

Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof
Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität Hamburg

Über das Vorkommen der Modernmilbe, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) in Blattgallen der Reblaus, *Dactylosphaera vitifolii* Shimer

von

GISELA RACK und G. RILLING

The copra mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), occurring in leaf galls of phylloxera, *Dactylosphaera vitifolii* Shimer

S u m m a r y . — A mite species found in phylloxera leaf galls of grapevines growing in greenhouses has been identified as the copra mite, *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781). The adult mites are described morphologically including the characters of taxonomic importance. It could be demonstrated that *T. putrescentiae* eats living phylloxera insects and their eggs. Phylloxera material forms a full diet for the copra mite and the mite populations grow rapidly on this food. Population growth of the mites is poor on phylloxera leaf galls; there is no noticeable increase of populations on normal grapevine leaves.

Literature on predatory mites observed in case of phylloxera infestation and arising systematic problems are discussed. The food, the biotopes and the temperature and humidity requirements of *T. putrescentiae* are also discussed. Owing to meteorological barriers, *T. putrescentiae* probably cannot be used for biological control of phylloxera in the temperate climate zones.

Einleitung

Im zweiten Halbjahr 1976 waren in den Gewächshäusern der Reblausisolation Langenscheiderhof (Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung) die Blattgallen der Reblaus häufig von einer Milbenart aus der Familie Acaridae bewohnt. Das Auftreten der Milben an den Reben, die u. a. auch zu pflanzenphysiologischen Untersuchungen verwendet wurden, war nicht selten von einem Rückgang der Blattrebläuse begleitet. Aus diesem Grunde war nicht nur die Artzugehörigkeit der Milben, sondern auch ihre Beziehung zu den Rebläusen und ihren Wirtspflanzen von Interesse.

Material und Technik

Für die Bestimmung der Milben wurden Dauerpräparate hergestellt. Als Einbettmittel diente BERLESE-Gemisch, das auch unter dem Namen HOYERS Gemisch bekannt ist. Es besteht aus 30 g Gummi arabicum, 50 g Aqua dest., 20 g Glycerin und 200 g Chloralhydrat. Die Untersuchungen wurden mit einem Interferenzkontrastmikroskop durchgeführt.

Zur Beobachtung der Milben in einem abgeschlossenen Milieu sowie zu ihrer längerfristigen Haltung wurden in Anlehnung an VAN DEN BRUEL und BOLLAERTS (1966) dicht verschließbare Käfige angefertigt, deren Aufbau aus Abb. 1 hervorgeht.

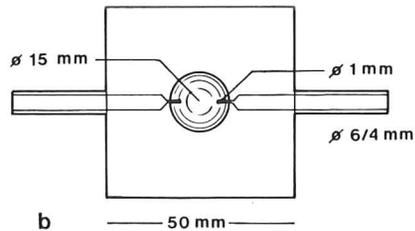
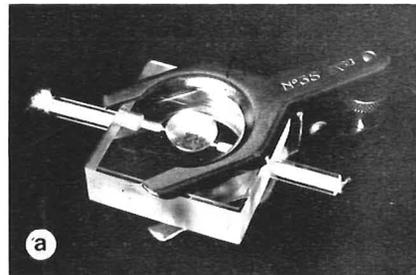
Die Milben sowie ihre Nahrung wurden in der Regel unmittelbar von oben in die Käfige eingeführt. Sollte ein Käfig ausgewechselt werden, so wurde er durch ein Schlauchstück mit einem neuen Käfig verbunden, der mit frischer Nahrung versehen und durch Aluminiumfolie verdunkelt war. Durch Beleuchten mit einer Glasfaseroptik wurden die Milben sodann veranlaßt, in diesen Käfig überzuwandern.

Die Milbenkäfige wurden innerhalb eines Exsikkators über konzentrierter KCl-Lösung, die eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 85 % aufrecht erhält, in einem verdunkelten Brutschrank bei 23 (± 1) °C aufbewahrt und nur zu Kontrollen und zur Versorgung mit Nahrung entnommen. Als Nahrung wurden angeboten: lebende ältere Larven und Imagines von Gallen- sowie Wurzelrebläusen, Gallenlausgelege, frische Gallenhälften und Scheiben von nichtinfizierten Rebenblättern (Einzelheiten bei den jeweiligen Untersuchungsergebnissen).

Abb. 1: Käfig zur Beobachtung und Haltung von Milben, angefertigt aus 14 mm starker Plexiglasplatte, mit zentraler halbkugeltiger Milbenkammer und zwei seitlichen Belüftungsröhren, die durch lockere Wattlestränge verschlossen sind. Als Deckel dient ein Diadeckglas, das durch eine Kugelschliffklammer angepreßt wird. a) Gesamtansicht, b) Aufsicht.

Cage for observing and rearing mites, made from a plate of plexiglass, 14 mm thick, with a central hemispherical mite chamber and two lateral ventilation valves, loosely stoppered by cotton wool. A cover glass is pressed on the upper side of the cage by a clip for spherical ground joints.

a) Total view, b) top view.



Ergebnisse

1. Angaben zur Systematik

Bei den Milben, die in den Blattgallen der Reblaus aufraten, handelte es sich fast ausschließlich um *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781), die Modermilbe. Sie ist ein Vertreter der Familie Acaridae (= Tyroglyphidae) und gehört in die Ordnung Acaridida (= Sarcoptiformes). Wie alle Angehörigen der Familie und die meisten der Ordnung ist sie als solche leicht an dem langen peitschenförmigen Sinneshaar an den Tibien der acht Beine zu erkennen (Abb. 2, S). Der Körper der erwachsenen Milben (Abb. 2—4) ist durchsichtig, fast farblos und etwa 0,3—0,4 mm lang. Augen und Stigmen sind nicht vorhanden. Auf dem Rücken inserieren viele sehr lange Borsten, die fast glatt sind. Charakteristisch für *T. putrescentiae* ist die kurze Borste $1a$, die doppelt so langen Borsten d_2 , die im unteren Abschnitt ver-

