

Statens plantepatologiske Forsøg (H. Ingv. Petersen)

Zoologisk afdeling (K. Lindhardt)

Acaricidet dinobutons påvirkning af populationstætheden hos rovmiden *Phytoseiulus persimilis* A.-H. og dens bytte væksthusspindemiden *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Phytoseiidae & Tetranychidae)

Effect of the acaricide dinobuton on population density of the predator

Phytoseiulus persimilis A.-H. and its prey *Tetranychus urticae* Koch

(Acarina: Phytoseiidae & Tetranychidae)

Ove Berendt

Resumé

Undersøgelserne gennemførtes i systemer bestående af bønneplanter, *Phaseolus vulgaris*, i plastfolieovertrukne ståltrådsbure (diam. 25 cm, højde 40 cm) stående i sand og for oven lukket med tæt klæde. Systemerne holdtes i væksthuss med gennemsnitlig 19°C om natten og 23°C om dagen samt 16 timer lys pr. døgn. Dinobuton anvendtes i formuleringen Acrex 50. Der udsprøjtedes 4,5 g væske pr. bur af de i fig. angivne koncentrationer. Populationen af væksthusspindemiden, byttedyret, var sammensat af overvejende parathionresistente stammer fra flere gartnerier. Populationen af rovmiden, prædator, havde ikke tidligere været udsat for acaricider.

Undersøgelsen var opdelt i to serier hver bestående af to bure udsat for forskellig koncentration af dinobuton og to uden acaricidpåvirkning. I den ene serie var udgangstætheden af byttedyret lille, og der tilførtes acaricidfrie spindemider efter dinobutons virkningstid. I den anden serie var udgangstætheden af byttedyr stor, og her tilførtes acaricidfrie spindemider to gange indenfor dinobutons virkningstid.

Resultaterne fra serien med lille udgangstæthed af byttedyr ses i fig. 1, 2 og 3. I denne situation overlever prædator ved at udsuge artsfæller, og acaricidet bliver stærkt koncentreret gennem fødekæden. Resultaterne fra serien med stor udgangstæthed af byttedyr ses i fig. 4, 5 og 6. I denne situation er prædator kun sidste led i fødekæden. Resultaterne viser, at rovmiden, *Phytoseiulus persimilis*, tåler en dinobutonkoncentration, som er tilstrækkelig til at hindre dens byttedyr, væksthusspindemiden, i at udløse økonomiske skader på værtplanten. Videre fremgår at rovmiden alene kan holde spindemidetætheden på et for værtplanten uskadeligt niveau. Øget kompleksitet ved simulerede refugier for byttedyret har vist sig stabiliserende på prædatorpopulationen.

Indledning

Væksthusspindemiden må anses for det skadedyr, der udløser de største økonomiske tab i agurkkulturer under glas.

De klimaforhold, som er optimale for agurkplanterne, er også optimale for væksthusspindemiden, ligesom planternes blade udgør så godt et fødegrundlag for miden, at en meget hurtig

populationstilvækst er mulig. Den eneste klimafaktor som agurkplanten og væksthusspindemiden har lidt forskellig preference overfor er »nedbørene«. Agurkplanten tåler at være våd i længere perioder end spindemidens æg, *Harrison & Smith* (1961). Men i et almindeligt udrustet væksthussystem kan luftfugtigheden ikke reguleres tilstrækkeligt fint, til at man kan udnytte dette forhold. Følgelig er man ved kultivering af agurkplanter under glas blevet afhængig af brugen af acaricider.

Den kemiske bekæmpelse af væksthusspindemiden i agurkkulturer har flere ulemper, og den største er risikoen for, at frugterne skal indeholde pesticidrester. For agurker er denne risiko særlig udtalt, fordi de fortæres uden forudgående skrælning eller anden tilberedning allerede to til fire døgn efter, at de er høstede. Den årlige produktion i Danmark kan groft skønnes til 40 millioner frugter (50 ha med høst på 80 frugter pr. m² og år). Praktisk taget hele produktionen afsættes i Danmark. Der konsumeres således i gennemsnit ca. 8 agurker pr. indbygger og år.

Dette, i forbindelse med at især agurkplantens blomster og småfrugter er meget følsomme overfor kemikalier, har medført, at kun få acaricider må og kan anvendes i agurkkulturer. Et af de midler, der anvendes i praksis, er dinobuton, som forhandles under navnet Acrex 50. En af årsagerne til at det anvendes almindeligt – blandt andet til pletsprøjtninger – er, at det til forskel fra de fleste andre acaricider med kort behandlingsfrist virker mod både æg, larver og voksne individer af væksthusspindemiden, *Stenseth* (1970).

I søgen efter metoder til at regulere væksthusspindemidens populationstæthed uden brug af acaricider, er man foreløbig standset ved udsætning af rovmidet, *Phytoseiulus persimilis*, i agurkkulturer. Hvis denne metode anvendes med tilstrækkelig præcision, er den både hygiejnisk og økonomisk acceptabel, *Berendt* (1972). Men så længe den biologiske metode ikke er indarbejdet som en praktisk rutine, er der behov for at kombinere kemisk og biologisk populationsregulering af væksthusspindemiden.

I følge Lotka-Volterra modellen, som matematisk forudsiger, hvordan et prædator-byttedyr system udvikler sig, vil byttedyrpopulationen vokse, mens prædatorpopulationen vil aftage, hvis en udefra kommende dødsårsag øger dødsraten i begge populationer. Det forudsættes, at den øgede dødsrate i byttepopulationen er mindre end dyrets ubegrænsede formeringsrate, *Fenchel* (1972). Selv om denne matematiske model forudsætter et system, der er simplere end det, der findes i et væksthussystem med agurkplanter, har undersøgelser vist, at den kan anvendes på forhold i marken. *Huffaker & Kennett* (1969) fandt, at cyclamenmiden, som angriber jordbærplanter, helt tog overhånd efter sprøjtning med parathion, mens dens prædatorer, især rovmidet af slægten *Typhlodromus*, næsten forsvandt.

