

# 개발 SCB 저농도액비가 크리핑벤트그래스의 생육에 미치는 효과

함선규 · 김영선\*

에이엠잔디연구소

## The Effect of Developed SCB Liquid Fertilizer on the Growth of Creeping Bentgrass

Suon-Kyu Ham and Young-Sun Kim\*

Turfgrass Research Institute, AMENC Co. Ltd, Inchoen, Rep. of Korea

**ABSTRACT.** This study was conducted to evaluate the effect of developed SCB(DSCB) produced by adding N, P and K to SCB liquid fertilizer on the growth of creeping bentgrass. Fertilizer treatments were designed as follows; non-fertilizer (NF), control (CF; chemical fertilizer), 100 DSCB (250 ml · m<sup>-2</sup>DSCB), 80DSCB (200 ml · m<sup>-2</sup>DSCB) and CF+SCB (CF+250 ml · m<sup>-2</sup>SCB). Every treatment was arranged in a randomized complete block design with three replications. In creeping bentgrass, turf color index, chlorophyll index, dry weight, shoot number and nutrient content were measured. The results were as follows; Chemical properties of soil was hardly affected by DSCB and SCB applications. Turf color index and chlorophyll index in DSCB and SCB treatment were increased by 2~3% and 14~19% than those in NF, respectively, and similar to those of CF treatment. As applied to DSCB and SCB, shoot number was increased by 7%, 21%, 36% in 100 DSCB, 80 DSCB and CF+SCB than NF, respectively, and by 19% in CF+SCB than in CF. Supplying DSCB and SCB increased dry weight of creeping bentgrass, compared to CF treatment. Compared with CF, nitrogen and P content in tissue was increased in CF+SCB and in 80DSCB, respectively. These results suggested that applications of DSCB and SCB promoted turf quality and growth of creeping bentgrass by enhancing N and P uptake and shoot number.

**Key words:** Creeping bentgrass, DSCB (developed SCB), Shoot number, SCB (slurry composting and biofiltration)

### 서 론

가축분뇨는 연간 5천만톤(MAF, 2010)으로 다량의 질소와 인이 함유된 부패성물질로 정화되지 않고 수계로 유입될 경우 환경오염과 위생문제를 일으키는 큰 비점오염원이다(Park, 2000; Lee et al., 2005). 현재 축산분뇨는 퇴비와 액비로 약 87% 정도가 활용되지만 2% 정도는 아직도 해양으로 투기되고 있다(MAF, 2010). 그러나 온실가스 발생에 따른 지구온난화를 방지하기 위해 국제적인 환경규제 및 국내의 환경기준 강화로 2012년부터는 해양투기가 금지되므로 바다에 투기되어 처리되는 가축분뇨는 대부분 재활용되어야 한다(Lee and Yoon, 2008; Sa et al., 2008).

SCB저농도액비는 가축분뇨슬러리를 퇴비단을 통과시켜 여과하는 퇴비단여과법을 통해 생성된 액비로 냄새가 없고, 양분 및 부식성물질을 포함한다(RDA, 2007). SCB

저농도액비의 이용에 대한 연구는 다양한 분야에서 수행되고 있다. Kwon et al. (2010)은 수도작에서 SCB 액비로 사용이 가능하다고 하였으며, Lee et al. (2010)은 벼의 생육과 수량 및 미질이 관행과 유사하다고 보고하였다. Park et al. (2010)은 토마토 관비에서 토양검정에 의해 가축분뇨액비를 사용한다면 화학비료 중 질소와 칼리를 대체할 수 있다고 보고하였고, Lim et al. (2008)은 고추의 품질평가를 통해 SCB저농도액비의 적정시비량을 제시하였으며, Park et al. (2008)은 간척 성토지에서 포플러에 SCB저농도액비의 처리에 따른 클론별 생육특성조사에서 현시지는 엽면적, T-N함량, 수고 및 흉고직경이 통계적 유의성을 나타내었다.

