IEPENZIEKTE, IEPENSPINTKEVERS EN BEIDER BESTRIJDING

PROEFSCHRIFT
TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
DR J. JESWIET, HOOGLEERAAR IN DE PLANTEN-SYSTEMATIEK, DENDROLOGIE EN PLANTEN-GEOGRAFIE, TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN EEN COMMISSIE UIT DEN SENAAT DER LANDBOUWHOOGESCHOOL TE WAGENINGEN OP DONDERDAG 30 MAART 1939
TE 15 UUR

DOOR

J. J. FRANSEN

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

INHOUD

HOOFDSTUK I — Blz.

De overbrenging van de iepenziekte 1

HOOFDSTUK II

De rijpingsvreterij 23

HOOFDSTUK III

De generaties van de iepenspintkevers 45

HOOFDSTUK IV

De epidemiologie van de iepenspintkevers 58

HOOFDSTUK V

De bestrijding van de iepenziekte 74

Summary 105

Literatuurlijst 113

STELLINGEN

I

In de totstandkoming van het tapijt van coremia in de poppenwiegen der iepenspintkevers hebben larven en poppen dezer insecten geen werkelijk aandeel.

II

Men mag aannemen, dat de iepenziekte van recenten datum is.

III

Aan de microklimatologie moet als belangrijk onderdeel van de landbouwweerkunde een afzonderlijke plaats in het onderwijsprogramma der Landbouwhoogeschool worden ingeruimd.

IV

Uit historisch en practisch oogpunt moeten de microklimatologische gegevens in Nederland worden verzameld, bewerkt en vastgelegd door het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut.

V

Bij de studie van de biotische processen, die zich in den grond afspelen, moet niet alleen aandacht worden geschonken aan de micro-flora, maar ook aan de micro-fauna.

VI

Met het oog op den toestand van den bodem moet men het gebruik van duurzame insecticiden vermijden en de voorkeur geven aan snel ontledende vergiften.

VII

Bestrijding van een plantenziekte met één bepaald middel zal langer goede resultaten afwerpen wanneer de gevoeligheid van de plantenparasiet voor het betrokken middel berust op recessieve dan wanneer zij berust op dominante erfelijke factoren.

VIII

Het kweeken van tegen insecten resistente rassen zal meer kans hebben op resultaat, wanneer men de factoren, waarop de resistentie berust, kent.

IX

De grondslagen voor de bestrijding van de iepenziekte in Amerika moeten verschillen van die, waarop de in Europa gevolgde werkwijze berust.

X

De opvatting van PERSON, dat gistingsproducten van het plantensap, gevormd onder invloed van met spintkevers in symbiose levende microörganismen, de volgende spintkevers aantrekken, is niet algemeen geldig.

XI

Besmetting van iepenspintkevers met halfparasitaire nematoden is uit phytohygiënisch oogpunt eer ná- dan voordeelig te achten.

XII

De heterocyclische levenswijze van insecten wordt verklaard door den smaak.

HOOFDSTUK I

DE OVERBRENGING VAN DE IEPENZIEKTE

§ 1. OVERZICHT

Hoewel de iepenziekte, veroorzaakt door de schimmel *Ceratostomella* (*Graphium*) *ulmi* (SCHWARZ) BUISMAN[1]) eerst in de jaren 1918/1919 met zekerheid in *West-Europa* is waargenomen, zijn over deze ziekte reeds tal van publicaties verschenen. Samenvattingen nopens dit onderwerp vindt men onder andere bij WOLLENWEBER en STAPP, 1928, pp. 287 e.v., WESTERDIJK en BUISMAN, 1929, pp. 3 e.v., STAPP, 1931, pp. 334 e.v., waarnaar hier zij verwezen.

Tot het einde van 1929 stond het niet vast, hoe de ziekte zich verspreidt. Wel bestonden er verschillende vermoedens daaromtrent, doch op experimenten gegronde bewijzen ontbraken nog. SCHWARZ, 1922, p. 21, meende, dat de zwam door de huidmondjes in den boom zou binnendringen. BUISMAN en WESTERDIJK, 1929, pp. 4, 34, ontkenden zulks op grond van genomen proeven. Zij stelden vast, dat *C. ulmi* een wondparasiet is en spraken het vermoeden uit, dat deze schimmel door kleine wondjes in de takken zou binnendringen; de wind zou dan de sporen van deze zwam naar de wondjes vervoeren. Toen was nog niet algemeen bekend, waar de schimmel in de vrije natuur haar belangrijkste voortplantingslichaampjes, de zgn. coremia, vormt. Wel hadden WILSON en WILSON, 1928, p. 31, sporen van *C. ulmi* op doode iepestammen aangetroffen, doch op welke wijze die daar waren gekomen, is niet vermeld. Hun waarnemingen zijn door andere schrijvers niet bevestigd.

MARCHAL, 1927, p. 163, was de eerste, die het vermoeden uitsprak, dat de iepenspintkevers de iepenziekte zouden overbrengen, zooals uit het volgende citaat moge blijken:

„La culture des organismes que l'on rencontre dans les galeries de ponte des Scolytes a fourni, à côté d'espèces banales, des colonies d'un champignon, qui ne paraît pas spécifiquement différent du Graphium ulmi."

---

[1]) De naam behoort volgens NANNFELDT te zijn *Ophiostoma ulmi*. (E. MELIN and J. A. NANNFELDT, Researches into the blueing of ground woodpulp. Svenska Skogsvårdförenings Tidskrift, 1934, H. III, IV).

„Il se pourrait donc, que les Scolytes, qui, comme on sait, apparaissent secondairement sur les arbres tués par la maladie, soient les agents de dissémination du champignon et assurent l'infection dans les conditions d'efficacité, qui ne sont pas réalisées par les inoculations expérimentales."

Onafhankelijk van MARCHAL's waarnemingen, troffen WOLLENWEBER en STAPP, 1928, pp. 312 en 322, de coremia in de poppenwiegen van de iepenspintkevers aan. Verder wordt in het *Leaflet of the Forestry Commission*, 1928, p. 5, vermeld, dat sporen van *C. ulmi* op insecten voorkomen, zonder dat de betrokken soort nader is aangegeven.

Geen van de phytopathologen zag de groote beteekenis in van deze vondsten of wist de noodige bekendheid er aan te geven. Het is de groote verdienste van Dr. J. G. BETREM, de aandacht te hebben gevestigd op de beteekenis van de zgn. „Reifungsfrass" (verder aan te duiden als rijpingsvreterij) der iepenspintkevers bij de overbrenging van de iepenziekte. BETREM (1929) wist het waarschijnlijk te maken, dat de iepenspintkevers op eenigerlei wijze besmet worden met sporen van *C. ulmi* en dat zij deze bij de rijpingsvreterij in het hout van de jonge iepetakken kunnen overbrengen. De uitkomsten van onze onderzoekingen bevestigen de gevolgtrekkingen van BETREM.

Aangezien een spoedige publicatie van de door ons bereikte uitkomsten gewenscht was in verband met de bestrijding der iepenziekte, zijn zij reeds gedeeltelijk openbaar gemaakt (ROEPKE, 1930; FRANSEN, 1931*a*).

Deze studie geeft een meer uitvoerige samenvatting van de vele gegevens, die sedert 1930 met betrekking tot de bestrijding der iepenziekte en der iepenspintkevers zijn bijeen gebracht.

§ 2. DE BESMETTING VAN IEPENSPINTKEVERS MET CERATOSTOMELLA ULMI

Toen BETREM mij in 1929 verzocht, een studie van de microflora van het darmstelsel van den grooten iepenspintkever, *Scolytus scolytus* F. te willen maken, bleek al spoedig, dat *C. ulmi* daaruit — in de meeste gevallen zelfs in reincultuur — kon worden opgekweekt. Voor deze onderzoekingen, waaraan werd medegewerkt door DINA SPIERENBURG, zij verwezen naar BETREM, 1929, pp. 278 e.v.

In de volgende jaren is de maaginhoud onderzocht van larven van *S. scolytus*, die nog niet geheel volwassen waren. Bij deze larven was een faeces-prop in den endeldarm aanwezig, waaruit naast schimmels als *Fusarium sp.* en *Phomopsis sp.*, ook *C. ulmi* kon worden opgekweekt. PRELL, 1930, p. 41, en GROSSMANN,

1930, p. 72, toonden eveneens de aanwezigheid van *C. ulmi* in het darmstelsel der larven van bovenbedoelde soorten aan.

Volwassen larven van *S. scolytus*, die in de poppenwiegen in het ruststadium verkeeren, hebben den darminhoud zoo volledig geloosd, dat uit het darmstelsel tot nu toe nimmer *C. ulmi* kon worden opgekweekt. Hieruit blijkt, dat *de iepenziekteschimmel niet van de larve via de pop op den kever overgaat, althans niet in het darmkanaal.* Wel kan de poppenwieg met *C. ulmi* worden besmet, wanneer de larve defaeceert; in de uitwerpselen toch komt — gelijk hierboven werd medegedeeld — *C. ulmi* voor.

De uit kevers en larven gekweekte cultures van *C. ulmi* onderscheiden zich, wat groei betreft, niet van die, welke wij uit zieke takken isoleerden. Of er verschil in virulentie bestaat, werd niet onderzocht.

FALCK, 1916, p. 142, is van meening, dat de sporen van de tot het geslacht *Ceratostomella* behoorende soorten, die de „Blaufäule" veroorzaken, door een slijmlaag zijn beschermd tegen de verterende werking van de maag- en darmsappen der spintkevers. Wellicht geldt zulks ook voor de sporen van *C. ulmi*, die in de maag en het darmstelsel van *S. scolytus* F. voorkomen.

Niet alleen in-, maar ook uitwendig kan de groote iepenspintkever met de iepenziekteschimmel besmet zijn (BETREM, 1929, p. 279). Het onderzoek geschiedde door kevers over agarvoedingsbodems te laten loopen en door eenige druppels water, waarmede kevers waren afgespoeld, op voedingsbodems te brengen. In tegenstelling met de uit den maag-darminhoud verkregen cultures, waren zij in het onderhavige geval sterk met andere schimmels (vnl. *Fusarium sp.*) verontreinigd, waardoor het niet mogelijk was, de iepenziekteschimmel in reincultuur te brengen. In 1930 zijn deze onderzoekingen herhaald met hetzelfde resultaa t

De bovenomschreven onderzoekingen zijn ook met den kleinen iepenspintkever, *Scolytus multistriatus* MRSH. verricht. Aanvankelijk bleven deze zonder positieve uitkomst; eerst in 1930 mocht het ons gelukken, ook van deze soort de besmetting met *C. ulmi* aan te toonen. PRELL, 1930, p. 4, en GROSSMANN, 1930, p. 72, verkregen voor deze keversoort dezelfde uitkomsten. COLLINS, 1935, bevestigde voor *Amerika* deze waarnemingen.

BETREM vermoedde in 1929 reeds, dat de spintkevers zich in de poppenwieg met *C. ulmi* zouden besmetten, doch omdat mycologen als SPIERENBURG, 1922, p. 18, en SCHWARZ, 1922, p. 8, de aanwezigheid van deze schimmel in de iepenschors stellig ontkenden, twijfelde hij aan de juistheid zijner vermoedens. We vonden MARCHAL, 1927, p. 163, en WOLLENWEBER en STAPP

1928, pp. 312 en 322, sporen van *C. ulmi* in gangen van *S. scolytus* F., doch wij konden bij een onderzoek in den herfst van 1929 daar geen voortplantingslichaampjes vinden. Eerst in het voorjaar van 1930 nam de schrijver dezes waar, dat de coremia van deze zwam voornamelijk in de poppenwiegen der spintkevers ontstaan (zie ROEPKE, 1930, p. 232, en FRANSEN, 1931*a*, p. 56). In de poppenwiegen van den kleinen iepenspintkever troffen wij de coremia voor het eerst aan op 5 Aug. 1930; zij kwamen daarin echter minder talrijk voor dan in die van den grooten.

Bij latere waarnemingen is vastgesteld, dat alleen tijdens warme, regenrijke perioden coremia in de poppenwiegen zijn te vinden. Zij kunnen ook onder dergelijke gunstige omstandigheden nog wel eens ontbreken. Dat *C. ulmi* in de poppenwiegen, die in den drogen bast zijn gelegen, geen vruchtlichaampjes maakt, merkte ook PRELL, 1930, p. 8, op.

Bij het verlaten van een poppenwieg, waarin zich coremia van *C. ulmi* bevinden, zullen de kevers met de sporen van deze zwam in aanraking komen. De sporen zijn omgeven door een kleverige slijmlaag, welk slijm een groot hechtingsvermogen bezit. Men kan zulks aantoonen door een coremium met het sporenkopje op een voorwerpglas te leggen en na eenigen tijd te trachten, het er met een pincet af te trekken. Meestal breekt dan het steeltje door, terwijl de sporenmassa, door het opgedroogde slijm op het glaasje vastgekleefd, daarop achterblijft. Ook aan de uitvliegende kevers zullen de sporen dus gemakkelijk vastkleven. Wij kunnen dan ook aannemen, dat in de natuur de besmetting der kevers met sporen van *C. ulmi* op deze wijze plaats vindt.

Bovendien is het mogelijk, dat de iepenspintkevers, wanneer zij hun rijpingsvreterij aan door de iepenziekte aangetaste boomen houden, geïnfecteerde houtdeeltjes in hun darm krijgen, of wel, dat zulke houtdeeltjes aan hun chitinepantser blijven hangen. Het komt mij echter voor, dat aan de besmetting in de poppenwieg meer waarde moet worden toegekend, omdat de kever daar met de talrijke kleverige sporen van de zwam in aanraking komt, terwijl bij de rijpingsvreterij slechts enkele stukjes mycelium kunnen worden medegenomen. Het geringe aantal houtdeeltjes, dat uitwendig aan een kever blijft hangen, is onvoldoende om het groote aantal *C. ulmi*-kolonies te verklaren, dat zich ontwikkelt uit één druppel water, ontleend aan een hoeveelheid van 2 cc, waarin één kever werd afgespoeld.

BUISMAN, 1932*c*, p. 204, vond, dat ook de perithecia van *C. ulmi* in de poppenwiegen worden gevormd, zoodat de eveneens in slijm gehulde asco-sporen door de spintkevers kunnen worden overgebracht.

§ 3. DE BESMETTING VAN LARVENGANGEN EN POPPENWIEGEN DER SPINTKEVERS MET SPOREN VAN CERATOSTOMELLA ULMI

In de vorige paragrafen is er reeds op gewezen, dat onderscheidene onderzoekers hebben vastgesteld, dat coremia van *C. ulmi* voorkomen in larvengangen en poppenwiegen van *S. scolytus* F. De wijze, waarop de besmetting hiervan plaats vindt, wordt echter nergens vermeld.

Theoretisch bestaan er drie mogelijkheden van besmetting, t.w.:

1. De schimmel groeit bij sterk aangetaste iepen, die afgestorven of geveld zijn, uit het houtlichaam naar den bast.
2. De wijfjeskevers, alsmede de larven, komen bij het boren van de gangen in aanraking met het houtlichaam en banen aldus een weg, waarlangs de schimmel uit de houtvaten in den bast doordringt.
3. De kever infecteert de moedergang met *C. ulmi*, die zich verder in de larvengangen verbreidt.

Ten aanzien van deze drie mogelijkheden zij het volgende opgemerkt:

Ad 1. Op 23 Mei 1930 werd een iep geveld, die met *C. ulmi* was besmet. Van den stam van dezen boom lieten wij zoowel dikke als dunne stukken op verschillende plaatsen in *Wageningen* bewaren en wel in den tuin van het laboratorium voor entomologie, zoowel op een zonnige als op een schaduwrijke plaats, in een plantenkas, waar de stukken dagelijks werden begoten; verder in een oude druivenkas, waar niet werd gegoten en waar ze dus langzaam uitdroogden, op den zeer drogen zolder van het lab. voor entomologie, waar dit zeer snel geschiedde en eindelijk in een bak met leidingwater. Op 25 Mei, 25 Juni, 25 Juli en 25 Aug. namen wij van elk der stukken met behulp van een steriele kurkboor bastmonsters. Vlak onder de plaatsen, waar deze monsters waren genomen, was in het hout de bruine verkleuring, veroorzaakt door den verwekker der iepenziekte, duidelijk zichtbaar. Deze monsters zijn uitgelegd op kersenagar; uit geen er van ontwikkelde zich de iepenziekte-verwekkende schimmel.

Op 25 Augustus was de bast van de stukken stam, die dagelijks werden begoten, in sterke mate vergaan, terwijl die van de gewaterde gedeelten bijna geheel was uitgeloogd. De bast van de op den zolder en in de druivenkas bewaarde stukken was volkomen uitgedroogd en van die, welke onbeschaduwd in den tuin lagen, liet ze los. Het was niet te verwachten, dat de zwam in bovenbedoelde stukken stam nog naar den bast zou doorgroeien.

Alleen ten aanzien van de op een beschaduwde plaats in den tuin bewaarde gedeelten van stammen was het gewenscht, de proef nog een maand voort te zetten; op 25 September zijn van deze stukken nog eens monsters onderzocht. Daaruit kon evenmin *C. ulmi* worden opgekweekt.

In den zomer van 1930 sneden wij uit zes, door de iepenziekte aangetaste en met spintkevers bezette stammen op 5 à 10 mm afstand van de larvengangen telkens 5 bastmonsters en legden deze vervolgens op kersenagar uit. Uit geen dezer monsters ontwikkelde zich *C. ulmi*. Uit de poppenwiegen was deze zwam echter wèl op te kweeken en wel door de coremia op kersenagar af te strijken; ontbraken deze vruchtlichaampjes, dan gelukte de isolatie meestal door de poppenwiegen uit te spoelen met een druppel steriel water en dezen druppel daarna op een kersenagarplaat te brengen.

Uit deze proeven blijkt, dat *C. ulmi* niet uit het houtweefsel naar den bast groeit; deze zwam groeit — hoewel in den bast aanwezig — daarin zelfs in het geheel niet, of althans uiterst langzaam, verder.

Ad 2. Dadelijk nadat de spintkevers moedergangen hebben aangelegd kunnen zich daarin coremia vormen, ook al ligt de moedergang niet op het cambium, hetgeen bij een dikke schors vaak voorkomt. In dit geval bestaat er dus geen contact tusschen den bast en het met *C. ulmi* geïnfecteerde houtweefsel. Voorts is het den schrijver dezes gebleken, dat in eenige, door iepenspintkevers aangetaste stammen afkomstig van gezonde iepen, in bijna alle poppenwiegen coremia van den iepenziekte-verwekker aanwezig waren, zelfs in zoo grooten getale, dat de poppen soms aan de afgescheiden slijmmassa bleven vastkleven. In geen van de beide laatstvermelde gevallen waren derhalve de gangen of poppenwiegen uit het onderliggende hout besmet.

Ad 3. Uit drie series proeven is het voorts gebleken, dat het boormeel, hetwelk bij den aanleg van de moedergangen wordt uitgeworpen, vaak met *C. ulmi* is besmet, ook wanneer in den bast en in het hout van den betrokken stam deze schimmel niet voorkomt. Dit is alleen te verklaren door aan te nemen, dat de wijfjeskevers zelve met de sporen van *C. ulmi* zijn besmet. Ook de onder 2 genoemde gevallen zijn dan duidelijk.

Het is dus zeer waarschijnlijk, dat de kevers zelf C. ulmi naar den iepenbast overbrengen. Is de schimmel eenmaal in den moedergang aanwezig, dan kunnen de larvengangen en de poppenwiegen daaruit worden geïnfecteerd. De schimmel groeit klaarblijkelijk door de met boormeel en uitwerpselen opgevulde larvengangen verder. Men kan zulks aantoonen door stukken bast en schors

met moeder- en larvengangen van den boom te verwijderen en deze op een vochtige en warme plaats te leggen. Binnen enkele dagen ontstaan dan de coremia op die plaatsen, waar het mycelium aanwezig is; geheel in overeenstemming met bovenvermelde feiten, is dit aanvankelijk alléén aanwezig in de wand der larvengangen en niet in het bastweefsel.

De factoren, die invloed hebben op de coremia-vorming, zijn tot nu toe onvoldoende bekend. Aangezien het zwaartepunt van deze publicatie meer op het gebied van de phytopathologie ligt zal hier op deze physiologische vraagstukken niet verder worden ingegaan. Hier zij verwezen naar een artikeltje van FRANSEN (1935*d*), dat over dit onderwerp handelt.

De met de spintkevers te samen voorkomende mijten (vnl. de mijt *Pseudotarsonemoïdes innumerabilis* VITZTH.) hebben aandeel in het transport van *C. ulmi* van de moedergang naar de poppenwieg, doordat zij de sporen van deze schimmel door het boormeel naar de poppenwieg versleepen. Ook tot de vorming van het tapijt van coremia in de poppenwiegen dragen deze mijten bij. Zulk een tapijt ontstaat alleen dàn, wanneer een groot aantal sporen dicht bij elkander op een daartoe geschikten voedingsbodem wordt uitgezaaid (FRANSEN, 1935*c* en *d*, p. 9; FRANSEN en BUISMAN, 1935*b*, p. 255). Dit nu doen in de poppenwiegen de rondloopende mijten. Het tapijt van coremia ontbreekt dan ook in die poppenwiegen, waarin geen mijten voorkomen; uitvoerige onderzoekingen in 1934 en 1935 hebben zulks aangetoond. Dat de mijten zich met *C. ulmi* voeden (FRANSEN, 1935*a*, pp. 253 e.v.) is van ondergeschikt belang; slechts zelden zijn zij zóó talrijk, dat zij de vorming van coremia onderdrukken.

De juistheid van de hierboven ontwikkelde zienswijze wordt bevestigd door onderzoekingen naar de afmetingen van de coremia in de poppenwiegen. Op voedingsbodems toch, waarop men sporen van *C. ulmi* in een groot aantal op een kleine oppervlakte brengt, ontstaan vele, op zichzelf staande, kleine coremia, zonder dat daaraan een sterke myceliumvorming voorafgaat. Zaait men op dezelfde bodems de sporen sterk verspreid uit, dan vindt de coremia-vorming eerst plaats, nadat het substraat geheel met mycelium is bedekt. Dan ontstaan grootere coremia, die tot groepjes vereenigd zijn. In de poppenwiegen met mijten hebben de coremia een vorm, welke met dien van de dichtbezaaide bodems overeenstemt. Anders is het met die, welke men aantreft in de poppenwiegen, waarin de mijten ontbreken. Daar staan zij in groepjes en zijn belangrijk langer dan in het eerstbedoelde geval.

Waarschijnlijk zaaien de mijten de C. ulmi-sporen dicht opeen uit op den wand van de poppenwiegen.

§ 4. HET OVERBRENGEN VAN CERATOSTOMELLA ULMI DOOR DE IEPENSPINTKEVERS

Indien, zooals BETREM (1929) veronderstelde, de iepenspintkevers de wonden, welke zij bij hun rijpingsvreterij maken, met *C. ulmi* besmetten, dan moet het mogelijk zijn, gezonde iepen te infecteeren met behulp van in het veld gevangen spintkevers. Wij hebben dit dan ook beproefd.

In het eerste jaar (1930) gelukten deze infecties met kevers echter niet, omdat de voor deze proeven gebezigde afleggers van den Hollandschen iep in datzelfde voorjaar waren verplant. Het is namelijk bekend, dat de boomen in het eerste jaar na de verplanting zeer ongevoelig zijn voor de iepenziekte. [1]) Toch kwamen bij één dezer boomen nog, zij het dan geringe, uitwendige verschijnselen van iepenziekte voor, terwijl in 1931 bij twee van de zes der in 1930 behandelde boomen de verschijnselen dezer ziekte optraden, zonder dat nieuwe infectie van deze ingehoesde boomen was mogelijk geweest.

In 1931 werden 10 andere boomen, elk met 100 groote iepenspintkevers ingehoesd. Deze kevers maakten per boom tusschen de 24 en 67 wonden. Ruim een maand later vertoonden 9 van de 10 boomen lichte ziekteverschijnselen. Op hetzelfde terrein werden 17 van de 46 contrôleboomen door aanvliegende kevers besmet. Zij bleven in 1930, uitwendig althans, gezond; het jaar daarop vertoonden vier er van verschijnselen van iepenziekte. De 29 boomen, waaraan de kevers niet hadden gevreten, zijn daarentegen alle, ook in 1931, gezond gebleven.

Verscheidene malen werd waargenomen, dat iepenspintkevers, in de natuur gevangen, niet besmet waren met *C. ulmi*, zoodat zij dan geen besmetting kunnen overbrengen. De verdere proeven werden daarom alle gedaan met kunstmatig besmette kevers. Dit geschiedde op met de schimmel begroeide bierviltjes volgens de methode FRANSEN (FRANSEN, 1935*c*; FRANSEN en BUISMAN, 1935*b*). Uit de volgende tabel blijkt duidelijk het verschil in uitkomst verkregen met kunstmatig besmette kevers en met kevers uit het vrije veld. Het mycologisch onderzoek der proefboomen is verricht door Dr. C. J. BUISMAN.

---

[1]) Door insnoeien was vastgesteld, dat de gebruikte boomen vrij waren van iepenziekte.

TABEL I

OVERBRENGING VAN CERATOSTOMELLA ULMI DOOR BUITEN OPGEVANGEN GROOTE IEPENSPINTKEVERS, IN TEGENSTELLING MET DIE DOOR KUNSTMATIG BESMETTE GROOTE IEPENSPINTKEVERS

(*The dissemination of C. ulmi by elm-barkbeetles, collected in the open field and by artificially infected elm-barkbeetles*)

Aantal boomen. (*Numb. of trees.*)	Aantal kevers per boom. (*Numb. of beetles on each tree.*)	Datum van inhoezen. (*Date of caging the beetles on the tree.*)	Kunstmatig besmette kevers. (*Artificially infected beetles.*)		Kevers uit het vrije veld. (*Beetles collected in the open field.*)	
			Aantal boomen besmet met C. ulmi. (*Number of trees infected by C. ulmi.*)	Aantal boomen niet besmet met C. ulmi. (*Number of trees not infected by C. ulmi.*)	Aantal boomen besmet met C. ulmi. (*Number of trees infected by C. ulmi.*)	Aantal boomen niet besmet met C. ulmi. (*Number of trees not infected by C. ulmi.*)
24	100	30-5-'34	9	3	3	9
24	50	15-6-'34	8	4	2	10
20	50	22-6-'34	9	1	3	7
Totaal (Total)			26	8	8	26

Ook van *S. multistriatus* zijn niet alle kevers besmet met de iepenziekte verwekkende schimmel. Op 10 boomen hoesden wij den 17den Juni 1934 per boom 50 in het vrije veld gevangen kleine iepenspintkevers in; op 10 andere iepen deden wij dit met kevers, die kunstmatig waren besmet. Slechts twee van de 10 boomen, waaraan eerstbedoelde kevers hadden gevreten, werden door *C. ulmi* aangetast; acht bleven geheel vrij van deze schimmel. Van de boomen, waarop wij de kunstmatig besmette kevers lieten vreten, kon uit zes exemplaren de verwekker van de iepenziekte worden geïsoleerd; bij vier dezer iepen gelukte dit niet.

Dit verklaart ook, dat onder geheel natuurlijke omstandigheden niets bemerkt kan worden van een verband tusschen de intensiteit van de iepenziekte-infectie bij een boom en het aantal daaraan door rijpingsvreterij toegebrachte wonden. Dit kwam zeer duidelijk tot uiting bij een cloon, bestaande uit 36 even oude en even groote Hollandsche iepen, die in 6 rijen van 6 stuks op ons proefveld waren uitgeplant en uiteraard nagenoeg onder dezelfde omstandigheden verkeerden. De boomen hadden slechts twee hoofdtakken, die in de plaats kwamen van den top, welke door snoeien was verwijderd. Telken jare werd maandelijks

TABEL II

VERBAND TUSSCHEN DE AANTASTINGEN DOOR KEVERS EN

(*Correlation between beetle*

		S. SCOLYTUS F.				S. MULTISTRIATUS M.			
		aantal wonden (*Number of wounds*)		percentage aangetaste oksels (% *attacked axils*)		aantal wonden (*Number of wounds*)		percentage aangetaste oksels (% *attacked axils*)	
Jaar (*Year*)		1933	1934	1933	1934	1933	1934	1933	1934
Rij (*Row*)	Nr. (*Nr.*)								
A	1	3	32	12	40	0	0	0	0
	2	8	23	20	21	0	4	0	3
	3	1	11	4	14	0	12	0	14
	4	3	14	9	19	0	5	0	5
	5	0	5	0	17	0	8	0	13
	6	1	3	3	9	0	1	0	2
B	1	2	6	7	13	0	2	0	3
	2	5	23	12	30	0	10	0	13
	3	7	14	14	17	0	4	0	5
	4	3	10	10	30	1	4	0	9
	5	2	7	8	9	0	8	0	10
	6	0	4	0	5	1	4	0	9
C	1	10	33	3	24	1	13	0	8
	2	6	14	16	16	1	5	3	5
	3	3	10	8	11	1	5	0	4
	4	1	6	4	6	1	1	4	9
	5	0	4	0	7	0	0	0	0
	6	1	5	3	8	0	0	0	0
D	1	5	33	15	25	1	3	3	2
	2	6	8	25	7	0	0	0	0
	3	5	4	33	4	0	2	0	2
	4	0	6	0	8	8	2	35	2
	5	0	10	0	9	0	1	0	1
	6	0	8	0	15	0	1	0	1
E	1	7	24	21	30	0	12	0	15
	2	3	9	8	11	1	4	3	5
	3	1	4	3	9	0	2	0	4
	4	4	23	10	29	1	10	3	11
	5	1	6	3	5	0	8	0	7
	6	1	9	2	12	2	1	5	1
F	1	4	31	9	22	0	3	0	24
	2	5	20	17	20	5	1	17	1
	3	8	13	42	8	4	2	21	1
	4	5	15	13	13	1	8	3	6
	5	3	13	10	11	2	5	7	4
	6	2	7	15	31	0	0	0	0

C. ULMI-INFECTIE BIJ EEN IEPENCLOON TE WAGENINGEN
attack and C. ulmi infection)

Omschrijving v. d. gezondheidstoestand en de aantasting door *C. ulmi* in Oct. 1934.	(*Condition of the trees and infection by C. ulmi in Oct. 1934.*)
Beide takken licht besmet	(Both branches slightly infected)
In beide takken geen *C. ulmi* aanwezig	(Both branches not infected)
1 tak licht met *C. ulmi* besmet; in de andere *C. ulmi* niet aanwezig	(One branch slightly infected with *C. ulmi*; the other branch not infected)
In beide takken geen *C. ulmi* aanwezig	(Both branches not infected)
Idem	(Ditto)
Idem	(Ditto)
1 tak licht besmet; andere tak gezond	(One branch slightly infected; the other branch not infected)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Idem	(Ditto)
1 tak licht besmet, de andere tak gezond	(One branch slightly infected; the other branch without *C. ulmi*)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Idem	(Ditto)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Idem	(Ditto)
Idem	(Ditto)
1 tak sterk, de andere licht met *C. ulmi* besmet	(One branch heavily, the other slightly infected with *C. ulmi*)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Beide takken licht met *C. ulmi* besmet	(Both branches slightly infected with *C. ulmi*)
Beide takken licht met *C. ulmi* besmet	(Both branches slightly infected with *C. ulmi*)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Beide takken licht besmet	(Both branches slightly infected)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Beide takken licht besmet	(Both branches slightly infected)
1 tak sterk besmet; de andere gezond	(One branch heavily infected; the other without *C. ulmi*)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Beide takken zwaar besmet	(Both branches heavily infected)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Beide takken sterk besmet	(Both branches heavily infected)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
1 tak licht besmet; de andere vrij van *C. ulmi*	(One branch slightly infected; the other without *C. ulmi*)
Geen *C. ulmi* aanwezig	(No *C. ulmi*)
Idem	(Ditto)
Idem	(Ditto)
Idem	(Ditto)
Idem	(Ditto)
Idem	(Ditto)

geteld het aantal door de kevers toegebrachte wonden per boom, alsmede het aantal oksels geschikt voor vreterij. Uit deze gegevens berekenden wij dan het percentage aangetaste oksels. In October 1934 zijn deze boomen op de aanwezigheid van *C. ulmi* onderzocht, waarbij tevens de intensiteit van de aantasting werd bepaald.

De aldus in 1933 en 1934 verkregen gegevens zijn in Tabel II gerangschikt. Bij de beschouwing er van trekt het de aandacht, dat de beide boomen, E_2 en C_4, die het *sterkst* door *C. ulmi* zijn besmet, zijn aangevreten door een relatief *gering* aantal kevers. Voorts was E_1, die gezond bleef, bij benadering drie maal zoo sterk aangevreten als de sterk besmette E_2. Ook de boomen B_2, D_4, F_3 en F_6 bleven geheel vrij van infectie, hoewel juist zij zeer sterk door de iepenspintkevers waren bezocht. Soortgelijke waarnemingen verricht bij de soorten *U. foliacea Wheatley* REHD. en *U. glabra* HUDSON leverden gegevens op, die overeenstemmen met het bovenvermelde. Zij zullen daarom niet nader worden besproken. Bij de met kunstmatig besmette kevers behandelde boomen bleken slechts verschijnselen van iepenziekte op te treden, wanneer ten minste 6 aantastingen per boom aanwezig waren. Dit blijkt uit Tabel III. Daarin worden de uitkomsten weergegeven, welke met *Ulmus hollandica* MILLER werden verkregen. Per boom zijn bij deze soort 25 kevers ingehoesd op 15 Juli 1935.

Behalve over de reeds genoemde iepen, strekte ons onderzoek zich ook uit over een grooter aantal soorten en variëteiten van het geslacht *Ulmus*. Wij kozen voor deze onderzoekingen, behalve soorten, die veelal worden aangeplant, voornamelijk die, waarvan BUISMAN door haar injectiemethode een groote resistentie tegen de iepenziekteschimmel had vastgesteld. Bij al deze proeven, die in nauwe samenwerking met Dr. CHR. BUISMAN werden genomen, maakten wij niet alleen gebruik van iepenspintkevers, die kunstmatig waren besmet met sporen van *C. ulmi*, maar ook van kevers, die dit niet waren. Tevens zijn bij deze proeven — waarvan de documentatie in afzonderlijke publicaties is vermeld (FRANSEN en BUISMAN, 1935*b* en BUISMAN, 1936) — door BUISMAN telkens eenige boomen van de soorten, waarop wij kevers inhoesden, met een sporensuspensie van *C. ulmi* ingespoten.

Bezien wij de uitkomsten, welke deze onderzoekingen hebben opgeleverd, van het standpunt waarvan wij in dit hoofdstuk zijn uitgegaan, nl. het bijeenbrengen van gegevens, die aantoonen, welk aandeel de iepenspintkevers in de verbreiding van de iepen-

TABEL III

OVERZICHT VAN EEN INFECTIEPROEF MET KUNSTMATIGE BESMETTE GROOTE IEPENSPINTKEVERS

(*Description of an experiment with artificially infected elm-bark beetles on elm trees*)

No. (*Nr.*)	Aantal levende kevers op 25–7. (*Number of beetles being alive on 25–7.*)	Aantal litteekens op 25–7. (*Number of wounds on 25–7.*)	Toestand op: (*Condition on:*)		
			19–7–1935	1–8–1935	10–9–1935
1	14	2	Enkele gele bladeren (some yellow leaves)	enkele bruine bladeren (some brown leaves)	enkele bruine bladeren; *C. ulmi* geïsoleerd (some brown leaves; *C. ulmi* isolated)
2	13	7	ziek (diseased)	bijna geheel afgestorven (nearly entirely died-back)	bijna geheel afgestorven *C. ulmi* geïsoleerd (nearly entirely died-back; *C. ulmi* isolated)
3	16	6	top afgestorven (top dead)	2 toppen afgestorven (two tops dead)	ziek; *C. ulmi* geïsoleerd (diseased; *C. ulmi* isolated)
4	10	7	top begint af te sterven (top beginning to die-back)	top afgestorven (top dead)	top ziek; *C. ulmi* geïsoleerd (top dead: *C. ulmi* isolated)
5	18	3	gezond; groeit door (healthy: growing well)	gezond; snelle groei (healthy; growing rapidly)	gezond; doch *C. ulmi* geïsoleerd (healthy; however *C. ulmi* isolated)
6	9	17	top afgestorven (top dead)	bijna geheel dood (nearly entirely dead)	bijna geheel dood; *C. ulmi* geïsoleerd (nearly entirely dead; *C. ulmi* isolated)

ziekte hebben, dan is daarvan vooral van belang de waarneming, *dat zelfs bij de Ulmus-soorten, die het best bestand zijn tegen de iepenziekte, C. ulmi door de kevers in de houtvaten kan worden gebracht*; natuurlijk zonder dat deze besmetting voor deze resistente soorten nadeelige gevolgen heeft.

Voorts was er in het algemeen overeenstemming tusschen de uitkomsten met de spintkeverproeven verkregen en die, welke bereikt werden met inoculatie door middel van een injectiespuitje. Verder zij opgemerkt, dat in 1934 de boomen van *U. foliacea* GILIB. nr. 1, die waren ingespoten, zich spoediger van den aanval van iepenziekte herstelden dan die, waaraan de kevers hadden gevreten. In 1935 vertoonde voorts één van de beide exemplaren van *U. Wallichiana* PLANCH. verschijnselen van iepenziekte na een besmetting door spintkevers. Zoo ook kregen wij één positief geval van iepenziekte op de 14 keverproeven bij *U. foliacea* nr. 24 (CHRISTINE BUISMAN-iep) en één op de 7 proeven bij *U. foliacea* GILIB. nr. 44. Bij deze drie iepensoorten konden door injecties geen uitwendige ziekteverschijnselen te voorschijn worden geroepen.

Uit proeven, die in Hoofdstuk II nader zullen worden besproken, zal blijken, dat de groote iepenspintkever zijn rijpingsvreterij ook op andere boomen dan iepen kan houden. Indien zulks ook in het vrije veld mocht geschieden — hetgeen tot nog toe echter niet is waargenomen — zullen ook die andere boomen met sporen van *C. ulmi* worden besmet. De vraag rijst, of laatstbedoelde boomen ten gevolge van die vreterij ook de verschijnselen van de iepenziekte gaan vertoonen.