Kombineres biologisk og kemisk populationsregulering af væksthusspindemiden ved brug af rovmidet, *Phytoseiulus persimilis*, på en sådan måde, at begge populationerne udsættes for acaricid, er det afgørende, at rovmidet ikke modtager en dosis, der hæmmer deres prædationsevne i det aktuelle miljø. Ved sprøjtning, aerosolbehandling eller rygning med et acaricid i en agurkkultur, vil rovmidet påvirkes både ved kontakt- og fødekædevirkning. Samtidig med at rovmidet er udsat for acaricidpåvirkning, vil den være afhængig af fødetilgangen, det vil sige spindemidernes tæthed og fordeling.

Men hensyn til pesticiders giftighed overfor rovmidet tilhørende familien *Phytoseiidae*, er litteraturen gennemgået til 1964 af *Bartlett* (1964) og til 1970 af *Berendt* (1970), og der angives ikke, hvordan dinobuton påvirker et system bestående af rovmidet og væksthusspindemiden.

Hvis rovmidet og dinobuton skal kunne anvendes i kombination i agurkkulturer under høstperioden, må man have kendskab til rovmidets prædationsevne, ikke alene ved forskellig koncentration af udsprøjtet acaricid, men også ved forskellige tætheder af dens byttedyr, væksthusspindemiden. Byttedyrtætheden er bestemmende både for skade på værtplanter og

rovmidens fødetilgang samt acaricidets fødekædevirkning. Med den foreliggende undersøgelse forsøges disse sammenhænge belyst.

Metodik

Som kulturplante anvendtes krybbønne, *Phaseolus vulgaris* L., af sorten 'Sværd Danmark O. E.'. Som foderplante for væksthusspindemiden har bønneplanter praktisk taget samme værdi som agurkplanter. Men da bønneblade er små og glatte sammenlignet med agurkplantens blade, kan man med større sikkerhed måle rov- og spindemidernes udvikling på de første. Ved undersøgelser som de foreliggende er det nødvendigt at spærre plante- og dyrearter inde i et begrænset rumfang. Under disse forhold vil en bønneplante med sin slyngede stængel og mange småblade i fysisk henseende mere ligne agurkplanten i et væksthus end en lille agurkplante med et par store blade, som rovmiderne meget hurtigt vil kunne afsøge for byttedyr.

Der såedes 5 bønner i Prof. Fruhstorfers Enhedsjord K i DS 10 B plastpotter. Derefter vandedes til med 2 pct. af et 80 pct. thirammidel for at forebygge svampeangreb. En potte anbragtes i en plastbakke indeholdende udvasket kvartssand. Omkring plastpotten og nedtrykket i sandet placeredes et cylindrisk bur med diameter 25 cm og højde 40 cm. Buret bestod af et ståltrådsstel overtrukket med tynd polyethylenfolie. Burets åbning for oven dækkedes af tætvet stof for at hindre miderne i at slippe ud og fremmede dyr i at slippe ind.

Acaricidet, dinobuton, anvendtes i den formulerede handelsvare, Acrex 50, som indeholder 43 pct. 2-(1-methyl-n-propyl)-4,6-dinitrophenyl-isopropylcarbonat. Midlet, som holdtes i omrøring i destilleret vand, påsprøjtedes bønneplanterne ved hjælp af en chromatography-sprayer, som er helt af glas og giver en meget fin forstøvning ved det anvendte lufttryk, 0,4 kg pr. cm².

Undersøgelserne gennemførtes i væksthus, hvor der holdtes 16 timer lys pr. døgn ved hjælp af kviksølv- og blandingslyslamper. Ved denne daglængde udløses der ikke diapause (røde vinterhunner) hos væksthusspindemiden.

I undersøgelsesperioden varierede temperatur og luftfugtighed i væksthuset som angivet:

Gennemsnitlig temperatur nat, 19°C;	variationsinterval 18—20°C
Gennemsnitlig temperatur dag, 23°C;	variationsinterval 20—38°C
Gennemsnitlig luftfugtighed nat, 75% r.f.;	variationsinterval 60—100%
Gennemsnitlig luftfugtighed dag, 50% r.f.;	variationsinterval 35—70%

Luftfugtigheden i burene var noget højere end i den omgivende luft. Enkelte eftermiddage konstateredes dugdannelse på bønnebladene.

Når bønneplanterne fyldte burene halvt, satte der spindemider ud på dem. Miderne var af arten *Tetranychus urticae* Koch, og populationen bestod af efterkommere af stammer fra flere væksthushusholdninger med kulturer af henholdsvis agurk og *Asparagus plumosus*. Over halvdelen af de sammenblandede stammer havde vist sig resistente overfor organiske fosforester. Når spindemiderne var etablerede på bønneplanterne, og der sås skader på disse, satte der rovmider ud i systemet. Rovmiderne var af arten *Phytoseiulus persimilis* fra en population, som ikke tidligere havde været udsat for acaricider. Rovmider i alle stadier overførtes på 3 til 6 bønnesmåblade.

Undersøgelsen opdeltes i to serier à 4 bure. Én serie med lille udgangstæthed i byttedyrpopulationen og én med stor. I hver serie behandlede to bure med dinobuton af koncentration på henholdsvis 430 og 215 mg aktiv ingrediens pr. liter. Der udsprøjtedes 4,5 g væske i hvert bur med et rumfang på 19,5 liter helt opfyldt af bønneplanter. Dette svarer til ca. 10 ml pr. m² bladareal, ensidigt målt. Systemerne i de øvrige to bure i hver serie var uden pesticidpåvirkning, men i øvrigt under samme vilkår som de acaricidbehandlede.

I serien med lille udgangstæthed af byttedyr tilførtes acaricidfrie spindemider, efter at der i en længere periode ikke kunne måles nogen rovmidepopulation. Perioden var flere gange rovmideæggenes inkubationstid.

