

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

간척지에서 파종량 및 질소 시비량에 따른 사료용 피의 생육특성과 사료 수량

황재복* · 박태선 · 박홍규 · 김학신 · 최인배 · 배희수
농촌진흥청 국립식량과학원

Effect of Seeding and Nitrogen rates on the Growth characters, Forage yield, and Feed value of Barnyard millet in the Reclaimed tidal land

Jae-Bok Hwang, Park Tae-Sun, Park Hong-Kyu, Kim Hak-Sin, Choi In-Bae, and Bae Hee-Soo
Crop Production and Physiology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Korea

ABSTRACT. The Experiments were conducted by moderate season culture of each of early, medium and late maturing varieties which were considered to be of strong salt tolerance in low and high salty reclaimed areas (0.2% at the May). This study was carried out to investigate the proper nitrogen fertilizer level and seeding rates at reclaimed saline land in Korea. The proper seeding rates were 40 kg ha⁻¹ in 0.2% saline land. The dry matter production of barnyard millet was possibly estimated by exponential functions of $Y = 0.0098X^2 + 0.7030X + 2.6267$. Effects of nitrogen rate on agronomic characteristics, forage yield, and chemical composition of barnyard millet to reclaimed tidal land are summarized as follows: The proper nitrogen fertilizer level was 200 kg ha⁻¹ in 0.2% saline land. N was absorbed actively before the emergence of the barnyard millet but showed relative decrease thereafter. The early growth of the barnyard millet was inhibited, resulting in the favorable late growth, increased panicle weight and ratio of matured grain. These results suggest that barnyard millet is the most forage crops for cultivation on reclaimed tideland in view of the good emergence and forage production.

Key words: Barnyard millet, Cultivation, Fertilization, Reclaimed saline land, Seeding

Received on March 7, 2017; Revised on May 24, 2017; Accepted on May 30, 2017

*Corresponding author: Phone) +82-63-238-5274, Fax) +82-63-238-5255; E-mail) hjb0451@korea.kr

© 2017 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

간척지의 농업여건 변화에 따라 정부에서는 조사료 자급률 향상을 위한 사료작물의 확대재배를 추진하고 있다. 간척지는 평탄지와 자연적 입지여건으로 대규모 기계화 농업이 가능하고 사료 작물 등 복합곡물단지 조성도 용이하다. 간척지 토양은 염을 포함하고 있고 낮은 유기물 함량으로 저위생산성을 나타낸다. 토양 염분 함량은 작물의 생장에 직접적인 영향을 미치고 장애가 발생할 경우 인위적인 조절이 어려우므로 토양 염농도에 따라 도입작물을 선정하고, 작물별 염해 적응성에 따른 성장정보를 바탕으로 접근

하는 것이 바람직하다. 지금까지 간척사업으로 조성된 간척지는 벼 위주의 농업으로 발달해 왔다. 그러나 쌀 재고 등 벼 재배에 있어서 적정생산량을 유도하거나 논 타작물 재배를 권장하고 있는 실정이다(Jung et al., 2014).

국내 간척지구별 사료작물 생산의 확대 추진으로 조사료 자급률 향상을 2014년에 2,000 ha 확대 추진하고 있다(MAFRA, 2015). 간척지 토양은 근권의 염을 제거하여 작물생육이 가능하더라도 모세관 작용으로 인하여 재염화에 의한 현상이 발생한다. 벼 재배면적을 축소 조정해야 하는 필요성이 대두되면서 농지 이용의 다변화와 고도 이용화의 필요성이 증가하고 있다(Park et al., 2012). 간척지 농업

여건 변화에 따라 쌀 생산기반을 유지하면서 재배가 유망한 작물을 선발하고 있으며 염농도가 높은 간척지 토양에서는 밭작물의 생산성이 낮아 휴경하고 있는 실정이다. 피는 다른 사료작물에 비해 재배가 용이하고 2-3개월 내에 사료생산이 가능한 이점 때문에 제주도와 호남지역에서 여름철 청에사료 작물로 재배되고 있다(Cho et al., 2001). Shin et al. (2004)은 간척지를 밭으로 이용할 경우를 대비하여 사료용 피를 대상으로 연구결과를 보고하였고, 사료용 피에 대해 일반농경지에서의 파종적기, 적정 파종량 및 질소 시비량에 관한 연구도 수행하였다(Cho et al., 2001; Lee et al., 2015).

