

벼 無耕耘 湛水表面散播栽培時 播種時期에 따른
雜草 發生樣相 및 優點度 變異
權五道¹ · 具滋玉² · 申海龍¹ · 朴泰東¹

Changes in Weed Occurrence and Dominance Influenced by
Seeding Dates in Water Seeded Rice Paddy
under No-tillage Condition

Kwon, O.D¹, J.O. Guh², H.R. Shin¹ and T.D. Park¹

ABSTRACT

This study was conducted to investigate changes in weed occurrence and dominance as affected by seeding dates in water seeded rice paddy under field following two years of no-tillage condition. The pre-emergence weeds in no-tillage paddy were controlled by glyphosate application at 7 days before seeding. The rice seeds were seeded on April 20, May 10 and May 30, respectively with 40kg/ha of seeding rate.

The weed species in the paddy occurred included three species (*Echinochloa crusgalli*, *Aneilma keisak*, *Ottelia alismoides*) of annual weed, one species (*Alopecurus aequalis*) of biennial weed and five species (*Eleocharis kuroguwai*, *Leersia japonica*, *Sagittaria pygmaea*, *Sagittaria trifolia*, *Potamogeton distinctus*) of perennial weed respectively. *Aneilma keisak* was found to be dominant on April 20 and May 10 but *Eleocharis kuroguwai* on May 30 based on number of weeds.

The number and dry weight of weeds occurred were higher on May 10 as compared to in other seeding dates, while proportion of perennial weeds increased as the seeding date was delayed. In particular, weed dominance varied marketly with seeding date. The Simpson's indices were 0.736 on April 20, 0.261 on May 10 and 0.281 on May 30, respectively.

Key words : No-tillage, Rice, Seeding date, Weed occurrence, Dominance

緒 言

최근 환경보전 및 저에너지 농업기술이 요구되면서 수도작에서도 다양한 재배법들이 제

시되고 있다. 생력재배의 일환으로 개발된 벼 어린모(육묘기간 8~12일) 기계이앙재배법이 널리 보급되기도 전에 육묘와 이앙작업을 생략하는 직파재배는 물론, 경운과 정지작업을 하지 않는 무경운재배가 우리나라를 포함한 일

¹ 全南農村振興院(Chonnam Provincial RDA, Naju 520-830, Korea)

² 全南大學校 農科大學(Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea)

〈'98. 7. 14 接受〉

부 동남아 국가에서 실시되고 있다^{4,5,8,14,17,18}. 이같은 새로운 재배법에는 이에 적절한 품종과 시비법, 잡초방제, 물관리, 도복, 그리고 수량성 등 여러가지 해결해야 할 문제를 안고 있는데 특히, 잡초는 방제에 앞서 초종들의 발생량 및 천이 등이 먼저 구명되어야만 체계적인 방제법을 확립할 수 있을 것이다.

벼 무경운재배에서 발생된 잡초는 약 20여종이며, 이들중 벼 생육에 영향을 미치는 잡초는 올챙이고랭이(*Sciperus juncooides*), 고마리(*Polygonum thunbergii*), 사마귀풀(*Aneilema keisak*), 나도겨풀(*Leersia japonica*) 등이다⁷. 무경운 이앙재배에서는 사마귀풀과 나도겨풀의 발생이 많아지고^{17,18} 재배년수가 경과될수록 독새풀이 문제시 되며⁹, 장기간 계속 유지될 때는 발톱외풀(*Lindernia procumbens*), 마디꽃, 별꽃(*Stellaria media*) 등 일년생잡초가 발생되나 주로 표토층에 많이 집적해 있다고 하였다¹⁸. 또한 무경운재배에서는 경운재배에 비해 앵미나 이형주 및 피의 발생이 현저히 많으며¹, 무경운 3년째에는 겨울잡초의 발생이, 4년째에는 봄잡초의 발생량이 감소되나 잡초종자의 생존량은 감소되지 않았다는 보고⁵ 등이 있으나 우리나라에서는 무경운 재배가 시도된 이래 체계적인 잡초 발생양상과 우점초종 조사는 아직까지 미흡한 실정이다.

