

초지형과 Endophyte 감염이 Tall Fescue의 수량, 사료가치 및 가축생산성에 미치는 영향

이종경 · 김동암* · 이광녕* · 이성철**

Effect of Pasture Types and Endophyte Infection on the Dry Matter Yield, Forage Quality, and Animal Performance of Tall Fescue Pasture

Joung Kyong Lee, Dong Am Kim*, Kwang Nyong Lee* and Sung Cheol Lee**

Summary

This experiment was carried out to investigate the effect of pasture types(mixture and mono tall fescue pasture) and endophyte infection on the dry matter yield, forage quality and animal performance of pasture plants at the Experimental Field of Grassland and Forage Crops Division, National Livestock Research Institute, Suweon, in 1994. The results obtained are summarized as follows :

DM yield of tall fescue monoculture was significantly higher($p < 0.05$) than that of mixture pasture, while DM yield of endophyte-infected pasture was significantly higher($p < 0.05$) than that of endophyte-free for two pasture types.

Crude protein yield(CPY) of tall fescue monoculture was significantly higher($p < 0.05$) than that of mixture, and the higher CPY with endophyte-infect tall fescue for both pasture types resulted from higher DM yield of the pastures. NDF and ADF contents of pasture plants were not influenced by pasture types, and there was no difference for NDF and ADF contents between endophyte-infect and -free pasture mixture, however, those of pasture plants were increased with endophyte-infect tall fescue in monoculture. IVDMD of pasture plants was increased with mixture and endophyte-free tall fescue for both pasture types. IVDMD of pasture plants was greatly influenced by pasture types and endophyte infection.

There were no significant differences in average daily gain of Korean native cattle between pasture types, but those of the cattle were significantly increased with endophyte-free tall fescue for both pasture types($p < 0.05$).

Based on the results of this experiment, it is suggested that a slightly more forage yield could be obtained from monoculture and endophyte-infected tall fescue. However, liveweight gain was increased by mixture and endophyte-free tall fescue with good quality.

축산기술연구소(National Livestock Institute, Suweon 441-350, Korea)

* 서울대학교 농생대(Seoul National University, Suweon 441-744, Korea)

** 우석대학교 동물자원학과(Woo Suk University, Wanju 565-800, Korea)

I. 서 론

최근 여러나라에서 보고된 endophyte는 주로 톨 페스큐와 페레니얼 라이그라스의 종자와 분얼경에서만 발견되며, 외부적으로는 증상과 포자가 나타나지 않고 기생 또는 공생으로 식물체 조직내에서만 상보적으로 존재하면서 성장하는 유일한 종자 전염 곰팡이이다. Read 및 Camp(1986)는 endophyte에 감염된 톨 페스큐가 감염되지 않은 톨 페스큐보다 건물생산이 약간 많다고 하였으나 그 차이는 작다고 하였고, Jackson 등(1984)은 CP, ADF, NDF와 IVDMD 등 목초의 사료가치는 큰 변화가 없으나 감염으로 목초 섭취량은 감소한다고 하였다.

대개 톨 페스큐를 채식한 가축의 생산성 감소는 감염에 의해 CP, 광물질, NDF, ADF 및 IVDMD 같은 목초의 품질 차이가 나지 않고(Hoveland 등, 1980), 주로 목초 섭취량과 영양소 이용효율의 저하때문인 것으로 보고되고 있다(Peters 등, 1992). 현재 미국, 뉴질랜드

와 일본 등에서는 endophyte 감염에 대한 관심이 지대하고 연구도 활발하나 우리나라에서는 미미한 실정이다(이 등 1996). 따라서 본 연구는 우리나라에서 환경에 대한 적응성이 높은 톨 페스큐의 endophyte 감염에 대한 체계적 연구를 위하여 한우 육성우 방목시 초지형(혼파 및 단파)과 endophyte 감염이 목초의 수량, 사료가치 및 가축생산성에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

시험은 농촌진흥청 축산기술연구소 초지사료과의 시험포장에서 1993년 9월부터 1994년 10월까지 실시하였으며, 시험포장의 토양은 Table 1에서 보는 바와 같다. 토양은 식양토로서 토양의 pH, 유기물 및 총 질소함량은 각기 중 정도였으며, 유효인산 함량은 비교적 높은 편이었다. 또한 치환성 Ca를 제외하고 Na, Mg과 K는 충분한 함량이었다.

