

Tall Fescue의 Endophyte 감염과 예취횟수에 관한 연구

I. 생육특성, 수량 및 잡초율에 미치는 영향

이종경 · 김동암* · 조무환 · 이성철**

Studies on the Endophyte Status and Cutting Frequency of Tall Fescue(*Festuca arundinacea* Schreb.)

I. Agronomic characteristics, DM yield and weed development of tall fescue

Joung Kyong Lee, Dong Am Kim*, Mu Hwan Jo and Sung Cheol Lee**

Summary

This experiment was carried out to investigate the effects of endophyte status(endophyte-free and -infect) and cutting frequency(3, 4, 5 and 6 times/year) on the agronomic characteristics, DM yield and weed development of tall fescue(*Festuca arundinacea* Schreb.) at the Experimental Field of Grassland and Forage Crops Division, National Livestock Research Institute, Suweon, from 1993 to 1994. The results obtained are summarized as follows:

DM yield of endophyte-infected tall fescue was slightly higher than that of endophyte-free tall fescue. DM yield of two tall fescue varieties was significantly decreased with frequent cutting($p < 0.05$).

Weed development of pasture tended to be decreased with endophyte-infected tall fescue and infrequent cutting, and endophyte-infected tall fescue had a good adaptation to the poor environment.

Based on the results of this experiment, it is suggested that a slight increase in forage yield could be obtained from endophyte-infected tall fescue and endophyte-infected tall fescue was more persistent than endophyte-free tall fescue under poor conditions.

I. 서 론

최근 노동력 부족 및 임금상승으로 농가의 초지 이용방법은 채초에서 방목으로 전환되고 있다. 따라서 방목에 적합한 초종 및 품종의 선발, 방목가축에 의한 초지 이용의 극대화와 사료가치를 증진시키는 데 초지조성과 관리의 목표를 두고 있다. 또한 환경에 대하여 적응성이 높으면서 사료가치도 뒤떨어지지 않고 생산량도 연중 고른 분포를 나타낼 수 있는 초

종의 선발이 강구되고 있다.

기후 및 토양적인 관점에서 볼 때에 개량목초종에서 환경에 대한 적응범위가 가장 넓고(Mott 등, 1971) 이른 봄 생육이 빠르고 오랫동안 지속성이 있어 연간 방목기간이 길며(Van Keuren, 1970), 사료가치는 계절에 따른 변화가 있지만 연중 가축의 요구량에 알맞는 목초로서 툴 페스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.)가 있다.

그러나 툴 페스큐에는 방목가축의 생산성 저하뿐

축산 기술연구소(National Livestock Research Institute, Suweon 441-390, Korea).

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

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

아니라 심하면 폐사까지 야기시키는 endophyte (*Acremonium coenophialum* Morgan-Jones 및 Gams)가 감염되어 있다는 연구결과가 보고되면서 1980년대 초 부터 톨 페스큐에 대한 품질, 가축 생산성 및 endophyte에 대한 연구가 다각도로 이루어지고 있다 (Bacon 등, 1977).

Endophyte에 감염되면 목초는 내병성과 내충성등 불량환경에 대한 적응력이 커지고 다른 목초보다 경합력이 증가하며(Hill 등, 1991) 예취후 빠른 재생등 많은 장점들도 가지고 있다(Arachevaleta 등, 1989).

