

## Durée de développement pré-imaginal et mortalité de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) en conditions semi-contrôlées en Algérie

Abdallah Berkani

Université de Mostaganem,  
Institut d'Agronomie,  
BP 300,  
Mostaganem 27000, Algérie.

### Duration of pre-imaginal development and mortality of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae), in conditions semi-controlled in Algeria.

**Abstract — Introduction.** Conventional techniques are not satisfactory to control *P. citrella*, a pest of citrus fruits, in Algeria. With the aim of carrying out a biological control, its mass production in a semi-controlled environment would make it possible to have receptive biological stages, favorable to the development of auxiliary rearings. **Materials and methods.** Young seedlings of *Citrus aurantium* Linn. at the stage of 4–5 leaves were infested in a *P. citrella* rearing greenhouse. The new layings were located by daily controls. The young contaminated seedlings were transferred to a cultivation room at 30 °C ± 1 °C and photoperiod of 16 h day / 8 h night. **Results and discussion.** The development of *P. citrella* took place in a mean of 12.57 d. The L<sub>3</sub> stage was the shortest (1 d) and that of the nymphs, which lasted on average more than half of the time necessary for the whole cycle, was the longest (6.27 d). The highest natural mortality touched the larvae of the L<sub>1</sub> stage (13.5 %). During the biological cycle considered, the total mortality was 32.5 %. **Conclusion.** The results obtained are encouraging and could be exploited for the production of auxiliaries in an integrated control strategy. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Algeria / *Citrus aurantium* / *Phyllocnistis citrella* / animal developmental stages / pest control / environmental control

### Durée de développement pré-imaginal et mortalité de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae), en conditions semi-contrôlées en Algérie.

**Résumé — Introduction.** Les techniques de lutte conventionnelle contre *P. citrella* ne suffisent pas à contrôler, en Algérie, ce ravageur des agrumes. Dans le cadre d'une lutte biologique, sa production en masse en milieu semi-contrôlé permettrait de disposer de stades biologiques réceptifs, aptes au développement d'élevages d'auxiliaires. **Matériel et méthodes.** De jeunes plants de bigaradiers (*Citrus aurantium* Linn) au stade 4–5 feuilles ont été infestés en serre d'élevage de *P. citrella*. Les nouvelles pontes ont été repérées par des contrôles quotidiens. Les jeunes plants contaminés ont été transférés en chambre de culture à 30 °C ± 1 °C et photopériode de 16 h jour / 8 h nuit. **Résultats et discussion.** Le développement de *P. citrella* s'est effectué en 12,57 d, en moyenne. Le stade L<sub>3</sub> a été le plus court (1 d) et celui des nymphes, qui a duré en moyenne plus de la moitié du temps requis pour l'ensemble du cycle, a été le plus long (6,27 d). La mortalité naturelle la plus élevée a touché les larves du stade L<sub>1</sub> (13,5 %). Durant le cycle biologique considéré, la mortalité totale a été de 32,5 %. **Conclusion.** Les résultats obtenus sont encourageants et pourront être exploités pour la production d'auxiliaires recherchés dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Reçu le 30 juillet 1999  
Accepté le 24 février 2000

Fruits, 2000, vol. 55, p. 303–308  
© 2000 Éditions scientifiques  
et médicales Elsevier SAS  
All rights reserved

RESUMEN ESPAÑOL, p. 308

Algérie / *Citrus aurantium* / *Phyllocnistis citrella* / stade de développement animal / lutte antiravageur / contrôle du milieu

## 1. introduction

La mineuse des feuilles d'agrumes, *Phyllocnistis citrella*, récemment introduite en Algérie [1], a rapidement colonisé toutes les zones productrices d'agrumes du pays. Dans les conditions naturelles, l'insecte présente cinq ou six générations par an [2]. Il est considéré comme l'un des ravageurs les plus importants des *Citrus*.

Pour pallier l'insuffisance des techniques de lutte conventionnelle, un contrôle par des moyens biologiques doit être envisagé. Il suppose que soit favorisé le développement d'ennemis naturels présents en Algérie et que soient introduits et acclimatés des auxiliaires exotiques performants [3].

