

Fordele, ulemper og farer ved de nye insektbekæmpelsesmidler.

Af afdelingsbestyrer *Chr. Stapel*.

Af den lange række af insektbekæmpelsesmidler, der i de senere år er kommet frem, er der stort set 3 midler eller typer af midler, der har fået større betydning i landbruget, nemlig DDT-midler, 666-midler og thiofosformidler. Det er organiske, syntetiske insektgifte, der byder på adskillige fordele sammenlignet med de ældre insektbekæmpelsesmidler, hvadenten disse søges blandt de uorganiske gifte som schweinfurtergrønt, blyarsenat, Cryocid o. lign. eller blandt de organiske af naturlig oprindelse som nikotin, derris, pyrethrum o. a. Men de nye midler byder ikke på lutter fordele; medaljen har en bagside, således at adskillige ulemper eller direkte farer er knyttet til deres anvendelse.

DDT-midler.

Der kan næppe være tvivl om, at det er DDT (Diklor-Difenyl-Triklorætan, hyppigt også kaldet pentaklordifenylætan), der sætter grænsen mellem det »nye« og det »gamle« på insektbekæmpelsesens område. Det var det schweiziske kemikaliefirma *J. R. Geigy*, der indledte den nye æra, der på dette område var lige så epokegørende, som opdagelsen af sulfonamiderne og penicillinet var det på lægevidenskabens område. I virkeligheden var DDT ikke noget nyt, idet det er kendt siden 1870'erne, men det nye bestod i, at *Geigy's* medarbejdere, først og fremmest nobelpristageren, dr. *Paul Müller*, under et målbevidst indkredsningarbejde fandt, at DDT besad fremragende egenskaber som insektbekæmpelsesmiddel.

Som kontaktgift ligger det nær for at sammenligne DDT med en lignende kontaktgift blandt ældre midler, f. eks. rotenon, der er den aktive bestanddel i derrismidler. Man ser da det overraskende, at rotenon faktisk er mere virksomt end DDT. Det kan vises eksperimentelt i laboratoriet, men også med et eksempel fra praksis. Her anvendes til bekæmpelse af jordlopper 10 kg 5 pct. DDT-pudder på 1 ha, d. v. s. en anvendelse af 500 g DDT, medens man tidligere, ofte med lige så godt resultat, brugte 10 kg derrispudder med 0,6 pct. rotenon pr. ha, d. v. s. kun 60 g rotenon. Men hertil må så siges, at selv om denne derrisbehandling kunne give lige så god virkning som DDT-behandlingen, d. v. s. dræbe praktisk taget alle jordlopper, så svigtede den dog hyppigere end DDT-behandlingen, og ved en betragtning af dette forhold fås en forklaring på en af de store fordele ved DDT, nemlig en langt større stabilitet end hos rotenon og de andre naturlige insektbekæmpelsesmidler, hvad der skal berettes om nedenfor.

DDT er overordentlig stabilt, ikke mærkbart flygtigt ved almindelig temperatur, og det ændres forholdsvis langsomt af lys og luft (ilt), som virker stærkt nedbrydende på derris, pyrethrum o. lign. naturlige insektgifte, hvis holdbarhed derfor er stærkt begrænset. DDT er praktisk taget uopløseligt i vand, derimod opløseligt i alkohol, æter o. lign., samt i fedtstoffer og fedtagtige stoffer som lipoider, mineralske og vegetabiliske olier o. a. Det er opløseligheden i de fedtagtige lipoider, som bl. a. findes i insekternes hudlag, der betinger dets succes som insektbekæmpelsesmiddel, medens det på den anden side også er opløseligheden i fedt- og fedtagtige stoffer, der medfører visse ulemper eller ligefrem farer ved dets anvendelse.

DDT-midlernes giftvirkning på insekter.

DDT virker på insekterne som nervegift. Bragt i berøring med overfladen af et insekt virker det ydre, lipoidholdige hudlag opløsende på DDT-partiklerne, hvorefter stoffet i opløst tilstand transporteres ad de lipoidholdige nervebaner og muligvis også i blodvædsken til det centrale nervesystem. Nerverne påvirkes straks, og der indtræder typiske forgift-

ningssymptomer, først en udpræget uro, livlige ben- og vingebævelser, efterhånden krampe og til sidst lammelser, der medfører døden.

Som følge af denne transport i legemet er giftvirkningen ikke begrænset til de legemsdele, der direkte påvirkes af giften; ligegyldigt om dyret rammes direkte på kroppen ved pudring eller sprøjtning, eller om det senere kryber på en DDT-behandlet flade, vil de DDT-partikler, der kommer i berøring med huden, opløses, og giften føres til de ømfindtlige nervecentre. Heri er der for så vidt en vis lighed med rotenonvirkningen hos derrismidler, men medens rotenonet ubestandighed også gør sig gældende i insektleget, så det forholdsvis hurtigt afgiftes, viser DDT sig overordentlig bestandigt i insektleget, således at en indtrådt forgiftning med lammelse praktisk taget altid fører til døden.

Både ved derris-, pyrethrum- og nikotinforgiftning ses det ofte, at dyrene hurtigt lammes, men hvis den tilførte mængde af disse naturlige gifte ikke har været så stor, at lammelserne hurtigt følges af indtrådt død, vil den fremadskridende afgiftning i insektleget medføre, at dyret overstår forgiftningen og lever op igen. Sådan må det næsten nødvendigvis være med de naturlige insektgifte. Hvis de ikke relativt let blev nedbrudt til ugiftige forbindelser, ville de simpelthen være en trusel mod hele insektfaunaen på jorden.

Det er let nok at se fordelene ved DDT-midlernes bestandighed, både uden for og inde i insektleget. Bestandigheden i det fri, d. v. s. uden for insektleget, giver mulighed for en langvarig virkning, og netop herpå beroede DDT's succes som fluebekæmpelsesmiddel, idet det på væggene i staldene kunne bevare virkningen i måneder, ja, i virkeligheden næsten ubegrænset, idet stoffet som nævnt praktisk taget ikke nedbrydes. Den aftagende virkning skyldes, at DDT-partiklerne falder af væggene eller dækkes af støv el. lign. Og inde i insektleget medfører bestandigheden sammen med insektets mangel på evne til at udskille giften, at en iværksat DDT-forgiftning næsten usvigelig sikkert fører til insektets død.

