

Analyse en olfactomètre de l'attraction des larves d'*Acrolepiopsis assectella* par des substances allélochimiques

H. Al Rouz & E. Thibout

IBEAS, UA CNRS 340, Faculté des Sciences, Parc Grandmont - 37200 Tours, France

Accepté: Février 7, 1988

Mots clés: *Acrolepiopsis assectella*, Hyponomeutoïdea, teigne du poireau, *Allium*, attraction, olfactomètre, larve, substances allélochimiques, composés soufrés

Key words: *Acrolepiopsis assectella*, Hyponomeutoïdea, leek-moth, *Allium*, attraction, olfactometer, larvae, allelochemicals, sulfur volatiles

Abstract

Un olfactomètre à deux flux d'air parallèles comportant un fil en Y est décrit et utilisé pour étudier l'attraction des larves néonates et de 5ème stade de la teigne du poireau par la plante-hôte, les composés volatils soufrés qu'elle émet et quelques odeurs originaires d'autres végétaux. Le poireau, les disulfures, les thiosulfonates et les thiosulfonates sont attractifs. L'action des composés soufrés dépend de la concentration utilisée et du stade larvaire. Les résultats sont comparés à ceux obtenus antérieurement sur la phagostimulation larvaire et sur l'attraction des adultes.

Introduction

La teigne du poireau, *Acrolepiopsis assectella* Zell. n'est trouvée dans la nature que sur *Allium* spp. (Liliaceae). Ces plantes émettent des composés volatils soufrés qui attirent les adultes de la teigne (Lecomte & Thibout, 1981, 1984a; Thibout *et al.*, 1982) et agissent sur le comportement locomoteur des larves de 1er (L1) et 5ème (L5) stade (Al Rouz & Thibout, 1988). Les premières expériences ne permettent cependant pas de préciser si l'influence sur les larves est le fait des nombreux composés phagostimulants (Al Rouz & Thibout, en préparation) des *Allium* ou/et celui des composés allélochimiques volatils. Aussi, nous avons étudié l'action des substances volatiles issues des *Allium* et de quelques uns de leurs analogues sur le comportement locomoteur des larves de la teigne du poireau, et plus particulièrement sur la composante taxique (attrac-

tion) de ce comportement (Fraenkel & Gunn, 1961). Ce type d'étude, déjà réalisé chez d'autres espèces comme *Plutella xylostella* (Gupta & Thorsteinson, 1960) ou *Laspeyresia pomonella* (Sutherland, 1972), doit permettre de mieux comprendre le rôle joué par la plante-hôte sur le comportement larvaire de ses insectes satellites. Alors que la plupart des études de ce type sont faites en absence de courant d'air (Hovanitz *et al.*, 1963; Matsumoto & Thorsteinson, 1968; Sutherland, 1972; Saxena & Schoonhoven, 1978; Ryan et Guérin, 1982; Numata *et al.*, 1985), nous avons travaillé avec un olfactomètre à écoulement d'air conçu spécialement à cet effet. En effet, les chabres d'observations sans courant d'air se remplissent uniformément et rapidement des molécules à tester du fait de la convection et les insectes observés trop longuement ne sont plus soumis à un quelconque gradient orientant. Le tube en Y également souvent utilisé (Ascoli & Albert, 1985) n'a pas

été retenu non plus car les écoulements d'air présentent souvent des irrégularités préjudiciables à l'analyse des résultats (Jourdan, 1976). Aussi, un appareil comportant 2 flux constants parallèles a été préféré. On a fixé à l'intérieur un fil sur lequel se déplace la larve, ceci afin de supprimer au maximum les mouvements de cinèse comme l'ont fait Saxena et Schoonhoven (1978) d'une part et Ascoli et Albert (1985) d'autre part. Le fil limite les déplacements de la larve à l'interface entre les deux flux et supprime les contacts avec les parois.

