

PENGARUH UKURAN BRAKTEA BEBERAPA AKSESI KAPAS TERHADAP TINGKAT SERANGAN HAMA PENGGEREK BUAH *Helicoverpa armigera* (HUBNER)

IG.A.A. INDRAYANI dan SIWI SUMARTINI

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat
Jl. Raya Karangploso, Kotak Pos 199, Malang

ABSTRAK

Hingga kini teknik perakitan varietas kapas tahan hama masih dilakukan secara konvensional berdasarkan beberapa karakter morfologi tanaman, seperti: bulu daun, daun okra, braktea berpilin, nektar, dan gospol tinggi. Karakter-karakter ini diketahui erat hubungannya dengan ketahanan terhadap hama, khususnya *H. armigera*. Berkaitan dengan serangan *H. armigera* pada buah, diduga ada bagian-bagian buah kapas yang berkontribusi secara langsung pada serangan hama ini, misalnya braktea buah. Namun demikian, besarnya pengaruh braktea terhadap kerusakan buah kapas perlu dipelajari dalam upaya meminimalkan kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran braktea terhadap tingkat kerusakan buah oleh *H. armigera* pada beberapa aksesi kapas. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, di Asembagus, Situbondo, Jawa Timur mulai bulan Januari hingga Desember 2006. Sebanyak 18 aksesi dari 50 aksesi kapas dengan berbagai variasi ukuran braktea digunakan sebagai perlakuan. Setiap perlakuan (aksesi) disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK), dengan tiga kali ulangan. Lima tanaman kapas dari masing-masing aksesi ditentukan secara acak, dan sebanyak 5 buah kapas muda (diameter \pm 4 cm) dipetik dari masing-masing tanaman sampel, kemudian dibawa ke laboratorium untuk diukur luas braktea dan buahnya. Selain itu dilakukan pula pengamatan kerusakan buah dan hasil kapas berbiji di lapang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran braktea berkorelasi positif dengan tingkat kerusakan buah ($R^2 = 0,9014$), sehingga braktea berukuran besar dan lebar serta menutupi buah secara total berpotensi mengalami kerusakan akibat serangan *H. armigera* lebih tinggi dibanding braktea berukuran kecil dan sempit. Ukuran panjang dan lebar braktea pada 18 aksesi kapas bervariasi antar aksesi dan masing-masing berkorelasi positif dengan luas ($R^2 = 0,876$; $R^2 = 0,894$). Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam merakit varietas tahan hama, dan kombinasinya dengan karakter-karakter morfologi kapas yang sudah ada untuk menghasilkan varietas kapas baru dengan tingkat ketahanan yang lebih tinggi terhadap hama penggerek buah *H. armigera*.

Katakunci : Braktea, *Helicoverpa armigera*, aksesi kapas, karakter morfologi.

ABSTRACT

Effects of bract size of several cotton accessions to American bollworm injury level

Conventional method by crossing technique based on morphological characters of plant is now still used in providing resistant varieties of cotton against insect bollworms. A number of genetic characters are now available and have been studying for their association with insect pests resistance such as hairiness, okra leaf, frego bract, nectariless, and high gossypol. Regarding to boll damage by *H. armigera*, it can be mentioned that there are many other morphological characters of cotton attributable to bollworm damage, such as floral bract. As a part of boll, it is estimated that bracts associated with bollworm attacked due to their larger size compared with boll size. Objective of the study was to find out the effect of bract size in relation to bollworm damage on cotton accessions. The study was conducted at Experimental Station of Indonesian Tobacco and Fiber Crops Research Institute in Asembagus,

Situbondo, East Java from January to December 2006. Eighteen of fifty cotton accessions were used as treatment and they were arranged in Randomized Block Design (RBD) with three replications. Five randomly cotton plants from each accession and five young bolls were sampled from the selected plant with about 4 cm of diameter were brought in the laboratory to collect information on bract and boll sizes. Bollworm damage was determined by counting the damaged bolls in the field as well as the seed cotton yield. Result showed that bract size was positively correlated with boll damage ($R^2 = 0.9014$). Higher damaged bolls occurred on bolls which is covered completely by bracts. There is variation between length and wide size of bracts among cotton accessions and both showed positive correlation to bract area ($R^2 = 0.876$; $R^2 = 0.894$). Based on this study, higher resistance of cotton variety against *H. armigera* will possibly be provided through combination between bract size and any other morphological characters of cotton.