Faren ved brug af DDT-midler.

Men den store bestandighed hos DDT er ikke lutter fordel. Oprindeligt anså man DDT for at være forholdsvis ufarligt for mennesker og husdyr. Man har ganske vist fra første færd været klar over, at DDT i opløst tilstand (opløst i alkohol, fedt, olie, kerosene o. lign.) frembød en akut forgiftningsfare, idet det i denne tilstand kunne resorberes både gennem huden og af mave- og tarmkanalen. Dødelig dosis (konstateret for rotter o. a. forsøgsdyr) ligger omkring 200—600 mg pr. kg legemsvægt, men væsentlig mindre doser giver symptomer på begyndende forgiftning, der hos mennesker ytrer sig som appetitløshed, irriterabilitet og svage muskelkramper, ved fortsat indgift voldsommere kramper, lammelser og til sidst død med udprægede leverbeskadigelser.

I landbruget bruges DDT imidlertid ikke i opløst tilstand, men som pudder eller opslemninger (suspensioner) i vand, og i denne tilstandsform anså man oprindeligt DDT for at være praktisk taget ufarligt. Dette begrundedes med, at DDT som nævnt stort set er uopløseligt i vand, således at DDT opslemmet i vand og nedsvælget ville udskilles totalt med ekskrementerne uden at medføre mindste tegn på forgiftning. At det forholder sig således, er vist ved adskillige eksperimenter; men problemet er anderledes i praksis, så man har måttet revidere den oprindelige opfattelse om ufarligheden af de nævnte anvendelsesformer.

Ved stadig tilførsel af DDT kan små mængder nemlig opløses i fødens fedtstoffer, eller i de fine lungeblærer kan DDT-støv komme i så nær kontakt med blodets lipoider, at en opløsning finder sted, og i begge tilfælde finder giften vej til fedtholdige organer i legemet (lever, nyrer) og til det lipoidholdige, perifere og centrale nervesystem.

Da en udskillelse eller uskadeliggørelse (nedbrydning) lige så lidt finder sted hos varmblodede dyr som hos insekter, vil fortsat indgift medføre en ophobning (kumulering) i disse livsvigtige organer med det resultat, at en kronisk forgiftning indtræder. Eksperimentelt er det påvist, at DDT i så ringe mængder som 1 ppm (dele pr. million) i føden i længere

tid medfører, at DDT kan påvises i legemets fedtvæv hos forsøgsdyrene (rotter), og 5 ppm har givet typiske sygdomssymptomer og medført et svækket afkom.

Hvor der i Amerika sprøjtes hyppigt og sent på æbletræer (bekæmpelse af æbleviklerlarver) går DDT-indholdet i æblerne let op på 7 ppm, som af de amerikanske myndigheder (Food and Drug Administration) oprindeligt blev fastsat som maksimumsindhold i gængse fødemidler, medens man nu er gået ned til 5 ppm for de fleste fødevarer og endog til 1 ppm for særlig almindelige fødevarer, bl. a. mælk.

I storbyerne i Amerika skal 0,04—0,09 ppm ofte kunne påvises i mælken (opløst i mælkefedtet), og i fedtvævet på svin og kreaturer har det ligeledes kunnet påvises i små mængder, således at myndighederne derovre i disse mængder ser en trusel mod folkesundheden, hvorfor DDT (samt lignende klorerede insektgifte som hexaklor- og octaklormidler) ikke må anvendes i stalde med fede- og malkekvæg.

Dette drastiske indgreb af de amerikanske myndigheder grunder sig ikke på, at der virkelig er konstateret skade på mennesker, men det er en forebyggende sikkerhedsforanstaltning, affødt af den uhyre anvendelse af DDT-midler i U. S. A. Tilsvarende foranstaltninger har man ikke fundet anledning til i andre lande, heller ikke herhjemme. Den af andre grunde meget begrænsede anvendelse af DDT-midler i frugtavlens herhjemme giver næppe anledning til fare, og det samme gælder anvendelsen i landbrugets planteavl, hvor bekæmpelsen af jordlopper, glimmerbøsser, kløversnudebiller o. lign. med DDT ikke regnes at frembyde nogen fare, hverken for mennesker eller husdyr.

Ved anvendelsen af DDT er det dog af største betydning, at konsulenter o. lign. vejledere er klar over, at der er et faremoment til stede, navnlig ved den systematiske brug, således at der bestandig gøres opmærksom på, at både arbejdet og anvendelsen må lægges således til rette, at hverken arbejderne, der udfører behandlingerne ved pudring, sprøjtning o. s. v., eller konsumenterne af de behandlede afgrøder udsættes for fare.

Både skade- og nytteinsekter rammes.

DDT's giftvirkning på insekterne er selvfølgelig ikke begrænset til skadedyrene alene, men rammer i flæng alle modtagelige insekterarter o. a. modtagelige dyrearter, som befinder sig, hvor giften anvendes. Midlets store alsidighed, der prises som en fordel, så længe skadedyrene rammes, bliver til ulempe eller direkte fare, hvis nyttige eller blot uskadelige insekter rammes.

Den hærskere af rovinsekter eller snylteinsekter, som bidrager så væsentligt til at holde skadedyrenes opformering inden for visse grænser, rammes netop hårdt ved DDT-behandlingen. Klassisk er eksemplet fra Amerika, hvor man ved stadig DDT-behandling mod æbleviklerens larver i frugtplantager fik opformeret et andet skadedyr, frugttræ-spindemiden. Det skyldtes, at en mariehøneart, der lever af spindemiderne og holder dem i skak, næsten udryddedes af DDT. Virkningen blev her særlig katastrofal, fordi DDT overhovedet ikke er virksomt mod spindemiderne.

Senere har man i andre lande — også herhjemme — fået talrige eksempler på, at det i forvejen (som følge af mange andre indgreb i naturens orden ved opdyrkning o. s. v.) ugunstige forhold mellem skadedyr og parasiter forskydes yderligere i ugunstig retning, undertiden med det paradoksale resultat, at skadedyrene ovenikøbet er blevet talrigere, hvor der er bekæmpet, end hvor der ikke er foretaget bekæmpelse.

