

Mulighederne for anvendelse af insektvirus til biologisk bekæmpelse af skadelige insekter

The possible use of insect viruses in the biological control of insect pests

Leif Øgaard¹⁾

Resumé

Baculovirus (NPV og GV) anses i dag for et meget lovende alternativ til kemiske midler. Disse virus naturlige eksistensmåde beskrives for at belyse, hvorfor en bekæmpelse med disse midler kræver gentagne sprøjtninger år efter år. Desuden gennemgås, hvilke muligheder og hvilke begrænsninger der er for en praktisk anvendelse af insektvira til skadedyrbekæmpelse: Specificitets-, udbringnings-, persistens-, sikkerheds- og pesticidforeneligheds-aspekter påpeges.

I udlandet produceres og sælges i dag adskillige insektvirus-præparater og, når sikkerhedsmæssige retningslinier er opstillet for anvendelse i Danmark, vil mikrobiologisk bekæmpelse også kunne foregå herhjemme. Denne anvendelse kan kun blive en realitet på grund af, at der i løbet af ca. 10 år er blevet forsket i virkning og produktion af 4–5 forskellige insektvira i Norden. Det er sandsynligt, at et eller to af disse vira vil være blandt de første, der kommer til praktisk anvendelse.

Nøgleord: *Baculovirus*, insekt virus, skadedyrbekæmpelse, specificitet, persistens.

Summary

Baculoviruses (NPV and GV) are today considered very useful control agents to substitute chemical insecticides. The way these viruses exist in nature is described to illustrate why biological control with these pathogens can only be achieved by recurrent treatments. The possibilities and limitations for the future use of insect viruses are: Aspects of specificity, spraying, persistence, safety and pesticide compatibility.

In many countries several viral insecticides are produced commercially and when safety guidelines for use in Denmark are set up, microbiological control can also take place here. The future use of insect viruses will be possible owing to the research on 4–5 different viruses that has been done in the Northern countries over the past 10 years. Most likely one or two of these viruses will be the first ones to be used in Denmark.

Key-words: *Baculovirus*, insect viruses, pest control, specificity, persistence.

¹⁾ Adresse: Zoologisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 1870 København V.

Indledning

Inden for biologisk bekæmpelse anses insektvirus i dag som meget lovende mikrobiologiske insekticider til bekæmpelse af skadelige insekter. Det er bl.a. derfor hensigten med denne artikel at belyse, hvilke muligheder man har for at anvende insektvirus til skadedyrbekæmpelse, ligesom det vil blive gennemgået hvilke begrænsninger, der kan være tale om.

Muligheden for at anvende et insektvirus er først og fremmest betinget af, at 2 forudsætninger er opfyldt:

- 1) Viruset må have høj effekt (patogenitet) over for værdtyret, og det bør ingen skadelig effekt have over for andre organismer end den insektorden, værdtyret repræsenterer.
- 2) Viruset må kunne massefremstilles inden for overskuelige økonomiske rammer.

Denne artikel omhandler især bekæmpelse med insektvirus, der forventes at opfylde ovenstående 2 forudsætninger. Aspekterne omkring massefremstilling bliver gennemgået på side 417 (Bolet, 1983).

Når der tales om insektvirus til mikrobiologisk bekæmpelse, tænkes der især på virustyper*), hvor viruspartiklerne er indlejret i, og beskyttet af, et inklusionslegeme (*Inclusion Body* - IB).

*) Opdelingen af virus i familier og slægter er stadig ufuldendt, og artsopdelingen er nærmest umulig at foretage på grund af manglende synlige karakterer. I dag gives »artsnavne«, ud fra hvilket insekt viruset er fundet hos (f.eks. Kapselvirus hos *Agrotis segetum* = AsGV og Polyedervirus hos *Mamestra brassicae* = MbNPV).

Dette gælder virustyperne NPV (*Nuclear Polyhedrosis Virus*), GV (*Granulosis Virus* = Kapselvirus) og CPV (*Cytoplasmic Polyhedrosis Virus*), hvis navne til en vis grad er beskrivende for inklusionslegemets form. Disse vira er almindeligt forekommende, og man kender i dag mange hundrede insektarter, der er værtter for én eller flere af disse vira. Blandt de andre, og mere sjældne virustyper kan nævnes: Entomopox Virus med inklusionslegemer (EPV), Iriserende Virus, Parvo Virus og Picorna Virus – alle uden inklusionslegemer (Non Occluded Virus (NOV)) (Smith, 1976).

