



Silent Spring



RACHEL
CARSON

Author of THE SEA AROUND US

NAAR INHOUD

*[002] SILENT SPRING, winnaar van 8 prijzen *, is de geschiedenis die dat bestseller maakt verbijsterde de wereld met zijn angstaanjagende openbaring over onze vervuilde planeet. Geen wetenschap fiction-nachtmerrie kan de kracht evenaren van dit authentieke en huiveringwekkende portret van het niet-geziene vernietigers die al zijn begonnen met het veranderen van de vorm van het leven zoals we het kennen.*

*“Silent Spring is een verwoestende aanval op menselijke onzorgvuldigheid, hebzucht en onverantwoordelijkheid. Het zou gelezen moeten worden door elke Amerikaan die niet wil dat het de **epitaaf** is van een wereld niet ver voorbij ons in de tijd. ”*

--- Zaterdag Review

* Prijzen ontvangen door Rachel Carson voor SILENT SPRING :

- De Schweitzer-medaille (dierenwelzijnsinstituut)
- De Constance Lindsay Skinner Achievement Award voor verdienste op het gebied van boeken (Vrouwen National Book Association)
- Award voor Distinguished Service (New England Outdoor Writers Association)
- Conservation Award voor 1962 (Rod and Gun Editors van Metropolitan Manhattan)
- Conservationist van het jaar (National Wildlife Federation)
- 1963 Achievement Award (Albert Einstein College of Medicine --- Women's Division)
- Jaarlijkse Founders Award (Isaak Walton League)
- Citation (internationale en Amerikaanse vrouwenraden)

Silent Spring

(Door Rachel Carson)

- "Ik raad SILENT SPRING aan boven alle andere boeken." – NJ Berrill auteur van MAN'S OPWEKENDE GEEST
- "Zeker om geschiedenis te maken in zijn invloed op het denken en de openbare orde overal in de wereld." - Clubnieuws van de maand van het boek
- "Miss Carson is een wetenschapper en is er niet op gericht om achteloos ernstige beschuldigingen te gooien.
- Als ze ons waarschuwt, zoals ze doet met een zo diep gevoel van urgentie, zouden we dat moeten doen let op. Silent Spring is misschien wel een van de grote en verlagende boeken van onze tijd. Dit boek is must read voor elke verantwoordelijke burger." – Chicago Daily
- "Miss Carsons schreeuw van waarschuwing komt op het juiste moment. Als onze soort zich niet kan weren tegen overbevolking, kernwapens en vervuiling, kan het uitsterven." - New York Times
- "Een geweldige vrouw heeft de natie wakker gemaakt door haar krachtige beschrijving van de gevaren rond ons. We zijn veel verschuldigd aan Rachel Carson." - Stewart L. Udall, minister van Binnenlandse Zaken
- "Het is de hoogste tijd dat mensen op de hoogte zijn van deze snelle veranderingen in hun omgeving, en om een effectieve rol te spelen in de strijd die de toekomst van al het leven op aarde kan vormen." New York Times Book Review {voorpagina}
- "Het mag geen verrassing zijn dat de begaafde auteur van THE SEA AROUND US kan nemen een andere tak van de wetenschap ... en breng het zo scherp in beeld dat het intelligent is leek kan begrijpen waar ze het over heeft. Begrijp, ja, en hui-
ver, want zij heeft een levend portret getekend van wat er gebeurt met deze natuurbalans zoals vastgelegd in de wetenschap van het leven --- en wat de mens doet (en heeft gedaan) om het te vernietigen en een wetenschap van de dood." - Virginia Kirkus Bulletin

Silent Spring

Van Rachel Carson

(ÉÉN ENKEL BOEK DAT HET UITGIFTE VAN PESTICIDEN CENTERSTAGE OPLEGDE. MET MASSA SCHAALVERGIFTIGING VAN HET LAND MET PESTICIDEN EN MET DUIZENDEN LANDBOUWERS DIE ZELFMOORD DOEN DIT BOEK IS ESSENTIEEL VOOR OPENBAAR ONDERZOEK IN INDIA.)

EEN CREST REPRINT
FAWCETT PUBLICATIONS, INC., GREENWICH, CONN.
LID VAN AMERIKAANSE BOEK PUBLICATIES RAAD, INC.

To Albert Schweitzer
who said

“Man has lost the capacity to foresee
and to forestall. He will end by
destroying the earth.”

Aan Albert Schweitzer
wie zei

*“De mens heeft het vermogen om te voorzien verloren
en te voorkomen. Hij zal eindigen door
de aarde vernietigen. ”*

Inhoud

i	<u>Dankwoord</u>
ii	<u>Voorwoord</u>
1	<u>Een fabel voor morgen</u>
2	<u>De verplichting om te volharden</u>
3	<u>Elixirs of Death</u>
4	<u>Oppervlaktewateren en ondergrondse zeeën</u>
5	<u>Rijken van de bodem</u>
6	<u>Aardse groene mantel</u>
7	<u>Onnodige Havoc</u>
8	<u>En geen vogels zingen</u>
9	<u>Rivers of Death</u>
10	<u>Zonder onderscheid van de lucht</u>
11	<u>Voorbij de dromen van de Borgia's</u>
12	<u>De menselijke prijs</u>
13	<u>Door een smal venster</u>
14	<u>Eén op de vier</u>
15	<u>De natuur vecht terug</u>
16	<u>Het gerommel van een lawine</u>
17	<u>De andere weg</u>

Dankwoord

IN EEN BRIEF geschreven in januari 1958 vertelde Olga Owens Huckins me over haar eigen bitterheid ervaring van een kleine wereld levenloos gemaakt, en zo mijn aandacht scherp teruggebracht naar een probleem waar ik me al lang zorgen over maakte. Toen besepte ik dat ik dit boek moest schrijven.

