

Research Article

하계 응급 조사료 자원의 생육특성 및 조사료 생산성 평가

박형수, 최기춘, 양승학, 정종성, 이배훈*
국립축산과학원

Evaluation of Growth Characteristics and Yield Potential of Summer Emergency Forage Crops

Hyung Soo Park, Ki Choon Choi, Seung Hak Yang, Jeong Sung Jung and Bae Hun Lee*
National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Republic of Korea

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the growth characteristics and forage yield potential for warm season grass as emergency forages. The experimental design was a randomized block design (RBD) with three replications. Two barnyard millet (*Echinochloa* species cv. Shirohie and Jeju native), a pearl millet (*Pennisetum glaucum* cv Feed milk 2) a proso millet (*Panicum miliaceum* cv Native), a teffgrass (*Eragrostis tef* cv. Tiffany) and a kleingrass (*Panicum coloratum* cv. Selection 75) were compared for forage production and quality at the Mid regions of Korea. Warm season forage crops were sown on May 21 and June 23 respectively, and in 2021, it was sown twice on May 21 and June 21 The number of days to seedling emergence for barnyard millet and teffgrass was observed approximately 10 and 3 days after seeding, respectively. The cultivation period from seeding to harvest was within 60 days for all entry spices except for the late-heading type barnyard millet (within 84 days). As for the dry matter yield by seeding date, the dry matter yield of the late-heading type barnyard millet in May seeding was the highest at 23,872 kg/ha, and the kleingrass was the lowest at 3,888 kg/ha. For the June seeding, the dry matter yield of the late-heading type barnyard millet was 17,032 kg/ha, the highest, and the proso millet, teffgrass and kleingrass showed the lowest at 5,468, 5,442, and 5,197 kg/ha, respectively. The crude protein (CP) content was varied by warm season grass species, but the early-heading type barnyard millet, teffgrass, and kleingrass showed the highest tendency, and the late-heading type barnyard millet showed the lowest at 5.7~5.9%. Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) content did not show a significant difference between the seeding in May, but kleingrass in June sowed lower than the others.

(Key words: Barnyard millet, Emergency forage, Forage yield, Warm season grass)

I. 서론

기후 의존도가 상대적으로 높은 농업분야는 이상기상 등 기후 변화에 민감할 수밖에 없는데, 이상기후는 농업에 직·간접적인 영향을 미치게 되며 작물의 생산 및 품질 저하를 일으켜 작물생산에 변화를 주거나 월동해충, 외래병해충 확산 등 농업환경 변화를 초래한다(Field et al., 2011). 이 밖에도 작물재배 적지, 농업용수량, 축산물 생산량 등에 변화를 유발할 것으로 예상된다.

지난 100년 동안 한반도의 이상기후 발생빈도와 강도는 지속적으로 증가하고 있으며 최근 기온은 연평균 0.12°C씩 상승했으며, 10년마다 열대야 일수는 0.9일씩 증가한 것으로 분석되고 있

다(NIMS, 2018). 이러한 이상기후는 기후변화로 인해 향후 더욱 심화될 것으로 전망되며 열대야, 폭염일수 등 고온 관련 수치와 호우, 가뭄 관련 수치가 크게 증가하는 것으로 나타났기 때문이다(Shim et al., 2018).

최근 전 세계적으로 가뭄, 한파, 폭우 등 잦은 기상이변으로 조사료 수급이 불안정한 상황이며 이상기상의 영향으로 조사료 생산이 어려울 때 긴급하게 조사료를 생산 할 수 있는 작물 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Koch and Paisley, 2002; Newman et al., 2010).

응급 조사료(Emergency forages) 작물은 조사료 생산 작부체계에서 계절별 주 작물이 비정상적인 재배환경의 영향으로 조사

*Corresponding author: Bae Hun Lee, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 31000, Republic of Korea,
Tel: +82-41-580-6772, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: leebachun@korea.kr

료 생산이 불가능할 때 응급(긴급)으로 조사료 생산을 목적으로 재배하는 작물로 보충(Supplemental) 또는 대체(Alternative) 조사료라 불리기도 한다(Rasnake et al., 1981; Undersander, 1992). 미국에서는 여름철 응급 조사료 자원으로는 상대적으로 재배기간이 짧고 생산성과 사료가치가 높은 밀렛류, 수수류, 테프그라스 등이 이용되고 있다(Kramer and Johnson, 1986; Woodruff and Hancock, 2007).