Nogle af egenskaberne hos CPV er årsag til, at CPV har begrænsede anvendelsesmuligheder i den mikrobiologiske bekæmpelse.

For det første indeholder viruspartiklerne dobbelt-strengt RNA, hvorved de har fællestræk med pattedyr- og plantepatogene vira, der har enkelt-strengt RNA. Mange eksperter er uenige om de sikkerhedsmæssige konsekvenser af dette forhold, og der fremstilles i dag kun ét viruspræparat med CPV (Japan) (Katagiri, 1981). For det andet virker CPV meget langsomt, idet værdtyrene (larverne) oftest overlever i flere uger og først dør, når de skal forpuppe sig. Dette vil ofte være i strid med de fleste jordbrugeres ønske om at se en hurtig effekt af deres bekæmpelsesanstrengelser.

For det tredje har CPV lille holdbarhed efter udbringningen, og for det fjerde er de fleste CPV for uspecifikke.

Derfor omhandler følgende stort set kun NPV og GV. Disse vira udgør slægten *Baculovirus*, og de har en række fælles træk, der adskiller dem fra CPV og alle andre virustyper (tabel 1 og fig. 1).

Tabel 1. De vigtigste træk hos de hyppigst forekommende insektvira
The most important characteristics of the most common insect viruses

	Partikel indhold	Opformeringssted		Antal partikler pr. enhed	Dage for pato- genesen
		væv	celledel		
NPV	DNA	traché	kerne	10-100	4-14
GV		epidermis fedtlegeme blodlegemer	kerne cytoplasma		
CPV	RNA	midtarm	cytoplasma	100-1000	14-50

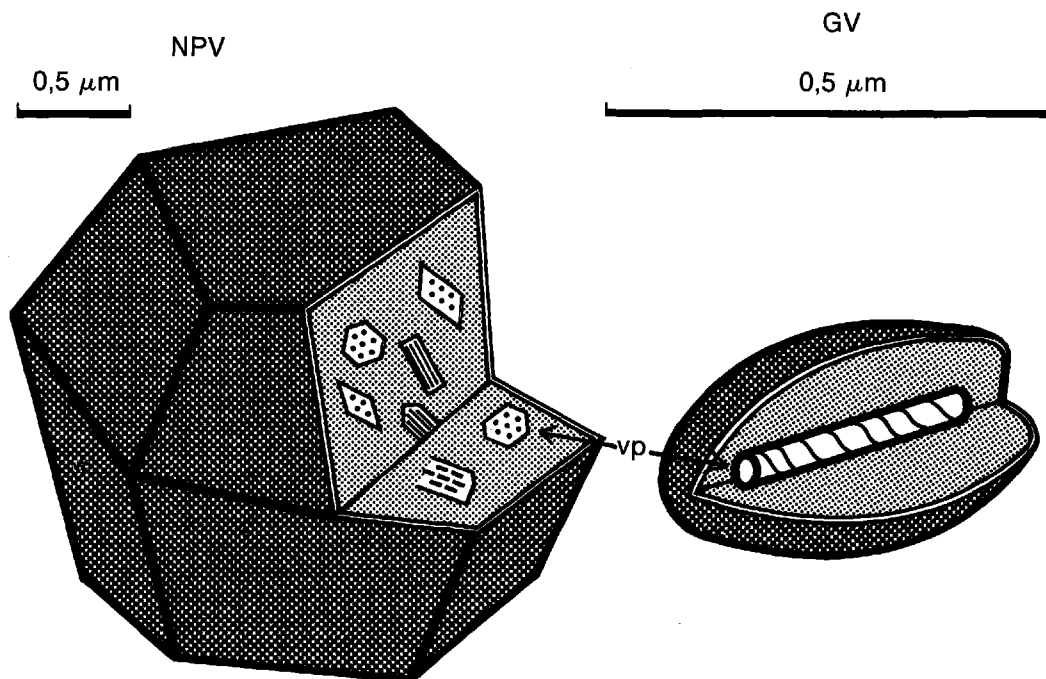


Fig. 1. Kernepolyedervirus (NPV) og kapselvirus (GV) med snit, der illustrerer den indre opbygning med viruspartikler (vp).
Nuclear Polyhedrosis Virus (NPV) and Granulosis Virus (GV) with section to show the inner structure with virus particles (vp).

Forekomst i naturen

I naturen ses insektvirus hyppigst i forbindelse med voldsomme angreb af skadedyr, der har nået et meget højt populationsniveau (epidemisk optræden). Mod slutningen af sådanne skadedyrsudbrud foregår almindeligvis en kraftig opformering af patogener, f.eks. insektvira (epizootisk forekomst), der ofte vil være den væsentligste årsag til angrebets sammenbrud.

