
SIMULATIE VAN PREDATOR-PROOI PROCESSEN
IN APPELBOOMGAARDEN

Ir. R. RABBINGE
Landbouwhogeschool Wageningen

Inleiding

Gedurende de laatste 10 jaar werden geïntegreerde bestrijdingssystemen ontwikkeld voor vele gewassen. De beschikbaarheid van selectieve pesticiden met een lage giftigheid voor natuurlijke vijanden en in sommige gevallen de benutting van natuurlijke vijanden welke resistentie bezitten tegen pesticiden maakt dergelijke bestrijdingssystemen mogelijk.

De ontwikkeling van zulke bestrijdingssystemen is voornamelijk empirisch : Door pogingen met het loslaten van parasieten en of roofvijanden, het aanpassen van teeltmaatregelen en wijzigingen in spuitprogramma's wordt de effectiviteit van het bestrijdingssysteem vergroot tot dat een praktisch bruikbaar niveau van controle is bereikt. Een verklaring voor de wijze waarop het systeem opereert wordt achteraf gegeven door speculatie, maar experimentele verificatie van deze hypothese blijft meestal achterwege. Inzicht in de werkingsmechanismen binnen het systeem is evenwel vereist opdat een stabiel gewasbeschermingssysteem kan worden ontwikkeld.

Een van de hoofdterreinen van onderzoek op het gebied van de geïntegreerde bestrijding is de controle van plagen in appelboomgaarden. De lange ervaring met aangepaste spuitschema's, de toenemende ontwikkeling van resistentie tegen acariciden bij spintmijten en de beschikbaarheid van kennis van de bionomie van vele plaagverwekkers hebben de ontwikkeling van geïntegreerde bestrijdingsschema's mogelijk en noodzakelijk gemaakt. Experimenten met rooftermijten maakten duidelijk dat deze roofvijanden van het fruitspint in staat zijn de populatie van de plaagverwekker beneden de schadedrempel te houden. Bizonder waardevol is een inzicht in het regulerend mechanisme gefundeerd op kennis van de onderliggende ecologische, fysiologische

en ethologische processen, voor juiste toepassing en extrapolatie naar ongetoetste situaties.

Kennis over de interactie van de spintmijten en de roofmijten, de relaties met de waardplant, het effect van de abiotische factoren als temperatuur, relatieve luchtvochtigheid, wind en regen moet beschikbaar zijn voor dat konklusies over het regulatiemechanisme kunnen worden getrokken.

Simulatiemodellen

De simulatiemodellen voor fruitspint en roofmijt zijn ontwikkeld om deze kloof tussen enerzijds de basiskennis van de bionomie en anderzijds de ervaring met biologische bestrijding in het veld te overbruggen. Deze simulatiemodellen zijn gebaseerd op uitgebreide kennis van het effect van temperatuur, vocht, voedselkwaliteit en daglengte op zowel, prooi als predator. De predator-prooi interacties in deze modellen zijn gebaseerd op een gedetailleerde analyse van het predatieproces.

Alle simulatiemodellen die hier worden besproken zijn uitgevoerd volgens de toestandsvariabele benadering. Dit houdt in dat op ieder ogenblik de toestand van een ecosysteem kwantitatief kan worden uitgedrukt en dat de veranderingen in het systeem mathematisch kunnen worden beschreven. Toestandsvariabelen karakteriseren en kwantificeren eigenschappen, zoals biomassa, aantal dieren, hoeveelheid voedsel, maaginhoud enz.,

In mathematische termen zijn het integralen, waarvan de veranderingen op ieder moment worden berekend. De toepassing van de toestandsvariabele benadering en de gebruikte simulatietaal CSMP (Continuous Simulation Modelling Programme) wordt uiteengezet door de Wit en Goudriaan, 1974.

In de populatiemodellen van fruitspint en de roofmijten wordt de ontwikkeling van de populatie van de schadeverwekker en zijn natuurlijke vijand, de roofmijt, gesimuleerd. Dit betekent dat de aantallen van alle morfologisch te onderscheiden stadia van prooi en predator worden bijgehouden.

