

과제구분	기본	수행시기		전반기	
중장기 Code		RIMS Code		20071390608000001	
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행 기간	연구실	책임자
주요 해충 요방제수준 설정연구		작물보호 LS0603	'06~'10	농과원 농업해충과	이상계
옥수수 조명나방의 요방제수준 설정 연구		작물보호 LS0603	'06~'08	강원도원 환경농업과	최준근
색인용어	옥수수, 조명나방, 요방제, 피해해석				

ABSTRACT

The asian corn borer(*Ostrinia furnacalis*(Guenee)) has been recognized as the most destructive insect pest on corn in Korea. This study was carried out to estimate control threshold for corn borers on waxy corn by examining the number of adult insect trapped using pheromone and the injury levels of waxy corn. Adult corn borers were lured into the pheromone trap during the whole growth period in five areas including Chuncheon. The number of corn borers trapped in Chuncheon was the greatest followed by Cheolwon and Hongcheon and the same trend for injury level of waxy corn. When the injury rate was greater than 10~15% at tassel stage, yield of marketable waxy corn dramatically reduced and the injury exceed the economically admitting level.

Kew words : corn borer, *Ostrinia furnacalis*(Guenee), pheromone trap, control threshold

1. 연구목표

옥수수를 가해하는 해충으로 50여종 이상이 알려져 있는데(한식보, 1986), 이 중에서 조명나방이 우리나라뿐만 아니라 세계적으로 가장 큰 피해를 주는 해충으로 알려져 있다(이 등, 1980; Chiu & Chien, 1985). 우리나라에서 보고된 조명나방류의 종류로는 총 4종이 알려져 있는데(박, 1975), 이 중 Asian corn borer라고 하는 *Ostrinia furnacalis*(Guenee) 종을 일반적으로 조명나방이라 호칭하고 있다.

옥수수 재배는 사용목적에 따라 종실용, 싸일리지용, 간식용으로 구분하는데, 종실용 옥수수의 재배면적은 소득이 낮아 감소하고 있는데 반하여 간식용 옥수수는 주 5일 근무에 따른 관광객의 증가와 웰빙식품의 부각 등으로 인하여 재배면적이 급격히 증가하고 있는 추세이다. 조명나방은 옥수수의 전 생육기간에 걸쳐 발생하는데, 간식용 옥수수에 조명나방이 이삭을 가해할 경우 상품성이 전혀 없어 경제적인 손실이 크므로 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 옥수수를 가해하는 조명나방에 대한 경제적피해 허용 수준은 설정하기 위하여 옥수수 재배 포장에 인공먹이를 이용한 페로몬트랩을 설치하여 성충 유살량 및 가해율을 조사하고, 또한 옥수수 출사기에 처리구별로 조명나방 피해수준 달리하여 재배한 후 수확기에 상품수량을 조사 분석하고자 실험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 조명나방 성충 발생 및 피해양상 조사

옥수수 주산지인 강원도내 춘천, 강릉, 태백, 홍천, 철원 등 5개 시군에 포장을 선정하여 옥수수를 파종한 다음 조명나방 유인용으로 인공먹이 페로몬트랩을 포장당 3개씩 대각선으로 설치하여 옥수수 재배기간에 걸쳐 성충의 유살량을 조사 분석하였다. 조명나방 유충에 의한 포장 피해는 옥수수 수확기에 가해 부위별로 피해주율을 조사하였다. 페로몬트랩용 인공먹이는 국립식량과학원 작물보호연구실에서 분양받아 실험에 사용하였다. 재배한 옥수수의 종류로는 춘천, 강릉, 태백에서는 간식용 찰옥수수인 미백2호 품종을 사용하였으며, 홍천에서는 찰옥수수 채종용 모본 및 부분을, 철원에서는 종실용 옥수수 10여 품종을 재배하였다.

나. 옥수수 조명나방 요방제 수준 설정

춘천시 신북읍에 소재한 강원도농업기술원 시험포장에서 옥수수를 가해하는 조명나방에 대한 요방제 수준 설정 시험을 수행하였다. 최근 가장 많이 재배되고 있는 찰옥수수 신품종인 미백2호를 4월 하순에 70×30cm 간격으로 1주 1립씩 파종하였으며, 시비 등 재배방법은 농촌진흥청 표준재배법에 준하였다.

