

자운영 입모부족시 Sethoxydim 처리가 독새플 방제 및 자운영 녹비량 증가에 미치는 영향

김상열[†] · 오성환 · 황운하 · 최경진 · 박성태 · 김정일 · 여운상 · 강항원

국립식량과학원 기능성작물부

Enhancement of Biomass Production in Chinese Milk Vetch (*Astragalus sinicus* L.) by Controlling *Alopecurus aequalis* with Sethoxydim under Poor CMV Seedling Stand

Sang-Yeol Kim[†], Seong-Hwan Oh, Woon-Ha Hwang, Kyung-Jin Choi, Sung-Tae Park, Jeong-Il Kim, Un-Sang Yeo, and Hang-Won Kang

Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Milyang 627-803, Korea

ABSTRACT Technology development for sufficient dry matter production of Chinese milk vetch (CMV) is most important in CMV-rice cultivation system in order to provide sufficient nutrients to rice plants. However, when the CMV plants are dominated by the weed, especially *Alopecurus aequalis*, the CMV growth could be reduced due to light and nutrient competition. In addition, *A. aequalis* is potential host of the rice dwarf virus disease. Therefore, control of *A. aequalis* is necessary to enhance the biomass production of CMV plants when CMV stands are insufficient. The use of chemical like sethoxydim (20%, ai) showed the highest control rate of 84% at early stage and was reduced as application was delayed. *A. aequalis* control did not change the CMV seedling stand before and after herbicide treatment and the reseeded stand in fall was rather increased 2.2 to 2.6 times. On the other hand, in untreated control, the CMV stand at May 15 and reseeded stand in fall was significantly reduced as compared with the before herbicide treatment. Control of *A. aequalis* increased the CMV dry matter production by 164% for 50% CMV coverage rate and 63% for 25% CMV coverage rate. This is equivalent to 12.3~16.4 kgN/10a which is greater than the recommended nitrogen rate of 9kg/10a.

The result indicates that the control of *A. aequalis* is an efficient way to enhance dry matter production in CMV-rice cultivation system especially when CMV stand is poor.

Keywords : Chinese milk vetch, *Alopecurus aequalis*, poor seedling stand, biomass production, reseeded stand

자운영은 질소비료 사용을 절감하고, 잡초발생을 경감시키고 토양물리화학적성을 증진시켜 쌀 수량을 증가시키는 여러 가지 장점이 있어 우리나라에서 겨울동안 휴경논에 재배하고 있는 녹비작물이다(정 등, 1995; 1996). 또 자운영 종자가 성숙시기가 벼 이앙을 위한 논정지기간과 비슷하여 결실기에 토양환원시 자운영 종자를 한번만 뿌려서 지속적으로 벼를 재배할 수 있는 큰 장점이 있다(김 등, 2001; Na *et al.*, 2007; Shim & Kang, 2004; 이 등, 2008; Kim *et al.*, 2008). 자운영 재배면적은 2013년까지 화학비료를 40% 절감하는 정부정책에 따라 2006년까지 계속 증가하다 2007년부터 약간 감소하는 경향이나 여전히 녹비작물중에서 가장 재배면적이 많다.

자운영 재배시 충분한 생초량을 확보하는 것이 자운영 논에 벼 재배시 충분한 영양분을 공급할 수 있어 무엇보다 중요하다. 충분한 생초량을 확보하기 위해서는 자운영 종자를 적기에 파종하여야 한다(강 & 강, 2002; 정 등, 2007). 현재 자운영 파종적기는 낙수시기에 관계없이 날짜 기준으로 중부지방에서는 8월 하순에서 9월 중순 사이이며 남부지방의 따뜻한 곳에서는 9월 하순까지 가능한 것으로 보고되고 있다(정 등, 2007). 하지만 자운영을 적기에 파종하지 않거나 불균일하게 파종하여 입모불균일한 농가가 빈번히 발생하고 있다. 자운영 입모가 부족할 경우 빈 공간에 독새플이 발생하게 되고 독새플이 자운영 보다 우점하면 자운영과의 광 및 토양양분 경합이 일어나기 때문에 충분한 자운영 생초량 생산이 어렵게 된다. 또 독새플은 겨울동안 끝동매미충의 월동기주가 되어 자운영논 벼 재배시 오갈병 발생의 원인이 되어 수량 감소 및 미질저하를 가져온다(배, 1985; 배 등,

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1174
(E-mail) kimsy3@rda.go.kr <Received May 11, 2009>

1996; 이 등, 2007).