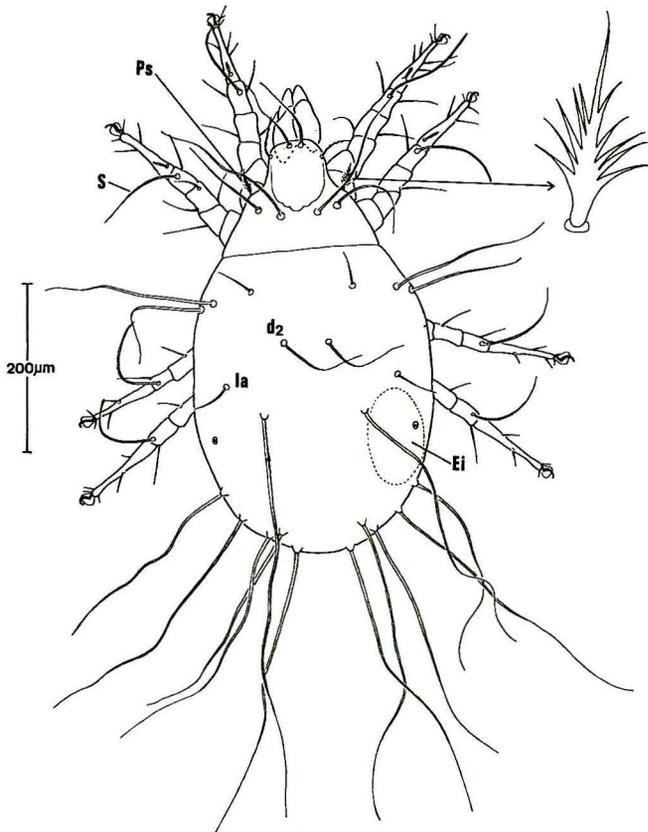


Abb. 2: *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781) aus Reblausblattgalle, Weibchen, dorsal, Original. Ps = Supracoxalborste, S = Sinneshaar; d_2 und la s. Text.

Tyrophagus putrescentiae (SCHRANK 1781) from a phylloxera leaf gall, female, dorsal view; original. Ps = supracoxal seta, S = solenidion; for d_2 and la see text.

breiterte Supracoxalborste (Ps), beim Männchen (Abb. 5 a—c) die Form des Penis und seines Stützgerüsts, die Lage der Saugnäpfe an den Tarsen der Beine IV (Ts) etc. Wegen der großen Schwierigkeiten bei der Determination und vor allem wegen der verschiedenen Auffassung der einzelnen *Tyrophagus*-Arten, von denen wohl *T. putrescentiae* als die häufigste anzusehen ist, werden hier Abbildungen, angefertigt nach Tieren aus den Reblausblattgallen, gebracht. Möglicherweise wird es sich noch einmal herausstellen, daß sich unter dem Namen *T. putrescentiae* ähnlich wie bei *Acarus siro* L. 1758, der Mehlmilbe, eine Artengruppe verbirgt.

Die Entwicklungsstadien der Modermilbe sind: Ei (Abb. 5 d), Larve, Protonymphe, Deutonymphe, Adultus (♂, ♀). Die Deutonymphe ist meist eine homio-morphe Deutonymphe. Sie wird von vielen Autoren als Tritonymphe aufgefaßt, was offensichtlich nicht richtig ist. Heteromorphe Deutonymphen, sogenannte Hypopen, die es gewöhnlich als Wander-, seltener als Dauernymphen gibt, scheint die Art nicht zu besitzen oder nur extrem selten auszubilden. In den Reblausgallen konnten darum auch keine Hypopen gesehen werden.

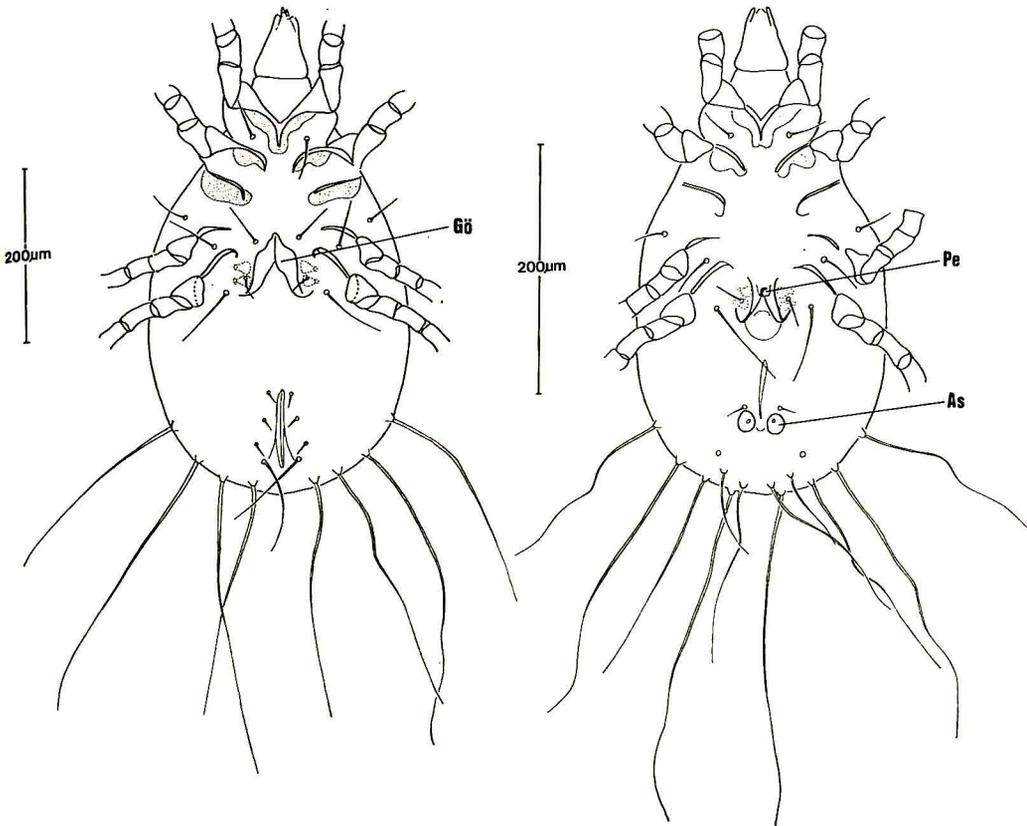


Abb. 3: *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781) aus Reblausblattgalle, Weibchen, ventral, Original. Gö = Genitalöffnung.

Tyrophagus putrescentiae (SCHRANK 1781) from a phylloxera leaf gall, female, ventral view; original. Gö = genital opening.

Abb. 4: *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781) aus Reblausblattgalle, Männchen, ventral, Original. As = Analsaugnäpfe, Pe = Penis.

Tyrophagus putrescentiae (SCHRANK 1781) from a phylloxera leaf gall, male, ventral view; original. As = anal suckers, Pe = penis.

