

Kentucky bluegrass의 생육을 위한 생초복합비료 효과

이상국*

호서대학교 기초과학연구소

Effects of Liquid Fertilizer Produced from Fermented Clippings for Kentucky bluegrass

Sang-Kook Lee*

Research Institute for Basic Sciences, 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. The previous researches have reported that clippings are nitrogen source for turfgrass growth. 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). Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L., Midnight) 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). LF produced greater turfgrass quality than acceptable quality, especially with the summer period while urea and NO produced lower turfgrass quality than acceptable quality of 6. LF had less quality alteration than urea and NO during the study. Based on the result of the study, LF are more stable to maintain turfgrass quality than urea and NO.

Key words: Clippings, Kentucky bluegrass, Liquid fertilizer, Natural organic fertilizer

우리나라 골프산업에서 사용되는 유기질비료는 식물과 동물의 부산물을 이용하여 만들어지는 천연유기질(Natural organic)를 말한다. 합성유기질비료(Synthetic organic)와 달리 천연유기질비료는 낮은 비료피해의 가능성과 환경문제에 대한 친환경 인식이 높아짐에 따라 그 활용가치에 대한 관심이 급속하게 높아지고 있다(Nelson, 2005). 현재 사용되고 있는 천연유기질비료의 종류는 동물과 식물의 부산물을 이용하여 만든 제분과 하수를 처리하여 만든 제분 등 약 40여종에 이르고 있으며 많은 연구결과를 통해 천연유기질비료에 관한 장점은 여러 분야에서 많은 연구결과를 통해 보고가 되어 왔다(Christians, 2011). 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 nitrate는 천연유기질비료로 처리된 토양에서 성장한 식물에서 더 낮은 함량이 발견된 연구결과가 보고 되었다. Bosch et al. (1991)은 사탕무(*Beta vulgaris* L.)와 양상추(*Lactuca sativa* L.)에서 천연유기질비료를 사용했을때 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 실험구에서 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)은 천

*Corresponding author; Tel: +82-41-540-5879

E-mail : sklee@hoseo.edu

Received : March 05, 2012, Revised: March 26, 2012, Accepted: April 02, 2012

연유기질비료를 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 네 크로링스팟 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 많아지는 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 bentgrass 에서 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).

Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.)에 대한 예지물의 비료효과는 많은 연구 결과를 통해서 알려져 왔다. Heckman et al. (2000)은 예지물 수거 여부에 따라 Kentucky bluegrass의 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 방법에 관한 연구보고는 그 연구결과가 많이 보고 되고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 예지물을 발효시켜 제조된 천연유기질비료로서의 생초복합비료 골프장의 fairway 및 athletic fields에서 많이 사용되고 있는 Kentucky bluegrass 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해서 수행하였다.

포장시험

본 연구는 2011년 4월 부터 11월까지 충남 병천에 소재한 버드우드 골프클럽에서 수행이 되었으며 실험을 위해서 Kentucky bluegrass, 'Midnight'가 사용되었다. 질소비료는 예지물을 발효하여 제조한 생초복합비료(Liquid fertilizer, LF)를 사용하였다. 생초복합비료는 Kentucky bluegrass로부터 수거된 예지물을 모아 부숙과정 없이 미립자로 분쇄한 후 28°C에서 약 2개월간 발효시킨 후 생성된 발효액에 유용미생물(Effective Microorganism, EM) 균으로 제조된 활성액을 3% 혼합하여 제조하였다. 유용미생물 활성액은 전주대학교 에버미라클사의 'EM-1'을 사용하였다. 제조된 생초복합비료의 구성성분은 Table 1과 같다. 생초복합비료는 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 구분하였다. 질소시비의 질소원과 시비 빈도는 Table 2와 같다. Kentucky bluegrass 로 조성된 실험구의 관리는 5 cm의 높이로 1주에 한번씩 예초를 하였다.

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 7월2일과 7월 22일에 측정이 되었다. 실험은 randomized complete block

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

	Percent (%)									
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu
LF ²	2.94	0.16	0.33	0.08	0.04	0	0.01	0.01 >	0.01 >	0.01 >

²LF 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

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	6.3 ^y	4.3 e	5.3 d	6.5 ab	5.8 c	6.5 d	6.5	4.5	5.1 bc	5.3	
LF-F	7.0	5.5 d	6.3 cd	7.3 a	7.1 ab	7.3 bcd	7.0	5.8	6.8 a	6.3	
LF-S	6.6	6.8 c	6.8 bc	6.5 ab	6.5 bc	7.0 cd	6.8	5.0	6.5 a	5.8	
NO-1	7.3	8.8 a	8.3 a	5.0 c	8.0 a	8.3 a	6.3	5.6	4.6 c	5.5	
NO-2	6.6	7.3 c	8.0 a	5.8 bc	8.0 a	8.5 a	5.5	6.5	6.0 ab	6.5	
Urea-F	6.9	7.5 bc	8.0 a	6.0 bc	8.0 a	8.0 ab	6.5	5.3	5.0 bc	5.8	
Urea-S	6.5	8.3 ab	7.8 ab	5.8 bc	7.5 ab	7.8 abc	6.0	6.0	5.9 ab	5.0	

