

FCS

Field Crops Studies



Field Crops Studies

Volume V
No. 1

Dobroudja Agricultural Institute

СЕЛЕКЦИЯ НА БОБОВИ КУЛТУРИ
LEGUMES BREEDING



ПРОУЧВАНЕ ВЪРХУ НАПАДЕНИЕТО ОТ ПАМУКОВА НОЩЕНКА
HELICOVERPA ARMIGERA HÜBN. (NOCTUIDAE: LEPIDOPTERA)
ПРИ НАХУТА

Димитър Димитров, Добринка Атанасова, Михо Михов
Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево

Резюме

Димитров, Д., Д. Атанасова, М. Михов, 2009. Проучване върху нападението от памукова нощенка *Helicoverpa armigera* Hübn. (Noctuidae: Lepidoptera) при нахута.

Памуковата нощенка е основен неприятел по нахута, с голяма вредоносност. Един от методите за борба срещу нея е създаване на устойчиви сортове. Целта на изследването е да се проучи реакцията на различни образци нахут и степента на нападение от този неприятел. Опитът е изведен в Добруджански земеделски институт в периода 2005-2006 г. по блоков метод в четири повторения, с големина на опитните парцелки от 10 м². Изпитани са пет сорта и една линия нахут, с различен произход. За отчитане динамиката на летеж на пеперудите на памуковата нощенка *Helicoverpa armigera* Hübn. е използвана феромонова уловка "Pherobank". От всяко повторение са избрани произволно по 3 растения и е определен процентът на нападение от памуковата нощенка. През първата година от изследването с феромоновата уловка са уловени по-голям брой пеперуди в сравнение с втората. Най-силно влияние върху процента на повредени бобове оказва генотипът. Неговият дял е 60% спрямо другите фактори – условия на годината и общ брой бобове. Установено е различие в степента на нападение от гсениците на неприятеля през двете години на изпитване. Процентът на повредени бобове при отделните образци нахут е в границите от 0,6 % до 11,56 %. Разликите най-ясно се диференцират през първата година на проучването, когато неприятелят е в по-висока плътност. Като най-устойчив се откроява сорт "Образцов чифлик 1", при който нападението и през двете години е най-слабо.

Ключови думи: *Helicoverpa armigera* – Нахут - Степен на нападение - Устойчивост

Abstract

Dimitrov, D., D. Atanasova, M. Mihov, 2009. Investigation on gram pod borer *Helicoverpa armigera* Hübn. (Noctuidae: Lepidoptera) attack in chickpea

Gram pod borer is a main pest on chickpea which causes serious damages. One of the means for control of it is developing resistant varieties. The aim of this investigation was to study the response of different chickpea accessions to this pest, as well as its attacking rate.

The trial was carried out in Dobrudzha Agricultural Institute during 2005-2006 by the block design method, in four replicates, the size of the trial plot being 10 m². Five chickpea varieties and one line of different origin were tested. To determine the flight dynamics of the pod borer moths, "Pherobank" pheromone trap was used. Three plants per each replicate were chosen at random to find out the percent of attack. During the first year of the investigation a higher number of moths were caught with the pheromone trap in comparison to the second year. The genotype had the highest effect on the percent of damaged pods. Its effect amounted to 60 % according to the other factors: year and total number of pods. Variation in the attacking rate by caterpillars of the pest during the two years of the investigation was found. The percent of damaged pods in the individual accessions varied within the range 0,6 – 11,56 %. The differences were most evident during the first year when the pest occurred in higher density. Variety Obraztsov chiflik was the most resistant; the attacking rate on this variety was lowest during both years of investigation.

