

미국실새삼 발생밀도가 콩 생육 및 수량에 미치는 영향

송석보^{1*}, 이재생, 강종래, 고지연, 서명철, 우관식, 오병근, 남민희

The Growth and Yield of Soybean as Affected by Competitive Density of *Cuscuta pentagona*

Seok Bo Song^{1*}, Jae Saeng Lee, Jong Rae Kang, Jee Yeon Ko, Myung Chul Seo
Koan Sik Woo, Byeong Geun Oh and Min Hee Nam

ABSTRACT This study was conducted to predict reduction of soybean yield as affected by different densities of *Cuscuta pentagona*. All data were fitted to Cousens' rectangular hyperbola model to estimate parameters for predicting soybean yield loss. The yield of soybean in the various densities (1 to 48 plants m⁻²) of *C. pentagona* reduced by 80.3 to 99.7%, respectively. Among yield components, number of pods was the most significantly influenced by weed interferences. The prediction model for soybean yield as affected by weed competition was as follows : $Y = 274.6783 / (1 + 4.3522X)$, $r^2 = 0.999$ in *C. pentagona*. Economic threshold levels calculated using Cousens' equation was 0.004 plants m⁻² in *C. pentagona*.

Key words: competition; *Cuscuta pentagona*; economic threshold; prediction model; soybean.

서 언

콩은 우리나라의 대표적인 발작물로서 1모작 또는 2모작으로 재배되고 있으며 콩 재배시 잡초에 의한 피해는 병·충해와 더불어 수량을 크게 감소시키는 요인으로 작용하고 있으며, 특히 잡초는 작물과의 경합으로 생산성을 크게 저하시킨다(변과 김 1978a, b; 이와 이 1982).

콩밭에 발생하는 미국실새삼은 북아메리카 원산의 새삼과에 속하는 1년생 기생잡초(양 등 2004)로 우리

나라를 비롯하여 미국과 유럽에 널리 분포되어 있다. 새삼속 기생잡초는 전 세계의 열대 및 온대지역에 150여종이 있는 것으로 알려져 있으나 농경지에 발생하여 피해를 주는 새삼속 잡초는 14종인 것으로 보고되었다(Parker와 Riches 1993). 우리나라에서는 새삼, 실새삼, 갯실새삼 등이 자생종으로 발생되고 있으며, 외래종인 미국실새삼도 서식하고 있는 것으로 보고되었다(이 1985; 전 1997). 김 등(2007)은 새삼류 중 유일하게 작물과 화훼류 뿐만 아니라 잡관목에도 기생함을 확인하였다.

¹ 농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부 기능성잡곡과, 627-803 경남 밀양시 내이동 1085(Functional Cereal Crop Research Division Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA., Milyang 627-803, Korea).

* 연락처자(Corresponding author) : Phone) +82-55-350-1254, Fax) +82-55-352-3059, E-mail) songsb@rda.go.kr

(Received September 1, 2010; Examined September 15, 2010; Accepted November 3, 2010)

외래종인 미국실새삼은 줄기의 지름이 1mm 내외이며 실같이 가늘며 담황색 또는 담황적색이며, 종자가 발아한 후 키가 10cm 정도 자라면 좌선회운동을 하면서 기주식물을 감고 흡반을 형성하여 기주의 양분을 빨아 먹으면서 생육한다(구 등 2002). 뿌리는 줄기가 기주식물의 줄기 및 잎을 감으면 곧 퇴화하고 유식물은 발아 후 종자내의 영양분으로 10~15일까지는 생존할 수 있으나 기주가 없으면 자가생장을 하지 못하므로 고사한다.

미국실새삼은 작물재배시 작물체에 기생하게 되므로 작물의 생육을 억제하여 정상적인 수량을 얻을 수 없을 뿐만 아니라 종자를 기계로 수확할 때 많은 노력과 경비를 들게 하여 생산비를 높이고 수량을 크게 감소시키고 있다. 현재 미국실새삼은 전세계적으로 문제가 되고 있으며 우리나라에서도 전국적으로 넓게 확산·분포하고 있으며 도로변에 인접한 휴경지나 경작지에 많이 서식하고 있는데 그 이유는 종자가 도로변에서 경작지로 확산되는 것으로 추정되고 있다(김 등 2007). 현재는 콩, 도라지, 고추밭에 많이 발생하여 작물로부터 생육에 필요한 양분을 흡수하여 왕성하게 번식하여 작물을 고사시켜 수확량을 감소시킨다.