포장에서 조명나방의 가해율에 따른 피해정도를 구명하여 요방제 수준을 설정하고자 옥수수 출사기인 7월 초에 각각 0, 5, 10, 15 및 20%로 피해주율을 조절하여 난괴법 3반복으로 시험구를 설치하였다. 찰옥수수 수확기인 7월 말에 처리주에 대하여 옥수수 부위별 가해율 및 수량 구성요소, 상품수량 등을 조사, 분석하고 이에 대한 경제성분석 등을 통하여 요방제 수준을 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 조명나방 성충 발생 및 피해양상 조사

춘천 등 5개 지역의 옥수수 시험포장에 조명나방 인공먹이용 페로몬트랩을 설치하고(Fig. 1), 유살된 성충수를 옥수수 전 생육기간에 걸쳐 조사하여 순기별로 집계하였다(Table 1).



Fig. 1. Pheromone trap of the corn field(left) and adult corn borer trapped(right)

인공먹이 유인트랩에 유살된 조명나방의 성충은 시험을 실시한 5개 지역에서 모두 옥수수의 전 생육기간에 걸쳐 조사되었다. 특히, 옥수수 파종 직후에서도 유살량이 많아 조명나방의 정확한 생태 파악을 위해서는 옥수수 파종전에 트랩을 설치하여 성충의 비산을 조사하는 것이 바람직하다고 생각되었다.

또한 옥수수 출사기 전후까지의 유살량은 춘천, 철원, 홍천 등 3개 지역에서 다수 조사된 반면, 강릉, 태백지역에서는 그 수가 적었는데 이는 지역별 옥수수 재배면적이나 기상요건에 의하여 주변의 조명나방 밀도의 차이에 기인한 것으로 판단된다. 태백 지역의 경우 찰옥수수 재배에도 불구하고 조사기간이 긴 원인은 해발 700m 이상의 고랭지에 시험포장이 위치하고 있었으며, 철원 지역의 경우는 종실용 옥수수의 재배로 인하여 황숙기가 지난 9월 중순에 수확이 이루어 졌기 때문이다.

Table 1. The number of adult corn borers lured into the pheromone trap during the whole growth period of corn

Areas	Numer of adult trapped(total/3 pheromone trap)										
	Late May	Early June	Mid. June	Late June	Early July	Mid. July	Late July	Early Aug	Mid. Aug	Late Aug	Early Sep
Chuncheon	38	41	33	35	22	4	8	-	-	-	-
Gangneung	2	5	10	15	10	7	4	6	-	-	-
Taebaek	-	1	4	8	4	2	9	8	4	4	2
Hongcheon	18	25	36	30	13	11	16	27	-	-	-
Cheolwon	17	21	43	59	32	5	12	8	26	11	12

조명나방의 성충 유살량에 따른 유충의 옥수수 가해 정도를 알아보기 위하여 옥수수 부위별로 피해율을 조사하였다(Table 2).

Table 2. Percentage of injury by corn borer in the 5 corn fields

Area	Time	Percentage of injury(%)				Remark
		Ear	Stem	Leaf	Total	
Chuncheon	Mid. June	0	0	16.6	16.6	Waxy corn
	Late June	0	6.0	26.6	32.6	
	Early July	0	10.0	33.3	43.3	
	Mid. July	3.0	13.0	40.0	56.0	
	Late July	4.6	16.0	36.0	56.6	
Gangneung	Mid. July	0	3.3	6.6	9.9	Waxy corn
	Mid. Aug.	8.3	6.6	6.6	21.5	
Taebeck	Early Aug.	0	0	3.3	3.3	Waxy corn
	Early Sep.	0.7	1.2	4.4	6.3	
Hongcheon	Early July	0	8.3	38.3	46.6	Cropping seed
	Early Aug.	3.3	13.3	40.3	56.9	
Cheolwon	Early July	1.1	10.0	54.4	65.5	Grain
	Early Sep.	47.7	52.2	33.3	133.2	

관내 시험포장인 춘천 지역은 생육 중기인 6월 중순부터 수확기인 7월 하순 까지 순기별로 조사하였고, 기타 4개 지역은 시험 여건상 출사기 및 수확기 2회에 걸쳐 조사하였다.