De snelheid waarmee deze aantallen veranderen wordt bepaald door ontwikkelingssnelheden, sterftesnelheden, predatiesnelheden en re-

reproductiesnelheden.

Al deze snelheden worden beïnvloed door de sturende variabelen, waarvan de temperatuur in dit geval de belangrijkste is.

Metingen over het effect van de temperatuur op deze snelheden vindt plaats onder nauwkeurig bekende omstandigheden in het laboratorium. Het model vormt dus de brug tussen deze gedetailleerde metingen onder gecontroleerde laboratoriumomstandigheden en het populatieverloop van prooi en predator onder zeer wisselvallige veldomstandigheden. De metingen over ontwikkelingssnelheden, sterftesnelheden en reproductiesnelheden zijn voor zowel prooi en predator bij verschillende temperaturen bij gegeven voedingstoestand betrekkelijk eenvoudig te verrichten.

Het predatieproces is ingewikkelder door dat daarbij 5 prooistadia en 4 predatorstadia ieder met z'n eigen aantrekkelijkheid en voorkeur zijn betrokken. De mate van aantrekkelijkheid van de verschillende prooistadia blijkt af te hangen van de toestand waarin de predator verkeert. Hongerige predatoren zijn weinig kieskeurig en wel doorvoede predatoren accepteren alleen de aantrekkelijke jonge larven. Het aantal plooien dat wordt geconsumeerd wordt derhalve bepaald door de prooi- en predatordichtheid en door de hongertoestand van de predator. In het onderhavige geval van de roofmijten is de maximale maaginhoud ongeveer constant en correleert de mate van vulling met het predatie gedrag uitgedrukt in de succesratio (aantal succesvolle ontmoetingen tussen predator en prooi gedeeld door het totaal aantal ontmoetingen). Daarom kan de maaginhoud van de predator hier worden benut als indicator van de fysiologische toestand van de predator. Deze toestand van de predator verandert gedurig door vertering, waardoor de componenten die de predatiesnelheid bepalen; zoeksnelheid, handelsnelheid, loopsnelheid e.d. ook voortdurend veranderen. Door een gedetailleerde analyse van het predatieproces slaagde Fransz, 1974 erin verklarende simulatiemodellen van het predatieproces bij kasspint en een andere roofmijt, *Amblyseius occidentalis* te ontwikkelen.

Het speciale geval van spintmijten en roofmijten

In de eenvoudigste situatie wordt een predator en een constant aantal prooien continu gadegeslagen. Iedere gedragscomponent, zoals

zoeken, ontmoeten, doden van de prooi, eten, verlaten van de prooi en rusten wordt waargenomen en geregistreerd. Door deze analyse kan het predatieproces, waarin ook stochastische elementen aanwezig zijn worden ontrafeld, fig. 1. Zowel het vangen als het verlaten van de prooi zijn toevalsprocessen en stochastische simulatiemodellen van het predatieproces waren dienstig bij de interpretatie van dit proces. Deze modellen maakten een verklaring van de functionele respons curven (het verband tussen prooidichtheid en predatiesnelheid) mogelijk op basis van de onderliggende fysiologische en ethologische processen. Tegelijkertijd verschaften ze de basis voor de verwerking van het predatieproces in de hiërarchisch hogere populatie modellen. Berekeningen met de predatieproces modellen toonden namelijk aan dat het eenvoudige systeem binnen enige uren een evenwichtssituatie bereikt, waarbij de maaginhoud van de predator oscilleert met een kleine amplitudo op een niveau dat afhangt van de dichtheid van de predator en de prooi en de temperatuur van het systeem. Relatieve predatiesnelheid in tijd $^{-1}$, prooibenutting in aantal maag-inhoudseenheden per prooi per predator en relatieve afnamesnelheid van de maaginhoud in tijd $^{-1}$ zijn dan de drie parameters die het systeem volledig karakteriseren. De relatieve predatiesnelheid en de prooibenutting worden volledig bepaald door de maaginhoud en de temperatuur van het systeem. Een absolute maat voor de maaginhoud bij de roofmijten is ondanks hun geringe grootte eenvoudig, indien de fruitspint als prooi fungeert, doordat goed gevoede predatoren een donkerrode kleur vertonen, terwijl hongerige predatoren wit en transparant zijn. Een kleurschaal is ontwikkeld die het gedrag van de predator uitgedrukt in success ratio relateert aan de kleur van de predator die wordt bepaald door de hoeveelheid blad en dierlijke pigmenten in de maag. De afname van de kleur wordt verondersteld overeen te komen met de verteringssnelheid en is temperatuur afhankelijk. Deze temperatuur-afhankelijkheid evenals die van de relatieve predatiesnelheid wordt vastgesteld in klimaatkamer experimenten. De numerieke respons van de predator (de reproductiesnelheid en ontwikkelingssnelheid van de predator in afhankelijkheid van de prooidichtheid) hangt eveneens van de maaginhoud en de temperatuur af.