Key words: *Helicoverpa armigera* – Chickpea – Attacking Rate - Resistance

УВОД

Нахутът е една от най-важните бобови култури в света. През 2003 г. световното производство достига 7.1 милиона метрични тона, нареждайки се на трето място след фасула и граха (FAO, 2004). В България площите засявани с тази култура са били винаги недостатъчни и варират от 20 000 ha през 1945 г. до 3-4 000 ha през последните години. Средния добив се движи от 800 до 1000 kg/ha. Със създаването и регистрирането на нови сортове нахут, съчетаващи висока продуктивност с устойчивост към различни стресови фактори и пригодни за механизано отглеждане, добивите достигат до 2000-3000 kg/ha (Михов и др., 2005; Михов и Атанасова, 2008).

Различни са факторите, ограничаващи производството и масовото разпространение на нахута. Един от главните лимитиращи фактори е нападението от памуковата нощенка *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). Загубите в световен мащаб, причинени от памуковата нощенка по нахута са оценени на US\$ 330 милиона годишно (ICRISAT, 1992). Неприятелят намалява добивите от нахут средно с 7% при различните системи на отглеждане (Lateef, 1992). Други автори посочват, че памуковата нощенка поврежда 20-40% от бобовете на нахута (Khan and Faizullah, 1999; Kumar and Smithson, 1980; Rahman, 1990), а при подходящи условия и масово нападение повредите достигат над 90 - 95% (Rajput et al., 2003; Sachan and Katti, 1994; Shengal and Ujagir, 1990). В България при условията на Добруджа, гъсениците на нощенката повреждат 1,8% - 13,8% от бобовете на нахута (Димитров, 2008).

Интензификацията в земеделието влошава проблема с памуковата нощенка и се прибягва до по-честа употреба на пестициди. В резултат на това неприятелят развива значително ниво на устойчивост към конвенционалните инсектициди. Въпреки това, контролът срещу памуковата нощенка може да бъде успешен чрез прилагане на добри растителнозащитни практики. Използването на устойчиви сортове е един от най-ефективните и екологосъобразни методи за борба срещу неприятеля (Rajput et al., 2003; Sharma et al., 2005).

Ежегодно в много страни на света се правят проучвания за устойчивост при нахута към памуковата нощенка *Helicoverpa armigera* (Ahmad and Kotwal, 1996; Ahmad et al., 2002; Bhagwat et al., 1995; Bhatt and Patel, 2001; Kotikal et al., 1996; Patnaik and Senapati, 1995; Ramegowda et al., 2007; Shahzad et al., 2005; Sharma et al., 2007; Singh et al., 1990; Srivastava et al., 1996; Weigand and Pimbert, 1993; Yoshida et al., 1997), като са установени генотипове с различна устойчивост.

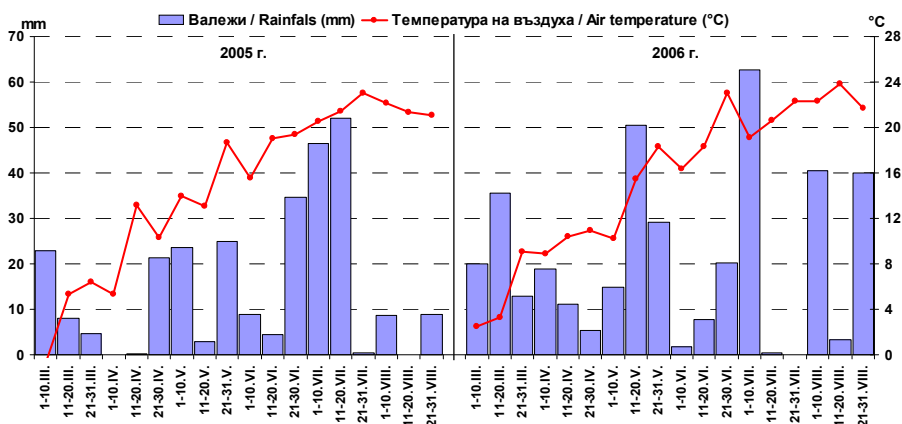
Досега в България не са правени опити за откриване на устойчивост при нахута към памуковата нощенка. **Целта** на настоящото изследване е да се проучи реакцията на различни образци нахут и степента на нападение по бобовете от гъсеници на *Helicoverpa armigera* Hübn.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Опитът е проведен в Добруджански земеделски институт – Генерал Тошево през периода 2005-2006 г. по блоков метод в четири повторения, с големина на опитните парцели от 10 m², след предшественик пшеница. Изпитани са пет сорта и една линия нахут с различен произход: “Балкан” и “Прогрес” с произход от ДЗИ – Ген. Тошево; “Образцов чифлик 1” – с произход от ИЗС “Образцов чифлик” - Русе; два руски сорта “Степной 1” и “Краснокутский 123”; и линията “FLIP 93-177C” от ICARDA (Сирия). Сеитбата е извършена в оптималните за района срокове и гъстота. Минерални и органични торове в опитната площ не са внасяни. За поддържане на парцелките чисти от плевели са използвани подходящи хербициди. Динамиката на летеж на пеперудите на памуковата нощенка *Helicoverpa armigera* Hübn. е установена с помощта на феромонова уловка “Pherobank”, поставена в средата на опитната площ. В края на вегетацията на нахута от всяко повторение са избрани произволно по 3 растения, на които са изброени общият брой бобове и тези, повредени от гъсениците на памуковата нощенка. Процентът на нападение от памуковата нощенка е изчислен като отношение на броя повредени бобове към общия брой бобове. Статистическата обработка на данните е извършена с помощта на статистически пакет Statgraphics XV.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Абиотичните фактори оказват пряко влияние както върху фенологичното развитие на нахута, така и върху развитието на памуковата нощенка.