춘천 지역의 경우 전 조사기간에서 조명나방의 성충이 유살되었는데, 초기에는 잎을 가해하다가 옥수수가 성장함에 따라 줄기와 이삭을 가해하는 것으로 나타났는데 이는 나머지 시험포장에서도 유사한 경향을 보였다. 조사 지역별로 나타난 조명나방 유충의 피해율과 앞에서 조사한 조명나방 성충의 페로몬트랩 유살량을 비교해 보면 성충 유살량이 많은 지역에서 옥수수의 피해율이 높은 것을 알 수 있었다. 다만 철원 지역에서 수확 시기에 조사한 피해율이 133.2%로 매우 높게 나타난 것은 시험 품종이 종실용 옥수수인 관계로 수확기가 매우 늦어 가해 정도가 누적된 것임을 알 수 있었다. 이와 같은 실험으로 볼 때 장기간에 걸쳐 페로몬트랩에 의한 성충 유살량과 포장의 옥수수 피해정도를 조사함으로써 옥수수 조명나방의 발생예찰이 가능할 것으로 판단된다.

나. 옥수수 조명나방 요방제수준 설정

옥수수 출사기에 조명나방 유충의 피해정도에 따른 찰옥수수의 수량성을 분석하여 경제적 허용수준을 설정하고자 본 시험을 수행하였다. 조명나방의 유충이 자연 발생된 포장에서 옥수수 출사기에 피해주율을 각각 0, 5, 10, 15 및 20%간격으로 조절한 다음 수확기에 부위별로 가해율을 조사하였다(Table 3).

Table 3. Percentage of injury on waxy corn by artificial control at the tassel stage

Level of control	Percentage of injury(%)			
	Ear	Stem	Leaf	Total
Below 5%	2.0	11.8	19.1	32.9
5~10%	4.2	7.2	29.5	40.9
10~15%	4.2	12.1	32.6	47.0
15~20%	1.0	14.2	45.5	60.7
Over 20%	8.9	19.2	49.8	77.9

전체적으로 모든 처리구에서 높은 피해양상을 보였는데, 특히 옥수수 출사기에 가해율을 5% 이하로 조절한 처리구에서도 전체 가해주율이 32.9%인 점을 보면 찰옥수수의 출사기에서 수확기 까지 약 25일 정도의 기간 동안 조명나방 유충에 의한 피해가 매우 빠르게 확산 되는 것을 알 수 있었다. 출사기 가해율 15~20% 처리구에서 이삭 가해율이 1.0%로 낮은 것은 표본 조사상의 편차에 의한 것으로 판단되나 전체 처리구에서 출사기의 가해율이 높을 수록 수확기 가해주율도 급격히 증가하는 경향을 보였다.

출사기 조명나방의 옥수수 가해정도에 따른 수확기 옥수수의 수량 구성요소 및 수량을 조사한 결과(Table 4), 수량 구성요소에 있어 이삭장, 착립장 및 이삭경 등은 처리간 큰 차이가 없었으나 이삭종과 이삭수에서 가해율이 높을수록 낮게 나타났다.

Table 4. The marketable yield of waxy corn according to different injury level

Injury level	Component element of yield					Yield (kg/10a)
	Length of ear (cm)	Length of corn (cm)	Diameter of ear (cm)	Weight of ear (g)	No. of ear (no./10a)	
Below 5%	20.7	18.6	4.0	181.6	3,808	6,915
5~10%	20.6	18.7	3.9	176.4	3,744	6,604
10~15%	20.6	18.5	3.9	176.4	3,586	6,326
15~20%	20.6	18.6	3.9	171.6	3,221	5,527
Over 20%	20.0	18.1	3.9	168.3	2,951	4,966

수량 구성요소를 이용하여 처리별로 상품수량을 산출한 결과, 출사기에 5% 이하의 조명나방 피해구에서는 6,915kg/10a의 수량을 나타낸 반면 20% 이상의 피해구에서는 4,966kg/10a으로 급격한 수량 감소를 보였다. 이를 보면, 간식용 찰옥수수의 경우 이삭에 조명나방의 식흔이 있을 경우, 품질이 저하되고 소비자의 혐오감으로 인하여 상품성이 결여되기 때문에 가해율이 높을수록 상품 수량이 급격히 감소되는 것을 알 수 있었다.

표 4에서 조사된 처리별 옥수수 이삭수에 시중 도매 단가를 적용하여 소득을 산출하였다(Table 5). 처리별 소득차를 보면, 출사기 5% 이하 피해구에서 1,142,000원/10a인 반면

20% 이상 피해구에서는 885,300원/10a으로 20만원 이상의 소득차를 나타냈다. 피해수준별 소득차에 대하여 조명나방 1회 약제방제 비용을 적용한 결과, 출사기 피해율이 10~15%에서부터 소득차가 방제 비용을 상회하는 것으로 나타나 이 시점을 요방제 수준으로 설정하였다. 또한 출사기 피해율이 15% 이상일 경우에는 소득의 감소가 매우 크므로 고품질의 찰옥수수 생산을 위해서는 필수적으로 방제를 실시하여야 할 것으로 분석되었다.

