

## 답리작 적응 조사료용 피의 생육특성 및 제초제 반응

박태선<sup>1\*</sup>, 박홍규<sup>1</sup>, 홍승우<sup>1</sup>, 김정곤<sup>2</sup>, 정남진<sup>3</sup>, 조현숙<sup>1</sup>, 성기영<sup>1</sup>, 양운호<sup>1</sup>, 서명철<sup>1</sup>, 강항원<sup>1</sup>

## Agronomic Characteristics and Herbicidal Response of Barnyard Millet Strains Under Paddy Rice

Tae-Seon Park<sup>1\*</sup>, Hong-Kyu Park<sup>1</sup>, Seong-Woo Hong<sup>1</sup>, Jeong-Gon Kim<sup>2</sup>  
Nam-Jin Chung<sup>3</sup>, Hyun-Suk Cho<sup>1</sup>, Ki-Yeong Seong<sup>1</sup>  
Woon-Ho Yang<sup>1</sup>, Myung-Chul Seo<sup>1</sup> and Hang-Won Kang<sup>1</sup>

**ABSTRACT** This experiment was conducted to determine the agronomic characteristics for selection of the excellent barnyard millet and the herbicidal response for their weediness prevention in paddy rice. IT170609, IT195422 and EV2012 have produced more dry matter compared to other barnyard millets tested. In varietal characteristics by heading date, IT170609 showed medium maturing type and IT195422 and EV201 had late maturing type. The germination rate of IT170609, IT195422 and EV2012 on temperature was higher than *Echinochloa oryzicola* of native species, and it was definitely distinctive at 20 and 25°C. In the herbicidal response for their weediness prevention in paddy rice, imazosulfuron+benzobicyclon+penoxsulam SC showed control effect the extend of over 90% to IT170609, IT195422 and EV2012. Cyhalofop-butyl EC, penoxsulam SC and metamifop EC were very effective by 6~7 leaf stage of barnyard millets tested.

**Key words:** agronomic characteristics; barnyard millet; herbicidal response; weediness.

### 서 언

최근 들어 쌀 개방 압력 및 소비둔화와 다수확 벼 품종에 따른 재고량 증가로 벼 재배면적을 축소 조정해야 하는 필요성이 대두되면서 농지 이용의 다변화와

고도 이용화의 필요성이 증가하고 있다(Lee와 An 2003; Yoo와 Park 2004). 2010년부터 시행되고 있는 논농업 다양화사업의 일환으로 벼 대체작목으로 콩과 옥수수가 주로 눈에 재배되고 있으나 배수시설이 미비한 우리나라의 논 특성상 발작물을 재배하면 생산력이 크게

<sup>1</sup> 국립식량과학원, 441-857 경기도 수원시 권선구 수인로 125(National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea).

<sup>2</sup> (사)한국맥류산업발전연구원, 441-857 경기도 수원시 수인로 125(Korean Wheat and Barley Industry, Suwon 441-857, Korea).

<sup>3</sup> 전북대학교 농업생명과학대학, 전북 전주시 덕진구 백제대로 567(College of Agriculture and Life Science, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea).

\* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-31-290-6776, Fax) +82-31-290-6773, E-mail) jlpark@korea.kr

(Received August 27, 2012; Examined September 6, 2012; Accepted September 17, 2012)