Kang et al. (2010)은 한국잔디에서 SCB저농도액비의 시비한 결과 토양중 양분의 용탈을 감소시키고, 예초물량이 감소한다고 보고하였다. 또한, 크리핑벤트그래스에서 SCB저농도액비의 시비가 화학비료를 시비한 것과 비슷한 잔디품질을 나타내었고(Ham et al., 2009), SCB저농도액비의 사용은 화학비료의 사용을 50% 정도 감소하여도 잔디품질이 유지되었다(Ham et al., 2010). 이러한 연구들은 축

\*Corresponding author; Tel: +82-32-741-8516

E-mail : zeroline75@empas.com

Received : May 23, 2011, Revised : June 6, 2011, Accepted : June 13, 2011

산농가에서 발생한 가축분뇨액비를 자연순환농업의 새로운 수요처로서 골프코스를 발견한 것으로도 큰 의미가 있으나, 면적당 시비량이 많아야 시비효과가 나타나기 때문에 시비관리에 발생하는 비용이 높다. 이에 대한 대안으로 대량살포시스템에 대한 연구가 진행되고 있으나 SCB 저농도액비의 조달과 보관에 특별한 시설이 필요하고, 부족한 성분을 보충해야하는 등 아직도 많은 과제를 안고 있다.

따라서 본 연구는 SCB저농도액비를 골프코스에서 적절히 활용하기 위해 SCB저농도액비에 부족한 질소, 인산, 칼리를 첨가한 개량 SCB저농도액비(DSCB)를 크리핑벤트그래스에 시비하였을 때, 크리핑벤트그래스의 잔디품질, 생육량 및 잔디밀도 등을 조사하고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

본 연구는 2009년 6월부터 10월까지 5개월 동안 인천광역시 소재의 SKY72 골프클럽 증식포장에서 수행하였고, 공시잔디는 포장에 식재된 크리핑벤트그래스 품종인 *Penn A-1*를 이용하였다.

공시비료는 화학비료(CF), SCB저농도액비(SCB) 및 성분이 추가된 개량 SCB저농도액비(DSCB; Developed SCB liquid fertilizer)이었으며, 각 비료의 성분함량은 Table 1과

**Table 1.** The content of fertilizer used in this study.

Fertilizer <sup>z</sup>	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
CF	21.3	13.3	20.0
SCB	0.04	0.00	0.08
DSCB <sup>y</sup>	0.66	0.41	0.62

<sup>z</sup>Fertilizers are CF : chemical fertilizer, SCB : liquid fertilizer produced after slurry composting and biofiltration, and DSCB : SCB adding N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O.

<sup>y</sup>DSCB was produced by adding with ammonium sulfate as N source, mono ammonium phosphate as N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sources, and potassium chloride as K<sub>2</sub>O source.

같다. SCB저농도액비는 국립축산과학원에서 공여받아 사용하였고, 개량 SCB저농도액비는 SCB저농도액비에 질소와 칼리는 각각 유안(N=21%)과 염화加里(K<sub>2</sub>O=60%), 질소와 인산은 제1인산암모늄(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=12-61)으로 보충하여 만들었다.

시험포장은 3 m<sup>2</sup>(1 m × 3 m) 크기로 난괴법(3반복)으로 배치하였다. 처리구설정은 비료처리여부에 따라 비료를 시비하지 않은 무처리구(NF), 화학비료를 시비한 대조구(CF), DSCB를 100% 시비한 처리구 1(100DSCB), DSCB를 80% 시비한 처리구 2(80DSCB) 그리고 대조구에 SCB를 시비한 처리구 3(CF+SCB)였다. 처리구에 따른 시비량은 잔디 생육을 고려하여 CF는 화학비료 12.91 g · m<sup>-2</sup>을 월 1회 살포하고, 100DSCB와 SCB는 250 ml · m<sup>-2</sup>를 월 2회 살포하였으며, 80DSCB는 200 ml · m<sup>-2</sup>를 월 2회 살포하였다(Table 2). 처리구별 시비는 시험기간인 6월~10월까지 복합비료는 5회, DSCB와 SCB는 10회 실시하였다.

재배기간 중 포장의 예초관리는 자주식그린모어로 주 2~3회 5.5 mm 예고로 실시하였고, 통기작업은 봄철에 1회 실시하였으나 시험기간 동안에는 실시하지 않았고, 배토는 3회 실시하였다. 잔디 생육 중 각종 병해방제를 위해 테부코나졸 유제와 이프로디온 수화제를 각각 3회와 2회 살포하였다.

