



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

박사 학위논문

난지형 목초를 활용한 연중 조사료  
생산 및 방목체계 구축 연구

제주대학교대학원

동물생명공학과

김 영 진

2019년 12월

# 난지형 목초를 활용한 연중 조사료 생산 및 방목체계 구축 연구

지도교수 이 왕 식

김 영 진

이 논문을 농학 박사학위 논문으로 제출함

2019년 12월

김영진의 농학 박사학위 논문을 인준함

심사위원장 \_\_\_\_\_

부 위 원 장 \_\_\_\_\_

위        원 \_\_\_\_\_

위        원 \_\_\_\_\_

위        원 \_\_\_\_\_

제주대학교 대학원

2019년 12월

# Building a Year-Round Forage Production and Grazing Systems Using Warm Season Grasses

Young-Jin, Kim

(Supervised by professor Wang-Shik Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy

2019. 12.

This thesis has been examined and approved.

Department of Animal Biotechnology  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

## ABSTRACT

In Korea, cool season grasses produce ample forage in the spring and fall, but high temperatures and short-term drought stress often limit growth during the summer months. Warm season grasses can fill this gap with relatively high quality forage when properly managed. In the subtropical zone of the Korea, it is possible to use both cool season grasses and warm season grasses to extend the grazing season. A series of experiments was conducted to evaluate (1) the effects of sowing methods and growth stages on growth characteristics, forage productivity and feed value of warm season grass, (2) effects of seed mixture and seeding frequency on botanical composition, forage productivity and liveweight gain in horse grazing pasture, and (3) effects of seeding rates of Italian ryegrass interseeded into bermudagrass sod on the forage productivity and botanical composition of Italian ryegrass and bermudagrass. The results can be summarized as following.

<Experiment 1> This study evaluated the effects of sowing methods and growth stages on growth characteristics, forage productivity and feed value of warm season grass. The southern type grasses announced for the test were the Bermudagrass cultivars (Giant, Cheyenne, Mohawk, Panchero Frio, Common and Tifton 85) and the Bahiagrass cultivars (TifQuik, Tifton 9, Argentine), and one Teff grass cultivars (Tiffany) and the changes in the productivity and nutrient content were surveyed in Jeju area (450m altitude). The different cultivars were sowed by broadcasting or drill seeding method, and Tifton 85 was transplanted from sprigs. The fresh and dry matter yield showed varying significant differences for different cultivars ( $p < 0.05$ ). The fresh yields of Tifton 85, TifQuik and Tifton 9 were excellent, compared to the other cultivars, and for the dry matter yield, Tifton 85 and Tifton 9 were

excellent when compared to the other cultivars. Crude protein content showed significant differences among different cultivars ( $p < 0.05$ ). Cheyenne, Mohawk, Pancho Frio, and Common showed differences in the crude protein content by sowing method and harvest time ( $p < 0.05$ ). The different cultivars showed differences in the crude fiber content ( $p < 0.05$ ), and Tifton 9 registered significantly high content and Mohawk and Tifton 85 showed significant crude fiber content by harvest time ( $p < 0.05$ ). According to these results, the southern type grass cultivars showed big differences in the regenerative capacity against damage from frost, productivity, and nutrient content, so they need to be chosen according to the purposes, and to increase their usage, their evaluation needs to be conducted at various altitudes.

<Experiment 2> This study was carried out to determine the effects of seed mixture and seeding frequency on botanical composition, forage productivity and liveweight gain in horse grazing pasture. Experimental plot was located at 450 m altitude within Jeju racehorse breeding farm, Korea Racing Authority in Jeju from 2016 to 2017. Total six experimental pastures (T1: Newly established with orchardgrass (OG) + perennial ryegrass (PRG), T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture) were established in autumn, 2015 for cool season grass pasture and established in spring, 2016 for warm season grass. In grass composition of pasture, the T3 (tall fescue monoculture, 79 %) was highest in cool season grass based mixture pasture and warm season grass based pasture (T4, T5, 85~87 %) maintained higher than cool season grass based pasture (T1, T2, T3). Average annual dry matter (DM) yield was the highest at T3 (13,235 kg/ha), then with T5 and T4, average annual DM yield was 12,237 kg/ha and 11,412 kg/ha, respectively. In grazing effects, Content of crude protein (CP) and total digestibility nutrients (TDN) was the highest at T1 ( CP 12.02, TDN 00) in

cool season grass based mixture and warm season grass based pasture showed high in ADF (acid detergent fiber) and NDF (neutral detergent fiber) content. Daily DM intake was highest at T1 (11 kg/head), then with T4 (10.3 kg/head) and T5 (9.9 kg/head). Average daily gain for growing horses was highest at T1 (0.59 kg/day) in cool season grass mixture pasture, but T4 (0.57 kg/day) and T5 (0.55 kg/day) in warm season grass pasture were not significant.

<Experiment 3> This study was carried out to determine the effects of seeding rates of Italian ryegrass interseeded into bermudagrass sod on the forage productivity and botanical composition of Italian ryegrass and bermudagrass. Experimental plot was located at 450 and 350 m altitude within Jeju racehorse breeding farm, Korea Racing Authority in Jeju from 2012 to 2014. Seeding rate treatments of Italian ryegrass into bermudagrass sod were arranged in a randomized complete block design replicated three times. Italian ryegrass was drilled in row 18cm apart after clipping the bermudagrass at a cutting height of 2~3 cm. Seeding rate was 20, 30 and 40 kg/ha on planting 15 October. In botanical composition, Italian ryegrass was dominant in pasture growing season during early spring through late spring season and bermudagrass was dominant during early summer through early fall. The dry matter yield of Italian ryegrass was higher in 40 kg/ha seeding amount, the dry matter yields of 30 kg/ha and 40 kg/ha seeding amount were not different. The Italian ryegrass overseeding into bermudagrass sod affect the dry matter yield in the summer harvests of bermudagrass, and the dry matter yield of bermudagrass showed the highest in 30 kg/ha seeding amount. Total annual dry matter yield of overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod showed the highest in 30 kg/ha Italian ryegrass seeding amount (30,559 kg/ha). In conclusion, overseeding warm season perennial grasses with cool season annual forages in the southern Korea has many benefits.

## 목 차

ABSTRACT .....	i
목 차 .....	iv
List of Tables .....	vii
List of Figures .....	x
서 론 .....	1
연구사 .....	3
1. 난지형 목초의 생리적 및 생태적 특성 .....	3
2. 난지형 목초의 일반적인 특성 .....	6
3. 국내 난지형 목초의 적응성 및 생산성 평가 .....	8
4. 주요 난지형 화본과 목초의 종류 및 특성 .....	12
5. 난지형 목초를 이용한 방목 이용 기술 .....	19
시험 I. 파종방법 및 생육시기가 난지형 목초의 생육특성, 생산성 및 사료 가치에 미치는 영향	
Abstract .....	24
I. 서 론 .....	25
II. 재료 및 방법 .....	27
1. 공시초종 및 시험포 조성 .....	27
2. 생육특성 및 생산성 조사 .....	28
3. 사료가치 분석 .....	28
4. 통계처리 .....	28



III. 결과 및 고찰 .....	29
1. 시험대상지 평균기온 및 강수량 .....	29
2. 난지형 목초의 생육특성 .....	30
3. 난지형 목초의 사초 생산성 .....	32
4. 난지형 목초의 사료가치 .....	39
IV. 적 요 .....	46
V. 인용 문헌 .....	48

시험 II. 부실초지 갱신 혼파조합이 말 방목초지의 식생구성, 생산성 및 증체에 미치는 영향

Abstract .....	53
I. 서 론 .....	55
II. 재료 및 방법 .....	57
1. 방목초지 조성 및 실험설계 .....	57
2. 생육특성, 생산성 및 식생구성 조사 .....	58
3. 목초 섭취량 및 증체량 조사 .....	58
4. 사료가치 분석 .....	59
5. 통계처리 .....	59
III. 결과 및 고찰 .....	60
1. 시험대상지 기상 개황 .....	60
2. 생육특성, 생산성 및 사료가치 .....	61
3. 방목 말의 목초 섭취량 및 증체량 .....	70
IV. 적 요 .....	74
V. 인용 문헌 .....	76

시험 III. 이탈리아 라이그라스의 보파 파종량이 버뮤다그라스 초지의 생육특성,  
생산성 및 사료가치에 미치는 영향

Abstract .....	81
I. 서론 .....	83
II. 재료 및 방법 .....	85
1. 공시초종 및 시험포 조성 .....	85
2. 생육특성, 생산성 및 식생구성 조사 .....	86
3. 사료가치 분석 .....	86
4. 통계처리 .....	87
III. 결과 및 고찰 .....	88
1. 시험대상지 기상 개황 .....	88
2. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 생육특성 .....	90
3. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 식생구성 .....	92
4. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 사초생산성 .....	94
5. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 사료가치 .....	101
IV. 적 요 .....	104
V. 인용 문헌 .....	106
종합 결론 .....	110
인 용 문 헌 .....	114

## LIST OF TABLES

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment .....	27
Table 2. Effect of planting method on emergence, lodging, disease and wet injury of warm season grasses, Jeju, 2014 to 2015 .....	30
Table 3. Effect of planting method on winter survival of warm season grass in Jeju .....	31
Table 4. Effect of planting method on plant height and forage productivity of warm season grasses, Jeju, 2014 .....	33
Table 5. Effect of planting method on plant height and forage productivity of warm season grasses, Jeju, 2015 .....	34
Table 6. Effect of harvest time and planting method on fresh and dry matter yield of warm season grass .....	37
Table 7. The content of mineral elements in warm season grass .....	38
Table 8. Forage quality of bermudagrass, bahiagrass and teffgrass varieties in Jeju .....	40
Table 9. Effect of growth stage and planting method on dry matter content of bermudagrass and bahiagrass cultivar .....	41
Table 10. Effect of growth stage and planting method on crude protein content of bermudagrass and bahiagrass cultivars .....	42
Table 11. Effect of growth stage and planting method on crude fiber content of bermudagrass and bahiagrass cultivars .....	43
Table 12. Effect of growth stage and planting method on crude ash content of bermudagrass and bahiagrass cultivars .....	44

Table 13. Grass mixture and seeding rates for grazed pasture by horses	57
Table 14. Chemical properties of the soil before experiment	58
Table 15. Growth characteristics of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016 to 2017	62
Table 16. Botanical composition of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016	63
Table 17. Botanical composition of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2017	64
Table 18. Forage productivity of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016	66
Table 19. Forage productivity of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2017	67
Table 20. Forage productivity of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016-2017	68
Table 21. Forage quality of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016-2017	69
Table 22. The average daily gain and gain body weight of different cool season grass pasture grazed by Thoroughbred horses	71
Table 23. The daily gain and gain body weight of different warm season grass pasture grazed by Thoroughbred horses	72
Table 24. The change of blood composition in horses grazing warm season grass pasture	73
Table 25. Chemical properties of the soil before experiment	86

Table 26. Growth characteristics of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju, 2012 to 2014 .....	90
Table 27. Growth characteristics of bermudagrass sod, Jeju, 2012 to 2014 .....	91
Table 28. Plant height and dry matter of Italian ryegrass in overseeding Italian ryegrass on the bermuda grass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	95
Table 29. Plant height and dry matter of bermudagrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	96
Table 30. Fresh and dry matter yield of Italian ryegrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	97
Table 31. Fresh and dry matter yield of bermudagrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	98
Table 32. Total annual dry matter yield of overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	100
Table 33. Feed values of Italian ryegrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	101
Table 34. Feed values of bermudagrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	102

## LIST OF FIGURES

Fig. 1. Change in growth rate for cool- and warm season grasses. ....	6
Fig. 2. Using warm and cool season grass, Year-round forage system .....	23
Fig. 3. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju region 2014 to 2017. ....	29
Fig. 4. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju region 2016 to 2017. ....	60
Fig. 5. Average pasture composition of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016-2017 .....	65
Fig. 6. Daily fresh and dry matter intake(kg/head) of cool-warm season grass pasture for grazing horses .....	70
Fig. 7. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju Sungsan(Gyoraе) region 2012 to 2014. ....	89
Fig. 8. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju Kosan(Geumak) region 2012 to 2014. ....	89
Fig. 9. Botanical composition of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju Gyoraе, 2013 to 2014 .....	92
Fig. 10. Botanical composition of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju Geumak, 2013 to 2014 .....	93
Fig. 11. Average botanical composition of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014 .....	93

## 서론

식물이 생장함에 있어 외부기온은 식물의 적응성을 결정짓는 중요한 요인으로 작용한다. 각 작물에 대한 생육적온을 이해한다는 것은 그 지역에 적합한 작목을 선택하는데 매우 중요한 요인이라 할 수 있다. 산업화로 인한 기후 온난화의 영향은 농업분야에서 크게 나타나고 있다. 작물의 경작 한계선 북상으로 작물별 재배적지가 이동하게 됨에 따라 지역별 주요 특화작물의 교란을 초래하고 있다. 기상청에서는 한반도 평균기온이 2000년 대비 2020년에는 0.9℃가 상승할 것이며 2050년에는 2℃, 2100년에는 4.2℃가 상승하고 강수량도 17%정도 증가 할 것으로 예측하고 있다(IPCC, 2006). 여러 가지 통계로 보면 한반도는 이미 아열대성 기후로 변해가고 있어 점차 겨울이 짧아지고 여름이 길어지고 있으며 특히 제주도는 아열대 기후대로 1924년 기상관측 이래 연평균기온이 1.6℃ 상승하여 온난화가 가장 빠르게 진행되고 있다.

제주지역 또한 여름철 온도가 지속적으로 상승하고 있으며, 일반적으로 제주지역에서 초지조성에 사용되고 있는 한지형 목초인 경우에 여름철 하고현상에 의하여 수량이 급격히 감소하고, 목초의 지속성이 떨어지며 계절에 따른 수량변화가 심하여 초식가축의 연중 방목 사육에 어려움이 있다. 국내에서 난지형 목초의 생육특성, 사초생산성 및 적응성 평가에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았으나 제주지역에서 1967년부터 1969년까지 3년에 걸쳐 농촌진흥청 제주농업시험장에서 난지형 목초인 ‘달리스그라스(*Paspalum dilatatum*)’와 ‘바히아그라스 (*Paspalum notatum*)’의 월동성을 확인하였으며 여름철 사초 생산성은 한지형 목초인 오차드그라스보다 우수한 것으로 보고하였다(RDA, 1969). 근래에 Park et al.(2012, 2014, 2015)은 난지형 목초의 도입에 관한 연구를 보고한 바 있다.

난지형 목초(warm season grasses)는 25~35℃ 내외에서 생육이 가장 왕성하며 15℃ 이하가 되면 생육이 느려진다(Barnes et. al., 2007). 난지형 목초의 일반적인 생육특성은 한지형 목초(cool season grasses)보다 초기 생육이 느려서 정착이 느린 반면 일단 정착이 되면 지속성이 우수하고 더위와 가뭄에 강하여 여름철 고온기에 생산성이 높은 것이 큰 특징이다. 미국 남부지역에서 여름철에 건

초와 헤일리지 생산에 이용하기 위하여 난지형 목초인 버뮤다그라스(*Cynodon dactylon*), 바히아그라스, Kleingrass(*Panicum coloratum L.*)를 주로 재배하고 있으며, 최근 응급 조사료로 테프그라스(*Eragrostis tef*)의 경우도 티머시와 사료가치가 비슷하여 여름철 사료작물로 이용가치가 높다고 보고하고 있다(Hunter et al., 2007). 그리고 미국 Louisiana주에서 가장 많이 이용되고 있는 난지형목초는 버뮤다그라스와 바히아그라스이며, 이들 품종은 다양한 토양조건에서도 잘 생육하는 특성이 있다. 또한 성장기 동안에 초식가축을 위한 조사료로서 영양소를 제공할 수 있고, 겨울철 초식가축을 위한 저장 조사료의 생산목적으로 건조로 제조되어 수확하여 저장할 수 있다(Redmon, 2000).

난지형 목초는 섭취 가능한 건물 생산량이 높으나 일반적으로 소화율은 낮으며(Reid et al., 1988), 난지형과 한지형목초는 사료섭취량과 소화율에 영향을 줄 수 있는 화학적, 물리적 특성에서 상당히 다르다고 보고하고 있다(Akin, 1986; Reid et al., 1988). 그리고 난지형목초는 C4 식물이 갖고 있는 줄기에 대한 잎의 비율이 상대적으로 낮은 것과 화학적 그리고 물리적 특성에 기인하여 한지형목초보다 성숙기에 목초품질(조단백질과 소화율)이 일반적으로 낮다(Jones, 1985). 난지형목초는 또한 성숙기에 빠른 성장률을 나타내어, 이런 목초들의 건물생산량은 종종 한여름에 최대를 나타내나 동물의 생산성(체중량)은 감소가 될 수도 있다. 이런 감소는 목초의 품질의 저하와 관련될 수 있다.(Sollenberger et al., 1988; Sollenberger et al., 1989; Sollenberger and Jones, 1989; Rusland et al., 1988).

본 연구의 목적은 기존 한지형 목초의 여름철 생산성과 지속성 감소를 보완하고 향후 기후변화에 대응한 안정적인 조사료 생산을 위해 제주지역의 말 방목체계에서 난지형 목초의 생육특성, 사초 생산성, 사료가치 및 방목 이용성을 평가하여 난지형 목초의 안정적인 생산과 이용기술을 개발하기 위하여 수행되었다.



## 연구사

난지형 화본과 목초(warm season grass)는 대부분이 아프리카가 원산지이고, 일부는 중앙아메리카 남아메리카의 열대 및 아열대지방과 아시아의 남부지방이 원산지인 다년생 식물이다. 이들 목초는 C4식물이기 때문에 고온 하에서도 광호흡(photorespiration)을 하지 않으며, 한지형보다 고온에 잘 적응하지만 저온에서는 생장률이 낮고, 겨울기온이 낮은 곳에서는 동사하기 쉽다. 따라서 기온이 높아 한지형 목초가 잘 적응하지 못하는 아프리카, 아시아, 남아메리카, 오스트레일리아의 열대지방이나 아열대 지방에 잘 적응한다. 한편, 우리나라에서는 제주도나 남부 해안지역에서만 재배가 가능하며, 다른 지역에서는 겨울에 동사하므로 안정적인 재배가 불가능하다.

난지형 목초가 적응하는 지역은 연중 생육이 가능한 기간이 길고, 성숙함에 따라 조섬유함량이 높아져 기호성, 소화율, 영양가치가 저하되므로 조기에 예취하여 청예나 건초로 이용하거나 방목을 한다. 또한, 비가 많이 오는 지역에도 적응성이 우수하여 침수 저항성이 크고, 토양산도는 산성에서 알칼리성에 이르기까지 넓은 범위에 잘 적응한다.

화본과 식물은 세계적으로 7,000~10,000 여종이 있으나 난지형 목초로서 이용되는 것은 40종 이내이며, 그중 중요한 것은 버뮤다그라스(bermudagrass), 바히아그라스(bahigrass), 카펫그라스(carpetgrass), 달리스그라스(dallisgrass), 클레인그라스(kleingrass), 로즈그라스(rhodegrass) 등이다.

### 1. 난지형 목초의 생리적 및 생태적 특성

일반적으로 온도는 목초 초종의 적응성을 결정하는 데 있어서 중요한 요인이 되고 있으며, 강수량은 식물의 군락과 식생형을 결정하는 데 있어서 결정적인 요인이 되고 있다(Prescott, 1949). 그러므로 각 목초류의 생육에 알맞은 적온을 안다고 하는 것은 그 지역에 맞는 초종을 결정하고 재배방법을 결정하는 데 있어서 매우 중요하다.

초지조성이나 조사료 생산 목적으로 사용하고 있는 목초의 종류는 원산지, 생육적온, 생육형, 광합성 기작 등 분류요인에 따라 여러 가지로 나눌 수 있다. 원산지에 따라 남방계 목초와 북방계 목초로 나누어지는데 남방계 목초는 원산지가 열대, 아열대 등 남쪽지역에 자생하던 식물이고, 이에 반해 북방계 목초는 원산지가 온대, 한대 등 상대적으로 더 북쪽지역에 자생하는 식물이라 할 수 있다. 생육적온에 따라서는 난지형 목초와 한지형 목초로 나눌 수 있는데 난지형 목초는 최적 생육온도가 25~40℃이고, 한지형 목초는 상대적으로 낮은 15~30℃에서 최적의 생육이 이루어지는 초종이라 할 수 있다(Moser and Hoveland, 1996; Anderson, 1988).

목초의 생육형에 따라 주형목초(Bunch-type), 포복경목초(Stoloniferous-type), 지하경목초(Rhizomatous-type), 포복지하경목초 등 4종류로 나눌 수 있다. 광합성 기작에 따라 C3-type 또는 C4-type 목초로 나누어진다(Jones, 1985). C3-type 목초(Cool season grass)는 광합성 대사 첫 번째 물질로 탄소가 3개인 화합물을 생산하는 종류로 한지형(북방계) 목초가 이에 속하고, C4-type 목초(warm season grass)는 첫 번째 광합성 대사산물이 탄소가 4개인 화합물을 생산하는 종류로 난지형(남방계) 목초가 있다(Waller and Lewis, 1979).

### (1) 난지형 목초의 기원과 기후 요구도

목초 생육에 대한 기온의 반응을 주로 하여 초종을 구분하여 보면 두 가지로 나눌 수 있다. 그 하나는 선선한 기온조건 아래서 잘 자라며 옛날부터 서늘한 온대의 유럽에서 재배되어 온 이른바 한지형 목초(cool season grass)이고, 다른 한 가지는 선선한 기후보다 비가 많고 더운 기후조건 아래서 잘 자라며 더운 온대나 더운 아열대지역에서 재배되어온 난지형 목초(warm season grass)이다.

목초는 초종에 따라서 기후에 대한 요구가 다르며, 같은 초종이라도 품종에 따라서 상당히 다르다. 일반적으로 목초 가운데서도 그 기원이 오래되고 적응성의 범위가 넓은 알팔파를 제외하고는 대부분의 목초는 건조와 고온을 싫어하는 대신 습하고 선선한 기후를 요구한다. 또한, 습한 기후를 요구하는 초종은 기온의 고저에 민감하고 따라서 고온에 장해를 받기 쉬우므로 더운 지방에서는 생존이 짧아지며 수량도 줄어들어 안정적이고 경제적인 생산이 불가능할 때가 많다.

## (2) 난지형 목초의 생태적 특성

미시적 수준에서 난지형 목초와 한지형 목초의 세포 구조에도 차이가 있다 (Christians, 2004). 난지형 목초와 한지형 목초의 실제적인 차이는 다음과 같다.

### ① 근다발(Rooting)

더운 날씨에 성장하고 생존하기 위하여 난지형 목초는 한지형 목초보다 더 깊고 넓은 근계(Root system)를 가지고 있다.

### ② 수분 요구량(Water use)

한지형 목초는 난지형 목초보다 더 높은 수분 요구량을 가지고 있으며, 더운 계절에 한지형 목초는 난지형 목초보다 더 오랫동안 기공을 통해 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 포집해야 한다.

### ③ 내음성(Shade tolerance)

난지형 목초는 광합성을 위해 완전한 햇빛이 필요한 반면 한지형 목초는 광합성을 위해 50~25%의 완전한 햇빛이 필요하다.

### ④ 내한성(Cold tolerance)

난지형 목초는 저온조건에서 휴면하거나 고사되고 난지형 목초는 추위에 대한 감수성이 다양하므로 온대지역에서 내한성은 중요한 초종 및 품종 선택의 요소이다.

### ⑤ 품질(Forage quality)

난지형 목초는 연간 건물수량을 증가시키고 생육속도가 빠르고 고온 조건은 목초의 성장기간 동안 조사료의 품질변화를 크게 만든다(Nelson and Volence, 1995).

## (3) 난지형 목초의 계절적 생육특성

난지형 목초는 봄과 여름에 왕성하게 생육하고 늦은 가을 기온이 떨어지면 휴면에 들어가며 난지형 목초는 겨울철과 이른 봄에 갈색을 유지한다. 한지형 목초는 일 년 내내 성장하며 주로 봄, 가을철에 생육하고 생육은 여름의 더위로 느려진다.

난지형 목초는 첫 해와 두 해 동안 깊은 뿌리를 내리고 두 번째와 세 번째 해

에 급속히 성장한다. 난지형 목초는 성장속도가 느리며 첫 해에는 종종 정착에 실패하는 경우가 있으며 정착하는 동안 잡초 및 기타 식물의 침입을 받는다. 난지형 목초는 늦은 봄에 파종하는 것이 가장 유리하고 가을에 난지형 목초를 파종하면, 그들은 휴면 상태를 유지하고 봄에 출현된다. 난지형 목초의 최대 생육기는 여름으로, 여름의 더위가 최고가 될 때까지 계속 성장한다.

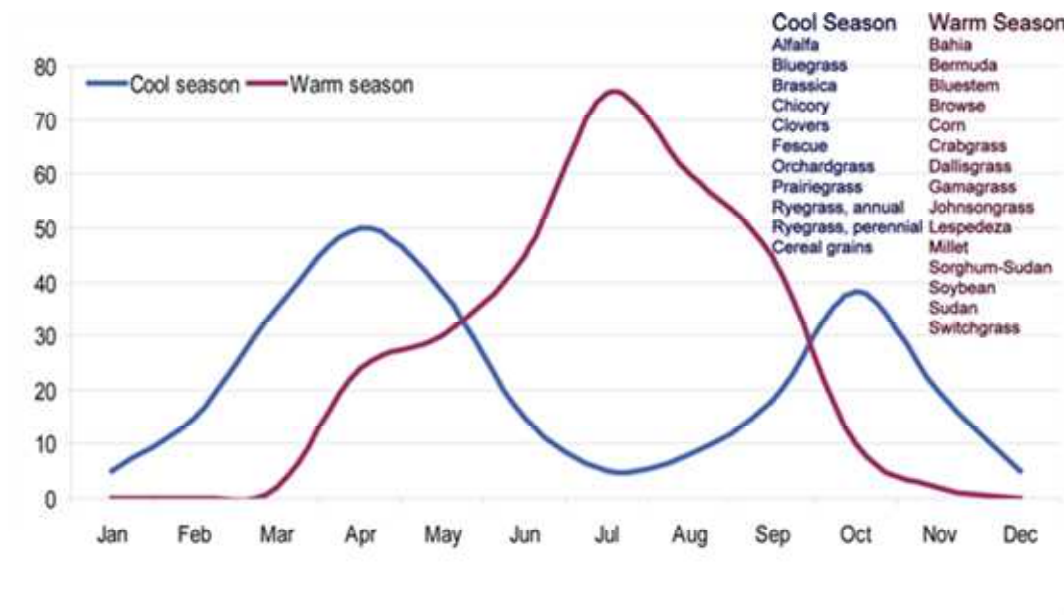


Fig. 1. Change in growth rate for cool- and warm season grasses.

## 2. 난지형 목초의 일반적인 특성

### (1) 광합성

난지형 목초의 최적 광합성 온도는 30~40°C이며 15~20°C 이하가 되면 광합성 속도가 급격히 떨어진다(Downton, 1971). Hatch (1971)는 다음과 같은 방식으로 C4 광합성 경로를 보고했다. 처음에는 장골세포에서 이산화탄소가 C4 산에 통합되고 그런 다음 말산염 또는 아스파테이트 또는 두 가지 산(종에 따라 다름)을 다발의 엽록체로 이동시켜 이산화탄소를 방출시키고 루비스코(Rubisco)에 의해

다시 고정된다. 나머지 C3 화합물(피루베이트 또는 알라닌)은 이어서 메조필세포로 되돌려 포스포에놀피루베이트의 전구체로 작용한다(원기). 이 과정이 루비스코(Rubisco) 작용 부위에서 다발 외과 셀(bundle sheath cell)에 이산화탄소를 집중시키는 역할을 한다고 제안했다(Bjorkman et al., 1976).

## (2) Kranz 해부학

C4 식물의 특징 중 하나는 "방사형 배열"로 단단하게 포장되고, 두꺼운 벽으로 둘러싸여 유관속초 세포(bundle sheath cell)를 묶어 주며, 주요 번뇌 세포와 분리시킨다. 이 배열은 Kranz 해부학으로 알려져 있다(Laetsch, 1974). El-Sharkawy and Hesketh (1965)는 Kranz 해부학과 광합성의 생리적 측면을 연관 짓는 최초의 연구 중 하나로 CO<sub>2</sub>를 누출시키지 않는 광합성 비율이 높은 종들이 Kranz 해부학을 가지고 있다고 보고했다.

난지형 목초는 한지형 목초의 풀보다 토양 N, P, K를 더 효율적으로 이용한다(Brown, 1978; Norton, 1981; Morris et al., 1982). Brown (1978)은 C4 식물에 의한 질소 이용효율이 높을수록 C4 식물과 C3 식물의 광합성 카르복실화 효소에서 N의 상대적으로 적은 투자 결과라고 보고하였다. Morris et al. (1982)는 낮은 P 수준의 토양에서 자란 한지형 목초보다 난지형 목초는 최대 3배 이상 수량이 높다고 보고했다. 그러나 한지형 목초의 P 농도는 난지형 목초보다 2배 높았으므로 가축 사료를 먹었을 때 보충이 필요하다.

## (3) 소화율

Griffin and Jung (1983)은 성숙한 줄기조직의 구성비율이 big bluestem (*Andropogon gerardii* Vitman)과 스위치그라스에서 전체 식물 영양가치의 주요 결정 요인이 된다고 하였다. 그러나 동일한 날짜에 수확했을 때 잎과 줄기 모두의 IVDMD는 식물 성장보다는 잎의 성숙을 나타내는 big bluestem과 인디안그라스(*Sorghastrum nutans* (L.) Nash) (Perry and Baltensperger, 1979) 영양 가치에 가장 큰 영향을 미친다 (Hendrickson et al., 1997).

Griffin and Jung(1983)은 조단백질과 IVDMD함량은 낮고 섬유소 함량은 big bluestem에서 톨페스큐보다 더 높았으며 이것은 C3 종과 C4 종의 해부학적 차이로 인한 것일 수 있다고 보고하였다. Akin과 Burdick (1975)는 잎몸의 미세 조직 및 세포벽의 고유한 특성이 반추위 미생물의 소화율에 영향을 미친다는 것을 보고하였다. Hendrickson et al. (1997)은 잎 IVDMD의 감소와 관련된 주요 요인으로 세포 용해성 분획의 감소보다는 세포벽 소화 가능성의 감소라고 보고하였다.

난지형 목초의 잎은 한지형 목초와 비교하면 더 낮은 소화율을 가지고 있으며, 난지형 목초의 잎은 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 구성된 전분을 저장한다(Norton, 1981). Reid et al. (1988b)는 C4 작물은 건물소화율 (DMD)과 섬유소 함량에서 예상 수준보다 높은 섭취량을 보고했다. Redfearn et al., (1995)은 switchgrass와 big bluestem에서 총 단백질과 개별 단백질 분획은 일반적으로 더 높은 농도로 존재하고 스무스 브롬그래스보다 긴 시간 동안 존재했다. 그들은 스무스브롬그래스와 비교하여 특정 단백질 분획이 오랫동안 분해되지 않은 채로 유지되는 메커니즘을 C4 작물에 존재할 수 있다고 보고하였다.

사료 단백질을 미생물 단백질로 전환될 때 발생하는 발효 및 단백질 손실과 관련된 에너지 손실이 사후적으로 영양을 이용하여 분해된다(Black, 1971). C4 작물의 섬유질, CP 및 DMD 함량이 낮지만 상대적으로 높은 섭취량으로 가축의 일일 평균 증체량에 대한 합리적인 비율을 뒷받침하는 좋은 설명이라고 하였다(Vona et al. 1984; Reid et al., 1992; Fontenot et al., 1993).

### 3. 국내 난지형 목초의 적응성 및 생산성 평가

#### (1) 국내 난지형 목초 도입 및 적응성 평가

우리나라에서 난지형 목초의 도입 및 생산성 평가는 1960년대 중 · 후반에 제주지역에서 여름동안 제주지방 기후 풍토에 적응성이 강하고 수량이 많은 난지형 목초를 선발하기 위하여 최초로 수행되었다. 난지형 목초인 달리스그라스(dallisgrass), 바히아그라스(bahiagrass), 로드그라스(rhodesgrass)를 공시

초종으로 하여 한지형 목초인 톨페스큐와 오차드그라스와 생육특성 및 사초 생산성을 비교한 결과 생육특성은 로드그라스가 초기 생육이 가장 우수하고 여름철 사초생산성은 우수한 것으로 보고하였다. 2년차 월동성은 달리스그라스와 바히아그라스는 제주지역에서 월동이 가능하나 로드그라스는 월동이 불가능한 것으로 보고하였다. 연간 생초수량은 남방형 목초인 달리스그라스가 5,524kg/10a가 한지형 목초인 오차드그라스의 3,164kg/10a 보다 생산성이 높은 것으로 보고하였다(RDA, 1969).

국내에서 난지형 목초의 도입연구는 1960년대 이후 재배의 이용성 및 존재 가치가 크게 부각되지 않아서 큰 진전을 보이지 않았으며, 2000년대 기후 온난화 가속화로 그 중요성이 주목받으면서 2006년도부터 난지농업연구소에서 버뮤다그라스, 클라인그라스, 바히아그라스 등의 난지형 목초를 도입하여 제주지역에서 월동성 및 사초 생산성을 평가하는 시험이 수행되었다. 특히 제주지역의 온난화로 인한 겨울철 기온상승이 뚜렷하게 나타나 시험기간 동안 모든 난지형 목초가 월동이 가능한 것으로 나타났으며 수량성도 매우 높아 한지형 목초의 기후 온난화로 인한 수량감소 및 지속성 감소를 보완할 수 있는 기후 온난화 대체 조사료 자원으로 평가되었다(RDA, 2009).

### 1) 난지형 목초의 생육특성 및 월동성

Park et al.(2014)은 국내외로부터 수집된 난지형 화본과 목초는 총 4초종 6품종을 수집하여 생육특성을 조사한 결과 화본과 목초의 수확시기를 결정하는 출수기는 버뮤다그라스 품종의 경우 파종 후 첫해에는 출수를 하지 않았으며 월동이 가능한 남부지역(장흥, 광주)에서는 이듬해 5월 28일에 출수기에 도달하였다. 하지만 줄기로 번식한 Ecotype의 경우 당해 6월 28일에 출수를 하는 것으로 보아 버뮤다그라스의 경우 저온조건에서 춘화처리가 요구되어지는 식물인 것으로 판단하였다.

바히아그라스의 출수기는 Tifton 9이 8월 21일로 Argentine(8월 26일)보다 빠른 것으로 나타났으며 월동이 가능한 남부지역(장흥, 광주)에서는 이듬해 7월 24일과 28일쯤으로 출수기가 빨라져 월동 이후 출수기가 빨라지는 것으로 나타났

다(Park et al., 2014).

수집된 난지형 목초의 재생력은 대체로 양호하였으나 버뮤다그라스의 자생형과 가마그라스는 재생력이 매우 낮았으며 특히 가마그라스는 1차 수확 후 재생력이 매우 낮게 나타났다. 초지의 조성에 필요한 초종 선택에서 가장 중요시되는 목초의 지속성(영속성)은 버뮤다그라스와 클라인그라스가 우수하게 나타났으나 가마그라스와 버뮤다그라스 자생형은 영속성이 낮은 것으로 나타났다(Park et al., 2014).

난지형 목초의 월동성은 지역, 초종 및 품종에 따라 다르게 나타났는데 전남 광주 및 장흥지역의 월동성은 난지형 목초 모두 월동이 가능하였다. 버뮤다그라스와 클라인그라스는 90% 이상으로 월동이 가능하였으며, 바히아그라스는 Tifton 9 품종이 Argentine 품종보다 월동률이 높게 나타났다(Park et al., 2014). 난지형 목초의 월동성에 영향을 미치는 요인은 겨울철 최저기온이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 버뮤다그라스는  $-11^{\circ}\text{C}$ 에서도 월동이 가능하다는 보고가 있다. 또한 월동 전 재배관리 방법도 월동에 큰 영향을 미치는 것으로 알려지고 있는데, 난지형 목초의 월동성을 높이기 위하여 최소한 월동 전 45일전에 수확을 하여 저장양분을 충분히 축적할 수 있는 기간이 제공돼야 한다고 한다(Munshaw et al., 2006).