I serien med stor udgangstæthed af byttedyr

tilførtes acaricidfrie spindemider to gange for at holde byttedyrtætheden høj. Der fordeltes hver gang 3 til 6 bønnesmåblade med en tæthed på 10 eller flere individer pr. cm².

Tætheden af de to populationer målttes på de intakte bønneblade. Miderne taltes gennem en lup med 10 gange forstørrelse. Der tilstræbtes at påvirke systemet mindst muligt ved målingerne. De to midearter sås praktisk taget aldrig på bladoversiderne. Derfor er populationstætheder kun målt på bladundersiderne.

Væksthusspindemidens tæthed målttes ved at tælle individer af alle stadier, undtagen æg, på bønnesmåbladene og derefter måle småbladens areal. Æggene lader sig vanskeligt tælle, uden at bladene fjernes fra planten og lægges under mikroskop. Ægtætheden er heller ikke en særlig værdifuld oplysning, dels fordi den ret nøje følger tætheden af andre stadier, og dels fordi man ikke kan se på æggene, om de er levende eller døde.

Væksthusspindemidens tæthed henførtes til tre kategorier: 0 til 1 levende pr. cm², 10 eller flere levende individer pr. cm² og 10 eller flere døde individer pr. cm². Der målttes med intervaller på omkring tre døgn. Populations-tætheder for væksthusspindemiden på 1 til 10 individer pr. cm² forekom praktisk taget ikke.

Rovmidernes tæthed målttes på samme måde som spindemidernes, men alle stadierne regnedes med. De henførtes til kategorierne: bevægelige og ubevægelige, men ellers intakte, samt æg. Døde individer optaltes ikke. Disse var tydeligt udsugede af artsfæller.

Resultater

I serien med lille begyndelsestæthed af byttedyr målttes der første gang en halv dag før den første acaricidbehandling. Den lille byttedyrtæthed var fremkommet ved, at prædator havde haft tid til at reducere en oprindelig stor tæthed af byttedyr. Resultaterne fra denne serie findes i figurerne 1 til og med 3. Resultaterne fra serien med stor begyndelsestæthed findes i figurerne 4 til og med 6. Her målttes første gang to døgn efter at rovmiderne blev tilført.

Den enkelte figur har øverst pile, der angiver

koncentrationen i mg aktiv ingrediens pr. liter samt behandlingstidspunkt. Øverst i figurerne findes også signaturer, der angiver, hvornår henholdsvis rovmiden (P.p.) og væksthusspindemiden (T.u.) er tilført.

Den enkelte figur er i øvrigt delt i to diagrammer med fælles abscisse, som angiver tiden. I det øverste diagram angiver søjlerne højde, hvor mange cm² blad der er målt på til den pågældende tid, samt hvordan det undersøgte bladareal fordelte sig på de forskellige kategorier af populationstæthed for væksthusspindemiden. Efter at bønneplanterne havde udfyldt hele buret, faldt deres samlede bladareal. Det repræsentative udsnit af bladarealet var derfor også faldende med tiden. I det nederste diagram viser kurverne, hvor mange individer pr. cm², der til en given tid var af rovmider fordelt på de tre kategorier. Populations-tæthederne er angivet i gennemsnit for den enkelte behandling. For målinger på de enkelte bønnesmåblade registreredes de største tætheder af væksthusspindemiden på de mindste småblade. Den største tæthed var 25 voksne individer pr. cm² på et to cm² stort småblad. For rovmiden målttes op til 2,3 bevægelige individer pr. cm² på et 23 cm² stort småblad.

I serien med lille udgangstæthed af væksthusspindemiden forblev tætheden mellem 0 og 1 væksthusspindemide pr. cm² bladunderside i hele måleperioden. Ved denne tæthed bliver der hverken skade på værtplanten eller tilstrækkelig føde til rovmiderne. Først efter tilførsel af nye væksthusspindemider steg populations-tætheden lidt i systemerne med svag dinobuton-påvirkning og uden acaricidpåvirkning med forsinkelser på henholdsvis 9 og 4 døgn. I samme serie faldt rovmidetætheden til et umåleligt lavt niveau ved behandling med den højeste koncentration af dinobuton i løbet af 10 døgn, ved den laveste koncentration i løbet af 13 døgn og i det acaricidfrie system i løbet af 19 døgn. I de to sidste systemer var der små opsving senere i perioden.

I serien med stor udgangstæthed af væksthusspindemiden faldt dennes tæthed til det lave niveau på 0-1 individ pr. cm² bladunder-

