295G1a

MORPHOLOGIE EN BIOLOGIE VAN DE SCHILDLUIS CHIONASPIS SALICIS L.

J. B. M. VAN DINTHER

NN08201,153

Dit proefschrift met stellingen van
JOANNES BERNARDUS MARIE VAN DINTHER
landbouwkundig Ingenieur, geboren te Ede, 30 Mei 1923,
is goedgekeurd door de promotor Dr W. K. J. Roepke,
hoogleraar in het dierkundig deel der plantenziektenkunde

De Rector Magnificus der Landbouwhogeschool,
J. C. Dorst

Wageningen, 17 April 1950.

MORPHOLOGIE EN BIOLOGIE VAN DE SCHILDLUIS CHIONASPIS SALICIS L.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS DR IR J. C. DORST, HOOGLERAAR IN DE TEELT EN DE VEREDELING VAN DE LANDBOUWGEWASSEN, TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT DER LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN OP DONDERDAG 11 MEI 1950 TE 4 UUR

DOOR

J. B. M. VAN DINTHER

H. VEENMAN & ZONEN * WAGENINGEN * 1950

De inhoud van dit proefschrift verschijnt in gelijke vorm in Het Tijdschrift over Plantenziekten, Jaargang 56-1950, 3e Aflevering

Aan mijn Ouders

STELLINGEN

I

Tijdens de ontrolling van de nieuwgevormde stilettenspiralen gedurende een vervelling bij schildluizen, worden de mandibulaire en maxillaire stiletten eerst afzonderlijk buiten de mondconus gebracht om vervolgens als een gemeenschappelijke bundel in de crumena te worden teruggetrokken.

II

Voor een toekomstige ernstige San José-schildluis-schade in de Nederlandse fruitteeltcentra behoeft niet gevreesd te worden.

III

Het voorkomen van zintuigorganen op de trochanter bij vele insecten maakt een studie aangaande de functie ervan wenselijk.

IV

Bij de aanleg van een cacao-tuin moet men streven naar een aanplant, die geheel of zeker voor een hoog percentage uit zelf-compatibiele bomen bestaat.

V

Een katoencultuur in Indonesië heeft slechts kans van slagen in een wetenschappelijk op Westerse leest geschoeid ondernemingsverband.

VI

De bloemaanleg bij koffie kan niet verklaard worden uit de verhouding van de hoeveelheid assimilaten tot de aanwezige stikstofverbindingen in de plant.

VII

In het proces der humusvorming zijn twee essentieel verschillende phasen te onderscheiden: in de eerste spelen micro-organismen de beslissende rol, terwijl de tweede phase zuiver chemisch verloopt.

VIII

Ter berekening van de ZA-mestgift voor suikerriet moet aan het physiologisch optimum de voorkeur worden gegeven boven het economisch optimum.

IX

De toename van het vermogen van Rhynchota om na een hongerperiode virus over te brengen, behoeft niet te worden toegeschreven aan het achterwege blijven van de vorming van een inactiverend agens in de vector.

X

Vele anti-erosiemaatregelen verliezen grotendeels hun waarde indien geen rekening gehouden wordt met de entomologische factoren die hierbij betrokken zijn.

Diss. van Dinther, Wageningen, 1950

Indien ik thans, na het beëindigen van dit proefschrift, de gedachten laat gaan over de periode gedurende welke ik aan de Landbouwhogeschool mocht studeren, komt over mij een gevoel van grote erkentelijkheid ten opzichte van degenen, die mij in deze jaren bij mijn wetenschappelijke vorming hebben terzijde gestaan.

U, Hooggeleerde ROEPKE, Hooggeachte Promotor, geldt mijn dank in de eerste plaats. Reeds tijdens de candidaatsstudie werd ik sterk aangetrokken tot Uw leervak en naarmate in de hieropvolgende jaren mijn kennis toenam, mocht ik mij ten aanzien van mijn entomologische aspiraties wel op zeer bijzondere wijze verheugen in Uw warme belangstelling. Ik stel het op hoge prijs, dat ik dit proefschrift op Uw laboratorium heb kunnen bewerken. Uw raad en medewerking hebben tot het slagen er van veel bijgedragen.

Aan de colleges die ik bij U, Hoogleraren der Landbouwhogeschool mocht volgen, zal ik steeds met genoegen terugdenken. In het bijzonder U, Hooggeleerden QUANJER, EDELMAN, SCHUFFELEN en COOLHAAS, die door de keuze van mijn studierichting vooral mijn leermeesters zijt geweest, mijn oprechte dank.

Zeergeleerde DE FLUITER, Gij hebt mij met vele practische raadgevingen terzijde gestaan. Uw belangstelling, die U naast Uw eigen drukke werkzaamheden voor mijn werk hebt getoond, is door mij hogelijk gewaardeerd.

Zeergeleerde WILCKE, Gij weet hoe alle begin om een student de nodige kennis bij te brengen moeilijk is. Tijdens Uw wetenschappelijk werken aan de Landbouwhogeschool hebt Gij op voortreffelijke wijze mijn inzicht in de entomologische problemen verdiept en gedurende een groot gedeelte van mijn promotiewerk kon ik dagelijks met U van gedachten wisselen. Uw raad en critische beschouwingen hebben zeer bevruchtend gewerkt. Hiervoor mijn welgemeende dank.

Verder ben ik Professor WASSINK zeer verplicht, die zo vriendelijk was mij maanden lang een gedeelte van zijn laboratorium- en kasruimte af te staan alsmede de dames en heren van het Plantenphysiologisch laboratorium, die mij op velerlei wijze behulpzaam zijn geweest.

Zeer zeker is ook hier een woord van lof op zijn plaats voor de snelle en accurate wijze waarop Mej. VISCH mijn manuscript persklaar heeft gemaakt, alsmede voor Miss STOKES, die de summary heeft doorgenomen.

De Heer TH. J. IJWEMA, verbonden aan de bibliotheek der Hogeschool ben ik zeer erkentelijk voor de vlotte verzorging van mijn vele literatuuraanvragen.

Tot slot mijn waardering voor de hulp ondervonden van het technisch personeel van het Entomologisch laboratorium.

INHOUD

pag.

I. INLEIDING 175

II. MATERIAAL EN TECHNIEK 175

III. ALGEMEEN OVERZICHT 176
a. Geografische verspreiding 176
b. Voedselplanten 176
c. Economische betekenis 176

IV. SYSTEMATISCHE PLAATS EN SYNONIEMEN 177

V. MORPHOLOGIE 179
A. De vrouwelijke ontwikkelingsstadia 179
a. Ei 179
b. Larve I 179
c. Overgang van larve I naar larve II 181
d. Larve II 183
e. Larve III 185
B. De mannelijke ontwikkelingsstadia 191
a. Ei 191
b. Larve I 191
c. Larve II 191
d. Popstadium 193
e. Imago 195

VI. BIOLOGIE 199
A. Ontwikkeling 199
a. Eistadium: Invloed van de temperatuur op de duur van ontwikkeling 199
b. Larvenstadia: Verschijnen in de natuur en onder laboratoriumcondities in verband met de temperatuur 202
c. Imago: als boven 207
B. Voortplanting 211
a. Vermeerderingspotentie der ♀♀; invloed van de populatiedichtheid 211
b. Sexeverhouding 212
c. Aantal generaties per jaar 213
C. Verspreiding 214
a. Actieve verspreiding van de Larve I; eigen beweging, phototaxie, geotaxie 214
b. Passieve verspreiding van de Larve I 218
c. Passieve verspreiding door transport van voedselplanten . . . 219
D. Voedselplanten: Infectieproeven 219

pag.
VII. NATUURLIJKE VIJANDEN 222
A. Parasieten: Hymenoptera 222
I. Aphelinus fuscipennis 222
a. Algemeen overzicht 222
b. Economische betekenis 222
c. Morphologie 224
d. Biologie 227
e. Percentage van aantasting 229
II. Chiloneurinus microphagus 230
B. Roofvijanden: Aves 231
Coleoptera 231
Acarina 231

VIII. BESTRIJDING 233

IX. SUMMARY 242

X. LITERATUUR 247

I. INLEIDING

De aanleiding tot dit proefschrift was het feit, dat over de in ons land voorkomende schildluizen vrijwel geen eigen onderzoek verricht werd, zodat men hoofdzakelijk moest afgaan op waarnemingen uit het buitenland, speciaal Amerika.

Het doel van dit onderzoek is, na te gaan in hoeverre deze gegevens in overeenstemming zijn met de hier heersende omstandigheden.

Als studie-object werd nu gekozen de schildluis *Chionaspis salicis* L., ten eerste omdat dit een der meest algemeen in Nederland voorkomende soorten is, ten tweede, omdat *Ch. salicis* in het buitenland op sierbomen voorkomt en soms grote schade aanricht. terwijl daar tevens onder haar voedselplanten enkele fruitsoorten aanwezig zijn, zodat het van belang is de mogelijkheid van infectie vanuit de voornaamste voedselplanten hier te lande, in casu *Salix* spp., na te gaan.

Tegelijkertijd vereist een studie bij schildluizen een grondig morphologisch onderzoek, daar anders een juiste soortbepaling onmogelijk wordt.

Bovendien komt men bij ieder schildluisonderzoek in aanraking met parasieten en roofvijanden, die mogelijk van economische betekenis kunnen zijn. Speciaal in verband met de zich steeds meer naar het Noorden uitbreidende *San José*-schildluis heeft men in Frankrijk de laatste tijd wederom de studie aangaande de natuurlijke vijanden ter hand genomen, waaruit blijkt, dat men deze nog altijd van belang acht.

II. MATERIAAL EN TECHNIEK

Het *Chionaspis salicis* L.-materiaal was afkomstig van *Salix* spp. uit de Over-Betuwe, de Uiterwaarden bij Wageningen en de omgeving van Ede.

Al naar het doel der biologische waarnemingen werd het materiaal willekeurig van de verschillende *Salix* spp. of wel uitsluitend van één boom genomen.

Ter bestudering van de morphologie werden maceratiepreparaten vervaardigd van de diverse ontwikkelingsstadia door deze eerst ongeveer 5 minuten in melkzuur (Acidum lacticum pur.) op een waterbad te verhitten. Deze behandeling blijkt voor het ei- en het larve I-stadium meestal reeds voldoende om de morphologische details te kunnen onderscheiden. Vervolgens werden de verschillende stadia gedurende 3–10 minuten in een mengsel van gelijke gewichtshoeveelheden phenolum liquefactum en chloraalhydraat (chloraalhydrophenol) verhit. De preparaten werden hierna òf direct in Berlese òf over creosoot in Balsamum Canadense ingesloten. De duur der diverse bewerkingen is niet precies op te geven doch een korte voorzichtige maceratie en een voortdurende contrôle zijn gezien de zwakke chitinisatie van het object vereist.

III. ALGEMEEN OVERZICHT

A. GEOGRAFISCHE VERSPREIDING

Zoals vele schildluizen is ook *Chionaspis salicis* L. zeer sterk verspreid en komt met uitzondering van de arctische gebieden algemeen in Europa voor. De in de literatuur (Review of Applied Entom., LINDINGER, 53) vermelde vindplaatsen met enige auteurs voor de betreffende landen zijn:

Europa

Denemarken	LINDINGER, L., 1912
Duitsland	LINDINGER, L., 1912; THIEM, H., 1934
Engeland	THEOBALD, F., 1913; GREEN, E., 1921
Finland	VAPPULA, N., 1935
Frankrijk	LINDINGER, L., 1912
Hongarije	LINDINGER, L., 1912
Italië	MALENOTTI, E., 1916
Litauen	WÜNN, H., 1921
Luxemburg	LINDINGER, L., 1912
Nederland	LINDINGER, L., 1912
Noorwegen	SCHØYEN, T., 1925
Oostenrijk	LINDINGER, L., 1912
Rusland	SACHAROV, N., 1916; SMIRNOV, E., 1925
Tsjecho-Slowakije	LINDINGER, L., 1912
Turkije	ARKHANGELSKAYA, A., 1924
Zweden	LINDINGER, L., 1912
Zwitserland	SCHNEIDER-ORELLI, 1918

Noord-Afrika

Algerië	LINDINGER, L., 1912

Verder komt in geheel Noord-Amerika de soort *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH voor; COOLEY (11), FERRIS (23).

B. VOEDSELPLANTEN

Chionaspis salicis L. is (s.v.p.) polyphaag (zie ook pag. 221). In de literatuur worden de volgende voedselplanten opgegeven: (zie tabel 1).

C. ECONOMISCHE BETEKENIS

Hoewel de literatuur niet altijd de schade nauwkeurig omschrijft, die door *Chionaspis salicis* wordt veroorzaakt, blijkt toch herhaaldelijk, dat de schildluisinfectie plaatselijk zo sterk kan zijn, dat takken en soms gehele bomen afsterven.

In Noord-Amerika hebben jonge wilgen en populierenbomen er het meest onder te lijden (LANGFORD, 50). Grote bomen die worden aangetast, vertonen als regel geen noemenswaardige beschadiging. Niet goed onderhouden boomkwekerijen worden vaak zwaar besmet.

TABEL I *Voedselplanten van Chionaspis salicis* L.
(Food plants of *Ch. salicis*)

Familie. (*Family*)	Naam van de plant. (*Name of plant*)
Aceraceae	*Acer campestre, A. Pseudoplatanus*
Betulaceae	*Alnus glutinosa, A. incana, A. viridis*
,,	*Betula spp.*
Celastraceae	*Evonymus europaea*
Caprifoliaceae	*Viburnum Lantana, V. Opulus*
Cornaceae	*Cornus sanguinea*
Ericaceae	*Andromeda polifolia*
,,	*Arctostaphylos sp.*
,,	*Erica carnea*
,,	*Lyonia calyculata*
,,	*Vaccinium staphylos, V. Myrtillus, V. Vitis-idaea*
Eleagnaceae	*Hippophaë rhamnoïdes*
Fagaceae	*Quercus Ilex, Q. robur*
Loranthaceae	*Loranthus europaeus*
Oleaceae	*Fraxinus excelsior, F. Ornus, F. oxycarpa*
,,	*Jasminum spp.*
,,	*Ligustrum vulgare*
,,	*Syringa vulgaris*
Papilionaceae	*Genista radiata*
,,	*Laburnum vulgare*
,,	*Sarothamnus scoparius*
,,	*Sophora japonica*
Ranunculaceae	*Paeonia sp.*
Rhamnaceae	*Rhamnus Frangula*
Rosaceae	*Rosa villosa*
,,	*Pirus sp.*
,,	*Pirus Malus*
,,	*Sorbus aucuparia*
Salicaceae	*Populus balsamifera, P. nigra, P. tremula*
,,	*Salix spp.: S. caprea, S. cinerea, S. viminalis*
Saxifragaceae	*Ribes nigrum, R. rubrum, R. vulgare*
Tiliaceae	*Tilia spp.*
Ulmaceae	*Ulmus campestris*

Ook in standsaanplantingen kan *Chionaspis salicis* schadelijk optreden. SMIRNOV (Moskou, 98) noemt hier als voedselplanten speciaal es, populier en linde. In gevallen van sterke infectie zien de bomen er slecht uit tengevolge van een zwakke groei en geven zij een totale verdroging der takken te zien.

In ons land blijkt de schade zich voornamelijk te beperken tot wilg, locaal tot populier en els.

IV. SYSTEMATISCHE PLAATS EN SYNONIEMEN

De schildluis *Chionaspis salicis* L. behoort tot de orde der *Rhynchota* (*Hemiptera*). De modernste opvatting is die van FERRIS (23), die de schildluizen tot een superfamilie verheft. Men krijgt nu voor *Chionaspis salicis* L. de volgende indeling: superfam. *Coccoidea* – fam. *Diaspididae* – subfam. *Diaspidinae* – tribus *Diaspidini* – genus *Chionaspis*.

De oudere systematische rangschikking is: fam. *Coccidae* – subfam. *Diaspinae* – genus *Chionaspis*.

De benoeming der soortnaam is lange tijd zeer verward geweest door het bestaan van vele synoniemen. LINNAEUS beschreef de op wilg levende soort als *Coccus salicis* LINNAEUS (55). De hieronder volgende synoniemen zijn ontleend aan COOLEY (11) en REH (88):

1826. *Coccus cryptogamus* DALMAN, Kgl. Svenska Acad. Handl., p. 357.
1826. *Coccus purpuratus* DALMAN, Kgl. Svenska Acad. Handl., p. 357.
1826. *Coccus hordeolum* DALMAN, Kgl. Svenska Acad. Handl., p. 357.
1844. *Coccus saliceti* RATZEBURG, Forst. ins., Vol. III, pag. 195.
1844. *Aspidiotus salicis* BOUCHÉ, Stett. Ent. Zeit., Vol. V, p. 294.
1847. *Aspidiotus salicifex* AMYOT, Monom., p. 480.
1849. *Aspidiotus minimus* BAERENSPRUNG, Zeit. für Zool. Zoot., p. 168.
1849. *Aspidiotus vaccinii* BOUCHÉ, Stett. Ent. Zeit., Vol. XII, p. 111.
1851. *Aspidiotus populi* BOUCHÉ, Stett. Ent. Zeit., Vol. XII, p. 111.
1851. *Aspidiotus saliceti* BOUCHÉ, Stett. Ent. Zeit., Vol. XII, p. 111.
1869. *Chionaspis aceris* SIGNORET, Ann. Soc. Ent. Fr., Vol. IX, p. 442.
1869. *Chionaspis alni* SIGNORET, Ann. Soc. Ent. Fr., Vol. IX, p. 443.
1869. *Chionaspis fraxini* SIGNORET, Ann. Soc. Ent. Fr., Vol. IX, p. 445.
1869. *Chionaspis populi* SIGNORET, Ann. Soc. Ent. Fr., Vol. IX, p. 446.
1869. *Chionaspis salicis* SIGNORET, Ann. Soc. Ent. Fr., Vol. IX, p. 447.
1869. *Chionaspis vaccinii* SIGNORET, Ann. Soc. Ent. Fr., Vol. IX, p. 448.
1893. *Aspidiotus sorbi* DOUGLAS, Ent. m. Mag. Vol. 29, p. 130.
1895. *Aspidiotus fraxini* HENSCHEL, Die Schädlichen Forst- und Obstbaum Insekten, p. 514.
1899. *Aspidiotus tiliae* BOUCHÉ, Prakt. Ratg. Obst- u. Gartenbau, Jrg. 14, p. 252.

De door SIGNORET (96) ingevoerde genusnaam, ontstaan bij de indeling van de familie der *Coccidae*, bleek juist. *Chionaspis* N.G. wordt gekarakteriseerd: „Espèces dont le bouclier mâle est long, généralement blanc, à côté presque parallèle et plus ou moins caréné. Le bouclier femelle est long, s'élargissant assez brusquement à partir des mues, de manière qu'il y a une extrémité presque pointue et l'autre au contraire arrondie. Femelle avec cinq plaques de filières..."

De triviaalnaam was evenwel gepreoccupeerd. De juiste soortnaam voor de in Europa voorkomende schildluis werd dus *Chionaspis salicis* LINNAEUS.

Een lastige kwestie bleef evenwel het feit, dat in Noord-Amerika ook op wilg een schildluis voorkomt die sterk overeenkomt met de in Europa beschreven soort. WALSH (114) beschreef de schildluis voorkomend op *Salix nigra* als *Aspidiotus salicis-nigrae* WALSH, terwijl LE BARON (52) hetzelfde insect vermeldde als Mytilaspis salicis LE BARON. COMSTOCK (9) beschreef de schildluis als *Chionaspis salicis* L., zo ook OSBORN (74) en enkele andere auteurs. Zij beschouwen dus de in Noord-Amerika voorkomende soort als synoniem met de Europese.

COOLEY (11) kwam evenwel tot de conclusie, dat de soort verschilde van die uit Europa en handhaafde de triviaalnaam *salicis-nigrae* WALSH., die ook in de latere Amerikaanse literatuur gehandhaafd wordt voor *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH. Als synoniemen vermeldt COOLEY:

1867. *Aspidiotus salicis-nigrae* WALSH, First Rep. Nox. Ins. Ill., p. 39.
1871. *Mytilaspis salicis* LE BARON, Trans. Ill. Hort. Soc., app., p. 140.
1880. *Chionaspis salicis* COMSTOCK, Rep. U.S. Dep. Agr., p. 320.
1898. *Chionaspis ortholobis bruneri* COCKERELL, Can. Ent., Vol. XXX, p. 135.

V. MORPHOLOGIE

A. DE VROUWELIJKE ONTWIKKELINGSSTADIA

a. Het ei

Het ei is ellipsvormig, ongeveer half zo lang als breed. De gemiddelde lengte en breedte bedragen resp. 0,280 ± 0,002 mm en 0,144 ± 0,003 mm (n = aantal waarnemingen = 10).

Direct na de afzetting is het ei regelmatig van vorm en heeft het een glad chorion. Naarmate grotere aantallen eieren onder het schild door het moederdier worden gedeponeerd, wordt het ei vaak een weinig in elkaar gedrukt en ontstaan er één of meerdere duidelijke vlakke kanten.

De kleur van het pas afgezette ei is paars-rood. Naarmate het embryo zich differentieert (EIDMANN, 20) wordt de kleur roder en ontstaan er aan één of aan beide polen en ook langs de eiomtrek lichte doorschijnende plekken. Vóór de vervelling neemt het embryo wederom de gehele ruimte binnen de eischaal in, de kleur van het ei is rood, terwijl bij een der polen aan beide zijden een kleine zwarte oogpigmentvlek valt waar te nemen.

b. Larve I (fig. 1)

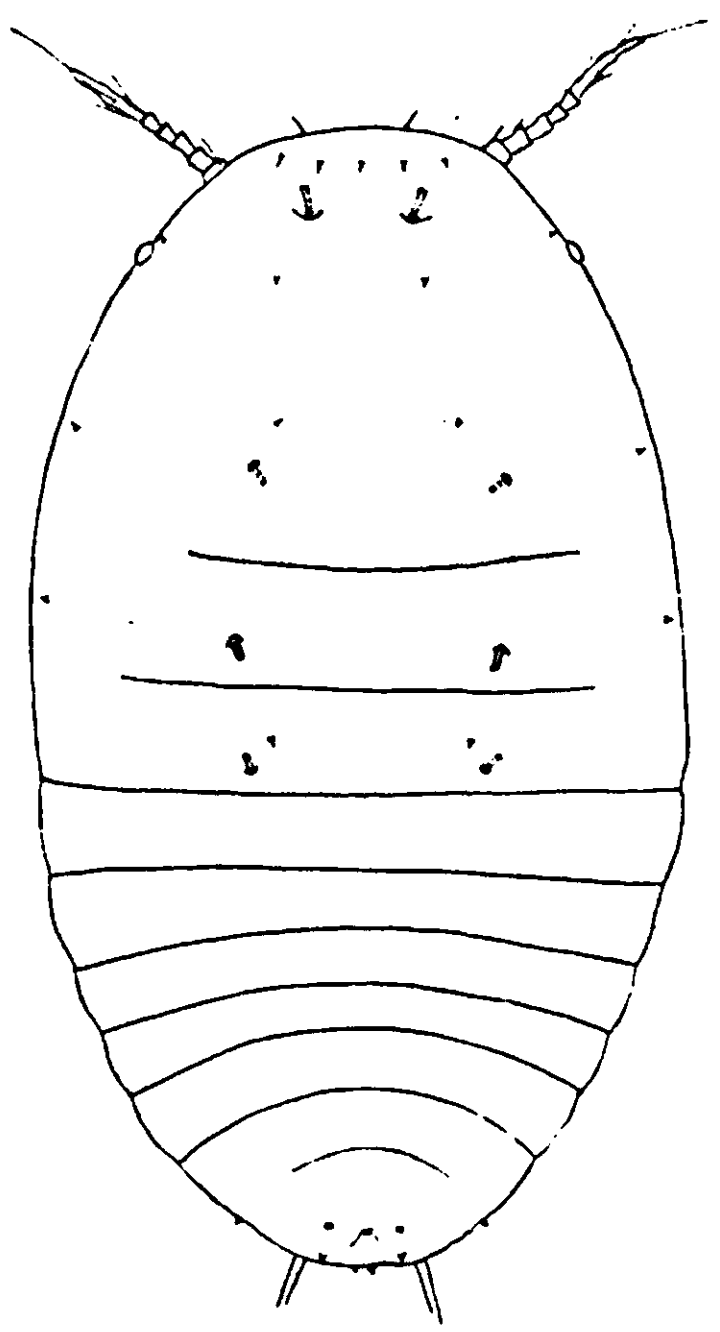

Fig. 1*a*. Larve I, dorsaal
(*Larva I, dorsal view*)

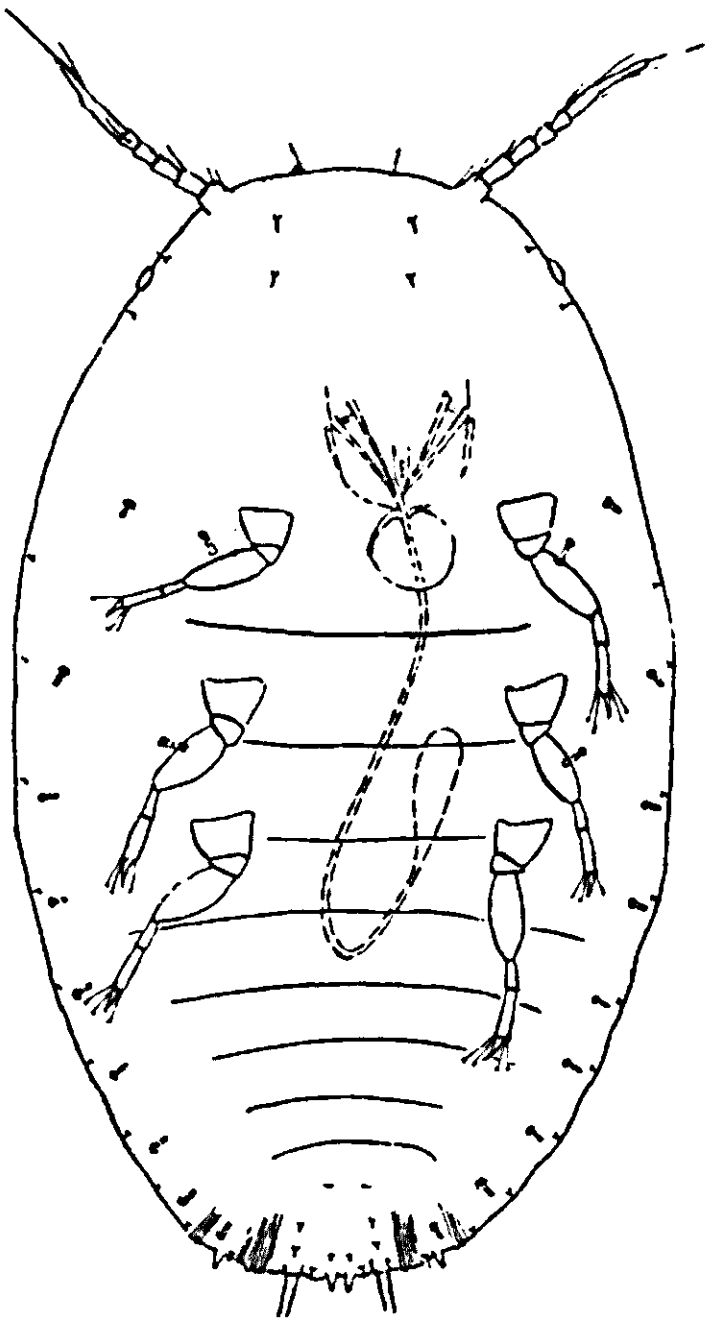

Fig. 1*b*. Larve I, ventraal
(*Larva I, ventral view*)

Larve I is ovaal van vorm en dorsoventraal afgeplat. De gemiddelde lichaamslengte en breedte van pas uit het ei gekropen larven bedraagt resp. 0,276 ± 0,005 mm en 0,161 ± 0,007 mm (n = 7).

De kleur, soms niet overal van een gelijke intensiteit, is bloedrood. Op de diverse segmenten kunnen namelijk lichter rood gekleurde onregelmatige gedeelten voorkomen.

De kop is goed ontwikkeld. Aan de voorrand, een weinig ventraal, staan de zes-ledige antennen ingeplant. De scapus is stevig gevormd, het vierde en vijfde lid zijn klein; dit laatste lid is soms moeilijk van het zesde lid te onderscheiden. Het eindlid is sterk in de lengte ontwikkeld en heeft een onregelmatig, enigszins bobbelig uiterlijk. Er staan vijf of zes haren op ingeplant, waarvan speciaal het haar aan de top lang is. De scapus draagt twee haren, het tweede en vijfde lid elk één, terwijl lid drie en vier haarloos zijn. De lengten der antenneleden verhouden zich als 5:4:4:2:2:12.

Onder de antennen, in de lichaamszijrand bevinden zich de eenlenzige ogen, die bij het levende dier donker tot zwart gepigmenteerd zijn.

Tussen de ogen en de antennen op het middenkopgedeelte liggen twee duidelijke kopklieren, die dorsaal hun uitmonding hebben op een kleine verhevenheid van de kophuid, die hier bovendien een grovere huidsculptuur vertoont. Tussen deze kopklieren en de kopvoorrand ligt een rij haren. Ventraal bevinden zich op het middenkopgedeelte enkele paren grotere haren, waarvan het voorste paar practisch op de kopvoorrand ligt en duidelijk uitsteekt.

De mandibulaire en maxillaire stiletten zijn met hun basis paarsgewijs aan een der chitinelijsten van het kopskelet verbonden. De kenmerkend gevormde lijsten (PESSON, 79) vormen tezamen met de stiletten het enige goed gechitiniseerde gedeelte van de overigens zwak gechitiniseerde larve I. De mandibulaire en maxillaire stiletten bevinden zich alvorens ze hun zuigfunctie beginnen, in de crumena, die als regel in een lusvorm binnen in het abdomen ligt.

De scheiding tussen caput en thorax is hoogstens vaag, doch meestal niet zichtbaar (cephalo-thorax).

De poten zijn goed ontwikkeld, speciaal de femora. De trochanters en coxae dragen ieder een kort haar. Zoals algemeen bij de *Cocciden* zijn de tarsen één-ledig en dragen één klauw. Op het tarsuiteinde staan vier lange geknopte haren.

Op elk der drie thoraxsegmenten bevindt zich een paar dunne buisvormige wasklierorgaantjes (lengte ongeveer 11 μ), die dorsaal hun uitmonding hebben. Ventraal ligt een dergelijk paar op de overgang van caput naar thorax, terwijl elk der beide overige thoracale segmenten eveneens een paar draagt, dat evenwel dichter bij de lichaamszijrand uitmondt. Het eerste en derde thoraxsegment draagt ventraal nog een stigma-paar. Vlak naast de uitmonding van de voorste stigmata ligt een zeer kleine wasporie.

Het abdomen bestaat uit zes of zeven nog zichtbare segmenten, waarvan evenwel de grens tussen segment zes en zeven meestal uitermate moeilijk is terug te vinden, terwijl de overige hierop volgende segmenten vergroeid zijn en het zgn. pygidium vormen.

In de zijrand van elk abdominaal segment mondt nog net iets ventraal een klein wasklierbuisje uit, van een zelfde vorm als dat der thoracale klieren. Al deze buisjes zijn te vergelijken met de zgn. „microducts" der latere ontwikkelingsstadia. Vlak bij de abdomenachterrand bevinden zich dorsaal nog een paar wasklierporiën.

Ingewikkelder van bouw is het pygidium aan de buikzijde. Hier staan twee lange stevige chitineuze staartharen ingeplant (lengte ± 0,130 mm). Hiertussen bevinden zich twee puntige abdominaaluitsteeksels. Aan de buitenkant van iedere caudale seta ligt in de pygidiumrand een brede drie- tot veellobbig geplooide uitgroeiing die zich ook naar binnen toe geplooid voortzet. Een weinig meer naar buiten bevindt zich nog een tweede geplooide uitgroeiing, die evenwel veel kleiner is. Tussen beide lobvormige pygidiumuitgroeiingen staat een puntig uitsteeksel.

c. Overgang van larve I naar larve II

De sterkere chitinisatie van de larve I-huid wijst er op, dat de larve spoedig zal vervellen. De jonge larve II ligt reeds in een ver ontwikkeld stadium binnen de oude perkamentachtige larve I-huid, zodat bij maceratiepreparaten vlak voor de vervelling duidelijk de segmentatie – de vorm der abdomenrand en de ligging der wasklierbuizen – valt waar te nemen.

Speciaal de afwikkeling der nieuwe stiletten in samenhang met het vervellingsproces werd bestudeerd.

Ondanks het feit, dat reeds BERLESE (5) door een morphologisch onderzoek bij *Aspidiotus limonii* aantoonde dat de stiletten voor een nieuw larvestadium eveneens opnieuw aangelegd en gevormd worden door hypodermale retortvormige instulpingen die gelegen zijn ter hoogte van de bases der oude stiletten, bleef deze kwestie tot omstreeks 1930 in de algemene entomologische literatuur onbekend en men nam eenvoudig aan dat de stiletten der larvae II en III dezelfde waren als die van het eerste larvestadium. Eerst in 1930 vermeldt WEBER (115) weer de aanleg der nieuwe stiletten en beschrijft dit zeer gedetailleerd. Over de afwikkeling der stiletten en de wijze waarop deze haar normale positie innemen, wordt evenwel niet veel gezegd.

Uit een morphologische studie van de *Chionaspis salicis*-larve I vlak vóór en tijdens de vervelling blijkt, dat men vier phasen kan onderscheiden:

Phase I. Ter weerszijden van de stilettenbases der larve I bevindt zich een spiraalbundel bestaande uit een nieuwe mandibulaire- en maxillaire stilet, die ieder in ongeveer vier windingen opgerold liggen. De gehele spiraalbundel heeft een diameter van ongeveer 50 μ. Binnen deze spiralen liggen de beide nieuwe stilettenbases, die evenwel geen constante plaats innemen (fig. 2*a*).

Phase II. Op het moment dat de larve I gaat vervellen ontstaat ventraal tussen de kopvoorrand en de clypeus (ter hoogte van de ogen) een scheur in de larve I-huid, die zich een weinig ventraal langs de lichaamszijrand in de benedenwaartse richting voortzet. De ventrale huid met ingegrip van monddelencomplex en poten wordt afgestroopt. De (oude) stiletten blijven tijdens de vervelling in het plantenweefsel achter, worden hieruit niet meer teruggetrokken en breken af binnen in het kopskelet op enige afstand van de bases. Deze manier van vervelling geldt algemeen voor de *Diaspidini*.

Bij de *Aspidiotini* ontstaat evenwel een huidscheur precies langs de gehele lichaamsrand, zodat twee afzonderlijke helften der larve I-huid overblijven (GREEN, 29).

Tijdens de vervelling bij de *Chionaspis salicis*-larve beginnen de nieuwe spiralen zich vanuit de buitenste windingen te ontrollen, buigen om in de mondholte en treden via de zwak conusvormige onderlip naar buiten (fig. 2*b*). Dit afrollen van de stiletten verloopt ongetwijfeld zeer snel, b.v. binnen enkele minuten.