Table 1. Chemical properties of the soil at the experimental field.

pH (1:5 H ₂ O)	OM (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Total N (%)	Exchangeable (me/100 g)			
				Na	Ca	Mg	K
5.2	2.2	413.5	0.2	0.08	1.27	0.57	0.73

본 시험은 표준 혼파초지와 톨 페스큐 단파초지를 주구로 endophyte 감염과 무감염을 세구로 하여 분할구 시험법으로 시험설계를 하였으며, 각 시험구당 면적은 0.2 ha로 5개의 목구를 가지고 생후 6개월령인 한우 거세우 3두(방목시 체중 약 150kg)를 윤환방목하였다. 공시초종은 Ky 31 톨 페스큐로 International Seeds, Inc.에서 구입한 endophyte 감염종자(>85% 감염)와 endophyte 무감염종자(<2% 감염)를 사용하였다. 파종량은 표준혼파조합으로 오차드그라스(Potomac), 톨 페스큐(Ky31), 페레니얼 라이그라스(Reveille), 센터키 블루그라스(Kenblue), 화이트클로버(Ladino Regal)를 ha당 각각 16, 9, 5, 3 및 2kg으로 총 35kg을, 톨 페스큐 단파초지도 ha당 35kg을 걸뿌림산파하였다. 시비량은 조성비료로 ha당 질소 80, 인

산 200, 칼리 70kg을 파종당일 전량 시용하였고, 관리비료는 연간 ha당 질소 210, 인산 150, 칼리 240kg을 시용하였는데 질소와 칼리는 매 방목후 균등 분시하였으며, 인산은 이른 봄과 가을 마지막 방목후로 2회 분시하였다. 석회는 알카리도 60%인 소식회 분말을 석회 요구량 조사 후 파종전 살포하였다.

방목은 4월 26일 1차 방목을 시작하여 연간 6회 실시하였으며, 목초생육에 따라 4차 방목부터는 처리간 다르게 실시하였다. 목초의 수량조사는 방목전 1m²(1×1m)를 지상 6cm 높이로 예취하여 청초수량을 측정후, 300-400g의 시료를 75℃의 순환식 송풍건조기(dry oven) 내에서 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 건물수량을 측정하였다. 각 시험에서 채취한 건조시료는 건물수량을 환산한 후 20 mesh Wiley Mill로

분쇄한 후 분석에 사용하였다. Neutral detergent fiber (NDF) 및 Acid detergent fiber(ADF) 함량은 Goering 및 Van Soest 법(1970), 조단백질의 함량은 AOAC 법(1984)으로 분석하였다. *In vitro* 건물 소화율의 측정 방법은 Tilley 및 Terry 법(1963)을 Moore (1970)가 수정한 방법을 사용하였다. 가축의 증체량은 우형기를 이용하여 매월 1회 측정하였고, 가축관리는 방목전 약 10일동안 순치를 하였고 고온기에 보충사료로서 조단백질 14%와 TDN 70%인 배합사료를 체중의 0.5%씩 급여하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 목초의 건물수량

초지형과 endophyte 감염이 목초의 건물수량에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행된 시험에서 얻어진 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 초지형에 따른 목초의 평균 건물수량은 혼파초지에서는 6,492 kg, 단파초지에서는 9,251kg으로 단파초지에서 훨씬 많아 초지형간에 유의적인 차이를 보였고($p < 0.05$), endophyte 감염에 따른 건물수량은 혼파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 6,832kg과 6,152kg으로, 단파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 9,781kg과 8,720 kg으로 모두 endophyte 감염초지에서 높았지만 두 처리간에는 유의적인 수량차이는 인정되지 않았다. 그리고 사초의 건물수량에 있어서 초지형과 endophyte 감염 또는 무감염간에는 6차 수확을 제외하고는 상호 교호작용이 없었다.