In de jaren daarna heb ik zoveel hulp en aanmoediging ontvangen van die mensen het is niet mogelijk om ze hier allemaal te noemen. Degenen die vrijelijk de vruchten van mij hebben gedeeld jarenlange ervaring en studie vertegenwoordigen een breed scala aan overheidsinstanties in deze en andere landen, veel universiteiten en onderzoeksinstellingen en veel beroepen. Aan iedereen ik spreek mijn diepste dank uit voor tijd en dacht zo genereus gegeven.

Mijn speciale dank gaat ook uit naar degenen die de tijd hebben genomen om delen van het manuscript te lezen en commentaar en kritiek bieden op basis van hun eigen expertkennis. Hoewel de finale de verantwoordelijkheid voor de juistheid en geldigheid van de tekst ligt bij mij, ik had het niet kunnen voltooien boek zonder de gulle hulp van deze specialisten: LG Bartholomew, MD, van de Mayo Clinic, John J. Bieseke van de Universiteit van Texas, AWA Brown van de Universiteit van Western Ontario, Morton S. Biskind, MD, uit Westport, Connecticut, CJ Briejér van de gewasbescherming Service in Holland, Clarence Cottam van de Rob en Bessie Welder Wildlife Foundation, George Crile, Jr., MD, van de Cleveland Clinic, Frank Egler uit Norfolk, Connecticut, Malcolm M. Hargraves, MD, van de Mayo Clinic, WC Hueper, MD, van het National Cancer Institute, CJ Kerswill van de Fisheries Research Board van Canada, Olaus Murie van de Wilderness Society, AD Pickett van het Canada Department of Agriculture, Thomas G. Scott van de Illinois Natural History Survey, Clarence Tarzwell van het Taft Sanitary Engineering Center, en George J. Wallace van Michigan State universiteit. Elke schrijver van een boek dat op veel verschillende feiten is gebaseerd, heeft er veel aan te danken de vaardigheid en behulpzaamheid van bibliothecarissen. Ik ben zoveel schuld verschuldigd aan velen, maar vooral aan Ida K. Johnston van het Department of the Interior Library en aan Thelma Robinson van de Library of the National Institutes of Health.

Als mijn redacteur heeft Paul Brooks in de loop van de jaren standvastige aanmoediging gegeven en heeft dat gedaan vrolijk zijn plannen onderge-

bracht in uitstel en vertragingen. Hiervoor en voor zijn bekwame redactioneel oordeel, ik ben eeuwig dankbaar. Ik heb bekwame en toegewijde hulp gehad in de enorme taak van bibliotheekonderzoek van Dorothy Algire, Jeanne Davis en Bette Haney Duff.

En ik had onmogelijk de taak kunnen voltooien, onder omstandigheden die soms moeilijk waren, behalve de trouwe hulp van mijn huishoudster, Ida Sprow.

Tot slot moet ik onze enorme schulden aan een groot aantal mensen erkennen, velen van hen onbekend voor mij persoonlijk, die het schrijven van dit boek toch hebben doen lijken de moeite waard. Dit zijn de mensen die zich voor het eerst uitspraken tegen het roekeloze en onverantwoordelijke vergiftiging van de wereld die de mens deelt met alle andere wezens, en die zelfs nu vechten de duizenden kleine veldslagen die uiteindelijk de overwinning voor gezond verstand en gezond verstand zullen opleveren onze aanpassing aan de wereld die ons omringt.

RACHEL CARSON

IN 1958, toen Rachel Carson zich ertoe verbindt het boek te schrijven dat *Silent Spring* werd, ze was vijftig jaar oud. Ze had het grootste deel van haar professionele leven doorgebracht als zeebioloog en schrijver bij de US Fish and Wildlife Service. Maar nu was ze een wereldberoemde auteur, bedankt tot het fantastische succes van *The Sea Around Us*, zeven jaar eerder gepubliceerd. Royalty's hiervan boek en zijn opvolger, *The Edge of the Sea*, had haar in staat gesteld om zich volledig aan haar eigen tijd te wijden schrijven. Voor de meeste auteurs lijkt dit een ideale situatie: een gevestigde reputatie, vrijheid om zijn eigen onderwerp te kiezen, uitgevers meer dan klaar om een contract aan te gaan schreef. Er werd aangenomen dat haar volgende boek in een veld zou staan dat hetzelfde bood kansen, dezelfde vreugde in onderzoek, als zijn voorgangers. Ze had inderdaad zulke projecten in geest. Maar het mocht niet zo zijn. Tijdens haar werk voor de overheid, zij en haar wetenschappelijke collega's was gealarmeerd door het wijdverbreide gebruik van DDT en andere langdurige gifstoffen in zogenaamde landbouwcontroleprogramma's. Direct na de oorlog, toen deze gevaren al waren geweest erkend, had ze tevergeefs geprobeerd een tijdschrift te interesseren voor een artikel over dit onderwerp. EEN tien jaar later, toen het sproeien van pesticiden en herbiciden (sommige vaak giftig) als DDT) veroorzaakte grootschalige vernietiging van dieren in het wild en hun leefgebied, en bracht duidelijk gevaar in zich menselijk leven, besloot ze dat ze zich moest uitspreken. Opnieuw probeerde ze de tijdschriften te interesseren voor een artikel. Hoewel ze inmiddels een bekende schrijfster was, de tijdschriftuitgevers, bang om te verliezen reclame, wees haar af. Een producent van babyvoeding in blik beweerde dat bijvoorbeeld een dergelijk artikel zou "ongegrunde angst" veroorzaken bij moeders die zijn product gebruikten. (Degene uitzondering was *The New Yorker*, die later delen van *Silent Spring* vooraf zou serialiseren boekpublicatie.) Dus het enige antwoord was om een boek te schrijven - boekuitgevers zijn vrij van reclamedruk. Miss Carson probeerde iemand anders te vinden om het te schrijven, maar uiteindelijk besloot ze dat als het zou gebeuren, ze het zelf zou moeten doen. Veel van haar sterkste bewonderaars vroeg zich af of ze een verkoopbaar boek over zo'n somber onderwerp kon schrijven. Ze deelde hun twijfels, maar ze ging door omdat ze moest. "Er zou geen vrede voor mij zijn," schreef ze tegen een vriend, "als ik zweeg."