## 2) 난지형 목초의 사초 생산성 및 사료가치

전남 장흥지역에서 난지형 목초의 사초 생산성은 클라인그라스가 3년 평균 12,655kg/ha로 가장 높게 나타났으며 바히아그라스 Argentine 품종이 4,876kg/ha로 가장 낮은 것으로 나타났다. Park et al.(2012)은 제주지역에서 3년 평균 건물수량이 16,749kg/ha로 보고하여 버뮤다그라스의 생산성은 품종 및 재배 지역의 기후에 따라 차이가 많음을 알 수 있었다.

광주지역에서 버뮤다그라스의 4년 평균 사초 생산성은 Common이 생초수량 32,941 kg/ha, 건물수량이 11,035 kg/ha로 나타났으며 바이아그라스의 건물수량은 Tifton 9 품종이 9,712 kg/ha으로 Argentine 품종보다 높게 나타났다. 클라인그라스의 사초생산성은 생초수량이 52,615 kg/ha, 건물수량이 15,331 kg/ha로 공



시 난지형 초종 중에서 가장 생산성이 높은 것으로 나타났다.

전북 김제지역에서 난지형 목초의 사초 생산성은 클라인그라스가 2년 평균 6,106kg/ha로 가장 높게 나타났으며 바히아그라스 Argentine 품종이 3,100kg/ha로 가장 낮은 것으로 나타났다. 충남 성환지역에서 난지형 목초의 사초 생산성은 클라인그라스가 4년 평균 11,934kg/ha로 가장 높게 나타났으며 바히아그라스 Argentine 품종이 3,269kg/ha로 가장 낮은 것으로 나타났다.

단백질 함량은 버뮤다그라스의 Ecotype이 12.78%로 가장 높게 나타났으며 바히아그라스 Argentine 품종이 10.08%로 가장 낮은 것으로 나타났다. 초종 간에는 버뮤다그라스, 클라인그라스, 바히아그라스가 큰 차이를 보이지 않았다. 총가소화영양소(TDN) 함량은 버뮤다그라스가 64.86%로 바히아그라스 보다 높은 것으로 나타났으며 in vitro 건물소화율은 초종간 큰 차이를 보이지 않았으나 버뮤다그라스가 다소 높게 나타났다. Reid et al.(1988)은 난지형(C3) 목초는 일반적으로 건물수량은 높은 반면 사료가치는 한지형(C4) 목초에 비해 다소 낮다고 보고하였는데 한지형 목초는 난지형 목초에 비해 비구조탄수화물과 단백질 함량이 높고 섬유소 함량이 낮은 것에 기인한다고 보고 하였으며(Barbehenn et al., 2004) 또한 낮은 엽경비율로 인해 한지형 목초 보다 사료가치가 낮다고 보고하였다(Jones, 1985).

## (2) 국외 난지형 목초 생산 및 이용 기술

조사료 생산에 있어서 난지형 목초의 이용성을 높이기 위해서는 가장 중요한 부분이 월동성이기 때문에 국외의 경우 월동이 가능하고 고온 조건이 지속되는 지역에서 난지형목초의 이용기술이 상대적으로 발달하였다. 초지 조성을 위한 목초의 경우 한지형 목초의 이용기술은 유럽과 북아메리카지역에서 발달하였고, 난지형 목초는 미국 남부지역과 남아메리카 지역을 중심으로 발달하였다.

특히 미국 남부지역에서는 난지형 목초가 방목초지의 중심초종으로 다양한 생산이용체계가 정착되었는데, 한지형 목초와 난지형 목초를 이용한 순환 방목시스템이 많이 이용되어지고 있다. 순환방목은 방목초지를 한지형 목초지

중심의 방목지와 난지형 목초 중심의 방목지로 구분하여 여름철에는 난지형 목초지에서 방목이 주로 이루어지고 봄철과 가을철에는 한지형 목초지에서 방목을 함으로써 방목기간을 연장함으로써 초지 이용성을 향상시키는 기술들이 개발되었다. 또한 난지형 목초는 주 생육기가 여름이어서 봄철에 생산성이 낮은 단점을 보완하기 위하여 가을철에 난지형 목초지에 이탈리아 라이그라스, 호밀 등 동계사료작물을 겹뿌림 파종하여 봄철에 먼저 동계 사료작물을 생산하고 여름철에 난지형 목초를 이용하는 기술들이 개발되어 이용되어지고 있다.

또한 난지형 목초의 이용성을 확대하기 위해서는 난지형 목초의 월동성을 높이는 것으로 미국을 중심으로 난지형 목초의 내한성이 높은 품종육성에 연구가 활발히 진행되고 있으며 버뮤다그라스의 경우 주 재배지역이 미국 남부 지역에서 중부지역까지 북상시킬 수 있는 품종들이 개발되었다.

#### 4. 주요 난지형 화분과 목초의 종류 및 특성

##### (1) 버뮤다그라스(Bermudagrass, *Cynodon dactylon* (L.) Pers)

###### ① 환경과 생산성

버뮤다그라스는 버지니아와 캔자스의 남부 경계를 연결하는 선 남쪽의 주들에 가장 잘 적응되는 C4의 난지형 다년생 목초이다(Burton and Hanna, 1995). 평균 기온이 24℃ 이상일 때 가장 잘 자랍니다. 6℃에서 9℃사이의 온도에서는 생장이 멈추고, -2℃와 -3℃에 줄기와 잎이 고사하여 땅에 떨어집니다. 버뮤다그라스는 다양한 토양에서 잘 자라고 석회질 토양 (Adams et al., 1967)에서 만족스럽게 자랄 것이며, 낮은 pH 및 염조건에 내성이 있다(Lundberg et al., 1977). 버뮤다그라스 (Bermudagrass)는 이전에 미국의 남부 지역과 메릴랜드 남부의 대서양 해안 지역에 제한적으로 자라고 있었다. 그러나 최근 Mathias et al. (1973)은 -22℃의 온도에 견딜 수 있는 'Midland' 품종이 육성되었으며, 헥타르 당 질소 112kg 이상이 시비되었다. '퀵 스탠드' 버뮤다그라스는 겨울철 내한성 우수한

품종으로 조절된 환경조건하에서, Wright et al. (1984)에 따르면 'Quickstand'의 DM 수량은 'Midland'보다 230% 높았다.

## ② 수분

버뮤다그라스의 생산은 일장과 일사량 ( $r = .95$ 와  $.93$ )과 높은 상관관계가 있다 (Burton et al., 1988). 그러나 강우, 기온 및 토양수분도 버뮤다그라스의 생산성에 영향을 준다. 비료 시비비율은 작물의 내한성과 지속성 유지에 많은 영향을 미친다. Gilbert와 Davis (1971)는 비료가 4-1-6, N-P-K의 비율로 각각 시비될 때 내한성과 재생이 우수한 것으로 보고하고 있다. 버뮤다그라스는 특히 질소시비에 잘 반응하였으며 1008 kg N/ha로 시비되었을 때 헥타르 당 30 톤의 건초를 생산했다 (Burton and Hanna, 1995).

## ③ Animal performance

버뮤다그라스에 방목하는 가축의 능력은 한지형 목초에 비해 낮았다 (Friborg et al., 1979; Conrad et al., 1981). Fribourg et al.(1979)는 오차드그라스와 라디노클로버(*Trifolium repens* L.)에 방목되는 거세우의 경우 연중 평균 일당 증체량은 0.84kg이었으나 반면 질소비료를 ha 당 112, 224 또는 448kg 시비한 버뮤다그라스에 방목한 거세우는 평균 일당 증체량이 0.38에서 0.44kg이었다. 하지만 질소를 헥타르 당 448kg 시비된 버뮤다그라스에 방목된 쇠고기의 총 쇠고기 생산량은 605 kg/ha이었고 orchardgrass-ladino clover 혼파는 561kg/ha생산되었다. Fribourg et al. (1979)는 오차드그라스와 라디노클로버와 비교하여 방목시즌 동안 버뮤다그라스의 IVDMD가 급격히 감소한 것을 보고했다.

## ④ Carrying capacity

버뮤다그라스의 한 가지 유익한 특징은 다른 조사료에 비하여 높은 수용 능력이다(Conrad et al., 1981; McLaren et al., 1983). McLaren et al.(1983)은 톨페스큐로 보파된 버뮤다그라스 목초지에서 수용 가능한 이익을 얻었는데, 목양력은 ha 당 7.3 steers 였다. Fribourg et al. (1979)는 초과성장을 조절하기 위해 질소

를 헥타르 당 448kg 시비된 'Midland' 버뮤다그라스 초지에는 헥타르 당 12.4 steers의 stocking rate를 사용해야 한다고 하였다. 동일한 시험에서 Orchardgrass-ladino clover 목초지는 4.0 마리로 조종되었다. McLaren et al. (1983)은 Fribourg and Overton (1979)의 연구 결과를 바탕으로, 톨페스큐로 보파된 버뮤다그라스 목초지는 적절한 관리를 통해 여름철과 봄, 가을철에 상당한 양의 양질의 조사료를 생산할 수 있다고 보고하였다.

잡초의 양이 제한적이지 않다면(Roth et al., 1990), 가축들은 더 높은 영양가의 식물부분을 선택하여 선택적으로 방목한다. 일반적으로 동물을 방목하는 것에 의한 목초의 섭취는 양분 농도가 높은 녹색잎의 섭취 비율이 높다 (Minson, 1981). 그러나 버뮤다그라스는 잎과 줄기가 쉽게 분리되지 않는 캐노피로 전반적인 조사료 품질을 감소시킨다(Burns et al., 1991; Fisher et al., 1991). 버뮤다그라스와 스위치그라스 캐노피는 줄기의 비율이 가장 높았다. Burns et al.(1991)은 버뮤다그라스 목초지에서 높은 성능이 요구되는 경우 단기간 방목과 같은 특별한 방목 전략이 필요하다고 제안했다.

## (2) 바히아그라스(Bahiagrass, *Paspalum notatum* Flugge)

남아메리카가 원산지이며, 특히 아르헨티나, 우루과이, 파라과이, 브라질 등에서 많이 재배되고 있다(Gates, Quarin, and Pedreira, 2004). 더위와 가뭄에 강하고, 버뮤다그라스나 델러스그라스보다 토양적응성이 더 크다. 짧고 강건한 지하경을 가지며, 뿌리는 길게 자라서 근계발달이 좋으므로 방석형 초지를 만들고, 다른 작물과의 경합과 가뭄에 강하다. 잎의 넓이는 1.2cm 정도이며, 직립하는 편이고, 초장은 15~60cm 이다. 이삭은 2~3개의 총상화서를 가진 원추화서이다(Chase 1929). 중요한 품종에는 Common, Argentine, Pensacola, Tifton-9 등이 있다. 짧은 기간과 낮은 온도는 바히아그라스의 조사료 생산성을 제한한다 (Mislevy, Sinclair, Ray 2001); 그러나 식물 육종을 통해 내한성, 월동성 및 장기성장을 위한 선발이 이루어졌다 (Blount, Quesenberry, et al 2008). 파종은 늦서리가 끝난 이른 봄에 하는 것이 좋으며, 여름에 파종하면 초기생육이 늦으므로 잡초피해가 크다.

바히아그라스를 방목하거나 보충사료 없이 보존된 사료로 먹이는 것은 가축의 영양소 요구량을 충족시키기에 충분하지 않았다(Rollins and Hoveland, 1960). 미국의 남부 연안 평야 지역에서 육우 산업은 주로 번식사업이며, 바히아그라스를 주요 조사료원을 이용한다(Chambliss and Sollenberger 1991). 플로렌스에서 육우를 대상으로 한 연구에서 Sollenberger와 동료 (1998)는 동물의 총 평균 일당 증체량은 거의 0.5kg을 넘지 않는다고 밝혔다.

과방목과 제상에 견디는 힘이 강하여 방목용으로 알맞으며, 생산성과 영양가는 버뮤다그라스와 카펫그라스의 중간 정도이다. 초질은 봄에 좋고, 한여름에는 가축의 기호성이 떨어진다. Bahiagrass의 여름 소화율은 예취간격이 6주에서 14주로 증가했을 때 건초에서 IVDOM 함량이 599에서 432g kg<sup>-1</sup>로 감소한 것을 보였다(Moore et al. 1971). 또한 두 건초 연령 사이에 질소 농도가 각각 12.2 ~ 10.1 g/kg 으로 감소하였으며 리그닌 함량과 ADF 함량도 증가했다.

단파하여 정착된 후 화이트클로버, 크립슨클로버, 애로리프클로버 등의 콩과목 초를 파종하여 혼작하는 것이 바람직하다.

### (3) 델러스그라스(Dallisgrass, *Paspalum dilatatum* Poir)

아르헨티나 북부, 우루과이, 브라질 남부 등의 남아메리카가 원산지이며(Pizarro, 2000), 현재는 열대지방 및 습윤하고 온화한 아열대 지방에 널리 분포하고 있다. 델러스그라스는 건조한 토양은 싫어하고 중점토에서 잘 자라며, 버뮤다그라스보다 습지를 더 좋아하기 때문에 연간 강우량이 760mm 이상이 되어야 좋다. 우리나라에서는 겨울이 따뜻한 제주도와 남해안 일부 지방에서만 월동할 수 있다.

델러스그라스는 난지형 목초 중에서 추위에 가장 강하고 봄철에 제일 먼저 자라기 시작하며, 가을 늦게까지 자란다. 초장은 60~120cm 정도이며 다발형 다년생 목초에 속하나, 방목할 경우에는 짧은 지하경이 발생하여 잎의 수가 많고, 방석형이 된다. 재생력이 좋으며, 사료의 품질과 기호성은 바히아그라스나 버뮤다그라스보다 좋고, 대부분의 난지형 목초보다 봄에 일찍 생육을 시작하며 늦게까지

생육한다. 잎의 길이는 10~12cm이고 넓이는 3~12mm이며, 이삭은 총상화서이다. 건물수량은 토양수분과 시비조건에 따라 다르나, ha 당 보통 1.2~12톤에 달하며, 이때 조단백질 함량은 6.2~19.6% 정도이고, 건물의 소화율은 45~60% 정도 된다.

중요한 품종에는 B 230, B 430, Prostrate, Charu 등이 있으며, 종자는 크기가 작고 발아율이 낮으며 발아 기간이 길어 초지를 조성하기가 힘들다 (Holt, 1956). 종자의 발아는 저온에 예민하지 않으므로 토양수분이 충분한 늦은 가을이나 이른 봄에 파종한다. 분얼력이 왕성하므로 초지 조성 시 너무 밀식하지 않도록 하며, 재식거리는 50 cm가 알맞고, 파종량은 10 a 당 0.6~1.8 kg이다. 델리스그라스는 정착한 후에 흔히 클로버류나 레스페데자를 파종하여 콩과목초와 혼작하는 것이 좋다. 재생력은 좋으나 도복하기 쉬우므로 방목으로 많이 이용하거나 건초를 만들기도 한다.

달리스그라스는 강방목에 잘 견디고 재생력이 좋은 대신 도복이 잘 되는 편이므로 방목용으로 많이 이용되나, 건초용으로도 이용된다. 클로버류나 레스페데자와 혼파하여 이용할 때에는 달리스그라스가 정착된 다음에 클로버류를 파종하여야 하며, 달리스그라스는 채초나 방목을 오랫동안하지 않으면 생육에 영향을 주게 되고, 지하경의 크기가 줄어든다.

그러므로 적절한 예취나 방목이 필요한데, 예취높이는 5.0~7.6 cm 이상이 좋다. 이 목초는 맥각병 (erogot)에 걸리기 쉬우며, 불임되는 종자가 많아 채종이 어려운 편이다. 질소를 잘 시비해주고 생육기간동안에 4번 정도 수확을 한 다음 채종하는데, 조파와 산파간에도 파종량에 차이가 없다 (Mayland and Cheeke, 1995).

#### (4) 클레인그라스(Kleingrass, *Panicum coloratum* L.)

다년생의 난지형 목초로 다발형이고, 미국에는 1942년 아프리카에서 도입되었으며, 토양과 기후조건에 대한 적응성이 넓고, 토양수분이 높은 조건에도 견디는 힘이 강하다. 우리나라에서는 제주도와 일부 남부지방에서만 재배가 가능하다.

스위치그라스와 블루우파닉그라스와 같은 속으로 줄기는 가늘며, 잎이 많고 초장은 0.9~1.2m 정도이다. 잎은 기온이 -4℃로 내려가는 늦가을까지 푸른색을 유

지하며, 이른 봄에 생육이 좋다. 포복형에서 직립형까지 있으나 직립형이며, 가는 털이 많은 품종이 있는 반면 비교적 매끄러운 품종도 있다. 번식은 분얼경이나 짧은 지하경에 의해서 하며, 줄기의 마디에서 뿌리가 나온다 (Gould, 1975).

종자는 발아되어 쉽게 정착이 되나, 유식물은 초기생육이 느린 편이다. 종자는 작고 매끄러우며 식물체의 이삭내에서 균일하게 성숙되지 않으며, 채종량도 그렇게 많지 않다. 휴면관계로 채종 후 곧 파종하면 활력이 떨어지므로 6개월 정도 후에 파종하면 좋다.

이 목초는 초기생육이 느리기 때문에 처음 파종할 때 잡초 방제에 유의하여야 하며, 복토는 1.3~2.0 cm 정도가 좋으며, 생육을 좋게 하고 지속적으로 수확을 올리기 위해서는 시비가 필요하다. 토양은 식양토에서 점토에 이르기까지 모두 잘 적응하며, 다른 난지형 목초보다 봄에 일찍 생육이 시작되어 늦게까지 생육을 계속하고, 내건성이 강하다 (Alderson and Sharp, 1994).

Kleingrass는 우수한 가축의 사료로 건초 또는 조사료로 사용되어지고 풍부한 양질의 조사료를 생산한다. James E. "Bud" Smith에서 수행된 조사료 품질평가에서 4월 17%에서 11월에 7%까지의 조단백질 수준을 생산 할 수 있었으며, 소화율 (시험 관내 건조 물질 소화율)은 같은 기간 동안 70%에서 53%에 이르는 것으로 나타났다. Kleingrass의 사초 생산성은 재배기간이 끝날 때 1,500lb/acre에서 약 12,500lb/acre 범위였다 (USDA NRCS, 2012a).

#### (5) 바랭이(Crabgrass, *Digitaria ischaemum*)

바랭이(Crabgrass)는 양질의 여름 조사료로 남부 연안 평야의 모래 토양과 기후 조건에 잘 적응한다. 잡초로 여겨지는 경우가 많지만, 특히 채소나 줄기에 심어진 토지에서 소중한 임시 여름 사료작물이며 가축 방목이나 건초생산을 위한 목초지로 사용할 수 있다. Crabgrass의 여러 종은 남부 해안평야에서 발견되고, 가장 널리 인정되는 계통은 털이 많고 긴 바랭이와 매끄러운 바랭이(*D. ischaemum*)이다. 대형 바랭이는 목장에 자연적으로 또는 의도적으로 심어진 가장 흔한 종으로 버뮤다그라스와 크기와 꽃이 비슷하게 보입니다. 그러나 꽃이 만발한 줄기는

가늘고 길고 꽃은 줄기 끝에 3-7개의 가느다란 손가락 모양의 가지로 붙어 있다.

바랭이의 품질은 일반적으로 다른 대부분의 난지형 목초보다 양호하다. 예를 들어, 바랭이 건초는 버뮤다그라스, 바히아그라스(bahiagrass), 또는 진주조 또는 수수(sorghum-sudan) 잡종과 같이 가장 일반적으로 심은 여름 일년생 풀보다 높은 품질을 보인다. 오클라호마에서 연중 방목하는 시험에서 바랭이 초지에서 자라는 송아지의 일일 평균 증체량은 1.8 파운드로 높았으며 이에 반해, 버뮤다그라스 또는 바히아그라스에 대한 ADG는 일반적으로 약 1.0 파운드로 나타났다.

Crabgrass는 건초생산을 목적으로 수잉기에서 출수기까지(일반적으로 18-24인치 높이) 1년에 2번 이상 수확이 가능하다. 바랭이의 재생을 위해서는 예취높이를 3인치 이상으로 예취해야 한다.

바랭이의 첫 번째 수확은 15%이상의 조단백질과 65%의 총 소화성 영양소가 포함된 최상의 건초를 생산 할 수 있다. Crabgrass 건초는 일반적으로 bermudagrass보다 느리지만 수단그라스 잡종이나 진주조보다 빨리 건조된다. 바랭이로 만든 건초는 흔히 검은색이어서 품질이 좋지 않은 건초로 오인 받는데, crabgrass haylage에 관한 연구는 거의 없지만, 평균 50% 수분 (35 ~ 65% 습기가 허용 될 수 있음) 일 때 헤일리지 만들면 바랭이의 실용적인 저장 조사료 제조방법이 될 것이다.

## (6) 테프그라스(Teffgrass, *Eragrostis tef*)

Teff grass (*Eragrostis tef*)는 아프리카가 원산지인 난지형 목초로 과거에는 곡물 작물로 사용되었지만, 최근에는 사료작물로서의 관심이 증가하고 있다. 그것은 15-18인치의 키가 자라는 비교적 얇은 뿌리를 가진 계통으로 가는 줄기와 가는 잎을 가지고 있다.

테프그라스는 주로 건초로 이용되고 있으며 훌륭한 줄기와 잎은 식물이 15인치의 높이에 도달할 때 수확되어야하는 매우 질 좋은 건초작물이다. 테프그라스의 재생을 개선하려면 그루터기 높이 4 ~ 5인치를 남겨 두는 것이 중요하다. 수확이나 과량의 질소 시비가 지연되면 성숙이 어려워 건초 수확이 어려워질 수 있으며 정상적인 강수량을 받는 해에는 2 ~ 3번의 수확이 예상된다. 테프그라스를



방목으로도 이용할 수 있으며 얇은 뿌리로 과도한 방목에 민감하기 때문에 적절한 방목 관리가 특히 중요하다. 성장 초기에 과도한 방목은 식물이 땅에서 뽑히지 않도록 주의를 기울여야 한다.

테프그라스의 영양소 함량은 수확 시 성숙 단계에 달려 있으며 출수기에 조단 백질 12-14%, 산성세제섬유소 35%, 중성세제섬유소 60%의 조사료를 수확할 수 있고 Total Digestible Nutrients(TDN)은 60% 중반 범위에 속할 것으로 예상된다. 지연된 수확은 단백질과 에너지 수준이 현저하게 낮아지고 섬유질 수준이 높아질 것으로 예상된다.

지난 10년 동안 테프그라스의 수확량은 에이커 당 2 ~ 4톤에 이르는 것으로 나타났으며 일반적으로, 테프그라스는 사탕 수수, 수단그라스 잡종보다 적지만 가는 줄기는 베일에 적합한 수분으로 쉽게 건조될 수 있다. 정사각형 베일의 경우 20%의 수분함량으로, 또는 라운드 베일의 경우 18%의 수분함량으로 건조해야 한다.

## 5. 난지형 목초를 이용한 방목 이용 기술

### (1) 조사료 비축 (Stockpiling forage)

비축 초지는 늦여름과 가을에 조사료 바이오매스를 축적하고 생장이후에 방목하는 방법이다. 비축 사료는 방목기간을 연장하고 조사료 수확 및 저장과 관련된 비용뿐만 아니라 건조 또는 사일리지 제조에 소요되는 시간을 줄일 수 있다. 기존 젖소의 동절기에 필요한 노동력의 25%로 노동을 줄일 수 있다 (Van Keuren, 1970). 비축 관리에서는 일부 조사료 손실이 발생하지만 적절한 방목 관리로 이를 최소화 할 수 있으며 비축과 윤환 비축을 결합하면 생산자가 연중 목초지를 관리하여 겨울 사료 저장 비용을 줄이면서 목초지 조사료를 효율적으로 분배 및 활용할 수 있다(Riesterer et al., 20000).

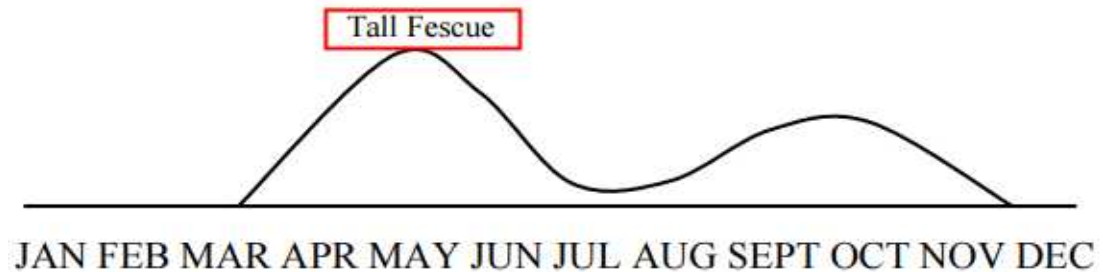
미국 남동부 지역에서 버뮤다그라스를 이용한 조사료의 비축기술은 가을과 초겨울에 방목을 위해 들판에 남아있는 비축된 버뮤다그라스를 사용할 수 있다. 비축된 버뮤다그라스는 적절한 절차를 따르면 1월까지 건유 및 임신기 젖소의 필

요한 영양분을 제공한다. 농가들은 휴면 버뮤다그라스를 약 45~60일 동안 방목 계획을 세우고, 1월 중순까지 비축된 버뮤다그라스를 사용하고 비축된 버뮤다그라스의 방목이 끝나면, 이탈리아 라이그라스로 보파된 다른 버뮤다그라스 초지로 이동함으로써 나머지 기간 필요한 조사료를 공급 받을 수 있다(Evers, 2012).

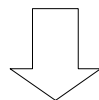
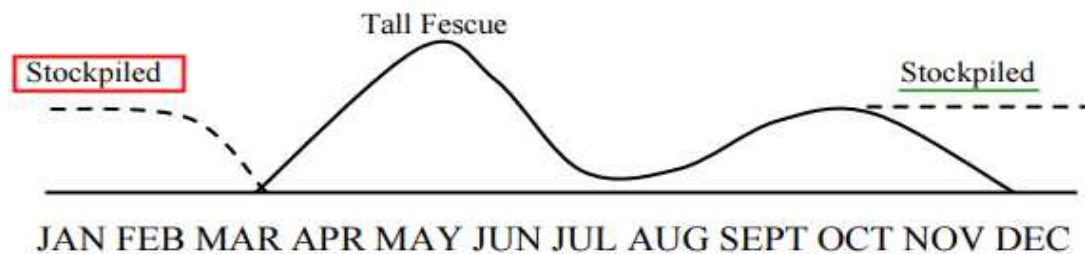
버뮤다그라스와 라이그라스의 비축량을 프로그램과 맞추기 위해서 입식율이 젓소 무리에 필요한 사료를 생산할 수 있는 능력과 균형을 이루어야한다. 많은 경우에, 버뮤다그라스 비축과 보파된 라이그라스에 대해 지연된 목초지를 제공하기 위해서는 전체 입식율을 줄여야 한다. 적절한 버뮤다그라스 양과 영양가를 생산하려면 적절한 비옥 프로그램과 적절한 수분이 필요하다. 9월, 10월, 11월 중 적절한 수분을 공급받지 못하면 라이그라스의 방목 개시가 지연될 수 있다(Beck et al., 2013).

[비축방목의 개념 및 적용 사례 (출처: Teutsch, 2017)]

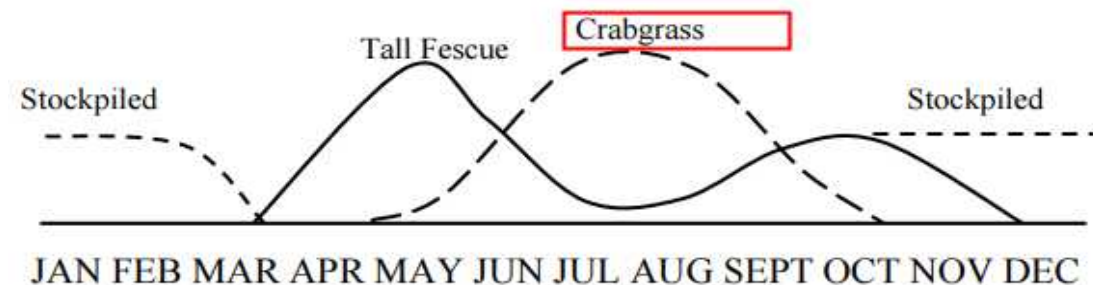
- ☞ 톨 페스큐와 클로버의 혼파초지에서 비축방목(Stockpiling grazing) 시작
- ☞ 조사료 생산량의 여름철 저하와 겨울철 건조 급여 필요성에 주목



- ☞ 방목을 연장하기 위해 첫 번째 일은 겨울 방목을 위해 톨페스큐를 비축하는 것임
- ☞ 여름철에 조사료 부족



- ☞ 1년생 난지형 목초인 바랭이(crabgrass)를 방목체계에 추가
- ☞ 계절에 따른 조사료 생산성 분포에서 바랭이의 추가는 여름철 한지형 목초의 부족한 조사료를 보충



## 2) 난지형 목초 이용 연중 방목 체계

한지형 목초와 난지형 목초를 연계하여 이용하면 미국 중-남부에서 12개월 동안 방목이 가능하다. 버뮤다그라스(bermudagrass) 및 달리스그라스 (dallisgrass)는 미국 중남부의 상부 2/3의 대부분과 해당 지역의 적응된 토양에서 톨 페스큐와 혼파하여 재배한다.. 또한, 콩과 작물(클로버, 알팔파)은 버뮤다그라스 / 달라스그라스 / 톨페스큐와 혼파하여 재배되고 있다(Beck et al., 2007).

바히아그라스(Bahiagrass)는 안정적인 여름 목초지를 제공하지만, 일반적으로 너무 뾰뾰한 초형을 형성하기 때문에 한지형 목초와 매우 경합적이다. 일년생 clovers와 이탈리아인 라이그라스는 초지의 생육상황에 따라 성공적으로 보파 될 수 있다(Dunavin, 1982).

한지형과 난지형 목초의 혼파 목초지를 성공적으로 조성하기 위해서는 우선적으로 난지형 목초를 조성해야 한다. 한지형 목초가 조성되는 가을에 난지형 목초는 성장이 느려지기 때문이다. 난지형 목초는 한지형 목초보다 그늘에 잘 견디지 못하며, 성장은 한지형 목초에 의해 늦봄까지 억제된다. 난지형 목초의 초지조성은 먼저 파종상을 잘 준비하고 한지형 목초는 난지형 목초 사이에 파종된다. 이탈리아인 라이그라스, 클로버류, 또는 호밀, 귀리 등 일년생 한지형 사료작물의 성공적인 정착을 위해서 난지형 목초지는 강방목을 통해 최대한 선점 식생을 제거해 주어야 한다.

한지형 목초는 난지형 목초의 초여름 성장을 억제하기 때문에 5월 말에는 한지형 목초를 수확하거나 방목하는 것이 중요하다. 한지형 목초와 난지형 목초의 혼파는 조사료 생산성을 거의 두 배로 높여 줄 것이므로, 난지형 목초지에 한지형 목초를 파종할 계획을 세우고 농가 현장에 맞게 변형하여 재배해야 한다.

**System 1. Bahiagrass or bermudagrass overseeded with ryegrass, ryegrass + annual clover, or sod-seeded with ryegrass and a small grain.**

Assume:

1. A total of 30 acres, cross-fenced into three 10-acre pastures (A, B, C).
2. All cattle are concentrated on one pasture at a time.

Suggested grazing and rotational management:

Pasture	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
A	Grazed overseeded ryegrass					Grazed and clipped hay from summer grass			Ryegrass overseeded			
B	Grazed overseeded ryegrass			Grazed or clipped hay from overseeded grass		Grazed and clipped hay from summer grass			Ryegrass overseeded			
C	Holding pasture for hay feeding if weather is severe			Grazed and clipped hay from summer grass			Grazed frosted grass or feed hay					

**Grazing Summary**

April–October	Rotate among A, B, C
October–November	Rotate between B, C
November–December	Grazed C; use A and B if available and needed
January–April	Rotate between A, B

**System 2. Bermudagrass or bahiagrass and tall fescue + white clover.**

Assume:

1. A total of 30 acres.
2. Bermudagrass or bahiagrass on 20 acres; two 10-acre pastures (A and B).
3. Tall fescue + white clover, 10 acres (C).
4. All cattle concentrated on one pasture at a time.

Suggested grazing and rotational management:

Pasture	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
A	Holding pasture if feeding hay			Grazed and clipped hay			Grazed frosted grass					
B	Grazed overseeded ryegrass			Grazed or clipped hay		Grazed and clipped hay			Ryegrass overseeded			
C	Grazed fescue + clover					Dormant or grazed		Clipped closely		Grazed or stockpiled fescue		

**Grazing Summary**

April–June	Rotate among A, B, C
June–October	Rotate between A, B
October–December	Rotate between A, C
January–April	Rotate between B, C

**System 3. Bermudagrass and tall fescue grown in combination.**

Assume:

1. Used only in north Mississippi or in central Mississippi on heavy (clay) soils.
2. A total of 30 acres, cross-fenced into three 10-acre pastures (A, B, C).
3. All cattle are concentrated on one pasture at a time.
4. All excess forage is clipped as hay and fed anytime during the year it is needed.

Suggested grazing and rotational management:

Pasture	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
A	Grazed and clipped hay											
B	Grazed and clipped hay											
C	Grazed and clipped hay											

**Grazing Summary**

January–December Rotate among A, B, C; clip all excess forage for hay and feed as needed.

Fig. 2. Using warm and cool season grass, Year-round forage system(Lang and Kimbrough, 2014)

시험 I :

파종방법 및 생육시기가 난지형 목초의 생육특성, 생산성 및 사료가치에 미치는 영향

### Abstract

The southern type grasses announced for the test were the Bermudagrass cultivars (Giant, Cheyenne, Mohawk, Pancho Frio, Common and Tifton 85) and the Bahiagrass cultivars (TifQuik, Tifton 9, Argentine), and one Teff grass cultivars (Tiffany) and the changes in the productivity and nutrient content were surveyed in Jeju area (450m altitude). The different cultivars were sowed by broadcasting or drill seeding method, and Tifton 85 was transplanted from sprigs. The fresh and dry matter yield showed varying significant differences for different cultivars ( $p < 0.05$ ). The fresh yields of Tifton 85, TifQuik and Tifton 9 were excellent, compared to the other cultivars, and for the dry matter yield, Tifton 85 and Tifton 9 were excellent when compared to the other cultivars. Crude protein content showed significant differences among different cultivars ( $p < 0.05$ ). Cheyenne, Mohawk, Pancho Frio, and Common showed differences in the crude protein content by sowing method and harvest time ( $p < 0.05$ ). The different cultivars showed differences in the crude fiber content ( $p < 0.05$ ), and Tifton 9 registered significantly high content and Mohawk and Tifton 85 showed significant crude fiber content by harvest time ( $p < 0.05$ ). According to these results, the southern type grass cultivars showed big differences in the regenerative capacity against damage from frost, productivity, and nutrient content, so they need to be chosen according to the purposes, and to increase their usage, their evaluation needs to be conducted at various altitudes.

**(Key words: Bermudagrass, Bahiagrass, broadcast and drill seeding, fresh and dry matter yield, nutrient content)**

## I. 서론

전 세계적으로 기후 온난화로 인해 기상이변과 기후변화가 심하게 일어나고 있으며, 우리나라의 경우도 온도상승과 더불어 강수량이 증가하고 있고, 계절별 지속기간이 변하고 있는데, 과거 30년 대비 0.6℃의 온도 상승과 11%의 강수량 증가가 있었다고 보고되고 있다(IPCC, 2006). 제주지역 또한 여름철 온도가 지속적으로 상승하고 있으며, 일반적으로 제주지역에서 초지조성에 사용되고 있는 한지형 목초인 경우에 여름철 하고현상에 의하여 수량이 급격히 감소하고, 계절에 따른 수량변화가 심하여 초식가축의 연중 조사료 공급에 많은 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 최근에 Park et al. (2012, 2014, 2015)은 남방형 목초의 도입에 대한 연구를 수행하여 결과를 보고한 바 있다. Barnes et al. (2007)은 난지형 목초는 기온이 25~35℃ 내외에서 생육이 가장 왕성하며 15℃ 이하가 되면 생육이 느려진다고 보고하고 있으며, 일반적인으로 난지형 목초는 한지형 목초보다 초기 생육이 느려서 정착이 어려움이 있으나, 정착이 되면 지속성이 우수하고 더위와 가뭄에 강하여 여름철 고온기에 생산성이 높은 것이 큰 특징이라고 보고했다.