사료용 피의 경우 재배 피 중에서 주로 생육량이 많은 계통이 이용되고 있다. 피는 곡실 작물과 달리 비옥도가 낮고 무덤거나 건조한 지역과 같이 조건이 불리한 재배환경에 잘 적응하며, 배수가 불량하고 습한 조건에도 적응력이 강하다(Baker, 2003; Ball et al., 2004; Chun et al., 2016). 출수 전후에 수확하면 기호성도 좋고, 청에 및 건조, 그리고 사일리지로도 이용할 수 있는 사료작물로 재배되고 있다(Cho et al., 2001a).

따라서 간척지에 사료용 피의 안정생산을 위해 적정시비량, 파종량을 구명하여 국산 조사료 자급률 향상과 농가 소득 향상을 위해 기술을 보급하고자 한다.

재료 및 방법

사료용 피 재배 및 시료채취

간척지에서 사료용 피 재배시 적정 시비량 및 파종량을 구명하고자 전북 부안군 계화면에 위치한 국립식량과학원 새만금간척지 시험포장의 노지포장에서 수행되었다. 시험에 사용한 사료용 피의 계통은 제주재래종(수레침)이었다. 피의 적정 파종량 구명을 위해 ha 당 10, 20, 30, 40 그리고 50 kg을 손으로 파종하였으며, 시비량 시험(2015)과 파종량 시험(2016)은 각각 4월 하순과 5월 상순에 조간거리를 40 cm로 하여 조파하였다. 또한 적정 시비량 구명을 위해 ha당 질소 100, 150, 200 및 250 kg으로 기비 70%, 분얼비 30%로 분시하였으며, 인산과 칼리비료는 전량기비로 사용하였다. 성숙기의 생육조사는 처리별 10주 3반복으로 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(RDA, 1995)의 조(잡곡) 조사기준에 따랐다. 파종 후 출현상태, 출수기 등 생육특성과 수량을 조사하였다.

염농도 및 토양 분석

토양분석은 시기별로 채취하여 시험전과 시기별로 채취하여 토양 EC 변화를 분석하였다(RDA, 2000). pH와 EC 측정은 시료와 증류수 비율을 1:5로 하여 30분간 진탕한

후 pH meter (ORION, US/520A)를 이용해 초자전극 및 전기 전도도법으로 측정하였다.

사료용 피의 수량 및 사료가치 분석

수량 및 사료가치 분석을 위해 파종량 및 질소 시비량별 사료용 피의 건물수량 및 사료가치를 분석하였다. 사료수량은 출수 후 5-7일 경에 예취하여 측정하였고, 사료가치 분석은 농업기술실용화재단 비료사료 분석팀에 의뢰하여 수행하였는데, 수확한 시료를 산성용매불용성섬유(ADF), 중성용매불용성섬유(NDF) 함량은 Georing과 Van Sost법(1970)을 이용하여 분석하였고, 가소화영양소총량(TDN)은 $88.9 - (0.79 \times ADF)$ 로 계산하여 산출하였다(Jung et al., 2014).

결과 및 고찰

신간척지에서 사료용 피 직파재배시 적정 파종량 구명

시험 전 토양의 이화학적성을 보면(Table 1), pH는 알칼리성을 보이며, 토양유기물 함량은 $1.9-2.1 \text{ g kg}^{-1}$ 으로 일반농경지 유기물 함량 $25-30 \text{ g kg}^{-1}$ 에 비하면 매우 낮은 수준이었다(NIS, 2007). 유효인산 함량도 $31-34 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로 일반농경지의 $80-120 \text{ mg kg}^{-1}$ 에 비하면 매우 낮은 수준이었다. Table 2는 생육기간중 강우 및 기온에 따른 시험포장의 염농도 변화를 나타낸 것이다. Lee et al. (2015)은 새만금 간척지에서 강우에 의해 지하수위는 지표면 아래 최대 94 cm 까지 상승하였으며 무강우 기간에는 최대 165 cm 이하까지 낮았다고 하였다. 지하수위의 증가와 함께 지하수의 EC 또한 높아지는 경향으로 지하수의 상승패턴은 점진적으로 진행되는 토양 재염화 현상의 잠재적인 지표로 활용할 수 있다고 하였다.

