

Integreret bekæmpelse af skadedyr

med gulerødder, gulerodsfluen (*Psila rosae* F., Dipt. *Psilidae*) og ageruglen (*Agrotis segetum* Schiff., Lep., *Noctuidae*) som afgrøde-skadedyr model

Afsluttende rapport vedrørende Forskningsrådenes Initiativ

Integrated control of insects

with carrots, the carrot fly (*Psila rosae*) and the turnip moth (*Agrotis segetum*)
as crop-pest model

Final report concerning a Research Council Initiative

P. Esbjerg, J. Jørgensen¹⁾, J. K. Nielsen¹⁾,
H. Philipsen¹⁾, O. Zethner¹⁾ og L. Øgaard¹⁾

INDHOLDSFORTEGNELSE

| | Side |
|---|------|
| Forord | 304 |
| Resumé | 305 |
| Summary | 308 |
| Indledning | 311 |
| Initiativets formål | 311 |
| Initiativets rolle | 311 |
| Problemstillinger | 311 |
| Valg af modelafgrøde | 311 |
| Udgangssituationen mht. gulerodsskadedyr | 312 |
| Gulerodsfluens biologi | 313 |
| Ageruglens biologi | 314 |
| Arbejdsfelter | 314 |
| Monitering og varsling | 316 |
| Ageruglemonitering | 316 |
| Populationsbestemmelse | 321 |
| Ageruglen: Varsling og prognose | 323 |
| Gulerodsfluen: Populationsbestemmelse og varsling | 324 |

¹⁾ Adresse: Zoologisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

| | |
|--|-----|
| Forebyggelse og bekæmpelse | 330 |
| Ageruglen: Mikrobiologisk bekæmpelse | 330 |
| Massefremstilling af insektvirus | 330 |
| Sikkerhedsmæssige krav | 331 |
| Bioassays | 331 |
| Naturlig forekomst i Danmark | 332 |
| Holdbarhed i jord | 333 |
| Virus – insekticid | 335 |
| Knopormeangreb – vand | 337 |
| Gulerodsfluen: Skadetærskel og bekæmpelse | 342 |
| Gulerodsfluen: Forebyggelse | 345 |
| Diskussion af Initiativet og dets perspektiver | 348 |
| Betydning for praksis | 348 |
| Økonomisk afkast af undersøgelsen | 350 |
| Forskningsmæssig betydning | 350 |
| Supplerende undersøgelser | 351 |
| Afsluttende kommentarer | 351 |
| Appendix vedr. projektets organisering | 352 |
| Finansiering | 352 |
| Styring og koordination | 353 |
| Litteratur | 353 |

Forord

Baggrunden for øget forskning i biologiske og integrerede bekæmpelsesmetoder mod skadedyr er en stigende erkendelse af, at kemiske metoder alene ikke altid løser problemerne tilfredsstillende. Under visse omstændigheder kan bekæmpelsesmidlerne endda medføre negative virkninger på konsumenter af behandlede planter eller på miljøet på eller omkring dyrkningsstedet.

Allerede i 1948 blev der taget initiativ til et internationalt samarbejde vedrørende biologisk bekæmpelse, som blev organiseret i »Commission Internationale de Lutte Biologique« (CILB), fra 1965 »Organisation Internationale de Lutte Biologique« (OILB) af en række vesteuropæiske lande. Fra Danmark fulgte *Jørgen Jørgensen* dette arbejde gennem 1960-erne bl.a. ved deltagelse i organisationens delegeretmøder hvert andet år. På globalt plan gav den øgede interesse sig i 1958 udslag i dannelse af »International Organization for Biological Control of noxious animals and plants« (IOBC). I 1977 blev Danmark medlem takket være financier støtte fra Miljøstyrelsen, og fra 1980 har dansk medlemskab været tegnet af Landbrugsministeriet.

Som følge af den øgede forskningsintensitet på området søgte danske forskere, som beskæftigede sig med bekæmpelse af skadedyr, at skabe større interesse for sagen i Danmark og at bidrage konkret til løsning af hjemlige problemer ved udvikling af metoder og ved undersøgelser af udenlandsk kendte metoders brugbarhed under danske forhold.

I 1972 påbegyndtes et 3-årigt projekt ved Zoologisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole (Landbohøjskolen), vedrørende produktion og brug af insektvirus finansieret gennem Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd (SJVF).

Efter udløbet af denne periode fortsatte den ansatte i projektet (*Ole Zethner*) med arbejdet som seniorstipendiat gennem endnu 3 år.

I samme periode blev der på Zoologisk Afdeling, Statens plantepatologiske Forsøg (nu Statens Planteværnscenter, Lyngby) arbejdet med tilpasning af biologiske metoder til bekæmpelse af væksthusskadedyr. Det drejede sig om rovmidler til bekæmpelse af spindemider på agurkplanter og snyltehvepse til bekæmpelse af mellus på tomatplanter.

I 1974 rettede *Jørgen Jørgensen* en forespørgsel til en række offentlige undervisnings- og forskningsinstitutioner angående deres interesse for biologiske bekæmpelsesmetoder, og efter et par velbesøgte møder i 1975 dannedes i september »Interessegruppen for biologisk bekæmpelse af skadedyr«, som har til formål at formidle kontakter mellem danske forskere på området og at informere om udviklingen over for personer, som arbejder med tilgrænsende forskning eller produktion. Samtidig udsendte *Jørgen Jørgensen* en redegørelse for »Den biologiske bekæmpelses nuværende stade« bl.a. til SJVF og til Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd (SNF).

På denne baggrund indkaldte SJVF i december 1977 til møde vedrørende et forskningsrådsinitiativ om undersøgelser på området biologisk bekæmpelse af skadedyr, og som følge af en opfordring fra SJVF blev der i marts 1978 afholdt et møde med deltagelse af personer fra relevante forskningsgrene på Landbohøjskolen, Statens Planteværnscenter (Planteværnscentret) samt universiteterne i København og Odense. Formålet var at opridse hovedlinjer for et projekt og at blive orienteret om de indbudte personers interesse og muligheder for deltagelse heri.

Resultatet af de indledende drøftelser var, at et projekt blev udarbejdet af medarbejdere ved Zoologisk Institut, Landbohøjskolen, og ved Zoologisk Afdeling, Planteværnscentret, Lyngby, og det blev dette projekt, som med visse modifikationer fik SJVF's og SNF's godkendelse og støtte til påbegyndelse 1. september 1978. En styringsgruppe, bestående af daværende medlemmer af forskningsrådene *H. Holstener-Jørgensen* (formand), *J. E. Hermansen*, *Kr. Hardy Knudsen* og *A. Michelsen* samt *Jørgen Jørgensen* blev udset til at følge projektets forløb.

Fra 1980 er der sideløbende med projektet gennemført et mindre projekt ved Zoologisk Institut, Landbohøjskolen, med støtte af EF-midler, omfattende metodik til produktion af *Agrotis segetum* kapselvirus i larver af ageruglen med henblik på bekæmpelse af denne art.

Foruden de personer, der direkte har været impliceret i planlægning og udførelse af projektet, har mange, som det er fremgået, været medvirkende til at »forberede jorden« ved inspiration, råd og støtte på forskellig måde. Her skal rettes en tak til styringsgruppen, til forskningsrådenes sekretariat, til medarbejdere ved de 2 involverede institutter samt til planteavlskon konsulenter og forsøgsværter, som har været med i feltarbejdet. Også andre forsknings- og forsøgsinstitutioner og enkeltpersoner, som har ydet støtte, bringes en tak for godt samarbejde.

Resumé

Rutinesprøjtninger har længe været en almindelig behandlingsform over for en række skadedyr, bl.a. de to vigtigste på gulerødder: gulerodsfluens larver og ageruglens larver (knoporme). Denne nødløsning har været baggrund for Initiativet. Dets formål har været at fungere som modelprojekt angående integreret bekæmpelse og de dermed forbundne begrænsninger af kemisk bekæmpelse. De primære formål har været: A) Udvikling af metoder til en sikrere vurdering af behandlingsbehov, og B) udvikling af alternative bekæmpelsesmetoder og evt. forebyggelsesmetoder.

Nærværende hæfte, side 303 til side 424, skal betragtes som en helhed. Der er tale om en afsluttende rapport (første del) fra et forskningsrådsinitiativ (SJVF-SNF) og 8 beretninger direkte fra eller med tæt tilknytning til Initiativet. Sidstnævnte 8 arbejder har været forelagt som indlæg på NJF-Symposium 131: Integreret bekæmpelse af skadelige insekter i frilandgrønsager, Malmø, Sverige, december 1982. Det skal bemærkes, at der i disse 8 arbejder findes henvisninger til rapporten i første del af hæftet.

Valget af gulerødder som modelafgrøde var begrundet i overskueligheden – to skadedyr uden meget vigtige fjender – og i muligheden for udnyttelse af allerede igangværende arbejde. Endvidere måtte det i en modelsituation betragtes som nyttigt, at det ene skadedyr (gulerodsfluen) er snævert knyttet til skærmpflanter og heraf især til gulerod, mens det andet skadedyr (ageruglen) optræder på en lang række afgrøder, dog især rodfrugter.

Udvikling af metoder til *monitering og varsling* var en naturlig indfaldsvinkel, når ønsket var et forbedret vurderingsgrundlag til afgørelse af bekæmpelsesbehov.

Monitering af de voksne dyr, ageruglerne, blev anset for den bedste mulighed for i tide at kunne forudsige knopormeangreb, idet behandling skal sættes ind over for de helt små larver (1.–2. stadium). Man byggede videre på erfaring fra afprøvning af en enkel *feromonfælde*, der benyttede jomfruelige hunner som lokkemiddel. I et schweizisk-dansk-fransk samarbejde nåede man frem til udvikling og afprøvning af et syntetisk 5-komponent feromon, der lå på højde med hunnerne i attraktivitet. Inspireret af bl.a. ungarske resultater blev dette feromon senere erstattet med et væsentlig bedre 3-komponent feromon, der blev afprøvet af Schweiz, Danmark, Frankrig og Ungarn i fællesskab. Dette feromon består af en 1:1:1 blanding af de tre stoffer cis-5-decenylacetat, cis-7-dodecenylacetat og cis-9-tetradecenylacetat, som anvendes i en mængde af 100 mikrogram pr. duftkapsel.

Parallelt med udviklingen af syntetisk feromon blev *fældeudformningens indflydelse* på fangsteffektiviteten undersøgt. Ved sammenlignende undersøgelser af 6 fældetyper (figur 6) viste fangstniveauet sig at afhænge især af mulighederne for direkte indflyvning fra alle sider og for fastklistring straks ved landing. Fælden på figur 6E blev udvalgt som bedst. Med denne fælde og syntetisk feromon er fangstniveauet mere end 10 gange højere end de oprindelige rørfælders (fig. 6A) fangstniveau, og den indbyrdes variation pga. hunnerne er udjævnet. Endvidere holder duftkapslerne 4 uger, mens en huns nytteperiode er én uge. Fælderne skal tilses mindst 2 gange ugentlig og udskiftning af klisterbunden er nødvendig, hvis mere end 25 agerugler er fanget.

Med de forbedrede fangstredskaber kunne en *tilnærmet populationsbestemmelse* foretages ved korrektion for vejrligets indflydelse på fangsten. I flyveperioden (kl. 21⁰⁰–03⁰⁰) faldt flyvningen med stigende vindstyrke og stigende nedbørsintensitet (mm regn/time). Desuden faldt fangsten meget kraftigt i totalt vindstille vejr.

Analyser af angrebsniveau i forhold til vejrlig for en periode på 71 år er udført i samarbejde med Jordbrugsmeteorologiprojektet ved Statens Planteavlsvforsøg. En række forhold har indflydelse, dog især nedbøren/nedbørstidspunkterne i maj, juni og juli. På baggrund af den opnåede viden kan en kendt vejrbaggrund i kombination med en simuleret vejrsituation for de efterfølgende måneders vejrlig bruges til udarbejdelse af tidlig prognose (ca. 1. juni). Dennes udfald vil være vejledende for omfanget af monitering. Egentlig varsling kan udsendes 2–4 uger senere med udgangspunkt i aktuelle vejrsituationer og fældfangster. På grundlag af sådanne oplysninger kunne behandling frarådes i 1980 og 1981 og tilrådes i visse områder i 1982. Manglende forekomst af skader i 1980–81 og enkelte skader i 1982 bekræfter rigtigheden af de udsendte varslinger.

Egentligt skadetærskelarbejde har for ageruglens vedkommende været forhindret af mangel på væsentlige angreb.

Til *monitering af gulerodsfluer* blev gule limplader (20 × 20 cm, fig. 9), der var udviklet i Schweiz, valgt som det mest realistiske redskab. En række forhold skulle dog belyses nærmere, inden praktisk anvendelse kunne iværksættes.

Limpladerne har vist sig nyttige til at påvise tilstedeværelse af gulerodsfluer, således at bekæmpelse i hvert fald kan frarådes, når fangsten er nul eller meget lav (negativ varsling). En forudsætning er dog, at pladerne ikke har været udsat for stærk vind, idet vindforhold har vist sig at påvirke pladernes fangsteffektivitet. Denne påvirkes også af nedbør og af pladernes højde over jordoverfladen. Af hensyn til varslingsværdien af pladefangsterne blev disse sammenlignet med forekomster af æg og

pupper i jorden. Der blev fundet en rimelig sammenhæng undtagen for første flyvning af fluerne. Disse fluer viste sig imidlertid at lægge æg ved vilde planter, idet gulerødderne på dette tidspunkt er for små (toppen) til, at fluerne »opfatter« dem som værtplanter.

En entydig sammenhæng mellem fluefangst og skader blev ikke fundet. Dog blev de største skader altid konstateret på de lokaliteter, hvor der var opnået de største fangster. Der blev fundet en betydelig grad af sammenhæng mellem sæsonens samlede fluefangst og det endelige skadeniveau.

Man kunne konkludere, at *limpladefangst giver et rimeligt lokalt grundlag for risikobedømmelse*, blot man er opmærksom på faktorer, der kan påvirke fangstniveauet.

Et mere detaljeret grundlag for risikobedømmelse blev søgt fremskaffet ved skadetærskelfastlæggelse. En række forskellige skadetærskelværdier (i form af niveau for limpladefangster) blev forsøgt efterprøvet, idet nogle forsøgsled skulle vise, om der skulle behandles og andre *hvornår*. På grund af en uventet ringe virkning af det anvendte bekæmpelsesmiddel, diazinon, var skadetærskelarbejdet resultatløst. En nærmere undersøgelse af årsager til svingende – somme tider udeblivende – effekt af behandling mod gulerodsfluelarver vil være ønskelig.

Kun for ageruglens vedkommende er der arbejdet med muligheder for *alternativ bekæmpelse* – med insektvirus – og *forebyggelse* – evt. via vanding. For gulerodsfluen giver resultater af populationsundersøgelser på Brogård dog anledning til overvejelser om forebyggelse. Således har det vist sig, at anden generations larver i kølige somre ikke alle har færdigudviklet sig, inden gulerødderne høstes. Dette forhold peger på en principiel mulighed for at anvende tidlig høst som en kulturteknisk foranstaltning, der kan forhindre færdigudviklingen af en meget betydelig del af en population af gulerodsfluelarver.

»*Kulturteknisk bekæmpelse*« af knoporme er ingen ny tanke. Imidlertid er det først nu vist i forsøg, at høj luftfugtighed og dråbepåvirkning er uden betydning, mens jordfugtigheden er en vigtig faktor. Høj jordfugtighed tvinger knopormene op på plantetoppene. Blandt de små larver forårsages en væsentlig dødelighed, mens de store larvers skadevirkning på afgrøden mindskes. Det kan konkluderes, at vanding som bekæmpelse bør iværksættes på tidspunkter, hvor ganske små larvers tilstedeværelse kan forventes på baggrund af feromonfældefangster.

Bekæmpelse af knoporme med kapselvirus (AsGV) har fordret en produktionsmetode. Derfor er metoder til *massefremstilling* af insektvirus bearbejdet i et EF-projekt i tæt tilknytning til dette forskningsrådsinitiativ. Især forbedring af opdrættsteknik og øgning af virusudbyttet pr. inficeret larve har været vigtige led i udviklingen, der bygger på virusopformering i levende larver, da kapselvirusproduktion i vævskultur er umulig. I projektperioden har der også været samarbejde med en EF-arbejdsgruppe angående sikkerhedsmæssige krav til mikrobiologiske bekæmpelsesmidler.

Udvikling af bioassay til bedømmelse af virus har skaffet det nødvendige grundlag til vurdering af forskellige virusprodukters styrke, effekt og holdbarhed. Bl.a. har *holdbarheden i jord* kunnet undersøges under laboratorieforhold. Derved er påvist, at holdbarheden af AsGV ikke påvirkes af optøning-nedfrysning eller af temperaturer under 35°C eller af jordfugtighed. I naturen forsvinder op til 99% af viruskapslerne i jorden pr. år.

Naturlig forekomst af AsGV er søgt belyst, men i 650 larver indsamlet over 8 år er der ikke fundet tydelige tegn herpå.

En eventuel *integration af virus- og insekticidbehandling* er igangsat, men ikke afsluttet pga. vanskeligheder med metodeudvikling.

Det konkluderes, at videreførelse af virusarbejdet bør prioriteres højt, da det er tæt ved praktisk anvendelighed, og der er behov for et »gennembrud« af en biologisk bekæmpelsesmetode på friland.

Det anslås, at investeringen på op mod 5 millioner kr. i nærværende forskningsarbejde allerede ved udnyttelse af de foreløbige resultater – især mht. prognose-varsling – kan føre til årlige besparelser på 5 millioner kr. i gennemsnit pga. mindskede knopormeskader plus sparede behandlinger. Undladte

rutinebehandlinger over for gulerodsfluen ved negativ-varsling tilskrives en gennemsnitlig besparelsesværdi på mindst 200 kr. pr. hektar. »Opfølgelsesforskning« må prioriteres højt for at sikre, at jordbruget udnytter disse muligheder.

I øvrigt skønnes Initiativet at have haft en forskningsmæssig høj modelværdi for sammenhængende løsning af et større antal problemstillinger – som i integreret bekæmpelse – ved tværinstitutionelt samarbejde. Dertil kan lægges en betydelig afsmitningsværdi af resultaterne, for ageruglens vedkommende til andre afgrøder, hvori den også optræder, og for gulerodsfluens vedkommende til problemer vedr. kålfluer og løgfluer.

Summary

For many years routine chemical treatments have been the predominant means of controlling a number of insect pests especially in economically sensitive crops such as vegetable crops. Among these crops are carrots which are attacked by two major pests: Larvae of the carrot fly, *Psila rosae*, and cutworm, larvae of the turnip moth, *Agrotis segetum*. The drawbacks of routine insurance spraying and emergency spraying to control these pests have provided an important background for the present project (1979–82 incl.). The underlying idea was that the project should act as a model for integrated pest management, which could demonstrate better control whilst simultaneously reducing the use of costly chemicals. The primary aims have been:

- A. To develop methods for the estimation of control requirement, i.e. a proper decision background for/against treatments.
- B. To develop alternative methods of treatment (biological or biotechnical) and to assess possibilities of prophylactic measures (i.e. via cultural practice).

Carrots were chosen as a model crop primarily for the following reasons: The complexity of the problem is limited as there are only two major pests and neither of them are significantly regulated by natural enemies under field conditions. Research work already established could be utilized. Furthermore, it was regarded as useful for model work to combine an oligofagous insect specialized to carrots with a very polyfagous insect, which is a pest on many root crops. The choice was also influenced by the fact that carrots are for direct human consumption and that the pest problems, to a great extent, were unsolved.

Development of monitoring and forecasting methods was clearly the most important way to promote the estimation of control requirements and the decision background for farmers.

As efficient *cutworm control* depends on treatment of 1st and 2nd instar larvae, *monitoring of the turnip moth flight* was regarded as the best starting point in this case. Earlier work with sex trap monitoring (*Bromand et al.*, 1977; *Eshbjerg et al.*, 1980c) was therefore extended and aimed at the development of a synthetic pheromone. A preliminary 5-component pheromone was available in 1979 as the result of Swiss-Danish-French cooperation (*Arn et al.*, 1980). This pheromone was shown to be as attractive as virgin females. However, further work combined with results from Hungary (*Tóth et al.*, 1980) lead to a common Swiss-Danish-French-Hungarian testing of a synthetic pheromone containing equal amounts of three homologous acetates (cis-5-decenylacetate, cis-7-dodecenylacetate and cis-9-tetradecenylacetate (*Arn et al.*) 1983). This pheromone has been used in Denmark since 1981 for monitoring turnip moths, using 100 micrograms per dispenser. By using the synthetic pheromone the troublesome variation of female attractiveness (*Eshbjerg et al.*, 1980b) was eliminated. An added advantage is that the dispenser lasts at least 4 weeks, while females must be changed once a week.

The significance of the sex trap design was investigated parallel with the development of the synthetic pheromone. Comparison of 6 different designs (Fig. 6) and observations of inflight and landing lead to two main conclusions. A good turnip moth trap must be as open as practically possible and landing should lead to immediate catch. The latter was achieved by the sticky bottom being

effective right to the edges of the trap. Accordingly the highest catch figures were obtained with traps E and F (see Fig. 6).

By combining an efficient trap design with the synthetic pheromone, catch was increased about tenfold compared with the original »pipe design« (Fig. 6 A).

For efficient monitoring trapped males should ideally be counted at least twice a week, and the sticky cardboard bottom should be changed when more than 25 moths have been caught.

An estimation of the population density including some correction factors to catch figures will be possible in the future using a sex trap baited with 3-component pheromone. Such corrections are necessary due to the influence of weather upon activity.

At 3 of the trapping localities daily catches were recorded during the project period (1979–1982). In addition a number of meteorological observations were registered at 10 minute intervals. Preliminary analysis of catch and weather data clearly indicates the possibility of calculating a number of correction factors – e.g. decreasing catch due to increasing wind speed and increasing intensity of rainfall. The influence of these factors has been confirmed by observations, but actual calculations are not possible before collection of more data has been completed.

Analysis of earlier attack levels in relation to climatological data has been carried out in cooperation with the Agrometeorological Service of the Danish Research Service for Plant and Soil Science. Several weather factors were found to be important, particularly the amount of precipitation and number of precipitation days in May, June and July (*Mikkelsen & Esbjerg*, 1981, 1983). The resulting model may be used for an early prognosis (about 1 June) which should indicate the level of monitoring required. A forecast may then be produced 2–4 weeks later based on trapping results, weather registration and weather forecasts. Such forecasting lead to advice not to treat at all in 1981 and to treat only selected areas in 1982.

Establishment of proper damage thresholds for cutworm attack has not yet been possible because of the very limited attacks since 1978.

For the *monitoring of the carrot fly* yellow sticky traps (20 × 20 cm, Fig. 9) as already used in Switzerland were chosen as the most realistic monitoring device. However, many questions had to be answered before practical introduction of these yellow traps.

The most important result until now has been that negative forecasting is possible when the yellow sticky trap catches are zero or very low. A prerequisite is, however, that the traps are not exposed to strong wind, as wind has a marked influence on the catching efficiency. The number of carrot flies caught is also dependent on precipitation and the height of the trap above ground.

In order to evaluate the value of yellow sticky traps as a basis for forecasting, the catches obtained were compared with the number of eggs and pupae found in soil samples. A relationship was found between the catch and the occurrence of eggs and pupae (Fig. 10). This did not apply, however, to the catch during the beginning of the first flight (Fig. 11). It has been found that these early occurring flies oviposited around wild umbelliferous plants as the carrots were too small to be »recognized« as host plants at that time.

A clear relationship between catch and damage could not be demonstrated. However, the most important damage was connected to the largest catches. A reasonable relationship could be shown between catch level throughout the season and damage found at harvest time (Table 2).

It has been concluded that catch on yellow sticky traps can be used as a reasonable basis for risk estimation if the choice of trap site takes the influence of exposure to wind into account.

The project has aimed at establishing economic damage thresholds as a basis for risk estimation. Therefore, a number of hypothetical damage threshold values expressed as catch on yellow sticky traps per day were investigated experimentally. Some parts of these experiments were designed mainly to show *if* treatment was required, other parts to show *when* treatment should be carried out for

optimal effect. This experimental part of the work gave inconsistent results due to the very high degree of variation of the effect of diazinon.

Alternative control methods and suppression by means of cultural practice were investigated in connection with cutworm problems. Insect virus was tested as a means of control as was the effect of irrigation on suppression of cutworms.

In the case of the carrot rust fly the investigations of population dynamics indicated that attacked carrots should be harvested early. This prevents the larvae from completing their development (Fig. 22, 23) and thus influencing population density.

The possibility of using *irrigation as a cultural practice against cutworm* is not a new idea. Therefore several effects of water on cutworm have been investigated.

It has been demonstrated in the project that high relative humidity has no influence on cutworms, even though they were first instar larvae. The impact of falling drops also had no effect. High soil humidity proved to be of major importance primarily by inhibiting the cutworms from being in the soil. This led to a significant increase in mortality among early instar cutworms, while it had less effect on cutworms older than 3rd instar (Fig. 21 A and 21 B, Tables 5, 6, 7). From this it was concluded, that irrigation may be used for control if the timing of the application is directed against the early instars. – Their occurrence would have been predicted from sex trap catches.

The development of cutworm control by means of virus required a proper method of virus production. This led to further »growth« into a specific EEC supported project aimed at massproduction of *Agrotis segetum Granulosis Virus (AsGV)*. This was closely linked to the research project. An important part of this work has been to improve rearing of cutworms and to increase the amount of virus produced per infected larva. This is because the necessity of producing this virus *in vivo*; *in vitro* production (in tissue cultures) is impossible.

This work has been coordinated with other EEC-work on safety aspects of production and use of microbial control agents.

An important aspect of using the AsGV for control of cutworm is the persistence of this virus under different conditions in the soil. It was found that the AsGV was not influenced by:

- 1) Alternate freezing and thawing.
- 2) Temperatures below 35°C.
- 3) Soil humidity.

Under natural conditions however 99 per cent of the virus capsules in the soil will have disappeared after one year.

