

WILHELM-PIECK-Universität Rostock
Sektion Biologie
Rostock (DDR)

FRITZ PAUL MÜLLER und HANNA STEINER

Morphologische Unterschiede und Variation der Geflügelten im Formenkreis *Aphis fabae* (Homoptera: Aphididae)

Mit 3 Textfiguren

1. Problemstellung

„*Aphis fabae*“ ist eine polytypische Art. Das ist schon seit etwa 60 Jahren bekannt. Die vier wichtigsten Formen — die bei weitem größte wirtschaftliche Bedeutung hat *A. fabae* SCOP. s. str. — zeigt die Tabelle. Diese werden von manchen Autoren, z. B. von JONES (1969) und in der Regel von faunistisch arbeitenden Aphidologen nicht wahrgenommen oder übersehen, von anderen dagegen als selbständige Arten angesehen. Sie sind Subspecies, da bis jetzt noch keine klaren morphologischen Unterscheidungsmerkmale festgestellt wurden, und da sie (F. P. MÜLLER 1982) fruchtbare Bastarde ergeben können.

Tabelle 1. Die Vertreter des Formenkreises *Aphis fabae* und die Testpflanzen

Korrechter Name	Testpflanzen			Färbung	Mütter der oviparen ♀♀
	<i>Vicia faba</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Solanum nigrum</i>		
<i>Aphis fabae</i> SCOPOLI, 1763, sensu stricto	+	—	—	schwarz	geflügelt
<i>A. fabae cirsiacanthoidis</i> SCOPOLI, 1763	—	+	—	schwarz	geflügelt
<i>A. fabae solanella</i> THEOBALD, 1914	—	—	+	schwarz	geflügelt
<i>A. fabae evonymi</i> FABRICIUS, 1775	—	—	—	braun	apter

Man versucht neuerdings Unterscheidung mit biochemischen Methoden (LAMPÉL 1981). Jedoch die Unterscheidung zwischen *fabae* s. str. und *cirsiacanthoidis* gelang nicht immer (LAMPÉL 1985), und andererseits fanden die mit biochemischen Methoden arbeitenden Autoren Unterschiede zwischen solchen Taxonen, die der Sachkundige auch mit einfachen Methoden auseinanderhalten kann. Eine Unterscheidung ist manchmal an Hand der Wirtspflanze möglich. *A. fabae* s. str. sind Kolonien an *Vicia faba*, Beta-Rüben, *Chenopodium album* oder *Dahlia*, *cirsiacanthoidis* an *Cirsium arvense* oder *Philadelphus coronarius*, *solanella* an *Solanum nigrum*. Die Zuordnung zu einer der 4 Formen ist möglich an Hand des in Tabelle 1 dargestellten biologischen Tests (F. P. MÜLLER 1982). IVANOVSKAJA (1977) gibt einen Schlüssel, in dem 66 *Aphis*-Arten, darunter *fabae* SCOP. und *evonymi* F., eingeschlossen sind, aber die Interpretation der beiden letzteren Namen entspricht nicht den neueren Erkenntnissen.

Unmöglich ist bis jetzt die Zuordnung der mit Gelbschalen oder Saugfallen erbeuteten Geflügelten. Man gelangt mittels der Bestimmungsliteratur (F. P. MÜLLER 1970 und 1975a; JACKY et BOUCHÉRY 1982) nur bis zu *A. fabae* sensu latiore. Da die in Abschnitt 3 genannten Autoren Merkmalsunterschiede zwischen den Geflügelten von *fabae* SCOP. und von

solanella THEOB. angeben, entschlossen wir uns zur morphologischen Untersuchung der Geflügelten der 4 wichtigsten, in Tabelle 1 angegebenen Vertreter des *A. fabae*-Komplexes.