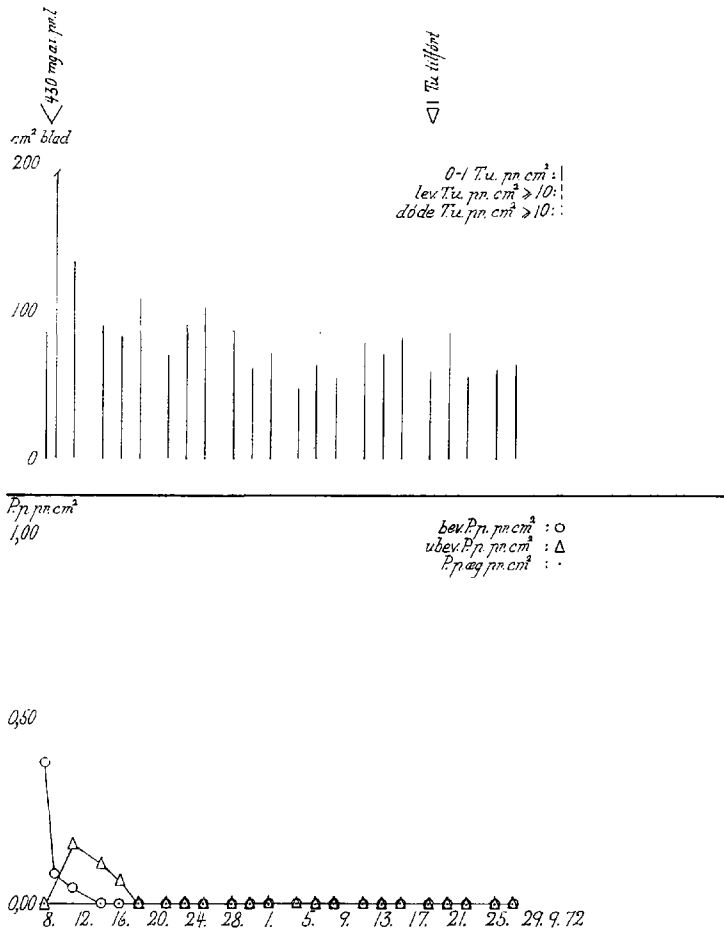
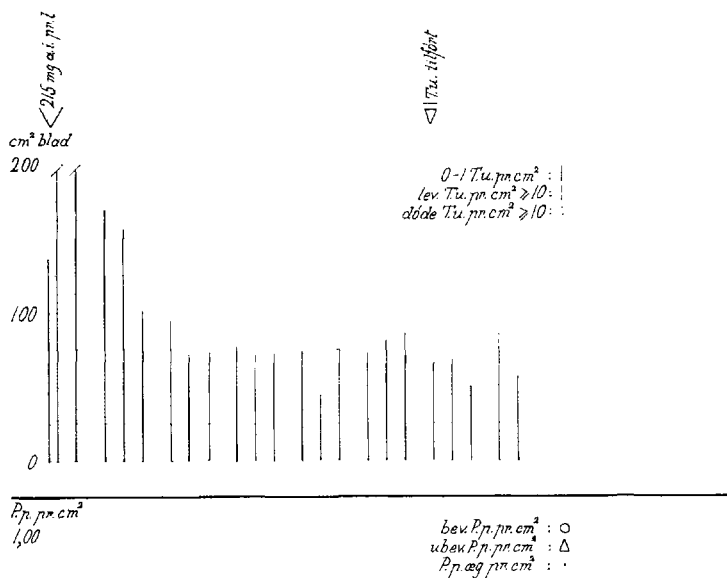


Fig. 1. Variationer med tiden i dinobutonpåvirkede populationer af væksthusspindemiden (T.u.) og rovmidten *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), med lille udgangstæthed af byttedyret. Øverst angives sprøjtetidspunkt og koncentration i mg aktiv ingrediens pr. liter samt tidspunkt for tilførsel af acaricidfrie T.u. Søjlernes højde angiver cm² bønnebladunderside målt med henholdsvis 0-1, 10 eller flere levende eller døde T.u. Nederst angives antal bevægelige, ubevægelige og æg af P.p.

Fig. 1. Density development of dinobuton treated populations of *Tetranychus urticae* (T.u.) and its predator *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), with low initial prey density. Symbols as in fig. 2.

side 7 døgn efter udsætning af P.p. ved stærk dinobutonpåvirkning, 9 døgn efter ved svag dinobutonpåvirkning og 12 døgn efter uden acaricidpåvirkning. Derefter tilførtes acaricidfrie spindemider to gange med seks døgn mellemrum. Dette simulerede indvandring af bytte-

dyr fra refugier (områder hvor de ikke kan nås af prædator). Men spindemidetætheden forblev lav, uanset om systemet var påvirket af dinobuton eller ej. I denne serie steg og faldt rovmidetætheden med de samme tendenser, uanset om systemet var påvirket af dinobuton eller ej.



0,50

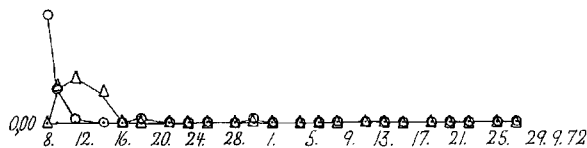


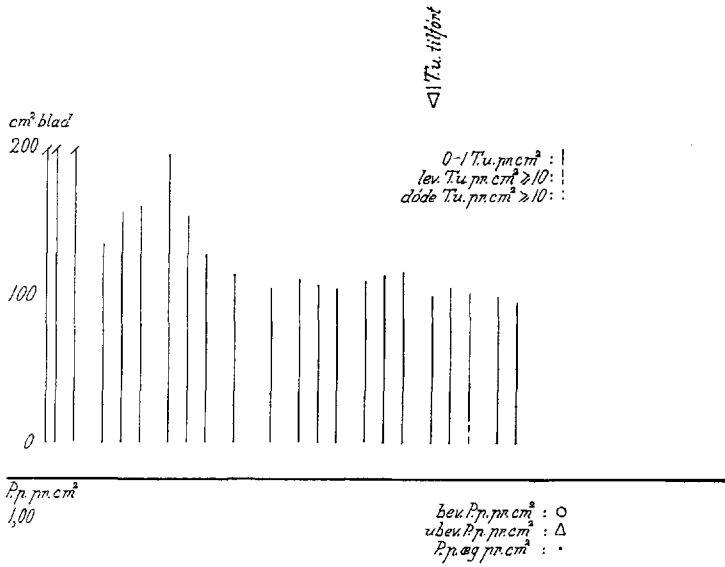
Fig. 2. Variationer med tiden i dinobutonpåvirkede populationer af væksthusspindemiden (T.u.) og rovmidten Phytoseiulus persimilis (P.p.), med lille udgangstæthed af byttedyret. Signaturer som i fig. 1.