저하될 것이다. 특히, 논에 물을 가두지 못하기 때문에 토양유실이 발생하여 벼와 같이 담수상태를 유지하면서 쌀 생산 조정이 가능한 대체작물의 개발이 필요하다. 피는 C<sub>4</sub>식물로서 생육기간이 짧은 열대작물로서 기상, 토양 등에 대한 적응력이 매우 강하고, 조나 수수류와 같은 대부분의 발작물과는 달리 강우량이 많은 지역에도 생육이 양호하고 수량성이 높은 사료작물로 알려지고 있다(Lee 등 2003). 피는 다른 사료작물에 비해 재배가 용이하고, 2~3개월 내에 사료생산이 가능한 이점 때문에 제주도와 호남지역에서 많은 면적에 여름철 청예 사료작물로 재배되고 있고, 그 밖의 타도에서도 일부 양축농가에서 조사료를 생산할 목적으로 재배면적이 확대되고 있는 실정이다(Cho 등 2002). 사료용 피의 파종량은 지역 또는 이용 목적에 따라서 차이는 있으나 20~30kg ha<sup>-1</sup>을 기준으로 조파와 산파를 하고 있다(Kim 등 2005). Choi 등(1991)은 국내·외 피 유전자원들에 대한 생육특성, 종실 및 청예수량성, 사료가치분석에 대한 연구를 실시하여 보고하였고, Cho 등(2001)은 제주지역에서 사료용 피의 파종량 차이에 따른 사료수량 및 조성분변화에 대하여 보고하였다. 그리고 Shin 등(2004)은 간척지를 밭으로 이용할 경우를 대비하여 주요 여름 사료작물인 옥수수, 수수류 그리고 사료용 피를 대상으로 시험한 결과 제주 재래 피가 수량성 등이 우수하였다고 보고하였다. 또한 피 6품종을 간척지에서 건물수량을 및 사료가치를 비교분석한 결과 summer green 품종이 가장 우수하였다고 보고하였다(Shin 등 2006). 그리고 논에서 피를 재배하여 조사료로 이용하면 최근 사료가격 폭등으로 인한 축산농가의 가격경쟁력을 향상시킬 수 있다. 또한 벼 수확 후 벼짚을 사료용으로 사용하기 위하여 전국적으로 수거하고 있는데, 벼짚을 논에 환원하지 않고 수거한다면 유기물 및 규산 함량은 낮아질 것이다. 그러므로 논에서 벼짚 대신 같은 화분과인 피를 재배하여 조사료로 사용한다면 벼짚을 논에 환원 시켜 줌으로써 논 유기물함량을 증가시킬 수가 있을 것이다.

그러나 피는 국내 논 잡초들 중에서 벼에 대한 월등한 경합력을 나타내어 벼 수확량에 많은 피해를 주는 것으로 보고되었다. Kwon 등(2007)은 벼 이앙재배에서 벼에 대한 경합력은 알방동사니에 비하여 23.6~26.2배나 높았으며, 피의 경제적 허용한계밀도는 m<sup>2</sup>당 0.8~1.1주였으나 알방동사니는 27.8~28.8주로 나타났

다고 보고하였다. 또한 벼 직파재배에서도 피는 m<sup>2</sup>당 5주에서 100주로 증가함에 따라 벼의 피해율은 11%에서 74%로 나타났으나 물달개비는 1%에서 12%로 훨씬 낮게 나타났다고 보고하였으며, 경제적 허용한계 밀도 역시 피는 m<sup>2</sup>당 0.9주였으나 물달개비는 22주로 나타나 피의 경합력이 물달개비 보다 약 24배 이상 높게 나타났다고 보고하였다(Kwon 등 2006). 또한 최근에는 국내에서 피 방제 약제로 광범위하게 사용되어지고 있는 ALS 저해제인 penoxsulam과 ACCase 저해제인 cyhalofop-butyl, fenoxaprop-P-ethyl, metamifop에 대한 저항성 강피와 물피가 발생되어 확산되어지고 있는 실정이다(Im 등 2009; Park 등 2010). 그래서 재래종 피들인 강피와 물피, 그리고 들피 보다 생육이 월등하게 좋은 사료용 피들이 논에 사료용으로 재배되어 잡초화 된다면 또 다른 문제점을 야기될 수가 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 사료용 피로서 재배가 가능한 계통들을 선별한 다음 이들 계통들에 대한 제초제 반응을 엽기별로 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 생육특성 조사

논에서 사료용 피로 가능성이 있는 계통을 선별하기 위하여 표 1과 같이 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터에서 7계통과 김제에 위치한 에버그린에서 1계통(EV2012)을 분양받아서 실시하였다. 생육특성 시험은 국립식량과학원 벼맥류부 온실내 식양토로 채워진 대형 콘크리트 포트(깊이 1.5m, 길이 25m)에서 실시하였다. 온실내의 온도는 주간 25~28°C, 야간은 15~18°C로 조건하였으며 17~20시까지 약 10만 Lux 이상 광을 유지하였다. 분양받은 종자는 휴면타파를 위하여 2°C의 저온에서 2010년 9월 7일부터 2011년 1월 2일까지 보관하였으며, 2011년 1월 3일 침종하여 균일하게 발아된 종자를 침종 3일 후인 1월 6일에 파종하였다. 시비량은 ha당 질소 25kg, 인산 150kg, 가리 100kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비 및 염화칼리로 시용하였으며, 질소비료는 전량의 50%는 기비로, 나머지 50%는 파종 1개월 후에 추비로 하였고, 인산과 칼리는 전량을 기비로 하였다. 사료용 가치가

