

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.

수수 이식 및 직파재배시 중경제초에 의한 잡초방제 효과

황재복* · 정기열 · 박태선 · 윤종탁 · 김학신 · 최인배 · 구본일 · 배희수
국립식량과학원

Weed Control Method of Cereals Crops Using Weeder Machine for Environment-friendly Control Practice

Jae-Bok Hwang*, Ki-Yeol Jung, Tae-Seon Park, Jong-Tak Yun,
Hak-Sin Kim, In-Bae Choi, Bon-Il Koo, and Hee-Soo Bae

Crop Production and Physiology Division, National Institute of Crop Science, RDA, Hyeoksin-ro, Wanju-gun, Jeollabuk-do 55365, Korea

ABSTRACT. The experiment was conducted to elucidate the growth characteristics of sorghum in the different planting methods: direct sowing and transplanting (20 days after sowing, DAS). Weed weight was taken from three randomly chosen-2 plots 60 DAS (DAT). One time (20, 30 days after transplanting, DAT) and two times (10/20, 10/30, 20/30, 20/40 DAS) application of weeder machine (FRT 80E) were conducted for direct sowing and transplanting, respectively. In transplanting, the weed control efficacy of weeder machine at 90 DAT was about 67% (DAT 20), 57% (DAT 30) at one time and 87% at two times. The most effective application number was two times (20/40 DAT) followed by one time (20 DAT). However, when reviewing yield and economy, the frequency and times of using weeder machine were preferably one time and 20 DAT. Results with mechanical weed control have been particularly good in transplanted row crops such as sorghum. In direct sowing, the weed control efficacy of weeder machine 60 DAS was about 87% (10/20 DAS), 88% (10/30 DAS) and 82% (20/30 DAS) at two times, respectively. When reviewing yield and economy, the times and frequency of weeder machine were preferably two times, 10 and 30 DAS.

Key words: Cereal crop, Sorghum, Weed, Weeder machine

Received on June 05, 2015; Revised on September 07, 2015; Accepted on September 11, 2015

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

© 2015 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

잡곡의 분류에 관하여 쌀을 제외한 모든 것을 잡곡으로 분류하거나, 일부는 쌀과 두류, 맥류, 유지작물을 제외한 것을 잡곡으로 분류하기도 한다. 우리 조상들은 예로부터 잡곡을 오곡에 포함시켜 매우 중요시하여 왔으며 정월 대보름 오곡밥은 찹쌀, 찰수수, 팥, 차조, 기장, 밤, 콩, 멥쌀을 한데 섞어 소금 간을 해서 밥을 지었다. 잡곡은 생활습관병 예방과 치료는 물론이고 영양가치도 높아서 소비량도 증가하고 있는 실정이다(Byen et al., 2009). 수수는 널리 경작되고 있는 주요 곡물중의 하나로 약 3,000년 전부터 이

용되어 왔으며(Doggett, 1988), 미국의 경우 생산의 50% 정도가 에탄올 생산에 이용되고 있다고 보고되었다(Stahlman et al., 2013). 최근 국내에서도 신품종(남풍찰, 소담찰, 동안메)이 등록되어 재배면적이 증가되고 있는 추세이다(Bae et al., 2014). 잡곡류는 다른 작물에 비해 잡초방제 기술이 확립되어 있지 않다. 소면적으로 재배되는 잡곡류는 잡초방제를 위해 등록된 제초제가 없어 비닐 등 자재 비용에 대한 경비 절감이 필요하다. 피복작물 이용으로 잡초방제 노력과 화학비료 사용량을 줄일 수 있는 방안에 관한 연구가 수행한 바 있다(Jeon et al., 2012). 일본의 경우에도 무농약으로 재배되고 있고, 소비자의 자연식품 지향, 건강지향으로 수요가 증가하고 있다(Iimura, 2001). 잡곡생산은 우리