여름 사료작물 재배시 이상기상에 따른 생산성 변동의 발생원인은 주로 봄철에 발생하는 이상저온, 일조량 부족, 늦서리, 가뭄, 그리고 주로 여름철에 발생하는 집중호우, 태풍, 강풍, 폭염, 가뭄 등으로 알려져 있다. 발생 원인별 발생빈도와 피해규모가 불규칙적이어서 과학적 예측과 사전 예방적 대응이 현실적으로 어려워, 조사료 생산 현장에서 이상기후에 대한 생산성 감소를 최소화 할 수 있는 피해 경감 기술 개발이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 최근 여름 사료작물 재배기간에 빈번하게 발생하는 가뭄, 폭우, 강풍 등 이상 기후에 대응한 안정적인 조사료 수급을 위해 여름철 응급 조사료로 활용 가능한 자원을 선별하고 잠재적 생산성을 평가하기 위해 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 여름 응급 조사료 자원 수집 및 시험포 조성

여름 응급 조사료 자원의 생육특성과 잠재적 조사료 생산성을 평가하기 위하여 2020년 5월부터 2021년 10월까지 충청남도 천안시 소재 국립축산과학원 축산자원개발부 초지 조사료 시험포장에서 재배시험을 수행하였다. 시험구는 각 초종별로 난괴법 3반 복으로 배치하였으며, 구당 시험포 면적은 6 m² (1.5×4 m)였다.

시험 초종은 여름철 응급조사료 자원으로 유망한 사료용 피(*Echinochloa species* cv. Shirohie and Jeju native), 재래기장(*Panicum miliaceu*, cv. Native), 진주조(*Pennisetum glaucum* cv. Feed milk 2), 클라인그라스(*Panicum coloratum*, cv. Selection 75), 테프그라스(*Eragrostis tef* cv. Tiffany)를 수집하여 파종은 2020년에 5월 21일과 6월 23일에 각각 파종하였으며 2021년에는 5월 21일과 6월 21일에 2회 파종하였다. 파종간격은 사료용 피, 재래기장, 진주조는 30 cm (휴폭) × 5 cm (파폭), 줄뿌림 6열, 클라인그라스와 테프그라스는 20cm (휴폭) × 5cm (파폭), 줄뿌림 10열로 하였다. 파종량은 초종별로 사료용 피, 재래기장, 진주조는 각각 20 kg/ha, 클라인그라스와 테프그라스는 각각 7 kg/ha 이었으며 시비량은 질소(N)-인(P)-칼리(K)를 80 kg/ha-200 kg/ha-70 kg/ha 전량 기비로 시비하였다.

2. 생육특성, 조사료 생산성 조사

시험 초종의 주요 생육특성으로 출현소요일, 출수기, 초장, 재배기간을 조사하였는데 출현 소요일수는 파종 후 유식물이 토양 표면에 출현까지 소요되는 일수를 조사하였으며, 출수기는 식물체의 이삭이 40~50% 출현된 시기를 조사하였으며, 재배기간은 파종일부터 출수기에 도달하는 일수를 조사하였다.

생초수량은 전체 시험구를 예취하여 ha 당 수량으로 환산하였으며 건물수량은 각 처리구별로 약 300~500 g의 시료를 취하여 생초중량을 칭량하고, 68℃의 열풍순환 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물함량을 산출한 다음 ha 당 수량으로 환산하였다. 얻어진 건물시료는 20 mesh체를 가진 시료분쇄기로 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료 통에 보관하여 식물체분석에 이용하였다.

3. 사료가치 분석 및 통계

조단백질(crude protein, CP)함량은 AOAC (1990)법에 의하여 켈달장치(Kjeltec™ 2400 Autosampler System)를 이용하여 분석하였고, 중성세제불용섬유소(neutral detergent fiber, NDF)와 산성세제불용섬유소(acid detergent fiber, ADF) 함량은 Van Soest et al.(1991)법에 준하여 Ankom200 fiber analyzer (Ankom Technology, USA)를 이용하여 분석하였다. 가소화영양소총량(total digestible nutrients, % TDN) 함량은 88.9 - (0.79 × ADF%)의 계산식으로 산출하였다(Holland et al., 1990). 상대적 사료가치(relative feed value, RFV)는 ADF 함량으로 (digestible dry matter)를 추정하였고(% DDM = 88.9 - (% ADF × 0.779)), NDF함량으로 DMI(dry matter intake)를 산출한 후 (% DMI = 120 / NDF) 계산하였다(RFV = (DDM × DMI) / 1.29).