**Table 1.** Barnyard millet varieties used to test the agronomic characteristics under greenhouse.

Class Number	English name	Variety
K141285	Japanese millet	Shuiraitan
K141286	Japanese millet	Chousen
IT170609	barnyard grass	Shirohie millet
K141288	Japanese millet	Shuiraitan
K141289	Japanese millet	Shuiraitan
K141287	Japanese millet	Chousen
IT195422	Jeju barnyard grass	-
EV2012	-	-

있는 생육이 우수한 계통을 선발하기 위하여 성숙기인 2012년 3월 20일에 간장, 수장, 생체중과 건물중 등을 조사하였다.

#### 발아적온

발아적온을 구명하기 위하여 생육이 양호하여 사료 가치 가능성이 있는 IT170609, IT195422, EV2012 그리고 재래종인 강피를 2°C에서 2개월 동안 과습 조건에 저장한 다음 시험에 사용하였다. 저온조건에서 저장한 종자를 물이 채워진 500mL 비이커에 담은 다음 5시간 후 바닥에 침전된 건실한 종자를 직경 9cm 샐레에 여지 2장을 깔고 증류수 10ml를 가하고 종자를 각각 100립을 균일하게 3반복으로 파종한 다음 20, 25, 30°C 온도조건에서 매일 10일간 발아율을 조사하였으며, 발아율은 지상부가 1mm이상 신장한 것을 조사하여 계산하였다.

#### 제초제 반응

논에서 사료용 피의 잡초화 방지를 위하여 IT170609,

IT195422, EV2012 그리고 전북 익산에서 분양받은 재래종 강피를 표 2와 같이 2~3, 4~5 그리고 6~7엽기로 구분하여 약제별로 처리하였다. 제초제 반응 대상 피들은 비 가림 투명 비닐하우스 내에서 식양토로 채워진 1/5000 와그너 포트에 균일하게 발아한 계통별 사료용 피 종자를 15개씩 파종한 다음 생육이 불균일한 식물체를 제거 후 포트 당 5개의 균일한 피를 대상으로 하였다. 엽기별 대상 약제는 표 2와 같으며 방제 효과는 약제처리 20일 후에 계통별 무처리구에 대비하여 달관 및 생체중으로 조사하였다. 제초제는 2~3엽기는 수면처리를 하였으며, 4~5엽기는 수면처리 및 경엽처리, 6~7엽기는 경엽처리로 하였다.

## 결과 및 고찰

#### 생육특성 조사

주간 및 야간온도를 각각 25~28°C와 15~18°C 유지하고 17~20시까지 약 10만 Lux 이상 광을 유지하여 6월 기상조건으로 설정된 겨울철 유리온실에서 분양된 사료용 피의 출수기에 계통별 생육특성은 표 3과 같다. 출수기는 2월 28일이고 중생종인 IT170609 계통이 분얼력이 가장 강할 뿐만 아니라 초장도 가장 길어 건물 생산에 유리하게 나타났다. 또한 만생종인 IT195421와 김제에 위치한 예버그린 분양종인 EV2012도 분얼력이 양호하고 초장의 길이로 보아 건물중 생산이 유리할 것으로 나타나 사료용 가치가 있을 것으로 나타났다. 그러나 K141287, K141288, K141289는 조생계통으로 분얼력과 초장이 짧아 사료용 가치가 적은 것으로 나타났다.