작물 재배에 있어서 수량감소에 가장 큰 요인은 잡초에 의한 것이며, 콩과 잡초간의 경합에 따른 생육저해 및 수량감소는 잡초의 종류와 발생량에 따라 현저히 다르고, 작물과 잡초와의 경합력은 여러 요인 가운데 발생밀도가 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Jordan 등 1987).

그동안 콩과 일년생 잡초와의 경합에 관한 연구를 하기 위하여 많은 실험이 수행(Barrentine 1974; Eaton 등 1973; Thurlow와 Buchanan 1972) 되어 이러한 잡초발생으로 인한 수량감소를 예측하기 위한 연구들이 다양하게 시도되었다(Cousens 1985a; Kropff와 Spitters 1991; Kropf 등 1995; Berti와 Sattin 1996). 그러나 우리나라에서는 벼 재배시 논잡초와의 경합에 관한 연구는 많이 진행되었으나(권 등 2008; 송 등 2006; 원 등 2009; 이 등 2006; 조 등 2006) 발작물과 잡초와의 경합에 대해선 아직 미비한 실정이다. 일년

생잡초와의 경합에 관한 콩 수량 감소에 관한 연구는 잡초관리 비용절감과 친환경적 잡초관리를 위한 방제여부 결정을 위해서는 잡초의 발생밀도에 따른 콩의 정확한 수량예측이 무엇보다도 중요할 것으로 생각된다.

따라서 본 실험은 콩재배시 문제가 되고 있는 기생잡초인 미국실새삼의 발생밀도가 콩 수량에 미치는 영향을 정량화하고, 이들 경합에 의한 콩의 피해를 예측하여 콩 미국실새삼의 재배시 효율적인 방제체계 확립을 위한 기초 자료로 활용코자 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험은 콩 재배시 미국실새삼 발생밀도별 콩 생육 및 수량에 미치는 영향을 분석코자 실시하였으며 2008년에 영남농업연구소 시험포장에서 수행하였다.

공시 품종인 태광콩을 6월 15일에 재식거리는 60×15cm 간격으로 재식분수는 2분으로 파종하였다. 경합잡초인 미국실새삼은 콩 파종과 동시에 m²당 0, 1, 4, 8, 12, 24, 48본의 밀도가 되도록 파종하였다. 기타 발생된 잡초는 파종 후 20일, 40일에 손제초하였다. 시비량은 성분량(N-P₂O₅-K₂O)으로 콩 표준 시비량인 4-7-6kg 10a⁻¹을 전량 기비로 시용하였다. 실험구 배치는 난괴법 3반복으로 수행하였으며, 콩과 잡초의 생육은 파종 후 30일, 60일, 90일 간격으로 조사하였고, 콩 수량 및 수량구성요소 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(2003)에 준하였다.

잡초의 경합에 따른 콩 수량 예측모델을 구축하기 위하여 아래의 Rectangular hyperbola model(Cousens 1985a)과 통계프로그램인 Genstat 5.0(Genstat Committee 1993)을 이용하였다.

$$Y = Y_0 / (1 + \beta X)$$

[Y=콩수량, Y₀=잡초 무발생구 콩수량, β=잡초경합력(1/β는 50% 수량감소를 유발하는 잡초밀도)]

Table 1. Growth and dry weight of soybean as affected by different densities of *C. pentagona*.

Density (plant m ⁻²)	Plant height(cm)			No. of branches			Dry weight (g plants ⁻¹)		
	30DAS ^a	60DAS	90DAS	30DAS	60DAS	90DAS	30DAS	60DAS	90DAS
0	25.9	53.9	62.9a ^b	2.9	5.2	5.7a	20.2	54.1	94.9a
1	25.4	51.9	52.8b	2.9	4.5	4.0b	16.1	52.7	54.5b
4	26.8	47.3	47.7c	2.9	4.5	3.1c	13.1	36.0	32.5cc
8	23.4	47.3	45.5d	2.3	4.2	3.0c	11.6	33.6	28.0d
12	25.4	44.3	44.8de	3.1	3.8	2.9c	9.5	31.5	24.2e
24	23.7	45.0	44.6de	2.4	3.8	2.9c	8.9	29.8	22.2ef
48	25.4	44.8	43.3e	2.5	3.4	2.6c	9.0	26.9	19.7f

^a DAS : Days after seeding.

^b In a column, means with the same letter are not significantly different according to the Duncan's multiple test (P=0.05).