Denne ulempe, som ikke blot gælder for DDT, men også for andre af de nyere, meget alsidige og stærke insektgifte, giver både praktikere og plantepatologer hovedbrud med at finde den rette middelvej ved bekæmpelsen og nødvendiggør, at der først og fremmest forskningsmæssigt må sættes ind på en indgående belysning af de moderne bekæmpelsesmidlers hele virkeområde og virkemåde.

Opriindelig anså man DDT for at være forholdsvis uskadeligt for honningbier, men nyere undersøgelser og erfaringer har revideret denne opfattelse, således at DDT herhjemme nu er blandt de insektgifte, der på pakningen skal være mærket som farlige for bier, og som aldrig bør anvendes over åben blomst.

Resistens mod DDT-midlerne.

Med rette troede man problemet med bekæmpelse af fluer løst efter DDT-midlernes fremkomst, men allerede i 1947, få år efter DDT-bekæmpelsens indførelse, viste de første ubehagelige overraskelser sig i form af resistens spredt i mange lande, også i Danmark. Denne resistens er arveligt betinget, således at de få overlevende individer har grundlagt resistente stammer, der nu dominerer talrige steder i landet.

Oprindeligt ville man tilskrive resistensen et særligt tykt og ikke DDT-opløsende hudlag på fluernes fødder, således at de trods færden på sprøjtede steder ikke fik giften i sig. Andre har ment, at en stærk behåring af fodballerne samlede snavs på disse, således at der herved skabtes en beskyttelse. I nyere tid mener man, at resistensen beror på, at de pågældende fluer er i stand til at sønderdele det lipoidopløste DDT ved fraspaltning af klorbrinte, og restproduktet (diklor-difenyl-diklorætylen) synes uskadeligt i insektlegemet. Den lovpriste DDT-bestandighed har altså sine grænser. Naturen har også her midler i baghånd til at imødegå alt for dybtgående følger af menneskets indgreb.

Der er senere konstateret resistens mod DDT hos adskillige andre skadedyr, og så snart der er antydning af ringere virkning end ellers, som det flere steder var tilfældet med glimmerbøsser i sommeren 1950, spørges der med rette, om det er en resistens, der er ved at melde sig. Det kan ikke besvares i øjeblikket, men forudsat samme genetiske og biologiske tilbøjelighed til resistens må den komme langt senere hos glimmerbøsser o. lign. arter med kun een generation om året end hos stuefluen med indtil en halv snes generationer. Hos stuefluen har resistens af praktisk betydning sikkert først manifesteret sig efter 20—25 generationer. For at hindre resistens i at udvikle sig for hurtigt vil det sikkert være rigtigt, at man i praksis ikke bruger for små doseringer, og at man jævnligt skifter med forskellige typer af midler, hvor der er mulighed herfor.

Hexaklor-midler (666).

Efter opdagelsen af DDT's fremragende, insecticide egenskaber begyndte der mellem kemikaliefirmaerne verden over et kapløb om at finde andre, endnu mere virksomme midler, og det er naturligt, at klor, der betingede den gode virkning af DDT, søgtes anbragt og prøvet i snart sagt alle mulige organiske forbindelser. Et resultat heraf er bl. a. hexaklorcyklohexan ($C_6H_6Cl_6$ — heraf forkortelsen 666), chlordane og toxa-phene, der hver især viser fremragende egenskaber, omend det førstnævnte synes mere anvendeligt end de andre under danske forhold. Ejendommeligt nok er hexaklorcyklohexan ligesom DDT kendt gennem lang tid, medens man først under krigen opdagede dets insektdræbende egenskaber.

Den tekniske hexaklorcyklohexan består af en række isomere med vidt forskellige egenskaber, som gør hele spørgsmålet om stoffets anvendelse som insektbekæmpelsesmiddel yderst kompliceret. Af 5 hidtil isolerede isomerer viser de insektdræbende egenskaber sig praktisk taget udelukkende knyttet til gamma-isomeren, som desværre kun udgør 10—15 pct. af den tekniske vare.

De øvrige isomerer (alfa, beta, delta og epsilon) er ikke blot lidet eller slet ikke virksomme til insektbekæmpelse, men til flere af dem er der knyttet ligefrem skadelige egenskaber som ubehagelig lugt (nærmest muggen eller jordagtig), tilbøjelighed til at give behandlede planter afsmag af samme karakter som den nævnte lugt, tilbøjelighed til at skade planterne og endelig også nogen giftvirkning over for mennesker og varmblodede dyr.

666-midlernes giftvirkning.

Hexaklorcyklohexan virker til en vis grad på samme måde som DDT og virker stort set også mod de samme skadedyr. Da det kom frem, blev det almindeligt betegnet som mere virksomt end DDT, men denne karakteristik holder ikke ubetinget stik. Sammenlignes virkningen af DDT og 666 mod insekter, er det straks påfaldende, at 666-midlerne hurtigt viser virkning i form af kramper, lammelser o. lign., medens

virksomheden hos DDT-midler kommer forholdsvis langsomt. 666-midlerne har altså ligesom f. eks. pyrethrum og nikotin en udpræget »knock down« effekt, der ser imponerende ud, men som ofte virker vildledende.

Ved en lang række forsøg ved Statens plantepatologiske Forsøg har 666-midler over for jordlopper, glimmerbøsser o. lign. skadedyr i og for sig givet en god virkning, men alligevel bestandig en noget ringere og ofte mere ustabil virkning end DDT-midler. Dette var tilfældet i alle forsøg på friland, d. v. s. under lignende forhold, som gælder i praksis, medens resultaterne i laboratorieforsøg altid lå lige omvendt. Forklaringen herpå er, at hexaklorcyklohexanet er ret flygtigt. De frigjorte 666-dampe får i de lukkede beholdere i laboratorieforsøgene lejlighed til at yde fuld virkning mod de indespærrede insekter, medens dampene på friland hurtigt spredes uden nævneværdig mulighed for at virke på insekterne.