통계분석은 SAS Enterprise Guide (ver. 9.1, 2002)를 이용하였으며 분산분석을 실시하였으며, 처리간의 평균비교는 Duncan의 다중검정에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 구명하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 시험지역 기후 및 토양특성

시험기간 동안 충남 천안지역의 기상상황은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 시험기간 동안 평균기온은 평년(30년)과 비슷하였으나 여름 사료작물의 주생육기인 7월과 8월은 변동성이 크게 나타났다. 특히 2020년 긴 장마로 7월 평균기온은 평년보다 2~3℃ 낮게 유지되었다. 강수량과 일조시간은 시험기간 동안 평년에 비해

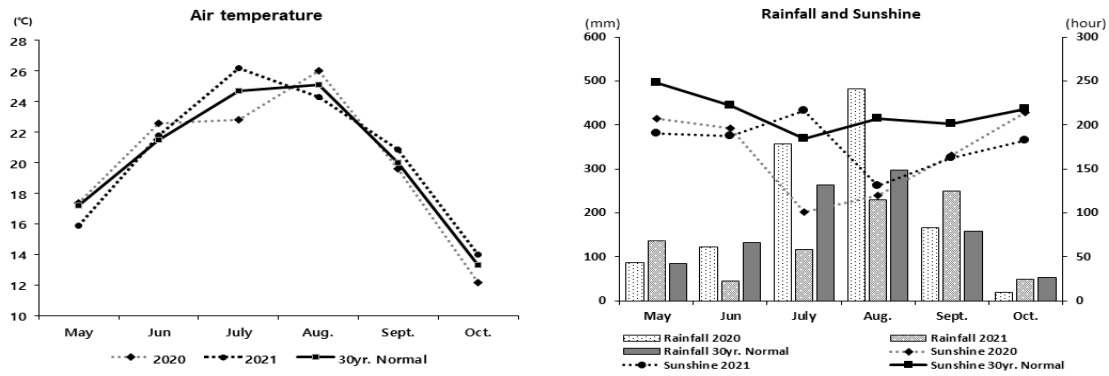


Fig. 1. Air temperature, precipitation, and duration of sunshine data of experimental sites during experimental period (2020~2021).

Table 1. Soil chemical properties of site before the experiment

	pH (1:5)	Total nitrogen (%)	Organic matter (g/kg)	Available-P ₂ O ₅ (mg/kg)	Cation exchange capacity (cmol ⁺ /kg)
2020	7.23	0.22	25.82	624.23	12.32
2021	7.12	0.32	22.34	532.21	12.13

큰 변동성을 나타내었는데 2020년에 유래 없는 긴 장마로 7~8월 강수량은 평년에 비해 큰 폭으로 증가했고 일조시간은 평년에 비해 55% 정도 감소하였다.

난지형 목초 및 사료작물의 생육과 생산성 유지 측면에서 가장 중요한 것은 생육기간 중의 기온변화로 난지형 사료작물은 대부분 기온이 10℃이상에서 생육이 시작되고 25~35℃에 최대생육을 보이고 -15℃이하로 내려가면 대부분 동사한다고 보고하였다 (Huxley, 1992). 또한 난지형 사료작물은 토양 온도가 발아와 출현에 매우 중요한 요인으로 작용하며, 토양온도가 18℃ 이상이 유지되는 시기가 파종적기라고 하였다(Masters et al., 2004).

시험지역의 토양의 이화학적 특성은 Table 1에서 보는 바와 같이 전형적인 국내 밭 토양의 특성을 지니고 있으며 일반 밭 토양보다 토양산도(pH), 유효 인산 함량과 유기물 함량은 높게 나타났다.

2. 생육특성 및 생산성

응급 조사료 자원의 5월과 6월 파종시기에 따른 생육특성과 조사료 생산성은 Table 2와 3에서 보는 바와 같다. 여름철 응급 조사료 자원으로 활용되는 작물의 대부분은 난지형 작물(C4)로 5월과 6월에 파종하여 여름철에 최대생육을 나타내는 특징을 가지고 있다. 난지형 작물의 발아 및 출현은 토양의 수분상태와 온도에 따라 많은 영향을 받는다.