Key words : Floral bract, *Helicoverpa armigera*, cotton accession, morphological character

PENDAHULUAN

Tanaman kapas umumnya sangat peka terhadap serangan serangga hama. Namun demikian, kapas bukan merupakan tanaman inang yang paling disukai oleh serangga hama utama, *H. armigera*. Seperti halnya tanaman lain, tanaman kapas juga memiliki mekanisme pertahanan terhadap serangan hama, baik secara morfologi maupun biokimia (NORRIS dan KOGAN, 1980; CHIANG dan NORRIS, 1983). Ketahanan secara morfologis berpengaruh secara fisik terhadap serangga hama, sedangkan ketahanan biokimia disebabkan adanya kandungan senyawa terpenoid aldehid yang toksik terhadap hama (MCAUSLANE *et al.*, 1997; FITT *et al.*, 2002).

Beberapa karakter morfologi tanaman kapas yang berhubungan erat dengan serangan hama antara lain: bentuk daun (normal atau menjari), bulu (berbulu dan tanpa bulu), bentuk braktea (normal atau *frego* = berpilin = melingkar-lingkar), dan keberadaan kelenjar nektar (ILANGO dan UTHAMASAMY, 1989). Semua karakter morfologi tersebut dapat mengubah lingkungan tanaman kapas menjadi kurang menarik, dan juga menyebabkan serangga hama menjadi lebih terespos dan mudah dikendalikan oleh faktor mortalitas biotik (predator, parasitoid) dan abiotik (temperatur dan curah hujan tinggi).

Modifikasi bentuk braktea dari normal menjadi *frego* (berpilin) berhubungan dengan mutasi gen resesif

(GREEN, 1955). Tanaman kapas yang mengalami mutasi gen biasanya memiliki braktea yang memanjang, sempit, dan berpilin sehingga posisinya relatif jauh dari kuncup bunga atau buah dan banyak menyisakan celah sehingga kuncup bunga atau buah mudah terlihat. Braktea berpilin (*frego bract*) pada tanaman kapas diketahui ada kaitannya dengan ketahanan terhadap serangan hama. HUNTER *et al.* (1965) menyatakan bahwa braktea berpilin dan sempit berpotensi mengurangi serangan hama penggerek buah dibanding braktea yang berukuran besar dan lebar. Hal ini disebabkan braktea berpilin dan sempit kurang memberi kenyamanan bagi hama penggerek buah, khususnya *H. armigera*, pada saat makan maupun meletakkan telur baik pada braktea atau buah. Braktea berpilin dan sempit biasanya menyisakan celah pada kuncup bunga atau buah kapas sehingga lebih mudah terekspos sinar matahari. Dari aspek pengendalian, adanya celah pada kuncup bunga maupun buah kapas menyebabkan cairan semprot mudah mengenai permukaan kuncup bunga atau buah, sehingga buah terhindar dari serangan hama penggerek. Selain itu, buah dengan braktea berpilin dan sempit juga memberi peluang bagi musuh alami (parasitoid dan predator) untuk lebih mudah menemukan mangsa maupun inang serangganya, sehingga perannya sebagai faktor mortalitas biotik berlangsung secara alami.