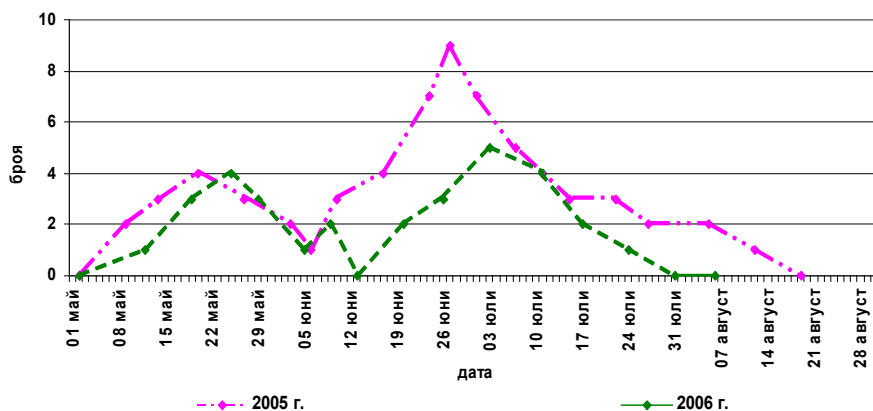


Фигура 1. Метеорологична характеристика за района на ДЗИ – Генерал Тошево по време на вегетацията на нахут през 2005 г. и 2006 г.

Figure 1. Meteorological characterization of DAL region during chickpea growth in 2005 and 2006

Метеорологичните условия по време на извеждане на опита се различават по отношение на валежите и динамиката на среднодневните температури през отделните десетдневки (Фиг. 1). През първата година от проучването метеорологичните условия след сеитбата на нахута до поникването му са по-неблагоприятни – среднодневните температури и количествата на валежите са по-ниски, в сравнение със същите през втората година и семената поникват по-бавно. От второто десетдневие на април до второто десетдневие на юни 2005 г. температурната крива показва по-резки и

нетипични спадове, но като цяло температурата на въздуха за периода е по-висока от тази за същия период на 2006 г. Валежите в края на юни и началото на юли през 2005 г. допринасят за по-късно узряване на нахута и удължават периода на вегетацията му. По-малките количества на валежите след фенофаза “бобообразуване” през 2006 г. и по-високите температури на въздуха в края на юни са причина за по-ранно започване на фенофаза “начало на узряване” и прибиране на нахута с 8 – 14 дни по-рано, в сравнение с предходната година.