예취방법에 의한 목초 생산성은 초종에 따라 차이가 있지만 보통 예취횟수가 적을 때 건물수량은 높으나(Muhlschlegel 등, 1986), 사료가치와 지속성도 고려하여야 한다(Winch 등, 1970). 또한 endophyte에 감염된 톨 페스큐보다 무감염된 톨 페스큐가 심한 예취관리에 더 영향을 받으며(Hoveland 등, 1990), 톨 페스큐는 영양생장기에 예취하면 다른 초종보다 건물수량이 높고(Austenson, 1963), 예취 높이가 짧지 않으면 예취빈도가 많아도 영향이 없으며 예취높이는 7.4~9.8cm가 지속성 및 생산성에 좋다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 환경 적응성이 높은 목초로서 톨 페스큐에 대한 관심이 차차 증대되고 있는 시점에서 톨 페스큐에 대한 사초로서의 생육특

성 및 endophyte에 대한 체계적 연구를 위하여 endophyte 감염과 예취횟수가 톨 페스큐의 생육 특성, 수량 및 잡초율에 미치는 영향을 구명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

시험은 농촌진흥청 축산기술연구소 초지사료과의 시험포장에서 1992년 9월부터 1994년 10월까지 실시하였다. 시험포장은 전에 목초가 재배되던 곳으로 파종 1개월전에 근사미(glyphosate)를 ha당 1.8kg a. e. 를 살포하고 식물체가 고사된 다음 화입한 후 조성하였으며, 시험포장 토양의 화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 시험지 토양은 식양토로서 pH, 유기물 및 총질소함량은 각기 중 정도였으며, 유효 인삼함량도 톨 페스큐의 생육에 충분하였다. 또한 치환성 Ca를 제외하고 Na, Mg과 K는 약간 낮은 함량이었다.

본 시험이 수행된 1993년 3월부터 1994년 10월까지 수원지방의 기상조건은 Fig. 1과 2에서 보는 바와 같다. 목초 파종시기인 1992년 9월 상순과 중순에는 예년보다 강우량이 적었으나 하순에는 예년에 비하여 9월에 20.1mm 더 내려 목초의 발아에 크게 도움이 되었다.

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

pH (1:5)	OM (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Total N(%)	Exchangeable(mg/100g)			
				Na	Ca	Mg	K
6.0	1.7	156.7	0.1	0.07	5.17	0.4	0.09

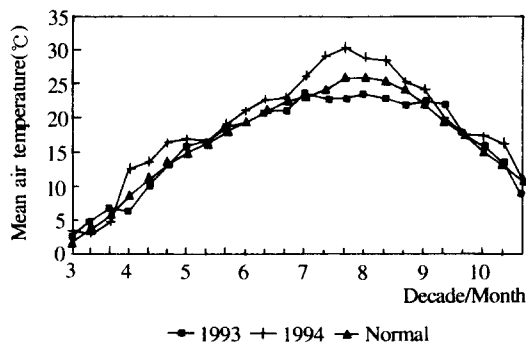


Fig. 1. Mean air temperature during the experimental period in Suweon, 1993 and 1994

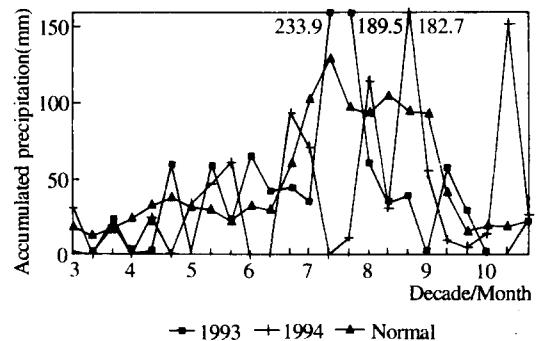


Fig. 2. Accumulated precipitation during the experimental period in Suweon, 1993 and 1994

1993년은 목초생육기간인 3월 중순부터 11월 중순 사이의 평균기온이 16.7℃로써 예년과 대차없었으나 고온기간인 7월 중순부터 8월 하순사이에는 22.9℃로써 예년의 25.1℃에 비해 2.2℃가 낮았다. 목초생육기간중 강수량은 1,063mm로써 예년의 1,188mm에 비하여 125mm가 적었으나 7월 중순과 하순에는 423mm의 집중강우로 목초의 생육기간 강수량의 약 40%를 차지하였다.

