Asian J. Turfgrass Sci. 25(2):202~207, 2011
pISSN 1229-3253
Research Articles

Asian Journal of Turfgrass Science
The Turfgrass Society of Korea

Creeping Bentgrass의 생육을 위한 예지물 발효 액상비료의 효과

김상준[1] · 김두환[1] · 이상국[2]*
[1]건국대학교 농축대학원 생명산업학과
[2]호서대학교 골프학과

Effects of Liquid Fertilizer Produced from Fermented Clippings for Creeping Bentgrass Growth

Sang-Jun Kim[1], Do-Whan Kim[1], and Sang-Kook Lee[2]*
[1]Dept. of Life and Industry, Kunkuk University, Seoul 143-701, Korea
[2]Dept. of Golf, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

ABSTRACT. Organic fertilizers are divided into natural organic and synthetic organics. The benefits of natural organic fertilizer were reported from the previous researches. However, the limited research results about clippings as a source of natural organic fertilizers were reported. The objective of the research to investigate effects of liquid fertilizer produced from fermented clippings for creeping bentgrass growth. Liquid fertilizer (LF) produced was used for the research to be compared with Urea and two natural organic fertilizers of different source (NO-1 and NO-2). Creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L., L-93) was used for the study. Turfgrass quality was measured by visual evaluation every two weeks from June to October, 2011 using a scale of 1 to 9 (1=worst, 6=acceptable, and 9=best). Turfgrass disease damage was measured by percent of area damaged when a turfgrass disease occurred. LF produced lower damage than NO and urea when temperature was high. Although NO-2 produced the highest or equal to the highest turfgrass quality in June and October, LF had the highest or equal to the highest quality from July to September.

***Key words*:** Clippings, Creeping bentgrass, Liquid fertilizer, Natural organic fertilizer

서 론

유기질비료(Organic fertilizer)는 크게 식물과 동물의 부산물을 이용하여 만들어지는 천연유기질(Natural organic) 비료와 합성유기질(Synthetic organic) 비료로 구분이 된다(Christians, 2011). 우리나라 골프산업에서 사용되는 유기질비료라는 용어는 일반적으로 천연유기질비료를 말한다. 천연유기질비료의 낮은 비해의 가능성과 환경문제에 대한 인식이 높아짐에 따라 천연유기질비료의 활용가치에 대한 관심이 급속하게 늘어가고 있다(Nelson, 2005). 현재 사용되고 있는 천연유기질비료의 종류는 동물과 식물의 부산물을 이용하여 만든 제품과 하수를 처리하여 만든 제품 등 약 40여종에 이르고 있다(Christians, 2011). 천연유기질비료에 관한 장점은 여러 분야에서 많은 연구결과를 통해 보고가 되어 왔다. Herencia et al. (2007)은 천연유기질비료에 의해서 처리된 토양에서 농업적 생산지속성과 영양분의 중요 근원으로 중요한 역할을 하는 토양유기물이 더 많이 발견되었다고 보고하였다. Edmeades (2003)은 식물생장에 가장 중요한 역할을 하는 다량원소는 천연유기질비료에 의해서 처리된 토양에서 더 많이 함유되어 있다고 보고하였다. 식용으로 이용되는 식물체 내에서의 Nitrate 함량은 인간에게 있어서 헤모글로빈과의 상호작용 및 혈액내에서의 산소의 이동등 중요한 역할을 하게 된다(Causeret, 1984). 이 nitrate은 천연유기질비료로 처리된 토양에서 성장한 식물에서 더 낮은 함량이 발견된 연구결과가 보고되었다. Bosch et al. (1991)은 사탕무(*Beta vulgaris* L.)와 양상추(*Lactuca sativa* L.)에서 천연유기질비료를 사용했을 때 더 적은 Nitrate 함량이 각각의 식물체내에서 발견되었다고 보고하였다.

