

방목 혼파초지에서 Endophyte 감염과 비감염 Tall fescue 품종 차이에 따른 목초생산성 및 토양 이·화학성에 미치는 영향

김문철* · 현용주** · 장덕지***

Pasture Production as Affected by Two Varieties of Tall Fescue(*Festuca arundinacea* Sch.) Fawn and Roa on Grazing Pasture

M. C. Kim, Y. J. Hyun and D. J. Chang

ABSTRACT

A study was carried to compare two varieties of tall fescue(*Festuca arundinacea* Schr.): Fawn (endophyte infection) and Roa(endophyte-free). The study examined plant height, botanical composition, and dry matter yield of mixed pasture. The cattle grazed on a mixed pasture of tall fescue species and orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.), perennial ryegrass(*Lolium perenne* L.) and white clover(*Trifolium repens* L.) during March 22, 1997, to September 21, 1997. The number of grazing animals was 4.3/paddock(50m×50m) and was adjusted according to the condition of pasture.

Dry matter yields determined on ungrazed pasture(7-time harvests) were $1,690 \pm 407$ kg and $1,128 \pm 238$ kg/ha on pastures consisting of Fawn and Roa, respectively. This difference was significant($P < 0.01$). There were 17.71 ± 1.27 cm and 12.83 ± 0.90 cm in average plant lengths of Fawn and Roa($P < 0.01$), respectively. The botanical composition of tall fescue and orchardgrass in the mixture treatment included in the Fawn variety were shown in 34.2 and 3.8%, comparing Roa with 17.1 and 9.6%, on the 21th of September, 1997, respectively. Tall fescue Roa represented a higher botanical composition than orchardgrass(a main species on Cheju). Crude protein content of Fawn was slightly less than that of Roa.

From these results, we may conclude that Roa variety is nutritionally better, but is less adaptable to high temperature climate than Fawn. However, Roa variety is still better than orchardgrass in high temperature conditions.

(Key words : Tall fescue varieties, Fawn, Roa, Endophyte, Dry matter yield, Plant height)

I. 서 론

톨 페스큐는 다른 초종에 비하여 온도적응범위가 넓고 토양을 가리지 않기 때문에 우리나라 혼파 방목초지에서 많이 이용되고 있다. 과

거부터 우리나라에서 이용되는 톨 페스큐 품종은 주로 Fawn으로 기호성이 낮아 방목가축이 여름철에 채식을 하지 않으므로 초지불실화를 초래하고 있다. 가축이 이 품종의 채식을 기피하는 이유는 목초 속에 alkaloid가 함유되어 있

* 제주대학교 동물자원과학과(Department of Animal Biotechnology, Cheju National University)

** 북제주군 농업기술센터(BukJeju Agricultural Technology Center)

*** 제주산업 정보대학(Jeju Technology College)

Corresponding author : M. C. Kim, Dept. of Animal Science & Biotechnology, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea Phone(+82) 64-754-3336, e-mail: kimmch@cheju.ac.kr.

기 때문이며 이와같이 목초 내 alkaloid 함량은 *Acromonium endophyte*에 의해 만들어지고(Rice 1990, West 등, 1988) 이런 성분을 함유한 품종은 고온에 대한 적응력이나 병충해 등에 강하다고 Latch(1994)가 보고하였다.

한편 툴 페스큐의 Roa 품종은 뉴질랜드에서 육종된 엔도파이트에 감염되지 않은 품종으로 ryegrass 보다 가뭄이나 병해에 강하지만 정착이 늦어서 다른 식물과 경합력이 약하다고 하였다. 그래서 이 품종은 윤환방목에 적합하며 양질의 목초를 공급할 수 있다고 Langer(1990)가 보고하였다. 그러나 Brock 등(1982)은 툴 페스큐 비감염 품종이 endophyte 감염 품종보다 목초생산성 및 기호성이 높다고 하였다. 한편 정 등(1996)은 제주지역에서 초지조성 후 1~2년 후 실시한 방목시험에서 endophyte 감염 품종 Fawn과 비 감염 품종 Roa 간에 목초생산량에서 차이를 발견치 못했다고 하였다.