Tipe braktea berpilin dan sempit erat hubungannya dengan efektivitas pengendalian melalui penyemprotan (*foliar application*). PARROT *et al.* (1973) menyatakan bahwa buah kapas dengan braktea berpilin dan sempit efektif menurunkan tingkat kerusakan buah dibanding braktea berbentuk normal. Hal ini disebabkan braktea normal, apalagi yang berukuran besar dan lebar cenderung menutupi seluruh badan buah, sehingga cairan semprot atau musuh alami kesulitan mencapainya. Berkaitan dengan hal tersebut, AHUJA *et al.* (1998) menyatakan bahwa kultivar kapas yang brakteanya berbentuk normal biasanya potensi produksinya tinggi tetapi kurang tahan terhadap serangan hama penggerek. Sebaliknya, kultivar yang bentuk brakteanya berpilin dan sempit selain potensi produksinya tinggi juga cenderung tahan serangan hama penggerek.

LI-FENG *et al.* (1997) membuktikan bahwa peletakan telur oleh *H. armigera* pada kapas dengan braktea berpilin mengalami penurunan hingga 36,0%, serangan hama ulat berkurang hingga 28,4%, dan kerusakan kuncup bunga dan buah menurun hingga 34,0%. Di sisi lain, braktea normal memiliki variasi ukuran yang berbeda-beda dalam kapasitasnya melindungi kuncup bunga atau buah. Buah kapas dapat tertutup braktea mulai 50% hingga 100% atau bahkan lebih. Oleh karena itu, penting mengetahui eksistensi variasi genetik pada braktea berbagai aksesori kapas, terutama kaitannya dengan serangan hama penggerek buah, *H. armigera*. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, maka diduga banyak sedikitnya bagian buah tertutup oleh braktea akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya serangan *H. armigera*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran braktea terhadap kerusakan buah kapas oleh hama penggerek buah, *H. armigera*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat di Asembagus, Situbondo, Jawa Timur, mulai Januari hingga Desember 2006. Sebanyak 18 aksesori dari 50 aksesori plasma nutfah kapas digunakan sebagai perlakuan, yaitu: (1) Kapas Mesir, (2) Pima, (3) ISA 205B, (4) Kanesia 7, (5) Zhong Mian 36, (6) Delta Queen, (7) 9444, (8) Fai Nai, (9) MA-IA, (10) ASB-PN I, (11) Acala Messila valley, (12) Kanesia 8, (13) NuCOTN 35B, (14) China Cotton 661, (15) Stoneville 7, (16) DP Acala 90, (17) PJS I, dan (18) LRA 5166. Dasar pemilihan aksesori-aksesori ini sebagai perlakuan adalah ditemukannya variasi ukuran braktea pada buah, yaitu mulai dari yang berukuran kecil dan sempit hingga besar dan lebar. Setiap perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan.

Setiap aksesori kapas ditanam sebanyak 2 baris di dalam petak kecil berukuran 10 m x 2 m (20 m²) dengan jarak tanam 100 cm x 25 cm, dua tanaman per lobang. Dari setiap aksesori ditentukan secara acak lima tanaman contoh, dan dari masing-masing tanaman contoh dipetik 5 buah kapas muda (total 25 buah/aksesori) yang berdiameter kurang lebih 4 cm pada saat tanaman berumur 80 hari setelah tanam. Sampel buah kemudian dibawa ke laboratorium untuk diukur luas braktea dan buahnya. Menghitung luas braktea maupun buah dilakukan dengan cara perkalian panjang dan lebar masing-masing, sedangkan persentase buah tertutup braktea dihitung dari luas braktea dibagi luas buah dan dikalikan 100% (BALOCH *et al.*, 2001). Selain itu, diamati pula persentase buah rusak akibat serangan *H. armigera* pada umur 100 hari setelah tanam dan juga hasil kapas berbiji.