따라서 본 시험에서는 벼 무경운 담수표면산파재배시 파종시기에 따른 잡초 발생양상 및 우점도를 구명하여 잡초방제기술을 확립하는데 기초자료를 얻고자 수행한 결과를 보고하고자 한다.

材料 및 方法

본 시험은 2년이 경과된 무경운포장과 매년 경운된 조건의 포장에서 잡초발생 양상차이를 구명하고자 전남농촌진흥원 시험포장에서 수행하였다. 무경운 포장은 2년간 담수표면산파재배를 하였던 포장으로 파종전 20일에 담수하고, 파종전 7일에 Glyphosate 3ℓ/ha로 기발생된 독새풀(*Alopecurus aequalis*)과 잡초들을

방제하였으며, 경운포장도 2년간 담수표면산파재배를 하였던 포장으로 약 3~5mm 정도 최아된 동진벼 40kg/ha를 4월 20일, 5월 10일, 5월 30일에 파종하였다.

시비량은 질소-인산-칼리=110-70-80kg/ha 수준으로 질소는 기비-5엽기-수비=40-30-30%로, 인산은 100% 기비로, 가리는 기비-수비=70-30%로 분시하였으며, 시험구 배치는 경운 유무별 난괴법 3반복으로 하였다. 시험포장의 토성은 미사질 양토(덕평토)로서 배수가 약간 불량한 보통답에서 수행되었다.

잡초 조사는 파종후 60일에 50×50cm 격자를 이용하여 지상부와 지하부를 채취하여 초종별 개체수와 건물중을 조사하였다. 잡초발생 우점도는 Simpson's Index인 $(\sum n(n-1)/N(n-1))$ 로, 다양도는 $[1-n(n-1)/N(n-1)]$ 의 식으로 계산하였다. 또한 잡초발생 개체수와 건물중을 이용하여 잡초군별 발생량을 각각 조사하였다.

結果 및 考察

경운유무별 벼 파종시기에 따라 발생된 잡초를 보면, 4월 20일 파종에서 무경운의 경우, 일년생잡초로는 피, 사마귀풀, 물달개비 등이 발생되었고, 월년생 잡초로는 독새풀, 다년생 잡초로는 올방개, 나도겨풀, 벼풀 등이 발생되어 화본과 3종, 광엽 3종 그리고 사초과 1종이 분포하고 있었다(표 1). 파종후 60일인 6월 19일에 발생된 잡초의 수는 875본/m²이었으며, 건물중은 137.9g/m²이었다. m²당 발생본수는 사마귀풀이 748본/m²으로 가장 많이 발생되었으며, 피, 올방개, 벼풀의 순으로 많았고, 건물중으로 볼 때도 사마귀풀, 피, 올방개, 나도겨풀 순으로 많았다. 또한 잡초발생 우점도는 0.736으로 매우 높았는데 이는 저온, 습생 잡초인 사마귀풀이 주로 우점하여 단순한 초종으로 구성되었기 때문으로 생각된다.

그러나, 경운조건하에서는 일년생 잡초인 피, 사마귀풀, 물달개비, 여뀌와 다년생잡초인 올방개 등 5초종이 발생하여 화본과 1종, 광엽 3종, 그리고 사초과 1종이 분포하고 있었으며

Table 1. Weed occurrence in water seeded rice paddy sown on April 20 under tillage and no-tillage conditions

Weed species	Tillage				No - tillage	
	Life ¹ cycle	Classification ²	Number ³ per m ²	Dry weight ³ per m ² (g)	Number ³ per m ²	Dry weight ³ per m ² (g)
<i>Echinochloa crusgalli</i>	A	G	23	28.4	41	36.5
<i>Aneilema keisak</i>	A	B	37	14.5	748	68.8
<i>Monochoria vaginalis</i>	A	B	40	3.7	4	0.2
<i>Polygonum hydropiper</i>	A	B	3	3.3	-	-
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	P	S	23	12.0	39	15.1
<i>Alopecurus aequalis</i>	W	G	-	-	4	1.8
<i>Leersia japonica</i>	P	G	-	-	3	13.9
<i>Sagittaria pygmaea</i>	P	B	-	-	36	1.6
Total	-	-	126	61.9	875	137.9
Simpson dominance	-	-	0.248	-	0.736	-
Simpson diversity	-	-	0.751	-	0.264	-