Фигура 2. Динамика на летеж на пеперудите от първо и второ поколение на *Helicoverpa armigera* през 2005 г. и 2006 г.

Figure 2. Flight dynamics of *Helicoverpa armigera* first and second generation during 2005 - 2006

През 2005 г. начало на летеж на пеперудите от първо поколение на *Helicoverpa armigera* Hübn. е отчетен на 8 май, а през 2006 г. летежът започва по-късно с 4 дни – на 12 май (Фиг.2). Това се дължи на по-ниските температури през втората и третата десетдневка на април и началото на май, които действат по-бавно върху затоплянето на почвата, където са презимувалите какавиди на нощенката. През първата година на изследване максимума в популационната численост на пеперудите от първо поколение е на 20 май, а през втората година на 25 май.

Таблица 1. Анализ на вариансите на факторите сорт и година при показателите общ брой бобове и брой повредени бобове
Table 1. Variance analysis of factors variety and year in the total numbers of pods and number of damaged pods

Източник на вариране / Source of variation	df	Mean Square	F-Ratio	P-Value	%	
ОББ/TNP	Година/Year	1	8182,22	5,56	0,0233	
	Сорт/Variety	5	7042,5	4,78	0,0016	
	residual	41	1472,32			
БПБ/NDP	Година/Year	1	522,283	11,15	0,0018	10,79
	Сорт/Variety	5	231,712	4,95	0,0012	60,01
	residual	41	46,8498			29,20

ОББ - общ брой бобове (TNP - total number of pods); БПБ – брой повредени бобове (NDP – number of damaged pods)

Пеперудите от второ поколение на *Helicoverpa armigera* Hübn. през 2005 г. летят

от 10 юни до 12 август. Максимум в популационната численост е отчетен на 27 юни. През 2006 г. летежът на второто поколение е от 20 юни до 24 юли, с максимум на 3 юли. По-разтегнатият период на летеж през 2005 г. се дължи на по-ниските температури на въздуха в края на юни - началото на юли и на по-големите количества паднали валежи.

През първата година от изследването с феромоновата уловка са уловени повече пеперуди. По време на летежа на първо поколение са уловени 15 възрастни на *Helicoverpa armigera*, а по време на летежа на второ поколение – 50. През 2006 г. уловените пеперуди са съответно 14 от първо поколение и 17 от второ.

Таблица 2. Процент на нападение от памукова нощенка по бобове на нахут
Table 2. Percent of chickpea pods attacked by pod borer

Сорт Variety	Година Year	№	2005			2006		
			ОББ (брой) TNP (n)	БПБ (брой) NDP (n)	ПН (%) PAP (%)	ОББ (брой) TNP (n)	ПБ (брой) DP (n)	ПН (%) PAP (%)
Степной 1 Stepnou 1		1	94	4	4,26	115	3	2,61
		2	130	3	2,31	117	4	3,42
		3	102	7	6,86	80	8	10,0
		4	72	4	5,56	99	7	7,07
		Средно Mean			4,75			5,78
Образцов чифлик 1 Obraztsov chiflik 1		1	116	2	1,72	115	2	1,74
		2	96	0	0	82	2	2,44
		3	126	0	0	165	5	3,03
		4	147	1	0,68	103	4	3,88
		Средно Mean			0,6			2,77
Прогрес Progress		1	94	6	6,38	135	5	3,70
		2	136	13	9,56	74	2	2,70
		3	95	6	6,32	125	4	3,2
		4	143	5	3,50	89	2	2,25
		Средно Mean			6,44			2,96
Балкан Balkan		1	129	6	4,65	106	2	1,89
		2	87	6	6,90	117	3	2,56
		3	91	2	2,20	150	8	5,33
		4	145	7	4,83	165	4	2,42
		Средно Mean			4,65			3,05
Краснокутский 123 Krasnokutskiy 123		1	220	24	10,91	166	6	3,61
		2	257	45	17,51	172	6	3,49
		3	250	22	8,8	78	4	5,13
		4	144	12	8,33	89	0	0
		Средно Mean			11,39			3,06
FLIP 93 – 177C		1	157	24	15,29	186	8	4,30
		2	181	25	13,81	95	4	4,21
		3	261	26	9,96	129	3	2,33
		4	153	11	7,19	120	4	3,33
		Средно Mean			11,56			3,54