2. Material und Methoden

Um zwischen diesen hochgradig morphologisch ähnlichen Formen Vergleiche anzustellen, kam es zunächst darauf an, einheitliche Populationen zu gewinnen. Wir benutzten als Standardstämme die folgenden 4 Populationen, von denen jede auf Grund langjähriger Beobachtungen mit Wirtspflanzentests als repräsentativ für eine der vier Formen erkannt wurde:

- Nr. 2137 *A. evonymi* von *Evonymus europaea*, Althof bei Bad Doberan (Bezirk Rostock), Mitte Juli 1972
- Nr. 2395 *A. fabae* s. str. von Zuckerrübe, Rostock, Anfang September 1972
- Nr. 2397 *A. solanella* von *Solanum nigrum*, Botanischer Garten Rostock, Anfang September 1976
- Nr. 2321 *A. cirsiacanthoidis* von *Cirsium arvense*, Zwickau, Mitte Juli 1975.

Die Zuchten standen dauernd im Freiland-Insektarium und vollführten dort ihren Holozyklus mit Überwinterung im Eistadium an *Evonymus europaea*. Zur Zuchthaltung dienten Käfige 30 × 30 × 60 cm und eingetopfte, in gutem Wachstum befindliche Pflanzen, die durch Spritzungen mit dem Insektizid Dichlorvos entwest worden waren. Wir benutzten für die Exsules von 2395 *Vicia faba*, von 2397 *Solanum nigrum* und von 2321 *Cirsium arvense* als Futterpflanze; die monözische 2137 lebte dauernd auf *Evonymus europaea*.

Die zu morphologischen Untersuchungen benutzten Geflügelten wurden in 80% Alkohol gesammelt und nach Mazeration mit 60% KOH in mikroskopische Präparate in ein FAURE-BERLESE-Gemisch eingeschlossen. Es gelangten Geflügelte während der gesamten Vegetationsperiode und sowohl vom Primär- wie vom Sekundärwirt zur Untersuchung.

3. Morphologische Untersuchungen an 4 Standard-Stämmen

3.1. Sekundäre Rhinarien an den Fühlern

THEOBALD (1914) sagt in seiner Erstbeschreibung von *Aphis solanella*: am IV. Fühlerglied der Mehrzahl der Geflügelten befinden sich keine Sensorien, und diese „marked antennal ornamentation“ der Geflügelten „will at once separate it from allied species“. Ähnlich auch MIER DURANTE (1978, p. 116): „Los alados de *A. solanella* nunca llevan sensorios secundarios en IV, mientras que los de *A. fabae* pueden llevar o no.“ EASTOP (1961, p. 42) gibt die Häufigkeitsverteilung der Rhinarien am IV. Fühlerglied der Geflügelten von *Aphis fabae solanella* THEOB. Aus diesen Zahlen ist zu errechnen, daß in dem untersuchten afrikanischen Material bei 37,8% der Geflügelten-Fühler am IV. Glied keine Rhinarien vorhanden waren. Diese Zahl ist ähnlich unserem Stamm 2397: Wir fanden bei 32,2% der Geflügelten-Fühler keine Rhinarien.

Wie Fig. 1 zeigt, eignet sich die Rhinarienzahl am IV. Fühlerglied nicht zur Unterscheidung der vier Formen. Die Zahl der Rhinarien am IV. Fühlerglied ist bei den übrigen Formen im allgemeinen größer als bei *solanella*, bietet aber keine in der Praxis brauchbare Unterscheidungsmöglichkeit. Die Zahl der Rhinarien am III. Fühlerglied liegt zwischen 8 und 25 mit sehr ähnlichen Mittelwerten und erlaubt ebenfalls keine Unterscheidung zwischen den 4 Formen.

Sekundäre Rhinarien am V. Fühlerglied der Geflügelten der 4 Standard-Populationen fanden wir in der größten Häufigkeit und Anzahl bei *fabae* s. str. Hier (2395) hatten 36,5 (= 60 der untersuchten 164 Fühler) am V. Glied mindestens 1 sekundäres Rhinarium; bei 8,5% waren es 2 und vereinzelt sogar 3 sek. Rhinarien vorhanden; bei den übrigen 3 Standard-Populationen fanden wir nur 1 oder (weniger oft) 2 sek. Rhin.: *cirsiiacanthoidis* 18,1%, *solanella* 1,5% und *evonymi* 7,4%.