Fig. 2. Density development of dinobuton treated populations of *Tetranychus urticae* (T.u.) and its predator *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), with low initial prey density. Symbols at top indicates respectively time of application, concentration in mg active ingredient per litre, and time of introduction of acaricide free T.u. Columns indicate cm² leaf area carrying respectively 0-1 T.u. per cm² (solid line), 10 or more live T.u. per cm² (broken line), and 10 or more dead T.u. per cm² (dotted line). Lower part of fig. indicates movable P.p. per cm² (circles), quiescent P.p. per cm² (triangles), and P.p. eggs per cm² (dots).

Diskussion

Virkningen af dinobuton på væksthusspindemiden er undersøgt af Stenseth (1970) under forhold, som med tilnærmelse kan sammenlignes med de foreliggende. Han fandt en døde-

lighed over 99 pct. for bevægelige stadier målt et døgn efter sprøjtning med 0,01 pct. a.i. (~100 mg a.i. pr. liter) og en dødelighed over 95 pct. for æg. I den foreliggende undersøgelse er der udelukkende registreret døde væksthus-



450

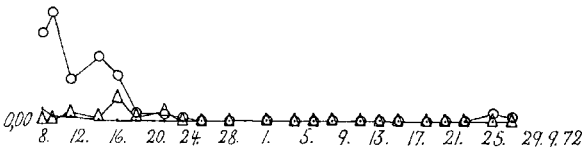


Fig. 3. Variationer med tiden i populationer af væksthusspindemiden (T.u.) og rovmidten *Phytoseiulus persimilis* (P.p.) uden acaricidpåvirkning og med lille udgangstæthed af byttedyret. Signaturer som i fig. 1.
 Fig. 3. Density development of populations of *Tetranychus urticae* (T.u.) and its predator *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), without acaricidal interference and with low initial prey density. Symbols as in fig. 2.

spindemider på de undersøgte blade et døgn efter sprøjtning med 430 mg a.i. pr. liter. Et døgn efter sprøjtning med den halve koncentration bar ca. en trediedel af det undersøgte bladareal mange levende og det resterende areal mange døde spindemider.

Med hensyn til dinobutons virkningstid viste Stenseth (1970), at belægning efter sprøjtning med 0,05 pct. a.i. (~500 mg a.i. pr. liter) fremkaldte over 90 pct. dødelighed blandt voksne spindemider i 15 døgn. Derefter aftog dødelig-

heden brat. I de foreliggende undersøgelser med stor udgangstæthed af væksthusspindemiden tilførtes systemet acaridfrie spindemider sidste gang 13 døgn efter dinobutonbehandling. Det må derfor antages, at rovmidderne – i det mindste de som udsattes for den højeste dinobutonkoncentration – ikke har haft adgang til byttedyr uden acaricidindhold de første 15 døgn. I systemerne med lille udgangstæthed af byttedyr er der tilført acaridfrie spindemider 41 døgn efter dinobutonbehandling. Eventuelt

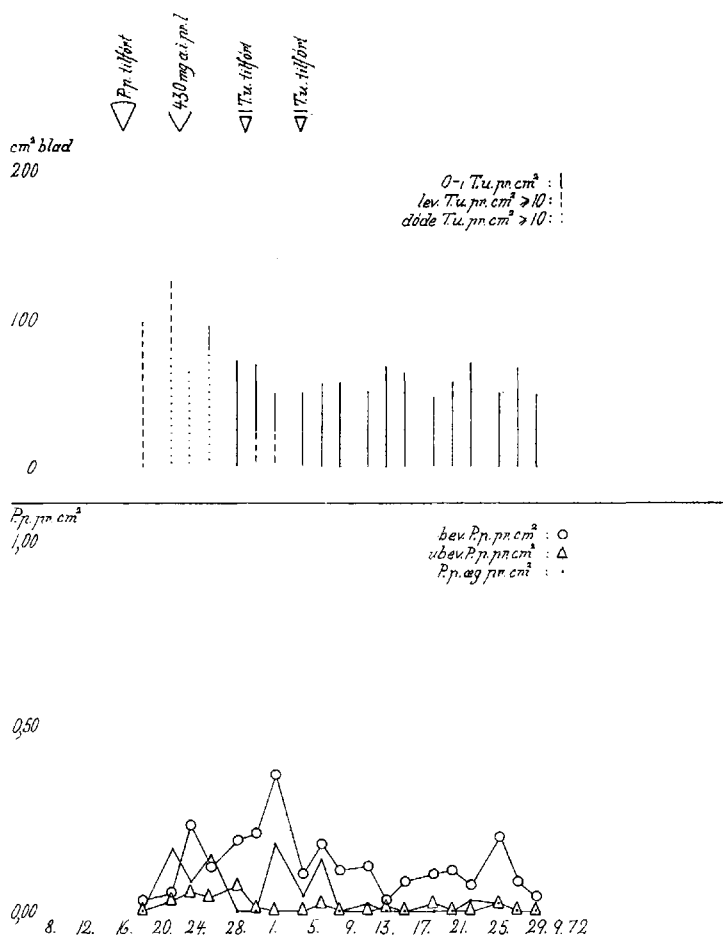


Fig. 4. Variationer med tiden i dinobutonpåvirkede populationer af væksthusspindemiden (T.u.) og rovmidten *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), med stor udgangstæthed af byttedyret. Signaturer som i fig. 1.
 Fig. 4. Density development of dinobuton treated populations of *Tetranychus urticae* (T.u.) and its predator *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), with high initial prey density. Top-left indicate time of introduction of P.p. Other symbols as in fig. 2.

overlevende prædatorer har her haft adgang til acaricidfrie byttedyr. Når rovmidetætheden forbliver på et meget lavt niveau, kan dette kun skyldes mangel på føde i den forudgående periode.