1994년은 목초생육기간인 3월 상순부터 10월 하순 사이의 평균기온은 18.7℃로 예년에 비하여 1.8℃가 높았으며 특히 고온기간인 7월 중순부터 8월 하순사이에는 28.5℃로써 예년의 25.1℃에 비해 3.4℃나 높았다. 강수량은 979mm로써 예년의 1,177mm에 비하여 198mm가 적었으며, 특히 4월부터 건조하였고 7월에는 강수량이 예년에 비하여 247.5mm나 적게 내렸다.

본 시험은 endophyte와 예취횟수가 톨 페스큐의 생육, 수량 및 잡초율에 미치는 영향을 구명하기 위하여 주구를 endophyte 감염과 무감염, 세구를 예취횟수(연간 3, 4, 5 및 6회)로 하여 분할구배치 3반복으로 시험설계하였으며, 시험구당 면적은 6m²(3×2m)로 하였다.

공시초종은 International Seeds, Inc.에서 구입한 Ky 31 톨 페스큐로 endophyte 감염종자(> 85%감염)와 endophyte 무감염종자(< 2%감염)를 ha당 각각 35kg씩을 곁뿌림 산파하였다. 시비량은 조성비료로 ha당 질소 80, 인산 200, 칼리 70kg을 파종당일 전량 사용하였고, 관리비료는 연간 ha당 질소 280, 인산 200, 칼리 240kg을 주었는데, 질소와 칼리는 요소와 염화칼리로 매 예취후 균등 분시하였으며, 인산은 용성인비료로 이른 봄과 가을 마지막 예취후로 2회 분시하였다. 석회는 알카리도 60%인 소석회 분말을 석회요구량 조사 후 파종전 살포하였다.

톨 페스큐의 수확은 1993년은 3회(6월 4일, 7월 27일, 10월 6일), 4회(5월 21일, 6월 24일, 8월 17일, 10월 6일), 5회(5월 14일, 6월 16일, 7월 26일, 9월 5일, 10월 6일) 및 6회(5월 7일, 6월 4일, 7월 6일, 8월 6일, 9월 5일, 10월 6일)로 하였으며, 1994년은 3회(5월 31일, 8월 8일, 10월 18일), 4회(5월 27일, 7월 6일, 9월 1일, 10월 18일), 5회(5월 19일, 6월 15일, 7월 27일, 9월 6일, 10월 18일) 및 6회(5월 6일, 6월 8일, 7월 16일, 8

월 22일, 9월 22일, 10월 18일)로 하였다.

시료의 수확방법은 포장시험용 예취기로 시험구 중앙부위(1.2×3m)를 지상 6cm 높이로 수확하여 청초수량을 조사하였으며, 각 구별로 300~400g의 시료를 채취한 다음 75℃의 순환식 송풍건조기(dry oven) 내에서 72시간이상 충분히 건조시킨 후 건물수량을 조사하였다. 잡초율은 매 예취시마다 달관으로 조사하였다. 토양시료 분석중 토양 pH는 pH meter를 사용하였고 토양유기물 분석 방법은 Tyurin법, 유효태 인산함량은 Bray No. 1 방법, 그리고 질소는 Kjeldahl법에 의하여 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 톨 페스큐의 생육특성 및 건물수량

Endophyte 감염과 예취횟수가 톨 페스큐의 건물수량에 어떻게 영향을 미치는가를 알아보기 위해 수행되어 얻어진 결과는 Table 2와 3에서 보는 바와 같다.

톨 페스큐의 건물수량은 시험 1차년도인 1993년에 endophyte가 무감염된 톨 페스큐는 ha당 13,249kg으로 endophyte가 감염된 톨 페스큐의 13,603kg에 비해 약간 낮았으나 유의적인 차이는 없었으며, 예취횟수는 endophyte가 무감염된 톨 페스큐에서 예취횟수가 3, 4, 5, 6회였을때 ha당 각각 15,400, 12,951, 12,545 및 12,100kg이었고, endophyte가 감염된 톨 페스큐에서는 각각 14,825, 13,910, 13,445 및 12,232kg으로 두 처리 모두 예취횟수가 많을수록 건물수량은 유의적으로 낮아졌다(P<0.05)(Table 2).