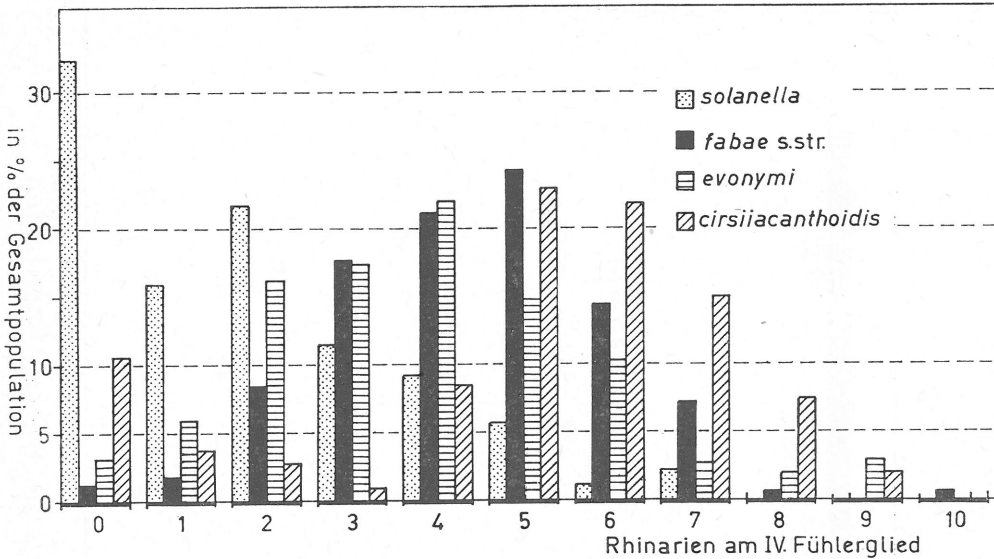


Fig. 1. Häufigkeitsverteilung der Rhinarien am IV. Fühlerglied bei den Geflügelten der vier Standard-Stämme

3.2. Abdominale Marginaltuberkel

Zahl und Anordnung der Marginaltuberkel des Abdomens bieten Merkmale, die bisher innerhalb des *A. fabae*-Komplexes kaum beachtet wurden, obwohl sie bei manchen *Aphis*-Arten, z. B. *A. acetosae* L., *A. viburni* SCOP., *A. lambersi* (BÖRN.), *A. violae* SCHOUT., deutlich hervortreten. EASTOP (1961, p. 42) sagt für *A. solanella*: „Lateral abdominal tubercles variably present on abdominal segments II–IV, some specimens have a complete set (6) tubercles while others are without any“.

Die *solanella*-Geflügelten unseres Materials (2397) haben an den Hinterleibssegmenten II bis IV nur bei 1,4% der untersuchten Tiere keine Marginaltuberkel, und bei 17,4% war sogar der vollständige Satz von 6 erkennbar. Bei *fabae s. str.* (2395) und *evonymi* (2137) fehlten diese Tuberkel bei 81,5% bzw. 84,8% völlig, während *cirsiacanthoidis* (2321) mit 64% der Individuen ohne diese Tuberkel etwa eine Mittelstellung einnahm (Fig. 2). Diese Marginaltuberkel sind kleiner als diejenigen der Hinterleibssegmente I und VII, die bei allen *Aphis*-Arten vorhanden sind, aber doch deutlich erkennbar (Fig. 3).