Matériel et méthodes

Les insectes étudiés proviennent d'une souche renouvelée annuellement à partir d'un champ de poireaux aux environs de Tours. Ils sont élevés au laboratoire, en masse, dans les conditions suivantes: photophase de 18 h à 26 °C et 60 ± 5% h.r., scotophase de 6 h à 18 °C et 80 ± 5% h.r. Les expériences sont réalisées en photophase avec des L5 des deux sexes en nombre égal utilisées chacune une seule fois, dans une pièce aux conditions identiques aux précédentes mais n'ayant jamais renfermé d'*Allium*. Pour les L1, on ne peut tenir compte du sexe. Deux tubes fluorescents, placés à 2 m de part et d'autre de l'axe de l'olfactomètre, permettent un éclairage de 500 lux au niveau des larves.

Mise au point d'un olfactomètre pour larves.

Un olfactomètre à choix à deux courants d'air parallèles (Fig. 1) a été réalisé d'après les travaux de Jourdan (1976), de Saxena et Schoonhoven (1978), de Lecomte et Thibout (1984b) et de Ascoli et Albert (1985). Ce parallélépipède rectangle de 170 × 57 × 20 mm de dimensions intérieures, en plastique transparent comporte deux compartiments d'alimentation de section égale à la moitié de celle de l'olfactomètre. L'écoulement de l'air est régularisé par la présence de vortex et d'une toile de nylon; une paroi longitudinale de 45 mm placée au début de la chambre dans son axe sépare les deux écoulements. La partie supérieure de la chambre d'observation est amovible, sa sortie étant ouverte. Un aspirateur placé à 270 mm de la sortie de la chambre évacue l'air et les substances testées vers l'extérieur.

L'air prélevé par une turbine pénètre dans l'olfactomètre par deux voies sur lesquelles sont placés des récipients contenant les odeurs ou substances à tester; le côté gauche sert toujours de témoin avec air pur seul. Ce dernier est obtenu à l'aide de filtres à poussière et charbon actif, puis il est réchauffé et humidifié. Un débitmètre et un robinet sur chaque voie permettent de régler de débit d'air pour que sa vitesse, mesurée à l'aide d'un anémomètre à fil chaud, soit de 10 cm/s dans les deux flux parallèles. Un fil de nylon en forme de Y est tendu dans la

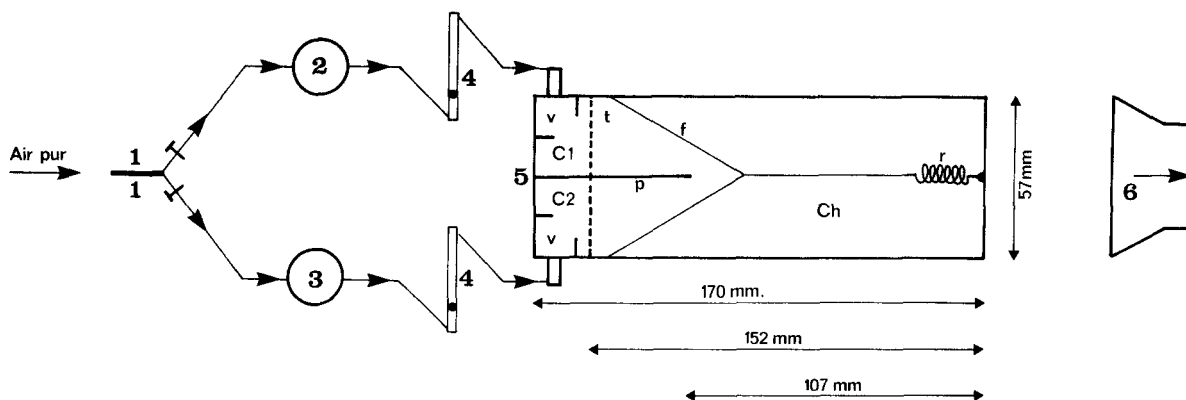


Fig. 1. Schéma de l'olfactomètre à deux flux parallèles utilisés pour les larves d'*A. assectella*. (1): Robinet de réglage du débit d'air pur; (2): Enceinte contenant l'odeur à tester; (3): Enceinte témoin; (4): Débitmètre; (5): Olfactomètre; (6): Extracteur, c_1 et c_2 = compartiments d'alimentation en air, ch = chambre d'observation, f = fil de nylon, p = paroi, r = ressort, t = toile de nylon, v = vortex.