잔디생육조사는 처리구별 엽색지수, 엽록소지수, 잔디생육량 및 잔디밀도를 조사하였다. 엽색지수와 엽록소지수는 turf color meter (SOUT, TCM 500)와 chlorophyll meter (SCOUT, CM 1000)을 각각 이용하여 6월 1일부터 7월 간격으로 총 21회 조사하였다. 잔디생육량 조사는 5.5 mm 예고로 셋팅된 자주식그린모어(SIBAURA)를 조사일마다 예초하여 수거된 잔디예초물을 70°C 드라이오븐에서 24시간 건조된 것을 건물중으로 측정하였고, 월 1회 조사하여 10월까지 총 5회에 걸쳐 조사하였다. 잔디밀도조사는 시험이 종료된 11월 11일에 처리구별로 1 cm<sup>2</sup>의 잔디 shoot 수를 조사하였다.

**Table 2.** The application method of fertilizer used in this experiment.

Treatment <sup>z</sup>	Application amount			Application rate (timemonth <sup>-1</sup> ) <sup>y</sup>		
	CF (g · m <sup>-2</sup> )	SCB (ml · m <sup>-2</sup> )	DSCB (ml · m <sup>-2</sup> )	CF	SCB	DSCB
NF	-	-	-	-	-	-
CF	12.91	-	-	1	-	-
100 DSCB	-	-	250 ml · m <sup>-2</sup>	-	-	2
80 DSCB	-	-	200 ml · m <sup>-2</sup>	-	-	2
CF+SCB	12.91	250	-	1	2	-

<sup>z</sup>Treatments are NF : no fertilized, CF : chemical fertilizer, 100 DSCB : DSCB 250 ml · m<sup>-2</sup>, 80 DSCB : DSCB 200 ml · m<sup>-2</sup>, and CF+SCB : CF+SCB 250 ml · m<sup>-2</sup>.

<sup>y</sup>Application rate of CF was 1 time per month, and that of SCB and DSCB 2 times per month.

처리구와 시기에 따른 토양의 화학성은 시험전(5/20)과 시험 종료 후(11/11) 총 2회 실시하였으며, 분석항목은 pH, EC, 유기물(O.M), 총질소(T-N), 유효인산(Av-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 양이온 치환용량(CEC), 치환성양이온(K, Ca, Mg, Na)등이고, 분

석방법은 토양화학분석법(NIAST, 1998)에 준하여 분석하였다.

식물체분석은 시험 종료시기인 10월 31일 채취된 잔디 예초물을 시료로 사용하였고, 질소, 인, 칼리, 칼슘 및 마그네슘 등을 식물체분석법(NIAST, 1998)에 준하여 수행하였다. 분석결과들은 Duncan다중검정을 실시하여 처리구별 유의성을 검정하였다.

