



Open Access



Criblage de quelques variétés de sésame contre l'incidence de l'enrouleuse de feuilles et foreur de capsule, *Antigastra catalaunalis* (Dup.) au Tchad

⊗MBAIDIRO Taambajjim'd Josué^{1, 2*} , ⊗ Gapili NAOURA^{1, 2}  & ⊗ MAHAMAT ALHABIB Hassane Abdoulaye^{1, 2}

¹ Institut Tchadien de Recherche agronomique pour le Développement, BP : 5400 N'Djamena, République du Tchad

² Centre Régional de Recherche agronomique pour la Zone Soudanienne, BP : 31 Moundou, Tchad

*Corresponding author, E-mail: jmbaidiro@gmail.com



Copyright © 2024, MBAIDIRO et al. | Published by LENAFA/ IFA-Yangambi | [License CC BY-NC-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Received: 11 June 2024

Accepted: 13 August 2024

Published: 25 August 2024

RÉSUMÉ

L'enrouleuse de feuilles et foreur de capsule du sésame, *Antigastra catalaunalis* Dup est un ravageur du sésame pouvant entraîner d'énormes pertes de rendement sur la culture. Dans le but de réduire l'utilisation excessive des pesticides chimiques dans la gestion de ce ravageur, il est donc impératif d'explorer d'autres méthodes pour une gestion durable et économiquement viable. La résistance des plantes hôtes constitue une des méthodes principales de plus en plus privilégiées pour une gestion de ce ravageur. À cet effet, quatre variétés de sésame cultivées au Tchad (Gaya, Guelendeng, Pachequeno et S42) ont été évaluées dans des conditions naturelles au cours de la campagne 2023-2024 pour identifier les sources de résistance à l'enrouleur des feuilles et au foreur de la capsule (*Antigastra catalaunalis* Dup.) à la Station de recherche agronomique de Bébédjia. Les accessions ont été classées sur la base d'une méthodologie de notation de 0 à 9. Il ressort de l'analyse que les dommages aux feuilles ont varié de 11,63 % à 14,98 %, au niveau des fleurs, ils ont varié de 2,24 à 32,38 %, tandis que les dommages aux capsules ont varié de 51,19 à 59,69 %. Dans l'analyse globale de l'incidence au niveau des différents stades de croissance de la plante, aucune des accessions n'a été trouvée exempte d'infestation par *A. catalaunalis*. Sur la base de la notation cumulée, deux variétés Guelendeng et S42, ont été classés comme modérément résistants. Celles-ci pourraient constituer une source possible de variétés résistantes et être utilisées dans les programmes de sélection visant à développer des variétés résistantes.

Mots Clés : *Sesamum indicum*, Criblage, *Antigastra catalaunalis*, gestion intégrée

ABSTRACT

Screening of some varieties of sesame against the incidence of leaf roller and boll borer, *Antigastra catalaunalis* (Dup.) in Chad

Leaf roller and capsule borer, *Antigastra catalaunalis* Dup, is a sesame pest that can cause enormous yield losses on the crop. In order to reduce the excessive use of chemical pesticides in the management of this pest, it is therefore imperative to explore other methods for sustainable and economically viable management. The resistance of host plants constitutes one of the main methods increasingly favored for the management of this pest. To this end, four varieties of sesame grown in Chad (Gaya, Guelendeng, Pachequeno and S42) were evaluated under natural conditions during the 2023–2024 campaign to identify sources of resistance to leaf roller and borer of the capsule (*Antigastra catalaunalis* Dup.) at the Bébédjia Agronomic Research Station. The accessions were classified on the basis of a scoring methodology from 0 to 9. It appears from the analysis that the damage to the leaves varied from 11.63% to 14.98%, at the flower level, it was ranged from 2.24 to 32.38%, while capsule damage ranged from 51.19 to 59.69%. In the overall analysis of the incidence of damage at different growth stages of the plant, none of the accessions was found free from infestation by *A. catalaunalis*. Based on the cumulative rating, two varieties, Guelendeng and S42, were classified as moderately resistant. These could constitute a possible source of resistant varieties and be used in breeding programs aimed at developing resistant varieties.