잔디 학문분야에서도 천연유기질비료의 긍정적 효과에 대해서는 많은 연구결과가 보고 되어 왔다. Zhang and Schmidt (2000)의 실험에서 Humic acid에 의해 처리된 실

*Corresponding author; Tel: +82-41-540-5879
E-mail : sklee@hoseo.edu
Received : June 27, 2011, Revised : July 18, 2011, Accepted : July 26, 2011

험구에서 creeping bentgrass의 지하부 생육이 더 좋은 것으로 나타났다. Karnok (1990)은 humate product의 효과를 알아보기 위해서 USGA 그린에 조성된 creeping bentgrass에 실험을 하였다. 그는 특히 humate에 의해서 처리된 실험구에서 지하부의 성장이 합성비료 처리구보다 더 많이 이루어진 것을 발견하였다. Chen and Aviad (1990)는 천연유기질비료를 처리한 실험구에서 더 나은 발아율, 더 높은 질소 섭취율, 그리고 미생물집단수의 증가등을 발견하였다. 증가된 미생물집단의 증가는 잔디에서 발생하는 질병억제에 대한 효과가 있는 것으로 연구를 통해서 보고가 되었다. 천연유기질비료는 Creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L.)에서 발생하는 달라스팟, 피시움, 그리고 네크로링스팟 등의 질병 억제에 효과가 있는 것으로 여러 실험을 통해서 알려졌다(Craft and Nelson, 1996; Harman, 1991; Landschoot and McNitt, 1997; Liu et al., 1995). 또한 Milorganite 시비에 의해 달라스팟이 방제되는 효과가 실험을 통해 보고 되었다(Landschoot and McNitt, 1997; Markland et al., 1969; Cook et al., 1964). 병이 억제되는 원인으로 토양내에서 서식하는 미생물의 활동량이 많이지는 것으로 알려져 있는데 이러한 효과는 특히 가금류의 부산물로 제조된 천연유기질비료에서 효과가 큰 것으로 알려졌다(Davis and Dernoeden, 2002; Liu et al., 1995). 그러나 천연유기질비료와 Urea와의 비교에서는 Creeping bentgrass에서 발생한 달라스팟의 억제효과는 천연유기질비료와 비교해 상대적으로 질소의 가용성이 높은 Urea가 더 좋은 것으로 나타났다(Landschoot and McNitt, 1997). 또한 천연유기질비료는 합성비료에 비해 질소의 함량이 적어 운반비용등 사용에 있어서 높은 비용이 초래되었다(Christians, 2011).

예지물은 잔디를 관리하기 위해서 필수적으로 수반되는 부산물이다. 최근 환경문제에 대한 관심이 높아지고 nitrate에 의한 지하수 오염문제가 대두 되면서 예지물의 관리방법에 관한 연구가 활발해졌다. Heckman et al. (2000)은 예지물 수거 여부에 따라 Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)의 성장이 어떻게 변화하는지에 대해 연구한 결과 예지물을 수거하지 않았을 때 Kentucky bluegrass의 색감이 예지물을 수거 했을 때 보다 더 좋았으며, 예지물을 수거하지 않았을 때 질소의 시비량을 50% 감소해도 Kentucky bluegrass의 색감이 감소하지 않는다고 보고하였다. Starr and DeRoo (1981)은 Kentucky bluegrass와 Creeping bentgrass 에서 예지물을 수거하지 않았을 때 질소의 흡수량이 증가 한다고 하였다. 또한 Kentucky bluegrass, Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.), Creeping bentgrass, Bermudagrass (*Cynodon spp*. Rich.)등에서 예지물을 수거하지 않았을 때 더 좋은 잔디의 품질이 나타나는 것으로 보고가 되었다 (Hipp et al., 1992; Johnson et al., 1987; Murray and Juska, 1977). 이상과 같이 예지물에 대한 긍정적인 효과가 많은 연구를 통해 밝혀졌음에도 불구하고 예지물이 잔디의 성장에 이용 될 수 있는 실용적인 방안에 관한 연구보고는 많지 않다. 이에 본 연구에서는 예지물을 발효시켜 제조된 천연유기질비료로서의 액상비료가 putting green에 많이 사용되고 있는 Creeping bentgrass 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해서 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2011년 4월 부터 11월까지 충남 병천에 소재한 버드우드 골프클럽에서 수행이 되었으며 실험을 위해서 Creeping bentgrass, ‘L-93’가 사용되었다. 질소비료는 예지물을 발효하여 제조한 액상비료(Liquid fertilizer, LF)를 사용하였다. 액상비료는 Kentucky bluegrass로부터 수거된 예지물을 모아 부숙과정 없이 미립자로 분쇄한 후 28°C에서 약 2개월간 발효시킨 후 생성된 발효액에 유용미생물(Effective Microorganism, EM) 군으로 제조된 활성액을 3% 혼합하여 제조하였다. 유용미생물 활성액은 전주대학교 에버미라클사의 ‘EM-1’을 사용하였다. 제조된 액상비료의 구성성분은 Table 1과 같다. 액상비료는 2주 간격으로 총 10회(LF-F), 4주 간격으로 총 5회(LF-S) 시비하였다. 대조구로 천연유기질비료 ‘G201’ (11-5-10, NO-1)과 ‘미래로’ (5-1-1, NO-2)를 시비하였으며, 화학비료로는 Urea (46-0-0)를 시비하였다. Urea도 시비 빈도를 2주로 한 것 (Urea-F)과 4주로 한 것(Urea-S)로 구분 하였다. 질소시비의 질소원과 시비 빈도는 Table 2와 같다. Creeping bentgrass로 조성된 실험구의 관리는 4.5 mm의 높이로 2일에 한번씩 예초를 하였으며, 관수는 잔디의 상태와 기상의 조건에 따라 일주일에 0.5에서 0.76 cm 두가지 기준