Dans ce cadre de lutte biologique, la production en masse du phytophage en milieu semi-contrôlé permet de disposer de stades biologiques réceptifs, facilitant ainsi la mise au point des élevages d'entomophages.

L'étude du développement pré-imaginal de *P. citrella*, présentée dans ce document, s'inscrit dans le cadre d'une optimisation des conditions d'un tel élevage de l'insecte, pouvant contribuer à la mise au point d'une stratégie de lutte intégrée.

## 2. matériel et méthodes

De jeunes plants de bigaradiers (*Citrus aurantium* Linn) ont été placés, après repiquage, dans une chambre de culture maintenue à une température de  $30 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$  et un éclairage artificiel de photopériode 16 h jour / 8 h nuit.

Au stade de 4 ou 5 feuilles; les plants ont été transférés dans une serre d'élevage de *P. citrella* jusqu'à contamination de leur feuillage par des adultes femelles de l'insecte. En fonction de leurs besoins, les plantes ont bénéficié de l'apport fertilisant d'une solution de Knop mélangée à l'eau d'irrigation. Des observations quotidiennes, faites à la loupe ( $1 \times 10$ ), ont permis de repérer rapidement toutes les pontes dès leur dépôt.

Les jeunes plants de bigaradier contaminés ont été réinstallés dans une chambre de culture ayant les mêmes caractéristiques que précédemment et les différents stades biologiques du développement de la mineuse ont été suivis. La distinction des différents stades larvaires (*tableau I*) a été faite sous loupe binoculaire. La durée de développement pré-imaginal a été calculée pour les individus ayant atteint le stade nymphe.

Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses statistiques. La comparaison des

**Tableau I.**

Critères utilisés pour identifier les différents stades larvaires de *Phyllocnistis citrella* se développant sur de jeunes plants de bigaradiers placés en conditions semi-contrôlées ( $30 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ , et éclairage 16 h jour / 8 h nuit).

Stade larvaire <sup>1</sup>	Mensurations <sup>2</sup> (mm)	Couleur de la larve <sup>3</sup>	Forme des galeries <sup>3</sup>
L <sub>1</sub>	0,81	Très claire	Rectiligne
L <sub>2</sub>	1,96	Début de coloration jaune	Sinuée peu développée
L <sub>3</sub>	3,25	Jaune foncée	Sinueuse très développée

<sup>1</sup> Les prénymphe, en plus de leur taille, se caractérisent par un appareil buccal atrophié.

<sup>2</sup> Selon [4].

<sup>3</sup> Selon [5].



**Tableau II.**Durée des différents stades de développement de *P. citrella* (30 °C ± 1 °C, photopériode 16 h jour / 8 h nuit).

Stade	Nombre total d'individus	Nombre d'individus morts	Durée minimale (d)	Durée maximale (d)	Durée moyenne (d)	Taux de mortalité (%)
Œuf	200	2	1	3	1,61 ± 0,51 b	1,0
L <sub>1</sub>	198	27	1	3	1,45 ± 0,60 c	13,5
L <sub>2</sub>	171	13	1	3	1,10 ± 0,37 d	6,5
L <sub>3</sub>	158	10	1	2	1,00 ± 0,14 e	5,0
Prénympe	148	11	1	2	1,01 ± 0,12 e	5,5
Nympe	137	2	4	9	6,27 ± 0,87 a	1,0
Cycle total	135	65	—	—	12,57 ± 1,06	32,5

a, b, c, d, e : groupes homogènes selon le test *t* de Student ( $p = 0,05$ ).

moyennes significativement différentes a été faite par le test *t* de Student au seuil de 5 %.

### 3. résultats et discussion

#### 3.1. cycle biologique

À 30 °C ± 1 °C, l'incubation des œufs de *P. citrella* a duré en moyenne 1,61 d (tableau II). Avec la même température, Ba-Angood [6] avait observé une durée d'incubation moyenne de 5,50 d ( $n = 20$ ), tandis que Ouadah [7] et Laoufi [8] avaient obtenu, respectivement, 1,1 d ( $n = 100$ ) et 1,30 d ( $n = 60$ ).