### 결과 및 고찰

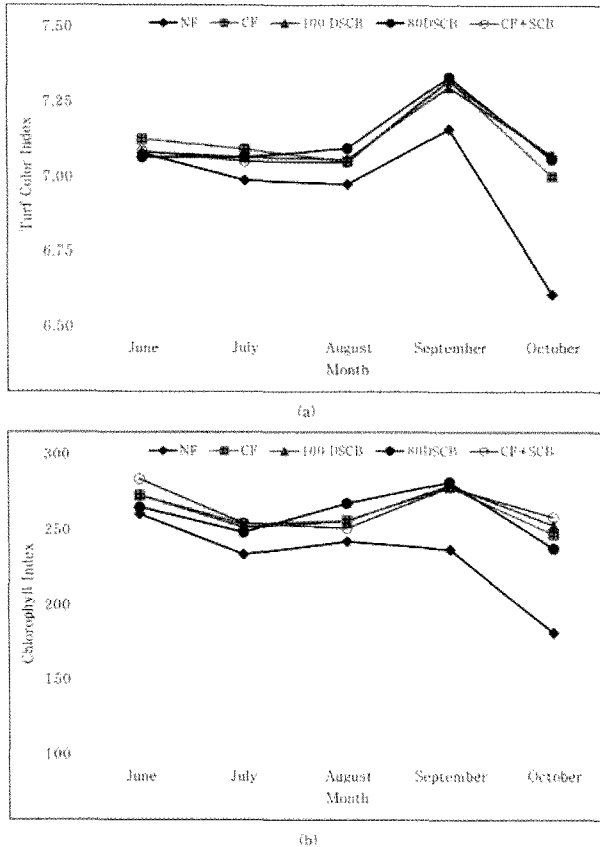
#### 토양의 무기성분 함량

시험전의 토양은 산도가 중성이고 유기물 0.63%, 총질소 0.04%, 유효인산 73 mg·kg<sup>-1</sup> 및 치환성 칼리 0.14 cmolc·kg<sup>-1</sup>로 잔디생육에는 적합하였다(An et al., 1992).

시험 종료 후 토양의 화학성을 분석한 결과, 모든 처리구에서 시험 전보다 pH와 유기물은 증가하였고, 전기전도도, 질소 및 치환성양이온(K, Ca, Mg, Na)은 시험전보다 감소하였으나 처리구에 따른 차이는 나타나지 않았다(Table 3). 시험 전 토양의 유효양분이 시험후보다 많았던 것은 시험시작 전인 3월부터 5월까지 증식포장 관리를 위해 3회의 복합비료가 시비되어 시험전 토양 채취시기와 맞물려 나타난 결과로 보이며, 시험 후 토양의 pH가 상승한 것은 시험지역의 관개용수의 pH가 높기 때문에 나타난 것으로 보인다(Kim and Ham, 2009). 이를 통해 성분이 추가된 SCB(DSCB)의 시비는 토양의 화학적 특성에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

#### 잔디 성장 효과

잔디의 처리구별 엽색지수와 엽록소지수를 측정된 결과, NF를 제외한 모든 처리에서 비슷한 경향으로 나타났으며, 잔디생육이 왕성한 9월에 가장 높은 엽색지수와 엽록소지수를 나타냈다(Fig. 1).



**Fig. 1.** The change of turf color index (a) and chlorophyll index (b) of creeping bentgrass. NF : no fertilized, CF : chemical fertilizer, 100 DSCB : DSCB 250 ml · m<sup>-2</sup>, 80 DSCB : DSCB 200 ml · m<sup>-2</sup>, and CF+SCB : CF+SCB 250 ml · m<sup>-2</sup>.

**Table 3.** The chemical properties change of soil before and after experiment.

Treatment <sup>z</sup>	pH (1:5)	EC	O.M	T-N	Av-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex-Cation				CEC	
						K	Ca	Mg	Na		
		dS · m <sup>-1</sup>	(%)	(mg · kg <sup>-1</sup> )	cmolc · kg <sup>-1</sup>						
Before	6.98	0.64	0.63	0.04	73	0.14	7.80	0.48	0.37	2.60	
NF	8.42a <sup>y</sup>	0.38a	0.95a	0.03a	26a	0.07a	5.64a	0.25a	0.19a	2.00a	
CF	8.38a	0.43a	0.91a	0.03a	29a	0.08a	5.27a	0.28a	0.20a	2.07a	
After	100DSCB	8.39a	0.40a	1.03a	0.04a	19a	0.07a	4.63a	0.25a	0.17a	1.77a
80DSCB	8.30a	0.39a	0.97a	0.03a	26a	0.07a	4.67a	0.23a	0.18a	1.83a	
CF+SCB	8.33a	0.38a	0.85a	0.03a	16a	0.07a	4.40a	0.24a	0.23a	1.90a	

<sup>z</sup>NF : no fertilized, CF : chemical fertilizer, 100 DSCB : DSCB 250 ml · m<sup>-2</sup>, 80 DSCB : DSCB 200 ml · m<sup>-2</sup>, and CF+SCB : CF+SCB 250 ml · m<sup>-2</sup>.

<sup>y</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level.