Table 1. Analysis of liquid fertilizer produced from fermented clippings.

	Percent (%)									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu
LF[z]	2.94	0.16	0.33	0.08	0.04	0	0.01	0.01 >	0.01>	0.01>

[z] LF indicates liquid fertilizer produced from fermented clippings.

Table 2. Treatments showing nitrogen sources and application frequency.

Treatment[z]	N rate per year (g m^{-2})	June				July				Aug.				Sep.				Oct.			
		1[y]	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Control	0																				
LF-F	30	3[x]		3		3		3		3		3		3		3		3		3	
LF-S	30	6				6				6				6				6			
NO-1	30	6				6				6				6				6			
NO-2	30	6				6				6				6				6			
Urea-F	30	3		3		3		3		3		3		3		3		3		3	
Urea-S	30	6				6				6				6				6			

[z] LF-F: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every two weeks, LF-S: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every four weeks, NO-1: a source of natural organic fertilizer 'G201', NO-2: a source of natural organic fertilizer 'Miraero', Urea-F: urea with application frequency of every two weeks, Urea-S: urea with application frequency of every four weeks.
[y] Each number indicates week.
[x] A rate of single application. Units are g m^{-2}

으로 3회 관수하였다. 여름철 발생한 Brown patch의 피해를 복구 하기 위해 발병도를 조사한 후 8월 5일과 8월 19일 Syndenta사의 'Medalion'과 (주)베스트그린텍의 '리치원'을 2회 살포하였다.

잔디에 대한 각 질소의 시비효과는 National Turfgrass Evaluation Program (NTEP)에서 제시한 방법에 준하여 잔디의 품질을 시각적평가를 통해 매 2주마다 조사하였다 (1=worst, 9=best, and 6=acceptable). Thatch의 두께를 측정하기 위하여 각 처리구의 thatch 층을 7월 부터 4개월동안 매달 측정하였다. 병에 관한 효과를 관측하기 위하여 병이 발생한 기간동안 병의 피해정도(%)를 측정하였다. Brown patch가 실험구에 발생하여 각각 7월 2일과 7월 22일에 측정이 되었다. 실험은 randomized complete block design으로 설계가 되었으며 4반복으로 이루어졌다. 통계처리는 Statistical Analysis System (SAS, 2001)을 이용하여 Fisher's LSD procedure를 통해 결과 값을 산출하였다.