Gelukkig bleek het vrijwel nooit mogelijk door inoculatie met *C. ulmi* ziekteverschijnselen bij andere boomen dan iepen te verwekken. Een positief gevolg van een dergelijke inoculatie is — behalve bij *Zelkowa keaki* MAYR (= *Z. serrata* MAK.), een *Ulmacea*, die nauw verwant is aan het geslacht *Ulmus* — slechts vermeld door WOLLENWEBER en RICHTER, 1931, bij *Tilia cordata* MILL. Negatieve uitkomsten van inoculatie van andere houtsoorten dan iep vermelden: WOLLENWEBER en STAPP, 1928; BUISMAN en WESTERDIJK, 1929; BROEKHUIZEN, 1929; WOLLENWEBER en RICHTER, 1930/1931; WOLLENWEBER, 1932; BUISMAN, 1933, 1934 en WESTERDIJK, 1933.

Als voedsterplanten voor de iepenspintkevers komen, na den iep, achtereenvolgens in aanmerking; *Zelkowa serrata* MAK., *Prunus domestica* L., *Fagus silvatica* L., *Robinia pseudacacia* L. en *Populus nigra* L., welke houtsoorten, met uitzondering van de eerstgenoemde, niet vatbaar zijn voor de iepenziekte. Mocht

een spintkever dus eens sporen van *C. ulmi* op een andere houtsoort overbrengen, dan volgt daar niet uit, dat die boomen ook aan de iepenziekte zullen gaan lijden. Dat overigens deze kwestie voor de praktijk van weinig belang is, blijkt wel uit de literatuur, waarin slechts tweemaal de aanwezigheid van *C. ulmi* op een anderen boom dan den iep wordt vermeld, nl. door SPIERENBURG, 1922, bij *Pterocarya levigata* en door BUISMAN, 1933, bij de reeds genoemde *Zelkowa searrata* MAK. Laatstgenoemde soort is zelfs zeer vatbaar voor iepenziekte en schijnt een groote aantrekkelijkheid voor iepenspintkevers te bezitten; zij loopt dus stellig gevaar, aan een infectie door *C. ulmi* te gronde te gaan.

§ 5. ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKHEID VAN EEN OVERBRENGING VAN CERATOSTOMELLA ULMI OP ANDERE WIJZE DAN DOOR DE TWEE BEHANDELDE IEPENSPINTKEVERS

Over de verbreiding van de iepenziekte door andere insecten dan de groote en de kleine iepenspintkevers kunnen wij kort zijn. Wij treffen, althans in ons land, slechts één insect aan, dat in verband met zijn levenswijze in aanmerking zou kunnen komen als overbrenger, nl. de bastkever *Pteleobius vittatus* F. Dit insect, dat in *Zeeland* algemeen voorkomt, leeft liefst in drogen bast, waarin *C. ulmi* geen coremia vormt. Het is dus reeds bij voorbaat onwaarschijnlijk, dat *Pteleobius vittatus* F. beteekenis zou hebben als overbrenger. In de poppenwiegen van dit insect troffen wij dan ook nimmer coremia of sporen van de iepenziekteschimmel aan; evenmin was het uitgeworpen boormeel met *C. ulmi* besmet. Ook al mocht deze kever op de een of andere wijze met sporen van *C. ulmi* in contact komen, dan nog zal hij zich met een ondergeschikte rol als overbrenger moeten vergenoegen, aangezien de volwassen insecten de iepen zeer vroeg in het voorjaar of eerst laat in den herfst aantasten, op welke tijdstippen de boomen voor een besmetting onvatbaar zijn.

Behalve de verbreiding door insecten, wordt in twee publicaties (FRANSEN 1937 *a* en *b*) nog de mogelijkheid besproken van verbreiding van de ziekte door den wind en het overgaan van de schimmel van een aangetasten boom naar den er naast staande door de wortels. Op grond van de gegevens, in deze mededeelingen verzameld, blijkt, dat deze verspreidingsmogelijkheden voor ons land zijn uit te sluiten. In de V.S. zou volgens SMUCKER de verbreiding door den wind wèl beteekenis hebben, terwijl VERRAL en GRAHAM bij den Amerikaanschen iep verbreiding door de wortels vaststelden.

In het buitenland blijkt de ziekte ook door andere kevers, vnl. behoorende tot het geslacht *Scolytus* te worden overgebracht.

GOIDANICH en GOIDANICH, 1934, toonden aan dat in *Italië*, naast *Scolytus multistriatus* MRSH., ook *Scolytus sulcifrons* REY de ziekte overbrengt.

Uit *Tsjecho-Slowakije* bereikte ons het bericht van KALANDRA en PFEFFER, 1935, dat aldaar de inheemsche spintkeversoorten verantwoordelijk zijn voor de verbreiding van de iepenziekte. Volgens deze schrijvers zijn *S. multistriatus* MRSH., *S. pygmaeus* F. en S. *scolytus* F. daarbij van het meeste belang, omdat zij 2 generaties per jaar hebben, terwijl *S. laevis* CHAP. en de snuittor *Magdalis armigera* GEOFF. geringe beteekenis toekomt, aangezien zich bij deze soorten slechts één generatie per jaar ontwikkelt. Het minst belangrijk is de boktor *Saperda punctata* L., waarvan in twee jaar tijds slechts één generatie zich ontwikkelt. Voorts troffen zij op iepen nog aan: *S. ensifer* EICHH, *S. kirschi* SKAL., *S. demaisoni* EGG. en *S. multistriatus* var. *triornatus* EICHH., doch van deze soorten kon niet worden aangetoond, dat zij de iepenziekte overbrengen.

In *Zuid-Bulgarije* wordt, volgens de schrijvers, de ziekte overgebracht door *S. sulcifrons* REY en *S. affinis* EGG.

In de *Vereenigde Staten van Amerika* moet het aandeel, dat de iepenspintkevers in de overbrenging hebben, eveneens zeer groot zijn. Daar is het vooral de, uit Europa ingevoerde kleine, iepenspintkever, *S. multistriatus* MRSH., hetgeen voornamelijk is gebleken uit veldwaarnemingen van: KENT BEATTIE, 1934, 1935*a*; FELT, 1934, 1935; READIO, 1935; COLLINS, 1935; MC. DANIEL, 1935; COLLINS, BUCHANAN, WHITTEN en HOFFMAN, 1936, en ook uit proeven met de kevers verricht door MIDDLETON, BUCHANAN, MAY en WALTER, 1935.

Ook vindt men bij herhaling vermeld, dat *Hylurgopinus rufipes* EICHH., een in de V.S. inheemsche bastkever, beteekenis zou hebben, hoewel tot nog toe niet met zekerheid kon worden vastgesteld, dat dit insect onder natuurlijke omstandigheden gezonde iepen aanvreet. Toch meenen KNULL, 1934; READIO, 1935; FELT, 1935; COLLINS, 1935; MC. DANIEL, 1935; COLLINS, BUCHANAN, WHITTEN en HOFFMANN, 1936; op nader te bespreken gronden bovenbedoelden kever bij de bestrijding der iepenziekte niet uit het oog te mogen verliezen. CLINTON en MC. CORMICK, 1935, toonden namelijk aan, dat in het vrije veld gevangen kevers in staat waren iepen met *C. ulmi* te besmetten. COLLINS, 1935, trof deze schimmel ook aan in de moedergangen van dit insect, terwijl hij voorts vond, dat in de natuur gevangen kevers met de schimmel waren besmet. In *Connecticut*, waar *S. multi-*

striatus MRSH. niet voorkwam, zou deze kever de iepenziekte hebben overgebracht (KENT BEATTIE, 1935*a*, en CLINTON en MC. CORMICK, 1935).

De onderstelling is geuit, dat ook andere dan de bovenvermelde, op iepen voorkomende, insecten de ziekte zouden verbreiden. COLLINS, 1935, noemt in dit verband *Entetrapha* (*Saperda*) *tridentata* OL., *Ceresa bubalus* F., *Magdalis armicollis* SAY., *M. barbita* SAY. Voorts veronderstelde JACOT, 1934, dat enkele van de mijten, die samen met de schorskevers voorkomen, zelfstandig iepenziekte-infecties kunnen veroorzaken. Hoewel bij *E. tridentata* de larven, bij *C. bubalus* de nymphen en bij de *Magdalini* de imagines met *C. ulmi* waren besmet (COLLINS, 1935), achten COLLINS, BUCHANAN, WHITTEN en HOFFMANN, 1936, op grond van mislukte infectieproeven met deze dieren, hen slechts van incidenteel belang. Deze schrijvers komen tot de slotsom, dat alleen *S. multistriatus* MRSH. en *H. rufipes* EICHH. beteekenis hebben bij de verspreiding van de iepenziekte. *Galerucella luteola* MÜLL., *Popillia japonica* NEWM., *Tibicen linnei* SM. & GRSB. (*Chloromera* WLK.) zijn volgens de genoemde onderzoekers evenmin verspreiders van deze ziekte.

§ 6. VERBAND TUSSCHEN HET OPTREDEN VAN IEPENZIEKTE EN DE AANWEZIGHEID VAN IEPENSPINTKEVERS

Uit het voorgaande is duidelijk geworden, dat wij op grond van waarnemingen en proeven de iepenspintkevers mogen beschouwen als de voornaamste overbrengers van de iepenziekte. Is deze opvatting juist, dan moet er een nauw verband bestaan tusschen het optreden van iepenziekte en de aanwezigheid van iepenspintkevers.

Wij hebben gezien, dat de infectie met *C. ulmi* niet bij elke wonde, afkomstig van rijpingsvreterij, plaats heeft; dit is echter wel zeer vaak het geval. Heeft bovenbedoelde infectie plaats gevonden, dan kan men bijna altijd aantoonen, dat deze besmetting door één of meer al dan niet genezen wonden, ontstaan door rijpingsvreterij, is binnengedrongen. Deze besmetting is later meestal gemakkelijk door de houtverkleuring waar te nemen. Wil men echter volkomen zekerheid hebben, dat zij inderdaad door *C. ulmi* wordt veroorzaakt, dan is het noodig, stukjes van het verkleurde hout op kersenagarplaten uit te leggen. Eerst wanneer zich de iepenziekteschimmel op deze platen ontwikkelt, is het zeker, dat de verkleuring ook aan *C. ulmi* mag worden toegeschreven.

ROEPKE, 1930, p. 230, vond van 12 takken met bovenbedoelde

wonden er 11 met bruine verkleuringen in het hout; van 9 door hem verzamelde takken zonder vreterij door kevers waren er 8 geheel vrij van verkleuringen. Hij meende op grond van deze waarnemingen te mogen aannemen, dat de iepenspintkevers in het vrije veld de belangrijkste overbrengers van de iepenziekte zijn. Hoewel latere onderzoekingen de juistheid van deze gevolgtrekking bevestigden, mag niet uit het oog worden verloren, dat de waargenomen houtverkleuringen ook andere oorzaken hadden kunnen hebben. B.v. physiologische reacties van den boom op de verwonding of op bacteria, of andere schimmels dan *C. ulmi*, die in de wonden waren binnen gedrongen. En ook al waren deze verkleuringen door *C. ulmi* veroorzaakt, dan nog zou het zeer goed mogelijk zijn, dat de iepenspintkevers bij voorkeur takken aanvreten, die door de iepenziekte zijn aangetast. Een bewijs van de juistheid van ROEPKE's veronderstelling was dus niet geleverd; wel had hij een en ander aannemelijk gemaakt. Wij konden later, door onderzoekingen in de jaren 1930–1935, dit bewijs leveren door alleen te werken met materiaal, waarvan op de bovenomschreven wijze met volkomen zekerheid was vastgesteld, dat de houtverkleuring inderdaad door *C. ulmi* was veroorzaakt. Aangezien bovendien elk verband tusschen de verkleuringen boven en beneden de wond ontbrak, mogen wij aannemen, dat de besmetting met *C. ulmi* pas heeft plaatsgevonden na het ontstaan der wonden. Daarbij komt nog, dat het aantal verkleurde houtvaten, alsmede de intensiteit der verkleuring afneemt, naarmate men zich verder van de wond verwijdert, zoowel naar beneden als naar boven.

Niet altijd is het dadelijk mogelijk, de iepenspintkevers als overbrengers van de ziekte aan te wijzen, aangezien de litteekens van de rijpingsvreterij niet steeds zichtbaar zijn. Vaak zijn deze wonden reeds genezen op het oogenblik, dat de boom ziekteverschijnselen gaat vertoonen. Hoe snel het herstel van zulke wonden mogelijk is, moge uit de volgende voorbeelden blijken:

Van twee jonge afleggers, die in het begin van Mei 1930 door groote iepenspintkevers vrijwel rondom waren geschild, genazen de wonden nog bijna geheel in den loop van denzelfden zomer; in het volgende voorjaar waren de uitwendige litteekens zelfs verdwenen.

In het voorjaar van 1931 kregen groote iepenspintkevers gelegenheid 3 en 10 dagen aan proefboomen te vreten. Een maand nadat de kevers waren verwijderd, konden de wonden als genezen worden beschouwd, hoewel de litteekens nog zichtbaar waren.

Na 2 maanden waren normale wonden slechts met moeite terug te vinden; van zeer groote bleven de litteekens zelfs niet langer dan 4 maanden zichtbaar. Bij de zeer snel groeiende waterloten zal uiteraard het herstel nog veel vlugger plaats vinden. Wij zijn het dus niet eens met BRILL, 1930, p. 657, die verklaart, dat deze wonden niet in één zomer kunnen genezen.

Oude wonden, waarvan de litteekens uiterlijk niet meer zijn te herkennen, kan men vaak nog opsporen door den tak overlangs door te snijden; men ziet dan, dat het nieuw gevormde hout de oude wond volkomen overdekt, waarbij de houtvaten van hoofd- en zijtak weer op normale wijze aaneen sluiten. De voormalige wond is meestal aan een donkere verkleuring in de oudere jaarringen te herkennen. Soms is zij niet geheel met wondweefsel opgevuld, maar ligt als een holte binnen het er overheen gegroeide houtweefsel.

De wonden, die *S. multistriatus* MRSH. maakt, zijn al zeer klein (FRANSEN, 1932, p. 200) en genezen spoedig. Door de basis van den bladsteel aan het oog onttrokken, vallen zij weinig op. Wanneer nu bovendien de uiteinden van de jonge takken, die laatstbedoeld insect bij voorkeur aantast, verdrogen ten gevolge van de iepenziekte en vervolgens afbreken, is van de infectieplaats in het geheel niets meer terug te vinden.

Mede in verband met het bovenstaande zij er op gewezen, dat het optreden van verschijnselen van de iepenziekte soms moet worden geweten aan infecties, die de boom in voorafgaande jaren heeft opgeloopen. *C. ulmi* kan nl. verscheidene jaren achtereen in het houtweefsel van iepen blijven leven, zonder dat de boomen dit door uiterlijke verschijnselen toonen. Op een bepaald oogenblik kan de „rustende" schimmel opnieuw actief worden en den boom in enkele dagen tot afsterven brengen. De oorzaak, waardoor de schimmel haar activiteit herkrijgt, kennen wij niet, maar wel ziet men dikwijls, dat zulk een actief geworden oude besmetting voor den iep fatale gevolgen heeft. Vooral in het voorjaar 1933 kon worden waargenomen, dat vele iepen aan zulke weer actief geworden oude infecties te gronde gingen. Deze boomen stierven nog vóór de eerste spintkevers dat jaar te voorschijn waren gekomen (zie FRANSEN, 1935*a*). Ook in 1934 en in veel mindere mate in 1935 deed dit verschijnsel zich voor.

Ook andere gevallen kunnen wel eens den indruk wekken, alsof de ziekte niet door iepenspintkevers is overgebracht. Soms ziet men b.v. midden in een laan van geheel gezonde iepen plotseling

een boom ziek worden, terwijl er geen broedplaatsen van spintkevers in de omgeving aanwezig zijn. Deze waarnemingen deden wij b.v. herhaaldelijk in de *Purmer*. Dit is schijnbaar in strijd met het gedrag van de spintkevers; men zou immers verwachten, dat de kevers, die over een grooten afstand komen aanvliegen, zich verdeelen over verscheidene boomen, die dus alle slechts op enkele plaatsen zullen worden aangevreten. Het is echter gebleken (FRANSEN, 1932, p. 200), dat de kleine iepenspintkevers zich somtijds op een bepaalden boom kunnen vereenigen, terwijl de er naast staande boomen, die oogenschijnlijk in denzelfden toestand verkeeren, niet worden aangetast. In dit eigenaardige gedrag van den kleinen iepenspintkever ligt de verklaring van de onderhavige gevallen.

Dat overigens het optreden van de iepenziekte samengaat met de aanwezigheid van talrijke spintkevers, moge uit het volgende blijken:

In de gemeente *Haarlem* werden op twee punten waarnemingen verricht inzake de uitbreiding van de ziekte. In de omgeving van de Kweekerij aldaar kwamen in 1935 vele nieuwe gevallen voor. Bij den Hertenkamp daarentegen gingen wel boomen dood, doch bijna uitsluitend ten gevolge van een besmetting, welke zij in vorige jaren hadden opgeloopen. In de omgeving van den Hertenkamp waren, in vergelijking met de Kweekerij, slechts weinig kevers aanwezig, zooals volgde uit tellingen van het aantal moedergangen in de vangstammen, die op beide plaatsen waren neergelegd. In de vangstammen op de Kweekerij troffen wij in 1935 de moedergangen van 1063 groote en van 1506 kleine iepenspintkevers aan; in die, welke op den Hertenkamp lagen, waren slechts 85 moedergangen door den grooten en slechts 260 door den kleinen iepenspintkever aangelegd. Ook in het voorafgaande jaar waren er op de Kweekerij veel meer spintkevers dan in den Hertenkamp.

In ons land kunnen overal, waar de iepenziekte voorkomt, iepenspintkevers worden aangetroffen, zelfs daar, waar de zieke boomen betrekkelijk afgezonderd staan, zooals op eilanden of te midden van uitgestrekte heidevelden. BUISMAN, 1934, pp. 66, e.v., toonde dit aan voor enkele *Waddeneilanden* en het eiland *Urk*; wij zelf deden dit voor enkele plaatsen midden op de *Veluwe*, nl. voor *Otterloo*, *Stroe* en *Garderen*.

Wat de uitbreiding van de ziekte betreft, deze heeft in ons

land zoowel als elders in *Europa* minder snel naar het Noorden, dan naar het Zuiden en het Oosten plaats. Dit laat zich verklaren uit het minder algemeen voorkomen, of zelfs het ontbreken, van de iepenspintkevers in de Noordelijke streken. Zoo heeft in *Schotland*, naar Dr PEACE ons mondeling mededeelde, de iepenziekte de Noordgrens van het geografisch verspreidingsgebied der spintkevers wel bereikt, doch dit nimmer overschreden. In *Denemarken*, waar de iepenspintkevers slechts sporadisch voorkomen, wordt geen iepenziekte aangetroffen. Op het *Scandinavisch-schiereiland* heeft de ziekte, in tegenstelling met *Schotland*, nog lang niet de Noordgrens van het geografisch verspreidingsgebied der iepenspintkevers bereikt; aldaar kan dus een langzame verschuiving der grens van het iepenziektegebied naar het Noorden worden verwacht.

De eerste berichten over het optreden van de iepenziekte in *Amerika* zijn afkomstig van BUISMAN, 1930, die haar voor het eerst vond in den staat *Ohio*. Daarna volgden o.m. mededeelingen van MAY en LIMING, 1931; MAY en GRAVATT, 1931; STEVENS, 1932, betrekking hebbende op de aanwezigheid van de iepenziekte in ditzelfde gebied, waar een uiterst langzame verbreiding dezer ziekte opvalt. In overeenstemming daarmede ontbreken er dan ook haar verbreiders, de iepenspintkevers. Volgens de latere opgave van READIO, 1935, waren in het bedoelde gebied slechts enkele zieke boomen aanwezig, te weten in *Cleveland* 10, in *Cincinnati* 1 en in *Indianapolis* 4 stuks.

Een geheel ander beeld gaf de verbreiding van de iepenziekte bij haar optreden in de Oostelijke Staten: *New York*, *New Jersey* en *Connecticut* (STEVENS, 1933). In die gebieden kwam algemeen de kleine iepenspintkever voor, over welks verbreidingsgebied — alsmede over dat van den inheemschen bastkever *Hylurgopines rufipes* — KNULL, 1934, een rapport uitbracht. Komt, volgens KNULL, eerstbedoeld insect alleen voor in de omgeving der havens van *Boston* en *Philadelphia*, de inheemsche soort heeft een verbreidingsgebied, dat zich ver naar het Noorden uitstrekt. In dit gebied nu, waar overbrengers aanwezig waren, heeft de iepenziekte onrustbarend om zich heen gegrepen. Dit blijkt wel duidelijk, als men de cijfers uit het gebied, waar geen spintkevers voorkomen, vergelijkt met die, welke betrekking hebben op den zgn. driestatenhaard, waar deze insecten wèl voorkomen. Volgens READIO, 1935, waren hier in 1933 reeds 7600 boomen gestorven op een gebied van ± 2500 vierkante mijl. In *New-Jersey* leden 57% van de boomen aan de ziekte, in *New-York* 24% en in *Connecticut* 9%. Volgens WORTHLEY, 1936, waren er omstreeks 15 April 1935 reeds 430.000 iepen gerooid, die ver-

dacht waren en in den zomer van dat jaar kwamen daarbij nog 210.000 stuks, terwijl er in den winter van 1935 op 1936 nog 160.000 geveld dienden te worden. Het verbreidingsgebied omvatte toen reeds 3640 vierkante mijlen en de aanwezigheid van *C. ulmi* was reeds met zekerheid in 13.969 boomen aangetoond.

Uit deze snelle verbreiding van de iepenziekte heeft FELT, 1934, 1935, afgeleid, dat één generatie spintkevers zich over afstanden van 20 à 25 mijl kan verspreiden, terwijl zij zich in één jaar tijds zelfs over afstanden van 50 tot 115 mijl weten te verplaatsen. Een en ander werd niet verwacht, aangezien de spintkevers, die in 1909 te *Boston* en *Philadelphia* waren ingevoerd, hun verbreidingsgebied slechts langzaam vergrootten (READIO, 1935; FELT, 1935).

Vermeldenswaardig is het voorts, hoe dit optreden van de iepenziekte in *Amerika* werd veroorzaakt. Wij danken onze kennis daaromtrent aan den scherpen speurzin van KENT BEATTIE, 1934, 1935*a*, 1935*b*, die aantoonde, dat zulks geschiedde met den invoer van iepenhout uit *Frankrijk*, bestemd voor de fineermolens in *Amerika*. Overal waar dit hout was overgeladen of opgeslagen, traden ziektegevallen op en de wegen, waarlangs het vervoer had plaats gevonden, lieten zich later nauwkeurig opsporen.

HOOFDSTUK II

DE RIJPINGSVRETERIJ

INLEIDING

De rijpingsvreterij van de iepenspintkevers is, zooals uit het vorige hoofdstuk blijkt, van principieele beteekenis voor het vraagstuk van de verbreiding der iepenziekte, weshalve wij hebben gemeend bij ons onderzoek aan de bestudeering van deze vreterij en de daarmede samenhangende vraagstukken een belangrijke plaats te moeten inruimen.

Toen wij in 1929 onze onderzoekingen aanvingen, kwam de groote iepenspintkever in ons gebied zeer algemeen voor; de kleine was er daarentegen veel minder talrijk. In de daarop volgende jaren trad laatstgenoemd insect hoe langer hoe meer op den voorgrond, terwijl het aantal groote spintkevers steeds meer achteruit ging. Hierdoor kwam *S. multistriatus* MRSH. na 1932 in het brandpunt van onze belangstelling te staan, hetgeen echter niet wegneemt, dat onze onderzoekingen in hoofdzaak op *S. scolytus* F. betrekking hebben, mede doordat het experimenteeren met *S. multistriatus* MRSH. grootere moeilijkheden oplevert.

§ 1. OVERZICHT VAN DE LITERATUUR BETREFFENDE DE RIJPINGSVRETERIJ VAN SCOLYTUS SCOLYTUS F.

Reeds de oudere onderzoekers waren met de rijpingsvreterij bekend, hoewel zij de beteekenis daarvan niet kenden. AUDOUIN, 1837, pp. 3 e.v., beschreef het eerst, dat de iepenspintkevers zich voeden met suikerhoudende sappen, die door verwonde iepenstammen worden afgescheiden. Ten einde deze sappen te bemachtigen maken de kevers korte gangen, die tot op het cambium doorloopen en welke zij vervolgens weer verlaten. Deze waarnemingen werden bevestigd door AUDOUIN's tijdgenooten SPENCE (zie KIRBY en SPENCE) en WTTEWAAL, 1858, pp. 173 e.v.

Omstreeks denzelfden tijd vestigde GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1846, p. 290 de aandacht op waarnemingen van ROBERT, die afwijken van hetgeen AUDOUIN berichtte, zooals blijkt uit onderstaand citaat: „Depuis le mi-mai jusque vers la fin de juillet les scolytes se nourrissent sur les jeunes pousses de l'orme, qu'ils rongent

dans le renflement formé par le point d'intersection de ces pousses avec celles de l'année précédente, en faisant une ouverture circulaire dirigée obliquement de haut en bas vers le centre de la tige" (zie ROBERT, 1859, p. 7). Dit werd bevestigd o.m. door MATHIEU, 1848, p. 406; PULS, 1886, p. 260; CSIKI, 1906, p. 155, en door latere onderzoekers als: SCHOEVERS, 1921, p. 74; NÜSSLIN, 1927, p. 285 en FISHER, 1928, p. 60. ESCHERICH geeft in zijn „*Forstinsekten Mitteleuropas*", 1923, p. 434, voor het eerst een afbeelding van deze vreterij, welke aan de beschrijving van ROBERT beantwoordt.

Eerst aan latere onderzoekers is de beteekenis van deze vreterij duidelijk geworden. KNOCHE [1]) heeft door anatomische onderzoekingen aangetoond, dat de ontpopte schorskevers eerst geslachtsrijp worden, nadat zij gedurende eenigen tijd voedsel hebben opgenomen, voornamelijk dienende om hun aanvankelijk nog niet volgroeide geslachtsorganen te ontwikkelen; vandaar ook de benaming „*Reifungsfrass*" (Ned. rijpingsvreterij). Namen als „*Nachfrass*", „*Primairfrass*", „*Zwischenfrass*", „*Ernährungsfrass*" hiervoor eveneens gebruikt, stammen uit den tijd, toen men nog in het duister tastte omtrent het ware karakter dezer vreterij. Over de vraag, of *S. scolytus* F. deze noodig heeft, waren de meeningen van de Duitsche entomologen nog jaren lang verdeeld, ondanks de hierboven genoemde waarnemingen van AUDOUIN, ROBERT, e.a. In de volgende paragrafen zullen wij onze eigen waarnemingen uitvoerig bespreken.

§ 2. DE WONDEN, DIE DE GROOTE IEPENSPINTKEVER BIJ DE RIJPINGSVRETERIJ MAAKT

Laboratorium- en veldproeven, waarbij pas uitgekomen kevers onderscheidenlijk op afgesneden iepentakken en op in den proeftuin staande iepeboomen werden ingehoesd, deden zien, dat de jonge kevers verschillende typen van wonden aan de iepetakken maken. Bij de veldwaarnemingen vonden wij niet alleen de in het laboratorium verkregen typen terug, maar wij konden ook nog een nieuw onderscheiden, zoodat wij thans in staat zijn, de rijpingsvreterij als volgt in te deelen:

Type A. Boorgaten in de oksels van 2- tot meerjarig hout. Meestal wordt onder den bast verder naar omlaag geboord (zie ROEPKE: Tijdschr. over Plantenziekten, Deel XXXVI, 1930, plaat I, fig. 1).

---

[1]) Van de hand van KNOCHE verscheen een groot aantal artikelen over de rijpingsvreterij. De belangrijkste vindt men in: Forstw. Centralbl. jaarg. 1900 t/m 1908; Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstw., 1905 t/m 1907; Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 1907, 1908.

Type B. Boorgaten onder een zijtak (zie ESCHERICH: „*Forstinsekten Mitteleuropas*", Band II, p. 492, Abb. 246*a*).

Type C. Vreterij op willekeurige plaatsen in den bast en in het cambium (zie ROEPKE, als boven, Deel XXXVI, 1930, plaat I, fig. 3).

Type D. Boorgaten in den bast van meerjarig hout, veelal omlaag loopend. Ook worden soms hoekige gangen gevormd (zie FRANSEN, als boven, Deel XXXVII, 1931, plaat VII, fig. 6 en 7).

Type E. Op moedergangen gelijkende tunnels, waarin echter geen eieren worden gelegd. In de toppen van sommige iepen troffen wij deze in den herfst van 1929 aan. Vaak was de korst boven deze oppervlakkig liggende gangen losgescheurd. Dit type kwam bij onze proeven nimmer voor en in de bedoelde gangen troffen wij nooit kevers aan. Dientengevolge kunnen wij niet met zekerheid zeggen of deze gangen werkelijk een modificatie van de rijpingsvreterij zijn. Aangezien FISHER, 1931, p. 124, dit voor soortgelijke gangen, welke hij in *Engeland* opmerkte, bewezen acht, is dit wel waarschijnlijk.

Meer dan eens namen wij waar, dat de ♂♂ het uit wonden vloeiende sap oplikten. Dit verschijnsel kan op een lijn worden gesteld met de rijpingsvreterij.

Doordat de kevers gaarne bij herhaling vreten aan reeds genezen wonden, ontstaan sterk vergroeide litteekens (FRANSEN, 1931*a*, p. 53), die soms het uiterlijk van kankerachtige gezwellen krijgen.

In het vrije veld trad het wondtype A sterk op den voorgrond. Daarnaast kwam nog vrij talrijk het type B voor. Het type C daarentegen werd onder natuurlijke omstandigheden slechts bij uitzondering aangetroffen. Bij een reeks veldproeven in de jaren 1931 t/m 1933, genomen met telkens 100–200 kevers per tak, telden wij in totaal 986 wonden; 559 hiervan behoorden tot het type A, 77 tot het type B en 350 tot het type C. Bij een proef in het laboratorium maakten 117 kevers 150 wonden, waarvan onderscheidenlijk 57, 7 en 86 tot de typen A, B en C behoorden. Wij zien dus, dat de ingehoesde kevers meer geneigd zijn wonden van het type C te vormen. Mogelijk is dit te verklaren uit een tekort aan geschikte oksels binnen de hoes; bij onderzoekingen, in 1935 verricht, kregen wij althans een sterke aanwijzing in die richting.

Bij de veldproeven, in dat jaar in *Amersfoort*, *Baarn*, *'s-Gravenhage* en *Haarlem* genomen met slechts 20 à 25 kevers per tak, behoorden van de 1244 getelde wonden er achtereenvolgens 904 en 146 tot de typen A en B en slechts 194 of 16% van het totaal

tot het type C. Wij gebruikten in *Baarn* voor onze proeven meest oudere, sterk vertakte en verhoute takken; in *'s-Gravenhage* sterk vertakt, snelgroeiend jong hout van verschillende enten. Te *Haarlem* stonden ons meest jonge, weinig vertakte en nog niet verhoute enten van verschillende zaailingen ter beschikking, terwijl wij in *Amersfoort* met een sterk gemengden aanplant te doen hadden. Geheel in overeenstemming met onze vermoedens aangaande het ontstaan van het type C, troffen wij in *'s-Gravenhage* en *Baarn* het type C slechts weinig aan, nl. 11% en 13% van het totaal aantal wonden. Voor *Amersfoort* beantwoordde dit percentage juist aan het gemiddelde van 16 en voor *Haarlem* was het het hoogst, nl. 21. Bij 30 proeven, in 1935 te *Wageningen* genomen met 10 kevers per tak, kwam het type C zelfs in het geheel niet voor.

Opgemerkt zij, dat in koude en natte periodes — zooals die vooral in den zomer van 1931 voorkwamen — de vreterij aan jonge takken niet plaats vindt; in de plaats daarvan worden dan in dikkere takken en in de stammen van zeer verzwakte of doode iepen gangen van het type D gemaakt. Op den invloed van de meteorologische omstandigheden op de rijpingsvreterij zullen wij in dit hoofdstuk nog nader terugkomen.

De kevers, die als larven overwinteren, maken bij hun rijpingsvreterij — zoowel in het vrije veld als bij de veldproeven — zulke diepe verwondingen, dat er somtijds takjes door afbreken. De kevers, die tot de zich later in het jaar ontwikkelende generaties behooren, doen veel minder schade. Dit laat zich als volgt verklaren:

De meeste kevers, die in het voorjaar uitkomen, overwinteren als volwassen larven in de poppenwiegen en teren daarbij het vetlichaam gedeeltelijk op. Ten einde dit verlies aan te vullen hebben deze kevers veel voedsel noodig en daartoe maken zij bij hun rijpingsvreterij groote en diepe wonden.

In den loop van den zomer neemt het aantal kevers sterk toe; het aantal wonden door hen veroorzaakt stijgt echter niet in evenredigheid. Hieruit volgt, dat een deel van deze kevers geen takken aanvreet, vermoedelijk, omdat de voedselbehoefte van de zomergeneraties gering is. Zoo troffen wij in 1934, tusschen 7 Mei en 7 Juni, op 40 iepen op ons proefveld 1426 vretende groote iepenspintkevers aan, terwijl er tusschen 7 Juni en 7 Juli nog 588 waren en nog een maand later maar 133; eindelijk werden tusschen 7 Augustus tot 7 September slechts 8 nieuwe wonden geteld. Ook in het voorafgaande en het volgende jaar konden wij een dergelijke vermindering in den loop van het sei-

zoen waarnemen, niet slechts bij de bovenbedoelde proef met 40 boomen, doch ook bij een cloon van 36 Hollandsche iepen, alsmede bij een aanplant van 75 iepen, die tot 15 verschillende soorten behoorden.

De toeneming van het aantal spintkevers volgde niet alleen uit het groote aantal moedergangen, dat wij aantroffen in iepen in de omgeving van ons proefveld, doch ook uit de vele kevers, die wij door middel van vangstammen op dat proefveld onschadelijk maakten. Zelfs wanneer zulke vangstammen er in de tweede helft van Augustus werden neergelegd, troffen wij in den herfst daarin nog honderden moedergangen aan. Voorts vlogen op een aantal vangstammen, die op „Hinkeloord" op enkele honderden meters van ons proefveld lagen, tusschen 16 en 30 Augustus 1933 nog 1290 groote iepenspintkevers aan, terwijl in dat jaar reeds na 15 Juli bijna geen nieuwe litteekens afkomstig van rijpingsvreterij in het veld werden aangetroffen.

Dat er gedurende den geheelen zomer toch nog spintkevers zijn, die takken aanvreten, behoeft geen verwondering te wekken, want ook in de zomermaanden zullen gedurende perioden van slecht weer larven en jonge kevers langer in de poppenwiegen verblijven en daar van hun reservestoffen interen. Voorts zullen er allicht ook van nature zwakke individuen zijn, die veel behoefte aan krachtig voedsel hebben. Vooral, indien de kevers door inwendige parasieten zijn verzwakt — b.v. door nematoden — zal er rijpingsvreterij tijdens de zomermaanden plaats vinden.

Wij trachtten verder uit te maken, of misschien ook de rijpingsvreterij in het voorjaar achterwege kan blijven. Daartoe werden jonge iepenspintkevers, onmiddellijk nadat zij waren uitgekomen, met stukken iepestam ingekooid. Na een maand hadden deze kevers moedergangen aangelegd, zoodat de indruk werd gewekt, alsof de vreterij inderdaad kon worden ontbeerd. Een nader onderzoek wees evenwel uit, dat de kevers zich toch hadden gevoed en wel door schuin omlaag loopende gangen in phloeem en cambium te knagen. Dit is dus dezelfde modificatie van de rijpingsvreterij, die bij ongunstige weersomstandigheden optreedt en welke door ons als type D is beschreven.

Wij gingen eveneens na, of er verband bestaat tusschen het geslacht van de kevers en het type wond, dat zij veroorzaken. Aanvankelijk dachten wij, dat de typen A en B door de ♀♀ zouden worden gemaakt en dat de wonden van het type C op rekening van de ♂♂ konden worden gesteld. Bij onze laboratoriumproeven bleek, dat zich in de 31 gangen, die tot de typen A en B behoorden, 13 ♀♀ en 18 ♂♂ bevonden, wat echter niet uitsluit, dat deze

gangen toch gemaakt kunnen zijn door ♀♀, die deze nadien hebben verlaten. Deze gangen zouden den ♂♂ tot schuilplaats kunnen dienen.

Veldproeven, in duplo genomen met 100 kevers, deden zien, dat ook deze onderstelling onjuist was; van de 132 wonden, tezamen door 200 ♀♀ gemaakt, behoorden 87 stuks tot het type A. 5 tot het type B en 40 tot het type C. 200 ♂♂ veroorzaakten 93 aantastingen, waarvan er 51 behoorden tot het type A, 5 tot het type B en 37 tot het type C. Beide geslachten zijn dus in staat, zoowel wonden van het type A, als van het type B en het type C te maken.

Bij herhaling is waargenomen, dat de ♂♂ het uit wonden vloeiende sap oplikten. Zij zelve werden, onder natuurlijke omstandigheden, minder vaak dan de ♀♀ in de wonden aangetroffen. Dit behoeft geen verwondering te wekken, want de levensduur der ♂♂ is kort en zij begeven zich spoedig voor de copulatie naar de ♀♀. In dit verband zij nog opgemerkt, dat de paring vaak reeds in de wonden van het type A plaats heeft; meer nog aan den ingang van de moedergang, als de ♀♀ bezig zijn deze te maken.

§ 3. DE VOOR RIJPINGSVRETERIJ VAN DEN GROOTEN IEPENSPINTKEVER GESCHIKTE TAKKEN

Uit waarnemingen in het vrije veld volgt, dat de groote iepenspintkever voor het houden van zijn rijpingsvreterij bij voorkeur 2- tot 3-jarige takken uitzoekt. Eénjarig hout wordt slechts zelden aangetast.