Diagram of the olfactometer with two parallel air flows used with the leek-moth larvae. (1): Air flow regulation; (2): Box with odour; (3): Control box; (4): Flowmeter; (5): Olfactometer; (6): Vacuum pump, c_1 and c_2 = air filled compartments, ch = observation chamber, f = nylon wire, p = partition, r = spring, t = nylon gauze, v = mixers.

chambre d'observation entre les deux parois latérales vers l'entrée et un ressort fixé au centre de la face de sortie (Fig. 1). L'embranchement du fil, placé à 15 mm de la paroi centrale, dans son prolongement, se situe au début de la zone centrale de mélange des deux flux d'air visualisés par des fumées. Le diamètre du fil est de 0,2 mm pour les L1 et de 0,5 mm pour les L5. Les larves sont placées sur le fil central, à une distance du noeud de 2 cm pour les L1 et de 5 cm pour les L5, l'expérience étant achevée lorsqu'elles ont parcouru sur un des fils latéraux une distance de 1 cm pour les L1 et 2 cm pour les L5 après l'embranchement.

Les L5 prélevées dans l'élevage au début du 5ème et dernier stade restent à jeun 2 heures avant d'être placées sur le fil. Les L1 sont prélevées environ deux heures après l'éclosion, sur un morceau de plastique vert frotté de poireau sur lequel ont pondu les femelles. Cette technique évite que les larves néonates ne pénètrent dans le support de ponte. Pour chaque odeur ou substance étudiée, on utilise 50 larves ayant atteint les fils latéraux et ayant fait un choix vers la gauche ou vers la droite.

Les substrats odorants utilisés sont des morceaux de végétaux ou des composés volatils placés au début de l'expérience dans l'enceinte réservée à cet effet dans le montage olfactométrique (voie de droite). Comme dans les expériences avec les adultes (Lecomte & Thibout, 1984a), les fragments de végétaux au nombre de 4 (4×1 cm) sont coupés sur les 4 côtés juste avant l'expérience. Ils sont renouvelés toutes les demi-heures. De même, les substances volatiles pures sont placées chacune dans un flacon dont la forme permet l'évaporation dans l'olfactomètre de 10^{-1} mg de produit par minute, soit $1,5 \cdot 10^{-5}$ mg de produit par ml d'air.

Un nettoyage à l'alcool du fil et de la chambre d'observation est effectué après chaque passage de larve, cette dernière laissant derrière elle un fil de soie. Les quelques larves qui tombent ou ne terminent pas le test ne sont pas prises en compte; celles qui se dirigent vers la sortie de l'appareil sont comptabilisées à part. L'analyse de l'attraction des larves par les odeurs ou les substances ne tient compte que des 50 larves se dirigeant vers l'entrée de l'appareil. L'indice d'attraction (en %) suivant est calculé: $I = (O - A) / (O + A) \times 100$, où O est le nombre de

larves se dirigeant du côté d'où vient l'odeur (droite) et A le nombre de larves se dirigeant du côté de l'air pur (gauche). Cet indice peut varier de 100 à -100, zéro indiquant un nombre égal de larves de chaque côté. L'analyse statistique ne porte pas sur I mais sur O et A qui sont comparés directement par le χ^2 . Environ toutes les 3 expériences, une expérience témoin avec air pur de chaque côté est effectuée afin de vérifier l'absence d'effets de latéralité dans la chambre d'observation.

Les plantes et substances utilisées sont: la plante-hôte, le poireau, *Allium porrum* L. cultivar Malabare; une crucifère, le chou, *Brassica oleracea* L.; une autre Liliacée, l'iris, *Iris pseudacorus* L.; la tomate, *Lycopersicon esculentum* L. qui perturbe l'attraction des adultes (Lecomte *et al.*, 1988); et le haricot, *Phaseolus vulgaris* L.

Composés volatils soufrés émis par les *Allium*: disulfure, thiosulfinate et thiosulfonate de dipropyle, disulfure de diméthyle.