결과 및 고찰

실험기간동안 고온기간을 제외한 6, 10월 기간동안에는 천연유기질비료(NO)중 NO-2가 가장 높은 품질을 보여주었다(Table 3). 그러나 고온기간인 7, 8, 9월에는 액상비료(LF)가 가장 높은 품질을 보여주었다. 실험기간중 고온기간인 8, 9월에는 LF-F와 LF-S 사이에 차이가 나타나지 않았다. 이 기간에 천연유기질 비료는 상대적으로 낮은 품질을 나타내고 있는데 특히 NO-1의 경우 7월 부터 10월까지 최저수용품질인 6에 미치지 못하는 품질을 나타내고 있다. 이것은 Brown patch 피해 정도와 연관이 있는데 7월 2일과 7월 22일에 NO-1과 NO-2 각각 Brown patch로부터 가장 많은 피해를 입었다(Fig. 1). 이러한 Brown patch의 피해로 인해 NO-1은 9월 17일과 9월 30일 가장 낮은 품질을 보여주고 있는데 이것은 또한 여름철 고온다습한

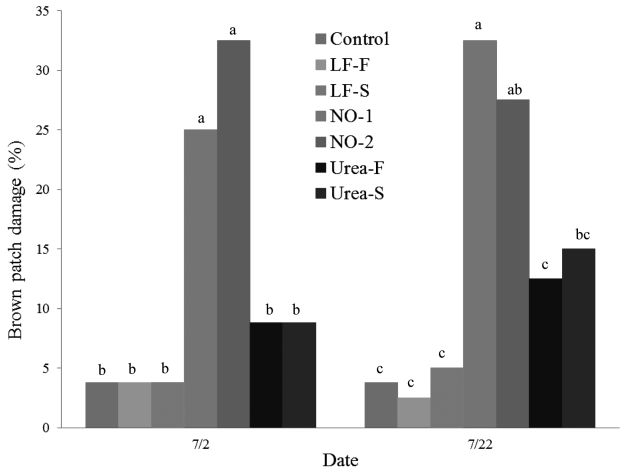

Fig. 1. Mean brown patch damage (%) for nitrogen sources main effects. Each mean was calculated from 28 observations (7 treatments x 4 replications). Means with same letter within each date or denoted NS are not significantly different within four treatments according to Fisher's LSD (P=0.05). Abbreviation of legend was described as LF-F: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every two weeks, LF-S: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every four weeks, NO-1: a source of natural organic fertilizer 'G201', NO-2: a source of natural organic fertilizer 'Miraero', Urea-F: urea application with frequency of every two weeks, Urea-S: urea application with frequency of every four weeks.

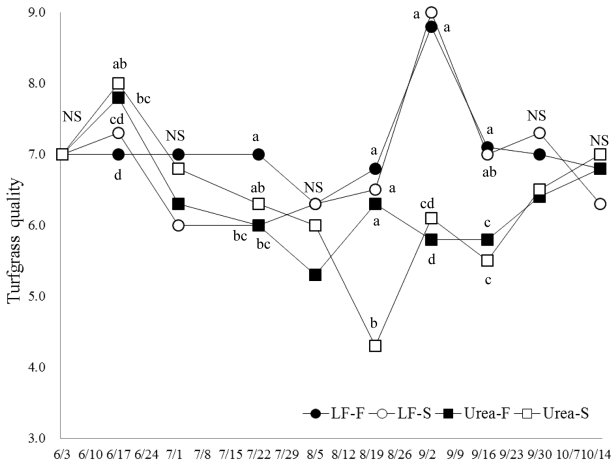

Fig. 2. Mean turfgrass quality for nitrogen sources main effects. Each mean was calculated from 28 observations (7 treatments x 4 replications). Means with same letter within each date or denoted NS are not significantly different within four treatments according to Fisher's LSD (P=0.05). Abbreviation of legend was described as LF-F: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every two weeks, LF-S: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every four weeks, Urea-F: urea application with frequency of every two weeks, Urea-S: urea application with frequency of every four weeks.