Table 2. Effect of pasture type and endophyte infection on dry matter yield of pasture plants under grazing

Pasture type	Endophyte status	Dry matter yield						
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	Mean
..... kg/ha								
Mix.	+	1,643	1,320	567	985	1,269	1,048	6,832
	-	1,585	894	418	877	1,151	1,227	6,152
	Mean	1,614	1,107	492	931	1,210	1,138	6,492
Mono	+	3,333	1,587	495	1,395	1,515	1,456	9,781
	-	3,329	1,519	399	1,430	984	1,059	8,720
	Mean	3,331	1,553	447	1,412	1,250	1,258	9,251
LSD(0.05)	P	137	NS	NS	NS	NS	NS	220
	E	NS	52	12	NS	59	NS	NS
	E × E	NS	NS	NS	NS	NS	368	NS

NS : not significant.

Bouton 등(1993)은 대개 endophyte 감염 톨 페스큐의 clone은 무감염 톨 페스큐보다 온실에서는 더 많은 DM 생산, 분얼 및 뿌리생장을 하며 포장에서는 경합력이 강하다고 하여 본 시험의 결과와 일치하고 있다. 방목횟수에 따른 목초의 건물수량은 모두 1차 방목시에 가장 많았으며 가뭄등 불량한 기상조건으로 인하여 3차 방목시에는 크게 감소하였다. 특히 불량한 기상조건(2차, 3차 및 4차)에서 목초의 건물수

량은 대개 endophyte 무감염초지에서 감소폭은 컸으며, 다음 재생 수량도 톨 페스큐 단파초지보다는 다른 초종과의 혼파초지가 그리고 양 초지형 모두 endophyte 감염보다는 무감염초지에서 낮았다.

2. 목초의 사료가치

(1) 조단백질 수량

초지형과 endophyte 감염이 목초의 조단백질

(CP) 수량에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행된 시험에서 얻어진 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다.

초지형에 따른 목초의 평균 CP 수량은 혼파초지에서는 1,413kg, 단파초지에서는 1,978kg으로 단파구에서 많아 초지형간에 유의적인 차이를 보였고($p < 0.05$), endophyte 감염에 따른 CP 수량은 혼파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 1,544kg과 1,281kg, 단파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 2,002kg과 1,953kg으로 모두 endophyte 감염구에서 많았으나 유

의적인 차이가 없었다. 단파시 목초의 CP 함량은 endophyte 무감염보다 감염구에서 낮았지만 CP 수량이 감염구에서 높았던 것은 건물수량이 높았기 때문이며, 방목횟수에 따른 CP 수량은 건물수량과 마찬가지로 모두 1차 방목시가 가장 많았고 3차 방목시가 가장 낮았다. 그리고 조단백질수량에 있어서 초지형과 endophyte 감염 또는 무감염간에는 2차 수확을 제외하고 상호 교호작용이 없었다.

Table 3. Effect of pasture type and endophyte infection on CP yield of pasture plants under grazing

Pasture type	Endophyte status	CP yield						
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	Total
..... kg/ha								
Mix.	+	338	323	90	245	284	264	1,544
	-	323	174	77	238	228	241	1,281
	Mean	331	249	84	242	256	252	1,413
Mono	+	530	390	103	337	338	304	2,002
	-	569	389	84	408	246	257	1,953
	Mean	549	390	94	373	292	281	1,978
LSD(0.05)	P	137	NS	NS	NS	NS	NS	220
	E	NS	52	12	NS	59	NS	NS
	P × E	NS	73	NS	NS	NS	NS	NS

NS : not significant.