I forbindelse med epizootiske forekomster

spredes meget store mængder af patogenet i miljøet – mange gange flere end der udsprøjtes i forbindelse med bekæmpelse (tabel 2).

Den videre forekomst af viruset – indtil en ny epizootisk opformering kan ske – er betinget af virusets evne til at bevare sin infektionsevne (virulens) under ophold i miljøet, eller dets evne til at optræde i værtsdyrene, når disse optræder sparsomt (enzootisk forekomst) (fig. 2).

Tabel 2. Sammenligning af virusmængde – ved udsprøjtning og naturligt forekommende under epizootier. (Modificeret efter Zethner, 1976)
Comparison of the amount of virus used in control and the amount occurring naturally during an epizootic. (Modified from Zethner, 1976)

SPRØJTET:	80 l væske pr. ha og 10^7 IBs pr. ml	10^{12} pr. ha
NATURLIGT:	1000 døde larver/m ² min. 10^8 IBs pr. larve	10^{15} pr. ha

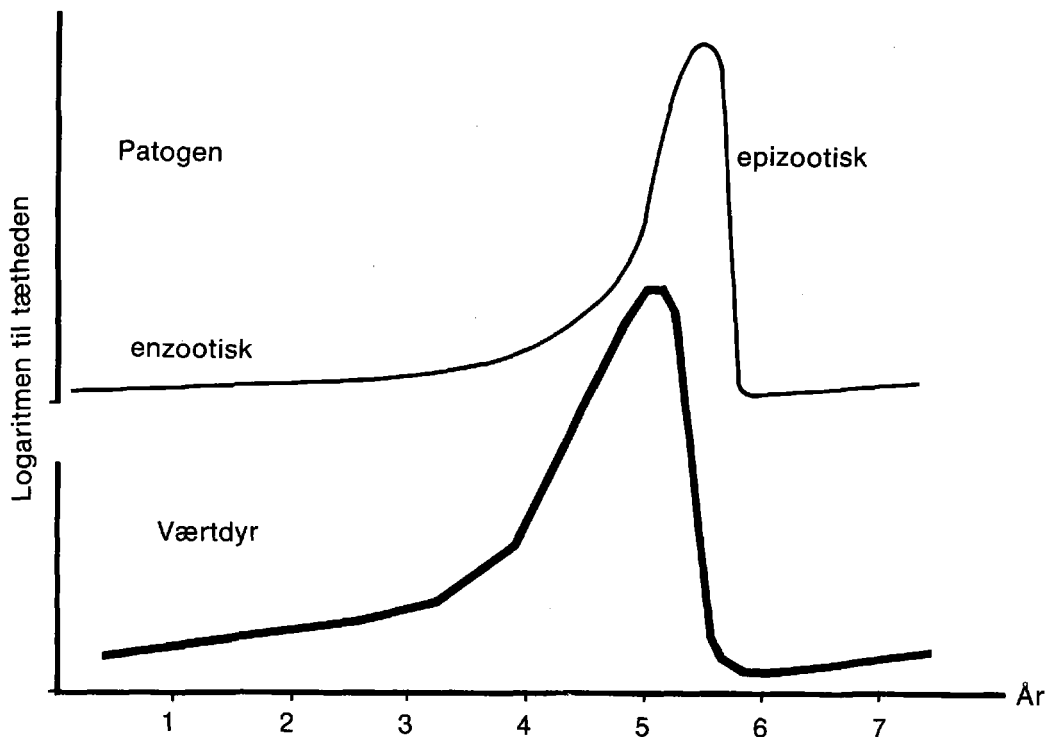


Fig. 2. Skematisk fremstilling af et traditionelt virus/vært forløb over en årrække.
A generalised picture of a traditional virus/host course over a number of years.

Nonnen, *Lymantria monacha*, og dens NPV er et eksempel på dette virus/insekt samspil.