기간동안의 스트레스와 Brown patch의 피해로 부터 회복정도가 가장 느리기 때문인 것으로 고려된다. 여기서 NO와 Urea의 경우 Brown patch에 의한 피해가 무처리구보다 더 큰 것으로 나타났다. LF의 경우 7월 2일에 측정된 Brown patch의 피해정도에서 그 피해가 가장 적은것으로 나타났다. 이것은 같은 천연유기질비료라도 그 종류에 따라 질병에 대한 피해의 정도는 차이가 있는 것으로 판단된다. LF와 Urea를 비교할 때 LF는 Urea 보다 각각 9월 3일 그리고 9월 17일에 더 좋은 품질을 나타내었다(Fig. 2). 이것은 액상비료인 LF가 속효성비료인 Urea 보다 여름철 고온다습한 기간동안의 스트레스와 Brown patch의 피해로 부터 회복정도가 더 빠른것으로 판단된다. 이 결과는 Creeping bentgrass에서 발생한 달라스팟의 억제효과는 천연유기질비료와 비교해 상대적으로 질소의 가용성이 높은 Urea가 더 좋은 것으로 나타났다고 보고한 Landschoot and McNitt (1997)의 결과와 상반된 내용으로 질병의 종류에 따라 혹은 천연유기질비료의 종류에 따라 그 효과도 차이가 있는 것으로 고려된다. 그러나 시비 빈도에 따른 LF 간의 차이는 7월 22일을 제외하고는 실험기간동안 나타나지 않았다. 시비 빈도에 따른 Urea 간의 차이도 8월 20일을 제외하고는 실험기간동안 나타나지 않았다. 8월 20일에 Urea-S의 처리구에서 가장 낮은 품질이 나타 났는데 고온기간동안에 나타난 비료피해로 인한 잔디품질 저하로 관찰되었다(Pic. 1). LF와 NO와의 비교에서 고온기간인 8월 20일과 9월 3일에 각각 LF가 NO에 비해 더 좋은 품질을 보여주었다(Fig. 3). Urea가 고온기간에 비료피해가 나타난 것에 비교하여 LF의 경우 고온기간동안 비료피해가 나타나지 않았다. 시비 빈도에 따른 NO 간의 차이는 8월 20일 이후로 NO-2가 NO-1보다 더 좋은 품질을 나타내고 있다. 잔디에서 발생하는 질병의 근원인 미생물이 서식할 수 있는 thatch층의 두께가 7월 부터 4개월 동안 매달 측정이 되었다. 그러나 thatch층의 두께는 처리구간에 차이가 나타나지 않았다(Table 4).

예지물을 발효시켜 만든 천연액상비료의 장점은 액상으

Table 3. Mean turfgrass quality for nitrogen source main effects.

Treatment[z]	Date									
	6/3	6/17	7/2	7/22	8/5	8/20	9/3	9/17	9/30	10/15
Control	7.0[y]	7.0 d	6.5	6.8 ab	6.5	6.8 a	8.0 b	6.5 abc	6.8 a	4.3 d
LF-F	7.0	7.0 d	7.0	7.0 a	6.3	6.8 a	8.8 a	7.1 a	7.0 a	6.8 b
LF-S	7.0	7.3 cd	6.0	6.0 bc	6.3	6.5 a	9.0 a	7.0 ab	7.3 a	6.3 bc
NO-1	7.0	8.5 a	5.8	3.3 d	5.3	3.8 b	5.5 d	4.0 d	5.0 b	5.8 c
NO-2	7.0	8.0 ab	5.5	5.3 c	4.8	4.5 b	6.6 c	6.0 bc	6.5 a	8.5 a
Urea-F	7.0	7.8 bc	6.3	6.0 bc	5.3	6.3 a	5.8 d	5.8 c	6.4 a	6.8 b
Urea-S	7.0	8.0 ab	6.8	6.3 ab	6.0	4.3 b	6.1 cd	5.5 c	6.5 a	7.0 b

[z] LF-F: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every two weeks, LF-S: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every four weeks, NO-1: a source of natural organic fertilizer 'G201', NO-2: a source of natural organic fertilizer 'Miraero', Urea-F: urea with application frequency of every two weeks, Urea-S: urea with application frequency of every four weeks.

[y] Means with the same upper case letters or no letter are not significantly different according to Fisher's LSD (P=0.05).

Pic. 1. Fertilizer damage on creeping bentgrass treated by Urea-S (July 22, 2011).