¹ : A = Annual, P = Perennial, W = Winter annual

² : G = Grass, B = Broadleaf, S = Sedge

³ : Number and dry weight of weeds were measured at 60 days after seeding.

Table 2. Weed occurrence in water seeded rice paddy sown on May 10 under tillage and no-tillage conditions

Weed species	Tillage				No - tillage	
	Life ¹ cycle	Classification ²	Number ³ per m ²	Dry weight ³ per m ² (g)	Number ³ per m ²	Dry weight ³ per m ² (g)
<i>Echinochloa crus - galli</i>	A	G	64	35.6	16	88.4
<i>Aneilema keisak</i>	A	B	7	3.2	172	92.0
<i>Monochoria vaginalis</i>	A	B	16	4.8	-	-
<i>Ottelia alismoides</i>	A	B	-	-	12	2.0
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	P	S	9	12.8	109	64.0
<i>Leersia japonica</i>	P	G	-	-	2	69.6
<i>Sagittaria trifolia</i>	P	B	-	-	52	9.2
<i>Sagittaria pygmaea</i>	P	B	-	-	53	4.0
<i>Potamogeton distinctus</i>	P	B	-	-	9	2.8
Total	-	-	96	56.4	425	332.0
Simpson dominance	-	-	0.481	-	0.261	-
Simpson diversity	-	-	0.519	-	0.739	-

¹ : A = Annual, P = Perennial

² : G = Grass, B = Broadleaf, S = Sedge

³ : Number and dry weight of weeds were measured at 60 days after seeding.

m²당 잡초 발생본수는 126본, 건물중은 61.9g으로 무경운에 비해 훨씬 적게 발생하였다. 발생본수는 초종에 따라 큰 차이는 없었지만 물달개비, 사마귀풀, 피, 올방개 순이었으며 건물중으로 볼 때는 피, 사마귀풀, 올방개 순이었다. 또한 잡초발생 우점도는 0.248로 비교적 낮았는데 발생초종이 고르게 발생한 점으로 해석된다. 따라서 경운 유무에 따라 4월 20일

과종에서는 경운조건에 비해 무경운하에서는 매우 많은 잡초가 발생된 반면에 건물중은 약간 적은 경향을 보였다.

5월 10일 과종에서 경운조건외의 경우, 일년생 잡초로는 피, 사마귀풀, 물달개비와, 다년생 잡초로 올방개가 발생되어 화본과 1종, 광엽 2종, 그리고 사초과 1종이 분포하고 있었다. 잡초발생본수는 96본/m², 건물중은 56.4g/m²이었

으며 발생본수에 의한 우점순위는 피, 올방개, 물달개비, 사마귀풀 순이었다. 또한, 잡초발생 우점도는 0.481로 4월 20일 파종보다 다소 큰 경향이었는데 이는 피의 발생이 전체 발생량의 50% 이상을 차지하였기 때문으로 생각된다.