De spiraalbundels liggen niet in een vlak evenwijdig aan het labium en er ont-

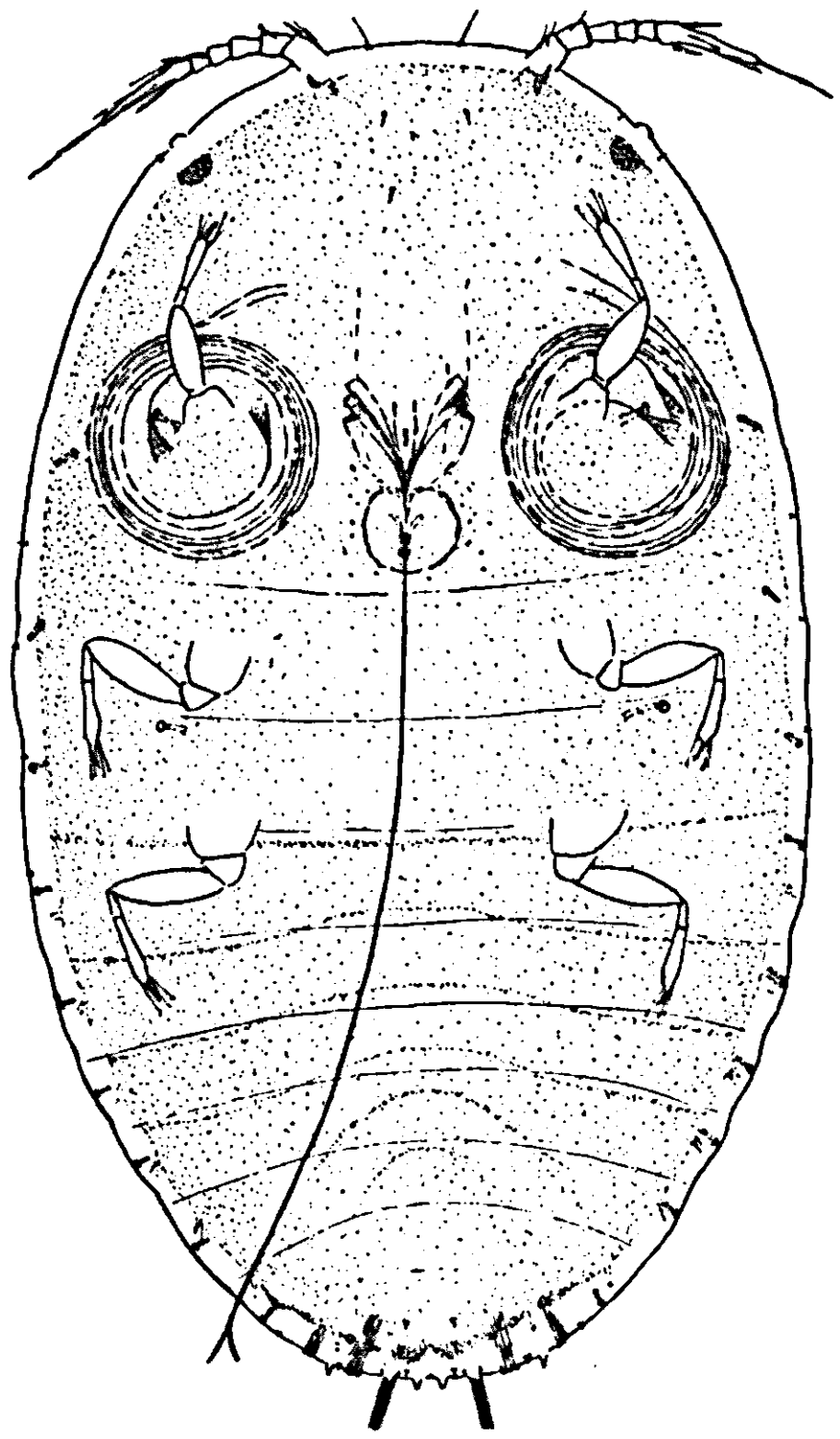

Fig. 2*a*. Ventraal
(*Ventral view*)

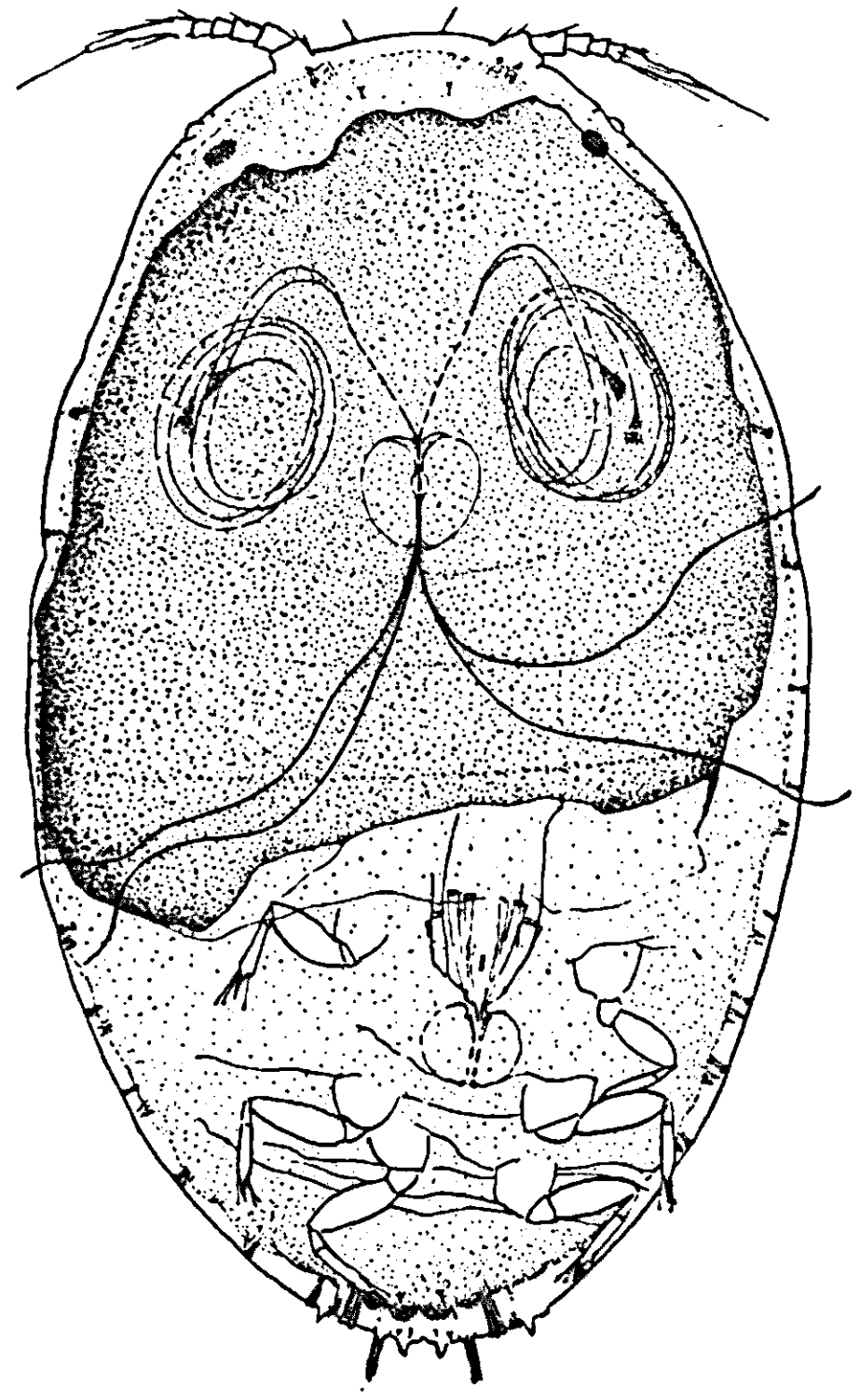

Fig. 2*b*. Ventraal
(*Ventral view*)

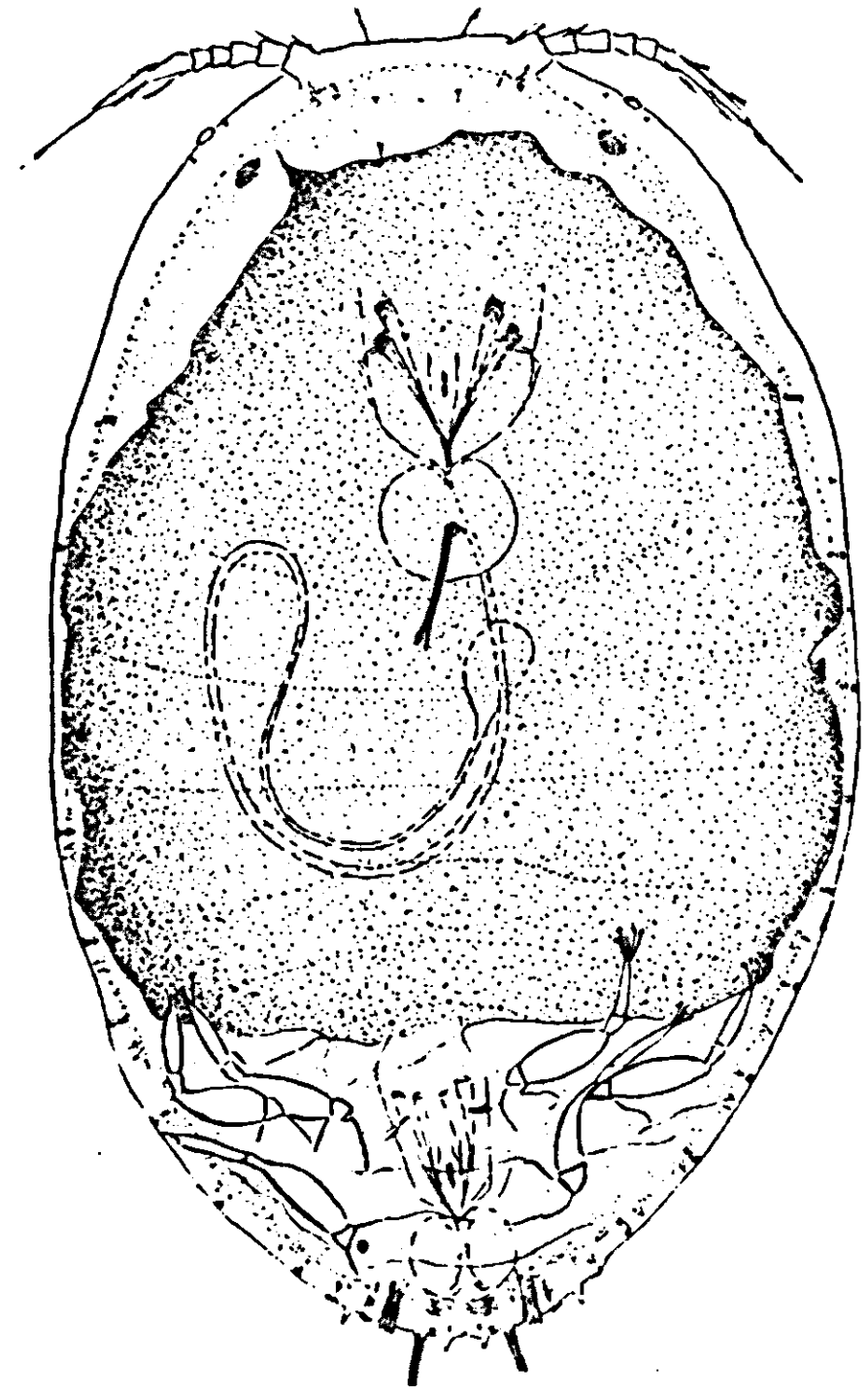

Fig. 2*c*. Ventraal
(*Ventral view*)

staat tijdens het afrollen een torsie in de stiletten. De bases der stiletten die tijdens het afrollen van plaats veranderen, komen uiteindelijk in de normale V-vorm te liggen die men steeds aantreft bij de diverse larvenstadia.

Phase III. De duur van deze phase moet wel uiterst kort zijn, want ondanks het vervaardigen van honderden preparaten gelukte het niet hiervan iets te zien te krijgen. Zij vormt echter ontegenzeggelijk de schakel tussen de phasen II en IV. De vrij buiten het labium liggende stiletten zijn na totale ontrolling torsievrij en zullen snel en krachtig via de mondopening naar binnen getrokken worden, tijdens welke beweging de maxillaire stiletten ineen zullen schuiven, terwijl ook het mandibulaire paar hier omheen nauw aansluit.

Phase IV. In dit eindstadium treft men steeds de stiletten aan binnen de larve II. Ze liggen niet meer los van elkaar doch vormen een gemeenschappelijke bundel en lopen eerst vanaf hun bases achterlangs het labium (ventraal bezien) waarna ze in de crumena komen. Nadat de stiletten deze geheel doorlopen hebben, zodat een typische lusvorm ontstaat, komen ze wederom in de mondholte en treden via het labium naar buiten om zich opnieuw in het plantenweefsel in te boren. De ventrale larve I-huid is inmiddels geheel naar het abdomenuiteinde weggeschoven (fig. 2*c*). Bij de overgang van larve II naar larve III vindt de vorming en het afrollen der nieuwe stiletten op geheel analoge wijze plaats.

HERIOT (35) onderzocht dit proces bij *Lepidosaphes ulmi* L. Ook hij vindt het naar buitentreden der stiletten tijdens het afrollen, doch beschouwt het als een artefact tengevolge van de maceratie. Dit lijkt mij echter niet het geval, want men zou dan ongetwijfeld bij vele preparaten die de goed ontwikkelde spiraalbundels vertonen, dergelijke vroegtijdige ontrollingen moeten waarnemen.

Ook WILCKE (117) toonde bij *Psylla buxi* L. aan, dat de stilettenparen tijdens de differentiatie van het embryo eerst afrollen en tegelijkertijd vrij buiten de mondholte komen te liggen om er daarna wederom lusvormig in te worden teruggetrokken.

d. Larve II

De vrouwelijke larve II (fig. 3) is enigszins peervormig, terwijl het lichaam niet meer, zoals bij larve I, dorsoventraal is afgeplat. De gemiddelde lengte en breedte van enkele dagen oude larvae II bedraagt resp. 0,351 $\pm$ 0,003 mm en 0,212 $\pm$ 0,004 mm (n = 8).

Kleur: De jonge larven zijn oranje-bruin, soms wat rose van kleur. Onregelmatige lichter gekleurde gedeelten komen voor.

De kop vertoont op enige afstand onder de antennen in de lichaamszijrand een donkere, ronde tot ovale vlek (diameter ongeveer 13 μ), die in melkzuur met een paars-blauwe kleur oplost. Bij de kopvoorrand aan de binnenzijde der beide antennen bevinden zich nog twee kleine vaag donkere vlekken (diameter ongeveer 10 μ), die een onregelmatige paarsrode pigmentkorreling te zien geven, indien men de larven, alvorens ze in Berlese in te sluiten, gedurende een halve dag in koud melkzuur laat liggen.

Mediaan lopen in de lengterichting binnen in het lichaam, vanaf het einde der metathorax tot ongeveer het derde abdominaalsegment, twee donkerbruine smalle bandjes, die soms zo dicht bijeen liggen, dat slechts één bredere band valt waar te nemen. Het zijn de beide malphigische vaten die door de huid heenschemeren, welke in de familie der *Diaspididae* deze zo typische vorm en ligging hebben. (WEBER, 115; PESSON, 79).

Het pygidium is bij de vrouwelijke larve II sterk ontwikkeld en opvallend bruingeel gechitiniseerd. Verscheidene gedeelten, rond tot ovaal van vorm en dorsaal regelmatig over het pygidium gerangschikt, zijn evenwel minder sterk gechitiniseerd en geven daardoor het pygidium in microscopische preparaten een gevlekt uiterlijk.

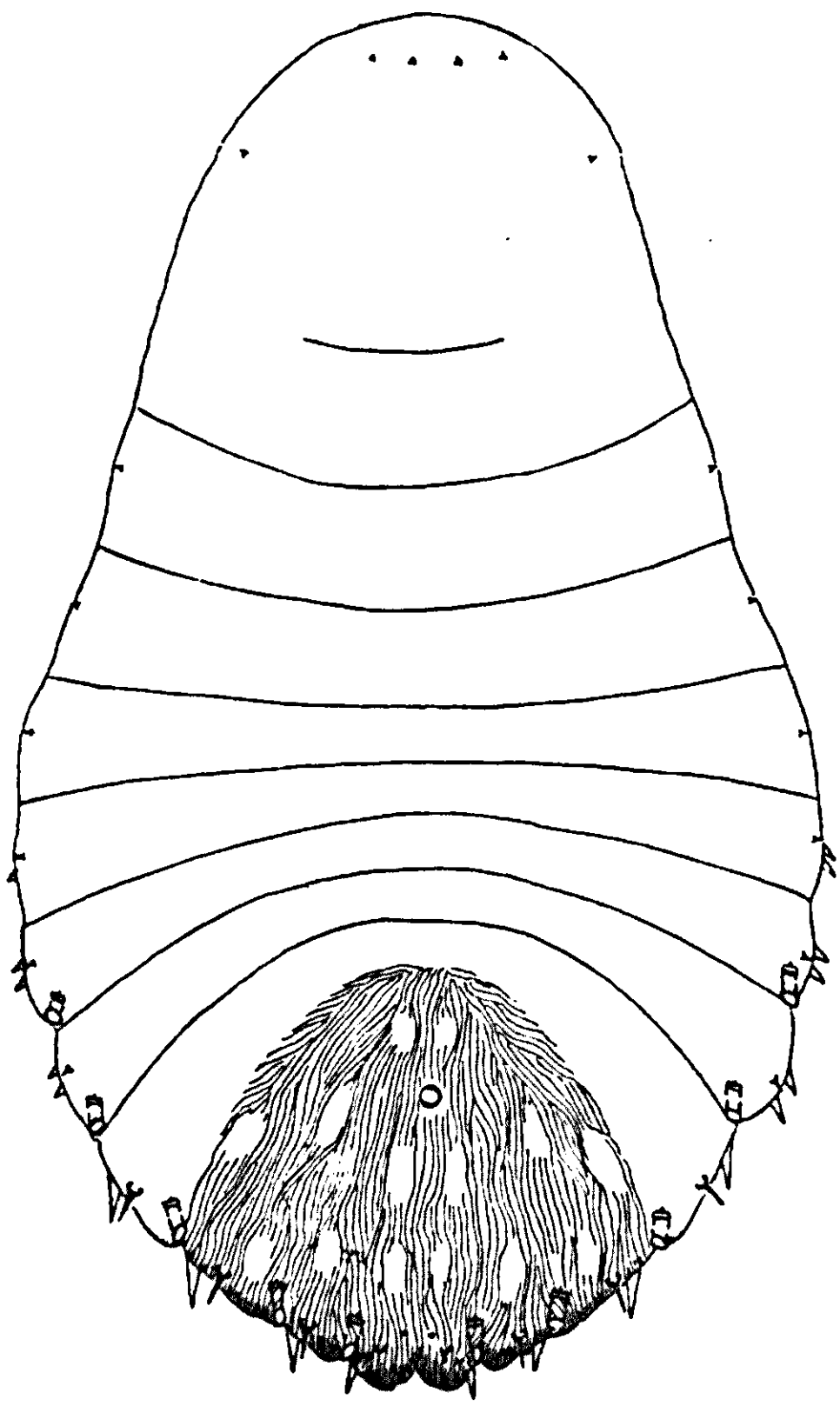

Fig. 3*a*. Vrouwelijke larve II, dorsaal
(*Female larva II, dorsal view*)

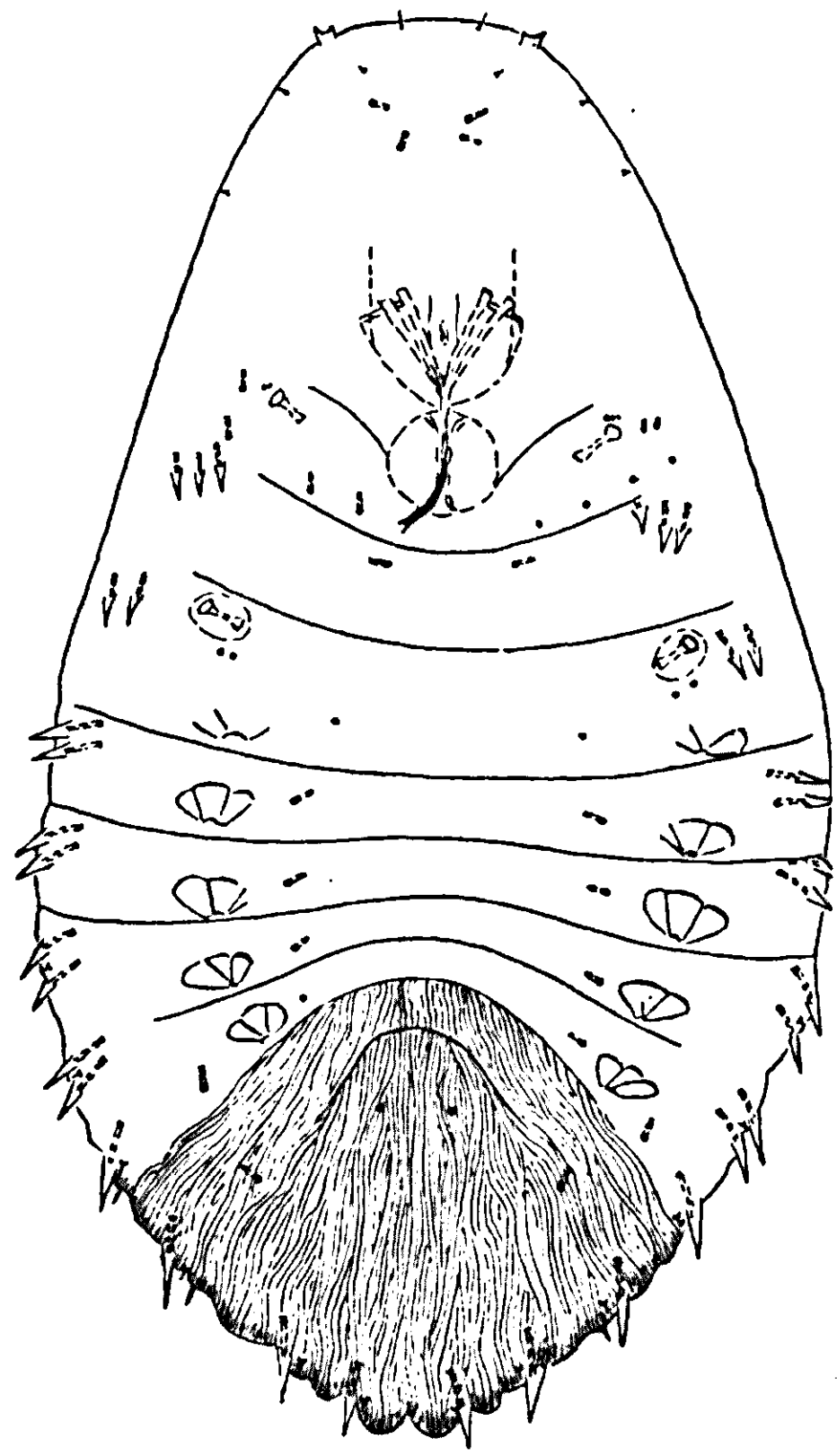

Fig. 3*b*. Vrouwelijke larve II, ventraal
(*Female larva II, ventral view*)

Verschillende organen hebben in vergelijking met die der larve I een sterke reductie ondergaan of zijn zelfs geheel verdwenen. De antennen bestaan b.v. uit slechts één kort lid, waarop naast een zeer klein chitineus puntvormig uitsteeksel nog een haarvormige uitgroeiing staat. De bij de larve I nog duidelijk aanwezige éénlenzige ogen zijn thans zeer sterk gereduceerd en uiterst moeilijk terug te vinden. De poten zijn geheel afwezig, evenals de beide staartdraden. Daarentegen is het monddelen-complex evenals het pygidium sterk ontwikkeld, terwijl verder over het lichaam nog vele wasklierbuisjes voorkomen.

De larve II is met uitzondering van kopskelet, monddelencomplex en pygidium zwak gechitiniseerd. De segmentgrenzen tussen caput en thorax en van de thoraxsegmenten onderling zijn hierdoor, speciaal ventraal, moeilijk aan te wijzen.

Larve II (zie fig. 3*a*) draagt dorsaal noch op de kop, noch op de thorax was-

klieren. Op het derde abdominaalsegment en verder op de volgende segmenten bevindt zich aan beide kanten een grote cylindrische wasklierbuis, die dorsaal precies in de lichaamszijrand uitmondt. In analogie met de moderne nomenclatuur voor de waskliervormen door MEYERS (65) en FERRIS (24) ingevoerd, die ook gebruikt zal worden bij mijn morphologische studie, heten deze grote cylindrische buizen: „two-barred ducts".

Dorsaal staat tussen twee van deze „ducts" een haar, dat een typisch verbrede basis heeft, terwijl twee paar van deze haren tussen de beide binnenste „ducts" aanwezig zijn.

De pygidiumrand vertoont verscheidene chitineuze lobvormige uitgroeiingen, waarvan het binnenste paar verreweg het sterkst ontwikkeld is. Beide lobben sluiten boven tegen elkaar, wijken naar onder toe uiteen en zijn hier aan de binnenkant en soms ook aan de buitenrand zwak gekarteld. Aan beide zijden van het lichaam liggen nog drie gepaarde lobben. Soms is nog vaag een kleine vierde uitgroeiing zichtbaar. Ventraal is het lichaam gecompliceerder van bouw (zie fig. 3*b*).

Thoraxsegment 1 draagt het voorste stigma-paar. Vlak boven de stigmaopening bevindt zich een klein wasklierveldje. Aan de voorrand van thoraxsegment 3 ligt het achterste stigma-paar.

Ter weerszijden van het tweede thoraxsegment bevinden zich drie doornachtige uitsteeksels waarbinnen een lange smalle wasklierbuis uitmondt. Men noemt deze uitsteeksels „glandspines". Deze komen verder gepaard voor op het derde thoraxsegment en de vier hierop volgende abdominaalsegmenten. In de pygidiumrand staan drie sterk ontwikkelde „glandspines", terwijl zich vlak naast elke grote mediane lob nog een kleinere bevindt.

Verder komen verspreid liggend, kleine wasklierbuisjes voor, die evenwel niet voorzien zijn van een uitsteeksel, doch direct ventraal vrij uitkomen. Men spreekt hier van „microducts". Onder de antennen, onder de beide stigmaparen en op de abdominaalsegmenten bevinden zich deze „microducts".

Aan de voorrand van de eerste vijf abdominaalsegmenten bevinden zich waaiervormige bloemkoolachtige structuren, die evenwel geen wasproducten afscheiden. Het zijn eigenaardig gevormde huidplooiingen. MEYERS (66) signaleert dergelijke structuren bij de larve III en noemt ze „conchiform plates".

e. Larve III

Larve III is langgerekt enigszins ovaal van vorm. De gemiddelde lengte en breedte van enkele dagen oude larven bedraagt resp. 0,744 $\pm$ 0,004 mm en 0,435 $\pm$ 0,005 mm (n = 10).

De kleur der jonge larve III is geel-rose, bij de volgroeide larve rood, het pygidium oranje-bruin. Beide ogen op de normale plaats gelegen, zijn bij een levend exemplaar als donkere vlekken zichtbaar. Na een maceratie vindt men hiervan niets meer terug. Blijkbaar was alleen nog een pigmentatie als laatste oogrudiment overgebleven.

Het lichaam is sterk bezet met allerlei typen wasklieren, die voor de systematiek zeer belangrijk zijn. FERRIS (23) geeft van het genus *Chionaspis* SIGNORET de volgende kenmerken, betrekking hebbend op volwassen wijfjes (larvae III):

„*Diaspididae* met „two-barred ducts" (tribus *Diaspidini*):

Het lichaam is langgerekt, spilvormig. De dorsaal gelegen „ducts" op de diverse segmenten als regel in regelmatige rijen gerangschikt, soms in groepjes bijeen. Ze komen voor op een variabel aantal abdominale segmenten doch met uitzondering

van de geheel aan de lichaamsrand gelegen „marginal ducts" komen ze niet verder dan het zesde segment. De rijen op diverse segmenten zijn gewoonlijk onderbroken. De binnenste rij draagt de zgn. „submedian ducts", de buitenste rij de „submarginal ducts". Het zesde abdominaalsegment heeft alleen nog een submediane rij en deze kan zelfs ook ontbreken.

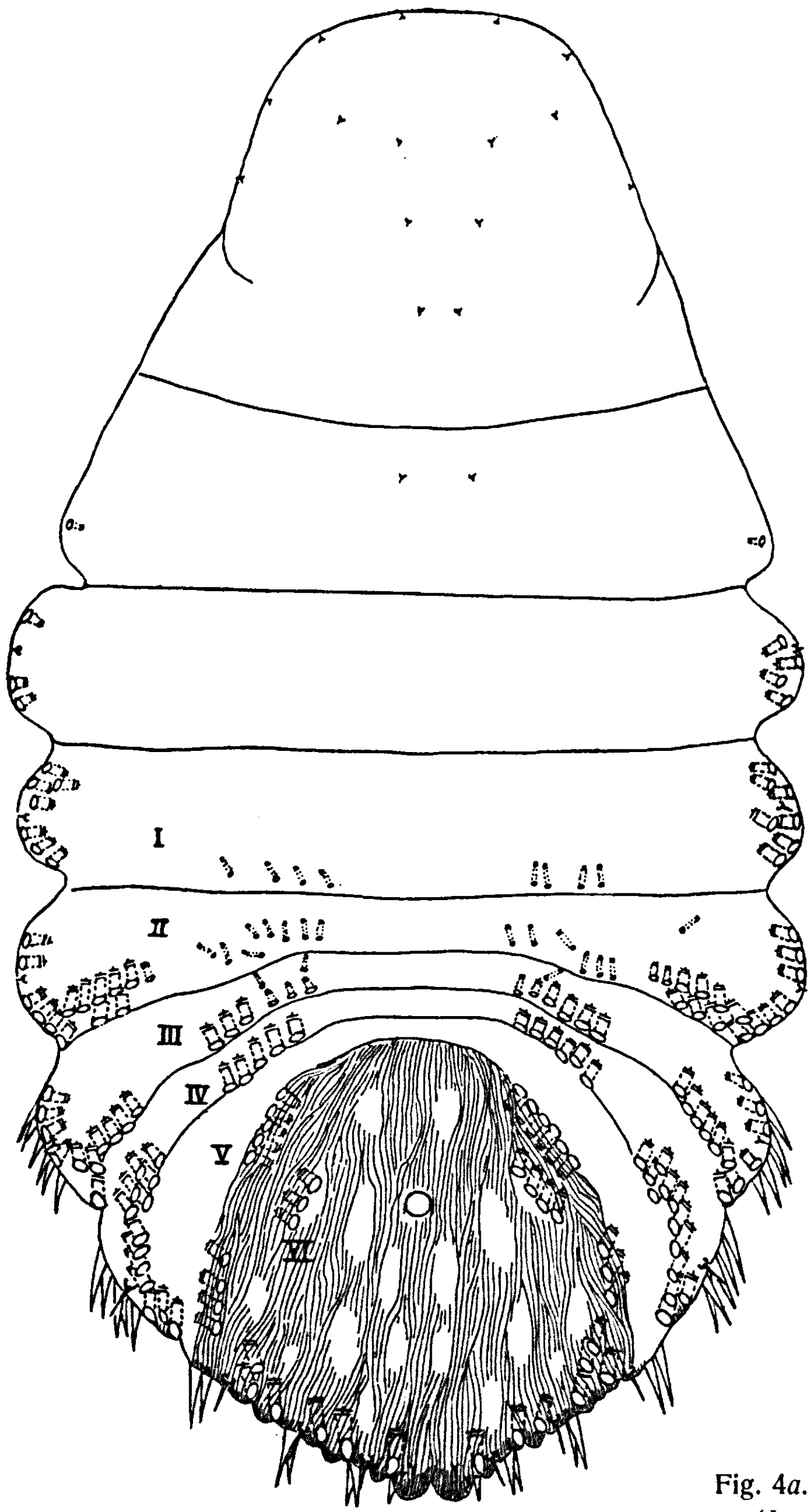

Fig. 4*a*. Larve III, dorsaal
(*Larva III, dorsal view*)

Tussen de mediane grote pygidiumlobben („median lobes") bevinden zich nimmer poriën of „glandspines". Ter weerszijden van de mediane lobben liggen steeds secundaire lobben, variabel in grootte en meestal duidelijk tweelobbig. „Glandspines" goed ontwikkeld en vaak gepaard. Om de genitale opening zijn vijf poriegroepen gerangschikt, zgn. „perivulvar-pore groups". De huid der larve III is weinig sterk gechitiniseerd, behalve bij het pygidium".

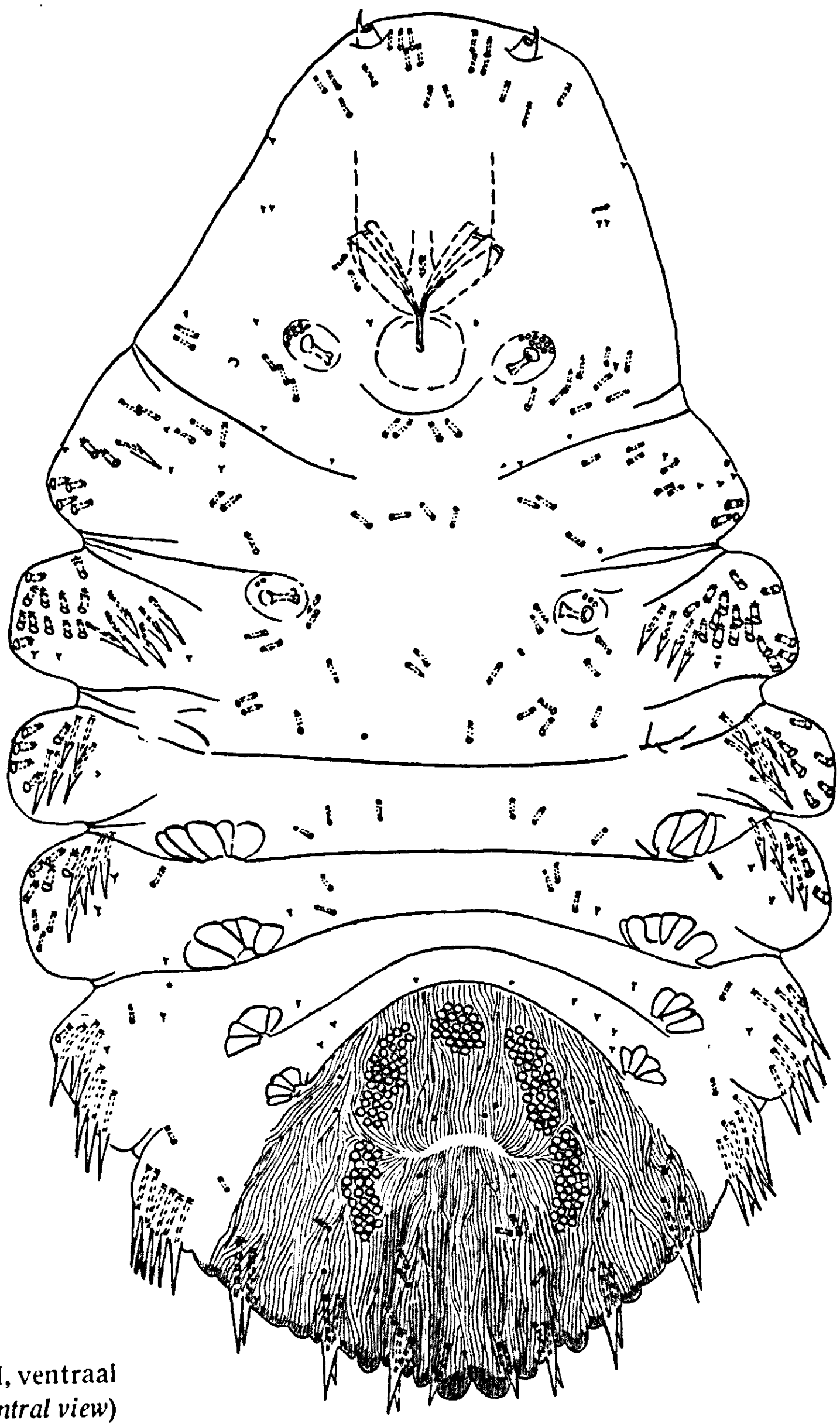

Fig. 4*b*. Larve III, ventraal
(*Larva III, ventral view*)

Het door mij bestudeerde materiaal had de volgende kenmerken:

Dorsaal (zie fig. 4*a*):

Op het kop-prothorax gedeelte komen geen wasporiën voor, terwijl de meso- en metathorax langs de randen slechts enkele „two-barred ducts" dragen. Deze zijn variabel in grootte en komen ook voor langs de randen van de eerste drie abdominaalsegmenten. De abdominaalsegmenten III t/m VI dragen de reeds genoemde submarginale en submediane „ducts". De submediane rij van segment III bestaat meestal uit grote en kleine „two-barred ducts". Segment II heeft alleen „submarginal ducts"; meer mediaan bevinden zich hier slechts „microducts" of hoogstens een enkel klein „two-barred duct".

De abdomenrand draagt nog „two-barred ducts", die met uitzondering van het „duct" direct naast een mediane lob gelegen, als regel gepaard voorkomen. Het buitenste „duct" van elk tweetal (bezien ten opzichte van de mediaanlijn) ligt meestal een weinig van de pygidiumrand teruggetrokken, zodat men het zou kunnen rekenen tot een submarginale porierij, terwijl het binnenste „duct" in ligging overeenkomt met een „duct" in de pygidiumrand der vrouwelijke larve II. De gehele pygidiumrand der larve III is trouwens grotendeels een versterkte weergave van die der vrouwelijke larve II. Dit blijkt hier ook uit de rangschikking en vorm der stevige haren.

Ventraal (zie fig. 4*b*):

Hier ontbreken de grote „two-barred ducts". Wel komen langs de lichaamszijrand op de plaatsen tussen de segment-insnoeringen, groepsgewijs vele kleine „two-barred ducts" voor. Vele „microducts" liggen overal verspreid.

Beide stigmaparen dragen vlak boven hun uitmonding een groepje poriën, dat bij de voorste stigmata goed ontwikkeld is (7–11 poriën). De „conchiform-plates", reeds besproken bij de larve II, zijn hier duidelijk zichtbaar. Het voorste paar is evenwel meestal gereduceerd. Bij het pygidium springen de vijf „perivulvar-pore groups" sterk in het oog. „Glandspines" treffen we groepsgewijs aan op de metathorax, schuin onder de stigmata. Verder bij de zijranden der abdominaalsegmenten I, II en III en practisch in de zijranden der segmenten IV en V, terwijl de pygidiumrand aan beide kanten nog drie regelmatig gerangschikte paren draagt, terwijl vlak naast een mediane lob nog één of twee kleinere „glandspines" staan.

Het blijkt dus uit het morphologisch onderzoek der larve III, alsmede uit dat van de hiervóór behandelde stadia, dat mijn schildluismateriaal behoort tot het genus *Chionaspis*. De beschrijvingen van de diverse *Chionaspis*-soorten in de oudste literatuur (SIGNORET, 96), blijken te vaag voor een soortbepaling. Eerst COOLEY (11) en NEWSTEAD (69) geven dusdanig duidelijke morphologische details, dat hieruit met zekerheid tot *salicis* L. als soortnaam voor mijn *Cocciden* te besluiten is.

Een lastige kwestie blijkt evenwel de sterke variabiliteit der soort *Chionaspis salicis* L. te zijn. Bij de nakomelingschap van één moederdier werden onderling vergeleken de aantallen dorsale grote „two-barred ducts" der segmenten III t/m VI (de kleine „ducts" vaak aanwezig in de submediane rij van segment III worden niet meegeteld), evenals de aantallen „perivulvar pores".

Hier volgen eerst vier voorbeelden van exemplaren afkomstig van één moederdier, doch overigens willekeurig genomen:

TABEL II

	A		B		C		D		E	
Submedian ducts:										
III.	3	3	2	2	1	1	2	3	0–7	
IV.	6	7	2	2	3	4	7	6	1–8	
V.	5	5	4	4	4	4	4	5	2–7	
VI.	1	1	2	2	3	2	3	2	1–5	
Submarginal ducts:										
III.	10	12	6	7	7	5	8	5	4–13	
IV.	7	8	4	6	6	6	9	7	4–15	
V.	8	8	7	4	5	4	4	4	1–9	
Perivulvar pores .	21		17		20		17		8–26	
	26	29	26	25	31	31	23	28	16–42	19–46
	27	28	26	21	23	23	20	27	10–31	16–35

In elk der kolommen A t/m D staan de aantallen „two-barred ducts" vermeld van één larve III en wel voor de beide lichaamshelften. Tevens staan in de kolom van elk der larven III de bijbehorende genitale poriën per groep genoteerd.

Er blijkt nu, dat er een duidelijke variatie bestaat in het aantal wasklierorganen bij individuen afkomstig van één moederdier. Hun aantal is dus niet erfelijk constant.

Vervolgens staat in kolom E de variatie breedte aangegeven voor dertig exemplaren afkomstig van meerdere moederdieren. Binnen de soort *Ch. salicis* L. bestaat dus een grote variabiliteit. Dit feit is niet altijd onderkend met als gevolg, dat vele oude soortnamen in het genus *Chionaspis*, gebaseerd op bepaalde aantallen circumgenitale poriën foutief bleken en synoniem zijn met *Chionaspis salicis* L. Dit is b.v. het geval met de door SIGNORET (96) ingevoerde *Chionaspis* spp.: *Ch. populi*, *Ch. fraxini*, *Ch. alni*, *Ch. vaccini*, *Ch. aceris*, die onderling verschilden in aantal circumgenitaal poriën.

GRISWOLD (30) bestudeerde de aantallen circumgenitale poriën bij *Lepidosaphes ulmi* L., een aan *Ch. salicis* nauw verwante schildluis. Hij vergeleek de aantallen poriën van elk der vijf poriëngroepen bij schildluismateriaal afkomstig van appel met de overeenkomstige groep bij materiaal dat de sering tot voedselplant had. Steeds vond hij verschillen in variabiliteit tussen de poriënaantallen in de circumgenitale groepen, zodat hij hierdoor binnen de soort *Lepidosaphes ulmi* een zgn. „apple-form" en „lilac-form" onderscheidt. Het optreden van deze twee vormen kan m.i. als volgt verklaard worden: We hebben hier te maken met twee afzonderlijke populaties, voorkomend op twee verschillende voedselplanten die ieder groeien in een meer of minder ver van elkaar verwijderd liggend milieu. Elke populatie stamt af van één moederdier, dat eens die bepaalde voedselplant in dat bepaalde milieu, voor het eerst infecteerde. De nakomelingschap van het ene bepaalde wijfje nu is „erfelijk variabel" (ten aanzien van wasklierporiën b.v.). De nakomelingschap van het andere wijfje is hiervoor iets verschillend erfelijk variabel. Deze onderling verschillende erfelijke variabiliteit maakt een onderscheiding in „forms" mogelijk. Alle onderling enigszins verschillende erfelijke variabiliteiten vallen evenwel binnen de grote variabiliteit der soort *Lepidosaphes ulmi*, dus binnen de variatie veroorzaakt door alle willekeurige tot de soort behorende individuen.