Toepassing predatieproces modellen in de populatie modellen

De interacties predator-prooi worden op de bovenbeschreven wijze voor alle betrokken prooi en predator stadia gekwantificeerd en kunnen dan in het populatie model worden opgenomen.

Met deze modellen wordt de populatieontwikkeling van prooi en predator doorgerekend welke worden geverifieerd met behulp van een serie onafhankelijke experimenten. Verificatie experimenten vinden plaats op micro en macro niveau. De fluctuaties van de populaties worden vervolgd in kleine ecosystemen onder beheerste omstandigheden in de kas en in de boomgaard onder natuurlijke omstandigheden.

Figuren 2 t/m 4 geven de gesimuleerde curven met een betrouwbaarheidsinterval voor de onafhankelijke meetgegevens verkregen in de kas.

Figuur 6 geeft de gesimuleerde populatie-fluctuatie voor de veldsituatie in de geïntegreerd bestreden boomgaard "de Schuilenburgh" te Lienden in 1974. Resultaten van de gemeten populatie-fluctuaties worden in dezelfde figuur gepresenteerd.

Uit bovenstaande moge blijken hoe simulatiemodellen kunnen worden gebruikt om betere verklaringen voor de biologische bestrijding werkzame regulatiemechanismen te verschaffen. Het ingrijpen van de mens in termen van technische beheersing moet gebaseerd zijn op dit begrip, opdat het uiteindelijk doel een voor de teler gegarandeerd gewasbeschermingssysteem kan worden verwezenlijkt.

LITERATUURLIJST

CROFT, B.A., ~~Resistant natural enemies in pest management systems.~~
Span, 15, 1, 1972.

FRANSZ, H.G., The functional response to prey density in an
acarine system, 142 pp. Pudoc, Wageningen, 1974.

HOLLING, C.S., The functional response of invertebrate predators
to prey density. Mem. Ent. Soc. Canada, 48, 1966.

HOYT, S.C., Population studies of five mite species on apple in
Washington. Proc. 2nd Int. Congr. Acarology,
Nottingham (1967), 117-133, 1969.