미국 남부지역에서 여름철에 건초와 헤일리지 생산에 이용하기 위하여 난지형 목초인 버뮤다그라스(*Cynodon dactylon*), 바히아그라스(*Paspalum notatum*)와 클라인그라스(*Panicum coloratum L.*)를 주로 재배하고 있으며, 테프그라스(*Eragrostis tef*)의 경우도 티머시와 사료가치가 비슷하여 여름철 사료작물로 이용가치가 높다고 보고하고 있다(Hunter et al., 2007). 그리고 미국 루지애나주에서 가장 많이 이용되고 있는 난지형목초는 버뮤다그라스와 바히아그라스이며, 이들 품종은 다양한 토양조건에서도 잘 생육하는 특성이 있다. 그리고 성장기 동안에 초식가축을 위한 조사료로서 영양소를 제공할 수 있고, 겨울철 초식가축을 위한 저장조사료의 생산목적으로 건초로 제조되어 수확하여 저장할 수 있다(Redmon, 2000). 난지형목초는 섭취 가능한 건물 생산량이 높으나 일반적으로 소화율은 낮으며(Reid et al., 1988), 난지형과 한지형목초는 사료섭취량과 소화율에 영향을 줄 수 있는 화학적 그리고 물리적 특성에서 상당히 다르다고 보고하고 있다(Akin, 1986; Reid et al., 1988). 그리고 난지형목초는 C<sub>4</sub> 식물이 갖고 있는 줄기에 대한

잎의 비율이 상대적으로 낮은 것과 화학적 그리고 물리적 특성에 기인하여 한지형목초보다 성숙기에 목초품질(조단백질과 소화율)이 일반적으로 낮다고 보고하였다(Jones, 1985). 난지형목초는 또한 성숙기에 빠른 성장률을 나타내어, 목초 건물생산량은 한여름에 최대를 나타내나 동물의 생산성(체중량)은 감소가 될 수도 있으며 이런 감소는 목초의 품질의 저하와 관련될 수 있다고 하였다.(Sollenberger et al., 1988; Sollenberger et al., 1989; Sollenberger and Jones, 1989; Rusland et al., 1988).

제주지역에서 초식가축의 연중 조사료 공급체계를 구축하기 위하여 여름철 고온기에 생산성을 유지할 수 있는 난지형 목초의 선발 및 이용체계를 구축하는 것이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 제주지역에서 과종방법에 따른 난지형 목초의 초종 및 품종별 생육특성, 사초 생산성 및 사료가치를 구명하기 위하여 수행되었다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 공시초종 및 시험포 조성

난지형 목초의 파종방법에 따른 품종별 생육특성, 생산성 및 사료가치를 비교하기 위하여 2014년 5월부터 2015년 9월까지 한국마사회 제주육성목장의 방목지를 시험포장으로 조성하여 시험을 수행하였다. 해당지역은 해발 450m고지였으며, 공시되었던 난지형목초는 버뮤다그라스(*Cynodon dactylon*) 6품종('Giant', 'Cheyenne', 'Mohawk', 'Pancho Frio', 'Common', 'Tifton 85'), 바히아그라스(*Paspalum notatum*) 3품종('TifQuik', 'Tifton 9', 'Argentine), 테프그라스(*Eragrostis tef*) 1품종('Tiffany')을 선택하여 시험에 공시하였다. 시험 목초의 파종을 위한 포장의 면적은 시험구별로 12m<sup>2</sup>(3m×4m)씩 3반복으로 처리할 수 있도록 시험포장을 조성하였으며, 각 시험구는 절반으로 나뉘 공시초종을 각각 산과 및 조파하였고, 버뮤다그라스 Tifton 85 품종은 불임성으로 종자가 생산되지 않아 줄기(Sprig)로 파종하였다. 난지형 목초 10품종을 난괴법 3반복으로 하였으며, 파종량은 버뮤다그라스 10kg/ha 그리고 바히아그라스 25kg/ha 그리고 Teff grass 10kg/ha 기준으로 파종하였다. 시비량은 기비로 질소, 인산과 칼리를 각각 80, 200, 70kg/ha 주었으며, 생육 상황을 보면서 수확 후 추비로 질소, 인산과 칼리를 각각 210, 150, 180 kg/ha씩 나누어서 시비하였다.

시험 전 토양특성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 토양 pH는 5.8로 약산성 토양이었으며 유기물 함량은 1.54%, 총 질소함량은 0.23%, 유효인산 함량은 126.35 mg/kg, 양이온치환용량(CEC)은 14.12 cmol+/kg로 전형적인 제주지역 중산간 토양 이었다.

Table 1. Chemical properties of the soil before experiment

pH (1:5)	Organic matter (%)	Total nitrogen (%)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchange cation (cmol+/kg)				CEC <sup>1)</sup> (cmol+/kg)
				Ca	Mg	K	Na	
5.8	1.54	0.23	126.35	2.7	0.9	0.5	0.2	14.12

<sup>1)</sup> CEC: Cation exchange capacity

## 2. 생육특성 및 생산성 조사

난지형 목초의 생육특성에 관한 조사는 출현, 내병성, 내습성, 도복성 및 내한성을 조사하였으며 평점은 1에서 9까지 점수를 부여하였다. 아주 좋은 경우 1로 하고 아주 나쁜 경우 9로 평가하였다. 생초 수량은 처리구 전체를 채취하여 ha당 수량으로 환산하였으며 건물수량은 각 처리구별로 300~500 g의 시료를 채취하여 생초중량의 무게를 재고 63℃ 열풍건조기에서 72시간 이상 항량이 될 때까지 건조 후 건물함량을 계산한 다음 ha당 수량으로 환산하였다.

## 3. 사료가치 분석

난지형 목초의 사료가치 분석을 위하여 건조된 시료는 20 mesh mill로 분쇄한 다음 플라스틱 시료 용기에 보관하였다가 분석용 시료로 공시하였다. 난지형 목초 시료의 수분, 조단백질, 조섬유 및 조회분 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 분석하였고 조단백질 함량은 Kjeldahl법(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)을 이용하여 분석하였다. 조사료의 섬유소 성분인 neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF) 함량은 Goering and Van Soest(1970)법에 준하여 Ankom fiber analyzer(ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA)로 분석하였다.

조사료의 미량광물질 총 함량(Ca, P, K, Na, Mg)은 AOAC(1996)의 전함량분석법에 따라 산분해(HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HCl)를 실시한 후 ICP(Inductively Coupled Plasma, IRs Intrepid, Thermo Elemental Co., UK) 방출 분광법으로 분석되었다.

## 4. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS 통계 패키지(ver.9.1, 2002)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 버뮤다그라스 Tifton 85 품종은 종자가 생산되지 않아 줄기(Spring) 파종만 가능하여 조파 파종방법에 대한 결과로 처리(산파, 조파)간 유의성 검정을 하였다. 처리구간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법(1955)으로 5% 수준에서 실시하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 시험대상지 평균기온 및 강수량

시험 수행기간 동안 제주시 지역의 평균기온과 강수량은 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 2014년 5월부터 2015년 9월까지 평균기온은 18.3℃를 나타내었고 2014년 12월과 2015년 2월에 7.3℃로 가장 낮았다. 최저기온 평균은 15.7℃이었으며, 최고기온 평균은 21.3℃를 나타내었다. 종자를 파종하였던 2014년 7월 평균은 25.1℃를 나타내었으며 강수량이 288.7mm으로 평년 수준을 나타내었다. 재배기간 중 평균적인 강수량은 157.0mm이었으나 2014년 8월에 460.3mm로 다소 높은 강수량을 보였으며, 2015년 2월에 35.5mm로 가장 적은 강수량을 나타내었다. 평균 상대습도는 70.7%를 나타내었고 2014년 8월이 가장 높게 나타났다.

제주지역의 30년 평균 기온과 강수량을 시험기간 동안 기상과 비교해보면 시험기간 평균기온은 30년 평균기온보다 높게 유지되었으며 시험첫해 5월과 6월 강수량은 각각 86.7mm와 65.4mm로 평년대비 적은 강수량으로 난지형 목초의 발아와 초기생육에 불리한 영향을 준 것으로 판단된다.

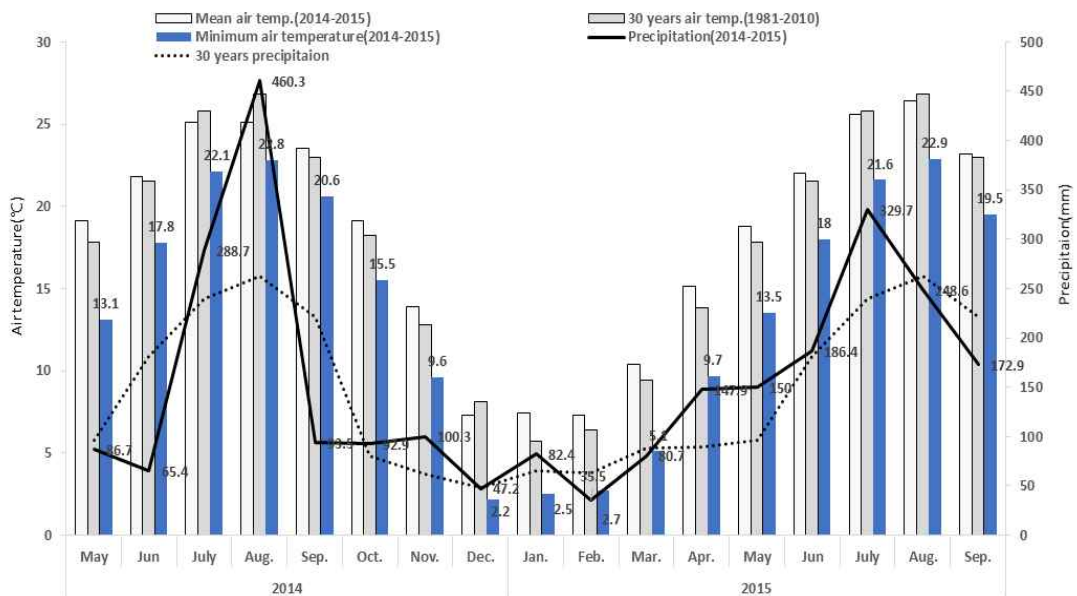


Fig. 3. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju region 2014 to 2015.

## 2. 난지형 목초의 생육특성

난지형목초의 파종방법에 따른 생육특성은 Table 2에서 보는 바와 같다. 출현 양부는 테프그라스와 버뮤다그라스는 품종에 상관없이 파종 후 출현이 양호한 결과를 보였으나 바히아그라스는 중간정도의 출현양부를 나타내었다. 바히아그라스의 출현이 늦은 것은 종피가 단단하여 외부로부터 수분공급이 어렵고 일부 종자의 휴면기간이 길어서 발아와 출현이 늦어지는 것으로 알려져 있다(Hodgson, 1949). 그리고 하절기에 버뮤다그라스와 바히아그라스 대부분의 품종에서는 도복, 병해와 습해가 나타나지 않았으나, 버뮤다그라스 Tifton 85품종에서 도복, 그리고 테프그라스의 경우에는 도복 및 습해가 심하게 나타났다.

Table 2. Effect of planting method on emergence, lodging, disease and wet injury of warm season grasses, Jeju, 2014 to 2015

Species	Cultivar	Planting method	Emergence <sup>1)</sup>	Lodging <sup>1)</sup>	Disease <sup>1)</sup>	Wet injury <sup>1)</sup>
Bermudagrass	Giant	Broadcast	3.3	1.0	1.0	1.0
		Drill	4.3	1.0	1.0	1.0
	Cheyene	Broadcast	3.7	1.0	1.0	1.0
		Drill	3.3	1.0	1.0	1.0
	Mohawk	Broadcast	3.0	1.0	1.0	1.0
		Drill	3.3	1.0	1.0	1.0
	Panthero Frio	Broadcast	3.3	1.0	1.0	1.0
		Drill	4.0	1.0	1.0	1.0
	Common	Broadcast	2.7	1.0	1.0	1.0
		Drill	3.0	1.0	1.0	1.0
Tifton 85	Sprig	-	5.0	1.0	1.0	
Bahiagrass	TifQuik	Broadcast	6.3	1.0	1.0	1.0
		Drill	6.0	1.0	1.0	1.0
	Tifton 9	Broadcast	4.3	1.0	1.0	1.0
		Drill	5.3	1.0	1.0	1.0
	Argentine	Broadcast	6.0	1.0	1.0	1.0
		Drill	6.0	1.0	1.0	1.0
Teffgrass	Tiffany	Broadcast	2.0	7.0	1.0	7.0
		Drill	2.3	5.0	1.0	5.0

1) Emergence, Lodging, Disease, Wet injury : 1(best)~9(worst)

Table 3은 난지형 목초인 버뮤다그라스, 바히아그라스, 테프그라스에 대한 품종별 동절기 적응성에 대하여 평가한 결과 한해에 의한 피해의 경우 버뮤다그라스의 Giant 품종은 산파와 조파 공히 9.0으로 심각한 피해를 입은 것으로 나타났다. 또한 버뮤다그라스의 Cheyene, Mohawk, Panchero Frio, Common 품종은 산파와 조파 공히 평균 6.15와 5.75로 대부분의 버뮤다그라스 품종의 경우에 동절기 적응성이 떨어졌으나 Tifton 85 품종은 1.0을 나타내어 대부분의 Tifton 85 품종의 경우에는 한해에 의한 피해를 거의 받지 않아서, 해발고도가 높은 곳에서도 재배가 가능할 것으로 평가되었다. 그리고 바히아그라스에서 TifQuik 품종은 산파 4.7, 조파 3.0, Tifton 9 품종은 산파 2.7, 조파 5.3, Argentine은 산파 9.0, 조파 9.0으로 나타나 TifQuik과 Tifton 9 품종이 한해에 대한 저항성이 강한 것으로 나타났다. 그러나 테프그라스에서 단년생 품종인 Tiffany 품종은 산파와 조파 공히 9.0을 나타냈으며 Park et al. (2015)은 테프그라스는 단기 조사료 생산능력과 우수한 품질을 고려하여 여름철에 한시적으로 이용이 가능하지만 도복과 재생력이 약한 단점을 보완하기 위한 재배관리 기술의 필요하다는 것을 보고하고 있다.

Table 3. Effect of planting method on winter survival of warm season grass in Jeju

Species	Cultivar	Planting method	Winter survival*
Bermudagrass	Giant	Broadcast	9.0±0.0
		Drill	9.0±0.0
	Cheyene	Broadcast	6.0±1.2
		Drill	6.3±1.2
	Mohawk	Broadcast	6.0±1.0
		Drill	5.0±1.7
	Panchero Frio	Broadcast	6.3±1.2
		Drill	6.0±2.0
	Common	Broadcast	6.3±1.2
		Drill	5.7±2.1
	Tifton 85	Sprig	1.0±0.0
Bahagrass	TifQuik	Broadcast	4.7±2.3
		Drill	3.0±1.0
	Tifton 9	Broadcast	2.7±2.1
		Drill	5.3±2.9
	Argentine	Broadcast	9.0±0.0
		Drill	9.0±0.0
Teffgrass	Tiffany	Broadcast	9.0±0.0
		Drill	9.0±0.0

\* Winter survival : 1(Excellent)~9(Poor)

### 3. 난지형 목초의 사초 생산성

#### 가. 파종방법에 따른 난지형 목초의 생산성 변화

시험기간 1년차 난지형 목초의 생산성은 Table 4에서 보여주는 바와 같다. 파종 후 1년차 생산성을 보면 생초수량의 경우 테프그라스의 Tiffany품종이 산파와 조파 각각에서 9.53과 7.36 ton/ha으로 가장 높은 생초수량을 나타내고 줄기과중한 버뮤다그라스 Tifton 85 품종이 7.58 ton/ha 순으로 나타났다. 건물수량의 경우 테프그라스의 산파와 조파 파종이 각각에서 2.59와 2.00 ton/ha이었고, 버뮤다그라스 Tifton 85 품종이 2.56 ton/ha으로 가장 높은 건물수량을 나타내었다. 이러한 결과는 Hill et al. (1993)과 Mandebvu et al. (1999)의 미국 남부지역에서 품종별 생산성에 대한 보고한 결과와도 유사한 결과를 보여주었다. 그리고 Evers et al. (2004)이 Tifton 85 품종이 바히아그라스와 Kikuyugrass와 같은 난지형 목초보다 가을철 생산성에서 우수하다고 보고된 결과와도 일치되는 결과로 나타났다. 그러나 이러한 생산성의 결과는 Park et al. (2015)이 보고한 결과와 비교하여 생산수량에서 다소 적은 결과를 보여주었다. 이러한 생산성의 차이는 본시험의 파종시기가 제주지역의 이상호우에 의하여 7월 초순으로 늦었고, 시험포장의 위치가 해발고도 450m로 다소 높은 것에 기인한 것으로 사료된다. 초장은 테프그라스의 Tiffany품종의 경우 산파와 조파 파종방법이 각각 56.7과 61.9cm, Tifton 85 품종이 60.6cm 그리고 Giant 품종이 61.3cm로 가장 큰 것으로 나타났다. 그러나 바히아그라스품종의 경우 초장이 15.4~30.9cm로 전반적으로 초기 생육이 늦은 것으로 나타났다. Hill et al. (1993)은 버뮤다그라스 품종 중에서 Tifton 85 품종은 미국 남부지역과 중남미 지역에서 많이 재배되며 생산성과 사료가치가 높은 품종이며, 저장 조사료로서 수확하여 사일리지나 건초로 제조하여 이용하고 있고 재배면적이 매년 증가하고 있다고 보고하고 있다(Mandebvu et al., 1999; Butler et al., 2006). 또한 본 연구결과에서 보여준 것과 같이 테프그라스의 경우는 생산성은 높으나 수확기에 도복의 발생으로 연간 생산성이 저하될 가능성이 크므로 성장에 맞춰 적절하게 수확하여 저장조사료로서 이용하여야 할 것으로 생각된다.

Table 4. Effect of planting method on plant hight and forage productivity of warm season grasses, Jeju, 2014

Species	Cultivar	Planting method	Productivity (ton/ha)		Plant hight (cm)	
			Fresh yield	Dry matter yield	1 <sup>st</sup> (8. 31.)	2 <sup>nd</sup> (9. 21.)
Bermudagrass	Giant	Broadcast	3.19±1.04 <sup>c</sup>	1.10±0.28 <sup>cd</sup>	-	61.3±6.4 <sup>a</sup>
		Drill	1.18±0.44 <sup>efgh</sup>	0.38±0.09 <sup>fgh</sup>	-	56.2±6.4 <sup>a</sup>
	Cheyene	Broadcast	2.02±0.38 <sup>cdefgh</sup>	0.71±0.17 <sup>def</sup>	-	37.0±6.8 <sup>cd</sup>
		Drill	1.24±0.38 <sup>efgh</sup>	0.43±0.14 <sup>fgh</sup>	-	36.1±6.6 <sup>cde</sup>
	Mohawk	Broadcast	1.61±0.28 <sup>cdefgh</sup>	0.61±0.11 <sup>efg</sup>	-	30.9±4.6 <sup>e</sup>
		Drill	0.56±0.36 <sup>gh</sup>	0.21±0.12 <sup>gh</sup>	-	24.4±4.3 <sup>f</sup>
	Panchero	Broadcast	2.19±0.92 <sup>cdef</sup>	0.72±0.27 <sup>def</sup>	-	40.7±5.9 <sup>bc</sup>
		Frio	Drill	1.03±0.41 <sup>fgh</sup>	0.37±0.17 <sup>fgh</sup>	-
	Common	Broadcast	3.27±1.08 <sup>c</sup>	1.21±0.29 <sup>c</sup>	-	42.4±6.4 <sup>b</sup>
		Drill	1.32±0.36 <sup>efgh</sup>	0.50±0.12 <sup>efgh</sup>	-	32.6±3.6 <sup>de</sup>
Tifton 85	Sprig	7.58±1.70 <sup>b</sup>	2.56±0.43 <sup>a</sup>	-	60.6±8.7 <sup>a</sup>	
Bahigrass	TifQuik	Broadcast	2.63±1.03 <sup>cde</sup>	0.74±0.27 <sup>def</sup>	-	30.9±4.5 <sup>e</sup>
		Drill	1.42±1.03 <sup>efgh</sup>	0.40±0.27 <sup>fgh</sup>	-	31.1±4.0 <sup>e</sup>
	Tifton 9	Broadcast	3.04±1.53 <sup>cd</sup>	0.88±0.37 <sup>cde</sup>	-	35.2±4.7 <sup>de</sup>
		Drill	1.18±0.60 <sup>efgh</sup>	0.36±0.18 <sup>fgh</sup>	-	34.7±3.7 <sup>de</sup>
	Argentine	Broadcast	0.79±0.12 <sup>fgh</sup>	0.22±0.04 <sup>gh</sup>	-	15.4±4.0 <sup>g</sup>
		Drill	0.42±0.15 <sup>h</sup>	0.13±0.04 <sup>h</sup>	-	16.7±3.6 <sup>g</sup>
Teffgrass	Tiffany	Broadcast	9.53±0.15 <sup>a</sup>	2.59±0.07 <sup>a</sup>	67.5±3.6	56.7±6.3 <sup>a</sup>
		Drill	7.36±0.74 <sup>b</sup>	2.00±0.22 <sup>b</sup>	66.1±4.4	61.9±6.6 <sup>a</sup>

\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

Table 5는 파종 후 2년차 월동 후 생산성을 나타낸 것으로 파종 후 2년차 생산성을 보면 생초수량의 경우 바히아그라스의 Tifton 9 품종의 조파와 산파 각각 63.49와 45.43 ton/ha로 가장 많은 생산성을 나타내었고, 벼류다그라스의 Tifton 85 품종이 52.08 ton/ha 순으로 생산량을 보였다. 바히아그라스의 Argentin 품종은 냉해피해로 인해 재생이 잘되지 않았다. 건물 수량의 경우 Tifton 85 품종이 24.73 ton/ha로 가장 많은 생산성을 나타내었다. 초장을 조사한 결과 전반적으로 바히아그라스가 1차 수확 평균 71.3cm으로 가장 높은 결과를 보여주었으며 2차, 3차 초장 길이 각각 80.55, 60.72cm로 가장 높은 재생력을 보였다. 바히아그라스

의 Tifton 9와 TifQuik는 1년간 3회 수확이 가능하였으며 8월 중순에 최대 건물 수량을 나타낸 이후 빠르게 생육이 감소되는 경향을 나타내었다.

Table 5. Effect of planting method on plant height and forage productivity of warm season grasses, Jeju, 2015

Species	Cultivar	Planting method	Productivity(ton/ha)		Plant height(cm)		
			Fresh yield	Dry matter yield	1 <sup>st</sup> (7. 22.)	2 <sup>nd</sup> (8.14.)	3 <sup>rd</sup> (9. 11.)
Bermudagrass	Giant	Broadcast	1.36±0.18 <sup>d</sup>	0.52±0.05 <sup>e</sup>	-	-	-
		Drill	4.13±2.83 <sup>d</sup>	1.47±0.98 <sup>e</sup>	-	-	-
	Cheyene	Broadcast	19.64±5.24 <sup>c</sup>	7.31±2.31 <sup>bcd</sup>	38.5±4.3 <sup>b</sup>	-	48.8±5.4 <sup>cd</sup>
		Drill	15.12±5.49 <sup>cd</sup>	5.50±2.33 <sup>bcd</sup>	39.1±6.5 <sup>b</sup>	-	48.2±5.3 <sup>cd</sup>
	Mohawk	Broadcast	19.48±4.25 <sup>c</sup>	7.61±1.46 <sup>bcd</sup>	34.9±1.3 <sup>b</sup>	-	41.4±8.2 <sup>d</sup>
		Drill	10.65±2.56 <sup>cd</sup>	2.33±2.05 <sup>de</sup>	29.1±8.8 <sup>b</sup>	-	40.3±7.4 <sup>d</sup>
	Panchero	Broadcast	17.08±6.28 <sup>cd</sup>	6.39±2.09 <sup>bcd</sup>	29.9±7.0 <sup>b</sup>	-	41.3±2.1 <sup>d</sup>
	Frio	Drill	8.87±4.68 <sup>cd</sup>	3.42±1.93 <sup>de</sup>	28.8±8.5 <sup>b</sup>	-	41.5±3.7 <sup>d</sup>
	Common	Broadcast	11.98±8.96 <sup>cd</sup>	4.52±3.32 <sup>de</sup>	30.3±11.4 <sup>b</sup>	-	42.7±6.6 <sup>d</sup>
		Drill	8.77±7.34 <sup>cd</sup>	3.10±2.68 <sup>de</sup>	26.1±14.5 <sup>b</sup>	-	39.3±14.2 <sup>d</sup>
Tifton 85	Sprig	52.08±7.52 <sup>a</sup>	24.73±3.89 <sup>a</sup>	81.1±3.4 <sup>a</sup>	46.7±5.6 <sup>b</sup>	57.7±3.1 <sup>bc</sup>	
Bahigrass	TifQuik	Broadcast	61.89±9.65 <sup>a</sup>	14.68±3.17 <sup>a</sup>	72.1±6.9 <sup>a</sup>	81.9±5.0 <sup>a</sup>	59.5±2.0 <sup>bc</sup>
		Drill	34.16±10.10 <sup>b</sup>	8.08±2.31 <sup>bc</sup>	64.9±12.3 <sup>a</sup>	77.1±1.0 <sup>a</sup>	63.3±3.6 <sup>b</sup>
	Tifton 9	Broadcast	63.49±3.20 <sup>a</sup>	15.06±1.00 <sup>a</sup>	78.9±5.2 <sup>a</sup>	85.1±6.7 <sup>a</sup>	59.6±3.4 <sup>bc</sup>
		Drill	45.53±15.60 <sup>b</sup>	10.99±4.10 <sup>ab</sup>	69.3±17.5 <sup>a</sup>	78.1±4.8 <sup>a</sup>	60.5±2.3 <sup>bc</sup>
	Argentine	Broadcast	-	-	-	-	-
		Drill	-	-	-	-	-
Teffgrass	Tiffany	Broadcast	11.33±3.92 <sup>cd</sup>	3.28±0.94 <sup>de</sup>	27.2±3.6 <sup>b</sup>	-	112.9±10.0 <sup>a</sup>
		Drill	11.78±1.86 <sup>cd</sup>	3.41±0.57 <sup>de</sup>	27.7±3.9 <sup>b</sup>	-	117.1±9.2 <sup>a</sup>

\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

#### 나. 수확시기 및 파종방법에 따른 생산성 변화

난지형 목초인 버뮤다그라스와 바히아그라스에 대한 월동 후 생산성 변화를 조사한 결과 시험포장이 조성된 450m 고지에서는 공시되었던 버뮤다그라스와 바히아그라스 품종 모두에서 동해에 의한 피해로 봄철에 재생이 상당히 늦었으며,



그 중에서 줄기로 과중되었던 버뮤다그라스의 Tifton 85 품종과 바히아그라스의 TifQuik과 Tifton 9 품종은 동해 및 저온에 비교적 강하여 상대적으로 생육이 다른 품종에 비하여 조기에 시작되었으며, 이어서 버뮤다그라스의 Cheyenne, Mohawk, Pancho Frio, Common 품종이 생육이 시작되었으나, 버뮤다그라스의 Giant 품종은 동해에 의한 심각한 피해로 재생이 아주 저조하였다.

난지형 목초의 수확시기 및 과중방법에 따른 생초 및 건물수량 변화에 대한 조사결과는 Table 6과 같다. 품종별 생산성 조사를 위하여 7월부터 매월(1차: 7월, 2차: 8월, 3차: 9월) 수확하여 생초수량 및 건물수량을 조사한 결과, 생초수량과 건물수량 모두 품종에 따라 생산성의 차이가 큰 것으로 평가되었다( $p < 0.05$ ). 연간 생초수량은 버뮤다그라스의 Tifton 85 품종과 바히아그라스의 TifQuik과 Tifton 9 품종에서 각각 52.08, 48.02, 54.51 ton/ha의 수량을 보여 가장 우수하였으며, 이어서 버뮤다그라스의 Cheyenne 품종의 수량이 18.68 ton/ha이었고, Mohawk, Pancho Frio, Common 품종은 각각 15.07, 12.98, 12.24 ton/ha의 수량을 보여주었으며, 버뮤다그라스의 Giant 품종은 2.96 ton/ha으로 가장 낮은 생초수량을 나타내었다. 연간 건물수량은 버뮤다그라스의 Tifton 85 품종과 바히아그라스의 Tifton 9이 각각 10.90, 11.76 ton/ha으로 가장 우수하였으며, 이어서 바히아그라스의 TifQuik 품종에서 10.59 ton/ha의 수량을 보였고, 버뮤다그라스의 cheyenne, Mohawk, Pancho Frio 품종이 각각 5.87, 4.91, 4.22 ton/ha으로 중간수준의 생산성을 보인 반면에 버뮤다그라스 Common, Giant 품종은 3.62, 1.01 ton/ha으로 가장 낮은 생산성을 보여주었다. 수확시기별 생산성을 살펴보면 바히아그라스의 TifQuik과 Tifton 9 품종이 수확 후 재생이 상대적으로 잘되어 수확시기별 생산성이 고르게 나타나고 있으나, 버뮤다그라스의 경우에는 수확 후에 재생이 다소 늦게 이루어지고 있어서 수확시기별 생산성이 다소 불균일한 것으로 사료되었다. 품종별 과중방법에 따른 생산성을 비교한 결과, 버뮤다그라스의 cheyenne 품종의 경우 생초수량은 산파와 조파 11.12와 7.56 ton/ha으로 유의 있는 결과를 나타내었으며 ( $p < 0.05$ ), Mohawk 품종의 경우에도 각각 9.74와 5.33으로 차이 있는 수량을 보여주었다( $p < 0.05$ ). 그리고 바히아그라스의 경우에 TifQuik 품종에서 산파와 조파의 평균 생초수량은 각각 20.63과 11.39 ton/ha으로 유의있는 차이를 보여주었으며 ( $p < 0.05$ ), 건물 수량에 있어서도 4.46과 2.59 ton/ha으로 유의있는 결과를 나타내

었다( $p < 0.05$ ). 품종별 수확시기에 따른 생산성을 비교한 결과, 버뮤다그라스의 Giant, cheyenne과 Mohawk 품종에서 3차시기의 수량이 1차 시기의 수량에 비하여 유의 있게 높은 생초수량을 보여주었으며, Mohawk 품종의 경우에 3차시기의 건물수량에서도 1차에 비하여 유의 있는 결과를 나타내었다. 그러나 바히아그라스의 경우에 TifQuik과 Tifton 9 품종 모두에서 3차 생초수량에 비하여 1차와 2차에서의 수량이 유의 있게 높은 결과를 보여주었다. 이러한 결과는 바히아그라스의 경우에 초여름에서 한여름인 7월~8월에 걸쳐 수량이 높은 반면에 버뮤다그라스의 경우는 여름이 많이 진행된 9월에 수량이 증가하는 경향을 보여주고 있다. 본 연구에서는 대부분의 버뮤다그라스의 품종에서 생초 및 건물수량은 7월에 비하여 9월에 수량이 증가하는 결과를 보여 주고 있으나, Ditsch et al. (2009)이 버뮤다그라스를 이용하여 연중 평균 생산패턴을 조사한 결과에서는 6월에 수량이 증가하기 시작하여 7월에 가장 높은 수량을 보여준 후에 점차 수량이 감소하였다고 보고하고 있어 다소 차이있는 결과를 보여주었다. 그리고 Christine Gelley et al. (2016)이 4품종의 난지형목초에 대한 생산성 및 영양가치를 보고한 결과에 의하면 버뮤다그라스의 건물생산성이 일반적으로는 6월에 가장 높고 7월과 8월로 진행될수록 건물 수량이 감소하였으나, 다른 년도에는 8월에 가장 수량이 높고 6월 그리고 7월의 순으로 생산성이 저하되었다고 보고하였는데, 이는 년도별 계절별 일조량이나 강우량과 같은 환경변화에 따라 수량이 다소 변동될 수 있다는 것을 보여주고 있다.

Table 6. Effect of harvest time and planting method on fresh and dry matter yield of warm season grass

Species	Cultivar	Planting method	Fresh yield(ton/ha)					Dry matter yield(ton/ha)					
			1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	Total	Mean	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	Total	Mean	
Bermuda grass	Giant	Broadcast	-	-	1.35±0.08	1.35±0.08	1.35±0.08	-	-	0.52±0.09	0.52±0.09	0.52±0.09	
		Drill	0.83±0.01	-	3.75±2.42	4.58±2.41	2.29±2.22	0.17±0.06	-	1.33±0.84	1.50±0.88	0.75±0.83	
		Mean	0.83±0.01	-	2.55±2.02*	2.96±2.33 <sup>c</sup>	1.98±1.81	0.17±0.06	-	0.92±0.70	1.01±0.78 <sup>c</sup>	0.67±0.67	
	Cheyenne	Broadcast	7.78±0.51	-	14.46±0.75	22.24±1.07	11.12±3.70 <sup>†</sup>	1.67±0.09	-	5.37±0.84	7.04±0.76	3.52±2.09	
		Drill	5.44±2.07	-	9.68±3.43	15.12±5.49	7.56±3.44	1.18±0.54	-	3.51±1.45	4.69±1.99	2.34±1.61	
		Mean	6.61±1.86	-	12.07±3.43*	18.68±5.26 <sup>b</sup>	9.34±3.88	1.43±0.44	-	4.44±1.47	5.87±1.86 <sup>bc</sup>	2.93±1.88	
	Mohawk	Broadcast	6.98±1.13	-	12.50±4.28	19.48±4.25	9.74±4.12 <sup>†</sup>	1.57±0.13	-	4.87±1.56	6.44±1.69	3.22±2.06	
		Drill	4.01±2.10	-	6.64±1.62	10.65±2.56	5.33±2.21	0.85±0.45	-	2.53±0.63	3.38±0.77	1.69±1.04	
		Mean	5.50±2.22	-	9.57±4.32*	15.07±5.77 <sup>bc</sup>	7.53±3.91	1.21±0.49	-	3.70±1.67	4.91±2.05 <sup>cd</sup>	2.46±1.75	
	Pancho Frio	Broadcast	5.86±4.60	-	11.22±2.53	17.08±6.28	8.54±4.43	1.29±1.00	-	4.21±0.73	5.49±1.53	2.75±1.78	
		Drill	3.09±2.35	-	5.78±2.62	8.87±4.68	4.43±2.67	0.72±0.56	-	2.22±1.10	2.95±1.56	1.47±1.13	
		Mean	4.48±3.60	-	8.50±3.77	12.98±6.69 <sup>bc</sup>	6.49±4.09	1.01±0.79	-	3.21±1.37	4.22±1.96 <sup>cd</sup>	2.11±1.57	
	Common	Broadcast	6.48±0.19	-	7.66±5.28	14.14±5.25	7.07±3.40	1.31±0.04	-	2.89±1.94	4.20±1.93	2.10±1.50	
		Drill	4.74±1.69	-	5.61±4.31	10.35±4.78	5.17±2.97	1.06±0.41	-	1.97±1.53	3.03±1.66	1.51±1.12	
		Mean	5.61±4.31	-	6.63±4.45	12.24±4.95 <sup>bc</sup>	6.12±3.20	1.18±0.30	-	2.43±1.64	3.62±1.74 <sup>d</sup>	1.81±1.30	
	Tifton 85	Sprig	33.36±6.64	-	18.72±1.06	52.08±7.52 <sup>a</sup>	34.72±26.53	6.76±1.95	-	4.14±0.27	10.90±2.22 <sup>a</sup>	5.45±1.11	
	Bahia grass	TifQuik	Broadcast	23.00±7.24	23.22±2.42	15.67±2.09	61.89±9.66	20.63±5.43	4.49±1.48	5.21±0.48	3.69±0.47	13.39±2.14	4.46±1.05
			Drill	12.93±5.22	13.95±2.41	7.28±5.91	34.16±10.10	11.39±5.16	2.85±1.02	3.18±0.54	1.75±1.41	7.78±2.15	2.59±1.12
Mean			17.96±7.89	18.59±5.52	11.48±6.07	48.02±17.57 <sup>a</sup>	16.01±7.00	3.6±1.45	4.20±1.20	2.72±1.42	10.59±2.15 <sup>ab</sup>	3.53±1.42	
Tifton 9		Broadcast	22.77±3.16	25.05±2.12	15.67±2.02	63.49±3.20	21.16±4.75	4.82±0.85	5.15±0.43	3.72±0.55	13.69±0.82	4.56±0.85	
		Drill	16.25±9.46	16.89±2.74	12.39±3.50	45.53±15.59	15.17±5.64	3.18±1.86	3.66±0.90	2.99±0.93	9.83±3.67	3.28±1.17	
		Mean	19.51±7.25	20.97±4.98	14.03±3.12	54.51±14.08 <sup>a</sup>	18.17±5.92	4.00±1.58	4.41±1.03	3.35±0.79	11.76±2.25 <sup>a</sup>	3.92±1.20	

\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

Table 7은 난지형 목초의 초종별 무기물 함량을 나타낸 것으로 Ca 함량의 경우 버뮤다그라스 Cheyene과 Mohawk 품종이 모두 0.39%로 가장 높은 함량을 보여준 반면에 바이하그라스 Argentine 품종은 0.25%으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 인 함량은 바히아그라스 Argentine과 테프그라스 Tiffany 품종에서 각각 0.38과 0.39%로 가장 높은 반면에 버뮤다그라스 Common 품종에서 0.26%로 가장 낮은 함량을 나타냈다. K 함량은 품종간에 대체로 유사하였으나 버뮤다그라스 Common과 바히아그라스 TifQuik 품종에서 각각 1.40과 1.42%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. Na 함량에서는 품종간에 차이가 없었으나, Mg함량은 바히아그라스 Argentine 품종에서 가장 높은 반면에 버뮤다그라스 Common 품종에서 0.11%로 가장 낮은 결과를 보여주었다. 이러한 결과는 버뮤다그라스의 무기물 함량 분석에서 Ca, P, Mg 값이 유사한 결과를 나타내었으나 K, Na 값은 다소 차이를 보이고 있다.