결과 및 고찰

미국실새삼 경합밀도별 콩 생육 특성

콩과 미국실새삼의 경합밀도별 콩의 생육을 보면 (표 1), 콩의 경장은 파종 후 30일 조사시 경합밀도간에 크게 영향을 받지 않았으나 파종 후 60일과 90일 조사에서는 각각 4분, 1분 m⁻² 이상에서 감소하였고, 콩의 분지수도 생육초기에는 크게 영향을 받지 않았으나 파종 후 60일과 90일 조사에서 미국실새삼 각각 1분 m⁻² 이상에서 감소하여 경합밀도가 높고 콩의 생육일수가 경과될수록 경합피해는 크게 나타났다.

또한 콩의 건물중은 미국실새삼과 경합시 생육초기부터 크게 감소하였으며 미국실새삼의 발생밀도가 높을수록 크게 감소하여 미국실새삼 경합밀도가 m² 당 1~48분에서 파종 후 30일에는 21%~55%, 파종 후 60일 조사시 3~50%, 파종 후 90일 조사시 43~79%가 감소하는 경향을 보였다.

콩 수량 및 수량구성 요소

미국실새삼 경합밀도별 콩 수량 및 수량 구성요소를 보면(표 2), 협수와 백립중 등은 각각 1분이상의 경합에서 유의적으로 감소하였으며 협수는 경합밀도가 1~48분 m⁻²일 때 각각 41~97%의 감소를 보였다. 백립중의 경우는 경합밀도가 1~48분 m⁻² 일 때 각각 20~91%의 감소를 보였다. 콩 수량의 경우는 백립중과 협수의 감소로 인해 1분 이상의 경합에서

Table 2. Yield and yield components of soybean as affected by different densities of *C. pentagona*.

Density (plant m ⁻²)	No. of pods (m ⁻²)	100-seed weight (g)	Yield (kg 10a ⁻¹)	Yield index (%)
0	50.2a ^a	22.5a	274.6a	-
1	29.7b	18.1b	54.1b	19.7
4	16.4c	16.1c	9.9c	3.6
8	16.0c	15.8d	4.1d	1.5
12	12.2d	13.6e	2.2d	0.8
24	4.1e	7.4f	1.5d	0.5
48	1.6f	2.1g	0.8d	0.3

^a In a column, means with the same letter are not significantly different according to the Duncan's multiple test (P=0.05).

유의적으로 낮아졌으며 밀도가 높을수록 크게 감소하였다. 콩 수량은 잡초와의 경합시기가 길어짐에 따라 수분, 양분, 광에 대한 경합이 심하게 되어 콩의 수량을 현저히 감소시켜 무경합구 274.6kg 10a⁻¹에 비하여 경합밀도가 1~48분 m⁻²일 때 각각 80.3~99.7%의 수량감소를 나타내었다.

미국실새삼의 발생밀도가 높아지더라도 콩의 생육 초기에는 경장과 분지수에는 크게 영향을 미치지 않았으나 생육후기로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었고 식물체 건물중, 백립중, 협수에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며 콩에 미치는 피해정도는 협수> 백립중> 건물중> 분지수> 경장 순으로 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

일반적으로 콩밭에 발생하는 잡초는 바랭이>방동사니>쇠비름>깨풀>명아주 순으로 발생량이 많고 미국실새삼의 발생량은 낮으나 앞으로 가장 문제시 될 잡초로 예상되고 있다. 현재 콩재배시 가장 문제가 되고 있는 바랭이는 우점도가 22.2%로 가장 높고 직립형으로 콩 보다 생육이 왕성함으로써 광과 양분 및 수분을 경합에 유리하여 작물에 큰 피해를 일으킨다. 바랭이의 경우는 경합밀도가 1~48본 m⁻²일 때 각각 9~33%의 수량감소를 보였으며(송 등 2009) 미국실새삼의 경우가 바랭이 보다 더 심각하게 수량감소에 영향을 미치는 것을 알 수가 있다. McWhorter와 Hartwing(1972)는 콩의 수량감소는 잡초초종에 따라 달라지게 되는데 Johnsongrass는 23~42%, 도꼬마리는 63~75%의 수량을 감소시킨다고 보고한 바 있다.