Mange har villet se en fordel ved at blande det forholdsvis langsomt virkende DDT med det hurtigt virkende hexaklor, således at virkningen også gav noget for »øjet«; men en sådan sammenblanding må sikkert i almindelighed frarådes, fordi den halve dosis af hvert af midlerne må forudses lettere at føre til resistens over for begge midler.

Bekæmpelsen af skadedyr i jorden.

Medens hexaklormidlernes flygtighed i almindelighed ikke er en fordel på friland, viser den sig fordelagtig, hvis midlerne bruges ved behandling mod skadedyr i jorden. Her breder dampene sig i jordporerne og tilbageholdes i disse i så høj grad, at de når at virke på skadedyr, såsom smelderlarver, oldenborrelarver o. a. Navnlig ved bekæmpelsen af smelderlarver har hexaklormidler fået en stor og berettiget anvendelse.

Oprindeligt brugtes bredstrøning og nedfældning af forholdsvis store mængder virksomt stof; navnlig i England, hvor bekæmpelse af smelderlarver har været et stort problem samtidig med den udvidede opdyrkning af gamle græsarealer, har denne metode været anvendt, men også i Schweiz er metoden brugt en del mod oldenborrelarver. De store mæng-

der af midlerne, som er nødvendige ved denne bredstrøningsmetode, gør imidlertid let behandlingen uøkonomisk, hvorfor man i alle lande har søgt at gøre behandlingen mere økonomisk ved at bruge mindre mængder, men til gengæld koncentrere virkningen ved at blande midlerne direkte i udsæden. Herhjemme har konsulent *Chr. M. Bundgaard*, Ringsted, først forsøgt metoden med bederoefrø, og i en række forsøg i sjællandske landboforeninger har indblanding af 1—2 kg af et 20 pct. hexaklormiddel (teknisk hexaklorcyklohexan) i bederoefrøet til 1 ha vist gode resultater mod smelderlarver.

Skadevirkning på kulturplanter.

Metoden brugtes i sommeren 1950 i ret stor udstrækning i praksis, men desværre skete der nogen skade på roeplanterne i en del tilfælde. Efter en normal spiring og nogenlunde normal vækst efter fremspiringen begyndte planterne en del steder pludselig at hænge med bladene omkring udtyndingstidspunk-

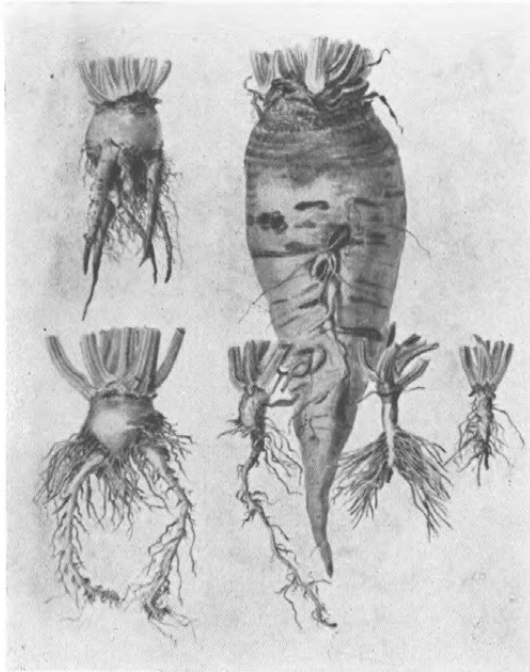


Fig. 1. 666-skade på sukkerroer i forskellige udviklingsstadier. (I baggrunden en normal roe).

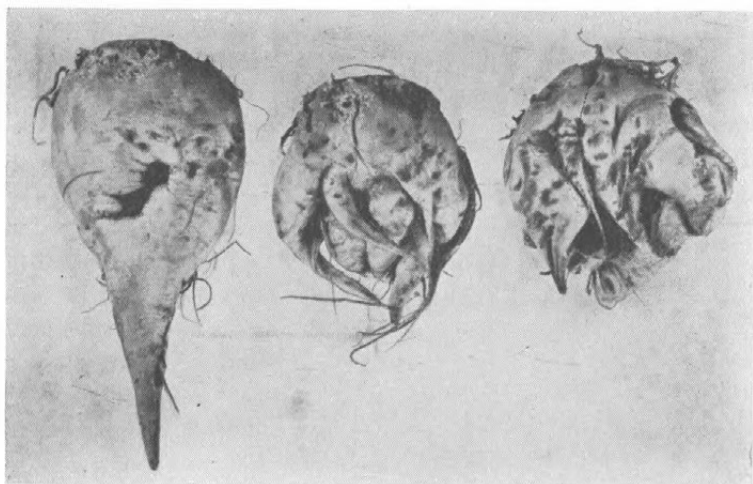


Fig. 2. 666-skade på to sukkerroer, fotograferet ved optagningstid.
(Til venstre en normal roe).

tet, og mange visnede helt. Ved undersøgelse af roden så man, at den $\frac{1}{2}$ —1 tomme under jordoverfladen var snøret ind, og den nedre del med rodspidsen rådne bort (fig. 1). Fra den øvre, sunde rodstump skød talrige små siderødder frem, og nogle af disse tog føringen som erstatning for den ødelagte hovedrod og reddede herved talrige planter, som faktisk voksede godt til, men som naturligvis blev stærkt grenede (fig. 2). Ja, mange af disse grenede roer fik en forbavsende stor størrelse, men da det ofte var »springroer«, har det jo sin forklaring. De kunne trods deres størrelse ikke erstatte tabet af naboroerne i rækken, men det samlede tab blev i almindelighed ikke nær så stort, som det oprindeligt så ud til, utvivlsomt en følge af den megen regn, der sommeren igennem stimulerede planternes vækst.

I mange tilfælde skyldtes skaden overdosering, idet adskillige landmænd — bevidst eller ubevidst — har brugt mere end de 2 kg pr. ha, som var foreskrevet som maksimum. Der synes dog også nogle steder at være sket skade med den foreskrevne dosering, især på Lolland-Falsters svære jorder og på nogle

lignende svære jorder i Vestsjælland, medens der på lettere jorder ikke fandtes tilsvarende skadevirkning.