3.3. Länge der Haare

EASTOP (1961) und andere Autoren geben an, *solanella* habe kürzere Haare als andere *fabae*-Formen, z. B. BÖRNER und HEINZE (1957) in SORAUERS Handbuch der Pflanzenkrankheiten (dort ist *solanella* irrtümlich zu *evonymi* F. gestellt), aber EASTOP vermerkt gleichzeitig eine beträchtliche Variabilität der Haarlängen. Wir untersuchten die Längen der Haare an den Marginalskleriten des III. Abdominalsegments, weil die Haare dort deutlich erkennbar sind und ihre Länge mit dem Durchmesser des im gleichen Segment befindlichen und gut sichtbaren Stigma-Porus in Beziehung zu setzen ist. Die Länge der Haare beträgt bei *solanella* 12–31 μ und 1–2 mal so lang wie der Durchmesser des Stigma-Porus des III. Abdominalsegments, bei den übrigen 3 Formen in der Regel mehr als 20 μ und mehr als 2 mal bis 5 mal so lang wie der Stigma-Porus am III. Hinterleibssegment.

3.4. Sonstige Kennzeichen

EASTOP (1961) fand bei 20% der *solanella*-Geflügelten das ante- mit dem postsiphuncularen Sklerit verschmolzen „to encircle the basis of the siphunculi“. Vollständig mitein-

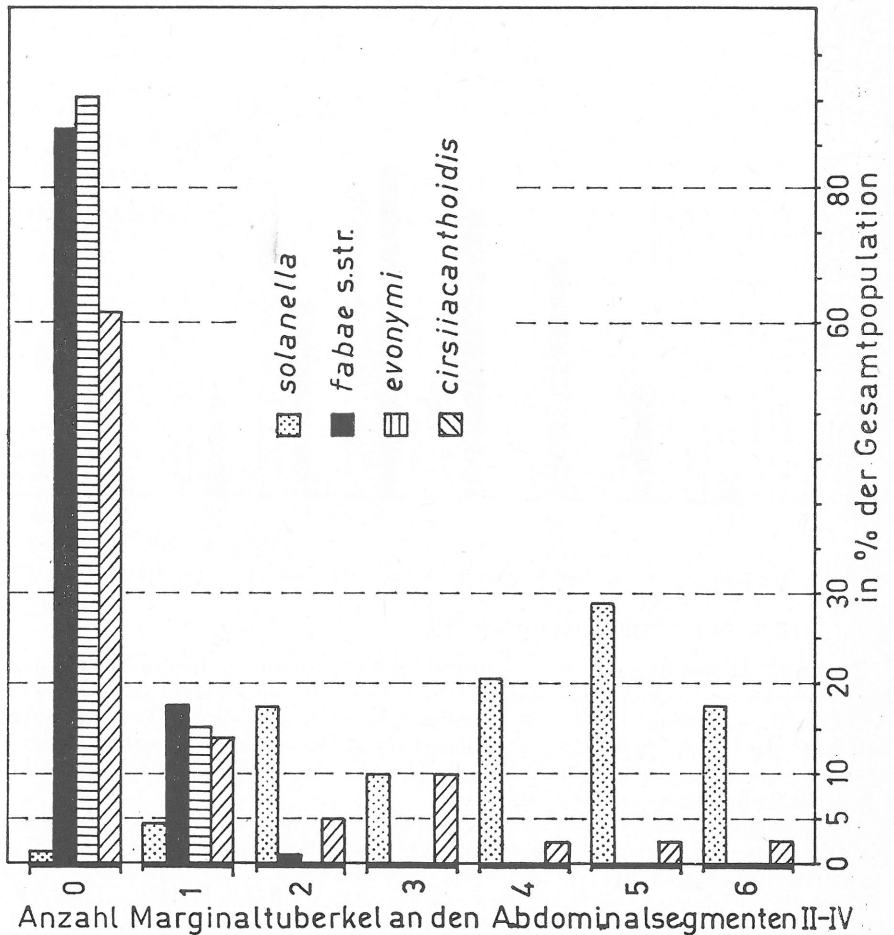


Fig. 2. Anzahl der Marginaltuberkel an den Abdominalsegmenten II-IV der Geflügelten in % der Gesamtpopulation von jeder der vier Standard-Stämme

