



Doctoral Thesis

Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus *Pandora neoaphidis* and implications for conservation biological control

Author(s):

Fournier, Anselme

Publication Date:

2010

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006168327> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 18945

**ASSESSING WINTER SURVIVAL OF THE APHID PATHOGENIC
FUNGUS *PANDORA NEOAPHIDIS* AND IMPLICATIONS FOR
CONSERVATION BIOLOGICAL CONTROL**

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

ANSELME FOURNIER

Dipl. Ing.-Agr. ETH

born 18th July 1974

citizen of Nendaz (VS)

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Bruce McDonald, examiner

Prof. Dr. Adrian Leuchtman, co-examiner

Dr. Jürg Enkerli, co-examiner

2010

Summary

Aphids are major agricultural pests worldwide with significant economic impact on agriculture, forestry, and horticulture. They damage plants by direct feeding on phloem, transmitting plant viruses, and depositing honeydew, which can affect crop quality. Proliferation and great dispersal power are two features that make these insects such redoubtable crop pests. Chemical insecticides have been extensively used against aphids, however, due to major concerns about environmental sustainability and public health there has been an increasing interest for environmentally friendly alternatives such as biological control.

Pandora neoaphidis is one of the most important fungal pathogen of aphids and has a great potential in biological control of aphids. Augmentation biological control approaches have been investigated in various studies, but they have shown limited effectiveness. Recently, conservation biological control (CBC), where the environment is modified to enhance specific natural enemies, has been favoured as an alternative approach for use of *P. neoaphidis* in biological control. Implementation of such a strategy requires a profound knowledge on all aspects of the ecology of the natural enemy. However, for *P. neoaphidis* many of the involved aspects are still not known including for instance its population structure and its overwinter and migration strategies.

In this thesis, new powerful tools were developed that allow accurate and rapid monitoring of *P. neoaphidis* in the environment. They enable the specific detection of *P. neoaphidis* in diverse environmental samples types by using end-point PCR; as well as the quantification of genetic material in soil using a combination of

SUMMARY

quantitative PCR and bioassay approaches. Moreover, a SNP genotyping assay was developed, which allows for discrimination of *P. neoaphidis* strains and their cultivation-independent monitoring in the environment. The monitoring tools were applied in field experiments to investigate key aspects of the *P. neoaphidis* ecology and relevant insights were gained, especially into the winter persistence of the fungus in the environment as well as its dispersal and transmission. Results have indicated that *P. neoaphidis* may overwinter in the soil of semi-natural nettle patch habitats, however, not in field plots cultivated with lucerne plants. Moreover, dispersal and transmission capacity of *P. neoaphidis* was demonstrated, as the fungus was able to re-colonize field plots in spring after having disappeared from these plots during winter. Finally, the importance of the time of occurrence of *P. neoaphidis* and of its aphid hosts as well as the amount of *P. neoaphidis* inoculum present was shown, as the fungus could control aphids in field plots in which it was introduced early enough but not in plots in which the natural infection occurred later. The results obtained in this thesis provide a significant step forward in the understanding of the ecology of *P. neoaphidis* and the monitoring tools developed will be helpful to further investigate remaining questions.

Résumé

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticulture. Ils causent des dommages aux plantes par la ponction directe de la sève, la transmission de virus, et le dépôt de miellat pouvant affecter la qualité des récoltes. Leur capacité de prolifération et de dispersion sont les deux caractéristiques qui les rendent si redoutables pour les récoltes. Des insecticides chimiques ont été utilisés abondamment contre les pucerons, cependant à cause de leurs impacts sur l'environnement et sur la santé humaine, un intérêt croissant se manifeste actuellement pour des alternatives basées sur le contrôle biologique de ces parasites.

Pandora neoaphidis est un des plus importants champignons pathogènes s'attaquant aux pucerons et présente de ce fait un grand potentiel dans la lutte biologique contre ces derniers. Des approches utilisant la lutte biologique par augmentation ont été testées dans de nombreuses études, cependant avec une efficacité très limitée à ce jour. Récemment, des approches alternatives de lutte biologique par conservation ont été préférentiellement considérées pour l'usage de *P. neoaphidis* en vue d'un contrôle efficace des pucerons. Ces approches sont basées sur la stratégie de modification de l'environnement afin de favoriser spécifiquement certains ennemis naturels. La mise en place d'une telle stratégie requiert une connaissance approfondie de tous les aspects de l'écologie des ennemis naturels. Cependant, pour *P. neoaphidis*, plusieurs des paramètres qui rentrent en ligne de compte ne sont pas encore connus, comme par exemple, la structure des populations, les stratégies de survie hivernale et les stratégies migration.

RÉSUMÉ

Dans la présente thèse, des nouvelles et puissantes méthodes de monitoring qui permettent un suivi rapide et précis de *P. neoaphidis* dans l'environnement ont été développées. Ces méthodes permettent la détection spécifique de *P. neoaphidis* dans divers types d'échantillons environnementaux en utilisant une technique de 'end-point PCR', ainsi que la quantification de matériel génétique se trouvant dans les sols en utilisant une combinaison de PCR quantitative et de bioessais. De plus, une méthode de genotyping basée sur l'analyse de SNPs a été développée, permettant la discrimination des différentes lignées de *P. neoaphidis* et leur suivi directement à partir d'échantillons environnementaux, sans devoir recourir à des étapes de culture. Ces méthodes ont été appliquées à des expériences en champ afin d'investiguer des paramètres clés de l'écologie de *P. neoaphidis*. Des données nouvelles ont été obtenues, spécialement en ce qui concerne la persistance hivernale du champignon dans l'environnement, ainsi que sa dispersion et transmission. Les résultats obtenus ont montré que *P. neoaphidis* pouvait survivre l'hiver dans le sol d'un habitat semi-naturel tel qu'un groupe d'orties, mais pas dans le sol de plots en champ contenant de la luzerne. De plus, après la disparition du champignon durant l'hiver, la recolonisation des plots au printemps a été démontrée. Finalement, l'importance du moment d'apparition de *P. neoaphidis* en relation avec la quantité d'inoculum du champignon et sa capacité à infecter les pucerons a été démontrée. Introduit suffisamment tôt, *P. neoaphidis* empêche le développement des pucerons, mais pas si l'introduction est tardive. Les résultats obtenus constituent une avancée significative dans la compréhension de l'écologie de *P. neoaphidis*. Les méthodes de monitoring qui ont été développées dans cette thèse représentent des outils performants pour de futures études.