Med hensyn til acariciders påvirkning af rovmidten foregår doseringen ad tre forskellige veje. For det første ved direkte kontakt med dyrets overflade, for det andet ved optagelse af spinde-

miders acaricidholdige kropsvæske og for det tredje ved optagelse af artsfællers acaricidholdige kropsvæske. Når artsfæller fungerer som byttedyr, kan disse forud have været udsat for én, to eller eventuelt alle de tre doseringsformer. Den aktuelle dosis, som den enkelte rovmidte modtager ved stor spindemidetæthed, afhænger foruden af koncentrationen i omgivelserne af den hastighed, hvormed det pågældende acari-

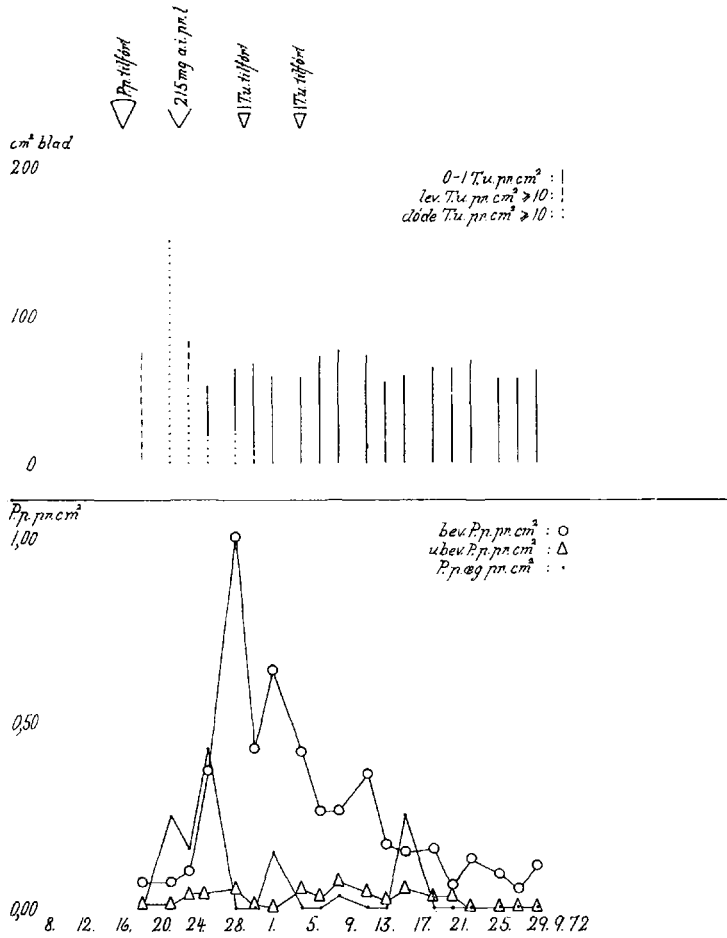


Fig. 5. Variationer med tiden i dinobutonpåvirkede populationer af væksthusspindemiden (T.u.) og rovmidten *Phytoseiulus persimilis* (P.p.) med stor udgangstæthed af byttedyret. Signaturer som i fig. 1.

Fig. 5. Density development of dinobuton treated populations of *Tetranychus urticae* (T.u.) and its predator *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), with high initial prey density. Top-left indicate time of introduction of P.p. Other symbols as in fig. 2.

cid nedbrydes i spindemidens stofskifte. Hvis spindemidetætheden er lille, vil den aktuelle dosis i højere grad afhænge af den hastighed, hvormed det pågældende acaricid nedbrydes i rovmidens stofskifte, fordi rovmidderne er henviset til at æde artsfæller. Det vil sige, at hvis rovmidten er følsom overfor et acaricid, hvilket blandt andet indebærer, at det ikke nedbrydes

momentant i dens stofskifte, vil den aktuelle dosis blive meget høj ved lille spindemidetæthed, fordi acaricidet koncentrerer sig gennem fødekæden, der i denne situation indbefatter rovmidten selv. Ved stor spindemidetæthed slutter fødekæden med rovmidten og den aktuelle dosis, som rovmidten udsættes for, bliver mange gange mindre.

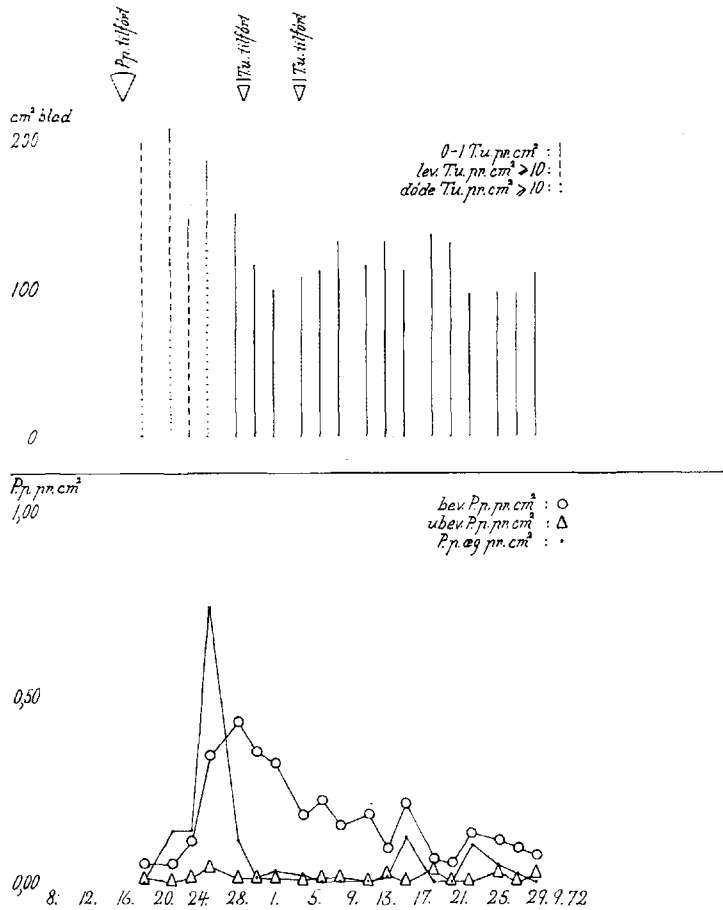


Fig. 6. Variationer med tiden i populationer af væksthusspindemiden (T.u.) og rovmiden *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), uden acaricidpåvirkning og med stor udgangstæthed af byttedyret. Signaturer som i fig. 1. Fig. 6. Density development of populations of *Tetranychus urticae* (T.u.) and its predator *Phytoseiulus persimilis* (P.p.), without acaricidal interference and with high initial prey density. Top-left indicate time of introduction of P.p. Other symbols as in fig. 2.

