

# Interaktionen zwischen Apfelbäumchen (var. 'Golden delicious') und der grünen Apfelblattlaus *Aphis pomi* Degeer (Homoptera: Aphididae)

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Hugentobler, Urs

**Publication date:**

1990

**Permanent link:**

<https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-000592555>

**Rights / license:**

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

Diss. ETH Nr. 9316

**INTERAKTIONEN ZWISCHEN APFELBÄUMCHEN  
(VAR. 'GOLDEN DELICIOUS')  
UND DER GRÜNEN APFELBLATTLAUS *APHIS POMI* DEGEER  
(HOMOPTERA: APHIDIDAE)**

**A B H A N D L U N G**  
zur Erlangung des Titels

**DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN**

der  
**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH**

vorgelegt von  
**URS HUGENTOBLER**  
dipl. Bot. UNI Zürich  
geboren am 20. März 1955  
von  
Amlikon / Oppikon TG

Angenommen auf Antrag von:  
Prof. Dr. J.J. Oertli, Referent  
Dr. J.U. Baumgärtner, Korreferent

1990

## ABSTRACT

Plant nitrogen nutrition plays an important role in the way in which insect populations develop on their host plants. Population growth of the green apple aphid *Aphis pomi* DeGeer was investigated on micropropagated apple saplings (Var. 'Golden Delicious') at four different nitrogen levels (0.2 N, 0.5 N, 1 N and 3 N). Insects which feed on the phloem depend upon low molecular nitrogen compounds and assimilates in the phloem sap. Amino acid and sugar contents in EDTA-exudates of phloem vessels, as well as in pure phloem sap collected via severed aphid stylets, were therefore analyzed. Gas exchange measurements of leaves and translocation experiments with  $^{14}\text{C}$  marked assimilates were performed in order to examine the impact of aphid populations on photosynthesis and distribution of assimilates.

Mean generation time and intrinsic rate of increase in the aphid population, calculated from life table data of two adult aphids per plant, showed no positive dependence on the level of plant nitrogen. In contrast, free growth of five young adult aphids per plant showed populations of 700 (0.2 N) to 1100 (3 N) aphids within ten days, which indicated a relation to plant nitrogen levels.

Amino acids in the phloem sap, namely ASP, GLU, ASN, GLN, and ARG, showed a positive relationship to plant nitrogen nutrition. These amino acids, together with SER, MET and LYS, were found to be absent or reduced in aphid honeydew, indicating the absorbance of these compounds by *A. pomi*.

A reduction in leaf area of plants was the main damage caused by aphids. The midday net photosynthesis rate of the uninfested leaves was not found to compensate for leaf area loss. The impact of aphids decreased stomatal conductance in such a way that water loss was reduced without inhibiting  $\text{CO}_2$  assimilation.

The flow of  $^{14}\text{C}$ -assimilates towards the main sink organ was reduced by aphids feeding on the plant. Aphids feeding on the apex of low- and high-nitrogen plants incorporated more  $^{14}\text{C}$  than aphids on the other plants. 3 N -plants contained more sugar in the phloem than the others, whereas aphids on 0.2 N -plants seemed to incorporate more  $^{14}\text{C}$  due to higher sap uptake.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchung der Interaktion zwischen Apfelbaum und grüner Apfelblattlaus erfolgte als Teil des Forschungsschwerpunktes 'Apfelbaumökosystem' am Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich. Der Stickstoffversorgung der Pflanze kommt dabei entscheidende Bedeutung zu, da sie, neben der pflanzlichen Produktivität, auch diverse Pflanzenschädlinge zu beeinflussen vermag. So wurde in einem ersten Schritt der Einfluss der pflanzlichen Stickstoffversorgung auf die Populationsentwicklung der Blattläuse untersucht. Die Zusammensetzung des Phloemsaftes war von Bedeutung, da die Pflanze darin niedermolekulare Stickstoffverbindungen transportiert, welche für phloemsaugende Blattläuse die Nahrungsgrundlage bilden. Der Energiebedarf der Aphiden wird durch die im Phloemsaft vorhandenen Assimilate gedeckt, die dadurch der Pflanze entzogen werden. Die Untersuchung von Gaswechselverhältnissen und Translokation von  $^{14}\text{C}$ -markierten Assimilaten in den Apfelbäumchen galt der Abklärung des Blattlauseinflusses auf Assimilatbildung und -transport.