^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).

design 으로 설계가 되었으며 4반복으로 이루어졌다. 통계 처리는 Statistical Analysis System (SAS, 2001)을 이용하여 Fisher's LSD procedure 를 통해 결과 값을 산출하였다.

생초복합비료의 효과

Kentucky bluegrass 의 품질에 대한 생초복합비료의 효과는 Table 3에 나타나 있다. 보고된 생초복합비료의 효과 실험에서 creeping bentgrass에 적용된 경우 여름철에 브라운 패치가 나타난 경우와는 달리 Kentucky bluegrass 에서는 실험기간동안 브라운패치의 발생이 발견되지 않았다 (Kim et al, 2011). creeping bentgrass의 경우 생초복합비료가 처리된 실험구를 제외한 다른 처리구에서 발생한 브라운 패치로 인해 잔디의 품질이 저하 되었으나 상대적으

로 생초복합비료가 처리된 실험구에서는 브라운패치가 발생되지 않아 잔디품질이 높았다. 그러나 Kentucky bluegrass 에서는 브라운패치의 유무에 의한 품질의 차이는 나타나지 않았다. 처리구에 의한 품질의 차이는 6월 17일 부터 8월 20일까지 나타났다. 천연유기질비료의 경우 실험기간 동안 유의차를 보인 6번의 데이터 측정일중 5번의 측정일에서 가장 높은 품질을 나타냈다. 그러나 7월2일에는 최소수용품질인 6보다 낮은 5.0 그리고 5.8을 나타냈다. 그리고 8월 20일 이후의 측정일에서 최소수용품질 이하의 품질이 나타났다. 이것은 생초복합비료, urea에 비교해 상대적으로 품질의 변화 폭이 크게 나타난 것이다. Urea는 6번의 데이터 측정일중 5번의 측정일에서 가장 높은 품질을 나타냈다. 이중 최소수용품질 이하의 품질을 나타낸것

은 urea-S 처리구에서 7월 22일과 9월 30일에 측정 되었다. 실험기간중 Urea-F와 urea-S 간의 차이는 발견되지 않았다. 생초복합비료중 LF-S의 경우 실험기간동안 유의차가 나타난 6번의 데이터 측정일중 최소수용품질 이하의 품질은 나타나지 않았다. 천연유기질비료와 요소비료로 처리된 실험구는 고온기간인 7월 22일 측정된 데이터에서 최저수용품질인 6 이하로 나타났다. 그러나 생초복합비료의 경우 LF-F와 LF-S 두가지 모두의 경우 고온기간인 여름철 동안 모두 최저수용품질 이상의 품질을 나타내었다. LF-F의 경우 6월 17일을 제외한 유의차가 나타난 모든 측정일에서 최소수용품질 이상의 품질이 나타났다. 이것은 생초복합비료의 경우 생육기간동안, 특히 고온기간동안 천연유기질비료와 urea와 비교 했을때 최소수용품질 이상의 품질을 나타내기에 효과적이며 또한 품질의 변화폭이 적은것으로 나타났다. 그러나 두가지 생초복합비료 LF-S와 LF-F간의 차이는 LF-F가 최소수용품질 이하의 품질을 나타낸 6월 17일을 제외하고 Kentucky bluegrass 품질의 차이가 나타나지 않았다.