나라 주요 식량작물인 벼, 콩, 맥류 등에 비해 재배 면적이 상대적으로 적어 집약적인 관리가 이루어지지 못하였다. 잡초방제 체계 개선의 중요성은 수량의 안정된 유지뿐만 아니라 잡초 방제에 소요되는 노력, 비용 및 제초제 사용에 따른 안전성의 문제점 등에서 찾아 볼 수 있다. 조, 기장, 그리고 수수 등 잡곡은 화본과 잡초와 같은 작물이며, 파종후 초기 입모 시에는 판별이 어렵다. 잡초의 발생을 억제하기 위하여 비닐피복 재배를 실시하거나 2-3엽기에 숙음작업과 동시에 중경제초를 실시하고 도복경감을 위하여 중경배토를 한다. 전작물의 경우 생산비용중 제초노력 비용은 경쟁력 약화의 가장 큰 요인중 하나이다. 특히 잡곡류의 경우 경제적 성장에 따른 식생활 변천으로 보조작물로서의 가치가 증진되었으나 수입개방 이후 국제 경쟁력 약화로 재배면적이 급격히 감소한 대표적인 작물이다. 전작물의 경우 제초노력이 차지하는 경영비중이 매우 커서 재배확대의 제한요인이 되고 있으나 잡초관련 연구는 벼 등 일부작물에 국한되어 있으며, 두류 등 일부 전작물을 제외한 소면적 전작물들에 대한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 잡초방제의 어려움으로 관행재배에서 친환경재배로의 전환에 제한이 되고 있다. 직간접 방제수단, 즉 파종전 작부체계, 경운, 피복작물에 의한 타감효과와 파종후 기계적 방제와 생물제 방제에 의해 맞춤형 방제수단이 필요하다. 최근 미백과 함께 우리 민족 식량자원의 큰 축을 이루어왔던 잡곡은 소비자 기호와 미곡증산 정책에 밀려 겨우 명맥만 유지한 채로 농업의 중심에서 멀어지게 되었다. 최근 식품에 대한 소비 성향이 과거의 칼로리 획득 중심에서 맛과 건강기능성으로 전환되면서 잡곡 산업이 활성화 되고 있는 실정이다. 잡곡의 재배면적 확대를 위해서는 농작업의 생력화, 제초작업의 효율증대, 단수 증대 등 생산비 절감에 따른 경쟁력을 확보해야 할 것이다(Ha et al., 1998). 또 잡곡의 대규모 기계화 작업을 위해 콤팩트 수확을 전제로 한 잡초관리 등 중간관리가 필요하다. 환경부담이 적은 물리, 기계적인 방법인 동력중경제초기 논 잡초방제에 관한 연구도 수행된 바가 있다(Won and Ahn, 2008).

따라서 본 연구는 수수의 친환경 잡초방제를 위해 중경제초 시기 및 횃수를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

중경제초기 이용 잡곡의 친환경 잡초방제 시험은 2012년부터 3년간 기능성작물부 부내포장에서 수행하였다. 재배법으로는 수수(남풍찰)를 6월 중순에 이식 및 파종하였고, 중경제초를 위해 관행보다 넓게 재식거리를 70×20 cm로 하였다. 시비량은 ha당 질소 100 kg, 인산 70 kg, 칼리 80 kg으로 하였다. 중경제초 시기 및 횃수는 이식의 경우 이식후 20일, 30일 1회 처리구와 20일과 40일 2회 처리하였으며, 파종의 경우 파종후 10일과 20일, 파종후 10일과 30일, 파종후 20일과 30일 2회 처리하였다. 대조구로 흑색 비닐멀칭을 처리하였다. 잡초조사는 이식후 30일과 수확시 잔존 잡초량을 50×50 cm quadrat으로 3반복 채취하여 발생한 잡초의 초종별 본수를 조사하고, 그 시료를 건조기에서 70로 48시간 건조시킨 후 계량하여 m²당으로 환산하였다. 잡곡 생육단계별 초장, 수량구성 요소 및 토양조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사 기준(RDA, 2003)에 준하였다. 토양은 시험전 토양과 시험후 토양을 채취하였으며 농촌진흥청 토양화학분석법(NIAST, 1988)으로 분석하였다.

결과 및 고찰

이식재배시 중경제초 처리시기 및 횃수에 의한 잡초발생량과 수량

중경제초 처리시기 및 횃수별 토양의 특성 변화를 보면 (Table 1), 토양산도가 시험전 토양에서는 pH 5.3, 시험후 pH 5.5로 약간 증가하였으며, 유기물도 시험전에는 0.21 g kg⁻¹이었으나 시험 후에서는 0.26 g kg⁻¹이었으며, 인산도 약간 증가하는 경향이였다. 수수의 이식재배시 친환경 잡초방제를 위해 중경제초 시기 및 횃수를 구명한 시험(Table 2)에서 이식후 20일과 30일 1회 실시한 구에서는 2년차 잡초방제가가 이식후 30일에는 78~82%로 비닐멀칭 대비 90%에 비해 다소 낮았다. 수확후 잔존 잡초발생량은 이식후 20일과 40일 2회 처리시 비닐멀칭 84% 대비 87%로 다소 높은 경향이였다. 이는 비닐멀칭시 고랑 잡초발생으로 방제가 문제가 되는 것으로 현재 농가에서는 전멸 제초제로 방

Table 1. Chemical properties of surface soil in sorghum field in the study.