또한 시험 2차년도인 1994년에도 endophyte가 무감염된 톨 페스큐의 ha당 건물수량은 8,800kg으로 endophyte가 감염된 톨 페스큐의 9,050kg에 비해 낮았으나 역시 유의적인 차이는 없었다. 예취횟수가 톨 페스큐의 건물수량에 미치는 영향을 보면 endophyte가 무감염된 톨 페스큐에서 예취횟수가 3, 4, 5, 6회였을때 ha당 건물수량은 각각 10,861, 8,882, 7,983 및 7,475kg이었고, endophyte가 감염된 톨 페스큐에서는 각각 11,113, 8,649, 8,505 및 7,932kg으로 예취횟수가 많을수록 건물수량은 유의적으로 낮아져(P<0.05) 시험 1차년도와 똑같은 경향을 나타내었다(Table 3). 그

Table 2. Effect of endophyte and cutting frequency on dry matter yield of tall fescue in 1993.

Endophyte status	Cutting frequency	Dry matter yield						Total
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	
	 kg/ha						
Free(-)	3	5,129	4,984	5,287				15,400
	4	2,214	3,515	4,546	2,676			12,951
	5	1,126	3,295	3,561	3,593	970		12,545
	6	606	2,818	3,097	2,270	2,006	1,303	12,100
	Mean							13,249
Infect(+)	3	5,190	4,717	4,918				14,825
	4	3,678	3,718	4,257	2,257			13,910
	5	1,209	3,197	4,255	3,758	1,026		13,445
	6	620	2,997	3,605	2,063	2,268	679	12,232
	Mean							13,603
LSD(0.05)	E							NS
	C							1,512
	E × C							NS

NS : not significant.

Table 3. Effect of endophyte and cutting frequency on dry matter yield of tall fescue in 1994

Endophyte status	Cutting frequency	Dry matter yield						Total
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	
	 kg/ha						
Free(-)	3	6,507	1,688	2,666				10,861
	4	5,455	619	1,911	897			8,882
	5	2,621	1,651	797	2,062	852		7,983
	6	1,364	2,774	657	1,137	987	556	7,475
	Mean							8,800
Infect(+)	3	5,916	2,103	3,094				11,113
	4	4,612	591	2,246	1,200			8,649
	5	2,289	1,486	1,271	2,513	946		8,505
	6	1,249	2,650	1,171	1,553	832	477	7,932
	Mean							9,050
LSD(0.05)	E							NS
	C							1,764
	E × C							NS

NS : not significant.

리고 1차와 2차년도의 교호작용은 모두 유의적인 차이가 없었다.

Siegel 등(1984), Latch 등(1985)과 Read 및 Camp (1986)는 일반적으로 endophyte가 감염된 툴 페스큐가 무감염된 툴 페스큐보다 건물수량이 높다고 하여 본 시험의 결과와 일치하고 있으나 Bush 및 Burns (1988)가 지적한 바와 같이 그 차이는 크지 않았다.

Bouton 등(1993)은 endophyte 감염 툴 페스큐가 무감염보다 생존율과 수량이 높다고 하였으며 endophyte를 제거하면 생태적인 적응력이 크게 감소한다고 하였다. 또한 Collins 및 McCarrick(1969)은 예취빈도와 건물수량과는 부의 상관을 나타내었다고 하였으며, 욱 및 Jacob(1989)은 예취빈도가 많으면 건물수량이 낮아지나 지속적으로 큰 영향을 미치지 않는다고 하였다. Griffith 및 Teel(1965)도 예취빈도가 많을수록 목초의 건물수량은 감소한다고 하였는데 그것은 초종에 따라 다르다고 하였으며 본 시험의 결과와 일치하고 있다. 특히 2차년도의 1994년에는 1차 예취시에는 수량이 높았으나 모든 처리에서 4회구의 2차 이용과 무감염구에서 5와 6회구의 3차 이용시 수량이 크게 감소하였는데 이것은 봄철에 위조점까지