Vooral op beschutte plaatsen, zooals in de omgeving van oude litteekens, boren de kevers zich gaarne in. Daardoor ontstaan sterk vergroeide litteekens of breken zijtakjes geheel af.

Wij gingen na, of de kevers voor hun vreterij wellicht voorkeur geven aan gezonde takken boven loten, die door *C. ulmi* zijn aangetast en al dan niet uitwendige verschijnselen van iepenziekte vertoonen. Een op den *Grebbeberg* bij *Rhenen* ingesteld onderzoek bracht aan het licht, dat de spintkevers meestal gezonde, doch ook wel door *C. ulmi* aangetaste takken aanvreten. Dat de kevers voor hun vreterij gaarne herstelde wonden uitkiezen, was trouwens al een aanwijzing, dat het al dan niet aanwezig zijn van de schimmel van ondergeschikt belang is. Wel worden takken, die ten gevolge van de iepenziekte verwelkingsverschijnselen vertoonen, vermeden, doch dit zal aan den geringen saprijkdom van zulke takken moeten worden toegeschreven.

In dit verband kan de volgende proef nog worden vermeld: Op 1 Aug. 1930 werd een gezonde iepetak ingehoesd tezamen met een ongeveer even grooten tak, die juist ten gevolge van de iepenziekte verdorringsverschijnselen begon te vertoonen. Hierbij werd zorggedragen, dat de takken gelijkmatig in de hoes waren verdeeld en wel zoo, dat het foto- en geotropisme van de kevers op de uitkomst van de proef geen invloed kon oefenen. Vervolgens werden 100 kevers in de hoes gebracht. Op 16 Aug 1930. hadden deze aan den gezonden tak 57 wonden gemaakt (nl. 13 van het type A, 2 van het type B en 42 van het type C en aan den zieken tak 14 (nl. 4 van het type A, 3 van het type B en 7 van het type C).

Voorts sneden wij een aantal ongeveer gelijkvormige takken af, waarvan sommige volkomen gezond waren, terwijl de overige door *C. ulmi* waren aangetast, doch uiterlijk geen ziekteverschijnselen vertoonden. Zij werden tezamen in een flesch water geplaatst en daarna met een honderdtal kevers ingehoesd. Na 2 dagen werd de proef reeds nagezien, omdat daarna ook de gezonde takken gingen verdorren en er dus geen verschil tusschen de beide soorten takken zou overblijven. In de door *C. ulmi* aangetaste takken werden 9, in de gezonde takken 11 wonden aangetroffen. Bij een herhaling van deze proef konden wij in de door de iepenziekte aangetaste takken 17 en in de gezonde 16 wonden tellen. Tusschen gezonde takken en takken, die door *C. ulmi* zijn aangetast, mits de laatste *geen verdorringsverschijnselen* vertoonen, bestaat dus geen verschil van eenige beteekenis.

Wij hebben reeds gewag gemaakt van de rijpingsvreterij van het type D, die bij slecht weer aan dikkere takken en stammen plaats vindt. De gangen van dit type kunnen blijkens in 1930 genomen proeven alleen worden aangelegd in boomen, die stervende of dood zijn. Trachten de kevers zich in levende boomen in te boren, dan wordt — zelfs als de boomen in ernstige mate aan de iepenziekte lijden — zooveel sap afgescheiden, dat zij daarin omkomen. Dit bleek uit de volgende proeven:

Twee iepen van 30- à 40-jarigen leeftijd, die in ernstige mate ten gevolge van *C. ulmi*-aantasting kwijnden, werden in den zomer van 1930 zoowel aan den voet als in den top van draadgazen kooien voorzien. In deze kooien brachten wij van begin Mei tot einde Augustus met tusschenpoozen van ongeveer 14 dagen telkens 25 pas uitgekomen groote iepenspintkevers. Ofschoon in den loop van den zomer beide boomen begonnen af te sterven, bleek bij het nazien in den herfst niet één enkele spintkever er in geslaagd te zijn, een gang van eenige beteekenis in

den bast te maken. Wel troffen wij talrijke boorgaten aan, die blind in den bast eindigden en het cambium niet of nauwelijks bereikten. In deze boorgaten bevonden zich vaak nog de gestorven kevers, die in de door den boom afgescheiden sappen waren omgekomen. Naarmate nu zulke boomen verder afsterven, wordt de sapafscheiding minder en eerst dan kunnen er de spintkevers hun vreterij in houden.

§ 4. INVLOED VAN DE STANDPLAATS OP DE RIJPINGSVRETERIJ VAN DEN GROOTEN IEPENSPINTKEVER

Dat ook de standplaats invloed oefent op de mate van aantasting van een iep door spintkevers, spreekt haast van zelf. In de omgeving van talrijke doode en zieke iepen, waarin de spintkevers zich vermenigvuldigen, zullen de andere iepen een grootere kans hebben om aangevreten te worden dan daar, waar niet zulke besmettingshaarden zijn. Men ziet in het algemeen de iepenziekte zich het snelst in de omgeving van zulke haarden uitbreiden. Reeds SCHIPPER, 1895, vestigde de aandacht er op, dat de iepen in de omgeving van houtwerven het sterkst door spintkevers zijn aangetast.

Als variant op het spreekwoord „Hooge boomen vangen veel wind" zou men kunnen zeggen „Hooge iepen vangen veel spintkevers". Dit kan uit de volgende voorbeelden worden afgeleid: In het voorjaar van 1930 was te *Arnhem* op een uitgestrekte helling, geheel met iepenopslag begroeid, geen rijpingsvreterij te vinden. In de boomen boven op de helling werden echter duizenden wonden dezer vreterij aangetroffen. Voorts vindt men zelden jonge afleggers of enten, die door de iepenziekte zijn aangetast, hetgeen niet zoo zeer is toe te schrijven aan een mindere vatbaarheid van deze jonge boompjes voor de iepenziekte, dan wel aan de eigenschap, dat de spintkevers „hoogvliegers" zijn en de jonge afleggers en enten minder goed opmerken. Wij troffen dan ook in het algemeen geen groote iepenspintkevers aan op zulke lage iepen; in de gevallen, dat vreterij aan die jonge boompjes kon worden waargenomen, was zulks meestal geschied door den kleinen iepenspintkever, *S. multistriatus* MRSH. Staan hooge iepen in de nabijheid van lage, dan zullen de hooge boomen de spintkevers aantrekken, terwijl de lage voor besmetting blijven gespaard.

Onderzoekingen, die wij in het jaar 1930 verrichtten aan de Zuidhelling van den *Grebbeberg* nabij *Rhenen*, brachten aan het

licht, dat de spintkevers zich niet ver van hun geboorteplaats verwijderen, wanneer zij voor hun vreterij geschikte takken in de buurt aantreffen. Bedoelde helling was begroeid met iepenhakhout en aan den voet er van bevond zich een laan van knotiepen, die juist van de uitloopers waren ontdaan. Van enkele boomen in dit laantje was de schors als met hagel beschoten door de vele uitvlieggaten van *S. scolytus* F. Op de helling troffen wij rijpingsvreterij aan in den ongeveer 1½ m hoogen iepenopslag, doch alleen in de buurt van die knotiepen, waarin zich de spintkevers hadden ontwikkeld. In de verderop gelegen gedeelten vertoonden niet alleen de iepen geen uiterlijke kenteekenen van iepenziekte, doch tevens ontbraken daar de bekende wonden. De spintkevers hadden zich dus niet verder van hun plaats van geboorte verwijderd, dan strikt noodig was. De omgeving van een iep is dus van grooten invloed op het getal der spintkevers, die hem kunnen aantasten.

Uit het bovenstaande volgt tevens, dat randboomen in het algemeen aan een sterkere infectie door spintkevers bloot staan dan de boomen, die in het centrum van een aanplant zijn geplaatst. Dit bleek b.v. uit de aantallen spintkevers, die in de jaren 1933 en 1934 de iepen van een uit 36 boomen bestaanden cloon op het proefveld te *Wageningen* aantastten. De boomen waren geplant in zes rijen van zes stuks. Tabel IV geeft van deze proef een overzicht, waaruit blijkt, dat rij 1 het sterkst werd bezocht en dat van daar af een vermindering in de aantasting bij de opvolgende rijen kon worden waargenomen. Dit laat zich verklaren uit de aanwezigheid van een besmettingshaard, bestaande uit een stapel door spintkevers aangetaste iepestammen op 25 m ten N. van rij 1. Ook hier kozen de spintkevers dus de dichtstbijstaande iepen uit (zie ook jaarverslag over 1934, FRANSEN, 1935*a*)!

LIESE en BUTOVITSCH, 1931, pp. 1111 e.v., namen in de „Auen" waar, dat een iepenopstand van den rand af werd aangetast. Dit wijst er op, dat daar de infectiebron buiten de beplantingen was gelegen.

In dit verband wordt het begrijpelijk, dat in de steden de eerste slachtoffers van de iepenziekte vaak de boomen op de hoeken van de straten zijn. Deze boomen toch staan bloot aan infectie door spintkevers, die van meer dan één zijde komen aanvliegen.

TABEL IV AANTASTING
VAN EEN IEPENCLOON DOOR S. SCOLYTUS F. 1934
(*Attack of an elm-clone by S. scolytus F.*)

Het linker cijfer geeft aan het aantal kevers, dat aan de boomen vrat. (The left figure indicates the number of beetles which attacked the trees.)
Het rechter cijfer geeft aan het percentage aangetaste oksels. (The right figure indicates the percent of attacked axils.)

Nr. (*Nr.*) Rij (*Row*)	1	2	3	4	5	6	Totaal (*Total*)	Gemiddeld (*Average*)
A	32 / 40	23 / 21	11 / 14	14 / 19	5 / 17	3 / 9	88	20
B	6 / 13	23 / 30	14 / 17	10 / 30	7 / 9	4 / 5	64	17
C	33 / 24	14 / 16	10 / 11	6 / 6	4 / 7	5 / 8	72	12
D	33 / 25	8 / 7	4 / 4	6 / 8	10 / 9	8 / 15	69	11
E	24 / 30	9 / 11	4 / 9	23 / 29	6 / 5	9 / 12	75	16
F	31 / 22	20 / 20	13 / 8	15 / 13	13 / 11	7 / 31	99	17,5
Totaal (*Total*)	159	97	56	74	45	36		
Gemiddeld (*Average*)	26	17½	10½	17½	10	13		

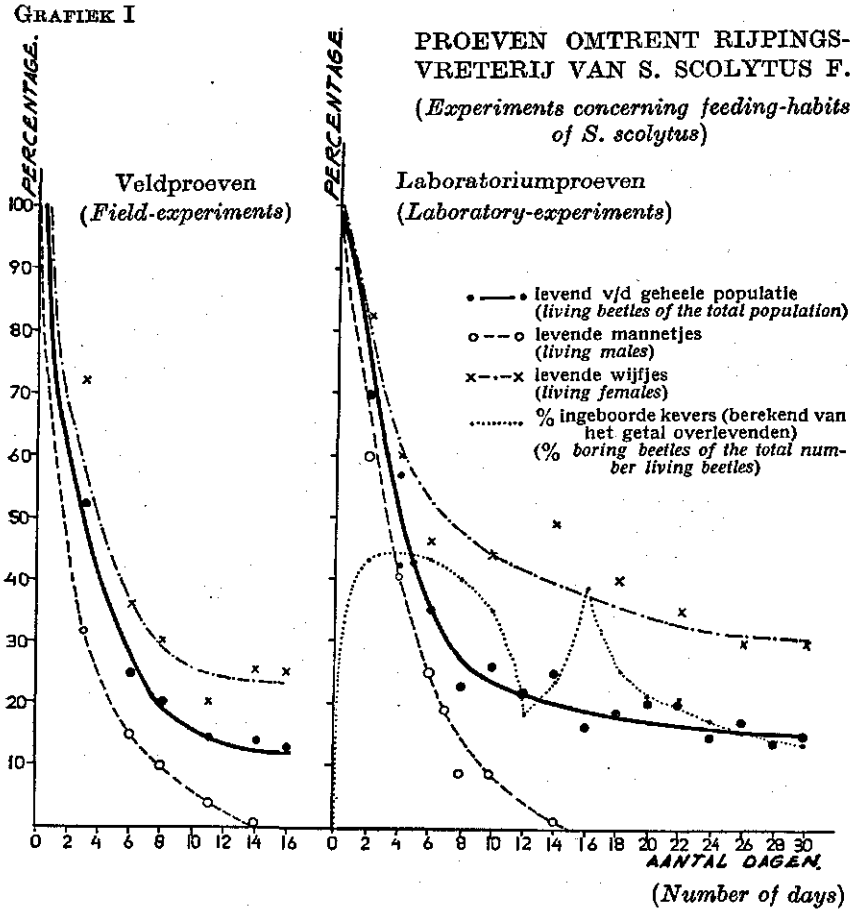
N (N) ←——o——→ Z (S)

§ 5. DE DUUR VAN DE RIJPINGSVRETERIJ VAN SCOLYTUS SCOLYTUS F.

Door middel van vele proeven, zoowel in het laboratorium als in het vrije veld, is getracht den duur van de rijpingsvreterij te bepalen. Bij deze proeven was de sterfte der kevers vrij groot; reeds eerder is opgemerkt, dat de levensduur van de mannetjes in het algemeen maar kort is. Bij de veldproeven was de helft van de ♂♂ al na 2 dagen gestorven; bij de laboratoriumproeven meestal na 3 dagen. Hun levensduur overschrijdt slechts zelden de 14 dagen, hetgeen uit grafiek nr. 1 kan worden afgelezen.

Ten einde nu den duur van de rijpingsvreterij te bepalen, werden allereerst in den proeftuin 50 kevers om den anderen dag op nieuwe takken overgebracht. Na den tienden dag zetten zij

GRAFIEK I



hun vreterij niet meer voort, uitgezonderd twee, die eerst na den zestienden dag daarmede ophielden.

Bij een andere veldproef werden 50 kevers ingekooid bij een jongen iep, waarnaast enkele stukken van een iepestam waren geplaatst, die voor den aanleg van moedergangen zeer geschikt waren. Op den zesden dag begonnen 5 wijfjes in die stukken een moedergang aan te leggen, een aanwijzing, dat hun rijpingsvreterij was afgeloopen. Op den elfden dag deden nog 6 wijfjes hetzelfde, terwijl ten slotte 2 wijfjes en wel op den dertienden en den vijftienden dag daarmede aanvingen. De overige voor deze proef gebruikte kevers waren inmiddels gestorven of verloren gegaan.

Bij de laboratoriumproeven werd allereerst bepaald het percentage kevers, dat zich telkens na een bepaald aantal dagen weer

voor het verrichten van de rijpingsvreterij inboorde. Deze proeven werden, om de twee dagen nagezien en de uitkomsten er van zijn in grafiek I verwerkt. Op den tienden dag na het begin van de proef was het percentage kevers, dat zich had ingeboord, sterk afgenomen; op den twaalfden dag werd het minimum bereikt. Op den veertienden en den zestienden dag nam dit percentage weer toe, daarna daalde het snel. Wij kunnen ons nu voorstellen, dat de meeste kevers na tien à twaalf dagen de rijpingsvreterij hadden voltooid en de daarvoor geboorde gangen verlaten. De toeneming van het percentage ingeboorde kevers op den veertienden en den zestienden dag zou kunnen voortkomen uit de neiging van de wijfjes tot het boren van moedergangen. Aangezien de geboden takken hiervoor te dun waren, zullen zij deze pogingen spoedig hebben gestaakt, waardoor het percentage ingeboorde kevers weer afnam. (In twee gevallen slaagden de kevers er echter toch in, een moedergang aan te leggen, ondanks de geringe dikte van den tak.)

Bij andere op het laboratorium genomen proeven werden kevers uit de wonden gehaald, welke zij bezig waren te maken en vervolgens op nieuwe takken gezet. Geschiedde zulks op den achtsten tot tienden dag na het begin van de proef, dan vraten de kevers de nieuw verstrekte takken meestal niet meer aan; wel, indien de verplaatsing eerder geschiedde.

Op grond van deze proeven mag worden aangenomen, dat de kevers hun rijpingsvreterij in 8 *à* 10 *dagen voltooien.*

Een onderzoek van de geslachtsorganen van pas uitgekomen wijfjeskevers deed zien, dat zich op dat tijdstip van ontwikkeling in de ovariën nog geen volgroeide eieren bevinden. Deze ontwikkelen zich eerst gedurende de rijpingsvreterij: heeft deze 8 à 10 dagen geduurd, dan treft men rijpe eieren in de ovariën aan.

Op dezen regel komen echter uitzonderingen voor. Zoo konden wij bij 4 wijfjes waarnemen, dat zij de takwonden pas na 31 dagen verlieten om eerst dan de moedergang aan te leggen. Zulke afwijkingen komen vooral dan voor, indien de kevers met nematoden zijn geïnfecteerd. Deze nematoden onttrekken namelijk de voor hun eigen voeding bestemde stoffen aan de kevers, waardoor bij de wijfjes dezer insecten de ontwikkeling van de eieren wordt vertraagd en de rijpingsvreterij dus moet worden verlengd.

Dadelijk nadat de rijpingsvreterij geëindigd is veranderen de kevers van gedrag. Terwijl zij na het uitkomen langs de takken van beneden naar boven loopen — zij zijn dus negatief geotroop

— doen zij dit na de rijpingsvreterij in omgekeerde richting. De kevers — en wel voornamelijk de vrouwelijke dieren — zijn dan positief geotroop geworden. Het boren geschiedt door de jonge, negatief geotrope kevers bij de rijpingsvreterij juist in benedenwaartsche richting; de oudere, positief geotrope kevers boren hun moedergang in bovenwaartsche richting.

§ 6. INVLOED VAN DE METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN OP DE RIJPINGSVRETERIJ VAN S. SCOLYTUS F.

Een reeks proeven, tusschen 1929 en 1933 genomen, maakte het mogelijk, den invloed van de verschillende weersomstandigheden afzonderlijk na te gaan.

Dit moge uit onderstaande tabel blijken, waarvan de gegevens zijn ontleend aan een groote serie veldproeven, die in de periode 1929 t/m 1933 zijn genomen.

Bij zware regenbuien vluchtten ingehoesde kevers omlaag, waarbij zij in het dichtgebonden gedeelte van de hoes verward raakten en omkwamen. Vooral, wanneer een regenbui zich kort na het aanzetten eener proef ontlastte, was een ongunstige invloed op de kevers merkbaar (proef 1 en 2, Tabel V). De proeven 3 en 4 doen zien, dat regenval, nadat de kevers zijn weggekropen, dezen nadeeligen invloed mist. Bij deze proeven toch ontlastten zich de buien eerst eenigen tijd na het inhoezen, bij de eerstbesprokene geschiedde dit reeds kort daarna.

Men mag echter niet hieruit afleiden, dat droog en warm weer het gunstigst is voor het aanzetten van veldproeven; de kevers zijn bij een temperatuur van meer dan 20° C uiterst bewegelijk, hetgeen het experimenteeren bemoeilijkt. De slechte uitkomsten van de proeven 5, 6 en 7 van tabel V doen bovendien vermoeden, dat droge lucht, wellicht ook directe bestraling door de zon, voor de kevers ongunstig zijn.

Tijdens perioden met een middelmatige temperatuur en een middelmatigen neerslag bleef het grootste aantal kevers in leven en werd ook het grootste aantal aantastingen geteld, hetgeen uit de proeven 8 t/m 11 van tabel V voldoende blijkt. Gelijk reeds eerder werd vermeld, wordt in het vrije veld bij koud en nat weer een wonde van het type D gemaakt.

De verschillende veldproeven, genomen in de jaren 1931 t/m 1935, hebben aangetoond, dat de kevers bij eenigszins gunstig weer hun vreterij van einde April tot midden October kunnen houden en dat laat in het jaar uitgekomen kevers die vreterij nog in datzelfde jaar voltooien. Zeer duidelijk kwam dit tot

TABEL V

INVLOED VAN DE METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN OP DE UITKOMSTEN VAN DE RIJPINGSVRETERIJ-VELDPROEVEN

(*The influence of weather-conditions on the results of field-experiments concerning the feeding habits of S. scolytus F.*)

Nr. (*Nr.*)	Begin-datum (*Begun on*)	Eind-datum (*Controlled on*)	Berekend op 100 kevers (*Calculated on 100 beetles*)		Max. temp. abs. (*Max. temp. abs.*)	Min. temp. abs. (*Min. temp. abs.*)	Gemid. temp. in de periode (*Average temp. during the period*)	Regenval (*Rain*)	
			Aantal levende kevers (*Number of beetles being alive by control*)	Aantal aantastingen (*Number of wounds by control*)				Gem. in mm per dag (*Daily average in mm*)	Max. per dag in mm (*Max. in mm*)
1	18- 7-'30	5- 8-'30	4	0	24,5	9	15,1	3,9	19,7
2	28-6-'32	8- 7-'32	0	7	31	9,5	19	3,1	15,2
3	1- 8-'30	16- 8-'30	—	71	24,5	9	14,8	5,1	20,2
4	8- 6-'33	18- 6-'33	16	56	27	10	15,8	4,8	27,1
5	13- 5-'31	23- 5-'31	5	2	25	7	14	1	3,8
6	10- 6-'32	15- 6-'32	0	1	30	4	19,2	0	0
7	13- 6-'32	23- 6-'32	0	5	30	6,5	15,8	0,3	2,4
8	4-10-'30	13-10-'30	42	31	16,2	3,1	10,7	7,4	17,5
9	30- 5-'31	5- 6-'31	96	116	20	10	14,5	1,9	4,5
10	1- 6-'32	10- 6-'32	31	40	25	5	11,5	0,9	7,5
11	8- 6-'33	18- 6-'33	16	56	27	10	15,8	4,8	27,1

uiting bij een proef op 4 Oct. 1931 met 100 kevers aangezet; daarvan waren er op 13 October d.o.v. nog 38 in leven, die alle hun rijpingsvreterij hadden voltooid, ondanks de ongunstige weersomstandigheden.

§ 7. RIJPINGSVRETERIJ VAN GROOTE IEPENSPINTKEVERS AAN ANDERE BOOMEN DAN IEPEN EN AAN DE VOORNAAMSTE SOORTEN VAN HET GESLACHT ULMUS

Het was van belang na te gaan of de iepenspintkevers ook aan andere houtsoorten dan iepen hun rijpingsvreterij houden. De geraadpleegde literatuur verschafte ons daaromtrent slechts weinig gegevens.

Toen ons in 1930 geruchten bereikten, dat de iepenspintkevers ook vruchtboomen zouden aantasten, werd dit vraagstuk meer

actueel en onderwierpen wij dit aan een uitvoerig onderzoek.

Op een groot aantal boomsoorten werden iepenspintkevers ingehoesd; ter vergelijking deden wij zulks ook op een Hollandschen iep. Negatieve uitkomsten zeggen bij deze proeven weinig; weliswaar was een vergelijking met de vreterij aan een Hollandschen iep mogelijk, doch er zijn omstandigheden, waaronder zelfs zulk een vergelijking niet als volkomen juist mag worden aangemerkt. Ten einde toevalligheden zooveel mogelijk uit te sluiten werden de proeven op verschillende tijdstippen herhaald.

De grootste waarde moet worden gehecht aan proeven, genomen met kevers, die als larven overwinterden. Deze kevers toch hebben groote behoefte aan voedsel en daardoor is de kans groot, dat zij ook andere boomen dan den iep zullen aanvreten. De uitkomsten onzer proeven zijn in tabel VI overzichtelijk gerangschikt.

Uit deze uitkomsten volgt, dat — afgezien van het geslacht *Ulmus*, waarover later uitvoeriger wordt gesproken — van de *Urticaceae* alleen *Zelkowa serrata* MAK. zeer sterk werd aangevreten. De verwante *Celtis occidentalis* L. bleef volkomen gespaard, evenals *Morus alba* L. en *Morus nigra* L. Daarentegen valt de groote aantrekkelijkheid van *Fagus silvatica* L. en *Prunus domestica* L. aanstonds op. Minder worden aangetast *Robinia pseudacacia* L., *Populus nigra* L. en *Betula pendula* ROTH., hoewel deze boomsoorten toch nog voor de vreterij werden gebruikt. De aan laatstgenoemde soort gemaakte wonden waren niet te onderscheiden van die, welke de berkenspintkever *Scolytus Ratzeburgi* JANS., aanbrengt. De andere onderzochte boomen werden in mindere mate of in het geheel niet aangetast. Dit is wel zeer merkwaardig voor *Prunus cerasus* var. en *Populus canadensis* MÜNCH, aangezien *Prunus domestica* L. en *Populus nigra* L. juist sterk in trek bleken te zijn.

Dat de groote iepenspintkevers, behalve op iepen, zich ook op enkele andere boomen kunnen voeden, is door deze proeven wel aangetoond. Of zij dit in de natuur ook doen, is niet bekend. Zoolang hun iepen ter beschikking staan, zullen zij vermoedelijk hiertoe niet overgaan.

Met betrekking tot de vraag, of de groote iepenspintkevers hun geheele stadium van ontwikkeling in een andere houtsoort dan den iep zouden kunnen doormaken, zij medegedeeld, dat de proeven nopens dit vraagstuk slechts met een klein aantal kevers en enkele houtblokken konden worden genomen. Belangrijke gevolgtrekkingen kunnen uit deze proeven dan ook niet worden gemaakt. De kevers, die voor deze proeven werden gebruikt, voltooiden hun rijpingsvreterij op iepen, of — indien

TABEL VI

RIJPINGSVRETERIJ VAN S. SCOLYTUS F. OP ONDERSCHEIDENE BOOMSOORTEN (1931–1933)
(De cijfers stellen gemiddelde waarden voor)
(*Feeding habits of S. scolytus F. on several species of trees*) (1931–1933) (The figures indicate average values)

Soort (*Species*)	Totaal aantal kevers, waarmede de proeven genomen zijn (*Total number of beetles*)	Aantal proeven (*Number of Experiments*)	Proefboomen (*Experimental trees*)		Controle iep (*Check-elm*)		Berekend op 100 kevers (*Calculated on 100 beetles*)			
							Proefboom (*Experimental tree*)		Controle iep (*Check-elm*)	
			Kevers levend bij controle (*Beetles alive during control*)	Aantal gemaakte wonden (*Number of wounds*)	Kevers levend bij controle (*Beetles alive during control*)	Aantal gemaakte wonden (*Number of wounds*)	Kevers levend bij controle (*Beetles alive during control*)	Aantal gemaakte wonden (*Number of wounds*)	Kevers levend bij controle (*Beetles alive during control*)	Aantal gemaakte wonden (*Number of wounds*)
Betula pendula Roth	175	3	14	18	40	65	8	10	23	37
Alnus vulgaris Hill	175	3	20	(1) 4	49	96	11	3	28	55
Corylus avellana L.	175	3	23	(1) 0	47	102	13	1	27	58
Quercus Robur L.	125	3	15	0	49	74	12	0	39	59
Castanea sativa Mill.	175	4	37	10	60	83	21	6	34	47
Fagus silvatica L.	525	5	3	43	23	45	1	8	4	9
Juglans regia L.	125	3	19	0	49	74	15	0	39	59
Pterocarya fraxinifolia Spach	175	4	15	(1) 0	40	61	9	1	23	35
Salix (smalblad)	225	4	27	(4) 5	51	73	12	4	23	32
Salix (breedblad)	225	4	43	(3) 8	55	51	19	5	24	23
Populus nigra L.	225	4	27	(3) 10	51	(2) 32	12	6	23	15
Populus tremula L.	100	2	7	1	19	28	7	1	19	28
Populus canadensis Münch	225	4	37	0	55	51	16	0	24	23
Morus nigra L.	175	4	11	0	49	30	6	0	28	17
Morus alba L.	75	2	12	0	27	31	16	0	35	40
Ulmus americana L.	25	1	15	11	18	6	60	44	72	24
Zelkowa serrata Mak.	45	2	26	17	19	9	62	42	41	21
Celtis occidentalis L.	45	2	21	0	19	9	87	0	41	21
Tilia platyphylla Scop.	225	4	12	1	41	52	5	1	18	23
Tilia vulgaris Hayne	50	1	3	0	16	20	6	0	32	40
Aesculus Hippocastanum L.	525	5	5	(1) 0	32	56	1	1	6	11
Acer pseudo platanus L.	125	3	0	0	32	33	0	0	26	26
Ribes grossularia L.	100	2	10	0	35	34	10	0	35	34
Ribes nigrum L.	100	2	1	0	35	34	1	0	35	34
Ribes rubrum L.	100	2	20	0	35	34	20	0	35	34
Platanus sp.	50	1	1	0	16	20	2	0	32	40
Crataegus Oxyacantha L.	175	4	2	(1) 3	51	47	1	2	29	27
Pirus malus L. (zoet)	175	3	2	(1) 0	25	32	1	1	14	18
Pirus malus L. (zuur)	225	4	6	(4) 1	34	57	3	2	15	25
Pirus communis L.	150	2	0	0	18	44	0	0	12	29
Sorbus aucuparia L.	50	1	0	0	9	25	0	0	18	50
Prunus domestica L.	250	5	10	40	41	45	4	16	16	18
Prunus cerasus v. acida Ehrh.	50	1	0	0	8	28	0	0	16	56
Prunus cerasus v. austera Ehrh.	50	1	0	0	8	28	0	0	16	56
Robinia pseudacacia L.	475	4	4	26	16	44	1	5	3	9
Ligustrum vulgare L.	50	1	0	0	8	28	0	0	16	56
Syringa vulgaris L.	50	1	0	0	8	28	0	0	16	56
Fraxinus Ornus L.	200	4	20	5	66	102	10	2	33	56

De tusschen haakjes geplaatste cijfers hebben betrekking op aantastingen, waarbij het niet geheel zeker was, of zij als rijpingsvreterij moesten worden beschouwd.

zulks mogelijk was — op de betrokken boomsoort. Het zou ons te ver voeren, deze proeven geheel te bespreken. Slechts zij vermeld, dat alleen op *Prunus domestica* L. de geheele ontwikkeling kan plaats vinden. Op appel kwamen nog wel larvengangen tot ontwikkeling, doch de larven werden niet volwassen. Eens troffen wij in een zagerij te *Nijmegen* een lindestam aan, waarin de groote iepenspintkever zich had ontwikkeld. Bij onze proeven gelukte het niet, den kever op deze houtsoort op te kweeken. KLEINE, 1935, vermeldt, dat als voedsterplanten van *S. scolytus* F. nog in aanmerking zouden komen: *Carpinus betulus* L., *Populus nigra* L., *Salix sp.* en *Fraxinus excelsior* L.

Opvallend groot is het aantal soorten van het geslacht *Scolytus*, dat *Ulmaceae* aantast. Negentien er van zijn monophaag op *Ulmaceae* en daarvan tasten er zeventien vertegenwoordigers van het geslacht *Ulmus* aan. Onder de niet monophage soorten zijn er voorts nog vele, die zich met iepen voeden en merkwaardig is het verder, dat — evenals bij *S. scolytus* F. — een aantal dezer insecten, naast *Ulmus*, ook sommige *Prunaceae* als voedsterplanten gebruikt, b.v. *S. aratus* BLDFD., *S. fasciatus* RTTR., *S. japonicus* CHAP., *S. mali* BECHSTEIN en *S. multistriatus* MRSH. Hiervan is alleen *S. japonicus* op *Zelkowa* gevonden. De overige tasten zelden *Zelkowa* of *Celtis* aan. Op deze genera komen specifieke soorten van het geslacht *Scolytus* voor. Op het geslacht *Morus* zijn nimmer *Scolytidae* waargenomen.

Ten aanzien van de soorten van het geslacht *Ulmus* dienden wij eerst na te gaan, of zij alle den iepenspintkevers tot voedsel kunnen dienen. Daarna kwam de vraag aan de orde, of deze soorten de spintkevers alle in even sterke mate aanlokken.

Het antwoord op de eerste vraag kon door een aantal proeven op vrij eenvoudige wijze worden verkregen. Wij kozen voor die proeven zoowel resistente, als voor de iepenziekte vatbare soorten, waarbij zoowel Europeesche, als Amerikaansche en Aziatische soorten in aanmerking kwamen. Wij onderzochten de Aziatische soorten: *U. pumila* L., *U. pumila pinnato-ramosa* HENRY, *U. parvifolia* JACQ. (*U. shirasawana*), *U. japonica* SARG., *U. Sieboldii* DAVEAU, *U. laciniata nikkoënsis* REHD., *U. Davidiana* PLANCH., *U. macrocarpa* HANCE, *U. Wilsoniana* SCHNEIDER, *U. Wallichiana* PLANCH., *U. Karagatch* en de *U. pumila*-zaalingen nrs. 1, 3 en 4; de Amerikaansche soort *U. americana* L. en de Europeesche soorten en variëteiten: *U. foliacea dampieri* REHD., *U. foliacea Wheatleyi* REHD., *U. foliacea marmorata* REHD., de *U. foliacea*-zaailingen nrs. 1, 24, 26, 27, 29, 35, 39, 40, 42, 44,

46, 47, *U. glabra* HUDSON, *U. glabra cornuta* REHD., *U. glabra fastigiata* REHD., de *U. glabra*-zaailingen nrs. 49 en 50, *U. hollandica belgica* REHD., *U. hollandica superba* REHD., *U. hollandica vegeta* REHD. en *U. laevis* PALLAS. Zij voldeden alle als voedselbron. Wij komen dan ook tot de slotsom, dat vermoedelijk alle iepensoorten in staat zijn, den spintkevers het verlangde voedsel te verschaffen.

U. Wilsoniana SCHNEIDER en *U. glabra fastigiata* REHD. reageerden op de vreterij van de kevers met een zeer sterke sapafscheiding. De overige soorten deden dit niet, of althans in veel mindere mate. Het uitvloeiende sap gist spoedig en trekt op warme dagen groote aantallen wespen en vliegen, die zich daaraan komen vergasten.

De tweede vraag, die hier boven werd gesteld, is minder gemakkelijk te beantwoorden. Uit onze proeven is gebleken, dat in het algemeen weinig verschil in aantrekkingskracht tusschen de verschillende iepensoorten bestaat. Dikwijls schijnt het, of er inderdaad verschillen aanwezig zijn, doch zij moeten maar al te vaak op rekening worden gesteld van bijzondere omstandigheden. Over dit vraagstuk is reeds een en ander medegedeeld in de jaarverslagen over 1934 en 1935. Het ligt in de bedoeling van den schrijver op dit onderwerp uitvoeriger in een afzonderlijke publicatie terug te komen.

§ 8. DE RIJPINGSVRETERIJ VAN SCOLYTUS MULTISTRIATUS MRSH.

Zijn in de literatuur de berichten over de rijpingsvreterij van *S. scolytus* F. tamelijk talrijk, over die van den kleinen iepenspintkever zijn zij uiterst schaars. Men vindt nl. slechts bij ESCHERICH. 1923, p. 494, vermeld, dat de vreterij van laatstgenoemd insect met die van den grooten spintkever overeenstemt. Wij kunnen dit niet bevestigen, want volgens onze waarnemingen zijn er belangrijke afwijkingen, die reeds eerder als volgt werden beschreven (FRANSEN, 1932, p. 200):

„De kevers boorden zich vnl. in de oksels van het jongste deel der takken in; uitwendig was slechts een kleine opening waar te nemen, welke na eenige dagen door de vorming van wondkurk bijna onzichtbaar wordt. Uit die oksels boorde de kever naar het midden van het houtlichaam van den jongen tak. Een enkele maal ook boort de kever ringvormig, vlak onder de pas gevormde kurkschors, omlaag, op een analoge wijze, als voor den grooten iepenspintkever door mij beschreven is. Hij vernielt hierbij slechts hoogst zelden deze kurklaag, zoodat uitwendig niets anders dan het ronde inboorgat waarneembaar is."

„Zeer vaak komt het voor, dat het blad, in welks oksel zich de zijtak ontwikkeld had, nog niet was afgevallen; in dat geval boort de iepenspintkever zich zoowel tusschen den hoofdtak en den zijtak, als tusschen den zijtak en het blad in; in het laatste geval ontstaat een aantasting, die lijkt op de door mij bij den grooten iepenspintkever als „type B" beschreven verwonding."

Ook vreten de kleine iepenspintkevers veel aan waterloten, zulks in tegenstelling met de groote, die in den regel 2- à 3-jarige takken verkiezen. Ofschoon in 1931 een sterke gradatie van kleine iepenspintkevers in de omgeving van *Wageningen* plaats had, werd de rijpingsvreterij vóór 1932 niet waargenomen. Dit deed ons vermoeden, dat *S. multistriatus* Mrsh., evenals *S. scolytus* F., gedurende den kouden en natten zomer van 1931 in den bast van dikke takken of stammen zou hebben gevreten. Inderdaad werden bij nader onderzoek in een sterk door *S. multistriatus* Mrsh. aangetast stammetje van *Ulmus americana* L., tusschen de moedergangen, vele grillig gevormde litteekens aangetroffen, waarbij het weefsel in de cambiale laag was weggevreten. Vermoedelijk is deze aantasting dan ook als „slecht weer vreterij" van den kleinen iepenspintkever te beschouwen, zooals het type D dit voor *S. scolytus* F. is.

Aanvankelijk was het nemen van proeven met dit insect nog moeilijker dan met *S. scolytus* F.; zoo gingen bij de veldproeven, die wij met eerst bedoelden kever aanzetten, alle dieren dood, hetgeen echter mede moet worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat hun slechts oudere iepetakken ter beschikking stonden. Eerst later leerden wij de voorkeur van dit insect voor jonge, sappige twijgen kennen en toen dan ook in 1934 een proef met *S. multistriatus* Mrsh. werd genomen, zorgden wij er voor, boomen te kiezen, waaraan het St. Janslot zich krachtig had ontwikkeld. Deze poging is inderdaad met succes bekroond, want van de 20 proeven, elk met 50 kevers, alle op 17 Juli aangezet, waren op 31 Juli d.o.v. nog 243 kevers in leven; zij hadden niet minder dan 1034 wonden gemaakt.