농가에서는 생초량이 부족할 경우 3월 말이나 4월초에 조기 경운하는 경우가 빈번한데 조기 경운은 자운영이 충분히 자라지 못한 상태이고 조기경운 후 벼 이앙시 까지 1-2개월 동안 기간이 길어 자운영이 토양속에서 부숙되어 녹비 효과가 감소하여 자운영답 벼 재배시 질소비료를 추비로 주고 있다. 또 조기경운은 자운영을 매년 다시 뿌려야하는 번거로움이 있어 종자 구입비가 뿐만아니라 파종 및 시비에 따른 노력비가 들어 생산비가 증가된다.

따라서 자운영입모 부족시 자운영 생초량을 확보할 수 있는 기술 개발이 화학비료 절감 및 자운영 지속재배이용 벼 재배를 위해 절실히 필요한 실정이다. 충분한 생초량 확보는 질소비료를 절감 할 수 있을 뿐 만아니라 또 지속재배를 가능하게 할 수 있어 생산비를 크게 줄일 수 있다. 따라서 본 연구는 자운영 입모 부족시 생초량 증진 방법을 구명 하고자 실시하였다.

재료 및 방법

본시험은 2008년도 기능성작물부 시험포장(덕평동)에서 전년도에 자운영을 파종한 포장 및 지속재배 포장에서 실시하였다. 독새풀 방제적기를 구명하기위하여 Sethoxydim 유제(상품명 나브, ai 20%)를 3월 3일부터 3월 20일까지 10일간격으로 표준량을 처리하여 실시하였다. 방제효과는 처리 후 40일에 50×50 cm quadrat을 이용하여 독새풀 건물중을 조사하여 나타내었다.

자운영 피복도별 자운영 생초량 증진 정도를 알기위해 자운영 입모수가 적은 피복도가 20%, 50% 포장과 입모수가 충분한 80% 피복도 포장을 이용하여 앞에서 시험한 결과를 이용하여 Sethoxydim유제를 처리하여 실시하였다. 제초제 처리전 자운영 입모수, 자운영 건물중 및 벼 수확 후 재입모 정도는 50×50 cm quadrat을 이용하여 조사하였다. 자운영의 질소함량은 건조후 식물체를 분쇄한 후 자동질소분석 장

치(Kjeltec 2300, Foss)를 이용 분석하였다.

독새풀 방제에 따른 오갈병 발생 및 수량 영향을 구명하기 독새풀 방제 및 무방제 처리를 하여 자운영 토양환원은 결실기인 5월 30일에 로타리해서 6월 8일에 일미벼를 기계 이앙과 부분경운 이앙을 하였다. 시비량은 자운영을 3년 지속재배한 논을 이용하였기 때문에 완전무비로 하여 실시하였다. 시험구 크기는 독새풀 방제구는 가로 62 mm × 세로 7.4 m, 독새풀 무방제구는 20 m × 7.4 m로 하여 실시하였다.

수량은 4.5 m² 면적을 수확하여 건조후에 14% 종자수분함량을 기준으로 무게를 산출하였으며 수량구성요소 등 주요 생육특성은 농촌진흥청 농사시험 조사기준에 준하였다.

결과 및 고찰

자운영 생초량 확보는 후작벼의 생육에 필요한 양분을 공급을 위해 무엇보다도 중요하다. 자운영은 입모수가 적거나 불균일 할 경우 독새풀이 발생하게 되는데 독새풀이 우점하면 자운영과 광 및 토양양분 경합이 일어나기 때문에 자운영 생초량 확보가 어려워진다. 따라서 독새풀을 방제하면 자운영과 경합을 방지할 수 있어 생초량 확보가 유리하다. Sethoxydim처리 시기별 독새풀 방제효과는 표 1과 같다. 독새풀을 3월초에 빨리 방제할 경우 효과는 84%로 높았으나 방제 시기가 늦을수록 효과가 낮아져 3월 20일 처리시 독새풀 방제가 48%로 낮았다. 따라서 자운영 답 독새풀 방제는 방제 시기는 3월 초에 빨리 하는 것이 독새풀과의 경합을 예방 할 수 있어 생초량 확보에 유리할 것으로 생각되었다.

자운영 재배논에서 잡초가 발생하는 정도는 자운영의 토양 피복정도에 따라 달랐다. 독새풀은 자운영의 입모수가 적을수록 많이 발생하였는데 자운영 피복도가 20%, 50%가 되는 포장에서 3월초 시험전 독새풀 방제전 m² 당 자운영 입모수가 각각 378개, 835개 였고 독새풀 입모수는 자운영과 반대로 m² 당 1,500개~1,200개였으며 건물중 비율로는

Table 1. Influence of treatment date of sethoxydim on the control rate of *Alopecurus aequalis* in Chinese milk vetch grown rice field.