Keywords: *Sesamum indicum*, Screening, *Antigastra catalaunalis*, integrated management

INTRODUCTION

Plante annuelle appartenant à la famille des Pedaliaceae, le sésame (*Sesamum indicum* L) est une plante oléagineuse cultivée principalement dans les zones arides et semi-arides (Islam et al., 2016). L'Afrique et l'Asie

constituent les principaux grands producteurs de sésame avec environ 95,9 % de la production mondiale (FAOSTAT, 2022). Le Tchad, qui est l'un des dix principaux pays producteurs de sésame au monde en

2022, se classe 8e après le Myanmar, la Tanzanie, l'Inde, le Nigéria, la Chine continentale, le Burkina Faso et devant l'Éthiopie et le Soudan du Sud (FAOSTAT, 2022). La culture du sésame connaît de nos jours un regain d'intérêt dans les pays sahéliens en général et au Tchad en particulier en raison de la montée des exportations contrairement à l'usage habituel fait d'autoconsommation (INSEED, 2019). Cependant, plusieurs recherches sur le sésame, notamment en Ouganda (Wacal et al., 2021), au Nigéria (Yakubu and Hashim Yusuf, 2020), en Éthiopie (Teklu et al., 2022, 2021), et au Myanmar (Myint et al., 2020) ont identifié des insectes nuisibles, les maladies, les mauvaises herbes, la perte de fertilité des sols, la sécheresse prolongée, les mauvaises pratiques agronomiques, les variétés à faible rendement et le manque de crédit comme des obstacles les plus critiques à la production de sésame. Parmi les insectes nuisibles, plus de 29 espèces d'insectes ravageurs sont répertoriées à différents stades du développement de la plante du sésame et pouvant entraîner des dommages directs à la fois quantitatifs et qualitatifs (Biswas et al., 2001 ; Rai et al., 2001 ; Thapa, 2006). Les insectes nuisibles tels que la pyrale du sésame (*Antigastra catalaunalis*), la punaise des graines de sésame (*Elasmolomus sordidus*) et la cécidomyie (*Asphondylia sesami*) sont les insectes les plus importants qui affectent la production de sésame au cours de ses différents stades de croissance (Egonyu et al., 2005 ; Gebregergis et al., 2016 ; Selemun, 2011). L'enrouleur des feuilles et foreur de la capsule de sésame, *A. catalaunalis*, est l'un des ravageurs les plus importants et les plus menaçants du sésame pouvant provoquer des pertes de rendement allant jusqu'à 90 % (Karuppaiah and Nadarajan, 2013). La gestion de ce ravageur à l'aide d'insecticides a été découragée compte tenu des considérations environnementales (Rai et al., 2002). L'exportation de graines et d'huile de sésame est affectée en raison de la présence de résidus d'insecticides.

Dépendre uniquement de la méthode de lutte chimique n'est pas seulement écologiquement insoutenable, mais devient également économiquement non viable. La résistance des plantes hôtes constitue l'une des principales composantes de la lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) écologique, durable, et économique dans la gestion d'*A. catalaunalis* (Karuppaiah and Nadarajan, 2011). L'identification des génotypes résistants constitue la première étape pour développer une lignée de sésame résistante aux insectes afin de réduire les pertes causées par ce ravageur. Au Tchad quatre variétés de sésame à savoir S42, Pachequeno, Gaya et Guelendeng sont cultivées. Cette étude visait à évaluer le comportement de ces variétés contre l'incidence d'*A. catalaunalis* en vue de déterminer celles variétés résistantes à l'attaque de ce ravageur.