Bij in het laboratorium genomen proeven zijn in totaal aan de verstrekte iepetakken 72 wonden gemaakt, waarvan 57 overeen kwamen met het type A, 7 met het type B en 8 met het type C, welke wondtypen bij de behandeling van *S. scolytus* F. zijn beschreven. Het type A trad dus sterk op den voorgrond. Ook hier bleek het gebezigde takhout te weinig saprijk, zoodat, wanneer men na eenige dagen versche takken naast de aangevretene verstrekte, de ingeboorde kevers spoedig de door hen gemaakte wonden verlieten en hun vreterij aan de versche takken voort-

zetten. Zij verkiezen klaarblijkelijk zeer sappige takken, hetgeen bij *S. scolytus* F. niet werd opgemerkt.

Ten einde den duur van de rijpingsvreterij te bepalen, werd bij de verstrekte iepetakken een stuk iepestam gebracht. Dan verlaten sommige kevers reeds na 3 dagen de wonden en gaan in den stam moedergangen maken. Na 3, 7, 10 en 13 dagen deden dit bij een proef achtereenvolgens 20, 65, 85 en 100% van de levende kevers; bij een tweede proef waren na 3 dagen al 54% van de kevers daarmede bezig en na 6 dagen 88%.

Verder trok het onze aandacht, dat *S. multistriatus* MRSH. zich in 1932 vereenigde op 2 boomen van een cloon van 5 iepen, die op één rij in onzen proeftuin waren uitgeplant. Iets dergelijks werd bij de groote iepenspintkevers nooit waargenomen. Deze merkwaardigheid hield onze aandacht gaande. In 1933 en 1934 zijn, evenals in 1932, de boomen van den cloon, waarbij wij voor het eerst deze opeenhooping van spintkevers waarnamen, tot op den stam terug gesnoeid, ten einde de vorming van waterloten te bevorderen en deze boomen voor *S. multistriatus* MRSH. aantrekkelijk te doen blijven. In 1933 en 1934 werden de boomen alle bijna even sterk door de kleine iepenspintkevers aangevreten. De hoogte van deze boomen was voor alle exemplaren nagenoeg gelijk en door uitsnoeien zorgden wij er voor, dat de 5 exemplaren een ongeveer even groot aantal takken hadden, zoodat alleen de hoeveelheid oksels per boom verschilde. Berekenden wij de percentages aangetaste oksels, dan bleek ook daaruit, dat in 1933 en 1934 geen concentratie had plaats gevonden (zie tabel VII).

TABEL VII

PERCENTAGE
DOOR S. MULTISTRIATUS MRSH. AANGETASTE OKSELS
VAN EEN IEPENCLOON

(% *axils of an elm-clone attacked by S. multistriatus Mrsh.*)

Nummer (*Number*)	1	2	3	4	5
Jaar (*Year*):					
1932	0	0	64	57	0
1933	8	5	4	3	5
1934	7	4	5	3	7

Op het proefveld in *Wageningen*, waar wij in de jaren 1932 t/m 1934 de aantasting van een iepencloon bestudeerden, konden

wij van een opeenhooping van iepenspintkevers op een bepaalden boom niets merken. De aantasting was regelmatig over het veld verdeeld, zoowel wat betreft het aantal iepenspintkevers als het percentage aangetaste oksels. Van een geringere aantasting van het centrum of een vermindering daarvan in een bepaalde richting, zooals wij bij *S. scolytus* F. opmerkten, was feitelijk geen sprake (FRANSEN, 1935*d*). Ook andere proeven, die op hetzelfde proefveld werden genomen, bevestigden deze waarnemingen. Hierdoor is de in 1932 waargenomen sterke aantasting van sommige iepen door *S. multistriatus* MRSH., nog raadselachtiger geworden. Zij is dus geenszins regel, maar vormt eerder een uitzondering, hetgeen niet wegneemt, dat wij soortgelijke opeenhoopingen op bepaalde boomen bij herhaling in *de Purmer* waarnamen.

Een onderzoek nopens de vraag, of *S. multistriatus* MRSH. ook andere boomsoorten dan den iep voor zijn vreterij gebruikt, is niet ingesteld. Wel zijn proeven genomen met onderscheidene soorten van het geslacht *Ulmus*. Deze proeven wezen uit, dat alle onderzochte soorten als voedsel kunnen dienen. Wij onderzochten: *U. pumila* L., *U. pumila pinnato-ramosa* HENRY, *U. Wilsoniana* SCHNEIDER, *U. glabra fastigiata* REHD., *U. foliaceae Dampieri* REHD., *U. japonica* SARG., *U. parvifolia* JACQ. (*U. shirasawana*), *U. hollandica vegeta* REHD., *U. Davidiana* PLANCH., *U. Sieboldii* DAVEAU, *U. Americana* L., *U. hollandica belgica* REHD., *U. macrocarpa* HANCE, *U. foliacea* GILIB., nrs. 1, 24, 32 en 44.

Ook trachtten wij iets gewaar te worden over de aantrekkingskracht, die een bepaalde iepensoort oefent op de kleine iepenspintkevers. Dit vraagstuk bleek nog moeilijker te zijn, dan het voor de groote spintkevers was. Wij hebben immers gezien, dat *S. multistriatus* MRSH. zich vaak op bepaalde boomen concentreert, waardoor het maken van gevolgtrekkingen vrijwel onmogelijk wordt.

Proeven, die ten doel hadden na te gaan, of *S. multistriatus* MRSH. zich ook met andere houtsoorten dan den iep laat opkweeken, hebben wij niet genomen. KLEINE, 1935, geeft als voedsterplanten nog op: *Prunus domestica* L., *Populus tremula* L. en *Rhamnus alaternus* L.

HOOFDSTUK III

DE GENERATIES VAN DE IEPENSPINTKEVERS

Voor een doelmatige bestrijding van de iepenspintkevers is kennis van de generaties een eerste vereischte. Reeds BETREM, 1929, p. 277, vond een hernieuwd onderzoek naar het vraagstuk van de generaties van *S. scolytus* F. voor *Nederland* gewenscht. Met dit onderzoek werd in 1930 een aanvang gemaakt.

§ 1. DE OVERWINTERING VAN S. SCOLYTUS F.

Omtrent de overwintering van den grooten iepenspintkever vermelden ROBERT, 1859, p. 10, en FISHER, 1931, p. 128, dat hij niet alleen in de verschillende larve-stadia, doch ook als imago kan overblijven. Onze waarnemingen in *Nederland* konden de overwintering als imago niet bevestigen. Gedurende de jaren 1929 t/m 1935 namen wij waar, dat *S. scolytus* F. uitsluitend als jonge larve in den bast of als volgroeide larve in de poppenwieg den winter doorbrengt. Laat in het najaar uitgekomen kevers gingen alle in de wintermaanden te gronde, onverschillig of zij hun rijpingsvreterij in het najaar al dan niet hadden voltooid. Ook van een overwintering der imagines in den bodem was, zooals onze onderzoekingen aantoonden, geen sprake.

Hoewel vele larven in het najaar op het punt stonden zich te verpoppen, deed geen enkele dit. Eerst in het voorjaar, op zijn vroegst in April, ontstonden de poppen. Een overwintering als ei schijnt evenmin plaats te vinden; wij namen dit althans nimmer waar.

§ 2. HET UITVLIEGEN VAN S. SCOLYTUS F.

Omtrent het tijdstip van het uitvliegen der spintkevers en over de omstandigheden, waaronder dit geschiedt, treffen wij in de literatuur geen behoorlijk gedocumenteerde gegevens aan. Slechts FISHER, 1931, p. 128, vermeldt, dat *S. scolytus* F. in *Engeland* reeds begin Mei uitvliegt en daarmede tot einde September voort gaat. Oriënteerend onderzoek onzerzijds deed zien, dat deze kever ook in ons land van het vroege voorjaar tot laat in den herfst vliegt (FRANSEN, 1931*a*, p. 57).

Reeds vrij vroeg in het voorjaar veranderen de larven, die in de poppenwiegen overwinteren, in een pop; betrekkelijk kort daarna zijn de jonge kevers in de schors aanwezig. Zij boren zich dan nog niet onmiddellijk uit, maar wachten daarmede tot de weersomstandigheden gunstig zijn. Dit uitboren geschiedt gewoonlijk, als de temperatuur der buitenlucht ongeveer 17,5° C. bedraagt. De kevers vliegen dan meestal nog niet weg; zij blijven rondloopen over de schors, waaruit zij te voorschijn kwamen. Eerst als de temperatuur tot ongeveer 20° C stijgt, beginnen zij te vliegen. Wanneer het kouder wordt, kruipen zij in verlaten poppenwiegen terug.

Nagegaan werd, of de kevers zich wellicht aan de Zuidzijde van een iepestam eerder uitboren, dan aan den Noordkant, zooals men dit in verband met de temperatuurverschillen in den korst zou kunnen verwachten. Daartoe werd een dikke iepestam, waarin volwassen larven aanwezig waren, ingekooid en van 1 Mei tot en met 15 Juni geregeld nagezien. Inderdaad boorden de kevers zich aan de Zuidzijde het eerst uit. Die aan de Noordzijde naar buiten kwamen, liepen naar den Zuidkant en vlogen vandaar nagenoeg gelijk met die der Zuidzijde weg.

Ter analyseering van de factoren, die op het uitkomen van de iepenspintkevers van invloed zijn, hebben wij gedurende eenige jaren groote hoeveelheden schors verzameld, waarin zich volgroeide spintkeverlarven bevonden. Deze schors werd in kooien gebracht, waarin de uitvliegende kevers automatisch werden opgevangen. De inrichting dezer kooien is reeds eerder beschreven (FRANSEN, 1931*b*); in latere jaren bleef door een verbeterd ventilatie-systeem de temperatuur in de kooien dag en nacht vrijwel aan die der buitenlucht gelijk. Met behulp van deze inrichting waren wij in staat de dagelijks uitvliegende kevers te tellen. Van de vele, ons ten dienste staande gegevens zullen wij slechts de volgende vermelden:

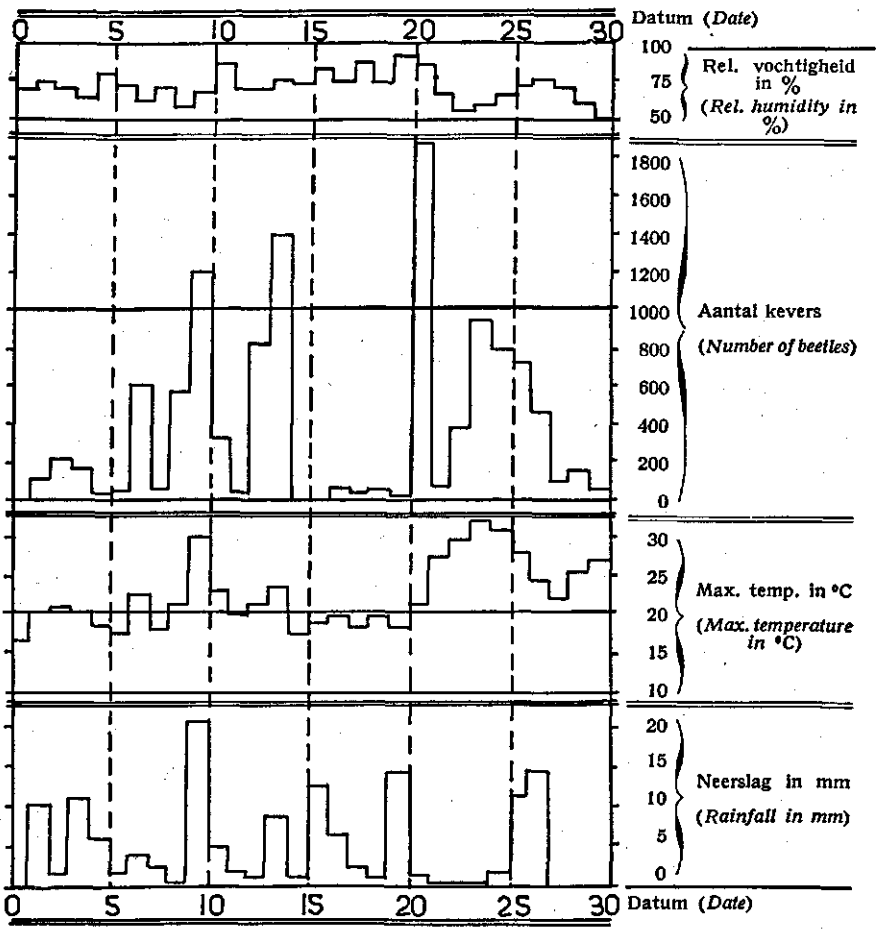
Doordat de kevers eerst bij een temperatuur van de buitenlucht van 20° C opvliegen, vingen wij ze in 't algemeen alleen in onze apparaten op dagen met een maximale luchttemperatuur van ten minste 20° C. Als voorbeeld geven wij hier grafiek II.

Op den algemeenen regel, dat de kevers eerst bij 20° C uitvliegen, komen wel eens uitzonderingen voor. Zoo zagen wij bij het onderzoek van groote partijen schors wel kevers uitvliegen op dagen met een maximale luchttemperatuur van 15° C. Van de 43.000 kevers, die tusschen 1930 en 1933 in dit onderzoek

GRAFIEK II

DE INVLOED VAN DE METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN OP DE GROOTE IEPENSPINTKEVERVLUCHTEN IN DE MAAND JUNI 1935

(*Climatic influences on elmbarkbeetle-flights in June 1935*)



waren betrokken, vloog gemiddeld per dag maar 0,3% op dagen met die maximum temperatuur uit. Op dagen met een maximale luchttemperatuur van 17° C bedroeg dit b.v. 0,4; op die met een maximum van 19° C nog maar 1,0%. Bedroeg de maximale temperatuur echter 20° C, dan steeg het percentage plotseling tot 5, terwijl het zijn hoogtepunt nl. 7,5 bereikte, wanneer het buiten 25° C werd. Waren deze maxima nog hooger dan 25° C, dan nam het percentage uitvliegende kevers weer af,

zoodat b.v. op dagen met een maximum van 30° C nog slechts 0,8% van de kevers uitvloog.

Deze vermindering moet aan twee oorzaken worden toegeschreven: In de eerste plaats zijn de kevers niet gesteld op groote warmte; zij worden boven 25° C minder actief, houden dan op met vliegen en sterven, vooral wanneer de relatieve luchtvochtigheid gering is. In de tweede plaats daalt, zooals wij dadelijk zullen zien, het aantal dagelijks uitkomende kevers gedurende een reeks van warme dagen voortdurend, onverschillig of het temperatuur-maximum verderop in die reeks toe-, dan wel afneemt.

Bij gelijktijdig verzamelde partijen schors vliegen de eerste kevers niet steeds op denzelfden dag uit. Zoo kwamen bij voorbeeld uit in *Oosterbeek* verzamelde schors op 21 April 1930 de eerste kevers te voorschijn, terwijl dit bij een in *Nijmegen* verzamelden voorraad eerst op 23 Mei gebeurde. Dergelijke verschillen — hoewel niet zoo opvallend — namen wij ook in de volgende jaren waar. Zij moeten worden toegeschreven aan verschillen in de ontwikkelingsstadia, waarin de larven overwinteren.

Wanneer de temperatuur na een periode van koud weer tot 20° C stijgt, kunnen plotseling veel kevers uitvliegen (grafiek II; 20 Juni). Vormt zulk een vliegdag het begin van een periode van warm weer, dan wordt op de volgende dagen een vermindering van het aantal per dag uitvliegende kevers waargenomen, ook al is de maximum-temperatuur op die volgende dagen hooger dan op den eersten vliegdag (grafiek II; 20 en 21 Juni). Dit laat zich als volgt verklaren: daar de jonge kevers gedurende een periode van koud weer met het uitvliegen tot een gunstig tijdstip wachten, ontstaat een cumulatie van wachtende kevers in de schors. Den eersten dag, waarop de vereischte temperatuur wordt bereikt, vliegen zij uit. Op den volgenden dag boren zich alleen nog kevers uit, die in den loop van dien eersten dag vliegvaardig zijn geworden. Een goed voorbeeld van deze eigenaardigheid vormden de twee opeenvolgende reeksen van warme dagen in het begin van Juni 1933, waarvan het cijfermateriaal in tabel VIII — zoowel voor *S. scolytus* F. als voor *S. multistriatus* Mrsh. — is vastgelegd.

Voorts ziet men vaak, dat de kevers na een onderbreking der periode van warm weer, pas uitvliegen bij een temperatuur, hooger dan 20° C. De oorzaak hiervan is duidelijk. In de

TABEL VIII

HET UITVLIEGEN VAN DE IEPENSPINTKEVERS GEDURENDE EEN TWEETAL PERIODEN VAN MOOI WEER IN 1933

(*Flights of elm-barkbeetles during two good weather-periods in* 1933)

Data (*date*)	2-6	3-6	4-6	5-6	6-6	11-6	12-6	13-6	14-6	15-6	16-6
Max. temp. v. d. lucht (° C) . (Max. temp.)	25	27	29	28	30	14	19,5	23	24	22,5	27
Aantal *S. scolytus* F. ..... (Number of *S. scolytus*)	762	736	670	672	419	0	0	1090	619	548	113
Aantal *S. multistriatus* Mrsh. (Number of *S. multistriatus*)	28	38	11	10	17	0	0	26	27	31	12

poppenwiegen zijn aan het einde van een koudere periode, die op warm weer is gevolgd, geen uitvliegvaardige kevers meer aanwezig; wel ontstaan deze in den loop van de eerste warme dagen, maar alvorens zij in staat zijn, de schors te verlaten, kan de maximale temperatuur der buitenlucht reeds boven de 20° C zijn gestegen.

De voorjaarsvluchten vinden plaats, niet slechts op dagen met een hoog nachtelijk minimum in den ochtend, doch ook op die, welke gekenmerkt zijn door een bijzonder laag nachtelijk minimum. Zoo vonden in 1930 op 23 April en 5 Mei — dagen met minima van 4 en 1.5° C — belangrijke voorjaarsvluchten plaats; in 1932 waren er groote vluchten op 29 Mei, 2, 9, 10 en 26 Juni, dagen waarop het minimum achtereenvolgens 5, 5, 5.5, 4 en 5° C bedroeg en in 1933 op 2 Juni met een minimum van 4° C. Op al deze dagen lag het minimum beneden dat der andere dagen uit dezelfde periode.

Een lage minimum-temperatuur blijkt dus geen ongunstigen invloed te oefenen op het uitvliegen. Dit behoeft ons niet te verwonderen. De temperatuur in de iepenschors ligt ten gevolge van het isoleerend vermogen van de korst boven het nachtelijk minimum, vooral op heldere dagen, als de buitenlucht snel afkoelt. Wij zullen dit nog nader zien.

Nadat de eerste kevers zijn uitgevlogen, duurt het nog geruimen tijd, — in 1932 zelfs 3 maanden — alvorens de laatste de schors verlaten; dit is het gevolg van de groote verschillen in ontwikkeling tusschen de larven in een zelfden boom. Deze verschillen hebben drieërlei oorzaak: In de eerste plaats maken de kevers hun moedergangen niet tegelijk; in de tweede plaats legt het wijfje het laatste ei ongeveer 3 weken na het eerste,

TABEL IX

HET UITVLIEGEN DER IEPENSPINTKEVERS

(Flights of the elm-barkbeetles)

Soort (*Species*)	Jaar (*Year*)	Herkomst v. d. schors (*Origin of the bark*)	1ste voor-vlucht (*First flight*)	Laatste na-vlucht (*Last flight*)	Vlieg-duur in dagen (*Duration of flights in days*)	Hoofdvluchten (*Main-flights*) Grootste (*Mostimportant*)	Hoofdvluchten (*Main-flights*) Minder belangrijke (*Less important*)	Aantal uitgekomen kevers (*Numb. of emerged beetles*)
S. scolytus F.	1930	Oosterbeek	21-4	27-6	67	23-5	3-6, 10-6	1768
		Nijmegen	23-5	6-7	44	3-6	27-5, 10-6	4019
	1931	Wageningen	28-5	13-7	46	14-6	22-6	3872
	1932	Wageningen	13-5	3-8	82	9-6	29-5, 2-6	5161
		Den Bosch	13-5	17-8	96	2-6	29-5, 11-6, 27-6	19958
	1933	Renkum	12-5	18-7	67	13-6	28-5, 2-6	8363
	1934	Den Bosch	12-5	18-7	68	30-5	24-5, 2-6, 9-6	8607
		Haarlem	20-5	9-7	51	30-5	2-6, 9-6	2061
		Wageningen	23-5	20-7	58	25-6	30-5, 2-6, 9-6	4300
	1935	Ede	2-6	15-7	44	19-6	10-6, 14-6, 22-6	11536
		Den Bosch	3-6	23-7	50	22-6	14-6, 19-6, 23-6	2155
S. multistriatus Mrsh.	1930	Oosterbeek	23-5	2-7	40	16-6		25
		Nijmegen	10-6	9-7	29	2-7	16-6, 22-6	761
	1931	Wageningen	4-6	5-7	31	4-7	1-7	82
	1932	Wageningen	28-5	30-7	63	15-6	27-6, 3-7	1684
		Den Bosch	18-5	10-8	84	13-7	12-6, 30-6	1157
	1933	Renkum	28-5	6-7	39	3-6	15-6	332
	1934	Den Bosch	9-6	20-7	41	10-7	18-6, 26-6, 30-6	585
		Haarlem	6-6	23-7	47	1-7	16-6, 7-7, 23-7	2285
		Wageningen	13-6	21-7	38	1-7	25-6, 9-7, 21-7	256
	1935	Ede	10-6	29-7	49	24-6	27-6, 13-7	117
		Den Bosch	12-6	25-7	43	10-7	24-7	117

terwijl ten slotte de ontwikkeling der larven aan den Zuidkant van een boom sneller verloopt dan aan de Noordzijde.

Naar gelang van het seizoen en van het aantal kevers, dat op een bepaalden dag uitvliegt, kan men spreken van vóór-, hoofd- en navluchten. In tabel IX zijn de data opgenomen, waarop de eerste vóór- en de laatste navlucht — alsmede enkele der belangrijkste hoofdvluchten — plaats vonden uit de onderzochte monsters.

§ 3. DE DUUR VAN DE VERSCHILLENDE STADIA VAN ONTWIKKELING VAN S. SCOLYTUS F.

De duur van de verschillende stadia van ontwikkeling is moeilijk na te gaan, omdat deze geheel in het verborgen plaats vindt. Haalt men eieren of jonge larven uit de schors, dan gaan zij meestal spoedig dood. In geopende gangen houden de kevers vrijwel steeds op met het leggen van eieren en in de weinige gevallen, dat zij er mede voortgaan, komen deze niet uit. Volgroeide larven blijven gewoonlijk in leven, als men ze uit de poppenwiegen haalt. Ook verpoppen zij zich dan nog en uit zulke poppen komen normale kevers te voorschijn. Hierdoor is het mogelijk, den duur van het popstadium bij verschillende temperaturen te bepalen. De uitkomsten van zulke proeven, in een lokaal aan de Noordzijde van het laboratorium genomen, zijn in de volgende tabel samengevat:

TABEL X

DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP DEN DUUR VAN HET POPSTADIUM

(*The influence of temperature on the duration of pupal-stage*)

Temperatuur in het lokaal (*Temp. in the locality*)			Duur van het popstadium in dagen (*Duration of the pupal-stage in days*)
Maximum (*Max.*)	Minimum (*Min.*)	Gemiddeld (*Average*)	
19,5° C	15° C	17° C	9 à 10
20,5° C	15° C	18° C	8 à 9
23° C	15° C	19° C	7 à 8
23° C	16° C	19,5° C	6 à 7
22° C	21° C	21,5° C	4 à 7

Na het ontpoppen hebben de kevers voor het „uitkleuren" nog ongeveer 48 uur noodig; eerst dan is hun chitinepantser voldoende verhard. De aanleg van de moedergangen en het leggen van de eieren neemt in het algemeen 3 weken in beslag. De keverlarven zijn na ongeveer 30 dagen volgroeid en leggen dan een poppenwieg aan. Zij vervellen gedurende hun ontwikkeling vier maal en gaan bij de laatste vervelling in het popstadium over.

Ten einde eenig inzicht te krijgen in den ontwikkelingsgang in den bast, werden op een aantal stukken van een iepestam gelijktijdig kevers ingekooid. Vervolgens werden deze onder een afdak op de Noordzijde geplaatst, om den invloed van de zonnestraling uit te sluiten. Wekelijks werd één stuk geschild om de ontwikkeling na te gaan. De uitkomsten van de proef, in 1931 genomen, zijn in tabel XI samengebracht. Zij toonen ons, dat er tusschen de kevers onderling groote individueele verschillen bestaan.

TABEL XI

DE ONTWIKKELING VAN S. SCOLYTUS IN HET VOORJAAR 1931

(*Duration of stages in the life-cycle of S. scolytus F.*)

Aantal dagen na het inbinden (*Number of days after starting experiments*)	6	13	20	27
Lengte van de moedergangen in cm (Length of the egg-tunnels in cm)				
Maximum (max.)	1	5	4,5	4,5
Minimum (min.)	0,5	0,5	1,5	3
Gemiddeld (average)	0,7	2,6	3	3,8
Aantal larvengangen aan één zijde van de moedergangen (Number of larval-mines at one side of the egg-tunnels)				
Maximum (max.)	0	0	18	33
Minimum (min.)	0	0	4	17
Gemiddeld (average)	0	0	9	22
Lengte van de larvengangen in cm (Length of the larval-mines in cm)				
Maximum (max.)	0	0	2	5
Minimum (min.)	0	0	0,5	0,5
Gemiddeld (average)	0	0	0,8	3,6
Temperatuur gedurende de periode van de proef in graden C (Temp. during the experiment period in degrees C)				
Maximum (max.)	25	25	27	28
Minimum (min.)	9,5	8,5	8	8
Max. daggem. (max. of the daily average)	19,5	19,5	21	21
Min. daggem. (min. of the daily average)	15,5	14	14	14
Wartesom in ° C (amount of warmth)	102,5	212,5	337,5	463

§ 4. DE TIJD, WAARIN EEN GENERATIE VAN S. SCOLYTUS F. ZICH ONTWIKKELT EN HET AANTAL GENERATIES VAN DIT INSECT IN ÉÉN JAAR

Aangezien de meteorologische omstandigheden grooten invloed oefenen op den ontwikkelingsduur van de iepenspintkevers, mag worden verwacht, dat de lengte van de ontwikkelingsperiode dezer insecten ook zeer ongelijk zal zijn. Ten einde over deze kwestie eenige gegevens te verzamelen, werd de volgende proef genomen: In een oude druivenkas, waarvan de ramen door ijzergaas waren vervangen en waarin de temperatuur bij benadering met die van de Zuidzijde van een houtstapel overeen kwam, werden op elk van 3 staande stukken iepestam telkens 100 kevers ingekooid, welke kevers hun rijpingsvreterij hadden voltooid. Dit inkooien van kevers vond plaats op 24 Mei, 31 Mei en 19 Juni 1930. De eerste kevers vlogen achtereenvolgens uit op 2 Juli, 2 Juli en 25 Juli d.a.v., zoodat de ontwikkeling 39, 32 en 36 dagen duurde. Bij de beide eerste proeven vlogen zij dus tegelijkertijd uit. Dit komt, doordat de 2e Juli de eerste „warme" dag na een koudere periode was. Wij kunnen aannemen, dat bij de eerste proef het uitvliegen ten gevolge van het slechte weer was vertraagd en wel omdat er reeds einde Juni uitgekleurde kevers in de poppenwiegen aanwezig waren.

Om de verschillen in de ontwikkelingssnelheid van de spintkeverlarven aan de Noord- en de Zuidzijde van een stam te bestudeeren, werden op 27 Mei en 17 Juni 1931 proeven aangezet, waarbij een aantal stammen onder een afdak op het Noorden werd geplaatst en een even groot aantal aan zonnestraling bleef blootgesteld. Ten einde de proef te vergemakkelijken, werden kevers ingehoesd, die geen rijpingsvreterij hadden verricht, aangezien reeds eerder was gebleken, dat zij deze ook in den bast der pas gevelde stammen kunnen houden. De uitkomsten volgen in tabel XII.

Zoowel van de proeven, die op 27 Mei, als van die, welke op 17 Juni waren aangezet, vlogen de eerste kevers gelijktijdig uit en wel op 22 Juli, onverschillig of de stammen al dan niet aan de zon waren blootgesteld. De 22e Juli was de eerste warme dag na een periode van slecht weer; uitgekleurde kevers waren reeds einde Juni in de poppenwiegen aanwezig.

Er was echter toch een duidelijk verschil in ontwikkelingssnelheid op te merken tusschen de kevers, die zich ontwikkeld hadden in stammen, die wèl en stammen, die niet aan de zon

TABEL XII

DE ONTWIKKELINGSDUUR VAN S. SCOLYTUS F. MET INBEGRIP VAN DE RIJPINGSVRETERIJPERIODE

(*Duration of the life-cycle of S. scolytus F. (including the feeding period)*

Datum van inhoezen (*Date of caging*)	28-5	27-5	27-5	17-6	17-6	17-6
Standplaats (*Locality*)	Z.-kant (*South-side*)	Z.-kant (*South-side*)	N.-kant (*North-side*)	Z.-kant (*South-side*)	Z.-kant (*South-side*)	N.-kant (*North-side*)
Behandeling v. d. stam (*Treatment of logs*)	Droog (*Dry*)	Dagelijks begoten (*Daily watered*)	Droog (*Dry*)	Droog (*Dry*)	Dagelijks begoten (*Daily watered*)	Droog (*Dry*)
Datum van het eerste uitkomen. (Date of first emergence)	22-7	22-7	22-7	22-7	22-7	22-7
Ontwikkelingsduur in dagen ... (Duration of life-cycle in days)	55	56	56	35	35	35
Gemiddelde temperatuur ..... (Average temperature)	16,4	16,4	16,4	16,7	16,7	16,7
Datum van de hoofdvlucht .... (Date of the main-flight)	22-7	22-7	4-8	13-8	13-8	27-8
Aantal dagen na het begin van de proef ..... (Days after beginning)	55	56	69	57	57	71
Gemiddelde temperatuur na het begin van de proef ..... (Average temp. after beginning)	16,4	16,4	16,8	17,2	17,2	16,7
Warmtesom na het begin van de proef in ° C ..... (Amount of warmth after beginning in ° C)	900,5	916,5	1157	981	981	1182,5
Aantal kevers der hoofdvlucht . (Number of beetles forming the main flight)	218	84	71	57	54	42
Maximum temperatuur op den dag van de hoofdvlucht .... (Max. temp. on the day of the main flight)	21	21	30	19	19	21

waren blootgesteld. Beschouwen wij de eerste serie proeven, dan zien wij, dat de hoofdvlucht uit door de zon beschenen stammen plaats had op den eersten dag, waarop de kevers uitvlogen; de hoofdvlucht uit de stammen, die zich in de schaduw hadden bevonden, trad eerst 10 dagen later op.

Bij de tweede serie proeven vond de hoofdvlucht uit de door de zon beschenen stammen ruim 3 weken na het uitvliegen van de eerste kevers plaats; bij de niet door de zon beschenen stammen 36 dagen later.

Er was ook eenig verschil merkbaar tusschen den ontwikkelingsduur in een drogen stam en in een, die dagelijks werd natgespoten. In den natten stam verliep de ontwikkeling het langzaamst.

Voor een aantal spintkeversoorten hebben entomologen als FUCHS, KNOCHE, e.a. nagegaan, hoe groot de som van de gemiddelde dagtemperaturen — de zgn. warmtesom — is gedurende de periode, waarin een spintkevergeneratie zich ontwikkelt. Deze som zou voor iedere soort een constante waarde hebben. Deze veronderstelling is op grond van genomen proeven voor verscheidene schorskevers onjuist gebleken. Ook voor de iepenspintkevers wisselt deze warmtesom sterk. Zoo bedroeg deze waarde gedurende de ontwikkelingsperioden van de op 24 Mei, 31 Mei en 19 Juni aangezette proeven onderscheidenlijk 670.7, 567.5 en 596.5° C. Nog grootere afwijkingen leverden de, later in het jaar genomen proeven op, waarbij warmtesommen van 1032.9 en 1058° C werden gevonden. Ook bij de in 1931 genomen proeven had de warmtesom geen constante waarde. Zulks behoeft ons trouwens niet te verwonderen; ten gevolge van de bestraling der stammen door de zon en het isoleerend vermogen van de korst wijkt de temperatuur in den iepenbast belangrijk af van die der buitenlucht. Voorts is in de som der gemiddelde dagtemperaturen ook begrepen die der periode, welke de kevers in de schors doorbrengen, alvorens uit te vliegen en wij zagen reeds eerder, dat deze tijdsduur aan sterke schommelingen onderhevig kan zijn. Zelfs al houdt men er rekening mede, dat er een „ontwikkelingnulpunt" is bij een bepaalde temperatuur, ook dan zal men zelfs geen constante waarde kunnen vinden voor de op dit punt gecorrigeerde warmtesom.

Dat overigens de weersomstandigheden grooten invloed oefenen op de ontwikkeling, blijkt wel uit de waarneming, dat in het jaar 1930 nog een 4e generatie uitvloog, terwijl het weer in 1931 zoo ongunstig was, dat de 2e generatie niet eens geheel uitkwam, doch voor een deel als larve overwinterde. In het voorjaar 1932 verliep de ontwikkeling gunstig. De eerste kevers kwamen toen op 13 Mei te voorschijn; de 2e generatie vloog reeds op 25 Juni uit, de 3e op 1 Augustus en de 4e eind October. In 1933 begon de 2e generatie op 20 Juli uit te vliegen en de 3e deed dit den 12en September; op 2 October werden dat jaar de laatste kevers in het veld waargenomen. Wij mogen wel aannemen, dat zich in *Nederland* onder normale omstandigheden per jaar 3 generaties ontwikkelen. Deze zijn niet door „kevervrije" perioden

gescheiden, maar loopen geheel en al dooreen (zie ook FRANSEN, 1931*a*, p. 51). Dit is in de eerste plaats een gevolg van de lange uitvliegperiode der overwinterende generatie in het voorjaar, maar bovendien legt een zelfde wijfje het laatste ei 3 weken later dan het eerste, terwijl eindelijk nog de ontwikkelingsduur afhankelijk is van de plaats, waar een larve zich in den bast bevindt.

§ 5. HET GENERATIE-VRAAGSTUK BIJ S. MULTISTRIATUS MRSH.

Evenals de groote overwintert de kleine iepenspintkever als larve; de overwinterende larven van *S. multistriatus* MRSH., zijn echter in den regel niet volwassen. Zij moeten zich dus in het voorjaar nog voeden, alvorens zij poppenwiegen aanleggen en in poppen veranderen. De imagines vliegen, evenals de groote iepenspintkevers, eerst uit, als de temperatuur van de buitenlucht 20° C bedraagt, hetgeen uit tabel XIII moge blijken.

TABEL XIII

DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR
OP HET UITVLIEGEN VAN S. MULTISTRIATUS MRSH.
(*The influence of temperature on the emergence of S. multistriatus Mrsh.*)

Data (*Date*)	10-6	11-6	12-6	13-6	14-6	15-6	16-6	17-6	18-6
Maximum temperatuur van de buitenlucht in ° C (Max. temp.)	19	14	19,5	23	24	22,5	27	17	18
Aantal uitgevlogen kevers (Number of emerged beetles)	0	0	0	26	27	31	12	0	0

Ook bij *S. multistriatus* MRSH. troffen wij op de groote hoeveelheid kevers, waarover wij gegevens verzamelden (± 6500 stuks), dieren aan, die reeds bij een lagere temperatuur dan 20° C vlogen. Op dagen met een maximum-temperatuur van b.v. 17° C was dit slechts gemiddeld 0,2% per dag; bij die met 19° C 0,4% en bij die met 20° C als maximum verliet 0,8% van alle kevers de schors. Eerst wanneer een maximum-temperatuur van 26° C werd bereikt vloog het hoogste percentage nl. 1,9% uit. Daarna neemt het percentage gemiddeld per dag uitvliegende kevers weer af, doch minder sterk dan bij *S. scolytus* F. Zoo was dit percentage voor dagen met het zeer hooge maximum van 31° C even groot als voor die, waarop dit 20° C bedroeg, nl. 0,8.

Het uitvliegen van *S. multistriatus* MRSH. heeft dus een regel-

matiger verloop dan bij *S. scolytus* F. De kleine iepenspintkever is zeer goed bestand tegen warmte, in tegenstelling met *S. scolytus* F.

Doordat *S. multistriatus* MRSH. later in het jaar uitkomt, is de vliegperiode minder vaak door reeksen van koude dagen onderbroken en dientengevolge neemt men een stormachtig uitkomen op de eerste warme voorjaarsdagen bij deze soort zelden waar.

Ook bij *S. multistriatus* MRSH. is getracht, door kweekproeven den ontwikkelingsduur van een generatie te bepalen.

Op 23 Juni 1931 werden 66 aangevlogen kleine iepenspintkevers ingekooid bij een zwaren iepestam, die onder een afdak op het Zuiden stond en dagelijks met een pulverisator werd bespoten. De kevers boorden zich in, doch nakomelingen kwamen dat jaar niet meer te voorschijn. Eerst in het volgende jaar kwamen zij na den 10en Juni geleidelijk uit; op 21 Juni vond de hoofdvlucht plaats. In dit geval was dus een jaar noodig geweest voor de ontwikkeling van één generatie. Onder gunstige omstandigheden kan evenwel een tweede generatie nog gedeeltelijk tot uitvliegen komen. Zoo begon in 1932 de 2e generatie reeds op 25 Juni uit te vliegen; in 1933 deed ze dit eerst op 4 September.

In ons land kunnen wij dus 1 en een enkele maal 2 generaties van den kleinen iepenspintkever per jaar verwachten. Volgens READIO, 1935 en COLLINS, 1935, ontwikkelen zich in *Amerika* in de omgeving van *New-York* 3 generaties per jaar. Laatstgenoemde onderzoeker vermeldt, dat zich onder gunstige omstandigheden in 45 tot 60 dagen een generatie volledig kan ontwikkelen. Het larve-stadium neemt dan slechts 25 tot 30 dagen in beslag.