ОББ - общ брой бобове (TNP - total number of pods); БПБ – брой повредени бобове (NDP – number of damaged pods); ПН - процент на нападение (PAP - percent of attacked pods)

В България по нахута вредят гъсениците от първо и от второ поколение на памуковата нощенка (Димитров, 2008; Койнов, 1968), което се потвърждава и от нашите изследвания. Гъсениците от първо поколение се хранят с листата и цветните бутони на нахута. Гъсениците от второ поколение освен листата нападат и бобовете, като се вриват в тях и изяждат изцяло или частично семената им.

Влиянието на условията на годината и генотипа е статистически достоверно при 95% ниво на доказаност и при двата показателя – общ брой бобове и брой повредени бобове (таблица 1). Rajput et al. (2003), Wakil (2004), Wakil et al. (2005^a), Wakil et al. (2005^b) също доказват определящата роля на условията и генотипа върху нападението и повредите от памукова нощенка.

Анализът на вариансите по компоненти показва, че върху показателя повредени бобове най-силно влияние оказва генотипа (60,01%). Този факт е от голямо значение за селекцията, насочена към създаване на устойчиви на нападение от памукова нощенка сортове.

Процентът на повредени бобове е различен както по години, така и по генотипове (таблица 2). През 2005 г. средният процент повредени бобове е доказано по-висок (данните не са представени). Това е свързано от една страна с по-високата плътност на неприятеля, разтегнатия период на летеж и яйцеснасяне и от друга с удължената вегетация на нахута, което благоприятства развитието на гъсениците.

Между отделните генотипове също се наблюдават разлики по признака повредени бобове, като при осем от сравняваните двойки разликата е достоверна (табл. 3). Процентът на повреда се движи в границите от 0,6 до 11,56% (табл. 2). Най-слабо е нападението от памукова нощенка при сорт Образцов чифлик 1 и през двете години на изпитване. Това вероятно се дължи на факта, че е по-ранозрял в сравнение с другите образци. През 2005 г. най-големи повреди по бобовете се наблюдават при сорт Краснокутский 123 и линия FLIP 93 – 177с – 11,39 и 11,56%, съответно. През 2006 г. най-силно е нападението при сорт Степной 1 – 5,78%.

Таблица 3. Сравнителен тест между генотиповете по показателя повредени бобове

Table 3. Multiple Range Tests for damaged pods by genotype

Сравнявани двойки / Compared couples	Разлика / Difference
Stepnoy 1 - Obratsov chiflik 1	3,0
Stepnoy 1 - Progress	-0,375
Stepnoy 1 - Balkan	0,25
Stepnoy 1 - Krasnokutskiyi 123	-9,875*
Stepnoy 1 - FLIP 93 – 177с	-8,125*
Obratsov chiflik 1 - Progress	-3,375
Obratsov chiflik 1 - Balkan	-2,75
Obratsov chiflik 1 - Krasnokutskiyi 123	-12,875*
Obratsov chiflik 1 - FLIP 93 – 177с	-11,125*
Progress - Balkan	0,625
Progress - Krasnokutskiyi 123	-9,5*
Progress - FLIP 93 – 177с	-7,75*
Balkan - Krasnokutskiyi 123	-10,125*
Balkan - FLIP 93 – 177с	-8,375*
Krasnokutskiyi 123 - FLIP 93 – 177с	1,75

ИЗВОДИ

В резултат на изследването е установено, че през 2005 г. плътността на *Helicoverpa armigera* е по-висока и летежът на пеперудите от второ поколение е по-удължен.

Върху процента повредени бобове най-силно влияние оказва генотипът - 60,01%.

През първата година средният процент повредени бобове е доказано по-висок и се движи в границите от 0,6 до 11,56%.