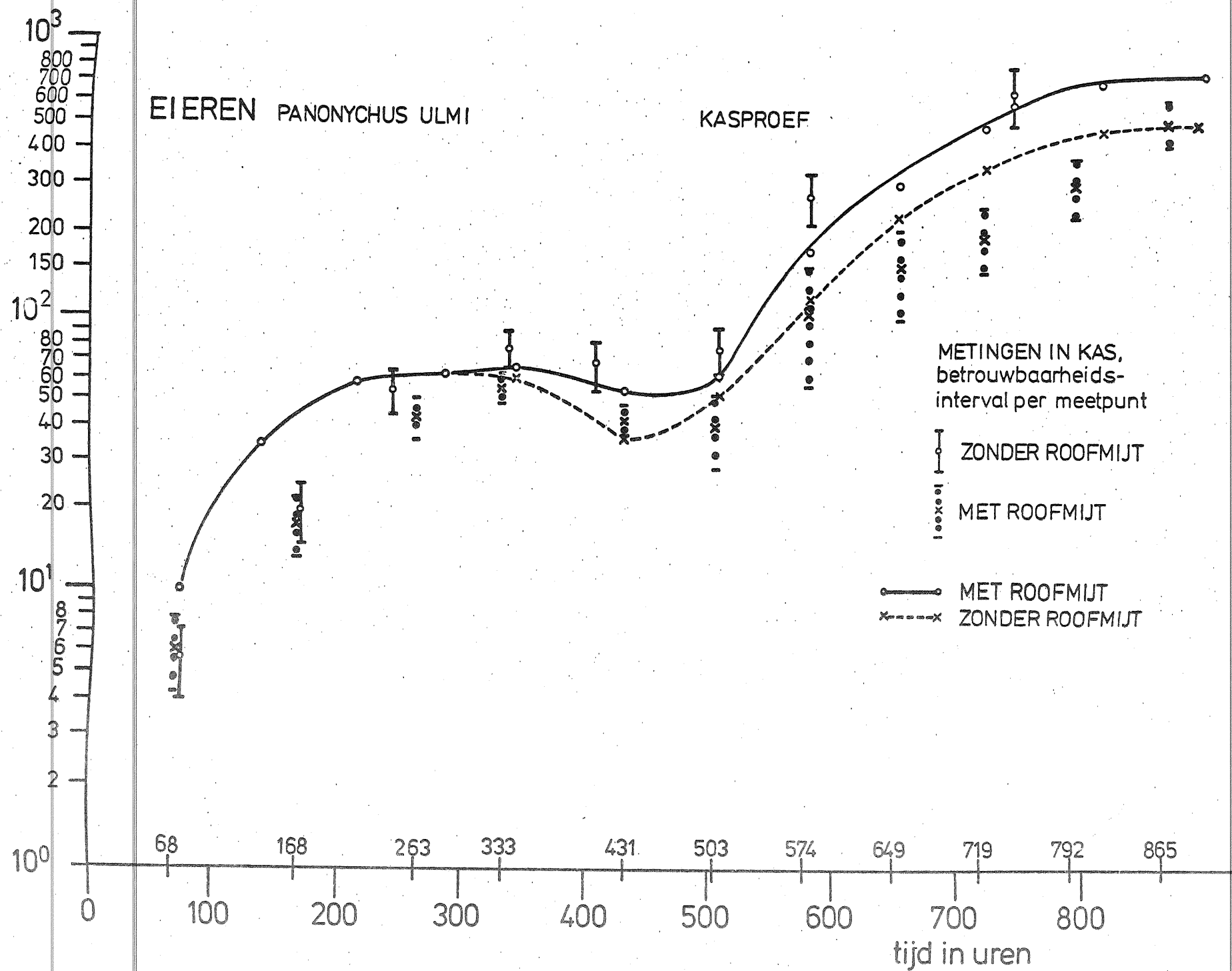
LORD, F.T., The influence of spray programs on the fauna of apple
orchards in Nova Scotia. III. Mites and their
predators. Can. Ent. 81, 1949.