Table 7. The content of mineral elements in warm season grass

Species	Cultivar	Trace mineral				
		Ca(%)	P(%)	K(%)	Na(%)	Mg(%)
Bermuda grass	Giant	0.35±0.06 <sup>abc</sup>	0.34±0.02 <sup>ab</sup>	1.75±0.21 <sup>abc</sup>	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.15±0.04 <sup>cde</sup>
	Cheyene	0.39±0.05 <sup>a</sup>	0.34±0.02 <sup>ab</sup>	1.65±0.08 <sup>abc</sup>	0.02±0.01 <sup>ab</sup>	0.16±0.02 <sup>cde</sup>
	Mohawk	0.39±0.05 <sup>a</sup>	0.32±0.01 <sup>abc</sup>	1.63±0.05 <sup>abc</sup>	0.02±0.00 <sup>ab</sup>	0.16±0.02 <sup>cde</sup>
	Panchero Frio	0.37±0.08 <sup>ab</sup>	0.32±0.05 <sup>abc</sup>	1.69±0.15 <sup>abc</sup>	0.03±0.00 <sup>ab</sup>	0.14±0.03 <sup>cde</sup>
	Common	0.30±0.06 <sup>abc</sup>	0.26±0.03 <sup>c</sup>	1.40±0.18 <sup>c</sup>	0.03±0.01 <sup>2ab</sup>	0.11±0.02 <sup>e</sup>
	Tifton 85	0.33±0.06 <sup>abc</sup>	0.32±0.04 <sup>abc</sup>	1.92±0.14 <sup>ab</sup>	0.03±0.00 <sup>ab</sup>	0.18±0.01 <sup>cde</sup>
Bahigrass	TifQuik	0.27±0.05 <sup>bc</sup>	0.29±0.06 <sup>bc</sup>	1.42±0.25 <sup>c</sup>	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.18±0.01 <sup>cde</sup>
	Tifton 9	0.27±0.02 <sup>bc</sup>	0.35±0.05 <sup>ab</sup>	1.47±0.17 <sup>bc</sup>	0.03±0.01 <sup>ab</sup>	0.23±0.04 <sup>ab</sup>
	Argentine	0.25±0.01 <sup>c</sup>	0.38±0.07 <sup>a</sup>	1.72±0.10 <sup>abc</sup>	0.03±0.00 <sup>ab</sup>	0.28±0.03 <sup>a</sup>
Teffgrass	Tiffany	0.28±0.03 <sup>bc</sup>	0.39±0.05 <sup>a</sup>	1.75±0.20 <sup>abc</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.20±0.08 <sup>bc</sup>

\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

#### 4. 난지형 목초의 사료가치

##### 가. 파종방법에 따른 난지형 목초의 사료가치 변화

Table 8은 난지형 목초의 파종방법에 따른 사료가치를 나타낸 것으로 품종별 조성분 함량의 차이를 분석한 결과 조단백질 함량은 바히아그라스 Argentine 품종에서 19.75%로 가장 높은 결과를 나타냈으며, 버뮤다그라스 Common과 Tifton 9 품종에서 각각 14.91과 15.28로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 조지방 함량은 바히아그라스 TigQuik 품종에서 4.30%로 가장 높은 결과를 나타냈다. 조섬유 함량은 Giant 품종에서 28.72로 가장 높은 반면에 Argentine 품종에서 22.37%로 가장 낮은 결과를 나타냈다. 조회분 함량은 대부분의 품종에서 유사한 함량을 나타냈으나, 버뮤다그라스 Common 품종에서 다른 품종에 비하여 가장 낮은 함량을 나타내었다. 초종별 섬유소 성분의 함량을 분석한 결과를 보면, NDF 함량은 버뮤다그라스 Common 품종에서 61.69%로 가장 높은 결과를 나타냈으며, 바히아그라스 Argentine 품종과 버뮤다그라스 Pancero Frio 품종에서 각각 51.30과 55.42%로 가장 낮은 결과를 나타냈다. ADF 함량은 버뮤다그라스 Giant 품종에서 30.80%로 가장 높은 함량을 나타낸 반면에 바히아그라스 Argentine 품종에서 23.95%로 가장 낮게 나타났다. 이러한 결과는 Park et al. (2015)이 보고한 난지형 목초의 조섬유 함량은 초종 및 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다는 결과와는 다소 차이를 보이고 있다. 일반적으로 난지형 목초는 한지형 목초에 비하여 건물수량이 높은 반면에 사료가치는 다소 낮은데(Reid et al., 1988), 이는 난지형 목초가 비구조탄수화물과 단백질 함량이 낮고 섬유소 함량이 높으며(Barbehenn et al., 2004), 그리고 잎의 비율이 적은데 기인한다고 보고하였다(Jones, 1985).

Table. 8. Forage quality of bermudagrass, bahiagrass and teffgrass varieties in Jeju

Species	Cultivar	Crude protein (DM, %)	Crude fat (DM, %)	Crude fiber (DM, %)	Crude ash (DM, %)	NDF (DM, %)	ADF (DM, %)
Bermuda grass	Giant	15.96±3.04 <sup>cde</sup>	2.58±0.28 <sup>ef</sup>	28.72±1.13 <sup>a</sup>	10.58±0.47 <sup>a</sup>	59.04±3.79 <sup>abc</sup>	30.80±1.84 <sup>a</sup>
	Cheyene	18.98±0.51 <sup>ab</sup>	3.63±0.92 <sup>bc</sup>	23.91±0.06 <sup>ef</sup>	10.90±0.32 <sup>a</sup>	54.62±0.97 <sup>d</sup>	25.54±0.97 <sup>ef</sup>
	Mohawk	18.51±1.33 <sup>abc</sup>	2.10±0.15 <sup>f</sup>	23.88±0.39 <sup>ef</sup>	10.97±0.31 <sup>a</sup>	57.28±0.79 <sup>bcd</sup>	25.48±0.28 <sup>ef</sup>
	Panchero Frio	18.01±0.94 <sup>abcd</sup>	3.34±0.07 <sup>cd</sup>	24.27±1.26 <sup>cd</sup>	10.59±1.38 <sup>a</sup>	55.42±2.35 <sup>d</sup>	26.15±1.46 <sup>de</sup>
	Common	14.91±2.62 <sup>d</sup>	2.22±0.10 <sup>ef</sup>	25.76±1.29 <sup>cd</sup>	6.79±4.30 <sup>b</sup>	61.69±3.02 <sup>a</sup>	27.42±1.15 <sup>cd</sup>
Bahiagrass	Tifton 85	15.59±1.08 <sup>cd</sup>	2.42±0.02 <sup>ef</sup>	26.29±0.75 <sup>bc</sup>	10.05±0.38 <sup>a</sup>	60.52±0.50 <sup>ab</sup>	28.63±0.10 <sup>bc</sup>
	TifQuik	16.36±1.36 <sup>bcd</sup>	4.30±0.51 <sup>a</sup>	26.45±0.34 <sup>bc</sup>	8.24±0.90 <sup>ab</sup>	56.37±1.32 <sup>cd</sup>	27.45±0.64 <sup>cd</sup>
	Tifton 9	15.28±0.34 <sup>d</sup>	2.39±0.06 <sup>ef</sup>	28.06±0.53 <sup>ab</sup>	7.96±0.58 <sup>ab</sup>	59.30±0.90 <sup>abc</sup>	29.99±0.27 <sup>ab</sup>
Teffgrass	Argentine	19.75±1.29 <sup>a</sup>	3.56±0.12 <sup>bc</sup>	22.37±0.63 <sup>f</sup>	10.67±1.03 <sup>a</sup>	51.30±0.71 <sup>e</sup>	23.95±0.25 <sup>f</sup>
	Tiffany	16.13±0.72 <sup>bcd</sup>	2.76±0.14 <sup>def</sup>	27.33±0.41 <sup>abc</sup>	10.67±2.25 <sup>a</sup>	56.20±0.31 <sup>cd</sup>	30.01±0.70 <sup>ab</sup>

\* NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

#### 나. 생육시기 및 파종방법에 따른 사료가치 변화

난지형목초의 생육시기 및 파종방법에 따른 건물함량 변화는 Table 9에서 보는 바와 같다. 난지형 목초의 초종 및 품종별 평균 건물함량은 품종에 따라서 유의있는 차이를 나타내었다(p<0.05). 버뮤다그라스 Giant 품종이 31.51%로 가장 높게 나타났으며, 이어서 버뮤다그라스 Panchero Frio와 Mohawk 품종이 각각 30.47과 30.35%를 나타냈으며, Common과 cheyenne 품종이 29.31과 28.96%로 중간정도의 건물함량을 나타내었으며, 버뮤다그라스 Tifton 85 품종과 바히아그라스 Tifton9와 TifQuik 품종이 각각 24.21, 22.41과 21.71%으로 타 품종에 비하여 상대적으로 낮은 건물함량을 나타냈다. 생육시기에 따른 건물함량 변화는 버뮤다그라스의 모든 품종에서 개화기에 높은 결과를 나타내었다(p<0.05).

Table 9. Effect of growth stage and planting method on dry matter content of bermudagrass and bahiagrass cultivar

Species	Cultivar	Planting method	Dry matter (%)				
			Booting	Heading	Flowering	Mean	
Bermuda grass	Giant	Broadcast	-	-	38.11±3.83	38.11±3.83	
		Drill	20.66±7.66	-	35.75±0.72	28.21±9.59	
		Mean	20.66±7.66	-	36.93±2.78*	31.51±9.26 <sup>a</sup>	
	Cheyenne	Broadcast	21.51±0.40	-	37.18±5.88	29.35±9.36	
		Drill	21.26±1.47	-	35.90±2.48	28.58±8.23	
		Mean	21.38±0.98	-	36.54±4.09*	28.96±8.41 <sup>b</sup>	
	Mohawk	Broadcast	22.88±4.03	-	39.21±1.24	31.05±9.33	
		Drill	21.23±0.36	-	38.09±0.44	29.66±9.24	
		Mean	22.06±2.72	-	38.65±1.04*	30.35±8.88 <sup>ab</sup>	
	Panthero Frio	Broadcast	22.40±1.08	-	37.77±2.22	30.09±8.56	
		Drill	24.11±1.99	-	37.60±2.75	30.85±7.69	
		Mean	23.26±1.71	-	37.69±2.24*	30.47±7.77 <sup>ab</sup>	
	Common	Broadcast	20.23±0.03	-	38.73±2.10	29.48±10.22	
		Drill	22.12±0.93	-	36.16±3.40	29.14±8.00	
		Mean	21.17±1.19	-	37.44±2.89*	29.31±8.75 <sup>b</sup>	
	Tifton 85	Sprig	20.05±1.88	-	28.37±0.52*	24.21±4.72 <sup>c</sup>	
	Bahia grass	TifQuik	Broadcast	19.45±0.32	22.45±0.37	23.60±1.76	21.83±2.07
			Drill	22.37±1.46	22.83±0.30	23.75±1.21	22.99±1.13
Mean			20.92±1.86	22.64±0.37	23.68±1.36	22.41±1.72 <sup>cd</sup>	
Tifton 9		Broadcast	21.09±0.95	20.59±1.02	23.71±0.49	21.80±1.63	
		Drill	19.46±0.89	21.48±1.74	23.98±0.72	21.64±2.22	
		Mean	20.28±1.21	21.04±1.37	23.84±0.57	21.72±1.89 <sup>d</sup>	

\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

난지형목초의 생육시기 및 파종방법에 따른 조단백질 함량 변화는 Table 10에서 보는 바와 같다. 초종 및 품종별 평균 조단백질 함량은 품종에 따라서 유의적 차이가 있는 결과를 나타냈다(p<0.05). 버뮤다그라스 Cheyenne, Mohawk, Panthero Frio와 Common 품종이 각각 16.40, 16.24, 16.02와 15.88%로 가장 높은 결과를 나타냈으며, 이어서 버뮤다그라스 Giant 품종이 14.55%, 이어서 버뮤다그라스 Tifton 85 품종이 중간정도의 조단백질 함량을 나타내었으며, 바히아그라스의 TifQuik과 Tifton9 품종이 각각 11.55와 11.42%로 타 품종에 비하여 상대적으로 낮은 조단

백질 함량을 나타냈다. 파종방법과 생육시기별 조단백질 함량에 있어서는 버뮤다 그라스의 Giant 품종에서 개화기에 높은 결과를 나타냈으며( $p < 0.05$ ), 또한 조파에 비하여 산파에서 유의있게 높은 조단백질 함량을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

Table 10. Effect of growth stage and planting method on crude protein content of bermudagrass and bahiagrass cultivars

Species	Cultivar	Planting method	Crude protein(DM, %)				
			Booting	Heading	Flowering	Mean	
Bermuda grass	Giant	Broadcast	-	-	11.04±0.05	11.04±0.05	
		Drill	16.78±0.49	-	15.82±0.69	16.30±0.75	
		Mean	16.78±0.49 <sup>a</sup>	-	13.43±2.65 <sup>abc</sup>	14.55±2.70 <sup>b</sup>	
	Cheyenne	Broadcast	19.16±1.85	-	13.91±1.90	16.53±3.33	
		Drill	18.73±1.83	-	13.81±1.56	16.27±3.09	
		Mean	18.95±1.66 <sup>a</sup>	-	13.86±1.55 <sup>ab</sup>	16.40±3.07 <sup>a</sup>	
	Mohawk	Broadcast	17.88±2.27	-	14.63±0.78	16.26±2.34	
		Drill	19.34±2.35	-	13.10±0.44	16.22±3.73	
		Mean	18.61±2.21 <sup>a</sup>	-	13.87±1.01 <sup>ab</sup>	16.24±2.97 <sup>a</sup>	
	Panthero Frio	Broadcast	17.99±1.49	-	13.52±1.59	15.76±2.81	
		Drill	18.05±0.71	-	14.52±1.44	16.29±2.18	
		Mean	18.02±1.04 <sup>a</sup>	-	14.02±1.46 <sup>ab</sup>	16.02±2.41 <sup>a</sup>	
	Common	Broadcast	18.97±1.18	-	13.09±0.75	15.44±3.31	
		Drill	18.63±1.19	-	13.87±0.82	16.25±2.77	
		Mean	18.76±1.04 <sup>a</sup>	-	13.47±0.82 <sup>abc</sup>	15.88±2.90 <sup>a</sup>	
	Tifton 85	Sprig	11.53±0.33 <sup>b</sup>	-	14.44±0.26 <sup>a</sup>	12.99±1.62 <sup>c</sup>	
	Bahia grass	TifQuik	Broadcast	11.12±1.10	10.65±0.76	12.13±1.09	11.30±1.08
			Drill	11.74±1.57	10.32±0.80	12.55±1.28	11.53±1.46
Mean			11.43±1.26 <sup>b</sup>	10.48±0.72	12.34±1.09 <sup>c</sup>	11.42±1.25 <sup>d</sup>	
Tifton 9		Broadcast	10.62±1.66	9.65±2.34	12.30±1.30	10.86±1.95	
		Drill	11.46±1.41	12.03±1.69	13.22±1.40	12.23±1.52	
		Mean	11.04±1.45 <sup>b</sup>	10.84±2.24	12.76±1.31 <sup>bc</sup>	11.55±1.84 <sup>d</sup>	

\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ )

난지형목초의 생육시기 및 파종방법에 따른 조섬유 함량 변화는 Table 11에서 보는 바와 같다. 난지형 목초의 품종별 평균 조섬유 함량에 있어서도 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 바히아그라스 Tifton9 품종이 30.80%으로 가장 높



은 함량을 보여주었으며, 이어서 바히아그라스 Tifquik 품종과 버뮤다그라스의 Tifton 85 품종이 각각 30.64와 29.58%를 나타내었고, 버뮤다그라스의 Giant, Cheyenne과 Common 품종이 24.56, 23.85와 23.11%로 중간정도의 수준을 나타냈으며, 이어서 버뮤다그라스의 Pancho Frio와 Mohawk 품종이 각각 22.78과 22.73%로 가장 낮은 조섬유 함량을 나타내었다.

Table 11. Effect of growth stage and planting method on crude fiber content of bermudagrass and bahiagrass cultivars

Species	Cultivar	Planting method	Crude fiber(DM, %)				
			Booting	Heading	Flowering	Mean	
Bermuda grass	Giant	Broadcast	-	-	24.07±0.05	24.07±0.05	
		Drill	23.80±0.50	-	25.80±2.53	24.80±1.96	
		Mean	23.80±0.50	-	24.94±1.86	24.56±1.59 <sup>c</sup>	
	Cheyenne	Broadcast	23.16±1.93	-	24.22±1.68	23.69±1.72	
		Drill	22.97±1.37	-	25.05±0.49	24.01±1.46	
		Mean	23.06±1.50	-	24.64±1.20	23.85±1.53 <sup>cd</sup>	
	Mohawk	Broadcast	22.53±0.52	-	23.27±0.56	22.90±0.63	
		Drill	21.00±1.42	-	24.11±0.13	22.55±1.93	
		Mean	21.76±1.27	-	23.69±0.58*	22.73±1.38 <sup>e</sup>	
	Pancho Frio	Broadcast	22.33±0.59	-	22.97±0.64	22.65±0.65	
		Drill	22.93±0.60	-	22.88±0.68	22.90±0.57	
		Mean	22.63±0.63	-	22.93±0.59	22.78±0.60 <sup>e</sup>	
	Common	Broadcast	22.96±1.03	-	23.38±0.81	23.21±0.81	
		Drill	22.14±0.82	-	23.92±2.16	23.03±1.75	
		Mean	22.47±0.90	-	23.65±1.49	23.11±1.34 <sup>de</sup>	
	Tifton 85	Sprig	31.00±0.16*	-	28.17±0.66	29.58±1.61 <sup>b</sup>	
	Bahia grass	TifQuik	Broadcast	29.21±1.51	31.85±1.18	31.38±1.06	30.81±1.64
			Drill	29.15±1.19	32.17±1.06	30.08±1.23	30.47±1.68
Mean			29.18±1.22	32.01±1.02	30.73±1.25	30.64±1.62 <sup>ab</sup>	
Tifton 9		Broadcast	30.76±1.14	32.98±2.24	30.55±1.81	31.43±1.94	
		Drill	29.87±1.05	31.25±1.69	29.38±0.78	30.17±1.36	
		Mean	30.31±1.09	32.12±2.01	29.96±1.40	30.80±1.75 <sup>a</sup>	

\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

생육시기별 조섬유 함량은 버뮤다그라스 대부분의 품종에서 생육시기가 진행됨에 따라 높아졌으나 Tifton 85 품종에서는 낮아지는 경향을 나타냈다( $p<0.05$ ), 그리고 모든 초종과 품종에서 파종방법에 따른 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 난지형 목초의 조섬유 함량은 초종 및 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다는 결과와는 다소 차이를 보이고 있다(Park et al., 2015).

Table 12. Effect of growth stage and planting method on crude ash content of bermudagrass and bahiagrass cultivars

Species	Cultivar	Planting method	Crude ash(DM, %)				
			Booting	Heading	Flowering	Mean	
Bermuda grass	Giant	Broadcast	-	-	8.38±0.05	8.38±0.05	
		Drill	10.10±0.50	-	9.96±0.52	10.03±0.46	
		Mean	10.10±0.50	-	9.17±0.92	9.48±0.90 <sup>b</sup>	
	Cheyenne	Broadcast	12.21±1.36	-	10.57±2.67	11.39±2.10	
		Drill	12.00±1.37	-	9.06±0.71	10.53±1.88	
		Mean	12.10±1.23*	-	9.82±1.94	10.96±1.95 <sup>a</sup>	
	Mohawk	Broadcast	10.27±0.23	-	9.05±0.63	9.66±0.79	
		Drill	11.12±2.57	-	8.29±0.15	9.70±2.25	
		Mean	10.69±1.70*	-	8.67±0.59	9.68±1.61 <sup>b</sup>	
	Panthero Frio	Broadcast	11.04±1.83	-	8.99±0.82	10.02±1.69	
		Drill	11.21±1.61	-	8.79±0.80	10.01±1.64	
		Mean	11.13±1.55*	-	8.89±0.73	10.01±1.64 <sup>b</sup>	
	Common	Broadcast	10.45±0.86	-	8.94±0.15	9.54±0.93	
		Drill	10.37±0.76	-	9.63±0.63	10.00±0.74	
		Mean	10.40±0.69	-	9.29±0.56	9.79±0.82 <sup>b</sup>	
	Tifton 85	Sprig	8.82±0.07	-	10.84±0.28*	9.83±1.12 <sup>b</sup>	
	Bahia grass	TifQuik	Broadcast	8.40±0.03	7.59±0.83	8.22±0.61	8.07±0.63
			Drill	8.26±0.38	7.68±0.83	7.92±1.04	7.95±0.73
Mean			8.33±0.25	7.63±0.74	8.07±0.78	8.01±0.67 <sup>c</sup>	
Tifton 9		Broadcast	8.57±0.73	7.67±0.66	8.19±0.61	8.15±0.70	
		Drill	8.32±0.66	7.50±0.63	8.61±0.56	8.15±0.73	
		Mean	8.45±0.64	7.59±0.59	8.40±0.57	8.15±0.70 <sup>c</sup>	

\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different ( $p<0.05$ )

난지형목초의 생육시기 및 파종방법에 따른 조회분 함량 변화는 Table 12에서 보는 바와 같다. 품종별 평균 조회분 함량은 품종에 따라서 유의있는 결과를 보여주었다( $p < 0.05$ ). 버뮤다그라스 Cheyenne 품종에서 10.96%로 가장 높은 함량을 나타냈으며, Pancharo Frio, Tifton 85, Common, Mohawk와 Giant 품종에서 각각 10.01, 9.83, 9.79, 9.68과 9.48%로 중간수준을 나타내었다. 바히아그라스 Tifton9와 TifQuik 품종이 각각 8.15와 8.01%로 가장 낮은 조회분 함량을 나타냈다.

생육시기별 조회분 함량에 있어서는 버뮤다그라스 Cheyenne과 Pancharo Frio 품종은 생육이 진행됨에 따라 낮아졌으며, Tifton 85 품종에서는 생육이 진행됨에 따라 유의있게 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 파종방법에 따른 차이는 버뮤다그라스 Giant 품종에서 산파에 비하여 조파에서 유의있게 높은 함량을 나타냈다( $p < 0.05$ ). 다양한 연구자들에 의하여 수행되었던, 목초의 영양가치 변화에 대하여 연구결과에 의하면 목초의 사료가치는 생육이 진행될수록 감소하고 목초의 소화율도 감소한다고 보고하고 있다(Moore et al., 1991; Burns et al, 1997; Difante et al, 2008; Nave et al, 2014; Richner et al., 2014).

본 연구 결과에서 생육시기별 조단백질 함량을 분석한 결과에서도 대부분의 품종에서 유사한 결과를 보여주었으나, 버뮤다그라스 Tifton 85와 Bahiaagrass에서는 생육시기별 조단백질 함량이 차이를 보여주지 않았으며, 오히려 9월에 수확한 목초가 조단백질 함량이 다소 높은 경향을 보여주었다.

#### IV. 적 요

본 연구는 제주지역에서 초식동물의 방목을 위해 주로 이용되고 있는 한지형 목초의 경우에 여름철 하고기에 생산성이 저하되고 있어 여름철에 생산성을 높일 수 있는 난지형 목초를 도입하여 이용하기 위한 목적으로 수행되었다. 시험에 사용된 난지형목초는 Bermudagrass 품종(*Cynodon dactylon* (L.) Pers. : Giant, Cheyenne, Mohawk, Pancho Frio, Common, Tifton 85), Bahiagrass 품종(*Paspalum notatum* : TifQuik, Tifton 9, Argentine)과 테프그라스(*Eragrostis tef* : Tiffany)을 이용하였으며, 해발 450m고지에서 월동 후에 생육시기별 생산성 및 영양소 함량의 변화를 조사하였다. 시험구는 품종별로 10처리 3반복 난괴법으로 배치하여 수행하였다. 과중방법은 산과와 조과형태로 과중되었으며, Tifton 85 품종은 줄기 과중되었다. 시험결과를 보면 월동 후에 Bermudagrass와 Bahiagrass 품종 모두에서 동해에 의한 피해로 봄철에 재생이 대체로 늦었으며, 이중 줄기 과중되었던 버뮤다그라스의 Tifton 85와 바히아그라스의 TifQuik, Tifton 9 품종이 다른 품종에 비해 동해에 비교적 강한 것으로 평가되었다. 생초와 건물수량은 품종에 따라 유의성 있는 차이를 보여 주었는데( $p < 0.05$ ), Tifton 85, TifQuik 및 Tifton 9 품종의 생초 수량이 다른 품종에 비하여 우수하였으며, 건물수량은 Tifton 85와 Tifton 9 품종이 다른 품종에 비하여 우수하였다. 건물함량에 있어서도 품종에 따라서 유의있는 차이를 보여주었고( $p < 0.05$ ), Giant 품종이 다른 품종에 비하여 높은 결과를 나타내었다. 수확시기별 건물 함량은 Bermudagrass의 모든 품종에서 수확시기에 따른 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량도 품종에 따라 유의 있는 차이를 나타내었고( $p < 0.05$ ), Cheyenne, Mohawk, Pancho Frio와 Common 품종이 다른 품종에 비하여 높은 결과를 보여주었으며, Giant 품종에서는 과중방법과 생육시기에 따른 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 조섬유함량도 품종에 따라 차이를 나타내었으며( $p < 0.05$ ), Tifton9 품종이 다른 품종에 비하여 유의있게 높은 함량을 보여주었고, 수확시기별 조섬유 함량은 Mohawk과 Tifton 85 품종에서 유의있는 결과를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 그리고 조회분 함량에 있어서도 품종에 따른 유의있는 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), Cheyenne이 다른 품종에 비하여 유의있

게 높은 함량을 보였다. 생육시기별 조희분 함량은 Cheyenne, Pancho Frio와 Tifton 85 품종에서 유의있는 결과를 나타내었고( $p < 0.05$ ), 파종방법에 따른 차이는 Giant 품종에서 유의있는 결과를 보였다( $p < 0.05$ ).

이러한 결과에 따르면 난지형 목초류는 품종에 따라 동해에 따른 재생능력, 생산성, 영양소 함량이 차이가 크게 나타나고 있어 이용목적에 따라 선택할 필요가 있으며, 이용을 확대하기 위하여서는 다양한 해발고도에서의 평가가 필요한 것으로 사료된다.

## V. 인용 문헌

- Akin, D.E., Hanna, W.W., Himmelsbach, D.S., Barton, II F.E. and Windham, W.R. 1986. Normal-12 and bmr-12 sorghum. II. Chemical variations and digestibility. *Agron. J.* 78:832.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis (15th Ed.)*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Va.
- Barnes, R.F., Miller, D.A. and Nelson, C.J.(eds.). 2007. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*. 6th ed. Vol. 2. Blackwell publishing. p. 88.
- Barbehenn, R.V., Chen, Z., Karowe, D.N. and Spickard, A. 2004. C3 grasses have higher nutritional quality than C4 grasses under ambient and elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Global Change Biology*. 10:1565-1575.
- Burns, J.C., Pond, K.R., Fisher, D.S. and Luginbuhl, J.M. 1997. Changes in forage quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. *Journal Of Animal Science* 75:1368 - 1379.
- Butler, T.J., Muir, J.P. and Ducar, J.T. 2006. Weed control and response of various herbicides during Tifton 85 bermuda grass (*Cynodon dactylon*) establishment from rhizomes. *Agronomy Journal*. 98:788-794.
- Christine Gelley, Renata La Guardia Nave and Gary Bates. 2016. *Agronomy Journal* 108:1063-1613.
- Difante, G.S., Nascimento Junior, D., Silva, S.C., Euclides, V.P.B., Zanine, A.M. and Adese, B. 2008. Tillering dynamics of marandu palisadegrass submitted to two cutting heights and three cutting intervals. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:189 - 196. doi:10.1590/S1516-35982008000200003.

- Ditsch, D.C., Smith, S.R. and Lacefield, G.D. 2009. bermuda grass : A Summer Forage in Kentucky. Publication # AGR-48. UNIVERSITY OF KENTUCKY COLLEGE OF AGRICULTURE, LEXINGTON, KY, 40546.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1 - 42.
- Evers, G.W., Redmon, L.A. and Provin, T.L. 2004. Comparison of bermuda grass, Bahia grass, and Kikuyugrass as a Standing Hay Crop. *Crop Sci.* 44:1370-1378.
- Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture Handbook* 379, U. S. Government Print Office, Washington, D. C.
- Hil, G.M., Gates, R.N. and Burton, G.W. 1993. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermuda grass pastures. *Journal of Animal Science.* 71:3210-3225.
- Hodgson, H.J. 1949. Effect of heat and acid scarifications on germination of seed of Bahiagrass (*Paspalum notatum*, Flugge). *Agron. J.*, 41: 531-533.
- Hunter, M., Barney, P., Kilcher, T., Cherney, J., Lawrence, J. and Ketterings, Q. 2007. Teff as emergency forage. *Agronomy Fact Sheet* 24. Dept of Crop and Soil Sciences, College of Agriculture and Life Sciences. Cornell University Cooperative Extension. Ithaca, New York.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use.
- Jones, C.A. 1985. C4 Grasses and Cereals. Growth, Development and Stress Response. John Wiley and Sons, New York. pp. 419.

- Mandebvu, P., West, J.W., Hill, G.M., Gates, R.N., Hatfield, R.D., Mullinix, B.G., Parks, A.H. and Caudle, A.B. 1999. Coparison of Tifton 85 and Costal bermuda grass for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. *Journal of Animal Science*. 77:1572-1586.
- Moore, K.J., Moser, L.E., Vogel, K.P., Waller, S.S., Johnson, B.E. and Pederson, J.F. 1991. Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agronomy Journal* 83:1073 - 1077. doi:10.2134/agronj1991.00021962008300060027x.
- Nave, R.L.G., Sulc, R.M., Barker, D.J. and St-Pierre, N. 2014. Changes in forage nutritive value among vertical strata of a cool-season grass canopy. *Crop Science* 54:2837 - 2845. doi:10.2135/cropsci2014.01.0018.
- Park, H.S., Park, N.G., Kim, J.G., Choi, K.C., Lim, Y.C., Choi, G.J. and Lee, K.W. 2012, Evaluation of characteristics and forage production for bermuda grass (*Cynodon dactylon*) and Bahia grass (*Paspalum notatum*) in Jeju, *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 32(2):131-138.
- Park, H.S., Jung, M.W., Jung, Y.B., Lim, Y.C., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, K.W. and Choi, K.J. 2014. Evaluation of characteristics, winter survival and forage production for warm season grass in the mid-southern Regions of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 34(1):1-8.
- Park, H.S., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, S.H. and Jung, J.S. 2015. Comparison of Growth Characteristics, Forage Production and Feed Values of bermuda grass, Teffgrass and Kleingrass as Annual Forage Crop in Summer. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 35(1):36-42.



- Reid, R.L., Jung, G.A. and Thayne, W.V. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. *Journal of Animal Science*. 66:1275-1291.
- Richner, J.M., Kallenbach, R.L. and Roberts, C.A. 2014. Dual use switchgrass: Managing switchgrass for biomass production and summer forage. *Agronomy Journal* 106:1438 - 1444. doi:10.2134/agronj13.0415.
- Rusland, G.A., Sollenberger, L.E., Albrecht, K.A., Jones Jr, C.S. and Crowder, L.V. 1988. Animal performance on limpograss-aeschynomene and nitrogen-fertilized limpograss pastures. *Agronomy Journal* 80:957-962.
- Reid, R.L., Jung, G.A. and Thayne, W.V. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. *Journal of Animal Science*. 66:1275-1291
- Redmon, L.A. 2000. Reducing input costs for livestock production systems. p. 6. Proceedings of the Annual Meeting of the Southern Branch of the American Society of Agronomy, January 29-February 1, 2000. Lexington, Kentucky.
- SAS. 2009. Statistical Analytical Systems Institute. SAS/STAT user's guide release 9.4. Statistical analysis systems Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- Sollenberger, L.E., Rusland, G.A., Jones Jr, C.S., Albrecht, K.A. and Gieger, K.L. 1989. Animal and forage responses on rotationally grazed "Floralta" limpograss and "Pensacola" Bahia grass pastures. *Agronomy Journal* 81:760-764.
- Sollenberger, L.E. and Jones Jr, C.S. 1989. Beef production from nitrogen-fertilized Mott dwarf elephantgrass and Pensacola Bahia grass pastures. *Tropical Grasslands* 23:129-134.

Sollenberger, L.E., Ocumpaugh, W.R., Euclides, V.P.B., Moore, J.E., Quesenberry, K.H. and Jones Jr, C.S. 1988. Animal performance on continuously stocked ‘Pensacola’ Bahia grass and ‘Floralta’ limpogross pasture. *Journal of Production Agriculture* 1:216-220.

## 시험 II :

### 부실초지 갱신 혼파조합이 말 방목초지의 식생구성, 생산성 및 증체에 미치는 영향

#### Abstract

Pasture renovation can be defined as a series of actions that lead to a permanent or long-term change in the botanical composition of a pasture. The intended changes are designed to improve the species composition or to increase the population of a selected species in the pasture. This study was carried out to determine the effects of seed mixture and seeding frequency on botanical composition, forage productivity and liveweight gain in horse grazing pasture. Experimental plot was located at 450 m altitude within Jeju racehorse breeding farm, Korea Racing Authority in Jeju from 2016 to 2017. Total six experimental pastures (T1: Newly established with orchardgrass (OG) + perennial ryegrass (PRG), T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture) were established in autumn, 2015 for cool season grass pasture and established in spring, 2016 for warm season grass. In grass composition of pasture, the T3 (tall fescue monoculture, 79 %) was highest in cool season grass based mixture pasture and warm season grass based pasture (T4, T5, 85~87 %) maintained higher than cool season grass based pasture (T1, T2, T3). Average annual dry matter (DM) yield was the highest at T3 (13,235 kg/ha), then with T5 and T4, average annual DM yield was 12,237 kg/ha and 11,412 kg/ha, respectively. In grazing effects, Content of crude protein (CP) and total digestibility nutrients (TDN) was the highest at T1 ( CP 12.02, TDN 00) in cool season grass based mixture and warm season grass based

pasture showed high in ADF (acid detergent fiber) and NDF (neutral detergent fiber) content. Daily DM intake was highest at T1 (11 kg/head), then with T4 (10.3 kg/head) and T5 (9.9 kg/head). Average daily gain for growing horses was highest at T1 (0.59 kg/day) in cool season grass mixture pasture, but T4 (0.57 kg/day) and T5 (0.55 kg/day) in warm season grass pasture were not significant.