ander verbundene ante- und postsiphonale Sklerite (wie in Fig. 3 rechts außen) fanden wir bei unserem Material in folgenden Mengenverhältnissen: *solanella* 31% (n = 114), *fabae s. str.* 24% (n = 144), *evonymi* 4% (n = 50) und *cirsiacanthoidis* 21% (n = 92). Das ante-siphonale Sklerit war mit dem postsiphonalen nur einseitig verwachsen wie in Fig. 3 links, mit Öffnung zur Körpermitte bei *solanella* 23%, mit Öffnung zur Körperseite bei *fabae s. str.* 18%, in verschiedener Weise offen bei *evonymi* 8% und *cirsiacanthoidis* 15%. Bei dem Rest waren die beiden Sklerite neben der Siphonenbasis deutlich getrennt (wie in Fig. 3 rechts). Der Grad der Vereinigung von ante- und postsiphonalem Sklerit ist demnach nicht als Unterscheidungsmerkmal geeignet.

Die reihenförmig angeordneten Spinulae auf den abdominalen Marginalskleriten sind bei *evonymi* kräftiger entwickelt und zahlreicher als bei den übrigen Formen.

Wir fanden Unterschiede in der Zahl der Haare am VIII. Abdominaltergit, die insgesamt 2 bis 5 beträgt. Nur 2 oder 3 derartige Haare haben bei *fabae s. str.* 82% (n = 82), bei *cirsiacanthoides* 81% (n = 53), bei *solanella* 80% (n = 69), aber bei *evonymi* nur 3% (n = 34) der untersuchten Geflügelten, die restlichen Individuen 4 oder 5 Haare am VIII. abdominalen Tergit.

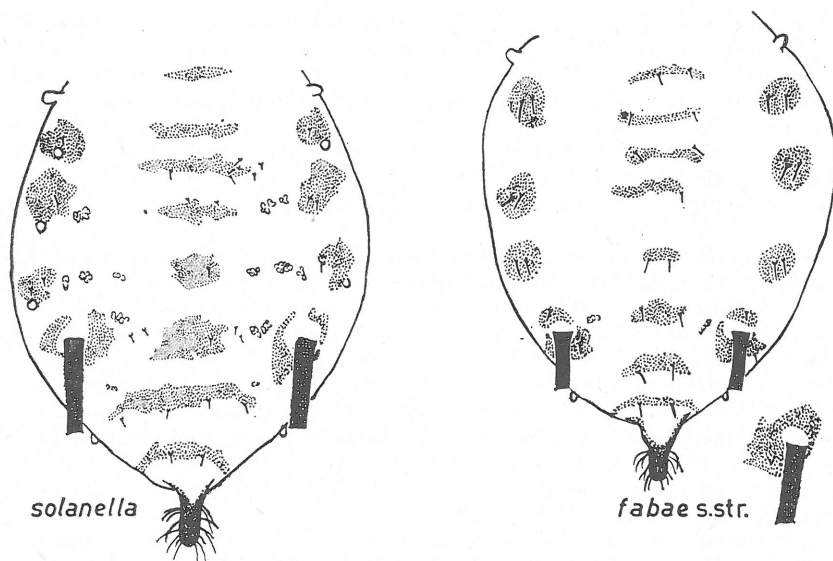


Fig. 3: Abdominales Dorsum mit Skleriten und Marginalhöckern bei *A. fabae solanella* und *A. fabae s. str.*

4. Variabilität

Wir untersuchten in der gleichen Weise wie unter 3 noch zwei weitere Herkünfte.