Op een overeenkomstige wijze had SIGNORET misschien ook een „populi form", een „fraxini form" c.a. in kunnen voeren. Door evenwel nieuwe soortnamen te gebruiken, miskende hij de variabiliteit der soort.

Ten aanzien van de in Amerika algemeen voorkomende *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH en de in Europa aanwezige *Chionaspis salicis* L. bestaat nog een andere kwestie.

FERRIS (23) onderscheidt bij *salicis-nigrae* twee morphologisch extreme gevallen:

a. De submediane porie-groep van segment VI bevat alleen zeer kleine „two-barred ducts" (ongeveer in grootte gelijk aan „microducts"), terwijl de mediane pygidiumlobben boven aaneensluiten. Dit geldt voor *Cocciden*-materiaal op *Salix nigra* afkomstig uit Texas.

b. Er komen alleen normale grote „two-barred ducts" voor op segment VI, terwijl zich tussen de afzonderlijk staande mediane lobben twee uitsteeksels bevinden. Dit geldt voor materiaal afkomstig van *Salix* sp. uit Indiana.

In beide gevallen bevinden zich tussen en ook in de submediane rijen van grote „two-barred ducts", vele kleine „ducts".

Tussen beide extremen komen nu allerlei overgangen voor.

De door mij bestudeerde *Chionaspis salicis* L.-exemplaren hebben alleen grote „ducts" op segment VI (variabel aantal: 1–5) en meestal aaneensluitende mediane lobben zonder duidelijke uitsteeksels ertussen. De mediane lobben staan soms evenwel uit elkaar en vertonen dan ook het paar uitsteeksels.

De *Ch. salicis*-exemplaren staan dus wat deze kenmerken betreft tussen de beide Amerikaanse extremen in. De abdomen achterrand met zijn lobvormige uitgroeiingen en de op verbrede basis staande haren, blijkt voor Europees en Amerikaans materiaal gelijk.

Dit geldt ook voor de „glandspines", waarvan de aantallen voor de diverse groepen, te beginnen met de „glandspines" die vlak naast een mediane lob gelegen zijn en verder voor de meer opwaarts gelegen uitsteeksels, als volgt kunnen variëren: 1–2, 1–2, 1–2, 1–2, 4–8. In verreweg de meeste gevallen komen de „glandspines"in de eerste vier groepen gepaard voor.

Het enige verschilpunt blijkt te zijn het ontbreken van de kleine „ducts" tussen en in de submediane „two-barred ducts"-rijen IV, V en VI bij mijn materiaal, die bij de Amerikaanse exemplaren wel aanwezig zijn. COOLEY (11), die zowel de Europese *Chionaspis salicis* L. beschrijft als Amerikaans materiaal dat reeds eerder door WALSH (114) vaag getypeerd was, voert hiervoor de nieuwe naam *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH in. Hij motiveert dit door de volgende morphologische details:

„...the dorsal gland-orifices are often of two kinds in this species. Beside the usual groups of oval orifices there frequently occur smaller circular ones which are also placed in groups..."

Ook HERRICK (36) en LAWSON (51) geven een gelijkluidende beschrijving.

Hoe „often" en „frequently" dit voorkomt, wordt niet vermeld. Alle andere kenmerken, zoals rangschikking en aantal „glandspines" van het pygidium, de lobvormige uitgroeiingen van de abdomenrand, de circumgenitale poriën etc. zijn voor *salicis* L. en *salicis-nigrae* WALSH practisch gelijk.

Het is nu de vraag of men een nieuwe soortnaam mag invoeren die gebaseerd is op dergelijke morphologische afwijkende details. COMSTOCK (9) vermeldt het door hem onderzochte Amerikaanse materiaal wel onder de naam *Ch. salicis* L.,

terwijl latere schrijvers, o.a. SANDERS (92) en FERRIS (23), *Ch. salicis-nigrae* WALSH erkennen.

Mocht men evenwel in de toekomst bij *Cocciden* van Europese origine deze kleinere wasklierbuisjes vinden of omgekeerd in Amerika exemplaren aantreffen zonder deze kleine "ducts", dan komt onherroepelijk de soortnaam *Ch. salicis-nigrae* WALSH te vervallen. Momenteel kan men over de ruimheid van het soortbegrip discussiëren.

B. DE MANNELIJKE ONTWIKKELINGSSTADIA

a. Het ei (zie hiervoor onder A)

b. Larve I

Men heeft vaak beweerd, dat er een verschil tussen de beide geslachten in het eerste larvestadium zou bestaan, doch nimmer werd dit met zekerheid vastgesteld (REH, 87).

Ook bij *Chionaspis salicis* L. zijn wat grootte, kleur, morphologie van kop, thorax, antennen, poten en ligging van wasklieren betreft geen verschillen aan te wijzen. De abdomensegmentatie leek de schrijver aanvankelijk toch nog een sexeverschilpunt te zullen opleveren. Worden namelijk maceratiepreparaten gemaakt van larvae I, die op het punt staan om te vervellen, dan is de dorsale segmentatie het duidelijkst, terwijl tevens binnen in de larve I de sexueel sterk verschillende larve II zichtbaar is. Bij de mannelijke larve I is de grens tussen segment VI en VII nog wel aan te wijzen, bij de vrouwelijke larve I niet.

Het blijkt echter bij het nauwkeurig bestuderen van vele larven, dat er toch geregeld vrouwelijke larvae I voorkomen, waarbij ook een vage grens tussen segment VI en VII valt waar te nemen. Bedenkt men verder, dat bij jongere larvae I de gehele abdominale segmentatie zwakker is dan vlak vóór de vervelling, dan is het duidelijk, dat ook ten aanzien van het aantal segmenten geen sexeverschil is aan te tonen.

c. Larve II

Wat grootte en kleur betreft kan naar de vrouwelijke larve II verwezen worden. De mannelijke larve II (fig. 5) vertoont voor het eerst zeer duidelijke verschillen met de vrouwelijke larve II. Als verschilpunten kunnen opgegeven worden:

a. Er zijn zeven zichtbare abdominaalsegmenten, terwijl de vrouwelijke larve slechts zes afzonderlijke segmenten vertoont.

b. De voor het wijfje zo kenmerkende pygidium-chitinisatie ontbreekt hier geheel.

c. De thorax en de zeven abdominale segmenten zijn zowel ventraal als dorsaal met vele wasklieren bezet. Ten aanzien van dit laatste punt moet het volgende vermeld worden:

Pro- en mesothorax dragen dorsaal alleen groepjes of rijen kleine „two-barred ducts" aan de zijranden. Ventraal wordt de zaak gecompliceerder. Geheel tegen de voorrand van de prothorax ligt een duidelijk groot stigma. Vlak boven de monding bevindt zich een uit 3–5 kleine poriën bestaand wasklierveldje. Direct onder het stigma liggen ongeveer 3–4 „glandspines". Deze uitsteeksels liggen verder ook schuin achter het tweede stigmapaar. De prothorax draagt in de omgeving van het stigma nog een aantal „microducts", terwijl ook de metathorax er enkele heeft.

Op het abdomen treffen we zowel dorsaal als ventraal „microducts" aan, vaak

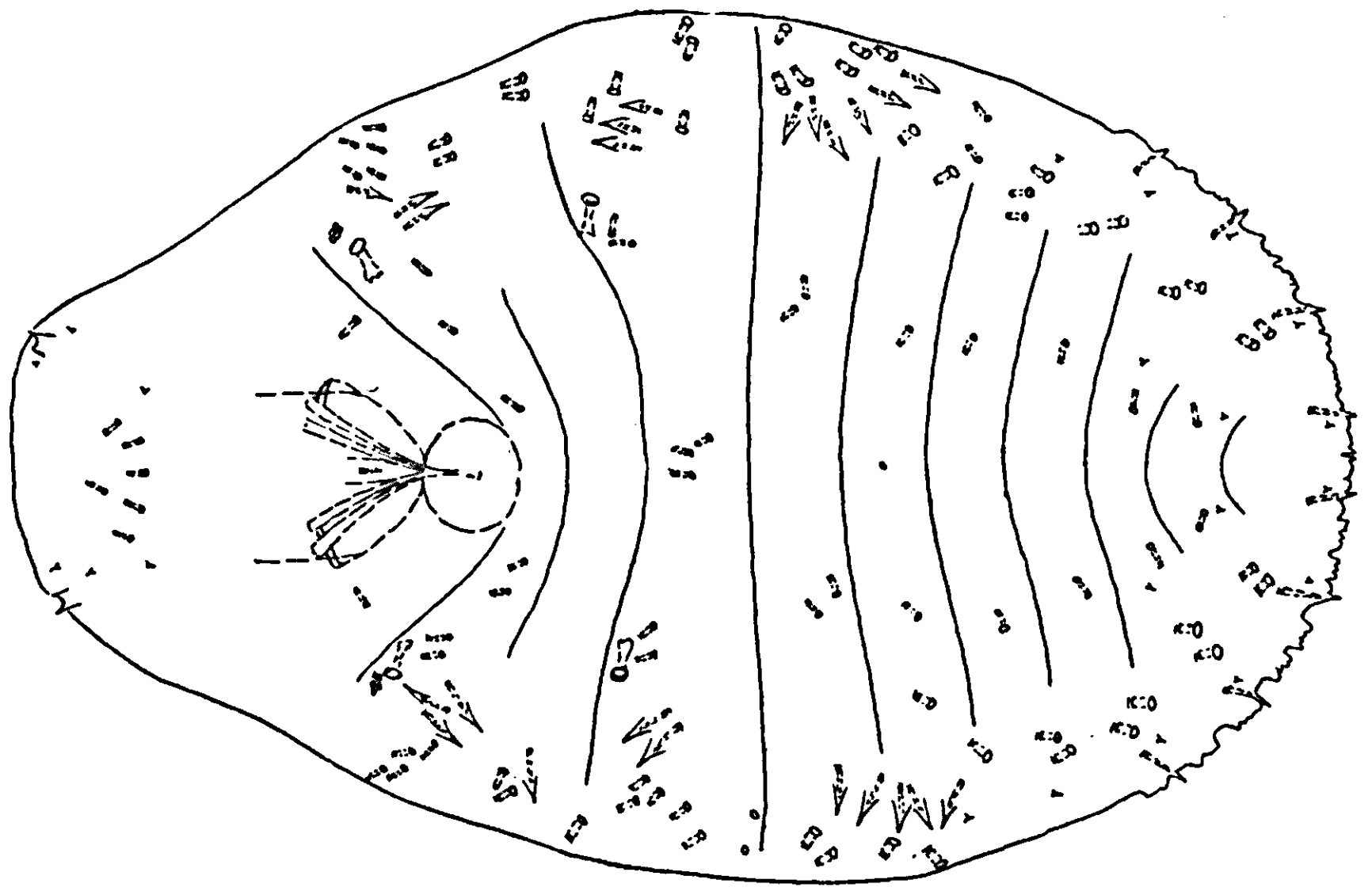

Fig. 5*b*. Mannelijke larve II, ventraal
(*Male larva II, ventral view*)

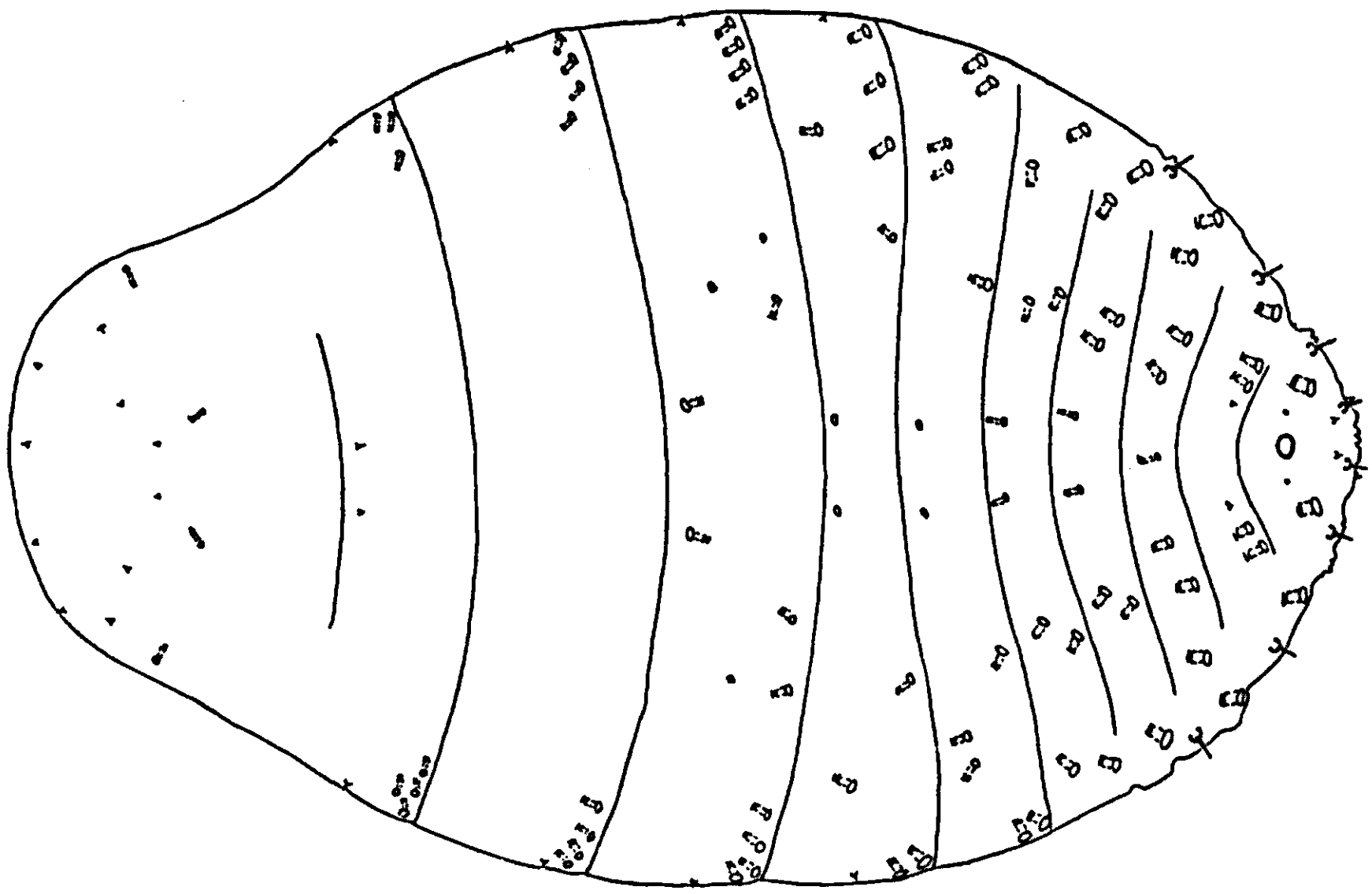

Fig. 5*a*. Mannelijke larve II, dorsaal
(*Male larva II, dorsal view*)

in regelmatige rijen, terwijl het eerste en tweede abdominaalsegment tezamen een ventraal bij de lichaamszijrand gelegen groep van 4–6 „glandspines" dragen.

Ook komen kleine „two-barred ducts" voor. De klieren die dorsaal uitmonden zijn in het algemeen wat groter dan de ventraal gelegen buisjes. Hoewel, zoals trouwens het geval is met alle klieren, hun aantal per segment bij de verschillende individuen variabel is, valt er toch steeds een regelmatige ligging te bespeuren.

Ze staan namelijk op de abdominale segmenten in enkele of soms dubbele lengterijen gerangschikt. „Conchiform-plates" ontbreken.

De abdomenachterrand bestaat uit een aantal onregelmatige, enigszins gekartelde lobvormige uitgroeiingen. De grote vrij regelmatige chitineuze pygidiumlobben, zo kenmerkend voor de vrouwelijke larve II, evenals de grote „two-barred ducts" (lengte en breedte ongeveer 18 en 7 μ), ontbreken hier.

Toch blijkt er bij nauwkeurige studie een duidelijke overeenkomst tussen de abdomenachterrand van de vrouwelijke en de mannelijke larve II.

In plaats van de grote dorsale „two-barred ducts" komen dito kleinere (lengte en breedte ongeveer 9 en 5 μ) voor. Ze monden evenwel niet zo precies in de achterrand uit als dat bij de vrouwelijke larve het geval is. Speciaal het paar op segment VII ligt wat teruggetrokken naast de anale opening. De ligging der dorsale haren met hun verbrede basis in de achterrand is geheel analoog aan die der vrouwelijke larve. Ventraal in de rand der laatste vier abdominale segmenten liggen evenals bij de vrouwelijke larve vier „glandspines". Deze zijn echter moeilijk waarneembaar tengevolge van de reeds gekartelde abodmenrand.

d. Het popstadium

Het popstadium komt alleen in het mannelijke geslacht voor. Het monddelencomplex is geheel verdwenen doch antennen, poten en soms vleugels zijn aanwezig. Deze bevinden zich in vrij liggende door de pophuid gevormde scheden, die evenwel stijf en onbeweeglijk zijn.

SIGNORET (96), COMSTOCK (9) en later o.a. SUTER (104) nemen aan, dat er bij de *Diaspididae* slechts één vervellingsstadium tussen de larve II en de imago voorkomt: de pupa. SCHMIDT (93), REH (87) e.a. vermoeden dat er nog een tussenvervelling plaats heeft, vóórdat de imago verschijnt. Inderdaad blijkt uit het onderzoek van de schrijver, dat bij *Chionaspis salicis* L. wel degelijk twee afzonderlijke, door een vervelling van elkaar gescheiden popstadia te onderscheiden zijn. Ook SULC (103) vindt bij het tot de *Cocciden* behorende genus *Lecanium* twee stadia: een praepupa- en een pupastadium.

Bij *Chionaspis salicis* L. doet zich evenwel een complicatie voor tengevolge van het feit, dat men zowel aptere als gevleugelde mannetjes aantreft, hetgeen uniek is voor de Europese schildluizen (NEWSTEAD, 69). Er zijn nu twee praepupae- en twee pupae vormen te onderscheiden:

De praepupa van het aptere *Ch. salicis*-mannetje (fig. 6)

De gemiddelde lengte en breedte bedragen resp. 0,563 $\pm$ 0,010 en 0,251 $\pm$ 0,009 mm (n = 6).

De kleur is bij de jonge praepupa direct na de vervelling van larve II nog overwegend geel-bruin, met hier en daar kleurloze hyaliene gedeelten. Later wordt de kleur oranje-rood. De kopvoorrand en de antennen blijven geel-hyalien. De ogen van de toekomstige imago schemeren ventraal donker paars-rood door. Aan de kopvoorrand liggen ventraal de beide vaag gesegmenteerde antennenscheden. De thorax is reeds goed ontwikkeld. Het voorste paar poten ligt tussen de beide antennen in naar boven gericht. Bij alle pootscheden is een onduidelijke segmentatie waarneembaar. Op de grens van pro- en mesothorax liggen twee duidelijke stigmata, die hun uitmonding hebben op de voorrand van de mesothorax. Het voorste deel van de metathorax draagt het achterste paar stigmata.

Het abdomen bestaat uit zeven duidelijke segmenten, terwijl enige tijd voor

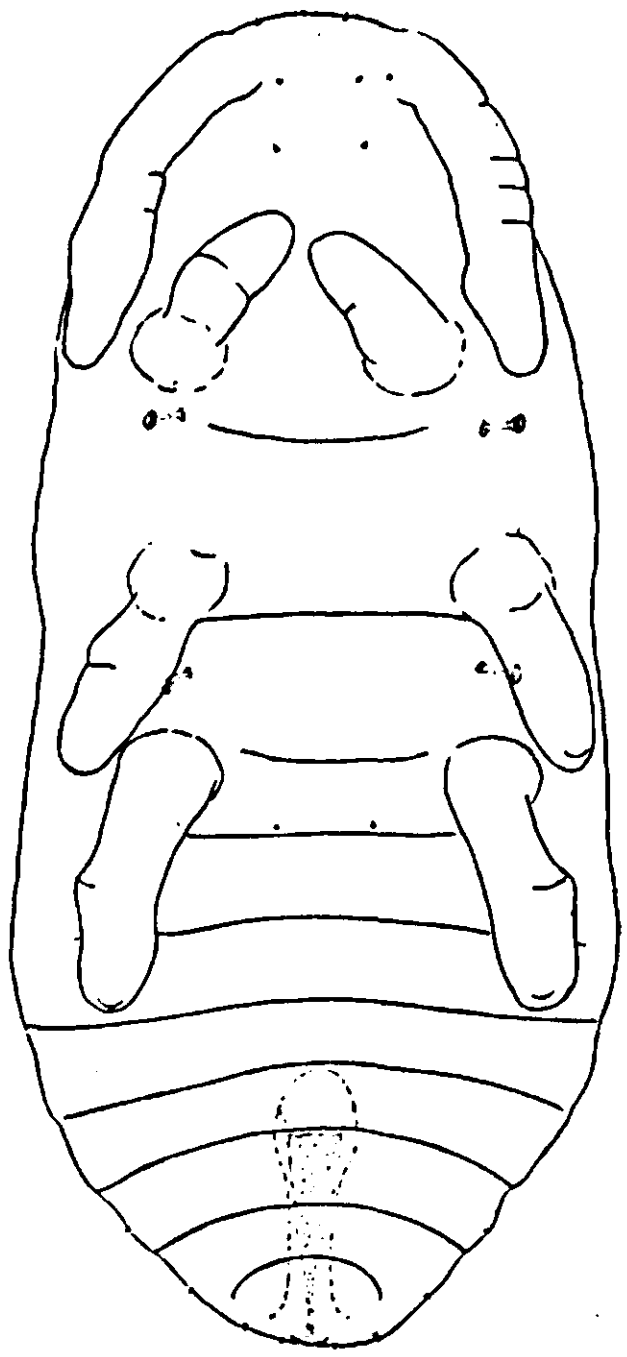

Fig. 6. Praepupa van aptere imago, ventraal
(*Praepupa of apterous imago, ventral view*)

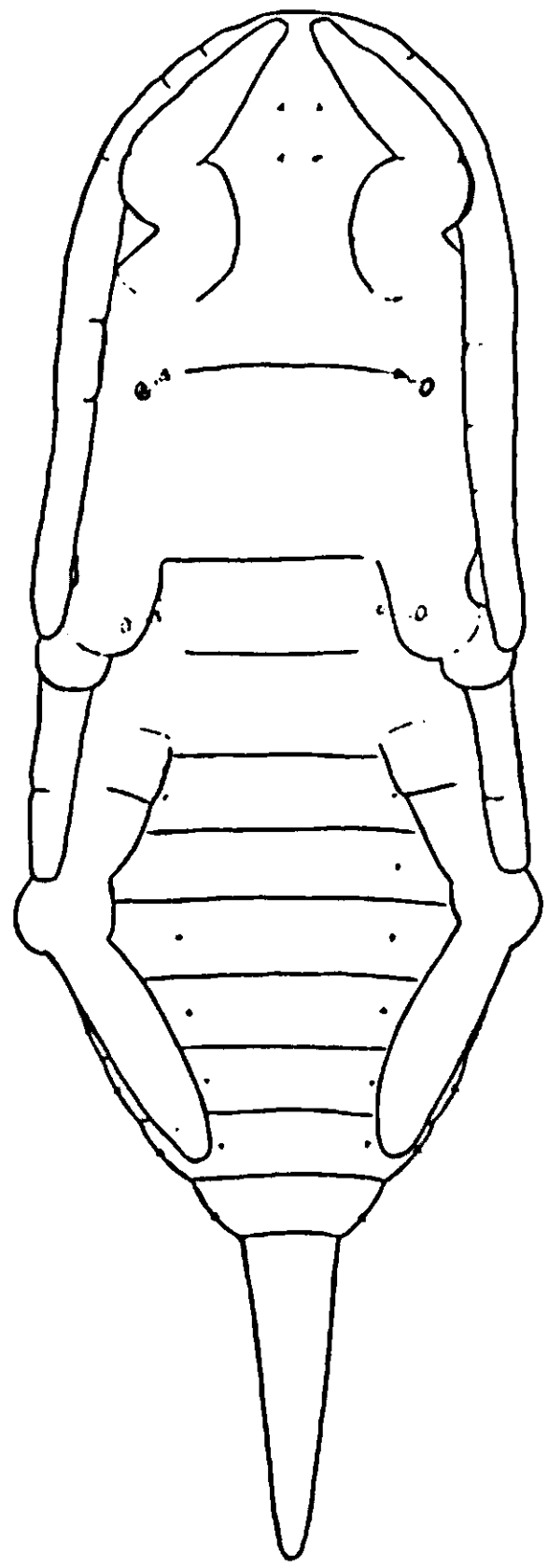

Fig. 7. Pupa van aptere imago, ventraal
(*Pupa of apterous imago, ventral view*)

de vervelling tot pupa, het abdomenuiteinde een kleine stompe uitstulping vertoont, welke als achtste segment kan worden beschouwd. De lange stylusschede, zo kenmerkend in het tweede popstadium, begint zich, vóór de vervelling van praepupa naar pupa, binnen de praepupa te differentiëren. Ze ligt hier binnen een instulping van het abdomen van de zich ontwikkelende pupa (zie fig. 6).

De pupa van het aptere *Ch. salicis*-mannetje (fig. 7)

De gemiddelde lengte, stylus meegerekend, en breedte bedragen resp. 0,672 ± 0,007 en 0,225 ± 0,002 mm (n = 8).

De kleur der jonge pupa is geel-oranje, terwijl verschillende gedeelten nog kleurloos zijn, b.v. de kopvoorrand, basis der antennen en stylus. Na enige tijd wordt de kleur donkerder: oranje-bruin, onregelmatige lichter gekleurde plekken blijven evenwel aanwezig.

De ogen van de zich binnen de pupa differentiërende imago schemeren donkerrood-zwart door; zowel dorsaal als ventraal zijn twee paar donkere vlekken zichtbaar, terwijl zich schuin achter iedere dorsale donkerrode pigmentvlek nog een klein donker plekje bevindt.

Wat de morphologie betreft, deze komt overeen met die van de praepupa. De scheden van de antennen en de poten zijn evenwel sterker uitgegroeid, terwijl nu duidelijk acht segmenten zichtbaar zijn, waarvan het laatste sterk is uitgegroeid tot een schede, waarbinnen de stylus van de imago zich zal differentiëren.

De praepupa en pupa van het gevleugelde mannetje

Wat grootte en kleur betreft kan verwezen worden naar de overeenkomstige stadia bij het aptere mannetje. Ook de daar vermelde morphologische details zijn hier geldig. De beide popstadia van het alate mannetje zijn evenwel gekenmerkt door vleugelscheden van het voorste vleugelpaar.

Bij de praepupa zijn deze scheden nog erg klein. Bij de pupa zijn ze langer uitgegroeid en ze liggen hier gedeeltelijk onder de naar achter lopende antennen in de zijranden der pupa.

c. De aptere mannelijke imago (fig. 8)

De gemiddelde lengte (stylus incluis) en breedte van een ongevleugeld mannetje bedragen resp. 0,811 ± 0,010 en 0,200 ± 0,004 mm (n = 10).

Dorsaal is de algemene lichaamskleur oranje-rood, ventraal meer oranje-geel. De tibiae en speciaal de tarsen blijven evenals de stylus enigszins geel en hyalien. De antennen zijn slechts zwak oranje-geel gekleurd; verscheidene antennenleden zelfs kleurloos en hyalien. Op boven- en onderzijde van de kop liggen twee donkerzwarte cirkelvormige plekken (oogpigment), terwijl er vlak achter het dorsale paar nog twee kleinere pigmentplekken aanwezig zijn. De oogkleurstof lost paarsrood op in melkzuur.

Morphologie: De kop is ongeveer driehoekig van vorm en is dorsaal, met uitzondering van de lobvormige genae, weinig ontwikkeld (kop hypognaat). Dorsaal en ventraal liggen twee grote bolle éénlenzige ogen; het ventrale paar staat het dichtst bijeen. Het kleine dorsale paar vlekken achter de grote éénlenzige ogen valt bij niet gemacereerde dieren direct op doch na maceratie zijn hier geen duidelijk zichtbare lensvormige ogen meer terug te vinden. Ventraal bevindt zich aan weerszijden van de kop een chitineuze gekromde lijst. De beide lijsten lopen naar onder conusvormig toe, buigen vóór de basale scheiding tussen kop en prosternum naar boven om en vormen een gemeenschappelijk chitine bandje, dat zich ter hoogte van de ventrale ogen een weinig verbreed. De top van de conus is zeer week, practisch niet gechitiniseerd en wordt gevormd door een enigszins napvormig lichaam. Volgens BERLESE (4) moet dit aanhangsel beschouwd worden als een rudimentair rostrum. Alle overige monddelen zijn afwezig.

Ventraal, ter hoogte van de basis der antenne ontspringt een korte smalle chitineuze ribbel, die het enigszins uitpuilende dorsale oog aan de achterzijkant steunt.

Dorsaal staan aan de kopvoorrand de zeer sterk ontwikkelde tienledige antennen ingeplant. De krachtig gevormde scapus draagt geen haren, de anellus is klein en voorzien van enkele korte haren. Alle overige antennenleden, met uitzondering van het eindlid, zijn langgerekt, tonvormig en dragen ieder ongeveer tien haren, die op kleine knobbelvormige uitgroeiingen staan. De haren zijn lang en krachtig ontwikkeld en kunnen zelfs de lengte der leden overschrijden. Het eindlid loopt spits toe en draagt ook meerdere haren, terwijl het lange haar, dat op de top staat, geknopt is. Op de kop zelf komen ook verschillende korte krachtige haren voor.

De thorax is goed ontwikkeld. De prothorax loopt dorsaal in het midden minder

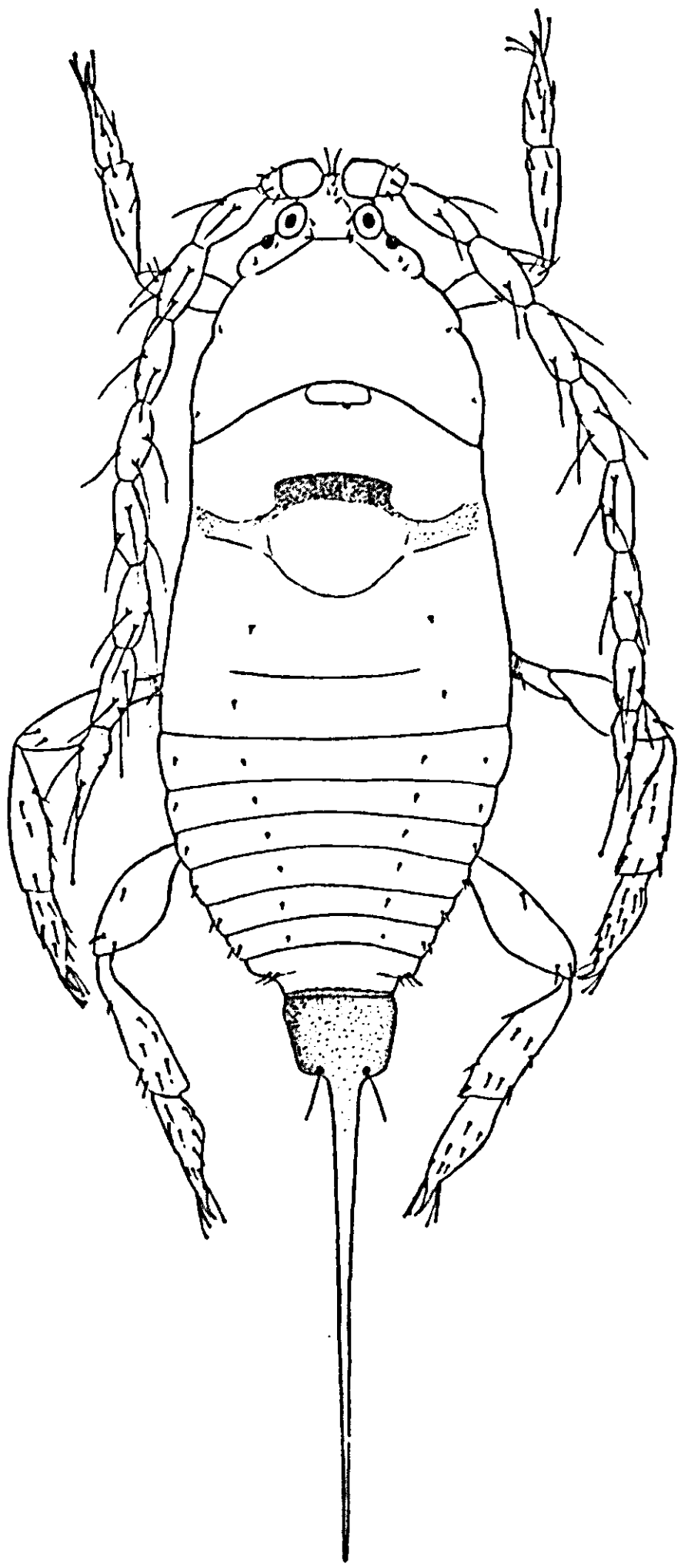

Fig. 8*a*. Mannelijke imago, dorsaal
(*Male imago, dorsal view*)

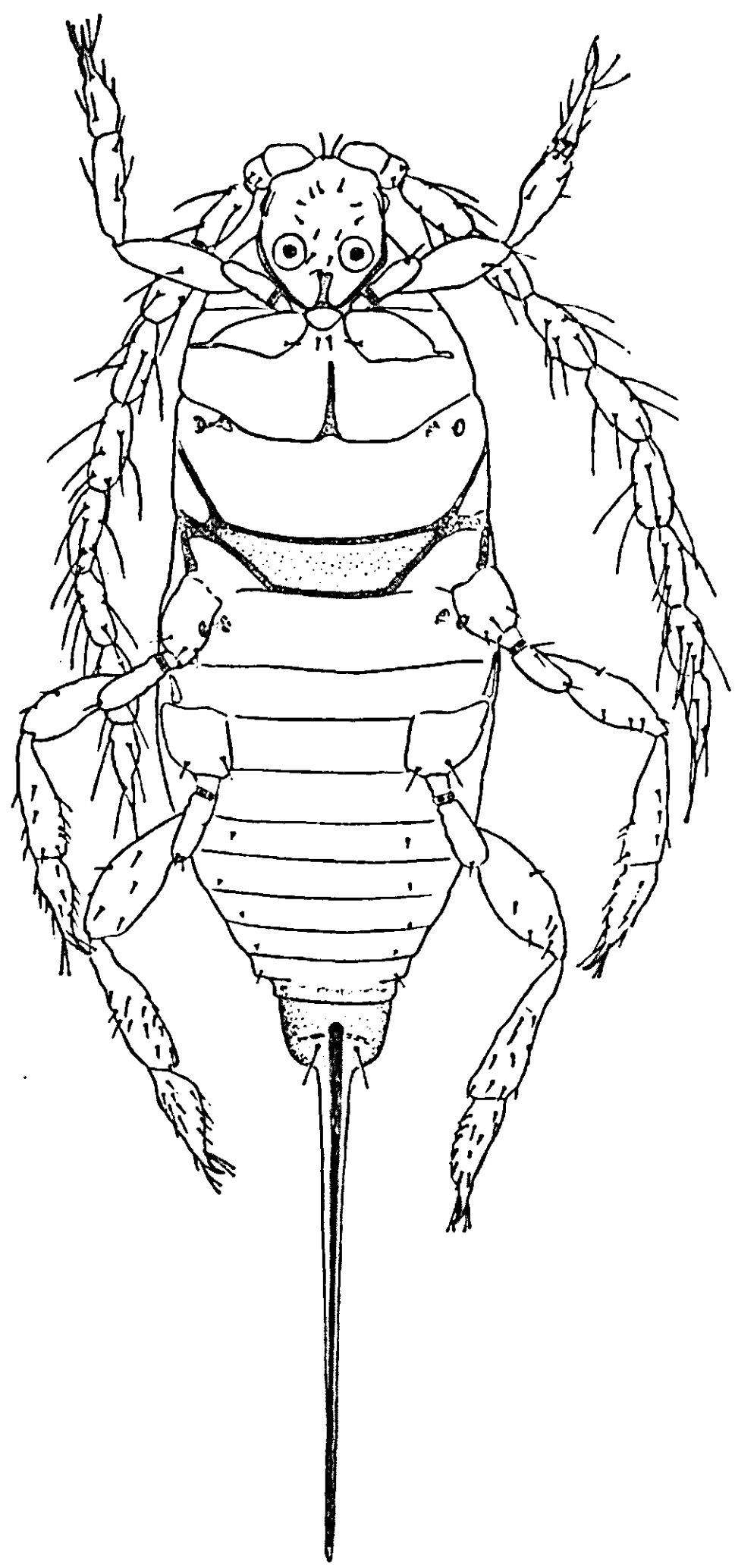

Fig. 8*b*. Mannelijke imago, ventraal
(*Male imago, ventral view*)

ver naar achter dan aan de ventrale zijde. Het prosternum is in de mediaanlijn een weinig ingesneden en vertoont hier een langgerekt chitine lijstje. Overigens is de prothorax week en zwak gechitiniseerd. De mesothorax is gecompliceerder van bouw. Dorsaal is de voorrand van het scutum gewelfd, terwijl hier mediaan aan de binnenzijde een vierhoekige tot ovale zône valt waar te nemen. Aan de achterzijde wordt het scutum door een sterk donker gechitiniseerd bandvormig sterniet van het scutellum afgescheiden. Het scutellum zelf is maar zwak ontwikkeld. Naar de lichaamszijrand loopt nog een stevige chitine lijst.

Ventraal is het mesosternum vooral langs de rand sterk ontwikkeld en vormt

als het ware een frame waarvan de achterrand naar binnen in het lichaam twee in een V-vorm staande chitinetanden afgeeft, die dienen ter bevestiging der thoracale spieren. Vlak bij de voorrand van het mesosternum bevindt zich het voorste stigmapaar. Tegen de achterrand staan de middenpoten ingeplant, waarvan de coxae aan de basis (dit is ook bij de andere potenparen het geval) nog een chitine lijst vertonen.

De metathorax is groot doch weinig gechitiniseerd en draagt aan de achterrand het derde potenpaar; aan de voorrand ligt het tweede stigmapaar.

De poten zijn in verhouding tot het lichaam lang en stevig ontwikkeld. De trochanters zijn langgerekt, terwijl ze op een kleine afstand van hun bases vijf ovale lensjes (zintuigorganen?) dragen, die snoervormig de trochanters omgeven. De coxae, de trochanters en femora zijn spaarzaam behaard, de tibiae en tarsi daarentegen zijn flink behaard. Het tarsuiteinde draagt bovendien, net zoals dat bij de larve I het geval is, vier geknopte haren. De tarsen zijn éénledig en dragen een goed ontwikkelde klauw, die aan de top zwak gebogen is.

