

碩士學位論文

播種量 및 播種期에 따른
濟州피의 生育特性, 飼料收量
및 粗成分 變化



濟州大學校 大學院

農學科

高 永 順

2002年 6月

播種量 및 播種期에 따른
濟州피의 生育特性, 飼料收量
및 粗成分 變化

指導教授 趙 南 棋

高 永 順

이 論文을 農學 碩士學位論文으로 提出함



高永順의 農學 碩士學位論文을 認准함

審査委員長_____ 印

委 員_____ 印

委 員_____ 印

濟州大學校 大學院

2002年 6月

Effect of Seeding Rate and Seeding Date
on the Growth Characters, Forage Yield
and Chemical Composition of Japanese millet

Young-Soon Ko

(Supervised by professor Nam-Ki Cho)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

June 2002

목차

Summary.....	1
I. 서언.....	4
II. 연구사.....	6
III. 재료 및 방법.....	10
IV. 결과 및 고찰.....	13
시험 I. 과중량에 따른 피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화.....	13
1. 생육특성.....	13
2. 수량성.....	14
3. 조성분.....	17
시험 II. 과중기에 따른 피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화.....	19
1. 생육특성.....	19
2. 수량성.....	21
3. 조성분.....	23
V. 종합고찰.....	25
VI. 적요.....	27
참고문헌.....	29

Summary

This study was conducted to determine the optimum seeding rate and seeding date of Japanese millet(*Echinochloa crusgalli* var. *frumentacea*) by comparing the growth characteristics, yield and chemical composition based on the seeding rate and the seeding date. The seeding rate was 15, 20, 25, 30, 35, and 40 kg/ha and the seeding date carried out the 10-day intervals from March 27 to May 16 in 2000, respectively.

These results were summarized as follows;

A. Effect of seeding rate on the growth characters, forage yield and chemical composition

1. Plant height was 155.5 cm in seeding furrow, 15 kg/ha. According to increasing the seeding rate, plant heights were gradually increased until the 35 kg/ha of seeding furrow, 162 cm. In 40 kg/ha of seeding furrow, however, plant height was 152.7 cm, showing the lowest among that of any other seeding furrow.
2. According to increasing the seeding rate, the stem diameter, number of leaves, number of withering leaves and fresh weight were gradually decreased.
3. According to increasing the seeding rate, the yield of fresh forage (61.0 to 73.0 MT/ha), dry matter forage(11.9 to 16.9 MT/ha), crude protein(0.9 to 1.6 MT/ha) and TDN(6.1 to 9.7 MT/ha) were

gradually increased until the seeding furrow, 35 kg/ha, respectively. In 40 kg/ha of seeding furrow, however, those results were decreased that of the former seeding furrow. The each yield of fresh forage, dry matter forage, crude protein and TDN were found 69.1, 14.9, 1.5, and 68.8 MT/ha, respectively.

4. According to increasing the seeding rate from 15 to 40 kg/ha, the contents of crude protein(7.4 to 10.4%), ether extract(3.3 to 5.2%), nitrogen free extract(46.4 to 47.8%) and TDN(52.1 to 60.4%) were gradually increased. On the other hand, the contents of crude fiber (30.3 to 27.6%) and crude ash (12.7 to 9.0%) were decreased.

B. Effect of seeding date on the growth characters, forage yield and chemical composition

1. Plant height was 143.2 cm, showing the highest on seeding date, April 6 among that of any other seeding date. On the other hand, those of early and late seeding made a gradual decrease. Plant heights were 119.2 cm in May 16 seeding. The results of stem diameter, number of withering leaves and leaves and fresh weight per plant were similar to those of the plant heights.
2. The yield of fresh forage, dry matter forage, crude protein and TDN showed the largest on April 6 seeding, 62.5 MT/ha, 13.9 MT/ha, 1.1 MT/ha, and 7.6 MT/ha, respectively. In early and late seeding, the yield was gradually decreased. The yield of fresh forage, dry matter

forage, crude protein, and TDN were 59.7, 12.7, 1.0, 6.8 MT/ha, respectively in seeding March 27. And, the yield found 38.2 MT/ha in fresh forage, 6.2 MT/ha in dry matter forage, 0.7 MT/ha in crude protein and 3.7 MT/ha in TDN in seeding May 16, respectively.

3. According to delaying the seeding date, March 27 to May 16, the contents of crude protein (from 7.9 to 10.8%), crude fat (from 4.6 to 6.0%), nitrogen free extract (from 45.1 to 46.5%) and TDN (from 54.2 to 60.8%) was gradually increased, respectively. On the other hand, those of crude fiber (from 28.9 to 25.6%) and ether extract (from 13.5 to 11.2%) were decreased.



I. 서 언

피(*Echinochloa crusgalli* var. *frumentacea* (Roxb.) Weight)는 생육기간이 짧은 남방형 일년생 목초로, 조와는 달리 너무 건조하거나 강우량이 많은 조건하의 약간 습한 지역에서도 생육이 양호하고, 수량성이 높을 뿐만 아니라 기호성과 사료가치도 우수한 사료작물로 알려져 있다(김 등, 1983; 김 등, 1995). 피는 이러한 우수성 때문에 미국에서는 넓은 면적에서 사료생산을 목적으로 재배되고 있고(Christensen 등, 1984, 1987), 우리나라에서도 오래 전부터 피를 구황작물로 재배하여 왔다.

피는 옥수수나 수수보다 사료수량이 낮으나(김, 1983; Kang 등, 1998), 다른 사료작물에 비해 재배가 용이하고, 2~3개월 내에 사료생산이 가능한 이점 때문에 제주도와 전남지방에서 많은 면적에 여름철 청예 사료작물로 재배되고 있고, 타도에서도 일부 양축농가에서 조사료를 생산할 목적으로 재배면적이 확대되고 있는 실정이다(김, 1995). 국내에서는 주로 진주피와 제주피가 청예용으로 재배되고 있으며(김, 1983), 미국에서 도입된 Chiwapa 피보다 건물수량이 높다(이, 1981).

우리나라에서 피는 4월 하순에서 7월 하순까지 파종이 가능하다고 보고한 바 있고(이, 1981), 파종량은 지역 또는 이용목적에 따라서 차이는 있으나, 20~30 kg/ha를 기준으로 조파 또는 산파하고 있다. 특히, 피는 분얼력이 낮기 때문에 비옥한 토양조건에서 파종량을 증가시키는 것이 유리하고, 우리나라에서는 조파시 20 kg/ha, 산파시 40 kg/ha이 적당하다고 한다(이와 김, 1980; 김, 1983). 질소시비량을 250 kg/ha로 하여 3회 분시하는 것이 제주피의 건물수량이 6.96 MT/ha에서 11.99 MT/ha로, CP수량은 0.47 MT/ha에서 0.89 MT/ha로, TDN수량은 3.80 MT/ha에서 6.8 MT/ha로 증가된다고 보고한 바 있으나(조 등, 2001), 제주지역에서 피의 파종적량을 구명한 연구는 미미한 실정이다. 또한, 피의 파종적기는 우리나라 중북부지역의 경우 5월 10일과 5월

20일 사이가 가장 적당하다고 하였고(윤 등, 1994), 산간지방의 고랭지에서는 5월 중순부터 5월 하순, 중부지역에서는 5월 상순부터 5월 중순, 남부지역에서는 4월 하순부터 5월 상순을 과종적기라고 하였다(김, 1995). Miller(1984)는 미국의 경우 5월초부터 6월말에 과종하는 것이 좋다고 보고한 바 있으나, 제주지역에서 제주피의 과종적기를 구명한 연구는 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 제주도 화산회토에서 과종량과 과종기에 따른 청예피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화 등을 분석하여 제주도 화산회토에서 적정 과종량과 과종기를 구명하고자 하였다.



II. 연구사

1. 파종량에 따른 제주피의 사료수량 및 조성분 변화

파종량의 다소는 각 작물의 생육영역을 한정하는 큰 요소가 된다. 일정한 면적에 파종량이 적고, 개체수가 적을 경우에는 작물이 이용하지 못하는 공간이 많아질 뿐만 아니라 개체당 비료공급량이 많아서 성숙이 늦어지고, 수량과 품질이 저하된다. 이와 반대로 파종량이 많고, 개체수가 많아 밀생하게 되면, 비료공급이 불충분하여 분지수가 감소되고, 통풍, 통광이 불량하여 식물이 연약하게 되어 수량이 감소되기 때문에 여러 연구자들에 의하여 각 작물의 최고수량한계파종량이 구명되었다(지, 1979).