Et væsentligt formål med denne gennemgang af insektvirus naturlige eksistensmåde er at få påpeget, hvorfor en automatisk vedholdende regulering med naturligt forekommende insektvirus ikke kan ske på de populationsniveauer, vi ønsker. Kun anvendelse af prædatorer og parasitoider har med tiden resulteret i vellykkede bekæmpelser med langtidseffekter. Dette beror på, at prædatorer og parasitoider er direkte tæthedsafhængige og derfor i stand til at regulere værdtjør ved selv mindre populationsændringer. Insektvira, derimod, optræder som forsinkede, tæthedsafhængige mortalitetsfaktorer, der kun har en virkelig mærkbar effekt ved høje værdtjør-bestande. Med andre ord, viruset må almindeligvis udsprøjtes, hver gang værdtjørpopulationen passerer skadetærskelniveauet – en bekæmpelsesmåde, der er

ressourcekrævende både mht. arbejdskraft og mængden af bekæmpelsesmiddel. Der må derfor gøres forsøg på at øge effekten og holdbarheden af de udsprøjtede viruspræparater, hvis bekæmpelsesomkostningerne skal kunne holdes på et fornuftigt niveau.

Bekæmpelse

Følgende 6 punkter er vigtige at tage i betragtning, når bekæmpelse med insektvirus overvejes.

1) Hvilke insekter kan bekæmpes?

Baculovirus er som tidligere nævnt opbygget således, at de infektiøse enheder (viruspartiklerne) er indlejret i en proteinmasse (inklusionslegeme). Dette proteinstof opløses kun ved pH-værdier omkring 10, hvilket indebærer at *Baculovirus* må være tilpasset planteædende insekter, der har pH-værdier på 10–11 i deres tarmsystem.

Mange insektordener har planteædende repræsentanter, men da *Baculovirus* endnu ikke er observeret hos bl.a. bladlus, tæger og græshopper, er der grund til at antage, at kun holometabole insekter udgør passende værter. Larvestadiet hos disse insekter synes særlig velegnede for opformering af intercellulære, parasitiske mikroorganismer; i hvert fald kan insektvirus kun sjældent opformeres i voksne insekters væv (Smith, 1976).

Baculovirus optræder således i en ret lille niche (planteædende larver af holometabole insekter), en niche, der for 80–90% vedkommende udgøres af sommerfugle (*Lepidoptera*) og for de resterende 10–20% vedkommende udgøres af hvepse (*Hymenoptera*), tovingede (*Diptera*), netvingede (*Neuroptera*) og biller (*Coleoptera*).

Ud over at slægten *Baculovirus* optræder relativt specifikt, er der yderligere den specificitet, at hver virus»art« sædvanligvis kun vil være at finde hos enkelte nært beslægtede værdyr. Specificiteten er generelt så høj, at man må påregne at skulle benytte ét virus mod hvert skadedyr, man ønsker bekæmpet i samme afgrøde.

2) Hvordan udbringes insektvirus?

Ved behandling af afgrøderne med insektvirus kan som regel benyttes samme metode, som anvendes ved udsprøjtning af kemiske insekticider, dvs. udbringning med traktor, fly m.v. Almindeligt sprøjteudstyr (tanke, dyser, tryk) er tit tilstrækkeligt, og dette må betegnes som en fordel for viruspræparaterne, når det drejer sig om at få jordbrugernes opbakning omkring en praktisk anvendelse; nyinvesteringer kan praktisk taget undgås.

3) Kan insektvirus anvendes sammen med insekticider?

Gennem de senere år har der verden over været en stigende interesse for at undersøge effekten af kombineret behandling med insektvirus og insekticid. Undersøgelserne har taget sigte på at undgå, at midlerne modvirker hinanden (antagonistisk effekt) eller at opnå en forøget effekt af begge midler (synergistisk effekt – når det drejer sig om insektpatogener sammen med insekticider, benyttes betegnelsen potentierende effekt). I de fleste forsøg er opnået en samlet effekt af en

% aktivitet

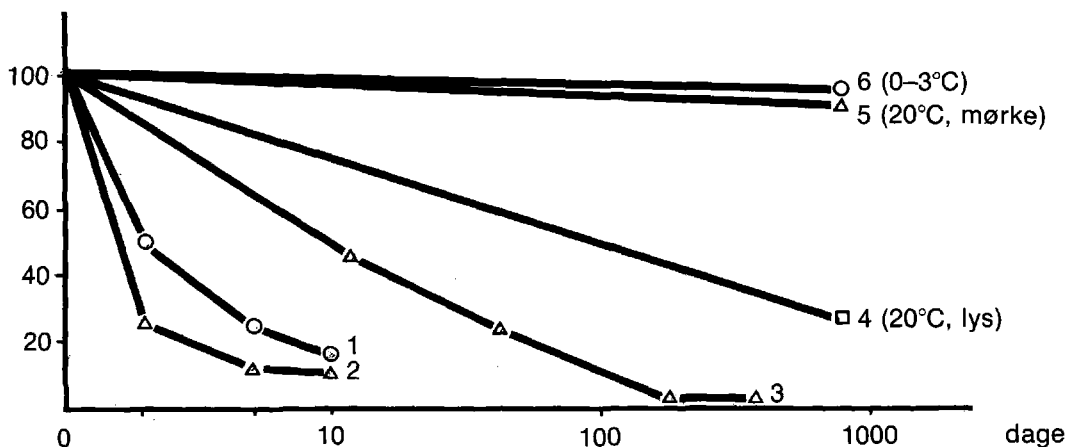


Fig. 3. Holdbarhed af insektvira under forskellige omstændigheder.