그러나 무경운 조건하에서는 일년생 잡초로서 피, 사마귀풀, 물질경이(*Ottelia alismoides*) 등 3초종이, 다년생잡초로는 올방개, 나도겨풀, 벼풀, 올미, 가래 등 5초종이 발생되어 화본과 2종, 광엽 5종, 사초과 2종이었으며 4월 20일에 비해 다양한 다년생 잡초가 발생하였다. 파종후 60일에 잡초발생수는 425본/m²이었으며 건물중은 332.0g/m²으로 발생본수에 비해 건물중이 비교적 높은 경향이였다. 발생본수에 의한 우점순위는 일년생 잡초인 사마귀풀과 다년생 잡초 올방개, 벼풀, 올미의 순이었으나, 건물중으로 볼 때는 사마귀풀, 피, 올방개, 나도겨풀 순으로 우점순위가 변화됨을 알 수 있었다. 또한 잡초 발생 우점도도 0.261로 비교적 낮아 경운조건 보다 잡초종이 다양화된 것으로 이해된다. 따라서 5월 10일 파종에서 잡초 발생은 경운조건의 4월 20일 파종보다는 발생 개체수나 발생량은 적었으나 피의 발생은 현저하였다. 그러나 사마귀풀의 발생은 무경운조

건의 4월 20일 파종보다는 적게 발생되었지만 5월 10일 파종에서도 발생본수나 발생량에 최우점 순위를 보였고 특히 나도겨풀과 물질경이의 출현은 일반답에서 볼 수 없는 특이한 현상으로 보인다.

5월 30일 파종에서는 경운조건의 경우, 발생된 초종은 5월 10일과 같은 경향이나 발생 개체수나 건물중은 현저하게 적어지는 경향이였다. 잡초발생수는 m²당 45본이었으며 건물중도 27.6g으로 매우 낮았다. 그러나 우점순위는 피와 올방개가 발생량과 건물중에서 모두 높았으며, 우점도는 0.359로 비교적 낮은 경향이였다. 무경운 조건하에서도 5월 10일 파종과 같은 초종들이 발생되었으며 발생잡초수는 238본/m², 건물중은 209.2g이었다. 그러나 발생본수에 의한 우점순위는 올방개, 벼풀, 사마귀풀, 올미의 순으로 컷으며 건물중에서는 올방개, 벼풀, 사마귀풀, 피 순으로 컷다. 또한 잡초 발생 우점도는 0.281로 매우 낮아 여러 잡초종들이 혼재되어 있음을 알 수 있었다. 따라서 5월 30일 파종의 경운조건에서는 잡초의 발생 개체수나 발생량은 적었지만 다른 파종시기와 마찬가지로 피와 올방개가 우점하는 경향이였다. 그러나 무경운조건에서는 발생수나 건물중

Table 3. Weed occurrence in water seeded rice paddy sown on May 30 under tillage and no-tillage conditions

Weed species	Tillage				No - tillage	
	Life ¹ cycle	classification ²	Number ³ per m ²	Dry weight ³ per m ² (g)	Number ³ per m ²	Dry weight ³ per m ² (g)
<i>Echinochloa crus - galli</i>	A	G	24	15.6	5	10.0
<i>Aneilema keisak</i>	A	B	3	0.8	41	20.4
<i>Monochoria vaginalis</i>	A	B	7	0.8	-	-
<i>Polygonum hydropiper</i>	A	B	-	-	3	1.6
<i>Ottelia alismoides</i>	A	B	-	-	5	3.2
<i>Eleocharis kuroguwai</i>	P	S	11	10.4	100	101.6
<i>Leersia japonica</i>	P	G	-	-	4	8.0
<i>Sagittaria trifolia</i>	P	B	-	-	64	61.6
<i>Sagittaria pygmaea</i>	P	B	-	-	16	2.8
Total	-	-	45	27.6	238	209.2
Simpson dominance	-	-	0.359	-	0.281	-
Simpson diversity	-	-	0.641	-	0.719	-

¹ : A = Annual, P = Perennial

² : G = Grass, B = Broadleaf, S = Sedge

³ : Number and dry weight of weeds were measured at 60 days after seeding.

으로 볼 때, 올방개와 벼풀 등 다년생 잡초의 증가 현상이 뚜렷하였는데, 이는 일년생 잡초 대부분이 5월 30일 전후에 출현되어 먼저 공간을 차지하지만 비선택성 제초제에 의해 거의 방제되므로, 그 이후에 다년생잡초인 올방개나 벼풀 등이 일년생 잡초보다 우점하였기 때문으로 해석된다(표 3).