Treatment date	Plant height (cm)	Dry matter (g/m ²)	Control rate (%)
Mar. 3	9.4b	7.9c	84
Mar.10	11.8b	16.2c	67
Mar.20	13.1b	26.0b	48
Untreated control	25.1a	49.6a	-

Measurement was made at April 14, 2008

Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

독새풀이 각각 81%, 65%차지하였다(표 2). 이것은 자운영 재배논에서 발생하는 주요 잡초는 독새풀이 88~97%를 차지한다고 보고와 비슷한 경향이였다(강과 강, 2002).

Sethoxydim 유제 처리후 76일인 5월 19일의 벼 이앙전 자운영 입모수는 20% 피복도에서는 473개/m², 50% 피복도에서는 783개/m²로 독새풀 방제전 m² 당 입모수 373개, 835개와 비슷하였다. 그결과 독새풀 방제에 따른 자운영 생육 증진으로 포장피복도가 독새풀 처리 전 20%, 50%였으나 90%로 증가되었고 또, 가을철 벼 수확후 자운영 재입모수도 무처리에 비해 2.2-2.6배로 증가하여 충분한 입모수 확보가 가능하였다(표 2, 3, 그림 1). 한편 무처리구는 독새풀과 경합에 의해서 자운영 개체수가 감소한 결과 자운영피복도가 20%에서 자운영 입모수는 230개/m², 50% 피복도에서 380개/m²로 Sethoxydim처리 전에 비해 39~54% 감소하였다.

Sethoxydim 처리구는 자운영 입모수가 충분하였던 결과 건물중도 무처리에 비해 각각 164%, 63% 증가하였고 자운영에 의한 질소공급량도 13.4~16.2 kg/10a가 되어 표준질소 시비량 9 kg/10a 보다 1.5~1.8 배가 높았다(표 4). 반면 무처리구의 자운영 식물체의 질소공급량은 4.9~9.5 kg/10a로

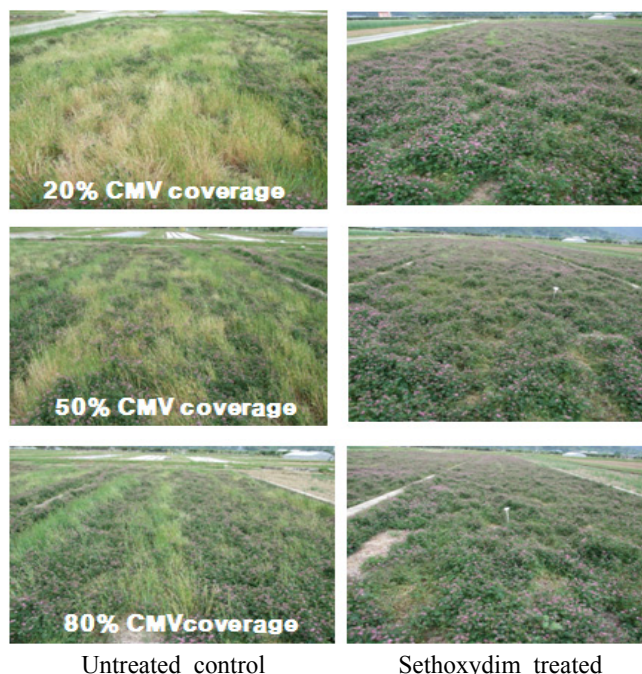


Fig. 1. Change of Chinese milk vetch ground cover rate at 76 days after sethoxydim treating in 2008.

Table 2. Influence of percentage of ground cover on Chinese milk vetch seedling stand and the occurrence of *Alopecurus aequalis* before sethoxydim treatment on March 2.

CMV ground cover	Seedling stand (no/m ²)		Dry matter (g/m ²)		Distribution percentage (%)	
	CMV	A. a.	CMV	A. a.	CMV	A. a.
20%	378a	15,070b	37.7b	162.0a	18.9	81.1
50%	835b	12,430b	52.8b	98.5b	34.9	65.1
80%	1,235c	6,110a	89.9a	55.8c	61.7	38.3

CMV : Chinese milk vetch, A. a. : *Alopecurus aequalis*

Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 3. Control of *Alopecurus aequalis* as affected by the change of Chinese milk vetch stand at rice transplanting time and after rice harvest in fall.