제주재래종(수레침) 사료용 피 직파재배 시 파종량별 생육특성을 보면(Table 3), 입모수는 파종량이 증가할수록 많았으며, 입모율은 41-42% 정도였다. 경수도 파종량이 증가할수록 많았고, 초장은 파종량이 많을수록 증가하였으나 50 kg ha^{-1} 에서는 감소하였다. 파종량이 많았던 50 kg ha^{-1} 에서 도복지수가 3이었다. 건물중은 파종량 40 kg ha^{-1} 에서 가장 높았고, TDN 생산량은 파종량이 적을수록 높았다. Ko (2002)는 파종량이 증가할수록 초장이 커진 것은 피의 개체간 광합성작용에서 수분, 양분 등의 경합력이 강해져서 수평신장보다 수직신장이 강하게 이루어졌기 때문이라는 결과를 얻었다. 과밀식에서 초장이 작아졌다는 보고는 Cho et al. (2001b)은 귀리에서, Lee and Kim (1980)은 피에서, Han and Kim (1992)은 연맥에서 같은 결과를 보고한 바 있다. 출수기는 20 kg ha^{-1} 에서 8월 11일이었고, 50 kg ha^{-1} 8월 15일로 파종량이 증가할수록 4일 지연되었다. Back et al. (2006)은 벼의 경우 파종량간에는 차이가 없었으며,

Table 1. Soil chemical properties of site before and after the experiment.

Division	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex.-cations (cmol kg ⁻¹)		
				K	Ca	Mg
Before	7.9	1.9	34	2.5	1.1	2.4
After	6.8	5.7	67	0.4	1.9	2.3

Table 2. Variation in groundwater table level and groundwater salt content monitored in the reclaimed tidelands.

Experimental field	May			Jun.			Jul.			Aug.		
	Ea. ^x	Me. ^y	La. ^z	Ea.	Me.	La.	Ea.	Me.	La.	Ea.	Me.	La.
Precipitation (mm)	20.1	19	5	—	54.2	66.1	26	74	23.6	5.5	34.9	19
No. of raining days (day)	3	2	1	0	3	4	4	4	6	1	3	2
Salt concentration (%)	0.04	0.10	0.03	0.07	0.05	0.04	0.04	0.01	0.03	0.04	0.03	0.06

^xEarly, ^yMedium, ^zLate.

Table 3. Emergency rate and forage yields of barnyard millet as affected by seeding rate in the reclaimed tidelands.

Seeding rates (kg ha ⁻¹)	Plants m ⁻²	Seeding emergence (%)	Plant height ^y (cm)	Culm (No. m ⁻²)	Lodging resistance ^z (1-9)	heading date
20	246	42	166	304	1	Aug. 11
30	362	41	175	402	1	Aug. 11
40	482	41	184	500	2	Aug. 13
50	602	41	179	614	3	Aug. 15

^y80 days after seeding.

^zLodging resistance: 1 = excellent or strong, 9 = worst or weak.

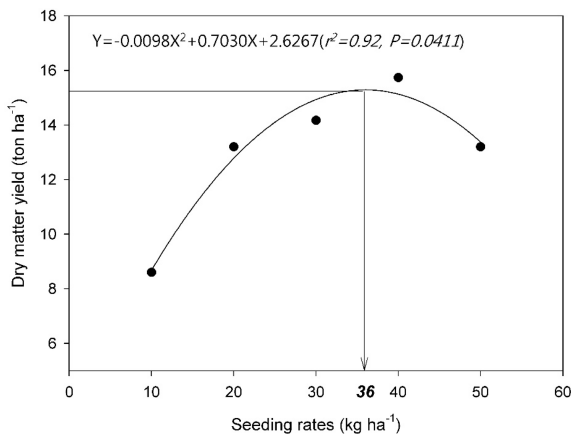


Fig. 1. Dry matter yield as affected by nitrogen rate in the reclaimed tidelands.