이(1995)는 우리나라 중부지역의 혼파목초지에서 툴 페스큐의 엔도파이트 감염과 비 감염 품종에 대한 비교 연구에서 목초 생산량이나 CP 함량이 엔도파이트 감염종이 높았고 한편 IVDMD 함량은 엔도파이트 비 감염종이 높았다고 하였다. 그러나 우리나라에서 초지조성 후 기간이 4~5년 경과된 툴 페스큐 혼파초지에서 엔도파이트 감염과 비 감염종간 목초생산성을 비교한 연구가 없었다.

따라서 본 시험은 초지조성 후 5년이 경과한 제주지역 젖소방목 혼파초지에서 엔도파이트 감염종 Fawn과 비 감염 품종 Roa 간 토양의 이화학적 특성 및 목초생산성에 미치는 효과를 비교하기 위하여 수행이 되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 처리 1과 같은 시험을 위해 초지 조성된 포장에서 초지조성 후 5년째인 1997년 3월 22일부터 9월 2일까지 7개월간 북제주군 한림읍 금악리 이시돌 목장 내에서 수행되었다.

공시기축은 홀스타인 육성우(개시시 체중 110 kg 내외)를 이용하여 목초의 성장상태에 따라서 방목두수를 조절하여 처리별 동일하게 배치시켰다. 방목방법은 방목초기인 3월 22일부터 7월 5일까지는 연속방목을 여름철 이후인 7월 21일부터 9월 21일까지는 윤환방목으로 하였다. 처리내용은 표 1과 같으며 목구당 면적은 50m×50m로 2처리 3반복으로 총 15,000m²의 면적이 소요되었다.

본 시험이 수행된 기간동안의 기상상태는 표 2와 같으며 제주도 농업기술원의 자료를 이용하였다.

본 시험의 조사항목은 잔식초의 건물수량, 식생구성율, 초장, 목초 조성분 함량 및 토양 이화학적 등이었다.

1. 토양 분석

본 시험이 수행된 포장의 토양은 시험이 수행되기 전(1994년) 전체적으로 5개 지역에서 그리고 시험 후 매 목구당 5개지역에서 토양시료를 취하여 농촌진흥청 분석법(1988)에 의하여 pH, OM, 총질소, 유효인산, 치환성 K, Mg, Ca, Na 등을 조사하였다.

Table 1. Mixture treated by the different varieties of tall fescue

Treatment	Pasture species and seeding amounts mixed
T1	Fawn Tall Fescue(10kg/ha) + Orchardgrass(20kg/ha)+ Perennial Ryegrass(5kg/ha) + Ladino Clover(1kg/ha)
T2	Roa Tall Fescue(10kg/ha) + Orchardgrass(20kg/ha)+ Perennial Ryegrass(5kg/ha) + Ladino Clover(1kg/ha)

Table 2. Climatic conditions in Cheju during the experimental period

Month	Normal year ²⁾			1997		
	Mean temp. (°C)	Rainfall (mm)	Sunlight (hr)	Mean temp. (°C)	Rainfall (mm)	Sunlight (hr)
1	5.2	62.2	74.8	5.2	23.6	76.8
2	5.6	69.8	99.4	6.8	26.6	114.5
3	8.5	68.3	171.0	10.2	72.1	179.1
4	13.3	97.2	189.6	14.3	170.8	199.4
5	17.2	88.8	215.8	19.0	74.6	229.0
6	20.9	183.7	185.6	22.9	79.2	213.3
7	25.6	230.2	209.3	26.8	108.2	203.8
8	26.6	241.3	224.3	26.8	161.3	161.2
9	22.7	179.4	172.8	23.0	44.8	182.0
10	17.7	74.2	179.1	18.3	4.5	198.4
11	12.4	79.0	128.0	14.3	157.7	90.3
12	7.6	49.6	85.9	9.3	76.0	62.3
Total	183.3	1,423.7	1,935.6	196.9	999.4	1,910.1
Mean	15.4	-	-	16.4	-	-

²⁾ Averaged from 1961 to 1990.