HOOFDSTUK IV

DE EPIDEMIOLOGIE VAN DE IEPENSPINTKEVERS

De abnormaal sterke vermenigvuldiging van de iepenspintkevers gedurende de laatste jaren deed ons een onderzoek instellen naar de factoren, die hierop van invloed zijn. Wij hoopten hierdoor een basis te vinden voor een rationeele bestrijding van deze insecten.

Tot de factoren, die invloed oefenen op de vermeerdering van de iepenspintkevers, behooren:

a. het voortplantingsvermogen;
b. de weersomstandigheden;
c. de parasieten en vijanden;
d. de hoeveelheid voedsel, in een bepaald gebied aanwezig;
e. het ingrijpen van den mensch.

Een beschouwing van elk dezer factoren afzonderlijk zal ons in staat stellen, hun uitwerking in onderling verband te begrijpen.

§ 1. HET VOORTPLANTINGSVERMOGEN DER IEPENSPINTKEVERS

Uit de vele proeven, die wij in de jaren 1929 t/m 1935 namen, is gebleken, dat de wijfjes, zoowel van den grooten, als van den kleinen iepenspintkever, in haar leven slechts één enkele moedergang maken.

FISHER, 1931, bericht, dat bij zijn proeven de wijfjes van *S. scolytus* F. de moedergangen soms verlieten, om elders opnieuw een gang te maken. Wij veronderstellen, dat bij deze proeven de stammen òf uitdroogden, òf te nat werden gehouden, aangezien bij onze proefnemingen alleen onder die omstandigheden de kevers er toe konden worden gebracht, de door hen gemaakte gangen te verlaten. Zelfs indien wij de stammen omkeerden of de schors boven de gang grootendeels wegsneden, verlieten de wijfjes haar gang slechts noode.

Van een tijdelijke onderbreking der legperiode, zooals bij andere spintkevers soms kan worden waargenomen (de zgn. „Regenerationsfrass"), was blijkens onze onderzoekingen bij de iepenspintkevers geen sprake.

Uit bovenstaande opmerkingen kan de gevolgtrekking worden

gemaakt, dat het aantal eieren in een voltooide moedergang aanwezig, gelijk is aan het totaal aantal eieren, dat één spintkeverwijfje legt. Voor een onderzoek naar dit aantal, moet men er natuurlijk zeker van zijn, dat men met voltooide moedergangen te maken heeft; immers dan alleen mag men aannemen dat het wijfje al haar eieren heeft gelegd. Wij kozen voor ons onderzoek dan ook meestal gangen, waarvan de kever, die ze maakte, reeds gestorven was. Inmiddels zijn dan de eieren uitgekomen, doch in plaats daarvan, telden wij het aantal larvengangen, dat zich uit de moedergang had ontwikkeld. Dit mochten wij doen omdat het aantal onvruchtbare eieren gering is en ook de jonge larven weinig van parasieten te lijden hebben.

Voor *S. scolytus* F. wisselde het aantal eieren van 8 tot 156; in de meeste onderzochte gangen moesten 60 tot 110 eieren aanwezig zijn geweest. Bij *S. multistriatus* MRSH. kwamen ten hoogste 200 eieren voor; er waren echter ook gangen, waarin slechts 8 eieren waren gelegd. In het meerendeel der gangen varieerde het aantal eieren van 100 tot 150. Schommelingen in het aantal eieren kunnen o.a. worden toegeschreven aan parasitaire oorzaken; het is nl. gebleken, dat door nematoden geïnfecteerde kevers veel minder eieren leggen dan gezonde. Het voortplantingsvermogen is bij den kleinen iepenspintkever dus aanmerkelijk grooter dan bij den grooten. Het aantal generaties, dat zich per jaar bij laatstbedoeld insect ontwikkelt, is daarentegen bijna driemaal zoo groot als bij *S. multistriatus* MRSH.

Behalve het aantal eieren, dienen wij ook de verhouding der sexen bij deze insecten te kennen. Volgens ESCHERICH, 1923 en FISHER, 1931, zouden bij *S. scolytus* F. de mannetjes de wijfjes in getalsterkte overtreffen. Wij vonden echter bij onderzoek van een geheele generatie, dat er bij benadering evenveel mannetjes als wijfjes zijn. Wel vlogen de mannetjes eerder uit dan de wijfjes. Bij een proef vlogen op 28 Mei 148 wijfjes tegen 246 mannetjes uit, doch op 1 Juni was deze verhouding reeds 175 wijfjes tegen 217 mannetjes, terwijl zij zich op 21 Juni geheel had gewijzigd en wij 180 wijfjes tegen 65 mannetjes telden.

Bij *S. multistriatus* MRSH. voerden wij geen tellingen uit, doch aangezien deze insecten — in tegenstelling met *S. scolytus* F. — streng monogaam leven en wij steeds naast het wijfje slechts één mannetje in de moedergang aantroffen, terwijl het aantal ongepaarde mannetjes op de stammen gering was, mogen wij ook voor den kleinen spintkever aannemen, dat er bij benadering evenveel mannetjes als wijfjes voorkomen.

§ 2. DE WEERSOMSTANDIGHEDEN

Om den invloed van de temperatuur op de ontwikkeling der spintkeverlarven na te gaan, moeten wij niet alleen de temperatuur van de buitenlucht, doch ook die in den bast nauwkeurig kennen; daarin toch brengen de dieren het grootste gedeelte van hun leven door. Aan de hand van metingen der temperatuur in den bast kunnen wij het volgende mededeelen:

Op onbewolkte dagen begint, eenige uren na zonsopgang, de luchttemperatuur snel te stijgen. Die zijde van de stammen welke aan de zonnestralen is blootgesteld, wordt daardoor verwarmd; op een bepaald oogenblik zal daardoor de temperatuur in den bast die van de lucht gaan overschrijden. Aan den niet beschenen kant der stammen daarentegen blijft zij tot den avond lager dan de luchttemperatuur.

's Namiddags daalt de luchttemperatuur weer en ook de korst begint af te koelen, hoewel dit vooral aan den Zuid-Westkant, waar de zonnestralen den stam nog eenigszins verwarmen, minder snel geschiedt. Gedurende den nacht staat de korst verder warmte aan de buitenlucht af, doch in de meeste gevallen blijft de temperatuur in den bast nog eenige graden boven de minimum-temperatuur der lucht.

Bij geheel bewolkte lucht is de temperatuur in den bast overdag aan alle zijden van den stam lager dan die van de omringende lucht; er is dan geen merkbaar temperatuurverschil over den stamomtrek aanwezig.

De wind werkt slechts weinig afkoelend; op onbewolkte dagen met veel wind is de temperatuur in den bast slechts weinig lager dan op zulke dagen met windstilte.

Als voorbeeld diene tabel XIV.

In stammen met een dunne korst is de maximum-temperatuur in den bast op zonnige dagen hooger dan in die met een dikke. De afkoeling van den bast gaat in stammen met een dunne korst echter sneller. Zoo bedroeg b.v. op 30 Sept. 1930 om 8, 10, 12, 14 en 16 uur de temperatuur in den bast aan de Zuidzijde van een stam met een ongeveer 1,5 cm dikke korst 7, 5, 13, 21 en 31° C; bij een boom met een ± 0,5 cm dikke korst 6, 22, 30, 37 en 34° C. De luchttemperatuur bedroeg op bovenvermelde uren achtereenvolgens 7, 10, 14, 16 en 16° C.

In een drogen bast is de invloed van de zon grooter dan in een bast, die met water is verzadigd. Bij stammen met een dunne korst zal een verschil tusschen droog en nat echter spoedig ver-

TABEL XIV

DE INVLOED VAN DE METEOROLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN OP DE TEMPERATUUR IN DEN IEPENBAST

(Influence of weatherconditions on the temperature in the elm-bark)

Datum (*Date*)	Uur van waarneming (*Time*)	Luchttemperatuur (*Air-temperature*) op de standplaats van den stam (*on the standingplace of the log*)	Luchttemperatuur (*Air-temperature*) van de buitenlucht (*in the open air*)	Temperatuur in den bast (*Temperature in the bark*) zonzijde (*sun-side*)	Temperatuur in den bast (*Temperature in the bark*) schaduwzijde (*shady-side*)	Bewolking te Wageningen (*Amount of clouds at Wageningen*)	Windsnelheid m/sec. (*Wind m/sec.*)	Windrichting (*Direction of the wind*)
2-7-'30	7.30	25° C	22° C	23,5° C	23,5° C	nevelig (hazy)	2,2	NNO (NNE)
	8.30	27° C	25° C	23,5° C	23,5° C	betrokken (overcast)	2,4	NNW (NNW)
	14.30	33° C	24,5° C	36° C	31° C	cirrus (cirrus)	2,6	NW (NW)
20-8-'30	7	13° C	13° C	18° C	16° C	onbewolkt (clear)	3,4	ZZW (SSW)
	9	18° C	18° C	21° C	17° C	onbewolkt (clear)	4,5	ZZW (SSW)
	11	24° C	20° C	27° C	18° C	licht bew. (partly cloudy)	4,8	ZZW (SSW)
	15	23° C	21,5° C	32° C	22° C	licht bew. (partly cloudy)	3,2	Z (S)
27-8-'30	7	20° C	19° C	22° C	20° C	onbewolkt (clear)	2,7	ZZO (SSE)
	9	23° C	25° C	31° C	24° C	onbewolkt (clear)	2,9	ZZO (SSE)
	11	32° C	30° C	37° C	25° C	onbewolkt (clear)	3,2	ZZO (SSE)
	13	39° C	32° C	43° C	29° C	onbewolkt (clear)	2,9	ZO (SE)
	15	35° C	32,5° C	44° C	31° C	onbewolkt (clear)	3,4	ZO (SE)

loren gaan, doordat korst en de er onder liggende bastlagen dan snel uitdrogen. Als voorbeeld diene de meting, op 14 Aug. 1931 verricht om 8, 10 ,12 en 14 uur aan de Zuidzijde van iepestammen. De temperatuur bedroeg op de aangegeven uren 14, 23.5, 27 en 22° C in den drogen en 14.5, 20.5, 25.5 en 21° C in den natten bast. De temperatuur van de buitenlucht bedroeg op die uren 11.5, 14, 16 en 16.5° C.

Op heldere dagen in de zomermaanden is de temperatuur in den bast van liggende stammen aan de zonzijde nog hooger dan die bij staande stammen. Dit komt doordat bij hoogen zonnestand de invalshoek der zonnestralen voor liggende stammen kleiner is dan voor staande. In het najaar en in de lente is bij zonnig weer de temperatuur in den bast aan de zonzijde hooger bij staande stammen dan bij liggende. Een voorbeeld hiervan vormt de meting, verricht op 18 Febr. 1932 om 8, 10, 12, 14, 16 en 17.30 uur. De temperatuur van de buitenlucht bedroeg op die tijdstippen 1.5, 1.5, 3.5, 5, 2.5 en 1° C; in den bast aan de bovenzijde van den liggenden stam 1.5, 2, 9, 18, 8 en 5° C en aan de Zuidzijde van den staanden stam 0.5, 5.5, 13.5, 22, 14 en 10° C.

Ten gevolge van de temperatuursverschillen in den bast aan de Noord- en de Zuidzijde van een iepestam zullen in holten in den bast, die diametraal ten opzichte van den stam liggen, eveneens groote verschillen in luchtvochtigheid bestaan, te meer, daar aan de Zuidzijde bij een staanden of aan de bovenzijde bij een liggenden stam, de bast onder invloed van de zonnestraling uitdroogt, terwijl hij aan de schaduwzijde bij de staande en aan den onderkant der liggende dan soms nog met water is verzadigd. Als voorbeeld zij hier vermeld, dat in een liggenden stam op 1 Sept. 1931 om 2 uur 's namiddags bij een luchttemperatuur van 20° C aan de zonzijde de temperatuur in de holten van den bast niet minder dan 48° C bedroeg; de schors was hier geheel uitgedroogd en de luchtvochtigheid in deze holten moet dus al zeer gering zijn geweest. Het op den grond liggende gedeelte van den stam was met water verzadigd en als gevolg hiervan zal ook de lucht in de bastholten aldaar met waterdamp zijn verzadigd geweest; de temperatuur bedroeg in deze holten nauwelijks 15° C.

In hoofdstuk III is uiteengezet, dat het aantal generaties samenhangt met de klimatologische schommelingen. Hieruit volgt, dat deze schommelingen ook van groote beteekenis zijn voor het gradatievraagstuk.

Vooral de maximum-temperatuur in het voorjaar is van groot belang. Zijn er in April enkele dagen, waarop de luchttemperatuur de 20° C bereikt, dan vliegt de groote iepenspintkever uit en

kan dan met het leggen van eieren ruim een maand eerder beginnen dan in jaren, waarin deze temperatuur eerst eind Mei of begin Juni wordt geregistreerd. Als op enkele warme dagen in April een periode van koude volgt, dan zal deze de ontwikkeling van de voorjaarsgeneratie slechts weinig tegenhouden, aangezien kevers en larven ook beneden de 20° C nog actief zijn, terwijl bovendien de temperatuur in den bast ten gevolge van de insolatie hooger is dan buiten.

In jaren, dat de eerste warme dagen pas einde Mei of begin Juni vallen, ontwikkelt zich één spintkevergeneratie minder dan in jaren met vroeg voorjaarsweer. De ontwikkelingsduur van een generatie spintkevers bedraagt, zooals wij zagen, immers ongeveer een maand. Het is duidelijk, dat zich in verband hiermede in het Noorden des lands meestal één spintkevergeneratie minder zal ontwikkelen dan in het Zuidelijk gedeelte, aangezien daar, meestentijds wel reeds in April, een temperatuur van 20° C wordt bereikt.

Door den korten ontwikkelingsduur en als gevolg van het vroege uitkomen in het voorjaar, hebben de groote iepenspintkevers in ons land gelegenheid, zich sterk te vermenigvuldigen, vooral als de weersomstandigheden gunstig zijn. Voor *S. multistriatus* MRSH. geldt een en ander in mindere mate. Weliswaar is het voortplantingsvermogen van dezen kever grooter, maar zijn ontwikkelingsduur is veel langer.

§ 3. DE PARASIETEN EN ROOFVIJANDEN VAN DE IEPENSPINTKEVERS

De kennis van de levensgewoonten der vijanden en parasieten van de iepenspintkevers is onmisbaar bij de beoordeeling van hun beteekenis als bestrijders en als beperkende factor bij de vermeerdering der kevers. Hoe belangwekkend een dergelijke biologische studie ook is, een vooraanstaande plaats kon haar binnen het kader van ons onderzoek niet worden ingeruimd. Datgene, wat wij toevallig waarnamen en wat ons van belang toescheen, zullen wij in onderstaand overzicht in het kort bespreken.

1. *Schimmels (fungi)*

Beauveria bassiana (BALS) VUILL.

Deze entomophage schimmel is door Dr. C. BUISMAN (zie BUISMAN, 1935) voor het eerst vermeld als parasiet van de imagines van *S. scolytus* F. Wij zelf hadden reeds eerder spintkeverlarven aangetroffen, die door deze schimmel waren geïnfecteerd, doch

dit waren steeds larven, die door andere oorzaken waren verzwakt. Wij veronderstellen dan ook, dat *Beauveria* geen eigenlijke parasiet van de spintkevers is, maar dat deze schimmel meer als gedeeltelijk saprophytisch moet worden beschouwd. Wij hebben daarom deze schimmel niet betrokken in ons onderzoek naar de bestrijding van de iepenziekte.

Van een zending larven van *S. sulcifrons* REY, die wij door bemiddeling van Prof. GOIDANICH te *Bologna* ontvingen, gingen alle exemplaren ten gevolge van een infectie met deze schimmel te gronde. Mogelijk waren deze larven reeds door het transport verzwakt.

2. *Insecten*

a. *Hymenoptera.*

In 1930 scheen het ons toe, dat verschillende soorten sluipwespen als vijanden van de iepenspintkevers optraden; in de volgende jaren werden de meeste dezer soorten niet — of althans slechts in een zeer gering aantal — teruggevonden, zoodat zij vermoedelijk van geen belang zijn voor het in toom houden van de iepenspintkevers. Vele dezer sluipwespen waren vermoedelijk geen parasieten van den iepenspintkever, maar van een der vele andere insecten, die zich hadden ontwikkeld in de sterk aangetaste iepenschors. De sterke achteruitgang van *Pteromalus bimaculatus* R., die wij waarnamen en die reeds door RATZEBURG, 1844, p. 214, alsmede door CSIKI, 1906, en SITOWSKI, 1930, als een belangrijke parasiet van *S. scolytus* F. werd beschouwd, kunnen wij niet verklaren.

Coeloides scolyticida WESM. is naar onze meening de belangrijkste parasiet der spintkevers. Verschillende onderzoekers (WESMAEL, 1837; RATZEBURG, 1844/1852; GUÉRIN MÉNEVILLE, 1846; WTTEWAAL, 1864; TASCHENBERG, 1874; SITOWSKI, 1930; BETREM, 1929) hebben dan ook reeds de aandacht op deze parasiet gevestigd en ook wij deelden er al een en ander over mede (FRANSEN, 1931*a* en *b*, 1935*a*).

Coeloides parasiteert bij voorkeur de iepenspintkeverlarven, die zich onder dunne korstlagen bevinden. Zij zal dus voornamelijk die larven uitkiezen, welke zich ontwikkelen in de toppen en de dunnere takken van de iepen. Daardoor wordt soms de indruk gevestigd, dat zij een voorkeur heeft voor *S. multistriatus* MRSH. Ingevolge het Koninklijk Besluit van 14 Sept. 1935, Stbl. 572, behoort slechts het iepenhout met een diameter van 7 cm en meer te worden ontschorst; het dunne tak- en tophout valt

dus buiten dit voorschrift. De bestrijding van de in dit dunnere hout aanwezige spintkevers wordt aan de natuurlijke vijanden overgelaten. Daardoor heeft *Coeloides* toch een zekere beteekenis.

Zeer merkwaardig is de verspreiding van *Coeloides* in ons land. In een monster iepenschors, in het voorjaar van 1930 te *Wageningen* verzameld, was ongeveer 90% der iepenspintkeverlarven door deze sluipwesp aangetast. Ook in 1932 waren deze parasieten aldaar talrijk; op enkele vangstammen vlogen in een bepaalde periode 665 sluipwespen aan tegen slechts 278 spintkevers. In 1933 kwamen te zelfder plaatse tusschen 17 Juli en 23 September 860 sluipwespen aanvliegen en slechts 427 spintkevers. In 1934 parasiteerde *Coeloides* in *Ede* een groot aantal larven van iepenspintkevers; op de *Veluwe* in het plaatsje *Stroe* troffen wij vele van deze parasieten aan in enkele iepen, die geheel afgezonderd nabij de zandverstuivingen stonden.

In andere streken van ons land kwam de parasiet daarentegen in het geheel niet, of nagenoeg niet, voor. Uit 5 m^3 iepenschors, in het voorjaar van 1932 langs den *Zuid-Willemsvaart* verzameld, kwamen slechts 2 van deze sluipwespen te voorschijn tegen 21115 kevers en ook in de volgende jaren werden zij op de genoemde plaats hoogst zelden aangetroffen. Voorts ontbrak *Coeloides* geheel in schors, die verzameld was in *Nijmegen* (1930), in *de Purmer* (1932), in *'s-Hertogenbosch* (1933 en 1934) en in *Haarlem* (1932 t/m 1935). Te *Doorwerth* kwam deze sluipwesp slechts in een klein aantal voor.

Deze afwezigheid op sommige plaatsen laat zich verklaren uit de neiging van dit insect zich zonder noodzaak slechts weinig te verplaatsen. In 1930 waren bij enkele boomen in het laantje aan den voet van den *Grebbeberg* de spintkeverlarven voor een groot gedeelte door deze parasieten aangetast. Zij ontbraken soms geheel in onmiddellijk daar naast staande iepen, waarin toch talrijke spintkeverlarven voorkwamen. In den loop van 1931 en 1932 verbreidde de parasiet zich in dit laantje langzaam van boom tot boom. Waar zij hier echter voorkwam, was het parasiteerings-percentage hoog.

De getalsverhouding van de sexen bij *Coeloides* geeft aanleiding tot eenige opmerkingen. In 1930 was in *Wageningen* bij de voorjaarsgeneratie de verhouding van wijfjes tot mannetjes 0.4, bij de zomergeneratie 0.9. In het voorjaar van 1931 daalde dit cijfer tot 0.11, terwijl het in de lente van 1932 1.4 en in het voorjaar van 1933 1.2 bedroeg. Men zou deze schommeling als

volgt kunnen verklaren: Gedurende slecht weer blijft de paring achterwege en uit de onbevruchte eieren ontstaan langs parthenogenetischen weg mannetjes. Bij gunstig weer worden de wijfjes bevrucht en dan ontwikkelen zich uit bevruchte eieren wijfjes. Slechts door experimenteel onderzoek zal dit vraagstuk kunnen worden opgelost.

De sluipwespen zijn bij een betrekkelijk lage temperatuur actief. Reeds bij 14° C gaat *Coeloides* vliegen, doch zij doet dit voornamelijk bij een temperatuur van 18° C en hooger. Zoo vlogen op een aantal iepestammen, die in den tuin van „Hinkeloord" te *Wageningen* lagen, op dagen met temperatuur-maxima van b.v. 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 en 30° C achtereenvolgens gemiddeld per dag aan 0.1, 0.4, 0.8, 0.9, 1.5, 2.0, 1.0, 1.4 en 0.7% van het totaal aantal sluipwespen. Het dier vliegt dus bij een lagere temperatuur dan de spintkever.

Het vraagstuk der generaties is bij *Coeloides* niet geheel opgelost, doch het staat vast, dat deze sluipwesp meer dan één generatie per jaar heeft. Zoo vloog b.v. reeds op 16 Juli 1930 de tweede generatie uit. Op 16 Juni 1931 werden sluipwespen bij iepestammen met spintkeverlarven geplaatst. Deze stammen stonden onder een afdak aan de Noordzijde, maar toch kwamen de eerste mannetjes van de volgende generatie sluipwespen reeds op 12 Juli uit. Onder deze niet zeer gunstige omstandigheden ontwikkelde zich dus een generatie in 26 dagen. Dagelijksche waarnemingen in 1930 en 1932 verricht, toonden aan, dat de mannetjes eerder uitkomen en korter leven dan de wijfjes.

De levensduur der parasieten bedroeg, wanneer zij in het laboratorium onder omgekeerde drinkglazen werden bewaard en met honigwater gevoed, voor de wijfjes ten hoogste 115, ten minste 30 en gemiddeld 74 dagen; voor de mannetjes maximaal 67, minimaal 22 en gemiddeld 42 dagen. De levensduur was bij de veldproeven aanmerkelijk korter, nl. 10 tot 17 dagen voor beide sexen. In dezen tijd konden de dieren paren en de wijfjes haar eieren leggen.

De ontwikkelingsduur van *Coeloides* is kort; het door haar teweeg gebrachte parasiteerings-percentage is hoog en aangezien zij ook bij lage temperatuur actief is, komt deze sluipwesp in aanmerking voor de biotische bestrijding van de iepenspintkevers.

b. *Coleoptera.*

Een aantal soorten van de *Carabidae* en de *Staphylinidae* hebben wij in de verlaten moedergangen aangetroffen; zijzelf, noch haar larven vonden wij in de larvengangen of poppenwiegen van de iepenspintkevers. Als verdelgsters van de iepenspintkevers hebben zij vermoedelijk geen groote beteekenis.

In het in de larvengangen aanwezige boormeel namen wij bij herhaling larven van *Elateridae* waar; het is echter niet met zekerheid bekend, of zij spintkeverlarven aanvallen. Aangezien zij meestal in reeds verlaten gangen voorkwamen, is het waarschijnlijk, dat zij zich met afvalstoffen voeden. Zij waren in vergelijking met de spintkeverlarven in zulk een gering aantal aanwezig, dat zij als vijanden van de spintkevers geen groote beteekenis kunnen hebben gehad. Ook van enkele *Nitidulidae*, o.a. *Soronia punctatissima*, die in den iepenbast voorkomen, kan hetzelfde worden gezegd. *Thanasimus* (*Clerus*) *formicarius* LATR. den bekenden spintkeververdelger, vonden wij — hoewel niet talrijk — onder *Doorwerth*. Sinds de biologie van dit insect, dank zij het onderzoek van *Eckstein*, 1921, beter bekend is, staat het vast, dat ook dit dier bij de beteugeling van de iepenspintkevers weinig gewicht in de schaal legt.

Hypophloeus bicolor F., een voor zeldzaam gehouden *Tenebrionide*, troffen wij algemeen in de aangetaste iepenschors aan. Vele onderzoekers beschouwen de larven van de tot dit geslacht behoorende soorten als roofsters van schorskeverlarven (LAIDLAW, 1932; PERRIS, 1852/'62; STEBBING, 1914; ESCHERICH, 1923; KLEINE, 1909; GUSEV, 1928; HOPKINS, 1893; PACHARD, 1890). Het gelukte ons evenwel niet *H. bicolor* F. met spintkeverlarven op te kweeken; wel met sterk beschimmelde schors. Vermoedelijk voedt ook deze soort zich met mycelium, zooals STRUBLE, 1930, dat voor *H. substriatus* LEC. aantoonde. De imagines van *H. bicolor* F. overwinteren bij paren in de verlaten gangen van de iepenspintkevers, welke gangen zij voor dit doel iets verder uitknagen.

c. *Diptera.*

In de iepenspintkevergangen namen wij verschillende soorten *Diptera*-larven waar. In petri-schalen gebracht, boorden zij de daarin aanwezige spintkeverlarven niet aan, zoodat zij naar alle waarschijnlijkheid geen verdelgers van zulke larven zijn.

d. *Neuroptera.*

In iepenschors, die in de omgeving van *Doorwerth* was verzameld, vonden wij in 1930 enkele larven van een *Rhaphidia-*

soort. Uit deze schors kwamen in het volgende jaar nog 2 imagines daarvan te voorschijn. Dit insect is echter zoo zeldzaam, dat wij het verder als beperkende factor voor de spintkeverplaag buiten beschouwing kunnen laten.

3. *Nematodes*

In en op larven en poppen van iepenspintkevers troffen wij soms nematoden aan. Het bleken te zijn: *Cylindrogaster ulmi* GOODEY, *Rhabditis octopleura* STEINER, *Rhabditolaimus Schuurmansi* FUCHS, *Rhabditolaimus Leuckarti* FUCHS, eenige *Cephaloben, Oncholaimus*-soorten, alsmede een soort, die vermoedelijk tot een nieuw geslacht behoort, dat verwant is aan *Rhabditolaimus*. De heeren Dr. J. H. SCHUURMANS STEKHOVEN, Dr. PROSPER BOVIEN en Dr. J. N. OLDHAM, waren zoo vriendelijk, de determinaties te willen verrichten.

De biologie van deze nematoden is veelal nog onvoldoende bekend; wij weten dan ook niet met zekerheid, welke van de genoemde soorten parasitair zijn. In grooten getale kwamen zij slechts voor bij larven, die hadden overwinterd, alsmede bij larven, die zich in „gewaterde" stammen hadden ontwikkeld. In beide gevallen is de ontwikkelingsduur van de larven langer dan normaal en misschien hebben daardoor verschillende generaties van nematoden zich in deze larven kunnen ontwikkelen.

Volgens FUCHS, 1915, p. 191, is *Rhabditolaimus Leuckarti* FUCHS een woningsymbiont van *Hylobius abietis* L. Onder de dekschilden van dezen kever heeft zij een „Dauerstadium". In April 1930 troffen wij deze nematode talrijk aan in den darm en in de speekselklieren van larven van *S. scolytus* F. Van de in 1930 in *Oosterbeek* verzamelde larven was 86% met deze nematode besmet; van de in *Nijmegen* verzamelde maar 20%. Verpopten de besmette larven zich, dan geleken de poppen soms beschimmeld, doordat de nematoden de poppen geheel overdekten.

Ten einde den invloed van dezen worm op de sterfte onder de larven en de poppen van *S. scolytus* F. na te gaan, werden besmette en onbesmette larven afzonderlijk ter verpopping in embryoblokjes of petri-schalen gebracht. De uitkomsten van deze proef zijn in tabel XV vereenigd.

Van de niet geïnfecteerde larven ging 30%, van de geïnfecteerde 53% te gronde. *Rhabditolaimus Leuckarti* FUCHS kan dus blijkbaar min of meer parasitair optreden. Op de kevers, die zich uit de geïnfecteerde larven ontwikkelden, werden de nematoden nog

TABEL XV

DE INVLOED VAN RHABDITOLAIMUS LEUCKARTI FUCHS OP DE STERFTE ONDER DE LARVEN EN POPPEN VAN S. SCOLYTUS F.

(*The influence of Rhabditolaimus Leuckarti Fuchs on the mortality of the larvae and pupae of S. scolytus F.*)

Herkomst (*Origin*)	Aantal larven (*Number of larvae*)	Verpopt (*Pupated*)	Ontpopt (*Emerged*)	Dood als larf (*Dead larvae*)	Dood als pop (*Dead papae*)	Totaal dood (*Total dead*)
Met nematoden (*With nematodes*)						
Oosterbeek . .	30	19	9	11	10	21
Nijmegen . . .	32	22	20	10	2	12
Totaal	62	41	29	21	12	33
Zonder nematoden (*Without nematodes*)						
Oosterbeek . .	5	5	3	0	2	2
Nijmegen . . .	86	75	60	11	15	26
Totaal	91	80	63	11	17	28

aangetroffen; bij nakomelingen van deze kevers werden zij echter op de larve, noch op den kever teruggevonden. Behalve *Rhabditolaimus Leuckarti* FUCHS kan waarschijnlijk ook *R. Schuurmansi* FUCHS als parasiet in spintkevers voorkomen. Deze *Nematoden* zijn dus van beteekenis voor de afneming van een spintkeverplaag. In de wintermaanden en gedurende natte en koude zomers worden vele larven door deze parasieten gedood. Vaak schrijft men ten onrechte deze sterfte uitsluitend toe aan de klimatologische omstandigheden.

Vele nematoden veroorzaken geheele of gedeeltelijke steriliteit bij de daarmede besmette wijfjeskevers en wij vermoeden — hoewel wij niet in de gelegenheid waren dit op grond van onderzoekingen aannemelijk te maken — dat dit ook bij de iepenspintkevers het geval is. Wij meenen althans het geringe aantal eieren in sommige moedergangen aan infecties met aaltjes te mogen toeschrijven. Ook daardoor zijn de nematoden van groote beteekenis voor het vraagstuk van de iepenspintkevergradatie.

Met deze steriliteitskwestie hangt de verlengde duur van de rijpingsvreterij der met nematoden geïnfecteerde kevers ten

nauwste samen. Doordat de eieren in zulke besmette kevers niet rijp worden, blijven deze laatste voort gaan met vreten. Wij namen dit waar bij groote iepenspintkevers, die zich hadden ontwikkeld uit larven besmet met *R. Leuckarti* FUCHS. Hoe belangrijk de nematoden ook zijn, voor de spintkeverbestrijding zijn zij niet te gebruiken.

4. *Acari*

Veelvuldig zijn de spintkevers met mijten bezet. De biologie van deze mijten is echter onvoldoende bekend. Wij troffen de volgende soorten aan:

Trichoribates trimaculatus C. L. KOCH, *Pelops planicornis* SCHRANK, *Gamisia bicarinata* C. L. KOCH, *Tyrophagus dimidiatus* HERM., *Pseudotarsonemoides innumerabilis* VITZTHUM, voorts twee nieuwe soorten, door Dr A. C. OUDEMANS — die de determinaties verrichtte — genoemd: *Pediculoides scolyti* en *Caenocheyletus Franseni*.

5. *Aves*

Onder de vogels nemen de spechten als verdelgers van spintkeverlarven en -poppen de belangrijkste plaats in. Reeds in 1930 en 1931 vestigden wij hierop de aandacht. De specht moet tot de belangrijkste natuurlijke vijanden van de iepenspintkevers worden gerekend. Andere insecten-etende vogels, zooals meezen, boomklevers, roodborstjes, enz., zijn van veel minder beteekenis. Zij verrichten nuttig werk op plaatsen, waar iepenstammen worden geschild, door de aldaar op den grond vallende larven op te pikken.

Uit hetgeen wij over de vijanden van onze iepenspintkeversoorten te weten zijn gekomen, blijkt, dat de mogelijkheden voor een biotische bestrijding niet zeer groot zijn. Sluipwespen en spechten zullen onder bepaalde omstandigheden een groot aantal spintkevers kunnen vernietigen, maar dit aantal zal toch nooit zóó groot zijn, dat bepaalde bestrijdingsmaatregelen overbodig worden.

§ 4. DE HOEVEELHEID VOEDSEL, IN EEN BEPAALD GEBIED AANWEZIG

Van overwegende beteekenis voor de massavermeerdering van de iepenspintkevers is de hoeveelheid beschikbaar voedsel. Onze proeven toonden aan, dat deze insecten zeer kieskeurig zijn wat

betreft de geaardheid van hun voedsel; alleen in gestorven, of althans bijna doode boomen kunnen zij hun moedergangen aanleggen; gevelde stammen daarentegen zijn niet altijd daartoe geschikt. Velt men een boom in de wintermaanden, dan is de stam nog zoo levenskrachtig en bevat nog zooveel vocht en reservestoffen, dat in het voorjaar niet alleen de slapende knoppen uitloopen, maar zelfs nog geheele takken kunnen worden gevormd. In dat geval is de boom niet dadelijk na het vellen als broedplaats geschikt. In den voorzomer gevelde iepen daarentegen verliezen spoedig veel water en het hout, dat dan tevens minder reservestoffen bevat, sterft sneller af. De spintkevers kunnen in zulke stammen reeds hun gangen graven op den dag, waarop de boom wordt gekapt.

Boomen, die ten gevolge van aantasting door de iepenziekte snel afsterven, zijn bijzonder geschikt voor den aanleg van moedergangen; iepen, die door deze ziekte wegkwijnen, echter nog niet.

De zwaarte van de stammen is ook van belang. Bij velling in voorjaar en zomer worden zeer dikke stammen spoediger aangetast dan dunne. In dikke schorslagen toch behoeven de kevers voor het maken van de moedergang niet in het nog levende, sapafscheidende cambium te boren. Voorts drogen zware stammen slechts langzaam uit, zoodat zij na velling in het voorjaar of in den zomer ook over een langere periode aantrekkelijk blijven dan de lichtere exemplaren. Bij velling in den winter worden de zware stammen echter bijzonder laat in den volgenden zomer aangetast, doordat het zeer lang duurt, voor zulk een dikke stam ver genoeg is afgestorven.

Iepestammen, die lang geleden zijn geveld, verliezen hun aantrekkelijkheid voor de kevers geheel en al. Ook uitdrogen doet de aantrekkelijkheid verloren gaan. Stammen, die gedurende 5 à 6 maanden op een zolder hadden gelegen, werden, buiten gebracht, niet meer aangetast. Eenmaal uitgedroogde bast herkrijgt, zelfs al wordt hij met water verzadigd, nimmer het vermogen, spintkevers te trekken.

De wijze van opslaan van iepenhout heeft eveneens invloed op de aantasting door spintkevers. Zij tasten in hoofdzaak de buitenste stammen van een houtstapel aan. In het midden van den stapel en in de onderste lagen heerscht een grootere luchtvochtigheid; de stammen drogen daar niet zoo snel uit als in de buitenste lagen en zulke „versche" stammen worden vermeden voor den aanleg van moedergangen.

De sterkere aantasting in de buitenste lagen mag men niet toeschrijven aan een grootere kans om te worden besmet. Dit

volgt uit regelmatige verdeeling der weinige moedergangen over de stammen in het binnenste van den stapel gelegen. Was de geringere aantasting in het centrum een gevolg van de beschermende werking der buitenste lagen, dan zou men daar de moedergangen uitsluitend aan de beide uiteinden der stammen moeten vinden.

Aan de schaduwzijde van een houtstapel bevinden zich de meeste moedergangen. Aan de zonzijde ontbreken zij niet, doch daar zijn de stammen toch opvallend minder sterk aangetast. Vermoedelijk droogt de aan de zonnestralen blootgestelde schors te snel uit, waardoor zij voor den aanleg van moedergangen al spoedig ongeschikt wordt. Wij konden een en ander herhaaldelijk waarnemen bij houtstapels in *Wageningen*, *Renkum*, *Nijmegen*, *Haarlem*, *Goes*, *Den Bosch*.

Groote en kleine iepenspintkevers kunnen hun moedergangen zoowel in dunne takken als in zeer oude stammen maken. *S. multistriatus* Mrsh. heeft een voorliefde voor het dunne top- en takhout, terwijl *S. scolytus* F. de zware stammen uitkiest. Zoo lagen in den zomer van 1933 dikke en dunne iepestammen naast elkander. In de dunne, ongeveer 30 cm dikke stammen maakten per 10 m² schorsoppervlak gemiddeld 129 groote en 512 kleine iepenspintkevers een moedergang; in de 2 maal dikkere stammen deden zulks 376 groote en 30 kleine iepenspintkevers.

§ 5. HET INGRIJPEN VAN DEN MENSCH

In de vorige paragrafen bespraken wij de verschillende biotische en abiotische factoren, die samen het verloop van een spintkeverepidemie in een bepaalde streek bepalen. Tevens deden wij daarbij uitkomen, dat daar, waar doode of stervende iepen ontbreken, een gradatie ook niet te verwachten is. Ten gevolge van de iepenziekte sterven de boomen en aldus ontstaat er voor de spintkeverlarven nieuw voedsel. Doordat de spintkevers de iepenziekte verspreiden, ondersteunen spintkevers en iepenziekte elkander in het vernietigen van de olmen. De biocoenose van spintkevers, *C. ulmi* en den iepenopstand bevindt zich op het oogenblik niet in evenwicht; aan zich zelf overgelaten zal het evenwicht eerst dan kunnen herstellen, wanneer een groot deel van onze iepenopstanden is afgestorven. Door gebrek aan voedsel zal dan paal en perk worden gesteld aan de vermeerdering van de iepenspintkevers en daarmede aan de verspreiding van *C. ulmi*.