토양 염농도간에는 증염답이 저염답보다 3일 정도 늦었는데 이는 염농도가 증가할수록 출수기가 지연된다고 알려져 있다.

일반적으로 작물 파종량의 다소는 작물의 종류, 토양, 기

후 등의 환경조건과 파종 후 관리 등 여러 가지 조건에 따라 다르나, 사료 작물은 밀식할수록 수량성이 높다는 보고가 많은데(Tasuke and Yasuo, 1975), 제주지역에서 Cho et al. (2001a)은 귀리 재배 시 파종량은 90 kg ha⁻¹에서 150 kg ha⁻¹로 증가할수록 생초, 건물, 단백질 수량은 증가되었으나, 그 이상의 파종량 증가는 사료작물의 수량성은 낮아졌다고 보고한 바 있다.

간척지에서 사료용 피 안정생산을 위해 5월 상순에 파종량 40 kg ha⁻¹을 파종하면 건물중으로 14.2-15.7 톤 ha⁻¹ 생산이 되었다. 2년간 평균 수량을 보면(Fig. 1), 파종량 10 kg ha⁻¹에서는 8.6톤 ha⁻¹, 파종량 20 kg ha⁻¹에서는 11.7톤ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹에서는 12.9톤 ha⁻¹, 그리고 40 kg ha⁻¹에서는 15.1 kg ha⁻¹ 생산으로 가장 많았다. 수량반응 곡선상 36 kg ha⁻¹에서 최대수량 건물수량이 추정되었다. 5월 상순에 파종 시 출수기는 파종량이 많을수록 늦어지는 경향이였다. 이 변화 상태의 회귀식은 Y = 0.0098X² + 0.7030X + 2.6267으로 표시되었다.

파종량별 사료가치를 보면(Table 4), 파종량이 적은 20-30 kg에서 다소 높았고, 파종량이 증가할수록 낮아지는 경향이였다.

Table 4. Crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), and total digestible nutrient (TDN) of barnyard millet as affected by seeding rate.

Seeding rate (kg ha ⁻¹)	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN ^y (%)
20	10.4	39.9	68.4	57.4a ^z
30	10.8	39.4	66.2	57.8a
40	11.1	41.5	67.8	56.1b
50	10.6	43.4	68.7	54.6c

^yTDN(%) = 88.9 - (0.79 × ADF).^zMeans with the same letter are not significantly different at 0.05 probability level.**Table 5.** Agronomic characteristics of barnyard millet as affected by nitrogen rate.

Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)	Plant height (cm)		Culm (No. m ⁻²)	heading date	Lodging resistance ^z (1-9)
	6.26	7.13			
100	69.4	109.2	254	Aug. 10	1
150	79.6	123.1	274	Aug. 10	1
200	102.4	126.7	319	Aug. 10	1
250	99.5	127.3	351	Aug. 8	1
Un-treated	34.0	65.9	173	Aug. 15	1

^zLodging resistance: 1 = excellent or strong, 9 = worst or weak.**신간척지에서 사료용 피 직파재배시 적정 질소시비량 구명**