To obtain these results it has been necessary to develop a bioassay to evaluate the content of infective virus in different batches and soil samples. The bioassay was based on early instar cutworms each eating a defined leaf area treated with a standard suspension and the test material (Fig. 15). An attempt was made to elucidate the possible *natural occurrence of the AsGV*, but collection and investigation of 650 *Agrotis segetum* larvae over a period of 8 years has given no positive indication.

The possibilities of *integrating the use of virus and insecticide* has been partly investigated during the last part of the project period, but results are not yet available.

Lastly this model project led to some *general remarks* on priority and research profitability.

It was concluded that further support to the development of a control method based on virus should be given a high priority. The reasons behind this are 1) The method is not far from being ready for practical use, and 2) There is a psychological need for the demonstration of a biological control method outside the greenhouse growing.

Economically the present research work has meant an investment of nearly 5 million Dkr. This should be seen in the light of calculated economic losses due to cutworm attacks in red beets, onions, leeks, carrots and potatoes. The average annual loss is 15–20 million Dkr. (Thygesen, 1970; Zethner &

Jørgensen, 1976; Zethner, 1977; Esbjerg & Zethner 1980 b). It is not unrealistic to assume that the use of the preliminary monitoring-forecasting method for cutworm attacks could reduce this loss by one third.

Unnecessary sprayings could also be avoided. The figures are more difficult for the carrot fly but a very rough estimation is that 200 Dkr. per hectare per annum may be gained by the use of negative warnings instead of routine treatments.

The above mentioned savings are, however very much dependent on »follow up research« bringing the use of the results right to the farmers. Therefore this »follow up research« should be given a very high priority.

As a *research model* under Danish conditions the project has demonstrated the value of an integrated tackling of a number of problems. As to cut worm the results can also be used for root crops other than carrots. The results on the carrot fly may be used for methodological problems of the biologically related cabbage root fly and onion fly.

Indledning

Initiativets formål

De primære formål for initiativet har været:

- 1) at udvikle og integrere prognose- og forebyggelsesmetoder, der kan mindske behovet for insektbekæmpelse og
- 2) at udvikle biologiske bekæmpelsesmetoder, der i nogen grad kan erstatte den nuværende form for kemisk bekæmpelse og integreres med kemiske- og andre metoder.

Allerede disse generelle formål viser, hvilke væsentlige problemer man ville beskæftige sig med, samt de to vigtigste indfaldsveje til at finde løsninger. Første problem var, at en del kemiske behandlinger mod insekter blev udført på et spinkelt beslutningsgrundlag. Dette indebar, at man ikke var i stand til at sige, hvornår behandling kunne udelades. Hertil kom, at forskellige muligheder for at forebygge insektangrebs udvikling i for ringe grad syntes udnyttet. Altså måtte man som et første skridt søge at udarbejde et grundlag for at forudsige insektangrebs udvikling og som det næste søge at udnytte muligheder for at bremse denne udvikling meget tidligt.

Et særligt problem var, at der reelt ikke var andre bekæmpelsesmidler til rådighed end de kemiske. Desuden kunne eventuelle biologiske midler tænkes uforlidelige med de kemiske. Derfor var det tanken at søge biologiske metoder udviklet og fra starten undersøge, hvordan de eventuelt kunne anvendes sammen med kemiske metoder i et integreret bekæmpelsesprogram.

Initiativets rolle

Idet der var tale om et rådsinitiativ – modsat et gængs forskningsrådsprojekt – var der lagt op til et arbejde, der skulle bane vej for et lidt større nyt område, i dette tilfælde integreret skadedyrsbekæmpelse.

Integreret bekæmpelse definerede man i overensstemmelse med FAO og IOBC som: Bekæmpelse af skadedyr og sygdomme ved brug af alle metoder, der er i overensstemmelse med økonomiske, økologiske og toksikologiske krav, idet der lægges vægt på udnyttelse af naturlig regulering og økonomiske skadetærskler.

4 års arbejde kan naturligvis ikke udfylde alle aspekter af denne definition. Imidlertid var *Initiativets rolle i praksis at være modelprojekt* – et modelprojekt, der skulle vise:

- 1) hvilke resultater der kunne opnås i løbet af et givet tidsrum og med en given investering, og
- 2) hvilke problemer der kunne opstå.

Under hensyntagen til formålet og ønsket om modelværdi blev gulerødder og de tilknyttede skadelige insekter »orm i gulerødder« (= gulerodsfluens larver *Psila rosae* F.) og knoporme (= larver af ageruglen *Agrotis segetum* Schiff.) valgt som arbejdsmodel. – Skadedyrenes biologi er kort beskrevet på side 313–314.

Problemstillinger

Valg af modelafgrøde

Gulerødder blev valgt som modelafgrøde efter opstilling og afvejning af flg. udgangspunkter:

- 1) *Arealmæssig betydning* – dvs. en afgrøde, der enten gennem sin samlede arealudstrækning eller gennem sine skadedyrproblemer betyder, at et stort areal sprøjtes hvert år.
- 2) *Betydning mht. kemikalierester* – især en afgrøde, der går uforarbejdet til konsum og/eller udsættes for særlig intensiv behandling. (Forarbejdning eller anvendelse til dyrefoder betyder oftest, at det, der når vores spisebord, er blevet stærkt formindsket).
- 3) *Forskningsmæssig modelværdi og gennemførlighed på 4–5 år* – kræver et rimeligt simpelt skadedyr-nyttedyrsystem, som samtidig rummer nogle generelle problemstillinger.

Byg ville have opfyldt første punkt. Pesticidproblematikken er dog uinteressant, da der går lang tid fra behandling til høst, og da byggen stort set altid fodres op eller forarbejdes. Derudover er skadedyr-nyttedyr-samspillet kompliceret. Dette sidste gælder i endnu højere grad kinakål og blomkål, som ellers er et fint eksempel på en meget behandlingsintensiv afgrøde, der tilmed ofte spises rå.

Valget af gulerødder har en arealmæssig betydning ikke via afgrøden, men via det ene skadedyr,



Fig. 1. Lysfælde, som benyttet af Thygesen (1971).
(Fot. Boldt Welling).
Light trap as used by Thygesen (1971).

ageruglen. Dens larver, knopormene, er polyfage (har mange værtplanter fra flere familier) og optræder skadeligt på især rødbeder, gulerødder, løg og kartofler. I år med store angreb beskadiges dog også kål, roer m.m. – ja sågar små nåletræer.

Gulerodsfluens larver er væsentligt mere kræsnene, idet kun skærplanter og især gulerødder har fødeværdi. De er dermed oligofage (har nogle få værtplanter, men i samme plantefamilie). Gulerodsfluens larver plus ageruglens larver betyder tilsammen, at gulerødder sprøjtes hyppigt, og samtidig er der tale om en konsumafgrøde, der delvis spises rå.

Endelig er skadedyr-nyttedyrkomplekset på gulerødder særdeles overskueligt. For sikkerheden af gennemførligheden var det vigtigt, at forskning var i gang mht. både ageruglen og gulerodsfluen på de institutioner, hvor arbejdet skulle udføres.

Udgangssituationen med hensyn til gulerodsskadedyrene

For knoporme og gulerodsfluer stod man på noget nær bar bund, når det drejede sig om at angive behandlingsbehov og tidspunkt. Man vidste,

- 1) at knoporme burde bekæmpes, når de var i 1.–2. larvestadium og
- 2) at i visse år blev der meget alvorlige knopormeangreb, mens der i andre år overhovedet ikke var grund til at bekymre sig om disse skadedyr.

Blot kunne man ikke forudse, hvilken kategori af år der var tale om. En understregning af dette forhold fik man i 1975–76–77. Allerede i 1975 opstod voldsomme angreb med alvorlige tab til følge. Situationen gentog sig i en langt værre grad i 1976. Tabene i rødbeder, gulerødder, løg, porrer og kartofler blev for 1976 opgjort til en værdi af ca. 75 millioner kroner på landsplan (Zethner, 1977). I 1977, da ageruglebestanden faldt kraftigt i forhold til 1976, forekom både helt unødige behandlinger og større tab spredt over landet. Baggrundsproblemet var at »få øje på skadedyret« og følge det, idet de små knoporme er umulige at finde i praksis, selv når de optræder i stort tal. Som det eneste hjælpemiddel havde man et meget begrænset antal lysfælder (fig. 1, Thygesen,

1971), til i stedet at opdage de voksne dyr forud for larvernes optræden. Imidlertid var lysfælderne kostbare, krævede 220 V el og krævede fangst-sortering. Derfor kunne der aldrig blive tale om en væsentlig udvidelse af agerugleovervågningen med lysfælder, og i praksis var det bedste – men principielt uheldige – råd 2–3 rutinesprøjtninger med parathion. *Der var altså brug for et forbedret overvågningssystem og dermed vejledningsgrundlag for praksis.*

Inden Initiativets start var feromonfælder, som tillokkede hanner ved hjælp af jomfruelige hunners duft (Bromand et al., 1977; Esbjerg et al., 1980), afprøvet. Imidlertid var det et problem, at fangsten varierede stærkt især på grund af variation i hunnernes evne til at tiltrække. Hvis man derfor ville gå videre, måtte man prøve at udvikle det hunlige kønsferomon i syntetisk form.

På bekæmpelsesmiddelsiden var situationen den, at der på Zoologisk Institut, Landbohøjskolen allerede havde været arbejdet med virus over for knoporme et stykke tid (Zethner, 1980a). Dette manglede dog at blive efterprøvet i praksis.

For gulerodsfluens vedkommende var situationen endnu mere uafklaret. Man vidste, at behandling skulle foretages omkring æglægningstidspunktet. Dog manglede praktiske metoder til konstatering af såvel dette tidspunkt som bestandstætheden. Selv lave bestandstætheder af gulerodsfluen kan være kritisk for det økonomiske udbytte, fordi et tidskrævende arbejde med frasortering af angrebne gulerødder skal dækkes ind. Til konsumanvendelse, der giver langt den bedste pris, kan selv små angreb medføre kassation. Derfor vil den økonomiske skadetærskel for gulerodsfluen automatisk være lav.

Også over for gulerodsfluen bestod den praktiske løsning i rutinebehandlinger, blot med større hyppighed end over for knoporme og væsentlig kortere tid før høst. Over for tidlige larver bestod bekæmpelsen indtil 1983¹⁾ i bejdsning af udsæden

med trichloronat eller nedharvning af chlorfenvinphos (som granulater eller emulsion). Over for senere angreb er diazinon (handelspræparat Basudin) anerkendt²⁾; men i praksis anvendes ofte noget hyppigere behandling med parathion, på trods af dette stofs umiddelbart mindre egnethed til formålet (Nøddegaard et al., 1968).

Der var næppe udsigt til at finde en metode til ikke-kemisk bekæmpelse af gulerodsfluen. Så meget vigtigere var det at udvikle et fangstredskab, der i det mindste kunne fortælle, hvor og hvornår de voksne gulerodsfluer optrådte.

Ved starten var gule limplader det bedste bud på et fangstredskab, hvorfor man valgte det, ligesom bl.a. schweiziske forskere havde gjort. Problemet med at konstatere æglægningstidspunkt og bestandstæthed var parallelt i en række lande. Dette kan bemærkes ved, at der flere steder i de diskuterende afsnit henvises til nye resultater vedr. gulerodsfluen fra andre lande.

Gulerodsfluens biologi

Gulerodsfluen er, i modsætning til ageruglen, kun tilknyttet værtplanter tilhørende skærdblomstrede (f.eks. gulerod, selleri, persille, dild m.v.). Gulerodsfluens larve, der populært omtales som »orm i gulerødder«, laver gangsystemer, der forårsager rustfarvede partier på guleroden (fig. 2).

Gulerodsfluen overvintrer i jorden som puppe eller udvokset larve. Klækningen indledes i maj, og første generation flyver til slutningen af juli. Anden generation flyver fra august til ind i oktober. Når fluerne er klækket, flyver de hen til markskel eller andre lægivende bevoksninger, hvor de opholder sig det meste af tiden. Når de har modne æg i sig, foretager hunfluerne flyvninger ud i marken for at lægge æg. Denne adfærd indebærer, at der vil være størst risiko for angreb i markernes yderkanter. Æggene lægges i sprækker og hulrum i jorden tæt ved planterne. Når larverne klækker, borer de sig ned i jorden, hvor de en periode ernærer sig af siderødderne, inden de borer sig ind i hovedroden.

Gulerodsfluens biologi og økonomiske betydning i Danmark er beskrevet af Jørgensen og Thygesen (1968). Blandt nyere undersøgelser, der omhandler gulerodsfluens biologi, kan nævnes

¹⁾ Trichloronat er i 1983 trukket tilbage fra det danske marked.

²⁾ Anerkendelsen tildeles fra Statens Planteværnscenter efter en afprøvning af effektivitet i markforsøg udlagt af Institut for Pesticider, som er en underenhed af Statens Planteværnscenter.



Fig. 2. Skader af gulerodsfluelarver – bemærk minegængene. (Fot. L. Holzmann).
Carrots damaged by carrot fly larvae.

Brünel (1979); Jones & Coaker (1980); Overbeck (1978); Stevenson (1981a); Wainhouse (1977).

Ageruglens biologi

Ageruglens flyveperiode (1. generation) strækker sig fra begyndelsen af maj til midt i juli, almindeligvis kulminerende i sidste halvdel af juni. I varme somre forekommer en begrænset flyvning (2. generation) fra sidst i august til først i oktober. Denne generations afkom går imidlertid til grunde og når ikke at anrette skader.

Ageruglehunnen lægger op til 500–800 æg enkeltvis enten på planterne eller på jorden. I den første tid er larverne overvejende dagaktive og lever af planternes overjordiske dele. Først fra 3. larvestadium antager de den underjordiske levevis, der er karakteristisk for jorduglerne. Derefter er de i øvrigt mest nataktive.

I september eller oktober søger de udvoksede larver bort fra planterne for at overvintrere i jorden. Overvintringen foregår i en hviletilstand. Forpudningen sker om foråret.

Bekæmpelse af de store larver er svær, fordi de ikke kan rammes direkte og ikke kommer op og æder den behandlede plantetop. Derfor vil det være mest hensigtsmæssigt at rette handlingerne mod 1. og 2. larvestadium.

Projektets arbejdsfelter

Den foranstående beskrivelse af projektets problemstillinger anfører også i hovedtrækkene arbejdsfelterne, som kan grupperes i to tyngdefelter – *moniteringsmetoder og indgrebsformer*, som skitseret i fig. 3. Den angiver integrationen af foranstaltninger til beskyttelse af afgrøden.

Moniteringen (fangst eller optælling med faste tidsintervaller) skal danne grundlag for populationsbestemmelser og for eventuel udarbejdelse af prognoser og udsendelse af varslinger i risikosituationer. Herved kan man forvente at opfylde et af hovedformålene med Initiativet: – *at mindske behovet for insekticider*.

For gulerodsfluens vedkommende blev fangst på *gule limplader* benyttet som et mål for fluens tilstedeværelse og aktivitet på arealerne. For at sætte dette mål i relation til angrebsrisiko blev der på nogle lokaliteter indsamlet *jordprøver til kvantitative æg- og puppebestemmelser*, ligesom der på alle limpladelokaliteter blev foretaget *skadeopgørelser*.

Monitering af ageruglen skulle baseres på fangst af hanner i »feromonfælder«. Metoden fungerede ved Initiativets start med jomfruelige hunner som duftkilder. En videre arbejdsbesparelse og standardisering af tiltrækningen er under Initiativets forløb opnået ved udvikling af syntetisk feromon.

Den bedste udnyttelse af de indsamlede data om de to arters aktivitet – målt ved fangst – skulle opnås ved at inddrage virkninger af skiftende vejrforhold, f.eks. kunne kulde og regn medføre stærkt nedsat flyveaktivitet.

Det andet hovedformål – *at udvikle biologiske og/eller kulturtekniske indgrebsformer, der kunne begrænse den kemiske bekæmpelse og integre-*

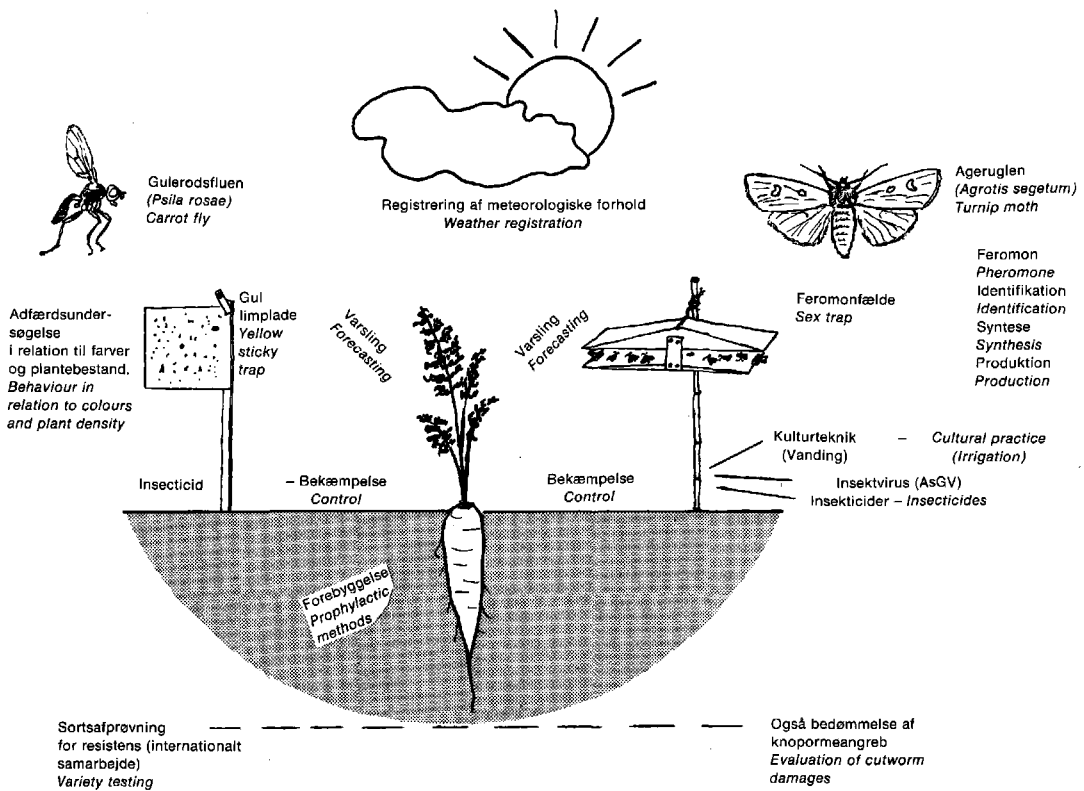


Fig. 3. Monitoringsmetoder og indgrebsformer ved integreret bekæmpelse i gulerødder.
Monitoring methods and control methods in integrated insect control in carrots.

Sammenhæng mellem populationsniveau og skadeniveau, specielt under indflydelse af forskellige vejrforhold – skadetærskler.

Connection between population density and damage level especially under influence of different weather conditions – Damage threshold.

Registrering af parasiteringsforhold og sundhedstilstand i naturlige populationer, herunder kortlægning af den naturlige udbredelse af baculovirus.

Influence of natural enemies and registration of natural occurrence of AsGV.

Adfærdsundersøgelser i relation til f.eks. fugtighed, temp., lysforhold og populationstæthed.

Influence of humidity, temperature, light conditions and population density.

res hermed er væsentligst tilgodeset ved arbejdet med ageruglens kapselvirus (AsGV) og ved arbejdet med kulturtekniske forholds betydning. Der har bl.a. været tale om undersøgelse af fugtighedsforholds indflydelse på knopormes dødelighed. Også vurderinger af dyrknings- og håndteringspraksis' indflydelse på skadeforhold har været inddraget. Insektvirusarbejdet skulle dels omfatte en undersøgelse af den naturlige forekomst af virus og af dets holdbarhed i jord. Desuden skulle der udarbejdes metoder til fremstil-

ling af kapselvirus til henholdsvis laboratoriarbejde og bekæmpelse. Herunder skulle udarbejdes grundlag for at vurdere behov for sikkerhedsmæssige foranstaltninger.

For at sikre ibrugtagning af delvise resultater hurtigst muligt er løbende orientering givet til avlere og konsulenter, som har medvirket i monitoringsarbejdet, samt ved møder med fagkolleger (Bolet, 1983; Eilenberg, 1983; Esbjerg et al., 1980; Esbjerg, 1983a,b; Nielsen, 1983; Philipsen et al., 1980, 1982; Philipsen, 1983; Øgaard, 1983).

Monitering og varsling

Ageruglemonitering

I forlængelse af de voldsomme tab, forårsaget af knoporme 1975–76, dels tab og dels overflødige behandlinger måtte man konkludere, at den daværende monitering af dette skadedyr ikke var et tilstrækkeligt vejledningsgrundlag. Denne monitering, baseret på ret få lysfælder (Thygesen 1971), viste især sin utilstrækkelighed ved de tidsmæssige fejlplaceringer af behandlinger under de stærke angreb.

Grundlaget for en bedre tidsmæssig placering af behandlinger ville være forbedret monitering. Imidlertid ville en øgning af lysfældeantallet være urealistisk på grund af kravet om 220 V-el og behovet for sorteringen af den blandede fangst. En feromonfælde (se fig. 6A) med jomfruelige hunner som lokkemiddel var allerede udviklet før Initiativet (Bromand *et al.*, 1977). Imidlertid var fangstniveaue i denne fældetype ikke højt nok, og de jomfruelige hunner varierede for meget i tiltrækning.

Mål

En anvendelse af feromonfælder syntes fordelagtig, især hvis man ved udvikling af syntetisk ageruglekønsferomon kunne standardisere og øge tiltrækningen til fælderne. Derfor satte man sig som mål på dette område at fremstille ageruglens kønsferomon syntetisk og at finde frem til en bedre konstruktion og anvendelse af feromonfælden.

Førløb og resultater

Allerede inden Initiativets start havde *H. Must-*



Fig. 4. Konfigurationsformler for Z5, Z7 og Z9–14 Ac, hvoraf man kan fornemme, at dyret i sin biosyntese blot forlænger Z5 til Z7 osv.

Structure formulae for cis-5-decenylacetate, cis-7-dodecenylacetate and cis-9-tetradecenylacetate indicating how Z5 may be prolonged to Z7 during biosynthesis etc.

parta (Biologisk Institut, Odense Universitet) og *H. Arn* i 1978 udført isolation og analyse af agerugleferomon baseret på et antal agerugler fra det daværende opdræt på Zoologisk Institut, Landbohøjskolen. Ved kombineret gaskromatografi og elektroantennografi er en række stoffer isoleret fra kirtelsekret afvasket fra feromonkirtler på bagkropsspidsen af »kaldende« hunner. Der var tale om:

Z5-10Ac (cis-5-decenylacetat)

12Ac (dodecylacetat)

Z7-12Ac (cis-7-dodecenylacetat)

E5-12Ac (trans-5-dodecenylacetat)

Z8-12Ac (cis-8-dodecenylacetat)

Z9-12Ac (cis-9-dodecenylacetat).

Normalt ville den næste opgave være en syntese af disse stoffer. Dette kunne imidlertid springes over, idet stofferne allerede var til stede hos *H. Arn* i Wädenswil. Man kunne derfor gå direkte videre til feltforsøg. 20 blandinger af de ovennævnte 6 stoffer samt Z7-12OH (cis-7-dodecen-1-ol), der var kendt fra andre dyr (Hill *et al.*, 1979), blev i sommeren 1978 felttestet (test A) i Schweiz og i Danmark. 12 af blandingerne viste sig attraktive, men 3 af dem skilte sig ud ved en langt højere attraktivitet end de øvrige. Disse fangster pegede på, at Z5(=Z5-10Ac), E5(=E5-12Ac), Z7(=Z7-12Ac) og Z9(=Z9-12Ac) måtte betragtes som afgørende for attraktionen, mens Z8(=Z8-12Ac) og Z7-12OH syntes uvæsentlige.

Schweiziske vindtunnleks eksperimenter med de aktuelle stoffer viste, at især Z5 og Z7 var vigtige komponenter.

Erfaringerne fra 1978 blev udbygget ved feltforsøg i Danmark, Schweiz og Frankrig i 1979. Der blev udført eksperimenter med 6 blandinger af Z5 og Z7 (test B) og desuden med 6 blandinger af Z5, 12Ac, E5, Z7 og Z9 (test C). Endvidere blev effekten af den bedste af de 6 sidste blandinger alene og sammen med Z7-12OH prøvet i sammenligning med jomfruelige hunner. Det førte til publikation (Arn *et al.*, 1980) af et foreløbigt 5-komponent feromon, bestående af 1 µg Z5, 2 µg Z7, 100 µg Z9, 100 µg 12Ac og 10 µg E5, som havde samme attraktionsniveau som jomfruelige hunner.