**Table 4.** The shoot number of creeping bentgrass as affected by different application of fertilizers. (unit : ea · cm<sup>-1</sup>)

Treatments <sup>z</sup>	NF	CF	100DSCB	80DSCB	CF+SCB
Shoot number	10.7b <sup>y</sup>	12.3ab	11.5ab	12.9ab	14.6a

<sup>z</sup>NF : no fertilized, CF : chemical fertilizer, 100 DSCB : DSCB 250 ml · m<sup>-2</sup>, 80 DSCB : DSCB 200 ml · m<sup>-2</sup>, and CF+SCB : CF+SCB 250 ml · m<sup>-2</sup>.

<sup>y</sup>Mean by Duncan's multiple range test 1% level.

**Table 5.** The nutrient content in the turf plant after this experiment. (unit : %)

Treatments <sup>z</sup>	N	P	K	Ca	Mg	Na
NF	3.41ab <sup>y</sup>	0.24b	1.47b	0.54a	0.30a	0.24a
CF	3.52ab	0.31ab	1.81a	0.51a	0.32a	0.22a
100DSCB	3.48ab	0.32ab	1.83a	0.60a	0.31a	0.22a
80DSCB	3.29b	0.36a	1.77a	0.64a	0.32a	0.21a
CF+SCB	3.78a	0.28ab	1.82a	0.53a	0.35a	0.22a

<sup>z</sup>NF : no fertilized, CF : chemical fertilizer, 100 DSCB : DSCB 250 ml · m<sup>-2</sup>, 80 DSCB : DSCB 200 ml · m<sup>-2</sup>, and CF+SCB : CF+SCB 250 ml · m<sup>-2</sup>.

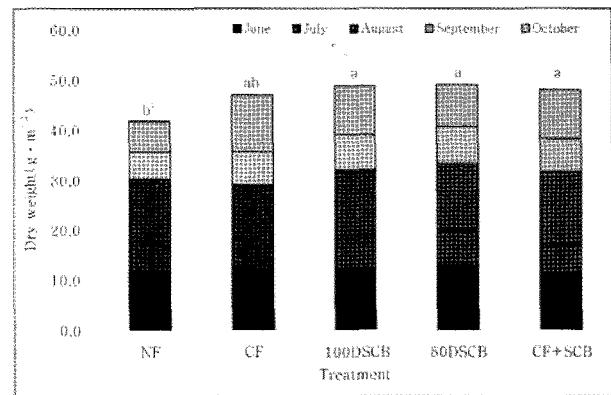
<sup>y</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level.

무처리구(NF)와 비교할 때, 엽색지수는 CF, 100DSCB, 80DSCB 및 CF+SCB는 2~3% 증가하였고, 엽록소지수는 14~17% 증가하였다(Fig. 1). CF와 비교할 때, 100DSCB, 80DSCB 및 CF+SCB의 잔디품질은 비슷하여 처리구별 차이를 나타내지 않았다. Ham et al.(2009)은 SCB를 처리할 때, 엽색지수와 엽록소지수가 각각 2~3%와 13~20% 정도 무처리보다 증가된다고 보고하였고, Ham et al.(2010)은 SCB와 1/2화학비료를 처리할 때, 엽색지수와 엽록소 지수는 각각 2~3%와 13~25% 정도 무처리보다 증가된다고 보고하여 본 결과와 유사한 결과를 보였다.

처리구별 잔디밀도에서 NF와 비교할 때, CF, 100DSCB, 80DSCB 및 CF+SCB는 각각 14%, 7%, 21%, 36%씩 증가하였고, 가장 높은 것은 CF+SCB로 조사되었다(Table 4). CF와 각 처리구간의 비교에서 100DSCB와 80DSCB는 CF와 비슷하였고, CF+SCB는 18.6% 증가하였다.