김 등(1991)은 호밀에서 파종량이 증가될수록 초장은 커졌고, 사료수량은 증가되었으나, 어느 한계 이상의 파종량 증가에서는 수량이 감소되었다고 하였고(이 등, 1981), Masaoka와 Takano(1980)는 수수-수단그라스계 잡종에서 밀도저하시 개체성장은 충실하였으나, 수량은 감소되고, 경의 목질화로 인하여 기호성이 떨어지는 경향이었다고 하였다(전 등, 1992). 한과 김(1992)은 봄연맥에서 파종량이 증가되면 초장이 길어졌고, 식물체가 파종량이 증가될수록 수분, 질소 등의 영양분에 대한 경합이 강해져서 수평신장 보다는 수직신장이 이루어지기 때문으로 생각되었다고 하였고, 건물수량은 파종량을 120 kg/ha에서 200 kg/ha으로 높임에 따라 유의적인 수량증가를 보였다고 하였다. 김 등(1991)은 화본과 사료작물에서 개체밀도가 높을수록 초기의 건물수량은 높아지지만, 개체간 경합에 의해 약소개체가 고사하므로 잔존개체는 증대화하는 주화현상을 나타내, 후기의 건물수량은 개체밀도가 낮은 것과 차이가 없다고 Cherry와 Marten(1982)이 보고하였고, 호밀에서도 일반적으로 파종량이 많을수록 건물수량은 증가하나, 파종시기가 늦을수록 파종량이 많은 구에서 사료 가치가 떨어진다고 Schadlich(1986)가 보고하였다. 고 등(1986)은 호맥에서,

김 등(1991)은 호밀에서 청예수량은 과종량이 많을수록 증가하였으며, 출수기에서 개화기 사이의 청예수량이 가장 높았다고 하였고, 건물수량도 과종량이 많을수록 증가하였다고 보고하였으며, Simmons 등(1982)은 보리에서, Middleton 등(1964)은 추파대맥의 시험에서 과종량의 증가가 수량을 증가시킨다고 보고한바 있으며, 조 등(2001)도 청예피에서 생초수량, 건물수량, CP와 TDN수량은 과종량이 증가함에 따라 점차적으로 증수되었다고 하였다. 박 등(1990)은 호밀과 Triticale에서 과종량이 증가되면 생체수량과 건물수량이 유의적으로 증가되었고, TDN수량도 다소 증가되었고 하였다. 또한, TDN수량을 증가시키기 위해서는 건물수량의 증대가 우선되어야 하며, TDN함량과 TDN수량을 함께 증대시키기 위해서는 엽신수량의 증대가 필요하다고 하였으며, 조지방, 조회분함량 및 TDN함량은 생육이 진전될수록 감소되지만, TDN수량은 증가되었다고 하였다. 강과 유(1987)는 호밀에서 과종량을 늘리면 청예수량이 증대된다고 하였고, 귀리의 과종량이 증가됨에 따라 단백질, 조지방, 가용무질소물함량은 증가되었으나, 조섬유 및 조회분함량은 낮아지는 경향을 보인다고 하였다. Masaoka와 Takano(1980)과 전 등(1992)은 수수-수단그라스계 잡종에서 과종량이 많아짐에 따라 단백질, 조지방함량은 증가되었으나, 조섬유와 조회분함량은 낮아졌다는 보고가 있다. 목초류에 있어서는 개체밀도가 식물생장에 중요한 역할을 하는데, 박 등(1999)과 Kira(1953)에 의하면, 개체밀도는 건물생산에 있어서 중요한 요인이 된다고 하였고, Donald(1963)는 개밀식상태에서 초장이 길었다고 하였다. 박 등(1999)은 호밀에서 과종량이 증가됨에 따라 건물수량이 많아지는 경향이었다고 보고하였고, 강(1998)은 남부지방에서 맥류의 청예수량이 과종량이 증가할수록 증가되었다고 보고하였다. 한 등(1995)은 수단그라스계 잡종 및 호밀에서 조단백질함량은 과종량이 많을수록 높은 경향을 보였으며, 이러한 경향은 재식밀도가 증가할수록 조단백질함량은 증가하였다고 보고하였고, 과종량이 많을수록 수단그라스계 잡종의 건물수량은 높았다고 하였다. 김 등(1986)에 따르면, 호밀의 과종량은 ha당 80

kg에서 180 kg으로 증가시켰을 경우, 수량은 증가하는 경향을 보였다고 보고 하였다.

2. 파종기에 따른 제주피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

사료작물의 파종기는 그 지역의 기상환경조건에 따라 차이가 크나, 종자의 발아와 발아 후의 생장 및 성숙과의 관계를 고려하여 파종적기를 결정하게 된다(조, 1979). 조 등(2001)은 청예피의 경직경은 파종기가 지연됨에 따라 가늘어지고 사료수량은 감소되었다고 하였고, 청예피에서 만파할수록 모든 형질이 감소한 요인은 제주지역의 아열대 기후조건에 적응하여 영양생장 및 생식 생장기간이 원만하게 이루어졌으나, 만파에서는 생육기간이 단축되어 생육조건이 불리하였던 것으로 생각되었다고 하였다. 박 등(1988)은 청예용 수수에서 만파할수록 경직경은 작아졌고, 생초수량은 감소하였다고 하였다. 손 등(1997)은 단수수에서 조단백질수량과 TDN수량은 파종기가 지연될수록 감소하는 경향이었다고 하였으며, 조 등(2001)은 청예피에서 생초수량과 건물수량, 단백질수량 및 TDN수량은 만파할수록 감소하는 경향이었다고 하였고, 최 등(1995)은 봄 재배 귀리에서 생초 및 건물수량은 파종기가 늦어짐에 따라 현저하게 감소하였다고 하였다. 윤 등(1994; 1998)은 도입 Triticale에서 생초 및 건물수량 및 TDN수량이 파종기가 늦어짐에 따라 감소되었다고 하였다.

조 등(2001)은 청예피에서 조단백질, 조지방 및 TDN함량은 만파할수록 증가되는 경향이었고, 조회분과 조섬유함량은 만파할수록 감소되는 경향이었다고 하였으며, 조단백질 및 조지방함량은 만파에서 증가되는 경향이라고 하였다. 이는 영양생장에서 생식생장으로 전환이 지연되었기 때문인 것으로 생각되었으며, 조섬유와 조회분함량은 조파에서 높고, 만파함에 따라 낮아진 것은 생육기간 연장에 따른 목질화에 원인이 있는 것으로 생각되었다고 보고하였다.

일반적으로 사료작물은 파종기가 지연됨에 따라 조단백질과 조지방함량은 증가되나, 조회분 및 조섬유는 감소되었고, 조과에서 증가되었다. 윤 등(1994)은 Pearl millet에서 조단백질 및 TDN함량은 파종시기가 늦어질수록 높아지는 경향을 나타내었다고 하였고, 최 등(1995)은 봄 재배 귀리에서 파종시기가 늦어질수록 조단백질함량이 높아지는 경향을 보였다고 보고 한 바 있다. Grogan 등(1959)은 사일리지용 옥수수에서 조기 파종 시 건물수량 및 TDN 수량이 만기 파종보다 높은 경향을 보였다고 하였고(York 등, 1961; Hicks 등, 1976; Hicks와 Peterson, 1978; 이 등, 1981; George, 1981; Herbek 등, 1986; 김 등, 1996)은 호밀에서 파종시기가 늦어질수록 조단백질함량이 증가 하였으며, 김 등(1999)은 연맥에서 조단백질함량은 파종시기가 늦을수록 높은 경향을 나타내었고, 조섬유함량은 파종시기가 늦을수록 낮은 경향을 나타내었다고 하였다(김 등, 1998).