Het abdomen, dat zich naar achter toe versmalt, bestaat uit acht zichtbare segmenten, waarvan de meesten zowel dorsaal als ventraal enkele kleine haren dragen, die ten aanzien van de segmenten onderling in regelmatige rijen gerangschikt staan. Het laatste segment is sterk gechitiniseerd en draagt aan de achterrand de basis van de dorsaal gelegen zeer lange genitale schede (genital sheath, NEWSTEAD, 69), waarbinnen zich een even lange penis bevindt. Deze bestaat uit een lange dunne holle chitineuze buis, waarvan de basis binnen in dit segment ligt. Het basisgedeelte is een weinig gekromd en draagt vlak bij de basale opening een stevig chitine bandje dat met de ventrale zijde van het eindsegment verbonden is. De genitale schede dekt nu dorsaal de penisbuis zodanig af, dat deze als het ware in een halfcirkelvormige langgestrekte goot ligt, terwijl ze in ventrale richting vrij naar buiten kan treden. Op het eindsegment staan nog twee paar goed ontwikkelde setae. Dorsaal mondt op dit laatste segment de einddarm uit (BERLESE, 5), doch een anale opening is meestal moeilijk waar te nemen.

Wasklieren ontbreken bij de mannelijke imagines van de familie *Diaspididae*. Bij schildluismannetjes, die tot andere families behoren, kunnen wel typisch gevormde wasklieren aanwezig zijn, die dan op een der laatste abdominale segmenten gelegen zijn, o.a. bij de imagines van het genus *Lecanium* (SULC, 102) en het genus *Rhizococcus* SIGN.

Het gevleugelde mannetje

De gevleugelde imago komt in grote trekken geheel overeen met het aptere individu. Opvallend zijn echter hier de vleugels, waarvan alleen het voorste paar tamelijk goed ontwikkeld is: lengte ongeveer 0,700 mm, grootste vleugelbreedte ongeveer 0,290 mm. Het vleugelvlak zelf is zeer fijn gegranuleerd, terwijl het aderstelsel sterk gereduceerd is, zoals bij alle *Cocciden*-mannetjes. Alleen de radiussector en de media zijn duidelijk zichtbaar. Ze hebben een gemeenschappelijke basis, terwijl ook nog een korte rudimentaire subcosta aanwezig is. Een juiste interpretatie der vleugeladeren bleek slechts mogelijk door studie te maken van het tracheae verloop bij pas vervelde imagines (PATCH, 78), ofschoon juist de zeer sterke reductie hiervan bij de schildluizen toch nog moeilijkheden gaf. Aan de achterrand van de vleugel, een weinig van de basis gelegen, bevindt zich een klein komvormig naar boven omgekruld vleugelzakje (doorsnede ongeveer 0,020 mm). De achtervleugel wordt slechts vertegenwoordigd door een kleine ± 0,045 mm

lange knotsvormig gesteelde haltere waarop aan de top een ongeveer 0,036 mm lang haar staat ingeplant, waarvan het einde is omgekruld en in het vóórvleugelzakje kan haken.

De mesothorax is sterker ontwikkeld dan bij het ongevleugelde mannetje, wat ongetwijfeld samengaat met het aanwezig zijn der voorvleugels. De mesothorax vertoont een fijne chitineuze nerfsculptuur. Het bandvormige sterniet aan de achterrand der mesothorax is sterk ontwikkeld: hoogte ongeveer 0,030 mm, breedte ongeveer 0,100 mm; bij de aptere imago resp. 0,020 mm en 0,070 mm.

Het scutellum is groot driehoekig: hoogte ongeveer 0,090 mm, basis ongeveer 0,100 mm; bij het aptere mannetje resp. 0,050 mm en 0,070 mm.

VI. BIOLOGIE

A. ONTWIKKELING

a. Het eistadium

Chionaspis salicis L. overwintert in het eistadium onder het wasschild van het moederdier dat in de zomer gevormd is. Bij de in ons land voorkomende schildluizen zijn er ook die als larven overwinteren, b.v. *Lecanium coryli* L., *Aulacaspis rosae* BOUCHÉ, *Pulvinaria vitis* L.

Om na te gaan of voor het uitkomen der *Chionaspis*-eieren, die dus normaliter in de natuur overwinteren, gedurende een bepaalde periode een zekere onder het vriespunt gelegen minimumtemperatuur vereist wordt, zoals dit bij verschillende insecten het geval is, werd in de herfst 1948 de volgende proef opgezet: Vóór het invallen der vorstperiode werden enkele sterk met *Ch. salicis* bezette wilgentakken afkomstig van één boom verzameld. Deze werden in kleine ongeveer 5 cm lange mootjes gesneden en wel zo, dat er per mootje ongeveer 20 à 30 schildjes met eieren op aanwezig waren. Om het uitdrogen der eieren gedurende de proef te voorkomen, moest een voldoend hoge relatieve vochtigheid heersen in de ruimten, waarin deze takjes met eieren bewaard werden. Het proefmateriaal werd daartoe in glazen cylinders gebracht, waarin de relatieve vochtigheid, door de aanwezigheid van een glycerine-watermengsel, ongeveer 90 % was.

Op 1 November werden nu zes cylinders, ieder tien takstukken bevattend, bij de volgende zes constant gehouden temperaturen geplaatst: –1, +1, +3, +5, +9 en +13 °C. Telkens om de tien dagen werd uit elk der cylinders één takstukje genomen, in een afzonderlijke petrischaal geplaatst en gezet in een broedstoof met een temperatuur van 18–19 °C. De takstukjes afkomstig uit de temperaturen –1 t/m +5 °C werden alvorens ze naar 18–19 °C overgingen, eerst gedurende enige uren bij ongeveer 10 °C geplaatst om eventuele schadelijke invloeden tengevolge van een te snelle temperatuursverandering te voorkomen.

Het materiaal in de petrischalen werd dagelijks onder het binoculair gecontroleerd op het verschijnen der larven, terwijl tegelijkertijd de relatieve vochtigheid in de petrischalen goed hoog werd gehouden door het inbrengen van een enkele druppel water. Ter voorkoming van schimmel op de takjes en ook om de eieren onder de schildjes niet te beschadigen, werden de wilgenstukjes in de petrischaal aan beide kanten door twee smalle reepjes zink ondersteund, zodat ze geheel vrij lagen.

De eerste larven verschenen op 25 December en bleken afkomstig van twee takjes die van 1–10 November bij resp. 13 en 3 °C gestaan hadden en die daarna naar 18–19 °C overgebracht waren. De volgende twee dagen, 26 en 27 December, kwamen ook larven der overige temperaturen (–1, +1, 5 en 9 °C) te voorschijn en tevens de eerste larven van 9 °C der tweede serie. De larven van dit takje hadden dus van 1–20 November bij 9 °C gestaan alvorens ze naar 18–19 °C werden overgebracht.

De verdere verschijningsdata bij 18–19 °C voor de diverse tiendaagse series met de verschillende temperaturen zijn uit tabel III af te lezen, terwijl in fig. 9 deze resultaten grafisch zijn weergegeven.

TABEL III

Serie: (Series)	−1° C	+1° C	3° C	5° C	9° C	13° C
	Data van verschijnen der eerste larvae (Dates of the appearance of the first larvae)					
10 Nov.	27 Dec.	27 Dec.	25 Dec.	26 Dec.	26 Dec.	25 Dec.
20 „	29 Dec.	31 Dec.	29 Dec.	29 Dec.	27 Dec.	28 Dec.
30 „	3 Jan.	1 Jan.	1 Jan.	1 Jan.	29 Dec.	29 Dec.
10 Dec.	3 Jan.	3 Jan.	2 Jan.	4 Jan.	2 Jan.	31 Dec.
20 „	11 Jan.	13 Jan.	11 Jan.	11 Jan.	6 Jan.	4 Jan.
30 „	20 Jan.	21 Jan.	20 Jan.	20 Jan.	17 Jan.	12 Jan.
10 Jan.	1 Febr.	1 Febr.	1 Febr.	31 Jan.	24 Jan.	22 Jan.
20 „	9 Febr.	11 Febr'	9 Febr.	10 Febr.	5 Febr.	1 Febr.
29 „	18 Febr.	19 Febr.	17 Febr.	17 Febr.	12 Febr.	8 Febr.
8 Febr.	2 Mrt. (March)	1 Mrt.	28 Febr.	2 Mrt.	24 Febr.	18 Febr.

In de grafiek staan op de abscis de tiendaagse perioden, op de ordinaat de data der proefduur, November tot Maart. Deze laatste zijn ook nog aangegeven onder de horizontale as. Het tijdstip van het verschijnen der larven van b.v. takje „13 °C, 30 December" is nu als volgt uitgezet:

Vanaf het begin der proef op 1 November t/m 30 December, dus gedurende 60 dagen, had het takje bij 13 °C gestaan. Op de abscis wordt deze periode afgezet en vervolgens dezelfde periode ook in verticale richting, eindigend dus in punt A. Bij de temperatuurproef werd het takje na die 60 dagen bij 18–19 °C geplaatst en de eerste larven verschenen toen 12 Januari, d.w.z. 13 dagen later. Deze 13 dagen worden nu vanuit het punt A in verticale richting uitgezet en hier ligt dan het punt dat correspondeert met de verschijningsdatum 12 Januari op de ordinaat.

Voor larven afkomstig van materiaal dat aan de temperatuur −1, +1, +3 of +5 °C is blootgesteld geweest, wordt per serie één gemiddelde verschijningsdatum uitgezet; voor de serie van 30 December b.v., waarvan de respectievelijke proeftakjes dus eerst 60 dagen bij een der vier temperaturen bewaard zijn, alvorens naar 18–19 °C te worden overgebracht, verschijnen de larven op 20 Januari als gemiddelde datum.

In de grafiek zijn de verschijningsdata der larven, waarvan de eieren op de proeftakjes eerst gedurende een bepaalde periode bewaard werden bij 13 °C, voor alle tiendaagse series vereffend; eveneens de gemiddelde verschijningsdata der vier laagste temperaturen; voor 9 °C (duidelijkheidshalve) slechts gedeeltelijk.

Alle waarnemingen zijn gebaseerd op het verschijnen der eerste larven op de diverse proeftakjes. Het zou beter geweest zijn indien niet de datum van het optreden der eerste larven per takje genoteerd werd, doch de gemiddelde datum voor het verschijnen van alle larven per takje. Het is echter ondoenlijk dagelijks bij al het proefmateriaal de larven te tellen en te verwijderen.

Om met proefmateriaal te werken afkomstig van wijfjes die een zo homogeen mogelijke ontwikkeling hebben doorgemaakt ten aanzien van voedselplant en klimaat, werd dit materiaal zoals reeds vermeld, van één boom genomen. Ook de vóórontwikkeling van de eieren, alvorens de proef 1 November werd ingezet, is nu voor alle eieren gelijk. Wel blijft men de spreiding houden van de tijd, waarin de wijfjes hun eieren afzetten. De eerst afgezette eieren zijn verder ontwikkeld dan

de eieren die b.v. 14 dagen later worden afgezet. Door nu vele schildjes per takje te nemen kan men bij alle takjes gelijktijdig vroege, minder vroege en laat afgezette eieren verwachten.

Wat blijkt nu uit deze proef?

1e. Voor het uitkomen der eieren is geen onder het vriespunt liggende minimum-temperatuur vereist.

2e. Hogere temperaturen werken gunstiger op de embryonale ontwikkeling dan lagere temperaturen, immers de eieren die gedurende een bepaalde periode bij 13 °C bewaard worden, produceren bij overbrenging naar 18–19 °C eerder larven dan de eieren die eerst gedurende diezelfde periode bij 9 °C gestaan hebben. Deze laatsten doen evenwel weer eerder larven verschijnen bij overbrenging naar 18–19 °C dan het materiaal der vier lagere temperaturen. Tussen deze temperaturen van +5 tot –1 °C kan onderling geen verschil meer worden aangetoond. De embryonale ontwikkeling tengevolge van hogere temperaturen vindt lang niet altijd plaats. Zo stelde PETERSON (80) vast, dat de wintereieren van *Aphis pomi* DE GEER, wanneer ze bij hoge temperaturen geplaatst werden, niet eerder uitkomen dan 20–30 dagen vóór ze normaliter in de natuur verschijnen. Er heeft blijkbaar een fixatie der rustperiode plaats.

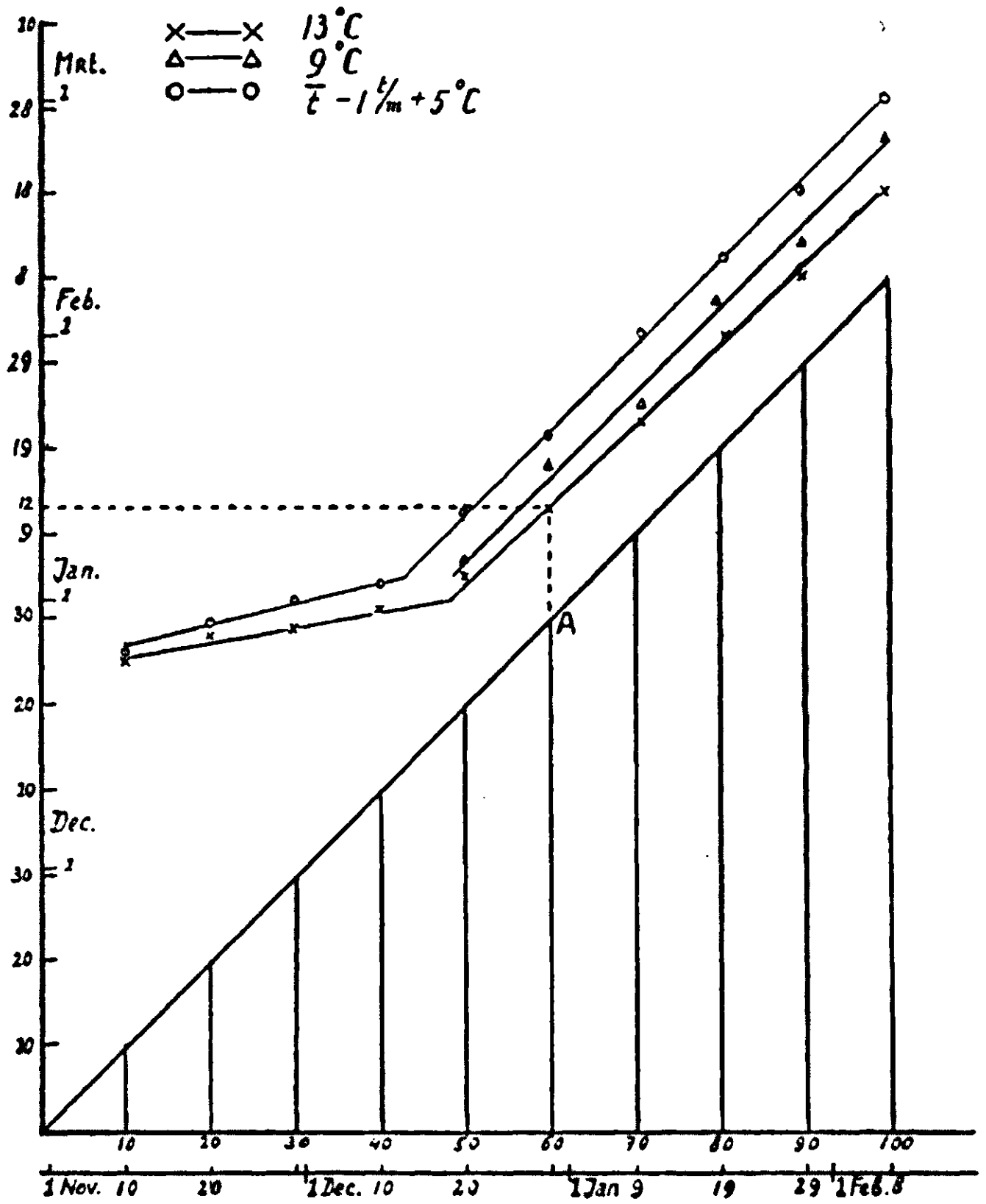

Fig. 9.

3e. Gedurende de eerste vier tot vijf 10-daagse perioden neemt de ontwikkelingsduur van ei tot larve I, gerekend vanaf het ogenblik dat de eieren bij 18–19 °C geplaatst worden, regelmatig af. Nadien blijkt een langer bewaren der proeftakjes bij de temperaturen 13 °C en lager, alvorens ze naar 18–19 °C over te brengen, geen effect meer te hebben op het sneller verschijnen der larvae I. In ieder geval komt dit voor de temperaturen 9 °C en kleiner zeer duidelijk naar voren.

Dit impliceert dat er in de ei-ontwikkeling afzonderlijke temperatuurgevoelige stadia voorkomen. Een bepaald deel der embryonale ontwikkeling vindt plaats bij een bepaalde temperatuur en een verdere ontwikkeling, na afsluiting van een voorafgaande differentiatiephase, kan alleen dan inzetten, indien een hiervoor geschikte andere, d.i. hogere temperatuur, aanwezig is. Wordt aan dit laatste niet voldaan, dan staat de ontwikkeling stil. De differentiatie van het *Ch. salicis*-ei

zet zich bij 13 °C verder voort, dan b.v. bij –1 tot +5 °C; bij eieren die eerst bij 13 °C gestaan hebben, alvorens ze naar 18–19 °C worden overgebracht, blijkt de ontwikkelingsduur van ei tot larve verder af te nemen met de tijd, alvorens hiervan onafhankelijk te worden dan bij eieren die aanvankelijk bij –1 tot +5 °C verblijven. De ontwikkeling bij 9 °C ligt hier tussen beide extremen (zie fig. 9).

4e. De minimumtemperatuur waarbij de eieren uitkomen, ligt tussen 13 en 18 °C. Bij een verder onderzoek naar de juiste minimumtemperatuur bleek deze 17–18 °C te zijn.

b. De ontwikkeling der verdere stadia

De larve I

De eerste larven verschijnen in de natuur omstreeks de tweede helft van April. De duur der periode waarin alle larven uitkomen kan sterk wisselen. Blijft de temperatuur de eerste tijd na het uitkomen der eerste larven gedurende enkele uren per dag boven de 18 °C, dan zullen nieuwe larven dagelijks regelmatig verschijnen. Men moet dan rekenen op een totale spreidingsduur van ongeveer twee weken. Bij de reeds behandelde ei-ontwikkelingsproef bleek namelijk dat de spreiding voor het uitkomen der eieren per takje ongeveer 6–12 dagen bedroeg, indien men de eieren bij 18–19 °C liet ontwikkelen. Ditzelfde vindt men voor laboratoriumproeven bij levende wilgentakken die met *Chionaspis salicis*-schildjes bezet zijn, indien men ze bij ongeveer 20 °C plaatst.

Treedt er evenwel in de natuur spoedig na een zonnige periode een temperatuursdaling op, dan stopt het uitkomen. Dit was b.v. het geval in het voorjaar 1949.

Medio April trad een plotselinge temperatuursstijging op; vanaf 13 April t/m 18 April liep de maximum temperatuur regelmatig op van 17 °C tot 28 °C. De eerste larven verschenen 18 April. Direct hierop volgde een koude periode. Slechts 21, 23 en 24 April hadden een maximum temperatuur tussen 18 en 22 °C, doch de overige dagen van April hadden zeer lage maximum temperaturen (gemiddeld 13 °C). Eerst 2 Mei en volgende dagen, toen de temperatuur weer opliep en de maximum temperatuur boven 18 °C kwam, verschenen grote aantallen larven.

Ondanks een binnen enkele dagen soms sterk optredende temperatuursschommeling, stierven de reeds vroeg verschenen larven in de natuur niet.

Reh (86) toonde aan, dat de verschillende schildluissoorten niet alleen verschillend reageerden ten aanzien van lage temperaturen, ook binnen dezelfde soort zijn voor uiteenlopende vindplaatsen verschillen mogelijk. Hoe warmer het normale milieu voor een schildluis, des te eerder zal een lage temperatuur nadelig werken. Ook het omgekeerde is het geval. De San José-schildluis verdroeg in het natuurlijke milieu in New York State –34 °C, in Georgia stierf ze evenwel bij –20 °C. De maximale mortaliteitsgrens bleek voor de door Reh onderzochte *Diaspidae* ongeveer bij 45–55 °C te liggen.

De larven die de eischaal hebben verlaten, bevinden zich nu onder het wasschild van het dode moederdier en kruipen tussen en over de nog niet uitgekomen andere eieren. Er kunnen zo tegelijkertijd meerdere larven aanwezig zijn.

Als regel wordt door één larve de achterrand van het schildje een weinig van de takbast opgelicht, zodat een kleine opening ontstaat. Het kopgedeelte van de larve komt het eerst naar buiten en vervolgens de rest van het lichaam. Vaak verlaat de larve het schildje ruggelings, waarbij het zich met de poten tegen het schildje afzet en langzaam aan de buitenkant op het schildje kruipt. Dit hele

proces kan een kwartier en zelfs langer duren. De andere larven verlaten nu ook door deze opening, die zich spoedig verwijdt, vrij gemakkelijk en vlug het schild.

Ze verspreiden zich over de voedselplant en zetten zich na enige tijd vast (zie pag. 217). De larve drukt zich vast tegen het substraat, trekt de poten geheel onder het lichaam, terwijl de antennen vlak langs of een weinig onder de kopvoorrand komen te liggen.

Spoedig beginnen nu de beide dorsale kopklieren elk een lange glinsterende fijne gegolfde draad af te scheiden, die voortdurend aangroeit en al gauw de lichaamslengte der larve vele malen overtreft. Beide draden lopen aanvankelijk schuin achterwaarts omhoog, doch buigen daarna om en vormen tezamen een groot draadkluwen dat over de gehele larve en het aangrenzend takgedeelte heen ligt. Tegelijkertijd beginnen ook de drie paar dorsaal gelegen klieren draden af te scheiden, die evenwel niet zo dik zijn als die van de kop. Ze vormen ook niet zo'n groot draadkluwen, doch elke draad windt zich direct ineen tot een klein propje, dat spoedig op de thorax als een wit plekje zichtbaar is. Ook de randklieren die iets ventraal gelegen zijn, beginnen hier onder de lichaamsrand witte plekjes te vertonen, die evenwel uit een meer poedervormige substantie bestaan.

Al deze klieren zijn wasklieren. Uit de morphologische studie is reeds gebleken, dat we hierbij vele typen kunnen onderscheiden. SULC (102, 103) heeft na jarenlange studie de waskliertypen van het genus *Lecanium* nauwkeurig beschreven. Hieruit blijkt dat deze zeer ingewikkeld en verschillend van bouw kunnen zijn, terwijl ook hun uitscheidingsproducten uiteenlopen wat vorm en structuur betreft.

De wasafscheiding bij de *Chionaspis salicis*-larve I is in vergelijk met die der latere stadia zeer gering. De wasdraden der diverse klieren blijven vrijwel geisoleerd zodat van een eigenlijke wasschildvorming geen sprake is.

Naarmate de larve I ouder wordt neemt de lichaamsomvang toe. Vlak voor de vervelling naar larve II zijn de lengte en breedte resp. 0,385 $\pm$ 0,005 en 0,229 $\pm$ 0,008 mm (n = 6).

Ook treedt er een kleurverandering op: de rode larve I wordt donkerder en bruiner van tint. Dorsaal begint de huid sterker te rimpelen en wordt de segmentatie duidelijker, terwijl over de gehele lengte der larve een mediane ribbel loopt. Op de grens van thorax en abdomen ontstaat een duidelijke dwarsplooi. De gehele huid maakt een chitineuze perkamentachtige indruk. Ventraal blijft de huid zeer dun en teer en hier ontstaat dan ook tijdens de vervelling de scheur waaruit de larve II zich naar buiten werkt.

Deze vervelling vindt in de natuur plaats begin Juni, dus ruim een maand nadat de larven I verschenen. In het laboratorium waar men een hogere temperatuur kan handhaven, is de totale groeiduur ongeveer veertien dagen (zie tabel IV, pag. 206).

De larve II

De eerste dagen na de vervelling blijft de larve II geheel verborgen onder de dorsale larve I-huid. Vervolgens komt het abdomenuiteinde buiten de achterrand van het larve I-huidje te liggen, terwijl tegelijkertijd de abdominale wasklieren met hun draadvormige wasafscheiding beginnen. Deze wasdraadmassa is tamelijk compact en sluit direct aan op de achterrand en een gedeelte der zijranden van het larve I-huidje, waarbij tevens de na de vervelling achtergebleven wasafscheiding der marginale klieren van larve I opgenomen wordt in de nieuwgevormde wasdraden. Spoedig is nu aan het schildje te zien of dit gevormd wordt door een

vrouwelijke dan wel mannelijke larve. Het is duidelijk, dat de sexen te onderscheiden zijn aan de vorm van het wasschild, omdat de aard en de ligging der wasklieren, die voor beide geslachten zo sterk verschillend zijn, grotendeels de vorm van het schild bepalen.

De vrouwelijke larve II

Naarmate de ontwikkeling voortschrijdt, komt de larve grotendeels buiten het dorsale larve I-huidje te liggen, waardoor dit aan de achterkant een weinig wordt omhoog gedrukt. Alleen het kop-thorax gedeelte blijft er gedurende de gehele groei onder liggen; de nieuwe stiletten hebben zich hier vlak achter de oude zuigplaats der larve I opnieuw ingeboord.

Het eigenlijke wasschild groeit nu, naarmate de larve II in lengte toeneemt en verder buiten het larve I-huidje komt te liggen, regelmatig aan, doch blijft zeer dun en teer. Opmerkelijk is, dat de breedte van het schildje veel groter wordt dan de breedte der larve II. De verklaring hiervoor is, dat de larve II met zijn abdomen voortdurend een zeer langzame pendelende beweging maakt, de ingeboorde stiletten als spil gebruikend. Het schildje krijgt hierdoor een peer- tot eivormige gedaante. Het zijn voornamelijk de grote dorsale pygidiumklieren die via hun „two-barred ducts" de wasdraden naar buiten leiden, welke het schildje opbouwen. Deze draden worden tijdens de pendelende beweging langzaam van de ene kant naar de andere getrokken en doordat de wassubstantie enigszins kleeft, onderling verbonden. Deze lange draadstructuur is bij het schildje later goed waarneembaar. Ventraal ontbreken de grote „two-barred ducts" en de wasafscheiding is daar dan ook zeer gering. Van een stevig aaneengesloten schildstructuur is hier geen sprake.

Vlak voor de vervelling naar larve III wordt de larve II, met uitzondering van het kop-prothorax gedeelte en een dorsaal over het abdomen lopende ongeveer 0,125 mm brede ribbel, opvallend dun en plat, terwijl de breedte sterk toeneemt, zodat nu de ruimte onder het wasschildje geheel wordt ingenomen (lengte en breedte van het wasschild ongeveer 0,850 en 0,550 mm, die van larve II: 0,775 en 0,450 mm). De larve II-huid wordt donker geel-bruin van kleur en is dorsaal en wel speciaal bij de pygidiumrand goed gechitiniseerd. Ventraal verdwijnt elk spoor van segmentatie; de geel-bruine huid is hier volkomen glad en glimmend en bovendien zeer bros en teer. Bij de vervelling naar larve III ontstaat hier dan ook gemakkelijk een scheur.

De mannelijke larve II

Tijdens de ontwikkeling der larve neemt ook het schildje in lengte toe, zodat de larve steeds onder een witte wasafscheiding verborgen blijft. De uiteindelijke lengte die door het schildje bereikt wordt, gerekend vanaf de voorrand van het larve I-huidje, dat met de achterste helft geheel in het wasschild is opgenomen, bedraagt ongeveer 0,9 mm.

De larve voert geen pendelende bewegingen uit, zodat geen peervormig doch een langgerekt schildje ontstaat met evenwijdig lopende zijranden. De breedte is ongeveer 0,325 mm, die van de zich eronder bevindende larve 0,250 mm.

De structuur van het schildje is veel compacter dan die van het schildje dat door de vrouwelijke larve II gevormd wordt, terwijl de kleur sneeuwwit is, waardoor ook het schildje veel sterker opvalt dan het meer grijs getinte dunne schildje der vrouwelijke larve. De evenwijdige randen van het dorsale schildgedeelte

steken een weinig omhoog en vormen een ribbel. De wasafscheiding is hier sterk en wordt gevormd door de „two-barred ducts", die in de zijranden van thorax en abdomen uitmonden (zie morphologie: larve II). In het midden van het schildje loopt nog een lengteribbel. Deze correspondeert met de zich eronder bevindende dorsale huidplooi der larve en wordt opgebouwd door de wasafscheiding der beide lengterijen van dorsale „two-barred ducts". Het wasschildje draagt dus dorsaal drie lengteribbels. COMSTOCK (9) typeert het mannelijke schildje: „scale of male tricarinated". Het schildje sluit niet direct aan op de takbast, zoals dat bij de vrouwelijke larve het geval is, doch heeft duidelijke opstaande zijkanten, die schuin naar binnen lopen en naar de achterkant van het schildje toe smaller worden. Deze zijkanten die voornamelijk gevormd worden door de dorsaal en ventraal in de lichaamsrand der larve II gelegen „two-barred ducts", sluiten aan de onderzijde van de larve meestal niet geheel aaneen doch laten een smalle strook open, die afgesloten wordt door het eronder liggende substraat.

De oudere auteurs hechtten veel waarde aan de bouw van het mannelijke schildje. Zo baseerde SIGNORET (96) er in hoofdzaak zijn nieuwe genus *Chionaspis* op: „Espèces dont le bouclier mâle est long, généralement blanc, à côté presque parallèle et plus ou moins caréné. Ce genre est un démembrement des *Mytilaspis*, dont il se distinguera facilement par la forme du bouclier du mâle..."

Ook Löw (56) onderscheidt de geslachten van de *Diaspidae* naar vorm en kleur van het wasschild.

De oranje-bruin gekleurde larve, die op dwarsdoorsnede ovaalrond van vorm is, bevindt zich dus geheel in een door wasdraden gevormde koker waarbinnen later de verpopping plaats vindt. De mannelijke larve wordt vóór de vervelling niet dun en plat zoals de vrouwelijke, doch blijft langwerpig, naar het abdomeneinde breder wordend. De lengte en breedte der larve II vlak voor de verpopping bedragen resp. 0,520 $\pm$ 0,003 en 0,252 $\pm$ 0,003 mm (n = 5). Gedurende het larvestadium ligt de larve zeer vast binnen de „waskoker" en is er door de vele wasdraden, die de larve met de waskoker verbinden, moeilijk uit te verwijderen.

De verpopping vindt in de natuur ongeveer in de tweede helft van Juni plaats; onder laboratoriumomstandigheden bij hogere temperaturen eerder (zie tabel IV).

De larvehuid wordt nu afgestroopt en komt als een klein ineengeschrompeld witgrijs propje meestal geheel vrij buiten de achterrand van het schildje te liggen, soms er nog binnen. Het huidje bevat ook het geelbruin gechitiniseerde kopskelet met de afgebroken stiletten bases. De stiletten zelf blijven, zoals bij alle vervellingsstadia, in het plantenweefsel achter.

De praepupa en de pupa

De praepupa ligt geheel vrij binnen het schildje; er lopen geen wasdraden, die de praepupa met het wasschildje verbinden, zoals dat vóór de vervelling met larve II het geval was; de praepupa draagt geen wasklieren meer.

Het praepupa-stadium duurt slechts kort en gaat spoedig over in de pupa. Bij 20 °C is de ontwikkelingsduur van praepupa tot pupa twee dagen. Vlak voor de vervelling is aan het abdomeneinde een kleine kleurloze ongeveer 0,050 mm lange stylusschede te zien.

Tijdens de vervelling van praepupa naar pupa maakt deze laatste speciaal met het abdomen in en uit elkaar gaande bewegingen. De afgestroopte praepupahuid wordt als regel vlak achter het schildje gedeponeerd, hoewel het ook voorkomt dat men deze terugvindt onder het schildje, namelijk als de pupa tijdens de ver-

TABEL IV

		Gem. temp. (*Mean temp.*)	Gem. max. t. (Mean max. t.)	Gem. min. t. (*Mean min. t.*)	Max.	Min.
I. Eerste L. I . . . . . (*First larvae I*)	18 Apr.	11,1	15,3	4,0	22,3	0,3
Massaal optreden L. I . (*Mass appearance of larvae I*)	2 Mei (*May*)	13,1	16,8	6,7	26,4	1,7
L. I → L. II	1 Juni (*June*)	15,8	19,2	9,4	29,7	6,6
Pr. pupa en pupa . . . (*Praepupa and pupa*)	20 Juni (*June*)					
Mann. imago . . . . . (*Male imago*)	6 Juli (*July*)	17,3	21,2	10,0	28,4	4,3
L. II → L. III	6 Juli (*July*)	19,2	23,1	12,2	31,1	4,3
Eiafzetting . . . . . (*Oviposition*)	5 Sept.					
II. L. I	14 Apr.	17,4	20,5	15,1	26,5	10,5
L. I → L. II	28 Apr.	16,4	18,2	14,2	25,5	10,5
Pr. pupa en pupa . . .	19 Mei	18,6	21,8	16,4	23,5	15,5
Mann. imago	26 Mei					
L. II → L. III	29 Mei	20,7	23,4	18,5	31,0	15,6
Eiafzetting	27 Juli					
III. L. I	14 Apr.	22,9	25,9	18,0	29,5	15,2
L. I → L. II	26 Apr.	21,1	23,2	18,6	31,5	15,0
Pr. pupa en pupa . . .	10 Mei	21,6	23,5	19,9	29,1	18,2
Mann. imago	16 Mei					
L. II → L. III	18 Mei	22,9	26,0	19,5	35,5	17,0
Eiafzetting	8 Juli					

(De gemiddelde temperatuur, de gemiddelde max. en min. temperatuur, alsmede de max. en min. temperatuur in °C voor elke periode tussen twee opeenvolgende ontwikkelingsstadia: I in een natuurlijk milieu, II en III in twee verschillende laboratoriumruimten. Met uitzondering van het optreden der larvae I in de natuur, wordt steeds slechts de verschijningsdatum vermeld voor de eerste waarnemingen van ieder stadium.)

(*The mean temp., the mean max. and min. temp., besides the max. and min. temp. in degrees Celsius for every period between two successive growth stages: I in a natural environment, II and III at two different laboratory conditions. With the exception of the appearance of the larvae I in the open air, the date of appearance is only mentioned for the first observations of each stage.*)

vellingsbewegingen niet met het abdomeneinde + stylus buiten het schildje komt te liggen. De praepupahuid blijft ook wel vastzitten aan de stylusschede der pupa die er dan geheel of gedeeltelijk door wordt omhuld. De afgestroopte en ineengeschrompelde praepupahuid heeft een wat vlieziger uiterlijk dan de larve II-huid. Ze is witter van kleur en mist het geelbruine chitineuze monddelencomplex, daar dit bij de praepupa geheel ontbreekt.

De gemiddelde ontwikkelingsduur bij 20 °C van pupa tot imago bedraagt vijf dagen. De afgestroopte geelbruine, chitineuze pupahuid komt geheel of gedeeltelijk buiten het schildje te liggen. Vooral het donkerbruine gechitiniseerde uiteinde van de stylusschede is duidelijk te herkennen.

c. De imago

De mannelijke imago

Na de vervelling verlaat de imago niet dadelijk het schildje doch blijft er nog wel enige uren geheel of gedeeltelijk onder zitten. Vervolgens kruipt het mannetje er achterwaarts uit. Eerst komt het gehele abdomen met de lange stylus, waaromheen nog vaak de ongeveer 0,125 mm lange stylusschede der pupahuid zit, naar buiten. Door schuivende lichaamsbewegingen wordt deze pupahuid nu geheel van de stylus afgeschoven. De antennen en bij de macroptere imago ook de vleugels blijven het langst onder het schildje verborgen. De antennen zijn bij deze achterwaartse beweging naar voren gestrekt, terwijl de vleugels over de kop naar voren worden getrokken.

Bij 17 °C kunnen reeds mannetjes in de natuur verschijnen doch ze zijn bij deze temperatuur weinig actief. Eerst bij ongeveer 19–20 °C en hoger worden ze zeer beweeglijk. De gevleugelde mannetjes vliegen evenwel nimmer of men moet ze met kracht van de takbast blazen. De mannetjes vliegen nooit van boom tot boom of bij één boom van tak tot tak. Zouden ze door een sterke wind weggeblazen worden dan bereiken ze nooit uit eigen beweging een nieuwe tak of boom. Ze dragen hun vleugels, die grotendeels over elkaar heenliggen, horizontaal vlak op het abdomen.

Hoewel de poten in verhouding tot het lichaam bij alle mannetjes goed ontwikkeld zijn, is het lopen vaak enigszins waggelend en wankelend. De dieren staan hoog en vrij zwak op hun poten en geraken gemakkelijk verward in het wasdraadkluwen van het dode larve I-huidje, dat indien niet door wind of regen weggerukt, lang op het larvehuidje kan blijven zitten. Eenmaal vastgeraakt, heeft het mannetje de grootste moeite er zich weer uit te bevrijden. Soms lukt dit niet meer en sterft het spoedig ter plaatse.

Tijdens het lopen sleept de lange stylus over het substraat, doch deze kan ook een weinig naar binnen onder het abdomen geklapt zijn.

De monddelen zijn volkomen afwezig zodat de mannelijke imago geen voedsel kan opnemen. De levensduur is hierdoor zeer beperkt en bedraagt niet meer dan één dag. Tijdens deze korte periode kan het mannetje één of meerdere geslachtsrijpe larvae III bevruchten.

Ongeveer op het moment dat de eerste mannetjes verschijnen, hetgeen in de natuur begin Juli plaats vindt, begint ook de vervelling van de vrouwelijke larve II tot neotene larve III. In de laboratoriumkweekruimten, waar door de hogere temperaturen de gehele ontwikkelingscyclus sneller verloopt, komen de eerste mannetjes twee dagen vóór de eerste larvae III uit. Deze mannetjes kunnen dus geen copulatie tot stand brengen. Spoedig zijn nu evenwel beide geslachtsrijpe sexen naast elkaar aanwezig, en van het mannelijke geslacht zowel gevleugelde als ongevleugelde individuen; ongevleugelden overtreffen als regel verreweg de gevleugelden in aantal. Op één boom kunnen zowel macroptere als aptere mannetjes voorkomen, zelfs op één tak.

Steeds blijkt de mannelijke nakomelingschap afkomstig van één wijfje òf alleen uit gevleugelde òf alleen uit ongevleugelde mannetjes te bestaan. Nimmer ontstaan beide vormen uit eieren afkomstig van één wijfje.