Forklaringen er sikkert den, at der i det regnfulde forår er dannet skorpe på de svære jorder, så de frigjorte hexaklor-dampe ikke har kunnet undslippe, efterhånden som de blev frigjort fra pulveret. De hobedes da op i jorden, og til sidst blev dampkoncentrationen så stor, at planterne tog skade. Som følge af denne skadevirkning, som slet ikke er set i forsøgene, heller ikke i 1950, vil det nok være rigtigt indtil videre ikke at bruge mere end 1 kg pr. ha af et 20 pct. hexaklorpulver til bederoefrø, måske endda ikke mere end $1/2$ kg på svære lerjorder. Med hensyn til korn er der både i forsøg og i praksis set gode resultater over for smelderlarver ved indblanding af 5 kg 20 pct. hexaklorpulver i udsæden til 1 ha, og her er der aldrig set nogen skadevirkning. Sandsynligvis vil midler som de her nævnte, der indeholder *teknisk* hexaklor, efterhånden blive afløst af rene *gamma*-midler, se nedenfor under *Lindane-præparater*.

Hexaklor er ligesom DDT overordentlig stabilt i jorden. I udlandet er det eksperimentelt påvist, at 95 pct. af den i jorden indblandede DDT og 80—94 pct. af hexaklorcyklohexan (med 10 pct. *gamma*) kunne genfindes $1\frac{1}{2}$ år efter indblandingen. Der forestår endnu meget forskningsarbejde vedrørende disse midlers muligheder til bekæmpelse af skadedyr i jorden samt de bivirkninger — nyttige eller skadelige — der kan opstå som følge af deres stabilitet.

Afsmag i afgrøderne.

Hexaklormidlerne har desværre jævnlige forårsaget en ubehagelig lugt og smag af behandlede produkter. Det er navnlig sket ved sprøjtning i frugtavl, hvor jordbær, solbær, stikkelsbær o. lign. bløde frugter, undertiden også blommer, æbler m. m., har fået en så ubehagelig smag, at de ikke har kunnet spises. Det foreskrives derfor, at bærfrugt, blommer o. lign. ikke bør sprøjtes efter blomstringen, og æbler o. lign. ikke senere end 1— $1\frac{1}{2}$ måned før plukningen.

Der er ved jordbehandling næppe fare for generende afsmag i roer, korn o. lign., medens kartofler desværre er yderst modtagelige. Vi har herhjemme eksempel på, at selv en så lille mængde som 8 kg af et 20 pct. hexaklormiddel pr. ha har gjort kartoflerne uspiselige. Der bør derfor aldrig jordbehandles til kartofler og næppe heller til gulerødder, sellerier o. lign. spiselige rodurter. Hvor der er brugt større mængde hexaklormiddel, bør der end ikke dyrkes kartofler året efter.

Lindane-præparater.

For om muligt at komme fri af de ulemper (skade på planter, lugt, afsmag), der er knyttet til den tekniske hexaklorcyklohexan, er der bestræbelser i gang for at fremskaffe handelsvarer, som udelukkende eller praktisk taget udelukkende består af gamma-isomerer («Lindane-præparater» med mindst 99 pct. gamma). Desværre er der tegn på, at gamma-isomeren ikke er lige så virksom alene som i blanding med de øvrige isomerer. Navnlig synes alfa-isomeren at virke aktiverende på gamma-isomeren og omvendt (synergisme). I udlandet er der dog lovende resultater med Lindane-præparaterne, og i sommeren 1951 er der i den lokale forsøgsvirksomhed herhjemme foretaget en række forsøg med sådanne højprocentige gamma-isomerer, hvoraf kan nævnes følgende resultater fra kemikalieudvalgets forsøg mod smelderlarver:

Vårsæd:	hkg kærne pr. ha		Merudbytte hkg/ha
Ubehandlet	31,2		—
2,5 g Hortex pr. kg udsæd	34,0		2,8
5,0 » » » » »	34,5		3,3

Bederoer:	Antal roer pr. ha	hkg roer pr. ha	Merudbytte hkg/ha
Ubehandlet	51 000	579	—
2,5 g Hortex pr. kg frø	55 000	598	19
5,0 » » » » »	56 000	600	21

Hortex indeholder 20 pct. hexaklorcyklohexan som gamma-

isomer + 80 pct. fyldstof. Lignende gunstige resultater er i andre forsøg opnået med tilsvarende midler (Lindasect, Smeltox o. a.). Der er næppe i disse forsøg registreret skade på planterne eller andre uheldige bivirkninger, men forsøgene bør fortsættes i en årrække og helst også udstrækkes til havebruget for at få klarhed på spørgsmålet om afsmag o. lign.

666-midlerne farlige for bierne.

Hexaklormidlerne er desværre yderst farlige gifte for bier og adskillige af de nyttige snylte- og rovinsekter. Det er meget uheldigt, at netop honningbier og andre biarter er så ømfindtlige over for disse midler, idet der ellers havde været mulighed for at bruge dem mod skulpesnudebillen i raps. Denne billeart er praktisk taget upåvirkelig af DDT. Derimod påvirkes den stærkt af hexaklor, men da den i almindelighed indfinder sig så sent i de korsblomstrede frømarker, at blomstringen er begyndt, må det af hensyn til bierne bestemt frarådes at foretage nogen behandling efter blomstringens indtræden.

Med hensyn til varmbloodede gælder, at meget små mængder af hexaklorcyklohexan har terapeutisk betydning, bl. a. som bestanddel af hudsalver og ormemidler, men i noget større mængde kan det blive farligt på meget nær samme måde som DDT-midler.

Hexaklorcyklohexanet er lipoid- og fedtopløseligt og aflejres som DDT-midlerne i lever-, nyre- og hjernevæv og kan her give anledning til både akute og kroniske forgiftninger. Det regnes dog i almindelighed for mindre farligt for mennesker og husdyr end DDT-midlerne, så når der i praksis iagttages de samme forsigtighedsregler som overfor DDT, skulle forgiftningsfaren være minimal. Det samme gælder andre klorholdige insektgifte som chlordane og toxaphene.