(Key words: Pasture renovation, Cool season grass, Warm season grass, Horses, Average daily gain)

## I. 서론

말산업육성법 제정(2011.9)으로 단일 축종으로는 국내최초로 말은 한우, 돼지 등과 같이 국가기간산업으로 자리매김하는 축종이 되었다. 말을 사육하는데 있어서 목초는 사육비를 감소시키고 건강을 유지시켜 주는데 매우 중요한 역할을 하고 있다 잘 관리된 양질의 목초는 말에게 좋은 사료가 되며 말이 필요로 하는 대부분의 양분을 공급하여 줄 수 있다(Kim et al., 1991). 말은 방목습성이 일반 초식동물인 소와 달리 목초를 선택하여 채식하는 경향이 높아 기호성이 낮은 목초가 우점 되는 경향이 있다. 또한 다른 가축보다 활동하는 운동량이 많기 때문에 말 발굽에 의한 목초 손상률도 높아 목초의 밀도가 떨어지고 나지율이 높은 편이다(Lee et al., 2007).

초지는 한번 조성하여 오랫동안 이용하는 것이 경제적인 측면에서 좋으나 대체로 조성 후 4~6년이 경과하면 생산성이 줄게 되고 초종이 단순화되며 잡초가 발생하게 되는 이유 등으로 생산성이 급격히 저하하게 되는데, ha 당 생초수량 10,000kg(건물수량 2,000kg) 이하로 내려가게 되면 초지 갱신이 필요하다(Kim et al., 1991). 말 생산 농가 초지의 식생은 주로 한지형목초(페레니얼라이그라스, 오차드그라스 등) 위주로 조성되어 있어 여름철 더위로 생육저하 및 하고현상으로 인한 초지의 지속성과 생산성 감소가 발생하고 있다(Jeon et al., 2009). 또한 기존의 목초 조합을 톨페스큐, 오차드그라스 등의 화본과 목초와 두과 목초를 혼파 조합한 결과 기간이 경과함에 따라 두과 목초 등에 의한 화본과 목초의 생육저하로 부실초지가 다량 발생하는 등 방목효율을 저하시키는 문제점이 있다(KRA, 2010).

특히 말은 반추가축과는 달리 자주, 그리고 오랜 시간 동안 방목섭취를 하며 하나의 발굽(단체)을 가지고 있어 답압에 의한 방목지의 피해가 크다. 제주지역에서의 경주마 사육형태는 오차드그라스, 톨페스큐, 레드톱 등 비교적 목초비율이 높은 개량초지에서 방목하면서 농후사료를 보충 급여하는 형태, 야초지에서 방목을 하면서 농후사료를 급여하는 형태 및 마사주변 운동장에서 사사위주의 형태로 사육되고 있다. 목초식생구성률은 신규초지의 경우 목초 47%~54%, 잡초 및 고사주 36%~55%, 기성 개량초지는 목초 15%~19%, 잡초 및 고사주가 80% 내외로 조사되었다(Kim and Choung, 1996). 제주지역 해발 400m 내외 지역에서는 티머

시, 오차드그라스, 페레니얼라이그라스 및 화이트클로버 혼파조합이 시기별 생산성과 기호성을 고려할 때 말 방목초지로 활용할 수 있다고 보고하였다(Lee et al., 2007).

최근 기후온난화로 인한 여름철 한지형 목초의 지속성 감소를 보완할 수 있는 난지형 목초의 방목지 도입이 시도되고 있다(Park et al., 2015; KRA, 2014). 대표적인 난지형 목초인 버뮤다그라스는 포복경을 가지고 있고 초장이 작아 말의 제상 피해가 적어서 미국 남부지역에서 말 방목초지에서 주 초종으로 이용하고 있다(Burton and Hanna, 1995).

따라서 본 연구는 말 방목에 따른 초지 부실화 및 이용연한이 짧아진 기존초지의 갱신 필요성이 대두됨에 따라 제주지역에서 기후환경과 말 특성(섭취 및 행동), 초지생산성을 고려한 부실 기존 말 방목초지의 목초 생산성 향상과 난지형 목초의 방목효과를 구명하기 위해 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 방목초지 조성 및 실험설계

본 시험의 시험포장은 제주 동부지역 해발 450m에 위치한 한국마사회 제주경주마육성목장 방목지에서 2016년 4월부터 2017년 11월까지 수행하였다. 시험 처리구는 신규로 조성한 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼파초지(T1), 기존 부실초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 초지(T2), 신규 툴페스큐 단파초지(T3), 버뮤다그라스 단파초지(T4)와 바히아그라스 단파초지(T5)로 하였다.

처리별 혼파조합과 파종량은 Table 13에서 보는 바와 같으며 시험포장 조성을 위한 처리구별 파종은 한지형 목초는 2015년 9월에 산파로 기 파종하였으며 난지형목초는 2016년 5월에 파종하였다. 방목지 조성 시비량(kg/ha)은 파종과 함께 기비로 N-P-K= 80-250-70을 시비하였으며, 관리비료는 매년 N-P-K= 150-150-120kg/ha를 사용했고 봄·가을로 구분하여 각각 60%와 40%로 분시하였다.

Table 13. Grass mixture and seeding rates for grazed pasture by horses

Treatment	Paddock (Size)	Grass mixture	Seeding rates (kg/ha)
T1: Newly established with OG+PRG	No.39 (10,000m <sup>2</sup> )	OG + PRG	OG=25, PRG=15
T2: Old pasture overseeded with OG+PRG	No.44 (19,063m <sup>2</sup> )	OG + PRG	OG=12.5, PRG=7.5
T3: Tall fescue monoculture	No.64 (11,280m <sup>2</sup> )	Monoculture	40
T4: Bermudagrass monoculture	No.65 (10,064m <sup>2</sup> )	Monoculture	30
T5: Bahiagrass monoculture	No.66 (10,244m <sup>2</sup> )	Monoculture	30

\* OG: Orchardgrass, PRG; Perennial ryegrass, TF: Tallfescue

시험 초지 조성을 위해 목초 파종 전 토양특성은 Table 14에서 보는 바와 같다. 토양 평균 pH는 5.44로 약산성 토양이었으며 유기물 함량은 1.61%, 총 질소함량은 0.16%, 유효인산 함량은 109.03 mg/kg, 양이온치환용량(CEC)은 13.45 comol+/kg

로 전형적인 제주지역 중산간 화산회 토양 이었다.

Table 14. Chemical properties of the soil before experiment

Site	pH (1:5)	OM <sup>1)</sup> (%)	T-N <sup>1)</sup> (%)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchange cation (cmol+/kg)				CEC <sup>1)</sup> (cmol+/kg)
					Ca	Mg	K	Na	
T1	5.22	1.22	0.13	116.33	2.3	0.7	0.6	0.3	13.22
T2	5.41	1.52	0.18	112.42	2.1	0.8	0.4	0.2	14.55
T3	5.61	1.82	0.14	105.64	2.4	0.9	0.5	0.1	13.54
T4	5.52	1.63	0.15	100.28	2.3	0.6	0.5	0.1	12.28
T5	5.45	1.87	0.19	110.46	2.5	0.7	0.7	0.2	13.65
Mean	5.44	1.61	0.16	109.03	2.32	0.74	0.54	0.18	13.45

<sup>1)</sup>OM: Organic matter, T-N: Total nitrogen, EC: Cation exchange capacity

## 2. 생육특성, 생산성 및 식생구성 조사

조성된 한지형 및 난지형 목초의 생육특성에 관한 조사는 출현, 내병성, 도복성 및 내한성을 조사하였으며 평점은 1에서 9까지 점수를 부여하였다. 아주 좋은 경우 1로 하고 아주 나쁜 경우 9로 평가했다.

목초 생산성과 목초와 잡초의 비율을 측정하기 위하여 매 시험구마다 말 방목으로부터 보호하기 위하여 보호케이지(2m×2m)를 목구 당 3개소(3반복)씩 설치하여 조사하였다. 목초 식생구성률은 생초수량 측정을 위한 보호케이지에서 일정량을 취한 후 목초와 잡초로 구분하여 조사하였다. 생초 수량은 처리구별 케이지 전체를 채취하여 ha당 수량으로 환산하였으며 건물수량은 각 처리구별로 300g~500g의 시료를 채취하여 생초중량의 무게를 재고 70℃ 열풍건조기에서 48시간 이상 건조 후 건물함량을 계산한 다음 ha당 수량으로 환산하였다.

## 3. 목초 섭취량 및 증체량 조사

조성된 신규초지에 대한 방목효과를 구명하기 위하여 공시축은 경주용 육성마 10두(처리구 당 2두)로 하였다. 조성된 초지의 방목시험의 경우 한지형 목초지는



2017년 10월 27일부터 11월 27일까지 목구 내 초지상태 등을 고려하여 32일간 단기 집약방목을 하였으며 난지형 목초지의 방목은 2017년 9월 1일부터 10월 10일까지 실시하였다. 목초 섭취량은 목초식생구성과 생산성 조사료를 위해 설치되었던 방목 보호 케이지(2m×2m)를 이용하여 방목전과 후의 수량차이를 이용하여 계산하였으며(L. 't Mannetje., 1978) 방목케이지는 각 목구 당 3 지점에 설치하였다. 말 방목에 대한 체중조사는 방목개시 직전과 직후에 측정하여 체중변화를 조사하였다. 그리고 방목개시 직전과 직후에 채혈하고 자동혈액분석기를 이용하여 혈액상 및 혈중 대사물질의 변화를 측정하였다. 증체량은 실험시작체중과 종료체중의 차이에 의해 일당증체량으로 환산하였으며, 방목구에서 방목케이지를 이용한 건물섭취량 산출식은 아래와 같다.

$$DMI(kgd^{-1}) = \frac{[DM\ insidecage(kgha^{-1}) - DM\ outsidecage(kgha^{-1})] \times area(ha)}{\text{Number of grazing days}}$$

#### 4. 사료가치 분석

목초의 사료가치 분석을 위하여 건조된 시료는 20 mesh mill로 분쇄한 다음 플라스틱 시료 용기에 보관하였다가 분석용 시료로 공시하였다. 난지형 목초 시료의 수분, 조단백질, 조섬유 및 조회분 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 분석하였고 조단백질 함량은 Kjeldahl법(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)을 이용하여 분석하였다. 조사료의 섬유소 성분인 neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF) 함량은 Goering and Van Soest(1970)법에 준하여 Ankom fiber analyzer(ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA)로 분석하였다.

#### 5. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS 통계 패키지(ver.9.4, 2009)를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 처리구간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법(1955)으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 시험대상지 기상 개황

시험기간 동안의 온도와 강수량은 Fig. 4에서 보는 바와 같다. 초지조성 1년차인 2016년의 기상상황은 목초의 생육시기인 4월부터 10월까지 최소 81.4mm에서 최대 294.4mm의 강수량을 보여 목초 생육에 알맞은 것으로 사료되나 7월과 8월의 강수량은 30년 평균 강수량보다 적었다. 2017년의 7월과 8월 하고기에 427.5mm와 437.3mm의 강수량을 보였으며 강우횟수는 3회에 거쳐 집중적으로 내려 목초 생육에는 큰 의미가 없었던 것으로 사료된다. 또한 월평균 기온이 25℃가 넘는 달은 7월과 8월로 나타났으며 시험기간 동안의 전체적인 기후특성은 평년과 비교하여 평균 강수량이 다소 많았으며 평균기온도 1℃ 이상 높았으며 2017년 7월에는 26℃ 높은 기온을 보였다.

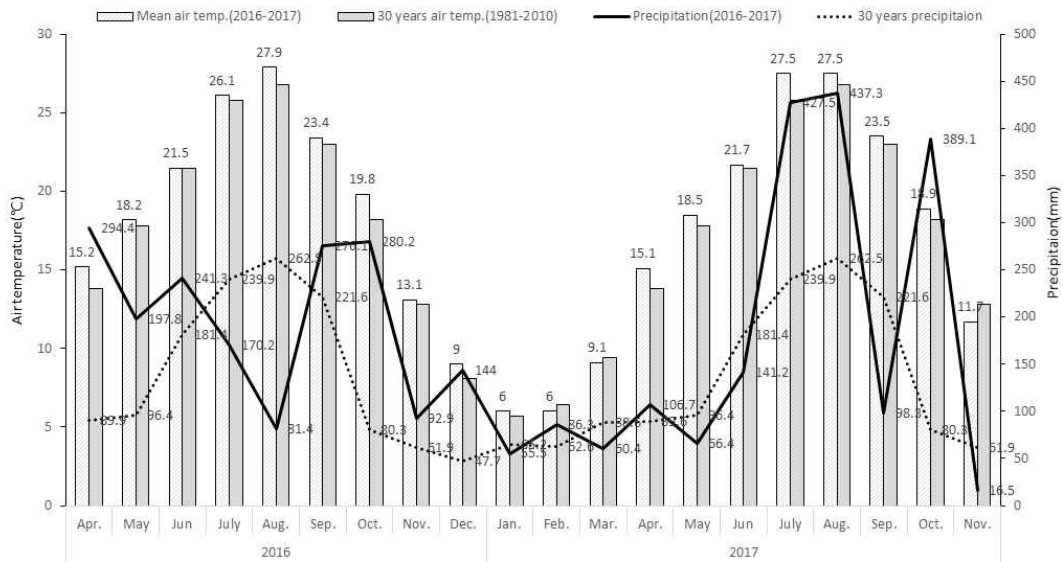


Fig. 4. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju region 2016 to 2017.

## 2. 생육특성, 생산성 및 사료가치

### 가. 생육특성

말 방목에 의해 조기에 부실화된 초지의 갱신을 위해 새롭게 조성된 한지형 목초 위주의 초지와 난지형 목초 위주의 초지에 대한 생육특성은 Table 15에서 보는 바와 같다. 파종 후 출현상태는 대체로 양호하였으나 T2(기존초지에 한지형 목초 보파)처리구와 T5(바히아그라스 단파초지)에서 출현이 다소 지연되었다. T2 처리구는 기존 초지 위에 목초종자를 추가 파종함으로써 기존 식생과 경합에 의해서 출현이 다소 지연된 것으로 판단된다. T5 처리구는 난지형 목초인 바히아그라스는 종자특성 상 종피가 두껍고 휴면이 많아서 출현률이 떨어지고 발아가 지연된다고 알려져 있다(Hodgson, 1949).

초지의 지속성과 식생유지를 위해 가장 핵심적인 요소인 병해와 재생력은 모든 처리구에서 대체로 양호하였으며 월동률은 한지형 목초 중심의 처리구는 대체로 양호하였으나 난지형 목초의 단파구는 다소 불량한 것으로 나타났다. Park et al.(2014)은 난지형 목초의 재배한계지 구멍 시험에서 전남 지역에서 버뮤다그라스와 바히아그라스가 월동이 가능하다고 하였으나, 시험지가 해발 400m인 제주 중산간 지역이어서 난지형 목초의 월동에 영향을 미친 것으로 생각된다.

화분과 목초의 수확시기를 결정하는 출수기는 한지형 목초는 5월 초순경에 출수기에 도달하였고 난지형 목초인 바히아그라스는 7월 중순경에 출수하는 것으로 나타났다. 버뮤다그라스의 경우 파종 후 첫해에는 출수를 하지 않았으며 이듬해 5월 24일에 출수기에 도달하였으며 난지형 목초의 출수기는 파종 후 2년차에 출수기가 파종 첫해에 비해서 다소 빨라지는 경향을 보였다.

Table 15. Growth characteristics of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016 to 2017

Treatment	Emergence <sup>1)</sup>	Disease <sup>1)</sup>	Regrowth <sup>1)</sup>	Winter survival <sup>1)</sup>	Heading date	
					2016	2017
T1	1	1	2	1	10 May	6 May
T2	2	1	2	1	12 May	7 May
T3	1	1	1	1	13 May	4 May
T4	1	1	1	2	-	24 May
T5	3	1	1	4	26 July	7 July

\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture

<sup>1)</sup> Emergence, Disease, Regrowth, Winter survival : 1(best)~9(worst)

#### 나. 식생구성

시험기간 동안 새롭게 조성된 한지형과 난지형 목초 위주 초지의 목초비율은 Table 16과 17에서 보는 바와 같다. 시험 1년차 한지형 위주의 목초지에서 목초 식생비율은 톨페스큐 단파구(T3)가 81%로 가장 높게 나타났으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 처리구(T2)에서 목초비율 58%로 가장 낮게 나타났다. 난지형 목초위주 초지는 버뮤다그라스(T4)와 바히아그라스 단파구(T5)에서 각각 89와 85%로 목초비율이 높게 유지되었다.

초지조성 1년차 목초 비율의 계절적 변화를 보면 한지형 목초 위주의 초지에서 여름철 목초 비율이 급격하게 감소하는 경향을 보여 주었으며 가을철에 다시 회복되는 경향을 보였다. 이러한 요인은 여름철 2~3회에 걸쳐 집중 강우로 인한 강수량은 많았으나 평균 기온 25℃이상의 고온지속으로 극심한 하고현상 때문에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼파구와 톨페스큐 단파구에 비해 목초 고사율이 높아 나지에는 잡초 침입이 높았던 것으로 사료된다.

Table 16. Botanical composition of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016

Treatment	1 <sup>st</sup> cut		2 <sup>nd</sup> cut		3 <sup>rd</sup> cut		Avg.	
	Pasture (%)	Weeds (%)	Pasture (%)	Weeds (%)	Pasture (%)	Weeds (%)	Pasture (%)	Weeds (%)
T1	79	21	52	49	70	30	67	33
T2	68	32	51	49	53	47	58	43
T3	90	10	68	32	86	14	81	19
T4	88	12	90	10	-	-	89	11
T5	85	15	86	14	-	-	85	15

\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture

시험 2년차 한지형 위주의 목초지에서 목초 식생비율은 톨페스큐 단과구(T3)가 76%로 가장 높게 나타났으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 처리구에서 목초비율 46%로 가장 낮게 나타났다. 난지형 목초위주 초지는 버뮤다그라스와 바히아그라스 단과구에서 각각 87와 85%로 목초비율이 높게 유지되었다.

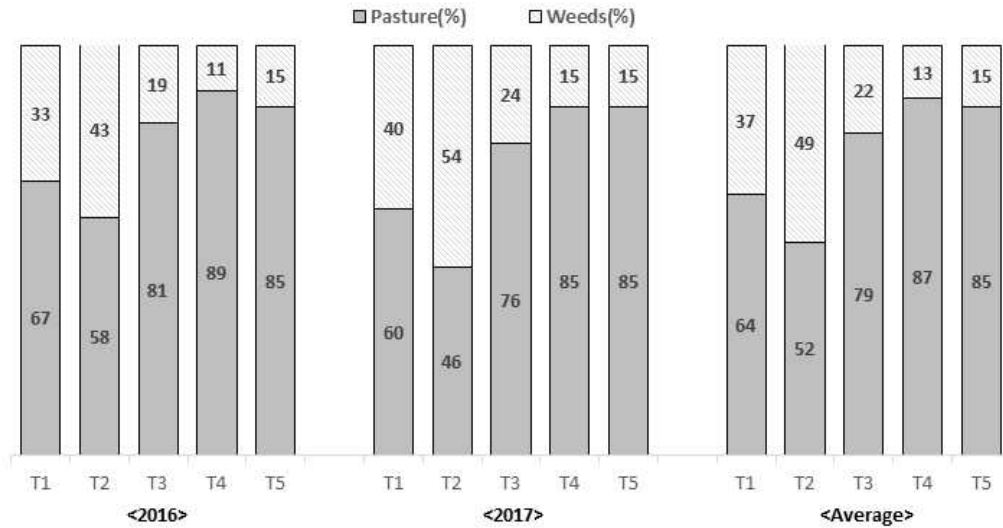
난지형 목초지의 계절적 목초비율 변화를 보면 한지형 목초지와 반대로 여름철에 목초 비율이 각각 87과 88%로 높게 유지되었으며 가을철에는 각각 83과 84%로 감소하는 것으로 나타났다. 난지형 목초의 생육특성 상 더운 여름철에 최고의 성장 속도를 보이다가 기온 15℃ 이하로 내려가는 가을철에 접어들면서 성장 속도가 저하되고 성장이 멈추는 것으로 나타났다(Nelson and Moser, 1994; Volenec and Nelson 1995).

Table 17. Botanical composition of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2017

Treatment	1 <sup>st</sup> cut		2 <sup>nd</sup> cut		3 <sup>rd</sup> cut		Avg.	
	Pasture (%)	Weeds (%)	Pasture (%)	Weeds (%)	Pasture (%)	Weeds (%)	Pasture (%)	Weeds (%)
T1	74	26	45	55	62	38	60	40
T2	59	41	38	62	42	58	46	54
T3	85	15	60	40	82	18	76	24
T4	85	15	87	13	83	17	85	15
T5	82	18	88	12	84	16	85	15

\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture

시험기간 동안 새롭게 조성된 한지형과 난지형 목초 위주 초지의 평균 목초비율은 Fig 5. 에서 보는 바와 같다. 한지형 위주의 목초지에서 평균 목초 식생비율은 툴페스큐 단과구(T3)가 79%로 가장 높게 나타났으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 처리구(T2)에서 목초비율 58%로 가장 낮게 나타났다. 난지형 목초지의 목초 식생구성율은 85~87 %로 한지형 목초지의 목초 식생구성률보다 높게 유지되었다. 이러한 결과는 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 위주의 초지가 여름철에는 하고를 받아 식생구성율이 급격히 감소한 반면 툴페스큐 초지에서는 목초비율이 높았다는 Hwang et al. (2016)의 보고와 유사하였고 Jung et al. (2017)이 부실초지에 툴페스큐 위주의 보파구에서 목초비율이 80%정도까지 안정적으로 유지되었다는 보고와도 유사한 경향을 보였다.



\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture

Fig. 5. Average pasture composition of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016-2017

#### 다. 사초 생산성 및 사료가치

한지형과 난지형 목초 위주 초지의 사초 생산성은 Table 18과 19에서 보는 바와 같다. 새롭게 조성된 한지형 목초 위주 초지의 2016년 사초 생산성은 톨페스큐 단과 처리구(T3)가 연간 생초수량 58,831 kg/ha와 연간 건물수량 13,237 kg/ha로 가장 높게 나타났으며( $p < 0.05$ ) 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 처리구(T2)가 각각 30,220과 7,011 kg/ha로 가장 낮은 생산성을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

난지형 목초인 버뮤다그라스와 바히아그라스 단과 처리구는 바히아그라스 단과 처리구(T5)가 각각 42,267과 8,887 kg/ha로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 난지형 목초의 수량이 한지형 목초의 수량에 비해 낮은 이유는 난지형 목초는 파종시기가 지면 온도가 10°C 이상일때로 제주지역에서는 4~5월 중하순까지로 파종 1년차는 상대적으로 생육기간이 짧은 것이 주원인으로 생각된다.

Table 18. Forage productivity of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016

Treatment	Plant height(cm)	Fresh yield(kg/ha)				Dry matter yield(kg/ha)			
		1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	Total	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	Total
T1	83.5	23,111	11,080	6,831	41,022 <sup>b</sup>	5,200	2,493	1,537	9,230 <sup>b</sup>
T2	87.5	10,909	11,711	7,599	30,220 <sup>d</sup>	2,531	2,717	1,763	7,011 <sup>d</sup>
T3	85.6	31,782	15,347	11,702	58,831 <sup>a</sup>	7,151	3,453	2,633	13,237 <sup>a</sup>
T4	51.6	19,733	15,267	-	35,000 <sup>c</sup>	4,702	3,996	-	8,699 <sup>c</sup>
T5	83.8	23,100	19,167	-	42,267 <sup>b</sup>	4,760	4,127	-	8,887 <sup>bc</sup>

\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture  
 \* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

2017년 한지형과 난지형 목초 위주로 조성된 목초지의 사초 생산성은 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 처리구(T2)와 톨페스큐 단파 처리구(T3)의 연간 건물수량이 각각 13,459와 13,232 kg/ha로 가장 높게 나타났다(p<0.05). 난지형 목초인 버뮤다그라스와 바히아그라스 단파 처리구는 바히아그라스 단파처리구(T5)의 생초수량과 건물수량이 각각 68,267과 15,846 kg/ha로 높게 나타났다(p<0.05).



Table 19. Forage productivity of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2017

Treatment	Plant height(cm)	Fresh yield(kg/ha)				Dry matter yield(kg/ha)			
		1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	Total	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	Total
T1	85.3	38,747	5,538	9,236	53,520 <sup>d</sup>	8,718	1,246	2,078	12,042 <sup>d</sup>
T2	86.4	37,418	3,530	7,065	48,013 <sup>e</sup>	7,001	819	1,639	10,459 <sup>e</sup>
T3	88.6	40,284	7,467	11,058	58,809 <sup>c</sup>	9,064	1,680	2,488	13,232 <sup>c</sup>
T4	56.8	18,551	21,356	22,867	62,773 <sup>b</sup>	4,174	4,805	5,145	14,124 <sup>b</sup>
T5	85.2	20,776	21,091	26,440	68,267 <sup>a</sup>	4,820	4,893	6,134	15,846 <sup>a</sup>

\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

시험기간 동안 새로 조성된 한지형 및 난지형 목초 위주의 초지에 대한 평균 사초생산성은 Table 20에서 보는 바와 같다. 한지형 목초 위주 초지의 평균 건물생산량은 8,735 ~ 13,235 kg/ha로 톨페스큐 단과구(T3)가 가장 높은 생산성을 나타내었다. Kim and Choung (1996)이 제주지역 말 사육목장의 신규 목초 건물생산량이 6,835kg/ha~10,679kg/ha 였다는 보고보다 높은 생산성을 보였으며 예취시기별로는 전 처리구가 1차 예취시가 높아 연간 생산량의 68%~82%를 차지하였다. 반면 하고현상을 겪은 2차 예취시기에는 기존초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 처리구의 초지(T2)의 사초생산량이 극심한 생산량저하를 보였고 이때 목초구성률도 38%~51%로 매우 낮았다. 이러한 요인은 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼파 목초구가 여름철 고온에 의한 하고피해 때문으로 사료되었다. 이러한 결과는 Yoon et al. (2003)이 방목초지의 목초생산성은 초봄에 생산성이 최대에 이르고 그 이후 급격히 감소하는 추세를 보인다는 보고와 일치하였으며, 톨페스큐 위주 혼파조합은 오차드그라스 위주의 혼파조합보다 잡초침입 없이 상대적으로 높은 수량을 보였다는 보고와 같은 결과를 보였다(Jung et al.,

2017; Kim et al., 2016; Hwang et al., 2016).

난지형 목초인 버뮤다그라스와 바히아그라스 단과초지의 평균 건물수량은 각각 11,412와 12,237 kg/ha로 바히아그라스 단과 초지에서 높게 나타났으며 초지조성 1년차보다 2년차의 수량이 증가하여 초지조성이 경과할수록 생산성이 높아지는 것으로 나타났다. 이는 버뮤다그라스와 바히아그라스는 포복경과 지하경을 가지고 있어 월동만 가능하면 이듬해 생산성 더욱 높아진다고 보고하였다(Hanna, 1992).

Table 20. Forage productivity of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016-2017

Treatment	Fresh yield(kg/ha)				Dry matter yield(kg/ha)			
	2016	2017	Total	Avg.	2016	2017	Total	Avg.
T1	41,022	53,520	94,542	47,271 <sup>c</sup>	9,230	12,042	21,272	10,636 <sup>c</sup>
T2	30,220	48,013	78,233	39,117 <sup>d</sup>	7,011	10,459	17,470	8,735 <sup>d</sup>
T3	58,831	58,809	117,640	58,820 <sup>a</sup>	13,237	13,232	26,469	13,235 <sup>a</sup>
T4	35,000	62,773	97,773	48,887 <sup>c</sup>	8,699	14,124	22,823	11,412 <sup>c</sup>
T5	42,267	68,267	110,534	55,267 <sup>b</sup>	8,887	15,846	24,733	12,237 <sup>b</sup>

\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture  
 \*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

말 방목으로 부실화된 초지의 갱신을 위해 한지형과 난지형 목초 중심의 신규 초지에 대한 사료가치는 Table 21에서 보는 바와 같다. 조단백질 함량은 한지형 목초인 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 신규초지로 조성한 처리구(T1)와 버뮤다그라스 단과구(T4)에서 각각 12.16 %와 12.04 %로 높게 나타났으며 나머지 처리구에서는 10.63~10.75 %로 낮게 나타났다. NDF 함량은 한지형 목초 위주의 처리구(T1~T3)에서 55.90~58.41%로 난지형 목초인 버뮤다그라스(T4)와 바히아그라스(T5) 위주 초지보다 낮게 나타났으며 ADF 함량은 바히아그라스 단과 처리구에서 34.25%로 가장 높았으며 나머지 처리구에서는 31.07~32.55%로 큰 차

이를 보이지 않았다. 총 가소화영양소(TDN)함량은 한지형 목초 위주의 초지가 난지형 목초 위주의 처리구보다 높게 나타났으며 버뮤다그래스가 64.1%로 바히아그래스 보다 높은 것으로 나타났다.

Reid et al. (1988)은 난지형(C3) 목초는 일반적으로 건물수량은 높은 반면 사료가치는 한지형(C4) 목초에 비해 다소 낮다고 보고하였는데 한지형 목초는 난지형 목초에 비해 비구조탄수화물과 단백질 함량이 높고 섬유소 함량이 낮은 것에 기인한다고 하였으며(Barbehenn et al., 2004) 또한 낮은 엽경비율로 인해 한지형 목초 보다 사료가치가 낮다고 보고하였다(Jones, 1985). 한편 Henderson and Robinson(1982)은 여름철 기온이 26℃에서 35℃까지 올라가면 버뮤다그래스와 바히아그래스의 소화율이 각각 7.6%와 12.9% 감소한다고 보고하였다.

Table 21. Forage quality of newly established pasture by cool-warm season grass, Jeju, 2016-2017

Treatment	Year	CP (%, DM)	NDF (%, DM)	ADF (%, DM)	Ash (%, DM)	TDN* (%, DM)
T1	2016	12.71	52.75	28.10	8.64	66.7
	2017	11.61	61.25	35.31	8.25	61.0
	Mean	12.16	57.00	31.71	8.45	63.8
T2	2016	10.90	50.68	26.82	8.94	67.7
	2017	10.60	61.11	35.31	9.20	61.0
	Mean	10.75	55.90	31.07	9.07	64.4
T3	2016	10.93	55.96	30.16	9.12	65.1
	2017	10.53	60.85	34.93	8.54	61.3
	Mean	10.73	58.41	32.55	8.83	63.2
T4	2016	11.30	62.10	30.42	8.51	64.9
	2017	12.78	63.27	32.32	10.25	63.4
	Mean	12.04	62.69	31.37	9.38	64.1
T5	2016	11.18	62.43	34.98	10.12	61.3
	2017	10.08	62.84	33.52	9.24	62.4
	Mean	10.63	62.64	34.25	9.68	61.8

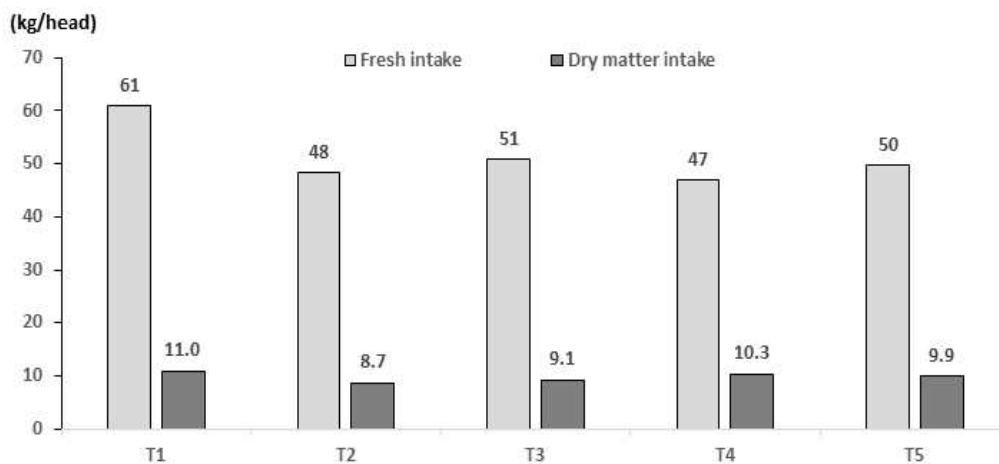
\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture

\*\* TDN = 88.9-(0.79×ADF%)

### 3. 방목 말의 목초 섭취량 및 증체량

말 방목은 부실초지 갱신방법으로 한지형과 난지형 목초 위주의 초지를 신규로 조성한 후 한지형 위주의 목초지는 시험 2년차인 2017년에 10월 27일부터 32일간 초장이 15cm~20cm 되는 시기에 방목을 시작하였으며 난지형 목초 위주 목초지는 9월 1일부터 42일간 수행되었다.

방목기간 동안 처리구별 일일 목초 섭취량은 Fig. 6에서 보는 바와 같다. 처리구별 일일 목초 건물 섭취량은 한지형 목초 위주 초지에서는 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼파 처리구(T1)가 11 kg/두/일로 가장 높았으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 보파 처리구(T2)가 8.7 kg/두/일로 가장 낮게 나타났다. 난지형 목초 위주의 초지의 건물 섭취량은 버뮤다그라스(10.3 kg/두/일)가 바히아그라스(9.9 kg/두/일)보다 약간 높은 것으로 나타났다. 또한 새롭게 조성된 신규초지에서 방목된 말의 목초에 대한 건물 섭취량은 체중의 2.51 ~ 2.02 %를 섭취하는 것으로 나타났다. Freeman and Rommann(1989)은 성숙한 말의 목초 건물 섭취량은 체중의 2~2.5 %을 매일 섭취한다는 보고와 비슷한 결과를 보였다.



\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture, T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture  
 Fig. 6. Daily fresh and dry matter intake(kg/head) of cool-warm season grass pasture for grazing horses

Table 22와 23은 한지형 목초와 난지형 목초 위주로 새롭게 조성된 초지에 방목을 실시 한 후 방목 말의 방목효과를 나타낸 것으로 방목강도는 ha 당 2두를 배치하였으며 증체량은 방목 전 체중에서 방목 종료 시 체중을 뺀 값으로 나타내었다. 한지형 목초 위주 초지에서 방목 말의 증체량은 오차드그라스와 페레니얼 라이그라스 혼파 신규초지 처리구와 톨페스큐 단파 처리구에서 각각 19.01과 18.91 kg/두 으로 높은 증체량을 나타내었고 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 보파 초지구(T3)에서 15.45 kg/두으로 가장 낮은 증체량을 나타내었다(p<0.05). 방목 말의 평균일당증체량은 증체량과 비슷한 결과를 보였는데 T1과 T3 처리구에서 각각 0.59와 0.56 kg/일으로 높게 나타났다. Asai et al. (1999)는 방목초지에서 육성마를 7시간 주간방목하는 처리구와 17시간 주야간 방목하는 처리구의 평균 일당증체량을 조사한 결과 평균일당증체량이 0.37과 0.39~0.60 kg/일로 나타나 본 실험결과와 유사한 결과를 보고하였다.

Table 22. The average daily gain and gain body weight of different cool season grass pasture grazed by Thoroughbred horses

Category	T1	T2	T3
Grazed days (day)	32	32	32
Grazing pressure (head/10,000m <sup>2</sup> )	2	2	2
Initial body weight (kg/head)	438	435	430
Finish body weight (kg/head)	457	450	452
Gain body weight (kg/head)	19.01 <sup>a</sup>	15.45 <sup>b</sup>	18.91 <sup>a</sup>
Average daily gain (kg/day)	0.59 <sup>a</sup>	0.47 <sup>b</sup>	0.56 <sup>a</sup>

\* T1: Newly established with OG+PRG, T2: Old pasture overseeded with OG+PRG T3: Tall fescue monoculture

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

난지형 목초 위주 초지에서 방목 말의 증체량은 버뮤다그라스와 바히아그라스 단파 초지 처리구에서 24.88과 23.98 kg/두 으로 한지형 목초지의 증체량보다 높

게 나타났으며 방목 말의 평균일당증체량은 증체량과 비슷한 결과로 각각 0.57과 0.55 kg/일로 나타났다. Aiken et al. (1989)은 버뮤다그라스 초지에 육성마를 방목한 결과 평균일당증체량이 -0.31~0.37 kg/일로 보고하였으며 평균일당증체량은 초지의 생산성, 방목가축의 성숙단계, 방목강도 등 다양한 요인에 영향을 받는다고 보고하였다.