파종시기별 발생초종수에 의한 다년생 잡초와 일년생 잡초의 비율을 경운조건에서는 75.5~90.7 : 9.3~24.5%로 파종시기에 따라 큰 차이가 없었지만 무경운 조건에서는 4월 20일에는 91.0 : 9.0%, 5월 10일에는 47.1 : 52.9%, 그리고 5월 30일에는 22.6 : 77.4%로 파종시기가 늦어짐에 따라 일년생 잡초는 줄어들고 다년생 잡초가 늘어나는 경향이 뚜렷하였다. 또한 건물중으로 본 일년생 잡초와 다년생 잡초의 비율은 경운조건에서는 4월 20일 파종에서 80.6 : 19.4%, 5월 10일에서는 77.3 : 22.7%, 그리고 5월 30일에는 62.3 : 37.7%였다. 그러나 무경운 조건에서는 4월 20일 파종에서는 77.8 : 22.2%, 5월 10일 파종에서 54.9 : 45.1%, 5월 30일에는 16.8 : 83.2%로 파종시기가 늦어질수록 경운유무에 관계없이 다년생잡초가 늘어가는 경향은 유사하나 그 차이는 무경운에서 훨씬 커지는 경향이였다. 또한 파종시기별 잡초 발생양상을 비교하여 보면, 경운조건하에서 발생된 잡초종은 4~5종이었으나 무경운조건에서는 7~8종으로 경운조건 보다 다양하게 발생되었다. 발생 개체수와 발생량은 경운조건하에서는 파종시기가 늦어질수록 감소되는 경향이였으며 무경운 조건에서 발생개체수는 파종시기가 늦어질수록 발생량은 5월 10일 > 5월 30일 > 4월

20일 순으로 많아지는 경향을 보였다. 위의 결과로 볼 때 잡초의 생육량은 파종시기별로 차이가 있는 것으로 생각되며 발생 잡초의 구성비도 달랐는데 즉, 파종시기가 빠른 4월 20일 파종에서는 다육성 잡초인 사마귀풀이 우점한 반면에 파종시기가 늦은 5월 10일, 5월 30일에는 피, 올방개 등이 주로 많은 비율을 차지하여 이들이 건물중에 관여한 것으로 해석된다.

따라서 각 파종시기별로 잡초 발생본수에 따른 우점초종은 경운조건에서는 4월 20일에는 물달개비, 5월 10일, 30일에는 피였으며 무경운 조건에서는 4월 20일과 5월 10일에는 사마귀풀, 5월 30일에는 올방개였다. 그러나 건물중으로 볼 때는 경운조건에서는 파종시기에 상관없이 피가 우점하였으나 무경운 조건에서는 발생본수와 같은 경향이였다. 또한 파종시기별 잡초발생수의 다양도를 보면 경운조건에서는 4월 20일에 0.751, 5월 10일에는 0.519, 5월 30일에는 0.641이었으며 무경운 조건에서는 4월 20일에는 0.264, 5월 10일에 0.739, 5월 30일에는 0.719로 파종시기가 빨랐던 4월 20일에 사마귀풀의 발생이 많아 다양도가 낮은 것으로 사료되며 5월 10일과 30일 파종에서는 잡초종들이 비교적 고르게 발생되었음을 나타내었으나 상대적으로 경운조건보다 높게 나타났다.

이와같은 결과를 종합적으로 고찰하면 일반적으로 작기변동에 따른 잡초발생량은 일모작 재배가 이모작 재배에 비해 잡초 발생량과 분포량은 유의적으로 많은 점과 조기이앙재배시 생육이 진전됨에 따라 다종혼생군락화 경향을 보인 반면에, 만기재배시 단순화 경향을 보였다는 보고^{3,6,9,11,15)}는 본 시험에서도 경운여부에

Table 4. Changes in weed population and weed dry weight as affected by seeding dates under tillage and no-tillage conditions