Le premier stade larvaire (L<sub>1</sub>) a duré 1,45 d, valeur significativement plus réduite que celle obtenue pour l'incubation des œufs. Avec 1,46 d, Ouadah avait obtenu des résultats similaires. Pour des températures maximales comprises entre 26,5 et 36 °C, Gascon [9] avait observé en Espagne des stades L<sub>1</sub> durant 1,25 d en moyenne.

La durée du second stade larvaire (L<sub>2</sub>), de 1,10 d en moyenne, a été moins longue que celle des deux précédents ( $p = 0,05$ ). Ces résultats sont proches de ceux rapportés par Laoufi (1,18 d), mais différent de ceux de Ouadah (1,47 d) et Gascon (1,68 d).

Le temps moyen de développement du troisième stade (L<sub>3</sub>) et des prénymphe,

plus réduit que celui du stade L<sub>2</sub>, a été équivalent avec, respectivement, 1 d et 1,01 d.

La durée moyenne du développement larvaire a été de 4,46 d, valeur identique à celle obtenue par Laoufi (4,47 d), alors que Ouadah, Gascon et Ba Agood avaient observé, respectivement, 5,18, 5,90 et 12,50 d.

La durée moyenne de chacun des stades de développement de *P. citrella* a donc régulièrement diminué du stade œuf jusqu'au stade prénymphe.

La nymphose s'est effectuée en 6,27 d en moyenne. Ce résultat est très différent de celui obtenu par Ba Angood (10,30 d) et Gascon (10,67 d).

Globalement, tous stades confondus, le cycle moyen de développement pré-imaginal de *P. citrella* s'est effectué en 12,57 d, donnée proche de celles de Ouadah et Laoufi (13 d), alors que, pour la même température, Ba Angood et Gascon avaient observé respectivement 28 d et 16,57 d. Pour des températures comprises entre 27 et 30 °C, Quilici et al. [10] avaient obtenu, quant à eux, un cycle de développement pré-imaginal de 13 à 15 d.

Dans les conditions naturelles, la durée du cycle de développement de *P. citrella* varie en fonction des conditions climatiques locales. Ainsi, pour des températures moyennes comprises entre 15 et 36 °C, ce cycle a duré de 13 à 54 d au Maroc [4], 13 à 52 d en Floride [11], 11 à 47,5 d en Chine

**Tableau III.**Durée réelle de chacun des stades de développement de *P. citrella* (30 °C ± 1 °C, photopériode 16 h jour / 8 h nuit).

Nombre de jours	Incubation		L <sub>1</sub>		L <sub>2</sub>		L <sub>3</sub>		Prénympe		Nympe	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
1	92	46,5	106	62	148	93,6	147	99,3	134	97,8	0	0
2	104	52,5	56	32,7	8	5,1	1	0,8	3	2,2	0	0
3	2	1	9	5,3	2	1,3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6,7
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	71,1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	17,8
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,5
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2,9
Totaux	198	100	171	100	158	100	148	100	137	100	135	100

[12] et en Inde [13], 18 à 25 d en Côte-d'Ivoire [14] et 17 à 22 d au Soudan [15]. La mineuse des feuilles des agrumes présente donc une grande faculté d'adaptation à son environnement.

### 3.1.1. durée réelle de chacun des stades évolutifs

En considérant individuellement la durée des stades de développement, on constate que, pour 52,5 % des pontes, l'incubation a duré réellement 2 d, alors que les stades L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et prénymphe n'ont duré qu'un jour pour la majorité des individus (de 62 à 99,3 %, selon le stade considéré ; *tableau III*).

**Tableau IV.**Durée réelle du développement pré-imaginal de *P. citrella* (30 °C ± 1 °C, photopériode 16 h jour / 8 h nuit).

Durée (d)	Nombre d'individus	Taux (%)
10,5	17	12,6
11,0	17	12,6
11,5	26	19,2
12,0	21	15,6
12,5	20	14,8
13,0	20	14,8
13,5	04	3,0
14,0	06	4,4
14,5	02	1,5
15,0	02	1,5

Le temps de développement des nymphes, qui a duré 6 d pour 71,1 % des individus, a été nettement plus long que pour les autres stades. En fait, dans les conditions de notre étude, il représente plus de 50 % de la durée totale du cycle de développement pré-imaginal de l'insecte.