In den Reblausblattgallen aus dem Gewächshaus wurde noch *Amblyseius reductus* WAINSTEIN 1962, allerdings nur in zwei Exemplaren (1 ♂, 1 ♀), gefunden. Die zu der Familie Phytoseiidae der Ordnung Gamasida (= Mesostigmata) gehörende Milbe kommt normalerweise im Freiland vor und wurde bisher auf Brombeere, Holunder und in Grasnarbe gefunden. Es dürfte sich bei ihr um einen Räuber pflanzenschädlicher Milben und Eier kleiner Insekten handeln.

2. Biologische Beobachtungen

a) Vorkommen der Milben an Reben

Modernmilben oder ihre Eier wurden an den genannten Gewächshausreben — es handelte sich um einjährige Topfpflanzen — nur im Inneren von Blattgallen der

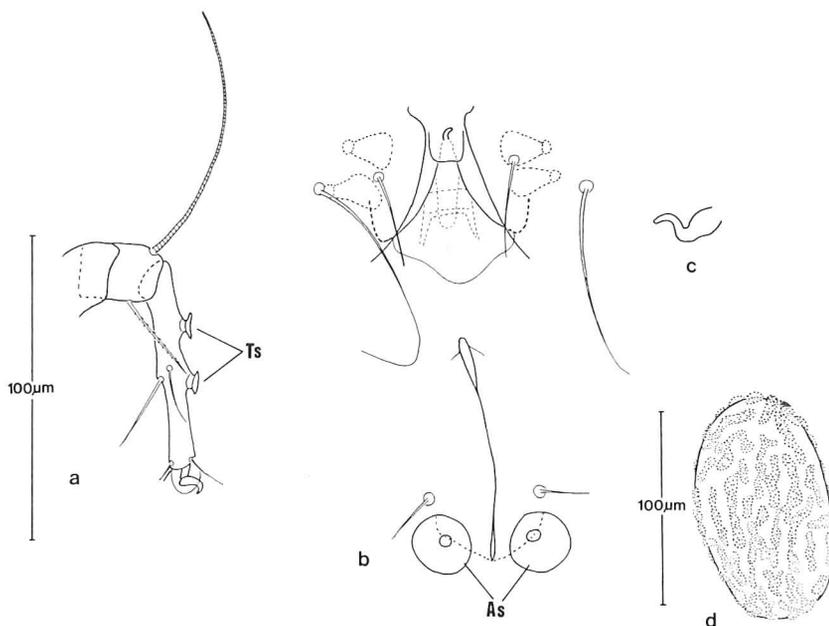


Abb. 5: *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781) aus Reblausblattgalle. a) Männchen, Tibia und Tarsus des Beines IV, lateral. b) Männchen, Genital- und Analregion, ventral. c) Penis, lateral. d) Älteres Ei. Originale. As = Analsaugnäpfe, Ts = Tarsalsaugnäpfe.

Tyrophagus putrescentiae (SCHRANK 1781) from a phylloxera leaf gall. a) Male, lateral view of tibia and tarsus of leg IV. b) Male genital and anal region, ventral view. c) Penis, lateral view. d) Older egg. Originals. As = anal suckers, Ts = tarsal suckers.

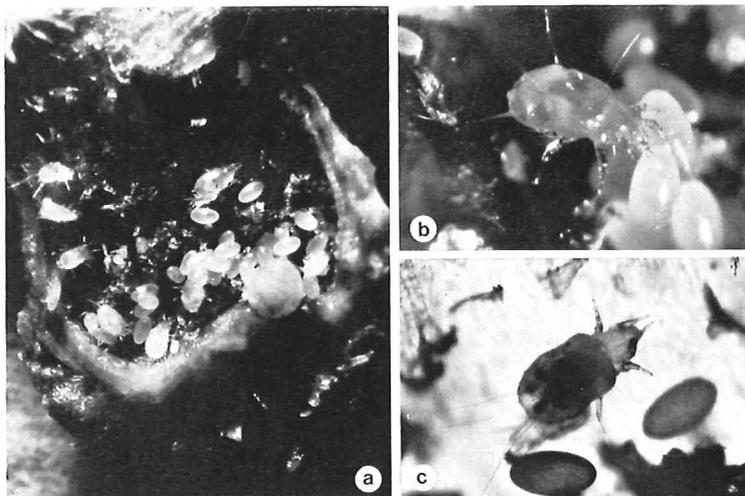


Abb. 6: a) Blick in eine geöffnete Reblausblattgalle mit Altlaus, Reblauseiern, Modermilben und deren Eiern. b) und c) Adulte Modermilben sowie Gallenläuseier in Auf- und Durchlicht.

a) Leaf gall of phylloxera opened, with adult and eggs of phylloxera and copra mites and their eggs. b) and c) Adult copra mites and phylloxera eggs photographed by reflected and transmitted light, respectively.

Reblaus festgestellt (Abb. 6); an nicht von der Reblaus befallenen Blättern schienen sie sich nicht aufzuhalten. Die ampelographische Stellung der Reblauswirte, die verschiedenen Wildarten und interspezifischen Kreuzungen angehörten, war offenbar ohne Bedeutung für das Auftreten der Milben.

Die meisten Milben wurden in reifen Blattgallen, die sich durch adulte Rebläuse und umfangreiche Gelege auszeichnen, gefunden. Ihre Anwesenheit verriet sich auch durch Kotverunreinigungen. Nicht selten waren die Altläuse und ein Teil der Eier abgestorben. Die Beschaffenheit der Gallenwände wich nicht vom Aussehen milbenfreier Gallen ab. Jüngere Gallen mit sich entwickelnden Reblauslarven waren seltener von Milben bewohnt. Ebenso war in alternden Gallen, in denen die Vermehrung der Parasiten nachläßt, ein Rückgang der Milbendichte zu verzeichnen. In abgestorbenen Gallen mit dunklem Gallenboden, mumifizierten Altläusen und leeren Eihäuten waren kaum noch Milben anzutreffen.

Die Häufigkeit der Milben wuchs gegen Herbst, als das Längenwachstum der mittlerweile wirt durcheinandergewachsenen Rebentriebe stockte und in ihrem apikalen Bereich dicht vergallte, klein bleibende Blättchen auftraten.