Analogues de ces composés volatils: diméthyle sulfoxide et trisulfure de dipropyle.

Composés volatils soufrés émis par les Crucifères: thiocyanate de méthyle et isothiocyanate d'allyle.

Composés volatils généraux des végétaux verts: Hexanol-1, trans-hexen-2-ol-1; cis-hexen-3-ol-1 et trans-hexen-2-al. Ces quatre composés ont été trouvés dans le poireau (Schreyen *et al.*, 1976).

Enfin, le limonène, composé volatil assez général non retrouvé dans le poireau.

Résultats

Etude de la latéralité de l'olfactomètre. Afin de vérifier qu'il n'existe aucun biais dans les résultats dû à une mauvaise conception de l'olfactomètre, 200 L5 sont testées en présence d'air pur venant des deux côtés. De plus, ce type de test est répété toutes les trois expériences. Le test de latéralité a donc été effectué 9 fois au total sur un ensemble de 590 larves (Tableau 1). Il n'a jamais été observé de préférence significative pour un côté ou pour un autre. Donc, les différences de répartition observées par la suite sont le fait de la perception des odeurs seules et l'olfactomètre n'est pas souillé par celles-ci.

Tableau 1. Répartition et indice d'attraction I (en %) des L_5 d'*A. assectella* dans l'olfactomètre en présence d'air pur des deux côtés. A = côté avec air pur; O = côté normalement avec odeur, mais ici également avec air pur. Les effectifs sont habituellement de 50 L_5 sauf pour les tests 1 et 2 où 200 et 40 L_5 ont été étudiées respectivement.

Distribution and attraction index (I in %) of the leek-moth L_5 in the olfactometer with pure air in both sides. A = pure air side; O = odorous air side with pure air in that case. 50 L_5 are normally tested except for the first and second experiments: 200 and 40 L_5 respectively.

	Nombre de L_5		χ^2	I %
	A	O		
1	104	96	0,32	4
2	19	21	0,10	- 5
3	20	30	2,00	-20
4	27	23	0,32	8
5	21	29	1,26	-16
6	28	22	0,72	12
7	30	20	2,00	20
8	31	19	2,88	24
9	21	29	1,28	-16
Total	301	289	0,98	2

Influence de l'odeur de différents végétaux sur les L_5 . Parmi les 5 végétaux testés, seule la plante-hôte habituelle, le poireau, attire très significativement les L_5 (Tableau 2). Des quatre plantes non hôtes, l'iris n'a aucune action tandis que les 3 autres, la tomate, le chou et le haricot paraissent répulsifs. Le nombre des larves se dirigeant vers la sortie de l'appareil n'est pas négligeable avec les plantes non hôtes alors qu'il est nul avec le poireau.

Influence des composés volatils sur les L_5 . Trois des principaux composés soufrés volatils des *Allium*, disulfure, thiosulfinate et thiosulfonate de dipropyle (Schreyen *et al.*, 1976; Auger, 1987) ont été testés à diverses concentrations. Les réactions des L_5 sont fonction de la concentration (Fig. 2). Elles sont très sensibles aux faibles concentrations de disulfure mais sont moins attirées par les fortes concentrations. Le thiosulfinate n'est attractif qu'aux fortes concentrations testées, et les L_5 sont encore attirées par un milligramme de thiosulfinate évaporé par minute. Enfin, les L_5 paraissent peu sensibles au thiosulfonate et seules des concentrations élevées

Tableau 2. Répartition et indice d'attraction I (en %) des L_5 d'*A. assectella* dans l'olfactomètre, en présence d'odeur de différentes plantes. 'Retour' indique le nombre de L_5 se dirigeant vers la sortie de l'olfactomètre. A = côté avec air pur; O = côté avec odeur. Les valeurs de I non suivies d'astérisque indiquent une répartition des L_5 non significativement différente ($p > 0,05$). *: $0,05 > p > 0,01$; **: $0,01 > p > 0,001$; ***: $p < 0,001$.