2. 방목 후 잔식초의 건물수량 및 식생구성을

방목 후 잔식초의 건물수량은 매월 방목이 끝난 후 처리당 3개의 목구에서 방목 후 남아 있는 목초를 50cm×50cm 면적 내에서 수확하여 각각 6개씩 100 g 목초시료(3×6=18)를 총 18개 취하여 80°C Dry oven에서 건조시켜 건물수를 얻어 건물수량을 계산하였고 이 목초시료는 성분 분석에 이용하였다.

식생구성율은 목초시료 100g을 따로 취하여 초종별로 분류하고 dry oven에서 건조시켜 건물수를 얻어 식생구성율을 계산하였다.

3. 목초의 초장조사

목초의 초장은 처리당 3반복을 다시 5반복(3×5=15)하여 총 15반복이 되게 하였고 매 반복당 20개 지역의 초장을 grass meter로 측정하여 (Hodgson, 1990) 평균한 자료를 1개 초장으로

이용하였다.

4. 목초시료 분석

목초의 일반성분은 매월 각 목구에서 수확하여 건조시킨 목초시료를 분쇄하여 micro Kjeldahl을 이용하여 소화시킨 후(AOAC, 1984) 비색법(Weatherburn, 1967)에 의하여 질소를 측정하였다. 무기물은 Yoshida(1983) 등의 방법에 의하여 추출하여 P는 비색법으로 U/V Spectrophotometer를 이용하였고 K, Ca 등은 Atomic Absorption Spectrophotometer로 측정하였다(Perkin-Elmer Corporation, 1982).

III. 결과 및 고찰

1. 시험기간중 토양의 화학적 특성

시험기간 동안에 토양의 화학적 특성 변화를 살펴보기 위해 목초 파종 전(1994년)과 실험

마지막 년도인 1997년도로 나누어 토양산도, 유효인산 및 치환성 양이온 등을 조사하였다.

표 3에서 보는 바와 같이 tall fescue 품종차이에 따라서 토양변화에 뚜렷한 차이를 주지 못했다. 그러나 시험 시작전과 종료 후 토양을 비교해 보면 토양산도는 시험 시작전 pH 5.34 였으나 시험수행 후엔 pH 5.91 및 6.01까지 상승하여 우리나라 농경지 토양의 pH 수준 5.7 보다 높았다(김 등, 1987).

물리적, 화학적 및 생물학적으로 지력을 증진시켜 목초의 생육을 촉진, 수량을 높여 주는 유기물 함량은 시험 시작전 15.69%에서 시험시행 1년 후엔 17.16% 정도 큰 변화가 없었으며, 유효인산 함량은 시험 시작전 10.93ppm으로 생육 초기엔 인산을 많이 필요로 하는 목초가 자라기에는 매우 낮은 함량이었으나, 초지조성후 5년째에는 처리 1과 2에 각각 28.84, 29.80 ppm까지 증가되었다.

그러나, 우리나라 농경지 토양의 유효인산 수준 101ppm(김 등, 1987)까지는 도달하지 못했다. 치환성 칼리는 0.75mg으로 증가되었으나 목초 생육에 적합한 0.32mg 보다 월등히 높고, 치환성 석회는 2.62mg으로 매우 낮은 편인데, 시험 수행 1년 후엔 5.72mg으로 증가되었으나 목초 생육에 적합한 7.2mg까지는 도달하지 못했다. 치환성 마그네슘(Mg)은 2.02mg으로 초지 토양 비옥도 등급 기준인 1.2보다 훨씬 높은 수준이었다. 양이온 치환용량은 16.17mg으로서 목초 생육에 적합한 20mg에 도달하였다. 시험수행 1년 후에는 19.40, 21.03mg으로 증가되어 목초 생육에 적합한 20mg에 도달하였다. 처리별 토양의 화학적 특성은 각 처리간 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이 시험의 결과를 보

면 방목과정에서 가축분뇨가 토양에 환원되어 토양의 물리, 화학성을 개선시키고 있음을 발견할 수 있다.