Zur Charakterisierung der Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in den Gewächshäusern sind im folgenden die mittleren Minimal- und Maximaldaten der einzelnen Monate aufgeführt (in Klammern die jeweiligen Extremwerte):

Monat	°C		% r. F.	
	Min.	Max.	Min.	Max.
VI	20 (22—30)	33 (25—39)	47 (30—85)	89 (80—95)
VII	24 (20—28)	34 (26—41)	41 (20—85)	91 (80—95)
VIII	21 (20—22)	35 (30—40)	37 (20—65)	90 (80—95)
IX	21 (20—24)	31 (25—34)	73 (50—90)	92 (85—95)
X	20 (18—22)	28 (24—33)	72 (55—80)	87 (75—95)
XI	20 (18—20)	25 (23—28)	65 (60—70)	78 (75—85)
XII	21 (17—26)	26 (22—28)	53 (40—65)	75 (55—95)
VI—XII	22 (17—30)	29 (22—41)	55 (20—90)	85 (55—95)

Der Temperaturverlauf im Innern der Blattgallen folgt den Umgebungstemperaturen und kann diese bei Sonneneinstrahlung um mehrere Grad übersteigen; die relative Luftfeuchtigkeit im Galleninneren dürfte jedoch stets in der Nähe von 100 % liegen, da der Galleneingang verengt und von Reusenhaaren umstellt ist, so daß ein mehr oder weniger abgeschlossener Luftraum vorliegt (vgl. auch BECKER 1950 und 1952).

b) Laborbeobachtungen

Aus Blattgallen isolierte Altläuse, etwa 10 Tiere je Käfig, blieben unter den vorliegenden Haltungsbedingungen (23 °C und ca. 85 % r. F.) ohne Nahrung mindestens 3 d am Leben und legten in dieser Zeit noch eine beträchtliche Anzahl von Eiern, aus denen nach 6—7 d Junglarven auskrochen (vgl. Abb. 7 a). Wurden die Rebläuse gemeinsam mit 20—30 Milben (Adulti beider Geschlechtes, Deutonymphen, Protonymphen, Larven) eingekäfigt, so konnten schon bei der ersten Nachschau nach ca. 16 h beschädigte Eier, die eine gestaltlose granulierte Masse bildeten, und tote Rebläuse festgestellt werden (Abb. 7 b, c). Die abgestorbenen Tiere nahmen in kürzerer Zeit eine braune bis schwärzliche Färbung an als solche Rebläuse, die lediglich aus Wasser- und Nahrungsmangel, d. h. ohne daß Milben anwesend waren, gestorben waren. Man darf dies wohl auf die Wirkung der von den Milben zur extraoralen Verflüssigung ausgeschiedenen Fermente zurückführen. In keinem Fall er-

reichten die mit den Milben zusammen eingekäfigten Altläuse das mögliche Alter der Kontrollläuse, während die Eier — vermutlich wegen ihrer relativ hohen Anzahl — sich auch bei Anwesenheit von Milben voll entwickeln konnten. Die ausgekrochenen Junglarven fielen den Milben nicht zum Opfer, sondern starben offensichtlich an Entkräftung.

Grundsätzlich übereinstimmende Beobachtungen wurden gemacht, wenn anstelle von Gallenaltläusen das vierte gallicole Larvenstadium oder Wurzelrebläuse verwendet wurden.

Von besonderem Interesse ist die Feststellung, daß die Modernmilben nicht nur an den Insektenleichen fressend angetroffen wurden, sondern auch an noch lebenden Rebläusen, wobei verschiedentlich ihre Mundwerkzeuge in Aktion zu sehen waren. Solche Rebläuse zeigten vor allem am Abdomenende dunkel verkrustete Verletzungen. Nicht selten waren auch die zuletzt gelegten Eier, die noch am hinteren Körperpol klebten, angefressen worden; gelegentlich geschah dies sogar, noch ehe sie die Legeöffnung vollständig passiert hatten.

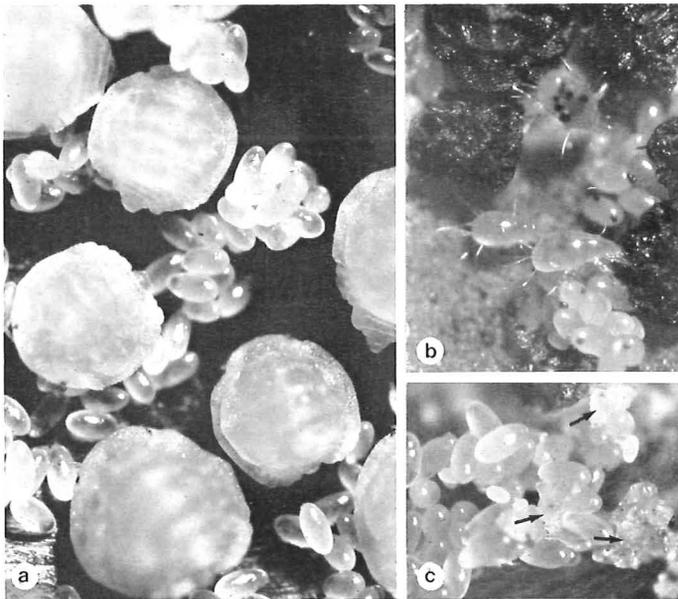


Abb. 7: a) Gallenaltläuse und die nachträglich von ihnen abgelegten Eier nach 16stündiger Isolation aus den Blattgallen. Sämtliche Tiere sind noch am Leben. b) Zusammen mit Modernmilben eingekäfigte Gallenaltläuse nach derselben Zeit. Alle gezeigten Rebläuse sind tot, geschrumpft und stark dunkel verfärbt; Reblauseier teilweise durch Milbenkot verunreinigt. c) Durch die Milben beschädigte Gallenläuseier (Pfeile); dazwischen Milbeneier.

a) Adults of phylloxera with eggs laid in the cage, after 16 h isolation from the leaf galls. All insects are still alive. b) Adults of phylloxera caged together with copra mites for 16 h. All insects are dead, shrunk and intensively dark; phylloxera eggs may be soiled by the mites' excrements. c) Phylloxera eggs injured by the mites (arrows); eggs of the mites are also present.

3. Laborhaltung von Milben an verschiedenen Substraten

a) Reblausmaterial

Ausgangspopulationen von 20—30 Milben wurden in Käfigen der beschriebenen Art bei denselben Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen wie oben gehalten und im allgemeinen zweimal wöchentlich mit lebenden Gallenaltläusen (die noch etliche Eier legten, ehe sie von den Milben abgetötet wurden) oder ausschließlich mit Gallenausgelegten versorgt. Das tote Reblausmaterial wurde nur entfernt, wenn die Kulturen geteilt werden mußten. Kulturen, in denen Pilzbefall auftrat, was recht selten vorkam, wurden ausgeschieden. Da lediglich die Frage interessierte, ob Reblausmaterial für *T. putrescentiae* eine vollwertige Dauernahrung darstellt, wurde auf die zeitaufwendige Erfassung von Daten über die Entwicklungsdauer der einzelnen Stadien, die Vermehrungskapazität und Mortalität sowie den Einfluß verschiedener Temperatur- und Feuchtigkeitsstufen verzichtet.