Distribution and attraction index (I in %) of the leek-moth L_5 in presence of different plant odours. 'Retour' (Return) shows the number of L_5 going toward the olfactometer exit. A = pure air side; O = odorous side. I values not followed by stars indicate a non significantly different distribution ($P > 0,05$). *: $0,05 > p > 0,01$; **: $0,01 > p > 0,001$; ***: $p < 0,001$.

	'Retour'	Nombre de L_5		χ^2	I %
		A	O		
Poireau	0	25	85	32,75	55 ***
Iris	17	20	30	2,00	20
Tomate	6	34	16	6,48	-36 *
Haricot	5	35	15	8,00	-40 **
Chou	11	35	15	8,00	-40 **

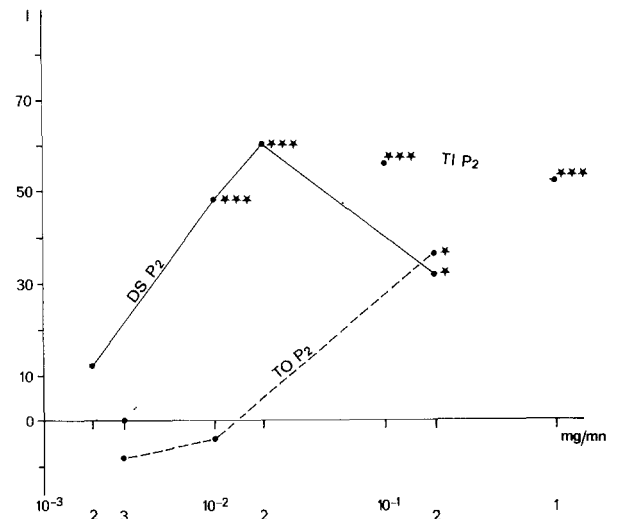


Fig. 2. Variations de l'indice d'attraction I (en %) des L_5 d'*A. assectella* en fonction de la concentration en composés soufrés évaporés par minute dans l'olfactomètre. DS = Disulfure; TI = Thiosulfinate; TO = Thiosulfonate; P_2 = Dipropyle.

Attraction index (I in %) variations of the leek-moth L_5 according to the concentration of the evaporated sulphur volatiles. DS = Disulfide; TI = Thiosulfinate; TO = Thiosulfonate; P_2 = Dipropyl.

déclenchent une certaine attraction.

Les autres composés utilisés, analogues, isothiocyanates ou composés généraux des végétaux verts, n'ont été testés qu'à la concentration de 10^{-1} mg de produit évaporé par minute, car celle-ci semble la plus propice à l'attractions des L5 par l'ensemble des trois composés soufrés déjà étudiés (Fig. 2). Sur 10 composés, deux seuls sont attractifs, l'analogue soufré trisulfure de dipropyle, et un composé général des végétaux verts, l'hexanol 1 (Tableau 3); 5 composés sont indifférents, le disulfure de diméthyle, le thiocyanate de méthyle et les 3 autres composés généraux des végétaux verts; 3 composés sont répulsifs, les DMSO, l'isothiocyanate d'allyle et le limonène.

Influence des composés volatiles des Allium sur les L1. Les résultats obtenus à la Fig. 1 et au Tableau 3 ont permis de limiter les expériences avec les L1 et seules quelques odeurs ont été testées: le poireau, le disulfure et le thiosulfinate de dipropyle (Tableau 4).

Tableau 3. Répartition et indice d'attraction I (en %) des L₅ d'*A. assectella* dans l'olfactomètre en présence de composés volatils divers présentés à la concentration de 10^{-1} mg/mn à l'exception du DMSO (Diméthyl-sulfoxyde) hygroscopique. TS.P2: Trisulfure de dipropyle; DS.M2: Disulfure de diméthyle; TCN.M: Thiocyanate de méthyle; ITCN.A1: Isothiocyanate d'allyle. Voir explications complémentaires Tableau 2.