Silent Spring was meer dan vier jaar in de maak. Het vereiste een heel ander soort onderzoek uit haar vorige boeken. Ze kon de geneugten van de laboratoria niet meer vertellen bij Woods Hole of van de mariene rotspoelen bij eb. Vreugde in het onderwerp zelf moest zijn vervangen door een gevoel van bijna religieuze toewijding. En buitengewone moed: tijdens de finale jaren werd ze geplaagd door wat ze 'een hele catalogus van ziekten' noemde.

Ze wist ook heel goed dat ze zou worden aangevallen door de chemische industrie. Het was niet eenvoudig dat ze zich verzette tegen willekeurig gebruik van gif maar - meer fundamenteel - dat ze had de fundamentele onverantwoordelijkheid van een geïndustrialiseerde, technologische samenleving tegenover het natuurlijke wereld. Toen de aanval kwam, was het waarschijnlijk net zo bitter en gewetenloos als zoiets sinds de publicatie van Charles Darwin's Origin of Species een eeuw eerder.

Honderdduizenden dollars werden uitgegeven door de chemische industrie in een poging om het boek in diskrediet brengen en de auteur kwaad doen - ze werd beschreven als een onwetend en hysterisch vrouw die de aarde wilde overdragen aan de insecten. Deze aanvallen mislukten gelukkig door meer publiciteit te creëren dan de uitgever zich had kunnen veroorloven. Een belangrijke chemische stof [009] bedrijf probeerde de publicatie te stoppen op grond van het feit dat Miss Carson een fout had gemaakt over een van hun producten. Dat had ze niet gedaan en de publicatie verliep volgens schema.

Zelf was ze in het bijzonder onbewogen door al deze furore.

Ondertussen heeft president Kennedy als direct gevolg van de boodschap in Silent Spring een speciaal panel van zijn wetenschappelijk adviescomité om het probleem van pesticiden te bestuderen. Het paneel rapport, toen het enkele maanden later verscheen, was een volledige rechtvaardiging van haar proefschrift. Rachel Carson was erg bescheiden over haar prestatie. Zoals ze schreef aan een goede vriend toen de manuscript was bijna voltooid: "De schoonheid van de levende wereld die ik probeerde te redden, is dat altijd in mijn gedachten geweest - dat en woede over de zinloze, brutale dingen die er waren wordt gedaan ... Nu kan ik geloven dat ik in ieder geval een beetje heb geholpen. 'In feite heeft haar boek geholpen om te maken ecologie, wat in die tijd een onbekend woord was, een van de grote po-

pulaire oorzaken van onze tijd. Het leidde tot milieuwetgeving op elk overheidsniveau.

Vijfentwintig jaar na de oorspronkelijke publicatie heeft Silent Spring meer dan een historische interesseren. Zo'n boek overbruggt de kloof tussen wat CP Snow 'de twee culturen' noemde.

Rachel Carson was een realistische, goed opgeleide wetenschapper die het inzicht en de gevoeligheid van bezat een dichter. Ze had een emotionele reactie op de natuur waarvoor ze zich niet verontschuldigde. Hoe meer zij geleerd, des te groter groeide wat ze 'het gevoel van verwondering' noemde. Dus slaagde ze erin te maken een boek over de dood, een viering van het leven. Herlezen haar boek vandaag, men is zich ervan bewust dat het implicaties zijn veel breder dan de onmiddellijke crisis waarmee het te maken kreeg. Door ons wakker te maken voor een specifiek gevaar - de vergiftiging van de aarde met chemicaliën - heeft ze ons helpen herkennen vele andere manieren (sommige weinig bekend in haar tijd) waarin de mensheid de kwaliteit van verslechtert leven op onze planeet.

En Silent Spring zal ons eraan blijven herinneren dat in onze overgeorganiseerde en overgemechaniseerde leeftijd, individueel initiatief en moed tellen nog steeds: verandering kan tot stand worden gebracht, niet door aan te zetten tot oorlog of gewelddadige revolutie, maar eerder door de richting van onze te veranderen denken aan de wereld waarin we leven.

[010] 1. Een fabel voor morgen

ER IS EENS een stad in het hart van Amerika waar al het leven leek te leven harmonie met zijn omgeving. De stad lag midden in een dambord van welvarende boerderijen, met graanvelden en hellingen van boomgaarden waar in het voorjaar witte wolken van bloei staan dreef boven de groene velden. In de herfst zorgen eik en esdoorn en berk voor een gloed van kleur die gevlamd en flikkerde over een achtergrond van dennen. Toen blaften vossen stilletjes in de heuvels en herten stak de velden over, half verborgen in de nevelen van de herfstochtend.

Langs de wegen, laurier, planten van viburnum en els, grote varens en wilde bloemen verrukt de reiziger een groot deel van het jaar in de gaten houden. Zelfs in de winter waren de bermen plekken van schoonheid, waar talloze vogels kwamen om zich te voeden met de bessen en met de zaadkoppen van het gedroogde onkruid dat opsteeg boven de sneeuw. Het landschap was in feite beroemd om de overvloed en variëteit van zijn vogel leven, en toen de stroom van migranten doorstroomde in de lente en herfst, reisden mensen van grote afstanden om ze te observeren. Anderen kwamen om de stromen te vissen, die helder en koud stroomden uit de heuvels en bevatte schaduwrijke poelen waar forel lag. Dus het was van de dagen velen jaren geleden toen de eerste kolonisten hun huizen ophieven, hun putten zonken en hun schuren bouwden.