사료용 피와 클라인그라스의 출현소요일은 6~10일 정도로 파종 후 가장 늦게 출현되었고 재래기장과 진주조는 5~6일 소요되

었으며 테프그라스는 3일로 가장 빨리 출현되었다.

화분과 사료작물의 수확시기를 결정하는 출수기는 파종시기와 시험기간 기상상황에 따라 매년 다르게 나타났다. 5월 파종의 사료용 피 조생종, 테프그라스, 클라인그라스 및 진주조의 출수기가 7월 초부터 중순으로 사료용 피 만생종(8월, 재배기간 평균 93일) 보다 빠른 편이고 재배기간은 평균 68일 이내에 수확이 가능하였다. 6월 파종의 출수기는 5월 파종에 비해 1~19일 정도 빨라졌으며 사료용 피 만생종과 재래기장의 재배기간이 5월 파종에 비해 16일과 19일 정도 짧아진 것으로 나타났다. Lee et al. (2013)은 사료용 피의 품종(조생, 만생)과 파종시기(5월 21일, 6월 21일)가 출수시기에 미치는 영향에서 파종시기가 늦어질수록 조생종은 13일, 만생종은 20일 정도 출수까지의 일수가 짧아진다고 하였다. 이처럼 파종시기가 늦어짐에 따라 출수가 빨라지는 것은 여름 응급 조사료 자원의 출수가 단일에 감응함을 알 수 있었다.

여름 응급 조사료 자원의 파종시기별 건물 생산량은 클라인그라스를 제외하고 5월 파종에서 모든 초종이 높게 나타났다. 5월 파종에서 사료용 피 만생종의 건물 수량이 23,872 kg/ha로 가장 높게 나타났으며 클라인 그라스가 3,888 kg/ha로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 6월 파종은 사료용 피 만생종의 건물 수량이 17,032 kg/ha로 가장 높게 나타났으며 재래기장, 테프그라스와 클라인그라스가 각각 5,468, 5,442 및 5,197 kg/ha로 가장 낮게 나타났다($p < 0.05$). 파종시기에 따른 여름 응급 조사료 자원의 건물수량은 생육기간 기상상황에 따라 큰 차이가 발생하였다. 사료용 피-만생종의 경우 생육기간이 길어 6월 파종기에서 장마기간의 기상 영향을 더 많이 받은 것으로 나타났으며 특히 2020년 장

Productivity of Summer Emergency Forage Crops

Table 2. Growth characteristics and dry matter yield of summer emergency forage crops (May seeding)

Species	Cultivar	Emergence [†] (day)		Height (cm)		Heading date		Cultivation period (day) [‡]		Dry matter (%)		DM yield (kg/ha)		
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	Mean
Barnyard millet	Early-heading (Shirohie)*	-	7	-	137.6	-	12 July	-	52	-	13.6	-	7,600 ^f	7,600 ^f
	Late-heading (Jeju native)	8	7	205.6	207.8	13 Aug.	31 Aug.	84	102	28.9	28.9	21,316 ^a	26,428 ^a	23,872 ^a
Pearl millet	Feed milk 2	5	6	238.3	235.4	22 July	14 July	62	54	14.3	17.2	13,327 ^b	9,981 ^b	11,654 ^b
Proso millet	Native	6	5	175.0	169.0	5 Aug.	20 July	76	60	25.0	19.3	11,507 ^c	8,184 ^c	9,846 ^c
Teffgrass	Tiffany	3	3	94.7	100.0	17 July	5 July	57	45	19.4	18.3	7,121 ^d	5,189 ^d	6,155 ^d
Kleingrass*	Selection 75	-	10	-	99.5	-	5 July	-	45	-	18.8	-	3,888 ^e	3,888 ^e

^{a-f}Means in the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

Planting date: May 21, 2020; May 21, 2021.

*Early-heading type barnyard millet and kleingrass were not planted on May 21, 2020.

[†]Emergence: Number of days to seedling emergence.

[‡]Cultivation period: Number of days from planting to heading stage.