Desværre har der både i udlandet og herhjemme forlængst vist sig resistens hos forskellige skadedyrarter, først og fremmest stuefluen, over for hexaklorcyklohexan og senere også over for chlordane, således at fluebekæmpelse i stalde mange steder er næsten umuliggjort med klorholdige insektgifte.

Thiofosformidler.

Af de midler, der i øjeblikket står til rådighed for praksis, er thiofosformidlerne vel nok dem, der forener størst virkning og alsidighed, uden at man derfor endnu kan sige, at man har fået et universalmiddel, der kan bruges til alt.

Det var *Bayer*, Leverkusen, der først fremstillede et middel af denne type, Bladan E 605, medens der senere er kommet adskillige lignende midler frem, bl. a. de såkaldte parathionmidler, der som virksom bestanddel indeholder diætyl-paranitrofenyl-thiofosfat, medens Bladan delvis består af dimetyl-paranitrofenyl-thiofosfat.

Thiofosformidlernes alsidige giftvirkning.

Disse midler virker på skadedyrene både som kontaktgift, mavegift og åndedrætsgift, i sidstnævnte tilfælde dog kun af betydning efter fordampning ved høj temperatur, f. eks. over rygelamper eller lignende i væksthuse, men næppe i synderlig grad efter fordampning af sprøjtevædsken på friland, således som vi kender det med nikotin. Denne »fjernvirkning« hos nikotin har netop været årsagen til, at dette middel så længe var alle andre kontaktgifte overlegen, f. eks. til bekæmpelse af bladlus og lign. skadedyr.

Thiofosformidlerne har også nogen «fjernvirkning», men af en helt anden karakter end nikotinets. De optages nemlig delvis af planten, trænger fra bladens overhud ind i vævssafterne og kan her optages af sugende insekter, f. eks. bladlus, og dræbe dem, uden at de har været ramt direkte af sprøjtevædsken. Det er første gang, at man ved sprøjtning har formået at dræbe sugende skadedyr med en mavegift. En lignende mavegiftvirkning har man dog tidligere kendt ved brug af natriumselenat, der efter opløsning i jorden optages af rødderne og transporteres rundt i planten, således at bladlus, spindemider og lign. sugende skadedyr samt bladål dræbes. Medens de nævnte thiofosformidler praktisk taget ikke transporteres rundt i planten, men kun trænger i dybden fra den behandlede overflade, således at forholdet bedst kan karakteriseres ved en »dybdevirkning«, er der hos natriumselenat

tale om en omfattende transport i karrene, således at der her kan tales om en systemisk giftvirkning. Hos thiofosformidlerne skal man nu sikkert ikke regne med dybdevirkningen som det væsentlige, men snarere som et supplement til kontaktvirkningen, således at de skadedyr, der ikke sættes ud af spillet ved direkte kontaktvirkning, muligvis tilintetgøres indirekte ved dybdevirkningen. Navnlig hvor der er tale om, at sammenkrøllede blade beskytter lusene mod kontakt, kan dybdevirkningen være af stor betydning; men der skal i så fald sikkert bruges en væsentlig højere koncentration, end hvor der kan regnes med direkte kontakt.

Thiofosformidlerne er i sig selv ret bestandige, men inde i planten nedbrydes de forholdsvis hurtigt og mister derved virkningen mod skadedyr. Nedbrydningen sker hurtigere for metylestere (Bladan), hvor det meste er nedbrudt i løbet af 5—6 dage, medens ætylestere (parathion) nedbrydes lidt langsommere (6—8 dage). Den langsommere nedbrydning er naturligvis en fordel, når det gælder skadedyr, medens det er en ulempe, når det gælder sundhedsfaren for mennesker og husdyr. Det er kun inde i levende planter, nedbrydningen sker så hurtigt (ved enzymers hjælp), medens giften holder sig meget længere på dødt materiale, hvorfor det bl. a. kan være farligt at sprøjte på visne planter, foder i stalde o. lign.

Thiofosformidlerne er farlige gifte.

Thiofosformidlernes store alsidighed mod skadedyr gør dem næsten selvfølgelig til farlige gifte for nyttige insekter som bier, snylte- og rovinsekter samt for den store skare af upåagtede insekter i naturen. Både indgående undersøgelser og talrige erfaringer fra praksis viser da også, at disse midler er endnu farligere end både DDT- og 666-midler, således at de absolut aldrig må bruges over åben blomst. Overhovedet bør så alsidige og stærke midler anvendes med største omtanke, og de bør kun bruges, hvor andre, mindre farlige midler ikke kan forventes at give tilstrækkelig virkning. I landbrugets afgrøder er faren for voldsomme, utilsigtede indgreb i naturens orden dog næppe så stor som i havebruget og frugtavlens.

Sidstnævnte steder er faunaen meget mere alsidig end ude på de store markflader, hvor indgreb som pløjning, skiften mellem afgrøder og lign. i forvejen virker stærkt begrænsende. Tilbageholdenheden med brug af thiofosformidler bør derfor særlig iagttages i havebrug og frugtavl, og den bør navnlig skærpes i og omkring blomstringstiden af hensyn til bestøvende insekter og i højsommertiden, hvor snylte- og rovinsekter antages at være særlig aktive.

Over for mennesker og husdyr er thiofosformidlerne langt farligere gifte end DDT- og 666-midlerne. Dødelig dosis for mennesker angives til 10—40 centigram, men ved væsentlig lavere doser kan der indtræde yderst alvorlige forgiftninger af akut karakter. De almindeligste symptomer er hovedpine, appetitløshed, kvalme, spytflod og muskelsitren, i sværere tilfælde følger mavesmerter og opkastning, hoste og åndenød, vædskeudtrædning i lungerne og eventuelt bevidstløshed. Et karakteristisk ledsagesymptom er pupilforsnævring.