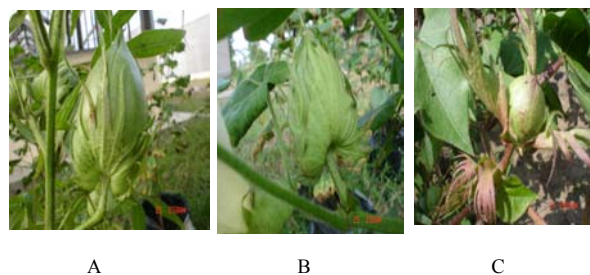
HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran braktea dan buah kapas dari 18 aksesori bervariasi, sebagian besar aksesori kapas memiliki ukuran buah yang lebih panjang dibanding dengan brakteanya, kecuali Kapas Mesir, Pima, dan Kanesia 7 memiliki braktea berukuran lebih panjang dibanding buahnya (Tabel 1). Secara umum, ukuran lebar buah pada semua aksesori kapas menunjukkan lebih besar dibanding ukuran lebar brakteanya, kecuali pada Kapas Mesir, Pima, Delta Queen, 9444, dan Acala Messila Valley. Perbedaan ukuran panjang braktea berkorelasi positif ($R^2 = 0,876$) dengan luas, demikian juga lebarnya ($R^2 = 0,894$), sehingga ukuran tersebut mempengaruhi persentase penutupan braktea terhadap buah.

Berdasarkan ukuran luasnya, aksesori-aksesori yang memiliki ukuran luas braktea lebih besar dibanding ukuran luas buahnya adalah Kapas Mesir, Pima, Kanesia 7, dan 9444. Pada aksesori-aksesori tersebut seluruh badan buah kapas tertutup oleh braktea hingga melebihi ukuran buah, yaitu sebesar 233,57%, 188,87%, 103,00%, dan 102,80% berturut-turut pada Kapas Mesir, Pima, Kanesia 7, dan 9444 (Tabel 1). Menurut BALOCH *et al.* (2001), braktea yang berukuran lebih besar dan menutup buah secara sempurna merupakan kondisi yang sangat menguntungkan bagi hama penggerek buah kapas karena sangat potensial sebagai tempat berlindung (*shelter*) dari pengaruh faktor-faktor mortalitasnya, misalnya terhindar dari cairan semprot saat pengendalian, atau lolos dari upaya pemangsaan predator dan parasitasi parasitoidnya. Sebaliknya braktea dengan ukuran panjang maupun lebar lebih kecil dari ukuran buahnya, atau lebih sempit, atau bahkan berpilin (Gambar 1) biasanya akan kurang efektif melindungi hama dari pengaruh faktor-faktor mortalitasnya. Buah kapas yang tertutup braktea hanya sebagian, disamping mudah terkena cairan semprot saat pengendalian hama dan mudah terjadi pemangsaan serta parasitasi musuh alaminya, juga potensial meningkatkan intersepsi cahaya matahari yang berpengaruh penting pada proses pemasakan buah (BALOCH *et al.*, 2001).

Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi korelasi positif antara persentase buah tertutup braktea dengan persentase kerusakan buah, dengan tingkat keeratan yang tinggi ($R^2 = 0,9014$). Hal ini menunjukkan bahwa kerusakan buah sangat dipengaruhi oleh banyak sedikitnya badan buah tertutup braktea. Pada penelitian ini persentase

kerusakan buah yang lebih tinggi ditunjukkan oleh aksesori-aksesori yang brakteanya menutup buah melebihi ($> 100\%$) ukuran buah, yaitu buah-buah pada kapas Mesir, Pima, Kanesia 7, dan 9444 dengan rata-rata kerusakan berturut-turut mencapai 24,1%; 20,4%; 18,20%; dan 18,50%, lebih tinggi dibanding kerusakan buah pada aksesori lainnya. Sebaliknya, semakin rendah persentase braktea menutup badan buah, persentase buah rusak semakin berkurang. Dengan kata lain, badan buah kapas yang lebih terbuka akan mengalami serangan hama lebih rendah dibanding dengan badan buah yang tertutup braktea secara menyeluruh. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penutupan braktea pada buah sebesar 79-96% cenderung mengalami kerusakan lebih rendah (11,53-17,24%).