Year of experiment	pH (1:5)	OM ^z (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K	Ca	Mg	Na
				(cmolc kg ⁻¹)			
2012	5.3	0.21	440.4	0.33	3.18	1.00	0.23
2013	5.5	0.26	570.4	1.20	5.42	2.42	0.14

^zOM: Organic matter.

Table 2. Effects of control of different cultivation time and frequency in grain sorghum grown under transplanting method for two years.

Control method	Cultivation time and frequency	Dry weight (g m ⁻²)		Total (g m ⁻²)	Control value (%)	
		2012	2013		30DAT ^w	90DAT
Weeder	DAT 20 (1)	28.9b ^y	17.2ab ^z	46.1	78	67
	DAT 30 (1)	16.0b	22.9b	38.9	82	57
	DAT 20/40 (2)	26.1b	15.2ab	41.3	80	87
Vinyl mulching	Control	6.2b	14.6b	20.8	90	84
Untreated	-	164.0a	46.7a	210.7	-	-

^wDAT: Days after Transplanting.^{y,z}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p=0.05$.**Table 3.** The effect of weed control affected by different rotary weeder machine input time under transplanting method.

Control method	Cultivation time and frequency	plants (No. m ⁻²)	Grasses	Sedges	Broadleaf weeds
			(%)		
Weeder	DAT ^x 20 (1)	20	71.4	14.3	14.3
	DAT 30 (1)	19	100	-	-
	DAT 20/40 (2)	27	100	-	-
Vinyl mulching	Control	13	42.9	28.6	28.6
Untreated	-	27	22.2	-	77.8

^xDAT: Days after Transplanting.**Table 4.** Effect of cultivation time and frequency on plant height under transplanting method.

Control method	Cultivation time and frequency	DAT ^x 30	DAT 40	DAT 50
		(cm)		
Weeder	DAT 20 (1)	65.8	103.7	147.3
	DAT 30 (1)	64.4	98.7	145.7
	DAT 20/40 (2)	66.0	94.0	143.0
Vinyl mulching	Control	67.7	105.8	149.7
Untreated	-	61.6	98.8	146.9

^xDAT: Days after Transplanting.

제하고 있는 실정이다. 잡곡류의 이식 및 직파 적응성 검토(Horiuchi and Yasue, 1983)에서 잡초경쟁력 비교 결과 식용피의 이식중은 이식재배에서는 제초구와 무제초구 차이가 크지 않지만, 조의 경우 무제초구에서 감소하는 경향이였다. 그러나 직파재배에서는 무제초구가 잡곡류에서 있어서 현저히 수량이 감소되고, 재배양식에 관계없이 잡초 발생량이 많다고 하였다(Byen et al., 2009). 잡초의 형태별 발생 특성을 보면(Table 3), 무처리구에서 초기 발생이 많았던 화분과와 광엽잡초가 우점하여 방동사니과 잡초가 억제되는 경향이였으며 중경제초가 빠르면 방동사니과 광엽잡초가 각각 14.3% 정도 발생되였다. 모든 처리구에서 바

랭이와 같은 화분과 잡초가 중경제초에서 방제가 어려운 초종으로 판단되였다.

육묘 이식 후 생육 일수별 수수의 초장 변화를 보면(Table 4), 중경제초구는 145.7~147.3 cm로 비닐피복구 149.7 cm, 그리고 무제초구 146.9 cm 간에 이식후 50일 동안 큰 변이는 없었으나 중경제초 2회 처리한 구가 143.0 cm로 이식후 2회처리시기인 40일경에 2회 중경제초에서 적었다. 그러나 수확기 경장을 보면(Table 5), 처리간에 큰 변이는 없었으나 중경제초 1회와 2회 및 비닐멀칭구가 111.6~126.8 cm에 비해 무제초구가 139.3 cm로 잡초와의 경합으로 도장하는 경향이였다. 또 무처리구가 간경이 17.8 cm로 가장 적었고,

Table 5. Yield and yield components of sorghum affected by different rotary weeder machine input time under transplanting method.