기록한 가뭄으로 인하여 목초의 생육이 심히 위축되었기 때문으로 생각되며, 결국 1년차보다 2년차의 수량은 크게 감소되었다. 감염과 무감염품종간에 5와 6회구의 3차 이용시 수량차이는 컸다. Hoveland 등 (1990)은 endophyte 무감염 툴 페스큐 품종의 생존과 생산성은 가뭄조건에서 이용에 의해 영향을 받는데 특히 여름에 심하다고 하여 본 시험의 결과와 일치하고 있으며, 계속 방목과 같은 빈번한 이용시에는 과방목이 아니라면 괜찮다고 하였다. Kerrisk 및 Thomson(1990)과 Muhlschlegel 등(1986)도 환경요인 중 온도 및 강수량은 수량을 좌우하는 가장 중요한 기상요인에 속하며 일조시간, 일사량, 재배연도 등도 요인 상호간의 상관에 의해 목초생산성에 큰 영향을 미친다고 하였다.

2. 툴 페스큐 초지의 잡초발생

Endophyte 감염과 예취횟수가 툴 페스큐 초지의 잡초발생에 미치는 영향을 알아보기 위해서 수행된 시험에서 얻어진 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

Table 4. Effect of endophyte and cutting frequency on weed development of tall fescue pasture in 1993

Endophyte status	Cutting frequency	Weeds						Mean
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	
..... %								
Free(-)	3	4.3	6.0	12.3				7.5
	4	5.3	4.3	10.7	16.7			9.3
	5	0.0	6.3	6.7	15.0	11.7		7.9
	6	3.0	6.3	6.7	11.3	9.7	20.0	9.5
	Mean							8.6
Infect(+)	3	6.7	5.0	7.3				6.3
	4	4.3	3.3	8.3	15.0			7.7
	5	1.7	7.3	6.0	14.0	22.3		10.3
	6	2.3	5.7	4.3	9.0	10.0	15.7	7.8
	Mean							8.0
LSD(0.05)	E							NS
	C							NS
	E × C							NS

NS : not significant.

톨 페스큐 초지의 잡초율은 시험 1차년도인 1993년에는 endophyte에 무감염된 초지에서는 8.6%로 감염된 톨 페스큐 초지의 8.0%에 비하여 약간 높았으나 유의적인 차이는 없었고 예취횟수가 3회 및 4회때보다 5회 및 6회구가 잡초율은 높았다. 시험 2차년도인 1994년에도 유의적인 차이는 없었지만 endophyte가 무감염된 톨 페스큐 초지는 평균 24.1%로 endophyte가 감염된 톨 페스큐의 평균 22.0%에 비해 약간 높았다. Endophyte가 무감염된 톨 페스큐 초지에서 예취횟수가 3, 4, 5, 6회였을 때 초지의 평균 잡초율은 각각 22.5, 25.8, 18.4 및 29.7%였고, endophyte가 감염된 톨 페스큐 초지에서는 각각 평균 20.8, 24.2, 19.2 및 23.6%로 예취횟수가 많을수록 잡초율은 많아지는 경향이었다(Table 5). 그리고 1차와 2차년도의 교호작용은 유의적인 차이가 없었다.