Alle Versuche wurden auf klonierten Apfelbäumchen (Var. 'Golden Delicious') durchgeführt. Die Behandlung der in Quarzsand eingetopften Pflanzen unterschied sich in der Stickstoffversorgung, die durch Verwendung von Nährlösungen mit den Stufen 0,2 N, 0,5 N, 1 N und 3 N gewährt war.

Aus Lebensstafelanaysen wurden Generationsdauer und spezifische Wachstumsrate für *Aphis pomi* DeGeer berechnet. Die Nachkommen der zwei Adulten pro Pflanze wurden dabei laufend entfernt. Die erwartete positive Abhängigkeit von der pflanzlichen Stickstoffversorgung konnte nicht festgestellt werden, vielmehr stellte sich ein Optimum bei der Stufe 0,5 N ein.

Freie Entwicklung von 5 jungen Adulten führte nach zehn Tagen zu Populationen von 700 (0,2 N) bis 1100 (3 N) Blattläusen. Eine positive Abhängigkeit von der Stickstoffversorgung zeichnete sich ab, war aber statistisch nicht gesichert. Die Beeinflussung des pflanzlichen Stoffwechsels durch die Blattläuse könnte ein Grund dafür gewesen sein, dass Kolonien auf das pflanzliche Stickstoffangebot zu reagieren schienen, während Pflanzen mit nur einzelnen Blattläusen darauf deren Entwicklung kaum beeinflussten.

Die Nährstoffzusammensetzung im Phloemsaft zeigte eine Abhängigkeit von der

pflanzlichen Stickstoffversorgung, indem v.a. die Aminosäuren ASP, GLU, ASN, GLN und ARG positiv reagierten. Wie Analysen im Honigtau ergaben, wurden gerade diese Aminosäuren, zusammen mit SER, MET und LYS, von den Blattläusen fast vollständig absorbiert.

Der Schaden der Blattläuse an den Pflanzen bestand primär in der Reduktion der Blattfläche. Eine Kompensation der dadurch verminderten CO<sub>2</sub>-Assimilation durch eine erhöhte Nettphotosyntheserate in den nicht befallenen Blättern konnte nicht festgestellt werden. Demgegenüber bestand ein Einfluss der Blattläuse auf die stomatäre Leitfähigkeit, die reduziert wurde. Das führte zu kleinerem Wasserverbrauch, wobei die CO<sub>2</sub>-Assimilation noch nicht negativ beeinflusst wurde. Der vermutete Einfluss der Blattläuse auf den pflanzlichen Hormonhaushalt wird im Zusammenhang mit diesen Resultaten diskutiert.

Translokationsuntersuchungen mit <sup>14</sup>C-markierten Assimilaten ergaben ebenfalls eine Beeinflussung durch die Blattläuse. So wurde die Attraktivität der starken 'sink' Organe durch die Aphiden reduziert. Bei den Pflanzen mit guter Stickstoffversorgung betraf dies v.a. den Apex, während bei N-Mangelpflanzen die Translokation in die Wurzel reduziert wurde.

Blattläuse am Apex von Pflanzen mit der höchsten (3 N) und der kleinsten (0,2 N) Stickstoffversorgung nahmen mehr <sup>14</sup>C-Assimilate auf als auf den mittleren Stufen. Bei den 0,2 N -Pflanzen dürfte der Grund in einer erhöhten Konsumation der Blattläuse liegen, um den Stickstoffbedarf zu decken, während die 3 N -Pflanzen im Phloem der Apexregion gegenüber den andern Pflanzen sehr hohe Zuckerkonzentrationen zeigten.