**Table 2.** Herbicides used for herbicidal response of barnyard millet variety.

Herbicide	Rate (g ai ha-1)	Application time (leaf stage)	Treatment method
Fentrazamide+mesotrione+pyrazosulfuron-ethyl GR	1+0.3+0.7	2~3	Soil application
Bromobutide+imazosulfuron+mefenacet SC	15+1.5+20	2~3	Soil application
Imazosulfuron+benzobicyclone+penoxsulam SC	3.5+1.5+0.42	4~5	Soil application
Azimsulfuron+carfentrazone+metamifop GR	0.05+0.25+0.3	4~5	Soil application
Cyhalofop-butyl EC	6	4~5 and 6~7	Foliar application
Penoxsulam SC	3	4~5 and 6~7	Foliar application
Metamifop EC	3.3	4~5 and 6~7	Foliar application

**Table 3.** Agronomic characteristics at heading date of barnyard millet varieties under greenhouse.

Class number	Heading date (month. day)	Plant height (cm)	Tillering capacity <sup>1)</sup> (1~5)	Varietal characteristics
K141285	Feb. 24	92	2	Midium maturing
K141286	Feb. 06	102	2	Early maturing
IT170609	Feb. 28	107	5	Midium maturing
K141288	Feb. 13	78	2	Early maturing
K141289	Feb. 13	81	2	Early maturing
K141287	Feb. 14	77	2	Early maturing
IT195421	Mar. 13	105	3	Late maturing
EV2012	Mar. 12	106	3	Late maturing

<sup>1)</sup>Tillering capacity : 1(very weakness), 5(very strong).

**Table 4.** Agronomic characteristics of barnyard millet varieties under greenhouse.

Class number	Culm length (cm)	panicle length (cm)	leaf length (cm)	Fresh weight(g/plant)			Dry weight(g/plant)		
				Leaf	Stem	Spick	Leaf	Stem	Spick
K141285	128	11.3	29.0	3.8	17.0	8.1	1.0	3.8	3.8
K141286	122	10.7	34.7	3.9	16.6	8.3	1.0	3.3	4.4
IT170609	127	9.8	26.6	8.5	32.3	7.4	1.9	6.1	3.6
K141288	86	9.2	25.2	1.8	8.4	4.4	0.4	1.8	2.0
K141289	80	9.4	23.0	1.8	9.5	6.0	0.5	2.4	2.8
K141287	88	10.4	27.7	2.3	9.3	5.7	0.6	1.9	3.2
IT195421	124	12.2	22.6	4.0	22.4	10.8	0.8	4.2	6.1
EV2012	131	12.7	31.7	5.7	25.4	11.2	1.1	4.9	6.5

표 4는 사료용 피 계통별 성숙기에 생육특성을 나타낸 것이다. 출수기와 같이 성숙기에도 중생종인 IT170609 계통은 초장이 길고 생체중과 건물중 생산량이 가장 높아 사료용 가치가 매우 높게 나타났다. 또한 만생종인 IT195421 및 EV2012 계통은 유사한 생육특성을 보였으며, 생체중과 건물중 생산은 IT170609 계통에 비하여 상대적으로 낮았으나 종자생산량은 상대적으로 가장 높게 나타나 사료가치가 있을 것으로 생각된다. 우리나라에서 사료용 피에 대하여 연구논문은 많지 않으나 Cho 등(2001)은 제주지역에서 사료용 피인 제주 피를 ha당 15kg으로 파종하였을 때 초장이 155.5cm이었던 것이 파종량이 35kg으로 증가함에 따라 162cm로 증가하였으나, 그 이상의 파종량에서는 초장이 감소하였다고 하였다. 그리고 질소를 ha당 200kg으로 고정하고 시비회수를 1회에서 3회로 증가

함에 따라 건물 수량은 6.96MT ha<sup>-1</sup>에서 11.99MT ha<sup>-1</sup>로 증가하였다고 하였다. 따라서 동계온실에서 분양된 사료용 피 IT170609, 만생종인 IT195421 및 EV2012 계통들은 실제 논에서 적절한 파종량과 질소시비를 할 경우 기존 사료용 피 보다 많은 건물중을 생산할 것으로 생각된다. 또한 최 등(1991) 조와 기장 그리고 사료용 피의 유전자원 평가에서 사료용 피의 생체수량은 조, 기장에 비하여 높았으며 옥수수과 비슷하게 보고하였다. 그러나 피는 다른 전작물에 비하여 내습성, 내염성도 강한 내재해성 작물로 확인되었을 뿐만 아니라 생육기간이 사료용인 청예용으로 재배할 때 10~12주 정도 짧은 사료작물의 다모작 체계에 적합하다.