Ten aanzien van het bevruchten der wijfjes door de mannetjes, dat plaats vindt bij de jonge larve III ongeveer twee maanden vóórdat de eieren worden afgezet, het volgende:

Van een actief opzoeken van de jonge larvae III is geen sprake. Meermalen wordt een dergelijk stadium volkomen genegeerd of zelfs door het mannetje overlopen. Wordt een oud, nog van een vorige generatie overgebleven wasschild ontdekt, dan wordt het soms met de stylus bewerkt en deze wordt dan onder het in de regel loszittende schildje gebracht. Ook de zojuist verlaten mannelijke schildjes alsmede allerlei oneffenheden en groeven van het substraat worden op deze wijze met de stylus afgetast.

Vindt het mannetje werkelijk een schildje, waaronder zich een pas vervelde jonge larve III bevindt, dan kan de bewerking met de stylus soms wel een half uur duren. Beide voorpoten staan op het schildje, terwijl midden- en achterpoten evenals abdomen en stylus voortdurend in beweging zijn. De antennen staan wijd uitgespreid. Met de stylus wordt het schildje afgetast, niet alleen de achterrand, doch ook de bovenkant en de zijranden. Steeds wordt met de stylus krachtig geduwd, zodat deze door de druk krombuigt en tenslotte geheel onder het abdomen klapt. Het mannetje loopt dan iets terug en onderneemt een nieuwe poging om de stylus onder het schildje te brengen.

De vrouwelijke larve III bevindt zich direct na de vervelling geheel onder de bruine chitineuze larve II-huid, die de larve dorsaal volkomen afdekt. Bovendien ligt er nog het dunne tere wasschildje overheen, dat ook op het substraat aansluit. De genitale opening bevindt zich daarenboven vrij ver van de abdomenrand af. Dit alles maakt het moeilijk voor de mannelijke imago om een copulatie tot stand te brengen. Meestal verlaat hij dan ook na vele vruchteloze pogingen tenslotte de larve III.

In enkele gevallen gelukte het soms de stylus geheel of gedeeltelijk, precies aan de achterrand of elders willekeurig onder het schildje te schuiven. Na een paar minuten verwijderde het mannetje zich dan weer.

Na vele waarnemingen gedaan te hebben onder allerlei laboratoriumcondities: temperaturen variërend van 20–24 °C – direct zonlicht of proefmateriaal bij bewolkte hemel – relatieve vochtigheid variërend van 60–70 %, kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

Copulatie vindt als regel bij *Chionaspis salicis* L. niet plaats. Zelfs al zou het mannetje de stylus geheel of gedeeltelijk onder de larve III brengen, dan nog is een werkelijke copulatie twijfelachtig.

WEBER (115) vermeldt de copulatiedrang als algemeen kenmerk voor de schildluismannetjes en wijst erop dat door de ligging en sterke ontwikkeling der ogen een zodanig gezichtsveld bestreken wordt, dat ze gemakkelijk vrouwelijke individuen kunnen opzoeken. Over een werkelijke paring doet hij geen uitspraak. Wat de hiermede in verband staande oogfunctie betreft, moet deze bij *Ch. salicis* blijkens de gevonden waarnemingen niet hoog worden aangeslagen.

De duur der werkelijke actieve periode der mannetjes is vrij kort; hoogstens enkele uren. Al spoedig wordt hun beweging traag. Ze begeven zich dan vaak in spleten en tussen oneffenheden van het substraat, trekken hun poten en stylus onder het lichaam en sterven.

De larve III

Tijdens de vervelling van larve II tot larve III, die in de natuur omstreeks begin Juli plaats vindt, ontstaat ventraal bij de dunne larve II-huid tussen de kopvoorrand waar de antennen liggen en het monddelencomplex een scheur, die verder ventraal langs de lichaamszijranden naar achter loopt en ter hoogte van

het pygidium eindigt. De ventrale huid wordt evenals bij de vervelling van larve I naar larve II, achterwaarts geduwd.

Het duurt in de natuur geruime tijd, afhankelijk van de temperatuur, voor men een groei der larve III, die tegelijkertijd gepaard gaat met een wasafscheiding, kan waarnemen. Ook in het laboratorium bij ongeveer 20 °C duurt het nog een dag of tien alvorens de larve III gedeeltelijk buiten de larve II-huid komt te liggen en met de wasafscheiding voor het permanente schild begint. In deze periode verschijnt het merendeel der mannetjes en vindt een eventuele paring plaats.

Steeds blijkt de enkele dagen oude larve III kleiner te zijn dan de volwassen larve II. Dit verschil geldt ook voor de jonge pas vervelde larve II en de volgroeide larve I. Juist hierdoor is de jonge larve van ieder stadium gemakkelijker in staat de ventrale opening, die tijdens de vervelling ontstaat, te verlaten.

De ontwikkeling der wasklieren is bij het geslachtsrijpe wijfje maximaal. Vooral het dorsale pygidium, waar de grote aantallen „two-barred ducts" gelegen zijn, begint met een sterke wasdraadvorming. Het nieuw gevormde schild sluit direct aan op het dode bruine larve II-huidje, dat op haar beurt nog het larve I-huidje gedeeltelijk insluit. Het totale schild der larve III bestaat dus uit de beide vervellingshuidjes (exuviae) der voorafgaande stadia met daarop aansluitend het eigenlijke door de larve III zelf gevormde grijs-witte wasschild.

Het kop-prothorax gedeelte van het wijfje bevindt zich onder het larve II-huidje en hier zijn ook de nieuwe stiletten vlak achter de beide afgebroken oude stiletten der larvae I en II opnieuw ingeboord. De beide oude zuigplaatsen en die der larve III bevinden zich in een rij achter elkaar, terwijl de inboringspunten van het substraat ongeveer 0,125 mm onderling uiteen liggen. Bij iedere vervelling verplaatst dus de nieuwe larve zich een weinig naar achter.

Tijdens de schildvorming maakt het abdomen weer een langzame heen en weergaande beweging, net zoals dat bij de larve II het geval was. Doordat de wasafscheiding echter veel sterker is, wordt nu een stevig dorsaal schild gevormd, waarin de regelmatige langgerekte wasdraadstructuur, die dwars op de lengterichting van het schildje staat, zichtbaar is. Er ontstaat zo een ovaal tot peervormig, zwak glooiend schild dat stevig op het substraat aansluit. De ventrale wasafscheiding is in vergelijking met die der dorsale zijde zeer gering. Wel wordt op de wilgenbast een vliezig waslaagje gevormd, doch van een aaneensluitend ventraal schild is geen sprake.

De larve III neemt voortdurend in omvang toe. De lengte en breedte van de jonge larve waren resp. 0,744 en 0,435 mm, terwijl op het moment dat de maximale lichaamsgrootte bereikt is en de eerste eieren spoedig zullen worden afgezet, lengte en breedte resp. 1,595 $\pm$ 0,008 en 0,756 $\pm$ 0,01 mm bedragen. Ook bij larve I en II werd reeds een dergelijke groei geconstateerd.

Naarmate de larve III volwassen wordt, begint zij een paars-rode kleur te krijgen. Het pygidium behoudt evenwel de geel-bruine tint. Het lichaam is nu ook flink gezwollen behalve bij het pygidiumgedeelte dat vrij dun toeloopt. De segmentatie is langs de zijranden, tengevolge van de geprononceerde insnoeringen, zichtbaar tussen het kop-prothorax gedeelte en de mesothorax. Ook tussen meso- en metathorax, alsmede tussen de eerste abdominaalsegementen, zijn in de lichaamszijrand nog duidelijk insnoeringen zichtbaar. Dorsaal en ventraal zijn evenwel, tengevolge van de sterke lichaamszwelling, tussen kop, pro- en mesothorax geen segementgrenzen meer waarneembaar. De huid is hier glad

en strak getrokken en vertoont slechts hier en daar een lichte indeuking. Van het gezwollen lichaam blijken het gehele thorax- en abdomengedeelte vol te zitten met eieren, waardoor de larve III-huid een enigszins bobbelige onregelmatige indruk maakt.

Het volwassen wijfje ligt geheel vrij binnen het schild en er lopen geen wasdraden meer die de larve met het schild verbinden.

Enkele dagen vóórdat de eerste eieren worden afgezet, beginnen elk der vijf circumgenitale poriegroepen een poedervormige wassubstantie af te scheiden en dit gaat ook tijdens de eiafzetting door. De dikte der larve III, die vlak vóór de eiafzetting maximaal is (ongeveer 0,4 mm) neemt af met het regelmatig afzetten der eieren. De segmentgrenzen worden weer duidelijker en ook de genitale porus komt door de inkrimping van de huid een weinig teruggetrokken te liggen. De circumgenitale poriegroepen sluiten hierdoor nog dichter om de genitale opening en door de sterke poedervormige wasafscheiding der klieren ontstaat er een witte ringvormige band. Ieder ei dat nu de genitale opening verlaat, gaat ook langzaam door deze waskrans en krijgt een gedeelte van deze poedervormige wassubstantie op het enigszins kleverige chorium. Hierdoor wordt voorkomen, dat de eieren, indien ze eenmaal onder het wasschild zijn gedeponeerd, aan elkaar zullen klitten.

De snelheid waarmede de eieren worden afgezet, is zeer gering, en door het grote aantal eieren duurt de totale periode der eiafzetting lang. Voor verschillende wijfjes werd dit nauwkeurig nagegaan. Eerst werden larvae III uitgezocht die op het punt stonden haar eieren af te zetten of reeds enkele afgezet hadden. Vervolgens werd om de paar dagen de achterrand van elk schildje voorzichtig met een dunne prepareernaald een weinig opgelicht en werden de aanwezige eieren verwijderd, waarna een insectenspeld vlak voor de achterrand door het wasschild in de takbast werd gestoken zodat het schild weer de normale stand innam en de larve III volkomen afdekte. Tijdens de eiafzetting neemt het wijfje ten gevolge van een inkrimping van het abdomen langzaam in lichaamsgrootte af. Men kan dus steeds na iedere contrôle het wasschild met behulp van de insectenspeld op een andere plaats op het substraat bevestigen, zonder de larve te verwonden. Hier volgen nu waarnemingen gedurende enkele weken in het laboratorium bij zeven wijfjes gedaan (tabel V). Ze moesten gestaakt worden, omdat op den duur toch het schildje loslaat.

TABEL V *Aantal eieren* (Number of eggs)

Data: (*Dates*)	2 Aug.	4 Aug.	6 Aug.	8 Aug.	10 Aug.	12 Aug.	16 Aug.	20 Aug.
I	–	5	11	14	7	6	5	7
II	4	9	11	11	10	6	–	–
III	10	8	7	8	7	4	12	8
IV	5	6	11	12	8	4	16	11
V	–	8	11	11	9	4	16	12
VI	–	–	–	10	8	3	10	10
VII	4	15	9	9	7	5	13	7
Gem. temp. in °C (*Mean temp.*)	20,4	19,1	23,9	21,9	19,9	20,4	21,3	

Het blijkt dus dat de eieren in de loop van enkele weken zeer geleidelijk worden afgezet. Voor de waarnemingen tot 12 Augustus geldt een gemiddelde van bijna vijf eieren per dag; voor de latere periode daalt dit gemiddelde. Het is niet denk-

beeldig, dat het herhaaldelijk oplichten van het schildje tijdens de voorafgaande eitellingen een nadelige invloed heeft op een regelmatige eiafzetting en hierdoor een lager daggemiddelde veroorzaakt.

In de natuur is de totale duur der eiafzetting ook gerekt, namelijk van 5 September tot ongeveer 25–30 September, dus een gemiddelde periode van drie weken.

Met de eiafzetting is nu de levenscyclus van *Chionaspis salicis* voltooid. Het wijfje is dood en bevindt zich geheel ineengeschrompeld aan de voorzijde onder het schild. De zo vrij gekomen schildruimte is opgevuld met een groot aantal eieren die onder het wasschild beschermd liggen tegen regen en wind en hier ongeveer acht maanden zullen verblijven alvorens in het volgend voorjaar de nieuwe larven uitkomen.

B. VOORTPLANTING

a. Vermeerderingspotentie der wijfjes; invloed der populatiedichtheid

Het aantal eieren dat het *Chionaspis salicis*-wijfje gedurende de nazomer en herfst afzet, blijkt variabel. Het maximum aantal, dat werd aangetroffen bedroeg 124. De minimum grens wordt gevormd door wijfjes die geen eieren afzetten.

Om na te gaan of er tussen het aantal eieren per wijfje en de grootte van het schild een correlatie bestaat, werd vóór iedere eitelling de totale lengte van het larve III-schild, met inbegrip van de larve I- en larve II-huid, gemeten (bovenaanzicht) evenals de grootste breedte. Het blijkt, dat bij alle lengte- en breedte-combinaties, waarbij de lengte ligt tussen 1–2,1 mm en de breedte tussen 0,7–1,6 mm, wijfjes onder de schildjes worden aangetroffen die vroegtijdig, nog voordat ze volwassen waren, zijn afgestorven zodat geen eieren aanwezig zijn. Haar aantal neemt toe naarmate meerdere schildluizen op het substraat aanwezig zijn. Deze jonge steriele larvae III hebben ook geen normaal schild kunnen vormen.

Bij lengte- en breedteverhoudingen, waarbij de lengte en breedte van het schild resp. tussen 2,1–3,3 en 0,8–2 mm liggen, komen drie typen van wijfjes voor:

a. Het wijfje ligt geheel ineengeschrompeld voorin onder het schild, terwijl de resterende schildruimte is opgevuld met eieren. Dit is de situatie na de eiafzetting door een larve III, die normaal ontwikkeld is geweest.

b. Het wijfje is niet geheel ineengeschrompeld en heeft een klein aantal eieren afgezet (10–30). In het lichaam van het dode wijfje bevinden zich nog onafgezette eieren.

c. Het wijfje is practisch niet ineengeschrompeld, neemt het grootste gedeelte der schildruimte in, terwijl het dode lichaam opgevuld is met vele normaal gevormde eieren, die niet zijn afgezet.

De onderlinge verhouding der aantallen wijfjes, behorende tot één der drie categorieën blijkt nu sterk afhankelijk van het aantal schildluizen op het substraat. Hoewel onafhankelijk hiervan op een bepaalde tak b.v. steeds larvae III zijn aan te treffen, die een normaal ontwikkeld schild vertonen doch geen eieren hebben afgezet, blijkt het aantal van deze wijfjes (behorend tot groep *c*) sterk toe te nemen naarmate de tak dichter met deze insecten bezet raakt.

Dit feit werd reeds door SMIRNOV en POLEJAEFF (97) geconstateerd bij *Lepidosaphes ulmi* L., en na uitgebreide eitellingen verricht aan verschillende met deze schildluis bezette takken, kwamen beide auteurs tot de conclusie: De gemiddelde eiproductie daalt bij toename der populatiedichtheid. Dit gold eveneens voor

Chionaspis salicis L. (SMIRNOV en WIOLOVITSH, 98). Het bleek dat de verminderde gemiddelde eiproductie bij hoge populatiedichtheid niet verklaard kon worden door de afname der vermeerderingspotentie der afzonderlijke wijfjes, doch veroorzaakt werd door het aantal steriele wijfjes. Elimineerde men deze wijfjes en werd alleen voor de overblijvende fertiele individuen het gemiddelde bepaald, dan bleek dit bij de verschillende populatiedichtheden vrij constant.

Inderdaad treft men geregeld wijfjes aan met grote en zelfs zeer grote ei-aantallen die geheel tussen en vaak onder andere steriele wijfjes gedrongen zitten. Het maximum aantal van 124 eieren (zie boven) werd zelfs gevonden bij een zeer grote populatiedichtheid! Het gemiddeld aantal uit 150 onderzochte schildjes afkomstig van één wilgentak bleek 44,6. Telt men evenwel de steriele wijfjes niet mee, dan was het gemiddelde 72,0 eieren per individu. Opvallend is het feit, dat practisch geen ei-aantallen variërend van 1–30 worden aangetroffen (wijfjes van groep *b*). Of men vindt jonge steriele larvae III en volwassen wijfjes die, hoewel ze ontwikkelde eieren hebben, er niet in slagen deze af te zetten (wijfjes van groep *c*), òf men vindt wijfjes die grote aantallen eieren hebben afgezet (wijfjes van groep *a*).

De oorzaak voor de toename van het aantal steriele individuen bij een toename van de populatiedichtheid is tweeërlei:

1. Door de grote ophoping van *Cocciden* op bepaalde takken ontstaat een voedselconcurrentie, waardoor velen er niet in slagen voldoende voedsel op te zuigen.
2. Bij een grote dichtheid ontstaat een strijd om levensruimte. Vele vinden geen gelegenheid om normaal op het substraat een schild te vormen en drukken elkaar zo mogelijk opzij. Meerdere lagen kunnen zo boven elkaar komen te liggen. De bovenste schildluizen hebben nu wel de ruimte doch blijven meestal steriel en sterven vroegtijdig af daar ze ongetwijfeld te sterk in hun voedselopname belemmerd worden.

Door deze concurrentie neemt b.v. op bepaalde takken het aantal steriele wijfjes in de loop van enkele jaren steeds toe en deze beperking ten aanzien van de voortplanting wordt des te groter naarmate de tak zelf gaat kwijnen en sterven, wat ten slotte de dood van de gehele populatie ten gevolge heeft.

b. Sexe-verhouding

In de natuur komen op hetzelfde substraat naast elkaar beide sexen voor. Meestal lijkt het bij een vluchtige inspectie, waarbij de volgroeide vrouwelijke schildjes het gemakkelijkst in het oog vallen, dat de vrouwelijke individuen in de meerderheid zijn. Het is inderdaad mogelijk dat een boom of bepaalde takken er van vol zitten met vrouwelijke schildluizen, terwijl de mannetjes weinig voorkomen, doch het omgekeerde is ook aan te treffen. Bij een nauwkeurige observatie blijken als regel evenwel meer mannetjes aanwezig te zijn dan men op het eerste gezicht zou vermoeden.

Om een scherper inzicht te krijgen in de sexe-verhouding werd verschillende keren de nakomelingschap bestudeerd van één wijfje. Hiertoe werden in het laboratorium in het voorjaar 1949 afgesneden tweejarige nog in de knop zittende wilgentakken van ongeveer 0,5 m lengte in een voedingsoplossing van V. D. CRONE geplaatst. De takken waren van te voren nauwkeurig op *Chionaspis salicis*-aantasting onderzocht en alleen volkomen schildluisvrij materiaal werd gebruikt. Na het uitbotten en wortelen, werden de takken in bloempotten geplant. Tevens werden al geruime tijd takstukken, bezet met *Ch. salicis*-schildjes, waaronder zich

vele eieren bevonden, bij 20 °C bewaard. Vlak voordat deze eieren uitkwamen, werden van deze takken bastschilfers afgesneden en wel zo, dat zich steeds op ongeveer 0,5 cm² bast één schildje bevond. Deze stukjes werden nu met behulp van een insectenspeld zodanig op de in de bloempotten groeiende wilgentakken bevestigd, dat de jonge larven, die spoedig zouden verschijnen, gemakkelijk van het oude baststukje op de frisse wilgentak konden overkruipen. Per tak werd één schildje bevestigd.

De eerste larven verschenen 14 April, verspreidden zich over de hele lengte van de wilgentak en zetten zich spoedig vast. Ongeveer een week na de eerste vervelling kan men de larve II aan de vorm van het wasschild op het geslacht onderscheiden.

Vervolgens werd voorzichtig het oude baststukje, waarop zich het moederschild bevond, van iedere tak verwijderd, de lege eischalen, alsmede de eventueel niet uitgekomen eieren onder ieder schildje afzonderlijk geteld, terwijl ook de aantallen mannelijke en vrouwelijke larvae II per tak genoteerd werden. Het kwam voor dat op bepaalde takken zovele larven I afstierven, dat later voor de larvae II niet meer met zekerheid een sexe-verhouding viel af te leiden; deze proeftakken worden nu buiten beschouwing gelaten. Van de welgeslaagde „entproeven" volgen acht waarnemingen (tabel VI).

TABEL VI

Proeftak no. (*Specimen number*)	eieren totaal (*eggs total*)	eieren uitgekomen (*hatched eggs*)	vrouw. L. II (*female larvae II*)	mann. L. II (*male larvae II*)	verloren gegane of afgestorven individuen, (*Lost or dead larvae I*)
I	78	74	26	42	6
II	58	55	43	6	6
III	59	57	28	22	7
IV	93	92	13	77	2
V	77	75	37	33	5
VI	74	68	35	28	5
VII	62	58	37	21	4
VIII	99	90	61	29	9

Hieruit blijkt dus:

1. Als totaal van alle schildjes kan globaal een 1:1 sexe-verhouding worden aangenomen.
2. Binnen de nakomelingschap van één *Ch. salicis*-moederdier komen beide sexen voor en hun verhouding onderling is uiterst variabel.

De algemene entomologische handboeken geven nog wel eens de indruk als zouden de mannelijke schildluizen verre in de minderheid zijn ten aanzien van het vrouwelijk geslacht. Bij *Chionaspis salicis* is dit dus zeker niet het geval. Ook NEL (67) vindt voor *Aonidiella aurantii* MASK. en *A. citrina* COQ., twee zeer nauw verwante soorten die schadelijk optreden in de citrus-culture, een 1:1-verhouding voor de beide sexen.

c. Aantal generaties per jaar

In ons land heeft *Chionaspis salicis* L. één generatie per jaar. De eerste larven verschijnen in de natuur eind April–begin Mei en de ontwikkelingscyclus der

wijfjes eindigt met de eiafzetting, die duurt vanaf de eerste dagen van September tot begin October.

In Noord-Amerika heeft *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH jaarlijks evenwel twee generaties, o.a. in Ohio (HOUSER, 38) en Missouri (HOLLINGER, 37). LANGFORD (50) beschrijft de levenscyclus in Noord-Colorado. De larven der eerste generatie verschenen hier eind April en van 22 Juni tot 1 Juli werden door de wijfjes de eieren afgezet. De totale ontwikkelingsduur bedroeg dus twee maanden. Na ongeveer twintig dagen verschenen de larven I der tweede generatie en met de eiafzetting der wijfjes van begin September tot begin October werd ook deze cyclus afgesloten.

Daar reeds bij de ontwikkeling van het ei gebleken is, dat voor de embryonale differentiatie niet een zeer lage minimum temperatuur vereist wordt, is het zeer waarschijnlijk dat ook bij *Chionaspis salicis* L. twee jaarlijkse generaties te verwachten zijn, mits men de temperatuur maar opvoert. Inderdaad blijkt hierdoor de ontwikkeling zeer versneld te worden (zie tabel IV, pag. 206). Door de schildluis zich te laten ontwikkelen bij een gemiddelde temperatuur van 22 °C wordt de duur van larve I tot eileggend moederdier op drie maanden teruggebracht, namelijk van 14 April tot begin Juli als de eerste eieren worden afgezet. Deze komen, na ongeveer vijftig dagen bij 22–24 °C gestaan te hebben, uit. De jonge larvae I ontwikkelen zich voorspoedig doch de proef moest gestaakt worden ten gevolge van de slechte groei van de planten. De wilgenbladeren werden namelijk gedood door het massaal optreden van *Schizotetranychus schizopus* ZACHER, een zeer algemeen op de onderzijde der wilgenbladeren voorkomende spintmijt (GEYSKES, 27), die zich bij deze hoge temperaturen snel ontwikkelt.

In ieder geval blijkt, dat *Chionaspis salicis* L. zeer goed een tweede generatie kan vormen; dit zou o.a. in Zuid-Europa (Italië b.v.) het geval kunnen zijn, hoewel hierover in de literatuur niets vermeld wordt.

C. VERSPREIDING

a. Actieve verspreiding der larve I

Onmiddellijk als de larven het moederschild verlaten hebben, zwermen ze uit. Ze verplaatsen zich vaak enigszins schoksgewijze en hun snelheid is nooit lange tijd constant. De snelheid waarmede ze over het substraat lopen, blijkt bovendien sterk afhankelijk van de temperatuur. De larven die reeds bij ongeveer 18 °C het schild verlaten, zijn bij deze temperatuur minder actief dan bij hogere temperaturen, waardoor de totale afstand waarover de larve zich tijdens de korte periode verplaatst vóórdat een vaste zuigplaats wordt ingenomen, ook kleiner wordt. QUAYLE (83) constateert ditzelfde o.a. bij de schildluis *Lepidosaphes beckii* NEWM., die bij 32 °C een driemaal zo grote afstand aflegt als bij 20 °C.

Ter bepaling van de verplaatsingssnelheid van *Chionaspis salicis* L. werd bij 20 °C een larve, die juist onder het moederschild was uitgekropen, voorzichtig overgezet op een houten plank, waarop een ruitverdeling van 0,25 cm^2 was aangebracht. Het plankje was met een dun laagje vernis afgedekt, waardoor het oppervlak ongeveer even glad was als dat van wilgenbast, het natuurlijke substraat der larven. Bij 20 °C blijkt de snelheid te kunnen variëren van 0,75–3 cm per minuut of 45–180 cm per uur. De gemiddelde snelheid bedraagt 1,32 cm per minuut. Rekent men op een gemiddelde verspreidingsduur van ongeveer vijf uur, dan wordt dus een totale afstand van 4 m afgelegd. In de natuur werden waar-

nemingen verricht aan wilgentakken, waarop zich slechts een enkel schildje bevond. De larven zetten zich hier vast op afstanden die gerekend vanaf het moederschild varieerden van ongeveer 0,3–2 m. Gezien het feit dat de larven zich nimmer vanuit het schildje rechtstreeks naar een definitieve zuigplaats begeven, komen deze afstanden, wat orde van grootte betreft, overeen met de theoretisch af te leggen afstand.

De larven vertonen geen uitgesproken positieve of negatieve geotaxie. Dit kan men gemakkelijk constateren indien men een larve overplaatst op een houten staafje. Ook blijkt dit uit de entproeven, waarbij een schildje met eieren geplaatst werd halverwege het stammetje van een verticaal groeiende wilgentak. Bij een contrôle enkele dagen nadat de larven het schild verlaten hebben vindt men ze over de gehele taklengte verspreid zittend, tenminste wanneer de wilgentakken zich bevinden in een ruimte, waarin de luchtvochtigheid gedurende het grootste gedeelte van de dag minstens 60–70 % is. In een droog milieu komt het herhaaldelijk voor, dat zich aan de basis van de wilgentak, waar deze zich in vochtige bladaarde bevindt, opvallend veel larven hebben vastgezet. Dit moet ongetwijfeld worden toegeschreven aan het feit, dat de relatieve luchtvochtigheid vlak boven de grond groter is dan een halve meter er boven. De larven zoeken dat milieu waar de meest geschikte relatieve vochtigheid heerst. Dit is van essentieel belang, want indien de stiletten éénmaal in het plantenweefsel zijn gestoken, kan niet meer van plaats veranderd worden. Ook REYNE (89) vermeldt dat de schildluis *Aspidiotus destructor rigidus* REYNE een hoge relatieve vochtigheid nodig heeft en dat de schildluis uitsluitend op de vochtige onderzijde van het blad van de cocospalm voorkomt.

Om na te gaan welke invloed het licht zou kunnen hebben op de actieve verspreiding der larven, werd een volgende proef gedaan:

Een jonge larve werd in het midden van een stuk glad papier geplaatst en vervolgens in een volkomen donkere ruimte gebracht, waarin door een ongeveer 0,5 mm brede spleet in een der wanden van het donkere vertrek een scherp begrensde lichtbundel viel. Het papier werd zodanig in de ruimte gelegd, dat de larve zich in de lichtbundel bevond. Uit vele herhaalde waarnemingen met meerdere larven bleek steeds, dat de larven nimmer uitgesproken lichtminnend waren. Voortdurend verlieten ze de lichtbundel, waardoor ze direct in het duister kwamen en hier enige tijd verbleven, terwijl ze daarna soms weer opnieuw in de lichtbundel traden. Ook bereikten larven vaak na vele omzwervingen, waarbij herhaaldelijk binnen een korte periode in tegengestelde richtingen werd gelopen, uiteindelijk het meest lichtsterke gedeelte van de lichtbundel, namelijk de plaats waar deze door de spleet naar binnen viel. Hier beland, kwamen ze in het volle daglicht (zonlicht), soms evenwel liepen ze deze opening voorbij en begaven zij zich weer in het donker.

Uit deze waarnemingen, die plaats vonden in een ruimte waar overal eenzelfde temperatuur van 20–21 °C heerste, blijkt, dat de larven zeker geen uitgesproken phototaxie vertonen, doch waarschijnlijk geen voorkeur voor licht hebben of er hoogstens zeer zwak positief op reageren.

Vervolgens werd nog een tweede proef opgezet:

Tweejarige wilgentakken werden zodanig in stukken van ongeveer 18 cm gesneden, dat zich in het midden van het stuk een *Chionaspis*-schild bevond, waaronder de larven begonnen uit te zwermen. De beide takeinden waren met een rand van zachte vaseline afgedekt. Het takje werd nu snel in een kartonnen

doos gebracht, waar het met de beide uiteinden op de punt van een punaise bevestigd werd, zodat het takje verder volkomen vrij lag. De langwerpige kartonnen doos was aan de binnenkant zwart geverfd en het takje bevond zich, nadat de deksel op de doos was gedaan, in een donkere ruimte. Aan een der uiteinden van het deksel was evenwel zodanig een 1,5 cm brede gleuf gemaakt, dat een lichtbundel in de doos op één der takeinden viel. Na ongeveer een uur werd het takje eruit genomen en de op de vaseline vastgeraakte larven geteld. Hier volgen de resultaten van acht waarnemeingen:

TABEL VII

Taknummer . . . . . (*Number of branch*)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Belicht takeinde . . . . (*End of branch exposed*)	6	2	3	10	7	7	1	5
Donker takeinde . . . . (*End of branch dark*)	2	5	5	6	5	6	2	4

Gemiddeld komen per tak 5,13 ± 0,38 en 4,38 ± 0,30 exemplaren resp. op het belichte en onbelichte einde, een gemiddeld verschil dus van 0,75 ± 0,47 ten gunste van het belichte takeinde. Het verschil is echter niet betrouwbaar aangezien het quotiënt van gemiddeld verschil en zijn middelbare fout 1,6 bedraagt, dus kleiner is dan de norm 3.

De eindconclusie is dan ook, dat de *Chionaspis salicis*-larve I zich onafhankelijk van het licht verplaatst.

Aspidiotus ostreaeformis verplaatst zich ook onafhankelijk van het licht (REH, 85).

Er komen evenwel ook vele schildluissoorten voor, waarvan de larvae I wel positief phototactisch reageren ,b.v. (QUAYLE, 83) *Saissetia oleae* BERN., *Chrysomphalus aurantii* MASK., *Lepidosaphes beckii* NEWM.; (SUTER, 104) *Lepidosaphes ulmi* L. aanvankelijk positief phototactisch, later als de vitaliteit afneemt, onafhankelijk van het licht.

De actieve verspreiding der larven I blijft voor vrijstaande bomen uitsluitend beperkt tot de boom waarop de larven zich bevinden. Een actieve verplaatsing van boom tot boom via de grond is uitgesloten. De wijze van verspreiding heeft bij de knotwilg als volgt plaats:

Bij de boom die pas sedert één jaar geïnfecteerd is, vindt men als regel de verspreidingshaard bestaande uit één of meerdere vrouwelijke individuen, aan de basis van een meerjarige tak van de takkroon. Dat juist hier de eerste infectie plaats vindt, is niet onbegrijpelijk wanneer men bedenkt, dat bij de passieve verspreiding door wind (zie pag. 218) de brede basis der takkroon, waar vele takken bijeenkomen, een goede plaats vormt om de larven op te vangen.

Vanuit de verspreidingshaard, in casu een moederschild met eieren, dat zich b.v. aan de basis van een enige jaren oude wilgentak bevindt, zwermen in een volgend voorjaar de larven uit. Degenen die zich in opwaartse richting verplaatsen, zetten zich vast op het takhout op enige afstand van het moederschild en zijn evenzo vele nieuwe uitgangspunten voor infectie in het erop volgende jaar. Na

verloop van jaren zit de tak grotendeels vol met schildluizen en begint langzaam vanuit de top naar beneden toe af te sterven. Dit betekent tevens de dood van de zich erop bevindende schildluispopulatie.

De larven die zich vanuit de oorspronkelijke infectieplaats aan de takbasis in benedenwaartse richting verplaatsen, vinden lang niet zo'n geschikt substraat. Vooral bij wat oudere bomen is de dode bast (rhytidoma) zo dik, dat hier geen goede zuigplaats meer gevonden wordt. Vele larven kruipen lang rond en sterven af. Wel bestaat de mogelijkheid dat de larve op de basis van een andere tak der takkroon belandt en hier weer de nieuwe infectiebron voor de betreffende tak vormt. Het geïnfecteerde gedeelte der takkroon, dat eerst zeer plaatselijk is, breidt zich op deze wijze langzaam uit. Natuurlijk kunnen ook ieder jaar met de wind weer larven, afkomstig van omliggende besmette bomen, op de takkroon belanden.

Dat het substraat zelf grote invloed heeft op de verspreiding en wel speciaal op de duur van de verspreiding, blijkt herhaaldelijk uit infectieproeven, waarbij men dus larven afkomstig van een bepaalde wilgenboom overbrengt op een geheel andere soort boom. Blijkt deze boom niet geschikt of minder geschikt om als nieuwe waardplant te dienen, dan is dit aan de larvae I reeds te bemerken, daar deze veel minder gauw een (vaste) zuigplaats betrekken en vaak een hele dag in beweging zijn, terwijl de larven die zich op hetzelfde substraat bevinden als het moederdier, gemiddeld reeds binnen enkele uren hun stiletten inboren.

Ook de algemeen toegepaste snoeimethode der bomen, waarbij om de paar jaar de takkroon geheel tot op de stam verwijderd wordt, heeft invloed op de wijze van verspreiding. Deze snoei vindt plaats omstreeks Maart. Slechts een zeer klein aantal moederschildjes + eieren blijft op de takbases over. Begin April botten nieuwe wilgenloten uit en hiervan worden weer enkele geïnfecteerd door de jonge larven, die enige weken later het moederschild verlaten. De eerste jaren kan door de krachtige groei der takken een dodelijke aantasting door de zich ontwikkelende schildluispopulatie voorkomen worden, doch op den duur groeit deze laatste zo sterk uit, dat de takken uitgeput raken en afsterven.

De *Chionaspis salicis*-larven zetten zich practisch nimmer vast op jonge krachtig groeiende takloten die nog geen jaar oud zijn, indien ze ook overjarig hout ter beschikking hebben. Slechts indien uitsluitend jong groeiend lot aanwezig is of indien het overjarige hout volkomen bezet is met larven en met oude schildjes van voorafgaande jaren, zetten ze zich vast op dit jonge hout. Opmerkelijk vele individuen sterven in de loop der ontwikkeling af. Mogelijk zal het snel in de lengte groeiende plantenweefsel een ongunstige invloed kunnen uitoefenen op de ingeboorde stiletten.

Chionaspis salicis-larven hebben nimmer op de bladeren hun zuigplaats. Dit geldt vrijwel algemeen in de gematigde luchtstreken voor de familie der *Diaspididae* (superfamilie *Coccoidea*).

NEWSTEAD (69) vermeldt slechts het voorkomen van mannelijke individuen van *Aspidiotus zonatus* FRAUENFELD op het blad van *Quercus robur* en de soort *Mytilaspis pomorum* var. *ulicis* DOUGLAS op de bladbases van *Ulex europaeus*. COMSTOCK (10) noemt *Chionaspis pinifoliae* FITCH op *Pinus strobus* en *Diaspis carueli* TARG.TOZZ. op *Juniperus spp.* in Noord-Amerika.

In de subtropen en tropen komen de *Diaspididae* daarentegen veelvuldig op de bladeren der waardplant voor en richten grote schade aan.

Zo vermeldt DAMMERMAN (13) o.a.:

Aspidiotus destructor SIGN. op *klapper* en *mangga*; *Chionaspis saccharifolii* ZEHNT. op *suikerriet*; *Diaspis pentagona* Targ. Tozz. op *dadap*; *Hemichionaspis aspidistrae* SIGN. op *agave*, *katoen* en *cassave*.

b. Passieve verspreiding der larve I

Bij de passieve verspreiding der jonge larven speelt de wind de belangrijkste rol. Juist door hun platte lichaamsvorm en het zeer geringe gewicht kunnen ze gemakkelijk met de wind vervoerd worden. Uitvoerige onderzoekingen werden gedaan door QUAYLE (84) bij de schildluis *Saissetia oleae* BERN. die in de citrus-cultuur in Californië optrad.

Kartonnen papierstroken besmeerd met een niet snel hard wordende kleefstof werden op verschillende afstanden van geïnfecteerde bomen geplaatst. Na enkele dagen werden de papierstroken gecontroleerd op het al of niet aanwezig zijn van larven. Hoe dichter de kartonnen kaarten bij de infectiebron werden opgesteld, des te groter aantal larven raakten op de lijmstof vast. Op afstanden van 135 m geraakten nog 30 larven vast; het gemiddeld aantal bleek 346 larven per katonnen bord. De verspreidingsrichting bleek tevens voornamelijk met die der windrichting samen te vallen. Dit bleek duidelijk uit het verloop van een nieuwe besmetting, in eerst volkomen vrij van schildluis zijnde citrusgedeelten, uit omliggende besmette tuinen. Ook de onderzoekingen van REYNE (89) op overeenkomstige wijze met glasplaten voorzien van een kleverige substantie uitgevoerd, lieten zien dat de *Aspidiotus destructor rigidus* REYNE-larven zelfs op afstanden van 500 m van de infectiehaard voorkomen. Verder bleek hier dat de larven zich voornamelijk met de wind laten vervoeren als de waardplant zwaar is aangetast en overbevolkt is. Ze laten zich dan van het substraat vallen en kunnen nu met de wind naar andere bomen waaien.

Ongetwijfeld geldt deze wijze van verspreiding algemeen voor de schildluislarven. Hoe dichter de stand der bomen, hoe groter de kans dat de geïnfecteerde zône zich snel uitbreidt indien er één of meerdere aangetaste bomen aanwezig zijn. Ten aanzien van de bestrijding moet men met de verspreidingswijze door de wind terdege rekening houden.

Ook kunnen er zich nog andere mogelijkheden voordoen bij de verspreiding, namelijk het overbrengen van larven I door insecten en vogels. De larven zouden op de poten van vogels of op andere insecten kruipen en op deze wijze van de ene boom naar de andere verplaatst worden.

HOWARD en MARLATT (43) vonden dat de *Coccinellide Pentilia misella* LEC., een roofvijand van de San José-schildluis (*Aspidiotus perniciosus* COMST.), tevens larven vervoerde. Ook enkele mierensoorten: *Monomorium minutum* MAYR en *Formica schaufussi* MAYR kunnen de larven verplaatsen. Indien de bomen evenwel ruim uiteenstaan, duurt het toch vele jaren vooraleer een gehele boomgaard vanuit een bepaalde infectiebron is aangetast (MARLATT, 57).

Vogels kunnen schildluizen die op hun poten of veren gekropen zijn, over grote afstanden vervoeren. JOHNSON (47) vond vele San José-larven die zich vast hadden gezet op de tak waarop een vogelnest rustte, terwijl in een omtrek van 1 km geen geïnfecteerde bomen voorkwamen. Vogels vormen dan ook een voortdurend gevaar bij de verspreiding.