Ⅲ. 재료 및 방법

본 시험은 제주피의 과종량과 과종시기에 따른 생육특성, 수량 및 조성분을 분석하고, 제주지역에서 과종적량 및 과종적기를 구명하기 위하여 각 각 2000년 4월 16일부터 8월 30일과 2000년 3월 27일부터 2000년 9월 21일까지 표고 278 m에 위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장 시험포장에서 수행하였다. 공시품종은 제주피이었고, 재배기간 중의 기상조건은 전반적으로 기온과 강수량이 불균형하였으며, 생육기에 강수량이 적고 출수전에 강수량이 많았다. 기상자료는 농촌진흥청 제주시시험장의 기상자료를 이용하였으며, 그 내용은 표 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Monthly air temperature and precipitation during the growing season of 2000 with the 10-year(1991~2000) average

	Temperature (°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		2000	10-year	2000	10-year
	2000	10-year	2000	10-year	2000	10-year				
Mar.	9.4	9.5	12.9	15.1	5.8	4.4	43.5	108.1	197.9	149.5
Apr.	13.5	13.9	17.6	20.9	9.7	8.3	32.8	91.2	226.5	195.6
May	17.2	17.9	21.2	25.2	13.8	12.1	46.2	94.9	229.9	214.9
June	21.6	21.5	25.1	27.8	18.7	17.3	97.6	178.2	165.9	163.6
July	26.4	25.9	29.7	31.2	23.8	22.2	166.2	219.4	227.3	201.8
Aug.	28.0	26.7	30.9	31.1	25.0	23.1	169.6	289.9	241.7	193.7
Sept.	22.2	23.1	24.6	28.4	19.7	18.9	331.2	198.3	155.0	171.8

시험포장의 토양(표토 10cm)은 화산회토가 모재로 된 농암갈색토였으며, 화학적 성질은 표 2에서 보는 바와 같다.

Table 2. Chemical properties of surface soil before cropping

pH (1:5)	EC (dS/m)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol/kg)			
				Ca	Mg	K	Na
4.34	0.18	59.77	42.63	0.69	0.20	0.61	0.17

시험 1. 파종량에 따른 제주피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

파종은 2000년 4월 16일에 하였고, 시험구 면적은 6.6 m²로 하였으며, 시험구는 난피법 6처리 3반복으로 하였다. 휴폭 15 cm로 하여 15, 20, 25, 30, 35, 40 kg/ha에 해당하는 양을 조파하였다. 시비량은 ha당 질소 250 kg, 인산 150 kg, 칼리 100 kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비 및 염화칼리로 사용하였으며, 질소비료는 전량의 50%는 기비로, 나머지 50%는 6월 26일에 추비로 하였고, 인산과 칼리는 전량을 기비로 하였다. 각 형질조사는 2000년 6월 28일(1회 예취), 8월 30일(2회 예취)에 시험포장 중간지점에서 각각 20분을 선정하여 초장, 경직경, 엽수, 마디수 및 개체당 무게를 조사하였다. 생초수량은 각 구별로 생육이 균일한 지점에서 3.3 m²(1.8 m×1.8 m)를 예취한 다음, ha당 생초수량으로 환산하였고, 건조중은 생초 500 g의 시료를 75℃ 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA) 및 가용무질소물(NFE) 등의 사료성분은 1 mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 표준사료분석법(농진청 축산연, 1996)에 준하여 분석하였고, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 다음수식에 의하여 산출하였다.

$$TDN(\%)=17.265+1.212CP(\%)+2.464EE(\%)+0.835NFE(\%)+0.448CF(\%)$$

시험 II. 파종기에 따른 제주피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

2000년 3월 27일에 5월 16일까지 10일 간격으로 6회(3월 27일, 4월 6일, 4월 16일, 4월 26일, 5월 6일, 5월 16일)에 걸쳐 파종하였고, 휴폭 15 cm로 ha당 30 kg에 해당하는 양을 조파하였다. 시험구 면적, 시험구 배치 등은 시험 I 과 같고, 각 형질조사는 2000년 1차 예취 7월 26일과 2차 예취 9월 21일에 하였는데, 각 형질조사와 성분분석 및 시험구 일반관리는 시험 I 과 동일한 방법으로 하였다.



IV. 결과 및 고찰

시험 1. 파종량에 따른 제주피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

1. 생육특성

파종량에 따른 초장, 경직경, 엽수, 마디수 및 개체당 무게는 표 3, 4에 나타내었다.

Table 3. Growth characteristics of Japanese millet on plant height, stem diameter and No. of leaves/plant

Seeding rate (kg/ha)	Plant height(cm)			Stem diameter(mm)			No. of leaves/plant		
	June 28	Aug. 30	Avg.	June 28	Aug. 30	Avg.	June 28	Aug. 30	Avg.
15	185.0	125.9	155.5	5.9	5.3	5.6	9.7	6.8	8.2
20	185.6	127.3	156.5	5.7	5.1	5.4	9.6	6.0	7.8
25	188.9	130.3	159.6	5.7	5.0	5.4	9.5	5.8	7.7
30	190.2	131.6	160.9	5.5	5.0	5.3	9.5	5.6	7.6
35	193.0	133.6	162.3	5.2	5.1	5.2	9.4	5.5	7.5
40	186.6	128.2	157.4	5.3	4.5	4.9	8.8	5.4	7.1
Avg.	188.2	129.5	158.9	5.6	5.0	5.3	9.4	5.9	7.7
LSD(5%)	4.5	4.2	2.8	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3
CV(%)	1.3	1.8	1.0	2.8	3.7	2.7	3.2	3.6	2.1

두 예취시기를 평균한 초장은 15 kg/ha에서 155.5 cm이었던 것이 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 커져서 35 kg/ha 파종구에서 162.3 cm로 가장 컸으나, 그 이상인 40 kg/ha 파종구에서는 157 cm로 작아지는 경향이였다. 경직경, 엽수, 마디수 및 개체당 무게는 15 kg/ha 파종구에서 각각 5.6 cm, 8.2 개, 5.8개, 64.6 g이었으나, 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 낮아져서 40 kg/ha 파종구에서 경직경 4.9 cm, 엽수 7.1개, 마디수 5.2개, 개체당 무게는

49.4 g으로 낮아졌다.

Table 4. Growth characters of Japanese millet on No. of withering leaves and fresh weight per plant

Seeding date (kg/ha)	No. of withering leaves/plant			Fresh weight/plant(g)		
	June 28	Aug. 30	Avg.	June 28	Aug. 30	Total
15	7.9	3.6	5.8	35.6	29.0	64.6
20	7.7	3.5	5.6	32.3	25.1	57.4
25	7.7	3.4	5.6	30.8	24.5	55.3
30	7.6	3.4	5.5	28.6	24.1	52.7
35	7.6	3.4	5.5	26.5	23.9	50.4
40	7.4	3.0	5.2	26.0	23.4	49.4
Avg.	7.7	3.4	5.5	30.0	25.0	55.0
LSD(5%)	NS [†]	0.3	0.2	1.7	2.2	3.1
CV(%)	2.5	4.3	2.1	3.1	4.8	3.1

[†] NS : not significant at the 5% level



본 시험에서 과종량이 15 kg/ha에서 35 kg/ha로 증수할수록 초장이 커진 것은 피의 개체간 광합성작용에서 수분, 양분 등의 경합력이 강해져서 수평신장보다 수직신장이 강하게 이루어졌기 때문이라고 판단되었다. 재식밀도가 높고, 과종량이 많을수록 사료작물의 초장이 길어졌으나, 과밀식에서 초장이 작아졌다는 보고는 조 등(2001)은 귀리에서, Lee와 Kim(1980)은 피에서, 한과 김(1992)은 연맥에서 이 시험결과와 비슷한결과를 보고한 바 있다.

2. 사료의 수량성

과종량에 따른 제주피의 생초, 건초, 단백질 및 TDN수량은 표 5, 6에서 보는 바와 같다. 생초수량은 15 kg/ha 과종구에서 61.0 MT/ha였던 것이 과종량이 많아짐에 따라 증가되어 35 kg/ha 과종구에서 73.0 MT/ha로 증수되었

으나, 그 이상의 40 kg/ha 파종구에서는 69.1 MT/ha로 낮아졌는데, 이 변화 상태의 회귀식은 $y=-0.0479x^2+3.0213x+25.013$ 으로 표시되었다. 건물수량변화도 생초수량의 변화와 비슷한 경향이였다. 즉 15 kg/ha 파종구에서 11.9 MT/ha 였으나, 파종량이 많아짐에 따라 증가되어 35 kg/ha 파종구에서 16.9 MT/ha 였으나, 그 이상인 40 kg/ha 파종구에서 1.5 MT/ha로 감소되었다 ($y=-0.0161x^2+1.0313x-0.1586$).