Table 1. Fangster af *Agrotis segetum* i felttests 1980 (DK 1, D 1-D 6: Permelille; DK 1, E 1-E 6: Kildekjær; DK 2, D 1-D 6: Virumgård; DK 2, E 1-E 6: Bonderup; DK 2, F 1-F 8: Bonderup). Fangststal efterfulgt af samme bogstav inden for en lodret kolonne er ikke statistisk forskellige (2-vejs variansanalyse efterfulgt af Duncan's multiple range test; 95% niveau)

Catches of Agrotis segetum 1980. Catch figures followed by the same letter within the same vertical row are not significantly different (95% level, analysis of variance and Duncan's multiple range test)

| Behandlinger Treatments | Stofindhold og -mængde pr. duftkapsel (mikrogram) | | | | | | | Samlet fangst pr. land | | | |
|----------------------------|---|------|-------------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------|------------------------|-------|--------|-------|
| | Z5-10Ac | 12Ac | Contents per dispenser (micrograms) | | | | Total catch per country | | | | |
| | | | E5-10Ac | Z7-12Ac | Z8-12Ac | Z9-12Ac | Z7-12OH | DK 1 | DK 2 | CH | F |
| D 1 | 1 | 100 | 10 | 2 | - | 100 | - | 76 a | 7 a | 135 a | 43 ab |
| D 2 | 1 | 100 | 10 | 2 | 1 | 100 | - | 40 b | 3 a | 103 ab | 24 bc |
| D 3 | 1 | 100 | 10 | 2 | 0.1 | 100 | - | 38 b | 5 a | 135 a | 41 a |
| D 4 | 1 | 100 | 10 | 2 | - | 100 | 1 | 68 a | 6 a | 139 a | 49 a |
| D 5 | 1 | 100 | 10 | 0.2 | - | 100 | - | 30 bc | 3 a | 82 b | 42 ab |
| D 6 | 1 | 100 | 10 | - | - | 100 | - | 9 c | 0 b | 12 c | 16 c |
| E 1 | 1 | | | 0.2 | | 100 | | 12 cd | 9 bc | 26 bc | 49 b |
| E 2 | 1 | | | 0.2 | | 10 | | 29 b | 15 bc | 41 b | 36 b |
| E 3 | 1 | | | 0.2 | | - | | 23 bc | 22 b | 58 ab | 51 b |
| E 4 | 1 | | | 0.5 | | 100 | | 24 bc | 17 bc | 54 ab | 39 b |
| E 5 | 1 | | | 0.1 | | 100 | | 5 d | 3 c | 10 bc | 38 b |
| E 6 | 5 | | | 1 | | 100 | | 56 a | 33 a | 79 a | 82 a |
| F 1 | 1 | 100 | 10 | 2 | | 100 | | | 16 cd | | 40 c |
| F 2 | 5 | 100 | 10 | 1 | | 100 | | | 16 cd | | 98 ab |
| F 3 | 5 | | | 1 | | 100 | | | 9 d | | 90 ab |
| F 4 | 5 | | | 1 | | 10 | | | 13 cd | | 83 b |
| F 5 | 5 | | | 1 | | - | | | 20 bc | | 86 ab |
| F 6 | 5 | | | 2 | | 100 | | | 18 cd | | 74 b |
| F 7 | 5 | | | 5 | | 100 | | | 33 ab | | 76 b |
| F 8 | 25 | | | 5 | | 100 | | | 39 a | | 114 a |

Da der fortsat var tvivl om bl.a. nødvendigheden af 12Ac og E5, blev der i 1980 udført 3 eksperimentserier, betegnet D, E og F.

Stoffer, stofmængder og kombinationer er vist i tabel 1, som også viser de danske fangstresultater med de pågældende blandinger. De samme forsøg blev udført parallelt i Schweiz og Frankrig. Fangstresultaterne blev tolket på følgende måde.

D-serien viste, at Z8 og Z7-12OH helt kunne udelades, hvorimod mængden af Z7 ikke måtte komme for langt ned. E- og F-serierne viste, at yderligere 12Ac, E5 og Z9 kunne udelades. Z9 kunne endog nedsætte attraktiviteten. E- og F-serierne understregede betydningen af Z5 og Z7 og viste, at mængden af begge stoffer med fordel kunne hæves væsentligt. Dette resultat stod i

modsigelse til tyske resultater fra 1978 (*Bestmann et al.*), som viste, at mængden af Z5 ikke måtte komme op på disse størrelser. - Betydningen af de øgede stofmængder blev understøttet af natobservationer, som viste, at også hannernes adfærd under flyvning mod feromonkilden ændredes.

Ved siden af resultaterne fra D-, E- og F-testerne blev der fra ungarsk (*Tóth et al.*, 1980) og japansk (*Wakamura*, 1980) side publiceret nye forslag til agerugleferomonkomponenter. Det var Z9-14Ac (cis-9-tetradecenylacetat) - ikke at forveksle med det før nævnte Z9-12Ac, hvori kulstofkæden er to atomer kortere og Z7-10Ac (cis-7-decenylacetat). Z7-10Ac adskiller sig fra Z7-12Ac ved en 1 atom kortere kulstofkæde og fra

Z5-10Ac ved en anderledes placeret dobbeltbinding. Især Z9-14Ac gav anledning til interesse, idet dette stof kunne forventes som tredje trin i en biosyntese med Z5-10Ac som første trin og Z7-12Ac som andet trin. Disse tre stoffers konfigurationsformler er vist på fig. 4, hvor man kan se, at der blot sker en gradvis kulstofkædeforlængelse fra den ene ende.

På den givne baggrund blev der i 1981 gennemført to feltforsøg. I det ene blev betydningen af Z7-10Ac undersøgt i samspil med Z5-10Ac, Z7-12Ac og Z9-14Ac; men Z7-10Ac viste sig betydningsløst. Det andet forsøg skulle belyse samspillet mellem Z5-10Ac, Z7-12Ac og Z9-14Ac ved variationer af det mængdemæssige forhold, og forsøget blev udført i både Schweiz, Danmark, Frankrig og Ungarn.

Der blev benyttet 21 blandingsforhold, som fremgår af fig. 5 A. Disse gav i Danmark en fangstfordeling, som vist på fig. 5 B. Fordelingen

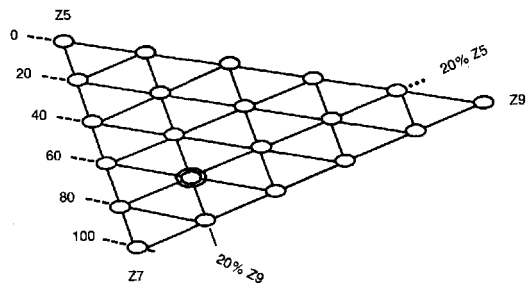


Fig. 5 A. 21 blandinger af Z5, Z7 og Z9-14 Ac (jf. fig. 4) som er grundlaget for de relative fangster, som er vist på fig. 5 B og 5 C. Blandingerne springer i trin på 20%, således at der i nederste venstre hjørne er tale om ren Z7 (= 100%). I dobbeltcirklen består blandingen af 60% Z7 + 20% Z9 + 20% Z5.

21 mixtures of the three homologous acetates (as shown in Fig. 4). Along the left side is shown the jumpwise change of concentration. Thus the mixture is pure Z7 (= 100%) at the »Z7-corner« while the double circle represents a mixture of 60% Z7 + 20% Z9 + 20% Z5.

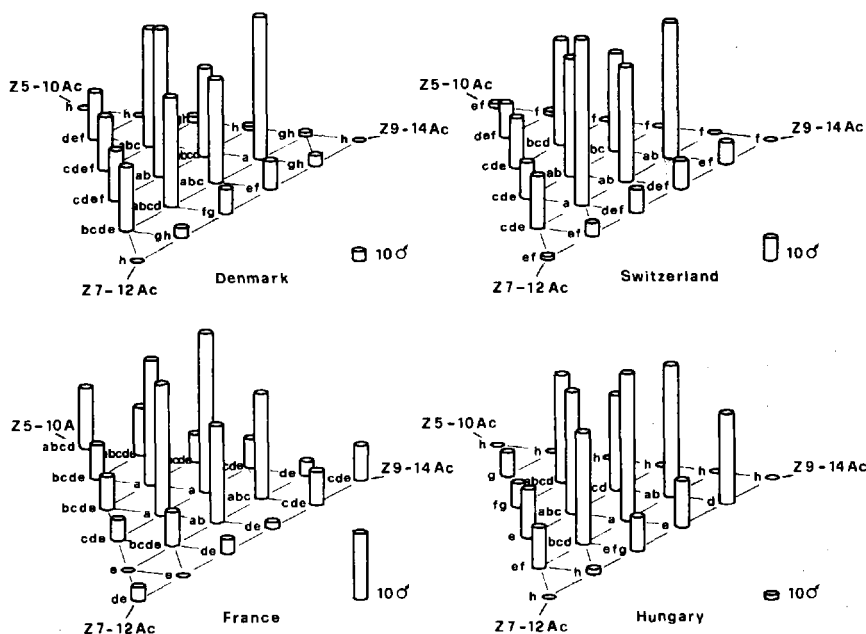


Fig. 5 B. Relative fangster af ageruglen med forskellige blandinger af Z5-10 Ac, Z7-12 Ac og Z9-14 Ac. (Jf. 5 A). Søjler fulgt af samme bogstaver er ikke signifikant forskellige (5% niveau). (Efter Arn et. al., 1983).

Relative catches of *Agrotis segetum* with the 21 mixtures shown in Fig. 5 A. Bars flanked by the same letter are not significantly different at $P = 0.05$. (From Arn et. al., 1983).

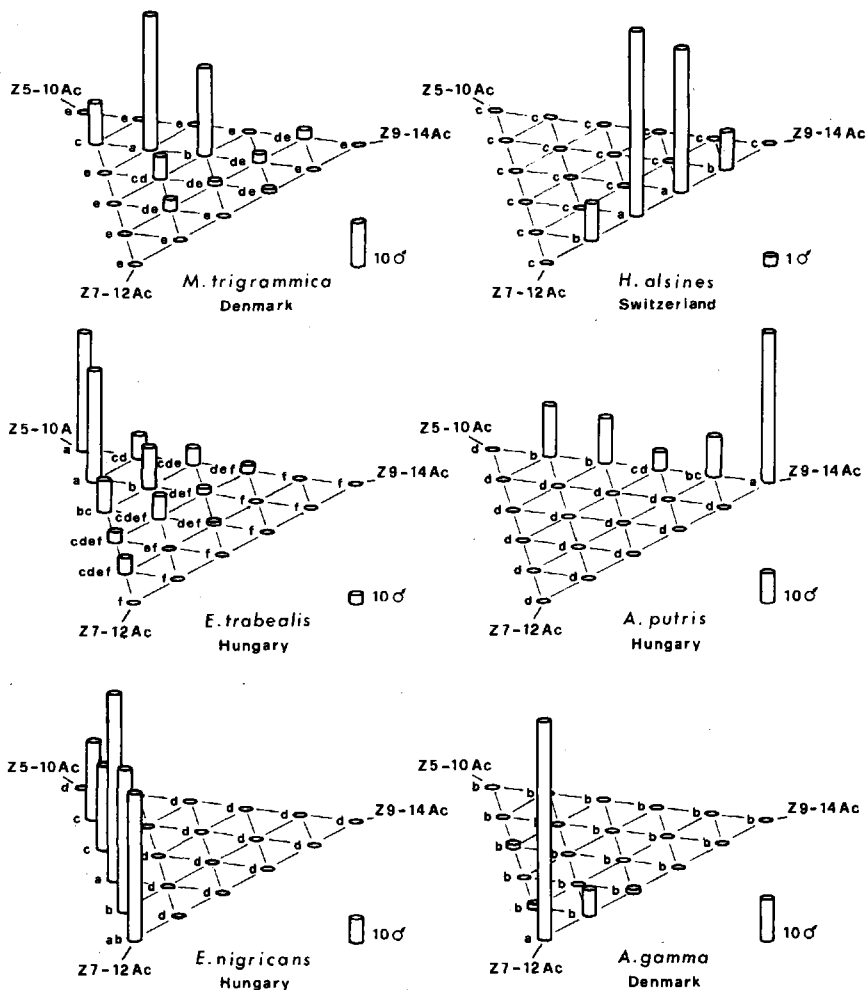


Fig. 5 C. Relative fangster af seks andre uglearter på de samme blandinger, som gav den ovenstående ageruglefangst. Søjler fulgt af samme bogstav er ikke signifikant forskellige (5% niveau). (Efter Arn et al., 1983). Relative catches of six other noctuids attracted to the 21 mixtures shown in Fig. 5 A. Bars flanked by the same letter are not significantly different at $P = 0.05$. (From Arn et al., 1983).

var tilsvarende i Schweiz og Ungarn, mens der i Frankrig var forholdsvis højere fangster på blandinger af kun Z5 og Z7, og på ren Z5. Dog kunne konkluderes, at en 1:1:1 blanding af de tre stoffer udgjorde det bedste grundlag for overvågning i store dele af Europa (Arn et al., 1982, 1983). Som et væsentligt supplement viste forsøget, at 6 andre uglearter (*Autographa gamma*, *Axyليا putris*, *Erastia trabealis*, *Euxoa nigricans*, *Hoplodrina alsines* og *Meristis trigrammica*) også kunne fan-

ges med disse 3 stoffer i de anvendte koncentrationer, jvf. fig. 5 C. En grov dosis-respons test med en sådan 1:1:1 blanding viste desuden, at en totalmængde mellem 25 og 300 μg pr. kapsel er bedst, og at man fanger arten *Cucullia umbratica* i stedet for ageruglen, hvis mængden bliver for høj (f.eks. 500 μg pr. kapsel). Fangst i 1982 har vist, at 100 μg pr. kapsel er lige i overkanten, hvorfor 75 μg anbefales.

Fældeudformningens indflydelse på fangst-

størrelsen blev påbegyndt undersøgt allerede, mens jomfruelige hunner fungerede som lokkemiddel (1978). På daværende tidspunkt blev 3 fælde (fig. 6 A, B, C) sammenlignet, men siden blev sammenligningerne udvidet til 6 fældetyper (fig. 6), alle med syntetisk feromon som lokkemiddel. Forsøgene viste, at der var meget væsentlige forskelle på fældernes effektivitet; men

disse forskelle blev ikke forrykket ved anvendelse af syntetisk feromon i stedet for jomfruelige hunner (Esbjerg *et al.*, 1982, Esbjerg *et al.*, under udarbejdelse). Som supplement til selve fangsten blev udført natobservationer af ageruglehanneres indflyvning i fældeerne. Disse observationer viste, at fældeåbningsforholdene – mulighed for fri indflyvning fra alle retninger – har en betyd-

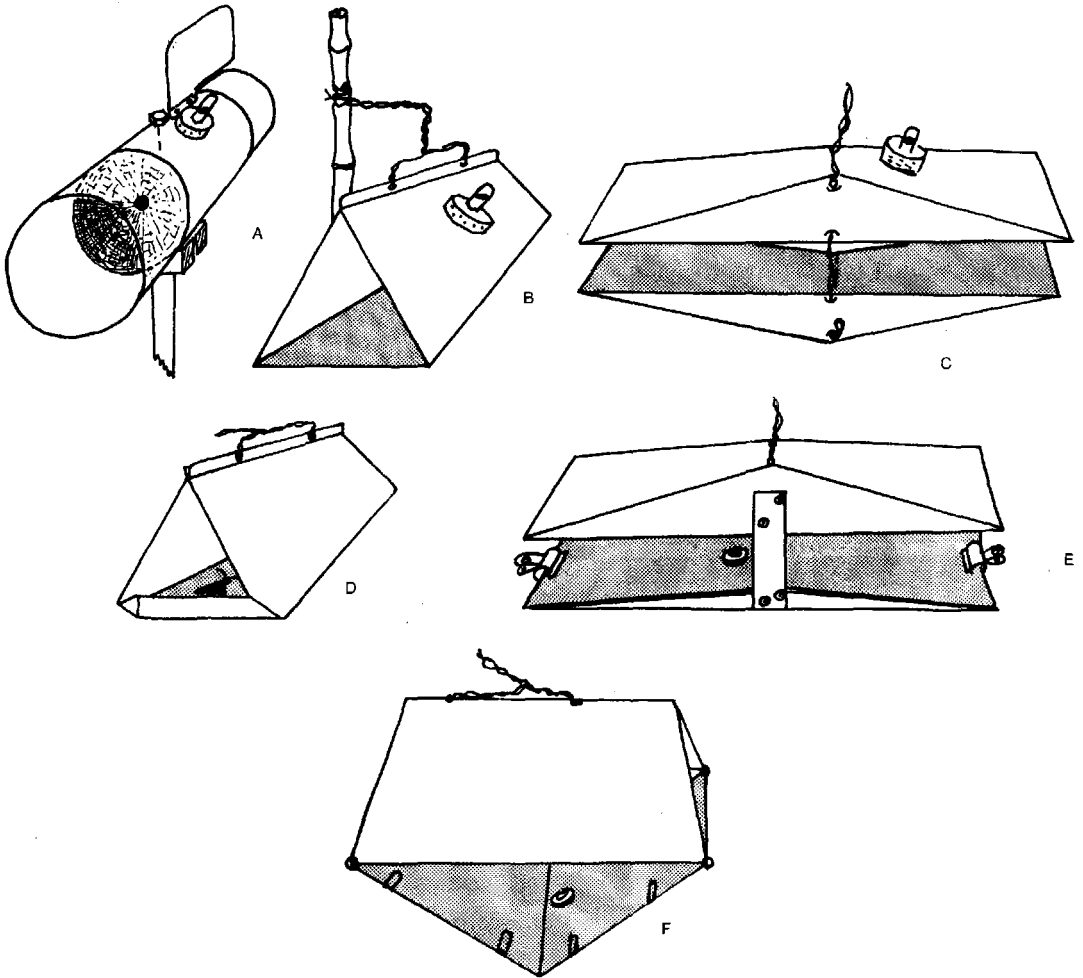


Fig. 6. Fældeudformninger der er blevet afprøvet til ageruglen.
Trap types which have been tested for *Agrotis segetum*.

- A = rørfælde »pipe-trap«
- B = »triangel-fælde« triangular trap
- C = Zoecon-type Zoecon type
- D = Tetra-fælde Tetra trap
- E = »Bakke-fælde« »Tray-trap«
- F = Monte Dison fælde Monte Dison trap

ning, og desuden er det vigtigt, at agerugler, der lander, straks er endeligt fanget. I overensstemmelse hermed var »bakkefælden« (fig. 6 E) og Monte Dison fælden¹⁾ (fig. 6 F) klart de bedste målt i fangsteffektivitet. Bakkefælden er den fælde, der generelt benyttes, og det bør fremhæves, at den har en ret stor udskiftelig bund. Modsatninger er fælderne »Zoëcon«, hvis bund er stor, men ikke kan skiftes, og »Tetra«, hvis bund kan skiftes, men er lovlig lille. Tetrafælden har en så lille bund, at den kan være fyldt, inden en enkelt nats aktivitetsperiode er forløbet. – De høje og rimeligt ensartede fangsttal, der opnås med »bakkefælden« (f.eks. 25, 32, 36) er langt mere hensigtsmæssige end små fangsttal (f.eks. 0, 1, 3) fra tilsvarende fangst ved hjælp af rørfælder med jomfruelige hunner (*Esbjerg & Zethner, 1980*), idet usikkerheden herved nedsættes kraftigt. Således er usikkerheden på gennemsnittet (spredningen) af de første tre tal 18% og på sidste tre over 100%.

Konklusion

Konklusionen er, at det opnåede 3-komponentferomon i en mængde af 75 µg pr. kapsel udgør en særdeles god, praktisk anvendelig feromonkilde til brug ved fangst af ageruglehanner. Endvidere kan »bakkefælden« (fig. 5 E) klart anbefales til brug sammen med denne feromonkilde. Feromonkapslerne kan bruges i 4 uger, men bundene skal skiftes, når 25 dyr er fanget. Eftersyn og optælling to gange ugentlig er tilstrækkeligt i år med lave bestande, hvorimod hyppigere optælling er nødvendig under stærk flyvning. F.eks. kan ekstrem flyvning give 60 dyr pr. fælde pr. nat. Sådanne hyppige optællinger kan dog udføres hurtigt efter måden 5-10-15 osv., da sikkerheden på fangsttallet allerede er høj i sådanne situationer.

Populationsbestemmelse

Udvikling af en velfungerende fælde kunne forudses at løse problemet med at »få øje på skadedyret« i tide. Det ville også løse spørgsmålet, om

hvornår der i givet fald skulle behandles. I en lang række situationer vil markante fangststoppe tillade fastsættelse af behandlingstidspunkt.

Dette sker ved at tage hensyn til udviklingstiden for æggene. Derimod kan den faktiske beliggenhed og højde af toppen for populationen af agerugler ikke bestemmes. – Fangsttoppen er nemlig et produkt af både populationstæthed og flyveaktiviteten mod feromonkilder. Ikke mindst flyveaktiviteten kan under påvirkning af vejrforholdene variere voldsomt inden for kortere tidsrum.

For at kunne opnå en tilnærmet populationsbestemmelse skulle der udarbejdes metoder til at adskille aktivitetsforårsagede fangstudsving fra udsving forårsaget af ændringer i populationstætheden.

Mål

På den givne baggrund satte man sig som mål at kortlægge, hvilke fangstforskydninger de enkelte vejr faktorer medførte. Det ville skabe mulighed for at korrigere fangsten.

Forløb og resultater

Med henblik på bl.a. denne delundersøgelse blev automatiske vejrstationer (fig. 7) etableret ved Fårevejle på Lammefjorden og ved Tranebjerg på Samsø og på Institut for Grønsager. Med disse stationer blev der i alle sæsoner foretaget registreringer hvert 10. minut af flg.

- 1) Lufttemperatur (i 2 m højde)
- 2) Relativ luftfugtighed (i 2 m højde)
- 3) Vindstyrke (i 2 m højde)
- 4) Vindretning (i 2 m højde)
- 5) Nedbørmængde (i 1,5 m højde)
- 6) Lufttemperatur (i 30 cm højde)
- 7) Relativ luftfugtighed (i 30 cm højde)
- 8) Jordtemperatur (1 cm u. overflade)
- 9) Jordtemperatur (5 cm u. overflade)

Aflæsningshyppigheden var sat til hvert 10. minut bl.a. for at sikre et udtryk for nedbørsintensiteten – mm regnfald pr. 10 minutter.

På »vejrstationslokaliteterne« blev feromonfælderne tømt daglig. Endvidere blev der udført natobservationer, dels for at se hvilken periode af natten, der var dyrenes flyveaktivitetsperiode, og

¹⁾ Monte Dison fælden er en dyr, patenteret type, der blot er medtaget ud fra eksperimentelle overvejelser.

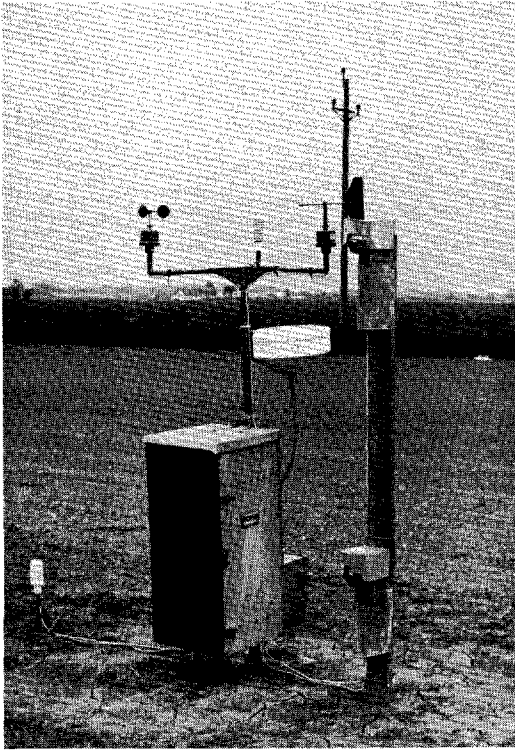


Fig. 7. Aanderaa vejrstation med instrumentering, som benyttet i Initiativet. (Skabet indeholder dataloggeren). (Fot. J. Eilenberg).

The automatical Aanderaa weather registration unit as used during the project. (The datalogger is placed in the box).

dels for at iagttage dyrenes reaktion på ekstreme vejrforhold. Observationer viste, at ageruglehannerne altid flyver op mod vinden til feromonfælderne, og at de flyver mellem kl. 21 og 03.

Den absolutte hovedaktivitet foregår dog i timerne omkring midnat. Som ventet blev flyvningen stærkt nedsat med stigende vindstyrke, men enkelte dyr fløj endnu ved stiv kuling (ca. 6 m/sek. i 2 m højde). Også stærk nedbør havde en kraftig dæmpende indflydelse på flyvningen, hvorimod finregn (meget lav nedbørsintensitet som f.eks. 1 mm på 1 time) syntes at fremme flyvning. I sjældne tilfælde af en mellemting mellem tåge og finregn kunne fældernes klæbrige

bund blive helt dækket af små dråber, hvorved klæbeevnen blev meget stærkt nedsat. På grund af hyppigheden af totalt vindstille vejr, var det en vigtig oplysning, at det kneb stærkt for ageruglerne at foretage den endelige lokalisering af duftkilden under sådanne forhold. Fangsten blev derfor lille i forhold til de mængder dyr, der blev iagttaget nær ved fælden. – Blot så meget vind, at græsblade rørte sig et øjeblik, var tilstrækkelig til, at ageruglehannerne kunne finde fælderne.

Med disse oplysninger som idébaggrund blev der med bistand fra Jordbrugsmeteorologiprojektet (J. Olesen) ved Statens Planteavlfsforsøg foretaget analyser af forskellen mellem forventet fangst (se fig. 8) og de registrerede vejrforhold i perioden kl. 21–03.

Denne analyse er hidtil kun gennemført for én lokalitet (Kildekjær, Samsø) i ét år (1980). Alle 1979-fangstresultaterne var ubrugelige til formålet på grund af de jomfruelige hunners kraftige variation med hensyn til tiltrækningsevne, og den gennemførte analyse (multipel regressionsanaly-

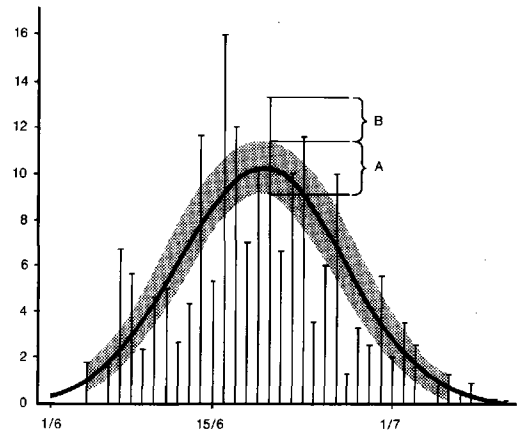


Fig. 8. Daglige middelfangster (3 fælder) ved Kildekjær, Samsø, 1980. En beregnet normalfordeling (bedste fit) er indlagt, mens det skyggede bånd (A) antyder (ikke beregnet her) den variation, der skyldes fælderne. Hermed repræsenterer A det område, hvori fangst kan forventes, mens difference her fra (B) tilskrives vejret. *Daily mean catch (3 traps) at Kildekjær, Samsø, 1980. A calculated normal curve (best fit) is marked and with the shaded area variation caused by the traps is indicated (not calculated). Thus catch should be expected within A, while lower or higher catch (B) is assumed to be caused by the weather.*

værdier for juli og august. F.eks. hvad lav, middel eller høj juli nedbør vil medføre. Dette kan så sammenholdes med monitoringsresultater fra feromonfælder. Omkring slutningen af juni, der er omtrentlig det normale behandlingstidspunkt ved indsættelse af én behandling eller den første af to, kan man ved brug af en række valgte værdier for juli især, men også august danne et godt overordnet skøn, som kan sammenholdes med monitoringsresultater fra feromonfælder.