Nr. 2136 *A. evonymi* von *Valeriana officinalis*, Rostock, 13. Juli 1972. Diese Aphiden sind dunkelbraun. Es handelt sich aber nicht um einen Bastard, da der Sexualzyklus keine Aufspaltung nach Farben brachte, wie wir es (F. P. MÜLLER 1982) bei der dunkelbraunen F_1 des Bastards *fabae s. str.* ♂ × *evonymi* ♀ festgestellt hatten. Der Stamm 2136 verhielt sich in seinen bionomischen Eigenschaften wie 2137. Es war nur ein geringfügiger Unterschied festzustellen: Während die 2136-Geflügelten *Evonymus europaea* nicht signifikant stärker als *Valeriana officinalis* annahmen, zeigten die von 2137 in parallelen Auswahlversuchen deutlich stärkere Bevorzugung ($p = 1\%$) für *Evonymus europaea* (F. P. MÜLLER 1975b). Die Zahl der Haare am VIII. abdominalen Tergum betrug immer 4 oder 5; bei keiner der untersuchten Geflügelten ($n = 29$) waren nur 2 oder 3 derartige Haare vorhanden. Das Merkmal gewinnt mit dieser Feststellung erheblich an Aussagekraft.

Nr. 2617 *cirsiiacanthoidis* von *Aegopodium podagraria*, Syrau bei Plauen (Vogtland), 16. August 1979. Keine biologischen Besonderheiten waren gegenüber 2321 erkennbar. 86,1% ($n = 36$) der untersuchten Geflügelten-Fühler trugen 1 bis 4 sekundäre Rhinarien am V. Fühlerglied. Dieses Merkmal war hier viel stärker ausgeprägt als bei dem Stamm 2321. Es kann aber wegen der relativ großen Häufigkeit der sek. Rhin. am V. Fühlerglied der Geflügelten von 2395 nicht als Differenzierungsmerkmal herangezogen werden. 15 von 18 der 2617-Geflügelten hatten 0 bis 2, die 3 restlichen 3 bis 5 Marginalhöcker an den Abdominalsegmenten II bis IV. Das entspricht genau den Verhältnissen bei der anderen *cirsiiacanthoidis*-Herkunft 2321.

5. Bewertung

Der höchste Grad der morphologischen Ähnlichkeit der Geflügelten besteht zwischen *fabae s. str.* und *cirsiiacanthoidis*. Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, daß die beiden Stämme 2395 und 2321 auch fortpflanzungsbiologisch einander nahestehen; sie lassen sich experimentell leicht bastardieren.

Wenn man den Vergleich auf die Populationen 2395 und 2321 beschränkte, könnte man der bei 2395 größeren Häufigkeit des Vorhandenseins sekundärer Rhinarien am V. Fühlerglied eine gewisse Bedeutung beimessen, insbesondere weil man diese Rhinarien schon an Alkohol-Material unter dem Stereomikroskop erkennen kann. Aber wenn man die Population 2617 mit in Betracht zieht (s. o.), so wird dieses Merkmal als unbrauchbar erkannt.

Die Siphonen sind im Durchschnitt bei *cirsiiacanthoidis* (2321 + 2617) so lang, bei *fabae* s. str. (2395) wenig kürzer als das IV. Fühlerglied. Dieses Merkmal ist schon mit einfachen optischen Hilfsmitteln sichtbar, aber nur zur Trennung *fabae* s. str. — *cirsiiacanthoidis* geeignet.

Die ssp. *solanella* unterscheidet sich von den übrigen Formen durch die kürzeren Haare und die viel größere Zahl der Marginaltuberkel an den Abdominalsegmenten II, III und IV. Die Geflügelten von *Aphis acetosae* L., die man häufig in Gelbschalen finden kann, haben auch Marginaltuberkel an den Abdominalsegmenten II—IV, aber diese Höcker sind viel größer als bei *solanella* (Fig. 3) und an der Basis etwa so breit wie der Durchmesser der Siphonen. Die Marginalhöcker der Geflügelten von *solanella* sind trotz ihrer geringen Größe in Alkohol-Material unter dem Stereomikroskop gut erkennbar. Die Geflügelten der Schwarzen Holunderblattlaus (*Aphis sambuci* L.), ebenfalls häufig in Gelbschalen anzutreffen, können am II.—IV. Abdominalsegment kleine Marginaltuberkel zeigen. Aber bei ihnen sind die Siphonen mindestens doppelt so lang, bei den Geflügelten des *fabae*-Komplexes höchstens $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie die Cauda.