Table 5. Fresh forage and dry matter yields of Japanese millet grown at six seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Fresh forage yield(MT/ha)			Dry matter yield(MT/ha)		
	June 28	Aug. 30	Total	June 28	Aug. 30	Total
15	39.0	22.0	61.0	7.5	4.4	11.9
20	41.0	26.6	67.6	8.7	5.0	13.7
25	41.9	28.1	70.0	9.7	5.8	15.5
30	42.0	29.7	71.7	10.2	5.8	16.0
35	42.9	30.1	73.0	10.9	6.0	16.9
40	41.2	27.9	69.1	9.2	5.7	14.9
Avg.	41.3	27.4	68.7	9.4	5.5	14.8
LSD(5%)	1.5	1.8	2.9	0.5	0.5	0.9
CV(%)	2.0	3.6	2.3	3.1	5.1	3.5

단백질 및 TDN수량도 생초, 건초수량의 변화와 비슷한 경향이였다. 15 kg/ha 파종구에서 단백질수량과 TDN수량은 각각 0.9 MT/ha, 6.1 MT/ha로 비교적 낮은 편이었으나, 파종량이 증가됨에 따라 증수되어 35 kg/ha 파종구에서 단백질수량 1.6 MT/ha, TDN수량은 9.7 MT/ha로 증가되었으나, 그 이상인 40 kg/ha 파종구에서 단백질수량 및 TDN수량은 각각 1.5 MT/ha, 8.8 MT/ha로 감소되었다.이 변화상태의단백질수량회귀식은 $y=-0.0013x^2+0.0993x-0.3643$ 으로 표시되었고, TDN수량은 $y=-0.008x^2+0.5623x-0.6629$ 로 표시할 수 있었다.

Table 6. Crude protein and TDN yields of Japanese millet grown at six seeding rates

Seeding rate (kg/ha)	Crude protein yield(MT/ha)			TDN ^b yield(MT/ha)		
	June 28	Aug. 30	Total	June 28	Aug. 30	Total
15	0.5	0.4	0.9	3.6	2.5	6.1
20	0.6	0.4	1.0	4.3	2.9	7.2
25	0.8	0.5	1.3	4.9	3.5	8.4
30	0.9	0.6	1.5	5.3	3.5	8.8
35	0.9	0.7	1.6	5.9	3.8	9.7
40	0.8	0.7	1.5	5.1	3.7	8.8
Avg.	0.8	0.6	1.3	4.9	3.3	8.2
LSD(5%)	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	0.6
CV(%)	9.4	11.1	7.5	4.9	4.4	3.8

^b TDN : total digestible nutrients

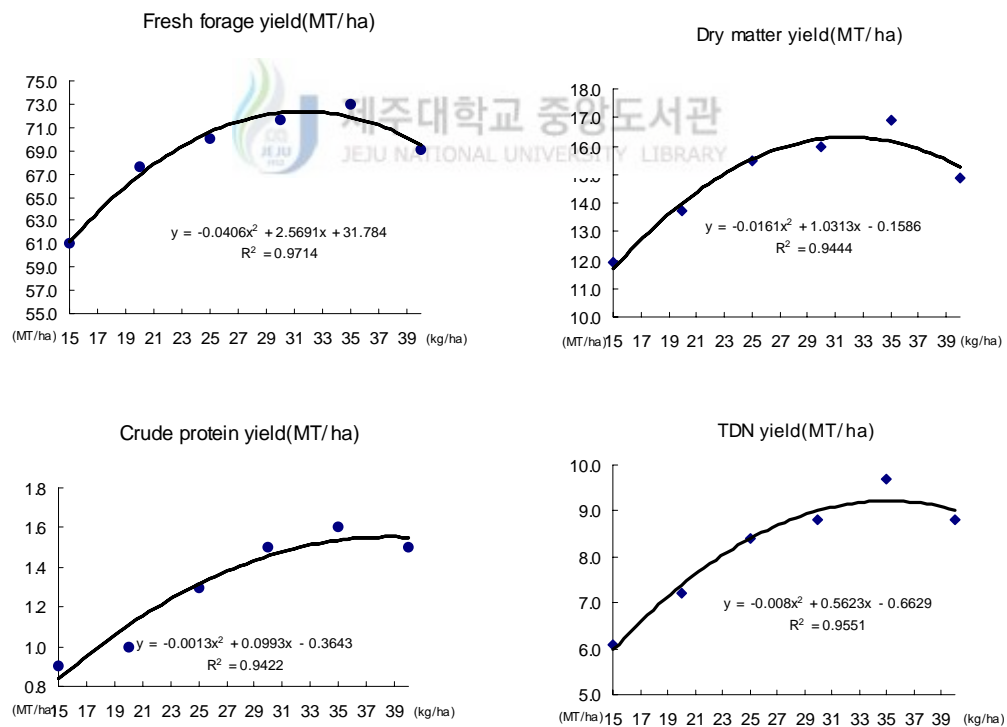


Figure 1. Fresh forage, dry matter, crude protein and TDN yield as affected seeding rates.

이 시험에서 35 kg/ha 파종구에서 생초, 건초수량 등이 증수되고, 그 이상과 그 이하의 파종구에서 수량이 감소된 것은 제주피의 생육습성과 제주지역의 기상, 토양 등의 환경조건에 의하여 크게 영향을 받은 것으로 생각되었다.

특히, 35 kg/ha 이하의 파종구에서 파종량이 적어짐에 따라 수량이 감소된 것은 생육공간은 넓어지고 있으나, 제주피의 개체수가 적어졌고, 40 kg/ha 파종구에서 과밀식으로 인하여 식물개체에 공급되는 수분, 양분이 불충분하였을 뿐만 아니라(이와 김, 1980), 통풍과 통광이 불량하여 수량성이 낮아진 것으로 본다(Schadlich, 1986). 일반적으로 작물 파종량의 다소는 작물의 종류, 토양, 기후 등의 환경조건과 파종 후 관리 등 여러 가지 조건에 따라 다르나, 사료작물은 밀식할수록 수량성이 높다는 보고가 많은데(Tasuke 와 Yasuo, 1975; Kim, 1979; 조 등, 2001), 제주지역에서 조 등(2001)은 귀리 재배시 파종량은 90 kg/ha에서 150 kg/ha로 증가할수록 생초, 건물, 단백질수량은 증가되었으나, 그 이상의 파종량 증가는 사료작물의 수량성은 낮아졌다고 보고한바 있다.

3. 조성분

파종량에 따른 제주피의 사료성분 변화는 표 7, 8에 표시되었다. 조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN함량은 파종량이 많아짐에 따라 증가되었다. 즉, 15 kg/ha 파종구에서 조단백질함량 7.4%, 조지방함량 3.3%, 가용무질소물 함량은 46.4%, TDN함량 52.1%로 비교적 낮은 편이었으나, 파종량이 많아짐에 따라 직선적으로 증가되어, 40 kg/ha 파종구에서는 조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN함량은 각각 10.4%, 5.2%, 47.8%, 60.4%로 증가되었다. 이와는 반대로 조섬유와 조회분함량은 15 kg/ha 파종구에서 조섬유함량은 30.3%, 조회분함량 12.7%로 높은 편이었으나, 파종량 증가와 함께 점차적으로 증가되어 40kg/ha 파종구에서는 조섬유함량 및 조회분함량은 각각 27.6%, 9%로 낮아졌다.

Table 7. Feed value of grown at six seeding rates on crude protein, ether extract and crude fiber of Japanese millet

Seeding rate (kg/ha)	Crude protein(%)			Ether extract(%)			Crude fiber(%)		
	June 28	Aug. 30	Avg.	June 28	Aug. 30	Avg.	June 28	Aug. 30	Avg.
15	6.5	8.2	7.4	2.9	3.7	3.3	35.6	25.0	30.3
20	7.2	8.8	8.0	3.0	4.3	3.7	35.3	24.4	29.9
25	8.0	9.3	8.7	3.1	4.9	4.0	34.5	24.0	29.3
30	8.4	9.7	9.1	3.4	5.1	4.3	33.9	23.7	28.8
35	8.5	11.0	9.8	4.0	5.8	4.9	33.5	22.8	28.2
40	9.0	11.8	10.4	4.4	6.0	5.2	33.0	22.2	27.6
Avg.	7.9	9.8	8.9	3.5	5.0	4.2	34.3	23.7	29.0
LSD(5%)	0.8	0.6	0.4	0.4	0.2	0.1	1.8	1.2	0.9
CV(%)	5.2	3.2	2.4	2.4	2.4	1.5	2.9	2.7	1.8

Table 8. Feed value of grown at six seeding rates on crude ash, nitrogen extract and TDN of Japanese millet