Като най-устойчив се откроява сорт “Образцов чифлик 1”, при който нападението и през двете години е най-слабо.

ЛИТЕРАТУРА

- Димитров, Д., 2008.** Вредна и полезна ентомофауна при някои зърнено-бобови култури. Дисертация., Добруджански Земеделски Институт, Генерал Тошево, 166 стр.
- Койнов, Г. М., 1968.** Нахут *Cicer arietinum*, Издателство на БАН, София.
- Михов М., Д. Атанасова, 2008.** Прогрес – нов сорт нахут (*Cicer arietinum* L.), Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, vol. 11 (6): 1-10.
- Михов М., М. Стоянова, Д. Атанасова, А. Механджиев, 2005.** Балкан - нов сорт нахут (*Cicer arietinum* L.), “Селекция и агротехника на полските култури”, Балканска научна конференция, посветена на 80-годишнината от създаването на Института по земеделие - Карнобат, 2 юни 2005 г., 334-336.
- Ahmad, H.; and D. R. Kotwal, 1996.** Screening of chickpea varieties against gram pod borer *Helicoverpa armigera* Hübner. Annals of Plant Protection Sciences, 4 (2): 171 – 172.
- Ahmad, M.; S. U. Khattak; A. R. Shakoori; B. Ahmad; A. U. Alamzeb Khan; A. Farid, S. K. Khalil, 2002.** Screening of chickpea genotypes against gram pod borer (*Helicoverpa armigera* Hüb.) using bioassay technique. Proceedings of Pakistan Congress of Zoology, Vol. 22.
- Bhagwat, V. R.; S. K. Aherkar; U. S. Satpute; H. S. Tharkare, 1995.** Screening of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for resistance to gram pod borer *Helicoverpa armigera* (Hübner) and its relationship with malic acid in leaf exudates. Journal of Entomological Research, 19 (3): 249 – 253.
- Bhatt, N. J. and R. K. Patel, 2001.** Screening of chickpea cultivars for their resistance to gram pod borer *Helicoverpa armigera*. Indian journal of entomology, 63 (3): 277 – 280.
- FAO, 2004.** Production Yearbook 2003, vol. 48, FAO, Rome.
- ICRISAT, 1992.** The Medium Term Plan. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Patancheru, Andhra Pradesh, India.
- Khan, S. M. and S. Faizullah, 1999.** Varietal performance of gram and comparative effectiveness of three insecticides against gram pod borer (*Helicoverpa armigera* Hb.), Pakistan Journal of Biological Science 2: 1435-1437.
- Kotikal, Y. K., N. B. Shantappanavar, S. Lingappa and S. Yelshetty, 1996.** Screening chickpea for resistance to pod borer in Karnataka, India. International Chickpea and Pigeonpea Newsletter, No. 3: 41 – 43..
- Kumar, J. and J.B. Smithson, 1980.** A brief report of the 5th International Chickpea Trials on nurseries, conducted in India, 1979-1980. AICPIP Rabi Pulses Workshop, 16-19 Sept., Rajasthan College of Agric., Udaipur, India.
- Lateef, S. S., 1992.** Scope and limitation of host plant resistance in pulses for the control of *Helicoverpa armigera*. In *Helicoverpa* management: Current status and future strategies. Proceedings of First National Workshop, 30–31 August 1990, Kanpur, India (Sachan J. N., ed.), p. 31–37.
- Patnaik, H. P. and B. Senapati, 1995.** Influence of acidity of chickpea leaves on the inci-