2. 목초의 생산성

가. 초장

목초의 초장(그림 1 참조)을 연속방목과 윤환방목시기별로 처리별 비교를 해 본다면 연속방목시기에는 T1 및 T2에서 각각 19.10 ± 1.29 cm, 13.61 ± 0.97 cm로서 툼페스큐 품종 Fawn 구에서 높은 초장을 보였다. 그리고 월별로 살펴볼 때 방목개시시인 3월 22일과 6월 6일 조사시에만 처리별로 통계처리한 결과에서 유의적 차이를 얻지 못했을 뿐 조사시기 마다 처리별로 통계적 유의차를 얻었다($P < 0.05$).

윤환방목시기인 7월 이후에 조사했을 때에도 T1 및 T2 각각 14.24 ± 2.55 cm, 10.90 ± 1.88 cm로서 역시 처리별로 모든 조사시기에 통계적인 유의적 차이를 얻었다($P < 0.05$).

Clay(1987)는 엔도파이트 감염식물이 비감염 식물 보다 식물생장이 빠르다고 하였다. 뉴질랜드에서 해충 때문에 목초정착이 안 되었는데 (McCallum 및 Thomson, 1990) endophyte에 감염되므로 인해 툼 페스큐와 페러니얼 라이그라스에서 Argentine stem weevil 등 여러 가지 해충에 대한 저항력이 증가되어 목초의 정착율과 초기생육이 높아졌다고 Baker 등(1986)이 보고 하였다. Endophyte에 감염된 목초는 알카로이드 함량이 증가되는 데 fescue 독성과 관련이 있으며 가축의 채식을 기피한다고 Bush 등(1982)이나 Jackson 등(1984)이 보고한 바 있다.

Table 3. Chemical properties of the soil used during the experimental period

Survey date	pH	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ ppm	Ex. cation(me/100g)				
				K	Ca	Mg	Na	CEC
Pre-experiment	5.34	15.69	10.93	0.75	2.62	2.02	0.25	16.17
Sept. 1997								
T1	5.91	16.19	29.80	1.05	5.18	2.33	0.17	19.40
T2	6.01	17.16	28.84	1.55	5.72	2.89	0.17	21.04

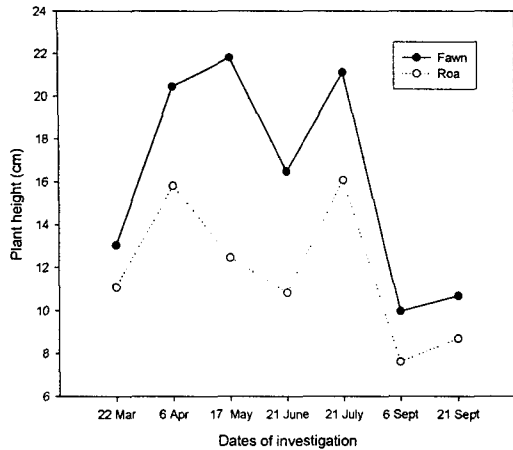


Fig. 1. Plant heights as affected by the difference of tall fescue varieties Fawn and Roa in grazing mixed pasture.

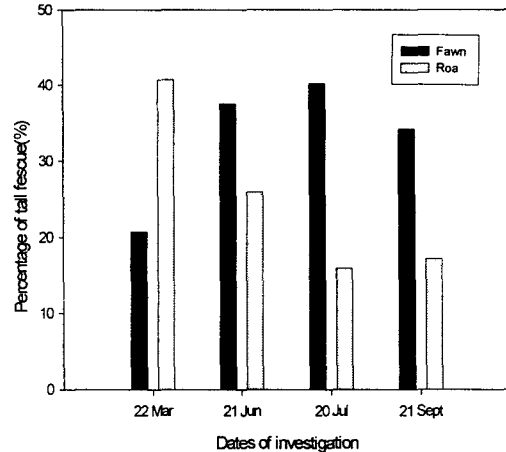


Fig. 2. Percentage of tall fescue as affected by tall fescue varieties Fawn and Roa on mixed pasture.