Forgiftningen kan melde sig omgående, hvis der f. eks. ved uforsigtighed med den koncentrerede vædske optages en større giftmængde i legemet på een gang. Men ved almindeligt arbejde med fortyndede sprøjtevædsker eller puddere vil forgiftninger i reglen først vise sig adskillige timer efter arbejdets afslutning, således at det uden kendskab til dette lumske i forgiftningens natur kan være svært at forstå, at de indtrædende sygdomssymptomer faktisk er en følge af arbejdet med giften 6—8—10 timer før. Det skyldes i sådanne tilfælde thiofosformidlets gradvise nedbrydning af et af legemets naturlige afgiftningsstoffer (cholinesterase), der destrueres, og når destruktionsen efterhånden når det punkt, hvor cholinesterase-mængden er for lille til at bestride sin naturlige funktion, indtræder forgiftningssymptomerne omgående og ofte så voldsomt, at hurtig lægehjælp er nødvendig. Heldigvis er der i tilfælde af hurtig lægehjælp gode udsigter til fuldstændig helbredelse, bl. a. fordi giften i løbet af 1—2 døgn nedbrydes eller udskilles af legemet. Da cholinesterase-mængden i legemet spiller så stor en rolle for forgiftningens indtræden, kan det som af overlæge *Arne Barfred* foreslået være betryggende,

at sprøjtefolk o. a., der beskæftiger sig særlig meget med disse midler, jævnlig får cholinesterase-mængden i blodet undersøgt. Folk, hvis helbred ikke er helt i orden, skal være særlig forsigtige, idet cholinesterase-mængden i så fald (f. eks. blot under en almindelig forkølelse) i forvejen er stærkt nedsat.

Thiofosformidler opsuges i legemet ikke blot ved nedsvælgning, men også ved indånding, f. eks. ved stadigt arbejde i sprøjtetåge eller puddersky, som naturligvis må undgås, eller man må sikre sig med gasmaske, tætte kabiner el. lign. Endelig kan thiofosformidler også resorberes gennem huden, hvorfor der altid bør arbejdes med gummihandsker, overtrækstøj o. lign. Resorbtionen øges ved opløsning i olie, hvorfor disse midler aldrig bør blandes med olieholdige sprøjtevædsker. For at undgå forgiftning ved spisning af grøntsager, frugt o. lign. må der ifølge Sundhedsstyrelsens forskrifter ikke sprøjtes eller pudres med Bladan og parathionmidler senere end 14 dage før høst.

Systemiske fosformidler.

Endnu nyere end ovennævnte thiofosformidler er nogle nærbeslægtede, systemiske insektgifte, der ligesom natriumselenat udmærker sig ved evnen til at trænge rundt i planternes væv, fra blad til blad eller fra grene ved plantens grund til dens top o. s. v., således at hele planten forgiftes og derved beskyttes mod skadedyr. Blandt disse har navnlig *Pestox III* (Dimetyl-amino-fosforsyreanhydrid) og *Systox* (Dialkyl-thioæter-thiofosforsyreester) foreløbig interesse her i landet. Disse organiske, systemiske gifte har den fordel frem for det uorganiske selenat, at de nedbrydes i planten, så giffaren herved begrænses. Om nedbrydningstiden hersker der endnu ikke fuld klarhed. Fra engelsk side angives, at *Pestox III* i sommertiden holder virkningen i indtil en måned, på køligere årstider endnu længere, medens *Systox* angives at have kortere nedbrydningstid.

Medens Bladan og parathionmidler over for skadedyr som nævnt først og fremmest virker ved kontakt og — med de gængse fortyndingsgrader i praksis — kun i ringe grad ved

dybdevirkning (mavegift), synes det hos de systemiske midler at være omvendt. Dette må skyldes en anden natur hos disse midler, dels at de i sig selv synes at have en mindre kontaktvirkning og en større mavegiftvirkning, og dels at de har en relativ større bestandighed og en mere udpræget evne til fordeling inde i planten. Fordelen herved er, at de yder beskyttelse mod skadedyr gennem længere tid, og at de synes forholdsvis mindre farlige for rov- og snylteinsekter end de mere udprægede kontaktagifte. Forhåbentlig vil de derfor gribe mindre voldsomt ind i de behandlede afgrøders bestand af nyttige og uskyldige insekter.

Over for mennesker og husdyr er de systemiske fosforimidler farlige gifte af samme natur og styrke som Bladan og parathion, således at de skal behandles med samme forsigtighed, som er nævnt for disse. Det er klart, at den længere nedbrydningstid er en fordel ved skadedyrenes bekæmpelse, men samtidig øges faren for mennesker og husdyr, hvorfor disse midler ikke må anvendes til sprøjtning og pudring af spiselige afgrøder (og mellemkulturer) senere end 4—6 uger før høst, medens behandling ved vanding af jorden på grund af en endnu langsommere nedbrydningstid i denne end i planter ikke må foretages, hvor der skal dyrkes spiselige afgrøder i samme sæson. Sådanne begrænsninger understreger farligheden ved disse systemiske giftmidler, og da mange forhold ved deres natur og virkning endnu er ukendt, kunne der, før de får almindelig udbredelse, være anledning til at overveje, om brugen af dem indtil videre kun måtte foretages af personer, som har fået særlig tilladelse fra sundhedsmyndighederne. Ved en sådan begrænset kontrollabel anvendelse på forholdsvis få hænder kan der i praksis erhverves et bedre og sikrere kendskab til fordele, ulemper og farer ved disse midler, således at der efter en vis tid bedre kan tages stilling til, om de bør frigives til brug på samme måde som de fleste andre giftige bekæmpelsesmidler.

Foreløbig har Pestox III i danske forsøg (virus-gulsotudvalget) vist lovende resultater mod virus-gulsoth på bederoer (bekæmpelse af smittespredende bladlus), medens Systox i forsøg ved Statens plantepatologiske Forsøg har givet ud-

mærkede resultater mod forskellige bladlusarter, spindemider o. fl. andre skadedyr.

Giftfaren er ikke noget nyt.

Der tales med rette om giftfaren for mennesker ved de nye insektbekæmpelsesmidler; men giftfaren i forbindelse med insektbekæmpelse er ikke noget nyt, idet de gamle insektbekæmpelsesmidler i høj grad også er giftige. Faren ved kronisk forgiftning ved DDT-midlerne kan sammenlignes med den tilsvarende fare hos blyarsenat, hvor små mængder bly gradvis kan ophobes i legemet og give anledning til kronisk forgiftning af yderst alvorlig karakter, og faren for akut forgiftning ved thiofosformidler kan sammenlignes med den tilsvarende fare ved nikotin. Ja, faren for dødelig forgiftning med nikotin må anses for at være væsentlig større end af thiofosformidlerne, idet dødelig dosis for mennesker angives til 1—4 centigram nikotin mod 10—40 centigram af den aktive bestanddel i Bladan og de lignende parathionmidler.