### 3.1.2. durée réelle du cycle de développement

La durée réelle du développement de chaque individu de *P. citrella* observé (*tableau IV*) montre que 25,2 % de la population étudiée a eu un cycle pré-imaginal qui a duré de 10,5 à 11 d, 64,4 % de 11,5 à 13 d et 10,4 % de 13,5 à 15 d. En fait, 45,2 % des individus se sont développés en 12 à 13 d, d'où la durée moyenne de 12,57 d obtenue pour le déroulement du cycle biologique observé dans nos conditions semi-contrôlée.

### 3.2. mortalité naturelle

Pour une population de 200 œufs observés, deux individus seulement n'ont pas éclos ; le taux de mortalité (1 %) est donc très faible pendant la période d'incubation (*tableau I*).

La mortalité la plus importante (13,5 %) a été enregistrée pour les larves du stade L<sub>1</sub>. Cela pourrait être dû à la sensibilité de ce stade larvaire aux facteurs liés à la tempé-



rature ou aux manipulations nécessaires aux observations, susceptibles d'endommager la fine cuticule protégeant la chenille et, donc, d'entraîner sa mort par dessèchement. Les niveaux de mortalité des stades L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et prénymphe ont été proches (6,5, 5 et 5,5 %). Ces stades sont probablement plus résistants aux facteurs du milieu et aux manipulations de laboratoire. Très peu d'individus sont morts au stade nymphe (1 %), ce qui s'explique par la protection efficace de la loge nymphale. La mortalité totale a été de 32,5 %, chiffre relativement important.

Dans le cas des jeunes feuilles de taille réduite, utilisées pour l'étude présentée, les observations ont montré que, lorsque quatre pontes ou plus se faisaient sur une même feuille, seulement une ou deux d'entre elles évoluaient normalement. Cela laisse supposer une compétition intraspécifique.

#### 4. conclusion

L'étude du cycle biologique de *P. citrella* à une température de 30 ± 1 °C a montré que la durée moyenne des stades de développement œuf à nymphe était de 12,57 d dont 6,27 d concernait le temps de métamorphose des nymphes.

En temps réel, 89,6 % des individus étudiés ont eu un cycle de développement égal ou inférieur à 13 d, ce qui peut être intéressant pour une production en masse du phytophage et de ses ennemis naturels.

Les larves du stade L<sub>1</sub>, dont le taux de mortalité a été de 13,5 %, ont été les plus vulnérables, alors que, pour les embryons et les nymphes, le taux de mortalité n'a pas excédé 1 %. En fait, ce sont les deux premiers stades larvaires qui ont eu les mortalités les plus élevées : plus de 60 % de la mortalité totale.

De meilleures techniques d'élevage en laboratoire, associées à une amélioration des conditions du milieu ambiant, pourraient contribuer à faire baisser sensiblement la mortalité. Les résultats encourageants obtenus permettent d'envisager, à terme, la production d'auxiliaires performants dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée.