Konklusion

Modellen giver baggrund for at udsende landsdækkende prognose vedrørende risikoen for knopormeangreb tidligt i vækstsæsonen (f.eks. midt i maj).

Senere – f.eks. midt i juni til henimod 1. juli – kan egentlig varsling udsendes. Denne vil ud fra fældefangster og vejrregistreringer angive, om der er behov for behandling og i givet fald, hvornår det er bedst at behandle.

Mest sikre er negative varslinger begrundet i lille fangst af agerugler og meget høj nedbør. Denne sikkerhed kan tilskrives de samstemmende resultater angående høj nedbørs negative indflydelse fra det statistiske modelarbejde, studierne af ageruglens flyvning og undersøgelsen af knopormes dødelighed i tør og fugtig jord.

På dette grundlag blev det frarådet at bekæmpe knoporme i 1980 og -81. Ligeledes blev behandling i 1982 frarådet i de fleste egne. Kun behandling af følsomme afgrøder (f.eks. rødbeder) på let jord i mindre områder med stor fangst og ringe nedbør blev tilrådet. Det gjaldt bl.a. Samsø, hvor skadeopgørelse i november bekræftede, at den tilrådede bekæmpelse havde været nødvendig.

Gulerodsfluen: Populationsbestemmelse og varsling

Forekomst af gulerodsfluer i en afgrøde vil i praksis først kunne konstateres, når fluelarverne har etableret sig i rødderne og har lavet miner der. Det får let den konsekvens, at avlerne rutinemæssigt gennemfører beskyttelsessprøjtninger, uafhængigt af om der er gulerodsfluer til stede eller ej.

Mål for fluernes tilstedeværelse og for populationsstørrelser er tidligere indsamlet ved ketsninger eller ved brug af gule fangbakker (*Jørgensen & Thygesen, 1968; Missonnier & Bouelle, 1964*). I Schweiz benyttedes fra slutningen af 60-erne gule limplader til fangst af gulerodsfluerne (*Städler, 1972*). Ved Initiativets start forelå fra disse undersøgelser nogle foreløbige retningslinier for anvendelse af pladerne, men f.eks. var forhold vedrørende vejrforholds indflydelse på fangsterne uafklarede. I de schweiziske undersøgelser vurderede man, at der var risiko for økonomisk betydende angreb, hvis der blev fanget én flue pr. plade pr. dag. Dette lave risikoniveau, hvor sikkerheden er lille på grund af tilfældige variationers indflydelse, gjorde det væsentligt at få undersøgt mulighederne for en forøget fangst ved optimal placering af fælderne, ved valg af farvenuance og ved benyttelse af attraktanter (stoffer, der har en særlig tiltrækkende virkning på gulerodsfluen) i kombination med limfælderne. Det sidstnævnte forhold kunne yderligere gøre fangstmetoden mere selektiv og derved nedsætte arbejdsforbruget ved pasning af limpladerne, der tiltrækker mange insekter. I projektperioden har der været regelmæssig kontakt med de personer i Schweiz, der benytter metoden, men også med forskere i andre lande, hvor limplademoniteringens muligheder søges belyst og søges tilpasset til anvendelse i praksis (Frankrig, Holland, England, Sverige, Norge).

Mål

Gule limplader er blevet afprøvet på nogle gulerodslokalteter med det formål at vurdere deres egnethed som monitoringsværktøj her i landet. For at undersøge, hvor godt limpladefangsterne afspejler risikoen for angreb, er der indsamlet jordprøver til bestemmelse af æg- og puppeantal i nogle gulerodsmarker, hvor der har været placeret limplader. Desuden er der på alle limpladelokaliteter foretaget en skadesopgørelse på optagningstidspunktet.

Mulighederne for at fastlægge en bekæmpelseskadetærskel i relation til limpladefangster og til ægantal er blevet undersøgt.

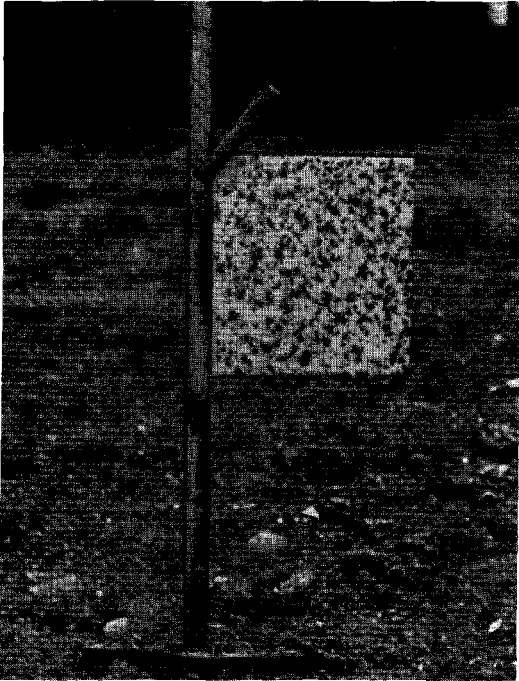


Fig. 9. Gul limplade monteret på hegnspæl. (Fot. J. Eilenberg).
Yellow sticky trap clamped on iron fence pole.

Forløb og resultater

FORHOLD DER HAR INDFLYDELSE PÅ FANGSTSTØRRELSEN

Den limplade, der er blevet anvendt som standardfælde i hele forsøgsperioden, er vist i fig. 9. Det er en gul plexiglasplade (gul 374, 20 × 20 cm), hvorpå der er smurt insektlim (Stikem Special). Fangsterne af gulerodsfluer er gjort op mindst én gang om ugen.

Fangsttallene viste, på alle lokaliteter, forekomst af to flyvninger om året. For de enkelte lokaliteter er der væsentlige forskelle på fremkomsttidspunkt, længde af aktivitetsperiode og fangststørrelse. I en periode mellem de to flyvninger er der i reglen meget lave fangster, fig. 10.

Til brug for tolkning af tallene med hensyn til angrebsrisiko blev fordelingen af hanner og hunner samt hunnernes ægmodenhed opgjort. Hunnerne udgjorde først på sæsonen ca. 75% af

fangsten, mens der senere var en mere ligelig fordeling. Ændringen skyldtes formodentlig, at større gulerodstoppe giver så meget læ, at også hannerne bevæger sig ud i marken. Gennem hele sæsonen blev der fanget hunner med forskellig grad af ægmodenhed, og der forekom i fangsten altid hunner med modne æg.

Gulerodsfluerne reagerer, i deres undersøgelse af værtplanten, bl.a. på et indhold af methyl-isocugenol i bladenes vokslag. Forsøg på at øge fangstniveauet ved at sætte dispensere (fordampningsenheder bestående af bomuldsvæge, plasticslange eller andet, hvori stoffet er opsuget) med dette stof op på de gule limplader har givet tilfælde med større fangster, men resultaterne var ikke entydige. Andre stoffer bliver afprøvet i Schweiz (Städler, pers. medd.), men kan endnu ikke anvendes i monitoringsprogrammer.

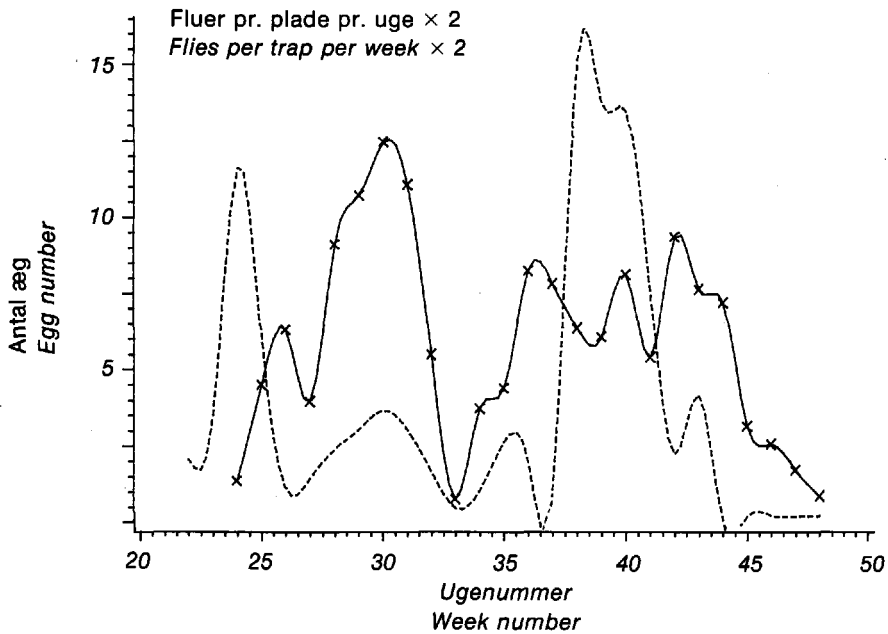
Plexiglaspladerne genanvendes efter rensning og ny smøring med lim. Med henblik på arbejdsbesparelse har Initiativet været inddraget i et samarbejde med Schweiz (Städler og Freuler) angående afprøvning af gule engangsplasticplader. Ved afprøvningen er der fundet farvenuancer, som giver samme fangststørrelser som standardfælderne.

Vejrforholdenes indflydelse på fangststørrelsen viste sig bl.a. ved, at der blev fanget flest fluer på den side af hegn, der i fangstperioden lå i læ. På grund af det store arbejde, der ville være forbundet med daglig fangststopgørelse af limpladerne, blev der kun et begrænset materiale til analyse af andre vejrfaktorerers indflydelse. Lave fangster i regnperioder kan skyldes nedsat fangsteffektivitet på våde plader.

SAMMENHÆNG MELLEM LIMPLADEFANGSTER OG ÆGANTAL

Bestemmelse af ægantal i gulerodsmarkerne er foretaget ved indsamling af 10 × 10 cm jordprøver til en dybde af 2–3 cm. Prøverne blev indsamlet i rækkerne, da det er kendt, at den største koncentration af æg findes der (Overbeck, 1978). Da undersøgelse af prøverne for æg ved hjælp af en slemningsmetode er meget arbejdskrævende, er der i de enkelte år kun indsamlet prøver fra en eller to lokaliteter. Prøverne blev taget ugentlig i

BROGÅRD - 1979



BROGÅRD - 1980

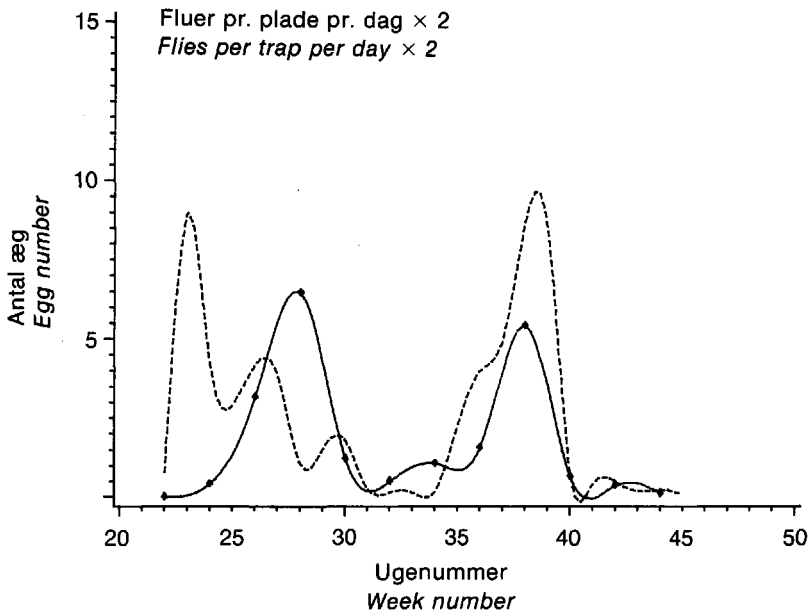


Fig. 10. Eksempel på fangst af gulerodsfluer på gule limplader (- - -) vist sammen med forekomst af gulerodsflueæg (—) i jordprøver. Ugenumrene refererer til indsamling af jordprøver med æg og optælling af fluer på gule limplader om mandagen i den pågældende uge, f.eks. mandag 18. juni for uge 25 i 1979 og mandag 16. juni for uge 25 i 1980. Dermed er antallet af fluer som angives for uge 25, 1979 fanget i tidsrummet mandag 11. til mandag 18. juni. Example of catches of carrot flies (- - -) on yellow sticky traps shown together with occurrence of carrot fly eggs (—) in soil samples. The weeknumbers refer to soil sampling and trap emptying on the Monday in the week indicated, e.g. Monday 18 June for week number 25 in 1979 and Monday 16 June for week number 25 in 1980. Thus the number of flies indicated in week 25, 1979 have been caught between Monday 11 and Monday 18.

1979, 1981 og 1982 og med 14-dages intervaller i 1980. Prøverne blev indsamlet på dage, hvor der også blev skiftet limplader.

Som eksempel på sammenhængen mellem limpladefangster og ægantal på en lokalitet er resultater for årene 1979 og -80 vist på fig. 10. Det har været karakteristisk, at første generations flyvning begynder brat. I forbindelse med denne tidlige del af flyvningen blev der fundet meget få eller ingen æg i jordprøverne fra gulerodsmarkerne. For anden generations flyvning var der bedre overensstemmelse mellem forekomst af fluer på fælderne og æg i jordprøverne.

Når der i 1979 blev fundet æg i jordprøverne i over en måned efter, at flyvningerne var ophørt, skyldes det, at jordtemperaturen har indflydelse på æggenes udviklingstid. Data fra projektets klimastation sammenholdt med litteraturredata om temperaturens indflydelse på æggenes udviklingshastighed (*Overbeck, 1978; Stevenson, 1981 b*), viser, at klækningen i det meste af sæsonen vil ske 9–12 dage efter æglægningen. Sidst på sæsonen vil der ved de lavere temperaturer gå længere tid. Når denne tid er kendt, kan man ud fra kurven over ægantallet beregne, hvor mange æg der er lagt i en uge. Sådanne beregninger viser, at der i 1979 antagelig ikke er lagt æg efter, at fangsterne på limpladerne ophørte. Ser man bort fra begyndelsen af første generations flyvninger er der således i store træk sammenhæng mellem limpladefangster og forekomst af æg i jordprøverne.

Undersøgelser i 1980 havde vist, at der også iblandt de tidligt flyvende dyr var hunner med modne æg. Derfor blev der i 1981 og 1982 anlagt forsøg til afklaring af, hvor disse hunner lagde deres æg. Der blev indsamlet jordprøver: 1) omkring vildtvoksende skærmpflanter, 2) ved tidligt etablerede gulerødder, der allerede i juni havde 2–4 blivende blade, og 3) ved normalt såede (først i maj) vintergulerødder. Det viste sig, at der i juni blev lagt store mængder æg ved vildtvoksende skærmpflanter, som pastinak (*Pastinaca sativa*) og skarntyde (*Conium maculatum*). Dog forekom æggene ikke i så store tætheder som ved de tidlige gulerødder, selv om de vildtvoksende planters bladarealer på dette tidspunkt var væsentligt større end gulerøddernes. Ved vild kørvel (*Anthriscus silvéstris*), der er almindeligt forekommende i hegnene på Lammefjordslokaliteten, blev der fundet meget få æg. I juli, hvor gulerødderne på alle marker havde udviklet en større top, blev der kun fundet få æg ved vildtvoksende skærmpflanter. Senere på sæsonen blev der, selv hvor der havde været mange æg, kun fundet få pupper ved de vildtvoksende skærmpflanter. Dette bekræfter, at dyrket gulerod er den foretrukne og mest velegnede værtplante for gulerodsfluen. Vildtvoksende skærmpflanter har kun ringe betydning for opformering af gulerodsfluen.

Ægtællinger ved de tidligt etablerede gulerødder, der allerede i begyndelsen af juni havde 2–4 blivende blade, gav resultater, som viste sig at være i god overensstemmelse med limpladefangsterne fig. 11. Derimod fandtes der ingen eller få æg ved de senere såede gulerødder. Disse var på kimplantestadiet eller var begyndt at få blivende blade. Dette viser, at gulerodsplanternes størrelse er væsentlig for gulerodsfluernes identifikation af planterne som værter. Planternes udvikling vil således være afgørende for, om der kan forventes en sammenhæng mellem antallet af fangede fluer og mængden af æg i jordprøverne. Ved senere indsamling på de samme arealer, hvor alle planter havde mere end 3 blivende blade, blev der ikke konstateret forskel i ægmængden ved tidligt og senere såede gulerødder.

SAMMENHÆNG MELLEMLIMPLADEFANGSTER OG SKADER

SAMMENHÆNG MELLEMLIMPLADEFANGSTER OG SKADER

I alle fire år forekom de største skader på de lokaliteter, hvor der var de største samlede limpladefangster. Der var dog ikke en entydig sammenhæng mellem de to størrelser. Lokaliteterne Brogård og Fårevejlegård ligger på hver sin side af et hegn, der har vist sig at være et godt opholdssted for gulerodsfluer. Der er blevet konstateret nogenlunde lige store skadeniveauer på de to lokaliteter, selv om der har været de største limpladefangster på Brogård, der ligger i læ for vestlige vinde (tabel 2). Dette tyder på, at effektiviteten af limpladerne er afhængig af læforholdene. For Brogård forklarer limpladefangsterne en stor del af variationen i skadeniveau fra år til år, mens sammenhængen er mere usikker for Fårevejlegård.

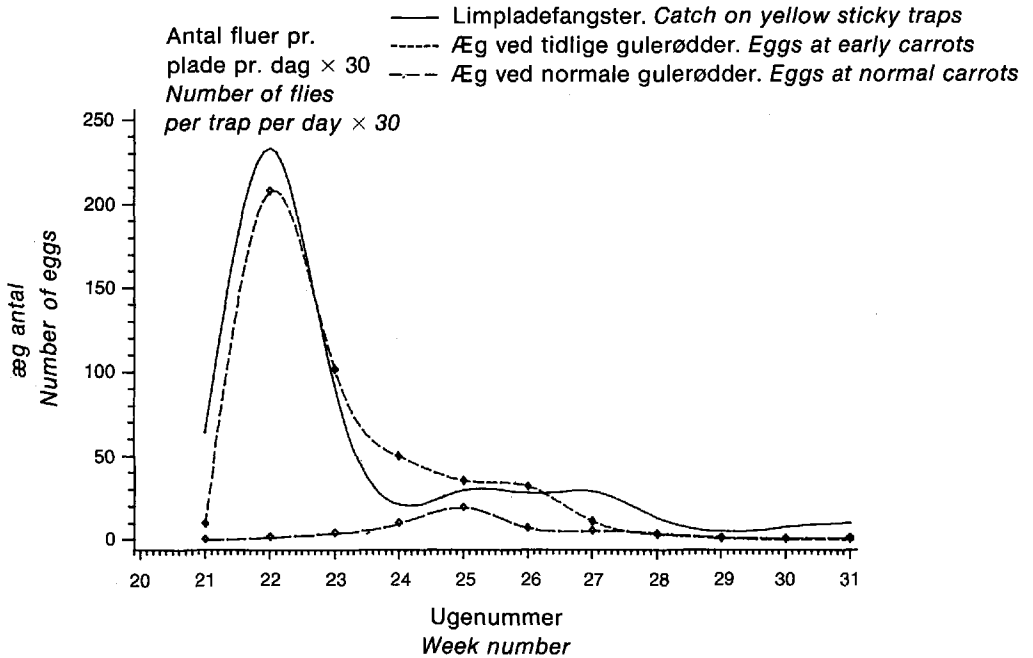


Fig. 11. Fangst af gulerodsfluer på gule limplader og tilsvarende forekomst af æg i jordprøver indsamlet ved henholdsvis tidligt og normalt såede gulerødder. Ugenumrene refererer til indsamling af ægprøver og tælling af fangne fluer om mandagen i den pågældende uge, f.eks. mandag 24. maj for uge 21. Dermed stammer fluefangsterne fra tidsrummet mandag 17. maj til mandag 24. maj.

Catch of carrot flies on yellow sticky traps shown together with occurrence of carrot fly eggs around early sown carrots and normally sown carrots. The week numbers refer to soil sampling for eggs and trap emptying carried out on Monday in the week indicated, e.g. Monday 24 May for week number 21. The number of flies indicated thus has been caught during the week 17 May to 24 May.

På større gulerodsarealer er der i reglen en tydelig zonerings af angrebene i forhold til markskel, mest udtalt ud fra hegn (fig. 12), som giver gode livsmuligheder for gulerodsfluer. Hegn og andre lægiverer har således indflydelse dels på limpladernes fangsteffektivitet og dels på angrebsfordelingen. Det er derfor vigtigt, at læforhold inddrages i analyse af sammenhængen mellem limpladefangster og skadeniveauer.

POPULATIONSPROCESSER OG OVERVINTRINGSFORHOLD

Når tætheden af æg og pupper i marken i løbet af sæsonen er kendt, kan dødeligheden fra æg til

puppe beregnes. En detaljeret analyse er ikke foretaget, da der er usikkerhed omkring adskillelsen af pupper fra de to generationer. Det er nemlig kun en mindre del af første generations pupper, der klækkes samme år og giver ophav til den anden generation. Derfor er der en glidende overgang mellem udvikling af pupper efter første og anden generations fluer, se fig. 22. Ved temperaturniveauer under 12°C dannes der udelukkende pupper, der går ind i en fysiologisk betinget hviletilstand – diapause (Städler, 1970). Diapausen brydes ikke umiddelbart, selv om ydre vilkår er gunstige – en diapausepuppe kan først klækkes i den følgende vækstsæson. Ved temperaturer om-

Table 2. Totale årlige limpladefangster sammenholdt med skadeniveauet på to lokaliteter, der ligger på hver sin side af samme hegn med forskellig eksponering i forhold til den fremherskende vestenvind
Total catch of carrot flies on yellow sticky traps on two localities on each side of the same hedge. The one side is exposed to the prevailing winds

| År year | Fårevejlegård vindeksponeret wind exposed | | Brogård læ lee | |
|------------|--|---|--|---|
| | Limplade-*) fangster (antal fluer) Number of flies caught on yellow sticky traps | Angrebne gulerødder (%) Per cent damaged carrots | Limplade-*) fangster (antal fluer) Number of flies caught on yellow sticky traps | Angrebne gulerødder (%) Per cent damaged carrots |
| 1979 | 331 | 82 | 1769 | 91 |
| 1980 | 300 | 55 | 1182 | 40 |
| 1981 | 103 (298) | 20 | 238 (778) | 14 |
| 1982 | (565) | 38 | (1758) | 65 |

*) Tallene i parentes angiver fangst på plader i 40 cm højde, mens andre tal angiver fangst på plader i 80 cm højde. Tallene fra 40 cm højde i 1981 er korrigerede tal, idet pladerne i 40 cm højde blev sat op 3 uger senere end plader i 80 cm højde.

Figures in parentheses show catches on yellow traps at a height of 40 cm, while the other figures show catches on traps at a height of 80 cm. The 40 cm figures from 1981 have been corrected, as these traps were mounted 3 weeks later than the 80 cm traps.

kring eller over 15°C dannes der pupper, som udvikler sig inden for samme sæson – uden diapause. Følgen af dette er, at kun en del af første generations pupper klækkes samme år og bidra-

ger til en anden flyvning. Overvintrende larver, der har været udsat for en længere kuldeperiode videreudvikler sig dog uden diapause (Burn & Coaker, 1981).

Konklusion

Undersøgelsens resultat er, at brug af gule limplader på en lokalitet kan give et billede af flyveaktiviteten på stedet. Dette billede kan bruges som et mål for den æglægning, der forekommer på lokaliteten, og er hermed et udtryk for angrebsrisikoen. Der er imidlertid ikke en simpel sammenhæng mellem antallet af fangne fluer og den ægmængde og de skader, der senere kan konstateres. På nogle lokaliteter, især sådanne, som er vindeksponerede, har der kunnet konstateres højere angreb-niveauer, end det kunne forventes ud fra lave limpladefangster. Det har derfor ikke været muligt at fastlægge, hvor store fangsterne skal være, før der skal udsendes varsel om angrebsrisiko.

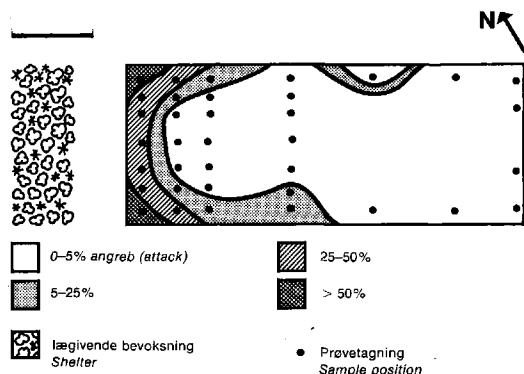


Fig. 12. Zonering af gulerodsflueangreb på Højbjerggård 1980.
Gradient of carrot fly attacks at Højbjerggård 1980.

Der er opnået holdbare resultater med hensyn til, hvor i marken pladerne skal placeres for at give de største fangster. Med det som udgangspunkt kan man på forskellige lokaliteter gennem fortsat anvendelse af pladerne opnå erfaringer med, hvilket fangstniveau der skal betragtes som bekæmpelsestærskel. Samtidig vil man også få oplysning om tidspunkter med så lav flyveaktivitet, at behandlinger kan undlades, dvs. der kan udsendes »negativt varsel«.

Forebyggelse og bekæmpelse

Ageruglen: Mikrobiologisk bekæmpelse

Massefremstilling af insektvirus

Baggrund

Det EF-støttede projekt: »Fremstilling af Agrotis segetum Granulosis Virus (AsGV) i stor målestok samt markforsøg hermed« blev startet 1. maj 1980 med nær tilknytning til Initiativet. Projektet forventes afsluttet 31. december 1983.