T. putrescentiae vermehrte sich an beiden Futterquellen — Gallenlauseiern bzw. abgestorbenen Jungläusen und gallicolen Altläusen (einschließlich abgelegter Eier) — sehr stark, so daß die Kulturen regelmäßig geteilt bzw. reduziert werden mußten. Die Milbenhaltung an Altläusen wurde 43 Wochen, an Reblauseiern 32 Wochen lang durchgeführt. Nach Literaturangaben (RIVARD 1961 a und b, ROBERTSON 1961, KEVAN und SHARMA 1963, BARKER 1967, CUNNINGTON 1969, HUGHES 1976 und anderen) beträgt die Entwicklungszeit einer Generation bei 23 °C und 85 % relativer Luftfeuchte oder in der Nähe dieser Haltungsbedingungen ungefähr 2, maximal 3 Wochen. Legt man diese Werte zugrunde, wobei die spezielle Form der Ernährung oder denkbare Differenzen zwischen Milbenstämmen unterschiedlicher Herkunft nicht berücksichtigt sind, so sind in den genannten Zeiträumen 14—21 bzw. 11—16 Milbengenerationen aufeinander gefolgt. Mit steigenden Temperaturen (z. B. bis 32 °C) und höherer relativer Luftfeuchte (90 %) kann die Entwicklung offenbar noch schneller ablaufen und nur 8½ d in Anspruch nehmen. OBOUSSIER (1939) fand in umfangreichen Zuchtversuchen sogar nur 7 d als kürzeste Entwicklungsdauer, als längste jedoch 179 d! Da auch das Lebensalter der erwachsenen Tiere im allgemeinen zwischen 90 und 120 d schwankt und sogar Höchstwerte von 225 d ermittelt worden sind (OBOUSSIER 1939), kann die Anzahl der Milbengenerationen, die in einem gewissen Zeitraum aufeinander gefolgt sind, nur ganz grob geschätzt werden.

b) Rebenmaterial

In einer weiteren Versuchsreihe wurden Milben verschiedenen Entwicklungszustandes zusammen mit ausgestanzten Scheiben nichtvergallter reifer Rebenblätter (ϕ 12 mm) oder mit Hälften reifer Gallen eingekäfigt, die zuvor sorgfältig von Gallenläusen bzw. -eiern, Exuvien und leeren Eihäuten gesäubert worden waren. Das Pflanzenmaterial wurde entfernt, ehe es abzusterben begann.

Die Gallenhälften schienen wenig attraktiv für *T. putrescentiae* zu sein, da stets ein hoher Anteil von Tieren abseits davon angetroffen wurde. Sofern Milben an den Gallen beobachtet wurden, hielten sie sich meist an den Schnittflächen der Gallen oder an lokalen Nekrosen auf. An solchen Stellen konnten auch Fraßspuren festgestellt werden. Wie eine Dauerhaltung von 32 Wochen zeigt, ist auch auf Gallenmaterial eine Entwicklung möglich, wobei unentdeckte Zersetzungs Vorgänge vielleicht förderlich sind; die Populationen wachsen auf diesem Substrat aber wesentlich langsamer als an Reblausmaterial. An den Blattscheiben entwickelten sich sehr kleine Adulti, und die Populationsstärke blieb im Beobachtungszeitraum (28 Wochen) praktisch unverändert.

Diskussion

Über vermutlich räuberische Milben, die bisher im Zusammenhang mit Reblausbefall beobachtet worden sind, gibt STELLWAAG (1928, S. 301) Auskunft. Es sind dies „*Tyroglyphus phylloxerae*, *Hoplophora arctata*, *Trombidium holosericeum*, *Gamasus Blankenhorni* u. a. Zum großen Teil handelt es sich aber um Saprophyten oder nur um gelegentliche Räuber.“ Von den vier genannten Arten soll auf *Tyroglyphus phylloxerae* RILEY 1874 näher eingegangen werden, da man sich nur von dieser Art eine ernstliche Dezimierung der Rebläuse versprach. So wurde *T. phylloxerae* von RILEY und PLANCHON 1873 von den Vereinigten Staaten zur biologischen Bekämpfung der Reblaus nach Frankreich eingeführt. Der Erfolg blieb jedoch aus. Vielleicht lag es daran, daß die Beobachtungen über die Biologie dieser Milbe falsch waren, oder daß man mehrere Arten miteinander verwechselt hatte. Auch STELLWAAG (1928) war sich nicht im klaren über die Identität dieser angeblich nützlichen Milbe; so nennt er sie auf S. 826 *Rhizoglyphus phylloxerae* RILEY, die von BANKS für eine gute Art gehalten werde.

Der Konfusion versuchte schon MICHAEL (1903, S. 85), der hervorragende englische Kenner der Sarcoptiformes, Herr zu werden. Er hält die erwachsenen Tiere von *Tyroglyphus phylloxerae* für synonym mit *Rhizoglyphus echinopus* (FUMOUCZE & ROBIN 1868) und die Hypopen, also die heteromorphen Deutonymphen, für synonym mit *Tyroglyphus mycophagus* MÉGNIN 1874. (Was BERLESE (1891) als *Tyroglyphus mycophagus* MÉGNIN 1874 beschreibt und abbildet, ist nach MICHAEL nicht die MÉGNINSche Art und wird von MICHAEL (1903, S. 116) daher *Tyroglyphus berlesei* genannt! Nach ZACHVATKIN (1941) heißt diese Art korrekt *Caloglyphus berlesei* (MICHAEL 1903); sie wird auch heute als solche aufgeführt.)

MICHAEL (1903) schreibt auf S. 117 über *T. mycophagus*, also die Hypopen des sogenannten *T. phylloxerae*: „If this species be, as I believe, the *T. phylloxerae* of RILEY and PLANCHON, then is the species that those gentlemen believed to be a great enemy of the *Phylloxera*, and consequently a great friend of man. In my opinion this is very improbable; because the Tyroglyphidae do not, so far as I know, attack living insects unless driven by hunger; although they will eagerly devour dead dried ones; but RILEY fell into the same error frequently, supposing even Hypopi to be destroyers, although they do not, so far as is known, eat at all, and have not any mouth-organs. The French vine-growers applied to Professor RILEY to send them over his *Tyroglyphus phylloxerae*, which, if my idea be correct, already swarmed in France. RILEY did his best to comply with the request, although the French acarologists were very sceptical of any beneficial result, and RILEY himself was not sanguine. It is not recorded that any diminution of the *Phylloxera* arose from the introduction of RILEY's mite.“

Nach ZACHVATKIN (1941) handelt es sich auch bei *T. mycophagus* um einen Vertreter der Gattung *Caloglyphus*. Er ist noch heute als *C. mycophagus* (MÉGNIN 1874) in der Literatur zu finden.