Seeding rate (kg/ha)	Crude ash(%)			Nitrogen free extract(%)			TDN ²⁾ (%)		
	June 28	Aug. 30	Avg.	June 28	Aug. 30	Avg.	June 28	Aug. 30	Avg.
15	13.4	11.9	12.7	41.6	51.2	46.4	48.4	55.7	52.1
20	12.9	10.4	11.7	41.6	52.1	46.9	49.4	58.4	53.9
25	12.1	10.1	11.1	42.3	51.7	47.0	50.8	60.0	55.4
30	11.3	9.8	10.6	43.0	51.7	47.4	52.4	60.8	56.6
35	10.7	9.0	9.8	43.3	51.4	47.4	52.4	60.8	56.6
40	9.9	8.1	9.0	43.7	51.9	47.8	54.1	63.5	58.8
Avg.	11.7	9.9	10.8	42.3	51.6	47.1	55.8	65.1	60.4
LSD(5%)	1.0	0.7	0.7	NS ¹⁾	NS	NS	51.8	60.6	56.2
CV(%)	4.8	4.1	3.8	5.6	2.1	3.3	1.5	2.1	1.3

¹⁾ NS : not significant at the 5% level

²⁾ TDN : total digestible nutrients

이 시험에서 과종량이 증가됨에 따라 조단백질, 조지방 및 가용무질소물은 증가되고, 조섬유 및 조회분함량이 낮아진 것은 소식에서는 출수기간이 단축되었고(Trung과 Yoshida, 1985), 밀식에서는 출수기간이 지연되었기 때문이라

고 생각되었다. 이와 같은 현상은 Masaok과 Takano(1980)은 수수 및 수단그라스계 잡종에서, 조 등(2001)은 귀리에서, 파종량이 많아짐에 따라 단백질함량 등은 증가되었으나, 조섬유함량은 낮았다는 보고와 본 시험결과와 일치되는 경향이였다.

시험 II. 파종기에 따른 제주피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

1. 생육특성

제주피의 파종기에 따른 초장, 경직경, 엽수, 마디수 및 개체당 무게를 조사한 결과는 표 9, 10에서 보는 바와 같다.

Table 9. Growth characters of Japanese millet on plant height, stem diameter and number of leaves/plant

Seeding date	Plant height(cm)			Stem diameter(mm)			No. of leaves/plant		
	July 26	Sept. 21	Avg.	July 26	Sept. 21	Avg.	July 26	Sept. 21	Avg.
Mar. 27	161.1	121.2	141.1	6.2	4.1	5.2	9.3	6.6	8.0
Apr. 6	163.6	122.8	143.2	6.3	4.2	5.3	9.7	6.7	8.2
Apr. 16	159.5	120.0	139.8	6.1	4.1	5.1	8.6	6.5	7.6
Apr. 26	156.7	119.3	138.0	5.7	4.0	4.9	7.9	6.2	7.0
May 6	144.8	118.0	131.4	5.3	3.9	4.6	7.2	6.1	6.7
May 16	122.2	116.2	119.2	4.6	3.8	4.2	5.6	6.1	5.9
Avg.	151.3	119.6	135.5	5.7	4.0	4.9	8.1	6.4	7.2
LSD(5%)	6.7	NS [†]	3.0	0.5	NS	0.3	0.4	0.4	0.2
C.V.(%)	2.4	2.3	1.2	4.4	4.5	3.0	3.0	3.1	1.6

[†] NS : not significant at the 5% level

초장은 4월 6일 파종에서 143.2 cm로 길었으나 3월 27일 파종과 4월 16일 이후부터 파종기가 지연됨에 따라 초장은 작아져서 5월 16일 파종에서 초장

은 119.2 cm로 매우 짧았다. 파종기 이동에 따른 경직경, 마디수, 엽수 및 개체당 무게도 초장의 변화와 비슷한 경향으로 4월 6일 파종에서 경직경 5.3 mm, 엽수 8.2개, 마디수 6.2개, 개체당 무게는 51.7 g으로 높은 편이었으나 만파할수록 적고, 가벼워져서 5월 16일 파종에서는 경직경, 엽수, 마디수, 개체당 무게는 각각 4.2 mm, 5.9개, 4.3개, 25.1 g으로 낮았다.

Table 10. Growth characters of Japanese millet on number of withering leaves and fresh weight per plant

Seeding date	No. of withering leaves/plant			Fresh weight/plant		
	July 26	Sept. 21	Avg.	July 26	Sept. 21	Total
Mar. 27	6.1	6.0	6.1	33.9	16.7	50.6
Apr. 6	6.2	6.2	6.2	33.9	17.8	51.7
Apr. 16	6.2	5.6	5.9	28.0	17.2	45.2
Apr. 26	5.9	4.8	5.4	23.1	16.7	39.8
May 6	5.8	4.2	5.0	19.7	16.2	35.9
May 16	5.6	3.1	4.3	10.1	15.0	25.1
Avg.	6.0	5.0	5.5	24.8	16.6	41.4
LSD(5%)	0.3	0.4	0.3	1.7	1.1	2.4
C.V.(%)	3.2	4.4	3.1	3.8	3.8	3.2

본 시험에서 4월 6일 파종과 3월 27일 조파에서 초장은 길어졌고, 경직경, 마디수 및 엽수도 비교적 많아졌으나 4월 16일 이후 만파할수록 모든 형질이 감소한 것은 제주피의 생육특성과 제주지역의 아열대기후조건에 적응하여 조파에서는 영양생장이 원만하게 이루어졌으나 만파할수록 생식생장기간이 단축되어 제주피의 생육이 불리하였던 것으로 판단되었고, 3월 27일 파종에서 4월 16일 파종에 비하여 생육이 다소 부진한 것은 저온장애로 인하여 생육이 부진하였던 것으로 생각되었다.

2. 사료의 수량성

제주피의 파종기에 따른 생초, 건초, 단백질수량 및 TDN수량은 표 11, 12과 같다.

Table 11. Fresh forage and dry matter yields of Japanese millet grown at six seeding dates

Seeding date	Fresh forage yield(MT/ha)			Dry matter yield(MT/ha)		
	July 26	Sept. 21	total	July 26	Sept. 21	total
Mar. 27	43.4	16.3	59.7	9.4	3.3	12.7
Apr. 6	44.6	17.9	62.5	10.0	3.9	13.9
Apr. 16	39.0	16.0	55.0	7.8	3.0	10.8
Apr. 26	34.4	14.7	49.1	6.5	2.8	9.3
May 6	32.1	13.3	45.4	6.0	1.8	7.8
May 16	25.4	12.8	38.2	4.6	1.6	6.2
Avg.	36.5	15.2	51.7	7.4	2.7	10.1
LSD(5%)	3.0	1.4	3.1	1.0	0.3	1.0
C.V.(%)	4.6	5.1	3.3	7.9	5.1	5.4

생초수량은 3월 27일 파종에서 59.7 MT/ha였던 것이, 4월 6일 파종에서는 62.5 MT/ha로 증가되었으나, 그 후 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 감소되어 5월 16일 파종에는 38.2 MT/ha였다. 건초수량도 생초수량의 변화와 비슷하였다. 4월 6일 파종에서 13.9 MT/ha였으나, 그 이전의 파종과 그 이후의 파종에서 감소되어 3월 27일 조파에서 12.7 MT/ha, 5월 16일 만파에서 6.2 MT/ha로 감수되었다. 단백질수량과 TDN수량도 4월 6일 파종에서 각각 1.1 MT/ha, 7.6 MT/ha로 증수되었으나 그 이전과 그 이후의 파종에서 감소되어 3월 27일 조파에서 단백질수량 1 MT/ha, TDN수량 6.8 MT/ha, 5월 16일 만파에서 단백질수량 0.7 MT/ha, TDN수량 3.7 MT/ha로 감수되었다.