De verspreiding der schildluislarven I, hetzij actief of passief, neemt in de subtropische en tropische gebieden veel grotere afmetingen aan, daar hier meerdere generaties per jaar optreden.

c. Passieve verspreiding door transport van voedselplanten

De mogelijkheid van verspreiding der schildluizen tezamen met de waardplant draagt als regel niet langer meer het locale karakter dat toch altijd binnen een bepaald tijdsbestek blijft gelden voor de beide reeds behandelde verspreidingswijzen. Het transporteren van bomen, struiken of entrijs uit kwekerijen vormt ongetwijfeld de voornaamste verspreidingswijze waardoor vele schildluizen cosmopolitisch geworden zijn (QUAINTANCE and SASSCER, 81). Met het materiaal kunnen gemakkelijk moederschildjes met eieren vervoerd worden. Bij *Chionaspis salicis* L. verblijven de eieren gedurende acht maanden onder het schildje en kunnen dus met de waardplant, die in de wintermaanden in een rustphase is, vervoerd worden. Herhaaldelijk blijkt uit de literatuur dat *Chionaspis salicis* L. op een dergelijke wijze vanuit Europa naar Amerika verscheept werd.

D. VOEDSELPLANTEN — INFECTIEPROEVEN

In Nederland komt *Chionaspis salicis* L. hoofdzakelijk voor op *Salix* spp. Veel minder algemeen is deze schildluis op *Populus alba* en *Alnus glutinosa*, doch vrijwel altijd zijn in dat geval geïnfecteerde wilgenbomen in de naaste omgeving aanwezig, zodat ongetwijfeld vanuit deze *Salix* spp. de andere voedselplanten zijn geïnfecteerd.

Om een indruk te krijgen omtrent de mogelijkheid van een *Chionaspis salicis*-aantasting vanuit de verschillende *Salix* spp. werden „entproeven" verricht waarbij stukken wilgenbast met schildjes + eieren op andere bomen werden overgebracht. De jonge larven kunnen na het verlaten van het moederschild direct op het nieuwe substraat overkruipen.

Een twintigtal 2–3-jarige bomen, behorend tot plantenfamilies die meerdere soorten omvatten welke in het buitenland bekend staan als voedselplanten voor *Chionaspis salicis* (zie pag. 177), werden voor de „entproeven" gebruikt. De proefbomen waren identiek of verwant met deze plantensoorten.

De jonge bomen werden voorjaar 1949 in potten geplaatst en kwamen in het laboratorium te staan. Op het moment dat de *Chionaspis*-larven op de nieuwe voedselplanten verschenen, stonden deze volop in blad. Tegelijkertijd werden naast de laboratoriumproeven ook zoveel mogelijk overeenkomstige soorten in de natuur geïnfecteerd. Het schildluismateriaal was afkomstig van *Salix alba* en *S. viminalis*.

Bij het merendeel der infecties ontwikkelden de larven zich aanvankelijk normaal, doch spoedig bleek, dat op vele bomen de larven I dood gingen; naarmate de proefduur toenam, bereikten slechts larven op bepaalde bomen volgende vervellingsstadia. Aan het einde van de proef (medio Augustus) kon nu voor de nog steeds flink groeiende bomen een schema worden opgemaakt (tabel VIII).

Het is opvallend dat op meerdere bomen de mannelijke larve zich tot imago kan ontwikkelen, terwijl de vrouwelijke larve nimmer het larve III-stadium bereikt. De verklaring hiervoor is het feit, dat het mannelijke individu slechts gedurende de larvestadia I en II voedsel opzuigt en dan afhankelijk is van de voedselplant, terwijl de vrouwelijke schildluis ook gedurende het larve III-stadium voedsel nodig heeft en dus steeds afhankelijk blijft van de voedselplant.

DE FLUITER (25) constateerde een dergelijk verschijnsel bij de witte koffieluis *Pseudococcus citri* RISSO.

Het blijkt, dat de meeste gekozen bomen voor *Ch. salicis*-wijfjes geen ontwikke-

lingsmogelijkheid bieden. Zelfs bomen die als voedselplant in het buitenland bekend staan, bleken vaak ongeschikt, daar de ontwikkeling der schildluis reeds tijdens de eerste larvestadia stopt. Slechts *Populus spp.* (fam. *Salicaceae*) blijken als voedselplant geschikt en hierop is een volledige ontwikkelingscyclus mogelijk. Op *Alnus glutinosa* en *Castanea sativa* komen nog larvae III voor, die evenwel vroegtijdig afsterven en nimmer tot eiafzetting overgaan.

Dit verschijnsel, dat schildluizen die een bepaalde plantensoort als voedselplant kunnen hebben, zich bij een kunstmatige infectie op die plant niet ontwikkelen, wordt ook door GRISWOLD (30) geconstateerd. Zo gelukte b.v. een infectie met *Lepidosaphes ulmi* afkomstig van *appel* bij overbrenging op *sering*; *L. ulmi* van nature aanwezig op *sering*, vermocht evenwel bij overenting op *appel* geen succesvolle infectie te geven.

TABEL VIII

Soort (*Species*)	Ontwikkeling v. Ch. salicis L. [1] (*Development of Ch. salicis L.*)				Familie (*Family*)
Acer Negundo	–				*Aceraceae*
Acer platanoïdes	< L. II				,,
Alnus glutinosa	> L. II	> ♂♂	> L. III		*Betulaceae*
Betula alba	> L. II	< ♂♂			,,
Carpinus betulus	< L. II				,,
Castanea sativa	> L. II	> ♂♂	< L. III		*Fagaceae*
Quercus robur	–				,,
Syringa vulgaris	> L. II				*Oleaceae*
Fraxinus excelsior	< L. II				,,
Robinia pseudoacacia	< L. II	< ♂♂			*Papilionaceae*
Rhamnus cathartica	< L. II				*Rhamnaceae*
Crataegus monogyna	< L. II				*Rosaceae*
Pirus Malus (zaailing) (*seedling*)	–				,,
Persica vulgaris	> L. II	< ♂♂			,,
Pirus communis var. (op onderstam) (*on parent stock*)	–				,,
Prunus insititia	> L. II	< ♂♂			,,
Sorbus Aucuparia	–				,,
Populus nigra	> L. II	> ♂♂	> L. III	Ova	*Salicaceae*
Populus balsamifera	> L. II	> ♂♂	> L. III	Ova	,,
Populus alba	> L. II	> ♂♂	> L. III	Ova	,,
Populus tremula	> L. II	> ♂♂	> L. III	Ova	,,
Ribes rubrum	> L. II				*Saxifragaceae*

[1]) < = weinig-, > = vele individuen van een bep. stadium.
L. II en III = larven der stadia II en III; ♂♂ = mannelijke imagines. Ova = eieren.
(< = *few-*, > = *many individuals of a certain stage.*
L. II and III = *larvae of the stages II and III*; ♂♂ = *male imagos. Ova* = *eggs.*)

Binnen de soort *Lepidosaphes ulmi* L. zijn dus twee groepen schildluizen aanwezig, die biologisch verschillend reageren. GRISWOLD kon beide vormen op morphologische kenmerken scheiden, namelijk via verschillen in variatiebreedte der aantallen circumgenitale poriën, in een „apple form" en „lilac form". Dat dergelijke verschillen kunnen optreden tussen individuen afkomstig van twee verschillende waardplanten, is duidelijk, indien men bedenkt dat op elk der waardplanten de populatie ontstaan kan zijn uit één vrouwelijk dier (zie pag. 189).

Het komt evenwel voor dat schildluizen, die behoudens een kleine variabiliteit

niet meer zijn te onderscheiden, dus morphologisch gelijk zijn, toch geheel verschillend reageren op eenzelfde voedselplant. Uit *Chionaspis salicis*-eieren van morphologisch gelijke moederdieren (afkomstig van één *Salix alba*-tak), die werden overgeënt op meerdere 2-jarige takken, gesneden van eenzelfde *Salix triandra*-boom, ontwikkelden de jonge larvae I zich op sommige takken goed, op andere takken stierven ze alle af. Tijdens de proef bevond zich het *Salix triandra*-materiaal in één laboratoriumruimte. Onderlinge takverschillen waren niet aan te tonen.

Het uiteenlopend gedrag der larven is dus niet uit direct zichtbare verschillen van het substraat te verklaren. Dat er evenwel binnen eenzelfde plantensoort verschillen zouden kunnen optreden, kan niet worden ontkend. THIEM (107) constateert bij een *Sorbus Aucuparia*-boom, dat slechts bepaalde takken zwaar met *Chionaspis salicis* geïnfecteerd zijn, terwijl een ander gedeelte der takken er geheel vrij van is, hoewel hierop vanuit de met schildluis bezette takken direct larven over kunnen kruipen. Ook bij andere *Cocciden* (*Aulacaspis rosae* BOUCHÉ, *Lepidosaphes ulmi* L.) zijn dergelijke feiten geconstateerd. Volgens THIEM kan men een niet – tot zwak-vatbare (coccidophobe-) phase en een sterk-vatbare (coccidophile-) phase bij de planten onderscheiden. Het is mogelijk dat de planten in beide phasen een van elkaar verschillende stofwisseling hebben. Waarin dit verschil dan precies bestaat, blijft evenwel onopgelost, evenals de vraag of men de oorzaak niet moet zoeken bij de schildluis zelf in plaats van bij het substraat. Bij de huidige stand van zaken is men er niet in geslaagd hierop antwoord te geven en men duidt de moeilijkheid slechts aan door te spreken van „strain" of „biologisch ras" bij de betreffende schildluis.

In ieder geval blijkt uit de infectieproeven met *Chionaspis salicis* dat de kans van een blijvende infectie vanuit *Salix* spp. op andere bomen gering is. In ons land kan *Ch. salicis* zich slechts op enkele bomen ontwikkelen en is dus hoogstens zwak polyphaag. Ditzelfde zal waarschijnlijk ook het geval zijn voor landstreken of landen buiten Nederland waar *Chionaspis salicis* weliswaar enkele andere soorten voedselplanten kan hebben, doch ook daar weer in een beperkt aantal. Door nu zonder meer alle voedselplanten, waarop *Chionaspis salicis*-schildluizen volgens de literatuurgegevens voorkomen, bijeen te voegen en uit de op deze wijze gevormde grote „voedselplantenlijst" de conclusie te trekken dat *Ch. salicis* sterk polyphaag moet zijn voor iedere landstreek afzonderlijk, begaat men een grote fout.

Waar vaak een nieuwe aantasting op plantensoorten, die reeds als voedselplant in de literatuur bekend staan, geen resultaat geeft, moet de mogelijkheid ener succesvolle infectie op geheel willekeurige gewassen gering worden geacht.

VII. NATUURLIJKE VIJANDEN

A. PARASIETEN: HYMENOPTERA

De tot de *Hymenoptera* behorende superfamilie *Chalcidoidea* omvat vele soorten, die parasiteren op schildluizen. Ongetwijfeld heeft iedere schildluissoort één of meerdere van deze parasieten. DALMAN (zie REH, 88) kweekte uit *Chionaspis salicis*-schildjes de soorten *Entedon scutellaris* en *E. insidiator*. RUSCHKA (91) vermeldt *Chiloneurinus microphagus* MAYR als parasiet van *Ch. salicis* L., terwijl THOMPSON (109) *Aphytis mytilaspidis* LE B. als zodanig van deze schildluis catalogiseert. FERRIÈRE (22) noemt nog *Arrhenophagus chionaspidis* AURIVILLIUS.

Bij laboratoriumonderzoek en later bij veldwaarnemingen kwam ik in aanraking met twee parasieten: de eerste, *Aphelinus fuscipennis* How. trad plaatselijk vrij sterk op, de tweede echter was meer sporadisch, en deze kon eerst naderhand als *Chiloneurinus microphagus* MAYR [1]) gedetermineerd worden.

I. Aphelinus fuscipennis How.

a. Algemeen overzicht

Systematische plaats

Het genus *Aphelinus* werd door afsplitsing van de soorten *A. insidiator* en *A. abdominalis* van het geslacht *Entedon* door DALMAN ingevoerd. ASHMEAD (1) geeft de volgende indeling: Superfamilie *Chalcidoidea*, familie *Eulophidae*, subfamilie *Aphelininae*, tribus *Aphelinini*. Ook SCHMIEDEKNECHT (94) geeft practisch dezelfde indeling. In de latere literatuur wordt de familie *Aphelinidae* geïntroduceerd met o.a. de tribus *Aphelininae*, die de genera *Aphelinus* DALMAN en *Aphytis* HOWARD omvat (MERCET, 63). Tot het geslacht *Aphytis* zouden dan de ectoparasieten der *Diaspidae* behoren. Het gevolg is, dat men thans zowel *Aphytis fuscipennis* als de oudere naam *Aphelinus fuscipennis* vermeld vindt.

Verspreiding en waardgasten

De *Aphelinus*-soorten zijn met de schildluizen over de gehele wereld verspreid (SCHMIEDEKNECHT, 94), met uitzondering van de koude noordelijke en polaire zônes. Ze vallen uitsluitend *Coccidae* (speciaal *Diaspinae*), *Aphididae* en *Aleurodidae* aan. De *Aphelinus*-soorten zijn polyphaag. GRISWOLD (30) geeft b.v. als gastheren voor *A. mytilaspidis* LE B. 14 *Diaspinen* op. Voor *A. fuscipennis* vond ik in de Review de volgende waardgasten met hun vindplaatsen genoteerd (tabel IX).

b. Economische betekenis

De *Aphelininae* zijn verreweg de belangrijkste parasieten der *Diaspidae* (HOWARD, 40). Dat deze natuurlijke vijanden van belang kunnen zijn bij de bestrijding der *Cocciden* bleek uit de onderzoekingen van MARLATT (57) en GLENN (28)

---

[1]) Determinatie CH. FERRIÈRE. (Genève).

TABEL IX

Europa		
Frankrijk	*Aspidiotus perniciosus* Comst.	Feytaud, J., 1913
Engeland	*Lepidosaphes ulmi* L.	Tothill, J. D., 1919
Noord- en Zuid-Amerika		
(o.a.) Ontario, Georgia . . .	*Aspidiotus perniciosus* Comst.	Caesar, L. 1914.
Sacramento (N.-Am.)	*Aspidiotus hederae* Nall.	Vaile, R. S., 1913
Argentinië	*Aulacaspis pentagona* Targ.	Girola, C. D., 1916
New-York State	*Chionaspis furfura* Fitch	Brann, J. L., 1946
Bermuda	*Comstockiella sabalis* Comst.	Russell, T. A., 1933
Peru	*Hemichionaspis minor*	Townsend, C. H., 1913
Ithaca (N.-Am.)	*Lepidosaphes ulmi* L.	Griswold, G. H., 1925
Louisiana	*Pseudaonidia duplex* Ckll.	Cressman, A. W., 1935
Azie		
Japan, Philippijnen	*Aspidiotus perniciosus* Comst.	Nakayama, S., 1921
Japan, Philippijnen	*Chionaspis sp.*	Nakayama, S., 1921
India (Pusa)	*Aleurodes ricini*	Misra, C. S., 1924
India (Pusa)	*Dialeurodes citri* Ashm.	Misra, C. S., 1924
Australie		
W.-Australië	*Aspidiotus perniciosus* Comst.	Newman, L. J., 1925
W.-Australië	*Chrysomphalus aurantii*	Newman, L. J., 1921
W.-Australië	*Coccus* (*Lec.*) *hesperidum*	Newman, L. J., 1925

bij de San José-schildluis (*Aspidiotus perniciosus* COMST.), die met plantmateriaal geïmporteerd werd in Californië en spoedig enorm schadelijk werd voor de fruitteelt in geheel Amerika. Het bleek nu dat de schildluis verscheidene parasieten had, waarvan *Aphelinus fuscipennis* HOW. de belangrijkste was. Deze trad sterk op in de landen van herkomst der San José-schildluis, China en Japan. Men begon nu in Californië deze *A. fuscipennis* op te kweken en verkreeg zo grote hoeveelheden parasieten (JOHNSON, 48).

Onder bepaalde omstandigheden kan *A. fuscipennis* zich zo sterk ontwikkelen dat een zeer hoog percentage der schildluizen geparasiteerd wordt. Het klimaat speelt een belangrijke rol, waardoor deze parasiet in de Oostelijke Staten veel minder effectief is dan in Californië, waar veel meer generaties per jaar optreden.

IMMS (45) deed in Engeland een onderzoek over *Aphelinus mytilaspidis* LE BARON, een parasiet van *Lepidosaphes ulmi* L., een schildluis, die o.a. op appel en peer voorkomt, en komt tot de conclusie dat ten gevolge van het parasitisme slechts 7 % minder eieren door *L. ulmi* wordt afgezet. Als oorzaken van dit lage percentage moeten genoemd worden:

1e nadelige invloed van ongunstige klimaatsfactoren,
2e betrekkelijk geringe vruchtbaarheid van de parasiet,
3e beperkte bewegingsmogelijkheid van de parasiet,
4e het effect van de tweede generatie is slechts onvolledig.

HOWARD (42) vermeldt het soms met succes importeren van *Aphelinus mali* HAL. tegen de *appelbloedluis* (*Eriosoma lanigerum* HAUSM.). HOWARD wijst erop dat men bij het kunstmatig invoeren van parasieten ieder geval steeds afzonderlijk moet bestuderen en dat op deze wijze ongetwijfeld practisch gebruik zal kunnen worden gemaakt van bepaalde natuurlijke vijanden.

TROUVELOT (110) bestudeerde de mogelijkheden die de invoering van parasieten

biedt. Sommige geïmporteerde parasieten bleken een groot succes, andere gaven geen resultaat. Dezelfde onderzoeker houdt zich momenteel bezig met de studie van *Aphelinus fuscipennis* in verband met de zich steeds meer naar het Noorden van Frankrijk uitbreidende San José-schildluis. [1])

SWEETMAN (105) wijst erop dat men bij de beoordeling der afname van een insectenplaag ten gevolge van het invoeren van parasieten voorzichtig moet zijn. Er kunnen vele andere destructieve invloeden optreden, zowel physische als biotische en het is zeker niet uitgesloten dat een bepaalde parasiet, ofschoon deze een hoog sterftepercentage onder de schadelijke insectensoort veroorzaakt, eenvoudig reeds bestaande beperkende factoren geheel of gedeeltelijk vervangt, zodat geen bijzonder voordeel wordt bereikt door het kunstmatig invoeren van de parasiet. Als regel zijn jarenlange observaties nodig voor men zich een oordeel kan vormen over de waarde van een bepaalde parasiet.

c. Morphologie

Het ei

Het ei van *Aphelinus fuscipennis* is hyalien, wit-geel van kleur, ovaal van vorm met aan een der uiteinden een 0,030 mm lang steelvormig enigszins gerimpeld uitsteeksel. Het overige gedeelte van het chorium is glad. De lengte (inclusief uitsteeksel) en breedte bedragen ongeveer 0,155 en 0,090 mm.

De larve

De kleur der jonge larve is lichtgeel. Naarmate de larve ouder wordt en voortdurend in omvang toeneemt, wordt deze donkerder citroengeel, terwijl in het midden binnen in het lichaam de grote ovaalronde bruindonkere darminhoud door de larvehuid heenschemert. Het lichaam is ovaal van vorm en bestaat uit 13 segmenten. Het kopeinde is in de regel stomp, terwijl het abdomen wat toegespitst eindigt. Het voorste segment draagt het kopgedeelte waarin duidelijk twee puntige chitineuze mandibels, die brede bases hebben, zijn waar te nemen.

De pupa

De kleur der jonge pop is lichtgeel doch wordt later donkerder. De ontwikkeling van het oogpigment tijdens de popdifferentiatie is goed zichtbaar en de kleuren zijn achtereenvolgens: oranje-geel, oranje-rood, donkerrood-zwart. Vlak voordat de imago de pophuid verlaat schemert deze door de pophuid heen. De gemiddelde lengte en breedte van een mannelijke pupa der eerste generatie bedragen 0,89 $\pm$ 0,05 en 0,40 $\pm$ 0,02 mm (n = 10), die van een vrouwelijke pupa 1,06 $\pm$ 0,04 en 0,49 $\pm$ 0,02 mm (n = 10). Ook bij de tweede generatie blijkt de vrouwelijke pupa nog iets groter dan de mannelijke pupa, doch beide zijn kleiner dan de overeenkomstige vrouwelijke en mannelijke pupae der eerste generatie.

De vrouwelijke imago (fig. 10)

De gemiddelde lichaamslengte en vleugelspanwijdte (haarzoom incluis) van de imago der eerste generatie zijn resp. 1,14 $\pm$ 0,04 en 2,02 $\pm$ 0,04 mm (n = 13).

Kleur: Algemene lichaamskleur geel, ocelli rood en facetogen donker tot zwart. Mandibels sterk gechitiniseerd, bruin. Antennen geel, doch speciaal aan de top van het laatste lid donkerder bruingeel. De thorax heeft een typische donker

---

[1]) Persoonlijke mededeling van de heer B. TROUVELOT.

berookte tekening op meso-scutum en -scutellum en wel zo, dat mediaan een lichter gele band overblijft. Metanotum en propdeum zijn eveneens wat donkerder geel. De chitine huid vertoont bij sterke microscopische vergroting speciaal op deze bruin berookte stukken een schubvormige sculptuur.

De voorvleugel vertoont op twee plaatsen een duidelijke bruine beroking: 1e aan de basis, die nog onderbroken wordt door een hyalien onbehaard gedeelte, 2e een zich enigszins waaiervormig verbredende donkere zône. Deze begint aan de bovenkant van de schuine haarloze vleugelband bij de stigma ader en spreidt zich naar het vleugelmidden uit, waarbij de beroking tevens zwakker wordt. De achtervleugels zijn geheel hyalien.

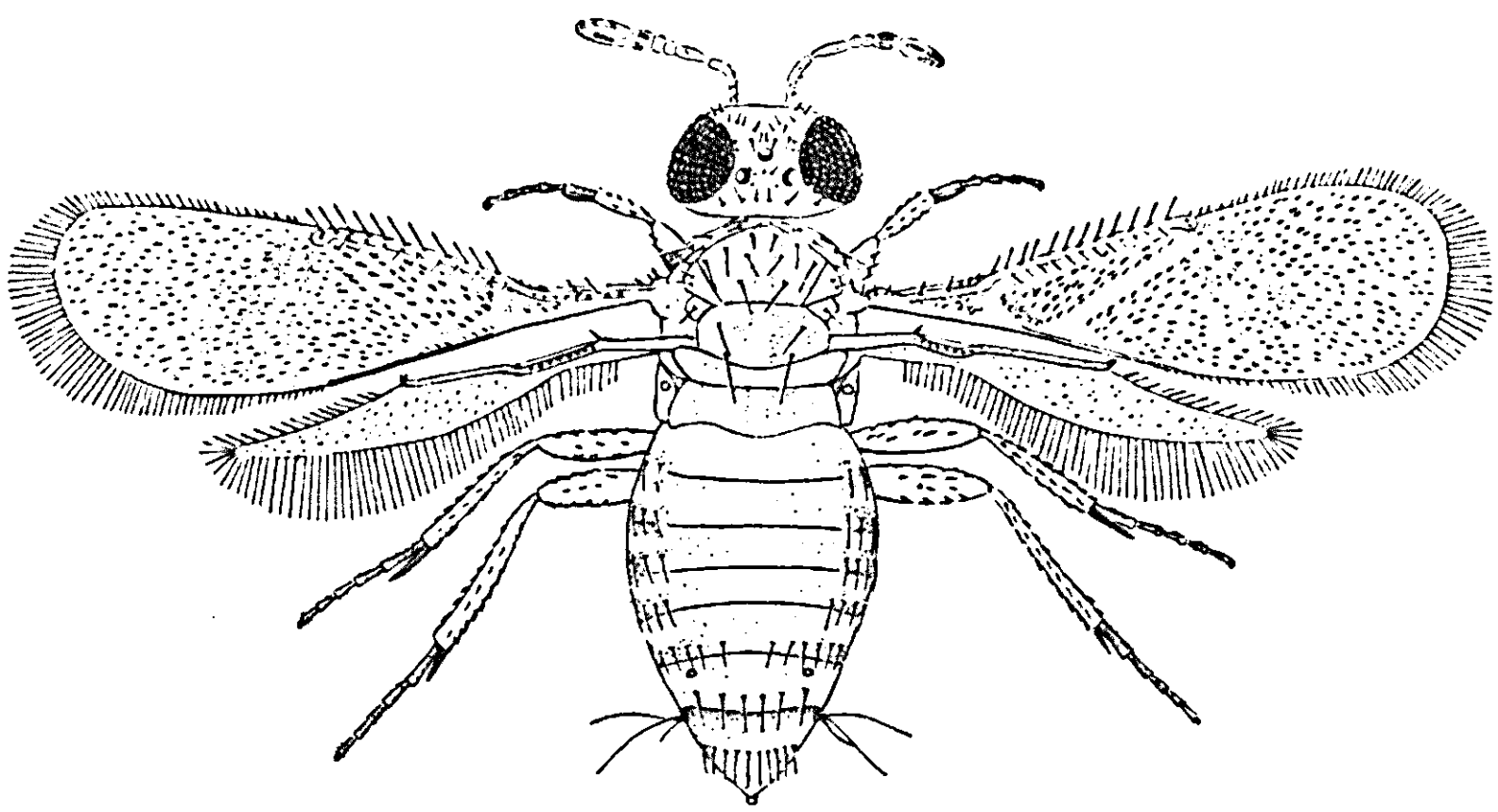

Fig. 10. Aphelinus fuscipennis How. dorsaal
(*Aphelinus fuscipennis How. dorsal view*)

Het abdomen heeft voornamelijk dorsaal een typische tekening. Van de zeven abdominaalsegmenten dragen de eerste vier segmenten marginaal aan weerszijden een korte donkere band, terwijl deze bij segment V dorsaal verder doorloopt.

Vlak bij de achterrand van tergiet zes loopt een wat sterker gechitiniseerd bandje, dat daardoor donkerder afsteekt. Segment VII vertoont in het midden ook nog een paar vage marginale vlekken.

De berookte donkere lichaamsgedeelten vormen de enige duidelijke morphologische verschillen tussen *A. fuscipennis* How. en *A. mytilaspidis* Le Baron. Bij de laatste ontbreken ze namelijk geheel.

Caput. De breedte, ongeveer 0,30 mm, is vrijwel gelijk aan die der thorax, de hoogte is ongeveer 0,16 mm. Ventraal, een weinig schuin voor de drietandige mandibels, staan de antennen ingeplant. Ze zijn 6-ledig, indien men het basale deel van het eerste lid als een insnoering opvat waardoor het tot de scapus behoort (Howard, 40) ofwel 7-ledig, indien men het als een afzonderlijk lidje beschouwt (Imms, 45).

Dorsaal op de kop, op achterhoofd, schedel en frons staan vele setae van verschillende grootte ingeplant. Het grootste paar ligt achter de twee basale ocelli. De facetogen zelf zijn tussen de facetten zeer fijn en kort behaard. Howard (41) vermeldt in zijn *Aphelininae*-geslachtentabel van het genus *Aphelinus* Dalman

– „eyes naked" – zodat hij blijkbaar deze haartjes om hun kleinheid verwaarloosde.

Thorax. Bij de beschrijving van de thorax-scleriten gebruik ik de nomenclatuur reeds door HOWARD (39) ingevoerd en daarna door IMMS (45) gebruikt voor zijn beschrijving van *A. mytilaspidis* LE B.

Het pronotum bestaat uit een smalle band. Aan weerszijden van het midden staan vijf of zes setae, waarvan de buitenste het sterkst ontwikkeld is.

Het mesonotum bestaat uit: 1. mesoscutum met een laterale plaat of parapside en 2. mesoscutellum met eveneens een zijplaat of scapula. Het mesoscutum draagt achter de voorrand zes setae, waarvan de beide buitensten het sterkst ontwikkeld zijn. In het middengedeelte staan nog twee paar haren, waarvan het achterste paar de sterkst gechitiniseerde haren van het scutum zijn.

Er kan ten aanzien van de ligging nog een tweede combinatie voorkomen, namelijk 3–4 haren aan weerszijden van de mediaanlijn in de voorste rij en nog een extra paar haren in het middenveld. Deze twee combinaties komen als regel voor. Bij uitzondering kan nog wel eens een extra-haar tussen de voorste rij inschuiven.

De parapsiden dragen ieder een paar kleine setae, terwijl de eveneens driehoekige scapulae elk één wat langer haar dragen.

Het mesoscutellum draagt twee paar stevige setae, waarvan het achterste paar wel het sterkst ontwikkelde van het gehele lichaam is. Bij uitzondering kan nog aan een der zijden van de mediaanlijn een extra haar voorkomen.

Het metanotum vormt slechts een vrij smalle band, die aan de uiteinden iets breder wordt. Haren ontbreken steeds. Ook het hierop volgende propodeum, ongeveer 2–3 maal zo hoog als het metanotum, draagt geen haren. Aan weerszijden van het propodeum ligt een duidelijk stigma.

Bij maceratiepreparaten is steeds zeer opvallend een stevige sterk gechitiniseerde plaat waarneembaar. Deze ligt geheel binnen in het lichaam (endoskelet), heeft een tongvormige gedaante, is met de basis aan de achterrand van het mesoscutellum verbonden en loopt in het abdomen tot onder tergiet 2 door. Deze plaat werd door BUGNION (6) het mesophragma genoemd en dient ter bevestiging van de thoracale lengtespieren.

Vleugels. De voorvleugels zijn overwegend fijn behaard. Een deel van de basis is evenwel onbehaard, terwijl er verder nog een schuine hyaliene haarloze band aanwezig is die vanaf de gereduceerde stigma-ader aan de vleugelvoorrand schuin naar de binnenachterrand van de vleugel loopt.

De submarginale ader is vrij kort, de marginale ader goed ontwikkeld, terwijl de post-marginale ader en de stigma-ader practisch afwezig zijn.

Vanaf de stigma-ader bevinden zich in de richting van de vleugeltop franje-achtige vleugelrandharen, die langzaam in lengte toenemen. Deze haren bereiken voorbij de vleugeltop hun maximum lengte en nemen daarna naar de onderkant van de vleugel weer langzaam in lengte af, terwijl ze ontbreken langs dat gedeelte van de achterrand waar deze door een chitinelijstje verstevigd is.

De achtervleugels zijn teerder gebouwd dan de voorvleugels. Donkere berookte zônes zijn niet aanwezig. De vleugelmembraan is ook minder behaard, terwijl de haren zelf niet zo chitineus zijn als die der voorvleugels. De vleugelrandharen, speciaal aan de achterrand, zijn zeer lang, zodat de achtervleugel breed franjeachtig omzoomd wordt. De marginale ader draagt enkele kleine haartjes, terwijl de top zwak naar boven gekromd is en naast een paar gewone

setae ook een paar steviger haakvormig gebogen uitsteeksels bevat.

Poten. De tibiae dragen een spoor die bij de achterpoten het kleinst is. De spoor van de middentibiae is sterk ontwikkeld, recht, vrij dik en behaard, terwijl de spoor van de voorste poten gekromd is.

Abdomen. Het abdomen bestaat uit zeven zichtbare segmenten. Alle segmenten zijn voorzien van regelmatig gelegen haargroepen. De eerste vier segmenten dragen dorsaal op de plaatsen van de reeds eerder genoemde donkere abdominale banden vrij regelmatige haarrijen waarvan de aantallen per segment wisselen voor de verschillende wijfjes; b.v. voor de segmenten I t/m V resp. 3–4, 4, 4–8, 4–10, 6–9. Segment VI heeft 6–9 haren, regelmatig over het tergiet verdeeld. Tevens bevinden zich hier twee duidelijke stigma-openingen, het enigste paar dat nog op de abdominaal tergieten is aan te treffen.

Segment VII draagt een ring van 10–14 haren, terwijl geheel boven zijdelings in een bocht van de achterrand van segment VI een rond zintuigplaatje ligt dat twee lange en één kort zintuighaar draagt.

Het abdomen draagt ventraal de goed ontwikkelde legboor. Voor de uitvoerige beschrijving kan verwezen worden naar IMMS (45).

De mannelijke imago

De gemiddelde lengte en vleugelspanwijdte (haarzoom incluis) van de imago der eerste generatie zijn resp. 0,97 ± 0,06 en 1,73 ± 0,12 mm (n = 9).

Bij de mannelijke imago ontbreken de donkere marginale banderingen, zo kenmerkend voor het wijfje, practisch geheel evenals de thoraxtekening. De vleugels zijn evenwel berookt, zij het dan vaak minder intens dan bij het wijfje. Naast het verschil in genitaliën zijn alleen door deze kleurverschillen de beide sexen te onderscheiden. Voor de morphologie van het mannetje kan dan ook naar die van het wijfje verwezen worden. IMMS (45) geeft tevens een uitvoerige beschrijving van de mannelijke genitaliën die geheel overeenkomt met die van *A. fuscipennis*. Evenwel dragen de genitale haken bij de laatste parasiet vlak boven de grote gekromde uiteinden nog een klein puntig uitsteeksel.

d. Biologie

A. fuscipennis leeft als ectoparasiet. Het ei wordt door het wijfje buiten op de *Chionaspis salicis*-larve gedeponeerd. Het eistadium duurt bij 20 °C ongeveer vijf dagen. De jonge larve begint direct met het plaatselijk stukbijten van de huid van de gastheer doch deze blijft voorlopig nog in leven. De larve neemt snel in omvang toe en is na ongeveer drie weken volwassen (dit geldt voor de larve der tweede generatie). Van de *Chionaspis*-larve is in de regel niet veel meer overgebleven dan een vliezig huidgedeelte. Vlak voor de verpopping wordt de donkerbruine darminhoud geloosd en naarmate meerdere excrementen afgezet worden, krijgt de gehele larve weer een gele kleur. Tijdens dit proces, dat ongeveer een dag of drie duurt, maakt de larve peristaltische bewegingen, terwijl de excrementen langzaam één voor één naar buiten komen. Door hun kleverigheid blijven ze vaak op de larvehuid zitten en geraken op den duur door de larvale bewegingen over de gehele larve verspreid. De grootte der excrementen is variabel; de larven waaruit zich een wijfje ontwikkelt, zetten als regel grotere af dan de mannelijke larven. De voorzijde van het excrement is meestal stomp, de achterkant loopt puntig toe, terwijl vele lengtegroeven aanwezig zijn.

Na de afzetting der excrementen ligt de larve stil, neemt een wat langgerekter

vorm aan en verpopt zich. De duur van het popstadium is bij 18–19 °C gemiddeld veertien dagen. Tijdens de ontwikkeling der imago worden de facetogen donkerder, terwijl ook ocelli en mandibels, bij het wijfje bovendien de abdominale vlekken en de legboor, vlak voor de vervelling goed zichtbaar worden. Tijdens de vervelling vertonen de voorvleugels een knik ongeveer ter hoogte van het begin der marginale ader. De imago kruipt dan uit de pophuid met geknikte vleugels, die naderhand evenwel vlak uitgestrekt worden.

De imago bevindt zich nu onder het *Chionaspis*-schildje, waaruit vervolgens met de sterke mandibels kleine halvemaanvormige stukjes worden geknaagd tot op den duur een ronde-ovale opening ontstaat, waardoor de imago zich naar buiten werkt. De mannelijke en vrouwelijke imagines zijn zeer actief en lopen snel rond. Vliegen doen ze niet uit eigen beweging; wel springen ze als ze verstoord worden weg en vliegen dan een korte afstand.

Bij *Aphelinus fuscipennis* komen beide geslachten naast elkaar voor en is de verhouding wijfjes tot mannetjes ongeveer 3:2. Bij verschillende andere soorten van het genus *Aphelinus*, zoals *Aphelinus diaspidis* How., de parasiet van de „red or orange scale", *Chrysomphalus aurantii* MASK. (QUAYLE, 82) en *Aphelinus mytilaspidis* LE B. (IMMS, 46) ontbreken de mannetjes of zijn ze zeer schaars. Parthenogenese is hier dus waarschijnlijk. Ofschoon bij *A. fuscipennis* vele mannetjes voorkomen, kon schrijver geen copulatie waarnemen. Parthenogenese komt ook hier voor.

Voordat het wijfje het ei afzet, wordt eerst het schildje van de *Chionaspis salicis*-larve zorgvuldig met de antennen betast. Bevindt zich onder het schild een dode of reeds door een wesp van een voorgaande generatie geparasiteerde larve, of sluit het schildje niet meer goed aan op het substraat, dan verlaat de wesp het. Is er onder een gaaf schild een levende larve aanwezig, dan wordt na verkenning met de antennen het schildje op enkele plaatsen afgetast met de punt der legschede. Soms verlaat ze daarna weer het schildje, doch indien dit niet het geval is, komt direct de legboor vrij uit de schede en wordt onder een schokkende beweging van het abdomen door het schildje geboord. Na terugtrekking blijkt vaak dat nog geen ei is afgezet. De ovipositor en de legscheden hebben ongetwijfeld een selectieve functie. Wordt een ei gedeponeerd, dan blijft de legboor enkele minuten geheel onder het schildje zitten.

Ook komt het voor, dat de parasiet na het doorboren van het schildje zich op deze plaats voedt met vocht uit de aangebrachte wond bij de schildluis. Zo vermeldt MARCHAL (58), dat *Aphelinus mytilaspidis* LE B. soms het schild van *Aspidiotus ostreaeformis* CURT. doorboort om zich te voeden.

Normaliter wordt per schildje door één wijfje één ei afgezet. Is het aantal te parasiteren *Chionaspis salicis*-larven gering, dan kan nadien nog wel een tweede ei worden afgezet, doch nimmer direct na de eerste ovipositie. Het ei wordt als regel op de rugzijde van de *Chionaspis*-larve gedeponeerd, soms ventraal. Het *A. fuscipennis*-wijfje kan nu in korte tijd enkele tientallen schildjes doorboren. Het aantal eieren dat per wijfje kan worden afgezet bleek na een onderzoek der meroistische ovariolen bij *A. mytilaspidis* variabel en bedroeg ongeveer 30–60 (IMMS, 45).

A. fuscipennis heeft in Nederland twee generaties per jaar. Van de eerste generatie overwintert de larve. Half Mei verpoppen de eerste larven, terwijl de imagines van medio tot eind Juli uitkomen. Direct na het optreden der wijfjes worden de eieren afgezet en vanaf eind Augustus tot eind September verschijnen de imagi-

nes der tweede generatie, die wederom eieren afzetten. Half September vinden we de eerste larven die zich tot het invallen der vorstperiode kunnen ontwikkelen en de gehele winter in rusttoestand doorbrengen om zich in het voorjaar nog enige tijd verder te ontwikkelen en daarna te verpoppen.

e. Het percentage geparasiteerde Chionaspis salicis-wijfjes

Om een indruk te krijgen over de mate van aantasting door *A. fuscipennis* werden van een met schildluis geïnfecteerde wilgenboom in de winter 1949 tien takken gesneden en op *A. fuscipennis*-larven onderzocht. Het blijkt uit tabel X dat het percentage geparasiteerde schildjes per tak zeer variabel is en dat uit een totaal van 565 wijfjes op alle takken slechts 11,15 % geparasiteerd is.