생초복합비료와 urea로 처리된 처리구의 비교는 Table 3에 나타났다. Urea의 경우 시비시기에 따른 Kentucky bluegrass의 품질의 변화 폭이 크게 나타났다. 이것은 속효성 질소비료인 요소비료의 경우 품질의 변화폭은 시비시기에 큰 영향을 받는 것으로 판단 된다. 이와는 상대적으로 생초복합비료의 경우 실험기간동안 최저수용품질인 6 이상을 유지 하였으며 변화폭이 적어 일정한 품질을 유지하는 것으로 나타났다. 특히 9월 30일의 경우 요소로 처리된 실험구에서는 모두 최저수용품질 이하로 나타났지만 생초복합비료로 처리된 실험구에서는 모두 최저수용품질 이상으로 나타났다. LF-F와 Urea-F의 경우 9월 30일 데이터가 측정되기 한주 전에 시비가 되었음에도 품질의 차이가 나타났다. 생초복합비료와 천연유기질비료와의 비료에서도 이러한 차이는 동일하게 나타났다. 천연유기질비료의 경우도 요소와 마찬가지로 시비 시기에 따라 Kentucky bluegrass의 품질의 변화 폭이 컸다. 특히 고온기간인 7, 8월의 경우 그 변화폭이 가장 크게 나타났다. 그러나 상대적으로 생초복합비료의 경우 고온기간을 포함한 실험기간 동안 모두 일정한 품질을 나타냈다. 이 결과로 생초복합비료의 경우 온도등의 환경의 영향이 요소나 다른 천연유기질비료 보다 적은 것으로 나타났다. 특히 9월 이후에 천연유기질비료로 처리된 실험구의 품질이 최저수용품질 이하로 나타난 반면 생초복합비료로 처리된 실험구에서는 모두 최저수용품질 이상의 품질을 나타냈다. 또한 여러가지 문제를 발생 시키는 원인이 될 수 있는 대치층의 두께는 질소의 종류에 따른 처리구간에 유의성은 실험기간동안 유의성이 발견되지 않았다(Table 4).

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

^zNS indicates not significant at P=0.05.

천연유기질비료의 긍정적인 효과는 많은 문헌을 통해서 그 결과가 보고가 되어왔다. 그러나 그 양과 시비시기에 따라 잔디의 품질에 영향이 있다. 본 실험에서 나타난 생초복합비료와 천연유기질비료와의 비교에서는 품질의 변화폭이 일정하고 최소수용품질 이상의 품질을 나타내기에 생초복합비료가 그 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 속효성비료인 urea와의 비교에서 그 차이가 더 크게 나타났다. 그러나 생초복합비료의 시비 빈도간에 따른 차이는 본 실험에서 나타나지 않았다.

요 약

유기질비료(Organic fertilizer)는 천연유기질(Natural organic) 비료와 합성유기질(Synthetic organic) 비료로 구분된다. 천연유기질비료의 장점은 그동안의 선행연구를 통해서 많이 보고되어왔다. 그러나 예지물을 이용한 시비효과에 대한 연구결과는 제한적이다. 본 연구는 예지물을 발효시켜 제조된 천연유기질비료로서의 골프장의 fairway 및 athletic fields 에서 많이 사용되고 있는 Kentucky bluegrass 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해서 수행하였다. 생초복합비료는 Kentucky bluegrass 로부터 수거된 예지물을 모아 부숙과정 없이 미립자로 분쇄한 후 28°C에서 약 2개월간 발효시킨 후 생성된 발효액에 유용미생물(Effective Microorganism, EM) 균으로 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). 생초복합비료와 천연유기질비료와의 비교에서는 품질의 변화폭이 일정하고 최소수용품질 이상의 품질을 나타내기에 생초복합비료가 그 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 속효성비료인 urea 와의 비교에서 그 차이가 더 크게 나타났다. 그러나 생초복합비료의 시비 빈도간에 따른 차이는 본 실험에서 나타나지 않았다.

주요어: 생초복합비료, 예지물, 천연유기질비료, Kentucky bluegrass

References

- 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.
- Causeret, J. 1984. Nitrates, nitrites, nitrosamines: Apports alimentaires et sante´. Ann. Fals. Exp. Chim. 77:131-151.
- Chen, Y. and 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, Madison, 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 influenced 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 Agroeco-syst. 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 of clipping management on nitrogen requirements of tall fescue and bermudagrass: 1991 evaluation. Texas Turf
- Johnson, B. J., R. N. Carrow and R. E. Burns. 1987. Bermudagrass response to mowing practices and fertilizer. Agron. J. 79:677-680.
- Karnok, K. J. 1990. The effects of non-nutritional growth enhancers on the growth and quality of 'Penncross' creeping bentgrass. Final report to Humate International (formerly Galbraith Enterprises). University of Georgia. Athens, Georgia, USA.
- Kim, S. J., D. H. Kim, and S. K. Lee. 2011. Effects of liquid fertilizer produced from fermented clippings for creeping bentgrass growth. Asian J. Turfgrass Sci. 25(2):202-207. (in Korean)
- 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 homoeo-carpa*, infection. Agron. J. 61:701-705.
- Murray, J. J., and F. V. Juska. 1977. Effect of management practices on thatch accumulation, turf quality, and leaf spot damage in common 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 of nitrogen applied to turfgrass. Crop Science 21:531-536.
- Zhang, X. and R. E. Schmidt. 2000. Hormone-containing products' impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. Crop Sci. 40:1344-1349.