**발아적온**

그림 1은 서로 다른 온도에서 사료용 피의 계통별

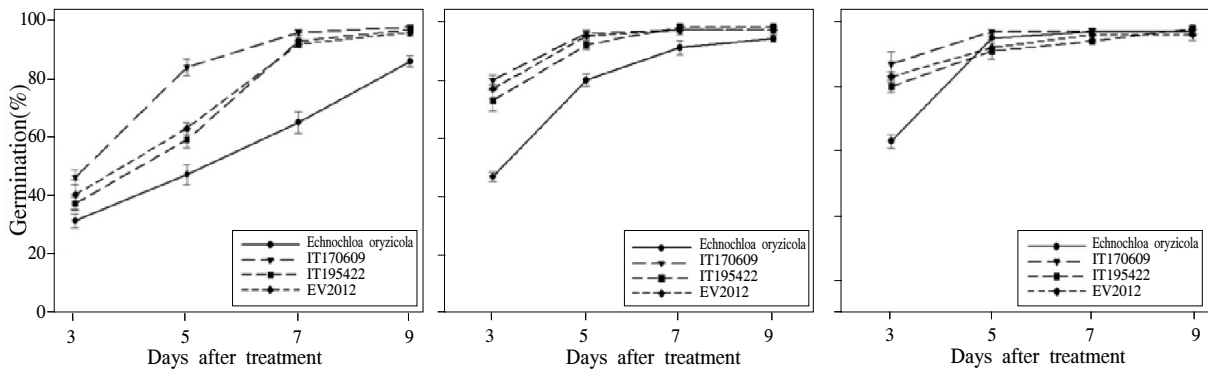


Fig. 1. Cumulative germination of barnyard millet varieties under different temperature.

발아율을 재래종인 강피와 비교하여 나타낸 것이다. 조사된 모든 온도 조건에서 사료용 피들은 강피에 비하여 발아속도와 발아율이 높게 나타났다. 특히 상대적으로 낮은 온도인 20°C에서 뚜렷하게 나타나 사료용 피들은 저온 발아정도가 높은 것으로 생각된다. 사료용 피들 중에서는 조생종인 IT170609계통이 IT195421 및 EV2012 계통들보다 발아율이 높았고 이러한 차이는 20°C에서 가장 크게 나타났다. 온도별 발아율을 보면 상대적으로 고온조건인 30°C에서는 처리 후 3일에도 90% 이상의 발아율을 보였으며, 25°C에서도 조사된 모든 온도에서 강피에 비하여 뚜렷하게 높게 나타났다.

현재 국내 논에서 등록된 제초제들의 처리 시기는 이앙 및 파종 시기 기준으로 표기되어 있고, 이것은 피엽기와 매우 밀접한 관계가 있다. Park 등(2010)은 최근 국내 논에서 빠르게 확산되고 있는 ACCase 및 ALS 저해제들에 대한 저항성 강피들은 대체약제들인 mefenacet이나 fentrazamide에 대하여 효과적으로 방제되어지나 3엽기 이상에서는 방제가 현저하게 떨어진다고 보고하였다. 국내 논에서 우점하고 있는 강피에 비해서 발아속도와 발아율이 높으면 생육정도가 빨라 사료용 피를 논농업다양화 사업 일환으로 논에 재배한 후 이듬해 혹은 다른 년도에 다시 벼를 재배하여 기존의 잡초방제 시기에 준하여 처리한다면 사료용 피의 잡초화 가능성이 매우 높다. 따라서 사료용 피의 잡초화 방지를 위하여 현재 국내 논에서 등록되어 사용비용이 높은 토양처리제나 경엽처리제들에 대한 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

표 5는 사료용 피들이 논에 재배한 다음 다시 벼를

재배하였을 때나 혹은 인근 다른 지역으로 이동하였을 때 사료용 피들이 잡초화 되는 것을 방지하기 위하여 국내 논에서 광범위하게 사용하고 있는 몇몇 제초제들에 대한 방제 효과를 나타낸 것이다. 특히 현재까지 사료용 피들이 주로 남부지역에 재배되어 지고 있을 뿐만 아니라 정부의 논 농업다양화 사업 역시 대부분 남부지역에서 주로 실시되어 지고 있다. 그러므로 제초제 저항성 피, 올챙이고랭이, 물달개비 등을 방제할 수 있는 저항성 문전약제들이 혼합된 제초제들을 대상으로 하였고, 사료용 피들의 빠른 생육특성으로 처리적기를 일실하였을 경우를 대비하여 후기 경엽처리제들에 대하여서도 조사를 하였다.