TABEL X

Tak no.: (*Number of branch*):	Totaal aantal *Chionaspis* ♀♀ (*Total number of Chionaspis* ♀♀)	Aantal gepar. *Chionaspis* ♀♀ (*Number of parasitised Chionaspis* ♀♀)		Aantal niet gepar. *Chionaspis* ♀♀ (*Number of non-parasitised Chionaspis* ♀♀)	
I	34	2	5,88 %	32	94,12 %
II	99	13	13,13 %	86	86,87 %
III	21	0	0,0 %	21	100,0 %
IV	71	8	11,27 %	63	88,73 %
V	49	7	14,29 %	42	85,71 %
VI	35	1	2,86 %	34	97,14 %
VII	59	4	6,78 %	55	93,22 %
VIII	85	14	16,47 %	71	83,53 %
IX	61	11	18,03 %	50	81,97 %
X	51	3	5,88 %	48	94,12 %

Zo werden nog meerdere verspreide bomen onderzocht. In enkele gevallen bleek het percentage geparasiteerde schildjes op bepaalde takken wel 25–30 % te bedragen. De totale aantasting van diverse bomen varieerde van 7–16 %.

Ten aanzien van de wijze waarop de *A. fuscipennis*-larven der eerste generatie parasiteren, kunnen drie gevallen worden onderscheiden.

a. Het *Ch. salicis*-wijfje wordt aangetast en er blijft meestal niets anders over dan een vliezig huidgedeelte. Het *Aphelinus*-ei wordt dan eind Augustus afgezet en de larve ontwikkelt zich reeds zo sterk, dat het *Chionaspis*-wijfje, dat b.v. normaal medio September haar eieren zou afzetten, hiertoe geen kans meer krijgt.

b. Het *Ch. salicis*-wijfje en de eieren worden geheel of gedeeltelijk aangetast. Het *A. fuscipennis*-ei wordt afgezet enige tijd vóórdat het *Ch. salicis*-wijfje met de eilegging zal beginnen. Inderdaad slaagt ze erin een gedeelte der eieren af te zetten, doch stopt hiermede spoedig doordat de groeiende *A. fuscipennis*-larve haar doodt.

c. De door het *Ch. salicis*-wijfje afgezette eieren worden aangetast. Dit kan alleen plaats vinden indien het *A. fuscipennis*-ei laat in de zomer wordt afgezet als het volwassen *Ch. salicis*-wijfje op het punt staat haar eieren af te zetten of er reeds enkele gedeponeerd heeft. Ze slaagt erin alle eieren af te zetten vóórdat de groeiende *A. fuscipennis*-larve dit onmogelijk maakt. Deze voedt zich dus alleen met de schildluiseieren. Het moederdier zelf is volkomen ineengeschrompeld.

De aantasting vermeld onder *a* is dus volledig; met het *Ch. salicis*-wijfje sterft

ook de nakomelingschap uit. In de beide andere gevallen is het wijfje evenwel erin geslaagd eieren af te zetten die echter in de regel nimmer voor 100 % vernietigd worden, aangezien de *A. fuscipennis*-larve ze niet allemaal uitzuigt. De resterende eieren geven in het voorjaar weer jonge schildluislarven.

Het bleek nu, dat ongeveer de helft van alle onderzochte *Ch. salicis*-wijfjes, afkomstig van de hiervoor genoemde tien proeftakken, die door de eerste *A. fuscipennis*-generatie geparasiteerd waren, toch nog eieren hadden kunnen afzetten. De 11,15 % geparasiteerde wijfjes heeft dus nog maar gedeeltelijk effect gehad. Neemt men aan dat per wijfje 60 eieren worden afgezet, dan bleek dat gemiddeld een derde deel geparasiteerd was.

De larven der tweede *Aphelinus fuscipennis*-generatie verschijnen in die periode dat de *Ch. salicis* zich nog in een zeer jong larve III-stadium bevindt. De *Aphelinus*-larven parasiteren dan uitsluitend op deze larvae III en de aantasting is volledig omdat geen *Chionaspis*-eieren kunnen worden afgezet. Deze tweede generatie is dus relatief effectiever dan de voorgaande. Uit onderzoek in de zomer 1949 bleek, dat voor takken afkomstig van verschillende bomen het aantal door de tweede *A. fuscipennis*-generatie geparasiteerde *Chionaspis salicis*-larven, varieerde van 1–12 %.

De aantasting door de eerste generatie varieerde van7–16 % en deze had dus slechts voor 7,6 % effect, zodat in totaal de beide generaties ongeveer 14 % der schildjes volledig parasiteerden.

De eindconclusie moet dan ook zijn, dat deze parasiet de schildluispopulatie niet in bedwang kan houden, hoewel *Aphelinus fuscipennis* zeker een niet te verwaarlozen factor vormt binnen het complex der natuurlijke beperkende invloeden bij de *Chionaspis salicis*-ontwikkeling.

II. Chiloneurinus microphagus MAYR.

Deze sluipwesp, behorende tot de familie *Encyrtidae*, genus *Chiloneurinus* MERCET, treedt op als endoparasiet bij *Chionaspis salicis*. *Ch. microphagus* komt slechts spaarzaam voor en het percentage geparasiteerde schildluizen is gering (1 à 2 %).

De sluipwesp overwintert als larve binnen het *Chionaspis salicis*-wijfje. Het wijfje is niet ineengeschrompeld, zoals dat het geval is bij ongeparasiteerde wijfjes die normaal in de herfst de eieren hebben afgezet, doch heeft haar normale lichaamsomvang behouden. De lichaamsinhoud is geheel opgegeten door de zich binnen de *Chionaspis*-larve III ontwikkelende *Chiloneurinus*-larve en slechts de larve III-huid is overgebleven. De *Chiloneurinus*-larve bevindt zich hier gedurende de winter in een soort „cocon" die door de bruin gekleurde *Chionaspis*-huid gevormd wordt. De onderzijde van deze „cocon" is volkomen vlak, de bovenzijde, met uitzondering van het voorste huidgedeelte van de kop en het achterste gedeelte van het pygidium, gewelfd.

De lengte en grootste breedte van de eigenlijke „coconholte" bedragen ongeveer 1,350 mm en 0,700 mm, die van het gehele *Chionaspis*-wijfje 1,750 en 0,710 mm.

De *Chiloneurinus*-larve ligt in een typische knotsvormige gedaante binnen in de „cocon", kop-thorax verbreed, het abdomen naar het uiteinde versmallend.

De excrementen die de gegroefde, glimmende en enigszins ellipsvormige habitus van de excrementen van *Aphelinus fuscipennis* missen, en een meer onregelmatige

vorm hebben, bevinden zich in een grote kring tegen de „cocon"-binnenrand ter hoogte van het *Chiloneurinus*-abdomen.

Omstreeks medio Mei neemt de larve een meer langgerekte vorm aan en verpopt. De pop kleurt geheel zwart en na ongeveer drie weken verlaat de imago de „cocon". Eerst wordt een opening door deze *Chionaspis*-huid geknaagd en vervolgens door het wasschild.

Beide sexen treden op en waarschijnlijk wel in ongeveer gelijke aantallen. Bij het weinige bestudeerde materiaal trof ik vijf wijfjes en vier mannetjes aan. Waarschijnlijk treedt slechts één generatie per jaar op.

Chiloneurinus microphagus MAYR komt ook voor als parasiet van *Aulacaspis rosae* BOUCHÉ en *Lepidosaphes ulmi* L. (FERRIÈRE, 22).

Verder is *Ch. microphagus* een parasiet van *Aspidiotus perniciosus* en *A. desıructor* SIGN. Tegen deze laatste schildluis werd ze op de Fidsji-eilanden als een natuurlijke vijand ingevoerd (TAYLOR, 106).

B. ROOFVIJANDEN

Vogels (Aves)

Vele schildluizen worden gegeten door vogels. NEWSTEAD (69) vermeldt het optreden van *Corvus monedula* (*kauw*), en *Parus palustris* (*glanskopmees*), die *Chionaspis salicis*-schildjes leegpikken.

Bij veldwaarnemingen in nazomer en voorjaar trof ik herhaaldelijk mezen aan die danig huishielden in *Chionaspis salicis*-populaties. Het waren vooral *Parus major* (*koolmees*) en *Parus coeruleus coeruleus* (*pimpelmees*) en minder veelvuldig *Parus atricapillus* (*matkopmees*). Ook verscheen een enkele maal *Emberiza sp.* (*gors*) bij de *Cocciden*-kolonies.

Opvallend is, dat juist de sterk met *Chionaspis salicis* bezette takken door deze vogels worden uitgekozen. Geregeld vindt men in het voorjaar grote *Ch. salicis*-populaties die practisch geheel zijn weggepikt; eieren en (ingeschrompeld) moederdier zijn verdwenen en slechts een dun ventraal schildje met soms nog een randje van het rugschild markeert de oorspronkelijke plaats. Op minder sterk bezette takken worden de schildjes als regel niet leeggehaald.

Hoewel de diverse mezensoorten plaatselijk de aantallen *Chionaspis salicis*-eieren flink kunnen reduceren, vindt hun vernietigingswerk echter onsytematisch en ongeregeld plaats. Het belang van deze insectenetende vogels mag evenwel niet onderschat worden (RÖRIG, 90; HOUSER, 38).

Coleoptera

De tot deze orde behorende familie *Coccinellidae* omvat vele soorten die speciaal in de larvenstadia als roofvijand van schildluizen optreden. Voor de *San José*-schildluis kunnen b.v. genoemd worden: *Pentilia misella* LEC., *Chilocorus bivulnerus* MULS., en *Chilocorus similis* ROSSI. De uit Australië afkomstig en o.a. naar Amerika overgebrachte *Novius cardinalis* MULS. staat als een zeer efficiënte roofvijand van *Icerya purchasi* MASK. bekend.

DINGLER (15) vond als roofvijand van *Chionaspis salicis* L. *Chilocorus renipustulatus* SCRIBA.

Mijten (Acarina)

Mijten treden algemeen op als roofvijand van schildluizen. Reeds WALSH (114) observeerde onder de schildjes van *Lepidosaphes ulmi* een kleine mijt, die zeer

intensief de eieren opat. REH (88) beschrijft de mijt *Hemisarcoptes cossisugus* L. (= *H. malus*), die door het uitzuigen der *Lep. ulmi*-eieren hier grote schade aanricht. QUAINTANCE and SASSCER (81) en HOUSER (38) vermelden o.a. voor *Chionaspis furfura* FITCH de roofmijt *Tyroglyphus malus* SHIMMER.

Voor *Chionaspis salicis* L. was nog geen roofmijt bekend. Speciaal bij een grote populatiedichtheid der schildluis blijken echter wel roofmijten op te treden, namelijk *Tyrophagus dimidiatus* OUDEMANS [1]) en sporadisch *Hemisarcoptes sp.* [1])

Ten aanzien van *Tyrophagus dimidiatus* kan het volgende vermeld worden. Deze mijt behoort tot de familie *Tyroglyphidae* – genus *Tyrophagus* OUDEMANS. Volgens HUGHES (44) komen mijten van dit genus veelvuldig voor op voedselproducten die een betrekkelijk hoog vet- en proteïnegehalte hebben zoals lijnzaad, gedroogde eieren, aardnoten, copra, meel etc., dus op dood organisch materiaal. Het blijkt nu, dat *T. dimidiatus* zich ook met levend organisch materiaal, in casu *Chionaspis*-eieren kan voeden.

Gedurende het gehele jaar treft men deze mijt in al haar stadia aan, d.w.z. gelijktijdig zijn zowel het ei-, het larve-, het proto- en tritonymphe- als het imagostadium aanwezig. Mogelijkerwijs komt nog een zgn. deutonymphe stadium voor (VITZTHUM, 113).

De ellipsvormige eieren (lengte ongeveer 0,115, breedte ongeveer 0,060 mm) worden zowel onder het schildje bij meerdere tegelijk tussen de *Chionaspis*-eieren gedeponeerd als gewoon vrij in de omgeving van het substraat. Het wijfje (gemiddelde lengte van het idiosoma 0,400 mm) zuigt tijdens de eiafzetting onder het schildje meerdere *Ch. salicis*-eieren leeg, doch verlaat dan het schildje en zoekt eventueel een ander schildje om opnieuw eieren af te zetten. Onder laboratoriumcondities (droogte en warmte) vermeerdert deze mijt zich enorm en blijft er van de gave rode *Chionaspis*-eieren niet veel meer over dan een aaneengeklonterde vormeloze donkere massa. Ook in de natuur treft men plaatselijk deze toestand aan, hoewel meestal niet zo geprononceerd, doch als roofvijand heeft deze mijt niet veel te betekenen.

---

[1]) Determinatie G. L. VAN EYNDHOVEN.

VIII. BESTRIJDING

Uit het onderzoek betreffende de natuurlijke vijanden van *Chionaspis salicis* blijkt, dat noch de parasieten, noch de roofvijanden de toename van een schildluispopulatie zodanig kunnen beteugelen, dat voor een uitbreiding niet gevreesd behoeft te worden. De beide *Aphelinus fuscipennis*-generaties tezamen parasiteren ongeveer 14 % der schildjes. *Chiloneurinus microphagus* parasiteerde hoogstens 1 à 2 %. Het aantal door mijten leeggeroofde schildjes is ook gering en bedraagt niet meer dan 1 %. *Coleoptera* werden door mij niet aangetroffen. De verschillende vogelsoorten kunnen bij bepaalde bomen wel 50 % van de schildjes met eieren vernietigen, doch dit vindt zo onregelmatig plaats, dat het gemiddeld percentage leeggepikte schildjes per boom waarschijnlijk niet boven de 10 % komt. Al deze natuurlijke vijanden tezamen kunnen dus ongeveer 26 % der *Chionaspis salicis*-schildluizen uitschakelen. Hieraan moet ongetwijfeld nog de werking der abiotische factoren worden toegevoegd, doch hierover is men in ons land nog niet georiënteerd.

Wil men de schildluis zo volledig mogelijk vernietigen of wil men genoegen nemen met een stabiele lage, doch niet schadelijke schildluispopulatiedichtheid, dan moeten bestrijdingsmaatregelen genomen worden.

Een regelmatige contrôle der bomen en struiken op schildluisinfectie is gewenst. Indien geïnfecteerde takken worden aangetroffen moeten deze, indien mogelijk, worden weggesneden. Als regel kan dit bij een jonge aantasting zonder bezwaar geschieden, daar de voedselplant meestal slechts plaatselijk met de schildluis bezet is en dan speciaal op het jonge hout. Meestal ontdekt men evenwel eerst de aantasting indien deze reeds een grote afmeting heeft aangenomen. Ook dan moeten zo mogelijk de met schildluis zwaar bezette takken verwijderd worden, doch bovendien wordt nu een bestrijding met chemische middelen noodzakelijk.

Naast de bestrijding die tegen *Chionaspis salicis* L. wordt aangewend, wil de schrijver ook een beknopt literatuuroverzicht geven van de bestrijding van verschillende andere schildluizen, waardoor een beter inzicht verkregen wordt aangaande de chemische bestrijding der schildluizen in het algemeen. Waar niet anders vermeld, zijn de gegevens ontleend aan de Journal of Economic Entomology.

Uit de biologische studie inzake *Chionaspis salicis* blijkt, dat deze schildluis de winter in het eistadium doorbrengt. De eerste larvae I verschenen in het voorjaar 1949 in de tweede helft van April; direct hierop volgde een temperatuursdaling waardoor het merendeel der larven pas begin Mei te voorschijn kwam. De overgang van larve I naar larve II vond plaats begin Juni en nu nam de vorming van het wasschild een aanvang. Hoewel het temperatuursverloop in het voorjaar voor de diverse jaren kan wisselen, zijn onderlinge jaarlijkse verschillen niet zo groot, dat aanzienlijke verschillen in de verschijningsdata der larvae I verwacht moeten worden. Door toepassing van een chemische bestrijding in medio Mei worden met één behandeling alle larvae I bestreken en deze zijn èn door een zwakke chitinisatie èn door het gemis van een wasschild zeer kwetsbaar. Het nadeel evenwel is,

dat de voedselplanten reeds volop in blad staan, zodat b.v. een bespuiting van het houtgedeelte der voedselplant, waarop zich de schildluis bevindt, bemoeilijkt wordt, terwijl tevens met de phytocide werking van het bestrijdingsmiddel rekening gehouden moet worden.

Een tweede periode die in aanmerking komt om een chemische bestrijding toe te passen, is het tijdvak, waarin de voedselplant het blad afgeworpen heeft en in rusttoestand verkeert, dat in onze gematigde streken valt in de periode van ongeveer medio November tot eind Maart. Voor de in deze periode aangewende winterbespuiting vervallen grotendeels de nadelen, die aan een zomerbespuiting verbonden zijn.

De practijk heeft geleerd, dat voor een winterbespuiting de voorjaarsperiode vóórdat de voedselplant sterk gaat werken, te prefereren is boven een bespuiting in het najaar of in de maanden Januari en Februari. Een nadeel van de winterbespuiting is evenwel, dat dan bij *Chionaspis salicis* eieren gedood moeten worden, die goed beschermd zitten onder een stevig wasschild van het afgestorven moederdier. Alle *Diaspididae* overwinteren in de gematigde streken onder een wasschild. Vele, waaronder ook *Chionaspis salicis*, doen dit in het eistadium, andere als larve.

Het waspercentage van het wasschild der diverse *Diaspididae* blijkt uiteen te lopen. Het schild van *Lepidosaphes ulmi* L. bestaat voor 72 % uit wascomponenten, terwijl b.v. de schildjes van *Chrysomphalus aonidum* L. en *Chionaspis pinifolia* FITCH resp. 32 en 40 % bevatten (METCALF and HOCKENYOS, 64). Ook toonden zij aan, dat bij *L. ulmi* het schild bestaat uit waslagen en niet-waslagen, die met elkaar afwisselen. De chemische samenstelling van deze laatste lagen bleef onbekend. Het succes van een winterbespuiting tegen de *Diaspididae* hangt nu af van de mate waarin het insecticide door het schild kan dringen. Proeven door MAULIK (59) verricht met schildjes van *L. ulmi* lieten zien, dat er practisch geen middel te vinden was, waarmede het schild kon worden opgelost. Dit was, gezien de wasachtige natuur van het schild, bevreemdend, doch door de reeds genoemde onderzoekingen van METCALF and HOCKENYOS blijkt, dat de verklaring gezocht moet worden in de eigenaardige lagenstructuur van het schild. Slechts in natron- en kaliloog lostte het schild normaal op, doch deze midelen komen niet als bestrijdingsmiddel in aanmerking.

Het wasschild biedt dus een dusdanige bescherming, dat voor een succesvolle bestrijding zeer bepaalde chemische middelen moeten worden aangewend.

Het bleek nu, dat de grote groep der minerale en andere oliën naast een insecticide werking ook waardevolle physische eigenschappen bezit, zoals lage oppervlaktespanning en een goed doordringingsvermogen, terwijl de olie ook oplosmiddel voor was bleek te zijn (DE ONG, 72). Hierdoor spelen de minerale oliën dan ook de belangrijkste rol bij de schildluisbestrijding.

A. BESTRIJDING DOOR MINERALE OLIE

Een 3–4 % olie-emulsie (lubricating oil) als winterbespuiting tegen *Aspidiotus perniciosus* COMST. (San José scale; fam. *Diaspididae*), die als larve III overwintert, gaf een uitstekend resultaat (NEWCOMER, 68); in Zuid-Frankrijk doodde een 2–3 % olie-emulsie (huile blanche) aangewend in Januari 99 % (VIEL, 112).

Ook in Zwitserland voldeed een 3–4,5 % minerale olie-emulsie goed tegen de „San-José-Schildlaus" (SCHNEIDER, 95).

Tegen *Lepidosaphes ulmi* L. (Oyster shell scale; fam. *Diasp.*) die o.a. op *appel*

en *peer* voorkomt en overwintert in het eistadium, geeft, indien de bomen het verdragen, een 6–8 % olie-winterbespuiting vóórdat de bomen uitbotten een goede bestrijding. HARTZELL (33) vond dat 2,5 % teerolie (coal tar oil) + 3,5 % olie (lubricating oil) alle eieren doodde; een 4,5 % teerolie alleen gaf 90 % reductie.

Tegen het eistadium van *Chionaspis pinifoliae* FITCH (Pine Needle scale; fam. *Diasp.*) voldeed een 4 % teerolie (coal tar oil) bespuiting medio April (GAMBRELL, 26).

Ter bestrijding van verschillende schildluizen behorende tot het genus *Chionaspis* (fam. *Diaspididae*) waartoe dus ook *Chionaspis salicis* behoort, wordt in het voorjaar vóórdat de voedselplanten uitbotten, een 4 % oliebespuiting met succes aangewend (MCDANIEL, 61).

Ook andere schildluizen, die niet van een wasschild voorzien zijn en dus niet behoren tot de fam. *Diaspididae*, zijn met minerale oliën te bestrijden, o.a. *Lecanium corni* BOUCHÉ (European Fruit Lecanium; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecaniinae*) op *peer* en *Pulvinaria amygdali* CKLL. (Cottony Peach scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lec.*) op *perzik* met een 2–3 % olie-emulsie (paraffinic type; WHEELER and OBERLE, 116).

Het blijkt, dat in het algemeen de olieconcentratie van het winterspuitmiddel voor een succesvolle bestrijding van de schildluizen, behorende tot de *Diaspididae* door de aanwezigheid van het wasschild hoger ligt, dan tegen de schildluizen behorende tot de *Coccidae*. Tegen de *Diaspididae* voldoet een 3–6 % olieconcentratie, tegen de *Coccidae* kan volstaan worden met 2–3 %.

Bij de bestrijding van *Aspidiotus perniciosus* COMST. (San José Schildlaus; fam. *Diasp.*) in Duitsland werkt een 3 % zomerolie goed (THIEM, 108).

Als zomerbespuiting tegen *Saissetia oleae* BERNARD (Black scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecaniinae*) en *Chrysomphalus aurantii* MASKELL (Red scale; fam. *Diasp.*) op *Citrus* in Californië, zo ook tegen *Lepidosaphes beckii* NEWMAN (Purple scale; fam. *Diasp.*) en *Coccus pseudomagnoliarum* KUWANA (Citricola scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lec.*) voldeed een 2 % emulsie (DE ONG, 71).

Een 2 % olie (light summer oil) bespuiting tegen *Lepidosaphes ficus* SIGN. (Fig scale; fam. *Diasp.*) in Mei toen de larvae I verschenen, gaf een goede bestrijding (BARNES and STAFFORD, 3).

B. BESTRIJDING DOOR MINERALE OLIE + ANDERE INSECTICIDEN

Naast de insecticide eigenschappen van de olie zelf wordt de olie ten gevolge van haar physische kwaliteiten tegelijkertijd als carrier voor andere insecticiden benut. Hierdoor kan meestal met een lager oliepercentage in de spuitvloeistof volstaan worden, omdat de totale insecticidewaarde gehandhaafd blijft of zelfs vergroot wordt. Vooral bij de zomerbespuiting is dit van groot belang, daar men hierdoor minder gevaar loopt op beschadiging van het plantenweefsel ten gevolge van de phytocide werking der olie. De toxicants die gelijktijdig met de minerale olie kunnen worden aangewend, zijn in drie groepen te verdelen:

a. Insecticiden van plantaardige origine.
b. Synthetische organische insecticiden.
c. Anorganische insecticiden.

a. Insecticiden van plantaardige origine in olie

Hier moeten genoemd worden: Nicotine en Rotenon.

Nicotine. In het algemeen wordt nicotine niet toegepast als winterbespuiting. Een gunstig effect wordt zonder meer ook bereikt door een wat sterke 4–6 % olieconcentratie. Tezamen met olie vindt nicotine wèl toepassing als zomerbespuiting. Het effect van de nicotine in een olie-nicotinebespuiting aangewend tegen het ei- of larve II- en III-stadium der *Diaspididae* hangt af van de mate waarin de nicotine in de olie oplost en zodoende dóór het wasschild komt. Speciale nicotinezouten of zuivere nicotine moeten hiertoe gebruikt worden, aangezien het nicotinesulfaat in een olie-water-emulsie slechts voor een gering percentage in de olie oplost.

Tegen *Lecanium corni* BOUCHÉ (Brown Apricot scale; fam. *Coccidae*) voorkokomend o.a. op *abrikoos*, is een 1 % kerosine olie + 0,02 % nicotine-zomerbespuiting effectief. Het percentage gedode dieren bedroeg 94 %; alleen met 1 % kerosine 80 % (DE ONG, 71).

Tegen de larvae I van *Chionaspis pinifoliae* FITCH (Pine Needle scale; fam. *Diasp.*) werkte een zomerbespuiting van 1 % olie + 0,05 % nicotine uitstekend (GAMBRELL, 26). Eenzelfde samenstelling van zomerspuitvloeistof was effectief tegen de larvae I van *Lepidosaphes ulmi* L. (fam. *Diasp.*) op *appel* (O'NEAL and FLUKE, 70).

Chionaspis furfura FITCH (The Scurfy scale; fam. *Diasp.*) op *appel* werd in het larve I-stadium door een 1,5 % olie (summer oil) + 0,05 % nicotine-bespuiting in het voorjaar met succes bestreden (HAMMER, 32).

Rotenon. Een belangrijke rol speelt rotenon toegevoegd als toxicans aan de olie. De rotenon-olie samenstelling vindt voornamelijk toepassing als zomerbespuiting. Het maakt geen verschil of de rotenon van *Derris* dan wel van *Lonchocarpus* afkomstig is. Ter verkrijging van een goede oplossing in de olie wordt een zgn. „Mutual solvent", b.v. dibutylphthalaat toegevoegd.

Tegen volwassen *Lepidosaphes beckii* NEWM.-wijfjes (Purple scale; fam. *Diasp.*) op *Citrus* gaf een zomerbespuiting in Juli met 1,5 % olie (mineral seal oil), 9 % geïnfecteerd fruit; 1,5 % olie + 0,009 % rotenon gaf slechts 3 % aangetast fruit (ENGLISH, 21).

Tegen volwassen *Aonidiella aurantii* MASK.-wijfjes (California Red scale; fam. *Diasp.*) op *Citrus* doodde 1,5 % olie (light medium) 45 %; 1,5 % olie + 0,006 % rotenon daarentegen 98 % (CRESSMAN and BROADBENT, 12). EBELING (16) bereikte met 2 % olie + 0,003 % rotenon ook een goed resultaat.

Een zomerbespuiting in Augustus met 1,25 % olie + 0,004 % rotenon gaf bij *Chrysomphalus aonidum* L. (Florida Red scale; fam. *Diasp.*) op *Citrus* 96 % sterfte onder de volwassen wijfjes; dezelfde bespuiting maar zonder rotenon, doodde 87 %. Hoewel het aantal gedode wijfjes enkele weken na de olie + derrisbehandeling merkbaar groter was, kon enkele maanden later geen verschil met de oliebespuiting geconstateerd worden (OSBURN and MATHIS, 75).

STRAFFORD (100) deed bestrijdingsproeven tegen volwassen wijfjes van *Parlatoria oleae* COLVÉE (Olive scale; fam. *Diasp.*). Een zomerbespuiting met 2 % olie (medium summer oil) doodde 24 %; 2 % olie + 0,001 % rotenon doodde 77 %. Een 2 % olie (light oil) + 0,002 % rotenon deed alle wijfjes sterven.

b. Synthetische organische insecticiden in olie

Van belang zijn vooral de zgn. Di-nitro-verbindingen, DDT en Parathion.

Di-nitro-verbindingen. Di-nitro-verbindingen hebben naast een insecticide werking tegen de schildluislarven ook een sterke ovicide werking.

Als winterbespuiting tegen de San José-schildluis voldoet in Frankrijk de zgn. „huile jaune" uitstekend. Het is een combinatie van minerale olie + 4,6 dinitro-o-cresol (afgekort DNOC). Een bespuiting in Februari met „huile jaune" (67 % d'huile minérale, 2 % DNOC) ter sterkte van 1 % of 2 % doodt resp. 96 en 100 % en geeft hetzelfde resultaat als een 3 % minerale olie alleen (VASSEUR et BIANCHI, 111).

Een winterbespuiting ter sterkte van 1 % olie (paraffinic oil) + 0,09 % DNOC was tweemaal zo effectief tegen *Pulvinaria amygdali* CKLL. (Cottony peach scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) op *perzik* als een 1 % oliebespuiting alleen (WHEELER and OBERLE, 116), terwijl een 3 % olie zonder DNOC ook een goede bestrijding gaf.

Na een 1 % olie + 0,1 % DNOC-winterbespuiting in medio Maart tegen *Lepidosaphes ficus* SIGN. (Fig scale; fam. *Diasp.*) op *vijg*, kwam slechts 0,2 % der eieren uit. Een 4 % olie zonder DNOC gaf ook een goed resultaat (BARNES and STAFFORD, 3).

Naast DNOC wordt in Amerika nog een andere di-nitro-verbinding aangewend, namelijk 2,4-di-nitro-6-cyclohexylphenol (afgekort DNOCHP).

Als winterbestrijding tegen *Aspidiotus perniciosus* COMST. (San José scale; fam. *Diasp.*) gaf 1 % olie (petroleum oil) + 3 gewichtsprocenten DNOCHP in de olie (ongeveer 0,03 % DNOCHP in de spuitvloeistof) volledige sterfte (KAGY and RICHARDSON, 49). Een 3 % oliebespuiting gaf hetzelfde resultaat; 1 % oliebespuiting doodde 50 % der schildluiswijfjes.

Tegen *Gossyparia spuria* MODEER (Elm scale; subfam. *Dactylopiinae*) bleek DNOCHP ook zeer gunstig te werken.

HARTZELL en MOORE (34) toonden aan, dat een 4–5 % olie (lubricating oil) + 0,20 % DNOCHP-winterbespuiting tegen *Lepidosaphes ulmi* L. (Oystershell scale; fam. *Diasp.*) op *appel*, hetzelfde effect had als een 4,5 % teerolie + 1 % lubricating oil, namelijk een vermindering der infectie met 97 %.

HAMMER (32) doodde 99 % der eieren van *Chionaspis furfura* FITCH (The Scurfy scale; fam. *Diasp.*) door aanwending van een 1 % olie + 0,03 % DNOCHP winterbespuiting in Maart. Deze spuitvloeistof bleek even effectief als een 4 % olie + 0,12 % DNOCHP. Zonder DNOCHP doodde een 4–6 %teerolie (coal-tar oil) ongeveer 95 % der eieren.

BOYCE en KAGY (7) gingen de insecticide werking na van DNOCHP in olie, waarbij tevens het phytocide effect bestudeerd werd bij *Citrus*bomen indien zomerspuitmiddelen gebruikt werden. Een 0,5 % olie (light medium oil) + 0,002–0,004 % DNOCHP als zomerbespuiting geeft 98 % sterfte bij *Saissetia oleae* BERN. (Black scale: fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*). Een 0,5 % oliebespuiting alléén doodde 80 %.

Tegen *Coccus pseudomagnoliarum* KUW. (Citricola scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) gaf 0,5 % olie (light medium) + 0,002 % DNOCHP 98 % sterfte, terwijl een 1,5 % olie-emulsie alléén hetzelfde effect had.

Bij *Aonidiella aurantii* MASK. (Red scale; fam. *Diasp.*) deed 1 % olie (light medium) + 0,009 % DNOCHP 81 % sterven; door een 1 % oliebespuiting stierf 64 %.

Een onderzoek betreffende de phytocide werking van olie + DNOCHP toonde

aan, dat een bespuiting van 0,5 % (light medium) + 0,001 % DNOCHP zelfs niet het jongste *Citrus* bladweefsel beschadigde. Van 0,001 % -0,003 %DNOCHP ontstond lichte tot matige schade, terwijl bij een sterkere concentratie de schade aanzienlijk kan worden.

Een winterbespuiting op *abrikoos* tegen *Saissetia oleae* BERN. (Black scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) bestaande uit 1 % olie (dormant oil)+0,03 % DNOCHP winterbespuiting doodde alle schildluizen. Een zelfde effect gaf een 2 % oliebespuiting.

Tegen *Aspidiotus juglans-regiae* COMST. (Walnut scale; fam. *Diasp.*) op *walnoot* doodde een 3 % olie (heavy petroleum oil) + 0,05 % DNOCHP winterbespuiting 96 %; de 3 % olie alleen 82 %.

Lecanium pruinosum COQ. (Frosted scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) op *walnoot* werd voor 99 % gedood door een winterbespuiting van 1 % olie (dormant oil) + 0,005 % DNOCHP, terwijl hetzelfde effect bereikt werd door een 1,5 % oliebespuiting.

In het algemeen blijkt dus ter bestrijding van *Diaspididae* een hogere DNOCHP concentratie nodig te zijn dan bij de *Coccidae*.

DDT. Als regel vergroot DDT het effect van een oliewinterbespuiting als insecticide of ovicide niet. Wel van belang is de lange nawerking van DDT indien de DDT-oliebespuiting enige tijd vóórdat de larvae I verschijnen, wordt toegepast. Vooral bij een zomerbespuiting wordt door het zgn. „long term effect" het zich vastzetten en ontwikkelen der larvae I voorkomen.

Een 5 % olie (kerosine) + 0,25 % DDT-zomerbespuiting werkte effectiever tegen *Aonidiella aurantii* MASK. (California red scale; fam. *Diasp.*) dan 1,75 % olie (heavy medium oil) zonder DDT (EBELING, 18). Een 3 % kerosine + 0,25 % DDT-bespuiting werkte niet effectief; wel indien deze bespuiting tweemaal herhaald werd, namelijk in Juli en September. Uit bestrijdingsproeven door EBELING (19) tegen *Aonidiella aurantii* MASK. (California red scale; fam. *Diasp.*) en *Aonidiella citrina* COQ. (Yellow scale; fam. *Diasp.*) op *Citrus*, bleek dat de voornaamste werking van DDT in olie was, dat na de bespuiting het DDT-residu op het substraat, het zich vastzetten en ontwikkelen der larvae I-verhinderde, terwijl dit effect het grootst was in de zomermaanden. Ten gevolge van een zomerbespuiting met 1,75 % olie (light medium oil) + 0,15 % DDT ontwikkelden zich 2½ keer minder schildluizen dan na een 1,75 % oliebespuiting. Ook LINDGREN en BOYCE (54) constateerden reeds een lange nawerking van DDT ten aanzien van de larvae I.

Een 3 % olie (kerosine) + 0,25 % DDT-zomerbespuiting, voornamelijk tegen de larvae I van *Aonidiella aurantii* MASK. gaf een goed resultaat (GUNTHER and LINDGREN, 31).

OSBURN en MATHIS (76) vonden evenwel, dat een zomerbespuiting in medio Juni en Augustus tegen *Chrysomphalus aonidum* L. (Florida Red scale; fam. *Diasp.*) met 1–1,5 % olie niet voldoende effectief was, en dat DDT-toevoeging het effect niet vergrootte, doch het integendeel nog verlaagde! (zie C. Bestrijding door insecticiden zonder olie; DDT).

In Frankrijk gaf minerale olie + DDT, aangewend in het zomerseizoen (Juni), een prachtig resultaat als bestrijdingsmiddel tegen *Aspidiotus perniciosus* COMST. (le pou de San José; fam. *Diasp.*); 1 % olie (huile blanche) + 0,1 % DDT doodde 94 %. De olie (1 %) alleen doodde 41 % (VASSEUR et BIANCHI, 111).

Parathion. Over de toepassing van parathion in olie bestaan nog te weinig exacte gegevens om een oordeel te vellen over de waarde van dit middel. Bespuitingsproeven op *perzik* in het voorjaar toen de boom nog inactief was, met 1 % olie + 0,03 % parathion tegen *Lecanium corni* BOUCHÉ (European fruit Lecanium; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) gaven een goed resultaat; tegen *Lecanium nigrofasciatum* PERG. (Terrapin scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) had dezelfde bespuiting geen succes (ASQUITH, 2).

c. Anorganische insecticiden in olie

Als bestrijdingsmiddel tegen schildluizen speelt Californische pap een rol.

Californische pap. Het gebruik van olie tezamen met een zwavelhoudende substantie moet beperkt blijven tot de winterbespuitingen en ook dan moet voorzichtigheid betracht worden. Een zwavelcomponent tezamen met olie als zomerbespuiting aangewend geeft grote kans op beschadiging van het plantenweefsel. Ook moet men geen oliebespuiting toepassen in de zomer binnen een termijn van tien dagen vóór of na een zwavelbespuiting (MCCLINTOCK and FISHER, 60).

NEWCOMER en YOTHERS (68) toonden aan, dat een winterbespuiting met 2–3 % olie (lubricating oil) + een zwakke oplossing van Californische pap (lime-sulfur) 1 : 50, 100 % dodend werkte tegen *Aspidiotus perniciosus* COMST. (San José scale; fam. *Diasp.*). Een 4 % olie-emulsie (lubricating oil) gaf hetzelfde effect.

Tegen *Coccus pseudomagnoliarum* KUW. (Citricola scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) gaf 1,5 % olie + 1,5 % Californische pap, aangewend na October, een goed resultaat (EBELING, 17).

Als winterbespuiting in medio Maart tegen de wijfjes van *Lepidosaphes ficus* SIGN. (Fig scale; fam. *Diasp.*) die overwinterd zijn, gaf 3 % olie + 3 % Californische pap een goed resultaat. Toch bleken reeds eieren afgezet te zijn die niet gedood werden (BARNES and STAFFORD, 3). Een oliebespuiting tezamen met een Di-nitro-verbinding is een veiliger bestrijdingsmiddel.

C. BESTRIJDING DOOR INSECTICIDEN ZONDER OLIE
Californische pap, Zwavel, DDT en Parathion

Californische pap. De eerste grootscheepse schildluisbestrijdingscampagne begon in Amerika omstreeks 1900 tegen de San José-schildluis (*Aspidiotus perniciosus* COMST.), waar de geïnfecteerde fruitbomen bespoten werden met Californische pap. Deze Calciumpolysulfide-bespuiting is effectief en wordt ook tegenwoordig nog wel met succes aangewend, doch is grotendeels vervangen door oliebespuitingen, daar deze goedkoper zijn en gemakkelijker zijn toe te passen. De Californische pap-bespuiting wordt voornamelijk als winterbespuiting aangewend. Men kan uitgaan van vloeibare Californische pap (25 % S als polysulfide zwavel) en deze oplossing zo verdunnen dat de sterkte der spuitvloeistof 4–8 % bedraagt, of men neemt „lime-sulfur" als droog poeder, dat tot de gewenste eindconcentratie verdund wordt. Wil men de bespuiting toepassen in het groeiseizoen van de plant, dan mag de concentratie niet hoger komen dan 1,5–2,5 %.