McClanahan (1970) har undersøgt kontaktvirkningen af dinobuton på henholdsvis væksthusspindemiden og rovmiden, *Phytoseiulus persimilis*. Undersøgelserne foregik ved 23°C på bønneblade i mørke under laboratorieforhold. Spindemideæggenes følsomhed bestemtes ved deres klækkeevne. De øvrige stadiers dødelighed målttes to døgn efter behandling. For rovmidernes vedkommende undersøgtes æggene efter tre døgn og nymfer og voksne efter ét

døgn. Sprøjtning med 0,01 pct. dinobuton forårsagede følgende dødeligheder for rovmiden: æg: 0 pct., nymfer: 75 pct., voksne: 15 pct. og for spindemiden, æg: 100 pct., nymfer: 100 pct., voksne: 98 pct. Selv om dinobuton udløser større dødelighed hos byttedyret end hos dets prædator, falder det udenfor McClanahan's definition for et acaricid, som er selektivt til fordel for prædator.

I de foreliggende undersøgelser er der regi-

streret en stigning i antallet af ubevægelige rovmidler efter dinobutonbehandling og lille spindemidetæthed. Sammenlign figur 1 og 2 med 3. Foruden de sædvanligt forekommende ubevægelige hudskiftstadier kan der her være tale om forgiftede individer. Men hovedårsagen til at rovmidetætheden falder er, at de udsuger hinanden, hvilket også sås på de mange rester af præderede dyr. Ved stor spindemidetæthed har dinobuton ikke påvirket spindemidetæthed direkte. En indirekte virkning ved nedsat fødetilgang har heller ikke vist sig klart under de beskrevne forhold.

Med hensyn til muligheden for at gennemføre en regulering af spindemidepopulationen udelukkende ved brug af rovmidten skal de populationsdynamiske forhold vurderes. Umiddelbart ses i figur 6 at rovmidterne kan bringe spindemidetætheden ned på et for værtplanten uskadeligt niveau på ret kort tid. I figur 3 ses, at spindemidetætheden holdes lav i næsten to måneder. Hvis man betragter figurerne 1, 2 og 3 i forlængelse af henholdsvis 4, 5 og 6, får man med tilnærmelse et udtryk for en hel periode i rovmidetæthedens forløb. Kun i figur 3 ses en svag tendens til en ny bølge, men værtplanternes kondition tillod ikke fortsatte målinger. I det undersøgte system har prædatorpopulationens tæthed gennemløbet en periode på ca. 42 døgn. Tilførsel af friske byttedyr har stabiliseret den så meget, at perioden uden denne efterligning af byttedyrindvandring fra refugier ville have været på knapt 20 døgn. Faseforskydningen mellem bytte- og prædatortæthed fremgår ikke tydeligt af de foreliggende undersøgelser, men den synes at være over den kvarte periode Lotka-Volterra modellen angiver. Hvis der tilstræbes en løbende regulering af spindemidetætheden i hele kulturplantens vækstperiode, må man kende årsagerne til, at prædator går til grunde efter én periode, i stedet for at dens tæthed bliver ved at svinge i takt med byttedyrets.

Huffaker (1958) har i omfattende laboratorieundersøgelser bestemt populationsdynamikken hos spindemiden, *Eotetranychus sexmaculatus* Riley, som levede på appelsiner, og dens præ-

dator *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt. Han fandt at i systemer med lav kompleksitet, det vil sige simple systemer, i hvilke både byttedyr og prædator hurtigt og uden hindring kan nå den tilgængelige føde, går bytte- og prædatorpopulation til grunde efter at have gennemløbet en periode. Huffaker øgede kompleksiteten ved at anbringe gummibolde og vaselinelabyrinter mellem de tilgængelige appelsinarealer. Efter at systemet (the universe) på denne måde i højere grad kom til at ligne en større bevoksning, gennemløb prædator- og byttepopulationen tre perioder med maksima af samme størrelsesorden. De foreliggende undersøgelser viste også, at øget kompleksitet, i dette tilfælde ved simulerede refugier for byttedyret, virkede stabiliserende på prædators populationstæthed. Rovmidepopulationer har i øvrigt kunnet overleve meget længe på *Asparagus plumosus* planter, som netop har et labyrintagtigt grenværk.

En anden årsag til, at rovmiddepopulationen er ustabil, ligger i, at dens aldersfordeling ikke stabiliseres. Aldersfordelingen vil ikke stabiliseres, fordi *Phytoseiulus persimilis* praktisk taget standser ægproduktionen ved fødemangel. Dette betyder, at ægtætheden sammenlignet med tætheden af rovmidens øvrige stadier er mere afhængig af byttetætheden. Rovmidepopulationens biomasse samles ved fødemangel i stadier med stor kapacitet for byttesøgning.

En tredje årsag til, at rovmidten i små simple og sluttede systemer kun gennemløber en periode, er, at den favoriseres med hensyn til spredningsevne. I et større og mere komplekst system vil spindemidens spredningsevne være større, fordi den kan svæve i sit spind, *Huffaker* (1958). Derved opstår spindemidekolonier, som er ude af fase med hensyn til populationstæthed, og der bliver fødereserver til rovmidten. I agurkkulturer har man set, at rovmidens spredning var så langt bag efter spindemidens, at gartneren har måttet hjælpe til. Dette er typisk, hvor rovmidler er udsat for sent.