Distribution and attraction index (I in %) of the leek-moth L₅ in the presence of 10^{-1} mg/mn of volatiles. The hygroscopic DMSO (Dimethyl sulfoxide) concentration is not known exactly. TS.P2: Dipropyl trisulfide; DS.M2: Dimethyl disulfide; TCN.M: Methyl thiocyanate; ITCN.A1: Allyl isothiocyanate (see additional information in Table 2).

	'Retour' Nombre de L ₅				
	A	O	χ^2	I	
DS.M ₂	13	23	27	0,32	8
TS.P ₂	18	18	32	3,92	28 *
DMSO	13	35	15	8,00	-40 **
TCN.M	7	26	24	0,08	-4
ITCN.A1	7	32	18	3,92	-28 *
Limonène	17	34	16	6,48	-36 *
Hexanol-1	10	28	72	19,36	44 ***
Trans hexen-2-ol-1	8	24	26	0,08	4
Cis hexen-3-ol-1	8	26	24	0,08	-4
Trans hexen-2-al	15	27	23	0,32	-8

Tableau 4. Répartition et indice d'attraction I (en %) des L₁ d'*A. assectella* dans l'olfactomètre en présence de quelques odeurs suivies de la concentration utilisée. DS.P2 = Disulfure de dipropyle; Ti.P2 = Thiosulfinate de dipropyle (voir explications complémentaires Tableaux 2 et 3).

Distribution and attraction index (I in %) of the leek-moth L₁ in presence of some odour with the used concentration. DS.P2 = Dipropyle disulfide; Ti.P2 = Dipropyle thiosulfinate (see additional information in Tables 2 and 3).

	'Retour'	Nombre de L ₁			
		A	O	χ^2	I
Poireau	3	13	37	11,53	48 ***
DS.P2 10^{-1} mg/mn	6	16	34	6,48	36 *
TI.P2 10^{-1} mg/mn	5	16	34	6,48	36 *
TI.P2 1 mg/mn	32	32	18	3,92	-28 *

Les L1 comme les L5 sont très attirées par les odeurs du poireau et par les composés soufrés. A la concentration habituellement testée, le disulfure et le thiosulfinate ont le même pouvoir attractif. Mais contrairement aux L5, les L1 sont repoussées par le thiosulfinate à forte concentration. Ces résultats sont confirmés par le nombre de L1 qui partent vers la sortie de l'olfactomètre; 3 (6%) seulement avec le poireau mais 32 (39%) avec le thiosulfinate à forte concentration.

Discussion

Les tests de latéralité et l'ensemble des résultats obtenus semblent indiquer que le type d'appareil utilisé est efficace pour l'étude de l'attraction larvaire.

Comme chez les quelques espèces étudiées, les larves de la teigne du poireau sont attirées par des composés émis par la plante-hôte. Ainsi, aussi bien les L1 que les L5 sont attirées par les odeurs de poireau tandis que les odeurs de tomate, de haricot ou de chou sont répulsives. L'attraction, de même que chez l'adulte, est le fait des composés volatils soufrés. Ceci rappelle les résultats obtenus avec un autre insecte s'attaquant aux *Allium*, *Hylemyia antiqua* dont les larves et les adultes sont également attirés par les composés soufrés (Matsumoto & Thorsteinson, 1968; Finch, 1977). Les larves de ce diptère sont sensibles aux mêmes composés que la teigne du

poireau, mais aussi à un grand nombre de composés soufrés autres comme des thiols et des monosulfures (Matsumoto & Thorsteinson, 1968; Soni & Finch, 1979). Cette différence entre la teigne du poireau et la mouche de l'oignon doit venir de ce que les larves de cette dernière s'alimentent dans les *Allium* en décomposition où doivent être présents des composés de dégradation des substances soufrées primaires.