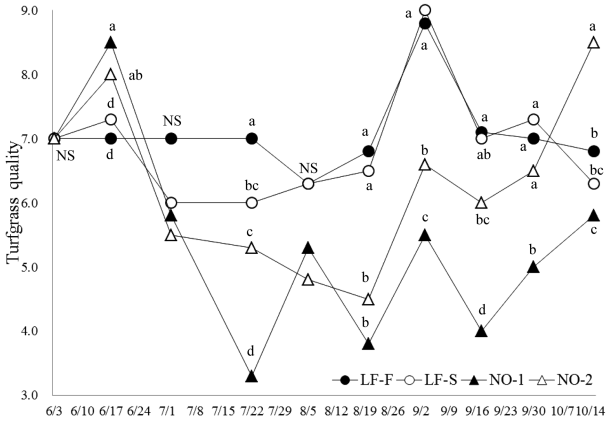

Fig. 3. Mean turfgrass quality for nitrogen sources main effects. Each mean was calculated from 28 observations (7 treatments x 4 replications). Means with same letter within each date or denoted NS are not significantly different within four treatments according to Fisher's LSD (P=0.05). Abbreviation of legend was described as LF-F: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every two weeks, LF-S: liquid fertilizer produced from fermented clippings with application frequency of every four weeks, NO-1: a source of natural organic fertilizer 'G201', NO-2: a source of natural organic fertilizer 'Miraero'

로 되어 있어 관수시설을 통해 공급이 가능하다는 것이다. 천연유기질 비료의 가장 큰 단점은 합성비료에 비해 질소의 함량이 적어 운반비용등 사용에 있어서 높은 비용이 초래된다는 것이다(Christians, 2011). 그러나 이 천연액상비료의 경우 관수시설을 통해 공급의 될 경우 질소의 함량이 낮아 발생하는 운반비용이나 인건비등 추가로 발생하는 비용을 절감하는 효과가 있다. 관수를 통해서 수용성질소를 공급하는 방법은 완효성 질소질 비료의 대체 방법으로 많이 이용되고 있는 방법이다(Bowman, 2003). 동시에 여름철 고온기간동안 발생할 수 있는 비료피해의 가능성이 합성비료나 다른 천연유기질비료 보다 낮은것으로 본 실험에서 나타났다. 따라서 예지물을 이용해 제조된 천연액상비료의 경우 공급된 질소의 재활용, 기존의 천연유기질비료의 단점인 추가비용 절감, 여름철 고온기간 동안의 낮은 비료피해 가능성, 그리고 다른 brown patch에 의한 피해 감소 등의 효과가 골프장의 퍼팅그린에 사용된 creeping bentgrass에서 수행된 실험에서 나타났다.

Table 4. Analysis of variance for thickness of creeping bentgrass thatch.

Source	Date			
	7/2	9/3	9/30	11/4
Treatment	NS[z]	NS	NS	NS

[z]NS indicates not significant at P=0.05.

요 약

유기질비료(Organic fertilizer)는 천연유기질(Natural organic) 비료와 합성유기질(Synthetic organic) 비료로 구분이 된다(Christians, 2011). 천연유기질비료의 장점은 그동안의 선행연구를 통해서 많이 보고되어왔다. 그러나 예지물을 이용한 시비효과에 대한 연구결과는 제한적이다. 본 연구는 예지물을 발효시켜 제조된 천연유기질비료로서의 액상비료가 putting green에 많이 사용되고 있는 Creeping bentgrass 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해서 수행하였다. 액상비료는 Kentucky bluegrass로부터 수거된 예지물을 모아 부숙과정 없이 미립자로 분쇄한 후 28°C에서 약 2개월간 발효시킨 후 생성된 발효액에 유용미생물(Effective Microorganism, EM) 군으로 제조된 활성액을 3% 혼합하여 제조하였다. 잔디에 대한 각 질소의 시비효과는 National Turfgrass Evaluation Program (NTEP)에서 제시한 방법에 준하여 잔디의 품질을 시각적평가를 통해 매 2주마다 조사하였다(1=worst, 9=best, and 6=acceptable). LF와 NO와의 비교에서 고온기간인 8월 20일과 9월 3일에 각각 LF가 NO에 비해 더 좋은 품질을 보여주었다. Urea가 고온기간에 비료피해가 나타난 것에 비교하여 LF의 경우 고온기간동안 비료피해가 나타나지 않았다.

주요어: 액상비료, 예지물, 천연유기질비료, 크리핑벤트그래스

감사의 글

본 연구는 2010년 군산 Country Club 의 산학협력 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사의 뜻을 전합니다.

참고문헌

Bosch, N., J.R. Martý´nez, and M.L. Pe´rez. 1991. Influencia del tipo de abono sobre acumulacio´n de nitratos en vegetales. An. Bromatol. XLIII(2):215-220.