MATERIELS ET METHODES

Site de l'étude

L'étude a été menée à la Station de Recherche agronomique de Bébédjia (8°40'34'' N ; 16°33'58'' ; 397 m d'altitude). Cette station est située en zone soudanienne du Tchad à 524 km au sud de N'Djamena (la capitale du pays). Elle jouit d'un climat de type tropical soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse (4 à 5 mois) qui s'étend d'avril à octobre et d'une saison sèche (7 à 8 mois) qui s'étend de novembre à mars. La pluviométrie annuelle se situe entre 600 mm et 1200 mm. Durant l'essai, la pluviométrie a varié de 26,6 à 244,8 mm avec une moyenne mensuelle recueillie qui était de 166,92 mm (figure 1) et la température moyenne a varié entre 23,62 °C et 35,07 °C avec le minimum en août et le maximum en octobre. L'humidité relative pendant la période de l'étude a varié entre 79 % et 86 % avec une moyenne de $82 \pm 1,63$ %.

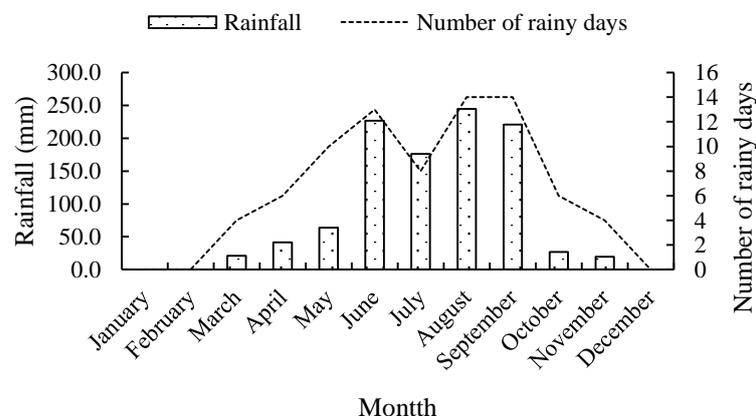


Figure 1. Pluviométrie et nombre de jours de pluie

Matériels d'étude.

La pyrale du sésame *A. catalaunalis* est la seule espèce qui a fait l'objet de cette étude. Le matériel végétal a été constitué de quatre variétés de sésame cultivées en zone soudanienne du Tchad, dont deux variétés locales (Gaya

et Guelendeng) et deux variétés introduites du Burkina Faso (Pachequeno et S42).

Méthodes

Dispositif expérimental

Le dispositif a été un bloc aléatoire complet avec quatre traitements et quatre répétitions. Les traitements étaient constitués de 4 variétés de sésame (deux locales et deux introduites) et sont présentés comme suit : T1 : S42 ; T2 : Pachequeno ; T3 : Gaya, T4 : Guelendeng. Le criblage au champ de ces variétés de sésame était effectué pour connaître leur résistance/sensibilité relative à la pyrale, *A. catalaunalis*. L'évaluation des variétés de sésame était regroupée en cinq catégories de sensibilité à pyrale, à savoir, hautement résistante (HR), résistante (R), modérément résistante (MR), sensible (S) et très sensible (HS) basée sur les dommages causés aux feuilles, aux fleurs et aux capsules.

Mise en place de l'essai

Le semis a été effectué le 20 juillet 2023 avec des écartements de 60 cm x 20 cm et sur des parcelles de 5 m x 3 m. Après un premier sarclage intervenu à 14 jours après semis (JAS), les plants ont été démarriés à trois plants par poquet à 25 JAS suivi d'une application d'engrais N-P-K (20-10-10) à la dose de 35 kg/ha. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué. Les dégâts sur les feuilles, les fleurs et les capsules ont été estimés respectivement au 20^e, 30^e et 50^e ; 50^e et 60^e ; 60^e, 70^e et 80^e jours après le semis.

Collecte de données

Impact de la variété sur le pourcentage des feuilles endommagées par *A. catalaunalis*

Les feuilles qui présentaient certains symptômes d'attaque d'*A. catalaunalis*, comme les feuilles enroulées et trouées, ont été considérées comme des feuilles endommagées. Les feuilles endommagées par plante ont été enregistrées à partir des feuilles de 30 plantes par parcelle sélectionnées au hasard sur trois lignes centrales à partir du 20^e, 30^e et 50^e jour après le semis et le pourcentage de dégâts foliaire a été déterminé pour

chaque variété.