(2) NDF 및 ADF 함량

초지형과 endophyte 감염이 목초의 NDF 함량에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 수행된 시험에서 얻어진 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

초지형에 따른 목초의 평균 NDF 함량은 혼파시에는 55.7%와 단파시에는 55.1%로 초지형간에 큰 차이가 없었고, endophyte 감염에 따른 NDF 함량은 혼파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 55.6%와 55.8%, 단파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 57.8%와 52.9%로 혼파시에는 endophyte의 영향이 크게 없었으나 단파시에는 endophyte 감염초지에서 높았다. 본 시험에서 각 처리 모두 NDF 함량은 52.9~57.8% 범위로 낮아 사료가치가 높은 편이었는데 CP 함량과 마찬가지로

지로 1차 이용 후 부터 모든 초지를 일찍 이용하였기 때문으로 생각된다.

또한 초지형과 endophyte 감염이 목초의 ADF 함량에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 수행된 시험결과는 Table 5에서 보는 바와 같다.

초지형에 따른 목초의 평균 ADF 함량은 혼파시에는 27.5%, 단파시에는 28.1%로 단파초지에서 높았으며, endophyte 감염에 따른 ADF 함량은 혼파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 27.3%와 27.6%, 단파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 29.2%와 26.9%로 혼파시에는 endophyte 감염과 무감염간에 차이가 없었으며 단파시에는 endophyte 감염초지에서 크게 높아 사료가치가 상대적으로 낮았다.

Table 4. Effect of pasture type and endophyte infection on NDF content of pasture plants under grazing

Pasture type	Endophyte status	NDF content						Mean
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	
	 %						
Mix.	+	53.4	54.9	59.9	47.6	60.9	57.1	55.6
	-	56.9	52.7	54.7	46.4	64.3	59.6	55.8
	Mean	55.2	53.8	57.3	47.0	62.6	58.4	55.7
Mono	+	59.8	53.4	53.9	59.6	65.9	54.1	57.8
	-	58.5	53.8	52.3	53.9	51.3	47.7	52.9
	Mean	59.2	53.6	53.1	56.8	58.6	50.9	55.1

Table 5. Effect of pasture type and endophyte infection on ADF content of pasture plants under grazing

Pasture type	Endophyte status	ADF content						Mean
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	
	 %						
Mix.	+	22.9	25.5	33.3	26.4	29.5	26.3	27.3
	-	22.8	25.5	29.4	22.5	31.6	34.0	27.6
	Mean	22.9	25.5	31.4	24.5	30.6	30.2	27.5
Mono	+	29.4	25.9	28.1	28.2	33.5	29.9	29.2
	-	27.9	25.5	28.7	25.1	28.5	25.8	26.9
	Mean	28.7	25.7	28.4	26.7	31.0	27.9	28.1

Fiorito 등(1991)의 보고에서도 NDF의 함량은 감염초지는 70.4%, 무감염초지는 64.7%였으며 또 ADF의 함량은 감염초지는 36.4%, 무감염초지는 34.9%로 감염초지에서 약간 높았지만 큰 차이는 없다고 하여 본 시험의 결과와 일치하고 있다.

(3) IVDMD 함량

초지형과 endophyte 감염이 목초의 IVDMD 함량에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 수행된 시험에서 얻어진 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다.