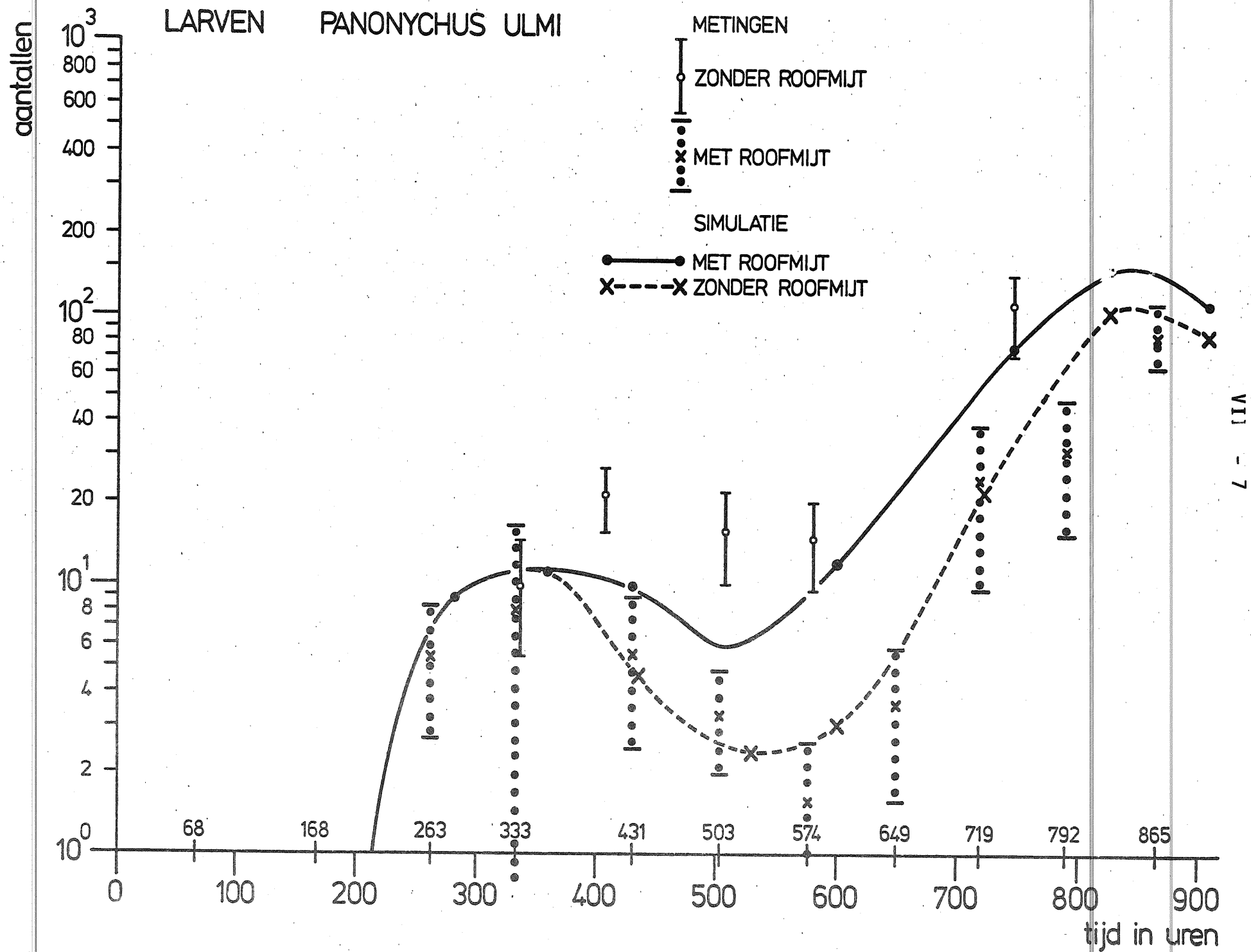
PICKETT, A.D., PUTMAN, W.L., and LEROUX, E.J., Progress in
harmonizing biological and chemical control of
arthropod pests in Eastern Canada. Proc. 10th Int.
Congr. Ent. Montreal (1956), 3, 1958.