Effet de la variété sur le pourcentage de fleurs endommagées causées par *A. catalaunalis*

Les fleurs trouées ont été considérées comme des fleurs endommagées. Les fleurs endommagées par plante ont été enregistrées à partir des fleurs des 15 plants sélectionnés au hasard sur 3 lignes centrales de chaque parcelle soit au total 60 plants par variété. Elles ont été comptées à partir du 50^e et 60^e jour après le semis et le pourcentage de dégâts aux fleurs a été déterminé pour chaque variété.

Impact de la variété sur le pourcentage des capsules endommagées par *A. catalaunalis*

Toutes les capsules enfouies ont été réservées en tant que capsules endommagées. Les capsules endommagées par plante seront enregistrées à partir des 15 plants sélectionnés au hasard sur 3 lignes centrales. Elles ont été comptées à partir du 60^e, 70^e et 80^e jour après le semis et le pourcentage des capsules endommagées a été déterminé pour chaque variété. Le pourcentage des dommages pour chaque stade de développement de la plante a été calculé pour chaque variété suivant la formule ci-dessous :

$$\% \text{ DFFC} = \frac{\text{NFFC endommagées}}{\text{NFFC observées}} \times 100$$

Avec : % DFFC = pourcentage de dommages aux feuilles/fleurs/capsules ; NFFC = nombre de feuilles/fleurs/capsules.

Catégorisation de la réaction des différentes variétés testées contre *A. catalaunalis*

La réaction des variétés contre *A. catalaunalis* a été catégorisée à l'aide d'une méthodologie de notation de 0 à 9 (tableaux 1), comme décrite par Sridhar et Gopalan (2002).

Tableau 1. Méthodologie pour catégoriser la réaction des variétés de sésame à différents stades de la culture en fonction du pourcentage de dommages moyens.

Dommages aux feuilles (%)	Dommages aux fleurs (%)	Dommages sur les capsules (%)	Score cumulé (a+ b+c)/3	Grade	catégories
0–10	0–5	0–5	0-1	1	HR
10.1–20	5.1–10	5.1–10	1–3	3	R
20.1–30	10.1–15	10.1–15	3-5	5	MR
30.1–40	15.1–20	15.1–20	5-7	7	S
>40	>20	>20	7-9	9	HS

HR : hautement résistante ; R : résistante ; MR : modérément résistante, S : sensible et HS : hautement sensible.

Analyse statistique

Les données ont subi le test de normalité de Shapiro – Wilk (Shapiro and Wilk, 1965), avant d'être soumises à des analyses de variance (ANOVA). Au cas où les données n'étaient pas normalement distribuées, elles étaient soumises à une transformation par Arcsine√(X/100). Lorsque l'analyse de variance révèle des différences significatives entre traitements, les moyennes des différents traitements ont été séparées en utilisant le

test de séparation multiple de Student-Newman-Keuls (SNK) au seuil de 5 %. Toutes les analyses des données ont été faites à l'aide du logiciel XLSTAT Version 2016.02.27444.

RESULTATS

Impact des variétés sur le pourcentage des feuilles endommagées par *A. catalaunalis*. Le pourcentage moyen des feuilles endommagées à variétés a varié de 10,25 % ± 3,75 à 14,98 % ± 5,13 (Tableau 3). L'analyse de variance

n'a révélé aucun impact significatif de la variété sur le pourcentage des feuilles endommagées par *A. catalaunalis* (ddl = 3 ; F = 0,21 ; P = 0,892). Toutes les

variétés qui ont montré un pourcentage de feuilles endommagées et de scores statistiquement similaires.