Gambar 1. Penutupan braktea pada buah kapas. A: Braktea menutup sebagian buah, B: Braktea menutup seluruh buah, dan C: Braktea berpilin

Figure 1. Boll covering by bract. A Boll covered halfway, B. Boll covered almost completely; and C Frego bract

Tabel 1. Persentase buah tertutup braktea, kerusakan buah akibat serangan *H. armigera*, dan hasil kapas berbiji 18 aksesori kapas di lapangan
Table 1. Percentage of boll covered by bract, damaged boll due to *H. armigera*, and seed cotton yield of eighteen accessions of cotton

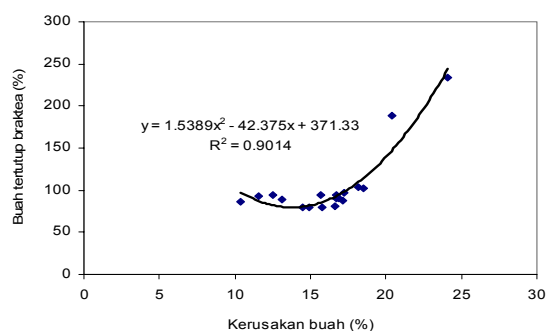
Aksesori kapas Cotton accession	Luas braktea ¹ Bract area ¹ (mm ²)	Luas buah ¹ Boll area ¹ (mm ²)	Buah tertutup braktea ² Boll covered by bract ² (%)	Kerusakan buah oleh <i>H. armigera</i> Bollworm damage (%)	Hasil kapas berbiji Seed cotton yield (ton/ha)
Kapas Mesir	2399,8 a	1029,7 f	233,57 a	24,10 a	0,64 e
Pima	1961,4 b	1058,0 f	188,87 b	20,40 b	0,53 e
ISA 205 B	1431,3 c	1526,3 ab	94,49 cd	16,69 cd	1,35 a-d
Kanesia 7	1423,1 c	1389,3 a-d	103,00 c	18,20 bc	1,17 b-e
Zhong Mian 36	1405,0 c	1523,0 ab	92,77 cd	11,53 g	1,53 a-c
Delta Queen	1387,3 c	1480,5 ab	93,89 cd	15,70 c-e	1,68 a-c
9444	1370,1 c	1332,3 b-d	102,80 c	18,50 bc	1,13 c-e
Fai Nai	1323,7 cd	1374,4 a-d	96,33 cd	17,24 cd	1,08 c-e
MA-IA	1314,4 cd	1458,0 ab	90,07 cd	16,92 cd	1,51 a-c
ASB-PN-1	1262,1 cd	1446,1 a-c	87,77 cd	17,10 cd	1,42 a-d
Acala Messila Valley	1260,0 cd	1343,4 b-d	94,35 cd	12,55 fg	1,37 a-d
Kanesia 8	1237,9 cde	1563,0 a	79,10 d	15,78 c-e	1,40 a-d
NuCOTN 35B	1177,0 def	1375,0 a-d	86,47 cd	10,41 g	2,03 a
China cotton 661	1100,5 efg	1253,3 c-e	89,23 cd	13,12 e-g	1,84 ab
Stoneville 7	1098,1 efg	1356,9 a-d	80,84 cd	16,66 cd	1,36 a-d
DP Acala 90	1101,0 fgh	1374,1 a-d	79,67 d	14,50 d-f	1,41 a-d
PJS (I)	1024,5 gh	1143,9 ef	90,60 cd	16,70 cd	1,40 a-d
LRA 5166	954,7 h	1216,3 de	79,00 d	14,95 d-f	1,11 c-e

Keterangan : Angka diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji jarak Duncan

¹Panjang x Lebar, ²Luas braktea/Luas buah x 100%

Note : Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% of DMRT

¹Length x Width, ²Bract area/Boll area x 100%



Gambar 2. Korelasi antara persentase buah tertutup braktea dan tingkat kerusakan buah akibat serangan *H. armigera* pada aksesi kapas