사료용 피 3계통의 엽기별로 수면 및 경엽 처리제들을 처리하여 강피에 대한 방제효과를 비교한 결과 fentrazamide+mesotrione+pyrazosulfuron-ethyl 입제와 azimsulfuron+carfentrazone+metamifop 입제를 제외한 모든 제초제들은 강피보다 사료용 피에 훨씬 높은 방제효과를 보였다. 경엽처리 제초제들인 cyhalofop-butyl 유제, penoxsulam 액상수화제, 그리고 metamifop 유제들은 4~5엽기뿐만 아니라 6~7엽기까지도 사료용 피에 높은 방제효과를 보였다. 특히 조사된 모든 경엽처리 제초제들은 4~5엽기에는 모든 사료용 피에 대하여 100%의 방제효과를 보였으며, 6~7엽기에도 penoxsulam 액상수화제가 IT170609 계통에 상대적으로 낮은 방제효과를 제외하면 90% 이상의 매우 높은 방제효과를 보였다. 그러나 처리된 모든 경엽처리제들은 강피에는 상대적으로 낮은 방제효과를 보였는데, 이는 강피가 우점하고 있는 전북 익산에서 채종되어 ACCase 및 ALS 저해제들에 대한 저항성 강피 종자들

**Table 5.** Response several herbicidal to barnyard millet variety under vinyl house.

Herbicide	Application time (leaf stage)	Efficacy(%)			
		<i>Echinochloa oryzicola</i> <sup>1)</sup>	IT170609	IT195422	EV2012
Fentrazamide+mesotrione+pyrazosulfuron-ethyl GR	2~3	41	40	45	48
Bromobutide+imazosulfuron+mefenacet SC	2~3	47	65	61	56
Imazosulfuron+benzobicyclone+penoxsulam SC	4~5	65	100	90	91
Azimsulfuron+carfentrazone+metamifop GR	4~5	56	50	43	37
Cyhalofop-butyl EC	4~5	24	100	100	100
Cyhalofop-butyl EC	6~7	21	97	100	100
Penoxsulam SC	4~5	53	100	100	100
Penoxsulam SC	6~7	49	84	100	91
Metamifop EC	4~5	77	100	100	100
Metamifop EC	6~7	60	100	100	100

<sup>1)</sup>*Echinochloa oryzicola* is estimated to be mixed with resistant seeds to ACCase and ALS inhibitors.

이 높은 밀도로 혼합되어 진 것으로 생각되어 추후 감수성 강피에 대한 세밀한 비교 검토가 필요하다. 수면처리제들 제초제 중에서는 사료용 피 4~5엽기에 imazosulfuron+benzobicyclone+penoxsulam 액상수화제가 3계통 모두에 대하여 90% 이상의 방제효과를 보였으나 다른 3종의 제초제들은 비교적 낮은 방제효과를 보였다. 비교적 고온인 비닐하우스 조건에서 제초제들이 처리되어 조사된 피들의 생육이 비교적 빨라 입제형에 비해 액상수화제 제초제들이 상대적으로 효과가 높게 나타났다. 또한 피 2엽기 이내에 효과적인 mefenacet과 fentrazamide를 고온인 하우스 내에 처리됨으로써 피의 엽기진전이 매우 빨라 사료용 피에 대한 효과가 낮게 나타난 것으로 생각된다. 비록 이양 전 처리 제초제 등에 대한 조사와 논에서 체계처리에 대한 세밀한 연구가 수행되지 못하였지만 사료용 피들이 재래종인 강피에 비해 조사된 제초제들에 민감하게 반응하기 때문에 사료용 피를 재배한 답리작에서 현재 농가에서 실시되어 지고 있는 방법으로 제초제를 처리한다면 사료용 피 방제는 문제가 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