이와같이 endophyte 감염된 Fawn 품종(T1구)에서 초장이 높은 것은 식물생장이 빠른 특성이나 독성있는 알칼로이드 함량 때문에 방목가축이 채식을 기피했기 때문에 초장이 Roa 품종구(T2, T3) 보다 높았던 것이 아닌가 사료된다.

나. 방목기간중 혼파목초 중 툐 페스큐와 오차드 그라스의 비율

그림 2는 툐 페스큐의 식생비율을 나타내고 있다. 시기별로 툐 페스큐의 식생구성율을 비교해 볼 때 방목 개시시기인 3월 22일에는 T1구(Fawn 품종) 20.7%, T2구(Roa 품종) 40.7%였고 여름철인 7월 5일에는 T1과 T2 각각 17.6, 12.13%였으며 방목 마지막 시기인 9월 21일에는 T1과 T2에서 각각 10.69, 8.70%의 결과를 얻어 Roa 품종구 보다 Fawn 품종구에서 높은 식생구성율을 유지하였다.

본 시험 초기인 파종 1년 후에 2~8%의 툐페스큐 비율을 보였고 두 가지 품종 간에 뚜렷한 차이를 얻지 못했다(김 등, 1997). 그러나 초지 조성 후 5년이 경과되었을 때 툐 페스큐의 식생비율이 15~40%로 증가되었고 두 품종간의 차이가 뚜렷하게 나타나고 있다.

Tall fescue가 고온에 강한 것은 높은 Alkaloid 함량 때문으로 기호성이 떨어져 가축

이 먹지 않고(Latch, 1994), tall fescue내 alkalid 함량은 Acremonium endophyte에 의해 만들어지고 이런 성분을 함유한 품종은 고온에 강하거나 병충해에 강하다고 Latch(1994)가 보고하였다. Clay(1993)에 의하면 endophyte에 감염된 품종이 생존력이 높고 생육이 왕성하며 번식력이 높다고 하였다.

본 시험에서 Fawn 품종구에서 tall fescue의 비율이 높은 것은 방목가축이 이 품종의 낮은 기호성 때문에 채식을 기피했고 고온에 강한 생존력 때문에 endophyte 감염 안된 Roa 품종에 비해 식생비율이 증가되었던 것으로 보인다.

Fig. 3은 초지조성 후 5년이 경과된 시기에 혼파초지 내에 orchardgrass의 식생비율을 보이고 있다.

오차드 그라스의 식생비율은 방목개시 시기인 3월 22일에 T1과 T2에서 각각 1.3, 6.5%였고 여름철인 7월 21일에는 T1, T2에서 각각 7.6%와 8.8%를 보였으며 방목종료 시기인 9월 21일에는 3.8과 9.6%로서 Fawn 품종보다 Roa 품종에서 다소 높게 나타나는 추세였다.

특히 초지조성 후 5년째에 endophyte가 감염되지 않은 Roa 품종(T2)의 평균 식생비율 24.81%가 오차드 그라스의 5~8%에 비해서 크게 높았다.

그래서 본 시험에서 tall fescue Roa 품종이

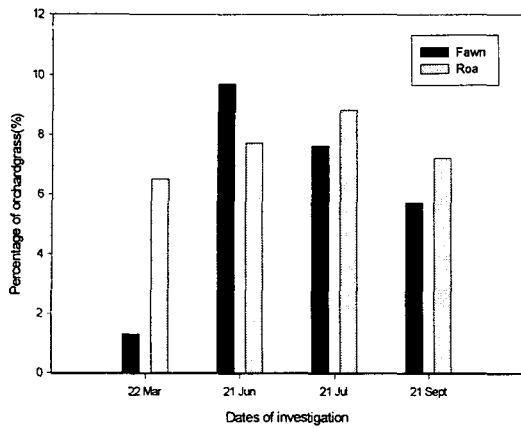


Fig. 3. Percentage of orchardgrass as affected by tall fescue varieties Fawn and Roa on mixed pasture.

혼파초지에서 오차드 그라스의 비율을 덜 억압시키고 있었고 오차드 그라스에 비해 고온에 대한 저항성이 높은 것을 발견할 수 있다.

