

Biologie der lacriphagen Lepidopteren in Thailand und Malaya

ABHANDLUNG

zur

ERLANGUNG DER WÜRDE EINES
DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

Hans BÄNZIGER

dipl. Natw. ETH
geboren am 19.IX. 1941
von Lutzenberg (AR)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. P. Bovey, Referent
Prof. Dr. W. Sauter, Korreferent

GENÈVE
IMPRIMERIE KUNDIG
1972

9. VERDANKUNGEN

Prof. Dr. W. Sauter sei für seine selbstlose Hilfsbereitschaft und konstruktive Kritik vielmals gedankt, sowie Prof. Dr. P. Bovey für die Überlassung des Dissertationsthemas und für die Vermittlung bei verschiedenen Behörden und Prof. Dr. G. Benz für dessen Ratschläge bei den physiologischen Problemen. Dr. W. Büttiker bin ich für seine unermüdliche Unterstützung — speziell während meines Südostasienaufenthaltes, der sonst kaum Früchte getragen hätte — besonders dankbar. Der Thailändischen Regierung und der ETH danke ich für die finanzielle Unterstützung durch Stipendien, dem Ministry of Education, dem Ministry of Agriculture und dem Ministry of Public Health, Thailand, für ihren Beistand. Ferner bin ich zu dank verpflichtet: Prof. Dr. T. A. Freyvogel (Vorschlag der Klistiermethode), Prof. Dr. H. Heusser und Dr. J. Nicolet (veterinärische, bzw. mikrobiologische Probleme), Dr. D. S. Fletcher (Bestimmung der Lepidopteren) und all jenen unzähligen thailändischen Bauern, die mir so geduldig beistanden.

SUMMARY

1. Three groups of adult lachryphagous Lepidoptera are distinguished: i) those which feed exclusively upon lachrymal secretion (eulachryphagous), ii) those which feed often upon it (hemilachryphagous) and iii) those which feed only occasionally upon it (oligolachryphagous). The latter groups also imbibe fluids such as skin secretions (perspiration, sebum), blood (from open wounds or as anal exudate of mosquitoes), the decomposed mixture of sodden earth with urine and dung, and nectar, either directly on the host or indirectly from the vegetation where they have been left by the hosts.
2. *Faunistics*. 20 Geometrids, 14 Pyralids, 2 Noctuids and 1 Notodontid were found to be lachryphagous species; 26 of the above were not known as such. 25 further species are suspected to be lachryphagous, whereas a large number of species associated with lachryphagous moths do not suck lachrymal fluid but the mentioned skin secretions, excretions and/or blood.
3. In the area of study lachryphagous moths were found only near or within forests and are distributed mainly in tropical monsoon regions and less in the permanently humid regions. *Lobocraspis griseifusa* (eulachryphagous) may be found during any season while non-eulachryphagous moths are scarce during the dry season.

4. *Ethology-ecology*. Eulachryphagous species may suck as long as two hours directly at the eyes. To stimulate lachrymation they twitch the proboscis to the right and the left onto the eye ball. Their proboscis can advance between the lids of closed eyes to obtain food. Non-eulachryphagous species are unable to do this, show no particular proboscis movements, imbibe also the lachrymal fluid running down the cheeks and feed for a few minutes only.
5. 11 new host species were found in addition to the 11 already known. They are not specific to particular lachryphagous species, but big bovids, sambar deer and elephant are generally preferred to other hosts; man is visited only occasionally. Illuminated places (and for certain species also stables) are avoided by the moths.
6. When *L. griseifusa* sucks at the human eye pain is felt mainly at the eye bulb. But when sucking at closed eyes, very strong pains occur at the lids. No wounds, haemorrhage or pathologic complications ensued although the eyes were inflamed.
7. *Morphology*. The proboscis of *L. griseifusa* is comparable to that of non-piercing fruit-sucking moths: very flexible, with blunt and soft tip and passively movable sensillae. The linking processi are sparsely distributed and quite elongated. Over 30 000 minute spines probably keep the coils of the proboscis when at rest. These and the elongated sensillae appear to be responsible for the pain caused by the moth on the lid. They may inflict upon the conjunctiva microscopic incisions which could facilitate the action of pathogens.
8. In eulachryphagous Noctuids, the crop, having no storage function (see 11.), is reduced. In other lachryphagous species it is a normal food storage organ.
9. *Physiology*. In the mid-gut of 90% of eulachryphagous moths, leucocytes and epithelial cells (imbibed with lachrymal fluid) were present (in 60% in great amounts). No erythrocytes nor pollen were found.
10. In hemi- and oligolachryphagous moths, leucocytes and epithelial cells were found less frequently. In specimens which fed upon blood, erythrocytes were present. In some species pollen was present in small amounts.
11. In eulachryphagous species the lachrymal secretion is rapidly filtered during feeding; the cells and probably the proteins contained in the secretion are concentrated in the mid-gut and the excess fluid with the salt expelled as anal exudate (regularly 9 droplets/minute). During one hour nearly 1 cm³ of secretion is imbibed.