Mål

Projektet har til formål dels at udarbejde en metode til at massefremstille viruset i laboratorieopdrættede larver, dels at forbedre opdrætsmetoden for disse larver. Det producerede virus er indtil videre blevet anvendt til feltforsøg (i Pakistan *Shah et al.*, 1979) og til laboratorieundersøgelser, samt til dækning af kollegers behov for virusmateriale til genetiske og immunologiske undersøgelser.

Forløb og resultater

Ved projektets start var det først og fremmest hensigten at forbedre den eksisterende opdrætsmetode, hvor larverne opdrættedes enkeltvis i små rum eller i bægge (*Hansen & Zethner*, 1979). Det viste sig snart nødvendigt at anvende 2 lidt forskellige metoder afhængigt af, om det drejede sig om opdræt af larver til forpupning (den faste laboriestamme), eller opdræt af larver til virusfremstilling.

Ved begge metoder opdrættes larverne flere sammen indtil 5. stadium, hvor ca. 1% tages fra til vedligeholdelse af laboriestammen (fig. 13). På grund af stigende tendens til kannibalisme op-

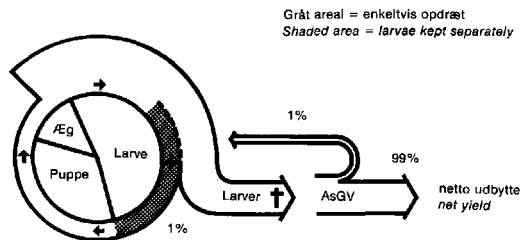


Fig. 13. Schematisk angivelse af opdrætsforløbet ved massefremstilling af AsGV. For hvert larvehold kan ca. 99% af larverne inokuleres; ca. 1% må videreføres til vedligeholdelse af opdrættet. Samme størrelser gælder for viruset: ca. 1% af udbyttet skal benyttes til ny inokulering.

The rearing of cutworms infected with AsGV for mass-production of virus shown schematically. 99% of each batch of larvae was inoculated, while 1% was used for renewed rearing. The same proportion holds for the virus produced. 1% is used for further inoculation.

drættes de derefter enkeltvis i plasticbægge. De resterende 99% af larverne opdrættes, efter virustilførsel, samlet med en tæthed på ca. 4 larver pr. 100 cm² i flade plasticbægge med vermiculite eller papir, der nedsætter den indbyrdes kontakt mellem larverne.

I forbindelse med forbedringer vedrørende virusproduktionen har det vist sig nødvendigt at få klarlagt, hvordan virusudbyttet fra døde larver afhænger af den indgivne dosis og larvernes størrelse, når de dør. Det er nu afklaret, at det højeste virusudbytte opnås, når larverne inokuleres (smittes ved fodring med sygdomsbefængt materiale) sidst i 5. stadium eller først i 6. stadium, hvor vægten varierer fra 175 mg til 325 mg. Med henblik på at kunne sortere store mængder larver i denne størrelse er der udviklet en netsorteringsmetode til en arbejdsbesparende frasortering af larver med gennemsnitsvægten 262 mg ± 55 mg. Metodens princip fremgår af fig. 14.

Konklusion

De forbedrede metoder samt den opnåede viden omkring sortering af larver og inokulering med virus, kan nu danne basis for en større virusproduktion. Derved kan de økonomiske aspekter belyses, og der kan opnås virus til større feltforsøg.



Fig. 14. Plasticringe med påklæbet net til størrelses-sortering af knoporme. Med 2 af sådanne net i op til 20 forskellige størrelser (maskevidde 0,5–4 mm) kan frasorteres næsten enhver hvilken som helst larvestørrelse. Det øverste net tilbageholder større larver og det nederste net tillader mindre larver at passere. (Fot. L. Holzmann).

Plastic cylinders with net material to size-select cutworms. With 2 such nets out of a total of 20 different (mesh size from 0.5–4 mm) larvae of almost any size can be sorted out. The upper net retains larger larvae and the bottom net allows smaller larvae to pass.

Sikkerhedsmæssige krav

Baggrund og mål

De hidtidige bestemmelser vedrørende brug af bekæmpelsesmidler mod skadedyr har i det væsentligste været baseret på nationale afgørelser, der kun gælder de enkelte lande, hvori de er vedtaget. Bestemmelserne omfatter overvejende kemiske midler og kun i få lande er der taget stilling til regler for sikkerhedsmæssige krav og afprøvning af biologiske og andre alternative midler og metoder. Dette er til stadig større gene for udviklingen af sådanne midlers praktiske anvendelse, og der gøres for tiden en betydelig indsats for at få formuleret og godkendt regelsæt på dette område både på nationalt og internationalt plan.

Forløb og resultater

Inden for De Europæiske Fællesskaber (EF) har planlægningsgruppen for biologisk og integreret bekæmpelse af skadedyr gennem en arbejdsgruppe beskæftiget sig med emnet: Sikkerheds- og godkendelseskrav for biologiske pesticider. Et forslag til regler blev tilstillet EF-Kommissionen i foråret 1981.

Foruden det nævnte forslag foreligger der 2 artikler om safety tests for baculovirus udarbejdet af engelske, franske og tyske insektvirologer (*Burges et al.*, 1980 a, b). Fra USA er der et udkast til »Data Requirements for Biorational Pesticides«. Forslag til regler ud fra dette ventes publiceret af Environmental Protection Agency i sommeren 1983.

Bioassays

Baggrund

Indhold af sygdomsfremkaldende AsGV-viruskapsler i en prøve kan kun måles ud fra den effekt, de har. Koncentrationen bestemmes ud fra dødeligheden blandt inokulerede testdyr. Denne afprøvningsmåde kaldes bioassay og bygges på, at der er et bestemt forhold mellem mængden af virksomme viruskapsler og dødeligheden.

Der findes mange bioassay metoder til bestemmelse af sammenhænge mellem viruskoncentration og fremkaldt dødelighed for forskellige insektvira. Allerede udarbejdede metoder er dog tilpasset de krav, som stilles af de enkelte insekt-værtedyr, og kan derfor ikke uden videre overføres til andre værtedyr.

Mål

Undersøgelserne har taget sigte på udvikling af et følsomt og reproducerbart bioassay til afklaring af den koncentrationsafhængige dødelighed. En sådan metode har været forudsætningen for at kunne bestemme indholdet af virulente (virksomme) viruspartikler i de rensede prøver fra undersøgelserne over holdbarhed af AsGV i jord. Også muligheden for at indgive de rette »subletale« doser i virus-insekticidforsøgene er afhængig af en bioassay metode.

Forløb og resultater

Siden projektets start er adskillige aspekter omkring virusindgivelse og opdræt i forbindelse med bioassays søgt belyst:

- 1) skal viruset tilføres larverne med kunstigt næringssubstrat, på plantemateriale eller på æggenes overflade?
- 2) skal 1., 2. eller 3. larvestadium benyttes?
- 3) skal larverne opdrættes enkeltvis eller samlet?

Undersøgelserne viste:

- 1) at tilførsel med bladmateriale gav størst reproducerbarhed og gav bedst udslag for de lave viruskoncentrationer.
- 2) at 1. stadium-larver var mest følsomme og
- 3) at enkeltvis opdræt var bedst.

På denne baggrund er udviklet en inokulerings-enhed af ca. 4 mm tykt plexiglas. Heri er boret 2 mm huller. Enheden anbringes på et blad (fig. 15),

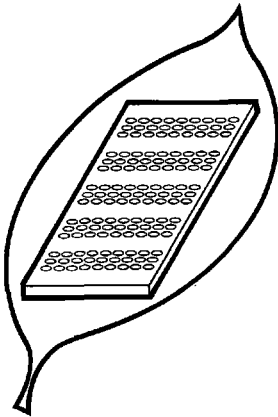


Fig. 15. Inokuleringsenhed (plexiglasstykke med 120–150 huller) placeret på et blad med et lag inddampet virus.

Inoculation unit with 120–150 holes placed on a leaf covered with a layer of dried virus suspension.

hvorpå der er inddampet en kendt mængde virus-suspension. I hvert hul placeres en nyklækket larve. Efter 2 døgn vil de 3,15 mm² bladoverflade, der er til rådighed være opædt, hvorefter larverne overføres til større rum med kunstigt næringssubstrat uden virus.

Metoden har fungeret tilfredsstillende. Den er enkel og forsøgsserier med op til 30 led, hver med f.eks. 100 larver, kan gennemføres af én person inden for 14 dage.

Den udarbejdede koncentrations-dødeligheds-kurve for larver i 1.–3. stadium er vist på fig. 16.

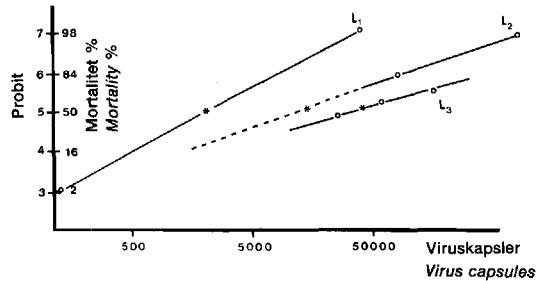


Fig. 16. Dosis-respons kurver for indgivelse af AsGV i små knoporme (1., 2. og 3. larvestadium). *Mortality of 1st, 2nd and 3rd instar cutworms inoculated with increasing doses of virus.*

Konklusion

Den udarbejdede metode er nu helt gennemprøvet, og 6 forhold kan fremhæves som væsentlige:

- 1) virus tilføres som i naturen.
- 2) det mest følsomme larvestadium benyttes.
- 3) en præcis virusmængde kan tilføres.
- 4) tilførsel af virus sker over et kort tidsrum.
- 5) der er høj overlevelse blandt ubehandlede.
- 6) metoden er arbejdsbesparende i forhold til andre metoder.

Naturlig forekomst i Danmark

Baggrund

Ved feltundersøgelser over virusets effekt over for knoporme er det nødvendigt at have kendskab til omfanget af en eventuel naturlig virusforekomst, da naturligt forekommende AsGV kan tænkes at påvirke forsøgsresultater. I forbindelse med fremtidig integreret bekæmpelse kan en skjult virusinfektion eventuelt bringes til udbrud ved anden påvirkning. Endelig vil kendskab til en naturlig udbredelse af AsGV også være af væsentlig interesse for sikkerhedsmæssige overvejelser.

Mål

Undersøgelsen havde til formål at påvise en eventuel tilstedeværelse af AsGV i den danske ageruglepopulation gennem undersøgelse af indsamlede levende og døde larver, samt ageruglehunner fanget i lysfælder.

Forløb og resultater

Undersøgelserne indledtes inden Initiativets start og omfatter perioden i 1975–1982, hvor der er indsamlet i alt 650 larver – lokaliteterne ses på fig. 17. Larverne er holdt i kultur i laboratoriet. Døde larver er ved serologiske tests (ELISA) undersøgt for indhold af AsGV.

For andre insektvira er påvist, at larvers indtagelse af subletale virusdoser kan medføre tilstedeværelse af virus i de voksne dyrs væv – f.eks. i ovarier. Således er der mulighed for overførsel til afkommet via æggens overflade. Derfor er æg fra indfangne agerugler klækket, hvorefter larverne er holdt i kultur og undersøgt for indhold af AsGV. Resultatet af undersøgelserne fremgår af tabel 3.

I to tilfælde er der konstateret AsGV i indsamlet materiale fra Lammefjorden. Det kan ikke afgøres, om det er naturligt forekommende eller spredt efter virusprøjtning på forsøgsarealerne i årene forud.

På grund af det lave populationsniveau i 1980–82 blev der kun fanget få ageruglehunner. I

stedet indledtes forsøg med at tilføre subletale virusdoser til 4.–5.-stadium-larver med henblik på en senere undersøgelse af mulighederne for overførsel af AsGV fra voksne til afkommet (*Doane*, 1969). For larver på overgangen mellem 4. og 5. larvestadium er den dosis, som dræber 25% af forsøgsdyrene $LD_{25} = 10^6$ kapsler og $LD_{50} = 5 \times 10^6$ kapsler.

Konklusion

På baggrund af resultatet af indsamlingerne må en naturlig forekomst af AsGV i Danmark betragtes som tvivlsom: indsamlingerne har dog ikke haft tilstrækkeligt omfang til, at en forekomst kan udelukkes.

Holdbarhed i jord

Baggrund

For mange insektvira er virulensbevarelsen undersøgt i vandige opslemninger under laboratorieforhold. Den væsentligste faktor for holdbarheden er temperaturen, idet virulensen falder mærkbart efter længere tids opbevaring ved temperaturer over ca. 40°C (*David & Gardiner*, 1967; *Stairs*, 1980). Dertil kan især dagslys eller pH omkring 9 eller mere forårsage virulenstab.

I naturen er holdbarheden bestemt af vejrmæssige faktorer såsom blæst og nedbør (*Entwistle*, 1982) samt jordens evne til at tilbageholde virus (*Evans*, 1982).

Tabel 3. Indsamling af *A. segetum* i 1975–1982
Sampling *A. segetum* 1975–1982

| År Year | Antal Number | | Antal lok. Number of localities | AsGV påvist i AsGV detected in | |
|------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| | larver larvae | hunner females | | larver larvae | hunner females |
| 1975 | ca. 200 | | 3 | 0 | |
| 1976 | » 150 | | 3 | 1 | |
| 1977 | » 100 | | 9 | 0 | |
| 1978 | » 20 | | 1 | 0 | |
| 1979 | » 10 | 10 | 1 | 0 | 1 |
| 1980 | 2 | | 1 | 0 | |
| 1981 | 132 | | 4 | 0 | |
| 1982 | 33 | 1 | 8 | 0 | 0 |

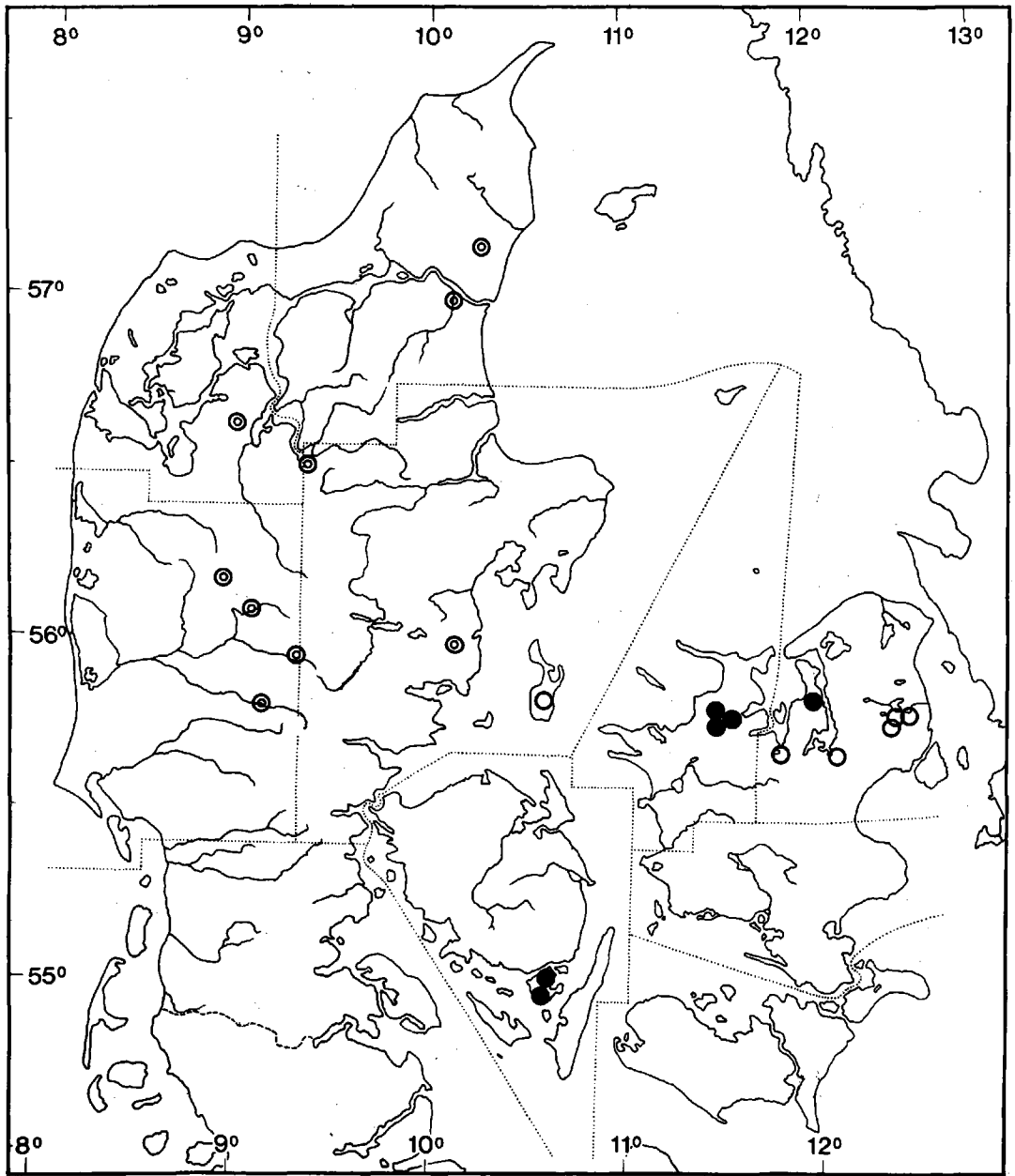


Fig. 17. Lokalteter, hvor der er indsamlet ageruglelarver til observation for naturligt forekommende AsGV.

○ = 1-3 larver, ⊙ = 4-10 larver, ● = 11-50 larver.

Localities where cutworms have been collected in order to find naturally occurring AsGV.

○ = 1-3 larvae, ⊙ = 4-10 larvae, ● = 11-50 larvae.

Mål

Denne undersøgelse havde til formål at vise, hvordan temperatur og jordfugtighed påvirkede virulensen hos kapselvirus, der blev opblandet i jord. Ud fra resultaterne ønskedes en vurdering af, dels om man kan forvente en effekt af virusbehandlinger året efter udbringning, dels om ageruglens kapselvirus har mulighed for at forekomme naturligt i danske ageruglepopulationer.

Forløb og resultater

Forholdet er undersøgt dels ved feltforsøg 1) og dels ved laboratorieforsøg 2):

- 1) På Lammefjorden fik 21 små jordfelter (diameter 5 cm) tilført insektvirus (10.000 millioner kapsler pr. felt). Efter 1, 14, 45, 180 og 360 dage er der udtaget prøver, der har gennemgået en rensningsprocedure, før indholdet af virksomt virus er bestemt ved hjælp af bioassays.
- 2) I laboratoriet er opslemmet kapselvirus i ca. 200 g sandjord i 350 ml honningglas. Efter indampning til 3 forskellige jordfugtigheder (henholdsvis visnegrænse, markkapacitet og en mellemværdi heraf) er nogle af prøverne henstillet i ½ år ved 5 forskellige konstante temperaturer mellem $\div 18^\circ$ og $+ 50^\circ\text{C}$. Andre er gennem ½ år blevet udsat for frysning - optøning 10, 25 eller 50 gange.

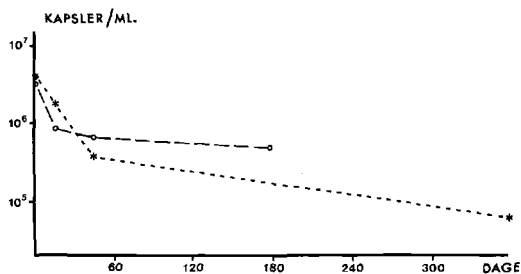


Fig. 18. Viser faldende indhold af virksomme viruskapsler (pr. ml rensset suspension) i jordprøver taget op til 1 år efter udsætning på lerjord (---) og sandjord (---).

Falling content of infective virus-capsules in samples from clayish --- and sandy soil --- collected at various times after deposition of virus.

Jf. fig. 18 sker der både på ler- og sandjord et kraftigt fald i mængden af virksomme viruskapsler i løbet af de første måneder. Faldet ses at fortsætte, således at sandjordsprøverne efter et år kun indeholder 1% af den oprindelige mængde virksomme kapsler - dog er der stadig 800.000 pr. g jord svarende til 1/100.000 af indholdet i en stor virusdød larve. Undersøgelserne i laboratoriet viser, at hverken gentagne optøninger og nedfrysninger eller forskellige jordfugtigheder inden for ½ år havde nogen indflydelse i form af virulensændring efter ½ år. Heller ikke temperaturer under 20°C giver mærkbart virulensstab, mens temperaturer på 35° og 50°C forårsagede virulensstab på henholdsvis 90% og 100%.

Konklusion

Resultaterne har vist, at i naturen vil der ved udvaskning og virulensstab mistes ca. 99% af de virksomme viruskapsler på et år, men laboratorieundersøgelserne har vist, at kun ved temperaturer omkring 35°C eller derover vil der forekomme virulensstab. Sammenholdes dette med en nyere engelsk undersøgelse (Evans, 1982), der har påvist et udvaskningstab på ca. 98% hos NPV (engelsk: Nuclear Polyhedrosis Virus, dansk: Kernepolyedervirus) i jord på et år, må den umiddelbare konklusion være, at udvaskning er den væsentligste tabsgivende faktor for insektvirus i jord. De tilbageblevne viruskapsler må have en god holdbarhed.

På basis af disse resultater kan det vurderes, at forudsætningen for, at viruset kan eksistere mellem to generationer, teoretisk er til stede, men måske uden praktisk betydning. Den praktiske betydning afhænger især af, i hvilket omfang viruset kan komme fra jorden og ind i larverne. Dette forhold er praktisk taget uafklaret.

Virus-insekticid

Baggrund

Når insekter udsættes for 2 mortalitetsfaktorer samtidigt - eller i umiddelbar rækkefølge - opnås ofte en større dødelighed, end der opnås med hver faktor alene.

Udsættes insekter for insektvirus og insekticid (begge i doser der giver 50% mortalitet) fås ikke

100%, men kun 75% mortalitet, dersom midlerne ikke påvirker hinanden. Dette skyldes, at det ene middel kun virker på de 50% overlevende efter det andet middel og bidrager derfor kun med 25% dødelighed af startantallet. Denne form for uafhængig virkning betegnes *additiv* virkning, der kan beregnes efter formlen:

$$M_{v+i} = M_v + M_i \left(1 - \frac{M_v}{100}\right) \text{ (Benz, 1971),}$$

hvor M_v = mortalitet af virusbehandlingen alene

M_i = mortalitet af insekticidbehandlingen alene.

Det ovennævnte eksempel giver:

$$M_{v+i} = 50\% + 50\% \left(1 - \frac{50}{100}\right) = 75\%$$

Det, der har praktisk interesse, er at få at vide, hvilken virkning man får ved samtidig brug af virus og insekticid. I bedste fald fås en forstærkning i forhold til den additive virkning (synergisme), f.eks. fordi insekticidstressede dyr lettere angribes af virus. Tilsvarende er det vigtigt at sikre sig, at der ikke sker en stærk nedsættelse (antagonisme), f.eks. fordi virus ødelægges af insekticid.

I de tidligere undersøgelser (Benz, 1971), der især har omfattet forskellige NPV, er der opnået alle de ovennævnte virkninger (afhængigt af doser og insekticidvalg). I de seneste undersøgelser (Jacques & Morris, 1980), som også har omfattet enkelte GV, er der mest opnået additive eller svagt antagonistiske virkninger.

Mål

Denne undersøgelse har til formål at belyse, hvilken virkning der kan opnås, når knoporme behandles med AsGV og parathion.

Forløb og resultater

Efter at have forsøgt med adskillige former for parathionpåvirkning (kontakt- eller dampvirkning) har det vist sig, at dampvirkning over en indtørret parathion-behandlet plasticoverflade (fig. 19) giver den bedst reproducerbare metode med følgende omtrentlige mortaliteter:

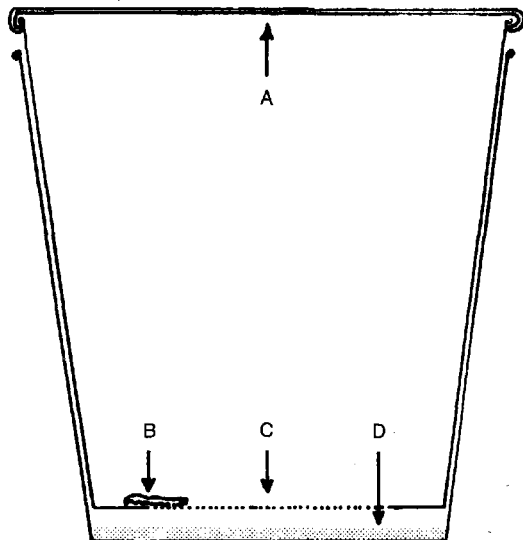


Fig. 19. Tværsnit af forsøgsopstilling til påvirkning af 2. stadium ageruglelarve med insekticiddamp. Inderbægeret slutter tæt mod yderbægeret.

Cross-section of double container used to expose second instar cutworms to evaporated insecticide.

- A = Plasticlåg
Plastic cap
- B = 2. st. knoporm
2nd instar cutworm
- C = Netbund i inderbæger
Net bottom in the inner container
- D = Insekticidbelægning på yderbægerets bund
Insecticide layer on the bottom of the outer container

| | | | | | | |
|--------------------------|---------|--------|-------|-------|-------|------|
| Parathion konc. (i %) | 0,00038 | 0,0015 | 0,006 | 0,024 | 0,097 | 0,39 |
| Mortalitet i % | 5 | 15 | 35 | 65 | 85 | 95 |

Til insekticidpåvirkningen udvælges den rette larvestørrelse ved netsortering på net med maskestørrelsen 0,65 og 0,60 mm. Derved fremkommer larver med en gennemsnitsvægt på 2,7 mg, dvs. midt i 2. larvestadium.

Ved virusbehandlingen fremkom følgende mortaliteter:

| | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|-------|-------|
| Antal AsGV kapsler | 1300 | 4400 | 8000 | 14000 | 45000 |
| Mortalitet i % | 20 | 40 | 50 | 60 | 80 |

Larverne til virusbehandlingen frasorteres manuelt. Benyttes larver, der er sidst i 1. stadium eller først i 2., vil disse være midt i 2. stadium, når de senere skal insekticidpåvirkes.

Resultaterne af pilotundersøgelserne, der nu er udført med 3 gentagelser, fremgår af tabel 4.