**잔디 생육량**

잔디 생육량 조사는 시험기간 중 얻어진 잔디 예초물을 건물중으로 측정하였으며, 시험기간 동안 총 5회에 걸쳐 조사하였다. 처리구별 총 예초물량은 NF, CF, 100DSCB, 80DSCB 및 CF+SCB에서 41.8 g · m<sup>-2</sup>, 46.9 g · m<sup>-2</sup>, 48.8 g · m<sup>-2</sup>, 49.1 g · m<sup>-2</sup>, 48.0 g · m<sup>-2</sup>로 80% DSCB처리구에서 가장 높게 조사되었다(Fig. 2). NF와 비교할 때, CF, 100DSCB, 80DSCB 및 CF+SCB는 12~15% 건물중이 증가하였고, CF와 비교할 때, 100DSCB, 80DSCB 및 CF+SCB는 2~4% 증가하여 DSCB와 SCB처리에 의해 잔디생육량이 증가하였



**Fig. 2.** The dry weight of creeping bentgrass as affected by different application of fertilizers. NF : no fertilized, CF : chemical fertilizer, 100 DSCB : DSCB 250 ml · m<sup>-2</sup>, 80 DSCB : DSCB 200 ml · m<sup>-2</sup>, and CF+SCB : CF+SCB 250 ml · m<sup>-2</sup>. <sup>y</sup>Mean by Duncan's multiple range test 5% level.

다. Ham et al.(2010)은 화학비료와 SCB저농도액비를 함께 처리하였을 때, 무처리와 대조구보다 18~48%와 15~26% 정도 잔디생육량이 증가한다고 보고하여 본 결과와 비슷한 경향을 보였다. 이러한 결과들을 통해 DSCB(100DSCB, 80DSCB)와 CF+SCB의 처리가 잔디생육향상에 도움이 되고 있음을 알 수 있었다.

**잔디조직분석결과**

시험 종료 후 채취된 예초물을 건조하여 각종 성분을 분석한 결과, 질소는 CF+SCB에서 가장 높고, 80DSCB에서 가장 낮게 나타났으며, 인산은 80DSCB에서 가장 높고,

NF에서 가장 낮았다. 칼리는 NF보다 모두 높게 나타났으나 처리구별 차이는 나타나지 않았다. 칼슘 과 마그네슘은 통계적 유의성을 보이지 않았다(Table 5). 이를 통해 DSCB와 SCB의 처리에 의해 잔디에 함유된 양분이 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 SCB저농도액비를 시비하였을 때, 화학비료처리구와 SCB처리구가 비슷한 양분함유량을 나타낸다는 결과와 유사하였다(Ham et al., 2010).

DSCB와 CF+SCB의 처리는 토양화학성변화에 영향을 미치지 않았고, 잔디의 엽색지수, 엽록소지수, 잔디밀도, 건물중 등이 화학비료를 처리한 것과 비슷하거나 약간 증가하는 경향을 보였으며, 잔디에 함유된 성분도 화학비료처리구와 비슷한 결과를 나타내어 DSCB는 골프코스에서 화학비료를 대신하여 활용할 수 있을 것으로 기대되었고, 일반적인 관리에서 SCB저농도액비를 시비할 때 잔디생육과 엽색이 향상될 것으로 기대되었다.

## 요 약

본 연구는 SCB 저농도액비에 질소, 인산, 칼리 성분을 첨가한 개량SCB액비(DSCB)의 시비에 따른 크리핑 벤프그래스의 생육에 미치는 영향을 평가하기 위해 수행되었다. 처리구를 비료의 종류와 시비량에 따라 무처리구(NF), 대조구(CF), 100DSCB(250 ml·m<sup>-2</sup> DSCB), 80DSCB (200 ml·m<sup>-2</sup> DSCB) 및 화학비료+SCB(CF+SCB)로 설정하여 처리한 후 엽색지수, 엽록소지수, 건물중, 잔디밀도 및 잔디의 양분함유량을 조사하여 생육을 평가하였다. 시험 전후 토양 분석결과, 처리구에 따른 토양화학성의 변화는 나타나지 않아 DSCB와 SCB의 시비가 골프코스의 토양화학성의 변화에 영향을 미치지 않음을 확인하였다. 엽색지수와 엽록소지수를 조사한 결과, DSCB와 CF+SCB처리구는 NF보다 각각 2~3%와 14~19% 증가하였고, CF와는 비슷하였다. 잔디밀도 조사결과, DSCB처리구는 CF와 비슷하였고, CF+SCB는 CF보다 약 19% 증가하였다. CF와 비교할 때, 잔디생육량은 DSCB와 SCB처리구에서 증가하였고, 잔디에 함유된 양분은 CF+SCB에서는 질소가, 80DSCB에서는 인이 높게 조사되었다. 이들 결과를 볼때 DSCB와 SCB의 처리는 크리핑벤프그래스에서 양분흡수와 잔디밀도가 증가하여 잔디 품질을 향상시키는 기능이 있는 것으로 평가되었다.