Når det erindres, at der gennem mange år er brugt 80—100 tons blyarsenat og 25—30 tons nikotin årligt herhjemme, uden at der foreligger noget tilfælde af alvorlig forgiftning med dødelig udgang eller varig skade som følge af *arbejdet med sprøjtning eller tilberedning af sprøjtevædske*, så kan dette formentlig tages som et opmuntrende vidnesbyrd om, at det ved påpasselighed også vil være muligt at anvende de nye midler uden ulykkestilfælde.

Derimod er der desværre i tidens løb sket adskillige ulykker som følge af *sløseri ved opbevaring*, henkastning af *brugt, ikke rensset emballage* o. lign., således at børn og andre sagesløse er dræbt. Forudsætningen for, at der ikke sker ulykker, er derfor ikke blot, at der arbejdes ansvarsbevidst og indsigtfuldt under selve tilberedningen og sprøjtningen, men at der også sørges for hensigtsmæssig opbevaring af disse farlige midler.

Oversigt over forsigtighedsregler.

Følg nøje brugsanvisningen, der følger med alle pakninger af giftige bekæmpelsesmidler. Ved køb af midlet har rekvi-

renten ved underskrift af rekvisitionsblanketten lovet dette, samt lovet at udvise størst mulig forsigtighed ved giftens anvendelse og opbevaring.

Visse mennesker er overfølsomme mod kemiske midler (idiosynkrasi), og syge eller utilpasse mennesker har nedsat modstandskraft (gælder også efter nydelse af alkohol). — Vis i sådanne tilfælde særlig forsigtighed.

Hold op med arbejdet i tilfælde af sygdoms- eller forgiftningstegn — søg læge! Ved stadigt arbejde med giftmidler anbefales regelmæssigt lægetilsyn.

Opbevar giften i et særligt, aflåset giftrum. Afvej midlerne i dette rum eller i det fri — aldrig i køkken, spisekammer el. lign. steder. Vej og mål nøjagtigt (aldrig på slump) og brug speciel vægt og måleredskaber, som ikke bruges til andet.

Ompak eller omhæld aldrig giftene fra den originale, giftmærkede emballage; det kan være forbryderisk at fylde giftpulver i tilfældige papirposer eller papæsker og at hælde giftvædske på øl- og mælkeflasker.

Arbejd renligt, både ved afvejning, blanding og sprøjtning m. m. Undgå at få gift, især naturligvis den koncentrerede, på hænder o. a. legemsdele. Brug beskyttende foranstaltninger, afpasset efter midlernes farlighed: Overtrækstøj, gummihandsker, beskyttelsesmidler, næseklæde, gasmaske o. s. v., og sørg for vedligeholdelse og rensning (vask) af disse ting.

Ryg og spis ikke under arbejdet — vask hænder efter arbejdet, skift klæder o. s. v.

Undgå stadigt ophold i sprøjtetåge eller puddersky — indret på jeep eller traktor støvtætte førerkabiner, evt. med indvendigt overtryk.

Pas på spiselige kulturer (brugsanvisning) — tænk også på mellemkulturer og nabokulturer (vinddrift).

Pas på sprøjterester (uskadeliggøres) — pas på, at rester ikke finder vej til brønde, damme o. lign. steder.

Pas på tømt emballage — skyl alle rester ud af flasker og dunke, brænd papirs- og papemballage.

Husk ikke blot på beskyttelse af mennesker — husdyr, bier og andre nyttige eller uskyldige væsener skal også værnes.

Litteratur.

- Andersen, A. Harrestrup og Torben Jersild:* Poisoning by Diethylparanitrophenylthiophosphate (Acta Pharmacol., vol. 5, 1949).
- Barfred, Arne:* Bekæmpelse af giftfaren ved brugen af alkylpolyfosfater (Foredragsmanuskript, 1952).
- Buxton, P. A.:* The Use of the new Insecticide DDT in Relation to tropical Medicine (Roy. Soc. Trop. Med. and Hygiene, vol. 38, 1945).
- Carne, Ph. B.:* Persistence of DDT in the soil (Nature, vol. 162, 1948).
- Carter, R. H., et al.:* DDT-Content of Milk (Journ. Econ. Ent., vol. 42, 1949).
- Culliman, F. P.:* Some new Insecticides (Journ. Econ. Ent., vol. 42, 1949).
- Fjeldalen, Jac.:* Er alle insektmidler giftige for mennesker (Frukt og Bær, 1951).
- Frohberger, P. E.:* Untersuchungen über des Verhalten des Insektizides E 605 auf und in der Pflanze (H-Briefe, Heft 2, 1949).
- Hamilton, D. W.:* Summer Control of Pear Psylla (Journ. Econ. Ent., vol. 41, 1948).
- Hammarlund, L.:* Erfaringer med nyere insekticider (Månedsoversigt over Plantesygdomme, nr. 308, 1949).
- Häfliger, E.:* Comparative Toxicity of various Insecticides to the Honey Bee (Journ. Econ. Ent., vol. 42, 1949).
- Kylin, O.:* Om giftigheten hos några bekämpningsmedel (Foredragsmanuskript, 1950).
- Lehman, A. J.:* Pharmacological Considerations of Insecticides (Association of Food and Drug Officials of U. S. A., vol. 13, 1949) (Referat fra *Kylin* o. a.).
- Läuger, P., et. al.:* Ueber Konstitution und toxische Wirkung von natürlichen und neuen synthetischen insektentötenden Stoffen (Helvetica Chimica Acta, Bd. 27, 1944).
- Olsen, H. K.:* Forsøg vedr. kemiske midler til bekæmpelse af plantesygdomme (Ber. om Fællesforsøg, 1952).
- Smith, M. S.:* Persistence of DDT and 666 in soil (Nature, vol. 161, 1948).
-