Tableau 3. Pourcentage de feuilles attaquées par *A. catalaunalis* sur les quatre variétés

Traitements	% feuilles attaquées	Score
Pachequeno	14,98 ± 5,13 a	3
Guelendeng	13,58 ± 5,35 a	3
Gaya	11,63 ± 3,94 a	3
S42	10,25 ± 3,75 a	3
ddl	3	
F	0,21	
P	0,892	

Dans une colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes (SNK test au seuil de 5 %)

Effet de la variété sur le pourcentage de fleurs endommagées causées par *A. catalaunalis*

Les dommages d'*A. catalaunalis* sur les fleurs de sésame ont varié de 2,25 % ± 2,24 à 32,38 % ± 8,24 (Tableau 4). L'analyse de variance a montré un effet très significatif de la variété sur les fleurs endommagées par *A. catalaunalis*

(ddl = 3 ; F = 6,98 ; P = 0,006). La variété Gaya a enregistré le pourcentage moyen des fleurs attaquées par *A. catalaunalis* le plus élevé. Les variétés Pachequeno, S42 et Guelendeng ont obtenu le plus faible pourcentage de fleurs attaquées et statistiquement similaires.

Tableau 4. Pourcentage des fleurs attaquées par *A. catalaunalis* sur les quatre variétés

Traitements	% fleurs attaquées	Score correspondant
Gaya	32,38 ± 8,24 a	9
Pachequeno	14,92 ± 3,19 b	5
S42	9,46 ± 3,39 b	3
Guelendeng	2,25 ± 2,24 b	1
ddl	3	
F	6,98	
P	0,006	

Dans une colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes (SNK test au seuil de 5 %)

Impact de la variété sur le pourcentage des capsules endommagées par *A. catalaunalis*

L'incidence des dégâts sur les capsules attaquées par *A. catalaunalis* a varié de 51,19 % ± 6,00 à 59,69 % ± 8,60 (Tableau 5). L'analyse de variance n'a révélé aucun

impact significatif de la variété sur le pourcentage des feuilles endommagées par *A. catalaunalis* (ddl = 3 ; F = 0,24 ; P = 0,870). Toutes les variétés qui ont montré un pourcentage de capsules endommagées et de scores élevé statistiquement similaire.

Tableau 5. Pourcentage de capsules attaquées par *A. catalaunalis* sur les quatre variétés

Traitements	% capsules attaquées	Score
Pachequeno	59,69 ± 8,60 a	9
S42	59,27 ± 8,55 a	9
Gaya	56,17 ± 8,73 a	9
Guelendeng	51,19 ± 6,00 a	9
ddl	3	
F	0,24	
P	0,87	

Dans une colonne, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas statistiquement différentes (SNK test au seuil de 5 %)

Catégorisation de la réaction des différentes variétés testées contre *A. catalaunalis*

L'infestation d'*A. catalaunalis* a été observée depuis le début de la phase végétative jusqu'à la phase de maturation des capsules et aucune des variétés n'a échappé aux attaques de la pyrale des feuilles et le foreur de capsules. Parmi les 4 variétés testées, les variétés S42

et Guelendeng ont été classées comme modérément résistantes en obtenant un score moyen de 4,3 et 5 avec le grade 5 correspondant (Tableau 6). La variété Gaya a été hautement susceptible à *A. catalaunalis* tandis que la variété Pachequeno a été susceptible à la pyrale du sésame *A. catalaunalis*.

Tableau 6. Réaction des variétés de sésame contre la pyrale des feuilles et le foreur de la capsule, *A. catalaunalis*.

Variétés	Domage foliaire (%)	Score	Domages sur les fleurs (%)	Score	Domage sur les capsules (%)	Score	Score moyen	Grade	Réaction
Gaya	11,63	3	32,38	9	59,69	9	7	9	HS
Guelendeng	13,58	3	2,24	1	59,27	9	4,3	5	MR
S42	10,25	3	9,46	3	56,17	9	5	5	MR
Pachequeno	14,98	3	14,92	5	51,19	9	5,6	7	S