Field condition	Life cycle	Total weed number(%)			Total weed dry weight(%)		
		April 20	May 10	May 30	April 20	May 10	May 30
Tillage	Annual	81.7	90.7	75.5	80.6	77.3	62.3
	Perennial	18.3	9.3	24.5	19.4	22.7	37.7
No-tillage	Annual	90.6	47.1	22.6	76.5	54.9	16.8
	Winter annual	0.4	-	-	1.3	-	-
	Perennial	9.0	52.9	77.4	22.2	45.1	83.2

관계없이 파종시기가 늦어질수록 초종의 발생량이 적어지고 단순화되는 점은 거의 일치하는 경향을 보였다. 또한 무경운재배시 5월 10일 이전 파종에서 경운재배하에서 볼 수 없었던 나도겨풀과 사마귀풀의 우점현상은 이 등¹⁴⁾과 박 등¹⁵⁾의 보고와 일치하는데 이들 잡초는 저운 습생잡초로서 다른 잡초보다 일찍 출현되는 점¹⁷⁾과 파종전에 비선택성제초제로 방제한다 하더라도 사마귀풀은 생육시기에 따라 혹은 벧질피복에 의해 제초제를 회피하기 때문에 완전 방제가 어려우며¹¹⁾, 나도겨풀도 비선택성제초제에 의해 일차 방제가 되었다고도 재생이 쉽고 토양처리제초제에 의한 방제가 어렵기 때문에 벧 중기에 이들 잡초가 우점한 것으로 사료된다. 또한, 파종시기가 빠르면 일년생잡초인 사마귀풀이, 파종시기가 늦으면 다년생인 올방개가 뚜렷하게 우점되는 점과 일반논에서 볼 수 없었던 나도겨풀과 물질경이의 출현 등은 매우 특이한 현상으로 이에 따른 잡초방제체계도 달라져야 할 것으로 사료된다. 그리고 무경운 건답직파에서 앵미나 피의 발생이 현저하다는 보고와는 달리¹¹⁾ 본 시험의 결과가 다소 차이가 있는 점으로 미루어 재배양식에 따라 잡초발생양상이 달라지는 것^{10,12)}과 마찬가지로 무경운 재배에서도 재배양식간 잡초발생양상은 차이가 있는 것으로 생각되며 아울러 무경운 재배가 장기화될 때 연차별 잡초발생조사가 지속적으로 되어야만 잡초발생생태는 물론 방제체계도 확립될 것으로 생각된다.

摘 要

벼 무경운 담수표면산파재배에서 4월 20일, 5월 10일, 5월 30일에 파종량을 40kg/ha 수준으로 파종하여 각 시기별로 잡초 발생양상 및 우점도를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 경운조건에서 파종시기에 관계없이 발생된 초종은 피, 사마귀풀, 물달개비, 올방개, 여뀌 등이었으나 무경운조건에서는 피, 사마귀풀, 물달개비, 올방개, 독새풀, 나도겨풀,

올미, 벧풀, 물질경이, 가래 등이었다.

- 4월 20일 파종에서 발생된 잡초는 경운조건에서 피 등 5초종이 발생되었으며 일년생 및 다년생 잡초 발생 비율은 81.7 : 18.3%이었다. 무경운조건에서는 피 등 7초종이 발생되었으며 일년생 및 다년생 잡초 발생 비율은 90.6 : 0.4 : 9.0%이었다.
- 5월 10일 파종에서 발생된 잡초는 경운조건에서는 피 등 4초종이 발생되었으며 일년생 및 다년생 잡초비율은 90.4 : 9.3%였다. 무경운조건에서는 피 등 8초종이 발생되었으며 일년생 및 다년생 잡초 발생 비율은 47.1 : 52.9%였다.
- 5월 30일 파종에서 발생된 잡초는 경운조건에서는 피 등 5초종이었으며 일년생 및 다년생 잡초 발생 비율은 75.5 : 24.5%였다. 무경운조건에서는 피 등 8초종이 발생되었으며 일년생 및 다년생 잡초 발생 비율은 22.6 : 77.4%였다.
- 파종시기별 발생본수로 본 우점초종은 경운조건인 4월 20일 파종에서는 물달개비, 5월 10일, 20일 파종에서는 피였고, 무경운조건인 4월 20일과 5월 10일 파종에서는 사마귀풀이, 5월 30일 파종에서 올방개였다. 발생량으로 본 우점초종은 경운조건하에서는 파종시기에 관계없이 피였으며 무경운조건하에서는 발생본수와 비슷한 경향을 보였다.
- 파종시기별 잡초 발생 우점도는 경운과 무경운 조건에서 4월 20일 파종에서는 각각 0.248 및 0.736이었으며, 5월 10일 파종에서는 0.481 및 0.261, 5월 30일 파종에서는 0.359 및 0.281이었다.