Toen sloop een vreemde plaag over het gebied en alles begon te veranderen. Een slechte spreuk gehad vestigde zich op de gemeenschap: mysterieuze kwalen veegden de kuddes kippen; het vee en schapen ziek en stierven. Overal was een schaduw van de dood. De boeren spraken over veel ziekte onder hun families. In de stad waren de artsen steeds meer in verwarring geraakt door nieuwe soorten ziekte die bij hun patiënten optreden. Er waren verschillende plotselinge en onverklaarbare sterfgevallen, niet alleen onder volwassenen, maar zelfs onder kinderen, die getroffen zouden worden plotseling tijdens het spelen en stierf binnen een paar uur.

Er was een vreemde stilte. De vogels bijvoorbeeld - waar waren ze naartoe? Veel mensen sprak over hen, verbaasd en gestoord. De voerstations in de achtertuinen waren verlaten. De weinig vogels die overal werden ge-

zien, waren zieltoegend; ze beefden hevig en konden niet vliegen. Het was een lente zonder stemmen. Op de ochtenden die ooit hadden geklopt met het ochtendkoor van roodborstjes, catbirds, duiven, Vlaamse gaaien, wrens en tientallen andere vogelstemmen was er nu geen geluid; enkel en alleen stilte lag over de velden en bossen en moerassen.

Op de boerderijen broeden de kippen, maar er kwamen geen kuikens uit. De boeren klaagden dat ze dat waren niet in staat om varkens op te voeren - de nesten waren klein en de jongen overleefden slechts een paar dagen. De appelbomen kwamen in bloei, maar geen bijen dronken tussen de bloesems, dus er was geen bestuiving en er zou geen fruit zijn. De bermen, eens zo aantrekkelijk, waren nu bekleed met bruinachtige en verdorde vegetatie alsof geveegd door vuur. Ook deze waren stil, verlaten door alle levende dingen. Zelfs de stromen waren nu levenloos. Vissers bezochten hen niet meer, voor alle vis was gestorven.

In de goten onder de dakrand en tussen de dakspanen van de daken, een wit korrelig poeder toonde nog steeds een paar pleisters; enkele weken daarvoor was het als sneeuw gevallen op de daken en de gazons, de velden en beken. Geen hekserij, geen vijandelijke actie had de wedergeboorte van nieuw het zwijgen opgelegd leven in deze getroffen wereld. De mensen hadden het zelf gedaan.

. . Deze stad bestaat niet echt, maar er kunnen wel duizend tegenhangers in zitten Amerika of elders in de wereld. Ik ken geen enkele gemeenschap die alle heeft meegemaakt [011] tegenslagen die ik beschrijf. Toch is elk van deze rampen eigenlijk ergens gebeurd, en veel echte gemeenschappen hebben al een aanzienlijk aantal van hen getroffen. Een grimmig spook is bijna onopgemerkt op ons geslopen en deze ingebeelde tragedie kan gemakkelijk grimmig worden realiteit zullen we allemaal weten. Wat de stemmen van de lente in talloze steden al tot zwijgen heeft gebracht Amerika? Dit boek is een poging om het uit te leggen.

[012] 2. De verplichting om te volharden

DE GESCHIEDENIS VAN HET LEVEN op aarde is een geschiedenis geweest van interactie tussen levende wezens en hun omgeving. Voor een groot deel de fysieke vorm en de gewoonten van de aarde vegetatie en zijn dierenleven zijn gevormd door de omgeving. Over het geheel genomen spanwijdte van aardse tijd, heeft het tegenovergestelde effect, waarin het leven eigenlijk zijn omgeving modificeert, heeft relatief gering geweest. Alleen binnen het moment dat de huidige eeuw voorstelt één soort - de mens - verwierf een aanzienlijke macht om de aard van zijn wereld te veranderen.

In de afgelopen kwart eeuw is deze kracht niet alleen toegenomen tot verontrustend omvang maar het is van karakter veranderd. De meest alarmerende van alle aanvallen van de mens op de milieu is de verontreiniging van lucht, aarde, rivieren en zee met gevaarlijke en zelfs dodelijke materialen. Deze vervuiling is grotendeels onherstelbaar; de keten van het kwaad die het niet initieert alleen in de wereld die het leven moet ondersteunen maar in levende weefsels is voor het grootste deel onomkeerbaar. In deze nu universele vervuiling van het milieu, chemicaliën zijn de sinistere en kleine erkende stralingspartners bij het veranderen van de aard van de wereld - de aard van het is leven. Strontium 90, vrijgegeven door nucleaire explosies in de lucht, komt naar de aarde in regen of daalt naar beneden als neerslag, nestelt zich in de bodem, komt het gras of maïs of tarwe binnen die daar wordt verbouwd en erin de tijd neemt zijn verblijfplaats op in de beenderen van een mens, om daar te blijven tot zijn dood.

Evenzo liggen chemicaliën die op akkers of bossen of tuinen worden gespoten lang in de bodem en komen binnen levende organismen, van de ene naar de andere overgaand in een keten van vergiftiging en dood. Of ze passeren mysterieus door ondergrondse stromen totdat ze tevoorschijn komen en door de alchemie van lucht en zonlicht, combineer tot nieuwe vormen die vegetatie doden, vee ziek maken en ongekende schade toebrengen degenen die drinken uit eens pure bronnen. Zoals Albert Schweitzer heeft gezegd: 'De mens kan het zelfs niet eens de duivels van zijn eigen schepping herkennen.' Het duurde honderden miljoenen jaren om het te produceren leven dat nu op aarde leeft - eonen van tijd waarin dat zich ontwikkelt en evolueert en diversificatie van het leven bereikte een staat van aanpassing en balans met zijn omgeving. De omgeving, die het leven dat het

ondersteunde rigoureuze vorm gaf en registreerde, bevatte elementen die waren vijandig en ondersteunend. Bepaalde rotsen gaven gevaarlijke straling af; zelfs binnen de licht van de zon, waaruit al het leven zijn energie put, er waren kortegolfstraling met kracht om te verwonden. Gegeven tijd - tijd niet in jaren maar in millennia - past het leven zich aan, en een evenwicht heeft dat bereikt. Want tijd is het essentiële ingrediënt; maar in de moderne wereld is er geen tijd.