HS : Hautement sensible ; MR : Modérément résistante ; S : Sensible

DISCUSSION

Dans la présente étude, 4 génotypes de sésame ont été évalués au champ pour leur résistance/sensibilité relative à la pyrale des feuilles et au foreur de la capsule, *Antigastra catalaunalis*. L'intensité des dégâts a été évaluée sur différentes parties de la plante à différents stades. L'infestation d'*A. catalaunalis* a été observée dès les premiers stades végétatifs, de floraison et de formation de capsules. Il ressort des observations qu'aucun des génotypes n'est exempt de l'infestation par *A. catalaunalis*. Ces observations sont conformes à l'étude réalisée par Sridhar et Gopalan (2002) ; Kumar et al. (2010) et Karuppaiah et Nadarajan (2011) et qui ont également rapporté l'incidence d'*A. catalaunalis* depuis le stade végétatif précoce jusqu'au stade de maturation de la capsule. L'intensité moyenne des dégâts foliaires a été moins élevée sur toutes les variétés avec un faible score de dommage foliaire. Cela pourrait être dû à la présence d'un nombre important de trichomes à la surface des feuilles de sésames. Ces résultats sont en accord avec les conclusions de Halder et al. (2006) ; Sharma et al. (2023) ; Singh et al. (1990), qui ont révélé que les génotypes de sésames présentant une densité de trichomes plus élevée à la surface des feuilles présentaient relativement moins de dommages. Nos résultats ont montré un pourcentage de dégâts qui variaient entre 11,63 % à 14,98 % et sont en contradiction avec ceux de Swapna et al. (2021) qui ont rapporté un pourcentage moyen des feuilles attaquées compris entre 2,20 % à 22,00 %. Le pourcentage moyen de fleurs endommagées a été plus élevé sur les variétés Gaya et Pachequeno. Ce pourcentage élevé de dégâts sur les fleurs pourrait être dû à une forte pression du ravageur. Les fleurs des variétés S42 et Guelendeng ont été moins endommagées par la pyrale. Nos résultats sont en accord avec ceux de Shrivastava et al. (2001) ; Mishra et al. (2016) qui ont signalé des dommages causés aux fleurs par *A. catalaunalis* pouvant aller jusqu'à 75 % et 85 %. Le pourcentage moyen de dégâts de la capsule a été plus élevé sur toutes les variétés testées. La forte pression du ravageur pourrait entraîner des dommages très élevés de la pyrale sur les capsules. Ces résultats ne corroborent pas avec l'étude de Mishra et al. (2016) qui ont rapporté que le pourcentage de dégâts sur la capsule variait de 6,16 à 21,82 %. La catégorisation de la résistance des différentes variétés testées a révélé que les variétés Guelendeng et S42 ont été modérément résistantes. Ces deux variétés ont montré une résistance au stade végétatif et floraison, mais ils ont été regroupés comme hautement sensibles pendant la phase de maturation. L'évasion de l'hôte aux stades de croissance végétative et de floraison à l'attaque du

ravageur pourrait être la raison de cette réaction alternée telle que décrite par Karuppaiah et Nadarajan (2011). La variété Pachequeno a été sensible tandis que la variété Gaya a été hautement sensible. Ces résultats montrent des variations dans l'expression des réactions entre les variétés testées, ainsi qu'en fonction du stade de culture. Dans la présente étude, les fleurs ont été plus endommagées au niveau des variétés Gaya et Pachequeno. Cependant, les capsules ont été endommagées au maximum sur toutes les variétés ; cela pourrait être lié à une forte incidence d'*A. catalaunalis* pendant la phase de maturation des capsules. Des résultats comparables ont également été rapportés par Balaji et Selvanarayanan (2016). La différence entre les réponses des différentes variétés pourrait indiquer que des facteurs tels que les composés phytochimiques et l'environnement jouent également un rôle dans l'expression du mécanisme de résistance tel que rapporté par (Karuppaiah and Nadarajan, 2011).