Tabel 4. Observerede (OBS) og forventede (FOR) mortaliteter i % ved 3 virus- og insekticidbehandlinger. *Observed (OBS) and expected (FOR) mortalities (%) after 3 treatments with virus and insecticides*

| Behandling Treatment | | OBS | FOR | OBS | FOR | OBS | FOR |
|-------------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Virus + ins. | M_{v+1} | 45 | 27 | 37 | 35 | 68 | 47 |
| Virus | M_v | 13 | 40 | 35 | 40 | 47 | 60 |
| Insekticid | M_i | 16 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |

Konklusion

De opnåede resultater i Initiativ-perioden er på dette område endnu for begrænsede til at drage konklusioner. Undersøgelserne fortsættes, og resultaterne publiceres senere.

Knopormeangreb – vand

Baggrund

Så tidligt som 1934 konkluderede *Bovien og Stapel* (1935), at forudsætningen for voldsomme knopormeangreb er tørke i maj og juni. Analyse af variationerne i knopormeangrebene over en 71-års periode førte *Zethner og Esbjerg* (1978) til fig.: Et væsentligt nedbørsoverskud i maj-juni-juli giver en meget høj sikring mod knopormeangreb. Dette stemmer med praktiske erfaringer.

På denne baggrund blev det ved projektets start formodet, at nedbør havde en kraftig effekt, især over for knoporme på planternes overjordiske dele – evt. ved drukning i dråber eller ved afvaskning.

Mål

Denne delundersøgelse fik som mål at undersøge muligheden for dels at udnytte vanding som middel til at forebygge/bekæmpe knopormeangreb og dels at fremskaffe viden om virkninger af vand som kan inddrages i vurderingen af bekæmpelsesbehov.

Forløb og resultater

Indledningsvis (1979) blev der udført *luftfugtighedsforsøg* for at sikre, at man ikke i senere »vand-forsøg« arbejdede med flere samtidige effekter (luftfugtighed og vand) uden at vide det. Til dette formål blev hold af larver i første stadium udsat for henholdsvis 25%, 45% og 100% relativ luftfugtighed i en opstilling, som vist på fig. 20.

Da meget forskellige grader af luftfugtighed ingen væsentlig forskel gav med hensyn til dødelighed i forsøgsserier af 7 dages varighed, og da små knoporme trivedes fint ved høj luftfugtighed, blev forsøgene standset.

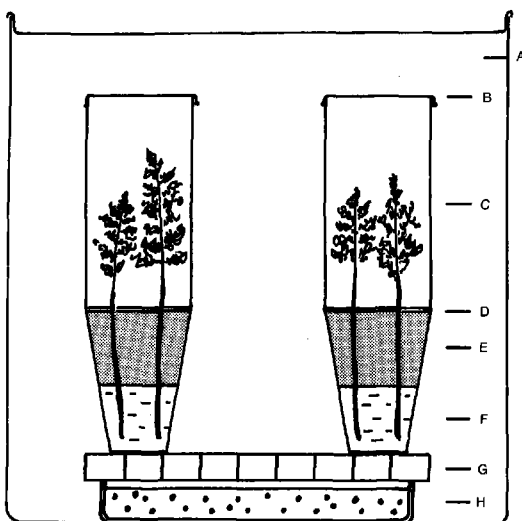


Fig. 20. Forsøgsopstilling til undersøgelse af luftfugtighedens indflydelse på knoporme i 1. stadium. *Experimental design for investigation of the influence of relative humidity on 1st instar cutworms.*

- A = Plastickasse
Plastic box
- B = Plasticlåg
Plastic cap
- C = Netvæg
Net side
- D = Plasticlåg
Plastic cap
- E = Gummiprop
Rubber stopper
- F = Vandforsyning til gulerodsblade
Water supply for carrot leaves
- G = Gitter
Grid
- H = Saltopløsning
Solution of salt

Som næste mulighed blev *virksomheden af faldende dråber* over for larver af forskellige aldre undersøgt. Det skete i løbet af vækstsæsonen 1979 i lysimeteranlægget på Højbakkegård, som venligst blev stillet til rådighed af Hydroteknisk Laboratorium, Landbohøjskolen. Her udelukkes nedbør ved rullende, automatisk overdækning. Lysimetrets 18 sandjordsparceller og 18 lerjordsparceller var blevet tilsået med gulerødder og overdækket med net før starten på ageruglens flyvning. I hver parcel (4 m²) blev der 20. juli udsat 170 æg eller nyklækkede larver. I forsøget var der 6 forsøgsled, som blev udført i 3 gentagelser på både sand- og lerjord. Samtlige forsøgsled blev vandet 4, 9, 14, 24 og 34 dage efter larveudsætningen med en vandmængde, svarende til 15 mm nedbør pr. vanding enten ved overbrusning eller drypvanding jf. tabel 5.

Ved høst af forsøgsparcellerne blev fundet 7,7 store knoporme pr. sandjordsparcel og 3,2 pr. lerjordsparcel. Denne forskel er statistisk meget sikker. Gnavantallet pr. 100 gulerødder var derimod ikke særlig forskelligt i de to parceller (sand: 1,8, ler: 1,3). Der var ikke som ventet forskelle at finde i relation til de forskellige overbrusningstidspunkter. I det meget tørre vær-

areal omkring forsøgsparcellerne blev der fundet 10,1 gnav pr. 100 gulerødder – dog uden nogen væsentlig forskel på ler og sand.

På grund af lysimeterforsøgets udfald (se konklusion side 340) blev forsøg med *indflydelse af jordfugtighed på knoporme* iværksat i væksthushuset (15–17°C). I første omgang blev der benyttet en opstilling som vist på figur 21 A. Forsøg med denne opstilling betegnes i det følgende »potteforsøg«. I *potteforsøgene* var der to behandlingsled: våd og tør. Forskellen bestod i, at våde pletter blev vandet rigeligt inden forsøgenes start, mens de tørre blev holdt uvandede. I løbet af forsøgene blev de våde pletter tilført vand ned i plastic-spærrekraverne næsten dagligt. De tørre blev kun vandet i randen uden om kraverne, hvis det var absolut nødvendigt, idet gulerodsplanternes blade blev benyttet som indikator for nødvendigheden.

Resultatet af de to behandlingsled er opgjort ved tælling af overlevende larver og antallet af gulerødder med gnav på roden. De er sammendraget i tabel 6.

Som supplement til disse forsøg blev der i nogle af serierne foretaget observation og tælling af larver for at konstatere placering på top, på jord eller

Tabel 5. Lysimeterforsøg i 1979
Lysimeter experiments in 1979

| | Antal dage efter udsætning af larver <i>Number of days after release of cutworms</i> | | | | | Fundne larver pr. 3 parceller <i>Number of cutworms refound per 3 blocks</i> | |
|------------------------|---|---|----|----|--------------|---|-----------|
| | 4 | 9 | 14 | 24 | 34 | ler clay | sand sand |
| 2×3 parceller (blocks) | d | d | d | d | d | 12 | 14 |
| 2×3 parceller | B | d | d | d | d | 10 | 20 |
| 2×3 – | d | B | d | d | d | 7 | 34 |
| 2×3 – | d | d | B | d | d | 4 | 29 |
| 2×3 – | d | d | d | B | d | 7 | 16 |
| 2×3 – | d | d | d | d | B | 18 | 26 |
| | | | | | gns. mean | 3,2 | 7,7 |

d = drypvanding med 15 mm vand
trickle irrigation

B = overbrusning med 15 mm vand
sprinkling

Tabel 6. Jordfugtighedens indflydelse på knoporme i »pottforsøg« (fig. 21A). Der genfindes færre levende larver i våde pletter, og i forsøg med lidt større larver er der væsentlig flere rodkader i de tørre pletter. X^2 refererer til forskellen i antallet af genfundne larver
The influence of soil humidity on cutworms in experimental pots – see Fig. 21A. Fewer alive cutworms are refound in the wet pots, and in series with larger larvae the number of root damages in dry pots is considerably higher than in wet pots. The X^2 refers to the differens in numbers of refound larvae

| Varighed af forsøg Duration of expts. | Antal og type af behandlinger No. and type of treatments | Potte-antal No. of pots | Antal/stadium larver pr. potte No./instar of larvae per pot | Antal genfundne levende larver No. of larvae refound alive | Antal pletter med rodkader No. of pots with damaged roots | Antal pletter med topkader No. of pots with damaged leaves | X^2 |
|--|---|----------------------------|--|---|--|---|---------------|
| 21 dage days | Tør: 0 w. Dry: | 90 | 1/2nd large | 16 | 27 | 38 | p<.001 |
| | Våd: 10 u.w. Wet: | 90 | | 1 | 12 | 16 | |
| 6 | Tør: 0 w. Dry: | 50 | 3/1st | 125 | 3 | 44 | p<.001 |
| | Våd: 3 u.w. 3 o.w.i. Wet: | 50 | | 68 | 9 | 50 | |
| 13 | Tør: 2 o.w.o. Dry: | 40 | 3/3rd | 62 | 20 | 39 | insignifikant |
| | Våd: 6 o.w.i. Wet: | 40 | | 49 | 2 | 36 | |
| 13 | Tør: 0 w. Dry: | 40 | 3/2nd small | 23 | 1 | 40 | .001<p<.005 |
| | Våd: 1 o.w.i. Wet: | 40 | | 7 | 0 | 39 | |
| 15 | Tør: 0 w. Dry: | 50 | 2/1st large | 23 | 3 | 46 | insignifikant |
| | Våd: 10 o.w.i. Wet: | 50 | | 15 | 0 | 48 | |
| 19 | Tør: 0 w. Dry: | 50 | 5/2nd small | 126 | 1 | 50 | .001<p<.005 |
| | Våd: 12 o.w.i. Wet: | 50 | | 90 | 4 | 50 | |

vanding = w. = watering

undervanding = u.w. = watering from below the pot

vanding ovenfra men uden for plasticcylinder = o.w.o. = watering on top of the soil, but outside the plastic cylinder

vanding ovenfra men inden for plasticcylinder = o.w.i. = watering on top of the soil, but inside the plastic cylinder

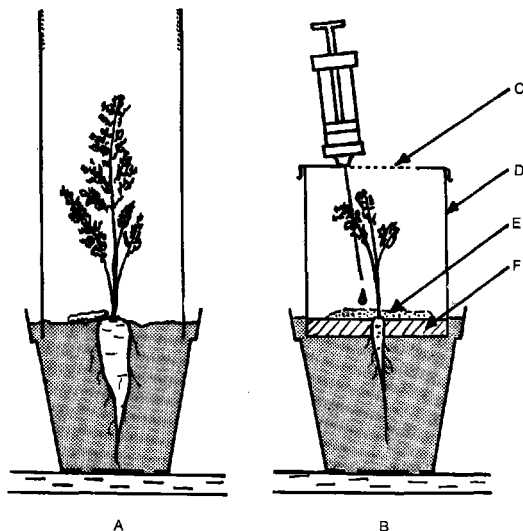


Fig. 21. Forsøgsopstillinger til undersøgelse af jordfugtigheds indflydelse på knoporme. A: Pottforsøg, hvor de lodrette linier viser en plasticylinder øverst påsmurt en »fluon«-spærrekrave på indersiden. B: »Honningdåseforsøg«; C: Netlåg, D: Honningdåse, E: Sandjord omkring gulerod, F: Paraffinlag der hindrer vandbevægelse mellem E og pottejorden.

Experimental design used to investigate the influence of soil humidity on cutworms. A: »Pot-design« – the vertical lines illustrate a plastic cylinder with a »fluon« layer as »barrier« on the inside. B: »Honey-cup-design«, C: Cap with net, D: Honey cup, E: Sandy soil around carrot, F: Paraffin wax which prevents water transport between E and the soil in the pot underneath.

skjult i jord. Et resumé af resultaterne er vist i tabel 6, hvoraf det ses, at høj jordfugtighed giver øget dødelighed og færre rodkader.

Som det ses af tabel 6, indgik overvejende større knoporme i forsøgsserierne, på trods af at dødelighed især var forventet blandt de allermindste larver. De var imidlertid ikke anvendelige i »pottforsøgene«. Dels var de yderst vanskelige overhovedet at genfinde, og dels var de i stand til at undslippe over spærrekraverne. Derfor blev forsøgsopstillingen modificeret, således at gulerodstoppen og larverne var lukket helt inde i en honningdåse, som vist på fig. 21 B. Denne opstilling betegnes i det følgende »honningdåseforsøg«.

I »honningdåseforsøgene« var der også to forsøgsled: Våd og tør, men her var det i modsætning til pottforsøgene muligt at arbejde med gulerodsplanter med ens vandforsyning i kraft af paraffin-spærrelaget. Den væsentligste forskel var, at larvernes vigtigste opholdssted var tør jord i det ene forsøgsled og våd jord i det andet. De våde »honningdåser« blev daglig gjort våde ved at tilføje 1 ml vand pr. dåse med en injektionssprøjte (fig. 21 B). Da meget små knoporme i langt højere grad æder af plantetoppe, blev honningdåseforsøgene udvidet med en særlig serie á 3 forsøg, hvori alene bladenes vandtilstand fik mulighed for at påvirke larverne. Det skete ved, at opholdsmaterialet rundt om gulerødderne i alle honningdåser var tør vermiculite, mens den ene halvdel af gulerødderne var vandlidende (begyndende bladslaphed), og den anden halvdel var velforsynede via undervanding. Resultaterne fra alle honningdåseforsøgene er sammendraget i tabel 8, hvoraf det ses, at høj jordfugtighed giver øget dødelighed, mens bladenes vandindhold synes uden betydning for larvernes trivsel. –

Ved optælling af knopormene ved forsøgenes afslutning sad næsten alle larver i våde honningdåser på bladene og enkelte på jordoverfladen, mens flertallet af larver i de tørre honningdåser fandtes skjult i den lille jordbunke omkring gulerodsplanten.

Konklusion

De indledende luftfugtighedsforsøg viste, at høj luftfugtighed ikke har nogen indflydelse på dødeligheden af små (1.–2. stadium) knoporme. Heller ikke faldende dråber – i lysimeterforsøget – gav nogen væsentlig indflydelse. Det var ellers forventet ud fra praktikerens erfaring med regns angrebshæmmende virkning. Derimod pegede lysimeterforsøgene på, at jordfugtigheden spiller en rolle for dødelighed blandt larverne.

Jordfugtighedens virkning som dødelighedsfaktor blev eksperimentelt påvist i »pottforsøg« og »honningdåseforsøg«. I de sidste var luftfugtigheden 90–100%, men den kunne lades ude af betragtning i kraft af de indledende luftfugtighedsforsøg. Det står hermed klart, at den væsent-

Tabel 7. Larveobservationer i »potteforsøg«. I nedenstående tabel er angivet hvor mange larver, der har kunnet ses fremme (oven på jord og på plantetop) i hhv tørre og våde pletter i samme serie (jvf. figur 21) på givne observationstider. E.W. betyder, at der er vandet lige efter første observation, og tallene ud for E.W. er opnået 1/2 time efter denne vanding. d = dag, n = nat

Observations of larvae in experiments with influence of soil moisture. The figures show how many larvae could be seen at observation times indicated in the table. E. W. means that watering has been carried out just after the above observation and half an hour after the watering the »E.W.-observation« was carried out. d = day, n = night

| Antal pletter og antal larver pr. plette <i>Number of pots and number of larvae per pot</i> | | Observations- tidspunkt <i>Observation time</i> | Forsøgsled (behandlinger) | |
|---|---------------------------|---|---------------------------|-----------|
| | | | <i>Treatments</i> | |
| | | | Våd (wet) | Tør (dry) |
| I: | 100 pletter à 2 store | 17.03.81 d | 76 | 21 |
| | 2. stadium larver | 18.03.81 – | 62 | 20 |
| | | – E.W. | 72 | – |
| | 100 pletter each with 2 | 19.03.81 d | 68 | 31 |
| | »large« 2nd instar larvae | 20.03.81 d | 50 | 11 |
| II: | 90 pletter à 1 stor | 27.07.81 d | 14 | 0 |
| | 2. stadium larve | 28.07.81 – | 6 | 1 |
| | | 29.07.81 – | 20 | 4 |
| | 90 pletter each with 1 | 30.07.81 | 26 | 6 |
| | »large« 2nd instar larva | 31.07.81 – | 18 | 6 |
| | | 04.08.81 – | 2 | 2 |
| | | 05.08.81 | 1 | 3 |
| III: | 50 pletter à 3 store | 22.08.81 d | 6 | 2 |
| | 1. stadium larver | – E.W. | 15 | – |
| | | – n | 22 | 13 |
| | 50 pletter each with 3 | 23.08.81 n | 19 | 13 |
| | »large« 1st instar larvae | – | 29 | – |
| | 24.08.81 d | 10 | 4 | |
| IV: | 60 pletter à 2 store | 08.09.81 d | 13 | 8 |
| | 2. stadium larver | – E.W. | 19 | – |
| | | 10.09.81 d | 15 | 9 |
| | 60 pletter each with 2 | – E.W. | 17 | – |
| | »large« 2nd instar larvae | | | |
| V: | 50 pletter à 5 små | 08.12.81 d | 92 | 71 |
| | 1. stadium larver | 10.12.81 d E.W. | 80 | 49 |
| | 50 pletter each with 5 | | | |
| | »small« 1st instar larvae | | | |

lige faktor er jordfugtighed, mens regn som sådan er uden betydning, modsat hvad man tidligere troede.

Jordfugtighedens betydning kan herefter indrages i vurdering af bekæmpelsesbehov. Mange nedbørsdøgn og dermed længst mulig periode med høj jordfugtighed i overfladen, mens larverne er i 1.–2. stadium, må tillægges en særlig be-

tydning. – Dette stemmer i øvrigt overens med modelpåvisningen (jf. side 323) af betydning af nedbørsdøgn i juni og juli.

Vanding må endvidere kunne anvendes til bekæmpelse af de små larver – dog helst fordelt over en række dage. Dette strider lidt imod arbejds-tekniske forhold, som tilsiger brug af større vandmængder i løbet af få dage.

Tabel 8. Betydningen af jordfugtighed (hold D-K) og fødens vandindhold (A, B og C) for knopormes overlevelse. I A, B og C var underlaget for larverne tørt vermiculite, og forskellen våd – tør drejer sig om planternes tilstand i kraft af konstant eller minimal undervanding. I D til K var larvernes underlag jord, der hhv. vandedes eller holdtes tørt.

The influence of soil humidity (D-K) and the water contents of the food (A, B and C) on the mortality of 1st and 2nd instar cutworms

In series A, B and C the soil around the carrot (see E, fig. 21B) was replaced by dry vermiculite and the difference wet – dry refers solely to the water content of the plants, which was regulated by watering through rockwool under the pots. In series D-K wet and dry refers to the soil heap (E in Fig. 21B) which was kept dry or watered by a syringe

| Hold og slutdato | Antal levende larver til slut | | Varighed i dage | Antal vandinger à 1 ml | Signifikansniveau ved X ² -test |
|-----------------------------|--|-----|--------------------------|-------------------------------|--|
| | Våd | Tør | | | |
| Batch and date of finishing | Number of alive cutworms found at finishing time | | Duration of expt. (days) | Number of waterings each 1 ml | Level of significance |
| | Wet | Dry | | | |
| A (16.10.81) | 75 | 68 | 11 | – | insignifikant |
| B (26.10.81) | 69 | 73 | 11 | – | – |
| C (03.11.81) | 83 | 81 | 12 | – | – |
| D (10.10.81) | 54 | 70 | – | – | .01 < p < .02 |
| E (22.10.81) | 67 | 81 | 14 | 10 | .02 < p < .025 |
| F (28.10.81) | 62 | 80 | 13 | 8 | .005 < p < .01 |
| G (09.11.81) | 29 | 64 | 9 | 8 | p < .001 |
| H (11.11.81) | 33 | 87 | 14 | 13 | p < .001 |
| I (12.11.81) | 42 | 69 | 14 | 13 | p < .001 |
| K (16.02.82) | 65 | 88 | 7 | 8 | p < .001 |

Gulerodsfluen: Skadetærskel og bekæmpelse Baggrund

Den hidtidige bekæmpelse af gulerodsfluer ved hjælp af rutinemæssige behandlinger med enten parathion eller diazinon (handelsnavn, Basudin) har ikke været tilfredsstillende. Betydelige skader er forekommet trods behandlingerne, og jævnligt er der gennemført unødvendige behandlinger. En væsentlig årsag var, at man ikke kunne sige, hvornår en behandling var påkrævet, dels i forhold til fluernes flyvetidspunkt, og dels i forhold til deres mængde. Gule limplader kan vise fluernes tilstedeværelse; men hvor mange fluer, der må fanges, inden en »faregrænse« er nået, er uvist. – En sådan faregrænse benævnes i praksis den økonomiske skadetærskel, der defineres som: Den tæthed af skadedyr (antal/m²), der forårsager en udbytteforringelse af samme værdi som prisen for bekæmpelse (middel + udbringning). Se også *Esbjerg* (1983) side 361.

Spørgsmålet var, om man kunne finde en brugbar sammenhæng mellem populationstætheden og en praktisk håndterlig målestørrelse – f.eks. fangst på gule limplader. Denne problemstilling var man allerede ved Initiativets start gået i gang med at undersøge i Schweiz.

Mål

Målet var herefter at nå frem til at kunne vurdere, hvilke fangststørrelser, der er udtryk for et populationsniveau, som giver risiko for angreb af økonomisk betydning. Desuden skulle det undersøges, hvornår insekticidbehandlingerne bedst udføres, når det forudses, at en sådan tærskelværdi vil blive overskredet.

Førløb og resultater

For at indkredse en tærskelværdi blev der anlagt parceller, i hvilke man kunne bedømme værdien af nogle foreløbige skadetærskler ved at foretage

kemisk behandling, når tærsklen blev overskredet. Som bekæmpelsesmiddel blev diazinon valgt, fordi det var (og er) det eneste anerkendte middel mod gulerodsfluer til anvendelse under afgrødens vækst.

Midlet er af Miljøstyrelsen pålagt begrænsninger: en behandlingsfrist på 3 uger fra sidste behandling til høst, men også krav om, at der højst må anvendes 4 liter 25% diazinon pr. ha pr. behandling. Med denne mængde må der maksimalt foretages 4 behandlinger årligt. De første behandlinger ud fra tærskelværdier blev udført i 1980. Der blev regnet med en virkningstid af diazinon på 2–3 uger. På grundlag af schweiziske erfaringer blev to hypotetiske tærskler på $\frac{1}{2}$ eller 1 hunflue/plade/dag (f.eks. = 3–4 eller 6–7 hunfluer pr. plade ved den ugentlige tømning) anvendt som udgangspunkt. Behandling blev udført, hvis disse fangstniveauer blev overskredet. Gentagelse af behandling blev tidligst udført 2–3 uger efter en forudgående behandling.

Behandlingerne blev udført som båndsprøjtninger med rygsprøjte, idet dysen blev rettet direkte mod rodhalsen i en afstand af 10–15 cm. I overensstemmelse med anvisninger for en sådan båndsprøjtning blev der kun anvendt 2 liter 25% diazinon/ha, svarende til halv dosering. Da der var usikkerhed om hvilken parcelstørrelse, det var mest hensigtsmæssigt at anvende, blev der i 1980 udført to typer forsøg:

- 1) Randomiserede blokforsøg med parceller på 15 m² anlagt på to lokaliteter. Insekticid-sprøjtninger blev udført i forhold til begge de anførte skadetærskler og på to forskellige tidspunkter i forhold til den laveste tærskel.
- 2) Forsøg hvor større arealer på to lokaliteter blev behandlet. – På en lokalitet var der vekslende parcelstørrelser (behandlede på 480 m² og ubehandlede på 240 m² i tre gentagelser. På den anden lokalitet var der tre behandlede arealer og ét ubehandlet areal på hver 300 m². Behandlinger blev udført i forhold til den laveste af de hypotetiske skadetærskler.

Der viste sig i 1980 meget ringe effekt af de gennemførte insekticidbehandlinger. I to blokforsøg var angrebsprocenterne i de ubehandlede parceller henholdsvis 40% og 85% angrebne gule-

rødder. Dog blev der ikke opnået signifikante reduktioner i skadeniveauet ved de gennemførte behandlinger, selv hvor der blev gennemført indtil 4 insekticidbehandlinger i forsøgene.

I et af forsøgene med behandling af større arealer var der en kraftig zonerings i angrebet – ændring af angrebsniveauet fra 65% til 0% over en afstand på 110 m. Der var ingen tendens til, at angrebet i behandlede, henholdsvis ubehandlede parceller, afveg fra det jævne forløb. På den anden lokalitet var der 90% angrebne gulerødder i de ubehandlede parceller mod 70% i gulerødderne i den behandlede parcel. Forskellen var signifikant, men effekten var for ringe til at have praktisk interesse.

Diazinons mangelfulde effekt blev i første omgang tilskrevet de usædvanlig store nedbørsmængder i 1980, fordi det kunne forventes at give stor nedvaskning eller nedbrydning. Andre områder i Europa – bl.a. Schweiz – med tilsvarende nedbørsforhold havde tilsvarende problemer i 1980.

I 1981 blev forsøgsplanerne ændret og udvidet til også at omfatte analyser af diazinonmængder i jorden i forhold til tid efter behandlingen, de sidst anførte blev planlagt og gennemført i samarbejde med E. Kirknel, Planteværnscentrets Pesticid-analyselaboratorium, Flakkebjerg. Forsøgene blev i 1981 gennemført som blokforsøg i romerkvadrater med 5 forsøgsled og små parceller, dels af hensyn til zonerings af angreb. Der blev udført to typer behandlingsforsøg:

- 1) Behandling efter tærskeloverskridelse som i 1980, 2 doseringsniveauer (2 el. 4 liter 25% diazinon/ha – som båndsprøjtning) et forsøgsled blev behandlet 6 gange i flyveperioden med største dosering.
- 2) Behandling blev tidsplaceret i forhold til forekomsten af æg i jorden. I et forsøg blev der behandlet på fire forskellige tidspunkter, kun en enkelt behandling i hver parcel. I et andet blev tre forsøgsled hver behandlet to gange på forskellige tidspunkter, og et forsøgsled fik 4 insekticidbehandlinger (se tabel 9). Der blev båndsprøjtet med en dosering på 4 liter 25% diazinon/ha.