CMV ground cover	Sethoxydim treatment	76 DAT (May 19)		Nov.7
		Seedling stand (no/m ²)	Percentage of CMV ground cover	Reseeding stand in fall (no/m ²)
20%	Treated	473*	90%	948*
	U.C.	230	20%	363
50%	Treated	783*	90%	1,068*
	U.C.	387	50%	575
80%	Treated	887 ^{ns}	90%	1,270*
	U.C.	783	80%	740

CMV : Chinese milk vetch, DAT : day after treatment, U.C. : untreated control

* : significant at 5% level by t-test, ns : not significant

적었다.

한편 독새풀 식물체의 질소 공급량은 무처리는 8.5 kg/10a로 높았으나 자운영 피복도가 높아질수록 감소하였다(표 5). 그 결과 자운영과 독새풀이 공급하는 질소량은 무처리에서는 13.4~14.5 kg/10a였으나 독새풀을 방제할 경우 질소량은 15.7~18.5 kg/10a로 무처리보다 2.3~4.0 kg/10a가 증가하였다. 하지만 자운영 입모수가 부족할 경우 독새풀을 당해년도에만 방제하면 2년차부터는 자운영의 입모수 증가에 따른 충분한 생초량 확보가 가능하고 독새풀 발생량도 현저히 감소하여 자운영을 해마다 파종하지 않고 지속재배가 가능할 것으로 판단된다.

따라서 자운영 입모수가 부족할 경우 조기 경운을 하지 말고 독새풀을 방제한 후 벼를 이앙하면 2년차부터는 자운영 종자를 매년 파종할 필요가 없어 자운영 종자 구입비와 노력비 및 자운영 입모수 증가에 따른 질소비료 절감으로 생산비를 크게 줄일 수 있어, 자운영 지속재배를 이용한 친환경 벼 재배가 가능할 것으로 사료된다.

독새풀을 방제하지 않을 경우 월동기간 동안 끝동매미충의 기주가 되어 이듬해 벼에 가해를 해 벼 오갈병 발생으로 쌀 수량 감소 및 미질 저하를 가져올 수 있다. 따라서 독새풀을

방제하면 오갈병을 매개하는 끝동매미충을 방제하여 바이러스 발생을 줄일 수 있다. 자운영 답 독새풀 발생시 끝동매미충의 발생 양상은 3월중순경에 발생하기 시작하여 3월 20일경에 발생이 가장 많았고 그 이후는 발생수가 서서히 감소되어 벼 이앙직전에 거의 소멸되었다(자료 미제출). 또 독새풀 방제구는 무방제구 보다 끝동매미충 발생수가 적었다. 이러한 결과는 자운영 입모수가 부족할 경우 독새풀을 방제하면 자운영 생초량 감소를 방지할 수 있고 또 독새풀 방제에 따른 끝동매미충의 기주제거로 벼 바이러스 병인 오갈병을 예방할 수 있다는 것을 나타낸다. 끝동매미충 발생 개체수는 채집장소, 시기 및 년도간에 차이가 있었는데 논둑에서는 2월 20일 ~ 3월 19일 사이에 가장 발생수가 높았다는 결과와 비슷하였다(배 등, 1996).

독새풀을 방제한 결과 m² 당 수수는 기계이앙 및 부분경운 모두 무방제구보다 11~18개가 많고 현미천립중이 무거웠으나 쌀 수량은 무방제구와 비슷하였다(표 6). 한편 벼 오갈병 발생은 벼 이앙전 끝동매미충의 발생이 없었던 결과로 이앙후에는 발생이 되지 않았다. 끝동매미충과 같은 벼 해충 발생은 해에 따라 격발하기 때문에 2~3년간 시험을 수행해야 보다 정밀한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Influence of control of *Alopecurus aequalis* by sethoxydim treatment on the increase in dry matter production and nitrogen amount of Chinese milk vetch green manure.

CMV ground cover	Dry matter (g/m ²)			Nitrogen amount of CMV green manure (kg/10a)	
	Untreated control	Sethoxydim treated	Increase rate	Untreated control	Sethoxydim treated
20%	182	480*	164	4.9	13.4
50%	341	557*	63	9.5	16.2
80%	486	681 ^{ns}	40	13.1	18.5

* : significant at 5% level by t-test, ns : not significant

Table 5. Influence of sethoxydim treatment on the decrease in dry matter production and nitrogen amount of *Alopecurus aequalis* plant.

CMV ground cover	Dry matter (g/m ²)			Nitrogen amount of <i>Alopecurus aequalis</i> plant (kg/10a)	
	Untreated control	Sethoxydim treated	Decrease rate	Untreated control	Sethoxydim treated
20%	565	150*	74	8.5	2.3
50%	310	80*	74	3.7	1.0
80%	132	0 ^{ns}	100	1.4	0.0

* : significant at 5% level by t-test, ns : not significant

Table 6. The effect of control of *Alopecurus aequalis* on yield components and milled rice yield in Chinese milk vetch grown rice field.