Control method	Cultivation time and frequency	Heading time (mon.day)	Culm length (cm)	Stem diameter (mm)	Ear length (cm)	Yield (kg 10a ⁻¹)	Index
Weeder	DAT ^y 20 (1)	9.12	119.3	19.9	27.0	162a ^z	95
	DAT 30 (1)	9.13	111.6	20.1	26.7	156ab	91
	DAT 20/40 (2)	9.12	126.8	18.9	27.9	168a	98
Vinyl mulching		9.8	126.2	19.1	26.9	171a	100
Control							
Untreated	-	9.15	139.3	17.8	25.4	127b	74

^yDAT: Days after Transplanting.

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test, *p*=0.05.

Table 6. The effect of weed control affected by different rotary weeder machine input time under sowing method.

Cultivation time and frequency	Grasses ^w		Sedges ^x		Broad-leaves ^y					Total (g m ⁻²)
	D.S.	E.C.	C.I.	P.O.	C.F.	M.P.	A.A.	L.P.	E.P.	
DAS 10/20 (2)	8.4	10.0	7.2	1.3	2.4	0.2	1.2	1.7	-	32.5b ^z
DAS 10/30 (2)	6.5	7.8	6.4	2.5	4.7	-	0.5	0.3	-	28.6b
DAS 20/30 (2)	5.2	8.2	5.8	20.4	-	-	1.6	-	1.1	42.3b
Vinyl mulching	-	-	9.9	3.5	0.3	3.3	2.3	1.7	-	20.9b
Untreated	27.9	24.8	108.7	12.3	37.8	17.2	5.4	0.9	4.5	240.1a

^wGrasses are as follows. D.S.: *Digitaria sanguinalis*; E.C.: *Echinochloa crus-galli*.

^xC.I.: *Cyperus iria*.

^yBroad-leaves are as follows. P.O.: *Portulaca oleracea*; C.F.: *Chenopodium ficifolium*; M.P.: *Mollugo pentaphylla*; A.A.: *Acalypha australis*; L.P.: *Ludwigia prostrata*; E.P.: *Eclipta prostrata*.

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test, *p*=0.05.

비닐멀칭구와 중경제초구간에는 큰 차이가 없었다. 간장은 중경제초구가 무처리구에 비해 초장이 20 cm 정도 짧고, 간경은 17.8 cm에 비해 작고, 2 mm 굵어 도복에 강한 특징을 가지고 있다고 하였다(Byen et al., 2009). 출수일수는 비닐멀칭구가 잡초의 발생량이 많았던 무처리구에 비해 7일 정도 덜 소요되었다. 수량은 비닐대조구 대비 이식후 20일과 40일 2회 처리시 98%, 1회 실시한 구는 91~95%로 다소 감소하였다.

수수 이식재배시 이식후 20일에 1회 중경제초를 하면 수량성이 95% 정도가 되나 잡초의 발생량에 따라 40일에 2회 실시하면 잡초방제가 87%와 수량성이 98%로 비닐멀칭과 통계적 유의성이 없었다. 수확기 잡초방제는 20일과 30일 1회 처리시 각각 67%, 57%로 방제되었는데 바랭이 등 화분과 잡초의 종자형성이 문제가 되었다. 농가에서 수수 등 잡곡 재배시 잡초방제를 위해 비닐멀칭을 관행적으로 실시하고 있으나 농자재 투입 등 생산비 증가와 환경에 미치는 영향을 고려할 때 소농 위주의 잡곡생산지에서 잡초방제 기술로 유효하리라 판단된다.

파종재배시 중경제초 처리시기 및 횟수에 의한 잡초발

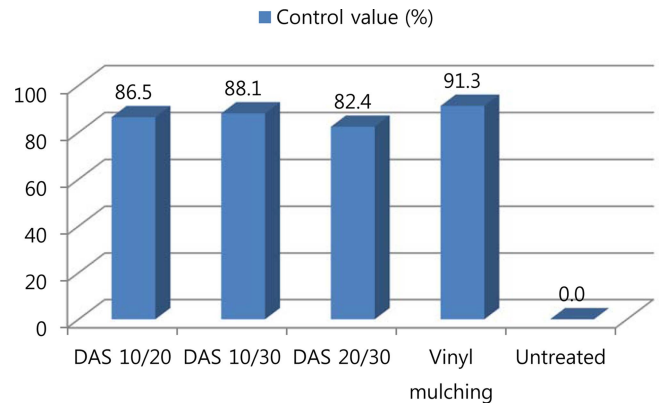


Fig. 1. Effect of the weed control according to treatment of herbicides in sorghum for direct sowing.