Weder die erwachsenen Tiere noch die Hypopen des fraglichen Reblausvertilgers „*Tyroglyphus phylloxerae*“, die ehemals zur Bekämpfung aus Amerika eingeführt worden sind, gehören demnach in die Familie Acaridae sondern in die Familie Rhizoglyphidae, die hauptsächlich im Boden vorkommt. Die jetzt in den Blattgallen von Rebläusen gefundenen Milben haben gar nichts mit ihr zu tun, worauf schon das Fehlen von Hypopen hinwies, sondern sind Vertreter der Familie Acaridae. Es handelt sich eindeutig um *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781), eine äußerst weit verbreitete Milbe. Sie ist in erster Linie als Vorratsschädling bekannt, der sich

von fett- und eiweißreicher, aber auch von kohlenhydratreicher Kost ernährt. Nach HUGHES (1976) wird *T. putrescentiae* z. B. an Leinsamen, Trockenei, Schinken, Heringsmehl, Kopra, Käse, Nüssen, Palmkernen, Baumwoll- und Mohnsamen, getrockneten Bananen und anderen Trockenfrüchten, Weizen, Gerste, Tabak und Mehl gefunden. RACK (1968 und im Druck) fand die Modermilbe ferner an Marzipan, Salamiwürsten, Kürbiskernen, Parmesankäse, getrockneten Pilzen und Aprikosen, Reis, Cayennepfeffer, Weizenkleie etc. Auch in Laboratorien, in denen Pilze, zum Beispiel *Aspergillus*-, *Eurotium*- und *Penicillium*-Arten, und in Hautkliniken *Trichophyton*-, *Achorion*- und *Microsporon*-Arten auf Agar-Agar-Böden gezüchtet werden, ist die Modermilbe als äußerst unangenehmer Schädling bekannt, der schwer zu bekämpfen ist. Sie ist wärme- und feuchtigkeitsliebend und kann im Gegensatz zu nahe verwandten Arten wohl als subtropische bis tropische Form angesehen werden. Weniger bekannt ist, daß *T. putrescentiae* auch in natürlichen Lebensräumen vorkommt (KEVAN und SHARMA 1963). Dort kann sie jedoch nur überwintern, wenn sie die Möglichkeit hat, geschützte Stellen aufzusuchen, an denen die Temperatur nicht unter 0 °C sinkt. Im Raum Hamburg wurde die Milbe in mehr als 20 Jahren im Freien vereinzelt nur auf Müllplätzen gefunden, auf denen wegen der Zersetzungsprozesse auch im Winter hohe Temperaturen herrschen.

T. putrescentiae tritt ferner sehr lästig in den verschiedensten Tier-, besonders Insektenzuchten auf, z. B. in Käfer-, Motten-, Bienen- und Schabenzuchten, auch Schnecken- und Tausendfüßerzuchten. Sie frißt hier hauptsächlich von dem Futter, das den Tieren gereicht wird, aber auch von ihren Überresten, Häuten, Leichen etc. KEVAN und SHARMA (1963) beobachteten die Milbe in Insektarien beim Fressen toter Collembolen der Art *Isotoma notabilis* SCHÄFFER. -

Daß *T. putrescentiae* auch lebende Insekten oder ihre Eier angreifen kann, wurde bisher meist bestritten. BASS und HAYS (1976) beobachteten jedoch in South Carolina im Laboratorium, daß die Milben die Eier der importierten und in Zucht gehaltenen Ameise *Solenopsis richteri* FOREL oder *S. invicta* BUREN, mit denen sie offensichtlich eingeschleppt worden war, fraß.

In großer Anzahl wurde *T. putrescentiae* einmal in einem Gewächshaus an *Fuchsia*-Blättern, die sowohl von einem Pilz als auch der Weißen Fliege, *Trialeurodes vaporariorum* (WESTWOOD) befallen waren, beobachtet (HUGHES 1961); welcher Art die Beziehungen zwischen Milben und Insekten waren, ist jedoch unklar. 1976 erwähnt HUGHES die Beobachtung nicht mehr.

Von besonderem Interesse ist in unserem Zusammenhang eine Mitteilung von TER-GRIGORIAN (1976). Nach ihm trat in den Jahren 1970—1973 *T. putrescentiae* neben Singvögeln und Ameisen als wichtiger Räuber der Schildlaus *Porphyrophora hamelii* BRANDT auf, die in der Armenischen SSR an den Gräsern *Aeluropus litoralis* und *Phragmites australis* schädlich wurde. Möglicherweise liegt hier jedoch eine Verwechslung mit einer im Freien vorkommenden Art der Gattung *Tyrophagus* vor.

Ein Vorkommen in Hamburg ist so außergewöhnlich, daß es hier erwähnt werden soll. Im Jahr 1974 trat *T. putrescentiae* zusammen mit einer *Schwiebea* sp. (Acarina, Rhizoglyphidae) in großer Zahl an einem seit einigen Jahren im Aquarium gehaltenen, etwa 70 cm langen Zitter- oder Elekrischen Aal, *Electrophorus electricus* (L.) auf. Alle Entwicklungsstadien der Milbe, auch Eier, befanden sich in der beschädigten, von Pilzen durchsetzten, den Körper umgebenden Schleimschicht und in am Boden liegende, losgelösten Schleimfetzen. Die verpilzte Schleimschicht stellte offensichtlich die einzige Nahrung für die Milben dar, da sich sonst nichts im Wasser befand und der Zitteraal nur stückchenweise mit frischem Forellenfleisch gefüttert wurde. Dieses fast schon als ektoparasitisch anzusehende Vorkommen und die Ver-

mehrung unter Wasser ließen zunächst Zweifel aufkommen, ob es sich wirklich um den als Vorratsschädling bekannten *T. putrescentiae* handle¹⁾.