- 1) *Trichoplusia ni* NPV – på blade (*on leaves*)
- 2) *Pieris rapae* GV – på blade (*on leaves*)
- 3) *Agrotis segetum* GV – i jord (*in soil*)
- 4-6) *Pieris brassicae* GV – på flaske (*in suspension*)
- 1 + 2 = Jacques, 1975
- 3 = Øgaard, i tryk (*in press*)
- 4 - 6 = David & Gardiner, 1967

Tabel 3. Inaktivering af insektvira med ultraviolet (UV) bestråling
The inactivating of insect viruses by ultraviolet (UV) radiation

Virustype	Aktivitet efter 4 timer		Inaktiveringstid ²⁾	
	4 timer UV ¹⁾	Skygget ¹⁾	90%	99%
CPV	8%	78%	—	—
EPV	18%	88%	—	—
GV	5%	83%	—	6,3 min.
NPV	8%	64%	10,7 min.	30,6 min.

¹⁾ UV lys svarende til dagslysstyrke.

UV radiation equals daylight intensity. (Ignoffo et al., 1977).

²⁾ UV lys svarende til 2–3 gange dagslysstyrke.

UV radiation 2–3 times daylight intensity. (Krieg et al., 1981).

størrelsesorden, der svarer til summen af den mortalitet, de to midler ville have givet hver for sig (additiv effekt).

I undersøgelser over 22 kombinationer af forskellige insekticider og insektvira (Benz, 1971; Jacques & Morris, 1981) var de 10 kombinationer additive, de 6 var potentierende, 4 var antagonistske, og i 2 tilfælde var der ingen entydig effekt.

Der er tendens til, at »de gamle« klorerede kulbrinter giver antagonisme eller synergisme, medens de nyere fosfor-midler overvejende giver additiv virkning. Med andre ord: Insektvirus, såvel som sygdomsforløbet efter infektionen, påvirkes almindeligvis ikke ved tilstedeværelse af de nu mest brugte insekticider (Jacques & Morris, 1981).

4) Hvor længe kan det udsprøjtede virus give en behandlingseffekt?

Medens insektvirus har meget høj lagerholdbarhed ved dybfrysning eller almindelige køleforhold (fig. 3), er deres holdbarhed efter udsprøjtning begrænset. Solskin (UV-bestråling – tabel 3) og varme (tabel 4) vil inaktivere viruset hurtigt, og regn (evt. blæst) kan fjerne væsentlige mængder fra de behandlede planter. Almindeligvis vil virus, der rammer oversiden af soleksponerede blade, være inaktiveret samme dag, og mht. varme vil inaktivering af viruset tage fart ved temperaturer over ca. 45°C.

I forbindelse med udsprøjtning kan foretages en række forholdsregler for at få en forøget og forlænget effekt af det udsprøjtede insektvirus:

a. Sprøjtningen kan rettes mod bladens underside eller mod planternes centrale dele, hvilket sædvanligvis også vil være de steder, der er udsat for skadedyrenes begnavning.

b. Ædestimulerende stoffer (Coax[®], Gustol[®]) kan tilsættes sprøjtevæsken, eller viruset kan udbringes sammen med lokkemad (baits), f.eks. klid eller lignende.

c. Forskellige klæbestoffer og detergenter kan tilsættes sprøjtevæsken – som ved bekæmpelse med kemiske midler – hvorved patogenpræparatets tilhæftningsevne forøges, samtidig med at en større dækning opnås. I dag fremstilles kommercielle produkter af forskellig art (Triton C₈-7[®], Teepol[®], Polyvinyl-alkohol m.v.) (Hostetter et al., 1982).

d. Beskyttelse mod ultraviolet bestråling kan opnås ved at tilsætte op til 1% kulstøv, men de

Tabel 4. Temperaturen indflydelse på halveringstiden (af effekt) i laboratoriet

The influence of temperature on time for a 50% loss of activity in laboratory

Temp. °C	<i>P. brassicae</i> GV ¹⁾	<i>G. mellonella</i> NPV ²⁾
70	5–10 min.	—
65	10–60 min.	—
60	1–24 timer	30 min.
50	1–5 dage	50 min.
45	—	60 min.
40	10–20 dage	24 timer