- dence of *Heliothis armigera* (Hüb.) in resistant/susceptible cultivars. Journal of Entomological Research, 19 (3): 229 – 233.
- Rahman, M. M., 1990.** Infestation and yield loss in chickpea due to pod borer in Bangladesh. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 15 (2): 16 – 23.
- Rajput A. A., M. Sarwar, N. Ahmad, Q. H. Siddiqui, M. Toufiq, 2003.** Evaluation for Resistance in Some Local and Exotic Chickpea Genotypes Against *Helicoverpa armigera* (Hübner). Pakistan Journal of Biological Sciences; Issue: 18; Vol: 6: 1612-1615
- Ramegowda, G. K.; V. Rachappa; R. K. Patil; S. Lingappa, 2007.** Field screening of chickpea genotypes against *Helicoverpa armigera* (Hübner). Journal of Entomological Research, 31 (1): 23 – 27.
- Sachan, J.N. and G. Katti, 1994.** Integrated Pest Management. Proceeding of International Symposium on pulses Research, April 2-6, IARI, New Delhi, India: 23-30.
- Shahzad, K.; A. Iqbal; S. K. Khalil; S. Khattak, 2005.** Response of Different Chickpea (*Cicer arietinum*) Genotypes to the Infestation of Pod Borer (*Helicoverpa armigera*) with Relation to Trichomes. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1(1): 120 – 124.
- Sharma, H. C.; C. L. L. Gowda; P. C. Stevenson; T. J. Ridsdill-Smith; S. L. Clement; G. V. R. Rao; J. Romeis; M. Miles; M. El-Bouhssini, 2007.** Host plant resistance and insect pests management in chickpea. In Chickpea breeding and management (edited by Yadav, S. S.; R. J. Redden; W. Chen; B. Sharma) Wallingford: CABI: 520 – 537.
- Sharma, H. C., G. Pampapathy, S. K. Lanka, T. J. Ridsdill-Smith, 2005.** Exploitation of wild *Cicer reticulatum* germplasm for resistance to *Helicoverpa armigera*. Journal of economic entomology, 98 (6): 2246 – 2253.
- Shengal, V. K. and R. Ujagir, 1990.** Effect of synthetic pyrethroids, neem extracts and other insecticides for the control of pod damage by *Helicoverpa armigera* on chickpea and pod damage-yield relationship at Patancheru in Northern India. Crop Protection, 9 (1): 29-32.
- Singh, K. B., J. Kumar, M. P. Haware, S. S. Lateef, 1990.** Disease and pest resistance breeding: Which way to go in the nineties? In: Chickpea in the nineties, edited by H. A. van Rheenen, M. C. Saxena, B. J. Walby, S. D. Hall, ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India: 233-238.
- Srivastava, C. P., U. P. Singh, R. M. Singh, 1996.** Screening of promising chickpea genotypes against pod borer at Varanasi, Uttar Pradesh, India, International Chickpea and Pigeonpea Newsletter, No. 3: 43 – 44.
- Suhas, Yelshetty; Kotikal, Y. K.; Shantappanavar, N. B.; Lingappa, S., 1996.** Screening chickpea for resistance to pod borer in Karnataka, India., International Chickpea and Pigeonpea Newsletter, No. 3: 41 – 43.
- Wakil, W., 2004.** Management of *Helicoverpa armigera* (Hüb) in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed areas of Punjab, Pakistan. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, pp. 169.
- Wakil, W., M. Ashfaq, M.-ul- Hasan, A. Javed, 2005^a.** Evaluation of different chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes against *Helicoverpa armigera* (Hüb) in Rawalpindi, Pakistan. Pakistan entomology, Vol. 27, No.1: 37 – 40.
- Wakil, W., M. Ashfaq, S. Ahmed, 2005^b.** Larval population and pod infestation by *Helicoverpa armigera* (Hüb) on chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Rawalpindi, Pakistan. Pakistan entomology, Vol. 27, No.1: 33 – 36.
- Weigand, S., M. P. Pimbert, 1993.** Screening and selection criteria for resistance in cool-season food legumes. In Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes (edited by K. B. Singh and M.C. Saxena): 145 – 156.
- Yoshida, M.; S. E. Cowgill1; J. A. Wightman, 1997.** Roles of Oxalic and Malic Acids in Chickpea Trichome Exudate in Host-Plant Resistance to *Helicoverpa armigera*. Journal of Chemical Ecology, 23 (4): 1195 – 1210.