초지형에 따른 목초의 평균 IVDMD 함량은 혼파시에는 71.3%, 단파시에는 68.5%로 혼파초지에서 높았

으며, endophyte 감염에 따른 IVDMD 함량은 혼파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 70.5%와 72.0%, 단파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 66.5%와 70.4%로 혼파와 단파 모두 endophyte 감염초지에서 IVDMD는 낮아 초지의 사료가치는 떨어졌다. Reid 등(1978)은 톨 페스큐의 DMD 함량은 영양생장기에 72.0%, 개화전에는 64.2%, 개화초기에는 65.9%, 개화기에는 60.5%로 모든 생육기를 통하여 다른 초종보다 낮았으며 톨 페스큐의 DMD와 채식량은 가을에 더 낮았다고 하였다. 본 시험에서도 톨 페스큐 단파초지의 IVDMD 함량은 Reid 등(1978)의 연구결과와 비슷하였으며 1차와 2차 방목시에 높았던 함량이 3차, 4차 및 5차 방목시에 낮았다가 5차 이후에 다시

높아졌다. 또한 본 시험에서 목초의 소화율은 감염과

무감염초지간에 큰 차이가 없었다(Jackson 등, 1984).

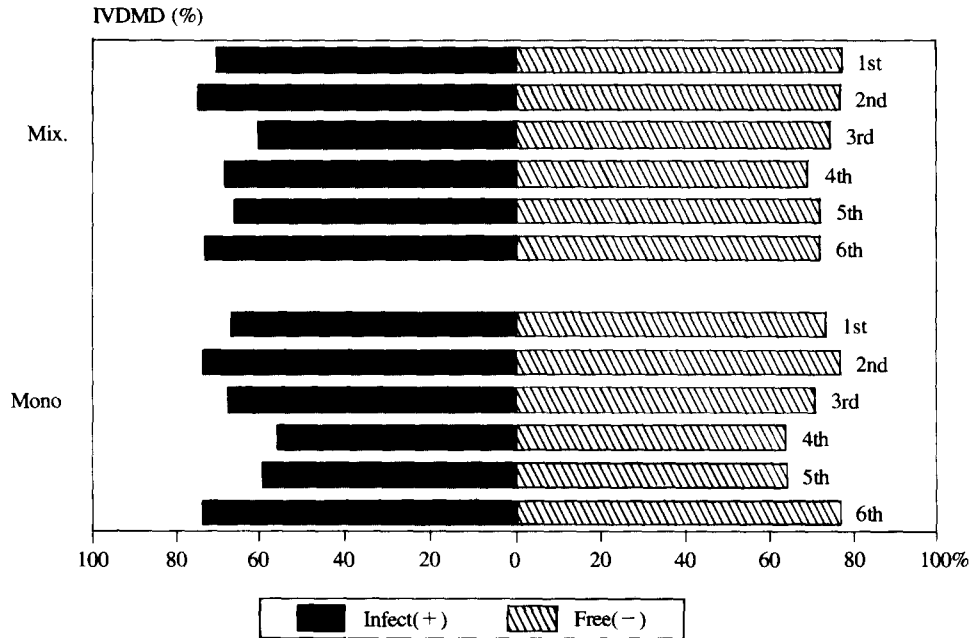


Fig. 1. Effect of pasture type and endophyte infection on IVDMD of pasture plants under grazing.

(4) 한우의 가축생산성

1) 일당 증체량

초지형과 endophyte 감염이 한우의 일당 증체량에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행된 시험에서 얻어진 결과는 Table 6에서 보는 바와 같다.

초지형에 따른 한우의 일당 증체량은 혼파초지에서는 0.67kg, 단파초지에서는 0.58kg으로 혼파초지에서 높았으나 초지형간에 유의적인 차이는 없었고, endophyte 감염에 따른 한우의 일당 증체량은 혼파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 0.59kg과 0.74kg, 단파시 endophyte 감염과 무감염은 각각 0.54kg과 0.61kg으로 모두 endophyte 무감염초지에서 높았으며 endophyte 감염과 무감염초지간에 유의적인 차이가 인정되었다($p < 0.05$). 그러나 한우의 일당증체량에 있어서 초지형과 endophyte 감염 또는 무감염간에는 7월을 제외하고는 상호 교호작용이 없었다.