생량과 수량

수수의 직파재배시 친환경 잡초방제를 위해 중경제초 시기 및 횟수를 구명한 시험에서 중경제초 2회 처리로 파종후 10일과 20일, 파종후 10일과 30일, 그리고 파종후 20일과 파종후 30일에 각각 실시한 결과(Table 6), 잡초의 형태별 특성으로 바랭이와 피와 같은 화분과, 참방동사니로 방

Table 7. Effect of cultivation time and frequency on plant height under sowing method.

Cultivation time And frequency	DAS 30 (cm)	DAS 60 (cm)	Lodging index (0~9)	Heading time (mon.day)
DAS ² 10/20 (2)	68.1	141.4	1	9.1
DAS 10/30 (2)	64.8	167.7	1	9.1
DAS 20/30 (2)	68.9	143.7	1	9.1
Vinyl mulching	86.0	179.0	1	8.26
Untreated	87.3	159.3	3	9.1

¹DAS: Days after Seeding.**Table 8.** Yield and yield components of sorghum affected by different rotary weeder machine input time under sowing method.

Cultivation time And frequency	Heading time (mon.day)	Culm length (cm)	Stem diameter (mm)	Ear length (cm)	Yield (kg 10a ⁻¹)	Index
DAS ¹ 10/20 (2)	9.1	168.4	16.1	23.3	263c ²	77
DAS 10/30 (2)	9.1	158.8	17.8	24.4	309b	91
DAS 20/30 (2)	9.1	162.9	15.8	24.1	252c	74
Vinyl mulching	8.28	128.3	20.8	25.8	340a	100
Untreated	9.3	171.3	13.5	21.3	131d	38

¹DAS: Days after Seeding.²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p=0.05$.

동사니과, 그리고 쇠비름, 명아주, 깨풀 등과 같은 광엽잡초가 주로 발생되었다. 파종후 10일과 파종후 20일과 30일에 각각 중경제초를 실시하면 초기 잡초 방제가 되어 파종후 20일과 30일에 실시했을 때 m²당 42.3 g으로 파종후 10일과 20일과 30일에 각각 실시했을 때 보다 28.6~32.5 g 보다 높았다. 이는 중경제초가 빠를수록 방제효과가 높게 나타났음을 알 수 있었다. 아마란사스의 경우 최초 초장 20 cm (발아후 20일경)에 주간제초를 겸해 작물 지제부 부근에 약하게 덮고, 2회째는 초장 40 cm (발아후 40일경)에 지제부의 줄기를 에워싸도록 덮을 정도로 강하게 실시하면 효과가 있다(Takahashi et al., 2006)고 하였다. 이 경우 작물체에 영향이 없도록 해야 하며 이랑에 남은 잡초는 인력으로 방제할 필요가 있다고 하였다. 잡초방제가를 보면(Fig. 1), 파종후 10일과 파종후 20일, 30일에 각각 2회 실시하면 87% 이상의 효과가 있었고, 파종후 20일과 30일 2회 실시하면 다소 방제효과가 낮았다.

파종일수별 수수의 초장 변화를 보면(Table 7), 중경제초구와, 비닐피복구, 그리고 무제초구 간에 파종후 30일 동안 비닐피복구가 가장 생육이 좋았고, 무처리구는 잡초와의 경합으로 도장하는 경향이있으며 중경제초 2회 처리한 구가 약간 적었다. 출수기는 비닐피복구가 가장 빨랐으며 2회 처리구가 그 다음이었고, 무처리구 순이었다. 그러나 수확기 경장을 보면(Table 8), 처리간에 비닐피복구가 128 cm로 가장 적었으며 중경제초 2회구가 그 다음이었고, 무제

초구가 잡초와의 경합으로 171 cm 정도로 도장하는 경향이 있었다. 중경제초 시기 및 횟수별 도복정도를 보면, 무처리구가 다소 높은 경향이 있었다. 또 비닐피복구가 간경이 20.8 mm로 가장 높았으며 무제초구가 13.5 mm로 낮았다. 수량은 비닐대조구 대비 파종후 10일과 30일 2회 처리시 91%, 초기 처리가 늦은 20일과 30일 2회 실시한 구는 다소 감소하였다. 밀 후작 잡곡류에 대응하기 위해 범용 콤바인, 콩 콤바인 이용을 광역적으로 이용할 경우 발작물 일관 작업체계 기술을 확립하고 있다.