De snelheid van verandering en de snelheid waarmee nieuwe situaties worden gecreëerd, volgen de onstuimig en achteloos tempo van de mens in plaats van het opzettelijke tempo van de natuur. Straling is nu langer alleen de achtergrondstraling van rotsen, het bombardement van kosmische straling, de ultraviolet van de zon die al bestond voordat er enig leven op aarde was; straling is nu de onnatuurlijke creatie van het knoeien van de mens met het atoom. De chemicaliën waaraan het leven wordt gevraagd zijn aanpassing zijn niet langer alleen het calcium en silicium en koper en de rest van de mineralen spoelden uit de rotsen en droegen in rivieren naar de zee; zij zijn synthetische creaties van de inventieve geest van de mens, gebrouwen in zijn laboratoria en zonder tegenhangers erin natuur.

Aanpassing aan deze chemicaliën zou tijd vergen op de schaal die van de natuur is; het zou vereisen niet alleen de jaren van het leven van een man, maar ook het leven van generaties. En zelfs dit, was het door sommigen wonder mogelijk, zou zinloos zijn, want de nieuwe chemicaliën komen uit onze laboratoria in een [013] eindeloze stroom; bijna vijfhonderd vinden jaarlijks hun weg naar daadwerkelijk gebruik in de Verenigde Staten alleen.

Het cijfer is verbluffend en de implicaties ervan zijn niet gemakkelijk te begrijpen - 500 nieuwe chemicaliën waaraan de lichamen van mensen en dieren op de een of andere manier elk jaar moeten worden aangepast, chemicaliën volledig buiten de grenzen van biologische ervaring.

Onder hen zijn er veel die worden gebruikt in de oorlog van de mens tegen de natuur. Sinds het midden van de jaren veertig meer dan 200 basischemicaliën zijn gemaakt voor gebruik bij het doden van insecten, onkruiden, knaagdieren en andere organismen beschreven in de moderne volkstaal als 'ongedierte'; en ze worden verkocht onder verschillende duizend verschillende merknamen. Deze sprays, stof en aerosolen worden nu bijna toegepast universeel voor boerderijen, tuinen, bossen en huizen - niet-selectieve

chemicaliën die de macht hebben om elk insect, het 'goede' en het 'slechte' te doden, om het gezang van vogels en het springen van vissen stil te houden de beekjes, om de bladeren te bedekken met een dodelijke film, en om in de grond te blijven hangen - dit alles door de beoogde doelwit kan slechts een paar onkruiden of insecten zijn. Kan iemand geloven dat het mogelijk is om te liggen zo'n spervuur van gif op het aardoppervlak neerzetten zonder het ongeschikt te maken voor al het leven?

Ze mogen geen 'insecticiden' worden genoemd, maar 'biociden'. Het hele proces van spuiten lijkt gevangen in een eindeloze spiraal. Sinds DDT werd vrijgegeven voor civiel gebruik, een proces van escalatie is gaande waarin steeds meer giftige materialen moeten worden gevonden. Dit is gebeurd omdat insecten, in een triomfantelijke rechtvaardiging van Darwins principe van het overleven van de sterkste, superrassen hebben ontwikkeld die immuun zijn voor het specifieke gebruikte insecticide, vandaar een dodelijkere altijd te ontwikkelen - en dan nog dodelijker dan dat. Het is ook gebeurd omdat, voor redenen om later te beschrijven, destructieve insecten ondergaan vaak een 'flareback' of heropleving, na het spuiten, in aantallen groter dan voorheen. Zo wordt de chemische oorlog nooit gewonnen, en al het leven is gevangen in zijn gewelddadige kruisvuur.

Samen met de mogelijkheid van het uitsterven van de mensheid door een nucleaire oorlog, het centrale probleem van onze tijd is daarom de vervuiling van de totale omgeving van de mens daarmee geworden stoffen met een ongelooflijk potentieel voor schade - stoffen die zich ophopen in de weefsels van planten en dieren en penetreren zelfs de kiemcellen om het materiaal zelf te verbrijzelen of te veranderen van erfelijkheid waarvan de vorm van de toekomst afhangt.

Sommige toekomstige architecten kijken uit naar een tijd waarin het mogelijk zal zijn om de menselijk kiemplasm volgens ontwerp. Maar dat doen we nu misschien gemakkelijk door onoplettendheid voor velen chemicaliën, zoals straling, veroorzaken genmutaties. Het is ironisch om te denken dat de mens dat zou kunnen zijn eigen toekomst bepalen door zoiets onbeduidends als de keuze van een insectenspray.

Dit alles is op het spel gezet - waarvoor? Toekomstige historici zullen misschien versteld staan van onze verwrongen gevoel voor verhoudingen. Hoe kunnen intelligente wezens proberen een paar ongewenste soorten te be-

heersen door een methode die de hele omgeving vervuilde en de dreiging van ziekte en dood met zich meebracht zelfs voor hun eigen soort? Toch is dit precies wat we hebben gedaan. We hebben het bovendien gedaan om redenen die instorten op het moment dat we ze onderzoeken. Ons is verteld dat de enorme en uitbreiding van het gebruik van pesticiden is noodzakelijk om de landbouwproductie te handhaven. Maar toch is ons echte probleem niet een van overproductie? Onze boerderijen, ondanks maatregelen om areaal uit de productie te verwijderen en om landbouwers te betalen om niet te produceren, hebben ze zo'n duizelingwekkende overmaat aan gewassen opgeleverd dat de De Amerikaanse belastingbetaler betaalt in 1962 als totaal meer dan een miljard dollar per jaar kosten van het programma voor de opslag van overtollig voedsel. En wordt de situatie geholpen wanneer een tak van het ministerie van Landbouw probeert de productie te verminderen, terwijl een andere staat, zoals in 1958, 'Algemeen wordt aangenomen dat reductie van gewasoppervlakten onder de bepalingen van de Bodembank zal de interesse in het gebruik van chemicaliën stimuleren om maximale productie te verkrijgen op het land dat wordt behouden in [014] gewassen.' Dit alles wil niet zeggen dat er geen insectenprobleem is en dat er geen controle nodig is. Ik zeg, in plaats daarvan moet die controle worden afgestemd op de realiteit, niet op mythische situaties, en dat de gebruikte methoden moeten zodanig zijn dat ze ons samen met de insecten niet vernietigen.