Peters 등(1992)에 따르면 endophyte에 감염된 초지에서 방목한 가축은 무감염 초지나 오차드그라스 초

지보다 일당 증체량의 감소가 있었으며 감소 폭은 처음 28일 동안이 가장 컸다고 하여 본 시험의 결과와 일치하고 있다. Thompson 등(1987)은 일당 증체량 등 가축 생산성의 감소는 건물 채식량의 감소와 관계가 있으며 주로 prolactin인 홀몬 변화와 알려지지 않은 다른 요인들이 작용한다고 하였다. 본 시험에서 월별에 따른 평균 일당 증체량은 모두 목초의 생육이 왕성한 5월이 가장 높았고 고온과 건조기인 7월이 가장 낮았으며, 8월에 약간 증가하다가 목초생육이 느린 9월에는 다시 감소한 것으로 보아 일당 증체량은 기온에 따른 목초의 생육과 밀접한 관계가 있다고 생각된다.

또한 봄철에는 endophyte 감염과 무감염사이에 유의적인 차이가 없다가 7월, 8월과 9월에 유의적인 증체 차이가 인정되었다($p < 0.05$). Hemken 등(1981)은 방목가축의 불량한 가축 생산성은 기온과 관계있고 독성물질은 생육 기간 동안 계속 존재한다고 하여 본 시험의 결과와 일치하고 있다. 그러나 Howard 등

(1992)은 가축은 잎과 줄기를 선택적으로 채식하기 때문에 결과적으로 독성물질의 채식을 덜한다고 하

였는데 앞으로 이 부분에 대한 연구가 필요하다 하겠다.

Table 6. Effect of pasture type and endophyte infection on average daily gain of Korean native cattle under grazing

Pasture type	Endophyte status	Average daily gain					
		May	June	July	Aug.	Sep.	Mean
..... kg/day/animal							
Mix.	+	0.84	0.83	0.07	0.95	0.28	0.59
	-	0.97	0.74	0.41	0.57	1.01	0.74
	Mean	0.90	0.79	0.24	0.76	0.65	0.67
Mono	+	0.81	0.78	0.07	0.86	0.19	0.54
	-	0.96	0.63	0.12	0.66	0.67	0.61
	Mean	0.89	0.71	0.10	0.76	0.43	0.58
LSD(0.05)	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	E	NS	NS	0.14	0.25	0.15	0.99
	P × E	NS	NS	0.20	NS	NS	NS

NS : not significant.

IV. 적 요

본 연구는 우리나라에서 환경에 대한 적응성이 높은 목초종 하나인 톨 페스큐에 있어서 사초로서의 생육 특성 및 endophyte에 대한 체계적 연구를 위하여 한우 육성우 방목시 초지형과 endophyte 감염이 사초의 수량, 사료가치 및 가축생산성에 미치는 영향을 구명하고자 1993년부터 1994년까지 축산기술연구소 초지사료과 시험포장에서 수행되었다. 처리내용은 주구를 초지형(혼파 및 단파), 세구를 endophyte 감염과 무감염초지로 하여 분할구 배치하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

목초의 건물수량은 혼파보다 단파초지에서 높았고 ($p < 0.05$) 두 처리 모두 endophyte 무감염품종보다 감염품종에서 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$).

목초의 CP 수량은 혼파보다는 단파초지에서 유의적으로 높았으며 ($p < 0.05$), 두 처리 모두 endophyte 감염품종에서 높았는데, 이는 높은 건물수량에서 기인된 것이다. 목초의 NDF와 ADF 함량은 혼파와 단파

초지간에 큰 차이가 없었으며, 혼파시에는 endophyte 감염여부에 따른 차이는 작았으나 단파시에는 endophyte 감염품종에서 높았다. IVDMD 함량은 단파보다는 혼파초지에서, 그리고 두 처리 모두 endophyte 무감염품종에서 높았으며 뚜렷한 차이를 나타내었다.

한우의 일당증체량은 초지형간에는 유의적인 차이가 없었으나, 두 초지형에 있어서 모두 endophyte 무감염초지에서 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$).