Op de wettelijke bepalingen, die hier te lande zijn getroffen ter bestrijding van de iepenziekte, behoeft hier niet nader te worden ingegaan. Verwezen zij naar het Koninklijk Besluit van 14 Sept. 1935, Stbl. nr 572, hetwelk als bijlage aan deze verhandeling is toegevoegd. Voorts zij herinnerd aan de talrijke publicaties van het Iepenziekte-Comité, waarin de wijze van bestrijding en de uitkomsten van dit werk jaar voor jaar zijn opgeteekend. Slechts op het volgende moge nog de aandacht worden gevestigd:

Getracht wordt, aan de snelle uitbreiding van de iepenziekte paal en perk te stellen door de iepenspintkeverbevolking te doen verminderen. Deze kevers worden rechtstreeks bestreden door de schors, waarin zich larven bevinden, te doen verbranden. Voorts wordt den kevers de broedgelegenheid ontnomen door de aan de iepenziekte lijdende boomen te doen vellen en de schors daarvan onschadelijk te doen maken, alsmede door het verbod om in die gedeelten van het land, waar zich nog belangrijke iepenopstanden bevinden, tusschen 1 April en 1 October ongeschild iepenhout te laten liggen, opgestapeld te houden of te vervoeren. Dit verbod heeft niet betrekking op hout, dat onder water ligt, noch op hout, met een doorsnede kleiner dan 7 cm.

Het behoeft geen betoog, dat deze maatregelen slechts dan resultaat kunnen hebben, indien de voorschriften overal stipt worden nagekomen, waarvoor de medewerking van alle betrokkenen noodig is. Tevens is het gewenscht, dat met het oog op de snelle vermeerdering van den kleinen iepensprintkever, ook het tophout in de bestrijdingsmaatregelen wordt betrokken.

HOOFDSTUK V

BESTRIJDING VAN DE IEPENZIEKTE

Wij zagen in het vorige hoofdstuk, dat bestrijding van de iepenziekte noodzakelijk is, wijl van een „laten uitzieken" het verdwijnen van een groot deel onzer iepen het gevolg zou zijn. Op welke wijze deze bestrijding mogelijk is, wordt in de volgende paragrafen besproken.

§ 1. HET BESTRIJDEN VAN DE SCHIMMEL

Wij kunnen over deze bestrijdingswijze kort zijn: Alle pogingen, door injectie met bepaalde stoffen de schimmel in het hout te dooden, hebben gefaald. Evenmin is het mogelijk gebleken, den iep bepaalde stoffen uit den grond te doen opnemen, die hem resistent tegen de iepenziekte maken. LEDEBOER, 1934, heeft zelfs aangetoond, dat de meeste fungiciden eerst schadelijk voor *C. ulmi* zijn in een concentratie, die ook voor de iepen doodelijk is.

De invloed van de grondsoort, den stand van het grondwater en de bemesting zijn niet zoo groot, dat wij daarin op grond van onze huidige kennis mogelijkheden zien voor de bestrijding.

Ten slotte zij nog gewezen op sterk insnoeien van door *C. ulmi* aangetaste iepen als bestrijdingswijze. Dit middel kan slechts dan resultaat opleveren, indien de infectie nog niet in den stam is doorgedrongen, dus als men met de aangetaste takken de schimmel nog uit den boom kan verwijderen. Sterk gesnoeide boomen vormen echter veel waterloten en worden dan ook bij voorkeur door den kleinen iepenspintkever bezocht. Slechts daar, waar deze kever weinig voorkomt, kan men van het insnoeien eenig resultaat verwachten.

§ 2. HET BESCHERMEN VAN IEPEN TEGEN DE RIJPINGSVRETERIJ

Deze bescherming kan men beproeven door:

a. *Het bespuiten met insecticiden.*

In den namiddag van 23 Mei 1930 werd een iep in den tuin van het laboratorium voor Entomologie te *Wageningen* bespoten

met Bordeauxsche pap waaronder 2‰ loodarsenaat was gemengd. Deze bespuiting werd eenige malen achtereen herhaald, zoodat de boom met een dikke laag vergif was bedekt. Zoowel op dezen boom als op een onbehandelden iep hoesden wij nog denzelfden avond mannetjes en wijfjes van *S. scolytus* F. afzonderlijk in. Zeven dagen later waren op den bespoten boom 58% van de mannetjes en 34% van de wijfjes gestorven. Op het onbespoten exemplaar bedroeg de sterfte zoowel bij de mannetjes, als bij de wijfjes 38%. Merkwaardig was het, dat de kevers aan de bespoten takken even sterk hadden gevreten als aan de onbespotene. De kevers kunnen de buitenste bastlagen met het arsenicum losknagen, zonder zich daarmede te voeden, zoodat het vergif niet in hun maagdarmstelsel terecht komt en zij derhalve ook niet worden vergiftigd.

In 1932 bespoten wij 3 rijen jonge iepen gedurende de vliegperiode van de spintkevers, drie maal met loodarsenaat (15 g op 1 liter water). Deze bespuitingen werden in de jaren 1932 t/m 1934 herhaald. Eveneens deden wij dit met Parijsch groen (1 g per liter 10 procentig kalkwater). De bespoten boomen waren onderling door een dubbele rij niet bespoten iepen gescheiden. Maandelijksche tellingen van de wonden afkomstig van rijpingsvreterij, deden zien, dat de spintkevers de bespoten boomen niet in het minst sparen (zie verder ook FRANSEN, 1935*a*).

b. *Het bestuiven met insecticiden.*

Veldproeven zijn niet met stuifpoeders genomen; slechts is laboratorium-onderzoek met derrispoeder verricht. Kevers, die hun rijpingsvreterij hadden voltooid, werden bestoven met een derrispoeder (rotenongehalte 1%) en vervolgens weer schoon geblazen. Binnen 15 uur waren ze alle gestorven, ook wanneer zij na de bestuiving op een koele plaats (bij 10° C) werden bewaard. De normale sterfte bedroeg bij onbestoven kevers onder laatstgenoemde omstandigheden slechts 2 tot 5%.

Of derrispoeders en ook andere verstuifbare contactvergiften waarde hebben voor de spintkeverbestrijding, dient nader te worden onderzocht.

c. *Het inkooien van de iepen.*

Deze methode kan natuurlijk alleen voor betrekkelijk kleine boomen toepassing vinden. Wij gebruikten bij onze proeven houten kooien met ijzergaas of kaasdoek bekleed. Aangezien de kevers niet door kaasdoek boren, konden wij in sommige gevallen ook volstaan door een kaasdoekhoes over den boom te trekken.

d. *Indirecte bescherming van de iepen.*

Onder de indirecte maatregelen noemen wij het planten in nauw verband; op lateren leeftijd kan men de beplanting dan dunnen. Het aantal infecties per boom zal daardoor in de eerste jaren worden verminderd, doordat de kevers zich over de boomen verdeelen.

Ook kan men tusschen de te beschermen boomen soorten planten, die de spintkevers als het ware lokken; deze houden dan voornamelijk in die lokboomen hun vreterij en de te beschermen boomen blijven gespaard. Als lokboom is *Ulmus pumila* L. zeer geschikt, omdat hij voor de iepenziekte ongevoelig is en van infectie met *C. ulmi* dus niet te lijden heeft (FRANSEN, 1935*a*).

Boomen, die temidden van een gesloten iepenopstand staan, worden bijna niet aangetast. In kweekerijen kan men kostbare soorten beschermen door ze te planten tusschen heggen van *U. pumila* L. en gekandelaberde exemplaren van *U. foliacea Wheatleyi* REHD.

§ 3. DE RECHTSTREEKSCHE BESTRIJDING VAN DE IEPENSPINTKEVERS

Aangezien de iepenspintkevers de overbrengers van de iepenziekte zijn, zal de beteugeling van deze ziekte in de bestrijding van de spintkevers moeten worden gezocht. De verschillende bestrijdingswijzen, welke wij hebben onderzocht, zullen hieronder worden besproken.

a. *Het opruimen van stammen en takken, aangetast door spintkeverlarven.*

In stammen en takken aanwezige larven en poppen moeten worden gedood, alvorens zij zich tot kevers kunnen ontwikkelen. Verschillende methoden zijn daartoe beproefd.

1. *Begraven.*

In 1930 genomen proeven deden zien, dat volgroeide larven in den iepenbast aanwezig, zich zelfs onder een 40 cm dikke, natte zandlaag tot kevers kunnen ontwikkelen. Voor de jonge kevers vormt zulk een dikke laag grond geen beletsel om zich naar buiten te werken. Aangezien de belangrijkste spintkever-parasieten reeds door een 10 cm dikke laag zandgrond worden tegengehouden, moeten wij het begraven van door spintkevers aangetaste schors als bestrijdingsmiddel ontraden (zie FRANSEN, 1931*a* en *b*).

2. *Fumigeeren.*

Indien onder tentzeil opgeslagen iepestammen, met zwavelkoolstof of cyanogas worden behandeld, sterven de in de schors aanwezige larven niet. Zelfs kwamen nog kevers uit tijdens de behandeling. Zij ondervinden dus klaarblijkelijk in het geheel geen nadeel van het onder het zeil aanwezige gas (zie ook FRANSEN, 1931*a* en *b*).

3. *Onder water houden.*

Oriënteerend onderzoek, in 1930 verricht (FRANSEN, 1931*a*), deed zien, dat — zooals kon worden verwacht — de ontwikkeling van de spintkeverlarven in de boven water uitstekende stamgedeelten ongestoord voortgaat. De larven in de onder water gedompelde gedeelten van de stammen ondervinden slechts weinig nadeel daarvan.

In 1931 namen wij proeven met geheel ondergedompelde stammen. Wij brachten 20 stammen, die alle op denzelfden dag door *S. scolytus* F. waren aangetast, in series van 4, met tusschenpoozen van 10 dagen te water. Met de eerste serie geschiedde zulks 10 dagen, met de tweede 20 dagen, enz., nadat de kevers zich hadden ingeboord. De tot elk der series behoorende stammen bleven gedurende 1, 3, 5 en 7 dagen onder water. Op de eieren, de larven en de poppen oefende deze onderdompeling niet den minsten nadeeligen invloed uit.

Van 5 stammen, die op 16 Juni 1931 door *S. scolytus* F. waren aangetast, hielden wij er 3 gedurende 2½ maand onder water; de 2 andere bleven op het land. Na deze periode waren de larven in de ondergedompelde stammen alle gestorven.

Op 8 Sept. 1932 brachten wij 4 stammen te water, die onder natuurlijke omstandigheden door beide spintkeversoorten waren aangetast; zij bleven gedurende resp. 1, 3, 5 en 7 maanden ondergedompeld. In den stam, die 1 maand in het water had gelegen, waren de larven nog in leven; zulks was eveneens het geval met de larven in den gedurende 3 maanden onder water bewaarden stam. In den stam, dien wij 5 maanden te water lieten, waren de larven, die in de larvengangen zaten, gestorven; in de poppenwiegen van *S. multistriatus* MRSH. troffen wij echter nog levende larven aan. In den stam, die gedurende 7 maanden onder water lag, vonden wij in de poppenwiegen van *S. scolytus* F. nog levende larven.

In 1933 brachten wij, met tusschenpoozen van twee maanden, series van 4 iepenstammen onder water. De tot één serie behoorende stammen hielden wij gedurende resp. 1, 2, 3 en 4 maan-

den ondergedompeld. De vroeg invallende winter deed de stammen invriezen. Zij waren van 7 Dec. 1933 tot 7 Maart 1934 met een ijslaag bedekt. In deze periode stierven alle larven en poppen.

Met het maken van gevolgtrekkingen uit deze proeven was groote voorzichtigheid geboden, aangezien de sterfte van de larven soms was veroorzaakt door nematoden. De sterfte is voorts aanmerkelijk grooter, indien de bast gedurende de onderdompeling van de stammen had losgelaten. Het verdient dus aanbeveling de in den zomer te water gebrachte stammen ten minste gedurende 5 maanden ondergedompeld te houden; met het in het najaar en in den winter gevelde hout dient dit ten minste gedurende 7 maanden te geschieden. Voor laatstbedoeld hout is dit echter gedurende den geheelen daarop volgenden zomer gewenscht. Het onder water houden is een uitstekend middel ter bestrijding van de iepenspintkevers, mits de periode van behandeling ruim genoeg wordt genomen.

Over den levensduur van volwassen kevers, die zich op of onder water bevinden, willen wij ten slotte nog enkele proeven vermelden. Een derde deel van de voor deze proeven bestemde kevers lieten wij op water in bekerglazen drijven; een ander deel verbleef onder water in een kaasdoekhoesje, dat met een gewichtje was bezwaard en het laatste deel deden wij in petrischalen, waarin een gevouwen filtreerpapiertje was gelegd. Deze proeven zijn in triplo genomen. In de petri-schalen stierven de kevers spoedig; die, welke op het water dreven, leefden iets langer, terwijl aan sommige der zich onder water bevindende dieren een nog iets langer leven was beschoren, zooals uit grafiek III kan worden afgelezen. Gemakkelijk te dooden zijn de kevers op deze wijze dus niet.

4. *Behandelen met chemicaliën en korstvormende middelen.*

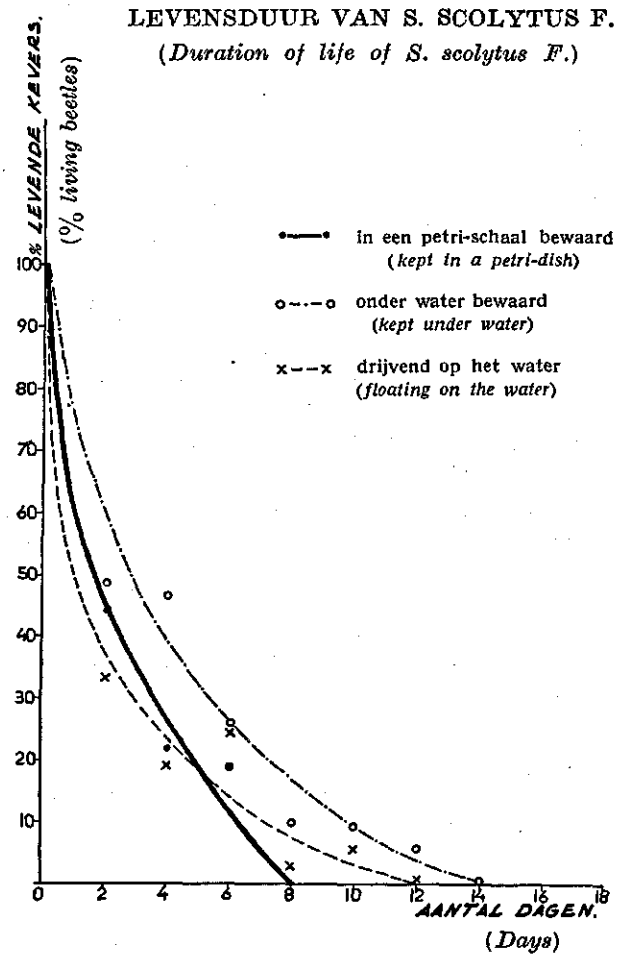
In de literatuur, die over de bestrijding van de iepenspintkevers handelt, worden slechts bij uitzondering chemische middelen genoemd. Door SCHIPPER, 1895, p. 70 en DE KONING, 1922, p. 461 wordt „Leinweber's-mengsel" aanbevolen, door DECK, 1831, p. 153, steenkoolteer; PULS, 1886, p. 303, deelt mede, dat het bestrijken van de iepenschors met teer, kalkmelk, zwavelbloem of zout water de in den bast aanwezige spintkeverlarven niet doodt.

Wij namen aanvankelijk proeven met middelen, waarvan redelijkerwijze mocht worden verwacht, dat zij de korst zouden doordringen en aldus de in den bast aanwezige larven, poppen

GRAFIEK III

LEVENSDUUR VAN S. SCOLYTUS F.

(*Duration of life of S. scolytus F.*)



en jonge kevers zouden kunnen dooden. Voorts gingen wij de werking na van eenige sterk hechtende middelen, die een samenhangende laag op den stam vormen, waardoor den kevers het uitboren zou kunnen worden belet. Ten slotte onderzochten wij op verzoek nog enkele andere middelen. Maagvergiften betrokken wij aanvankelijk niet in deze proeven, omdat de kevers zich bij het uitboren niet met de korst voeden. Later zijn evenwel enkele maagvergiften (fluoriden) aan de serie proeven toegevoegd.

Wij zetten proeven aan met dezelfde middelen, die ook in de tabellen XVI*a* en XVI*b* zijn vermeld, behalve met asphaltkoppen, bloem van zwavel en combinaties met dit middel. Ook met

een voor dit doel vervaardigd poliflorpreparaat namen wij proeven. Deze middelen zijn zorgvuldig met een kwast op de stammen uitgestreken.

In den tuin van het laboratorium namen wij de eerste series proeven op staande stammen. Na de behandeling plaatsten wij de helft dezer stammen onder een afdak, ten einde het afregenen van het middel te voorkomen, de andere helft lieten wij in den tuin, waar zij op rijen stonden afgewisseld door onbehandelde stammen. Op de houtstapels van de firma HARDEMAN te *Renkum*, waar honderden iepestammen lagen opgestapeld, konden wij proeven nemen onder natuurlijke omstandigheden. Hier was het mogelijk, ter vergelijking een deel van den proefstam onbehandeld te laten. Wij behandelden daar 5 series stammen en wel op 6 Juli 1931, 7 Sept. 1932, 6 Jan. 1933, 6 Mei 1933 en 18 Aug. 1933.

De beoordeeling van de uitwerking der middelen diende met de uiterste voorzichtigheid te geschieden, aangezien het niet steeds even gemakkelijk is de oorzaak vast te stellen van de sterfte der larven, poppen of kevers. Soms waren zoowel in den behandelden, als in den contrôlestam de larven gestorven; nu eens door onbekende oorzaak, dan weer doordat de larven waren geparasiteerd. Droogden de stammen uit of liet de bast los, dan was het niet mogelijk gevolgtrekkingen omtrent het aangewende middel te maken. Ook bestonden er nog al eens groote verschillen tusschen het aantal keverlarven in den behandelden en den onbehandelden stam.

Van de gebruikte middelen bleek het meerendeel geen invloed te hebben op de zich in den bast bevindende larven en poppen. Slechts de oplossingen van 10% paradichloorbenzol in petroleum, in pyridine, in watergasteer of in carbolineum, mengsels van watergasteer en carbolineum en verder xylamon en ook koolteer konden de larven, poppen en jonge kevers in bast en korst dooden, mits op het oogenblik, dat de stam werd behandeld, er reeds spintkevers waren uitgevlogen. Dan toch kunnen de aangewende middelen door de uitvlieggaten in den bast doordringen en zich daar verspreiden.

Voor de bestrijding kunnen de chemische middelen, die wij onderzochten, dus niet worden aanbevolen.

5. *Ontschorsen.*

Men kan trachten, aan de vermeerdering van de iepenspintkevers paal en perk te stellen, door de gevelde iepestammen te ontschorsen. Dit gaat gemakkelijk bij sterk door spintkevers aangetaste stammen; deze insecten hebben dan — door het

maken van hun larvengangen — den bast bijna geheel van het cambium los gemaakt.

Door de afgeschilde schors te verbranden maakt men alle daarin aanwezige stadia van ontwikkeling der kevers onschadelijk. Het begraven of het in het water werpen van de schors is niet afdoende, evenmin het gassen met HCN of CS_2 (FRANSEN, 1931*a*, pp. 58 e.v.; 1931*b*, pp. 172 e.v.).

Indien de boomen in het voorjaar of in den zomer worden geveld, behoort de schors spoedig na de velling te worden verbrand, aangezien er anders kans bestaat, dat een aantal kevers toch nog uitvliegt. Velt men 's winters, dan kan de schors zonder gevaar na het schillen geruimen tijd blijven liggen en uitdrogen; zij vormt dan een goede brandstof.

Bij het ontschorsen vallen steeds vele larven op den grond. Voor zoover zij volwassen zijn, kunnen zij zich nog verpoppen. De kans, dat zij zich tot kevers ontwikkelen, is echter gering, aangezien zij teer zijn, spoedig uitdrogen of schimmelen. Daarenboven zijn zij aan velerlei andere gevaren bloot gesteld; zij vormen voor vogels, muizen en vele roofinsecten een gewilde prooi. Enkele dagen nadat in *Wageningen* en in *Renkum* groote partijen iepenhout waren geschild, bleken de op den grond gevallen keverlarven reeds verdwenen.

Om er zeker van te zijn, dat alle aanwezige larven worden vernietigd, kan men de plek, waar de stammen zijn geschild, begieten met een oplossing van paradichloorbenzol in petroleum of carbolineum, of — beter nog — met behulp van een pulverisator er mede bespuiten. Deze maatregelen zijn alleen in de lente en in den zomer noodig, want bloot liggende larven zullen in den winter van zelf te gronde gaan.

Een enkele maal komen de poppenwiegen in het spinthout voor; dit was reeds bekend aan ROBERT, 1859, p. 12; RATZEBURG, 1871, p. 404; HESS, 1878, p. 380; EICHHOFF, 1881, p. 149; HENSCHEL, 1895, p. 155 en JUDEICH & NITSCHE, 1895, p. 474. Volgens deze onderzoekers komt de vorming van poppenwiegen in het jonge hout voornamelijk voor bij stammen met een zeer dunne schors. Onze eigen waarnemingen bevestigden dit. Bij sterke gradatie, als het phloeem bijna geheel door de larven is verbruikt, is dit ook het geval, zooals wij in 1929 en 1930 konden vaststellen. In stammen, die na de velling op een zeer vochtige plaats komen te liggen, maken de larven haar poppenwiegen eveneens in het spint ter vermijding van de met water verzadigde bastlagen.

Indien men iepestammen ontschorst, waarbij de poppenwiegen zich in het spinthout bevinden, dan blijven de in dit hout aanwezige larven en poppen ongeschonden. Zij kunnen dan soms toch nog het imaginaal-stadium bereiken. Men zal dus goed doen, zulke stammen met een oplossing van paradichloorbenzol in petroleum of in carbolineum te bespuiten of te bestrijken.

b. *Het leggen van vangstammen.*

Vangstammen vormen in het algemeen een beproefd middel ter bestrijding van spintkevers. Evenwel mag men voor het onschadelijk maken der iepenspintkevers niet veel nut van deze methode verwachten. Een bezwaar is nl., dat de stammen reeds na ongeveer 4 weken door andere dienen te worden vervangen, aangezien zich dan misschien reeds volwassen kevers in de oude vangstammen hebben ontwikkeld. Voorts is versch geveld hout niet dadelijk geschikt om als vangstam dienst te doen; wij mogen dit besluiten uit hetgeen in Hoofdstuk IV is medegedeeld. Door de gevelde stammen met gaswater of met pekel te overgieten zijn zij reeds spoedig daarna voor het gestelde doel geschikt. Het eerste bezwaar konden wij ondervangen door gebruik te maken van staande, ± 1,50 m lange en 30 cm dikke, met kaasdoek bekleede stammen, waarop maandelijks met een goede soort rupsenlijm 3 dwarsstrooken van ± 5 cm breedte worden aangebracht. Daarbij brenge men den eersten band aan op 25 cm van den kop van den stam en de volgende op onderlinge afstanden van 50 cm er onder. Aldus behandelde stammen zijn als vangstam uitermate geschikt.

c. *De biotische bestrijding.*

Van de vijanden en parasieten der iepenspintkevers, die voor een biotische bestrijding van deze kevers in aanmerking komen, is slechts de sluipwesp *Coeloides scolyticida* Wesm. te gebruiken. Zij bezit namelijk een aantal eigenschappen, die haar daartoe geschikter maken dan de andere parasieten. Deze eigenschappen zijn: het hooge parasiteeringspercentage, dat zij te weeg brengt, de betrekkelijk lage temperaturen, waarbij zij vliegt, haar korte ontwikkelingsduur, haar lange levensduur als volgroeid insect en haar neiging de larven in het dunne hout op te sporen. Ook de geringe afstand, waarover de parasiet zich verbreidt, is voor de practijk eer een vóór- dan een nadeel.

Ofschoon wij hier te maken hebben met een inheemsche parasiet, schijnt zij toch in verschillende deelen van ons land te ontbreken. Het verdient aanbeveling, haar over te brengen naar die streken, waar zij niet voorkomt. Wij zijn er in geslaagd dit te doen naar *de Purmer* en naar *Haarlem.*

Het verzamelen van deze sluipwespen kan op tweeërlei wijze geschieden. Ten eerste door schors met cocons te brengen in schorskooien, waarin bij het uitkomen spintkevers en sluipwespen automatisch worden gescheiden. Deze kooien zijn reeds eerder beschreven (FRANSEN, 1931*b*). Ten tweede kan men de sluipwespen verzamelen door in een streek, waar zij algemeen voorkomen, door spintkevers aangetaste stammen in te kooien. De sluipwespen, op zoek naar larven van spintkevers, vliegen bij haar pogingen de ingekooide stammen te bereiken, tegen het kaasdoek, waarmede de kooien bekleed zijn, blijven daarop zitten en kunnen met behulp van een glazen buis er worden afgevangen.

Op initiatief van Prof. Dr. W. K. J. ROEPKE (FRANSEN, 1935*a*) is getracht, de parasieten kunstmatig te kweeken. Hiertoe liet hij in 1933 1050 sluipwespen, die op de laatstgenoemde wijze waren gevangen, in een kooi met door spintkevers aangetaste stammen brengen. In het volgende voorjaar zijn deze stammen geschild; uit de afgeschilde schors kwamen slechts enkele sluipwespen te voorschijn. Wel trof de schrijver dezes in het najaar vele leege cocons van sluipwespen er in aan. Deze tegenstrijdigheid laat zich als volgt verklaren:

Onder natuurlijke omstandigheden bevinden de cocons van *Coeloides* zich op het cambium en bij het uitkomen vreet de imago zich door bast en korst naar buiten en pakt de losgeknaagde schorsdeeltjes stevig samen op den bodem van de cocon. In afgeschilde schors liggen de cocons dus meest aan de bloot gekomen binnenzijde der stukken en nu bijt de uitkomende sluipwesp alleen de cocon open en brengt er dus geen knaagsel in. Het is dus na te gaan, of de sluipwespen vóór of na het schillen zijn uitgekomen. Bij bovenbedoelde proef nu waren honderden cocons alle met boormeel gevuld, waaruit blijkt, dat de parasieten reeds vóór het schillen waren uitgekomen. Wij kunnen dus aannemen, dat het uitvliegen reeds in den warmen nazomer van het vorige jaar (1933) plaats had. Dat toch geen sluipwespen in de kooi werden opgemerkt, is vermoedelijk toe te schrijven aan de aanwezigheid van spinnen, die de imagines hebben vernietigd.

Ten slotte zij er op gewezen, dat ook verbetering van den vogelstand kan bijdragen tot vermindering van het aantal spintkevers. Wij merkten reeds op, dat de spechten tot de belangrijkste natuurlijke vijanden van deze insecten kunnen worden gerekend. Het ophangen van nestkasten — en vooral die, waarin de spechten nestelen — in de buurt van iepenopstanden verdient aanbeveling.

§ 4. INDIRECTE BESTRIJDING

Ten gevolge van de iepenziekte, die vele boomen doet sterven, is er feitelijk gedurende den geheelen zomer een onbeperkte hoeveelheid voedsel voor de iepenspintkevers voorhanden, waardoor zij in staat zijn zich onbeperkt te vermeerderen. Slagen wij er in, dit voedsel op de een of andere wijze op te ruimen, of ongeschikt te maken voor den aanleg van moedergangen, dan kan de vermeerdering der spintkevers worden geremd. De middelen, die daartoe kunnen worden aangewend, zijn de volgende:

1. *Begraven.*

Proeven van TRÄGÅRDH en BUTOVITSCH, 1935, p. 256, in *Zweden* genomen, toonden aan, dat de schorskevers der coniferen hun moedergangen niet aanleggen in stapels naaldhout, die met een dikke laag mos en boschgrond zijn bedekt, zelfs al zijn de kopsche kanten van het hout aan de buitenlucht bloot gesteld. Deze mogelijkheid diende ook voor de iepenspintkevers te worden overwogen.

Aangezien op de houtstapelplaatsen hier te lande in het algemeen mos en bladaarde ontbreken en van elders zouden moeten worden aangevoerd, hebben wij in *Wageningen* proeven genomen met een bedekking van halfvergane zoden, puin en zand. Een houtstapel werd met een 20 cm dikke laag van dit materiaal bedekt. Op een houtstapelplaats van de firma HARDEMAN te *Renkum* werd in een ± 1 m diepen kuil een houtstapel gemaakt, waarna deze werd afgedekt met een ± 20 cm dikke laag lossen zandgrond. De openingen tusschen de stammen die aan het oppervlak lagen werden bij beide stapels zoo goed mogelijk opgevuld met takhout en schaalhout, ten einde te voorkomen, dat het dekmateriaal tusschen de stammen zou wegzakken. De uitkomsten dezer proeven waren bevredigend; moedergangen werden in het najaar van 1935 volgens Prof. ROEPKE (ROEPKE, 1936) in deze begraven stammen niet aangetroffen; over het niet begraven vergelijkingsmateriaal vermeldt hij verder niets.

2. *Onder water bewaren.*

Wij stelden stammen, die gedurende 9 maanden onder water waren bewaard, van 10 Mei 1933 tot 10 Aug. 1933 in den proeftuin op. In dien tijd maakten de spintkevers er geen moedergangen in. Op laatstgenoemden datum kooiden wij 200 groote iepenspintkevers bij de stammen in; wij troffen bij ons onderzoek op 12 October van het zelfde jaar volwassen larven in den bast aan. De bast had de geschiktheid als voedsel dus behouden, hoe-

wel de aantrekkingskracht der stammen op de vrij rondvliegende kevers was verdwenen.

In 1933 werden 3 series stammen met tusschenpoozen van 2 maanden onder water gebracht. De stammen van één serie bleven achtereenvolgens 2, 3, 4, 5, 6 en 7 maanden onder water. De stammen, die gedurende 3 à 4 maanden onder water hadden gelegen, werden niet meer door wijfjes van *S. scolytus* F. opgezocht. Voor *S. multistriatus* MRSH. bleek deze termijn ten minste 6 maanden te zijn. In de wintermaanden had het onder water bewaren minder uitwerking dan 's zomers.

Werden bij de gewaterde stammen spintkevers ingekooid, dan werden er wèl moedergangen aangelegd. Ook de larven ontwikkelden zich verder normaal. De bast was dus nog geschikt als voedsel voor de larven, ofschoon de aantrekkingskracht op de rondvliegende wijfjes ook hier was verloren gegaan.

Indien een stam langer dan 10 maanden ondergedompeld blijft, laat de schors los, zoodat deze, op het droge gebracht, spoedig uitdroogt en ongeschikt wordt voor de ontwikkeling van spintkeverlarven.

3. *Behandelen met chemicaliën.*

Wij trachtten een stof te vinden, die de spintkevers zou verhinderen hun moedergangen aan te leggen in stammen, die met deze stof waren behandeld. In ons onderzoek betrokken wij stoffen, die door onaangenamen geur of smaak de kevers zouden afschrikken. Ook kozen wij stoffen, die een gesloten laag op de stammen vormen, waardoor de kevers zich er misschien niet zouden inboren of bij hun pogingen daartoe zouden worden gedood. Voorts zou het laagje van zulk een stof den geur van de iepestammen kunnen tegenhouden, zoodat de kevers de behandelde stammen niet zouden opmerken. Een aantal middelen onderwierpen wij op verzoek van den fabrikant aan een onderzoek.

Wanneer de kevers zich inboren, hun rijpingsvreterij houden of zich uitboren, nemen zij geen schors als voedsel op. In verband hiermede verwachtten wij van het gebruik van maagvergiften dan ook weinig baat. Wij trachtten echter, door impregnatie met en daarop volgende precipitatie van arseenhoudende stoffen in de schors, deze als broedplaats voor de spintkevers ongeschikt te maken. Hiertoe zijn stukken stam eerst gedrenkt met een oplossing van loodacetaat en, nadat zij waren gedroogd, gedompeld in een natriumarsenaat-oplossing. Bij andere stukken werd met natriumarsenaat begonnen en met loodacetaat geëindigd. Bij een gedeelte der proeven werd — op voorstel van Prof. W. K. J. ROEPKE — aan bovenbedoelde oplossingen soda toegevoegd, dat

naar zijn meening het binnendringen van het natriumarsenaat door de schors zou bevorderen.

In de tabellen XVI*a* en XVI*b* zijn alle stoffen en mengsels genoemd, waarmede wij proeven namen. Behalve de arseenverbindingen, die wij, zooals hierboven reeds vermeld is, voor de impregnatie gebruikten en poliflor, dat wij zeer fijn verspoten, werden de middelen — voor zoover zij dik vloeibaar waren — met een kwast op de stammen gestreken; de dun vloeibare goten wij er met een gieter op en streken ze vervolgens met een kwast goed in de schorsspleten.

Deze proeven zijn genomen met 60 tot 80 cm lange stukken iepestam. Bij iedere proef behoorden ter vergelijking twee onbehandelde stukken, die uit den zelfden stam werden gezaagd.

Bij het oriënteerend onderzoek werden de behandelde stammen zoo ver mogelijk van elkander opgesteld, omdat misschien sommige middelen de kevers dermate zouden afschrikken, dat zij ook de stukken stam in de omgeving zouden mijden. Deze vrees bleek weldra ongegrond te zijn; de kevers liepen korten tijd na de behandeling reeds over alle stukken. Wij maakten hieruit op, dat de geur van geen der gebruikte middelen de kevers op een afstand hield. Bij het voortgezette onderzoek was het dus geoorloofd, de behandelde en de onbehandelde stukken naast elkander te plaatsen. Dit maakte de proeven overzichtelijker, terwijl aan de uitkomsten meer beteekenis kon worden gehecht.

Enkele series stammen plaatsten wij onder een afdak, ten einde het afregenen van de middelen te voorkomen. De andere series stonden alle in den tuin, aan weer en wind bloot gesteld.

De stammen werden bij herhaling gecontrôleerd, opdat kon worden nagegaan, hoe lang een middel werkzaam bleef. Voor het tellen der moedergangen zou men de stammen moeten schillen, hetgeen voortzetting van de proef onmogelijk zou maken. Daarom telden wij de inboorgaten. Een groot aantal steekproeven had nl. aangetoond, dat bijna altijd een inboorgat met een moedergang correspondeerde. Daar het niet altijd mogelijk is, de inboorgaten van den grooten en van den kleinen iepenspintkever van elkander te onderscheiden, werden deze niet afzonderlijk geteld, zoodat geen indruk werd verkregen omtrent de werkzaamheid van een middel tegen ieder der beide spintkeversoorten afzonderlijk. *S. multistriatus* MRSH. boorde zich dikwijls juist onder iets vooruitspringende schorsrichels in, hetgeen het opsporen van het inboorgat bemoeilijkte. Het aantal getelde inboorgaten kan daardoor iets kleiner zijn geweest, dan het aantal werkelijk aangelegde moedergangen. Aangezien eerst in het jaar 1932 de kleine iepenspintkever sterker begon op te treden, kan

pas van dat jaar af aan deze fout eenige, zij het dan ondergeschikte, beteekenis worden toegekend.

De maatstaf voor de werkzaamheid van het gebruikte middel vormde de verhouding tusschen het aantal der moedergangen, aangelegd in de onbehandelde stammen en het verschil tusschen dit aantal en dat der moedergangen in de behandelde stammen.

Bij deze proeven in een bepaald gebied mag men slechts een beperkt aantal stammen opstellen, daar in een bepaalde streek slechts een zeker aantal spintkevers voorkomt; bij te sterke uitbreiding van de proeven vinden de spintkevers alleen in de onbehandelde stukken reeds voldoende gelegenheid om moedergangen aan te leggen. Wij ondervonden nl., dat soms tijdelijk onze proefstammen in het geheel niet werden aangetast, doordat stervende iepen in de omgeving van ons proefterrein den kevers voldoende gelegenheid boden voor den aanleg van hun moedergangen.

De schors van onbehandelde stammen laat eerder los dan die van de behandelde. De chemicaliën conserveeren deze; vooral koolteer en houtcarbolineum doen dit in sterke mate. *Een behandelde stam zal dus in vele gevallen voor aantasting door spintkevers langer geschikt blijven dan een onbehandelde.* Verder namen wij waar, dat de stammen met bepaalde chemicaliën behandeld, de kevers als het ware schenen aan te lokken; zij werden veel sterker aangetast dan de onbehandelde stukken.

Omtrent de oorzaak van dit verschijnsel is niets met zekerheid bekend. Vermoedelijk verhinderen de gebruikte middelen eenerzijds het snelle uitdrogen van de schors; aan den anderen kant echter mogen wij het snel dooden van te versch proefmateriaal als oorzaak daarvan beschouwen. Vooral de stammen, behandeld met gaswater, pekel, carbolineum „Krimpen", een oplossing van natrium-silicofluoride en die, voorzien van asphaltkoppen, vertoonden dit verschijnsel.

Door het aanbrengen van een asphaltlaag op de zaagvlakken wilden wij verhinderen, dat de typische geur, die van deze zaagvlakken uitgaat, de kevers aanlokt. Het groote aantal der spintkevers, dat in de stammen met asphaltkoppen een moedergang maakte, doet ons inzien dat bovenbedoelde geur, zoo zij invloed heeft, toch van ondergeschikt belang is voor de aantasting. Wel verminderen zulke „asphaltkoppen" het waterverlies, dat afgezaagde stammen door verdamping lijden, hetgeen ze langeren tijd aanlokkelijk doet blijven voor de spintkevers, waarvan de bijzonder sterke aantasting in dit geval wel het gevolg kan zijn geweest.