Table 12. Crude protein and TDN yields Japanese millet grown at six seeding dates

Seeding date	Crude protein yield(MT/ha)			TDN ^b yield(MT/ha)		
	July 26	Sept. 21	total	July 26	Sept. 21	total
Mar. 27	0.7	0.3	1.0	4.9	1.9	6.8
Apr. 6	0.8	0.3	1.1	5.3	2.3	7.6
Apr. 16	0.7	0.3	1.0	4.2	1.8	6.0
Apr. 26	0.6	0.3	0.9	3.6	1.7	5.3
May 6	0.6	0.2	0.8	3.4	1.1	4.5
May 16	0.5	0.2	0.7	2.7	1.0	3.7
Avg.	0.6	0.3	0.9	4.0	1.6	5.7
LSD(5%)	0.1	NS [†]	0.2	0.4	0.2	0.5
C.V.(%)	12.2	18.1	10.9	6.1	6.7	4.8

[†] NS : not significant at the 5% level

^b TDN : total digestible nutrients

이 시험에서 4월 6일 파종에서 생초, 건초, 단백질수량 및 TDN수량은 증수되었으나, 그 이전 파종과 그 이후 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 낮아진 것은 3월 27일 조파에서는 기온이 낮아 영양생장이 지연되었고, 4월 16일 이후 만파할수록 기온은 높은 편이었으나, 생식생장기간이 단축으로 인하여 사료수량이 감소된 것으로 생각되었다. 피는 제주지역을 제외한 다른 지역에서도 조파에서 사료수량이 비교적 높고, 5월 이후에 만파할수록 사료수량이 감소되었다는 윤 등(1994)의 보고와 우리나라의 남부지방에서 피의 파종은 4월 하순경에 파종하는 것이 좋다는 한 등(1995)의 보고와 본 시험결과는 비슷한 경향이였다. 일반적으로 피의 파종은 재배지역의 기상, 토양 등의 환경조건에 따라 차이가 있는데, Miller(1984)는 미국에서 피 파종적기는 5~6월말이라고 하였으며, 권 등(1984)은 5~6월 초순경이라고 하였고, 윤 등(1994)은 5월말 이후부터 피 파종은 사료수량의 급격한 저하를 초래하였다고 한 바 있다.

3. 조성분

제주피의 파종기에 따른 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유, 가용무질소물, TDN함량은 표 13, 14에 표시하였다.

Table 13. Feed value of grown at six seeding dates on crude protein, ether extract and crude fiber of Japanese millet

Seeding date	Crude protein(%)			Ether extract(%)			Crude fiber(%)		
	July 26	Sept. 21	Avg.	July 26	Sept. 21	Avg.	July 26	Sept. 21	Avg.
Mar. 27	7.8	8.0	7.9	4.2	4.9	4.6	31.5	26.3	28.9
Apr. 6	8.1	8.4	8.3	4.6	5.1	4.9	31.0	25.9	28.5
Apr. 16	8.8	9.0	8.9	4.8	5.4	5.1	29.8	25.4	27.6
Apr. 26	9.4	9.7	9.6	5.1	5.9	5.5	29.0	24.9	27.0
May 6	10.2	11.0	10.6	5.4	6.0	5.7	28.7	24.1	26.4
May 16	10.5	11.1	10.8	5.7	6.3	6.0	27.4	23.8	25.6
Avg.	9.1	9.5	9.4	5.0	5.6	5.3	30.0	25.1	27.3
LSD(5%)	0.7	0.9	0.3	0.6	0.3	0.3	1.0	NS [†]	1.0
C.V.(%)	4.0	4.9	1.8	6.6	2.8	3.3	1.9	4.2	2.0

[†] NS : not significant at the 5% level

조단백질과 조지방 함량은 만파할수록 증가되는 경향이였다. 즉, 3월 27일 파종에서 단백질함량 7.9%, 조지방함량은 4.6%로 낮은 편이었으나, 만파할수록 높아져서 5월 16일 파종에서는 조단백질 10.8%, 조지방 6%였다. 조섬유와 조회분 함량은 조단백질 함량 등과는 반대경향으로 나타나고 있는데, 3월 27일 파종에서 조섬유함량 28.9%, 조회분함량은 13.5%였으나, 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 낮아져서 5월 16일 파종에서는 조섬유 및 조회분 함량은 각각 25.6%, 11.2%였다. 가용무질소물과 TDN함량은 만파할수록 높아지는 경향이였다. 3월 27일 파종에서 가용무질소물함량 45.1%, TDN함량은 54.2%였으나 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 높아져서 5월 16일 파종에서는 가

용무질소물과 TDN함량은 각각 46.5%, 60.8%였다.

Table 14. Feed value of grown at six seeding dates on crude ash, nitrogen free extract and TDN of Japanese millet

Seeding date	Crude ash(%)			Nitrogen free extract(%)			TDN ^b (%)		
	July 26	Sept. 21	Avg.	July 26	Sept. 21	Avg.	July 26	Sept. 21	Avg.
Mar. 27	14.6	12.5	13.5	41.9	48.3	45.1	51.7	56.6	54.2
Apr. 6	14.1	11.7	12.9	42.2	48.8	45.5	52.9	58.0	55.5
Apr. 16	14.0	11.1	12.5	42.6	49.1	45.9	54.2	59.3	56.7
Apr. 26	13.8	11.0	12.4	42.6	48.4	45.5	55.4	60.8	58.1
May 6	13.5	10.1	11.8	42.3	48.8	45.6	56.5	62.4	59.5
May 16	12.9	9.4	11.2	43.5	49.4	46.5	58.1	63.6	60.8
Avg.	13.8	11.0	12.4	42.5	48.8	45.7	54.8	60.1	57.5
LSD(5%)	NS	1.3	0.8	NS [†]	NS	NS	2.6	2.1	1.3
C.V.(%)	5.4	6.6	3.8	2.7	2.7	2.0	2.6	1.9	1.3

[†] NS : not significant at the 5% level

^b TDN : total digestible nutrients

본 시험에서 조단백질과 조지방함량은 만파할수록 증가된 요인은 조파에서는 기온이 낮았고, 만파에서는 고온하에서 성숙기가 단축되고 성숙기가 빠른 데에 기인한 것으로 생각된다. 조회분과 조섬유함량은 조파에서 높고, 만파함에 따라 낮아진 것은 고온하에서 출수기가 촉진되어 목질화가 빠른 데에 원인이 있는 것으로 생각되었다. 일반적으로 화분과 난방형 사료작물은 성숙함에 따라 단백질함량은 낮아지고, 조섬유질과 조회분함량이 높아진다는 Han 등(1971a, 1972b)과 만파할수록 조섬유함량이 많아진다는 윤 등(1984)의 보고와도 일치되는 경향이였다. 이상의 시험결과로 보아 제주지역의 기상, 토양 등의 환경조건 하에서 제주피를 사료작물로 재배할 경우 파종적기는 4월 6일로 사료된다. 그러나 매년 기상 등의 환경조건이 다를 수 있기 때문에 이에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

V. 종합고찰

청예사료작물은 파종량이 증가함에 따라 초장은 커지고, 사료수량은 증수된다는 보고가 있는데, 조 등(2001)은 청예귀리의 파종량이 90 kg/ha에서 150 kg/ha로 증가함에 따라 초장은 118.5 cm에서 122.6 cm로 커졌으나, 그 이상으로 파종량을 증가할 경우 초장은 120 cm로 작아졌다고 하였고, 한과 김(1992)은 연백에서 밀식할수록 초장은 길어지고 사료수량도 증수되었다고 하였다. 본 시험에서도 파종량이 15 kg/ha에서 35 kg/ha로 증가할수록 초장은 길어졌고 사료수량도 증가되었으나, 그 이상의 파종량 증가에서는 오히려 감소되는 경향이였다. 이와 같은 반응은 밀식함에 따라 사료수량성이 증대되었다는 조 등(2001), 한과 김(1992)의 보고와 같은 경향이였다. 파종량이 증가함에 따라 조단백질 및 조지방 등은 증가되고, 이와는 반대로, 조섬유 및 조회분함량은 감소되었는데, 이는 조 등(2001)은 귀리에서, 조 등(2001)은 조에서 본 시험결과와 비슷한 결과를 보고한 바 있다. 이 시험결과는 제주도과 같이 강우량이 많고, 수분, 양분 보유력이 매우 낮은 화산회토양 조건에서 청예피의 적정 파종량은 35 kg/ha으로 파종하는 것이 사초의 수량성과 사료가치를 증대시킬 수 있는 것으로 생각된다.