요 약

농가에서 잡초방제를 위해 비닐멀칭을 이용한 직파재배보다 이식후 중경제초를 하여 잡초를 방제하고자 수수의 이식 및 직파재배시 잡초방제를 위한 중경제초 시기 및 횟수 시험에서 다음과 같은 결과를 얻었다. 이식재배시 중경제초는 이식후 20일, 30일 1회 실시와 20/40일 2회 실시하였다. 처리시기 및 횟수 시험에서 이식후 20일에 1회 실시한 구에서는 잡초방제가가 83%, 80%로 비닐멀칭 대비 90%에 비해 다소 낮았다. 수확기 경장은 중경제초 1회와 2회 및 비닐멀칭구가 111.6~126.8 cm에 비해 무제초구가 139.3 cm로 잡초와의 경합으로 도장하는 경향이 있었다. 간장은 중경제초구가 무처리구에 비해 초장이 20 cm 정도 짧고, 간경

은 17.8 cm에 비해 작고, 2 mm 굵어 도복에 강한 특징을 가지고 있다. 출수소요일수는 비닐멀칭구가 잡초의 발생량이 많았던 무처리구에 비해 7일정도 더 소요되었다. 수수 이식재배시 이식후 20일에 1회 중경제초를 하면 수량성이 95%로 비닐멀칭과 통계적 유의성이었다. 파종재배시 중경제초 처리시기 및 횟수 시험에서 파종후 10일과 파종후 30일에 2회 중경제초를 실시하면 초기에 발생하는 잡초가 방제되어 87% 이상의 효과가 있었다. 수량은 비닐대조구 대비 파종후 10일과 30일 2회 처리시 91%, 초기 처리가 늦은 20일과 30일 2회 실시한 구는 다소 감소하였다.

Acknowledgements

This research was supported by a project from the cooperative research program for Agricultural Science and Technology Development (Project No. PJ01013103) of the RDA.

References

- Bae, H.Y., Oh, I.S., Kim, M.j. and Kim, Y.B. 2014. 2014 Symposium on coarse cereal grains. RDA, Suwon, Korea. pp. 23-40. (In Korean)
- Byen, H.S., Lee, S.J. and Choi, J.G. 2009. Development of cultivation techniques for cereals crops. Kangwon-Do Agricultural Research & Extension Services Annual report, Kangwon, Korea. pp. 52-87. (In Korean)
- Doggett, H. 1988. Sorghum, second ed., John Wiley and sons, New York, USA.
- Ha, K.S., Rho, J.H. and Heo, N.K. 1998. Selective control of weeds in millets with herbicides. Kangwon-Do Agricultural Research & Extension Services Annual report, Kangwon, Korea. (In Korean)
- Horiuchi, T. and Yasue, T. 1983. Seeding emergence behavior of millets in dried soil conditions and their competitive ability with weeds using different planting methods. Research bulletin of the faculty college of agriculture Gifu Univ. 48:15-25. (In Japanese)
- Iimura, S.I. 2001. Introduction studies for developments of rural production on cereals in Iwate Prefecture. Tohoku agricultural research center. Research Extra Issue. Karumai, Japan. 14:63-75. (In Japanese)
- Jeon, S.H., Yun, E.S., Park, C.Y., Hwang, J.B., Jung, K.Y., et al. 2012. Effects of cover crop and sowing methods on weed occurrences and growth and yield of sorghum. Kor. J. Weed Sci. 32(2):107-114. (In Korean)
- NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 1988. Methods of soil chemical analysis. RDA, Suwon, Korea.
- RDA (Rural Development Administration). 2003. Analysis manual for acultural science and technology in research. RDA, Suwon, Korea.
- Stahlman, P., Rooney, W., Oh, I.S. and Kim, Y.B. 2013. International symposium on coarse cereal grains. RDA, Suwon, Korea. pp. 52-87. (In Korean)
- Takahashi, A., Ogiuchi, K., Orisaka, M. and Takahashi, O. 2006. A mechanical weeding system for foxtail millet cultivation by early ridging. Iwate Agricultural Research Center.
- Won, J.G. and Ahn, D.J. 2008. Weed control by weeder machine in transplanted rice paddy field for mechanical weed control. Kor. J. Weed Sci. 28(1):1-7. (In Korean)