Table 3. Growth characteristics and dry matter yield of summer emergency forage crops (June seeding)

Species	Cultivar	Emergence [†] (day)		Height (cm)		Heading date		Cultivation period (day) [‡]		Dry matter (%)		DM yield (kg/ha)		
		2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	Mean
Barnyard millet	Early-heading (Shirohie)*	7	6	122.5	144.0	7 Aug.	2 Aug.	45	42	17.8	14.7	4,527 ^f	7,756 ^e	6,142 ^e
	Late-heading (Jeju native)	7	6	161.7	182.9	2 Sept.	6 Sept.	71	77	22.5	30.0	10,333 ^a	23,730 ^a	17,032 ^a
Pearl millet	Feed milk 2	5	5	175.2	192.9	18 Aug.	2 Aug.	56	42	17.5	13.1	4,913 ^c	9,116 ^b	7,015 ^b
Proso millet	Native	5	5	98.8	155.1	21 Aug.	6 Aug.	59	46	23.4	24.1	1,955 ^d	8,981 ^b	5,468 ^c
Teffgrass	Tiffany	3	3	109.2	82.9	24 Aug.	30 July	62	39	23.9	19.9	6,213 ^b	4,670 ^d	5,442 ^c
Kleingrass*	Selection 75	-	7	-	100.5	-	2 Aug.	-	42	-	19.3	-	5,197 ^d	5,197 ^d

^{a-d}Means in the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

Planting date: June 23, 2020; June 21, 2021.

*Kleingrass was not planted on June 23, 2020.

[†]Emergence: Number of days to seedling emergence.

[‡]Cultivation period: Number of days from planting to heading stage.

마기간이 길어서 평균기온이 낮고 일조량이 부족하여(Fig. 1) 건물수량의 차이가 크게 나타난 것으로 사료된다.

Hwang et al. (2017)은 간척지에서 사료용 피 계통 16개에 대한 생산력 검정시험 결과, 평균 건물수량이 조생종 13.5 ton/ha, 중생종이 14.4 ton/ha, 그리고 만생종이 17.9 ton/ha로 보고하였다. 또한 Jung et al. (2014)은 일반 농경지에서 사료용 피(만생종)는 21.3 ton/ha 이었고, 대비작물인 수단그라스(Sprint)와 총채벽(목양)에 비해 각각 8.3 ton/ha, 9.4 ton/ha 보다 많았다고 보고하였다. 기장은 주로 식용으로 활용되고 있으며 생육이 45~100 일 안에 빠르게 성숙하며 북아메리카에서 해마다 변동성은 있지

만 조사료 건물수량은 5.5~7.4 ton/ha으로 보고(Lang, 2001; McCatreny et al., 2009) 하였으며 생산성은 본 시험의 결과와 비슷한 경향을 보였다. Park et al. (2015)은 국내에서 테프그라스와 클라인그라스를 6월 3일 파종하여 여름철 건물수량을 평가한 결과 1차 수확기준 각각 5,002~6,095 kg/ha 와 3,685~5,833 kg/ha 로 테프그라스의 건물수량이 더 높다고 하였다.

또한 응급 조사료자원의 연차별 건물 생산성의 변동은 매우 크게 나타났는데 시험 1년차인 2020년 생산성이 매우 낮게 나타났다. 이는 2020년에 최장기간 장마(54일)로 5월 파종보다 6월 파종이 상대적으로 낮은 일조시간이 주된 영향으로 판단된다(Fig. 1).

Table 4. Feed values of summer emergency forage crops

Species	Cultivar	May 21, 2021 seeding					June 21, 2021 seeding				
		CP ¹⁾ (% DM)	NDF ²⁾ (% DM)	ADF ³⁾ (% DM)	TDN ⁴⁾ (% DM)	RFV ⁵⁾	CP (% DM)	NDF (% DM)	ADF (% DM)	TDN (% DM)	RFV
Barnyard millet	Early-heading (Shirohie)	11.2	60.8	35.1	61.2	94	11.4	63.3	36.8	59.9	89
	Late-heading (Jeju native)	5.9	64.0	35.1	61.2	89	5.7	60.9	33.0	62.8	97
Pearl millet	Feed milk 2	6.0	65.3	38.3	58.7	84	9.5	60.7	33.5	62.4	96
Proso millet	Native	10.4	65.4	36.3	60.2	86	5.7	63.1	37.0	59.7	89
Teffgrass	Tiffany	11.1	66.1	34.8	61.4	87	13.3	59.2	30.5	64.8	102
Kleingrass	Selection 75	12.4	62.7	31.7	63.9	95	12.0	57.8	30.3	64.9	105

¹⁾CP: crude protein, ²⁾NDF : neutral detergent fiber, ³⁾ADF: acid detergent fiber, ⁴⁾TDN: total digestible nutrients, ⁵⁾RFV: relative feed value.