Cultivation practice	Sethoxydim treatment	Panicle (No./m ²)	Spikelet (No./panicle)	Ripened grain (%)	1000-brown rice weight (g)	Milled Rice (kg/10a)
Transplanting (Rice-CMV)	Treated	352	99	83.3	21.0	501 ^{ns}
"	Untreated	341	102	83.9	20.3	472
Minimum-tilled transplanting (Rice-CMV)	Treated	336	95	86.0	21.8	469 ^{ns}
"	Untreated	318	92	87.1	21.0	423

*ns : not significant

적 요

자운영답 입모부족시 생초량 증진방법을 구명하고자 실시한 시험결과는 다음과 같다.

1. 3월초에 Sethoxydim 유제로 독새풀을 일찍 방제시 방제가가 84%로 높았으나 처리시기가 늦을 수록 방제효과는 낮았다.

2. 독새풀 방제후(처리 76일 후) 자운영 입모수는 처리전과 비슷하였고 가을철 재입모수도 처리전에 비해 2.2~2.6배가 증가 하였으나 무처리는 독새풀과 경합에 의해 자운영 입모수가 감소하였다.

3. 독새풀 방제후 자운영 건물중은 자운영 피복도가 20% 일때 63%, 50% 피복도일 때 164%가 증가하였고 질소함량으로는 12.3 kg, 16.4 kg/10a으로 표준질소소비량 9 kg/10a 보다 높았다.

4. 독새풀 방제에 따른 쌀 수량은 기계이앙 및 부분경운 이앙 모두 무방제와 비슷하였다.

인용문헌

Kim, S. Y., S. H. Oh, W. H. Hwang, S. M. Kim, K. J. Choi, and B. G. Oh. 2008. Optimum soil incorporation time of Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L) for its natural re-seeding and green manuring of rice in Gyeongnam Province. *Kor. J. Crop Sci. and Biotech.* 11(3) : 193-198.

Na, C. S., Y. H. Lee, S. H. Hong, C. S. Jang, B. H. Kang, J. K. Lee, T. H. Kim, and W. Kim. 2007. Change of seed quality of chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.) during seed developmental stages. *Kor. J. Crop Sci.* 52(4) : 363-369.

Shim, S. I. and B. H. Kang. 2004. Ecophysiology of seed germination in chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.). *Kor. J. Crop Sci.* 49(1) : 19-24.

Na, C. S., Y. H. Lee, S. H. Hong, C. S. Jang, B. H. Kang, J. K. Lee, T. H. Kim, and W. Kim. 2007. Change of seed quality of Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.) during seed developmental stages. *Kor. J. Crop Sci.* 52(4) : 363-369.

강위금, 강종국. 2002. 두과녹비작물 재배와 이용. 제3장 자운영. *농촌진흥청.* 85-130p.

김영광, 홍광표, 정완규, 최용호, 송근우, 강진호. 2001. 자연적인 자운영 재입모를 위한 적정 벼 재배유형. *한작지.* 26(6) : 473-477.

배순도, 송유한, 박경배. 1996. 밀양에서 월동하는 끝동매미충 (*Nephotettix cincticeps*)의 개체군 생태에 관한 연구. *한응근지* 35(2) : 140-145.

배태웅. 1985. 한국 남부지방에 있어서 끝동매미충 개체군 생태에 관한 연구. *한근지.* 15(2) : 67-76.

이병진, 최진룡, 김상열, 오성환, 김준환, 황운하, 안종웅, 오병근. 2008. 자운영 종자생산을 위한 적정 수확시기 구명. *한작지.* 53(1) : 70-74.

이병진, 오병근, 오성환, 김준환, 김상열, 황운하, 안종웅, 구연충, 최진룡. 2007. 자운영 작부체계에서 바이러스 발생정도에 따른 수량 변화. 제6회 오성국제바이오심포지엄/제2회 한국 식물과학협의회 공동국제심포지엄. pp. 211.

정지호, 소재돈, 이경수, 김호중. 1995. 자운영에 의한 토양개선 및 벼 생산성 증대 연구. *농업논문집* 37(1) : 255-258.

정지호, 최송열, 신복우, 소재돈. 1996. 자운영에 의한 수도의 질소소비량 절감 연구. *농업논문집* 38(2) : 299-303.

정지호, 강종국, 양창휴, 심형권, 최만영, 임일빈, 이상복, 김희권, 윤봉기, 이 인. 2007. 호남지역 자운영 이용 친환경 벼 재배기술. 호남농업연구소. pp. 66.