. . . Het probleem waarvan de gepoogde oplossing zo'n ramp heeft veroorzaakt, is een begeleiding van onze moderne manier van leven. Lang voor de leeftijd van de mens woonden insecten in de aarde - een groep buitengewoon gevarieerde en aanpasbare wezens. In de loop van de tijd sindsdien de komst van de mens, is een klein percentage van de meer dan een half miljoen soorten insecten gekomen op twee belangrijke manieren in conflict met menselijk welzijn: als concurrenten voor de voedselvoorziening en als dragers van menselijke ziekten. Ziekte-dragende insecten worden belangrijk waar mensen zijn samen druk, vooral onder omstandigheden waar sanitaire voorzieningen slecht zijn, zoals in de tijd van natuurramp of oorlog of in situaties van extreme armoede en achterstelling. Vervolgens controle van een soort wordt noodzakelijk. Het is echter, zoals we nu zullen zien, een ontzuisterend feit dat de methode van massale chemische controle heeft slechts beperkt succes gehad en dreigt ook te verslechteren de omstandigheden die het beoogt te beteugelen.

Onder primitieve agrarische omstandigheden had de boer weinig insectenproblemen. Deze ontstonden met de intensivering van de landbouw - de toewijding van immense gebieden tot één gewas. Zo'n systeem heeft de weg geëffend voor explosieve toename van specifieke insectenpopulaties. Landbouw met één gewas maakt geen gebruik van de principes waarmee de natuur werkt; het is landbouw als ingenieur zou kunnen denken dat het zo is. De natuur heeft een grote variëteit in het landschap geïntroduceerd, maar de mens wel een passie getoond om het te vereenvoudigen. Zo maakt hij de ingebouwde checks and balances ongedaan waardoor de natuur houdt de soort binnen grenzen. Een belangrijke natuurlijke controle is een limiet op het bedrag van geschikte habitat voor elke soort. Het is duidelijk dat een insect dat op tarwe leeft zich kan ophopen zijn bevolking op veel hogere niveaus op een boerderij gewijd aan tarwe dan op een waarin tarwe is vermengd met andere gewassen waaraan het insect niet is aangepast.

Hetzelfde gebeurt binnen andere situaties. Een generatie of meer geleden, de steden van grote delen van de Verenigde Staten omzoomd hun straten met de edele iep. Nu wordt de schoonheid die ze hopelijk hebben gecreëerd bedreigd volledige vernietiging terwijl ziekte door de iepen veegt, gedragen door een kever die dat zou hebben slechts beperkte kans om grote populaties op te bouwen en zich van boom naar boom te verspreiden als de iepen waren slechts incidentele bomen in een rijk gediversifieerde aanplant.

Een andere factor in het moderne insectenprobleem is er een die tegen een achtergrond moet worden bekeken van de geologische en menselijke geschiedenis: de verspreiding van duizenden verschillende soorten organismen uit hun inheemse huizen om nieuwe gebieden binnen te vallen. Deze wereldwijde migratie is onderzocht en grafisch beschreven door de Britse ecoloog Charles Elton in zijn recente boek *The Ecology of Invasives*. Tijdens het Krijt, zo'n honderd miljoen jaar geleden, sneden overstromende zeeën af veel landbruggen tussen continenten en levende wezens bevonden zich in wat Elton noemt 'kolossale afzonderlijke natuureservaten'. Daar, geïsoleerd van anderen in hun soort, zij veel nieuwe soorten ontwikkeld. Toen enkele landmassa's zich weer bij elkaar voelden, ongeveer 15 miljoen jaar geleden begonnen deze soorten zich naar nieuwe gebieden te verplaatsen - een beweging die dat is niet alleen nog steeds aan de gang, maar krijgt nu aanzienlijke hulp van de mens.

De invoer van planten is de primaire agent in de moderne verspreiding van soorten, voor dieren zijn bijna altijd meegegaan met de planten, quarantaine is een relatief recente en niet volledig effectieve innovatie. Alleen al het Office of Plant Introductie van de Verenigde Staten heeft introduceerde bijna 200.000 soorten en variëteiten van planten van over de hele wereld. Bijna de helft van de 180 of zo grote insectenvijanden van planten in de Verenigde Staten zijn onbedoelde invoer uit [015] in het buitenland, en de meeste van hen zijn gekomen als lifters op planten. Op nieuw terrein, buiten bereik van de terughoudende hand van de natuurlijke vijanden die zijn aantal in zijn geboorteland hebben beperkt, een binnenvallende plant of dier kan enorm overvloedig worden. Het is dus geen toeval dat onze meest lastige insecten zijn geïntroduceerde soorten. Deze invasies, zowel de natuurlijk voorkomende en degenen die afhankelijk zijn van menselijke hulp, zullen waarschijnlijk voor onbepaalde tijd doorgaan. Quarantaine en massale chemische campagnes zijn slechts extreem dure manieren om tijd te kopen. We worden geconfronteerd, volgens Dr. Elton, 'met een leven en dood hoeft niet alleen om nieuwe technologische middelen te vinden deze plant of dat dier onderdrukken'; in plaats daarvan hebben we de basiskennis van dieren nodig populaties en hun relaties met hun omgeving die 'een evenwichtig evenwicht bevorderen en demp de explosieve kracht van uitbraken en nieuwe invasies.' Veel van de benodigde kennis is nu beschikbaar, maar we gebruiken deze niet. We leiden ecologen op onze universiteiten en nemen ze zelfs in dienst bij onze overheidsinstanties, maar die nemen we zelden advies. We laten de chemische doodsregen vallen alsof er geen alternatief was, terwijl er zijn er in feite veel en onze vindingrijkheid zou er binnenkort nog veel meer kunnen ontdekken als ze de kans krijgen.