#### références

- [1] Berkani A., Apparition en Algérie de *Phyllocnistis citrella* Stainton, chenille mineuse nuisible aux agrumes, Fruits 50 (5) (1995) 347-352.
- [2] Berkani A., Mouats A., Dridi B., Observation sur la dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) en Algérie, Fruits 51 (6) (1996) 417-424.
- [3] Berkani A., Mouats A., Vers une lutte biologique de *Phyllocnistis citrella* par introduction de *Ageniaspis citricola* en verger d'agrumes dans l'Ouest algérien, Fruits 53 (1998) 97-101.
- [4] Boughdad A., Abdekhale L., Bouazzaoui Y., Belarbi A., Nuisibilité et écologie des populations de la mineuse des feuilles des agrumes, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera : Phyllocnistidae), au Maroc, Séminaire international sur la mineuse des feuilles d'agrumes, 16-17 décembre 1996, Blida, Algérie, Inraa, Recueil d'acte, Algérie, 1997, pp. 48-57.
- [5] Garrido A., El minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton) : morfología, biología, comportamiento, danos, interacción con factores foráneos, Phytoma España 72 (1995) 84-92.
- [6] Ba-Angood S.A.S., A contribution to the biology and occurrence, of the *Citrus* leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Gracillariidae, Lépidoptera), in the Sudan, Zeit. Angew. Entomol. 83 (1997) 106-111.
- [7] Ouadah F., Étude de quelques aspects des relations de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae) avec certaines plantes hôtes du genre *Citrus*, mémoire de fin d'études d'ingénieur en agronomie, Infsa, Mostaganem, Algérie, 1997, 53 p.
- [8] Laoufi M., Contribution à la dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lépidoptera, Gracillariidae) dans les vergers agrumicoles de l'ouest algérien, mémoire de fin d'études d'ingénieur en agronomie, Infsa, Mostaganem, Algérie, 1997, 60 p.
- [9] Gascon I., Ciclo biológico, invernación y distribución de los estados inmaduros de *Phyllocnistis citrella* Stainton, trabajo fin de carrera, Universidad politécnica de Valencia, Escuela universitaria de ingeniería técnica agrícola, 1995, 96 p.
- [10] Quilici S., Franck A., Vincenot D., Montagneux B., Un nouveau ravageur des agrumes à la Réunion, la mineuse *Phyllocnistis citrella*, Phytoma, la défense des végétaux 474 (1995) 37-40.

- [11] Knapp J., Pena J., Stabsly P., Heppner J., Yang Y., The citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella*, a new pest of *Citrus* in Florida, Gainesville, USA, Fla Coop. Ext. Serv, IFAS Univ., 1994, Fl p. 4.
- [12] Huang M.D., Li S.X., The damage and economic threshold of citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton to *Citrus*, Academic Book and Periodical Press, Guangzhou, Guangdong, China, 1989, pp. 84–89.
- [13] Sinha M.K., Batra R. C., Uppal D.K., Role of citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella* Stainton), on the prevalence and severity of *Citrus* canker (*Xanthomonas citri*), Madrs Agric. J. 59 (1972) 240–245.
- [14] Guerout R., Apparition de *Phyllocnistis citrella* Stainton en Afrique de l'Ouest, Fruits 29 (7–8) (1974) 519–523.
- [15] Badawy A., The morphology and biology of *Phyllocnistis citrella* Stainton, a citrus leafminer in the Soudan, Bull. Soc. Entomol. Egypt 51(1969) 95–103.

---

### Duración del desarrollo pre-imaginal y mortalidad de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera, Gracillariidae), en las condiciones semi-controladas en Argelia.

**Resumen — Introducción.** Las técnicas de lucha convencional no son satisfactorias para controlar *P. citrella*, un parásito de los cítricos, en Argelia. En el cuadro de un control biológico, su producción masiva en ambiente semi-controlado permitiría tener etapas biológicas receptivas, favorables al desarrollo de crías de organismos auxiliares. **Material y métodos.** Plantas de semillero de *Citrus aurantium* Linn. en estadio 4–5 hojas fueron infestadas en invernadero de crianza de *P. citrella*. Las posturas nuevas fueron situadas por controles diarios. Las plantas de semillero contaminadas fueron transferidas en un cuarto de cultivo 30 °C ± 1 °C y fotoperiodo de 16 h día / 8 h noche. **Resultados y discusión.** El desarrollo de *P. citrella* se realizó en 12,57 días en promedio. La etapa L<sub>3</sub> era la más corta (1 día) y la de las ninfas, que duraron en promedio más de la mitad del tiempo necesaria para el ciclo entero, eran las más largas (6,27 días). La mortalidad natural más alta tocó las larvas de la etapa L<sub>1</sub> (13,5 %). Durante el ciclo biológico considerado, la mortalidad total era 32,5 %. **Conclusión.** Los resultados obtenidos están promisorios y podrían ser explotado para la producción de organismos auxiliares en una estrategia de control integrado. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

**Argelia / *Citrus aurantium* / *Phyllocnistis citrella* / etapas del desarrollo animal / control de plagas / control ambiental**