Table 23. The daily gain and gain body weight of different warm season grass pasture grazed by Thoroughbred horses

Category	T4	T5
Grazed days (day)	42	42
Grazing pressure (head/10,000m <sup>2</sup> )	2	2
Initial body weight (kg/head)	391	410
Finish body weight (kg/head)	415	423
Gain body weight (kg/head)	24.88	23.98
Average daily gain (kg/day)	0.57	0.55

\* T4: Bermudagrass monoculture, T5: Bahiagrass monoculture

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

난지형 목초 위주의 신규초지에서 말 방목시험축의 방목 개시 및 종료 시 혈액 성분 변화는 Table 24에서 보는바와 같다. 방목 전에 비하여 방목 후에 글루코스, 혈액요소태질소, 총질소 등이 다소 저하하는 경향을 보였으나, 대부분의 혈액상 및 혈액 대사물질에서 유의 있는 결과를 보여주고 있지 않았다. 이러한 결과는 현재 방목하는 말의 혈액상 및 혈액대사물질의 수준에 대한 자료가 아주 적은 상황에서 기초자료로서 유용하게 활용될 수 있을 것으로 평가된다. 그러나 추가적인 시험을 통하여 본 연구의 결과를 검증해 볼 필요가 있는 것으로 사료되었다.

Table 24. The change of blood composition in horses grazing warm season grass pasture

Category	Warm season grass pasture		Cool season grass pasture	
	Initial	Finish	Initial	Finish
WBC( $10^3/\mu\ell$ )	11.40	13.25	8.94	7.66
LYM( $10^3/\mu\ell$ )	3.53	6.09	3.04	2.79
MON( $10^3/\mu\ell$ )	0.35	0.66	0.37	0.18
NEU( $10^3/\mu\ell$ )	6.37	6.30	4.88	4.49
EOS( $10^3/\mu\ell$ )	0.93	0.18	0.51	0.18
BAS( $10^3/\mu\ell$ )	0.08	0.03	0.06	0.03
LY(%)	30.60	46.35	28.37	35.40
MO(%)	2.90	4.95	3.37	2.10
NE(%)	56.15	47.15	46.73	59.85
EO(%)	9.65	1.35	6.38	2.30
BA(%)	0.75	0.20	0.62	0.35
RBC( $10^6/\mu\ell$ )	8.95	10.89	7.57	9.22
HGB(g/dl)	16.15	15.05	12.92	14.40
HCT(%)	44.80	42.95	35.79	39.77
MCV(fl)	50.00	39.50	40.00	43.50
MCH(pg)	18.10	13.80	14.48	15.70
MCHC(g/dl)	36.00	34.95	30.07	36.20
PLT( $10^3/\mu\ell$ )	155.00	154.00	95.25	140.00
PCT(%)	6.40	5.55	4.66	5.85
MPV(fl)	0.10	0.09	0.06	0.09
RDWc(%)	34.40	29.00	25.72	33.80
NA+(mmol/l)	136.00	113.17	136.50	135.50
K+(mmol/l)	4.10	3.55	4.60	3.85
TCD2(mmol/l)	32.00	26.33	28.00	29.50
CK(u/l)	345.50	363.67	259.50	306.00
GLU(mg/dl)	80.00	68.00	108.50	108.00
CA(mg/dl)	12.55	10.47	12.25	12.80
BUN(mg/dl)	21.00	16.50	12.50	16.50
CRE(mg/dl)	0.60	0.73	1.05	1.30
AST(u/l)	301.50	257.67	306.50	253.50
TBIL(mg/dl)	1.10	1.07	1.30	1.85
GGT(u/l)	14.00	11.83	15.00	12.00
ALB(g/dl)	3.35	2.75	3.05	3.40
TP(g/dl)	6.75	5.62	6.25	6.85
GLOB(g/dl)	3.40	2.88	3.25	3.45

#### IV. 적 요

본 연구는 말 방목에 따른 초지 부실화 및 이용연한이 짧아진 기존초지의 갱신 필요성이 대두됨에 따라 제주지역에서 기후환경과 말 특성(섭취 및 행동), 초지생산성을 고려한 기존 부실 말 방목초지의 목초 생산성 향상과 난지형 목초의 말 방목효과를 구명하기 위해 수행하였다. 시험 처리구는 신규로 조성한 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼파초지(T1), 기존 부실 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 초지(T2), 신규 톨페스큐 단파초지(T3), 버뮤다그라스 단파초지(T4)와 바히아그라스 단파초지(T5)로 5처리 단 반복으로 처리하였다. 처리구별 파종은 한지형 목초는 2015년 9월에 난지형목초는 2016년 5월에 각각 산파로 파종하여 조성하였다. 한지형 위주의 목초지에서 평균 목초 식생비율은 톨페스큐 단파구(T3)가 79%로 가장 높게 나타났으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 보파한 처리구(T2)에서 목초비율 58%로 가장 낮게 나타났다. 난지형 목초지의 목초 식생구성율은 85~87 %로 한지형 목초지의 목초 식생구성률보다 높게 유지되었다. 한지형 목초 위주 초지의 평균 건물생산량은 8,735 ~ 13,235 kg/ha로 톨페스큐 단파구(T3)가 가장 높은 생산성을 나타내었으며 난지형 목초인 버뮤다그라스와 바히아그라스 단파초지의 평균 건물수량은 각각 11,412와 12,237 kg/ha로 바히아그라스 단파 초지에서 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량은 한지형 목초인 오차드그라스와 페레니얼라이그라스를 신규초지로 조성한 처리구(T1)와 버뮤다그라스 단파구(T4)에서 각각 12.16 %과 12.04 %로 높게 나타났으며 나머지 처리구에서는 10.63~10.75 %로 낮게 나타났다. 총 가소화영양소(TDN)함량은 한지형 목초 위주의 초지가 난지형 목초 위주의 처리구보다 높게 나타났으며 버뮤다그라스가 64.1%로 바히아그라스 보다 높은 것으로 나타났다. 목초 건물 섭취량은 한지형 목초 위주 초지에서는 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼파 처리구(T1)가 11 kg/두/일로 가장 높았으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 보파 처리구(T2)가 8.7 kg/두/일로 가장 낮게 나타났으며 난지형 목초 위주의 초지의 건물 섭취량은 버뮤다그라스(10.3 kg/두/일)가 바히아그라스(9.9 kg/두/일)보다 약간 높은 것으로 나타났다. 한지형 목초 위주 초



지에서 방목 말의 증체량은 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼파 신규초지 처리구와 톨페스큐 단파 처리구에서 각각 19.01과 18.91 kg/두 으로 높은 증체량을 나타내었고 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 보파 초지구(T3)에서 15.45 kg/두으로 가장 낮은 증체량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 난지형 목초 위주 초지에서 방목 말의 증체량은 버뮤다그라스와 바히아그라스 단파 초지 처리구에서 24.88과 23.98 kg/두 으로 한지형 목초지의 증체량보다 높게 나타났으며 방목 말의 평균 일당증체량은 증체량과 비슷한 결과로 각각 0.57과 0.55 kg/일로 나타났다.

이러한 결과를 종합해보면 말 방목으로 인해 부실화된 초지를 갱신하기 위해 기존 한지형 목초 위주의 초지조성은 초지의 지속성 유지와 기후변화 대응에 한계가 있는 것으로 판단되며 상대적으로 기후 환경변화의 적응성이 우수한 톨페스큐와 난지형 목초의 말 방목 초지의 활용이 필요하다. 또한 목초의 지속성 평가를 위해 장기간의 말 방목 이용연구와 난지형 목초 위주의 방목초지 활용 시 이른 봄철 부족한 조사료 확충 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 인용 문헌

- Aiken, G. E., Potter, G. D., Conrad, B. E., & Evans, J. W. 1989. Growth performance of yearling horses grazing bermudagrass pastures at different grazing pressures. *Journal of Animal Science*, 67(10), 2692-2697.
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.
- Asai, Y., Matsui, A., Osawa, T., Kawai, M., and Kondo, S. 1999. Digestible energy expenditure in grazing activity of growing horses. *Equine Veterinary Journal*, 31(S30), 490-492.
- Barbehenn R. V., Z. Chen, D. N. Karowe, and A. Spickard. 2004. C3 grasses have higher nutritional quality than C4 grasses under ambient and elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Glob. Change Biol.* 10:1565 - 1575.
- Burton, G. W and W. W. Hanna. 1995. Bermudagrass. *In* R.F. Barnes et al. (ed.) Forages - An introduction to grassland agriculture. Vol. 1. Iowa State Univ. Press, Ames. pp. 421-429.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple Range and Multiple F tests. *Biometrics* 11: 1 - 42.
- Freeman, D. W., and Rommann, L. 1989. Use of forages for horses. OSU extension facts-Cooperative Extension Service, Oklahoma State University (USA).
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agricultural Handbook* 379. U.S. Government Print. Office Washington, DC.

- Hanna, W. W. 1992. *Cynodon dactylon*. Plant resources of south-east Asia, (4): 100-102.
- Henderson, M. S and D. L. Robinson. 1982. Environmental influences on fiber component concentrations of warm-season perennial grasses. *Agron. J.* 74:573-579.
- Hodgson, H.J. 1949. Effect of heat and acid scarification on germination of seed of Bahiagrass (*Paspalum notatum*, Flugge). *Agron. J.*, 41: 531-533.
- Hwang, T.Y., Ji, H.C., Kim, K.Y., Lee, S.H., Lee, K.W. and Choi, K.J. 2016. Effect of Mixed Pature Using Domestic Varieties Orchardgrass 'Kodione' and Tall fescue 'Purumi' on Forage Yields and Botanical Composition in Middle Region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 36(2): 89-97
- Hwang, T.Y., Ji, H.C., Kim, K.Y., Lee, S.H., Lee, K.W. and Choi, K.J. 2016. Effect of Mixed Pature Using Domestic Varieties Orchardgrass 'Kodione' and Tall fescue 'Purumi' on Forage Yields and Botanical Composition in Middle Region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 36(2): 89-97
- Jeon, B., Kim, M., Park, J., Kim, S., Sung, S., Lee, S., & Moon, S. 2009. A study on the grazing behavior of thoroughbred colts grazed in pasture at summer season of Jeju island. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 29(4), 365-374.
- Jones, C. A. 1985. *C4 Grasses and Cereals. Growth, Development and Stress Response*. John Wiley and Sons, New York. pp. 419.
- Jung, J.S., Kim, J.K., Kim, H.S., Park, H.S., Choi, K.C., Lee, S.H., Jee, H.J., Choi, K.J. and Kim, W.H. 2017. The Effects of Grass Seed Mixtures

using Domestic Cultivars on Botanical Composition and Dry Matter Productivity in Low Productive Hilly Pasture Central Region of Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 37(2): 132-139

Jung, J.S., Kim, J.K., Kim, H.S., Park, H.S., Choi, K.C., Lee, S.H., Jee, H.J., Choi, K.J. and Kim, W.H. 2017. The Effects of Grass Seed Mixtures using Domestic Cultivars on Botanical Composition and Dry Matter Productivity in Low Productive Hilly Pasture Central Region of Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 37(2): 132-139

Kim, D.A., Kim, B.H., Kim, C.J., Kim, D.J., Kim, M.C., Bae, D.H., Seo, S., Ahn, K.J., Yoon, I.S., Lee, I.D., Lee, H.W., Kim, B.T., Jeon, W.B., Cho, M.W., Cho, J.G., Hur, S.N. 1991. A collection of grassland science. Sunjin printing. Seoul. pp337-456

Kim, J.G., Lee, Y.W., Kim, M.J., Kim, H.J., Jeong, S.I., Jung, J.S and Park, H.S. 2016. Effects of Species and Seed Mixture on Productivity, Botanical Composition and Forage Quality in Middle Mountainous Pasture. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 36(2): 135-141

Kim, J.G., Lee, Y.W., Kim, M.J., Kim, H.J., Jeong, S.I., Jung, J.S and Park, H.S. 2016. Effects of Species and Seed Mixture on Productivity, Botanical Composition and Forage Quality in Middle Mountainous Pasture. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 36(2): 135-141

Kim, M.C. and Choung, C.C. 1996. A Study on Feeding, Reproduction, Meat and Milk Products, Disease and Genetic Character for Cheju Horse Industry Development. I. Monthly changes of herbage production comparing new pasture of horse farm with old pasture. Journal of the Korean Society of Grassland. 16(1):61~68

- Kim, M.C. and Choung, C.C. 1996. A Study on Feeding, Reproduction, Meat and Milk Products, Disease and Genetic Character for Cheju Horse Industry Development. I. Monthly changes of herbage production comparing new pasture of horse farm with old pasture. Journal of the Korean Society of Grassland. 16(1):61~68
- Korea Racing Authority. 2010. Report on the Jangsu Racing Ranch.
- Korea Racing Authority. 2014. A Study on Appropriate hybridization for horse grazing and the Identification of the Period. Final result report.
- L. ' t Mannelje., 1978. Measurement of grassland vegetation and animal production. Journal of Range Management. 32:164
- Lee, C.E., Park, N.G., Park, H.S., Oh, W.Y., Ko, M.S., Kim, D.H. and Kang, D.H. 2007. Changes in the Productivity and the Percentage of Grasses Intake in Different Mixture Grazed by Thoroughbred Horses. Journal of the Korean Society of Grassland. 27(2): 123-128
- Nelson, C. J., and Moser, L. E. 1994. Plant factors affecting forage quality. Forage quality, evaluation, and utilization.
- Park, H.S., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, S.H. and Jung, J.S. 2015. Comparison of Growth Characteristics, Forage Production and Feed Values of bermuda grass, Teffgrass and Kleingrass as Annual Forage Crop in Summer. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 35(1):36-42.
- Reid, R. L., G. A. Jung and W. V. Thayne. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. J. Anim. Sci. 66:1275.

SAS. 2009. Statistical Analytical Systems Institute. SAS/STAT user's guide release 9.4. Statistical analysis systems Institute, Inc., Cary, NC, USA.

Volenc, J. J., and Nelson, C. J. 1995. Forage crop management: application of emerging technologies. In 'Forages: the science of grassland agriculture'.(Ed. RF Barnes) pp. 3 - 20.

Yoon, S.H., Lee, J.K. and Park, G.J. 2003. Forage and Cattle Productivities of Incentive Grazing System. Journal of the Korean Society of Grassland. 22(1): 45-50

### 시험 Ⅲ :

이탈리안 라이그라스의 보파 파종량이 버뮤다그라스 초지의 생육 특성, 생산성 및 사료가치에 미치는 영향

### Abstract

Italian ryegrass may supply seasonal forage for grazing and reduce needs for stored forages and concentrate supplements for beef cattle and horse producers in the southern Korea. Opportunity exists to use cool season annual forages that vary in their individual growth distribution to extend grazing during the fall - winter - early spring seasons. This study was carried out to determine the effects of seeding rates of Italian ryegrass interseeded into bermudagrass sod on the forage productivity and botanical composition of Italian ryegrass and bermudagrass. Experimental plot was located at 450 and 350 m altitude within Jeju racehorse breeding farm, Korea Racing Authority in Jeju from 2012 to 2014. Seeding rate treatments of Italian ryegrass into bermudagrass sod were arranged in a randomized complete block design replicated three times. Italian ryegrass was drilled in row 18cm apart after clipping the bermudagrass at a cutting height of 2~3 cm. Seeding rate was 20, 30 and 40 kg/ha on planting 15 October. In botanical composition, Italian ryegrass was dominant in pasture growing season during early spring through late spring season and bermudagrass was dominant during early summer through early fall. The dry matter yield of Italian ryegrass was higher in 40 kg/ha seeding amount, the dry matter yields of 30 kg/ha and 40 kg/ha seeding amount were not different. The Italian ryegrass overseeding into bermudagrass sod affect the dry matter yield in the summer harvests of bermudagrass, and the dry matter yield of bermudagrass showed the highest in 30 kg/ha seeding amount. Total annual dry matter yield of

overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod showed the highest in 30 kg/ha Italian ryegrass seeding amount (30,559 kg/ha). In conclusion, overseeding warm season perennial grasses with cool season annual forages in the southern Korea has many benefits. Because the growing seasons overlap in spring and fall, management practices to reduce the warm season grass competition are necessary. Cool season annual forages production and distribution are dependent on species, seeding rates, and planting methods. Growing seasons also overlap in spring which delays spring recovery of the warm season grass.

(Key words: Italian ryegrass, Bermudagrass, Dry matter yield, Botanical composition)



## I. 서론

최근 국제적으로 곡류가격의 변동이 심화되면서 축산농가에서는 경영난으로 인하여 자급 조사료 생산의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 초식가축의 경우 조사료 위주의 방목사양으로 생산비를 크게 절감시킬 수 있다. 우리나라의 방목초지는 대부분 북방형계통의 한지형 목초를 주로 이용되고 있으나 지구온난화와 들발 기상이변 등 급격한 재배환경 변화로 한지형 목초의 지속성과 생산성이 급격히 감소하고 있는 실정이다. 따라서 우리나라의 기후도 점차 아열대로 진행되고 있는 시점에서 초지의 안정적인 생산과 연중 방목체계 구축을 위하여 다양한 초지조성 및 이용 시스템의 변환이 필요하다.

최근 기후 온난화로 인해 국내에서도 버뮤다그라스, 바히아그라스 등 난지형 목초의 재배 가능성이 검토되고 있으며(Park et al., 2012, 2014, 2015; Chea et al., 2017), 제주지역의 경우 1970년대에 버뮤다그라스와 바히아그라스의 월동이 가능하였다는 보고가 있다(RDA, 1969). 하지만 난지형 목초는 조사료 생산측면에서 6월부터 9월에 생산성이 집중되며 이른 봄철부터 6월까지 조사료 생산이 어렵다는 문제점을 가지고 있다(Anslow and Green, 1967).

봄철 난지형 목초의 생산성 감소를 보완하고 연중 방목체계를 구축하기 위하여 미국 중남부지역에서는 비축방목과 난지형 목초지에 늦 가을에 한지형 단년생 작물을 간파(Interseeding)하는 방법을 이용하고 있다(Hoveland, 1992; Evers, 2005). 비축방목(Stockpiled grazing)의 개념은 난지형 목초와 한지형 목초지를 구분하여 조성하고 여름과 가을철에는 난지형 목초지에서 가축을 방목하고 한지형 목초지는 방목을 하지 않고 늦여름부터 늦가을까지 성장시켜 목초를 비축하고 겨울에 방목하는 방법이다(Poore and Drewnoski, 2010; Drewnoski et al., 2009).

Beck et al. (2007)은 난지형 목초인 버뮤다그라스 초지에 늦은 가을 호밀, 밀, 이탈리아 라이그라스를 보파하여 연간 목초생산성과 방목 이용성을 평가하여 난지형 목초지에서 가을 보파에 적합한 초종을 선발하는 연구에서 이탈리아 라이그라스가 생산성과 사료가치 측면에서 가장 유리하다는 결과를 보고하였다. 또한 Dunavin (1982)은 바히아그라스 초지에 콩과작물인 베치류와 클로버를 보

과하여 조사료에서 단백질 공급원의 역할을 확인한 연구결과를 보고하였다.

난지형 목초 위주의 말 방목초지는 10월 이후 기온이 낮아지면 생육이 정지되어 지상부가 고사되어 경관을 해치고 이듬해 봄에 잡초 발생이 많아 관리에 어려운 점도 있다. 특히 제주지역에서 여름철에는 방목초지로 활용하고 난지형 목초가 휴지기인 동절기간 동안에는 한지형 단년생 사료작물을 재배하여 토지의 이용효율을 높이고 자급 조사료의 생산성을 높일 수 있는 재배 및 이용기술 개발이 시급한 실정이다.

따라서 본 연구는 여름철 생산성이 우수한 난지형 목초인 버뮤다그라스와 제주지역에서 겨울철 월동 사료작물로 많이 재배되고 있는 이탈리아인 라이그라스를 연계한 연중 말 방목 시스템을 개발하기 위하여 이탈리아인 라이그라스 보파량이 이탈리아인 라이그라스와 버뮤다그라스 초지의 생육특성, 생산성 및 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시초종 및 시험포 조성

제주지역에서 겨울철 월동 사료작물로 많이 재배되고 있는 이탈리아 라이그라스와 난지형 목초인 버뮤다그라스를 연계한 연중 말 방목 시스템을 개발하고자 버뮤다그라스 초지에 이탈리아 라이그라스의 파종시기와 파종량이 버뮤다그라스와 이탈리아 라이그라스 연계초지의 생육특성, 생산성 및 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2012년 5월부터 2014년 12월까지 한국마사회 제주육성목장(제주시 조천읍 교래리, 동부)의 방목지와 금악목장(제주시 한림읍 금악리, 서부)을 시험포장으로 조성하여 시험을 수행하였다.

해당지역은 각각 해발 450m와 350m 고지로 제주지역 중산간지역이었으며, 먼저 난지형목초지는 버뮤다그라스(*Cynodon dactylon*) 'Common' 품종을 2012년 5월 8일 경에 ha 당 20 kg 파종하여 조성하였다. 이탈리아 라이그라스 'Florida 80' 품종을 2012년과 2013년에 버뮤다그라스의 생육이 저하되는 10월 중순 경에 파종하였으며 파종량은 ha 당 20, 30, 40 kg을 휴폭 18 cm로 대상조파 파종하였다. 시험구의 버뮤다그라스 초장이 2~3 cm 정도 높기로 예취를 한 후 이탈리아 라이그라스를 파종하였다. 시험구는 지역별로 총 3처리 3반복 난괴법으로 처리하였으며 처리구 당 시험구 면적은 6m<sup>2</sup>(1.5m×4m)이었다.

이탈리아 라이그라스 파종시 시비량은 200-150-150 kg/ha을 기준으로 파종 시 질소는 50%, 인산 및 가리는 100% 전량 사용하였으며, 이듬해 봄 3월에 나머지 질소만 50%를 추비하였다. 이탈리아 라이그라스의 수확은 출수기에 1차 수확 하였으며 재생 후 6월에 2차 수확을 하였다. 이탈리아 라이그라스를 수확 후 버뮤다그라스 목초지에 시비량은 200-150-150kg/ha을 6월과 8월에 각각 50%씩 시비하였다.

시험장소인 제주시 교래리와 금악리의 시험포 조성 전 토양특성은 Table 25에서 보는 바와 같다. 토양 pH는 5.43~5.72로 약산성 토양이었으며 유기물 함량은 1.72~1.84%, 총 질소함량은 0.17~0.18%, 유효인산 함량은 126.43~132.32 mg/kg,

양이온치환용량(CEC)은 14.32~13.43 cmol+/kg로 전형적인 제주지역 중산간 화산회 토양 이었다.

Table 25. Chemical properties of the soil before experiment

Site	pH (1:5)	OM <sup>1)</sup> (%)	T-N <sup>1)</sup> (%)	Ava. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchange cation (cmol+/kg)				CEC <sup>1)</sup> (cmol+/kg)
					Ca	Mg	K	Na	
Gyoraе	5.43	1.84	0.17	126.43	2.1	1.4	0.5	0.2	14.32
Geumak	5.72	1.72	0.18	132.32	2.5	1.1	0.6	0.3	13.43

<sup>1)</sup>OM: Organic matter, T-N: Total nitrogen, EC: Cation exchange capacity

## 2. 생육특성, 생산성 및 식생구성 조사

난지형 목초의 생육특성에 관한 조사는 출현, 초장, 내병성, 내습성, 도복성 및 내한성을 조사하였으며 평점은 1에서 9까지 점수를 부여하였다. 아주 좋은 경우 1로 하고 아주 나쁜 경우 9로 평가하였다. 생초수량은 처리구 전체를 채취하여 ha당 수량으로 환산하였으며 건물수량은 각 처리구별로 300~500 g의 시료를 채취하여 생초중량의 무게를 재고 63℃ 열풍건조기에서 72시간 이상 함량이 될 때까지 건조 후 건물함량을 계산한 다음 ha당 수량으로 환산하였다. 목초 식생구성률은 생초수량 측정 후 500 g의 시료를 채취하여 버뮤다그라스, 이탈리아 라이그라스와 잡초로 분류하여 63℃ 열풍건조기에서 72시간 이상 건조시킨 후 건물 무게를 측정하여 건물 식생구성율을 계산하였다.

## 3. 사료가치 분석

목초의 사료가치 분석을 위하여 건조된 시료는 20 mesh mill로 분쇄한 다음 플라스틱 시료 용기에 보관하였다가 분석용 시료로 공시하였다. 난지형 목초 시료의 수분, 조단백질, 조섬유 및 조회분 함량은 AOAC(1990)법에 의거하여 분석하였고 조단백질 함량은 Kjeldahl법(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie,

MN, USA)을 이용하여 분석하였다. 조사료의 섬유소 성분인 neutral detergent fiber(NDF)와 acid detergent fiber(ADF) 함량은 Goering and Van Soest(1970) 법에 준하여 Ankom fiber analyzer(ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA)로 분석하였다.

#### 4. 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS 통계 패키지(ver.9.1, 2002)를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 처리구간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법(1955)으로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 시험대상지 기상 개황

시험기간 동안의 시험 장소인 제주시 조천읍과 한림읍의 평균기온과 강수량은 Fig. 7과 8에서 보는 바와 같다. 제주시 조천읍(제주육성목장) 지역의 평균기온은 4.9 ~ 28.3℃ 분포로 제주지역 30년 평균 기온에 비해 여름철에는 높았으며 겨울철에는 약간 낮은 것으로 나타났다. 시험기간 평균 강수량은 제주지역의 30년 평균 강수량에 비해 2012년과 2014년 여름철에 619.6mm와 468mm로 높게 나타났으나 2013년 여름철에는 30년 평균 강수량에 비해 낮게 나타났다. 또한 이탈리아 라이그라스 보파 파종시기와 초기 생육기간인 가을철에 강수량은 30년 평균 강수량보다 많아 이탈리아 라이그라스의 출현과 초기생육에 유리하게 작용했을 것으로 생각된다.

제주시 한림읍(금악목장) 지역은 해발 350m로 시험기간 평균기온은 5.3 ~ 27.7℃ 분포로 제주시 조천읍 시험지역과 비슷한 평균 기온을 보였으며 제주지역 30년 평균 기온에 비해 여름철에는 높았으며 겨울철에는 약간 낮은 것으로 나타났다. 시험기간 평균 강수량은 제주지역의 30년 평균 강수량에 비해 2013년 여름철에 50~200mm 정도 적었으며 2012년과 2014년 여름철 평균 강수량은 비슷한 수준이었다.

시험 공시 초종인 버뮤다그라스와 이탈리아 라이그라스의 월동에 가장 크게 영향을 미치는 겨울철 최저 기온은 시험지역 모두에서 영상기온을 유지하여 월동에는 크게 영향을 미치지 않은 것으로 나타났으며 Munshaw et al. (2006)은 버뮤다그라스는 영하 11℃에서도 월동이 가능하다고 보고하였다.

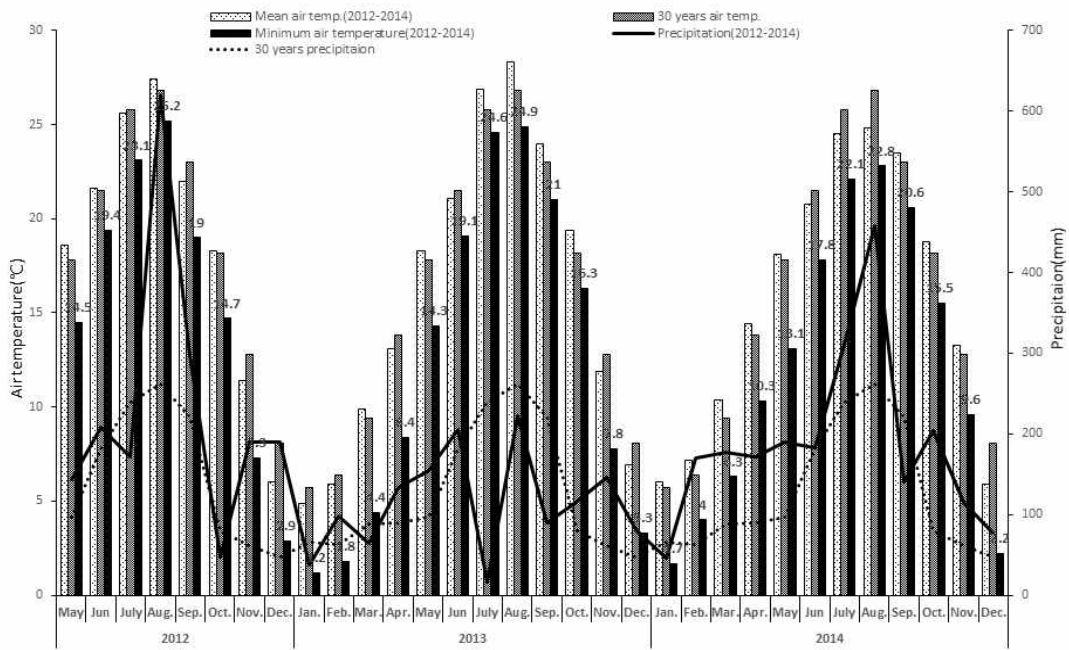


Fig. 7. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju Sungsan(Gyorae) region 2012 to 2014.

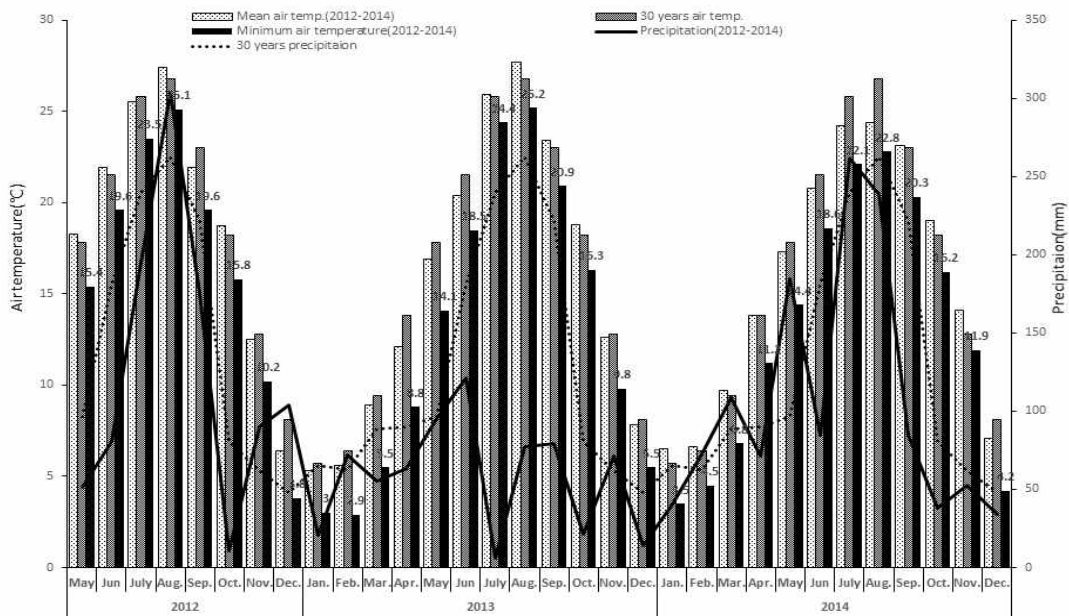


Fig. 8. Mean air temperature and amount of precipitation during the growing period of Jeju Kosan(Geumak) region 2012 to 2014.

## 2. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 생육특성

난지형 목초인 버뮤다그라스 초지에 가을에 보파한 이탈리아 라이그라스의 생육특성은 Table 26에서 보는 바와 같다. 10월 중순에 파종된 이탈리아 라이그라스의 출현양부는 2년차가 조금 향상된 출현을 보여주었으며 해발 고도에 따른 차이는 보이지 않았다.

보파된 이탈리아 라이그라스의 월동성은 시험지역 두 곳에서 모두 1.8 ~ 2.3으로 양호하였으며 시험 첫해보다 2년차의 월동성이 높은 경향을 보였다. 또한 해발이 낮은 금악지역의 이탈리아 라이그라스가 월동성이 높은 것으로 나타났다. 이는 시험기간 기상 개황에서 나타나듯이 제주지역은 겨울철 평균 최저기온이 영하로 내려가지 않아서 한지형 목초의 월동에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각되어지며 월동 이후 이른 봄철에 심한 온도차이로 발생하는 서릿발 피해가 일부 나타난 것으로 판단된다. 시험기간 동안 이탈리아 라이그라스의 출수기는 4월 20일부터 26일까지로 이탈리아 라이그라스 단일 재배 조건의 출수기와 비슷한 경향을 보였다.

Table 26. Growth characteristics of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju, 2012 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	Emergence <sup>1)</sup>			Winter survival <sup>1)</sup>			Heading date	
		2012	2013	Mean	2013	2014	Mean	2013	2014
Gyora (450 m)	20	4	3	3.5	3	2	2.5	26 April	24 April
	30	3	3	3	3	1	2.0	25 April	20 April
	40	3	2	2.5	3	2	2.5	24 April	23 April
	Mean	3.3	2.7	3.0	3.0	1.7	2.3	25 April	22 April
Geumak (350 m)	20	4	3	3.5	3	2	2.5	23 April	22 April
	30	4	2	3	2	1	1.5	25 April	23 April
	40	3	3	3	2	1	1.5	22 April	23 April
	Mean	3.7	2.7	3.2	2.3	1.3	1.8	23 April	23 April

<sup>1)</sup> Emergence, Winter survival : 1(best)~9(worst)



이탈리안 라이그라스가 보파된 버뮤다그라스 초지의 월동성과 출수기는 Table 27에서 보는 바와 같다. 버뮤다그라스의 월동성 평가는 이탈리안 라이그라스의 1차 수확 후 재생되고 있는 시기인 5월 중순에 조사하였으며 시험지역 간에는 해발이 낮은 금악목장의 월동성이 높은 경향을 보였으며 이탈리안 라이그라스의 파종량에 따라서는 전체적으로 파종량이 낮은 처리구에서 높은 월동성을 보였다. 또한 연차별로는 시험 2년차의 월동성이 높은 경향을 보였다. Evers (2005)는 난지형 목초지에 보파된 한지형 일년생 목초는 가을철 생육으로 인해 겨울 추위로부터 난지형 목초를 보호하는 역할을 함으로서 월동성 개선의 역할도 있다고 보고하였다.

시험기간 동안 버뮤다그라스의 출수기는 6월 21일부터 26일까지로 해발과 이탈리안 라이그라스의 파종량에 따라서 뚜렷한 차이를 보이지 않았으며 시험 연차 간에도 큰 차이를 보이지 않았으나 시험 2년차에는 출수기가 조금 더 빨라지는 경향을 보였다.

Table 27. Growth characteristics of bermudagrass sod, Jeju, 2012 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	Winter survival <sup>1)</sup>			Heading date	
		2013	2014	Mean	2013	2014
Gyora (450 m)	20	4	3	4.0	25 Jun	22 Jun
	30	5	3	4.0	26 Jun	25 Jun
	40	6	3	4.5	25 Jun	26 Jun
	Mean	5.0	3.0	4.2	25 Jun	24 Jun
Geumak (350 m)	20	3	2	2.5	25 Jun	21 Jun
	30	3	3	2.0	26 Jun	22 Jun
	40	6	3	4.5	26 Jun	24 Jun
	Mean	4.0	2.7	3.0	26 Jun	23 Jun

<sup>1)</sup> Winter survival : 1(best)~9(worst)

### 3. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 식생구성

이탈리안 라이그라스의 파종량에 따라 보파된 버뮤다그라스 초지의 연간 평균 식생구성은 Fig. 9, 10과 11에서 보는 바와 같다. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 식생구성은 생육 적온기에 따라 시험지역 모두에서 큰 차이를 보였다.

계절적 분포를 보면 봄철 5월에는 이탈리아 라이그라스의 식생이 84~85 %로 우세하였으며 7~9월에는 버뮤다그라스가 81~94%로 우세하였으며 이탈리아 라이그라스가 새롭게 보파된 10월에는 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 식생이 절반수준으로 나타났다. 두 초종 식생의 우점 경향은 이미 알려진 바와 같이 전적으로 생육적온을 기반으로 하여 나타난 결과로 사료되며 6월에는 이탈리아 라이그라스가 1차 수확 후 재생되어 개화되는 시기와 버뮤다그라스는 월동 후 본격적으로 포복경에서 새로운 개체로부터 생육하는 시기로 두 초종의 생육기가 겹치 (overlap)는 시기로 두 초종과 잡초와의 경합이 가장 심하게 발생하는 시기로 생각되어진다.