T. putrescentiae ist offenbar zu mehr fähig, als man bisher glaubte.

Die vorliegenden Beobachtungen haben gezeigt, daß *T. putrescentiae* nicht nur an totem Reblausmaterial frißt, sondern offenbar auch die Gallenbewohner und ihre Gelege abtöten kann. Da die Cuticula der Läuse nur im Bereich des Vorderkopfes und der Extremitäten sklerotisiert ist und die Eier weichschalig sind, dürften sie den Cheliceren der Modernmilben keinen höheren Widerstand entgegensetzen als pflanzliches und tierisches Material, das den Milben sonst als Nahrung dient. Die *in situ* gemachten Beobachtungen weisen darauf hin, daß sich die Milben auch an den Gewächshausreben nicht abweichend verhalten. Grundsätzlich kann auch an Gallen- und Blattmaterial gefressen werden; es ist jedoch fraglich, ob dies auch bei Anwesenheit von Rebläusen der Fall ist. Der Übergang von toter tierischer Nahrung zur fakultativen Entomophagie könnte, nachdem die Blattgallen als attraktive Schlupfwinkel mit hoher Luftfeuchtigkeit und verringerter Helligkeit aufgesucht worden waren, durch die Unbeweglichkeit der Beute — Eier, festgesogene Attläuse oder ältere Larvenstadien — veranlaßt worden sein.

Die Ergebnisse der Haltungsversuche, die schließlich abgebrochen wurden — schätzungsweise bis gegen 20 Generationen an Reblausnahrung — weisen darauf hin, daß der Wasser- und Nährstoffgehalt dieser Kost für eine normale Entwicklung der Milben ausreicht. Für die Aminosäuren bestätigt dies ein Vergleich der Nahrungsansprüche von *T. putrescentiae* (RODRIGUEZ und LASHEEN 1971) mit den Aminosäuren des Reblauskörpers (RILLING *et al.* 1974). Alle für die Modernmilbe essentiellen Aminosäuren (mit Ausnahme des Tryptophans, das im Analysenprogramm nicht erfaßt wurde) sind demzufolge auch in den Rebläusen enthalten. Auch die Blattgallen der Reblaus, an denen im Labor eine eingeschränkte Entwicklung der Milben möglich war, zeichnen sich gegenüber dem normalen Blattgewebe durch einen hohen Gehalt an freien Aminosäuren aus (RILLING *et al.* 1975).

Nachdem sich *T. putrescentiae* als fakultativer Reblausräuber erwiesen hat, liegt es nahe, an eine Verwendung dieser Milbenart zur biologischen Bekämpfung der Reblaus zu denken. Entscheidende Voraussetzungen hierfür wären, daß sich die Modernmilbe in der Wurzelregion der Rebe ausbreiten könnte und zusagende klimatische Bedingungen für ihre Entwicklung und Vermehrung sowie für das Überleben bei tiefen Wintertemperaturen und bei niedriger relativer Feuchte vorfinden würde.

Als Bodenbewohner im Freiland wurde die Art schon mehrfach festgestellt. SHEALS (1956) fand sie im südwestlichen Schottland in Bodenproben von Weideflächen. KEVAN und SHARMA (1963) wiesen *T. putrescentiae* im Südwesten Quebecs unter *Acer saccharum* zusammen mit anderen Kleinarthropoden in lockerem Boden nach, der von feuchter Streu bedeckt war; diese Autoren zitieren zwei weitere Freilandfunde aus Ontario. Ob die Milbe aber auch bis in Bodentiefen vordringt, wie sie von der Reblaus aufgesucht werden können (nach STELLWAAG, 1928, bis zu 7 m), ist unbekannt.

Für den Abschluß der Entwicklung ist nach KEVAN und SHARMA (1963) eine Mindesttemperatur über 8 °C erforderlich; ein ähnlicher Wert (8,5 °C) wird von CUNNINGTON (1969) als untere Temperaturgrenze angesetzt (Obergrenze nach diesem Autor ca. 36 °C). IL'INSKAYA (1935) zufolge (zitiert bei KEVAN und SHARMA) überwintert die Modernmilbe in erstarrtem Zustand in Wintergetreideschlägen des nördlichen

¹⁾ Eine Bestätigung der Determination gab Herr Dr. SAMŠINÁK, Prag, dem an dieser Stelle besonders gedankt sei.

Kaukasusgebietes. Andererseits überleben nach DAVIS (1944) im Kompost aus Pilzbeeten nur sehr wenige Milben, wenn dieser 5—7 d lang Frosttemperaturen von -1°C oder darunter ausgesetzt wird. Laborexperimente, die KEVAN und SHARMA (1963) durchführten, zeigten, daß -2°C für die adulten Milben letal sind, während die unreifen Stadien (außer den Eiern) noch kälteempfindlicher sind. Dies würde bedeuten, daß die Milben unter ostkanadischen Bedingungen, beim Fehlen einer schützenden Schneedecke, in beträchtliche Tiefen vordringen müßten um zu überwintern, falls Boden und Streuschicht im Frühjahr nicht von anderen Plätzen aus besiedelt werden könnten. Nach RIVARD (1959) und CUNNINGTON (1969) ist eine Entwicklung bei einer relativen Feuchtigkeit von 60 % oder darunter bzw. $<65\%$ nicht mehr möglich und die Lebensdauer der Adulten verkürzt; außerhalb des Temperaturbereiches von $15-25^{\circ}\text{C}$ ist dem letzteren Autor zufolge die untere Feuchtigkeitsschwelle jedoch angehoben. Die Obergrenze kann bis gegen 100 % betragen.

Nach den langfristigen Witterungsbeobachtungen der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung kann während des Winters im südpfälzischen Weinbaugebiet in den oberen 20—50 cm des Erdbodens durchaus die Letaltemperatur von -2°C für längere Zeit unterschritten werden. Die für die Milbenentwicklung erforderliche Mindesttemperatur von ca. 8°C herrscht von Mai bis Oktober. Während der Phase der Reblausaktivität — nach STELLWAAG (1928) von Mai bis zum Absinken der Temperatur auf $+10^{\circ}\text{C}$ im Herbst — könnten somit grundsätzlich auch aktive Milbenstadien auftreten. Daß die Modernmilbe strenge Winter überlebt, ist dagegen wenig wahrscheinlich, während die Hiemalisform der Reblaus auch anhaltende Wintertemperaturen von -10°C überdauern kann. Im Sommer besteht zumindest in den oberen Bodenschichten die Gefahr der Austrocknung. Witterungsbarrieren dürften somit in der gemäßigten Klimazone — anders als vielleicht in subtropischen und tropischen Rebanbaugebieten — die Verwendung von *T. putrescentiae* zur biologischen Bekämpfung der Reblaus ausschließen.