¹⁾ David & Gardiner, 1967

²⁾ Stairs & Milligan, 1980

kommercielle produkter (Shade®, Keltose®, lignin sulfat, benzophenon derivat, mikroindkapsling) er dog bedre, og de kan give en forøget virkningstid på 2–3 gange (Krieg *et al.*, 1980).

e. Udsprøjtning af insektvirus bør foretages i forbindelse med skadedyrets aktivitetsperiode i løbet af døgnet. Hvis aktivitetsperioden ikke er tilstrækkeligt kortlagt, eller hvis skadedyret er aktivt hele døgnet, bør sprøjtningen foregå om aftenen eller i overskyet vejr.

5) Hvordan fastlægges behandlingstidspunktet?

Som det er gældende ved bekæmpelse med insekticider, skal behandlingstidspunktet ved behandling med insektvirus indkredses ved en nøje overvågning af skadedyret.

De to bekæmpelsesmåder adskiller sig dog ved nogle forhold, som man bør være opmærksom på. For det første fremkommer behandlingseffekten af insektvirus først 10–14 dage senere, dvs. at skadedyret kan nå at anrette skade, dersom bekæmpelsen rettes mod de senere udviklingsstadier. For det andet stiger skadedyrets modstandskraft over for viruset med en faktor 3–5 pr. larvestadium, hvilket betyder, at der skal anvendes uøkonomisk store doser ved bekæmpelse på et sent tidspunkt.

Ved bekæmpelse med insekticider opnås en øjeblikkelig effekt, og det kan tillige straks ses, om behandlingen har været effektiv; i modsat fald kan sprøjtningen gentages få dage senere. Dette

kan man ikke gøre ved bekæmpelse med insektvirus, og det er derfor ekstra vigtigt, at behandlingen rettes mod de tidlige larvestadier (fig. 4).

Bekæmpelse med insektvirus byder på nogle yderligere anvendelsesmuligheder, idet en forebyggelse kan foretages, fordi insektlarver oftest fortærer hele ægskallen ved klækningen. Man kan derfor i teorien tænke sig at sprøjte med insektvirus, medens æglægningen finder sted i marken, eller man kan behandle de senere larvestadier med subletale doser, således at der kan ske en overførsel af virus til næste generation via æggene. En praktisk afprøvning af disse forebyggelsesmetoder er endnu ikke foretaget.

6) Hvad med de sikkerhedsmæssige aspekter?

Ved undersøgelser over insektviras miljøvenlighed lægges ikke kun vægt på uskadeligheden over for højerestående dyr (fugle, pattedyr og mennesker) men også på virkningen over for invertebrater af forskellig slags. Medens en evt. skadelig effekt over for højerestående dyr vil medføre forbud mod anvendelse, vil en eventuel effekt over for enkelte invertebrater ikke nødvendigvis være en hindring for godkendelse.

Til dato er foretaget mange undersøgelser med forskellige *Baculovirus* over for en række fugle og pattedyr. Normale immunologiske reaktioner på injiceret insektvirus er de eneste virkninger, man hidtil har sporet, og det er påvist, at insektædende fugle og pattedyr uden risiko kan optræde som

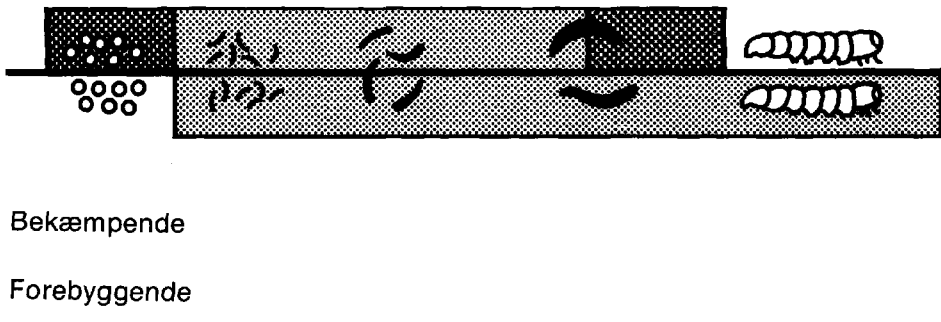


Fig. 4. Illustration af hvordan forskellige bekæmpelsesstrategier kan benyttes ved kemisk eller mikrobiologisk bekæmpelse.

Shows the different strategies to be used in chemical control and in microbiological control.