Les réactions des adultes et des larves ne sont cependant pas parallèles. Les adultes répondent de façon prépondérante aux thiosulfates, tandis que les L5 paraissent plus sensibles aux disulfures et que les L1 dont les réponses aux disulfures sont comparables à celles des L5, sont repoussées par les thiosulfates à forte concentration. La différence de réponse entre les L1 et les L5 doit provenir de ce que les larves néonates après l'éclosion vivent quelques temps à la surface du poireau où disulfures et thiosulfates doivent se trouver conjointement en faible quantité alors que les L5, jusqu'à leur sortie du végétal lors de la nymphose, vivent à l'intérieur du poireau dans des galeries où la quantité de thiosulfate doit être très importante du fait de la brisure des cellules par les mandibules. Une telle différence entre larves jeunes et âgées a déjà été étudiée par exemple chez *Manduca sexta* (Saxena & Schoonhoven, 1978).

Comme chez l'adulte, la structure des molécules serait importante. Le pouvoir attractif des molécules semble lié à la présence de deux atomes de soufre. La présence d'un seul oxygène modifie peu l'activité de la molécule chez la larve alors qu'elle l'augmente chez l'adulte (Lecomte *et al.*, 1988).

L'isothiocyanate et le thiocyanate d'alkyle, comme le chou, n'attirent pas les L5 d'*A. assectella*. Cependant, les extraits de feuille de chou stimulent la prise de nourriture chez cette espèce (Al Rouz & Thibout, 1988) qui en nature n'a jamais été observée sur les Crucifères. Ceci confirme le rôle important des substances volatiles dans le choix de la plante-hôte par les phytophages spécialistes (Hanson & Dethier, 1973).

Un certain parallélisme existe entre le pouvoir attractif et le pouvoir phagostimulant des composés volatils soufrés. Al Rouz et Thibout (en préparation) ont montré que la prise de nourriture est plus importante en présence du thiosulfate que du disulfure

de dipropyle et qu'elle devient nulle en présence du thiosulfonate de dipropyle et du disulfure de diméthyle. Cependant, avec l'hexanol -1 les résultats sont opposés; bien qu'attractif, ce composé n'est pas phagostimulant. Aussi, la phagostimulation observée antérieurement chez cette espèce en présence de saccharose et de composés volatils (Al Rouz & Thibout, en préparation) n'est pas le simple fait d'une attraction qui maintiendrait les L5 au contact du saccharose lui-même phagostimulant. Certains composés volatils, notamment des composés soufrés, auraient un réel effet phagostimulant.

Les L5 et les adultes sont par ailleurs attirés chacun par une substance générale des végétaux verts, mais il s'agit respectivement de l'hexanol-1 ou du cis-hexen-3-ol-1. Bien que les réponses olfactives des larves et des adultes aient des points communs, il existe entre les stades de nombreuses différences qui méritent d'être approfondies.

Summary

Olfactory responses to plant allelochemicals in Acrolepiopsis assectella larvae.

An olfactometer with two parallel air currents containing a Y-shaped nylon fiber was used to study the attraction of first and fifth instar larvae of the leekmoth. Host-plant, non host plants and emitted volatiles were tested. In 5th instars, leek alone is attractive, whereas Iris was ineffective, and tomato, bean and cabbage leaves repellent. These larvae seem more sensitive to the disulfides than to the thiosulfates and thiosulfonates. Among the general green leaf volatiles, hexanol-1 alone was attractive while alkyl isothiocyanate, thiocyanate and limonene were repellent. In the first instar larvae, leek, disulfide and thiosulfate were also attractive, but the high concentrations of the latter were repellent. These results are compared with those obtained earlier on the larval phagostimulation and adult attraction.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les Professeurs V. Labeyrie, et J. Huignard pour leurs critiques et Monsieur J. C. Landré pour son aide technique.