Park et al. (2011)은 제주지역에서 버뮤다그라스 초지에 이탈리아 라이그라스의 파종시기가 사초 생산성과 식생구성 변화에 미치는 영향을 분석한 결과 기온이 본격적으로 상승하는 6월 7월에 버뮤다그라스의 식생구성이 높아짐에 따라 초종간 경합이 높아진다고 보고하여 본 시험의 결과와 유사한 경향을 보고하였다.

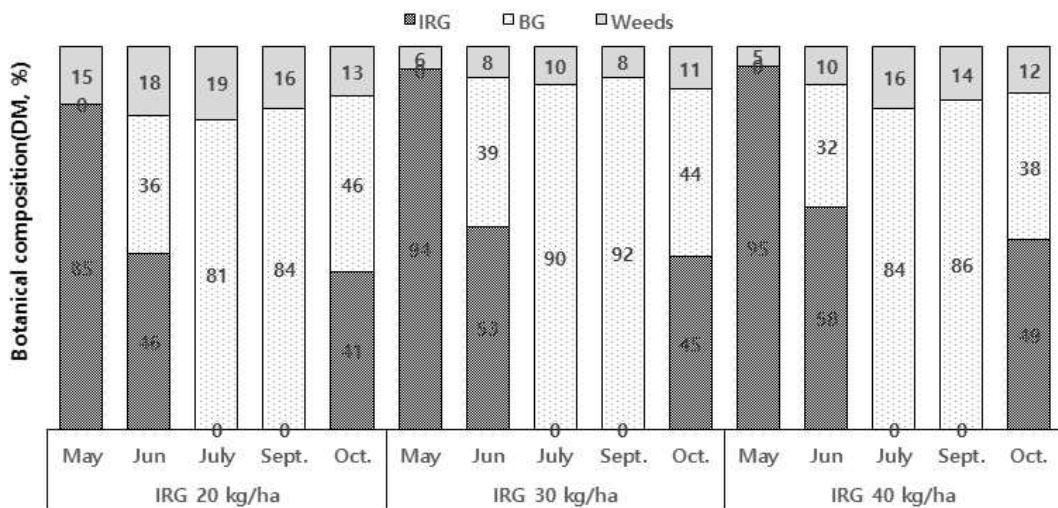


Fig. 9. Botanical composition of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju Gyora, 2013 to 2014

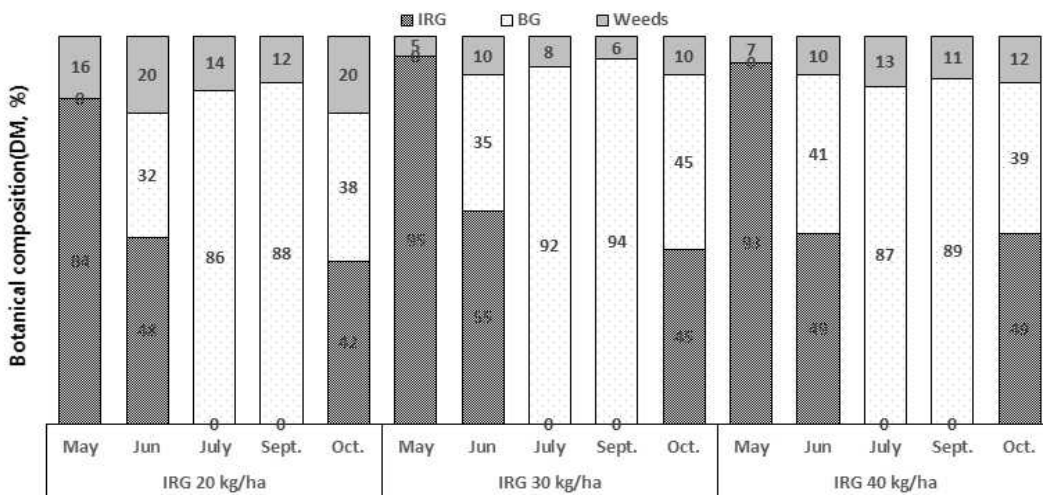


Fig. 10. Botanical composition of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju Geumak, 2013 to 2014

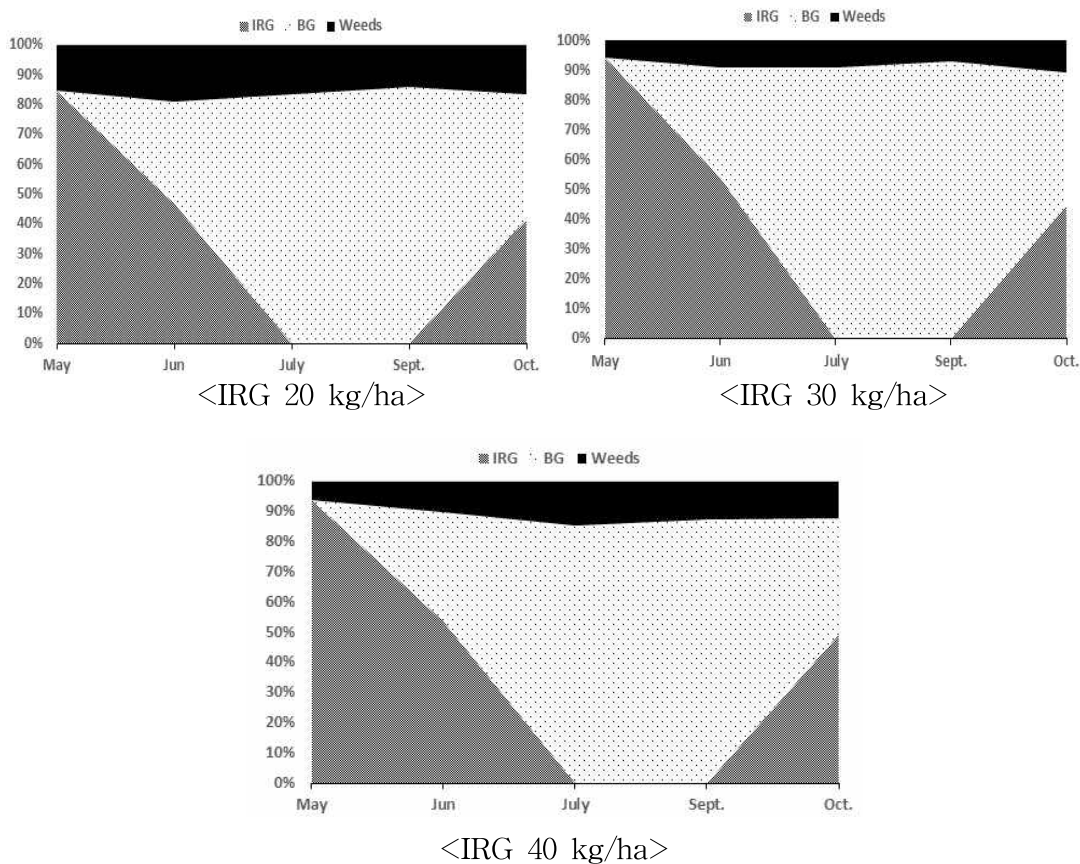


Fig. 11. Average botanical composition of overseeded Italian ryegrass on bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014

벼류다그라스 위주 초지에 이탈리아 라이그라스의 보파 과종량에 따른 식생 구성 변화는 이탈리아 라이그라스의 과종량이 증가할수록 봄철 이탈리아 라이그라스의 식생비율은 높게 나타났으며 여름철 벼류다그라스의 식생비율에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 이탈리아 라이그라스의 1차 수확 후 재생이 여름철 벼류다그라스의 식생비율에 영향을 미치는데 시험 결과 이탈리아 라이그라스의 과종량이 ha 당 20 kg이 여름철 벼류다그라스의 식생비율(90~94 %)을 가장 높게 유지하였다. 잡초의 식생구성 변화는 이탈리아 라이그라스의 과종이 가장 낮은 처리구에서 14~19 %로 가장 높게 나타났으며 ha 당 30 kg 과종량이 5.5 ~ 10.5% 로 가장 낮게 유지되었다.

벼류다그라스, 바히아그라스와 같은 난지형 목초지에 한지형 일년생 사료작물을 보파할 때 생산성과 식생 유지를 위해서는 보파된 초종간 경합을 충분히 고려한 한지형 목초의 과종시기, 과종량에 대한 고찰이 필요하고 특히 한지형 일년생 사료작물의 1차 수확 후에 재생과 관련하여 광경합을 감소시킬 수 있는 예취 또는 방목 등 초지관리 기술이 필요하다고 하였다(Beck et al., 2011; Evers et al., 1985)

#### 4. 이탈리아 라이그라스와 벼류다그라스의 사초생산성

##### 가. 초장 및 건물률

벼류다그라스 초지에 보파된 이탈리아 라이그라스의 과종량이 초장 및 건물률에 미치는 영향은 Table 28에서 보는 바와 같다. 시험기간 동안 보파된 이탈리아 라이그라스의 과종량에 따른 초장은 연간 1차와 2차 수확시 측정된 평균값으로 과종량에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 건물률은 시험지역 2곳에서 모두 과종량이 증가 할수록 높아지는 경향을 보였다.

Park et al. (2012)은 제주지역에서 동계사료작물 생산성 비교시험에서 이탈리아 라이그라스의 Florida 80 품종을 단일재배 했을 경우 초장은 86 cm와 건물률 20.2%로 보고하여 본 시험 결과와 비슷한 결과를 보고하였다. 또한 Chae et al.

(2014)은 제주지역 야초지에서 이탈리아 라이그라스를 ha 당 30 kg을 보파했을 때 이탈리아 라이그라스 초장이 60.1~72.2 cm 정도며 건물률은 25~27% 정도라고 하였다.

Table 28. Plant height and dry matter of Italian ryegrass in overseeding Italian ryegrass on the bermuda grass sod, Jeju, 2013 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	Plant height (cm) <sup>1)</sup>			Dry matter (%) <sup>1)</sup>		
		2013	2014	Mean	2013	2014	Mean
Gyora (450 m)	20	81.2	83.9	82.6	21.9	20.7	21.3
	30	87.2	88.7	87.9	21.2	22.4	21.8
	40	84.5	86.7	85.6	23.5	22.7	23.1
	Mean	84.3	86.4	85.4	22.2	21.9	22.1
Geumak (350 m)	20	83.3	83.8	83.6	20.7	21.8	21.3
	30	88.4	85.2	86.8	21.4	23.5	22.5
	40	86.8	87.8	87.3	24.1	23.4	23.8
	Mean	86.2	85.6	85.9	22.1	22.9	22.5

<sup>1)</sup> The mean values of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cut

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

버뮤다그라스 초지에 보파된 이탈리아 라이그라스를 수확한 후 버뮤다그라스의 초장 및 건물률은 Table 29에서 보는 바와 같다. 시험기간 동안 보파된 이탈리아 라이그라스 파종량에 따른 제주시 조천읍 교래리 지역의 초장은 38.4~39.0 cm로 큰 차이를 보이지 않으나 한림읍 금악리 지역은 파종량이 증가할수록 초장이 커지는 경향을 보였다. 버뮤다그라스 Common 품종은 초장이 작고 포복경을 가지고 있어 재생과 말 발굽에 의한 재생 피해가 적고 짧은 초장에 대한 기호성이 좋은 말 방목에 적합한 품종이라고 하였다(Corriher and Redmon, 2011; Redfearn and Rice, 2015). 이탈리아 라이그라스 보파 파종량에 따른 건물률 변화는 금악지역에서 파종량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 교래리 지역은 차이를 보이지 않았다.

Table 29. Plant height and dry matter of bermudagrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	Plant height (cm) <sup>1)</sup>			Dry matter (%) <sup>1)</sup>		
		2013	2014	Mean	2013	2014	Mean
Gyora (450 m)	20	39.2	37.5	38.4	22.4	23.1	22.8
	30	40.9	38.4	39.7	23.5	24.3	23.9
	40	42.5	35.6	39.0	22.9	23.4	23.2
	Mean	40.87	37.2	39.0	22.9	23.6	23.3
Geumak (350 m)	20	40.6	36.7	38.7	22.7	23.5	23.1
	30	42.3	38.5	40.4	24.1	23.9	24.0
	40	42.8	39.9	41.4	23.8	24.5	24.2
	Mean	41.9	38.4	40.2	23.5	24.0	23.8

<sup>1)</sup> The mean values of 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> cut

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

## 나. 사초 생산성

난지형 목초인 버뮤다그라스 초지에 보파된 이탈리아 라이그라스의 파종량이 사초생산성에 미치는 영향은 Table 30에서 보는 바와 같다. 이탈리아 라이그라스의 보파 파종량에 따른 생초수량은 ha 당 30 kg이 80,152 kg으로 가장 높은 수량을 나타냈으며 지역별로는 상대적으로 겨울 평균 기온이 높은 금악지역의 수량이 더 높게 나타났다. 건물수량은 이탈리아 라이그라스 보파 파종량이 증가 할수록 증가하는 것으로 나타났다. 파종량 30, 40 kg/ha이 각각 1,7409와 17,808 kg/ha로 높게 나타났으며 두 파종량 간에는 유의차가 없었다. 시험지역별로는 생초수량과 같이 금악지역의 건물수량이 높게 나타났다.

Park et al. (2008)은 제주지역 해발 200m에서 동계사료작물 생산성을 비교한 결과 이탈리아 라이그라스의 Florida 80 품종을 단일재배 했을 경우 생초수량과 건물수량이 각각 105,406과 21,262 kg/ha로 본 시험의 수량이 낮게 나타났으며 이런 수량차이는 시험지역의 해발 차이로 인한 기온차이가 겨울철과 이른봄철 이탈리아 라이그라스의 생육에 영향을 미친 것으로 판단된다.

버뮤다그라스 초지에 다양한 사료작물을 보파한 결과 이탈리아 라이그라스가 호밀, 연맥 등 소곡류 사료작물에 비해 건물수량이 높았다고 하였다(McLaughlin et al., 2005).

이상의 결과를 고려해보면 본 시험에서 버뮤다그라스 초지에 이탈리아 라이그라스의 생산성은 일반 경운 재배시와 비슷한 결과를 나타내어 기존의 버뮤다그라스 목초지에 파종된 이탈리아 라이그라스의 생육에 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

Table 30. Fresh and dry matter yield of Italian ryegrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	Fresh yield (kg/ha) <sup>1)</sup>			Dry matter yield (kg/ha) <sup>1)</sup>		
		1 <sup>st</sup> cut	2 <sup>nd</sup> cut	Total	1 <sup>st</sup> cut	2 <sup>nd</sup> cut	Total
Gyora (450 m)	20	46,735	22,570	69,305	10,235	4,672	14,907
	30	57,203	21,348	78,551	12,127	4,782	16,909
	40	54,685	21,207	75,892	12,851	4,814	17,665
	Mean	52,874	21,708	74,583	11,738	4,756	16,494
Geumak (350 m)	20	53,947	20,697	74,644	11,167	4,512	15,679
	30	62,075	19,677	81,752	13,284	4,624	17,908
	40	54,461	20,620	75,081	13,125	4,825	17,950
	Mean	56,828	20,331	77,159	12,525	4,654	17,179
Mean	20	50,341	21,634	71,975 <sup>c</sup>	10,701	4,592	15,293 <sup>b</sup>
	30	59,639	20,513	80,152 <sup>a</sup>	12,706	4,703	17,409 <sup>a</sup>
	40	54,573	20,914	75,487 <sup>b</sup>	12,988	4,820	17,808 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> The mean values of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cut

\*\* a, b Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

버뮤다그라스 초지에 보파된 이탈리아 라이그라스를 봄철에 수확한 후 버뮤다그라스의 생육기간 동안 사초 생산성은 Table 31에서 보는 바와 같다. 버뮤다그라스 초지에 보파한 이탈리아 라이그라스를 수확 후 기온이 상승하면서 버뮤다그라스가 점차 생육이 왕성하여 6월에 1차로 수확할 수 있었다. 이탈리아 라이그라스의 보파 파종량에 따른 버뮤다그라스의 생초수량은 ha 당 30 kg이

53,2215 kg으로 가장 높은 수량을 나타냈으며 시험 지역별로는 각각 51,341과 51,650 kg/ha으로 수량 차이가 크게 나타나지 않았다. 건물수량은 이탈리아 라이그라스 보파 과종량에 따른 수량차이는 나타나지 않았으며 이탈리아 라이그라스 30 kg/ha 보파구가 13,150 kg/ha로 가장 높게 나타났다. 시험 지역별(해발) 건물수량은 각각 12,149와 12,253 kg/ha으로 수량 차이가 크게 나타나지 않았다.

Table 31. Fresh and dry matter yield of bermudagrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	Fresh yield (kg/ha) <sup>1)</sup>				Dry matter yield (kg/ha) <sup>1)</sup>			
		1 <sup>st</sup> cut	2 <sup>nd</sup> cut	3 <sup>rd</sup> cut	Total	1 <sup>st</sup> cut	2 <sup>nd</sup> cut	3 <sup>rd</sup> cut	Total
Gyora (450 m)	20	18,429	21,892	9,130	49,451	4,128	5,057	2,077	11,262
	30	19,206	23,638	10,134	52,978	4,584	5,987	2,661	13,232
	40	19,092	22,389	10,112	51,593	4,372	5,239	2,341	11,952
	Mean	18,909	22,640	9,792	51,341	4,361	5,428	2,360	12,149
Geumak (350 m)	20	18,551	22,302	9,403	50,256	4,211	5,241	2,172	11,624
	30	19,386	23,456	10,629	53,471	4,672	5,845	2,551	13,068
	40	19,103	22,812	9,308	51,223	4,475	5,344	2,248	12,067
	Mean	19,013	22,857	9,780	51,650	4,453	5,477	2,324	12,253
Mean	20	18,490	22,097	9,267	49,854 <sup>b</sup>	4,170	5,149	2,125	11,443 <sup>b</sup>
	30	19,296	23,547	10,382	53,225 <sup>a</sup>	4,628	5,916	2,606	13,150 <sup>a</sup>
	40	19,098	22,601	9,710	51,408 <sup>b</sup>	4,424	5,292	2,295	12,010 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> The mean values of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cut

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

Park et al. (2011)은 제주지역에서 버뮤다그라스 초지에 이탈리아 라이그라스의 보파시기를 달리하여 과종하여 이탈리아 라이그라스를 수확이후에 버뮤다그라스의 건물수량은 12,619~12,750 kg/ha로 나타나 본 시험의 건물수량과 비슷한 결과를 보고하였다. 또한 버뮤다그라스 초지에 동계사료작물을 보파 유무에 상관없이 여름철 버뮤다그라스의 건물수량에는 영향이 없었다고 하였으며, 버뮤다그라스 초지에 가을철에 한지형 동계 사료작물의 보파는 겨울철 고사된 초지의 피복과



이듬해 봄에 양질의 조사료를 공급할 수 있다고 하였다 (McLaughlin et al., 2005; Rao, et al., 2007).

가을철 이탈리아 라이그라스의 보파 파종량을 달리한 버뮤다그라스 초지의 연간 건물 수량은 Table 32에서 보는 바와 같다. 이탈리아 라이그라스의 보파 파종량에 따른 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스 연계 초지의 총 건물 수량은 ha당 30 kg이 30,559 kg으로 가장 높은 수량을 나타냈으며 시험 지역별로는 해발이 낮은(350m) 금악지역이 29,445 kg/ha으로 조천읍 교래리 지역보다 약간 높은 경향을 보였다. Park et al. (2011)은 제주지역에서 버뮤다그라스 초지에 이탈리아 라이그라스의 보파시기를 달리하여 파종하여 이탈리아 라이그라스를 수확이후에 버뮤다그라스 초지의 연간 건물수량은 35,085~37,893 kg/ha로 나타나 본 시험의 건물수량보다 높은 결과를 보고하였다.

Table 32. Total annual dry matter yield of overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	IRG DM yield (kg/ha)			BG DM yield (kg/ha)			Total DM yield (kg/ha)		
		2013	2014	Mean	2013	2014	Mean	2013	2014	Mean
Gyora (450 m)	20	14,728	15,086	14,907	10,253	12,271	11,262	24,981	27,357	26,169
	30	16,493	17,325	16,909	12,286	14,178	13,232	28,779	31,503	30,141
	40	16,994	18,336	17,665	11,487	12,416	11,952	28,481	30,752	29,617
	Mean	16,072	16,916	16,494	11,342	12,955	12,149	27,414	29,871	28,642
Geumak (350 m)	20	15,128	16,230	15,679	11,154	12,173	11,664	26,282	28,403	27,343
	30	17,428	18,388	17,908	12,984	13,152	13,068	30,412	31,540	30,976
	40	17,515	18,385	17,950	11,897	12,236	12,067	29,412	30,621	30,017
	Mean	16,691	17,668	17,179	12,012	12,520	12,266	28,702	30,188	29,445
Mean	20	14,928	15,658	15,293 <sup>b</sup>	10,704	12,222	11,463 <sup>b</sup>	25,632	27,880	26,756 <sup>b</sup>
	30	16,961	17,857	17,409 <sup>a</sup>	12,635	13,665	13,150 <sup>a</sup>	29,596	31,522	30,559 <sup>a</sup>
	40	17,255	18,361	17,808 <sup>a</sup>	11,692	12,326	12,010 <sup>b</sup>	28,947	30,687	29,817 <sup>a</sup>

\* IRG: Italian ryegrass, BG; Bermudagrass

\*\* <sup>a, b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ )

## 5. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스의 사료가치

난지형 목초인 버뮤다그라스 초지에 보파된 이탈리아 라이그라스의 파종량이 이탈리아 라이그라스의 사료가치에 미치는 영향은 Table 33에서 보는 바와 같다. 이탈리아 라이그라스의 파종량과 시험지역(해발)에 따른 사료가치 변화는 큰 차이를 보이지 않았다. NDF 함량은 50.99 ~ 51.93%, ADF 함량은 26.18 ~ 28.47%로 나타났다. 또한 조단백질과 TDN 함량은 각각 12.89~13.66%, 66.40~68.21%로 나타났다.

본 실험의 이탈리아 라이그라스의 사료가치는 다른 연구자들이 보고한 사료가치보다 다소 낮은 경향을 보였다(Ji et al., 2018; Park et al., 2008). 이는 동일 초종에서 사료가치의 변화는 수확시기의 차이가 가장 큰 원인으로 다른 연구자들은 대부분 출수기부터 개화기에 수확한 결과를 보고하였으며 본 실험은 출수초기에 수확하여 다소 낮게 나타난 것으로 사료된다.

Table 33. Feed values of Italian ryegrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	NDF (DM, %)	ADF (DM, %)	CP (DM, %)	Ash (DM, %)	TDN (DM, %)
Gyora (450 m)	20	51.09	28.47	13.07	8.27	66.40
	30	51.35	27.66	12.89	8.32	67.04
	40	51.83	27.62	13.29	8.26	67.08
	Mean	51.42	27.92	13.08	8.28	66.84
Geumak (350 m)	20	51.77	26.18	13.66	8.12	68.21
	30	50.99	26.67	12.94	8.22	67.91
	40	51.93	27.53	12.89	8.29	67.15
	Mean	51.56	26.79	13.16	8.21	67.76
Mean	20	51.43	27.33	13.37	8.20	67.31
	30	51.17	27.17	12.92	8.27	67.48
	40	51.88	27.58	13.09	8.28	67.12

\* NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, CP: Crude protein, TDN : total digestible nutrients

Table 34. Feed values of bermudagrass in overseeding Italian ryegrass into bermudagrass sod, Jeju, 2013 to 2014

Site (Altitude)	Planting rate(kg/ha)	NDF (DM, %)	ADF (DM, %)	CP (DM, %)	Ash (DM, %)	TDN (DM, %)
Gyora (450 m)	20	62.10	30.42	11.87	7.27	64.88
	30	62.25	31.26	12.14	7.83	64.20
	40	62.85	30.78	12.75	8.15	64.55
	Mean	62.40	30.82	12.25	7.75	64.54
Geumak (350 m)	20	63.27	33.52	12.62	7.92	62.41
	30	62.43	34.87	13.12	8.12	61.35
	40	62.94	32.54	12.89	7.89	63.19
	Mean	62.88	33.64	12.88	7.98	62.32
Mean	20	62.69 <sup>NS</sup>	31.97 <sup>b</sup>	12.25 <sup>NS</sup>	7.60 <sup>NS</sup>	63.65 <sup>a</sup>
	30	62.34 <sup>NS</sup>	33.07 <sup>a</sup>	12.63 <sup>NS</sup>	7.98 <sup>NS</sup>	62.78 <sup>b</sup>
	40	62.90 <sup>NS</sup>	31.66 <sup>b</sup>	12.82 <sup>NS</sup>	8.02 <sup>NS</sup>	63.87 <sup>a</sup>

\* NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, CP: Crude protein, TDN : total digestible nutrients

ns : not significant

<sup>a,b</sup> Means in a row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

난지형 목초인 버뮤다그라스 초지에 보파된 이탈리아 라이그라스의 파종량이 버뮤다그라스의 사료가치에 미치는 영향은 Table 34에서 보는 바와 같다. 이탈리아 라이그라스의 파종량에 따른 사료가치 변화는 ADF와 TDN 함량을 제외하고는 큰 차이를 보이지 않았다. 이탈리아 라이그라스 30 kg/ha 파종량에서 ADF 함량은 33.07%로 높게 나타났으며 TDN 함량은 62.78% 낮게 나타났다.

Reid et al. (1988)은 난지형(C4) 목초는 일반적으로 건물수량은 높은 반면 사료가치는 한지형(C4) 목초에 비해 다소 낮다고 보고하였는데 한지형 목초는 난지형 목초에 비해 비구조탄수화물과 단백질 함량이 높고 섬유소 함량이 낮은 것에 기인한다고 하였으며(Barbehenn et al., 2004) 또한 낮은 엽경비율로 인해 한지형 목초 보다 사료가치가 낮다고 하였다(Jones, 1985).

이러한 결과를 종합해보면 난지형 목초와 한지형 단년생 사료작물을 연계한 초지이용 시스템은 초지의 이용기간 연장, 연중 조사료 이용 확대 등 난지권에서 목초지의 이용효율을 높일 수 있는 새로운 방법이라고 사료되며 본 초지 조사료 이용 시스템이 앞으로 난지권에서 안정적으로 정착되기 위해서 한지형 단년생 사료작물 선발, 보파 방법 및 시기, 난지형 목초와 봄철 한지형 단년생 목초와 난지형 목초 초기 생육시 경합 감소 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### IV. 적 요

본 연구는 가을철 이탈리아 라이그라스 보파량이 버뮤다그라스 초지의 생육 특성, 생산성 및 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2012년 5월부터 2014년 12월까지 한국마사회 제주마육성목장(제주시 조천읍 교래리, 해발 450m)와 금악목장(제주시 한림읍 금악리, 해발 350m)에 시험포장으로 조성하여 수행하였다. 난지형목초지는 버뮤다그라스 'Common' 품종을 2012년 5월 8일에 ha 당 20 kg 파종하여 조성하였으며 이탈리아 라이그라스 'Florida 80' 품종을 2012년과 2013년에 버뮤다그라스의 생육이 저하되는 10월 중순 경에 파종량 ha 당 20, 30, 40 kg을 휴폭 18 cm로 대상 조파하였다. 이탈리아 라이그라스의 출현과 월동은 시험 지역 모두에서 양호 했으며 파종량이 낮을수록 출현이 약간 떨어지는 경향을 보였다. 이탈리아 라이그라스의 보파량에 따른 식생 구성 변화는 이탈리아 라이그라스의 파종량이 증가할수록 봄철 이탈리아 라이그라스의 식생비율이 높게 나타났으며 여름철 버뮤다그라스의 식생비율에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이탈리아 라이그라스 보파량에 따른 이탈리아 라이그라스 건물수량은 보파량이 증가 할수록 증가하는 것으로 나타났으며 파종량 30, 40 kg/ha이 각각 1,7409와 17,808 kg/ha로 높게 나타났으며 두 파종량간에는 유의차가 없었다. 버뮤다그라스의 건물수량은 이탈리아 라이그라스 보파량에 따라 수량차이는 나타나지 않았으며 이탈리아 라이그라스 30 kg/ha 보파량이 버뮤다그라스 13,150 kg/ha로 가장 높게 나타났다. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스를 연계한 초지의 총 건물수량은 ha 당 30 kg이 30,559 kg으로 가장 높은 수량을 나타냈다. 이탈리아 라이그라스 보파량에 따른 이탈리아 라이그라스의 사료가치는 큰 차이를 나타내지 않았으며 버뮤다그라스는 이탈리아 라이그라스 30 kg/ha 파종량에서 ADF 함량은 33.07%로 높게 나타났으며 TDN 함량은 62.78% 낮게 나타났다.

본 연구결과를 종합해보면 난지형 목초와 한지형 단년생 사료작물을 연계한 초지이용 시스템은 초지의 이용기간 연장, 연중 조사료 이용 확대 등 난지권에서 목초지의 이용효율을 높일 수 있는 새로운 방법이라고 사료되며 본 초지 조사료 이용 시스템이 앞으로 난지권에서 안정적으로 정착되기 위해서 한지형 단년생

사료작물 선발, 보파 방법 및 시기, 난지형 목초와 봄철 한지형 단년생 목초와 난지형 목초 초기 생육시 경합 감소 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 인용 문헌

- Anslow, R. C. and Green, J. O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *The Journal of Agricultural Science*, 68(1), 109-122.
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.
- Barbehenn R. V., Z. Chen, D. N. Karowe, and A. Spickard. 2004. C3 grasses have higher nutritional quality than C4 grasses under ambient and elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Glob. Change Biol.* 10:1565 - 1575.
- Beck, P. A., Stewart, C. B., Phillips, J. M., Gunter, S. A., and Watkins, K. B. 2011. CASE STUDY: Effects of interseeding date of cool-season annual grasses and preplant glyphosate application onto a warm-season grass sod on forage production, forage nutritive value, performance of stocker cattle, and net return. *The Professional Animal Scientist*, 27(4), 375-384.
- Beck, P. A., Stewart, C. B., Phillips, J. M., Watkins, K. B., and Gunter, S. A. 2007. Effect of species of cool-season annual grass interseeded into bermudagrass sod on the performance of growing calves. *Journal of animal science*, 85(2), 536-544.
- Chae, H. S., Kim, N. Y., Woo, J. H., Back, K. S., Lee, W. S., Kim, S. H., and Park, N. G. 2014. Changes of Feed Value and Productivity According to Supplemental Seeding Rates for Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) in Jeju. *Annals of Animal Resources Sciences*. 25 (1):23-28
- Chae, H. S., Kim, N. Y., Woo, J. H., Shin, M. C., Son, J. K., Seong and P. N. Park. Authority, K. R. 2017. Effect of Seed Mixture on Forage Yields and Botanical Composition at an Altitude of 400 m in Jeju island. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 37(1)



- Corriher, V. A., and Redmon, L. A. 2011. Bermudagrass Varieties, Hybrids, and Blends for Texas. Tec. Rep E-320, 9(11).
- Drewnoski, M. E., Oliphant, E. J., Marshall, B. T., Poore, M. H., Green, J. T., and Hockett, M. E. 2009. Performance of growing cattle grazing stockpiled Jesup tall fescue with varying endophyte status. *Journal of animal science*, 87(3), 1034-1041.
- Dunavin, L. S. 1982. Vetch and Clover Overseeded on a Bahiagrass Sod 1. *Agronomy Journal*, 74(5), 793-796.
- Evers, G. W. 1985. Forage and nitrogen contributions of arrowleaf and subterranean clovers overseeded on bermudagrass and bahiagrass. *Agron. J.* 77:960-963.
- Evers, G. W. 2005. A guide to overseeding warm-season perennial grasses with cool-season annuals. *Forage and Grazinglands*, 3(1), 0-0.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agricultural Handbook 379*. U.S. Government Print. Office Washington, DC.
- Hoveland, C. S. 1992. Grazing systems for humid regions. *Journal of Production Agriculture*, 5(1), 23-27.
- Ji, H. C., Whang, T. Y., Lee, K. W., Kim, W. H., Woo, J. H., Hong, K. H., and Choe, K. W. 2018. Growth characteristics and Productivity of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) New Variety, 'Green Call'. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 38(4), 247-252.
- Jones, C. A. 1985. *C4 Grasses and Cereals. Growth, Development and Stress Response*. John Wiley and Sons, New York. pp. 419.

- McLaughlin, M.R., K.R. Sistani, T.E. Fairbrother and D.E. Rowe. 2005. Overseeding common bermudagrass with cool-season annuals to increase yield and nitrogen and phosphorus uptake in a hay field fertilized with swine effluent. *Agro. J.* 97:487-493.
- Munshaw, G. C., E. H. Ervin, C. Shang, S. D. Askew, and R. Lemus. 2006. Influence of late-season iron, nitrogen, and seaweed extract on fall color retention and cold tolerance of four bermudagrass cultivars. *Crop Sci.* 46:273-283.
- Park, H. S., Hwang, K. J., Park, N. G., Choi, G. J., Lee, J. K., Cheon, D. W., and Ko, M. S. 2008. Comparison of forage production and feed value of winter forage crops in Jeju. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 28(3), 215-220.
- Park, H.S., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, S.H. and Jung, J.S. 2015. Comparison of Growth Characteristics, Forage Production and Feed Values of bermuda grass, Teffgrass and Kleingrass as Annual Forage Crop in Summer. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science.* 35(1):36-42.
- Park, H.S., Jung, M.W., Jung, Y.B., Lim, Y.C., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, K.W. and Choi, K.J. 2014. Evaluation of characteristics, winter survival and forage production for warm season grass in the mid-southern Regions of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science.* 34(1):1-8.
- Park, H.S., Park, N.G., Kim, J.G., Choi, K.C., Lim, Y.C., Choi, G.J. and Lee, K.W. 2012, Evaluation of characteristics and forage production for bermuda grass (*Cynodon dactylon*) and Bahia grass (*Paspalum notatum*) in Jeju, *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 32(2):131-138.

- Park, N., Hwang, K., Lee, C., Kim, N., Park, H., Ko, M., and Lim, Y. 2011. Effect of seeding dates of Italian ryegrass interseeded into bermudagrass sod on the forage productivity and botanical composition of Italian ryegrass and bermudagrass. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 31(4), 383-388.
- Poore, M. H., and Drewnoski, M. E. 2010. Utilization of stockpiled tall fescue in winter grazing systems for beef cattle. *The Professional Animal Scientist*, 26(2), 142-149.
- Rao, S.C., B.K. Northup, W.A. Phillips, and H.S. Mayeux. 2007. Interseeding novel cool-season annual legumes to improve bermudagrass paddocks. *Crop Sci.* 47:168-173.
- Rural Development Administration. 1969. Jeju Agricultural Experiment Station Technical Report Rural Development Administration. pp.269~294.
- Redfearn, D. D., and Rice, C. K. 2015. Bermudagrass Pasture Management.
- Reid, R. L., G. A. Jung and W. V. Thayne. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. *J. Anim. Sci.* 66:1275.
- SAS. 2009. Statistical Analytical Systems Institute. SAS/STAT user's guide release 9.4. Statistical analysis systems Institute, Inc., Cary, NC, USA.

## 총 합 결 론

국내의 초지를 기반으로 한 조사료 생산체계에서 한지형 목초는 봄철과 가을철에 생육이 왕성하여 생산성이 높으나 여름철에는 고온과 가뭄으로 인해 생육이 저조하고 생산성이 매우 낮다. 난지형 목초는 여름철 고온에서 생육이 왕성하여 생산성이 높아 한지형 목초의 여름철 부족한 조사료 생산성을 보완할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 연구는 최근 기후 온난화, 이상기상 등 급격한 기후환경변화에 대응하고 제주지역에서 연중 조사료 생산성을 높이기 위해 난지형 목초의 생육특성과 조사료 생산성을 평가하고 난지형 목초와 한지형 목초를 이용한 초지 갱신방법과 말의 방목효과를 구명하기 위하여 수행되었다.