Zijn we in een betoverde staat terechtgekomen waardoor we datgene wat inferieur is onvermijdelijk accepteren of schadelijk, alsof je de wil of het visioen bent kwijtgeraakt om te eisen wat goed is? zodanig denken, in de woorden van de ecooloog Paul Shepard, 'idealiseert het leven met alleen zijn hoofd eruit water, centimeters boven de tolerantiegrenzen van de corruptie van zijn eigen omgeving ... Waarom moeten we een dieet van zwakke gifstoffen tolereren, een huis in een slappe omgeving, een cirkel van bekenden die niet helemaal onze vijanden zijn, het lawaai van motoren met net voldoende verlichting krankzinnigheid voorkomen? Wie zou willen leven in een wereld die niet helemaal fataal is? '

Toch wordt zo'n wereld op ons gedrukt. De kruistocht om een chemisch steriel, insectvrij te maken wereld lijkt bij veel specialisten en de meeste van hen een fanatieke ijver te hebben veroorzaakt zogenaamde controlebureaus. Aan elke kant is er bewijs dat degenen die zich bezighouden met spuiten operaties oefenen een meedogenloze kracht uit. 'De regulerende entomologen ... functioneren als officier van justitie, rechter en jury, belastingdeskundige en verzamelaar en sheriff om hun eigen orders af te dwingen', zei Connecticut entomoloog Neely Turner. De meest flagrante misbruiken worden in beide staten niet gecontroleerd en federale agentschappen. Ik beweer niet dat chemische insecticiden nooit mogen worden gebruikt. Ik doe beweren dat we giftige en biologisch krachtige chemicaliën zonder onderscheid in de handen van personen die grotendeels of geheel onwetend zijn van hun potentieel voor schade. We hebben onderworpen enorme aantallen mensen om contact te maken met deze gifstoffen, zonder hun toestemming en vaak zonder hun medeweten. Als de Bill of Rights geen garantie bevat dat een burger veilig zal zijn tegen dodelijke gifstoffen die worden verspreid door particulieren of door overheidsfunctionarissen, is het zeker alleen omdat onze voorvaders, ondanks hun aanzienlijke wijsheid en vooruitziende blik, zwanger konden worden van zo'n probleem niet.

Ik beweer bovendien dat we hebben toegestaan dat deze chemicaliën met weinig of geen middelen worden gebruikt vooraf onderzoek naar hun effect op bodem, water, dieren in het wild en de mens zelf. Toekomst generaties zullen ons gebrek aan voorzichtige zorg voor de integriteit van het natuurlijke onwaarschijnlijk niet goedkeuren wereld die al het leven ondersteunt. Er is nog steeds een zeer beperkt bewustzijn van de aard van de dreiging. Deze is een tijdperk van specialisten, elk van hen ziet zijn eigen probleem en is zich niet bewust van of intolerant voor het grotere frame waarin het past. Het is ook een tijdperk dat wordt gedomineerd door de industrie, waarin het recht op maak een dollar tegen elke prijs die zelden wordt aangevochten. Wanneer het publiek protesteert, geconfronteerd met een duidelijk bewijs van schadelijke resultaten van toepassingen met pesticiden, het wordt weinig kalmerend gevoerd pillen van halve waarheid. We hebben dringend een einde nodig aan deze valse garanties, aan de suikercoating van [016] onverteerbare feiten. Het is het publiek dat wordt gevraagd om de risico's voor het insect te nemen controllers berekenen. Het publiek moet beslissen of het verder wil gaan weg, en het kan dit alleen

doen wanneer hij volledig in het bezit is van de feiten. In de woorden van Jean Rostand, 'De verplichting om te volharden geeft ons het recht om het te weten.'

3. Elixirs of Death

VOOR DE EERSTE KEER in de geschiedenis van de wereld wordt elk mens nu aan onderworpen contact met gevaarlijke chemicaliën, vanaf het moment van conceptie tot de dood. In de minder dan twee decennia van hun gebruik, zijn de synthetische pesticiden zo grondig verspreid in de levende en levenloze wereld dat ze vrijwel overal voorkomen. Zij **hebben** zijn teruggewonnen uit de meeste grote riviersystemen en zelfs uit grondwaterstromen die ongezien door de aarde stromen.

Residuen van deze chemicaliën blijven hangen in de bodem waarnaar ze kunnen zijn een dozijn jaar eerder toegepast. Ze zijn binnengekomen en ondergebracht in de lichamen van vissen, vogels, reptielen en huisdieren en wilde dieren zo universeel dat wetenschappers dieren voortzetten experimenten vinden het bijna onmogelijk om onderwerpen te vinden die vrij zijn van dergelijke besmetting. Ze zijn gevonden in vissen in afgelegen bergmeren, in regenwormen die zich in de grond nestelen, in de eieren van vogels - en in de mens zelf. Want deze chemicaliën worden nu opgeslagen in de lichamen van de overgrote meerderheid van mensen, ongeacht leeftijd. Ze komen voor in de moedermelk, en waarschijnlijk in de weefsels van het ongeboren kind. Dit alles is tot stand gekomen door de plotselinge opkomst en wonderbaarlijke groei van een industrie voor de productie van synthetische of synthetische chemicaliën met insecticide eigenschappen.