Der blev ikke i de gennemførte forsøg konstate-

Table 9. Sprøjteplan i bekæmpelsestidspunkt-forsøg. Brogård 1981
Number and times of treatments with diazinon against carrot fly larvae. Brogård 1981

| | 27/8 | 7/9 | 17/9 | 28/9 | % angrebne gulerødder % damaged carrots |
|--------------------------------|------|-----|------|------|--|
| Romerkvadrat I*) | | | | | |
| <i>Latin square</i> | | | | | |
| 1 behandling (treatment) | xxx | - | - | - | 13 |
| 1 behandling | - | xxx | - | - | 17 |
| 1 behandling | - | - | xxx | - | 14 |
| 1 behandling | - | - | - | xxx | 11 |
| Ubehandlet (untreated) | - | - | - | - | 18 |
| Romerkvadrat II*) | | | | | |
| <i>Latin square</i> | | | | | |
| 2 behandlinger (treatments) | xxx | xxx | - | - | 8 |
| 2 behandlinger | - | xxx | xxx | - | 7 |
| 2 behandlinger | - | - | xxx | xxx | 5 |
| 4 behandlinger | xxx | xxx | xxx | xxx | 5 |
| Ubehandlet (untreated) | - | - | - | - | 8 |

xxx = Æn båndsprøjtning med diazinon
One bandspraying with diazinon

*) Romerkvadrat = 25 parceller til 5 forsøgsled med 5 gentagelser
 Parcelstørrelse = 6 rækker à 4 m
Latin square = 25 blocks (5 treatments, 5 replicates)
Block size = 6 rows, each 4 m

ret signifikant virkning af diazinonbehandlingerne, selv hvor der var foretaget 6 behandlinger med fuld dosering placeret i rækken. Der var dog nogle ensartede tendenser i forsøgene – i retning af lavere angrebsprocenter i behandlede parceller – men med utilfredsstillende bekæmpelseseffekt. Resultaterne tyder ikke på, at der kan opnås effekt af praktisk betydning. Sammenligning af skader på ubehandlede gulerodsarealer, hvor avlere har haft gule limplader udstationeret, med skader på deres normalt sprøjtede gulerødder peger i samme retning.

Disse resultater giver ikke et sikkert billede af den effekt, der opnås ved insekticidbehandling. De ubehandlede arealer har været ret små, ca. 25 × 25 m. Det har heller ikke altid været muligt at få dem placeret så hensigtsmæssigt, at de har kunnet

give et realistisk billede af, hvad angrebsniveauet i marken ville være uden bekæmpelse.

De samlede resultater rejser tvivl om hensigtsmæssigheden af den nuværende bekæmpelse med diazinon og parathion.

Analyserne af jordprøver til belysning af diazinons tilstedeværelse på de behandlede arealer viste, at der helt op til 21 dage efter behandling var en uændret mængde diazinon i jorden, og at der ikke var sket en væsentlig transport ned gennem jordlagene. Dermed kan manglende virkning ikke tilskrives nedvaskning eller nedbrydning, hvori- mod inaktivering ved binding til jordpartikler er en uafklaret mulighed.

I 1982 udførtes et pilotforsøg til vurdering af diazinons virkning på de voksne gulerodsfluer. I fire parceller hver på 15 m² blev d. 25. juni be-

handlet en gang med diazinon (4 liter 25% diazinon/ha i rækkerne: 4 andre parceller var ubehandlet). Der blev indsamlet jordprøver til ægbestemmelse efter 0, 3, 7, 10, 17 og 24 dage. Efter 3 dage konstateredes ingen forskelle, men efter 10 dage var der signifikant flere æg i de behandlede parceller, $13,4 \pm 1,52$ mod $4,9 \pm 0,74$ i de ubehandlede parceller. Efter 17 dage kunne der stadig konstateres flest æg i de behandlede parceller. Ved gentagelse af forsøgene i forbindelse med anden generations flyvning kunne den samme forskel ikke konstateres. Da var æglægningsniveauet dog væsentligt lavere og gulerodstoppen betydelig større. Der kan ikke drages endelige konklusioner ud fra forsøget, men der er flere mulige forklaringer.

- 1) Flere ægædende rovinsekter i ubehandlede end i behandlede parceller
- 2) Diazinon dræber eller hæmmer æggene, så der sker en ophobning af uklækkede æg
- 3) Øget æglægning i behandlede parceller.

Konklusion

Virkingen af diazinon-behandlingerne har været så ringe og svingende, at det har været umuligt at få en bekræftelse eller afkræftelse af de hypotetiske tærsklers anvendelighed. Endvidere vil det være u hensigtsmæssigt at fortsætte den form for arbejde med dette middel, før betydeligt flere spørgsmål er afklaret. Hvilken virkning har diazinon på henholdsvis gulerodsfluen og dens æg og larver? I hvor høj grad er denne virkning afhængig af vejrforhold og jordbundsforhold? Er der betydende resistens i gulerodsfluebestandene?

De opnåede resultater rejser tvivl om, hvornår bekæmpelse med diazinon er en hensigtsmæssig indsats, idet der synes at være situationer, hvor end ikke maksimal indsats med midlet kan redde afgrøden. I denne forbindelse er der måske særlig grund til at bemærke, at de forhåndenværende resultater og de resultater, Institut for Pesticider opnåede omkring 1970 (*Nøddegaard et al.*, 1969; *Nøddegaard & Hansen*, 1972), tilsammen peger på, at bekæmpelse er en tvivlsom affære ved højt angrebsniveau, men også i enkelte andre situationer. Diazinon blev på daværende tidspunkt anerkendt som det bedste blandt en række mulige

stoffer, der kunne afløse de klorerede kulbrinter. Nu synes der imidlertid at være et udtalt behov for at fremskaffe nøjere oplysninger om sådanne bekæmpelsesmidler under indtryk af de krav, der må stilles, hvis man vil arbejde i retning af integreret bekæmpelse – herunder også en forbedret bekæmpelsesøkonomi.

Gulerodsfluen: Forebyggelse

Baggrund

På grund af usikre resultater af insekticidbehandling over for gulerodsfluer og ønsker om at nedsætte insekticidforbruget er der grund til at undersøge mulighederne for at mindske bestanden af gulerodsfluer ved indsats over en længere periode. En sådan mindskelse kan man tænke sig at opnå ved at udnytte forskellige dyrkningsforanstaltninger, som hver især bidrager til at begrænse gulerodsfluernes populationsudviklingsmuligheder.

Der var ikke i Initiativet planlagt egentlige forsøg med foranstaltninger, der på lang sigt kunne påvirke angrebsniveauet.

Forløb og resultater

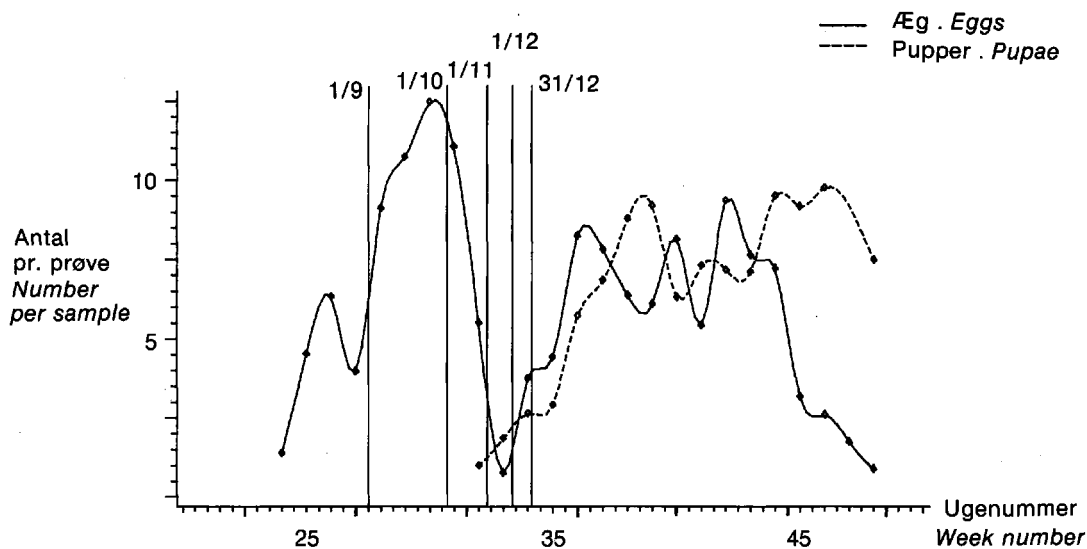
Forud for og i tilknytning til Initiativet blev der udført afprøvning af nogle gulerodssorter, der havde vist sig at have angrebet i forskellig grad. Sådanne forskelle var konstateret ved undersøgelser på Wellesbourne i England under andre dyrkningsforhold, men nu blev de efterprøvet i en række lande. Resultaterne, som viste, at forskellene i angreb var arveligt bestemt, blev publiceret af *Ellis og Hardman* i 1981. På denne baggrund er et egentligt forædlingsarbejde med henblik på at opnå resistente gulerodssorter fortsat i England og Holland.

Muligheder for forebyggelse på lang sigt

De muligheder, der kan peges på her, er en rigtig placering af såtidspunkt og optagningstidspunkt, samt anvendelse af værnerækker.

Det blev allerede side 327 nævnt, at der lægges væsentligt flere æg ved tidligt såede gulerodder end ved sent såede. Det betyder, at risikoen for at få stærke angreb af 1. generation kan formindskes ved at udskyde såtidspunktet. Herved opnås

BROGÅRD – 1979



BROGÅRD – 1980

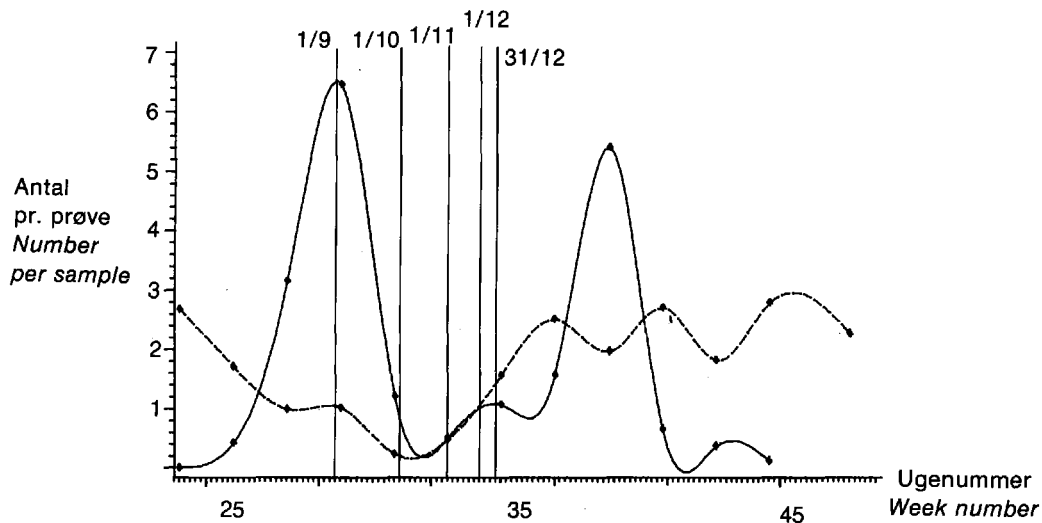


Fig. 22. Sæsonvariation i forekomst af æg (—) og pupper (- - -) af gulerodsfluen på Brogård i to sæsoner. Med lodrette linier er angivet det tidspunkt, hvor æggene skal lægges for at forpupning kan forventes, henholdsvis 1/9, 1/10, 1/11, 1/12 og 31/12.

Seasonal variation in the occurrence of eggs (—) and pupae (- - -) of the carrot fly at Brogård in two years. Vertical lines indicate the dates when eggs must be laid if the expected dates of pupation are 1 September (1/9), 1 October (1/10), 1 November, 1 December or 31 December, respectively.

endvidere, at fremkomsten af 2. generation forsinkes. Dette kan have stor indflydelse på gulerodsfluens opformering.

I fig. 22 ses forekomsten af æg og pupper i løbet af to sæsoner på én lokalitet. Kurven over forekomsten af æg viser to toppe, svarende til de to generationer, men puppekurven viser ikke tilsvarende tydeligt forekomsten af to generationer.

Udviklingstiden fra æg til puppe er stærkt temperaturafhængig (Stevenson, 1981 b). Stevenson har opdelt udviklingstiden i 2 perioder. Første periode går fra ægstadiet, til larven er færdig med at tage næring til sig og forlader gulerødderne, mens anden periode går, fra larverne forlader gulerødderne, til de forpupper sig. I anden periode er larverne uafhængige af tilstedeværelsen af gulerødder. På fig. 23 er varigheden af første og første + anden periode afbildet som funktion af det tidspunkt, hvor æggene er lagt. Disse oplysninger om udviklingstiden er brugt til i fig. 22 at angive med lodrette linier, hvornår æggene skal lægges, for at forpupning kan forventes til angivne tidspunkter. F.eks. skal æggene i 1979 være lagt inden 4. juli, for at forpupning kan forventes inden 1. september. Æg lagt efter midten af august når ikke at udvikle sig frem til forpupning inden årsskiftet. Størstedelen af 2. generations æg er lagt efter dette tidspunkt. Dette kan være en væsentlig årsag til, at en markant »ægtop« ikke efterfølges af en markant »puppetop«, som vist på fig. 22, 1980.

Af fig. 22 og 23 fremgår det endvidere, at størstedelen af 2. generations afkom end ikke når at gennemføre den del af deres udvikling, hvor de er afhængige af gulerødderne. Man kan yderligere forhindre en mængde larver i at gennemføre udviklingen ved at tage gulerødderne tidligt op. Det vil have særlig stor effekt over for gulerodsfluens at tage gulerødderne i randen af marken op tidligt, da den største del af opformeringen sker her. Mange gulerodsavlere lader de yderste rækker stå til sidst. Ofte bliver de endda pløjet ned, hvis de viser sig at have ringe værdi, evt. på grund af gulerodsflueangreb. Denne praksis er særdeles uheldig, idet den fremmer opformeringen af gulerodsfluens, der kan udvikle sig i milde perioder om vinteren, hvis der er gulerødder til stede.

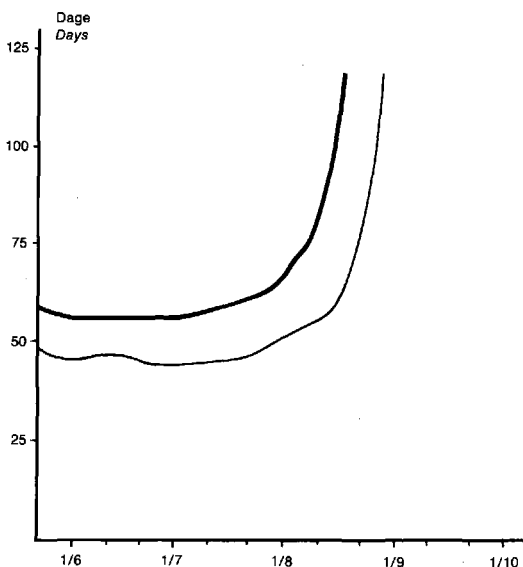


Fig. 23. Udviklingstid fra ægstadium til forpupning (—) og fra ægstadium til larven er færdigudviklet og forlader gulerødderne (---) som funktion af æglægningstidspunktet. Der er tale om gennemsnit for 1979 og 1980.

Developing time from egg to pupation (—) and from egg to fullgrown larvae (---) as function of the oviposition time. The calculation is based on average values of 1979 and 1980.

Resultater fra ægtællinger ved tidligt og sent såede gulerødder (fig. 11) peger på muligheden af at anvende værnerækker med det formål at mindske 1. generations angreb på de øvrige gulerødder. Værnerækkerne skal tiltrække en så stor del af gulerodsfluebestanden som muligt, men opformeringen skal forhindres f.eks. ved at tage gulerødderne op, før larverne er færdigudviklede. Værnerækker vil sandsynligvis have størst effekt, hvis de sås ca. en måned før resten af marken. Der kan evt. anvendes en sort med kraftig topudvikling.

Konklusion

Der er ikke gennemført egentlige forsøg med forebyggende foranstaltninger, men forsøg med andre formål har vist nogle muligheder for at mindske gulerodsfluens opformering.

Nogle resultater tyder på, at 1. generations æglægning kan koncentreres i nogle få værnerækker, hvor larverne kan tilintetgøres. En stor del af 2. generations gulerodsfluellarver har ikke altid fuldført deres udvikling, når gulerødderne tages op. Derfor kan opformeringen samlet nedsættes ved brug af værnerækker, sen såning og tidlig høst af angrebne gulerødder.

Det skal pointeres, at det er muligheder, der først bør undersøges i egentlige forsøg, hvor der også tages hensyn til andre dyrkningsfaktorer og økonomi. Umiddelbart kan det dog tilrådes altid at tage de yderste rækker op først, da det er her, der sker den største opformering af gulerodsfluen.

Diskussion af Initiativet og dets perspektiver

Sammendrag af resultater og perspektiver *Betydning for praksis*

Ser man tilbage på den hidtidige bekæmpelsesmåde af knoporme, viste snart den ene og snart den anden af to former forsinkelseeffekter sig:

- 1) angreb opdages for sent – bekæmpelse iværksættes for sent og virker derfor ikke.
- 2) angrebsophør opdages ikke og unødige behandlinger foretages i efterfølgende år.

Den første af disse forsinkelseeffekter betød voldsomme afgrødetab og tillige spildte penge til bekæmpelse.

Allerede i Initiativperioden fik man lejlighed til at modvirke disse forsinkelseeffekter. I 1978 var der endnu en betydelig bestand af små knoporme som følge af mange agerugler, stammende fra 1977's store angreb. Disse små knoporme gik til på grund af store nedbørsmængder sidst i juni og først i juli, men i manglende erkendelse af angrebene forsvinden blev unødvendige sprøjtninger udført. Dette billede ændredes i de efterfølgende år. I 1980 og 1981 var nedbøren i knopormenes vækstperiode ekstra høj. Dette forhold tog man til indtægt ud fra analyseresultaterne af vejrets indflydelse på knopormeangreb (jf. side 322 og *Mikkelsen & Eshjerg*, 1981, 1983) og de eksperimentelle resultater om våd jords negative indflydelse på knoporme (jf. side 341). Idet der samtidig fo-

relå meget lave ageruglefangster – selv med stærkt forbedrede feromonfælder som fangstredskab – frarådede man helt generelt avlerne enhver form for bekæmpelse i begge år. Høstresultatet bekræftede rigtigheden af denne disposition. I 1982 ændredes situationen en del, idet flyvningen var væsentlig større end de foregående år, og vejret var betydeligt gunstigere for de små larvers overlevelse og udvikling. Behandling blev tilrådet i følsomme afgrøder (især rødbeder til konserver) i områder, hvor nedbøren var i underkanten af det normale i juni og, hvor markerne lå på let jord. Skadeopgørelser på Samsø viste, at der på ubehandlede sandjordspletter forekom op til 5% angreb (dvs. 5% rødbeder med tydelige gnavhuller). – I behandlede var niveauet 0–½% angreb.

For knopormenes vedkommende er der inden for varsling og prognose opnået meget vigtige resultater i projektperioden:

- 1) en prognose for den generelle situation kan udarbejdes tidligt i vækstsæsonen (først i maj).
- 2) negativ varsling (dvs. behandling er unødvendig) kan udsendes med betydelig sikkerhed ved lav fangst og høj sommernedbør (sidst i juni).
- 3) det bedste behandlingstidspunkt kan fastsættes med betydelig sikkerhed ud fra fangstkurver opnået med feromonfælder (sidst i juni – ind i juli).

For at illustrere betydningen af de indhøstede resultater kan man betragte fig. 24, der viser tre hypotetiske års kurver over knoporme i 1.–2. stadium og et sæt kalenderbaserede rutinebehandlinger markeret med pile ovenover.

Tre sådanne fastliggende behandlinger hvert år vil i langt de fleste tilfælde være en sikring, men en urimelig dyr sikring. Fordi der ikke er baggrund for at »skyde« præcist én gang, »skyder« man tre gange i blinde og må nødvendigvis påregne et betydeligt antal fejlskud. I figur-tilfældet er der 6 klare fejlskud – unødige behandlinger på grund af manglende præcision – idet kun behandlingerne 20. juni i A-året, 1. juli i B-året og 10. juli i C-året er rimelig i forhold til larvetoppene.

Præciseringsproblemet er i hovedtrækkene løst, idet larvekurven kan placeres ved parallelforskydning af den tilsvarende fangstkurve for

Tæthed af knoporme
i 1. og 2. larvestadium
Density of
1st + 2nd
instar cutworms

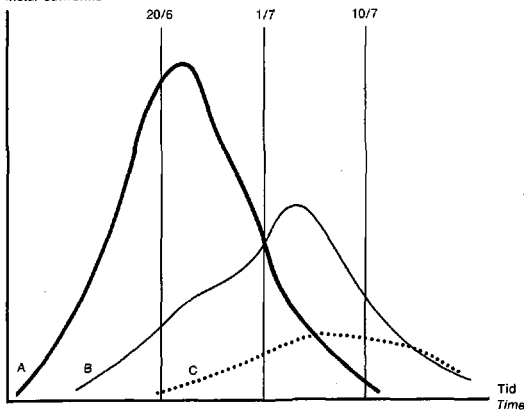


Fig. 24. Forekomstkurver af 1. og 2. stadium knoporme i tre hypotetiske år (A, B og C). De tre lodrette linier angiver omtrentlig tidsplacering af rutinebehandlinger. Figuren illustrerer dels vanskeligheden ved at ramme en top, der ikke kan erkendes, og dels at 3 »skud« er nødvendige for nogenlunde at dække årsvariationen. Occurrence of 1st and 2nd instar cutworms during three hypothetical years (A, B and C). The vertical lines mark the times of routine sprayings. The figure illustrates how difficult it is to »hit« a top which cannot be recognized, and also the necessity of at least three blind shots against variation between years.

ageruglerne. Derimod kniber det stadig at svare på, hvilken fangststørrelse af agerugler man skal regne for risikabel. Illustreret ved figuren er det situationer som B-året. Er der meget lav fangst som i C-året vil behandling altid være unødvendig, og er der meget høj fangst som i A-året, vil behandling næsten altid være påkrævet. Meget høj fangst vil i praksis sige, at der 5-6 dage i træk fanges 30 agerugler eller mere pr. fælde pr. nat.

Initiativet har således skabt et bedre beslutningsgrundlag for/imod behandling samt mulighed for at fastsætte det bedste behandlingstidspunkt. Dermed er de økonomiske muligheder principielt forbedret.

Muligheden for at bekæmpe mikrobiologisk - med insektvirus - er endnu ikke til stede i praksis, men muligheden er rykket betydeligt nærmere,

især på grund af bioassay udviklingen og metoden til massefremstilling.

Vand-forsøgene med knoporme og det statistiske analysearbejde af tidligere angreb underbygger avlernes tidligere erfaringer om vanding som et muligt indgreb over for knoporme. Denne løsning er næppe realiserbar i flertallet af gulerodsmarker, hvorimod situationen er en anden i kartoffelmarker. Her vil vanding i tørre somre kunne få et dobbeltsigte, hvis den kan styres efter fangstkurverne for agerugler, så de følsomme nyklækkede larver udsættes for maksimal jordfugtighed.

For gulerodsfluens vedkommende forelå også en rutinebehandlingssituation, men med flere behandlinger (2-4 gange diazinon eller mest almindeligt 4-8 gange parathion pr. afgrøde) og mere fast rutine. Forhåbningerne før Initiativets start om, hvad der kunne nås, var ikke så store som for ageruglen, og man har da heller ikke fået etableret en egentlig prognose. Derimod er det vigtigt, at der trods mangler ved gule limplader nu kan udarbejdes negative varslinger for gulerodsfluen. Det vil være tilfældet, når fangsterne vedvarende er under ca. 0,1 flue pr. plade pr. dag. Omvendt kan man regne det for givet, at der er behov for behandling, hvis der konstant fanges omkring 4 fluer eller mere pr. plade pr. dag, når og hvis gulerødderne har fået mere end 2-3 blivende blade. Imellem disse to yderpunkter i fangststørrelse hersker der usikkerhed omkring bekæmpelsesbehovet. Foruden denne begyndende vurdering af bekæmpelsesbehov kan fangsterne på de gule limplader også anvendes til at fastsætte det bedste behandlingstidspunkt.

Et andet problemkompleks, Initiativet har belyst, er bekæmpelsesstrategi som sådan. Hvilket, eller hvilke, af gulerodsfluens udviklingsstadier skal der sigtes på? Er der ikke mere den samme effekt af diazinon, som man fandt ved anerkendelsesforsøgene først i 1970'erne? (Nøddegaard et al., 1968, 1969; Nøddegaard & Hansen, 1972).

Når en bekæmpelse ikke kan siges at fungere særlig godt, kan der være grund til at overveje andre muligheder, f.eks. en ændret optagningspraksis. I øjeblikket tager man af kørselstekniske hensyn hyppigt gulerødderne op fra midten af

marken og giver derved de normalt randkoncentrerede angreb mulighed for at udvikle sig til et betydeligt niveau. Er angreb umiddelbart synligt, får gulerødder tilmed lov at blive stående indtil pløjning. I stedet kunne man skynde sig at tage randgulerødderne op så hurtigt, at de kunne sælges som uskadede i kraft af, at de spæde gulerodsfluelarver endnu ikke er trængt ind i selve gulerødderne. Som en ekstra gevinst på lidt længere sigt ville en sådan praksis også betyde, at den tætteste og største del af gulerodsfluepopulationen ville blive forhindret i at færdigudvikle sig og dermed gå tabt.