이 시험에서는 파종기가 늦을수록 경직경, 엽수, 마디수 및 개체당 무게는 작아지는 경향이였으나, 초장은 4월 6일에 파종한 것이 가장 커졌는데, 이는 청예용 수수에서 초장은 조파에서 길었고(박 등, 1988), 청예피에서는 조파할수록 길어지고, 만파할수록 짧아졌으며, 엽수 및 개체당 무게도 같은 경향이였다(조 등, 2001). 또한 송 등(1996)은 건답직파 재배시 벼는 파종기가 지연될수록 생육일수 단축과 함께 초장이 작아지는 경향을 보였다고 했고, Pearl millet는 파종기가 지연될수록 짧아지는 경향을 나타내었다(윤 등, 1994; 김 등, 1998)는 보고와 본 조사결과는 비슷한 경향을 보였다. 생초수량, 건물수량,

조단백질수량 및 TDN수량도 파종기가 늦을수록 감소하는 경향을 보였는데, 이는 박 등(1988)은 청예용 수수에서 만파할수록 생초수량은 감소하였다고 했고, 손 등(1997)은 단수수에서 조단백질수량과 TDN수량은 파종기가 지연될수록 감소하는 경향이었다고 하였다. 조 등(2001)은 청예피에서 생초수량과 건물수량, 단백질수량 및 TDN수량은 만파할수록 감소하는 경향이었다고 하였고, 최 등(1995)은 봄 재배 귀리에서 생초 및 건물수량은 파종기가 늦어짐에 따라 현저하게 감소하였다고 하였으며, 윤 등(1994; 1998)은 도입 Triticale에서 생초 및 건물수량 및 TDN수량이 파종기가 늦어짐에 따라 감소되었다는 보고와 본 조사결과는 비슷한 경향을 보였다. 조단백질, 조지방, TDN함량도 파종기가 늦을수록 증가하는 경향을 보였고, 조섬유 및 조회분을 파종기가 늦을수록 감소하는 경향을 보였는데, 이는 윤 등(1994)은 Pearl millet에서 조단백질 및 TDN함량은 파종기가 늦어질수록 높아지는 경향을 나타내었다고 하였고, 최 등(1995)은 봄 재배 귀리에서 파종기가 늦어질수록 조단백질함량이 높아지는 경향을 보였다는 보고와 김 등(1999)은 연맥에서 조단백질함량은 파종기가 늦을수록 높은 경향을 나타내었고, 조섬유함량은 파종기가 늦을수록 낮은 경향을 나타내었으며, 조 등(2001)은 청예피에서 조단백질, 조지방 및 TDN함량은 만파할수록 증가되는 경향이었고, 조회분과 조섬유함량은 만파할수록 감소되는 경향이었던 보고와 본 조사결과는 비슷한 경향을 보였다. 이상의 결과로 보아 제주도 기상, 토양 등의 환경조건에서 청예피의 사료수량과 사료가치를 증대시킬 수 있는 파종적기는 4월 16일이라고 생각된다.

VI. 적요

본 연구는 과종량(15, 20, 25, 30, 35, 40 kg/ha) 및 과종기(3월 27일, 4월 6일, 4월 16일, 4월 26일, 5월 6일, 5월 16일)에 따른 피의 생육특성, 수량 및 조성분 등을 분석하여 적정 과종량과 과종기를 구명하기 위하여 시험하였던 결과를 요약하면 다음과 같다.

시험 1. 과종량에 따른 제주피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

1. 초장은 15 kg/ha 과종구에서 155.5 cm였으나, 과종량이 증가함에 따라 점차적으로 길어져, 35 kg/ha 과종구에서 초장은 162 cm였고, 그 이상의 40 kg/ha 과종구에서는 152.7 cm로 작아졌다.
2. 경직경, 엽수, 마디수 및 개체당 무게는 과종량이 증가할수록 감소하였다.
3. 생초수량은 15 kg/ha 과종구에서 61.0 MT/ha, 건물수량은 11.9 MT/ha, 조단백질수량은 0.9 MT/ha, TDN수량은 6.1 MT/ha였으나, 과종량이 증가할수록 35 kg/ha 과종구에서는 생초수량은 73.0 MT/ha, 건물수량은 16.9 MT/ha, 조단백질수량은 1.6 MT/ha, TDN수량은 9.7 MT/ha로 증가하여 최고치를 나타내었고, 그 이상 과종구에서는 감소하는 경향이였다.
4. 조성분 변화는 과종량이 15 kg/ha에서 40 kg/ha로 증가함에 따라, 조단백질함량은 7.4%에서 10.4%로, 조지방함량은 3.3%에서 5.2%로, 가용무질소물함량은 46.4%에서 47.8%로, TDN함량은 52.1%에서 60.4%로 높아졌으나, 조섬유함량은 30.3%에서 27.6%로, 조회분함량은 12.7%에서 9.0%로 낮아지는 경향이였다.

시험 II. 파종기에 따른 제주피의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화

1. 초장은 3월 27일 파종에서 141.1 cm이었고, 4월 6일 파종에서 143.2 cm로 가장 컸으나, 그 이후의 파종기에서는 점차적으로 작아져, 5월 16일 파종에서는 119.2 cm였다. 경직경, 마디수, 엽수 및 개체당 무게 등의 형질도 초장의 변화와 비슷한 경향이였다.
2. 생초수량은 3월 27일 파종에서 59.7 MT/ha, 건물수량은 12.7 MT/ha, 조단백질수량은 1.0 MT/ha, TDN수량은 6.8 MT/ha였고, 4월 6일 파종에서는 62.5 MT/ha, 건물수량은 13.9 MT/ha, 조단백질수량은 1.1 MT/ha, TDN수량은 7.6 MT/ha로 가장 높았으나, 그 이후의 파종기가 지연됨에 따라 감소하여 5월 16일 파종에서는 생초수량이 38.2 MT/ha, 건물수량이 6.2 MT/ha, 조단백질수량이 0.7 MT/ha, TDN수량이 3.7 MT/ha였다.
3. 3월 27일 파종에서 5월 16일 파종으로 파종이 지연됨에 따라, 조단백질 함량은 7.9%에서 10.8%로, 조지방 함량은 4.6%에서 6.0%로, 가용물질소물 함량은 45.1%에서 46.5%로, TDN 함량은 54.2%에서 60.8%로 높아졌으나, 조섬유함량은 28.9%에서 25.6%로, 조회분 함량은 13.5%에서 11.2%로 낮아지는 경향이였다.

참고문헌

- Beuerlein, J. E., H. A. Fribourg, and F. F. Bell. 1968. Effect of environment and cutting on regrowth of a sorghum-sudangrass hybrid. *Crop Sci.* 8:152-155.
- Cherrey, J. H., and G. C. Marten. 1982. Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality and yield. *Crop Sci.* 22:227-231.
- 조남기, 강영길, 김인식, 조영일, 오은경. 2001. 제주조의 재식밀도에 따른 주요형질, 사초수량 및 조성분 변화. *한초지* 21(2):53-58.
- 조남기, 강영길, 부창훈. 2001. 질소분시가 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분함량에 미치는 영향. *동물자원지* 43(2):253-258.
- 조남기, 부창훈, 강영길, 조영일. 2001a. 질소시비량이 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분에 미치는 영향. *동물자원지* 43(2):259-266.
- 조남기, 송창길, 김인식, 조영일, 오은경. 2001b. 제주메조의 주당 분수에 따른 주요형질, 사초수량 및 조성분 변화. *동물자원지* 43:967-972.
- 조남기, 송창길, 송승운, 조영일, 오은경. 2001c. 제주지역에서 파종량 차이에 따른 귀리의 생육특성, 사초수량 및 조성분 변화. *동물자원지* 43(4):561-568.
- Christensen, N. B., J. C. Palmer, H. A. Praeger, Jr., W. D. Stegmeier, and R. L. Vanderlip. 1984. Pearl millet, a potential crop for Kans. *Agr. Exp. Station up with Res* 77.
- Christensen, N. B., R. L. Vanderlip, and G. A. Milliken. 1987. Response of pearl millet to grain sorghum environments. *Field Crops Res.* 16:337-338.

- 전병태, 이상무, 신동운, 문상호, 김운식. 1992. 파종량과 재식양식이 수수-수단그라스계 잡종의 생육특성, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 12(1):49-58.
- 최동윤, 이종, 윤창범, 고종언, 양창범, 고서봉, 이희석. 1995. 제주지역 봄 재배 귀리의 파종기별 생육특성 및 사초생산성. 농업논문집 37(1):481-486.
- Creel, R. J., and H. A. Fribourg. 1981. Interactions between forage sorghum cultivars and defoliation management. Agron. J. 73:463-469.
- Donald, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron. 5. N. Y. and London.
- George, J. R. 1981. Grain crop production in the North Central United States. 3rd print.
- 지영린. 1979. 재배학범론. 향문사. pp.470-471.
- 지영식. 1987. 귀리개량을 위한 실용형질의 선택지수에 관한 연구. 제주대 석사학위논문. 제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
- Grogan, C. O., M. S. Zuber, N. Brown, D. C. Peters, and H. E. Brown. 1959. Date of planting studies with corn. Mo. Agr. Expt. Sta. Bul. 706.
- 한건준, 김동암. 1992. 파종량 및 질소시비수준이 봄 연맥의 생육특성, 사료가치 및 사초수량에 미치는 영향. 한초지 12(1):59-66.
- 한인규, 김동암, 조무한, 한건준. 1995. 최대 청예사료 생산을 위한 수단그라스계 잡종호밀 2모작 작부체계에서의 적정파종량 및 질소시비수준. 한초지 37(6):661-668.
- Han, I. K., Park, S. H., and Kim, K. I. 1971a. Studies on the nutritive values of the native grasses and legumes in Korea. II. Location and family differences in chemical composition of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci. 13(2):107-115.