다. 잔존초의 건물 생산량

방목 혼파초지에서 방목 후 남아있는 잔존초의 건물수량을 툴페스큐 품종 Fawn과 Roa에 대해 비교한 것을 표 4에 나타냈다.

전체 방목기간 중 초기에는 연속방목으로 후기에는 윤환방목으로 방목을 시켰다.

연속방목 중에 툴페스큐 Fawn(T1)과 Roa (T2) 간 비교했을 때 건물수량이 각각 2,155 ± 511kg/ha, 1,328 ± 152kg/ha였고 윤환방목중에는 각각 1,070 ± 547kg/ha, 861 ± 537kg/ha로서 연속방목에서나 윤환방목 모두 Fawn 품종구에서 유의적 수량 증수를 보였다(P<0.01). 월별로 볼

때 연속방목 시에는 방목개시 시기인 3월22일에만 통계적으로 유의차가 없었고 건물수량도 Fawn 품종구에서 낮았다. 윤환방목시기에도 7월 21일에 통계적 유의적 차이가 없었으나 Fawn 구에서 역시 높은 수량을 보였다.

Mortimer와 di Menna(1983) 및 Read 및 Camp(1986)는 endophyte에 감염된 품종이 field에서 높은 생산 수량을 얻었다고 하였으며 Clay(1987)는 tall fescue의 endophyte 감염식물이 비감염식물 보다 생장이 빠르고 유의적으로 생산수량이 증가했다고 하여 본 시험 결과와 일치하였다.

한편 Lewis와 Clements(1986)는 어떤 목초는 endophyte combination으로 높은 성장력을 보이지만 어떤 경우는 endophyte free plant 보다 생육이 불량하여 생산 수량이 낮아 다양한 조건에서 다양한 결과를 얻기도 한다고 하였다.

라. 방목 후 잔존초의 조단백질 함량

그림 4는 툴 페스큐 2가지 공시 품종의 조단백질 함량을 비교한 것이다.

조단백질 함량은 두 가지 툴페스큐 품종 Fawn(T1)과 Roa(T2)간 뚜렷한 차이를 발견치 못했다. Bush 및 Burrus(1988), Fiorito 등(1991) 및 Howard 등(1992) 들은 조단백질, NDF, ADF와 IVDMD같은 목초의 사료가치가 endophyte 감염 여부에 따라서 큰 차이가 없다고 하여 본 시험 결과와 가깝게 생각이 된다.

그러나 5월 18일 조사 때를 제외하고 그 차이는 적지만 Roa 품종이 혼파된 처리구에서 조단백질 함량이 높은 추세를 보인다.

Table 4. Monthly changes of dry matter yields(kg/ha) as affected by the tall fescue varieties Fawn and Roa on mixed pasture

Treatment	Dates investigated						
	Continious grazing				Rotational grazing		
	Mar. 22	Apr. 8	May 17	Jun. 21	Jul. 21	Sep. 6	Sep. 21
Fawn	1,116	1,568	3,405	2,531	2,152	670	388
Roa	1,361	1,103	1,104	1,745	1,931	402	249
P	0.246	0.004	0.000	0.001	0.579	0.003	0.046

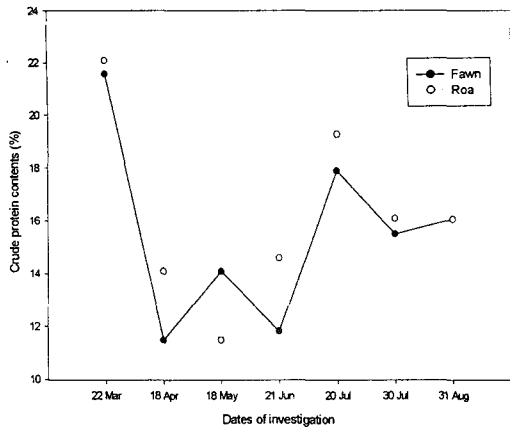


Fig. 4. Crude protein contents as affected by the tall fescue varieties on mixed pasture.