West 등(1993)은 바랭이(*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.)와 Goose grass(*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)등 1년생 화본과 잡초의 비율은 endophyte 감염초지보다 무감염초지에서 많았다고 하였으며 이러한 것은 잡초에 대한 endophyte의 allelopathy 영향 때문이라고도 하였다. Coombs 등(1990)은 endophyte 무감염 품종의 주요한 문제점은 지속성이 떨어져 목초의 주수가 감소하는 것이라고 하였다. 따라서 endophyte 무감염 초지는 나지가 많이 발생하여 결과적으로 잡초율은 증가되며 환경에 대한 적응성이 낮은 것으로 평가되며, 또한 잡초율은 수확시기와 기상조건에 따라 많이 좌우된다고 생각된다. Hoveland 등(1984)은 4년간 톨 페스큐 초지의 평균 목초율은 90% 이상 되었으며 endophyte 무감염초지가 잡초율은 약간 많았다고 하였다.

Table 5. Effect of endophyte and cutting frequency on weed development of tall fescue pasture in 1994

Endophyte status	Cutting frequency	Weeds						
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	Mean
	 %						
Free (-)	3	7.0	27.3	33.3				22.5
	4	7.3	25.0	51.0	20.0			25.8
	5	7.3	8.3	20.3	36.7	19.3		18.4
	6	11.0	18.3	42.3	37.3	27.3	41.7	29.7
	Mean							24.1
Infect (+)	3	9.0	25.0	28.3				20.8
	4	8.0	19.0	40.0	29.7			24.2
	5	7.3	11.7	18.3	27.0	31.7		19.2
	6	6.0	15.0	23.3	29.3	33.3	34.7	23.6
	Mean							22.0
LSD(0.05)	E							NS
	C							NS
	E × C							NS

NS : not significant.

본 시험에서도 1년차에는 목초율이 평균 90% 이상 되었지만 2년차에는 크게 감소하였는데 2년차에 있어서 이러한 결과는 위조점까지 도달하는 극심한 가뭄이 계속 되어 많은 목초가 고사되었기 때문이다.

Zarrouh 등(1983)은 여름동안 초지에 있어서 낮은 주수의 식생밀도는 목초 줄기의 발생 감소와 증가된 고사율의 결과라고 하여 본 시험의 결과와 같은 경향이였다.

IV. 적 요

본 연구는 endophyte 감염과 예취횟수가 환경에 대한 적응성이 높은 목초 중 하나인 톨 페스큐의 생육 특성, 수량 및 잡초율에 미치는 영향을 구명하고자 1992년부터 1994년까지 2년간 축산기술연구소 초지 사료과 시험포장에서 수행되었으며, 처리내용은 주구를 endophyte 감염과 무감염품종으로, 세구를 예취횟수(연간 3, 4, 5, 6회)로 하여 분할구 배치하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

톨 페스큐의 건물수량은 endophyte에 감염된 품종이 무감염품종보다 약간 많았으며, 또 3, 4, 5, 6회로 예취횟수가 많아질수록 유의적으로 낮았다($P < 0.05$).

톨 페스큐 초지의 잡초발생물은 endophyte 감염초지에서 낮아 환경에 대한 적응력이 높은 것으로 생각되었으며, 또한 예취횟수가 적을수록 낮아지는 경향이었다.

따라서 톨 페스큐의 endophyte 감염품종은 건물수량이 조금 높았으며 잡초발생이 적었고 환경에 대한 적응성이 높은 것으로 평가되었다.