CONCLUSION

Cette étude a permis d'évaluer au champ de quelques variétés de sésame contre l'incidence de la pyrale, *Antigastra catalaunalis* (Dup.) au Tchad. A cet effet, l'évaluation de ces variétés a été faite selon un regroupement en cinq catégories de sensibilité à la pyrale, à savoir, hautement résistante (HR), résistante (R), modérément résistante (MR), sensible (S) et très sensible (HS) basée sur les dommages causés aux feuilles, aux fleurs et aux capsules. Les résultats ont montré que dans nos conditions expérimentales, c'est les variétés Guelendeng et S42 qui ont été modérément résistantes à l'attaque du ravageur. Bien que des essais complémentaires intégrant les dates de semis, ou des essais d'exclusion soient encore nécessaires, les présents résultats indiquent clairement que ces variétés sont les moins susceptibles à l'attaque de la pyrale.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le «Projet de renforcement de la productivité agricole et de la résilience climatique» (ProPAD) pour le soutien financier de cette recherche. Les auteurs remercient également les techniciens de la station de recherche de Bébédjia pour leur soutien dans la mise en œuvre des activités liées à cette étude.

RÉFÉRENCES

Balaji, K., Selvanarayanan, V. (2016). Evaluation of Indian Sesame Germplasm for Resistance Against Shoot Webber and Capsule Borer, *Antigastra*