- Han, I. K., Park, S. H., Lee, Y. S., Kim, K. I., and Ahn, B. H. 1971b. Studies on the nutritive values of the native grasses and legumes in Korea. I. Seasonal changes in chemical composition of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci. 13(1):3-16.
- Herbek, J. H., L. W. Mardock, and R. L. Blevins. 1986. Tillage system and date of planting effects on yield of corn on soils with restricted drainage. Agron. J. 78:824-826.
- Hicks, D. R., and R. E. Stucker. 1976. Selecting a corn hybrid. Univ. of Minnesota Agric. Ext. Serv. Agron. Fact Sheet No. 22.
- Hicks, D. R., and R. H. Peterson. 1978. Date of planting corn. Univ. of Minnesota Agric. Ext. Serv. Agron. Fact Sheet No. 23.
- Lee, H. W., and D. A. Kim. 1980. Effect of seeding rates and nitrogen fertilization on the growth, chemical composition and forage yield of Japanese barnyard millet *Echinochloa crusgalli* var. *frumentacea* (Roxb) wight. Korean J. Anim. Sci. 22(1):83-92.
- 김창호, 채제천. 1991. 파종량이 답리작 호밀의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한작지 36(6):513-520.
- 김동암. 1983. 사료작물. 선진문화사. 서울. pp.257-270.
- 김동암, 성경일, 권찬호. 1986. 파종기와 파종량이 사초용 호밀의 생육특성, 월동성 및 건물수량에 미치는 영향. 한초지 6(3): 164-168.
- 김동암, 이광녕, 신동은, 김종덕, 한건준. 1996. 숙기가 다른 사일리지용 옥수수 수의 파종기가 사초의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지 16(4): 327-337.
- 강동주. 1988. 남부지방에서 맥류재배조건이 월동전 청예 및 종실수량에 미치는 영향. 경상대학교 박사학위논문.
- Kira, T., H. Ogawa, and N. Sakazaki. 1953. Interspecific composition

- among higher plants. 1. Competition yield density interrelationship in regularly dispersed population. J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. D. 4.
- 강광희, 유황욱, 1987. 호밀 통·만파시 종자성숙정도 및 파종량이 청예와 종실수량에 미치는 영향. 한작지 22(3):287-293.
- 권순기, 김충수, 이인덕, 조동삼. 1984. 최신사료작물. 선진문화사. p.293.
- 김원호, 김원영, 김영진, 한학석, 김준식, 김맹중. 1998. 중부 평야지에서 사일리지용 옥수수 품종 선발에 관한 연구 - 파종시기가 사일리지용 옥수수의 생육특성 및 수량에 미치는 영향 -. 한축지 40(1):97-102.
- 김원호, 서 성, 정광화, 최순호, 김맹중, 이성철. 1999. 중산간지에서 춘계 파종 및 수확시기가 연맥의 생육특성, 사초수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한축지 41(2):215-220.
- 고영주, 문영식, 곽종영. 1986. 호맥의 생육시기별 수량 및 성분변화. 한초지 6(1):19-23.
- 이병훈, 권순유. 1993. 예취시기가 Sorghum류 품종의 건물 및 양분수량에 미치는 영향. 한초지 13(2):132-138.
- 이석순, 박근용, 정승근. 1981. 파종기가 종실 및 사일리지 옥수수의 생육기간 및 수량에 미치는 영향. 한작지 26:337-343.
- 이석순, 최상집, 홍승범. 1991. 파종량에 따른 수수와 수단그라스 교잡종의 사료생산성. 한초지 11(2):116-120.
- 이효원. 1981. 사초용 피의 생산에 관한 연구. 한축지 23(3):264-269.
- 이효원, 김동암. 1980. 파종량과 질소비료의 시비수준이 피의 건물수량에 미치는 영향. 한축지 22(1):83-92
- Masaoka, Y. K., and N. B. Takano. 1980. Studies on the digestibility of forage crops. I. Effect of plant density on the feeding value of a sorghum-sudangrass hybrid. J. Japan Grassl. Sci. 26(2):179-184).

- Miller. D. A. 1984. Forage crops. McGraw-hill Book Co., p.495.
- Middleton, G. K., T. T. Herbert, and C. F. Murpy. 1964. Effect of seeding rate and row width on yield and on components of yield in winter barley. *Agron. J.* 56:307-308.
- 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료분석법. pp.1-20.
- 박호기, 김영두, 서석기, 좌재석, 채제석, 김종태, 신만균. 1988. 재배환경에 따른 청예용 수수의 생산성에 관한 연구. 1. 파종기 이동이 수수의 생육, 건물축적 및 성분함량에 미치는 영향. *농시논문집* 30(1):54-62.
- 박형수, 김동암, 김종덕. 1999. 호밀의 사초특성, 수량 및 품질에 미치는 영향. *한초지* 19(2):105-114.
- 박상구, 이석순, 이종훈, 이광석, 최대웅, 이차수, 최원필. 1990. 질소시비량 및 파종량에 따른 호밀과 Triticale의 청예사료 생산성. *농시논문집* 32(1):15-23.
- Schadlich. F. 1986. Effect of sowing date and rate camposan on culm stability of winter rye. *Field Crop Abs.* 39(11):955.
- 손창기, 박상구, 최부술. 1997. 단수수 파종기별 적정 예취 회수와 예취 수량. *축산논문집* 39(2):63-67.
- 송영주, 오남기, 황창주. 1996. 남부 평야지 벼 건답직파 재배시 파종기 이동에 따른 생육 및 수량. *농업논문집* 38(2):20-31.
- Simmons. S. R., D C. Rasmusson, and J. V. Wiersma. 1982. Tilling in barley Genotype, row spacing and seeding rate effects. *Crop Sci.* 22:801-805.
- Tasuke, Y., and K. Yasuo. 1975. Studies on the cultivation of Japanese barnyard millet (*Echinochloa utilis* OHWI et YABUNO) as soiling crop. 1. Seed germination and seedling growth under various environmental condition. *J. Japan Grassl. Sci.* 21(1):34-41.

- Wardeh, M. F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph. D. diss. Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
- York, J. O., R. L. Shepherd, and C. J. Nettles. 1961. Effect of different planting dates on the performance of corn hybrids of three maturity groups. Ark. Agr. Expt. Sta. Rpt. series. 102.
- 윤승길, A. Ataku, k. 1998. 파종기 및 질소 시비량이 도입 Triticale의 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 18(2):113-122.
- 윤용범. 정순영. 이주심. 1994. 파종시기가 Pearl millet의 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 14(2):125-131.



감사의 글

본 연구를 수행함에 있어 여러 가지로 부족한 저에게 항상 아낌없는 격려와 세심한 지도를 하여주신 조남기 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 또한 논문심사에 아낌없는 조언을 하여주신 강영길 교수님과 송창길 교수님께도 깊은 감사를 드리며, 학위과정 중 많은 관심과 배려를 하여주신 오현도 교수님, 김한림 교수님, 고영우 교수님, 전용철 교수님께도 감사드립니다.

본 연구를 무사히 마칠 수 있도록 많은 조언과 여건을 마련해주고, 물심양면으로 도움을 주신 고동환 조교선생님과 고지병 조교선생님, 같이 땀을 흘리며 든든한 힘이 되어준 현기형, 영림, 특히 자료와 원고정리 등 여러 가지로 도움을 주신 김보현 선배님과 고미라 선배님에게도 깊은 감사를 드립니다.

그리고 이 논문을 완성하는데 언제나 옆에서 응원을 해준 제주농업시험장 원예작물과 연구관 및 연구사, 연구보조원들께도 심심한 감사를 드립니다.

끝으로 항상 사랑과 걱정으로 보살펴주신 부모님과 누나, 형에게 고마움을 전합니다.