References

- Al Rouz H. & Thibout E., 1988. Premières observations sur le comportement alimentaire des larves de la teigne du poireau, *Acrolepiopsis assectella*, rôle des *Allium*. Acta Oecol.-Oecol. applic., sous presse.
- Ascoli A. & Albert P.J., 1985. Orientation behavior of second-instar larvae of eastern spruce budworm *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae) in a Y-type olfactometer. J. Chem. Ecol. 11: 837–845.
- Auger J., 1987. Analyse et synthèse de substances alléochimiques des *Allium* (Liliacées) et synthèse d'analogues: applications à quelques comportements d'insectes inféodés ou non au poireau (*Allium porrum* L.). Thèse d'Etat, Univ. Tours, 251 pp.
- Finch S., 1977. Monitoring insect pests of cruciferous crops. Proc. Br. Crop Conf.-Pests and Diseases, 219–226.
- Fraenkel G. S. & Gunn D. L., 1961. The orientation of animals. Kineses, Taxes and compass reaction. Dover Pub. Inc., New-York, 376 pp.
- Gupta P. D. & Thorsteinson A. J., 1960. Food plant relationships of the diamond back moth (*Plutella maculipennis*) I. Gustation and olfaction in relation to botanical specificity of the larvae. Ent. exp. & appl. 3: 241–250.
- Hanson F. E. & Dethier V. G., 1973. Role of gustation and olfaction in food plant discrimination in the tobacco hornworm, *Manduca sexta* J. Insect Physiol. 19: 1019–1034.
- Hovanitz W., Chang V. C. S. & Honch G., 1963. The effectiveness of different isothiocyanates on attracting larvae of *Pieris rapae*. J. Res. Lep. 1: 249–259.
- Jourdan D., 1976. Contribution à l'étude des olfactomètres entomologiques et de leurs écoulements. Thèse 3ème Cycle. Univ. Tours, 58 pp.
- Lecomte C. & Thibout E., 1981. Attraction d'*Acrolepiopsis assectella* en olfactomètre par des substances alléochimiques volatiles d'*Allium porrum*. Ent. exp. & appl. 30: 293–300.
- Lecomte C. & Thibout E., 1984a. Le pouvoir attractif chez la teigne du poireau *Acrolepiopsis assectella* Zell. (Lép., Hyponomeutoidea) de quelques *Allium* du complexe *ampeloprasum* consommés par l'homme. Acta. Oecol., Oecol. Applic. 5: 259–270.
- Lecomte C. & Thibout E., 1984b. Etude olfactométrique de l'action de diverses substances alléochimiques végétales dans la recherche de l'hôte par *Diadromus pulchellus* (Hymenoptera, Ichneumonidae). Ent. exp. & appl. 35: 295–303.
- Lecomte C., Thibout E. & Auger J., 1988. Host plant identification and selection by the specialist leek moth. Phytophaga (sous presse).
- Matsumoto Y. & Thorsteinson A. J., 1968. Olfactory response of larvae of the onion maggot, *Hylemyia antiqua* Meigen (Diptera: Anthomyiidae) to organic sulfur compounds. Appl. Ent. Zool. 3: 107–111.
- Numata A., Yamaguchi H., Hokimoto K., Okatani M. & Tokaishi K., 1985. Host plant selection by the yellow butterfly larvae. *Eurema hecabe mandarina* (Lepidoptera: Pieridae): attraction and arrestants. Appl. Ent. Zool. 20: 314–312.
- Ryan M. F. & Guerin P. M., 1982. Behavioural responses of the carrot fly larvae; *Psila rosae*, to carrot root volatiles. Physiol. Ent. 7: 315–324.
- Saxena K. N. & Schoonhoven L. M., 1978. Induction of orientational and feeding preferences in *Manduca sexta* larvae for an artificial diet containing citral. Ent. exp. & appl. 23: 72–78.
- Schreyen L., Dirinck P., Van Wassenhove F. & Schamp N., 1976. Analysis of leek volatiles by Headspace condensation. J. Agric. Food chem 24: 1147–1152.
- Soni S. K. & Finch S., 1979. Laboratory evaluation of sulphur-bearing chemicals as attractants for larvae of the onion fly, *Delia antiqua* (Meigen) (Diptera: Anthomyiidae). Bull. ent. Res. 69: 291–298.
- Sutherland O. R. W., 1972. The attraction of newly hatched codling moth (*Laspeyresia pomonella*) larvae to apple. Ent. exp. & appl. 15: 481–487.
- Thibout E., Auger J. & Lecomte C., 1982. Host plants chemicals responsible for attraction and oviposition in *Acrolepiopsis assectella*. Proc. 5th Int. Symp. Insect-plant relationships, Pudoc, Wageningen, 107–115.