Lyons 등(1990)은 'Kentucky 31' tall fescue의 잎에 질소 함량은 질소비료를 사용해도 endophyte infection 품종에서 감소되었다고 하였다. 본 시험에서 두 가지 품종 비교시 유의적 차이는 없지만 endophyte free tall fescue의 질소 함량이 엔도파이트 감염종 보다 높아 비슷한 경향을 보인다.

종합적으로 볼 때 우리나라에서 현재 이용되는 tall fescue Fawn이 Roa 보다 생산수량이나 식생구성을 이 높다. 그러나 이 목초의 생산량은 잔식초량으로 가축이 방목을 기피해서 아니 섭취했기 때문에 높았던 것으로 보인다. Tall fescue Roa의 낮은 건물수량은 Fawn 품종보다 기호성이 높은 것을 간접적으로 알 수 있고 주초종 orchardgrass와 잘 조화되어 경합을 덜하고 있음을 보여서 앞으로 우리나라에서 tall fescue 품종은 endophyte free 품종을 사용하는 것이 초지이용기간을 연장하는 데 도움이 될 것으로 사료된다.

IV. 要 約

본 연구는 기호성이 높으며 여름철 고온에 강한 새로운 tall fescue 품종을 구명하기 위해 초지조성 후 5년째인 1997년 방목기간 동안에

북제주군 한림읍 이시돌 목장에서 홀스타인 육성우(방목개시시 체중 110kg 내외)를 이용하여 구당 250m²(50m×50m)의 면적에서 2처리(T1 = Fawn tall fescue + orchardgrass + perennial ryegrass + white clover, T2 = Roa tall fescue + orchardgrass + perennial ryegrass + white clover) 3반복으로 시험설계되었다. 방목은 연속방목(3월 22일~7월 5일)과 윤환 방목(7월 21일~9월 21일)으로 나누어 실시되었다.

두 가지 톨 페스큐 품종 Fawn(Endophyte infected)과 Roa(Endophyte free) 간의 초장은 연속방목시 각각 19.10±1.29cm와 13.61±0.97cm를 보였고 윤환방목시 각각 14.24±2.55cm와 10.90±1.88cm로서 Fawn 품종구가 Roa 품종구보다 유의적 증기를 보였다(P<0.01).

목초 잔존초의 건물수량도 Fawn 11,830 kg/ha, Roa 7,896 kg/ha 로서 tall fescue Fawn이 높은 수량을 보였으며 고도의 유의차를 얻었다(P<0.01).

시험 처리한 품종 Fawn과 Roa 간 톨 페스큐의 식생구성을 비교에서 3월 22일 시험 개시시만 제외하고 6월 21일, 7월 20일 및 9월 21일에 모두 Roa 보 Faw 구에서 높은 경향이였다. 또한 Roa tall fescue는 방목종료시 orchardgrass 보다 높은 식생구성을 보이고 있고 혼파초지에서 오차드그라스의 비율을 이는 데 도움되는 경향이 있다.

전 방목기간 중 Roa 구의 CP 함량은 Fawn 구 보다 높았으나 통계적으로 유의적 차이를 얻지는 못 했다.

결론적으로 초지조성 5년이 경과되어 tall fescue 비율이 점차 증가되므로 endophyte variety Fawn 보다 endophyte free Roa 구에서 목초생산량은 저하되었으나 오차드그라스에 비하여 제주지역의 고온환경에 강한 경향을 보인다.