Die Geflügelten der monözischen *evonymi* haben am VIII. Abdominaltergit 4 oder 5, die der übrigen Formen in der Regel 2 oder 3 Haare. Diese Haare sind bei *evonymi* meist hakenförmig gebogen oder geknickt, bei den übrigen gerade gestreckt. Sie sind aber nur im mikroskopischen Präparat meßbar.

Bestimmungsschlüssel

- 1 Marginaltuberkel am II. bis IV. Abdominalsegment in verschiedener Anzahl bis zu 6 vorhanden. Haare an den Marginalskleriten des III. Hinterleibssegments 12 bis 31 μ , so lang bis doppelt so lang wie der Stigma-Porus dieses Segments *A. fabae solanella*
- 1⁺ Marginaltuberkel am II. bis IV. Abdominalsegment fehlend oder nur 1 oder 2, seltener 3 oder mehr vorhanden. Haare an den Marginalskleriten des III. Hinterleibssegments mehr als doppelt so lang wie der Durchmesser des Stigma-Porus dieses Segments 2
- 2 Haare am VIII. Abdominaltergit 4 oder 5, hakenförmig gebogen oder geknickt *A. fabae evonymi*
- 2⁺ Haare am VIII. Abdominaltergit 2 bis 4, meist 2 oder 3, gerade gestreckt 3
- 3 Siphonen im Durchschnitt so lang wie das IV. Fühlerglied *A. fabae cirsiiacanthoidis*
- 3⁺ Siphonen meist wenig kürzer als das IV. Fühlerglied *A. fabae sensu stricto*

Key

- 1 Marginal tubercles on the IInd to the IVth abdominal segment in various number up to 6 present. Hairs on the marginal sclerites of the IIIrd abdominal segment 12 to 31 μ , as long as to twice as long as the diameter of the stigma porus of that segment *A. fabae solanella*
- 1⁺ Marginal tubercles on the IInd to the IVth abd. segment missing or otherwise only 1 or 2, rarely 3 or more present. Always hairs on the marginal sclerites of the IIIrd abd. segm. more than twice as long as the diameter of the stigma porus of that segment 2
- 2 Hairs on VIIIth abdominal tergite generally 4 or 5 and hooked or nicked *A. fabae evonymi*
- 2⁺ Hairs on VIIIth abd. tergite 2 to 4, mostly 2 or 3, quite stretched 3

- 3 Siphunculi on an average as long as the IVth antennal segment
 3+ Siphunculi mostly a little shorter than IVth ant. segm. *A. fabae cirsiacanthoidis*
A. fabae s. str.

Danksagung

Frau Ingrid JENNERJAHN hat einen Teil der untersuchten Geflügelten präpariert. Dafür sowie für die Betreuung der Zuchten möchten wir ihr auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen.

Zusammenfassung

Die Schwarze Bohnenblattlaus und jede der 4 Unterarten *Aphis fabae* SCOP. s. str. *cirsiacanthoidis* SCOP., *solanella* THEOBALD und *evonymi* FABR., von denen jede als repräsentativ für eine der vier Formen zu betrachten ist, wurden an dem zugehörigen Kennwirt im Freiland-Insektarium gezüchtet. Geflügelte wurden während der gesamten Saison für den morphologischen Vergleich entnommen. Das Ziel der Untersuchungen bestand in dem Auffinden von Unterscheidungsmerkmalen zwischen den Geflügelten der vier Formen, welche mit Gelbschalen oder Saugfallen gefangen werden. Von *cirsiacanthoidis* und von *evonymi* wurde eine zweite Herkunft von einer anderen Wirtspflanze in Zucht genommen und in gleicher Weise untersucht. Damit wurde Variabilität bei einigen morphologischen Kennzeichen enthüllt. Für die Geflügelten der 4 Formen wird ein Bestimmungsschlüssel geboten.