- catalaunalis* Duponchel (Lepidoptera: Pyraustidae). *African Entomology* 24, 376–381. <https://doi.org/10.4001/003.024.0376>
- Biswas, G.C., Kabir, S.M.H., Das, G.P. (2001). Insect pests of sesame, *Sesamum indicum* Linn. in Bangladesh, their succession and natural enemies. *Indian Journal of Entomology*. 63: 117–124. <https://eurekamag.com/research/003/479/003479691.php>
- Egonyu, J.P., Kyamanywa, S., Anyanga, W., Ssekabembe, C.K. (2005). Review of pests and diseases of sesame in Uganda, in: African Crop Science Conference Proceedings. pp. 1411–1416. <https://www.africabib.org/rec.php?RID=Q00045523>
- FAOSTAT. (2022). Statistical data on crops, sesame seeds, area, production quantity of Tanzania, Africa and the world. <http://www.fao.org>
- Gebregergis, Z., Assefa, D., Fitwy, I. (2016). Assessment of incidence of sesame webworm *Antigastra catalaunalis* (Duponchel) in Western Tigray, North Ethiopia. *J Agric Ecol Res Int* 9, 1–9. <https://doi.org/10.9734/JAERI/2016/28483>
- Halder, J., S.Srinivasan, Muralikrishna, T. (2006). Role of various biophysical factors on distribution and abundance of spotted pod borer, *Maruca vitrata* (Geyer) in mung bean. *Annals of Plant Protection Science*. 14, 49–51. <https://doi.org/10.5555/20063109329>
- INSEED. (2019). Statistiques du Commerce Extérieur 2019. Institut National de la Statistique, des Études Économiques et Démographiques 95pp.
- Islam, F., Gill, R.A., Ali, B., Farooq, M.A., Xu, L., Najeeb, U., Zhou, W. (2016). Sesame, in: Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production. *Elsevier*, pp. 135–147. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801309-0.00006-9>
- Karuppaiah, V., Nadarajan, L. (2013). Host plant resistance against sesame leaf webber and capsule borer, *Antigastra catalaunalis* Duponchel (Pyraustidae: Lepidoptera). *African Journal of Agriculture Research*. 8, 4674–4680. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.1724>
- Karuppaiah, V., Nadarajan, L. (2011). Evaluation of sesame genotypes for resistance to sesame leaf roller and capsule borer, *Antigastra catalaunalis* Duponchel (Pyraustidae: Lepidoptera). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 44, 882–887. <https://doi.org/10.1080/03235400903345331>
- Mishra, M., Tahkur, S., Gupta, M., Singh, Y. (2016). Field Screening of Sesame Accessions against Leaf Roller and Capsule Borer (*Antigastra catalaunalis* Dup.). *Indian Journal of Plant Genetic Resources*. 29, 8. <https://doi.org/10.5958/0976-1926.2016.00002.4>
- Myint, D., Gilani, S.A., Kawase, M., Watanabe, K.N. (2020). Sustainable Sesame (*Sesamum indicum* L.) Production through Improved Technology: An Overview of Production, Challenges, and Opportunities in Myanmar. *Sustainability* 12, 3515. <https://doi.org/10.3390/su12093515>
- Rai, H.S., Gupta, M.P., Verma, M.L. (2001). Insect pests of sesame and their integrated management. *Indian Farming* 4, 30.
- Rai, H.S., Verma, M.L., Gupta, M.P. (2002). Effect of date of sowing on shoot webber and pod borer incidence on sesame. *Annals of Plant Protection Science* 10, 150–151.
- Selemun, H. (2011). Study on the potential of some botanical powders and nimbecidine for the management of sesame seed bug. (*Elasmolomus Sordidus*) in Humera, Northwest Ethiopia [Master's thesis, Addis Abba University] AAU Dspace Repository. <http://etd.aau.edu.et/handle/123456789/9838>.
- Shapiro, S.S., Wilk, M.B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52, 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Sharma, J., Gadhiya, V.C., Sharma, A., Shah, K., Patel, D. (2023). Evaluation of Sesame Genotypes for their Resistance against Leaf Webber, *Antigastra catalaunalis* Duponchel 15, 75–82. *Biological Forum—An International Journal* 15 (7): 75–82. <https://www.researchtrend.net/bfij/pdf>
- Shrivastava, N., Duhoon, S.S., Jharia, H.K., Singh, B.R. (2001). Screening of sesame germplasm for resistance against leaf roller and capsule borer (*Antigastra catalaunalis* Dup.). *Indian Journal of Plant Genetic Resources*. 14, 203–203.
- Singh, H., Jaglan, R.S., Kharub, S.S., Singh, H., Jaglan, R.S., Kharub, S.S. (1990). Antibiosis in some sesame genotypes against shoot webber and pod borer *antigastra catalaunalis* duponchel. *Journal of Insect Science*. 3, 174–176. <https://www.cabidigitalibrary.org/doi/full/10.5555/19921166320>
- Sridhar, R.P., Gopalan, M. (2002). Studies on screening and mechanism of resistance against the shootwebber *Antigastra catalaunalis* (Duponchel). *ENTOMON-TRIVANDRUM* - 27, 365–374.
- Swapna, B., Srikanth, T., Padmaja, D., Srinivasnaik, S. (2021). Evaluation of sesame genotypes for their relative resistance against leaf webber and capsule borer, *Antigastra catalaunalis* Duponchel (Crambidae: Lepidoptera). *Journal Entomology and Zoology. Studies*. 9, 173–177. <https://doi.org/10.22271/j.ento.2021.v9.i2c.8476>
- Teklu, D.H., Shimelis, H., Abady, S. (2022). Genetic Improvement in Sesame (L.): Progress and Outlook: A Review. *Agronomy* 12, 2144. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092144>
- Teklu, D.H., Shimelis, H., Tesfaye, A., Abady, S. (2021). Appraisal of the Sesame Production Opportunities and Constraints, and Farmer-Preferred Varieties and Traits, in Eastern and Southwestern Ethiopia. *Sustainability* 13, 11202. <https://doi.org/10.3390/su132011202>
- Thapa, R.B. (2006). Honeybees and other insect pollinators of cultivated plants: a review. *Journal*

of Institute of Agriculture and Animal Sciences 27, 1–23.

<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/98441021>

Wacal, C., Basalirwa, D., Okello-Anyanga, W., Murongo, M.F., Namirembe, C., Malingumu, R. (2021). Analysis of sesame seed production and export trends; challenges and strategies towards increasing production in Uganda. OCL 28, 4.

<https://doi.org/10.1051/ocl/2020073>

Yakubu, Z., Hashim Yusuf, S. (2020). Problems facing sesame production : A case study of Hadejia local government, Jigawa State, Nigeria. Int. J. Agric. Environ. Bioresearch 05, 288–298.
<https://doi.org/10.35410/IJAEB.2020.5596>