12. It has been found that the mid-gut of *L. griseifusa* contains proteinases, this being the first adult lepidopterous insect ever found to be able to digest proteins.
13. *Pathology.* The digestive tract contained microorganisms in 50% of all cases: bacilli, cocci and spirochetes. Some of them were also found on the outside of the proboscis. Several circumstances supporting the possibility of disease transmission by the moths are discussed.
14. *Conclusions.* Behaviour, feeding habits, and morphology of the proboscis show that, unlike previous assumptions, *L. griseifusa* is not a blood-sucker and cannot penetrate tissues with its proboscis.
15. While oligolachryphagous moths are the first step, the eulachryphagous species display the most evolved stage of ethological, morphological and physiological differentiation in lachryphagy.
16. The development of lachryphagy in moths, and its restriction mainly to tropical regions with a dry season, is possibly due to climatic-phytoecological factors (mainly nectar deficiency during part of the year); moreover, nocturnal lachryphagy represented an unoccupied ecological niche.

RÉSUMÉ

Le présent travail expose les résultats d'observations et de recherches sur la biologie des Lépidoptères lacryphages de Thaïlande et de Malaisie. On peut en distinguer trois groupes:

- a) les *eulacryphages*, qui se nourrissent exclusivement de sécrétions lacrymales;
- b) les *hémilacryphages* et
- c) les *oligolacryphages* qui s'en nourrissent souvent, respectivement rarement.

Les représentants des deux derniers groupes recherchent également des sécrétions dermales (sueur, sécrétions sébacées, etc.) sur le corps des hôtes où sur la végétation avec laquelle ces derniers ont été en contact, le sang de blessures ouvertes ou d'exsudats anaux de moustiques, les boues imprégnées d'excréments ou d'urine et le nectar.

Les principaux résultats de nos observations et recherches peuvent être résumés comme suit:

1. 37 espèces de Lépidoptères lacryphages, dont 26 pour la première fois, ont été observées dans la région considérée, à savoir: 20 Géométrides, 14 Pyralides, 2 Noctuides et 1 Notodontide.

De plus, 25 autres espèces sont suspectées d'être lacryphages, tandis qu'un grand nombre d'espèces accompagnatrices ne sucent pas de larmes, mais seulement les sécrétions cutanées sus-mentionnées.

2. Dans la zone étudiée, les Lépidoptères lacryphages n'ont été observés que dans ou au voisinage de la forêt. Ils sont surtout répandus dans la région de la mousson et moins abondants dans les régions tropicales perpétuellement humides.
3. La Noctuelle *Lobocraspis griseifusa* (eulacryphage) peut être observée durant toute l'année, tandis que les Lépidoptères non eulacryphages sont rares durant la saison sèche.
4. Les espèces eulacryphages peuvent sucer durant deux heures et plus, toujours à même l'œil. Pour stimuler la sécrétion lacrymale, l'insecte déplace, par mouvements saccadés, sa trompe sur le globe oculaire. Il peut se nourrir dans l'œil clos en faisant pénétrer sa trompe entre les paupières. Les espèces hémi- et oligolacryphages en sont incapables et ne présentent aucun mouvement de la trompe sur l'œil; elles absorbent aussi le liquide lacrymal ruisselant sur les joues, et durant quelques minutes seulement.
5. Onze nouveaux hôtes ont été découverts qui s'ajoutent aux onze déjà connus. Ils ne sont pas spécifiques à telle ou telle espèce de lacryphages, mais les gros bovidés, le Cerf sambar et l'Eléphant sont généralement préférés aux autres hôtes.