V. 引 用 文 獻

1. AOAC. 1984. Official methods of analysis 14th ed. (Ed. S. Williams) AOAC. Arlington, VA.

2. Baker, G.M., R.A. Prestidge and R.P. Pottinger. 1986. Strategies for argentine stem weevil control: Effects of grought and endophyte. Proc. of the NZ Grassland Association. 47:107-114.
3. Brock, J.L., L.B. Anderson and T.A. Lancashire. 1982. 'Grasslands' Roa' tall fescue ; seedling growth and establishment NZ J of Experimental Agr. 10:285-289.
4. Bush, L.P. and P.B. Burrus, Jr. 1988. Tall fescue forage quality and agronomic performance as affected by the endophyte. J. Agric. 1:55-60.
5. Bush, L.P., P.C. Cornelius, R.C. Buckner, D.R. Varney, R.A. Chapman, P.B. II. Burrus, C.W. Kennedy, T.A. Jones and M. J. Saunders. 1982. Association of N-acetyl loline and N-formyl loline with *Epichloe typina* in tall fescue. Crop Sci. 22: 941-943.
6. Clay Keith. 1987. Effects of fungal endophytes on the seed and seedling biology of *Lolium perenne* and *Festuca arundinacea*. Oecologia. 73: 358-362.
7. Clay, K. 1993. The ecology and ecolation of endophytes. *Acremonium/grasses interactions*. Elsevier: 39-64.
8. 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 non-infected tall fescue hay at equivalent nutrient intake. J. Anim. Sci. 69:2108-2114.
9. Hodgson, J. 1990. Chapter 18. Sward monitoring. *Grazing management Science into practise*. Longman handbooks in Agriculture.
10. 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.
11. Jackson, J.A., Jr., R.W. Hekman, 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.
12. Langer, R.H.M. 1990. Chapter 2. Pasture plants. *Pasture*. Oxford Univ. Press.
13. Latch, G.C.M. 1994. Influence of *Acremonium* endophytes on perenial ryegrass improvement. N. Z. J. of Agri. Res. 37:311-318.
14. Lewis, G.C. and Clements, R.O. 1986. A survey of ryegrass endophyte (*Acromonium loliae*) in the U.K. and its apparent ineffectuality on a seedling pest. J. Agric. Sci., 107:633-638.
15. Lyons, P.C., J.J. Evans and C.W. Bacon. 1990. Effects of the fungal endophyte *Acremonium coenophialum* on nitrogen accumulation and metabolism in tall fescue. Plant Physiol., 92:726- 732.
16. McCallum, D.A. and N.A. Thomson. 1990. Effect of a molluscicide and an insecticide on the establishment of direct-drilled ryegrass, tall fescue and phalaris. Proc. of the NZ Grassland Association 52:237-240.
17. Mortimer, P.H. and di M.E. Menna. 1983. Ryegrass staggers: further substantiation of a *Lolium* endophyte actiology and the discovery of weevil resistance of ryegrass pastures infected with *Lolium* endophyte. Proc. NZ Grassl. Assoc., 44:240-243.
18. Perkin-Elmer Corporation. 1973. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. The perkin-Elmer corp., Norwalk, CT.
19. 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.
20. Rice, J.C., B.W. Pinerton, W.C. Stringer and D.J. Undersander. 1990. Seed production in tall fescue as affected by fungal endophyte. Crop Sci. 30: 1303-1305.
21. West, C.P., E. Lzecker, D.M. Oosterhuis and R.T. Robbins. 1998. The effect of *Acromonium coonophialum* on the growth and nematode infection of tall fescue. Plant and soil. 112:2-6.
22. Weatherburn, M.W. 1967. Phenol-hypochlorite reaction for determine of ammonia. 39(8):971-974.
23. Yoshida, S., D.A. Forno and J.H. Cock. 1983. Labolatory manual for physiological study of rice. The International Rice Research Institute.
24. 김동암 등. 1987. 초지학 총론. 선진문화사.
25. 김문철, 정창조, 김규일, 장덕지, 김중계. 1997. 혼파방목지에서 tall fescue와 두과 혼파 조합에 따른 가축생산성과 질병 비교연구. II. 목초의 생산성, 사료가치, 식생구성을 및 토양특성에 미치는 영향. 한초지 17(2):157-166.
26. 농촌진흥청 1988. 토양분석법. 농촌진흥청.
27. 이종경. 1995. Endophyte 감염이 tall fescue의 사 초수량, 사료가치 및 가축생산성에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
28. 정창조, 김문철, 김규일, 장덕지, 김중계. 1996. 혼파방목지에서 tall fescue와 두과목포 조합이 가축생산성 및 질병에 미치는 영향. I. 조성 후 1차년도 초지에서 방목가축의 증체량, 체식량 및 사료효율. 한초지 16(2):127-132.