제주재래종(수레침) 사료용 피를 4월 27일 파종하였을 때에 주요 재배형질은 Table 5와 같다. 7월 13일(파종 후 80일)에 초장을 보면, 시비량이 많을수록 초장은 250 kg ha⁻¹에서 127.3 cm로 가장 컸고, 경수도 351개 m⁻²로 가장 많았다. 사료수량과 관련이 깊은 경수와 초장은 비료를 기비와 분얼비로 분시하였을 때 무시용 대비 2배 정도의 차이가 있었다. 출수기는 질소 시비량이 가장 많은 처리구에서 가장 8월 8일로 가장 빨랐으며 질소 처리구가 100-200 kg ha⁻¹ 처리구는 차이가 없었으나 무비구가 가장 늦은 경향으로 5일의 차이가 있었다. 시험 재배중에 외부의 큰 바람의 영향이 없어서 도복은 모든 처리구에서 없었다. 사료 생산량은 사료작물의 재배면적 × 단위면적당 수확량(단수)로 산출하므로 사료 생산량을 늘리기 위해서는 재배면적을 늘리고 단수를 증가시킬 필요가 있다. 피는 흡비력이 강할 뿐 아니라 질소의 시용에 대해서도 민감한데, 질소 시비량이 과도할 경우 도복하기 쉬워 감소되며, 생육 초기에 있어서 식물체의 NO₃-N 함량을 증가시킨다. 또 질소를 170 kg ha⁻¹까지 시비하면 청에피의 건물수량이 증가되었으나 220 kg ha⁻¹ 시용 시에는 수량이 낮아지는 경향이라고 한다(Cho et al., 2001b).

Table 6. Crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), and total digestible nutrient (TDN) of barnyard millet as affected by nitrogen rate.

Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)	CP (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN ^z (%)
100	11.1	39.4	65.4	57.8b
150	11.5	39.5	69.5	57.7b
200	12.2	38.2	68.4	58.7a
250	12.8	37.4	70.7	59.4a

^zTDN(%) = 88.9 - (0.79 × ADF).**Table 7.** Agronomic characteristics and forage yields of barnyard millet as affected by nitrogen rate in the reclaimed tidelands.

Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Dry weight (ton ha ⁻¹)
100	168.8b	149.9b	19.4a	14.3b
150	169.9b	150.0b	18.2a	15.3a
200	180.2b	158.7b	19.7a	16.6a
250	196.7a	175.0a	20.1a	16.9
Untreated	136.3c	117.5c	18.2a	9.4c

사료용 피의 사료적 가치를 알아보기 위하여 줄기의 조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 조섬유와 조회분의 함량이 높고 조단백질도 11.1-12.8%로 나타나 소나 말의 사료로 이용가치가 높을 것으로 판단되었다. 질소 시비량의 차이에 따른 CP 함량은 11.1%에서 12.8%로 증가하였고, TDN 함량도 같은 경향이였다. Cho et al. (2001a)은 질소 시비량이 증가할수록 청에 유채의 CP 함량은 증가되었으나 조섬유 함량은 감소하였다고 보고하였고, 질소 시비량이 증가할수록 수단그라스계 잡종의 CP와 조지방 함량은 증가되는 반면, 조섬유와 조회분 함량은 감소되었다고 보고하였다. 본 시험에서 질소 시비량이 많을수록 도복, 토양의 산성화, 지하수 오염 등을 고려할 때 비옥도가 낮은 토양에서의 적정 질소 시비량은 200 kg ha⁻¹ 내외로 생각되며, 비옥도가 높은 경우 100-150 kg ha⁻¹가 적정할 것으로 판단되었다.

사료용 피의 생육과 수량을 보면(Table 7), 사료용 피의 생육은 질소 250 kg ha⁻¹ 시비에서 초장과 간장이 유의적으로 컸으며, 간경은 처리간에 유의성이 없었다. 벼 대체작물 개발을 위한 피 재배법에서 초장과 간장이 각각 184.6 cm, 169.8 cm로 사료용 피 재배 시 질소질 비료를 200 kg ha⁻¹와 비교해 보면, 약간 작았는데 간척지 토양의 특성상 염농도 및 유기물 함량의 차이에 의한 것으로 보인다. 생초수량은 질소질 비료 100에서 250 kg ha⁻¹ 시비는 차이가 없

Table 8. Dry matter yield, crude protein yield, N uptake, and NUE of barnyard millet as affected by nitrogen rate

Nitrogen rate (kg ha ⁻¹)	Crude protein yield (ton ha ⁻¹)	N uptake (kg ha ⁻¹)	NUE ^y (kg DM ² kg ⁻¹ N)
100	0.44	20.7	69.1
150	0.44	23.0	66.5
200	0.55	30.9	53.7
250	0.54	30.0	56.3
Untreated	0.28	12.2	76.9

^yNUE: Nitrogen using efficiency.^xDry matter.