경합밀도에 따른 콩 수량 예측모델

미국실새삼 경합밀도별로 조사된 콩의 수량 자료를 잡초경합에 따른 수량예측 모델인 Rectangular hyperbola model(Cousens 1985a)에 적용하여 비선형 회귀분석을 실시한 결과 모델의 계수인 Y₀(무잡초 조건에서 수량)과 β(잡초경합력, 1/β는 50% 수량감소를 유발하는 잡초밀도)를 계산할 수 있었다. 그 결과 미국실새삼은 그림 1과 같이 $Y = 274.6783 / (1 + 4.3522X)$, R² = 0.999이었다. 잡초의 경합력은 4.3522로 바랭이 0.0069 보다 높았으며, 50% 수량감소를 유발하는 잡초밀도는 m²당 0.23개로 추정되어 콩 재배지에 발생시 심각하게 피해를 줄 잡초로 예상된다.

제조제 사용여부 결정을 위하여 산출된 미국실새

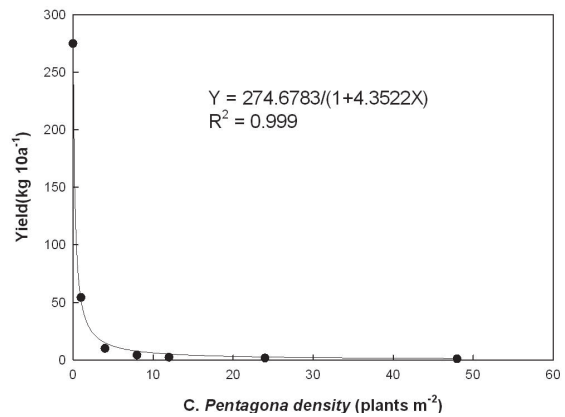


Fig. 1. Observed and predicted soybean grain yields as affected by *C. pentagona* using rectangular hyperbolic model and the parameter estimates.

삼의 경제적 피해한계 밀도는 표 3과 같다. 미국실새삼의 수량 예측모델을 이용하여 Cousens의 모델(1985b)에 적용한 결과, 콩 재배시 미국실새삼의 경제적 허용 한계밀도는 m²당 0.004개로 예측할 수 있었으며 이보다 발생밀도가 많을 경우에는 잡초를 방제하는 것이 경제적으로 유리할 것으로 사료된다.

요 약

콩재배시 발생하고 있는 기생잡초인 미국실새삼의 발생밀도가 콩 수량에 미치는 영향을 정량화하고 이들 경합에 의한 콩의 피해를 예측하여 콩 재배시 효율적인 잡초방제체계 관리정보를 제공하기 위하여 수행한 연구결과를 요약하면 다음과 같다. 미국실새삼의 발생밀도가 높아지더라도 콩의 생육초기에는

Table 3. Parameter estimates and economic threshold(Et) as affected by different densities of *C. pentagona* in soybean cultivation.

Parameter estimates and economic thresholds (Et)*						
C _h (won)	C _a (won)	Y (kg 10a ⁻¹)	P (won kg ⁻¹)	L (%)	K	Et (No. m ⁻²)
2,750	10,371	247.7	2,877	4.3522	0.95	0.004

* Economic threshold (Et., Cousens 1985b), $Et = (Ch + Ca) / (Y \times P \times L \times K)$.

Abbreviations : Y, weed free crop yield; P, value per unit of crop; L, proportion of yield loss per unit weed density; K, Herbicide efficacy calculated as (efficacy/100); Ch, herbicide cost; Ca, application cost.

경장과 분지수에는 크게 영향을 미치지 않았으나 생육후기로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었고 식물체 건물중, 백립중, 협수에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며 콩에 미치는 피해정도는 협수 > 백립중 > 건물중 > 분지수 > 경장 순으로 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 미국실새삼 경합밀도가 1~48본 m²일 때 콩 수량은 각각 80.3~99.7%의 수량감소를 보였으며, 미국실새삼 경합밀도별로 조사된 콩의 수량 자료에 따른 콩 수량 예측 모델은 $Y = 274.6783/(1 + 4.3522X)$, $R^2 = 0.999$ 였으며 50% 수량감소를 유발하는 미국실새삼의 잡초밀도는 m²당 0.23개로 추정되어 콩 재배지에 발생시 심각하게 피해를 줄 잡초로 예상된다. 생산 및 증수비용을 고려한 콩밭 미국실새삼의 경제적 피해한계 밀도 수준은 m²당 0.004개로 예측할 수 있었으며 이보다 발생밀도가 많을 경우에는 잡초를 방제하는 것이 경제적으로 유리할 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