»vektorer«. Viruset fra virusdøde, fortærede insekter vil passere uskadt gennem tarmsystemet hos højerestående dyr.

Hvad er fremtidsmulighederne for anvendelse af insektvirus i Danmark?

Igennem de seneste 10 år er der i Norden udført forsøg med bekæmpelse af 5 skadedyr-arter:

Rød fyrrehveps	NPV i SF
<i>Neodiprion sertifer</i>	
Nonnen	NPV i DK
<i>Lymantria monacha</i>	
Kåluglen	NPV i DK
<i>Mamestra brassicae</i>	
Ageruglen	GV i DK + S
<i>Agrotis segetum</i>	
Smutuglen	NPV i S
<i>Noctua pronuba</i>	

a. Rød fyrrehveps. I Finland fremstilles NPV (»neodiprionvirus«) kommercielt til praktisk anvendelse. Dette NPV har vist sig i stand til at regulere værtedyret i et par år efter udsprøjtningen. Denne regulering beror bl.a. på, at de overlevende voksne smitter afkommet ved at overføre viruset via æggene.

b. Nonnen. Ved bekæmpelsesforsøg med NPV over for epidemiske udbrud i 1973 opnåedes en stor effektivitet, dog så sent på året, at skader var sket. Det efterfølgende år viste, at viruset havde været så effektivt, at bekæmpelse i 1974 kunne undgås på virusbehandlede arealer (Zethner, 1976).

c. Kåluglen. Undersøgelser over muligheden for at bekæmpe kåluglen med NPV gav lovende resultater i blomkålsafgrøder. I væksthuse med forskning omkring bladskære-bier på lucerne blev en stærkt generende kåluglepopulation (med 2 generationer årligt) bekæmpet yderst effektivt. (Øgaard, 1981).

d. Ageruglen. Ageruglens kapselvirus er undersøgt med hensyn til specificitet over for andre uglearter, og infektion er kun påvist i 2 andre arter af slægten *Agrotis* (Zethner & Øgaard, 1982). Foruden vellykkede markforsøg med små parceller er der for dette virus foretaget undersøgel-

ser over den naturlige udbredelse og holdbarhed. Der er endnu ikke påvist en naturlig forekomst i Danmark, men en vigtig forudsætning for en sådan forekomst, nemlig holdbarhed over 1 år i jord, er fundet opfyldt (Esbjerg *et al.*, 1983).

e. Smutuglen. I Sverige har smutuglens NPV været undersøgt mht. specificitet blandt *Noctua* arter og over for agerugle samt kålugle. Virusets struktur er undersøgt, og dets praktiske anvendelsesmuligheder er søgt belyst (Adolfsson & Gerdin, 1978).

Alle disse undersøgelser har bidraget til at øge vor viden om insektivira, således at vi herhjemme i dag er bedre i stand til at vurdere de fremtidige muligheder. I Danmark findes kun et mindre antal skadedyr, der kan tænkes bekæmpet med insektvirus inden for de næste 10–20 år:

<i>Skovbrug</i>		
Rød fyrrehveps	<i>Neodiprion sertifer</i>	NPV
Penselspinder	<i>Orgyia antiqua</i>	NPV
Nonne	<i>Lymantria monacha</i>	NPV
Frostmåler	<i>Operophtera brumata</i>	NPV

<i>Frugtavl</i>		
Æblevikler	<i>Cydia pomonella</i>	GV
Ringspinder	<i>Malacosoma neuustria</i>	NPV

<i>Landbrug</i>		
Kålugle	<i>Mamestra brassicae</i>	NPV
Agerugle	<i>Agrotis segetum</i>	GV
Udråbstegnugle	<i>Agrotis exclamationis</i>	GV
St. kålsommerfugl	<i>Pieris brassicae</i>	GV
Ll. kålsommerfugl	<i>Pieris rapae</i>	GV
Stankelben	<i>Tipula spp.</i>	TIV
Stueflue	<i>Musca domestica</i>	NOV

<i>Væksthus/gartneri</i> (evt. importerede arter!)		
Armyworms	<i>Spodoptera spp.</i>	NPV
Tobak/bomulds-ugler	<i>Heliothis spp.</i>	NPV

De fleste af disse skadedyr er imidlertid af begrænset betydning eller optræder så sjældent, at der ikke er basis for at fremstille de pågældende vira i Danmark. Kun i tilfælde af, at sådanne vira produceres i udlandet, og kan godkendes til an-

vendelse herhjemme, vil de blive anvendt mod disse skadedyr.