었으며, 건초 수량은 질소질 비료 150에서 250 kg ha⁻¹ 시비에서 차이가 없었다. 그러나 무시용 대비 건초 수량은 200 및 250 kg ha⁻¹ 시비에서 16.6톤 ha⁻¹, 16.9톤 ha⁻¹로 43% 정도 높았다. Cho et al. (2001a)은 건물수량이 무질소구에서 6.76톤 ha⁻¹이었고, 질소 시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증수되어 250 kg/ha 시비구에서 12.67톤/ha 이었으나 200 kg ha⁻¹ 시비구에서는 12.48톤 ha⁻¹으로 유의한 차이가 없다고 한 것과 같은 결과를 얻었다.

사료용 피의 질소 시비량별 질소이용 효율을 보면(Table 8), 조단백질 수량(CP)은 건물수량과 비슷한 경향으로 무질소구에서 0.28톤 ha⁻¹이었던 것이 질소 250 kg ha⁻¹ 시비구에서 0.54톤 ha⁻¹이었다. Lee and Kim (1980)도 질소 150 kg ha⁻¹까지 시비량이 많을수록 CP 수량이 증가한다고 알려져 있다. TDN 수량은 6.09-10.87톤 ha⁻¹ 범위에 있었고, 건물 수량과 비슷한 경향이었다. 질소 시비량이 많을수록 건물 수량과 질소 함량이 증가되므로 질소 흡수율은 증가되어 무질소구에서 건물에 대한 질소 이용효율은 질소 시비량이 많을수록 낮아져 무질소구에서 12.2 kg ha⁻¹ 이었던 것이 200 kg ha⁻¹ 시비구에서는 30.9 kg ha⁻¹였는데, 질소 함량 보다는 건물 수량에 더 큰 영향을 받았다. 건물에 대한 질소 이용효율은 질소 시비량이 많을수록 낮아져 무질소구에서 76.9 kg DM kg⁻¹이었던 것이 질소 200 kg ha⁻¹ 시비구에서는 53.7 kg DM kg⁻¹이었다. Baek et al. (2005)은 질소 시비가 벼의 초형, 병해충 및 재해 발생 등에 복합적인 영향으로 질소량 부족은 수량을 감소시키고 질소과잉은 병해충 및 도복 발생 등의 원인이라는 결과를 얻었다.

요 약

사료용 피 직파재배시 적정 파종량 시험에서 입모수는 파종량이 증가할수록 많았으며, 입모율은 41-42% 정도였다. 경수도 파종량이 증가할수록 많았고, 초장은 파종량이 많

을수록 증가하였으나 50 kg ha⁻¹에서는 감소하였다. 파종량이 많았던 50 kg ha⁻¹에서 도복지수가 3이었다. 건물중은 파종량 40 kg ha⁻¹에서 가장 높았고, TDN 생산량은 파종량이 적을수록 높았다. 수량반응 곡선상 36 kg ha⁻¹에서 최대수량 건물수량이 추정되었다. 변화 상태의 회귀식은 $Y = 0.0098X^2 + 0.7030X + 2.6267$ 으로 표시되었다. 출수기는 파종량이 많을수록 늦어지는 경향이었다. 사료용 피 직파재배시 질소질 비료 150-250 kg ha⁻¹ 시비에서 건초 수량의 차이는 없었으나, 무시용 대비 건초 수량은 200 및 250 kg ha⁻¹ 시비에서 16.6톤 ha⁻¹ 및 16.9톤 ha⁻¹로 43% 및 45% 정도 높았다. 조단백질 수량(CP)은 건물수량과 비슷한 경향으로 무질소구에서 0.28톤 ha⁻¹이었던 것이 질소 250 kg ha⁻¹ 시비구에서 0.54톤 ha⁻¹이었다.

주요어: 피, 재배, 시비, 간척지, 파종

Acknowledgements

This research was supported by a project grant from the cooperative research program for Agricultural Science and Technology Development (Project No. PJ01135102) of the RDA.