Økonomisk afkast af undersøgelsen

Til slut kan man forsøge ud fra en praktiker-anskuelse at spørge om afkastet af en sådan investering på mellem 4 og 5 millioner kroner til forskning. For gulerodsfluens vedkommende er der først den begrænsning, der ligger i afgrødens begrænsede areal. Ved den foreslåede fremgangsmåde kan der i gennemsnit spares mindst 2 behandlinger pr. afgrøde. Det vil ved en forsigtig beregning beløbe sig til i alt 200 kr. pr. ha. Samtidig kan der opnås udbytteforbedringer af større værdi ved bedre styring af behandlingstidspunkter. Begge forbedrings omsætning til praksis er dog i høj grad afhængig af opfølgende undersøgelse og betydelig rådgivning i starten.

Da ageruglen er et skadedyr på en lang række afgrøder, er der grund til at forsøge situationen vurderet på en anden måde for dens vedkommende. Her kan *Chr. Stapels* opgørelse fra 1977 af angrebsbetydning i 71 år benyttes. Den grafiske afbildning heraf ses på fig. 25, hvorpå også skade-

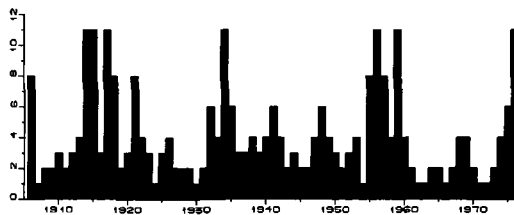


Fig. 25. Knopormeangrebenes styrke 1906-76, jf. *Stapel* (1977).
Levels of cutworm attacks 1906-76 according to *Stapel* (1977).

værdierne for 1969, 1975 og 1976 er angivet i fig. tidligere opgørelse vedr. rødbeder, gulerødder, porrer, løg og kartofler (*Thygesen*, 1970; *Zethner & Jørgensen*, 1976; *Zethner*, 1977). – Angivelserne er i daværende kroneværdier for de enkelte år. – Sættes søjler af 1955-størrelse til en tabsværdi på 50 millioner kroner pr. år og de resterende småsøjler (index 1, 2 og 3) til 0 kr. pr. år, får man ved at bruge 71-års-perioden som et generelt billede, at de 32 prisangivne år – med de angivne priser taget direkte – har kostet 1190 millioner eller 37 millioner kroner pr. år. Fordeles dette beløb over alle 71 år fås et gennemsnit på 17 millioner kroner pr. år. Da mindst en tredjedel af disse skader uden større vanskelighed vil kunne undgås med det udviklede prognose-varslingsystem, er en forsigtig sat gevinst på 5 millioner kroner pr. år meget realistisk.

Da der her kun er set på dele af Initiativet, og der er taget betydelige forbehold, kan man tillade sig at konkludere, at det har været en overordentlig gunstig investering; men den videre udnyttelse afhænger af opfølgning fra henholdsvis jordbrugets sektorforskning og jordbrugets rådgivningsapparat.

Forskningsmæssig betydning

Det bør fremhæves, at forskningsråds-financieringen har haft en betydning for samarbejde og problemløsning. Samarbejds-mæssigt har Initiativet styrket en bro mellem Zoologisk Institut på Landbohøjskolen og Zoologisk Afdeling på Planteværnscentret på trods af institutionernes ret forskellige målsætninger. Broen har sikret sammenhæng i arbejdet med integreret bekæmpelse, hvor helhedsidéen ellers let kunne forsvinde i enkeltproblemer og afmagtsfølelse hos enkeltpersoner over for den samlede problemstilling. Den gennemførte arbejdsform kan forekomme tvivlsom i lyset af forskningsinvesteringens økonomiske størrelse. Ser man imidlertid på sammenhængene i resultaterne, er det et spørgsmål, om ikke effekten pr. årsværk er betydelig større, end hvis enkeltpersoner isoleret bearbejder hver sit problem.

Blandt de endnu uløste detailspørgsmål er skadetærskelproblematikken. Den fremstår som

central og særdeles vanskelig. De bearbejdede områder har bragt en løsning væsentligt nærmere, men et mere omfattende materiale er nødvendigt med hensyn til både fældefangst i forhold til aktivitetsregulerende forhold og skader i forhold til fangster. Et tilfredsstillende materiale kan kun opnås ved en udvidelse af antallet af observationsår, da det er erfaringer fra år med en række forskellige vejrkonstellationer, der er behov for. Oftest vil det være hensigtsmæssigt at udføre et skadetærskelarbejde med en koncentreret begyndelsesindsats, der løser metodeproblemer, og følge denne op med regelmæssig vejr-, fangst- og skaderegistrering over adskillige år.

De opnåede resultater vedrørende gulerodsfluen må tilskrives en betydelig modelværdi for især arbejde med kålfluer og løgfluer, der har mange biologiske fællestræk med gulerodsfluen.

Ligeledes kan udvikling af agerugle-feromonfælder og anvendelse af vejrkorrigeret fangst anses for værdifuld som arbejdsmodel angående skadelige sommerfugle i frilandsgrønsager og frugt. Selve feromonets færdigudvikling indebærer en potentiel mulighed for bekæmpelse ved kommunikationsforvirring, dvs. udsprengning af så mange duftenheder, at de naturlige hunners duftspor tilsløres. Dog vil en undersøgelse af befrugtede hunners aktionsradius først være påkrævet.

Også fra Initiativets andet hovedområde – alternative metoder til kemisk bekæmpelse – bør elementer fremdrages.

Bekæmpelse ved hjælp af insekt-virus er endnu ikke en praktiker-tilgængelig metode. Dog er underlaget for egentlige markforsøg nu tilvejebragt i kraft af en massefremstillingsmetode (EF-virus-projekt tilknyttet Initiativet). Vigtigst er imidlertid udviklingen af et bioassay for kapselvirus. Dette bioassay er essentielt for løbende kontrol af viruset, og antagelig også for miljømyndighedernes godkendelse af det som kommercielt bekæmpelsesmiddel.

Supplerende undersøgelser

Initiativet har fået nogle faglige udløbere. Således har en specialestuderende (*Peter Højer Petersen*) fra Københavns Universitet undersøgt løbebil-

lefaunaen i henholdsvis behandlede og ubehandlede gulerodsarealer, hvor gulerodsfluebestande, ægtætheder og puppetætheder er undersøgt af Initiativet. Resultaterne foreligger ikke endnu. Med delvis brug af gulerodsfluemateriale fra Initiativet er licentiatstuderende *Jørgen Eilenberg* i gang med en undersøgelse af insektpatogene svampe af slægten *Entomophthora* hos gulerodsfluen med henblik på disse svampes indflydelse på populationsforholdene og mulige anvendelse til biologisk bekæmpelse. Altså en alternativ mulighed, som ikke kunne rummes af selve Initiativet.

Afsluttende kommentarer

Hvis Initiativets metoder og resultater kan bruges som model i det videre arbejde med jordbrugets skadedyr, er en vigtig del af målet nået. Dog mangler i høj grad en opfølgende forskning, hvorunder den opnåede videns anvendelighed demonstreres i praksis over en bredere front. Dette vil kunne ske ved at kombinere en videreførelse af fældefangst – skadetærskelforskning for både agerugle og gulerodsflue med en form for overordnet konsulentvirksomhed. Dette arbejde bør ske i samarbejde med og til støtte for planteavlskonsulenter, og det skal føre til egentlige brugervejledninger efter eventuelle tilpasninger.

Der kan være grund til at fremføre nogle bemærkninger til »forskningspolitisk eftertanke« omkring den ovennævnte opfølgingsforskning. Dette stykke arbejde er ikke umiddelbart attraktivt og heller ikke særlig forskningsmeriterende i forhold til mange andre opgaver, som hurtigere og især lettere kan kaste mere iøjnefaldende resultater af sig.

Derfor kan der let ske en glidende nedprioritering til fordel for mere attråværdige opgaver. Fra erhvervets side kan ikke ventes nogen rekvirering, da den endelige forståelse og dermed følelse af behov først kan forventes i takt med demonstration af resultaternes værdi. Derfor er der en betydelig risiko for, at sådant tidsbegrænset arbejde kan føre til nogle pæne forskningspublikationer, mens resultaterne i forhold til praksis blot bliver tabt på gulvet.

Med hensyn til Initiativets virus-del bør en vi-

dereførelse prioriteres højt, idet der både forskningsmæssigt og i praksis er behov for et gennembrud af en sådan biologisk bekæmpelsesmetode på friland. Dette synspunkt skal bl.a. ses ud fra den praktiske afsmitningseffekt, det havde i væksthusektoren, da biologisk bekæmpelse af mellus på tomatplanter og spindemider på agurkplanter demonstrerede sin værdi.

Appendix vedr. projektets organisering

Finansiering af projektet

Projektet har løbet over 4 vækstsæsoner, det blev startet september 1978 og kom op på fuld bemanding januar 1979. Midler til projektet er bevilget af SJVF og SNF. Der er i alt bevilget 2,9 mio. kr., hvoraf 85% stammer fra SJVF. Af den gennemsnitlige årlige bevilling er 75–80% gået til løn til ansatte, 5–10% til aflønning af studentermedhjælp i spidsbelastningsperioder; 7–8% til materialer, og 4–5% til dækning af rejseudgifter i indland. Dertil kommer midler, som er bevilget til udenlandske rejser samt en bevilling til indkøb af termoskabe i forbindelse med start af EF-projekt omkring virusproduktion (tilknyttet Initiativet).

Til de samlede »omkostninger« bør indregnes den arbejdsindsats og det materialeforbrug, der er ydet af de to »hjemstedsinstitutioner« Planteværnscentret og Landbohøjskolen. For de to institutioner er det skønnet, at der årlig samlet er ydet hjælp svarende til 1 årsværk og videnskabeligt personales indsats svarende til 1,25 årsværk.

Den samlede arbejdsindsats har dermed været:

| | | Forskningsråds- ansatte | Institutions- ansatte | I alt |
|--------------------------|---------|----------------------------|--------------------------|-------|
| Videnskabeligt personale | årsværk | 8,5 | 5 | 13,5 |
| Teknisk-admin. personale | årsværk | 8 | 4 | 12 |

som er udført af:

Jørgen Jørgensen (projektleder)

Ole Zethner 1/9 1978–14/10 1980 KVL¹⁾

Leif Øgaard 15/10 1980–31/3 1983 KVL

Jens Kvist Nielsen 1/1 1979–31/12 1982 KVL

Bitten Bolet

(EF-projekt) 1/11 1980–31/12 1982 KVL

Peter Esbjerg PVC²⁾

Holger Philipson KVL

Jørgen B. Stenfeldt 15/10 1978– 1/2 1980 KVL

Lone Wimdrup 1/3 1980–31/12 1982 KVL

Niels J. Mogensen 1/1 1979–31/10 1981 PVC

Alex Percy-Smith 1/1 1982–31/12 1982 PVC

For Initiativets gennemførelse har det været af største vigtighed, at de foranstående personer har modtaget støtte i arbejdet fra flg. institutioner, fagkolleger og ikke mindst enkeltpersoner, hvoriblandt forsøgsværter:

Statens Planteavlsvorsøg:

Det Jordbrugsmeteorologiske Projekt

Dataanalytisk Laboratorium

Virologisk Afd., Planteværnscentret

Analyselaboratoriet for Pesticider

Institut for Grønsager, Havebrugscentret

Roskilde forsøgsstation, Landbrugscentret

Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole:

Hydroteknisk Laboratorium

Afd. for Fysiologisk Botanik

Meteorologisk Institut, Klimatologisk afdeling

Heinrich Arn, Wädenswil, Schweiz

R. Bues, Montfavet, Frankrig

M. Tóth, Budapest, Ungarn

(isolering og felttestning af feromon)

Erich Städler, Wädenswil, Schweiz

Just Freuler, Nyon, Schweiz

(limpladeudvikling)

¹⁾ Landbohøjskolen

²⁾ Planteværnscentret

Chris Payne, Littlehampton, England
Hugh Evans, Oxford, England
Ceri Williams, Littlehampton, England
(insektvirus)

På Lammefjorden:

Arne Andersen, Fjordgården
Erling Andersen, Rønnely
Jørgen Bentsen, Brogård (Fårevejle St.)
Claus Clausen, Stubberupholm
Halfdan Jensen, Fårevejlegård
Jørgen Fjord Kristensen, Slotsgården
Hans Meldgaard, Lovtholm
Kaj Olsen, Strandholm
Kjeld Rasmussen, Brogård (Hørve)
Christen Skærbæk Jensen, Højbjerggård
Frede Svendsen, Ingerby
Knud Wiuff, Brogård (Gislinge)

Lars Bernt Hansen, Bredmosegård, Fåborg
Hans Carlsen, Lille Guldsten, Sundbylille.
Per og Morten Kæmpe, Tranebjerg og Onsbjerg
Paul Hermansen, Permelille

Fhv. planteavlskonsulent Harald Jensen
Specialafgrødekonsulent Kim Enemark
» Torkild Todsen
Planteavlskonsulent Erik Matthiesen

Styring og koordination

I projektperioden er den daglige styring varetaget af det videnskabelige personale.

For at kunne koordinere har der været afholdt 1-3 møder om måneden med størst mødeaktivitet i planlægningsfaser og i forbindelse med rapportudarbejdelse. Orientering og evaluering har i nogen udstrækning også kunnet foregå i forbindelse med, at flere projektengagerede samtidig har deltaget i udførelse af praktiske arbejder i felten. Ved to årlige møder mellem Initiativets styringsgruppe:

H. Holstener-Jørgensen, formand
Jørgen Hermansen
Kr. Hardy Knudsen
Axel Michelsen
Jørgen Jørgensen

og Initiativets videnskabelige medarbejdere har styringsgruppen givet en væsentlig støtte ved omhyggelig gennemgang af rapporterede delresultater samt detailplaner. – Sekretær for og koordinator af dette arbejde har været Holger Rasmussen, Forskningssekretariatet.

Litteratur

- Arn, H., Städler, E., Rauscher, S., Buser, H. R., Mustaparta, H., Esbjerg, P., Philipsen, H., Zethner, O., Struble, D. L. & Bues, R. (1980): Multicomponent sex pheromone in *Agrotis segetum*. Preliminary Analysis and Field Evaluation. 2. Naturforsch. 35c, 986-989.
- Arn, H., Baltensweiler, W., Bues, R., Buser, H. R., Esbjerg, P., Guerin, P., Mani, E., Rauscher, S., Szocs, G. & Tóth, M. (1982): Refining lepidopteran sex attractants. Les Médiateurs chimiques, Versailles, 16-20 nov. 1981 Ed. INRA Publ., 1982 (Les Colloques de l'INRA 7) 261-265.
- Arn, H., Esbjerg, P., Bues, R., Tóth, M., Szocs, G., Guerin, P. & Rauscher, S. (1983): Field attraction of *Agrotis segetum* Males in Four European Countries to Mixtures Containing Three Homologues Acetates. J. Chem. Ecol. 9, 267-276.
- Benz, G. (1971): Synergism of Micro-organisms and Chemical Insecticides. In: Microbial Control of Insects and Mites (Ed. Burges and Hussey) Academic Press, London-New York. 861 pp.
- Bestmann, H. J., Vostrowsky, O., Koschätzky, K.-H., Platz, H., Brosche, T., Kantardjiew, I., Rheinwald, M. & Knauf, W. (1978): (Z)-5-Decenylacetat, ein Sexuallockstoff für Männchen der Saateule *Agrotis segetum* (Lepidoptera). Angew. Chem. 10, 851-861.
- Bolet, Bitten (1983): Produktion af insektvirus til biologisk bekæmpelse – herunder udvikling af metode til produktion af ageruglens kapselvirus (*Agrotis segetum* GV). Tidsskr. Planteavl 87, 417-424.
- Bovien, P. & Stapel, C. (1935): Knopormeangrebet 1934. Tidsskr. Planteavl 40, 599-621.
- Bromand, B., Esbjerg, P., Philipsen, H. & Zethner, O. (1977): Knoporme – varsling – feromoner. Ugeskr. f. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122, 374-376.
- Brunel, E. (1979): Etude de l'ovogenese de *Psila rosae* Fab. (Diptere Psilides): role de la temperature, de l'alimentation et de la plante hôte. Ann. Zool. Ecol. Anim. II, 227-246.
- Burges, H. D., Croizier, G. & Huber, J. (1980a): A review of safety tests on baculoviruses. Entomophaga 25, 329-339.
- Burges, H. D., Huber, J. & Croizier, G. (1980b): Guidelines for safety tests on insect viruses. Entomophaga 25, 341-347.

- Burn, A. J. & Coaker, T. H. (1981): Diapause and overwintering of the carrot fly, *Psila rosae* (F.) (Diptera: Psilidae). Bull. ent. Res. 71, 583–590.
- David, W. A. L. & Gardiner, B. O. C. (1967): The effect of heat, cold, and prolonged storage on a granulosis virus of *Pieris brassicae*. Journ. Invert. Pathol. 9, 555–562.
- Doane, C. C. (1969): Transovum transmission of a nuclear polyhedrosis virus in the gypsy moth and the inducement of virus susceptibility. Journ. Invert. Pathol. 14, 199–210.
- Eilenberg, J. (1983): *Entomophthora*-svampe på gulerodsfluen (*Psila rosae* F.). Muligheder for anvendelse af *Entomophthora*-svampe til biologisk bekæmpelse af skadedyr. Tidsskr. Planteavl 87, 399–406.
- Ellis, P. R. & Hardman, J. A. (1981): The consistency of the resistance of eight carrot cultivars to carrot fly attack at several centres in Europe. Ann. appl. Biol. 99, 491–497.
- Entwistle, P. F. (1982): The association of Baculoviruses with the surfaces of coniferous trees. Proceedings »Invertebrate Pathology and Microbial Control Colloquium« 6.–10. september 1982, Brighton, 302–306.
- Esbjerg, P. (1983a): Integreret bekæmpelse – principper og definitioner. Tidsskr. Planteavl 87, 357–364.
- Esbjerg, P. (1983b): Fangst af agerugler (*Agrotis segetum*) og nedbørsmåling som baggrund for knopormevarsling. Tidsskr. Planteavl 87, 371–377.
- Esbjerg, P., Nielsen, J. K., Zethner, O. & Philipsen, H. (1980a): Integreret bekæmpelse af skadelige insekter på gulerødder. Ugeskr. f. Jordbrug 125, 119–121.
- Esbjerg, P. & Zethner, O. (1980b): Knopormevarsling baseret på registrering af vejrlig og på fangst af agerugler (*Agrotis spp.*) i feromonfælder. Nordisk Planteværnskonference, Noresund, Norge.
- Esbjerg, P., Philipsen, H. & Zethner, O. (1980c): Monitoring of flight periods of *Agrotis segetum* using sex traps baited with virgin females. Tidsskr. Planteavl 84, 387–397.
- Esbjerg, P., Nielsen, J. K. & Zethner, O. (1982): Influence of trap design on catch of turnip moth (*Agrotis segetum*, Lep., Noctuidae) males in sex traps baited with virgin females. Les Médiateurs chimiques, Versailles, 16–20 nov. 1981. Ed. INRA Publ., 1982 (Les Colloques de l'INRA, 7) 316–323.
- Evans, H. F. (1982): The ecology of *Mamestra brassicae* NPV in soil. Proceedings »Invertebrate Pathology and Microbial Control Colloquium 6.–10. september 1982, Brighton, 307–312.
- Hansen, L. Ø. & Zethner, O. (1979): Techniques for rearing 26 species of Noctuidae (Lepidoptera) on an artificial diet. Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Year Book 1979, 84–97.
- Hill, A. S., Rings, R. W., Ewier, S. R., Roelofs, W. L. (1979): Sex pheromone of the black cutworm moth, *Agrotis ipsilon*. J. chem. Ecol. 5, 439–457.
- Jacques, R. P. & Morris, O. N. (1981): Compatibility of pathogens with other methods of pest control and with different crops. In: Microbial control of pests and plant diseases 1970–1980, 695–716 (Ed. H. D. Burges). 949 pp.
- Jones, O. T. & Coaker, T. H. (1980): Dispersive movement of carrot fly (*Psila rosae*) larvae and factors affecting it. Ann. appl. Biol. 94, 143–152.
- Jørgensen, J. & Thygesen, Th. (1968): Gulerodsfluen, *Psila rosae* F. Tidsskr. Planteavl 72, 1–25.
- Mikkelsen, S. A. & Esbjerg, P. (1981): The influence of climatic factors on cutworm (*Agrotis segetum*) attack level, investigated by means of linear regression models. Tidsskr. Planteavl 85, 291–301.
- Mikkelsen, S. A. & Esbjerg, P. (1983): Linear regression models for the effect of climatic factors on the level of attack by *Agrotis segetum*. EPPO Bull. 13, 193–199.
- Missonnier, J. & Bouille, N. (1964): Remarques sur la biologie de la mouche de la carotte. Détermination des dates de vol par piégeage des adultes. Phytoma 156, 31–33.
- Nielsen, Jens Kvist (1983): Bestemmelse af æg- og puppeantal af gulerodsfluen (*Psila rosae* F.) ved indsamling af jordprøver. Tidsskr. Planteavl 87, 379–387.
- Nøddegaard, E., Hansen, T. & Rasmussen, A. Nøhr (1968): Afprøvning af plantebeskyttelsesmidler 1967. Tidsskr. Planteavl 72, 273–321.
- Nøddegaard, E., Hansen, T. & Rasmussen, A. Nøhr (1969): Afprøvning af plantebeskyttelsesmidler 1968. Tidsskr. Planteavl 73, 488–548.
- Nøddegaard, E. & Hansen, K. E. (1972): Forsøg med plantebeskyttelsesmidler i landbrugs- og specialafgrøder 1971. Tidsskr. Planteavl 76, 658–681.
- Overbeck, H. (1978): Untersuchungen zum Eiablage – und Befallsverhalten der Möhrenfliege, *Psila rosae* F. (Diptera: Psilidae), im Hinblick auf eine modifizierte chemische Bekämpfung. Mitt. Biol. Bundesanstalt, Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem 183, 145 pp.
- Philipsen, H. (1983): Brug af gule limplader til vurdering af risiko for angreb af gulerodsfluen. Tidsskr. Planteavl 87, 389–397.
- Philipsen, H., Nielsen, J. K., Zethner, O. & Esbjerg, P. (1980): Metoder til integreret bekæmpelse af skadedyr i gulerødder – beskrivelse af et nystartet projekt. Nordisk Planteværnskonference, Noresund, Norge. 8 pp.
- Philipsen, H., Nielsen, J. K., Øgaard, L. & Esbjerg, P. (1982): Registreringsmetoder for skadedyr i gulerødder. Nordisk Planteværnskonference, Roskilde. 10 pp.
- Shah, B. H., Zethner, O., Gul, H. & Chaudhry, M. I. (1979): Control experiments using *Agrotis segetum* granulosis virus against *Agrotis ipsilon* on tobacco seedlings in Northern Pakistan. Entomophaga 24, 393–401.

- Stairs, G. R. & Milligan, S. E. (1980): Quantitative effects of heat on Baculovirus Virions released from Polyhedra (Nuclear-Polyhedrosis Virus-Galleria mellonella). *Environ. Entomol.* 9, 586-588.
- Stapel, Chr. (1977): Den økonomiske betydning af plantesydommenes og skadedyrenes bekæmpelse i landbruget. *Ugeskr. f. Agron., Hort., Forst. og Lic.* 122, 735-746.
- Stevenson, A. B. (1981a): Carrot rust fly: Monitoring adults to determine whether to apply insecticides. *J. econ. Ent.* 74, 54-57.
- Stevenson, A. B. (1981b): Development of the carrot rust fly, *Psila rosae* (Diptera: Psilidae), relative to temperature in the laboratory. *Can. Ent.* 113, 569-574.
- Städler, E. (1970): Beitrag zur Kenntnis der Diapause bei der Möhrenfliege (*Psila rosae* Fabr., Diptera: Psilidae). *Mitt. Schweiz. Ges.* 43, 17-37.
- Städler, E. (1971/1972): Über die Orientierung und das Wirtswahlverhalten der Möhrenfliege, *Psila rosae* F. (Diptera: Psilidae) I & II. *Z. angew. Ent.* 69, 425-438 & 70, 29-61.
- Thygesen, Th. (1970): Jordbrugets tab ved knopormeangreb i 1969 og forebyggelse af nye angreb. *Ugeskr. f. Agronomer* 115, 5-9.
- Thygesen, Th. (1971): Om korrelationen mellem knopormeangreb, lysfældfangster og vejrforhold. *Tidsskr. Planteavl* 75, 807-815.
- Tóth, M., Jakab, J. & Novák, L. (1980): Identification of two components from the sex pheromone system of the white-lined dart moth, *Scotia segetum* (Schiff.) (Lep., Noctuidae). *Z. angew. Ent.* 90, 505-510.
- Wainhouse, D. (1977): Rhythmic activity of adult carrot fly, *Psila rosae*. *Physiol. Entomol.* 2, 323-329.
- Wakamura, Sadao (1980): Sex attractant pheromone of the common cutworm moth *Agrotis fucosa* Butler: Field Evaluation. *Appl. Ent. Zool.* 15, 167-174.
- Zethner, O. (1977): Losses caused by cutworms (*Agrotis segetum* Schiff.) and approaches to their control in Denmark. *Proc. British Crop Protection Conf.-Pest & Diseases*, 271-277.
- Zethner, O. (1980a): Bekæmpelse af knoporme med kapselvirus. *Ugeskrift for Jordbrug* 125, 122-125.
- Zethner, O. (1980b): Control of *Agrotis segetum* (Lep.: Noctuidae) on root crops by granulosis virus. *Entomophaga* 25, 27-35.
- Zethner, O. (1980c): Five years continuous rearings of the turnip moth (*Agrotis segetum* Schiff.). Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Year Book 1980, 69-80.
- Zethner, O. & Jørgensen, A. S. (1976): Angreb af knoporme i 1975, skader, tab og bekæmpelsesmulighed. *Ugeskr. f. Agron., Hort., Forst. og Lic.* 121, 530-534.
- Zethner, O. & Esbjerg, P. (1978): Cutworm attack in relation to rainfall and temperature during 70 years. *Proceedings of the Nordic symposium on climatic changes and related problems*. Danish Meteorological Institute, Climatological Papers 4, 103-108.
- Øgaard, Leif (1983): Mulighederne for anvendelse af insektvirus til biologisk bekæmpelse af skadelige insekter. *Tidsskr. Planteavl* 87, 407-415.

Manuskript modtaget den 14. juni 1983.