Table 5. Control threshold of corn borer on the waxy corn by economical analysis

Injury level ¹⁾	No. of ear (no./10a)	Price (won/each)	Income (won/10a)	Gap of income (won)	Cost of control (won/10a)	Remark
Below 5%	3,808		1,142,400	-		
5~10%	3,744		1,123,200	19,200		
10~15%	3,586	300	1,075,800	66,600	45,000	Control threshold
15~20%	3,221		966,300	176,100		Control
Over 20%	2,951		885,300	257,100		Control

¹⁾ Percentage of injury on corn plant at the tassel stage

4. 적 요

옥수수를 가해하는 조명나방의 피해에 대한 요방제 수준을 설정하고자 페로몬 트랩을 이용한 성충의 유살량 조사와 처리구별로 피해율을 조절하여 시험을 실시하였다. 춘천 등 5개 지역에 설치한 페로몬트랩에 조명나방 성충이 옥수수 전 생육기간에 걸쳐 유인되었으며, 유살량은 춘천, 철원, 홍천 순으로 많았고 이에 따른 옥수수의 피해율도 같은 경향을 나타냈다.

옥수수 출사기에 조명나방의 피해율을 조절하여 수확기에 처리별로 수량을 조사한 결과, 출사기 피해율이 10~15%이상일 때 찰옥수수 상품수량이 급격히 감소하여 경제적 피해 허용수준을 초과하여 요방제 수준으로 설정하였다.

5. 인용문헌

- Chiu, S. C. and C. C. Chien. 1985. Biological control of the corn borers. Plant Protection Bulletin 27 : 299-316.
- 한국식물보호학회. 1986. 한국 식물병·해충·잡초 명감. p. 261-261.
- 정진교. 2005. 조명나방(*Ostrinia furnacalis*) 알에 대한 쌀좀알벌(*T. evanescens*)과 *T. ostriniae*의 기생특성. 한국응용곤충학회지 44 : 43-50.
- 이영복, 황창연, 최귀문, 심재영. 1980. 조명나방의 생태에 관한 연구. 한국식물보호 학회지 19 : 187-192.

- Leysa, P. S. and D. A. Balmore. 1986. Verification trial on pest management strategies for Asian corn borer for Maisagana Guidelines(ETL-CORN) [economic threshold level]. Plant Protection News(Philippines) 15 : 19-25.
- Morallo-Rejesus, B. 1988. Techniques for control of the Asian corn borer in the Philippines. Proceeding of third Asian regional maize workshop 105-118p.
- Park, Jae Woo and Kyung Saeng Boo. 1993. An artificial diet and the rearing method for the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*(Guenee) (Lepidoptera ; Pyralidae). Korean J. Appl. Entomol. 32 : 395-406.
- Park, Jae Woo and Kyung Saeng Boo. 1994. Calling behavior and sex pheromone gland of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*(Guenee) (Lepidoptera ; Pyralidae). Korean J. Appl. Entomol. 33 : 66-73.
- Park, Kyu-Tek. 1975. Taxonomic study of the corn stem borer in Korea with allied species of the genus *Ostrinia*(Lep. ; Pyralidae). Kor. J. Pl. Prot. 14 : 221-225.
- Wen, L. P., Z. Y. Wang, G. H. Ye and K. L. He. 1992. Yield losses and economic threshold of asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*(Guenee) on maize. Scientia Agricultura Sinica 25 : 44-49.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2008 (3년차)	영농활용	옥수수 조명나방의 요방제 수준

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
					06	07	08
책임자	강원도원 환경농업연구과	농 업 연구사	최준근	세부과제 총괄			○
책임자	강원도원 북부농업시험장	농 업 연구사	정태성	세부과제 총괄	○	○	
공 동 연구자	강원도원 환경농업연구과	농 업 연구사	문윤기	연구협조		○	○
공 동 연구자	강원도원 북부농업시험장	농 업 연구사	함진관	포장조사			○
공 동 연구자	강원도원 환경농업연구과	연 구 보조원	황미란	포장조사	○	○	○