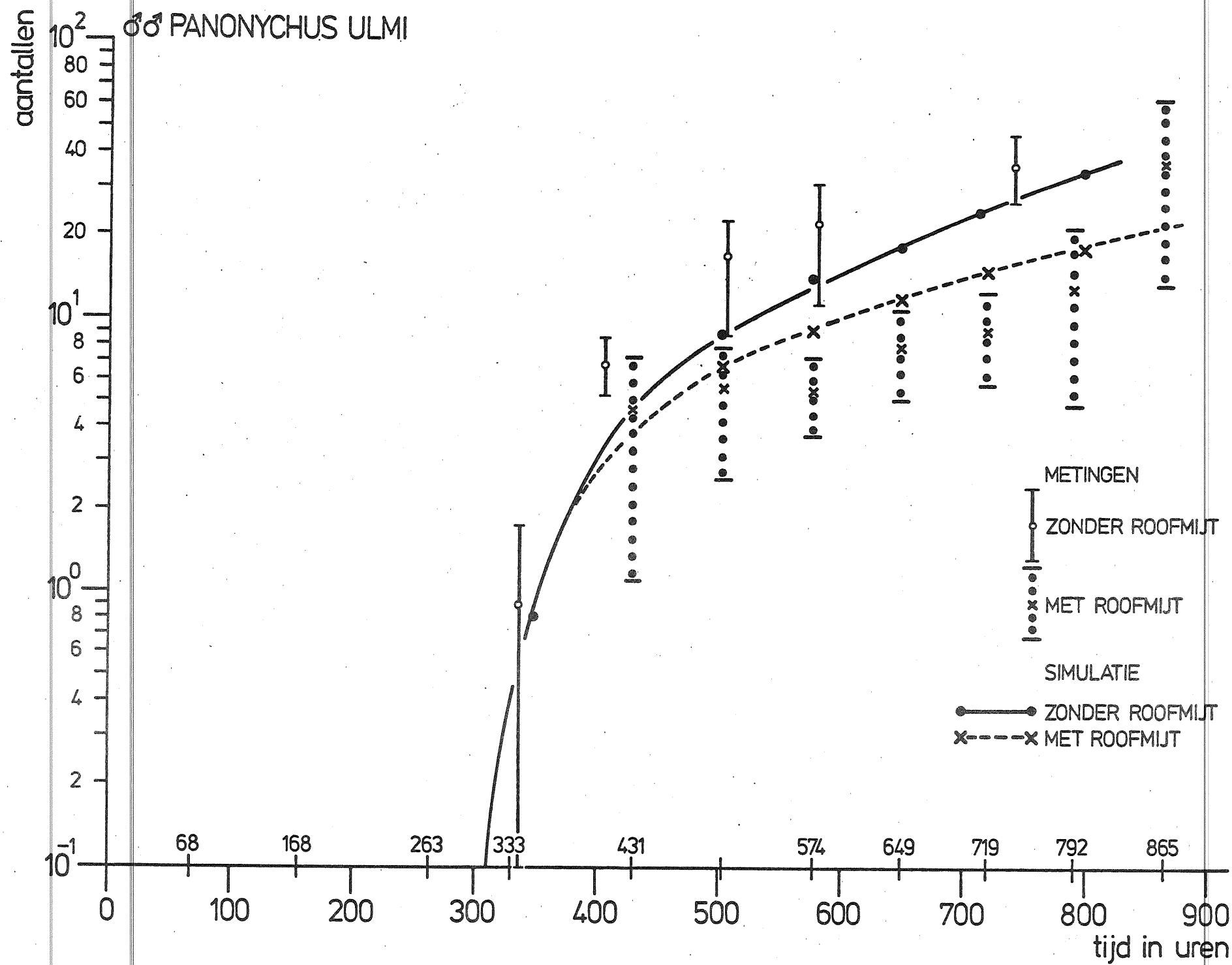
RABBINGE, R. and M.v.d. VRIE., Application of the process
simulation technique in biological control of the
fruit tree red spider mite, *Panonychus ulmi* (Koch).
Proc. IVth Int. Congr. of Acarology, Saalfelden, 1974.

