung, and K.K. Kang. 2011. Changes of soil properties in corn (*Zea mays* L.) fields treated with compost and liquid fertilizer. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44(3):473-478.
- Lee, J.T., C.J. Lee, and H.D. Kim. 2004. Utilization of liquid pig manure as a substitute for chemical fertilizer in double cropping system of rice followed by onion. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 37:149-155.
- Lim, T.J., S.D. Hong, S.H. Kim, and J.M. Park. 2008. Evaluation of yield and quality from red pepper for application rates of pig slurry composting biofiltration. *Korean. J. Environ. Agric.* 27(2):171-177.
- Lim, T.J., S.D. Hong, S.B. Kang, and J.M. Park. 2009a. Evaluation of preplant optimum application rates of pig slurry composting biofiltration for chinese cabbage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:572-577.
- Lim, T.J., I.B. Lee, S.B. Kang, J.M. Park, and S.D. Hong. 2009b. Effects of continual pre-plant application of pig slurry on soil mineral nutrients and yield of chinese cabbage. *Kor. J. Environ. Agric.* 28:227-232.
- Mulvaney, R.L. 1996. Nitrogen-inorganic forms. p. 1123-1184. In Bigham, J.M. et al. (ed.) *Methods of soil analysis*. Part 3. Chemical methods. Soil Sci. Soc. of Am., Madison, WI, USA.
- Murayama, 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.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST). 1988. *Methods of soil chemical analysis*. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA,

- Suwon, Korea.
- NIAST. 2000. Methods of soil and plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology. RDA. Suwon, Korea.
- NIAST. 2006. Fertilizer application recommendations for crop plants, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, Korea.
- Rural Development Administration (RDA). 2002. Guidelines for applying liquid livestock manure. Rural Development Administration. Suwon, Korea.
- Rural Development Administration (RDA). 2007. Research report on the resourcing techniques for livestock manure, pp9-49. Rural Development Administration. Suwon, Korea.
- Seo, Y.H., M.S. Ahn, A.S. Kang, and Y.S. Jung. 2011. Influence of continuous application of low-concentration swine slurry on soil properties and yield of tomato and cucumber in a greenhouse. Korean J. Soil Sci. Fert. 44(5):773-778.
- Sweeten, J.M. 1988. Composting manure sludge. p.38-44. In National poultry waste management symp., Columbus, OH. Dept. of Poultry Sci. Ohio State Univ. Columbus.
- Vetter, H. and G. Steffens. 1986. Wirtschaftseigene Dungung. DLG-Verlag. Frankfurt (Main). p.104-119.
- Yadav, R.L., B.S. Dwivedi, K. Prasad, and P.S. Pandey. 2000. Yield trend and changes in soil organic-C and available NPK in a long term rice-wheat system under integrated use of manure and fertilizers. Field Crop. Res. 68:219-246.
- Yang, C.H., S.B. Lee, T.K. Kim, J.H. Ryu, C.H. Yoo, J.J. Lee, J.D. Kim, and K.Y. Jung. 2008. The effect of tillage methods after application of liquid pig manure on silage barley growth and soil environment in paddy soil. Korean J. Soil Sci. Fert. 41:285-291.
- 농촌진흥청. 2011. 가축분뇨 퇴·액비의 수목 및 잔디이용 활성화 방안 심포지엄. 농촌진흥청.