Als afweermiddel tegen iepenspintkevers gaven koolteer, tim-

TABEL XVI*a* OVERZICHT VAN DE RESULTATEN, VERKREGEN MET STAMMEN,

(Logs treated with chemicals

No (*Nr*)	Middel (*Chemicals*)	Datum van de behandeling (*date of treatment*)	1e controle (*1st control*)			
			duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*)		Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
				a in de proefstam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	
2	Kalk	26-8-'31	69	2	2	100
46	(lime)	26-8-'31	69	0	0	onbep.
182		10-5-'32	66	1	2	50
78	Kalk met formaline, 82.5%	26-8-'31	69	0	9	100
82	(lime with formaldehyde, 33%)	26-8-'31	69	0	2	100
184		10-5-'32	66	1	4	75
96	Kalk met natriumsilicofluoride-oplossing	26-8-'31	69	0	1	100
98	(lime with sodiumfluosilicate-solution)	26-8-'31	69	6	0	$-\infty$
186		10-5-'32	66	29	15	–93
24	Leinweber's mengsel	26-8-'31	69	0	0	onbep.
62	(Leinweber's composition)	26-8-'31	69	0	0	onbep.
188		10-5-'32	66	46	17	–112
80	Formaline, 10%	26-8-'31	69	1	0	$-\infty$
76	(Formaldehyde, 4%)	26-8-'31	69	6	10	40
190		10-5-'32	66	17	6	–183
92	Natriumchloride, verz. opl.	26-8-'31	69	2	8	75
94	(natrium-chloride, saturated solution)	15-9-'31	51	4	1	–300
194		10-5-'32	66	4	1	–300
100	Natriumsilicofluoride, verz. opl.	26-8-'31	69	0	0	onbep.
102	(sodium-fluosilicate, saturated solution)	26-8-'31	69	10	14	29
192		10-5-'31	66	26	0	$-\infty$
22	Bloem van zwavel	26-8-'31	69	0	0	onbep.
196	(flowers of sulfur)	10-5-'32	66	3	15	80
104	Gaswater	26-8-'31	69	14	15	7
106	(ammoniac-water)	26-8-'31	69	1	0	$-\infty$
198		10-5-'32	66	112	39	–187
84	Petroleum	26-8-'31	69	5	5	0
200	(kerosene)	10-5-'32	66	86	47	–83
86	Petroleum + paradichloorbenzol, 10 : 1	26-8-'31	69	11	11	0
202	(keresone + paradichlorobenzel, 10 : 1)	10-5-'32	66	81	44	–84
88	Benzine + paradichloorbenzol, 10 : 1	15-9-'31	51	4	18	78
90	(benzine + paradichlorobenzene, 10 : 1)	15-9-'31	51	0	1	100
204		10-5-'32	66	68	43	–58
4	Koolteer	26-8-'31	69	1	0	$-\infty$
48	(coal-tar)	26-8-'31	69	0	0	onbep.
206		10-5-'32	66	1	27	96
8	Carbolineum „Krimpen", 100%	26-8-'31	69	3	2	–50
50	(fruit-tree-carbolineum mark „Krimpen", 100%)	26-8-'31	69	1	0	$-\infty$
208		10-5-'32	66	9	12	25
F 2		4-5-'32	60	5	15	163
6	Carbolineum „Krimpen", 10%	26-8-'31	69	1	1	0
210	(fruit-tree-carbolineum „Krimpen", 10%)	10-5-'32	66	26	6	–333
12	Timmermanscarbolineum, 100%	26-8-'31	69	0	0	onbep.
54	(carbolineum, 100%)	26-8-'31	69	0	0	onbep.
212		10-5-'32	66	2	0	$-\infty$
F 6		4-5-'32	60	0	3	100
I 6		21-6-'32	30	0	28	100
14	Timmermanscarbolineum + paradichloorbenzol, 10 : 1	26-8-'31	69	1	1	0
56	(carbolineum + paradichlorobenzene, 10 : 1)	26-8-'31	69	0	0	onbep.
214		10-5-'32	66	17	17	0
F 8		4-5-'32	60	0	3	100
16	Timmermanscarbolineum-zeepemulsie	26-8-'31	69	1	1	0
58	(carbolineum-soapemulsion)	26-8-'31	69	0	0	onbep.
216		10-5-'32	66	62	26	–138
18	Timmermanscarbol.-paradichloorbenzol-zeepemulsie	26-8-'31	69	0	0	onbep.
218	(carbolineum-paradichlorobenzene-soapemulsion)	10-5-'35	66	34	26	–31

DIE MET CHEMICALIËN BEHANDELD ZIJN, STAANDE ONDER VELDCONDITIES
standing in the open field)

2e contrôle (*2nd control*)				3e contrôle (*3rd control*)				4e contrôle (*4th control*)			
duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proefstam (*in treated log*)	moedergangen (*egg-galleries*) b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proefstam (*in treated log*)	moedergangen (*egg-galleries*) b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proefstam (*in treated log*)	moedergangen (*egg-galleries*) b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
323	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	1	2	50	189	1	2	50				
323	0	sl	onbep.	358	0	sl	onbep.	446	0	sl	onbep.
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	4	onbep.	189	sl	4	onbep.				
323	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
305	sl	sl	onbep.								
128	4	1	–300	189	4	1	300				
323	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	3	15	80	189	sl	sl	onbep.				
323	19	sl	onbep.	305	sl	sl	onbep.				
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								
323	7	sl	onbep.	385	sl	sl	onbep.				
128	sl	sl	onbep.								
323	11	sl	onbep.	385	sl	sl	onbep.				
128	sl	sl	onbep.								
305	4	sl	onbep.	367	sl	sl	onbep.				
305	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								
323	1	sl	onbep.	385	1	sl	onbep.	446	sl	sl	onbep.
323	0	sl	onbep.	385	0	sl	onbep.	446	0	sl	onbep.
128	1	27	96	189	1	27	96	446	1	sl	onbep.
323	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								
122	sl	sl	onbep.								
323	sl	1	onbep.	385	sl	sl	onbep.				
128	sl	sl	onbep.								
323	0	0	onbep.	385	0	0	onbep.	446	sl	sl	onbep.
323	0	sl	onbep.	385	0	sl	onbep.	446	0	sl	onbep.
128	2	0	$-\infty$	189	2	0	$-\infty$				
122	0	3	100	183	0	3	100				
92	0	28	100	153	0	28	100				
323	1	1	0	385	1	1	0	446	1	sl	onbep.
323	0	sl	onbep.	385	0	sl	onbep.	446	0	sl	onbep.
128	17	17	0	189	17	17	0				
122	0	3	100	183	0	3	100				
323	14	sl	onbep.	385	sl	onbep.					
323	0	sl	onbep.	385	sl	onbep.					
128	sl	sl	onbep.								
323	sl	sl	onbep.								
128	sl	sl	onbep.								

No (*Nr*)	Middel (*Chemicals*)	Datum van de behandeling (*date of treatment*)	1e contrôle (*1st control*)			
			duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*)		Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
				a in de proefstam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	
20	Timmermanscarbol.-zeepemulsie + bloem van zwavel	26-8-'31	69	0	0	onbep.
60	(carbolineum-soapemulsion + flowers of sulfur)	26-8-'31	69	0	0	onbep.
220		10-5-'32	66	16	25	36
26	Geëmulg. bijprod. v. d. Utr. Asph. fabr. merk A, 10%	26-8-'31	69	0	0	onbep.
222	(emulsified secondary products of the Utrechtsche Asphaltfabriek, mark A, 10%)	10-5-'32	66	29	24	–21
28	Prod. A: (paradichloorbenzol-petroleum = 1 : 10) : H_2O = = 1 : 1 : 4	26-8-'31	69	0	0	onbep.
64	(Products mark A: (paradichlorobenzene-kerosene =	26-8-'31	69	0	0	onbep.
224	= 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4)	10-5-'32	66	28	20	–40
30	„Capsokrimp", 10%	26-8-'31	69	0	0	onbep.
226	(tree carbolineum „Capsokrimp", 10%)	10-5-'32	66	4	52	92
32	„Capsokrimp" : (paradichloorbenzol-petroleum =	26-8-'31	69	0	7	100
228	= 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4 (Capsokrimp : (paradichlorobenzene-kerosene = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4)	10-5-'32	66	107	80	–34
34	„Paracapsokrimp", 10%	26-8-'31	69	3	7	57
230	(tree-carbolineum Paracapsokrimp, 10%)	10-5-'32	66	115	80	–44
36	„Paracapsokrimp" : (paradichloorbenzol-petroleum =		69	1	10	90
	= 1 : 10) : H_2O = 1 : 2 : 4	26-8-'31	69	0	0	onbep.
66	(Paracapsokrimp : (paradichlorobenzene-kerosene =	26-8-'31	66	86	89	3
232	= 1 : 10) : H_2O = 1 : 2 : 4)	10-5-'32				
38	Geëmulgeerde carbololie, 10%	26-8-'31	69	12	18	333
68	(emulsified carbolic-oil, 10%)	26-8-'31	69	0	1	100
234		10-5-'32	66	67	88	24
40	Geëmulgeerde carbololie : (paradichloorbenzol-petro-	26-8-'31	69	3	9	67
70	leum = 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4	26-8-'31	69	0	1	100
F 10	(emulsified carbolic-oil : (paradichlorobenzene-kerosene = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4)	4-5-'32	72	67	1	–3250
44	Geëmulgeerde creosootolie, 100%	26-8-'31	69	0	1	100
74	(emulsified creosotic-oil, 100%)	26-8-'31	69	0	6	100
236		10-5-'32	66	15	74	79
F 12		4-5-'32	72	10	2	–150
42	Geëmulgeerde creosootolie + paradichloorbenzol, 10 : 1	26-8-'31	69	0	2	100
72	(emulsified creosotic-oil + paradichlorobenzene, 10 : 1)	26-8-'31	69	2	0	– ∞
238		10-5-'32	66	25	47	47
F 14		4-5-'32	72	0	2	100
10	Asphaltkoppen	26-8-'31	69	7	1	–600
52	(asphaltic-„heads")	26-8-'31	69	1	0	– ∞
240		10-5-'23	66	116	31	–274
F 4		4-5-'32	72	520	3	–8566
I 2	„Xylamon LX"	21-6-'32	30	0	3	100
I 4	„Xylamon natur"	21-6-'32	30	4	31	87
240*b*	„Huile de Schiste"	10-5-'32	66	17	40	57
X 1	„Poliflor"	25-4-'35	91	26	52	50
X 2		25-4-'35	91	71	69	–3
X 3		25-4-'35	91	77	83	7
X 4		25-4-'35	91	111	91	–22
Y 1	Natriumarsenaat + loodacetaat	18-6-'35	83	32	64	50
Y 2	(sodium-arsenate + lead-acetate)	18-6-'35	83	16	28	46
Z 1	Loodacetaat + natriumarsenaat	18-6-'35	83	54	64	17
Z 2	(lead-acetate + sodium-arsenate)	18-6-'35	83	23	28	17
Q 1	(Natriumarsenaat + soda) + loodacetaat	18-6-'35	83	15	28	46
Q 2	(sodium-arsenate + soda + lead-acetate)	18-6-'35	83	23	64	62

VERKLARING

a = het aantal moedergangen in de met chemicaliën behandelde stammen
(Number of egg-galleries in the logs, treated with chemicals)

b = het gemiddelde aantal moedergangen in de bijbehoorende onbehandelde contrôlestammen
(the average number of egg-galleries in the not treated check-logs)

2e contrôle (*2nd control*)				3e contrôle (*3rd control*)				4e contrôle (*4th control*)			
duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	moedergangen (*egg-galleries*) b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	moedergangen (*egg-galleries*) b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	moedergangen (*egg-galleries*) b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
323 323 128	sl 0 sl	sl sl sl	onbep. onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	sl sl	sl sl	onbep. onbep.								
323 323 128	sl 0 sl	sl 0 sl	onbep. onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	sl sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	sl sl	sl sl	onbep. onbep.								
323 128	5 sl	9 sl	45 onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 323 128	1 sl sl	sl sl sl	onbep. onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 323 128	sl sl sl	sl sl sl	onbep. onbep. onbep.								
323 323 134	3 sl sl	9 sl sl	67 onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 323 128 134	0 0 sl 10	1 sl sl 2	100 onbep. onbep. –150	385 385 195	0 0 10	1 sl 2	100 onbep. –150	446 446	0 0	1 sl	100 onbep.
323 323 128 134	1 2 sl 0	2 sl sl 2	50 onbep. onbep. 100	385 385 195	1 2 0	2 sl 2	50 onbep. 100	446 446	1 sl	sl sl	onbep. onbep.
323 323 128 134	16 sl sl sl	sl sl sl sl	onbep. onbep. onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
92 92	0 4	3 31	100 87	153 153	0 4	3 31	100 87				
128	sl	sl	onbep.								

sl = schors van de stammen losgelaten
(bark loosened from the wood)
d = stam en schors geheel uitgedroogd
(wood and bark *completely desiccated*)
onbep. = onbepaald
(indeterminate)

TABEL XVI*b* OVERZICHT VAN DE RESULTATEN, VERKREGEN MET STAMMEN,
(Logs treated with chemicals

No (*Nr*)	Middel (*Chemicals*)	Datum van de behandeling (*date of treatment*)	1e contrôle (*1st control*)			
			duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*)		Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
				a in de proefstam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	
144 242	Kalk (lime)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 6	0 30	onbep. 80
146 244	Kalk met formaline, 82.5% (lime with formaldehyde, 33%	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 0	0 2	onbep. 100
156 246	Kalk met natriumsilicofluoride-oplossing (lime with sodiumfluosilicate-solution)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 1	0 2	onbep. 50
142 248	Leinweber's mengsel (Leinweber's composition)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 0	0 4	onbep. 100
148 250	Formaline, 10% (formaldehyde, 4%)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 16	0 6	onbep. –166
154 252	Natriumchloride, verz. oplossing (natrium-chloride saturated)	15-9-'32 10-5-'32	51 66	0 30	0 4	onbep. –650
152 254	Natriumsilicofluoride, verz. oplossing (sodiumfluosilicate, saturated)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 54	0 3	onbep. –1700
150 256	Bloem van zwavel (flowers of sulfur)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 0	0 2	onbep. 100
124 258	Gaswater (ammoniac--water)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 65	0 4	onbep. –1525
108 260	Petroleum (kerosene)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 24	0 5	onbep. –380
110 262	Petroleum + paradichloorbenzol, 10 : 1 (kerosene + paradichlorobenzene, 10 : 1)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 30	1 27	100 –11
112 264	Petroleum-zeepemulsie (kerosene-soapemulsion)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 1	1 40	100 97
114 266	Petroleum-paradichloorbenzol-zeepemulsie (kerosene-paradichlorobenzene-soapemulsion)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	1 52	0 50	– ∞ – 4
116 268	Petroleum-zeepemulsie + bloem v. zwavel (kerosene-soapemulsion + flowers of sulfur)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 62	0 89	onbep. 30
158 270	Benzine + paradichloorbenzol, 10 : 1 (benzene + paradichlorobenzene, 10 : 1)	15-9-'32 10-5-'32	51 66	0 55	0 95	onbep. 42
118 272	Pyridine-emulsie (pyridine-soapemulsion)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 12	0 62	onbep. 81
120 274	Pyridine-paradichloorbenzol-emulsie (pyridine-paradichlorobenzene-emulsion)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 71	0 41	onbep. –73
122 276	Koolteer (coaltar)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 0	0 35	onbep. 100
126 278 G 2	Carbolineum „Krimpen", 100% (fruit-tree-carbolineum „Krimpen", 100%)	26-8-'31 10-5-'32 4-5-'32	69 66 60	0 1 24	1 17 18	100 94 33
128 280	Carbolineum „Krimpen", 10% (fruit-tree-carbolineum „Krimpen", 10%)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	2 25	2 3	0 –733
130 282 G 6 H 6	Timmermanscarbolineum, 100% (carbolineum, 100%)	26-8-'31 10-5-'32 4-5-'32 21-6-'32	69 66 60 30	0 1 0 1	2 1 7 1	100 0 100 0
132 284 G 8	Timmermanscarbolineum + paradichloorbenzol 10 : 1) (carbolineum + paradichlorobenzene 10 : 1)	26-8-'31 10-5-'32 4-5-'32	69 66 60	1 1 2	1 33 2	0 97 0

WELKE MET CHEMICALIËN BEHANDELD ZIJN STAANDE ONDER EEN AFDAK
standing under a pentroof)

2e contrôle (*2nd control*)				3e contrôle (*3rd control*)				4e contrôle (*4th control*)			
duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
323 128	0 7	0 36	onbep. 80	385 189	0 7	0 36	onbep. 80	464 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	0 0	0 4	onbep. 100	385 189	0 0	0 4	onbep. 100	464 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	0 1	0 2	onbep. 50	385 189	0 1	0 2	onbep. 50	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	0 0	0 4	onbep. 100	385 189	0 0	0 4	onbep. 100	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
305 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	367	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 0	0 3	onbep. 100	385 189	0 0	0 3	onbep. 100	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	0 sl	2 sl	100 onbep.	385	sl	3	onbep.	446	sl	d	onbep.
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	1 sl	100 onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 3	1 41	100 –92	385 189	0 3	1 41	100 –92	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	1 sl	0 sl	$-\infty$ onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	1 sl	100 onbep.	385	sl	sl	onbep.				
305 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	367	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 0	0 35	onbep. 100	385 189	0 0	1 35	100 100	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128 122	0 1 sl	3 17 sl	100 94 onbep.	485 189	0 1	3 17	100 94	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	3 sl	2 sl	50 onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128 122 92	0 1 0 1	3 1 14 1	100 0 100 0	385 189 183 53	0 1 0 1	3 1 14 1	100 0 100 0	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128 122	1 1 3	2 33 4	50 97 62	385 189 183	1 1 3	2 33 4	5 97 62	446 219	d d	d d	onbep.

No (*Nr*)	Middel (*Chemicals*)	Datum van de behandeling (*date of treatment*)	1e contrôle (*1st control*)			
			duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proefstam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
134 286	Timmermanscarbolineum-zeepemulsie (carbolineum-soapemulsion)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 31	0 90	onbep. 65
136 288	Timmermanscarbolineum-paradichloorbenzol-zeepemulsie (carbolineum-paradichlorobenzene-soapemulsion)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 53	0 86	onbep. 38
138 290	Timmermanscarbolineum-zeepemulsie + bloem v. zwavel (carbolineum-soapemulsion + flowers of sulfur)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 36	0 55	onbep. 35
160 292	Geëmulgeerde bijproducten van de Utr. Asph. Fabrieken, merk A, 10% (emulsified secundairy products mark A of the Utrechtsche Asphalt-fabrieken)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 42	0 45	onbep. 7
170 294	Prod. A : (paradichloorbenzol-petroleum = = 1 : 10) : H_2O 1 : 1 : 4 Prod. mark A : (paradichlorobenzene-kerosene = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 44	0 45	onbep. 2
162 296	„Capsokrimp" 10% (fruit-tree-carbolineum Capsokrimp, 10%)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 31	0 34	onbep. 9
172 298	„Capsokrimp" : (paradichloorbenzol-petroleum = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4 (Capsokrimp : (paradichlorobenzene-kerosene = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 12	0 24	onbep. 50
164 300	„Paracapsokrimp", 10% (fruit-tree-carbolineum Paracapsokrimp, 10%)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 34	0 31	onbep. –10
174 302	„Paracapsokrimp" : (paradichloorbenzol-petroleum = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 2 : 4 (Paracapsokrimp : (paradichlorobenzene-kerosene = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 2 : 4)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 0	0 21	onbep. 100
166 304	Geëmulgeerde carbololie, 10% (emulsified carbolic-oil, 10%)	26-8-'31 10-5-'32	69 66	0 18	0 9	onbep. –100
176 306 G 10	Geëmulg. carbololie : (paradichloorbenzol-petroleum = = 1 : 10) : H_2O = 1 : 1 : 4 (emulsified carbolic-oil : (paradichlorobenzene-kerosene= = 10 : 1) : H_2O = 1 : 1 : 4)	26-8-'31 10-5-'32 4-5-'32	69 66 72	0 9 42	0 10 4	onbep. 10 –425
178 308 G 12	Geëmulgeerde creosootolie, 100% (emulsified creoostic-oil, 100%)	26-8-'31 10-5-'32 4-5-'32	69 66 72	0 1 5	0 27 9	onbep. 96 72
168 310 G 14	Geëmulg. creosootolie + paradichloorbenzol, 10 : 1 (emulsified creosotic-oil + paradichlorobenzene 10 : 1)	26-8-'31 10-5-'32 4-5-'32	69 66 72	0 0 1	0 22 7	onbep. 100 93
140 312 G 4	Asphaltkoppen (asphaltic-„heads")	26-8-'31 10-5-'32 4-5-'32	69 66 72	0 32 110	0 7 16	onbep. –357 –244
H 2 H 4	„Xylamon LX" „Xylamon natur"	21-6-'32 21-6-'32	30 30	0 0	11 5	100 100
314	„Huile de Schiste"	10-5-'32	66	1	8	87
X 5 X 6 X 7	„Poliflor"	25-4-'35 25-4-'35 25-4-'35	91 91 91	59 61 38	53 46 47	– 6 –33 –19

VERKLARING

a = het aantal moedergangen in de met chemicaliën behandelde stammen
(Number of egg-galleries in the logs, treated with chemicals)

b = het gemiddeld aantal moedergangen in de bijbehoorende onbehandelde contrôlestammen
(the average number of egg-galleries in the not treated check-logs)

2e contrôle (*2nd control*)				3e contrôle (*3rd control*)				4e contrôle (*4th control*)			
duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$	duur in dagen (*duration in days*)	moedergangen (*egg-galleries*) a in de proef-stam (*in treated log*)	b in de contr. stam (*in check log*)	Coëff. $\frac{b-a}{b} \times 100$
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	1 sl	100 onbep.	285	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	0 sl	onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 sl	2 sl	100 onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128	0 0	0 21	onbep. 100	385 189	0 0	0 21	onbep. 100	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128	0 sl	2 sl	100 onbep.	385	sl	sl	onbep.				
323 128 134	0 sl sl	0 sl sl	onbep. onbep. onbep.	385	sl	sl	onbep.				
233 128 134	0 1 11	0 28 9	onbep. 96 39	385 189 195	0 1 11	0 28 39	onbep. 96	446 219	d d	d d	onbep. onbep.
323 128 134	0 0 7	1 22 7	100 100 50	385 189 195	0 0 7	1 22 7	100 100 50	446	0	1	100
323 128 134	0 sl sl	0 7 sl	onbep. onbep. onbep.	385 189	sl sl	sl 7	onbep. onbep.	219	d	d	onbep.
92 92	0 0	11 5	100 100	153 153	0 0	11 5	100 100				
128	1	8	87	189	1	8	87	219	d	d	onbep.

sl = schors van de stammen losgelaten (bark loosened from the wood)
d = stam en schors geheel uitgedroogd (wood and bark completely desiccated)
onbep. = onbepaald (indeterminate)

mermanscarbolineum 100%, alsmede een 10-procentige oplossing van paradichloorbenzol in dit middel, zoowel in de buitenlucht als onder het afdak, de beste resultaten. De andere middelen hadden geen, of slechts een geringe uitwerking. Zij konden ook niet worden verbeterd, door paradichloorbenzol er in op te lossen.

Met een aantal middelen, hoofdzakelijk die, welke bij de oriënteerende proeven de beste uitkomsten hadden opgeleverd, zijn op verschillende plaatsen proeven genomen, onder omstandigheden, die zich ook in de practijk zullen voordoen.

Voor een dergelijke proef in *Wageningen* werden 9, ongeveer 5 m lange, iepestammen gebruikt, die op 15 Mei 1933 waren geveld. Door middel van 4, ongeveer 20 cm breede, dwarsbanden werd het schorsoppervlak van iederen stam in 5 even groote, ongeveer 80 cm lange vlakken verdeeld. Bij iederen stam werd één deel met carbolineum behandeld, drie andere met een der navolgende middelen, te weten: koolteer, gasolie en watergasteer, xylamon of mengsels van carbolineum en watergasteer. Het overige vijfde deel, dat ter vergelijking moest dienen, werd met gaswater behandeld, daar stammen daarmede bestreken, de kevers aanlokten. De stammen op 19 Mei 1933 behandeld en vervolgens op dwarsliggers gestapeld, werden den 18en October d.o.v. ontschorst, ten einde de aangelegde moedergangen te tellen. De gegevens zijn in tabel XVII vereenigd.

Wij zien uit deze tabel, dat aan bijna alle gebruikte middelen een beschermende werking kan worden toegeschreven, doch geen dezer middelen is afdoende. Het beste voldeed nog het mengsel van watergasteer en carbolineum in de verhouding 2 : 1; daarop volgden in werkzaamheid xylamon natuur, carbolineum, het mengsel van watergasteer en carbolineum 1 : 1, watergasteer, xylamon LX, watergasteer en carbolineum 1 : 2, gasolie en koolteer. Geheel onwerkzaam was het teerproduct van de gasfabriek te Arnhem. In den regel was de afwerende werking sterker voor *S. scolytus* F. dan voor *S. multistriatus* Marsh.

De kostenberekening van het chemicaliën-verbruik, welke in de tabel is opgenomen, doet zien, dat de duurste middelen xylamon LX en xylamon natuur zijn. Het goedkoopste is een behandeling met gasolie of watergasteer.

Door de welwillende medewerking van den heer J. Bouwer, directeur der gemeenteplantsoenen te *Haarlem*, was het mogelijk, aldaar een proef te nemen met timmermanscarbolineum en

TABEL XVII

PROEF MET CHEMICALIËN TE WAGENINGEN
(*Experiments with chemicals at Wageningen*)

Middel (*Chemicals*)	Schorsoppervlakte in m² (*Surface of the bark in m²*)	Gebruikte chemicaliën in kg/m² (*Chemicals used in kg/m²*)	Kosten in centen p. m² schors (*Costs in cents per m² barksurface*)	Aantal moedergangen (*Number of mother-galleries*)				
				S. scolytus F.	S. multistriatus Mrsh.	per 10 m² schors (*per 10 m² barksurface*)		
						S. scolytus F.	S. multistriatus Mrsh.	Totaal (*Total*)
Gaswater (Ammoniac-water)	9.568	0,7	1,0	125	108	130	113	243
Xylamon LX	3.176	0,8	36,8	1	14	3	44	47
Xylamon natuur	3.128	0,9	26,1	3	4	10	13	23
Watergasteer (Watergas-tar)	3.448	0,7	3,5	3	10	9	29	38
Timmermanscarbolineum (Carbolineum)	8.864	0,7	6,3	5	17	6	19	25
Watergasteer : timmermanscarbolineum 2 : 1 (Watergas-tar : carbolineum)	3.488	0,7	4,4	1	5	3	14	17
Watergasteer : timmermanscarbolineum 1 : 1 (Watergas-tar : carbolineum)	3.136	0,6	4,2	3	5	10	16	26
Watergasteer : timmermanscarbolineum 1 : 2 (Watergas-tar : carbolineum)	2.928	0,6	4,6	4	10	14	34	48
Gasolie (Gas-oil)	3.216	0,8	4,0	7	9	22	28	50
Teer „Arnhem" (Tar „Arnhem")	2.896	0,7		25	26	86	89	175
Koolteer (Coal-tar)	3.968	0,9	5,4	6	16	15	40	55
Totale stapel (Total)	47.816			183	224	38	47	85

watergasteer op 4 stapels iepenhout, die elk uit een 15-tal, ongeveer 4 m lange stammen bestonden en welke in het begin van Febr. 1933 werden behandeld.

De stammen van den eersten stapel zijn stuk voor stuk met carbolineum bestreken. Van de verschillende werkwijzen, die werden beproefd, voldeed het beste die, waarbij één man het carbolineum met een van een broes voorzienen gieter op den stam goot, waarna een ander de vloeistof onmiddellijk met een teerkwast uitstreek. Voor het bestrijken van een stam van 4 m

lengte en ongeveer 35 cm diameter waren bij toepassing dezer werkmethode ongeveer 3 minuten tijds noodig. Bij zwaardere stammen duurt het bestrijken naar evenredigheid iets korter, doch het vervoer en het opnieuw stapelen nemen dan aanmerkelijk meer tijd in beslag. Zoo kon een stam van 4 m lengte en 80 cm doorsnede in ongeveer 5 minuten worden bestreken; het verrollen, waaraan 3 arbeiders en een dommekracht te pas kwamen, duurde 45 minuten.

De stammen van den tweeden stapel zijn op soortgelijke wijze met watergasteer bestreken. Doordat dit middel dunner vloeibaar is dan carbolineum, gaat het bestrijken gemakkelijker en is het vloeistofverbruik iets geringer.

De derde stapel bestond uit een aantal ontschorste iepestammen, waaraan waren toegevoegd 2 onbehandelde boomen, die ter vergelijking dienst deden. Wij kozen slechts 2 onbehandelde stammen, ten einde te voorkomen, dat de spintkevers voldoende gelegenheid zouden hebben alle daarin hun moedergangen te maken en de minder aanlokkelijke behandelde zouden mijden.

De vierde stapel is in zijn geheel met watergasteer overgoten. De inhoud van dezen stapel bedroeg ongeveer 7 m³. Hij werd overgoten met 20 liter watergasteer, welke behandeling nog geen 5 minuten in beslag nam.

Aan het einde van het seizoen werden de stammen geschild, waarbij tevens het aantal moedergangen werd geteld. De uitkomsten van deze proef zijn in tabel XVIII verzameld.

Een soortgelijke proef namen de heeren Dr J. DE HOOGH en PERK VLAANDEREN in *Utrecht*. De aldaar verkregen uitkomsten stemden overeen met die van onze proef in Haarlem. Het bestrijken met carbolineum oefent een afschrikwekkende werking op de kevers uit, het bestrijken met watergasteer heeft een iets geringere uitwerking. De uitwerking van beide middelen was op *S. scolytus* F. grooter dan op *S. multistriatus* MRSH. Het begieten met watergasteer voldeed niet aan de gestelde verwachtingen.

Voorts werd nog getracht, stapels tophout tegen spintkevers te beschermen door begieten met watergasteer. Te *Haarlem* werd een 1,50 m hooge, 2 m lange en 2 m breede stapel, bestaande uit 10 tot 40 cm dikke iepetakken, op 13 Febr. 1933 met 20 liter watergasteer overgoten. Op 3 Nov. 1933 was de aantasting van dezen stapel nagenoeg gelijk aan die van een niet met watergasteer begoten stapel stammen. Ook hier had watergasteer dus slechts geringe uitwerking.

TABEL XVIII

PROEF MET CHEMICALIËN TE HAARLEM

(*Experiments with chemicals at Haarlem*)

Stapel (*Stack*)	Middel en wijze van toepassing (*Chemical and its application*)	Aantal stammen (*Number of logs*)	Schorsoppervlakte in m² (*Surface of the bark in m²*)	Aantal moedergangen (*Number of egg-galleries*)			Aantal moedergangen per 10 m² schors (*Number of egg-galleries per 10 m² of bark*)		
				S. scolytus F.	S. multistriatus Mrsh.	Totaal (*Total*)	S. scolytus F.	S. multistriatus Mrsh.	Totaal (*Total*)
I	Carbolineum (afzonderlijk bestreken).. Carbolineum (each log treated)	15	72.77	121	196	317	17	27	44
II	Watergasteer (afzonderlijk bestreken).. Watergastar (each log treated)	14	69.55	168	238	406	24	34	58
III	Onbehandeld ..... (Not treated)	2	4.21	131	99	230	311	235	546
IV	Watergasteer (begoten) Watergas-tar (sprinkled)	14	53,52	818	655	1473	153	122	275
	Totaal (Total).....	44	200.05	1238	1188	2426	62	59	121

Een tweede stapel tophout behandelden wij op 27 Mei 1933 te *Wageningen* op gelijke wijze. Deze stapel werd echter niet door spintkevers aangetast, omdat zij in de omgeving er van vrijwel ontbraken.

Overzien wij de uitkomsten, die met de verschillende proeven zijn verkregen, dan blijkt, dat aan enkele middelen, mits deze op de stammen worden uitgestreken, inderdaad waarde voor de bestrijding van de iepenspintkevers kan worden toegekend. Van deze middelen komen, mede door den matigen prijs, carbolineum en — in mindere mate — watergasteer in aanmerking.

Wat men in de practijk met deze middelen bereikt, zal afhangen van de omstandigheden, waaronder zij worden aangewend. De spintkevers hebben een voorkeur voor onbehandelde stammen; ontbreken deze, dan boren zij zich ook in de behandelde in. Men zal dus slechts dan werkelijk nut van een behandeling mogen verwachten, indien men, naast met carbolineum of met

watergasteer behandelde stammen, ook vangstammen legt. Wij kunnen derhalve geen aanleiding vinden, het gebruik van bovengenoemde middelen zonder voorbehoud voor de bestrijding van de iepenspintkevers aan te bevelen.

4. *Ontschorsen.*

In ontschorst iepenhout leggen iepenspintkevers geen moedergangen aan. Ook de afgeschilde schors verliest spoedig haar aantrekkingskracht en is derhalve ongevaarlijk. Naast het wateren van iepestammen hebben wij dus in het ontschorsen van de stammen en het verbranden van de schors een uitstekend middel voor de bestrijding van de iepenspintkevers.

De vrij hooge kosten, die aan het schillen van grootere partijen iepenhout zijn verbonden, alsmede het waardeverlies, dat het geschilde hout ten gevolge van scheuren lijdt, vormen ernstige bezwaren voor het toepassen van laatstbedoelde bestrijdingsmethode. Prof. A. TE WECHEL (1934) toonde aan, dat het waardeverlies niet zóó groot is, dat daarom van de toepassing dezer methode zou moeten worden afgezien. Hij kende evenwel aan het gescheurde hout een handelswaarde toe, die niet iedere houthandelaar bij verkoop daarvoor had kunnen ontvangen. Voor houtkoopers, die geen kort hout voeren, heeft het gescheurde hout nagenoeg geen waarde; zij moeten het meestentijds tegen lagen prijs van de hand doen.

Ingevolge het bepaalde in artikel 2, lid 1, 2e alinea, van het Koninklijk Besluit van 14 Sept. 1935, Stbl. 572, is de Minister van Economische Zaken bevoegd, al dan niet voorwaardelijk, ontheffing te verleenen van het verbod om tusschen 1 April en 1 October iepenhout te laten liggen, opgestapeld te houden of te vervoeren. Hierdoor is de mogelijkheid geopend om den houthandel zooveel mogelijk ter wille te zijn, door het verleenen van ontheffing van bovenbedoeld verbod, zoolang het onderhavige hout nog niet door iepenspintkevers is aangetast. De schade, die de houthandelaar of de houtverbruiker door de gevolgen van het ontschorsen van iepenhout zou lijden, kan op deze wijze in vele gevallen tot het minimum worden beperkt. Voorts zij er aan herinnerd, dat bovenbedoeld verbod slechts in een gedeelte van ons land geldt.

SLOTBESCHOUWINGEN

Wij hebben in het voorafgaande gezien, dat het niet mogelijk is, op eenigerlei wijze de schimmel, die de iepenziekte verwekt, in de houtvaten te bestrijden; evenmin kunnen wij maatregelen treffen om het binnendringen van deze schimmel door de wonden afkomstig van rijpingsvreterij te beletten. In verband met deze feiten komt de bestrijding van de iepenziekte neer op de verdelging van de iepenspintkevers, die, zooals wij hebben aangetoond, als de eenige overbrengers van *C. ulmi* konden worden aangewezen.

Wij meenen, aan de hand der uitkomsten, die onze onderzoekingen nopens de iepenspintkeverbestrijding hebben afgeworpen, een voorschrift te kunnen verstrekken, bevattende de maatregelen, die o.i. genomen dienen te worden om niet alleen de sterke vermeerdering van de spintkevers te voorkomen, maar tevens om een bestaande plaag van deze insecten te onderdrukken. Wij laten dit voorschrift hieronder volgen:

Iepen, waarin de spintkevers moedergangen maakten, behooren te worden opgeruimd en wel in de wintermaanden (October tot Mei) éénmaal en in de zomermaanden binnen 4 weken, nadat de spintkevers zijn begonnen met het aanleggen van moedergangen. Dit opruimen kan geschieden door de stammen te ontschorsen en de schors met het top- en takhout te verbranden. Ook kan men de stammen gedurende 6 maanden onder water houden.

Versch gevelde iepen, die niet door spintkevers zijn aangetast, behooren gedurende de zomermaanden (April tot October) onder water te worden bewaard of van de schors te worden ontdaan. Het top- en takhout dient zoo spoedig mogelijk te worden verbrand.

Als aanvullende maatregel komt allereerst in aanmerking het gebruik van vangstammen, die men liefst met kaasdoek zal bekleeden en van strooken rupsenlijm voorzien. Maatregelen als het loslaten van parasieten, het verbeteren van den vogelstand, het met een laag aarde bedekken van niet-aangetast iepenhout en het tusschen planten van, of omheinen met *U. pumila* en *U. foliacea Wheatleyi* zullen slechts onder bijzondere omstandigheden kunnen worden toegepast.

AANHANGSEL

Enkele recepten der gebruikte middelen:

Leinweber's mengsel: 312 g tabak werd afgetrokken in 625 g water. Het aftreksel werd gefiltreerd en het filtraat gemengd met een zelfde hoeveelheid geklopt runderbloed. Aan het aldus verkregen mengsel, zijnde 1250 cc werd een zelfde hoeveelheid gebluschte kalk toegevoegd; daarna werd het geheel gemengd met 20 liter verschen koemest.

Petroleum-zeepemulsie: 20 cc handelspetroleum werd geëmulgeerd in 1 liter regenwater met behulp van 20 g groene zeep.

Petroleum-paradichloorbenzol-zeepemulsie: Als voorgaand recept, doch in plaats van 20 cc handelspetroleum werd een zelfde hoeveelheid van een 10% paradichloorbenzol-oplossing in genoemde stof gebruikt.

Petroleum-zeepemulsie + bloem van zwavel: Door 100 cc van de petroleum-zeepemulsie werd 10 g bloem van zwavel geroerd.

Pyridine-emulsie: 200 cc pyridine werd met behulp van 75 g zachte zeep geëmulgeerd in 1 liter water.

Pyridine-paradichloorbenzol-zeepemulsie: Als voorgaand recept, doch in plaats van pyridine werd een oplossing gebezigd van 10 g paradichloorbenzol in 100 cc pyridine.