Zusammenfassung

Eine Milbenart, die in Blattgallen der Reblaus von Gewächshausreben vorkam, wurde als *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK 1781), die Modernmilbe, identifiziert. Die Morphologie der Adulti wird unter Berücksichtigung der taxonomisch wichtigen Merkmale dargestellt. Es konnte nachgewiesen werden, daß *T. putrescentiae* lebende Rebläuse und Reblauseier frißt. Reblausmaterial bildet für die Modernmilbe eine vollwertige Nahrung und ermöglicht ein starkes Populationswachstum. An Material von Reblausblattgallen erfolgt eine schwache Zunahme, an unveränderten Blattspreiten der Rebe praktisch keine Vergrößerung der Milbenpopulationen.

Das Auftreten räuberischer Milben im Zusammenhang mit Reblausbefall und damit verbundene systematische Probleme werden diskutiert. Das Nahrungsspektrum, die Biotope und die Ansprüche von *T. putrescentiae* an Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen werden erörtert. Aufgrund von Witterungsschranken dürfte sich *T. putrescentiae* in den Weinbaugebieten der gemäßigten Klimazone nicht zur biologischen Bekämpfung der Reblaus eignen.

Wir danken Fräulein E. MÜLLER und Fräulein CH. MELLAGE für die Betreuung der Milbenkulturen, Herrn H. ULLEMMEYER für die Herstellung der Isolierkäfige und Herrn H. WIND für die Anfertigung der Mikroaufnahmen.

Literatur

BARKER, P. S., 1967: The effects of high humidity and different temperatures on the biology of *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) (Acarina: Tyroglyphidae). Can. J. Zool. 45, 91—96.

- BASS, J. A. and HAYS, S. B., 1976: Predation by the mite, *Tyrophagus putrescentiae* on eggs of the imported fire ant. J. Georgia Entomol. Soc. 11, 16.
- BECKER, H., 1950: Untersuchungen über das Mikroklima einiger Blattgallen. Anz. Schädlingssk. 23, 129—131.
- — —, 1952: Beiträge zur Physiologie der Reblaus. Diss. Univ. Mainz.
- CUNNINGTON, A. M., 1969: Physical limits for complete development of the copra mite, *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) (Acarina, Acaridae). Proceed. 2nd Intern. Congr. Acarol. 1967, 241—248.
- DAVIS, A. C., 1944: The mushroom mite (*Tyrophagus lintneri* [OSBORN]) as a pest of cultivated mushrooms. USDA Tech. Bull. 879, 1—26.
- HUGHES, A. MARGARET, 1961: The mites of stored food. Tech. Bull. Minist. Agric. Fish. Food, No. 9, 1st. ed. North Western Printers Ltd., Stockport, London.
- — —, 1976: The mites of stored food and houses. Tech. Bull. Minist. Agric. Fish. Food, No. 9, 2nd ed. London.
- KEVAN, D. K. McE. and SHARMA, G. D., 1963: The effects of low temperatures on *Tyrophagus putrescentiae*. Adv. Acarol. 1, 112—130.
- MICHAEL, A. D., 1903: British Tyroglyphidae, Vol. II, 1—183. Ray Society, London.
- OBOUSSIER, HENRIETTE, 1939: Beiträge zur Biologie und Anatomie der Wohnungsmilben. Z. angew. Entomol. 26, 253—296.
- RACK, GISELA, 1968: Milben als Hausungeziefer und Vorratsschädlinge in Nordwestdeutschland. Entomol. Mitt. Zool. Staatsinst. Zool. Mus. Hamburg 3 (62), 249—267.
- RILLING, G., RAPP, A., STEFFAN, H. und REUTHER, K.-H., 1974: Freie und gebundene Aminosäuren der Reblaus (*Dactylophaera vitifolii* SHIMER) und Möglichkeiten ihrer Biosynthese aus Saccharose-¹⁴C (U). Z. angew. Entomol. 77, 195—210.
- — —, — — — und REUTHER, K.-H., 1975: Veränderungen des Aminosäuregehaltes von Rebenorganen bei Befall durch die Reblaus (*Dactylophaera vitifolii* SHIMER). Vitis 14, 198—219.
- RIVARD, I., 1959: Influence of humidity on longevity, fecundity, and rate of increase of the grain-infesting mite *Tyrophagus castellanii* (HIRST) (Acarina: Acaridae) reared on mould cultures. Can. Entomol. 91, 31—35.
- — —, 1961 a: Influence of temperature and humidity on mortality and rate of development of immature stages of the mite *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) (Acarina: Acaridae) reared on mold cultures. Can. J. Zool. 39, 419—426.
- — —, 1961 b: Influence of temperature and humidity on longevity, fecundity and rate of increase of the mite *Tyrophagus putrescentiae* (SCHRANK) (Acarina: Acaridae) reared on mold cultures. Can. J. Zool. 39, 869—876.
- ROBERTSON, PH. L., 1961: A morphological study of variation in *Tyrophagus* (Acarina), with particular reference to populations infesting cheese. Bull. Entomol. Res. 52, 501—529.
- RODRIGUEZ, J. G. and LASHERN, A. M., 1971: Axenic culture of *Tyrophagus putrescentiae* in a chemically defined diet and determination of essential amino acids. J. Insect Physiol. 17, 979—985.
- SHEALS, J. G., 1956: Notes on a collection of soil Acari. Entomol. Mon. Mag. 92, 99—103.
- STELLWAAG, F., 1928: Die Weinberginsekten der Kulturländer. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin.
- TER-GHIGORIAN, M. A., 1976: On the biology of *Porphyrophora hamelii* BRANDT (Hom., Coccoidea, Margarodidae). Entomol. Obozr. 55 (2), 300—307.
- VAN DEN BRUEL, W. E. et BOLLAERTS, D., 1966: Méthode d'élevage et d'observation applicable à *Pediculoides ventricosus* NEWPT. et à d'autres espèces d'acariens ou d'insectes de petite taille. Mededel. Rijksfac. Landbouwetenschap. (Gent) 31, 747—757.
- ZACHVATKIN, A. A., 1941: Arachnoidea, Tyroglyphoidea (Acari). Fauna USSR 6 (1), Inst. Zool. Acad. Sci. Moscow (N.S.) No. 28, 1—573 (engl. Übersetzung).

Eingegangen am 7. 10. 1977

Dr. GISELA RACK
 Zoologisches Institut
 und Zoologisches Museum
 Martin-Luther-King-Platz 3
 D 2000 Hamburg 13

Dr. G. RILLING
 BFA für Rebenzüchtung
 Geilweilerhof
 D 6741 Siebeldingen