引用 文 獻

- 최충돈·문병철·김순철·오윤진. 1995. 벧 건답직파에서의 잡초발생 및 효과적인 방제체계. 한잡지 15(3) : 175~182.
- 구자옥·임일빈. 1992. 직파재배로의 양식 전환에 따른 논 잡초문제의 변화. 한잡지 12(3) : 223~229.

3. 구자옥 · 권삼렬. 1981. 수도재배양식의 차이에 따른 잡초발생특성 연구. 한잡지 1(1) : 30~43. 163.
4. 홍광표 · 김장용 · 강동주 · 신원교. 1996. 무경운답에서 독새풀의 발생양상과 방제방법. 한국잡초학회지 16(3) : 176~180.
5. 현대농축동향. 1993. 새로운 벼농사법 - 불경기재배. p.54~59.
6. 허상만 · 임준택. 1991. 콤바인 수확시 탈립벌씨의 익년 휴경조건하 자연상태에서의 수량성. 한잡지 36(1) : 70~84.
7. 허상만 · 구자옥. 1995. 남부논에서의 수도작기 변동에 따른 잡초발생 및 잡초경합 특성 연구. 한잡지 5(1) : 24~34.
8. 長期不耕起栽培圃場研究. 1994. 長期不耕起土壤及 水稻栽培의 實態調査. 農業技術 49(6) : 11~16.
9. 김현호 · 변중영. 1993. I. 벼 건답직파재배답의 잡초발생특성과 방제. 파종시기에 따른 잡초발생 분포 특성 및 방제. 한잡지 13(별권 2호) : 72~73.
10. 김순철. 1992. 벼 직파재배의 잡초발생 생태와 효과적인 방제법. 한잡지. 12(3) : 230~260.
11. 권오도 · 신해룡 · 박태동 · 구자옥 · 임재석. 1996. 벼 무경운재배에 있어서 효과적인 사마귀풀 방제. 한잡지. 16(2) : 100~107.
12. 임일빈 · 구자옥 · 박근룡. 1993. 수도재배유형별 잡초발생양상과 우점도 변이. 한잡지 13(1) : 26~35.
13. 이종기 · 오용비 · 오윤진 · 박래경. 1991. 벼 이앙시기별 잡초발생소장. 농시논문집(수도) 33(3) : 118~124.
14. 이의현 · 최충돈 · 원종건 · 김칠용 · 최부술 · 여수갑. 1998. 벼 무경운재배시 생육특성 및 잡초발생. 농업과학논문집(식작논문집) 40(1) : 1~6.
15. 박홍규 · 김상수 · 백남현 · 석순중 · 박건호 · 이선용. 1996. 벼 무경운재배시 재배양식에 따른 생육 및 수량. 한국작물학회지 41(4) : 420~428.
16. W. Hermawan, M, Utomo, W.S. Ardjasa and S. Sbbulrachman, 1995. No-till irrigated transplanted rice. 15th Asian-Pacific Weed Sience Society Proceeding. 682~688.
17. 양환승 · 정태진 · 김진기 · 박정근 · 이종용. 1996. 쌀농사는 이렇게 짓자. pp 289.
18. 千坂英雄. 1996. 수도 と 잡초의 의 경쟁. 잡초연구 5 : 10~22.