Onderzoekingen van SNAPP en THOMSON (99) tonen aan, dat een 3 % olie (lubricating oil) winterbespuiting aanvankelijk een weinig effectiever werkt tegen *A. perniciosus* dan een 7 % Californische pap bespuiting. De Californische pap behoudt evenwel na het spuiten gedurende minstens drie maanden zijn insecticide werking en voorkomt in die periode het vastzetten van de larvae I. Hieraan werd

vroeger bij de beoordeling van het bespuitingseffect niet gedacht. In Frankrijk bleek evenwel de Californische pap maar matig succes te hebben (VIEL, 109) en is vervangen door minerale oliën (2–3 %) en plantaardige oliën (huile d'olive en huile d'arachide, 3–4 %).

Als winterbespuiting tegen *Cryptococcus fagi* BAER. (Beech scale; fam. *Kermidae* (FERRIS), subfam. *Pseudococcinae*) voldeed een 5 % bespuiting (BROWER, 8).

Zwavel. Als zwavelbestuiving. Mits direct aangewend tegen de larvae I bleek een zwavelbestuiving bij hogere temperaturen een goed effect te geven tegen de „Gray citrus- or Citricola scale" (*Coccus pseudomagnoliarum* KUW. = *C. citricola* CAMPBELL) (DE ONG and HUNTOON, 73) en *Saissetia oleae* BERN. (Black scale; fam. *Coccidae*, subfam. *Lecan.*) (MCGREGOR, 62).

DDT. Vindt alleen toepassing als zomerbespuitingsmiddel tegen de larvae I.

Een 1 % DDT-watersuspensie gaf tegen de pas uit het ei gekropen larven van *Lepidosaphes ulmi* L. op *appel* een uitstekend resultaat (O'NEAL and FLUKE, 70).

Opmerkelijk was het negatieve resultaat van een DDT-bespuiting tegen de larvae I van *Chrysomphalus aonidum* L. (OSBURN and MATHIS, 76). Uitgegaan werd van 50 % DDT-poeder (wettable DDT) dat tot 0,4 % in water verdund werd. De schildluispopulatie breidde zich evenwel sterk uit. Mogelijk dat het tegelijkertijd doden van vele parasieten en roofvijanden hierbij een rol speelt. Voornamelijk moet echter de verklaring gezocht worden in het feit, dat de grote hoeveelheid inerte substantie, die het DDT-poeder bevat, het effect van het actieve insecticide materiaal afbreuk doet (OSBURN and SPENCER, 77).

Tegen *Gossyparia spuria* MOD. (European elm scale; subfam. *Dactylopiinae*) gaf een 0,5 % DDT-zomerbespuiting medio Juli als de larvae I zijn uitgekomen een goed resultaat (DEAY and ULMAN, 14).

Parathion. Hoewel parathion nog niet veel gebruikt werd als bestrijdingsmiddel tegen schildluizen, zijn de reeds gevonden resultaten bemoedigend. Een 0,03 % parathion-bespuiting toegepast in Maart, toen de larven van *Lepidosaphes ficus* SIGN. (Fig scale; fam. *Diasp.*) op het punt stonden uit te komen, gaf een goed resultaat (BARNES and STAFFORD, 3). Een 0,07 % parathion-winterbespuiting in November tegen *Parlatoria oleae* COLVÉE (Olive scale; fam. *Diasp.*) op *olijf*, verlaat wel het tijdstip waarop de wijfjes eieren afzetten, doch gaf uiteindelijk weinig resultaat. Dezelfde bespuiting aangewend in Januari doodde hoogstens 50 % der overwinterende wijfjes (STRAFFORD, 101). Tegen volwassen wijfjes geeft parathion dus weinig resultaat.

Tegen *Aspidiotus perniciosus* COMST. (San José-Schildlaus) in Duitsland (Baden) voldeed een bespuiting met 0,03–0,05 % indien deze werd aangewend omstreeks eind Mei en medio Juni herhaald werd (THIEM, 108).

Toepassing van een 4 % parathion-bestuiving in een hoeveelheid van 56–112 kg per ha medio Mei gaf geen bevredigend resultaat tegen *Parlatoria oleae* op *olijf*. Tegen *P. oleae*, ook voorkomend op *perzik*, had dezelfde bestuiving wel succes, daar hier de eieren eerder werden afgezet, terwijl ook de larven eerder en over een kortere periode uitkwamen. Een 0,07 % parathion-bespuiting (eind Mei–begin Juni) gaf wel een goed resultaat tegen *P. oleae* op *olijf*, evenals een tweemaal aanwenden van een 2 % parathion-zomerbestuiving (170–225 kg per ha) resp. in medio Juli en begin Augustus.

Parathion blijkt dus het meest effectief te werken tegen het larvestadium.

Conclusie. Uit het voorgaande blijkt, dat ter bestrijding van schildluizen vele chemische middelen met succes kunnen worden aangewend, doch ook dat men zich steeds goed rekenschap moet geven, hoe een bepaalde bestrijding het meest effectief kan worden toegepast. De keuze van het bestrijdingsmiddel hangt grotendeels af van de schildluissoort, terwijl ook het stadium waarin zich het te bestrijden insect bevindt, van groot belang is.

Tegen *Chionaspis salicis* L. blijkt een 4 % olie als winterbespuiting, zo laat mogelijk toegepast, een goed bestrijdingsmiddel te zijn.

Het toekomstig gevaar in Nederland van een ernstige aantasting van fruitbomen door *Aspidiotus perniciosus* COMST. (San José scale) mag miniem geacht worden voor de boomgaarden, waar jaarlijks o.a. in Maart een bespuiting met minerale oliën (met kleurstoffen gecombineerd) plaats vindt en die gevolgd wordt door diverse bespuitingen vanaf medio Mei met Californische pap.

IX. SUMMARY

I. INTRODUCTION

The motive for this thesis is the fact that hardly any research has been done about the scale insects occurring in the Netherlands; hence we can only rely upon foreign information. The writer choose as an object for his observations one of the most common Dutch scale insects, viz. *Chionaspis salicis* L. Besides a morphological examination, observations were made on the biology of the scale insect and its natural enemies. A synopsis of the literature dealing with the chemical control of scale insects in general is given.

II. GENERAL SURVEY

a. Geographic distribution. The various countries where *Chionaspis salicis* has been found are mentioned. The nearly related *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH occurs in N.-America. *b.* Table I (page 177) gives a list of the various foodplants on which *Chionaspis salicis* has been mentioned in literature. *c.* Economic importance. In Holland the injury and losses are confined to *Salix* and locally also to *Populus* and *Alnus* spp. A heavy infestation results in the death of the branches of the foodplant.

III. MATERIAL AND TECHNIQUE

The collected scale insects originated from the environment of Wageningen and Over-Betuwe. Slides were made by heating the specimens for five minutes in Acidum lacticum pur. (lactic acid) and afterwards in Chloralhydrophenol for a few minutes. The insects were then mounted in Berlese or in Balsamum Canadense via a Creosote solution.

IV. CLASSIFICATION AND SYNONYMY

The classification of FERRIS (23) is followed. The list with synonyms of *Chionaspis salicis* L. has been taken from COOLEY (11) and REH (88); also four synonyms of *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH are mentioned.

V. MORPHOLOGY

A. Development of the female insect: *a.* The egg, ellipsoidal in shape, mean length and width 0.280 $\pm$ 0.002 mm and 0.144 $\pm$ 0.003 mm (n = number of observations). Colour: red. *b*) Larva I (fig. 1, page 179) length and width of a newly-hatched larva about 0.27 and 0.16 mm. Colour: red. The antennae segments ratio 5:4:4:2:2:12. Between the simple eyes two micro-ducts open dorsally; a pair of these ducts is also present on each thoracic segment. The abdomen consists of six or seven visible segments. A micro-duct ends ventrally in the margin of each abdominal segment. From the ventral surface of the pygidium two long setae (length about 0.13 mm) project. *c.* The moult from larva I to larva II. Slides were made of larvae I, when they were about to cast their skins. Observations were made on the unrolling of the stylets of larva II, which were already in a far developed stage inside the skin of larva I at that time (phase I, fig. 2a,

page 182). During the ecdysis the ventral derm is stripped off and the stylets of larva I remain in the host plant; they break off near their bases; the new stylets of larva II unroll and pass through the mouth-cone (phase II, fig. 2*b*, page 182). At the final stage the stylets have always been withdrawn in the crumena as a joint bundle (phase IV, fig. 2*c*, page 182). There must be a third phase between the phases II and IV in which the separate stylets lying outside the mouth cone are retracted. During this process, which passes very quickly, the mandibulary and maxillary stylets slide into each other and the joint bundle is stowed away into the crumena. *d*. Larva II (fig. 3, page 184). Now the sexes can be distinguished. Length and width just after the moult are about 0.35 and 0.21 mm. Colour: yellow-pink, pygidium brown, blotted. A two-barred duct (nomenclature after FERRIS, 23) opens ventrally near the margin of the third thoracic segment and the abdominal segments. Glandspines occur ventrally on either side of the second and third thoracic segments, on the next four abdominal segments and in the margin of the pygidium. Peculiar dermfolds, so-called conchiform-plates, are present on the abdominal segments; also micro-ducts are distributed all over the larva. *e*. Larva III (fig. 4, page 186). Length and width of a young larva about 0.74 and 0.43 mm. Colour: yellow-pink, pygidium brown, blotted. Dorsal side: two-barred ducts group themselves in regular rows on the hind margin of the third, fourth and fifth abdominal segments; the inner row of each segment is formed by the submarginal ducts, the outer row by the marginal ducts. Five groups of perivulvar pores are arranged around the genital aperture. The number of wax-glands appears to be very variable. In table II (page 189) the large submedian- and submarginal two-barred ducts of both sides of the abdomen of four different females (A–D) are listed; the small two-barred ducts occurring in the submedian row of segment III have not been counted. Column E shows the variability of thirty females. The number of perivulvar pores is also mentioned. The only difference between *Chionaspis salicis* L. and *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH (occurring in N.-America) is, that *Chionaspis salicis* L. misses the small two-barred ducts between the large ones of the submedian rows IV, V and VI, in dinstinction to *Chionaspis salicis-nigrae* WALSH.

B. Development of the male insect. *a*. The egg (see A, female). *b*. Larva I. There is no noticeable sex difference between the larvae I. The number of abdominal segments (six or seven) is too undefined to base a sex distinction upon. *c*. Larva II (fig. 5, page 192). Seven abdominal segments in contrast to the six segments of the female. Pygidium not strongly chitinised. *d*. Pupal stage. To divide into two instars, viz. a prae-pupa and pupa. There are however, two forms of each as to the presence of winged- and wingless males. Length and width of the praepupa (apterous male) about 0.56 and 0.25 mm, of the pupa 0.67 and 0.22 mm (fig. 6 and 7, page 194). *e*. The male imago. Winged- and wingless males appear. Apterous imago (fig. 8, page 196): length and width about 0.81 and 0.20 mm.

VI. BIOLOGY

A. Development. *a*. The egg stadium. The minimum temperature needed for hatching is 18 °C. At November 1 pieces of willow branches containing *Chionaspis salicis* scales + eggs were placed in six desiccators (rel. humidity about 90 %) at temperatures of −1, +1, +3, +5, +9 and +13 °C. Every ten days one was taken out of each of the six desiccators and put at 19 °C. The first larvae appeared at Dec. 25 and these originated from the two branch parts, that were kept from

Nov. 1 till Nov. 10 (series Nov. 10, table III, page 200) at temperatures of 13 °C and 3 °C severally; before they were transported to 19 °C. Dec. 26 and 27 the first larvae being kept at −1, +1, +5 and +9 °C (series Nov. 10) appeared and also the first ones from 9 °C belonging to the second series (series Nov. 20), i.e. those which had been kept at 9 °C during 20 days, previous to be transferred to 19 °C (table III). These dates are also given in the diagram (fig. 9, page 201). The ten-days periods have been noted on the abscissa, the dates of the duration of the experiment from November until March being on the ordinate. The latter are also indicated on the abscissa. The moment of the appearance of the first larvae of the branch „13 °C, Dec. 30" has been noted in the following manner: Since the start of the trial on Nov. 1 till Dec. 30, also during thirty days, the piece of the branch had been standing at 13 °C. This period was noted on the abscissa as well as in vertical direction, thus terminating at point A. After these 60 days the little piece of branch was brought to 19 °C and now the first larvae appeared on Januari 12, that is 13 days later. These 13 days were noted vertically from A and this is the point that corresponds to Jan. 12 on the ordinate, the date of the hatching of the first larvae. In reference to the larvae of a series being exposed to temperatures of −1, +1, +3, or +5 °C one average date of appearance is noted e.g. of the series Dec. 30, the mean date Januari 20. Results of the total experiment: 1. The emergence from the egg needs no minimum temperature below zero. 2. The higher temperatures used in this trial are more favourable than the lower ones, the eggs being kept at 13 °C were hatching sooner after being brought to 19 °C than the eggs of the same series being kept at 9 °C; the latter again hatch sooner than the eggs kept at −1 till +5 °C. 3. There are separate stages in the development of the egg, which are sensitive to temperature. A certain part of the development takes place at a particular temperature and is finished after a certain lapse of time. A further egg differentiation starts only then, when another suitable, viz. a higher, temperature is present. *b* and *c*. Development of the further stages. The first larvae I appeared about the second half of April 1949. After that date a cold period followed, through which the great mass of the larvae did not hatch before the first days of May. The development of the various stages dependent on the temperature has been noted in table IV (page 206). Under the laboratory conditions III, eggs were laid in the beginning of July and the larvae hatched after a good fifty days. Table V (page 210) shows the gradual oviposition of seven adult females. Four to five eggs were deposited as a day-mean. The decrease in number of eggs a day after August 10 is due to the lifting up of the scale during the observations.

B. Propagation. *a*. The multiplicative potentiality of the females; influence of the population density. The observations of SMIRNOV and WIOLOVITSH (98) and SMIRNOV and POLEJAEFF (97) are affirmed. *b*. Sex ratio, Table VI (page 213). A sex ratio 1:1 can be accepted. It is evident that both sexes appear within the progeny of one female of *Chionaspis salicis* and that the sex ratio is very variable. *c*. There is only one generation a year in Holland.

C. Distribution. *a*. Active wandering of the larvae I. At low temperatures (17–18 °C) the larvae are less active than at higher ones. At 20 °C the larva covers 0.75–3 cm a minute.

The larvae only attach themselves to the wood parts of the foodplant. *Chionaspis salicis* is indifferent to light. The ends of eight pieces of branches had been smeared with a ring of vaseline and counts were made of the larvae that got stuck to these ends. During the experiment one end of each branch was always kept in the dark,

whereas the other end was exposed to the light (table VII, page 216). The wandering of *Chionaspis salicis* larvae take place indifferently to gravity. The active spread is restricted to the same foodplant on which the mother insects developed, if the trees are isolated. *b* and *c*. Passive distribution. On this subject the writer did not make any observations.

D. Hostplants. Transfer experiments. Pieces of the rind of *Salix alba* and *S. viminalis* being occupied by several *Chionaspis salicis* scales + eggs had been transported to young trees only a few years old. Notwithstanding the fact that the greater part of these plants have been listed as host plants in foreign countries, *Chionaspis salicis* died at a certain stage of development in most cases and they did not come to oviposition (tabel VIII, page 220).

VII. NATURAL ENEMIES

A. Parasites: *Hymenoptera*. According to literature the following *Chalcidoidea* are mentioned: *Entedon scutellaris*, *E. insidiator*, *Chiloneurinus microphagus*, *Arrhenophagus chionaspidis*. The writer frequently met with *Aphelinus fuscipennis* but only sporadically with *Chiloneurinus microphagus*.

I. *Aphelinus fuscipennis* is a cosmopolitan insect possessing many hosts (table IX, page 223). Recognised by the presence of a fumigated wing zone and the dark marginal bands on the abdomen (fig. 10, page 225) the female *A. fuscipennis* is easy to distinguish from *A. mytilaspidis*. The mean length and width of the male pupa of the first generation is 0.89 and 0.40 mm; of the female pupa 1.06 and 0.49 mm. The pupae of the second generation, which have developed on the young third stage host larvae are smaller. The body length and span of wings of the female imago of the first generation are about 1.14 and 2 mm severally; of the adult male 0.97 and 1.73 mm.

Biology. The egg stage lasts about five days at 20 °C. The larva lives as an ecto-parasite and the first generation larva is full-grown after three weeks. The pupal stage lasts about 14 days at 20 °C. Both sexes are present and the ratio females to males is about 3:2. In Holland their are two generations a year. The first one hibernates as larva. In the middle of May the larvae pupate and the adults emerge from the middle to the end of July. The eggs of the second generation are laid on the young larva III of *Chionaspis salicis*, then present. In the end of August or early in September the imagos of the second-generation emerge, and they deposit their eggs beneath the scale on the adult *Chionaspis* females, which have already started laying, or will do so (or not) within a short time. The parasite-larvae hibernate and give rise to the first adults in the middle of July in the next year. The number of *Chionaspis salicis* females parasited by the first-generation was variable viz. 7–16 % a tree and this percentage had an effect for 7.6 % only. The number of females parasited by the second-generation was 1–12 % a tree and this percentage was completely efficient. Both parasite-generations together killed about 14 % in 1949.

II. *Chiloneurinus microphagus* appears sporadically and the larva lives as an endo-parasite. Probably there is but one generation a year; the larva hibernates and the adult emerges in the middle of June. Probably both sexes are about the same in number. This parasite is of no economic importance. Less than 1 % of the willow scale is parasited.

B. Predatory enemies. *Birds*: *Parus major*, *P. coeruleus coeruleus*, *P. atricapillus* and *Emberiza sp.* These birds sometimes loot the scales intensively but this

happens not very systematically. Not more than a mean of 10 % of the scales is destroyed per tree during the autumn and the winter. The writer found no *Coleoptera*. DINGLER (15) mentions *Chilocorus renipustulatus* SCRIBA. *Acarina*: *Tyrophagus dimidiatus* OUDEMANS. This mite feeds on the eggs and the dead females of *Chionaspis salicis*. No economic value. A mean of about 1 % of the eggs is destroyed.

VIII. CONTROL

It is evident from the preceding investigations that the natural enemies of *Chionaspis salicis* cannot check the growth of the scale insect population. The following control measures can be taken: *a*. Cut off the heavy infested branches if possible; *b*. A 4 % mineral oil as a dormant spray applied as late as possible before the buds shoot.

A further literature survey of the chemical control of the scale insects in general is given and for this the Journal of Economic Entomology has been mainly consulted. Where necessary all quantities of the toxicants were converted into per cents of the spray or dust finally used.

A. Control with mineral oils. In general it is obvious that for a succesful control of *Diaspidae* scale insects (shield scales) the oil concentration of the winter spray is higher than for scale insects that belong to the *Coccidae*, viz. 3–6 % and 2–3 % severally. A 2 % summer oil works against the crawlers.

B. Control by mineral oil together with other insecticides. *a*. Oil + insecticides of plant origin: together with oil nicotine is sometimes used as a summer spray against the larvae I; concentration about 1 % summer oil + 0.02–0.05 % nicotine. Oil + rotenon as summer spray against all stages of scale insects, 1.5 % summer oil + 0.002–0.009 % rotenon. *b*. Oil + synthetic organic insecticides: Dinitro-compounds DNOCHP and DNOC, act as ovicide and scalecide. They are used as a winter- and summerspray. The percentage used against the various scale insects is variable, viz. as a winter spray 1–4 % oil + 0.01–0.1 % DNOCHP, as a summer spray 0.5–1.5 % oil + 0.002–0.009 % DNOCHP; 0.02–0.1 % DNOC used in a winter oil spray.

DDT. DDT applied together with oil as a winter spray gives little outcome. Important however is the „long-term" effect against the crawlers. Concentration of a summer spray 2–5 % oil + 0.15–0.25 % DDT.

Parathion. There are still too few observations about the action of this insecticide in oil. *c*. Inorganic insecticides in oil: Lime-sulfur. Used as a winter spray 2–3 % oil + 1.5–3 % lime-sulfur.

C. Control by toxicants used without oil. Lime-sulfur: As a winter spray 4–8 %, as a summer spray 1.5–2.5 %. Sulfur-dust: Against the larvae I. DDT: As a summer spray against the crawlers; 0.5–1 % DDT water-suspension. Parathion: Only a few observations. Parathion gives the best result against the larvae I; 0.03–0.07 % summer spray or Parathion dust 4 %.

Conclusion. Many insecticides could be used with good success against scale insects. The selection depends largely on the species of the scale insect and the stage of development is of great importance. A 4 % oil winter spray applied as late as possible is a good control against *Chionaspis salicis* L. If a properly timed spray programme (mineral oil + DNOC; lime sulfur) is followed in Holland there is no reason to be afraid of a serious *Aspidiotus perniciosus* attack on fruit trees.

X. LITERATUUR

1. ASHMEAD, W. H., Classification of the Chalcid flies, Part I, Memoirs of the Carnegie Mus., I (4): 225, 1901–1904.
2. ASQUITH, D., Oils in dormant sprays to control European Fruit Lecanium and Terrapin scale on peach, Journ. Econ. Ent., 42 (4): 624–629, 1949.
3. BARNES, F. D. and STAFFORD, E. M., Control of the Fig scale in California, Journ. Econ. Ent., 42 (1): 48–56, 1949.
4. BERLESE, A., Le cocciniglie Italiane viventi sugli agrumi, I Diaspiti, Rivista di Pat. vegetale, V (1–4): 3–74, 1896.
5. ———, Le cocciniglie Italiana viventi sugli agrumi, I Diaspiti, Rivista di Pat. vegetale, IV (III): 74–179, 195–292, 1896.
6. BUGNION, E., Recherches sur le développement post-embryonnaire, l'anatomie et les moeurs de l'Encyrtus fuscicollis, Recueil Zool. Suisse, V: 435, 1890.
7. BOYCE, A. M. and KAGY, J. F., Studies with Dinitro-o-cyclohexylphenol, Journ. Econ. Ent., 32 (3): 432–450, 1939.
8. BROWER, A. E., The Beech scale and Beech Bark disease in Acadia National Park, Journ. Econ. Ent., 42 (2): 226–229, 1949.
9. COMSTOCK, J. H., Reports on scale insects, Annual Rep. of the Comm. of Agr. for the Year 1880: 320, 1880.
10. ———, Reports on scale insects, Cornell University Bull. 372, Agr. Exp. Station New York: 469, 499, 567, 1916.
11. COOLEY, R. A., The Coccid genera Chionaspis and Hemichionaspis, Special Bull., Hatch Exp. Stat. Massachusetts: 8–22, 1899.
12. CRESSMAN, A. W. and BROADBENT, B. M., Effectiveness of Cube and Derris resins against California Red scale, Journ. Econ. Ent., 36 (3): 439–442, 1943.
13. DAMMERMAN, K. W., Landbouwdierkunde van Oost-Indië: 181–183, 1919.
14. DEAY, H. O. and ULMAN, P. T., DDT as a summer spray against European Elm scale, Journ. Econ. Ent., 41 (3): 506, 1948.
15. DINGLER, M., Biologische Notizen über verschiedene Cocciden, Zeitschr. f. Angew. Ent., X: 369, 1924.
16. EBELING, W., Toxicants and solids added to spray oil in control of California Red scale, Journ. Econ. Ent., 33 (1): 92–102, 1940.
17. ———, Materials added to oil spray to increase its effectiveness in Citrus pest control, Journ. Econ. Ent., 34 (6): 829–838, 1941.
18. ———, DDT and Rotenon used in oil to control the California Red scale, Journ. Econ. Ent., 38 (5): 556–564, 1945.
19. ———, DDT preparations to control certain scale insects on Citrus, Journ. Econ. Ent., 40 (5): 619–632, 1947.
20. EIDMANN, H., Lehrbuch der Entomologie: 316–327, 1941.
21. ENGLISH, L. L., Derris as a toxic supplement to oil emulsions for the control of Purple scale, Journ. Econ. Ent., 32 (4): 587–595, 1939.
22. FERRIÈRE, CH., Notes sur quelques Encyrtides de la Suisse, Mitteil. der Schweiz. Ent. Ges. Bull. de la Soc. Ent. Suisse, XXII (4): 369–383, 1949.
23. FERRIS, G. F., Atlas of the Scale insects of North-America,: 1–8, 13, 24, 1937.

24. ———, The generic types of the Diaspidae-Introduction, Bull. of Ent. Research, XVI: 163–164, 1925–1926.
25. FLUITER, H. J. DE, Onderzoekingen omtrent Pseudococcus citri, de dompolanluis van de koffie, en haar bestrijding. Archief voor de koffiecultuur, 15 (1): 52, 1941.
26. GAMBRELL, F. L., Experiments for control of the Pine Needle scale Chionaspis pinifoliae Fitch, Journ. Econ. Ent., 31 (2): 183–186, 1938.
27. GEYSKES, D. C., Beiträge zur Kenntnis der Europäischen Spinnmilben (Tetranychidae), Mededed. van de Landbouwbouwhogeschool, 42 (4): 28–29, 1939.
28. GLENN, P. A., The San José scale, Agr. Exp. Stat. Circular no 180 University of Illinois: 17–18, 1915.
29. GREEN, E. E. [1]), The Coccidae of Ceylon, Monograph., 1896.
30. GRISWOLD, G. H., A study of Lepidosaphes ulmi and one of its parasites, Aphelinus mytilaspidis Le B., Memoir 93. Cornell Univers. Agr. Exp. Stat.: 5–67, 1925.
31. GUNTHER, F. A. and LINDGREN, D. L., Persistence of certain DDT deposits under field conditions, Journ. Econ. Ent., 39 (5): 624–627, 1946.
32. HAMMER, O. H., The Scurfy scale and its control, Journ. Econ. Ent., 31 (2): 244–253, 1938.
33. HARTZELL, F. Z., Dormant spray problems in New York, Journ. Econ. Ent., 32 (2): 274–278, 1939.
34. HARTZELL, F. Z. and MOORE, J. B., Control of Oystershell scale on apple, Journ. Econ. Ent., 30 (4): 651–656, 1937.
35. HERIOT, A. D., The renewal and replacement of the stylets of sucking insects during each stadium and the method of penetration, Canad. Journ. of Research, XI: 602, 1934.
36. HERRICK, G. W., Some Scale insects of Mississippi, Mississippi Agr. Exp. Stat. Techn. Bull., 2: 28–29, 1911.
37. HOLLINGER, A. H., Chionaspis salicis-nigrae Walsh, Missouri Research Bull., 58: 28-29, 1923.
38. HOUSER, J. S., *a.* Insect Pest of Ohio shade and forest trees. *b.* The scarcity of insect eating birds in cities partly accountable for the prevalence of insects, Ohio Agr. Exp. Sta. Bull. 332: 173, 289, 1918.
39. HOWARD, L. O., Report on the parasites of the Coccidae in the collection of this Departement, Annual Rep. of the Comm. of Agr., III: 350, 1880.
40. ———, Revision of the Aphelininae of N.-America, U.S. Dept. of Agr. Div. of Entom. Techn. Series, I: 7, 27, 1895.
41. ———, New Genera and Species of Aphelininae, U.S. Dept. of Agr. Bureau of Entom. Techn. Series 12: 69–88, 1907.
42. ———, A History of Applied Entomology: 504–505, 1930.
43. HOWARD, L. O. and MARLATT, C. L., The San José scale, U.S. Dept. of Agr. Div. of Ent. Bull., 3: 50, 1896.
44. HUGHES, A. M., The mites associated with stored food products. Ministry of Agriculture and Fisheries: 20–24, 1948.
45. IMMS, A. D., Observations on the Insect Parasites of some Coccidae, Quart. Journ. of Microscop. Science, 61: 217–274, 1916.

---

[1]) Niet in Nederland.

46. ———, A general Textbook of Entomology: 546, 1946.
47. JOHNSON, W. G., Report on the San José scale in Maryland, Bull. 57 of the Maryland Agr. Exp. Stat.: 67, 1898.
48. ———, Aphelinus fuscipennis an important parasite upon the San José scale in Eastern United States. U.S. Dept. of Agr. Bull. 26, Proceedings: 73–75, 1900.
49. KAGY, J. F. and RICHARDSON, C. H., Ovicidal and scalicidal properties of solutions of dinitro-o-cyclohexylphenol in Petroleum oil, Journ. Econ. Ent., 29 (1): 52–62, 1936.
50. LANGFORD, G. S., The life history of the Willow-scale, State Entom. of Colorado, Seventeenth Ann. Rep. Circ. 51: 50–59, 1925.
51. LAWSON, P. B., Scale insects injurious to fruit and shade trees, Bull. of the University of Kansas (Dept. of Ent. no 11), XVIII (1): 269–271, 1917.
52. LE BARON, W. [1]), Second Annual Rept. on the noxious insects of the State of Illinois, 1872.
53. LINDINGER, L., Die Schildläuse (Coccidae) Europas, N.-Afrikas und Vorderasiens: 53–335, 1912.
54. LINDGREN, D. L. and BOYCE, A. M., Results with Dinitro-diphenyltrichloroaethane in control of the California Red scale, Journ. Econ. Ent., 37 (1): 123–125, 1944.
55. LINNAEUS, C., Systema Naturae, X: 456, 1758.
56. LÖW, F., Der Schild der Diaspiden, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 22: 513–522, 1883.
57. MARLATT, C. L., The San José or Chinese scale, U.S. Dept. of Agr. Bur. of Ent. Bull., 62: 56–59, 1906.
58. MARCHAL, P., La ponte des Aphelinus et l'intérêt individuel dans les actes liés à la conservation de l'espèce, Comptes Rend. hebdom. des séances de l'Acad. des Sciences, 148: 1223–1225, 1909.
59. MAULIK, S., Solubility of the scale of Lepidosaphes ulmi L., Bull. of Entom. Research, VII: 267, 1916.
60. MCCLINTOCK, J. A. and FISHER, W. B., Spray Chemicals and Application Equipment: 82–86, 1945.
61. MCDANIEL, E. I., Controlling Shield scales of deciduous trees. Extension Bull. 194 Michigan State College: 1–15, 1939.
62. MCGREGOR, E. A., Sulfur dust as a supplement to Cyanide fumigation for control of Black scale, Journ. Econ. Ent., 35 (3): 355–359, 1942.
63. MERCET, R. G., Los Generos de Afelinidos de la Fauna Europea, Revista di Fitopatologia, IV–V–VI (6): 1–4, 1926–1928.
64. METCALF, C. L. and HOCKENYOS, G. L., The nature and formation of scale insect shells, Trans. Illinois State Acad. of Science, XXII: 166–184, 1930.
65. MEYERS, L. E., The genotypes of Diaspidis and Aspidiotus, Part I, Bull. of Ent. Research, XVI: 164, 1925.
66. ———, The generic types of the Diaspidae, Part II, Bull. of Ent. Research, XVII: 341, 1926–1927.
67. NEL, G., A comparison of Aonidiella aurantii Mask. and A. citrina Coq., Hilgardia, 7 (11), A Journ. of Agr. Science: 427, 1933.
68. NEWCOMER, E. J. and YOTHERS, M. A., Experiments for the control of the San José scale with lubricating oil emulsions, U.S. Dept. of Agr. Circ., 175: 1–12, 1931.

69. NEWSTEAD, R., A monograph of the Coccidae of the British Isles, I: 33–39, 78, 98, 180–187, 1900.
70. O'NEAL, E. J. and FLUKE, C. L., Test with DDT against active nymphs of the Oystershell scale, Journ. Econ. Ent., 41 (6): 978, 1948.
71. ONG, E. R. DE, Progress report on the use of petroleum oil as an insecticidal spray. Journ. Econ. Ent., 21 (3): 525–530, 1928.
72. ———, Chemistry and uses of Insecticides: 123, 1948.
73. ONG, E. R. DE, and HUNTOON, M., Sulfur as an insecticide, Journ. Econ. Ent., 22 (6): 866–873, 1929.
74. OSBORN, H., Notes on Coccidae occurring in Iowa, Proceedings of the Iowa Acad. of Scien., V: 224, 1897.
75. OSBURN, M. R. and MATHIS, W., Oil sprays with or without Derris resins to control Florida Red scale, Journ. Econ., Ent., 37 (4): 516–519, 1944.
76. ———, Effect of DDT on Florida Red scale population, Journ. Econ. Ent., 41 (3): 454–457, 1948.
77. OSBURN, M. R. and SPENCER, H., Effect of spray residues on scale insect populations, Journ. Econ. Ent., 31 (6): 731–733, 1938.
78. PATCH, E. M., Homologies of the wing veins of the Aphididae, Psyllidae, Aleurodidae and Coccidae, Annals of the Ent. Society of Am., II (2): 122–123, 1902.
79. PESSON, P., Contribution à l'étude morphologique et fonctionnelle de la tête, de l'appareil buccal et du tube digestif des femelles de Coccides, Ministère de l'Agric. et du Ravitaillement, Monographies: 12–21, 199, 1944.
80. PETERSON, A., Some studies on the eggs of important apple plant lice, New Jersey Agr. Exp. Stat. Bull. 332: 21, 1917.
81. QUAINTANCE, A. L. and SASSCER, E. R., The Oyster shell scale and the Scurfy scale, U.S. Dept. of Agr. Bur. of Ent. Circular 121: 4, 9, 1910.
82. QUAYLE, H. J., Aphelinus diaspidis Howard, Journ. Econ. Ent., 3 (5): 398–401, 1910.
83. ———, Locomotion of certain young scale insects, Journ. Econ. Ent., 4 (3): 301–307, 1911.
84. ———, Dispersion of scale insects by the wind, Journ. Econ. Ent., 9 (5): 486–493, 1916.
85. REH, L., Die Beweglichkeit von Schildlauslarven, Jahrbuch der Hamburg. Wissenschaftl. Anstalten, XVII (3): 1–6, 1899.
86. ———, Versuche über die Widerstandfähigkeit von Diaspinen gegen äussere Einflüsse, Biol. Centralblatt, XX (22): 746–751, 1900.
87. ———, Über die postembryonale Entwicklung der Schildläuse, Algem. Zeitschr. für Entom., 6: 51–89, 1901.
88. ———, Zur Naturgeschichte mittel- und nordeuropäischer Schildläuse, Algem. Zeitschr. für Entom., 9 (1–2): 12, 1904.
89. REYNE, A., Studies on a serious outbreak of Aspidiotus destructor rigidus in the coconut palms (N.-Celebes), Tijdschr. v. Entom., 89: 83–123, 1946.
90. RÖRIG, Über die Bedeutung der insektenfressenden Vögel in Bezug auf die Bekämpfung land- und forstwirtschaftlich schädlicher Insekten, Illustr. Landwirtsch. Zeit., 21: 1031, 1041, 1053, 1063, 1901.
91. RUSCHKA, F., Beiträge zur Kenntnis einiger Encyrtiden-Gattungen, Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 72: 1–13, 1922.

92. SANDERS, J. G., Coccidae of Ohio, Proceed. of the Ohio State Acad. of Science, IV (2): 49, 1904.
93. SCHMIDT, O., Metamorphose und Anatomie des männl. Aspidiotus nerii, Arch. f. Nat. Gesch., 51 (1): 169, 1885.
94. SCHMIEDEKNECHT, O., Genera Insectorum. Hymenoptera fam. Chalcididae (edited by P. Wytsman–Bruxellus): 451–453, 1909.
95. SCHNEIDER, F., Tagebuchnotizen aus dem Südtirol und dem Veroneser Obstbaugebiet, Schweiz. Zft. f. Obst- und Weinbau, (20): 381–384, 1946.
96. SIGNORET, V., Chionaspis N.G., Chionaspis salicis, Annales de la Soc. Ent. de France: 422–448, 1869.
97. SMIRNOV, E. and POLEJAEFF, W., Density of population and sterility of the females in the Coccid Lepidosaphes ulmi L., The Journ. of Animal Ecology, (3): 29, 1934.
98. SMIRNOV, E. und WIOLOVITSH, N., Über den Zusammenhang zwischen der Populationsdichte und Eierproduktion der Weibchen bei der Schildlaus Chionaspis salicis L., Zeitschr. für Angew. Ent., XX: 415–425, 1934.
99. SNAPP, O. I. and THOMSON, J. R., Experiments with oils and lime-sulfur for the control of the San José scale on peach trees in the South, Techn. Bull. 852, U.S. Dept. of Agr.: 1–12, 1943.
100. STRAFFORD, E. M., The application of measured amounts of petroleum spray oils to individual Olive scales, Journ. Econ. Ent., 39 (4): 499–503, 1946.
101. ———, Control of Olive scale in California with Parathion, Journ. Econ. Ent., 42 (4): 656–661, 1949.
102. SULC, K., Über die Struktur der Wachsreife und ihrer Drüsen bei den Lecanium-Männchen, Sbornik Mor. Ostrave, VI: 85–97, 1930–1931.
103. ———, Genus Lecanium, Coccidae, Homoptera, Acta Societatis scient. nat. Moravicae Brno., VII (5): 105–132, 1932.
104. SUTER, P., Untersuchungen über Körperbau, Entwicklungsgang und Rassendifferenzierung der Kommaschildlaus Lepidosaphes ulmi L., Mitteil. der Schweiz. Ent. Ges., XV (9): 365, 397, 1932.
105. SWEETMAN, H. L., Succesful examples of biological control of pest insects and plants, Bull. of Ent. Research, 26 (3): 373–378, 1935.
106. TAYLOR, T. H. C., The campaign against Aspidiotus destructor Sign. in Fiji, Bull. of Ent. Research, 26 (1): 36–37, 101, 1935.
107. THIEM, H., Phänographisches zur Massenverbreitung von Schildläusen, Entomologische Beihefte aus Berlin-Dahlem, I: 90–96, 1934.
108. ———, Zum Einbruch der San-José-Schildlaus in Nordbaden, Der Bad. Obst. u. Gartenbauer, (1): 9–10, 1949.
109. THOMPSON, W. R., Parasites of the Hemiptera, A Catalogue of the Parasites and Predators of Insect Pests, Section I (III): 30, 1944.
110. TROUVELOT, B., Directives a suivre dans l'importation pour les besoins de l'agriculture d'insectes entomophages étrangers. Revue Zool. Agr. et Appliquée, 24 (6–7): 125–148, 1925.
111. VASSEUR, R. et BIANCHI, H., Quelques données nouvelles sur la lutte chemique contre le Pou de San-José, Académie d'Agr. de France, (extrait), 1949.
112. VIEL, G., Étude sur la valeur insecticide de produits divers dans la lute contre le pou de San José, Annales des épiphyties, XII (15): 401–413, 1946.
113. VITZTHUM, H., Biologie der Tiere Deutschlands (von P. Schulze) Lieferung 3 (21) – Acarina: 60–64, 1923.

114. WALSH, B. D., First annual Report on the noxious insects of the State of Illinois: 50–57, 1867.
115. WEBER, H., Biologie der Hemipteren: 122, 365, 1930.
116. WHEELER, E. H. and OBERLE, G. D., Oils in dormant sprays to control European Fruit Lecanium and Cottony Peach scale, Journ. Econ. Ent., 41 (2): 186–190, 1948.
117. WILCKE, J., Biologie en Morphologie van Psylla buxi L., Dissertatie: 21, 1941.