<시험 1> 본 연구는 제주지역에서 초식동물의 방목을 위해 주로 이용되고 있는 한지형 목초의 경우에 여름철 하고기에 생산성이 저하되고 있어 여름철에 생산성을 높일 수 있는 난지형 목초를 도입하여 이용하기 위한 목적으로 수행되었다. 시험에 사용된 난지형목초는 Bermudagrass 품종(*Cynodon dactylon* (L.) Pers. : Giant, Cheyenne, Mohawk, Pancho Frio, Common, Tifton 85), Bahiagrass 품종(*Paspalum notatum* : TifQuik, Tifton 9, Argentine)과 테프그라스(*Eragrostis tef* : Tiffany)을 이용하였으며, 해발 450m고지에서 월동 후에 생육시기별 생산성 및 영양소 함량의 변화를 조사하였다. 시험구는 품종별로 10처리 3반복 난괴법으로 배치하여 수행하였다. 파종방법은 산파와 조파형태로 파종되었으며, Tifton 85 품종은 줄기 파종되었다. 시험결과를 보면 월동 후에 Bermudagrass와 Bahiagrass 품종 모두에서 동해에 의한 피해로 봄철에 재생이 대체로 늦었으며, 이중 줄기 파종되었던 Bermudagrass의 Tifton 85와 TifQuik, Tifton 9 품종이 다른 품종에 비해 동해에 비교적 강한 것으로 평가되었다. 생초와 건물수량은 품종에 따라 유의성 있는 차이를 보여 주었는데( $p<0.05$ ), Tifton 85, TifQuik 및 Tifton 9 품종의 생초 수량이 다른 품종에 비하여 우수하였으며, 건물수량은 Tifton 85와 Tifton 9 품종이 다른 품종에 비하여 우수하였다. 건물함량에 있어서도 품종에 따라서 유의있는 차이를 보여주었고( $p<0.05$ ), Giant 품종이 다른 품종에 비하여

높은 결과를 나타내었다. 수확시기별 건물 함량은 Bermudagrass의 모든 품종에서 수확시기에 따른 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함량도 품종에 따라 유의 있는 차이를 나타내었고( $p < 0.05$ ), Cheyenne, Mohawk, Pancharo Frio와 Common 품종이 다른 품종에 비하여 높은 결과를 보여주었으며, Giant 품종에서는 과중방법과 생육시기에 따른 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 조섬유함량도 품종에 따라 차이를 나타내었으며( $p < 0.05$ ), Tifton9 품종이 다른 품종에 비하여 유의있게 높은 함량을 보여주었고, 수확시기별 조섬유 함량은 Mohawk과 Tifton 85 품종에서 유의있는 결과를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 그리고 조회분 함량에 있어서도 품종에 따른 유의있는 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), Cheyenne이 다른 품종에 비하여 유의있게 높은 함량을 보였다. 생육시기별 조회분 함량은 Cheyenne, Pancharo Frio와 Tifton 85 품종에서 유의있는 결과를 나타내었고( $p < 0.05$ ), 과중방법에 따른 차이는 Giant 품종에서 유의있는 결과를 보였다( $p < 0.05$ ).

**<시험 2>** 본 연구는 말 방목에 따른 초지 부실화 및 이용연한이 짧아진 기존초지의 갱신 필요성이 대두됨에 따라 제주지역에서 기후환경과 말 특성(섭취 및 행동), 초지생산성을 고려한 기존 부실 말 방목초지의 목초 생산성 향상과 난지형 목초의 말 방목효과를 구명하기 위해 수행하였다. 시험 처리구는 신규로 조성한 오차드그라스와 페레니얼라이그스 혼파초지(T1), 기존 부실 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그스를 보파한 초지(T2), 신규 톨페스큐 단파초지(T3), 버뮤다그라스 단파초지(T4)와 바히아그라스 단파초지(T5)로 5처리 단 반복으로 처리하였다. 처리구별 과중은 한지형 목초는 2015년 9월에 난지형목초는 2016년 5월에 각각 산파로 과중하여 조성하였다. 한지형 위주의 목초지에서 평균 목초 식생비율은 톨페스큐 단파구(T3)가 79%로 가장 높게 나타났으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그스를 보파한 처리구(T2)에서 목초비율 58%로 가장 낮게 나타났다. 난지형 목초지의 목초 식생구성율은 85~87 %로 한지형 목초지의 목초 식생구성률보다 높게 유지되었다. 한지형 목초 위주 초지의 평균 건물생산량은 8,735 ~ 13,235 kg/ha로 톨페스큐 단파구(T3)가 가장 높은 생산성을 나타내었으며 난지형 목초인 버뮤다그라스와 바히아그라스 단파초지의 평균 건물수량은 각각 11,412와 12,237 kg/ha로 바히아그라스 단파 초지에서 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 조단백질 함

량은 한지형 목초인 오차드그라스와 페레니얼라이그를 신규초지로 조성한 처리구(T1)와 버뮤다그라스 단파구(T4)에서 각각 12.16%과 12.04%로 높게 나타났으며 나머지 처리구에서는 10.63~10.75%로 낮게 나타났다. 총 가소화영양소(TDN) 함량은 한지형 목초 위주의 초지가 난지형 목초 위주의 처리구보다 높게 나타났으며 버뮤다그라스가 64.1%로 바히아그라스 보다 높은 것으로 나타났다. 목초 건물 섭취량은 한지형 목초 위주 초지에서는 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 혼합과 처리구(T1)가 11 kg/두/일로 가장 높았으며 기존 초지에 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 보파 처리구(T2)가 8.7 kg/두/일로 가장 낮게 나타났으며 난지형 목초 위주의 초지의 건물 섭취량은 버뮤다그라스(10.3 kg/두/일)가 바히아그라스(9.9 kg/두/일)보다 약간 높은 것으로 나타났다. 한지형 목초 위주 초지에서 방목 말의 증체량은 오차드그라스와 페레니얼 라이그라스 혼합과 신규초지 처리구와 톨페스큐 단파 처리구에서 각각 19.01과 18.91 kg/두 으로 높은 증체량을 나타내었고 오차드그라스와 페레니얼라이그라스 보파 초지구(T3)에서 15.45 kg/두으로 가장 낮은 증체량을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 난지형 목초 위주 초지에서 방목 말의 증체량은 버뮤다그라스와 바히아그라스 단파 초지 처리구에서 24.88과 23.98 kg/두 으로 한지형 목초지의 증체량보다 높게 나타났으며 방목 말의 평균일당증체량은 증체량과 비슷한 결과로 각각 0.57과 0.55 kg/일로 나타났다.

**<시험 3>** 본 연구는 가을철 이탈리아 라이그라스 보파량이 버뮤다그라스 초지의 생육특성, 생산성 및 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2012년 5월부터 2014년 12월까지 한국마사회 제주마육성목장(제주시 조천읍 교래리, 해발 450m)와 금악목장(제주시 한림읍 금악리, 해발 350m)에 시험포장으로 조성하여 수행하였다. 난지형목초지는 버뮤다그라스 ‘Common’ 품종을 2012년 5월 8일에 ha 당 20 kg 파종하여 조성하였으며 이탈리아 라이그라스 ‘Florida 80’ 품종을 2012년과 2013년에 버뮤다그라스의 생육이 저하되는 10월 중순 경에 파종량 ha 당 20, 30, 40 kg을 휴폭 18 cm로 대상 조파하였다. 이탈리아 라이그라스의 출현과 월동은 시험 지역 모두에서 양호 했으며 파종량이 낮을수록 출현이 약간 떨어지는 경향을 보였다. 이탈리아 라이그라스의 보파량에 따른 식생 구성 변화는 이탈리아 라이그라스의 파종량이 증가할수록 봄철 이탈리아 라이그라스의 식생

비율이 높게 나타났으며 여름철 버뮤다그라스의 식생비율에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이탈리아 라이그라스 보파량에 따른 이탈리아 라이그라스 건물수량은 보파량이 증가 할수록 증가하는 것으로 나타났으며 파종량 30, 40 kg/ha이 각각 1,7409와 17,808 kg/ha로 높게 나타났으며 두 파종량간에는 유의차가 없었다. 버뮤다그라스의 건물수량은 이탈리아 라이그라스 보파량에 따라 수량차이는 나타나지 않았으며 이탈리아 라이그라스 30 kg/ha 보파량이 버뮤다그라스 13,150 kg/ha로 가장 높게 나타났다. 이탈리아 라이그라스와 버뮤다그라스를 연계한 초지의 총 건물수량은 ha 당 30 kg이 30,559 kg으로 가장 높은 수량을 나타냈다. 이탈리아 라이그라스 보파량에 따른 이탈리아 라이그라스의 사료가치는 큰 차이를 나타내지 않았으며 버뮤다그라스는 이탈리아 라이그라스 30 kg/ha 파종량에서 ADF 함량은 33.07%로 높게 나타났으며 TDN 함량은 62.78 % 낮게 나타났다.

일련의 연구결과를 종합해 보면 제주지역에서 난지형 목초의 재배 가능성과 활용성이 매우 높은 것으로 나타났으며 기존 한지형 목초 위주의 초지조성은 초지의 지속성 유지와 기후변화 대응에 한계가 있는 것으로 판단된다. 말 방목으로 인해 부실화된 초지를 갱신하기 위해 상대적으로 기후 환경변화의 적응성이 우수한 톨페스큐와 난지형 목초의 말 방목 초지의 활용이 추천되며 난지형 목초와 한지형 단년생 사료작물을 연계한 초지이용 시스템은 초지의 이용기간 연장, 연중 조사료 이용 확대 등 난지권에서 목초지의 이용효율을 높일 수 있는 새로운 기술이라고 생각된다. 또한 한지형 단년생 사료작물과 난지형 목초를 연계한 초지 이용시스템이 난지권에서 안정적으로 정착되기 위해서 한지형 단년생 사료작물 선발, 보파 방법 및 시기, 난지형 목초와 봄철 한지형 단년생 목초와 난지형 목초 초기 생육시 경합 감소 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 인 용 문 헌

- Adams, W.E., R.W. Pearson, W.A. Jackson and R.A. McCreery. 1967. Influence of limestone and nitrogen on soil pH and Coastal bermudagrass yield. *Agron. J.* 59:450-453.
- Aiken, G. E., Potter, G. D., Conrad, B. E., & Evans, J. W. 1989. Growth performance of yearling horses grazing bermudagrass pastures at different grazing pressures. *Journal of Animal Science*, 67(10), 2692-2697.
- Akin, D.E., Hanna, W.W., Himmelsbach, D.S., Barton, II F.E. and Windham W.R. 1986. Normal-12 and bmr-12 sorghum. II. Chemical variations and digestibility. *Agron. J.* 78:832.
- Akin, D.E. and D. Burdick. 1975. Percentage of tissue types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. *Crop Sci.* 15:661-668.
- Alderson, J. and W.C. Sharp. 1994. Grass varieties in the United States. *USDA Agr. Handbook* 170. p. 190-191.
- Anderson, B. 1988. Sequential grazing of cool-warm-cool season perennial grasses: The concept and practice. In: *Proc. Am. For. Grassl. Conf.*, Baton Rouge, LA. p 274.
- Anslow, R. C. and Green, J. O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *The Journal of Agricultural Science*, 68(1), 109-122.
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15th Edition. Washington, DC.



- Asai, Y., Matsui, A., Osawa, T., Kawai, M., and Kondo, S. 1999. Digestible energy expenditure in grazing activity of growing horses. *Equine Veterinary Journal*, 31(S30), 490-492.
- Barbehenn R. V., Z. Chen, D. N. Karowe, and A. Spickard. 2004. C3 grasses have higher nutritional quality than C4 grasses under ambient and elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. *Glob. Change Biol.* 10:1565 - 1575.
- Barnes, R.F., Miller, D.A. and Nelson, C.J.(eds.). 2007. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*. 6th ed. Vol. 2. Blackwell publishing. p. 88.
- Beck, P. A., Stewart, C. B., Phillips, J. M., Gunter, S. A., and Watkins, K. B. 2011. CASE STUDY: Effects of interseeding date of cool-season annual grasses and preplant glyphosate application onto a warm-season grass sod on forage production, forage nutritive value, performance of stocker cattle, and net return. *The Professional Animal Scientist*, 27(4), 375-384.
- Beck, P. A., Stewart, C. B., Phillips, J. M., Watkins, K. B., and Gunter, S. A. 2007. Effect of species of cool-season annual grass interseeded into bermudagrass sod on the performance of growing calves. *Journal of animal science*, 85(2), 536-544.
- Beck, P., S. Gadberry, and J. Jennings. 2013. Using Cool Season Annual Grasses for Grazing Livestock. Univ. of Arkansas Coop. Ext. Serv. Pub. FSA3064.
- Bjorkman, O., J. Boynton and J. Berry. 1976. Comparison of the heat stability of photosynthesis, chloroplast membrane reactions, photosynthetic enzymes, and soluble protein in leaves of heat adapted and cold adapted C4 species. *Carnegie Institution of Washington Yearbook* 75:400-429.

- Black, J.L. 1971. A theoretical consideration of the effect of preventing rumen fermentation on the efficiency of utilization of dietary energy and protein in lambs. *Brit. J. Nutr.* 25:31-55.
- Blount, A. R., K. H. Quesenberry, T. R. Sinclair, and P. Mislevy. 2008. *Journal of Plant Registrations* (submitted for publication).
- Brown, R.H. 1978. A difference in N use efficiency in C3 and C4 plants and its implications in adaptation and evolution. *Crop Sci.* 18:93-98.
- Burns, J.C., K.R. Pond and D.S. Fisher. 1991. Effects of grass species on grazing steers: II. Dry mater intake and digesta kinetics. *J. Anim. Sci.* 69:1199-1204.
- Burns, J.C., Pond, K.R., Fisher, D.S. and Luginbuhl, J.M. 1997. Changes in forage quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. *Journal Of Animal Science* 75:1368 - 1379.
- Burton, G. W and W. W. Hanna. 1995. Bermudagrass. *In* R.F. Barnes et al. (ed.) *Forages - An introduction to grassland agriculture*. Vol. 1. Iowa State Univ. Press, Ames. pp. 421-429.
- Butler, T.J., Muir, J.P. and Ducar, J.T. 2006. Weed control and response of various herbicides during Tifton 85 bermuda grass (*Cynodon dactylon*) establishment from rhizomes. *Agronomy Journal*. 98:788-794.
- Chae, H. S., Kim, N. Y., Woo, J. H., Back, K. S., Lee, W. S., Kim, S. H., and Park, N. G. 2014. Changes of Feed Value and Productivity According to Supplemental Seeding Rates for Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) in Jeju. *Annals of Animal Resources Sciences*. 25(1):23-28

- Chae, H. S., Kim, N. Y., Woo, J. H., Shin, M. C., Son, J. K., Seong and P. N. Park. 2017. Effect of Seed Mixture on Forage Yields and Botanical Composition at an Altitude of 400 m in Jeju island. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*. 37(1):124-132
- Chambliss, C. G., and L. E. Sollenberger. 1991. Bahiagrass: The foundation of cow - calf nutrition in Florida. *Proceedings of Beef Cattle Short Course* 40: 74 - 80. IFAS/Univ. of Florida, Gainesville.
- Chase, A. 1929. The North American species of *Paspalum*, 28:1 - 310. *Contr. U.S. Natl. Herb. Washington, D.C.: U.S. Gov. Print. Office.*
- Christians, N. 2004. *Fundamentals of turfgrass management*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc.
- Christine Gelley, Renata La Guardia Nave and Gary Bates. 2016. *Agronomy Journal* 108:1063-1613.
- Conrad, B.E., E.C. Holt, and W.C. Ellis. 1981. Steer performance on Coastal, Callie, and other hybrid bermudagrasses. *J. Anim. Sci.* 53:1188-1192.
- Corriher, V. A., and Redmon, L. A. 2011. *Bermudagrass Varieties, Hybrids, and Blends for Texas*. Tec. Rep E-320, 9(11).
- Difante, G.S., Nascimento Junior, D., Silva, S.C., Euclides, V.P.B., Zanine, A.M. and Adese, B. 2008. Tillering dynamics of marandu palisadegrass submitted to two cutting heights and three cutting intervals. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:189 - 196. doi:10.1590/S1516-35982008000200003.
- Ditsch, D.C., Smith, S.R. and Lacefield, G.D. 2009. bermuda grass : A Summer Forage in Kentucky. Publication # AGR-48. UNIVERSITY OF KENTUCKY COLLEGE OF AGRICULTURE, LEXINGTON, KY, 40546.

- Downton, W.J.S. 1971. Adaptive and evolutionary aspects of C4 photosynthesis. In: M.D.Hatch, C.B. Osmond, and R.O. Slatyer (Ed.) Photosynthesis and Photorespiration. p 3. Wiley-Interscience, New York.
- Drewnoski, M. E., Oliphant, E. J., Marshall, B. T., Poore, M. H., Green, J. T., and Hockett, M. E. 2009. Performance of growing cattle grazing stockpiled Jesup tall fescue with varying endophyte status. *Journal of animal science*, 87(3), 1034-1041.
- Dunavin, L. S. 1982. Vetch and Clover Overseeded on a Bahiagrass Sod 1. *Agronomy Journal*, 74(5), 793-796.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1 - 42.
- El-Sharkawy, M. and J. Hesketh. 1965. Photosynthesis among species in relation to characteristics of leaf anatomy and CO2 diffusion resistances. *Crop Sci.* 5:517-521.
- Evers, G. 2012. Effect of Autumn Sod Treatments on Overseeded Annual Ryegrass Production and Coastal Bermudagrass Recovery. *Crop Sci.* 52: 1430-1436.
- Evers, G. W. 1985. Forage and nitrogen contributions of arrowleaf and subterranean clovers overseeded on bermudagrass and bahiagrass. *Agron. J.* 77:960-963.
- Evers, G. W. 2005. A guide to overseeding warm-season perennial grasses with cool-season annuals. *Forage and Grazinglands*, 3(1)
- Evers, G.W., Redmon, L.A. and Provin, T.L. 2004. Comparison of bermuda grass, Bahia grass, and Kikuyugrass as a Standing Hay Crop. *Crop Sci.* 44:1370-1378.

- Fisher, D.S., J.C. Burns, K.R. Pond, R.D. Mochrie and D.H. Timothy. 1991. Effects of grass species on grazing steers: I. Diet composition and ingestive mastication. *J. Anim. Sci.* 69:1188-1198.
- Fontenot, J.P., V.G. Allen and R.A. Brock. 1993. Forage systems for production of stocker cattle. In: *Proc. VII World Conf. Animal Prod.*, Edmonton, Canada. (Vol. 2) p 398.
- Freeman, D. W., and Rommann, L. 1989. Use of forages for horses. OSU extension facts-Cooperative Extension Service, Oklahoma State University (USA).
- Fribourg, H.A. and J.R. Overton. 1979. Persistence and productivity of tall fescue in bermudagrass sods subjected to different clipping managements. *Agron. J.* 71:620-624.
- Fribourg, H.A., J.B. McLaren, K.M. Barth, J.M. Bryan and J.T. Connell. 1979. Productivity and quality of bermudagrass and orchardgrass-ladino clover pastures for beef steers. *Agron. J.* 71:315-320.
- Gates R. N., C. L. Quarin, and C. G. S. Pedreira. 2004. Bahiagrass. In *Warm-season (C4) grasses*, ed. L. E. Moser, B. L. Burson, and L. E. Sollenberger. Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA.
- Goring, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture Handbook 379*, U. S. Government Print Office, Washington, D. C.
- Gould, F.W. 1975. *The Grasses of Texas*. Texas A&M Univ. Press, College Station. p. 452-454.
- Griffin, J.L. and G.A. Jung. 1983. Leaf and stem forage quality of big bluestem and switchgrass. *Agron. J.* 75:723-726.

- Hanna, W. W. 1992. *Cynodon dactylon*. Plant resources of south-east Asia, (4): 100-102.
- Hatch, C.B. Osmond and R.O. Slatyer (Ed.) Photosynthesis and Photorespiration. p 139. Wiley-Interscience, New York.
- Hatch, M.D. 1971. Mechanism and function of the C<sub>4</sub> pathway of photosynthesis. In: M.D.Hatch, C.B. Osmond and R.O. Slatyer (Ed.) Photosynthesis and Photorespiration. p 139. Wiley-Interscience, New York.
- Henderson, M. S and D. L. Robinson. 1982. Environmental influences on fiber component concentrations of warm-season perennial grasses. *Agron. J.* 74:573-579.
- Hendrickson, J.R., L.E. Moser, K.J. Moore and S.S. Waller. 1997. Leaf nutritive value related to tiller development in warm-season grasses. *J. Range Manage.* 50:116-122.
- Hil, G.M., Gates, R.N. and Burton, G.W. 1993. Forage quality and grazing steer performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermuda grass pastures. *Journal of Animal Science.* 71:3210-3225.
- Hodgson, H.J. 1949. Effect of heat and acid scarification on germination of seed of Bahiagrass (*Paspalum notatum*, Flugge). *Agron. J.*, 41: 531-533.
- Holt, E. C. 1956. Dallisgrass. *Tex. Agric. Exp. Stn. Bull.* 829.
- Hoveland, C. S. 1992. Grazing systems for humid regions. *Journal of Production Agriculture*, 5(1), 23-27.
- Hunter, M., Barney, P., Kilcher, T., Cherney, J., Lawrence, J. and Ketterings, Q. 2007. Teff as emergency forage. *Agronomy Fact Sheet* 24. Dept of

Crop and Soil Sciences, College of Agriculture and Life Sciences. Cornell University Cooperative Extension. Ithaca, New York.

Hwang, T.Y., Ji, H.C., Kim, K.Y., Lee, S.H., Lee, K.W. and Choi, K.J. 2016. Effect of Mixed Pature Using Domestic Varieties Orchardgrass 'Kodione' and Tall fescue 'Purumi' on Forage Yields and Botanical Composition in Middle Region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 36(2): 89-97

Hwang, T.Y., Ji, H.C., Kim, K.Y., Lee, S.H., Lee, K.W. and Choi, K.J. 2016. Effect of Mixed Pature Using Domestic Varieties Orchardgrass 'Kodione' and Tall fescue 'Purumi' on Forage Yields and Botanical Composition in Middle Region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 36(2): 89-97

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use.

Jeon, B., Kim, M., Park, J., Kim, S., Sung, S., Lee, S., & Moon, S. 2009. A study on the grazing behavior of thoroughbred colts grazed in pasture at summer season of Jeju island. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 29(4), 365-374.

Ji, H. C., Whang, T. Y., Lee, K. W., Kim, W. H., Woo, J. H., Hong, K. H., and Choe, K. W. 2018. Growth characteristics and Productivity of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) New Variety, 'Green Call'. *Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science*, 38(4), 247-252.

Jones, C. A. 1985. C4 Grasses and Cereals. Growth, Development and Stress Response. John Wiley and Sons, New York. pp. 419.

- Jones, C. A. 1985. C4 Grasses and Cereals: Growth, Development, and Stress Response. John Wiley & Sons, New York, pp. 22-33.
- Jung, J.S., Kim, J.K., Kim, H.S., Park, H.S., Choi, K.C., Lee, S.H., Jee, H.J., Choi, K.J. and Kim, W.H. 2017. The Effects of Grass Seed Mixtures using Domestic Cultivars on Botanical Composition and Dry Matter Productivity in Low Productive Hilly Pasture Central Region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 37(2): 132-139
- Jung, J.S., Kim, J.K., Kim, H.S., Park, H.S., Choi, K.C., Lee, S.H., Jee, H.J., Choi, K.J. and Kim, W.H. 2017. The Effects of Grass Seed Mixtures using Domestic Cultivars on Botanical Composition and Dry Matter Productivity in Low Productive Hilly Pasture Central Region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 37(2): 132-139
- Kim, D.A., Kim, B.H., Kim, C.J., Kim, D.J., Kim, M.C., Bae, D.H., Seo, S., Ahn, K.J., Yoon, I.S., Lee, I.D., Lee, H.W., Kim, B.T., Jeon, W.B., Cho, M.W., Cho, J.G., Hur, S.N. 1991. A collection of grassland science. Sunjin printing. Seoul. pp337-456
- Kim, J.G., Lee, Y.W., Kim, M.J., Kim, H.J., Jeong, S.I., Jung, J.S and Park, H.S. 2016. Effects of Species and Seed Mixture on Productivity, Botanical Composition and Forage Quality in Middle Mountainous Pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 36(2): 135-141
- Kim, M.C. and Choung, C.C. 1996. A Study on Feeding, Reproduction, Meat and Milk Products, Disease and Genetic Character for Cheju Horse Industry Development. I. Monthly changes of herbage production comparing new pasture of horse farm with old pasture. *Journal of the Korean Society of Grassland*. 16(1):61~68



- Korea Racing Authority. 2010. Report on the Jangsu Racing Ranch.
- Korea Racing Authority. 2014. A Study on Appropriate hybridization for horse grazing and the Identification of the Period. Final result report.
- L. ' t Mannelje., 1978. Measurement of grassland vegetation and animal production. Journal of Range Management. 32:164
- Lang, D. J., and Kimbrough, E. L. 2014. Year-round Forage Systems in Mississippi. Mississippi State University Extension Service.
- Leatsch, W.M. 1974. The C4 syndrome: a structural analysis. Ann. Rev. Plant Physiol. 25:27-52.
- Lee, C.E., Park, N.G., Park, H.S., Oh, W.Y., Ko, M.S., Kim, D.H. and Kang, D.H. 2007. Changes in the Productivity and the Percentage of Grasses Intake in Different Mixture Grazed by Thoroughbred Horses. Journal of the Korean Society of Grassland. 27(2): 123-128
- Lundberg, P.E., O.L. Bennett and E.L. Mathias. 1977. Tolerance of bermudagrass selections to acidity. I. Effects of lime on plant growth and mine spoil material. Agron. J. 69:913-916.
- Mandebvu, P., West, J.W., Hill, G.M., Gates, R.N., Hatfield, R.D., Mullinix, B.G., Parks, A.H. and Caudle, A.B. 1999. Coparison of Tifton 85 and Costal bermuda grass for yield, nutrient traits, intake, and digestion by growing beef steers. Journal of Animal Science. 77:1572-1586.
- Mathias, E.L., O.L. Bennett and P.E. Lundberg. 1973. Effect of rates of nitrogen on yield, nitrogen use, and winter survival of Midland bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L) Pers.] in Appalachia. Agron. J. 69:67-68.

- Mayland, H.F., and P.R. Cheeke. 1995. Forage-induced animal disorders. p. 121 - 135. In R.F Barnes et al. (ed.) Forages: The science of grassland agriculture. Iowa State Univ. Press, Ames, IA.
- McLaren, J.B., R.J. Carlisle, H.A. Fribourg and J.M. Bryan. 1983. Bermudagrass, tall fescue, and orchardgrass combinations with clover or N fertilization for grazing steers. I. Forage growth and consumption, and animal performance. *Agron. J.* 75:587-592.
- McLaughlin, M.R., K.R. Sistani, T.E. Fairbrother and D.E. Rowe. 2005. Overseeding common bermudagrass with cool-season annuals to increase yield and nitrogen and phosphorus uptake in a hay field fertilized with swine effluent. *Agro. J.* 97:487-493.
- Minson, D.J. 1981. Forage quality: Assessing the plant-animal complex. In: J.A. Smith and V.W. Hays (Ed.) *Proc. XIV Int. Grassl. Congr.* p 23. Westview Press, Inc., Boulder, CO.
- Mislevy, P., T. R. Sinclair, and J. D. Ray. 2001. Extended daylength to increase fall/winter yields of warm season perennial grasses. In *Proceedings of the 19th International Grassland Congress*, ed. J. A. Gomide et al., 256 - 257. Sao Pedro, SP, Brazil, February 11 - 21, 2001. FEALQ, Piracicaba, SP, Brazil.
- Moore, J. E., O. C. Ruelke, C. E. Rios, and D. E. Franke. 1971. Nutritive evaluation of Pensacola bahiagrass hays. *Soil Crop Science Society of Florida Proceedings* 30:211 - 221.
- Moore, K.J., Moser, L.E., Vogel, K.P., Waller, S.S., Johnson, B.E. and Pederson, J.F. 1991. Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agronomy Journal* 83:1073 - 1077. doi:10.2134/agronj1991.00021962008300060027x.

- Morris, R.J., R.H. Fox and G.A. Jung. 1982. Growth, P uptake and quality of warm and cool season grasses on a low available P soil. *Agron. J.* 74:125-129.
- Moser, L.E. and C.S. Hoveland. 1996. Cool-season grass overview. In: L.E. Moser, D.R. Buxton and M.D. Casler (Ed.) *Cool-Season Forage Grasses.* p 1. *Agron. Monogr.* 34. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Munshaw, G. C., E. H. Ervin, C. Shang, S. D. Askew, and R. Lemus. 2006. Influence of late-season iron, nitrogen, and seaweed extract on fall color retention and cold tolerance of four bermudagrass cultivars. *Crop Sci.* 46:273-283.
- Nave, R.L.G., Sulc, R.M., Barker, D.J. and St-Pierre, N. 2014. Changes in forage nutritive value among vertical strata of a cool-season grass canopy. *Crop Science* 54:2837 - 2845. doi:10.2135/cropsci2014.01.0018.
- Nelson, C. J., and J. J. Volenec. 1995. Environmental and physiological aspects of forage management. In: R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson (ed.) *Forages: An introduction to Grassland Agriculture.* p 55. Iowa State University Press, Ames.
- Nelson, C. J., and Moser, L. E. 1994. Plant factors affecting forage quality. *Forage quality, evaluation, and utilization.*
- Norton, B.W. 1981. Differences between species in forage quality. In: *Nutritional limits to animal production from pastures. Proc. Int. Grassl. Symp. St. Lucia, Queensland, Australia.* p 89.
- Park, H. S., Hwang, K. J., Park, N. G., Choi, G. J., Lee, J. K., Cheon, D. W., and Ko, M. S. 2008. Comparison of forage production and feed value of

winter forage crops in Jeju. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science, 28(3), 215-220.

Park, H.S., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, S.H. and Jung, J.S. 2015. Comparison of Growth Characteristics, Forage Production and Feed Values of bermuda grass, Teffgrass and Kleingrass as Annual Forage Crop in Summer. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 35(1):36-42.

Park, H.S., Jung, M.W., Jung, Y.B., Lim, Y.C., Choi, K.C., Kim, J.H., Lee, K.W. and Choi, K.J. 2014. Evaluation of characteristics, winter survival and forage production for warm season grass in the mid-southern Regions of Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 34(1):1-8.

Park, H.S., Park, N.G., Kim, J.G., Choi, K.C., Lim, Y.C., Choi, G.J. and Lee, K.W. 2012, Evaluation of characteristics and forage production for bermuda grass (*Cynodon dactylon*) and Bahia grass (*Paspalum notatum*) in Jeju, Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 32(2):131-138.

Park, N., Hwang, K., Lee, C., Kim, N., Park, H., Ko, M., and Lim, Y. 2011. Effect of seeding dates of Italian ryegrass interseeded into bermudagrass sod on the forage productivity and botanical composition of Italian ryegrass and bermudagrass. Journal of The Korean Society of Grassland and Forage Science, 31(4), 383-388.

Perry, L.J., Jr. and D.D. Baltensperger. 1979. Leaf and stem yields and forage quality of three N-fertilized warm-season grasses. Agron. J. 71:355-358.

Perry, L.J., Jr. and D.D. Baltensperger. 1979. Leaf and stem yields and forage quality of three N-fertilized warm-season grasses. Agron. J. 71:355-358.

- Pizarro, E.A. (2000) Potencial forrajero del género *Paspalum*. *Pasturas Tropicales*, 22, 38-46.
- Poore, M. H., and Drewnoski, M. E. 2010. Utilization of stockpiled tall fescue in winter grazing systems for beef cattle. *The Professional Animal Scientist*, 26(2), 142-149.
- Prescott, J. A. 1949. Climatic expressions and generalised climatic zones in relation to soils and vegetation.
- Rao, S.C., B.K. Northup, W.A. Phillips, and H.S. Mayeux. 2007. Interseeding novel cool-season annual legumes to improve bermudagrass paddocks. *Crop Sci.* 47:168-173.
- RDA. 1969. Jeju Agricultural Experiment Station Technical Report Rural Development Administration. pp. 269-294.
- Redfearn, D. D., and Rice, C. K. 2015. *Bermudagrass Pasture Management*.
- Redfearn, D.D., L.E. Moser, S.S. Waller and T.J. Klopfenstein. 1995. Ruminant degradation of switchgrass, big bluestem, and smooth bromegrass leaf proteins. *J. Anim. Sci.* 73:598-605.
- Redmon, L.A. 2000. Reducing input costs for livestock production systems. p. 6. Proceedings of the Annual Meeting of the Southern Branch of the American Society of Agronomy, January 29-February 1, 2000. Lexington, Kentucky.
- Reid, R. L., G. A. Jung and W. V. Thayne. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. *J. Anim. Sci.* 66:1275.

- Reid, R.L., G.A. Jung and W.V. Thyne. 1988b. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: a retrospective study. *J. Anim. Sci.* 66:1275-1291.
- Reid, R.L., G.A. Jung, J.R. Puoli, J.M. Cox-Ganser and L.L. Scott. 1992. Nutritive quality and palatability of switchgrass hays for sheep: effects of cultivar, nitrogen fertilization, and time of adaptation. *J. Anim. Sci.* 70:3877-3888.
- Reid, R.L., Jung, G.A. and Thyne, W.V. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. *Journal of Animal Science.* 66:1275-1291
- Reid, R.L., Jung, G.A. and Thyne, W.V. 1988. Relationships between nutritive quality and fiber components of cool season and warm season forages: A retrospective study. *J. Anim. Sci.* 66:1275.
- Richner, J.M., Kallenbach, R.L. and Roberts, C.A. 2014. Dual use switchgrass: Managing switchgrass for biomass production and summer forage. *Agronomy Journal* 106:1438 - 1444. doi:10.2134/agronj13.0415.
- Riesterer, J. L., Undersander, D. J., Casler, M. D., and Combs, D. K. 2000. Forage yield of stockpiled perennial grasses in the Upper Midwest USA. *Agronomy Journal*, 92(4), 740-747.
- Rollins, G. H., and C. S. Hoveland. 1960. Wanted: Good summer perennial grasses for dairy cows. *Alabama Agric. Exp. Stn. Highlights Agricultural Research* 7 (2).
- Roth, L.D., F.M. Rouquette, Jr. and W.C. Ellis. 1990. Effects of herbage allowance on herbage and dietary attributes of Coastal bermudagrass. *J. Anim. Sci.* 68:193-205.

- Rural Development Administration. 1969. Jeju Agricultural Experiment Station Technical Report Rural Development Administration. pp.269~294.
- Rusland, G.A., Sollenberger, L.E., Albrecht, K.A., Jones Jr, C.S. and Crowder, L.V. 1988. Animal performance on limpograss-aeschynomene and nitrogen-fertilized limpograss pastures. *Agronomy Journal* 80:957-962.
- SAS. 2009. Statistical Analytical Systems Institute. SAS/STAT user's guide release 9.4. Statistical analysis systems Institute, Inc., Cary, NC, USA.
- Sollenberger, L. E., W. R. Ocumpaugh, V. P. B. Euclides, J. E. Moore, K. H. Quesenberry, and C. S. Jones, Jr. 1988. Animal performance on continuously stocked 'Pensacola' bahiagrass and Floralta limpograss pastures. *Journal of Production Agriculture* 1:216 - 220.
- Sollenberger, L.E. and Jones Jr, C.S. 1989. Beef production from nitrogen-fertilized Mott dwarf elephantgrass and Pensacola Bahia grass pastures. *Tropical Grasslands* 23:129-134.
- Sollenberger, L.E., Rusland, G.A., Jones Jr, C.S., Albrecht, K.A. and Gieger, K.L. 1989. Animal and forage responses on rotationally grazed "Floralta" limpograss and "Pensacola" Bahia grass pastures. *Agronomy Journal* 81:760-764.
- Teutsch, C. 2017. Building a Year Round Grazing System.
- USDA NRCS 2012a. Technical Note: Forage Production, Nutritive Quality and Growth Patterns of Various Warm Season Grasses.
- Volenc, J. J., and Nelson, C. J. 1995. Forage crop management: application of emerging technologies. In 'Forages: the science of grassland agriculture'.(Ed. RF Barnes) pp. 3 - 20.

- Vona, L.C., G.A. Jung, R.L. Reid, and W.C. Sharp. 1984. Nutritive value of warm-season grass hays for beef cattle and sheep; digestibility, intake and mineral utilization. *J. Anim. Sci.* 59:1582-1593.
- Waller, S.S. and J.K. Lewis. 1979. Occurrence of C3 and C4 photosynthetic pathways in north american grasses. *J. Range Manage.* 32:12-28.
- Wright, R.J., H.D. Perry, M.C. Carter and O.L. Bennett. 1984. Responses of bermudagrass selections from the appalachian region to N and P fertilization. *Comm. In Soil Sci. Plant Anal.* 15:861-877.
- Yoon, S.H., Lee, J.K. and Park, G.J. 2003. Forage and Cattle Productivities of Incentive Grazing System. *Journal of the Korean Society of Grassland.* 22(1): 45-50