Figure 2. Correlation between boll covered by bracts and boll damage attacked by *H. armigera* on cotton accessions

Kerusakan buah yang tinggi berpengaruh terhadap hasil kapas berbiji. Pada Kapas Mesir dan Pima hasil kapas berbiji hanya mencapai rata-rata 640 kg/ha dan 530 kg/ha (Tabel 1), sedangkan hasil kapas berbiji aksesi-aksesi yang lain dapat mencapai di atas 1 ton/ha, dan tertinggi 2,03 ton/ha pada NuCOTN 35B, karena persentase kerusakan buahnya terendah (10,41%).

Oleh karena ukuran braktea sangat erat hubungannya dengan kerusakan buah kapas akibat serangan *H. armigera*, maka karakter morfologi ini dapat digunakan untuk melengkapi karakter-karakter morfologi yang sudah dimanfaatkan dalam perakitan varietas tahan hama. Dengan lebih banyak menemukan dan memanfaatkan aspek morfologi tanaman kapas dalam merakit varietas tahan hama, maka diharapkan varietas-varietas kapas baru yang dihasilkan memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap hama penggerek buah ini.

Mahalnya teknologi perakitan varietas tahan *H. armigera* melalui rekayasa genetika mendorong untuk terus menerus melakukan upaya eksplorasi sifat-sifat tanaman yang erat kaitannya dengan ketahanan, seperti memanfaatkan keberadaan kelenjar gosipol (HEDIN *et al.*, 1992) dan kerapatan bulu (*trichome*) pada daun (RAMALHO *et al.*, 1984) yang cukup erat kaitannya dengan ketahanan terhadap serangan *H. armigera*. Kelenjar gosipol menghasilkan senyawa gosipol yang toksik terhadap serangga hama. Pada tanaman kapas, terutama bagian kuncup bunga, kelenjar gosipol terlihat berupa titik-titik kecil berwarna coklat kehitaman. RAULSTON *et al.* (1985) mengatakan bahwa semakin tinggi kerapatan titik-titik ini, semakin tinggi pula kandungan gosipol pada varietas tersebut. Varietas kapas dengan kandungan gosipol tinggi mengalami tingkat serangan *H. armigera* rendah (RATAN, 1994).

Sifat fisik lain tanaman kapas, yaitu kerapatan bulu daun berhubungan erat dengan aktivitas peletakan telur *H. armigera* (ROBINSON *et al.*, 1980). Varietas kapas berbulu

cenderung lebih disukai *H. armigera* karena sangat ideal untuk peletakan telur, sehingga untuk ketahanan terhadap hama penggerek buah lebih tepat menggunakan varietas kapas yang tidak berbulu (LUKEFAHR *et al.*, 1971). Sehubungan dengan hal tersebut, WILSON (1986) menyatakan bahwa kandungan gosipol yang tinggi pada varietas kapas yang tidak berbulu sangat potensial mengurangi kerusakan akibat serangan *H. armigera*. Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan pada masa mendatang diperoleh varietas-varietas kapas baru dengan kandungan gosipol tinggi, tidak berbulu, dan braktea buah yang tidak menutup seluruh badan buah, sehingga tingkat ketahanannya terhadap serangan penggerek buah *H. armigera* lebih tinggi.

KESIMPULAN

Ukuran panjang dan lebar braktea pada 18 aksesi kapas bervariasi antar aksesi dan keduanya berkorelasi positif terhadap luasnya ($R^2 = 0,876$; $R^2 = 0,894$). Korelasi positif juga ditunjukkan pada hubungan antara ukuran braktea dengan tingkat kerusakan buah ($R^2 = 0,9014$), sehingga buah kapas yang tertutup braktea secara total berpotensi mengalami kerusakan lebih tinggi akibat serangan *H. armigera*.