Konklusion

De foreliggende undersøgelser viser, at en population af rovmidten, *Phytoseiulus persimilis*, tåler

en dinobutonkoncentration, som er tilstrækkelig til at hindre væksthusspindemiden i at fremkalde økonomisk skade på f.eks. agurkplanter under glas.

Rovmidepopulationen påvirkes kun væsentligt af dinobuton, hvis spindemidetætheden er lille. Det vil sige så lille (0-1 spindemide pr. cm²), at der ikke er anledning til dinobuton-sprøjtning i praksis. Det er således muligt at kombinere kemisk og biologisk populationsregulering af væksthusspindemider. På udvoksede agurkplanter under glas er væksthusspindemidens tæthed som regel størst på unge skud nær planternes top. En eventuel dinobuton-sprøjtning bør for at skåne rovmiden rettes mod planternes toppe.

Af undersøgelserne fremgår, at væksthusspindemidens tæthed kan holdes på et for kulturplanter uskadeligt lavt niveau kun ved brug af rovmiden. For at denne tilstand skal kunne opretholdes en hel kulturperiode igennem, må systemets kompleksitet være over et vist niveau. Det vil sige, at kulturplanterne og øvrige overflader i væksthuset skal have så mange krinkelkroge, at rovmidernes byttesøgning hæmmes nok til, at spindemiden ikke udryddes.

Lader det sig ikke gøre at skabe en passende kompleksitet i væksthuset, må der udsættes nye rovmider, efter at den oprindelige population er gået til grunde. Det må dog anses for mere økonomisk at forsyne en svindende rovmidepopulation med spindemider for på den måde at stabilisere den.

Summary

In the present experiment, comparisons were made of the dynamics of *Phytoseiulus persimilis* populations preying upon the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, at different levels of initial density, and of acaricidal interference.

The two mite species were confined to bean plants, *Phaseolus vulgaris* L., in cages of polythene covered cylindrical steel wire frames (height 40 cm, diam. 25 cm). The cages (universes), with tops covered with cloth, were placed on sand in a glasshouse at 19°C at night and at an average of 23°C

during day-time. The natural photoperiod was extended to 16 h. per day by means of Hg-lamps.

The spider mite population was composed of strains from various nurseries. Most strains were resistant to parathion. The predator population had never been subjected to acaricides.

Dinobuton, as the commercial product, Acrex 50, contained 43 p.c. 2-(1-methyl-n-propyl)-4,6-dinitrophenyl isopropylcarbonate. The universes were sprayed with 4,5 g liquid per treatment using a chromatography-sprayer. Concentrations and times of application are given at the top of the figures.

Acaricide free spider mites were introduced into the universes with low initial prey density, after dinobuton residues were degraded. Eventual survivors of the predator population would thus have access to uncontaminated prey.

Acaricide free spider mites were introduced into the universes with high initial prey density, while dinobuton residues still were active, thereby simulating prey emerging from refuges.

Individual mites were counted on the lower surfaces of intact leaves. The density on the upper surfaces was negligible. All stages, except eggs of the spider mite, were counted. The density of eggs appeared to be proportional to the densities of other stages of the spider mite.

The results from universes with low initial prey density are shown in figures 1, 2 and 3. The increase of quiescent *P. persimilis* in the two dinobuton treated universes was probably due to poisoning. The main cause of the decrease of predator density was, however, intraspecific predation, indicated by large numbers of carcasses. This enhanced the food-chain effect. After reintroduction of the prey only a slight tendency to a second wave of population was observed in the acaricide free universe. The experiment had, however, to be discontinued due to the condition of the host plants. The simulation of refuges for the prey, apparently resulted in more than a doubling of the cycle of the predator population.

Eggproduction of the predator was drastically reduced when prey was scarce.

The biomass is thus concentrated in stages with great searching-capacity. In consequence, age distribution of the predator population will not become stabilized unless prey density is stable.

The results suggest that the two-spotted spider mite can be controlled by combining dinobuton spray with the simultaneous action of *P. persimilis*. The results further indicate that, under the present

conditions, true biological control of the two-spotted spider mite by *P. persimilis* was possible. The complexity of a glasshouse-universe must be above a certain level if the predator population is to remain efficient during the entire period of cultivation of e.g. cucumberplants. If the complexity is inadequate, an exactly timed reintroduction of either prey or predator is necessary.

Litteratur

- Bartlett, B. R.* (1964) The toxicity of some pesticide residues to adult *Amblyseius hibisci*, with a compilation of the effects pesticides upon Phytoseiid mites. *J. econ. Ent.* 57, 559-563.
- Berendt, O.* (1970) On acaricide tolerance in Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) preying upon phytophagous mites. Proc. conference integrated control in glasshouses, Naaldwijk, Netherlands.
- Berendt, O.* (1972) Biologisk populationsregulering af væksthusspindemiden betaler sig. *Gartner-tidende* 88, 223-226.

Fenchel, T. (1972) Almen økologi, Århus, Danmark, 44-51.

Harrison, R. A. & Smith, A. G. (1961) The influence of temperature and relative humidity on the development of eggs and on the effectiveness of ovicides against *Tetranychus telarius* (L.) (Acarina: Tetranychidae). *New Zealand Jour. Sci.* 4, 540-549.

Huffaker, C. B. (1968) Experimental studies on predation: dispersion factors and predator-prey ascillations. *Hilgardia* 27, 343-383.

Huffaker, C. B. & Kennett, C. E. (1969) Some aspects of assessing efficiency of natural enemies. *Can. Ent.* 101, 440-447.

McClanahan, R. J. (1970) Selective acaricides for integrated control of *Tetranychus urticae*. Proc. conference integrated control in glasshouses, Naaldwijk, Netherlands.

Stenseth, C. (1970) Virkning av dinobuton og »Pentac« mot væksthusspinnmidd (*Tetranychus urticae*). *Gartneryrket* 60, 21-25.

Manuskript modtaget den 2. august 1973