Nogle enkelte skadedyr i landbrugsafgrøder (specielt frilandsgrønsager) såsom agerugle, kålugle og kålsommerfugle optræder så hyppigt – om ikke årligt så i hvert fald jævnligt – at en fremstilling af virus mod disse arter kan tænkes at foregå i Danmark om 5–10 år.

På grund af, at vi herhjemme nærmer os en situation, hvor en praktisk anvendelse kan komme på tale, er Miljøstyrelsen begyndt at fokusere på retningslinier for godkendelse af mikrobiologiske midler. Der er grund til at håbe på, at det sidste årtis indsats kan føre til en praktisk anvendelse af mindst et par af disse midler i løbet af få år.

Litteratur

- Adolfsson J. & Gerdin S. (Eds.) (1978): Catalogue of projects in Invertebrate Pathology in the Nordic countries. University of Uppsala.
- Benz G. (1971): Synergism of micro-organisms and chemical insecticides. In: *Burges and Hussey* (eds.): Microbial control of insects and mites. Academic Press, London–New York, 861 pp.
- Bolet, Bitten (1983): Produktion af insektvirus til biologisk bekæmpelse. Udvikling af metode til produktion af ageruglens kapselvirus (AsGV). Tidsskr. Planteavl 87, 417–424.
- Davis, W. A. L. & Gardiner, B. O. C. (1967): The effect of heat, cold, and prolonged storage on a granulosis virus of *Pieris brassicae*. Invertebrate Path. 9, 555–562.
- Esbjerg P., Jørgensen J., Nielsen J. K., Philipsen H., Zethner O. & Øgaard, L. (1983): Afsluttende rapport vedrørende Forskningsrådenes Initiativ: Integreret bekæmpelse af skadedyr. Tidsskr. Planteavl 87, 303–355.
- Hostetter, D. L., Smith, D. B., Pinnell, R. E., Ignoffo, C. M. & McKibben, G. H. (1982): Laboratory evaluation of adjuvants for use with Baculovirus heliothis virus. J. econ. Entomol. 75, 1114–1119.
- Ignoffo, C. M., Hostetter, D. L., Sikorowski, P. P., Sutter, G. G. & Brooks, W. M. (1977): Inactivation of representative species of entomopathogenic viruses, a bacterium, fungus and protozoan by an ultraviolet light source. Environ. Entomol. 6, 411–415.
- Jacques, R. P. (1975): Persistence, accumulation, and denaturation of nuclear polyhedrosis and granulosis viruses. In: *Summers M. et al.* (eds.): Baculoviruses for insect pest control: Safety considerations, 90–101.
- Jacques, R. P. & Morris, O. N. (1981): Compatibility of pathogens with other methods of pest control and with different crops. In: *Burges H. D.* (ed.): Microbial control of pests and plant diseases 1970–1980, Academic Press. 695–716.
- Katagiri, K. (1981): Pest control by cytoplasmic polyhedrosis viruses. In: *Burges H. D.* (ed.): Microbial control of pests and plant diseases 1970–1980, Academic Press. 433–440.
- Krieg, A., Gröner, A., Huber, J. & Matter, M. (1980): Über die Wirkung von mittel- und langwelligen ultravioletten Strahlen (UV-B und UV-A) auf insektenpathogene Bakterien und Viren und deren Beeinflussung durch UV-Schutzstoffe. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 32, 199–105.
- Krieg, A., Gröner, A., Huber, J. & Zimmermann, G. (1981): Inaktivierung von verschiedenen Insektenpathogenen durch ultraviolette Strahlen. Z. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 88, 38–48.
- Smith, Kenneth M. (1976): Virus-insect relationships. Forlag Longman, London and New York. 291 pp.
- Stairs, Gordon, R. & Milligan, Sheila E. (1980): Quantitative effects of heat on baculovirus released from polyhedra (Nuclear-Polyhedrosis Virus-*Galleria mellonella*). Environ. Entomol. 9, 586–588.
- Zethner, O. (1976): Control experiments on the nun moth (*Lymantria monacha* L.) by nuclear-polyhedrosis virus in Danish coniferous forests. Z. ang. Ent. 81, 192–207.
- Zethner, O. & Øgaard, L. (1982): Studies on the specificity of *Agrotis segetum* Granulosis Virus fed to larvae of 17 species of noctuids. Tidsskr. Planteavl 86, 471–475.
- Øgaard, L. (1981): Virus til bekæmpelse af skadedyr i kål. Gartner Tidende 97, 434–436.

Manuskript modtaget den 5. maj 1983.