**주요어:** 개량 SCB저농도 액비(DSCB), 잔디밀도, 크리핑벤프그래스, SCB저농도액비(SCB)

## 감사의 글

이 논문은 농촌진흥청 어젠다 연구과제의 연구비 지원

에 의해 연구되었으며, 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- An, Y.T., S.T. Kim, I.S. Kim, J.W. Kim, H.J. Kim, K.Y. Shim, S.W. Yang, J.J. Lee, and S.K. Ham. 1992. Standard and practice for management in golf course. KTRI.
- Ham, S.K., Y.S. Kim, T.S. Kim, K.S. Kim, and C.H. Park. 2009. The effect of SCB(slurry compostion and biofilter) liquid fertilizer on growth of creeping bentgrass. Kor. Turfgrass Sci. 23(1):91-100.
- Ham, S.K., Y.S. Kim, and C.H. Park. 2010. The growth effects of creeping bentgrass by SCB(slurry composting and biofiltration) liquid fertilizer application. Kor. Turfgrass Sci. 24(1):56-61.
- Kang, B.K., H.H. Jung, and K.S. Kim. 2010. Effect of Slury Composted and Biofiltered Solution and an Organic Fertilizer on the Growth of Zoysiagrass. Hort. Environ. Biotechmo. 51(6):507-512.
- Kim, Y.S. and S.K. Ham. 2009. The effect of rainfall, irrigation, and fertilizer application on water properties of pond in golf course. Kor. Turfgrass Sci. 23(1):1-8.
- Kwon, S.I., K.R. Kim, M.K. Kim, C.B. Jung, S.G. Hong, J.D. Shin, W.K. Park, K.S. Seong, and D.B. Lee. 2010. Nutrient transfer in the application of the swine slurry liquid fertilizer in rice paddy. J. of KORRA. 18(4):77-85.
- Lee, K.B., J.K. Kim, Y.K. Shin, D.B. Lee, S.B. Lee, and J.D. Kim. 2005. Effects of livestock compost and soil conditioner application on greenhouse gases emission in paddy soil. Korean J. Environ. Agric. 24(2):117-122.
- Lee, K.H., J.H. Yoo, E.J. Park, Y.I. Jung, S.C. Tipayno, C.C. Shagol, and T.M. Sa. 2010. Effect of swine liquid manure on soil chemical properties and growth of rice(*Oryza sativa* L.). Korean J. Soil Sci. Fert. 43(6):945-953.
- Lee, S.E. and Y.M. Yoon. 2008. The analysis of environmental loads and material recycling of the nutrients my the livestock wastewater origination from imported feeds. Proc. Trop. Korean J. Soil Sci. Fert. 41(2):100-115.
- 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.
- MAF. 2010. Statistical research annual report of agriculture and forestry. Ministry of Agriculture and Forestry. Seoul. Korea.
- NIAS. 1998. The chemica analysis of soil. NIAS.
- Park, B.K. 2000. Usage of livestock manure for fertilizer and environment. Soil and fertilizer 1:32-40.

- Park, J.H., J.K. Yeo, Y.B. Koo, W.W. Lee, H.C. Kim, and C.H. Park. 2008. Effects of slurry composting and biofiltration liquid fertilizer on growth characteristic of poplar clones in a reclaimed land mounding soil. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41(5):318-323.
- Park, J.M., T.J. Lim, S.B. Kang, I.B. Lee, and Y.I. Kang. 2010. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43(5):488-493.
- RDA. 2007. Treatment and recycling of livestock manure. *Agricultural standard guide.* RDA 109. pp 224.
- Sa, D.M., J.B. Jung, and K.H. Han. 2008. Effect of livestock manure on yield of plant and change in physio-chemical properties of soil. *Proc. Trop. Korean J. Soil Sci. Fert.* 41(2):63-75.