- 구자옥, 김창석, 이도진, 임일빈, 권오도, 국용인, 천상욱, 한성욱. 2002. 한국의 잡초도감. pp. 534-535.
- 권오도, 국용인, 문병철. 2008. 벼 재배지에서 새삼매 자기 발생밀도에 따른 쌀 수량과 미질변화에 기초한 경제적 허용 한계밀도 설정. 한국잡초학회지 28:255-263.
- 김창석, 문병철, 국용인, 오세문. 2007. 한국 남부지역에서의 새삼류 분포와 미국실새삼의 발아생태. 한국잡초학회지 27:166-172.
- 변종영, 김영래. 1978a. 대두와 일년생 잡초와의 경합에 관한 연구. I. 대두와 잡초방제와의 경합시기가 대두의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지 23:86-89.
- 변종영, 김영래. 1978b. 대두와 일년생 잡초와의 경합에 관한 연구. II. 잡초방제기 간의 차이가 대두의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국작물학회지 24:83-88.
- 송석보, 황재복, 홍연규, 박성태, 김호영. 2006. 기계이앙답에서의 잡초경합에 의한 벼 생육특성과 수량 감소. 한국잡초학회지 26:407-412.
- 송석보, 이재생, 강종래, 고지연, 서명철, 우관식, 오병근, 남민희. 2009. 바랭이 발생 밀도가 콩 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국잡초학회지 29:323-327.
- 원종건, 안덕중, 김세종, 권오도, 문병철, 박재읍. 2009. 기계이앙답 가막사리와 한련초 발생밀도에 따른 벼 수량 감소정도 예측 및 경제적 한계 밀도. 한국잡초학회지 29:328-335.
- 양환승, 김동성, 박수현. 2004. 잡초 형태생리 생태 함관화류 서울. 이전농업자원도서. pp. 108-111.
- 이순계, 임일빈, 김도순, 변종영. 2006. 벼의 생육과 수량에 미치는 피와 물달개비의 경합효과. 한국잡초학회지 26:262-269.
- 이은용, 이계홍. 1982. 전지(田地)와 콩밭에 있어서 잡초의 발생 및 경합(競合)에 관한 조사 연구. 한국잡초학회지 2:75-113.
- 이창복. 1985. 대한식물도감. 향문사. 서울. p.636.
- 전의식. 1997. 새로 발견된 귀화식물(14). 자생식물 42:8-9.
- 조승현, 권석주, 최동철, 최정식, 문병철. 2006. 벼 건답직파 재배에서 잡초경합에 의한 수량감소. 한국잡초학회지 26:295-302.
- Barrentine, W. L. 1974. Common cocklebur competition in soybeans. Weed Sci. 22:600-603.
- Berti, A., and M. Sattin. 1996. Effect of weed position on yield loss in soybean and a comparison between relation weed cover and other regression models. Weed Res. 36:249-258.
- Cousens, R. D. 1985a. A simple model relating yield loss to weed density. Annals of Applied Ecology 107:239-252.
- Cousens, R. D. 1985b. Theory and reality of weed control thresholds. Plant Protection Quarterly 2:13-20.
- Eaton, B. J, K. C. Feltner and O. G. Russ. 1973. Venice mallow competition in soybeans. Weed

- Sci. 21:89-94.
- Genstat Committee. 1993. Reference Manual (Genstat 5.0, Release 3). Oxford University Press, Oxford, UK.
- Jordan, T. N., H. D. Coble and L. M. Was. 1987. "Weed control" in Wilcox, J. R.(ed.) *Soybean; Improvement, Production and Uses* (2nd ed.).
- Kropff, M. J., and C. J. T. Spitters. 1991. A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of weeds. *Weed Res.* 31:97-105.
- Kropff, N. J., L. A. P. Lotz, S. E. Weaver, H. J. Bos, J. Wallinga and T. Migo. 1995. A two-parameter model for prediction of crop loss by weed competition from early observation of relative area of weeds. *Annals of Applied Biology* 126:329-346.
- McWhorter, C. G., and E. E. Hartwing, 1972. Competition of johnsongrass and cocklebur with six soybean varieties. *Weed Sci.* 20:56-59.
- Parker, C., and C. R. Riches. 1993. Parasitic weeds of the world : biology and control. CAB International. pp. 183-223.
- Thurlow, D. L., and A. Buchanan 1972. Competition of sicklepod with soybeans. *Weed Sci.* 20:379-384.