V. 인용 문헌

1. Arachevaleta, M., C.W. Bacon, C.S. Hoveland, and D.E. Radcliffe. 1989. Effect of the tall fescue endophyte on plant response to environmental stress. *Agron. J.* 81:83-90.
2. Austenson, H.M. 1963. Influence of time of harvest on yield of dry matter and predicted digestibility of four forage grasses. *Agron. J.* 55:149-153.
3. Bacon, C.W., J.K. Porter, J.D. Robbins, and E.S. Luttrell. 1977. *Epichloe typhina* from toxic tall fescue grasses. *Appl. Environ. Microbiol.* 34:576-581.
4. 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.
5. Bush, L.P., and P.B. Burrus Jr. 1988. Tall fescue forage quality and agronomic performance as affected by the endophyte. *J. Prod. Agric.* 1:55-60.
6. Collins, D.P., and R.B. McCarrick. 1969. Effect of time and frequency of cutting on total and seasonal production of herbage. *Herbage Abstracts.* 39 (4):282.
7. Coombs, D.F., A.F. Loyacano, and R.E. Joost. 1990. Stocker beef performance and stand persistence of low-endophyte tall fescue in central Louisiana. *Proceedings of Forage and Grassland Conference.* pp. 120-124.
8. Griffith, W.K., and M.R. Teel. 1965. Effect of nitrogen and potassium fertilization, stubble height, and clipping frequency on yield and persistence of orchardgrass. *Agron. J.* 57:147-149.
9. Hill, N.S., D.P. Belesky, and W.C. Stringer. 1991. Competitiveness of tall fescue as influenced by *Acremonium coenophialum*. *Crop Sci.* 31:185-190.
10. Hoveland, C.S., R.G. Durham, M.D. Richardson, and T.H. Terrill. 1990. Cutting management of endophyte-free tall fescue. *Proc. Forage and Grassl. Conf. Blacksburg, Virginia.* 125-128.
11. Hoveland, C.S., S.P. Schmidt, C.C. King, Jr., J.W. Odom, E.M. Clark, J.A. McGuire, L.A. Smith, H. W. Grimes, and J.L. Holliman. 1984. Steer performance as affected by fungal endophyte on Kentucky 31 tall fescue pasture. Alabama Agricultural Experiment station. pp. 1-14.
12. Kerrisk, J.J., and N.A. Thomson. 1990. Effect of intensity and frequency of defoliation on growth of ryegrass, tall fescue and phalaris. *Proceedings of the NZ Grassland Association.* 51:135-138.
13. Latch, G.C.M., W.F. Hunt, and D.R. Musgrave. 1985. Endophytic fungi affect growth of perennial ryegrass. *N.Z.J. Agric. Res.* 28:165-168.
14. Mott, G.O., C.J. Kaiser, R.C. Peterson, R. Peterson, Jr., and C.L. Rhykerd. 1971. Supplemental feeding of steers on *Festuca arundinacea* Schreb. pastures fertilized at three levels of N. *Agron. J.* 63:751-754.
15. Muhlschlegel, F., G. Voigtlander, 김정갑. 1986. 주요 북방형목초의 건물수량, 화학성분 및 Net energy 축적에 관한 연구. I. 기상환경 및 예취관리에 따른 건물 및 에너지 생산성변화. *한초지.* 6

- (2):103-110.
16. 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.
 17. Siegel, M.R., M.C. Johnson, D.R. Varney, W.C. Nesmith, R.C. Buckner, L.P. Bush, P.B. Burrus II, T.A. Jones, and J.A. Boling. 1984. A fungal endophyte of tall fescue: Incidence and dissemination. *Phytopathology.* 74:932-937.
 18. Van Keuren, R.W. 1970. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle: Pasture methods for maximizing beef cattle production in Ohio. *J. Anim. Sci.* 30:138-142.
 19. West, C.P., E. Izekor, K.E. Turner, and A.A. Elmi. 1993. Endophyte effects on growth and persistence of tall fescue along a water-supply gradient. *Agron. J.* 85:264-270.
 20. Winch, J.E., R.W. Sheard, and D.N. Mowat. 1970. Determining cutting schedules for maximum yield and quality of brome grass, timothy, lucerne and lucerne/grass mixtures. *J. Br. Grassld Soc.* 25:44-52.
 21. Zarrouh, K.M., C.J. Nelson, and J.H. Coutts. 1983. Relationship between tillering and forage yield of tall fescue: II. Pattern of tillering. *Crop Sci.* 23:338-342.
 22. 육완방, H. Jacob. 1989. 영년채초지에 있어서 혼파조합에 관한 연구. II. 예취빈도와 질소시비수준이 건물수량에 미치는 영향. *한초지.* 9(3):129-134.