DAFTAR PUSTAKA

- AHUJA, S.L., S.K. BANERJEE, S. JAGMAIL, and J. SINGH. 1998. Genotype vs environment interaction of morphotypes in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). India J. Agric. Res. 32: 93-100.
- BALUCH, M.J., A.R. LAKHO, and H. BHUTTO. 2001. Bract size in relation to bollworm damage in upland cotton varieties. Pakistan J. Biological Sciences. 4(8): 986-987.
- CHIANG, H.S. and D.M. NORRIS. 1983. Morphological and physiological parameters of soybean resistance to agromyzid beanflies. Environ. Entomol. 12:260-265.
- FITT, G., C.MARES, and G. CONSTABLE. 2002. Enhancing host plant resistance of Australian cotton varieties. Australian Cotton. 23 (1): 20-27.
- GREEN, J.M. 1955. Frego bract, a genetic marker in upland cotton. J. Hered. 46: 232.
- HEDIN, P.A., W.L. PARROTT, and J.N. JENKINS. 1992. Relationships of glands, cotton square terpenoid aldehydes, and other allelochemicals to larval growth of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae).
- HUNTER, R.C., T.F. LEIGH, C. LINCOLN, B.A. WADDLE, and L.A. BARIOLA. 1965. Evaluation of a selected cross-

- section of cotton for resistance to the boll weevil. Ark. Agric. Exp. Stn. Bull. 700,p. 39.
- ILANGO, K. and S. UTHAMASAMY. 1989. Biochemical and physical bases of resistance to bollworms complex in cotton varieties. Madras Agril. J., 76: 73-76.
- LI-FENG, W.U., CAI-QUINGNIAN, and ZHANG-QINGWEN. 1997. The resistance of cotton lines with different morphological characteristics and their F1 hybrids to cotton bollworm. Acta Entomologica-Sanica, 40: 102-109.
- LUKEFAHR, M.J., J.E. HOUGHTALING, and H.M. GRAHAM. 1971. Suppression of *Heliothis* populations with glabrous cotton strains. J. Econ. Entomol. 64: 486-488.
- MCAUSLANE, H.J., H.T. ALBORN, and J.P. TOTH. 1997. Systemic induction of terpenoid aldehydes in cotton pigment glands by feeding of larval *Spodoptera exigua*. J. Chemical Ecology 23 (12): 2861-2879.
- NORRIS, D.M. and M. KOGAN. 1980. Biochemical and morphological bases of resistance. In: Breeding Plants Resistant to insects. F.G. Maxwell and P.R. Jennings (eds.), John Wiley and Sons, Inc. New York, pp: 683.
- PARROT, W.L., J.N. JENKINS, and D.B. SMITH. 1973. Frego bract cotton and normal bract cotton. How morphology affects control of boll weevils by insecticides. J. Econ. Entomol. 66: 222-225.
- RAMALHO, F.S., W.L. PARROT, J.N. JENKINS, and J.C. MCCARTY, JR. 1984. Effects of cotton leaf trichomes on the mobility of newly hatched tobacco budworms (Lepidoptera: Noctuidae). J. Econ. Entomol. 77:619-621.
- RATAN, R. 1994. Relation of gossypol gland density with bollworm incidence and yield in tree cotton (*Gossypium hirsutum*). Indian J. Agril. Sci., 64: 691-696.
- RAULSTON, J.R., D.A. WOLFENBARGER, and A.C. BARTLETT. 1985. Tobacco budworms: Response to gossypol and selection in a field-collected strain under laboratory conditions. J. Econ. Entomol. 78: 158-162.
- ROBINSON, S.H., D.A. WOLFENBARGER, and R.H. DILDAY. 1980. Antixenosis of smooth leaf cotton on the ovipositional response of tobacco budworm. Crop Sci. 20: 646-649.
- WILSON, F.D. 1986. Registration of seven cotton germplasm lines. Crop. Sci., 26: 206-207.