3. 사료가치

여름 응급 조사료 자원의 사료가치는 Table 4에서 보는 바와 같다. 조단백질 함량은 초종별로 다양하게 나타났는데 사료용 피 조생종, 테프그라스, 클라인그라스가 높은 경향을 보였으며 사료용 피 만생종이 5.7~5.9%로 가장 낮게 나타났다. 중성세제불용성 섬유소(NDF)와 산성세제불용성 섬유소(ADF) 함량은 5월 파종은 초종 간에 큰 차이를 보이지 않았으나 6월 파종은 클라인그라스가 나머지 초종에 비해 낮게 나타났다. 또한 파종시기가 늦어질수록 섬유질 성분의 함량이 낮아지는 경향을 보였다. 이는 상대적으로 생육기간이 짧고 고온에서 생육함에 따라 조직의 경화 정도가 적어 섬유소가 연약하여 사료적 가치는 높은 것으로 생각된다.

가소화영양소총량(TDN)함량은 테프그라스와 클라인그라스가 63.9-64.9%로 높게 나타나는 경향을 보였다. 여름 응급 조사료 자원의 상대사료가치(RFV)는 84-105로 나타났으며 Song et al. (2021)이 보고한 동계 화분과 사료작물의 상대사료가치와 비슷한 경향을 보였다. Reid et al. (1988)은 난지형(C4) 화분과 작물은 일반적으로 건물수량은 높은 반면 사료가치는 한지형 (C3) 화분과 작물에 비해 다소 낮다고 보고하였다. 또한 한지형 목초는 난지형 목초에 비해 비구조탄수화물과 단백질 함량이 높고 섬유소 함량이 낮은 것에 기인한다고 보고 하였다(Barbehenn et al., 2004).

이상의 결과를 종합해보면 공시한 여름 사료작물 자원(사료용 피 만생종 제외)은 최근 여름철 국내에서도 빈번하게 발생하는 늦은 한파, 가뭄, 폭우 등 이상기상에 대응하여 안정적으로 조사료를 생산하고 확보할 수 있는 잠재적인 여름철 응급 조사료 자원으로 평가된다. 특히 재배기간이 짧고(60일 이내) 사료가치와 생산성이 우수한 사료용 피 조생종과 재래기장은 국내 유전자원으로 종자 확보가 용이하여 국내 재배 확대 가능성이 높을 것으로 판단된다. 향후 안정적 재배와 생산성을 높이기 위해 파종시기에 따른 생산성 평가, 적정 파종량 및 시비량 설정에 대한 연구가

추가적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 여름 사료작물 재배기간에 빈번하게 발생하는 가뭄, 폭우 등 이상 기후에 대응한 여름철 응급 조사료 자원을 선별하고 잠재적 생산성을 평가하기 위해 2020년 5월부터 2021년 10월 까지 충청남도 천안시 소재 국립축산과학원 축산자원개발부 초지 조사료 시험포장에서 재배시험을 수행하였다. 시험 초종은 여름철 응급조사료 자원으로 유망한 사료용 피(*Echinochloa species* cv. Shirohie and Jeju native), 재래기장(*Panicum miliaceum* cv. Native), 진주조(*Pennisetum glaucum* cv. Feed milk 2), 클라인그라스(*Panicum coloratum* cv. Selection 75), 테프그라스(*Eragrostis tef* cv. Tiffany)를 수집하여 파종은 2020년에 5월 21일과 6월 23일에 각각 파종하였으며 2021년에는 5월 21일과 6월 21일에 2회 파종하였다. 사료용 피와 클라인그라스의 출현소요일은 6~10일 정도로 파종 후 가장 늦게 출현되었고 재래기장과 진주조는 5~6일 소요되었으며 테프그라스는 3일로 가장 빨리 출현되었다. 파종부터 수확까지 재배기간은 사료용 피 만생종(84일 이내)을 제외하고 모든 초종이 60일 이내에 출수기에 도달하였다. 파종시기별 건물수량은 5월 파종에서 사료용 피 만생종의 건물수량이 23,872 kg/ha로 가장 높게 나타났으며 클라인그라스가 3,888 kg/ha로 가장 낮게 나타났다. 6월 파종은 사료용 피 만생종의 건물수량이 17,032 kg/ha로 가장 높게 나타났으며 재래기장, 테프그라스와 클라인그라스가 각각 5,468, 5,442 및 5,197 kg/ha로 가장 낮게 나타났다. 조단백질 함량은 초종별로 다양하게 나타났는데 사료용 피 조생종, 테프그라스, 클라인그라스가 높은 경향을 보였으며 사료용 피 만생종이 5.7~5.9%로 가장 낮게 나타났다. 중성세제불용성 섬유소(NDF)와 산성세제불용성 섬유소(ADF) 함량은 5월 파종은 초종 간에 큰 차이를 보이지 않았으나 6월 파종

은 클라인그라스가 나머지 초종에 비해 낮게 나타났다.