References

- Baek, N.H., Choi, W.Y., Ko, J.K., Nam, J.K. and Park, H.K. 2005. Proper Nitrogen Fertilizer Level for Improving the Rice Quality at Reclaimed Saline Land in the Southwestern. Korean J. Crop Sci. 50(5): 46-50.
- Baek N.H., Choi, W.Y., Ko, J.K., Nam, J.K. and Park, H.K. 2006. Optimum Seeding Rate in Different to Soil Salinity for Broadcasting on the Rice Flooded Paddy Surface at Southwestern Reclaimed Saline Land of Korea. Korean J. Crop Sci. 51: 47-51.
- Baker, R.D. 2003. Millet production. Guide A-414. College of Agriculture and Home Economics on the World Wide Web at www.cahe.nmsu.edu. New Mexico State University Library.
- Ball, D.M., C.S. Hoveland and G.D. Lacfield. 2004. Forage crop pocket guide. Potash & phosphate institute (PPI). pp. 16.
- Cho, N.K., Kang, Y.K., Song, C.K., Ko, Y.S. and Cho, Y.I. 2001a. Effect of seeding rate on forage yield and chemical composition of *Echinochloa crusgalli* Var. *Fruentacea* (Roxb) Wight in Jeju reign. J. Kor. Grassl. Sci. 21:225-232.
- Cho, N.K., Song, C.K., Song, S.W., Cho, Y.I. and Oh, E.K. 2001b. Effect of seeding rate on agronomic characteristics, forage yield and chemical composition of oats in Jeju island. Journal of

- Animal and Technology 43(4):561-568.
- Chun H.C., Jung, K.Y., Choi, Y.D., Lee, S.H. and Kang, H.W. 2016. The growth and yield changes of foxtail millet (*Setaria italic* L.), proso millet (*Panicum miliaceum* L.), sorghum (*Sorghum bicolor* L.), adzuki bean (*Vigna angularis* L.), and sesame (*Sesamum indicum* L.) as affected by excessive soil-water. Kor. J. Agric. Sci. 43:547-559.
- Han, K.J., Kim, D.A. 1992. Effects of seeding rates and nitrogen fertilization levels on the agronomic characteristics, nutritive value and forage yield of spring oat. J. Japan Grassl. Sci. 12(1):59-66.
- 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.
- Ko, Y.S. 2002. Effect of seeding rate and seeding date on the growth characters, forage yield and chemical composition of Japanese millet. Cheju National University.
- Lee H. W. and Kim, D. A. 1980. Effect of Seeding Rates and Nitrogen Fertilization on the Growth, Chemical Composition and Forage Yield of Japanese Barnyard Millet. Journal of Animal and Technology 22(1):83-92.
- Lee S.H., Bae H.S., Lee S.H., Oh Y.Y. and Ryu J.H. 2015. The Society of Agricultural Research on Reclaimed Lands. pp. 88-103.
- MAFRA. 2015. <http://library.mafra.go.kr/skyblueimage/4523.pdf>. p. 358.
- NIS (National Institute of Agricultural Science), RDA. 2007. Annual report of the monitoring project on agri-environment quality. pp. 6-12.
- Park T.S., Park, H.K., Hong, S.W., Kim, J.K., Jung, N.J., et al. 2012. Agronomic Characteristics and Herbicidal Response of Barnyard Millet Strains Under Paddy Rice. Korean J. Weed Sci. 32(3):256-262.
- RDA (Rural Development Administration). 1995. Analysis manual for agricultural science and technology in research. RDA, Suwon, Korea.
- RDA (Rural Development Administration). 2000. Analysis manual for agricultural science and technology in research. RDA, Suwon, Korea.
- Shin, J.S., Kim, W.H., Lee, S.H., Yoon, S.H., Chung, E.S., et al. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaimed tideland. J. Kor. Grassl. Sci. 24:335-340.
- Tasuke, Y. and K. Yasuo. 1975. Studies on the cultivation of Japanese barnyard millet as soiling crop. J. Japan Grassl. Sci. 21(1):34-41.