**요 약**

본 시험은 몇몇 사료용 피들의 생육특성과 논에서

잡초화 방지를 위하여 국내 논에서 사용량이 많은 제초제들에 대한 반응을 조사하기 위하여 실시되었다. 겨울철 유리 온실 내의 대형 콘크리트 포트에서 사료 가능성이 높은 피 8계통들의 생육을 조사한 결과 IT170609, IT196421 그리고 EV2012 계통들이 건물중 생산성이 상대적으로 높았다. 출수기에 따른 품종적 특성은 IT170609 계통은 중만생종, IT196421 및 EV2012 계통들은 만생종으로 나타났다. 선발된 사료용 피 3계통에 대한 발아율은 재래종인 강피 보다 높았고, 20 및 25°C에서 뚜렷하였다. 논에서 사료용 피들의 잡초화 방지를 위한 제초제 시험에서 토양처리제인 imazosulfuron+benzobicyclone+penoxsulam 액상수화제는 사료용 피 3계통에 대하여 90% 이상의 효과를 보였다. 경엽처리 제초제들인 cyhalofop-butyl 유제, penoxsulam 액상수화제, metamifop 유제는 사료용 피 6~7엽기까지 매우 높은 효과를 보였다.

**인 용 문 헌**

Cho, N. K., Y. K. Kang and C. H. Boo. 2001. Effect of split nitrogen application on agronomic characteristics, forage yield, and chemical composition of Japanese millet. J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.) 43(2):253-258.

- Cho, N. K., Y. K. Kang, Y. S. Ko and Y. I. Cho. 2002. Effect of seeding rate on forage yield and chemical composition of *Echinochloa crusgalli* var. *frumentacea* (Roxb.). J. Korean Grassl. Sci. 21(4): 225-232.
- Choi, B. H., K. Y. Park and R. K. Park. 1991. Evaluation of genetic resources of foxtail, proso and barnyard millets. Res. Rept. RDA (U&I). 33(2): 78-83.
- Im, S. H., M. W. Park, M. J. Yook and D. S. Kim. 2009. Resistance to ACCase inhibitor cyhalofop-butyl in *Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli* collected in Seosan, Korea. Korean J. Weed Sci. 29(2):178-184.
- Kim, W. H., J. S. Shin, Y. C. Lim, S. Seo, K. Y. Kim and J. K. Lee. 2005. Study on the promising double cropping system summer and winter forage crop in paddy field. J. Korean Grassl. Sci. 25(4): 233-238.
- Kwon, O. D., B. C. Moon, Y. I. Kuk, J. K. Kim and H. Y. Kim. 2006. Effect of densities of *Echinochloa crus-galli* and *Monochoria vaginalis* in transplanting rice cultivation on rice yield and rice quality, and economic threshold levels of the weeds. Korean J. Weed Sci. 26(2):155-167.
- Kwon, O. D., Y. I. Kuk, S. H. Cho and B. C. Moon. 2007. Effect of densities of *Echinochloa crus-galli* and *Cyperus difformis* in transplanting rice cultivation on rice yield and rice quality, and economic threshold levels of the weeds. Korean J. Weed Sci. 27(2):102-111.
- Lee, S. H. and Y. An. 2003. Status and next task of reclaimed land in Korea. J. Society of Agricultural Research on Reclaimed Land. (1):20-23.
- Park, T. S., B. L. Ku, S. K. Kang, M. K. Choi, H. K. Park, K. B. Lee and J. K. Ko. 2010. Response of the resistant biotype of *Echinochloa oryzoides* to ACCase and ALS inhibitors, and effect of alternative herbicides. Korean J. Weed Sci. 30(3):291-299.
- Shin, J. S., W. H. Kim, S. H. Lee, S. H. Yoon, E. S. Chung and Y. C. Lim. 2004. Comparison of dry matter and feed value of major summer forage crops in the reclaim tidal land. J. Korean Grassl Sci. 24(4):335-340.
- Shin, J. S., W. H. Kim, S. H. Lee and H. Y. Shin. 2006. Comparison of forage yield and feed value of millet varieties in the reclaimed tidelands. J. Korean Grassl Sci. 26(4):215-220.
- Yoo, S. H. and M. E. Park. 2004. Use of agricultural soil Saemanguem reclaimed area. J. Society of Agricultural Research on Reclaimed Land. (2):68-91.