V. 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(이상기상에 따른 조사료 피해량 산정 및 피해경감 재배기술 개발, PJ01499607)과 2022년도 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington. D.C.
- 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 CO₂. *Global Change Biology*. 10(9):1565-1575.
- Field, C.B., Stocker, T.F., Barros, V.R., Qin, D., Ebi, K.L. and Midgley, P.M. 2011. IPCC special report on managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. In: AGU Fall Meeting Abstracts. 2011:NH12A-02.
- Holland, C., Kezar, W., Kautz, W.P., Lazowski, E.J., Mahanna, W.C. and Reinhart, R. 1990. The pioneer forage manual-A nutritional guide. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, Iowa, USA.
- Huxely, A. 1992. New RHS dictionary of gardening, lawns. *Journal of Social History*. 14(3).
- Hwang, J.B., Park, H.K., Koo, B.I., Kim, H.S. and Cho, K.M. 2017. Comparison of forage yield and feed value of millet varieties in the reclaimed tideland. *The Journal of the Korean Society of International Agriculture*. 29(2):189-195.
- Jung, N.J., Kim, J.K. and Park, T.S. 2014. Selection of the excellent barnyard millet variety and technical development for their weediness prevention in paddy rice. PJ008457. RDA.
- Koch, W.D. and Paisley, S. 2002. Forages of all seasons-cereal crops: Management for supplemental and emergency forage. *Can. J. Plant Sci*. 32:121-128.
- Kramer, F.D. and Johnson, K.D. 1986. Producing emergency or supplemental forage for livestock. AY-Purdue University Cooperative Extension Service. USA.
- Lang, B. 2001. Millets forage management. University Extension, Iowa State University. Fact Sheet BL-55.
- Lee, J.J., Kim, J.G., Sung, B.R., Song, T.H. and Park, T.S. 2013. Studies on growth, forage yield, and nutritive value according to different seeding dates of barnyard millet. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 33(4):245-251.
- Masters, R.A., Misleve, P., Moser, L.E. and Rivas-Pantoja, F. 2004. Stand establishment. In: L.E. Moser et al. (Eds.), Warm-season (C₄) grasses. Agron. Monograph No. 45, ASA, CSSA, and SSSA. Madison. WI. p. 145-177.
- McCartney, D., Fraser, J. and Ohama, A. 2009. Potential of warm-season annual forages and Brassica crops for grazing: A Canadian review. *Canadian Journal of Animal Science*. 89(4):431-440.
- Newman, Y.C., Jennings, E.D., Vendramini, J. and Blount, A. 2010. Pearl millet (*Pennisetum glaucum*): Overview and management. EDIS. 2010(7).
- NIMS. 2018. Climate Change over 100 Years on the Korean Peninsula. pp. 1-30.
- 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 bermudagrass, teffgrass and kleingrass as annual forage crop in summer. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35(1):36-42.
- Rasnake, M., Miksch, D. and Lacefield, G.D. 1981. Producing summer annual grasses for emergency or supplemental forage. University of Kentucky. College of Agriculture. Cooperative Extension Service.
- 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(5):1275-1291.
- SAS. 2002. User's guide: Statistics. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- Shim, K.M., Kim, Y.S., Jung, M.P., Kim, J. W., Park, M.S., Hong, S.H. and Kang, K.K. 2018. Recent changes in the frequency of occurrence of extreme weather events in South Korea. *Journal of Climate Change Research*. 9(4):461-470.
- Song, H.M., Park, S.H. and Kim, H. 2021. Evaluation of forage yield and feed value of winter crops following rice harvest at paddy field. in the Southern Region of Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 41(2):128-133.
- Undersander, D. 1992. Alternative forage crops. *Agronomy Advice FC*, 17.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10):3583-3597.
- Woodruff, J.M. and Hancock, D.W. 2007. Warm season annual grasses for emergency forage production. University of Georgia.

(Received : February 22, 2022 | Revised : March 14, 2022 | Accepted : March 15, 2022)