따라서 사초의 생산성은 단파초지에서, 그리고 endophyte 감염품종에서 높았으나 사초의 사료가치와 가축의 생산성은 혼파초지에서, 그리고 endophyte 무감염 품종에서 우수하였다.

V. 인용문헌

1. A. O. A. C. 1984. Official method of analysis. 14th ed. AOAC, Washington, DC.
2. Bouton, J.H., R.N. Gates, D.P. Belesky, and M.

- Owsley. 1993. Yield and persistence of tall fescue in the southeastern coastal plain after removal of its endophyte. *Agron. J.* 85:52-55.
3. Fiorito, I.M., L.D. Bunting, G.M. Davenport, and J. A. Boling. 1991. Metabolic and endocrine responses of lambs fed *Acremonium coenophialum*-infected or noninfected tall fescue hay at equivalent nutrient intake. *J. Anim. Sci.* 69:2108-2114.
 4. Goering, H.L., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook No. 379.* USDA.
 5. Hemken, R.W., J.A. Boling, L.S. Bull, R.H. Hatton, R.C. Buckner, and L.P. Bush. 1981. Interaction of environmental temperature and anti-quality factors on the severity of summer fescue toxicosis. *J. Anim. Sci.* 52:710-714.
 6. Hoveland, C.S., R.L. Haaland, C.C. King, Jr., W.B. Anthony, E.M. Clark, J.A. McGuire, L.A. Smith, H. W. Grimes, and J.L. Holliman. 1980. Association of *Epichloe typhina* fungus and steer performance on tall fescue pasture. *Agron. J.* 72:1064-1065.
 7. Howard, M.D., R.B. Muntifering, N.W. Bradley, G. E. Mitchell, Jr., and S.R. Lowry. 1992. Voluntary intake and ingestive behavior of steers grazing Johnstone or endophyte-infected Kentucky-31 tall fescue. *J. Anim. Sci.* 70:1227-1237.
 8. Jackson, J.A., Jr., R.W. Hemken, J.A. Boling, R.J. Harmon, R.C. Buckner, and L.P. Bush. 1984. Loline alkaloids in tall fescue hay and seed and their relationship to summer fescue toxicosis in cattle. *J. Dairy Sci.* 67:104-109.
 9. Moore, J.E. 1970. *In vitro* dry matter or organic matter digestion. *Nutri. Res. Techn.* 1 : 5001-5005.
 10. Peters, C.W., K.N. Grigsby, C.G. Aldrich, J.A. Paterson, R.J. Lipsey, M.S. Kerley, and G.B. Garner. 1992. Performance, forage utilization, and ergovaline consumption by beef cows grazing endophyte fungus-infected tall fescue, endophyte fungus-free tall fescue, or orchardgrass pastures. *J. Anim. Sci.* 70:1550-1561.
 11. Read, J.C., and B.J. Camp. 1986. The effect of the fungal endophyte *Acremonium coenophialum* in tall fescue on animal performance, toxicity, and stand maintenance. *Agron. J.* 78:848-850.
 12. Reid, R.L., K. Powell, J.A. Balasko, and C.C. McCormick. 1978. Performance of lambs on perennial ryegrass, smooth brome grass, orchardgrass and tall fescue pasture. 1. Live weight changes, digestibility and intake of herbage. *J. Anim. Sci.* 46:1493-1502.
 13. Thompson, F.N., J.A. Stuedemann, J.L. Sartin, D.P. Belesky, and O.J. Devine. 1987. Selected hormonal changes with summer fescue toxicosis. *J. Anim. Sci.* 65:727-733.
 14. Tilley, J.M.A., and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104-111.
 15. 이종경, 임근발, 김종근, 김동암, 김맹중. 1996. 생태형 톨 페스큐의 생육특성과 엔도파이트의 감염 조사. *농업논문집.* 38(1):798-801.