Timmermanscarbolineum-zeepemulsie: 100 cc timmermanscarbolineum werd met 10 g groene zeep geëmulgeerd in 530 g water.

Timmermanscarbolineum-paradichloorbenzol-zeepemulsie: Als voorgaand recept, doch in plaats van carbolineum werd gebruikt een 10-procentige oplossing van paradichloorbenzol in deze vloeistof.

Timmermanscarbolineum-zeepemulsie + bloem van zwavel: Werd bereid door 630 cc van de in het voorlaatste recept bedoelde emulsie met 100 g bloem van zwavel dooreen te roeren.

De gebruikte timmermanscarbolineum, carbolineum „Krimpen", Capsokrimp, Paracapsokrimp, de geëmulgeerde carbol- en creosootolie, zijn producten van de N.V. Utrechtsche Asphaltfabriek.

De andere middelen zijn door menging of oplossing verkregen.

STAATSBLAD

VAN HET

KONINKRIJK DER NEDERLANDEN

(Nr. 572) BESLUIT van den 14den September 1935, houdende algemeene voorschriften ter voorkoming van nadeel door de iepenziekte en den grooten en kleinen iepenspintkever.

Wij Wilhelmina, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz., enz., enz.

Op de voordracht van onzen Minister van Landbouw en Visscherij van 5 September 1935, Directie van den Landbouw, nr. 10504, afd. VI.

Gelet op artikel 3 der Boschwet 1922;

Overwegende, dat het Ons wenschelijk voorkomt de algemeene voorschriften ter voorkoming van nadeel door de iepenziekte (Graphium ulmi Schwarz) en den grooten en kleinen iepenspintkever (Scolytus scolytus F. en Scolytus multistriatus Mrsh) te wijzigen;

Hebben goedgevonden en verstaan:

met intrekking van Ons besluit van 25 October 1933, Staatsblad nr. 547, te bepalen:

Artikel 1

1. De gebruiksgerechtigde van iepen, welke door Onzen Minister van Landbouw en Visscherij zijn aangewezen als dood of als gevaar opleverende voor verspreiding van de iepenziekte of voor vermeerdering van iepenspintkevers, is verplicht binnen een door Onzen voornoemden Minister te bepalen termijn die iepen te vellen en de schors daarvan onschadelijk te maken door deze, volgens de aanwijzingen van dien Minister, te verbranden of op andere wijze te behandelen.

2. De gebruiksgerechtigde van gevelde iepen, welke door Onzen Minister van Landbouw en Visscherij zijn aangewezen als dood of als gevaar opleverende voor verspreiding van de iepenziekte of voor vermeerdering van iepenspintkevers is verplicht binnen een door Onzen voornoemden Minister te bepalen termijn

de schors dier iepen onschadelijk te maken op de wijze, aangegeven in het eerste lid van dit artikel.

ARTIKEL 2

1. Het is verboden tusschen 1 April en 1 October iepenhout te laten liggen, opgestapeld te houden of te vervoeren.

Onze voornoemde Minister is bevoegd van zoodanig verbod geheel of gedeeltelijk en al dan niet voorwaardelijk ontheffing te verleenen.

2. Dit verbod is niet toepasselijk op:

a. hout, zich bevindende in de door Onzen voornoemden Minister aan te wijzen gemeenten;

b. geheel ontschorst hout;

c. hout, met een doorsnede kleiner dan 7 cm;

d. hout, dat onder water ligt;

e. hout, waarvan de schors in haar geheel op door Onzen voornoemden Minister te bepalen wijze is behandeld.

ARTIKEL 3

Dit besluit treedt in werking op 1 October 1935.

Onze Minister van Landbouw en Visscherij is belast met de uitvoering van dit besluit, hetwelk in het Staatsblad zal worden geplaatst en waarvan afschrift zal worden gezonden aan de Algemeene Rekenkamer.

's-Gravenhage, den 14den September 1935.

WILHELMINA.

De Minister van Landbouw en Visscherij,

L. N. DECKERS.

Uitgegeven den twintigsten September 1935.

De Minister van Justitie,

VAN SCHAIK.

SUMMARY

CHAPTER I

THE TRANSMISSION OF THE ELM DISEASE

From the larvae and adults of *Scolytus scolytus* F. we could nearly always isolate *Ceratostomella ulmi*. In the pupae the fungus was never found, so the beetles must become newly infected in each brood. The elm bark beetles are externally contaminated with the spores of several fungi, especially *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp. and *C. ulmi* *Scolytus multistriatus* MRSH. is also frequently infected with *C. ulmi*.

In the pupal cells of both elm bark beetles *C. ulmi* is found fructifying, only, however, in wet and warm weather. During a dry or cold period the fruit bodies of this fungus do not appear. It has been proved that the beetles are newly infected in the pupal cells and that they transport the fungus to the new egg-tunnels. The fungus does not grow in attacked elms out from the wood to the inner bark.

The mite *Pseudotarsonemoïdes innumerabilis* VITZTH. living on the elm bark beetles, is transported by these beetles to the newly cut egg tunnels. From these egg-tunnels the mites transport the spores of *C. ulmi* via the larval tunnels to the pupal cells, where they disseminate the spores in such a way that these form a typical sward of coremia. In the absence of mites this is always lacking in the pupal cells. In such pupal cells, without mites, the coremia, if they are formed, are large and grow in groups. Laboratory experiments on plate cultures have proved this.

The elm bark beetles when feeding infect the healthy elm trees, which they attack, with *C. ulmi*; this has been proved by field-experiments. These experiments were conducted both with beetles collected in the open field and with beetles artificially infected with *C. ulmi*. The former give less serious infections than the latter. This explains why, in nature, no connection can be found between the number of scars caused by feeding on a tree and the amount of infection with *C. ulmi* (Table II). Further experiments, carried out with such artificially infected beetles, showed that an elm twig has to be infected by the elm bark beetles in at least six different places, before it will show outward

symptoms of the elm disease in the same year. Comparative inoculation experiments have been conducted with infected beetles and with spores on different elm species, and these indicate that both methods give similar results. However, a heavy attack by bark beetles will produce a stronger infection than the usual inoculations with a syringe. This showed expecially in the resistant species *Ulmus foliacea* Nr. 24 (CHRISTINE BUISMAN elm), *U. foliacea* Nr. 44 and *U. Wallichiana* PLANCH. Of the other trees than elms tested only *Zelkowa serrata* MAK. can be killed through an infection by elm bark beetles.

The distribution of the elm disease by other insects has been found to be improbable. Even the elm bark beetle *Pteleobius vittatus* F. never acts in this manner. We never found *C. ulmi* in their tunnels, whilst the beetles examined were never contaminated with the fungus. Besides, they attack elms in early spring and late autumn, when they are not susceptible to infection.

The examination of diseased elms showed that feeding-galleries nearly always form the means of entrance for *C. ulmi*, though these wounds may be healed over and invisible from the outside or have disappeared with the originally infected part of the twig.

It is possible that a single elm in an avenue will die, whilst the other trees remain healthy, this is due to the habit of the smaller elm bark beetle (*S. multistriatus*), of gathering for feeding on one tree. We have succeeded in finding the exact relation between the quantity of elm bark beetles and the occurrence of new cases of elm disease. Where the elm disease was spreading, its vectors, the elm bark beetles, were present. This applies to foreign countries, as well as Holland. The area of distribution of the elm disease has nowhere exceeded the limits of elm bark beetle spread. In regions where the elm bark beetles are lacking, or very scanty, there is no real outbreak of elm disease, though it may be present very rarely.

CHAPTER II

THE FEEDING PERIOD

We have described exactly the different feeding methods, adopted by *S. scolytus* F., in both field and laboratory experiments. Feeding in the axils is the most general (type A); otherwise type B occurs (feeding beneath the axil) or type C (on other parts of the bark). In wet and cold weather the beetles will cut tunnels under the outer bark of wilting or killed trees. They also

make such channels in experiments, when they have no twigs at their disposal. Both sexes make the same type of feeding galleries. The feeding is essential for the overwintering generation. The summer brood does not need to feed to the same extent, so during really fine weather the feeding period may be omitted. This was apparent from monthly countings of the beetles and scars in the neighbourhood of *Wageningen*.

The large elm bark beetles prefer 2–3 year old branches for their feeding; they like trees infected by *C. ulmi* as much as those not infected, provided the infected trees are not withered in consequence of the infection.

The elm bark beetles fly high, thus the tallest trees are most liable to attack, whilst the lower growing trees will be almost unharmed. The newly emerged elm bark beetles fly only as far as is necessary to find elms suitable for feeding. Therefore the centra of a dense elm plantation will almost escape attack (Table IV).

The duration of life of the males is very short: 2–14 days (Graph I); field and laboratory experiments made this apparent. The feeding period was fixed at ± 10 days, according to field and laboratory trials. Dissection showed that the ovaries of females, which had been feeding for 10 days, contained mature eggs, whilst these were not found in newly emerged females. The presence of nematodes may prolong the feeding period up to one month.

Before finishing their feeding, the beetles placed on stems standing upright are moving upwards and gnawing down into the bark; when they have accomplished their feeding they are moving downwards and boring upwards in the bark.

Shortly after the field experiments had been started, heavy rain killed most of the beetles (Table V, 1 and 2). Beetles which are feeding are not harmed, even by heavy rainfall. A warm dry atmosphere is also unfavourable for the adults (Table V, 5, 6 and 7); periods with a moderate temperature and rain are most favourable for the beetles and then infections will be numerous. (Table V, 8–11). In very cold weather the beetles in the field feed on dead or felled elm logs (type D).

Besides elm, some other kinds of trees were tested for their suitability for feeding (Table VI). It is remarkable that closely related species of *Prunus* and *Populus* are differently attractive for the beetles. All the species of the genus Ulmus tried, could serve for feeding. In a separate publication the question as to whether all elm trees are equally attractive for elm bark beetles will be discussed. Apart from elm, the entire development of the beetles could only take place on *Prunus domestica*.

The smaller elm bark beetles prefer feeding on young twigs. Only in cold and rainy weather they will bore into older bark. The feeding period lasts 3–13 days, but for most of the beetles, one week. Generally they feed together on one tree, while the neighbouring trees are spared. (Table VII).

In the following year, however, the attack of this tree does not differ from the others.

All elm species may be attacked by the smaller elm bark beetle; we did not investigate other trees with regard to their suitability for the feeding of this species.

CHAPTER III

THE GENERATIONS OF THE ELM BARK BEETLES

In our country during the winter partially grown larvae of *S. scolytus* F. hibernate in the bark and fully-grown larvae in the pupal cells; they do not pupate before the spring.

When the air temperature is about 17,5° C, the beetles begin to emerge, starting on the south side of the tree. They do not fly until the temperature reaches 20° C (Graph II). From the 43.000 beetles we observed, 0,3 % took to wing at 15° C, 0,4 % at 17° C, 1 % at 19° C, 5 % at 20° C, 7,5 % at 25° C and 0,8 % at 30° C. The optimum lies at about 25° C; higher temperatures may prove fatal. In a warm spell the number of beetles emerging daily decreases towards the end of the period regardless of an increase in the daily maximum temperature. On the first warm day after a cold period the largest number of beetles will issue; in this case a stock of beetles is present in the bark (Table VIII and graph II). Low night minima do not interrupt the flights. Table IX is showing the flights from 1930 to 1935, inclusive.

The considerable time occupied by the females in cutting their egg-tunnels is responsible for the long periods of emergence; the first egg may be deposited three weeks before the last one; on the south side of a tree the beetles develop quickly, on the north side rather slowly. It was rather difficult to investigate the duration of the various stages; only the pupal stage could be timed exactly. (Table X). The newly emerged beetles require 48 hours to mature. Egg laying may be spread over 30 days; Table XI gives a survey of the development, demonstrating the large individual variations.

The developmental period is dependent on the meteorological circumstances, but no relation could be found between the rate of development and the air temperature. The aspect of the tun-

nels and the moisture-content of the trees give rise to differences, as Table XII shows.

The shortest period of development we found was 32 days. On the north side of the tree the main flight of the beetles will commence about 14 days after that on the south side.

The number of generations varies greatly; in 1930, 4 generations occurred, in 1931 only one; the second developed partly; 1932 gave 4 generations and 1933, 3, which may be considered normal for the *Netherlands*. The generations overlap, so there are no periods without beetles.

The partially grown larvae of *S. multistriatus* MRSH. overwinter and thus appear later than *S. scolytus* F. They fly at a temperature of 20° C (Table XIII). On days with a temperature of 12° C 0,2 % were flying, of 19° C 0,4 %, 20° C 0,8 %, 26° C 1 % (being the maximum) and of 31° C 0,8 %. The flights are more regularly divided over the days with a temperature over 20° C than for *S. scolytus* F.

As a rule there is only one generation a year. Sometimes a second will emerge. In 1932, the second generation was already flying by June 25th.

CHAPTER IV

THE EPIDEMIOLOGY OF THE ELM BARK BEETLES

The females of *S. scolytus* F. lay 8–156, generally 60–110 eggs; for *S. multistriatus* MRSH. the number lies between 8 and 200 and generally varies from 100–150. Infestation of the beetles by nematodes will decrease these numbers. The proportion of the sexes for the emerging beetles is 1 : 1 for both species; the males of *S. scolytus* F. emerge sooner.

A detailed discussion of the microclimate in the elmbark is given; this differs considerably from the open air, (Table XIV) on the south side of the tree rather high temperatures are recorded (45° C), in standing trees during autumn and in fallen trees in summer. Development will continue, even on cold days, because in the bark the temperature is much higher.

The number of generations of *S. scolytus* F. may depend upon whether early in spring, some warm days occur with a maximum temperature over 20° C as then further development takes place in the bark. The southern part of our country is slightly warmer than the northern, and this small difference causes an additional generation south of de Maas. This does not much affect *S. multistriatus* MRSH, which emerges later.

The elm bark beetle population is continually drained by parasites and predators. The fungus *Beauveria bassiana* (BALS) VUILL., the insects *Pteromalus bimaculatus* R., *Coeloïdes scolyticida* WESM, members of the *Carabidae*, *Staphylinidae* and *Elateridae*, *Soronia punctatissima*, *Thanasimus* (*Clerus*) *formicarius* LATR., larvae of *Diptera*, *Rhaphidia Sp.*, the nematodes *Cylindrogaster ulmi* GOODEY, *Rhabditis octopleura* STEINER, *Rhabditolaimus Schuurmansi* FUCHS, *Rhabditolaimus Leuckarti* FUCHS, some *Cephaloba* spp., *Oncholaimus* sp., the mites *Trichorobates trimaculatus* C. L. KOCH, *Pelops planicornis* SCHRANK, *Gamisia bicarinata* C. L. KOCH, *Tyrophagus dimidiatus* HERM., *Pseudotarsonemoides innumerabilis* VITTZHUM, *Pediculoides scolyti* OUD. and *Caenocheyletus Franseni* OUD. are discussed, and also the following birds: tit, nuthatch, robin and woodpecker.

The quantity of suitable breeding material is very important in relation to outbreaks of both species of elm bark beetle. This breeding material has to meet special requirements, which are explained at length, together with the way in which a pile of wood will be attacked.

It is reported how, with the aid of legislation the control of the elm bark beetle has been started. This is possible by destroying bark with larvae, by burning, and by barking or immersing in water wood which is suitable for beetle breeding.

CHAPTER V

THE CONTROL OF THE ELM DISEASE

After having made clear that the control of the fungus is not possible, the writer indicates the possibility of protecting the elms from feeding by bark beetles. This could not be done by spraying with arsenical compounds. The beetles are susceptible to derris-dust. It was not possible to investigate whether this could be practically applied. For the experiments the elms were confined in cages. One may protect a plantation indirectly by dense and regular planting of the trees; and by thinning the plantation and using the species that are attractive for elm bark beetles as trap trees (*U. pumila* and *U. foliacea Wheatleyi*), the last mentioned after being heavily cut back.

It is not possible to destroy the elm bark beetles directly by fumigating the infected trees, nor by treating them with chemicals or burying them. For the chemicals tested see Table XVI *a* and *b*. The trees must be kept under water for a whole summer to obtain good results. Immersion for a short period will not kill

the beetles; even the fully-grown beetles will withstand this treatment (Graph III).

It is also possible to bark the trees, but in summer the bark must be burnt very quickly. In winter one may wait till April before destroying the bark. In summer the places where the trees have been barked must be sprayed with a solution of 10% paradichlorbenzene in mineral oil, in order to kill the larvae and pupae, which may have fallen from the trees; in winter this is not necessary.

When there are pupal cells in the wood, the barked trees can be sprayed or treated with a solution of paradichlorbenzene in mineral oil or carbolineum.

The use of traptrees against these insects is somewhat difficult. One may however make use of upright stems, about 1,50 m high and 30 cm thick wrapped in cheese-cloth, on which 3 cross-bands of tangle-foot about 5 cm broad must be made; these strips must be treated monthly. The first band should be placed 25 cm down from the top of the stem, the two others at intervals of 60 cm below.

Biological control consists in protecting the birds or rearing and distributing the parasite, *Coeloïdes scolyticida* WESM.

The indirect control of the elm bark beetles can be carried out by removing the breeding material. We have the impression, that this may be effected by burying the elm-logs and covering them with a layer of earth about 20 cm thick.

When the trees have been immersed in water for six months, they have lost their attractiveness for the beetles, however they are still suitable for the feeding of the larvae; after ten months they will also lose this quality.

It is not possible to render the trees unsuitable for the beetles to cut their egg tunnels, by spraying or treating them with chemicals. For the results of a great number of preliminary experiments see Table XVI *a* and *b*. It is apparent, that many chemicals work as repellants to the beetles. The best results were given bij coal-tar and carbolineum. Other supposed remedies such as brine, ammonia solution, fruit-tree carbolineum, sodium silicofluoride on the contrary attracted the beetles.

We made several experiments on a woodpile, (Table XVII) which showed that a mixture containing water-gas tar and carbolineum 2 : 1 gave the best results; after this came xylamon. The effect was greater on *S. scolytus* F. than on *S. multistriatus* MRSH.

Experiments with woodpiles showed, that only treating with

carbolineum can be considered as practical. However, the expense is rather high and so far the treatment is not completely satisfactory. At the same time when treating woodpiles, it is necessary to use traptrees.

Barking the trees or immersing them for six months are definite remedies, but the first method diminishes the value of the wood; the second on the other hand increases it.

LITERATUURLIJST

AUDOUIN, V., 1837 – Ann. Ent. Soc. de France, Bull. Janv. 4, pp. II–VI.

BETREM, J. G., 1929 – De Iepenziekte en de Iepenspintkevers. Verslagen en Mededeelingen van den Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen, No. 60, pp. 3 e.v. – Tijdschr. over Plantenziekten, 36, pp. 273–289.

BRILL, O., 1930 – Vorschläge zur Bekämpfung des Ulmensterbens. Die Gartenwelt, 34, Nr. 48, pp. 657–659; idem Nr. 50 pp. 690–691.

BUISMAN, C. J. & WESTERDIJK, J., 1929 – De Iepenziekte. Rapport over het onderzoek verricht op verzoek van de Nederlandsche Heide Mij.

BUISMAN, C. J., 1930 – The Dutch Elm-disease. Phytopathology, 20, pp. 111–112.

———, 1932*a* – Verslag van de Phytopathologische onderzoekingen over de iepenziekte, verricht in het Lab. „Willie Commelin Scholten" gedurende 1931. Tijdschr. over Plantenziekten, 38, pp. 17–36. – Med. v/h Iepenziekte-Comité. No. 10.

———, 1932*b* – De olmen of iepenziekte (= De Iepenziekte. Tijdschr. der Nederl. Heide-Mij, Jaarg. 1933, Afl. 7.).

———, 1932*c* – Over het voorkomen van *Ceratostomella ulmi* (Schwarz) Buisman in de natuur. Tijdschr. over Plantenziekten. 38, pp. 203–204. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, No. 13.

———, 1933 – Verslag van de onderzoekingen over de iepenziekte verricht in het Phytopathologisch laboratorium „Willie Commelin Scholten" te Baarn, gedurende 1932. Tijdschr. over Plantenziekten, 39, pp. 101–114 en 77–95. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, No. 13.

———, 1934 – Verslag van de onderzoekingen over de Iepenziekte verricht in het Phytopathologisch laboratorium „Willie Commelin Scholten" te Baarn, gedurende 1933. Tijdschr. over Plantenziekten, 40, pp. 65–88. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, No. 16.

———, 1935 – Verslag van de onderzoekingen over de Iepenziekte, verricht in het Phytopathologisch laboratorium „Willie Commelin Scholten" te Baarn, gedurende 1934. Tijdschr. over Plantenziekten, 41, pp. 104–121. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, No. 18.

———, 1936 – Verslag over de onderzoekingen betreffende de Iepenziekte, verricht in het Phytopathologisch Laboratorium „Willie Commelin Scholten" te Baarn, gedurende 1935. Tijdschr. over Plantenziekten, 42, pp. 21–45. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, No. 20.

BROEKHUIZEN Jr., S., 1929 – Wondreaksies van hout. Het ontstaan van thyllen en wondgom in het bijzonder in verband met de iepenziekte. Dissertatie (Utrecht).

CLINTON, G. P. & MC. CORMICK, F. A., 1935 – The Dutch Elm Disease, *Graphium ulmi*, in Connecticut. Science, 81, Nr. 2090, pp. 68–70.

COLLINS, C. W., 1935 – Insect Vectors of the Dutch Elm Disease caused by the Fungus *Ceratostomella ulmi* (Schwarz, Buisman). Eleventh National Shade Tree Conference Proceedings, pp. 127–132. (Ref. R. A. E., Ser. a, 1936, p. 139).

COLLINS, C. W., BUCHANAN, W. D., WHITTEN, R.R. & HOFFMANN, C. H., 1936 – Bark beetles and other possible insect vectors of the Dutch elm disease *Ceratostomella ulmi* (Schwarz) Buisman. Journ. Econ. Entom., 29, pp. 169–176.

CSIKI, E., 1906 – Magyarország szú-féléi. Rovartani Lapok, XIII, pp. 46–53, 78–80, 154–157, 170–174, 187–189.

MC. DANIEL, E. I., 1935 – A new Significance concerning Insects attacking Elm. Quart. Bull. Mich. agric. Exp. Sta., 17, Nr. 3, pp. 142–144. (Ref. R.A.E., Ser. a, 1936, pp. 139–140.)

DECK, I., 1831 – Reprint of a letter from Mr. Deck to Mr. Denson about *Scolytus destructor*, published in Cambridge Chronicle Nov. 9 1827. Ann. Mag. of Nat. History, *IV*, pp. 152–153.

ECKSTEIN, K., 1921 – Über die Lebensweise von *Thanasimus* (*Clerus*) *formicarius* Latr. Forstw. Centrl., bl., Heft 3, pp. 57–62.

EICHHOFF, W., 1881 – Die Europäischen Borkenkäfer.

ESCHERICH, K., 1923 – Die Forstinsekten Mitteleuropas, II.

FALCK, R., 1916 – Zerstörung des Holzes durch Holzschädlinge, I. Pilze. Handbuch der Holzkonservierung von E. Troschel, 1. Aufl.. Berlin.

FELT. E. P., 1934 – Dutch Elm disease control and the elm bark borer. Journ. Econ. Entom., 27, pp. 315 e.v.

———, 1935 – Bark Beetles and the Dutch Elm Disease. Journ. Econ. Entom., 28, pp. 231–236.

FISCHER, R. C., 1928 – The relation of the Elm Bark-Beetles to their Host-trees. Forestry, 11, Nr. 1, pp. 53–61.

———, 1931 – Notes on the Biology of the Large Elm Bark-Beetle, *Scolytus destructor* Ol. Forestry, 14, Nr. 2, pp. 120–121.

FORESTRY COMMISSION, 1928 – The Dutch Elm Disease (*Graphium ulmi* Schwarz.). Leaflet 19 (Revised 1932).

FRANSEN, J. J., 1931*a* – Enkele gegevens omtrent de verspreiding van de door *Graphium ulmi* Schwarz veroorzaakte iepenziekte door de Iepenspintkevers, *Eccoptogaster* (*Scolytus*) *scolytus* F. en *Eccoptogaster* (*Scolytus*) *multistriatus* Mrsh. in verband met de bestrijding dezer ziekte. Tijdschr. over Plantenziekten, 37, afl. 3, pp. 49–63. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 5.

———, 1931*b* – De verbreiding der Iepenziekte door de iepenspintkevers en de bestrijding van dit insect in de praktijk. Tijdschr. over Plantenziekten, 37, afl. 9, pp. 169–188 – Med. v/h Iepenziekte-Comitz, Nr. 6.

———, 1932 – De kleine Iepenspintkever, *Scolytus* (*Eccoptogaster*) *multistriatus* Mrsh. als verbreider der Iepenziekte. Tijdschr. over Plantenziekten, 38, afl. 9, pp. 197–203. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 13

———, 1935*a* – Onderzoekingen over de iepenziekte verricht aan het Laboratorium voor Entomologie te Wageningen in 1934. Tijdschr. over Plantenziekten, 41, pp. 20–41. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 19.

———, (in samenwerking met BUISMAN), 1935*b* – Infectieproeven op verschillende iepensoorten met behulp van iepenspintkevers. Tijdschr. over Plantenziekten, 41, pp. 221–239. – Med. v/h Iepenziekte-Comitz, Nr. 19.

———, 1935*c* – Het gebruik van bierviltjes als substraat voor schimmelcultures. Vakblad voor Biologen, 17, Nr. 1, pp. 7–11.

———, 1935*d* – Door welke oorzaak ontstaan de coremia van *Ceratostomella ulmi* in de poppenwiegen van de iepenspintkevers? Fungus, 7, Nr. 3, pp. 39–42.

FRANSEN, J. J., 1937*a* – Verslag over de onderzoekingen betreffende Iepenziekte en Iepenspintkevers, verricht op het Lab. voor Entom. van de Landbouwhoogeschool te Wageningen gedurende het jaar 1935. Tijdschr. over Plantenziekten, 43, afl. 9, pp. 195–218. – Med. v/h Iepenziekten-Comité, Nr. 25.

———, 1937*b* – De verbreiding van *Ceratostomella ulmi* (Schwarz) Buisman door den wind. Tijdschr. over Plantenziekten, 43, afl. 9, pp. 218–223. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 25.

GOIDANICH, A. & GOIDANICH, D., 1934 – Lo *Scolytus sulcifrons* Rey (Coleoptera-Scolytidae) nella diffusione del Pirenomircete *Ceratostomella* (*Graphium*) *ulmi* (Schwarz) Buisman nell' Emilia. Laboratorio di Entomologia e Laboratorio di Biologia, del R. Istituto Superiore Agrario di Bologna, 7, pp. 145–163.

FUCHS, G., 1915 – Die Naturgeschichte der Nematoden und einiger anderer Parasiten des *Ips typographus* und *Hylobius abietis* L. Zool. Jahrb. Abt. für Syst., Geogr. und Biolog. der Tiere, 38, Heft 3 und 4, pp. 109–223.

GROSSMANN, H., 1930 – Beiträge zur Kenntnis der Lebensgemeinschaft zwischen Borkenkäfern und Pilzen. Zeitschr. f. Parasitenkunde, 3, pp. 56–102.

GUÉRIN-MÉNEVILLE, F. E., 1846 – Observations sur les moeurs et L'anatomie des Scolytes des Ormes et spécialement sur le *Scolytus destructor*. Annales de la Soc. Ent. de France, 2e série, tôme 4, pp. LXXVII–LXXVIII – Revue Zool. par la Soc. Cuvérienne, IX, pp. 289–298.

GUSEV, V. I., 1928 – Beneficial insects found in trees infested with barkbeetles. Bull. Inst. of Forestry, Leningrad (Petrograd Liesnoi Institut; Izvestüa), 36, pp. 133–153.

HENSCHEL, G., 1895 – Die schädlichen Forst- und Obstbaum-Insekten, ihre Lebensweise und Bekämpfung.

HESS, R., 1878–1890 – Der Fortschutz, Bd. I und II.

HOPKINS, A. D., 1893 – Report on investigations to determine the cause of the unhealthy conditions of eastern Spruce from 1880–1893. U.S. Dept. Agr., Bull. 28, Ser. 2.

JACOT, A. P., 1934 – Acarina as possible vectors of the Dutch Elm Disease. Journ. Econ. Entom., 27, p. 859.

JUDEICH, J. F. & NITSCHE, H., 1895 – Lehrbuch der Mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, Bd. I, pp. 435 en 539.

KALANDRA, A. & PFEFFER, A., 1935 – Ein Beitrag zum Studium der Ulmengraphiose. Lesn. Práce, 14, reprint 17pp. (Ref. R.A.E., Ser. a, 1935, p. 228).

KENT BEATTIE, R., 1934 – The new outbreak of the Dutch Elm disease. Journ. Econ. Entom., 27, pp. 569 e.v.

———, 1935*a* – Research during 1934 on *Ceratostomella ulmi*. The cause of the Dutch Elm disease. Journ. Econ. Entom., 28, pp. 528 e.v.

———, 1935*b* – The entry and movement of elm burl logs. Plant. Dis. Rep., 19, blz. 11.

KIRBY, W. & SPENCE, W., 1870 – Introduction to Entomology.

KLEINE, R., 1909 – Die Europäischen Borkenkäfer und ihre Feinde aus den Ordnungen der Coleopteren und Hymenopteren. Ent. Blätter ,V, pp. 41–51, 76–80, 120–123, 140–142.

———, 1935 – Die Borkenkäfer (Ipidae) und ihre Standpflanzen. Eine vergleichende Studie. Ztschr. f. angew. Ent., 21, pp. 123–181, pp. 597–646.

KNULL, J. N., 1934 – Scouting for Elm Scolytids. Journ. Econ. Entom., 27, p. 865.

KONING, M. DE, 1922 – Boschbescherming. De leer der ziekten en beschadiging der houtgewassen.

LAIDLAW, W. B. R., 1932 – The enemies of the Elm Bark Beetle. The Scottish Forestry Journ., 46, Part. 2.

LEDEBOER, M. S. J., 1934 – Physiologische onderzoekingen over *Ceratostomella ulmi* (Schwarz) Buisman. Dissertatie (Utrecht).

LIESE, J. & BUTOVITSCH, B., 1931 – Das Ulmensterben in den Auerevieren, seine Ursache und seine Bekämpfung. Deutsche Forst-Zeitung, 46, Nr. 48, Nov. 1931, pp. 1111–1116.

MARCHAL, E., 1927 – Rapport sur les résultats des recherches effectuées à la Station de Phyt. de l'État à Gembloux, sur la maladie de l'orme. Bull. de la Soc. Centr. Forestière de Belgique, 35, 34me année sociale, pp. 162–164.

MATHIEU, A., 1848 – Cours de Zoologie forestière. Tôme II, p. 105 en p. 405.

MAY, C. & GRAVATT, G. F., 1931 – The Dutch elmdisease. U.S. Dep. Agric. Washington, Circular Nr. 170.

MAY, C. & LIMING, O. N., 1931 – A serious elmdisease in Ohio. The bimonthly Bull. of the Ohio Agr. Exper. Stat., Nr. 150, pp. 106–112.

MIDDLETON, W., BUCHANAN, W. D., MAY, C., WALTER, J. M., 1935 – *Ceratostomella ulmi*, the Cause of the Dutch Elm Disease, transmitted by *Scolytus multistriatus* Marsh. Journ. of Economic Entomology, 28, pp. 138 e.v.

NÜSZLIN, O., 1927 – Leitfaden der Forstinsektenkunde.

PACHARD, A. S., 1890 – Fifth report of the U.S. Entom. Comm. (Wash. Gov't Print. Off.), p. 18.

PERRIS, E., 1852–1862 – Histoire des insectes du pin maritime. Ann. Soc. Ent. Fr., 21, pp. 491–522.

PRELL, H., 1930 – Ulmensterben und Ulmenborkenkäfer. Die kranke Pflanze, Heft 7, 8 und 9 (separaat).

PULS, J. C., 1886 – De olmen der openbare plaatsen en hun ergste vijand *Scolytus destructor*. Tijdschr. Boomteeltkunde, pp. 259–262, 302–304, 334–337.

RATZEBURG, J. T. C. – Die Ichneumonen der Forstinsekten. *I.* 1844, *II.* 1848, *III.* 1852.

———, 1871 – Ein Fall von ungewöhnlicher Verbreitung des Rüstern-Borkenkäfers, des *Scolytus destructor* Ol. (*Eccoptogaster Scolytus* Herbst) und *S. multistriatus* Marsh. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 3, pp. 403–407.

READIO, PH. A., 1935 – The entomological phases of the Dutch Elm Disease. Journ. Econ. Entom., 28, p. 341.

ROBERT, E., 1846 – Mémoire sur les ravages des scolytes et du cossus dans les ormes et sur des moyens mis en pratique pour détruire ces insectes et restaurer les arbres qu'ils font périr. Mémoires de la Soc. Roy et centrale d'agriculture.

———, 1859 – Sur les moeurs et les ravages des Scolytes et des Cossus dans les ormes, et sur les moyens propres à détruire ces insectes et à restaurer les arbres dont ils compromettent l'existence; suivies d'instructions pratiques pour détruire d'autres insectes xylophages dans les arbres d'alignement. Ann. des ponts et chaussées, sér. 3, *IX*, pp. 1–61.

ROEPKE, W. K. J., 1930 – Verdere gegevens omtrent de iepenziekte en den iepenspintkever. Tijdschr. over Plantenziekten, 36, pp. 231–237. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 1.

———, 1936 – Beknopt verslag over de werkzaamheden betreffende de iepenziekte, verricht op het Laboratorium voor Entomologie te Wageningen, 1935. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 21.

SCHIPPER, W. W., 1895 – Stapelplaatsen van boomen als oorzaak van besmetting met spintkevers. Tijdschr. over Plantenziekten, 1, pp. 65–71.

SCHOEVERS, T. A. C., 1921 – Iepenspintkevers. Vlugschrift Nr. 35 van den Phytopathologischen Dienst te Wageningen. – Tijdschr. over Plantenziekten, 27, afl. 6, pp. 72–75.

SCHWARZ, M. B., 1922 – Das Zweigsterben der Ulmen, Trauerweiden, und Pfirsichbäume. Med. Phyt. Lab. „Willie Commelin Scholten", *V*.

SITOWSKI, L., 1930 – Beobachtungen über die Ipiden-Parasiten. Bull. Entom. de la Pologne, pp. 1–2.

SPIERENBURG, D., 1922 – Een onbekende ziekte in de iepen, II. Versl. en Med. v. d. Plantenziektenkundigen Dienst, Nr. 24, pp. 1–31.

STAPP, C., 1931 – Derzeitiger Stand der Erforschung des Ulmensterbens. Mitt. Deutschen Dendrol. Ges., Nr. 43, pp. 334–343.

STEBBING, E. P., 1914 – Indian forest insects, London.

STEVENS. N. E., 1932 – Extension de quelques maladies des arbres introduites dans l'Union. Moniteur Intern. de la Prot. des plantes, 6. Janv., Nr. 1, p. 3.

———, 1933 – La maladie de l'orme découverte dans le New-Yersey. Moniteur Intern. de la Prot. des Plantes, 7, Oct., Nr. 10, pp. 229–230.

STRUBLE, G. R., 1930 – The biology of certain coleoptera associated with bark beetles in Western yellow pine. Univ. California. Publ. in Entom., 5, Nr. 6, pp. 105–134.

TASCHENBERG, E. L., 1874 – Forstwirtsch. Insektenkunde. Leipzig.

TRÄGÅRDH, I. & BUTOVITSCH, V., 1935 – Redogörelse för Barkborrekampanjen efter Stormhärjningarna 1931–1932 (Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach den Sturmverheerungen 1931–1932). Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 28, Nr. 1.

VERRALL, A. F. & GRAHAM, T. W., 1935 – The transmission of *Ceratostomella ulmi* through root grafts. Phytop. 25, p. 1039.

WECHEL, A. TE, 1934 – Houtverlies ten gevolge van het schillen van iepenhout op de opslagplaatsen. Nederl. Boschb. Tijdschr., Nr. 3. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 14.

WESMAEL, M., 1837 – Note sur un insecte qui détruit les scolytes (*Bracon Initiator* Fab.). Bull. de l'Acad. de Bruxelles, Mai, pp. 220–221.

WESTERDIJK, JOH., 1933 – Kort verslag over het iepenziekte-onderzoek, verricht op het Phytopathologisch laboratorium „Willie Commelin Scholten" te Baarn, gedurende 1932. Tijdschr. over Plantenziekten, 39, afl. 1, pp. 17–20. – Med. v/h Iepenziekte-Comité, Nr. 12.

WILSON, M. & WILSON, M. J. F., 1928 – The occurence of the Dutch elmdisease in England. The Gardener's Chronicle, 73. – Bartlett Res. Lab. Bull., Nr. 1, p. 34.

WOLLENWEBER, H. W. & STAPP, C., 1928 – Untersuchungen über die als Ulmensterben bekannte Baumkrankheit. Arb. Biol. Reichsanstalt f. Land- und Forstw. 16, Heft 2, pp. 283–324.

WOLLENWEBER, H. W. & RICHTER, H., 1930 – Stand des „Ulmensterbens" im Jahre 1930 in Deutschland. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst, 10, Nr. 19, pp. 83–84.

WOLLENWEBER, H. W. & RICHTER, H., 1931 – „Infektionsversuche mit *Graphium Ulmi* an Ulmen und anderen Laubbäumen". Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst, 11, Nr 11, p. 89.

WOLLENWEBER, H. W., 1932 – Das Ulmensterben und sein Erregen (*Graphium ulmi* Schwarz). Flugblatt Nr. 94 der Biologische Reichsanst. für Land- und Forstwirtschaft.

WORTHLEY, L. H. & LIMING, O. N., 1935 – Dutch Elm Disease in the United States. Journ. Econ. Entom., 28, p. 524.

WORTHLEY, L. H., 1936 – Progress in Dutch Elm Disease Eradiction. Journ. Econ. Entom., 29, Nr. 1, pp. 176–181.

WTTEWAAL, J., 1858 – De iepenspintkever. Alg. Land. Cour. VIII, pp. 169–170, 173–174.

———, 1864 – Volksboek over schadelijke en nuttige insecten, pp. 186–191.