Summary

The bean aphid and each of the four subspecies *Aphis fabae* SCOP. s. str. *cirsiacanthoidis* SCOP., *solanella* THEOBALD and *evonymi* FABR., each of them representative of one of the four forms, were bred on their respective marking host in an outdoor insectary. Winged specimens were taken out for morphological comparison during the whole season. They were examined in order to determine distinctive characteristics of the winged specimens of the four forms, which were caught with yellow trays or sucking traps. Second sources of *cirsiacanthoidis* and *evonymi* were taken from other hosts and examined in the same way. This revealed the variability of some morphological characteristics. A key to the winged specimens of the 4 forms is offered.

Резюме

Свекловичная тля в общем и все 4 подвида *Aphis fabae* SCOP. s. str. *cirsiacanthoidis* SCOP., *solanella* THEOBALD и *evonymi* FABR., каждый из которых считается репрезентативным для одной из 4 форм, разводились на соответствующем хозяине в инсектарии незащищенного грунта. Во время всего сезона брали крылатых для сравнения морфологических признаков. Цель исследований заключалась в изыскании отличительных признаков крылатых 4 форм, которые были уловлены желтыми ловчими чашами или всасывающими ловушками. Кроме того проводили разведение особей *cirsiacanthoidis* и *evonymi* от другого растения-хозяина и изучали их таким же методом. Тем самым выявлена вариабельность ряда морфологических признаков. Прилагается ключ для определения крылатых 4 форм.

Literatur

- BÖRNER, C. & HEINZE, K.: Aphidina — Aphidoidea. In: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, begründet von P. SORAUER 5. Band, 2. Teil, 4. Lieferung, Homoptera II. Teil, Verlag PAUL PAREY, Berlin und Hamburg; 1957.
 EASTOP, V. F.: A Study of the Aphididae of West Africa, British Museum (Nat. Hist.), London, 1961. 93 pp.
 IVANOVSKAJA, O. I.: Tli sapodnoi Sibiri, II tschast, Isdatelstwo „Nauka“ sibirskoe otdelennje. Nowosibirsk, 1977. 328 pp. [In Russisch].
 JACKY, F. & BOUCHERY, Y.: Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons, Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Zoologie. Colmar, 1982. 48 pp.
 JONES, M. G.: The bean and beet aphid *Aphis fabae* SCOP. The School Sci. Rev., London 172 (1969), 549—557.
 LAMPEL, G.: Biochemische Methoden in der Blattlaus-Taxonomie. Mitt. Schweiz. Entom. Ges. 54, 1981, 303.
 — Biochemical methods in aphid taxonomy. Proc. Internat. Aphidological Symp. at Jablonna 1981. Warschau 1985, 271—275.
 MIER DURANTE, M. P.: Estudio de la afido fauna de la Provincia de Zamora, Edita Caja de Ahorros Provincial de Zamora. Zamora, 1978. 226 pp.
 MÜLLER, F. P.: Zur Kenntnis der Schwarzen Bohnen- oder Rübenblattlaus vom Gesichtspunkt der Prognose und des Warn-dienstes. Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. Berlin 24, (1970), 96—100.
 — Bestimmungsschlüssel für geflügelte Blattläuse in Gelbschalen. Arch. Phytopathol. und Pflanzenschutz 11 (1975a), 49—77.
 — Untersuchungen zur Biologie von *Aphis evonymi* F. (Homoptera: Aphididae) im Freiland-Insektarium. Arch. Freunde Naturgesch. Mecklenb. 15 (1975b), 90—99.
 — Das Problem *Aphis fabae*. Z. ang. Ent. 94 (1982), 5, 432—446.
 THEOBALD, F. V.: African Aphididae, part I. Bull. ent. Res. 4 (1914), 313—337.