Bowman, D.C. 2003. Daily vs. periodic nitrogen addition affects growth and tissue nitrogen in perennial ryegrass turf. Crop Sci. 43:631-638.

Causeret, J. 1984. Nitrates, nitrites, nitrosamines: Apports alimentaireset sante´. Ann. Fals. Exp. Chim. 77:131-151.

Chen, Y. and A. Aviad. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In humic substances in soil and crop sciences: Selected readings. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Medison, WI.

Christians, N.E. 2011. Fundamentals of turfgrass management. 4th ed. Wiley & Sons Inc. Hoboken, NJ.

Cook, R.N., R.E. Engel, and S. Bachelder. 1964. A study of the effect of nitrogen carriers on turfgrass disease. Plant Dis. Rep. 48:254-255.

Craft, C. and E. Nelson. 1996. Microbial properties of composts that suppress damping-off and root rot of creeping bentgrass caused by Pythium graminicola. Appl. Environ. Microbiol. 62:1550-1557.

Davis, J.G. and P.H. Dernoeden. 2002. Dollar spot severity, tissue nitrogen, and soil microbial activity in bentgrass as inuenced by nitrogen source. Crop Sci. 42:480-488.

Edmeades, D.C. 2003. The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: A review. Nutr. Cycling Agroecosyst. 66:165-180.

Harman, G.E. 1991. The development and benefits of rhizosphere competent fungi for biological control for plant pathogens. J. Plant Nutr. 15:835-843.

Heckman, J.R., H. Liu, W. Hill, M. DeMilia, and W.L. Anastasia. 2000. Kentucky bluegrass responses to mowing practice and nitrogen fertility management. Journal of Sustainable Agriculture 15:25-33.

Herencia, J.F., J.C. Ruiz-Porras, S. Melero, P.A. Garcia-Galavis, E. Morillo, and C. Maqueda. 2007. Comparison between Organic and Mineral Fertilization for Soil Fertility Levels, Crop Macronutrient Concentrations, and Yield. Agron J. 99:973-983.

Hipp, B.W., T.C. Knowles, P.F. Colbaugh, R.L. Crocker, and W.E. Knoop. 1992. Influence ofclipping management on nitrogen require-ments of tall fescue and bermudagrass: 1991evaluation. Texas Turf.

Johnson, B.J., R.N. Carrow, and R.E. Burns. 1987. Bermudagrass response to mowingpractices and fertilizer. Agron. J. 79:677-680.

Katnok, K.J. 1990. The effects of non-nutritional growth enhancers on the growth and quality of 'enncross' creeping bentgrass. Final report to Humate International (formerly Galbraith Enterprises). University of Georgia. Athens, Georgia, USA.

Landschoot, P.J. and A.S. McNitt. 1997. Effect of nitrogen fertilizers on suppression of dollar spot disease of Agrostis stolonifera L. Intl. Turfgrass Soc. Res. J. 8:905-911.

Liu, L.X., T. Hsiang, K. Carey, and J.L. Eggens. 1995. Microbial populations and suppression of dollar spot disease in creeping bentgrass with inorganic and organic amendments. Plant Dis. 79:144-147.

Markland, F.E., E.C. Roberts, and I.R. Fredrick. 1969. Influence of nitrogen fertilizers on Washington creeping bentgrass, Agrostis palustris Huds. II. Incidence of dollar spot, Sclerotinia homoeocarpa, infection. Agron. J. 61:701-705.

Murray, J.J., and F.V. Juska. 1977. Effect ofmanagement practices on thatch accumula-tion, turf quality, and leaf spot damage incommon Kentucky bluegrass. Agron. J. 69:365-369.

Nelson, M. 2005. Is organic or inorganic in? USGA Green Section Rec. 43(1):1-8.

SAS Institute Inc. 2001. The SAS system release 8.2 for Windows. SAS Inst., Cary, NC

Starr, J.L. and H.C. DeRoo. 1981. The fate ofnitrogen applied to turfgrass. Crop Science21:531-536.

Zhang, X. and R.E. Schmidt. 2000. Hormone-containing products' A impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. Crop Sci. 40:1344-1349