Les yeux de l'Homme peuvent être visités occasionnellement.

Les places illuminées, et pour certaines espèces les étables, sont généralement évitées par les papillons.

6. Quand *L. griseifusa* suce sur l'œil humain ouvert, des douleurs sont ressenties au globe oculaire; dans le cas de l'œil fermé, les douleurs, assez vives, affectent les paupières. Dans les expériences faites sur nous-même, il n'en est résulté aucune blessure, hémorragie ou complication pathologique, bien que l'œil ait pu être enflammé durant quelques heures.
7. La trompe de *L. griseifusa* est comparable à celle des papillons lécheurs des fruits: très flexible, avec une pointe obtuse et souple et des sensilles allongées, passivement mobiles. Les organes de coaptation dorsaux sont très longs et clairsemés, ce qui pourrait faciliter l'aspiration de la nourriture. La pointe de ces organes est cachée sous ceux de la rangée opposée. Environ 30 000 minuscules épines, qui contribuent probablement à retenir les anneaux de la trompe enroulée, et les sensilles allongées sont apparemment responsables des douleurs causées par cette espèce aux paupières. Elles apparaissent

capables d'infliger à la conjonctive des incisions microscopiques propres à faciliter l'action d'agents pathogènes.

8. Chez les Noctuides eulacryphages, le jabot est réduit et probablement non fonctionnel (voir 11.). Chez les autres Lépidoptères lacryphages, il est un organe d'accumulation normal.
9. Des leucocytes et des cellules épithéliales ont été observés dans l'intestin moyen de 90% des papillons eulacryphages examinés, dans 60% des cas en grand nombre. Ni érythrocytes, ni grains de pollen n'y ont été constatés.
10. Chez les espèces hémi- et oligolacryphages, des leucocytes et des cellules épithéliales ont été observées moins fréquemment que chez les précédentes. On a trouvé des érythrocytes chez les espèces ayant absorbé du sang et, chez quelques espèces, des grains de pollen en petite quantité.
11. Chez les espèces eulacryphages, la sécrétion lacrymale est rapidement filtrée durant l'alimentation. Les cellules et probablement les protéines qu'elle contient sont concentrées dans l'intestin moyen tandis que l'eau en excès et les sels sont expulsés sous forme d'exsudats anaux, à raison de 9 gouttelettes par minute, soit 1 cm³ à l'heure.
12. On a constaté la présence de protéinases dans l'intestin moyen de *L. griseifusa*, qui est ainsi le premier Lépidoptère connu dont l'adulte soit apte à digérer les protéines.
13. Des microorganismes (bacilles, cocci et spirochètes) ont été observés dans le tube digestif de 50% des cas examinés. Quelques-uns d'entre-eux ont été repérés à l'extérieur de la trompe. La possibilité de transmission de maladies a été discutée.
14. Le comportement, le mode de nutrition et la morphologie de la trompe montrent que, contrairement à certaines suppositions, *L. griseifusa* n'est pas un suceur de sang, et ne peut implanter sa trompe dans les tissus.
15. Tandis que les papillons oligolacryphages représentent la première étape, les espèces eulacryphages marquent le stade le plus évolué de la différenciation éthologique, morphologique et physiologique vers la lacryphagie.
16. L'évolution vers la lacryphagie chez les Lépidoptères nocturnes, et sa restriction aux régions tropicales avec saison sèche, est probablement en relation avec des facteurs climatiques et phytoécologiques, principalement avec l'absence de nectar durant une partie de l'année, la lacryphagie permettant à certains Lépidoptères d'exploiter une niche inoccupée.