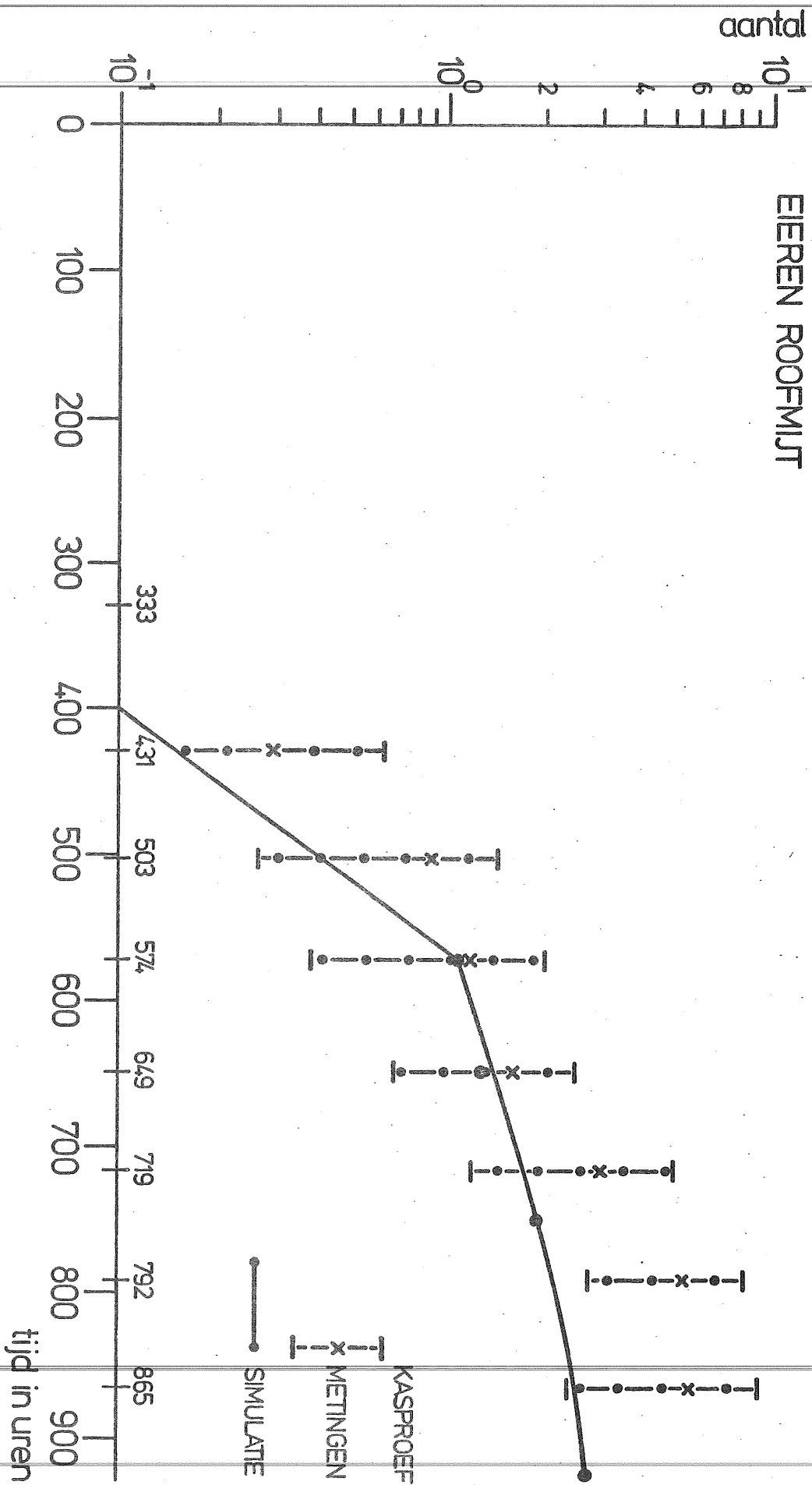
V.d. VRIE, M., Studies on prey-predator interactions between
Panonychus ulmi and *Typhlodromus potentillae* in apple
in the Netherlands. Proc. FAO Conf. Ecol. Rel. Plant
Pest Control, Rome; 145, 1973.

DE WIT, C.T. and GOUDRIAAN, J., Simulation of ecological processes.
Pudoc, Wageningen, 1974.









LARVEN (roofmijt)

KASPROEF

metingen

simulatie

VII - 10

Aantal

tijd in uren