Deze industrie is een kind van de Tweede Wereldoorlog. In de loop van ontwikkelaars van chemische oorlogsvoering, waren sommige van de chemicaliën die in het laboratorium werden gemaakt bleek dodelijk te zijn voor insecten. De ontdekking kwam niet toevallig: insecten werden veel gebruikt om chemicaliën te testen als middelen voor de dood van de mens.

Het resultaat is een schijnbaar eindeloze stroom van synthetische insecticiden. In door de mens gemaakt - door ingenieuze laboratoriummanipulatie van de moleculen, die atomen vervangen, hun rangschikking veranderen - ze verschillen sterk van het eenvoudiger insecticiden^{Q012} van vooroorlogse dagen. Deze zijn afgeleid van natuurlijk voorkomende mineralen en planten producten - verbindingen van arseen, koper, mangaan, zink en andere mineralen, pyrethrum van de gedroogde bloemen van chrysanten, nicotine-sulfaat van enkele familieleden van tabak en rotenon van peulvruchten uit

Oost-Indië.

Wat de nieuwe synthetische insecticiden onderscheidt, is hun enorme biologische potentie. Zij hebben immense kracht niet alleen om te vergiften maar om de meest vitale processen van het lichaam binnen te treden en verander ze op sinistere en vaak dodelijke manieren. Dus, zoals we zullen zien, vernietigen ze juist het enzymen die als functie hebben het lichaam tegen schade te beschermen, blokkeren de oxidatieprocessen waaruit het lichaam zijn energie ontvangt, ze verhinderen het normale functioneren van verschillende organen, en ze kunnen in bepaalde cellen de langzame en onomkeerbare verandering initiëren die tot kwaadaardigheid leidt.

Toch worden elk jaar nieuwe en dodelijkere chemicaliën aan de lijst toegevoegd en zo worden nieuwe toepassingen bedacht dat contact met deze materialen praktisch wereldwijd is geworden. De productie van synthetische pesticiden in de Verenigde Staten stegen van 124.259.000 pond in 1947 tot 637.666.000 pond in 1960 - meer dan een vijfvoudige toename. De groothandelswaarde hiervan producten waren ruim een kwart miljard dollar. Maar in de plannen en verwachtingen van de industrie deze enorme productie is slechts een begin.

A Who's Who van pesticiden is daarom voor ons allemaal van belang. Als we zo intiem gaan leven met deze chemicaliën - ze eten en drinken, ze meenemen naar het merg van ons botten - we kunnen beter iets weten over hun aard en hun kracht. Hoewel de Tweede Wereldoorlog betekende een ommekeer van anorganische chemicaliën als pesticiden naar de wonderwereld van het koolstofmolecuul, een paar van de oude materialen bestaan nog steeds. De belangrijkste hiervan is [018] arseen, dat nog steeds het basis ingrediënt is in een verscheidenheid aan onkruid- en insectenverdelgers. Arsenicum is een zeer giftig mineraal dat veel voorkomt in associatie met de ertsen van verschillende metalen, en in zeer kleine hoeveelheden in vulkanen, in de zee en in bronwater. Zijn relaties met de mens zijn gevarieerd en historisch. Omdat veel van zijn verbindingen smaakloos zijn, is het een favoriet middel voor moord van lang vóór de tijd van de Borgia's tot heden. Arsenic is aanwezig in de Engelse schoorsteen roet en samen met bepaalde aromatische koolwaterstoffen wordt verantwoordelijk geacht voor de kankerverwekkende (of kankerverwekkende) werking van het roet, dat bijna twee eeuwen lang werd erkend geleden door een Engelse arts. Epidemieën van chronische arseenvergiftiging waarbij het geheel betrokken is popula-

ties over lange periodes zijn geregistreerd. Arseen-besmette omgevingen hebben ook ziekte en dood veroorzaakt bij paarden, koeien, geiten, varkens, herten, vissen en bijen; ondanks dit record arsenical sprays en stof worden veel gebruikt. In het met arseen bespoten katoenland van Zuid-Amerikaanse bijenteelt als een industrie is bijna uitgestorven. Boeren die arseen gebruiken stof gedurende lange periodes is aangetast door chronische arseenvergiftiging, vee is dat geweest vergiftigd door gewassprays of onkruidverdelgers met arseen. Afdrijvend arseen stof van bosbessenlanden hebben zich verspreid over naburige boerderijen, vervuilende stromen, dodelijk vergiftiging bijen en koeien, en veroorzaken menselijke ziekte. 'Het is nauwelijks mogelijk om ermee om te gaan meer totale minachting van de algemene gezondheid dan die welke in ons land in 2010 is toegepast afgelopen jaren ', zei dr. WC Hueper van het National Cancer Institute, een autoriteit op omgevingskanker. 'Iedereen die de stofdoeken en sproeiers van arsenicum heeft bekeken insecticiden op het werk moeten onder de indruk zijn geweest van de bijna uiterste onzorgvuldigheid waarmee de giftige stoffen worden afgegeven. ' . . .

Moderne insecticiden zijn nog dodelijker. De overgrote meerderheid valt in een van de twee grote groepen Chemicaliën. Eén, vertegenwoordigd door DDT, staat bekend als de 'gechloreerde koolwaterstoffen. De andere groep bestaat uit de organische fosforinsecticiden, en wordt redelijk vertegenwoordigd door de groep bekende malathion en parathion. Ze hebben allemaal één ding gemeen. Zoals hierboven vermeld, zijn ze gebouwd op basis van koolstofatomen, die ook de onmisbare bouwstenen van de levenden zijn wereld, en dus geclassificeerd als 'organisch'. Om ze te begrijpen, moeten we zien wat ze zijn gemaakt, en hoe, hoewel verbonden met de basischemie van al het leven, ze zich lenen voor de wijzigingen die hen tot doodsmiddelen maken. Het basiselement, koolstof, is een element waarvan de atomen een bijna oneindig vermogen hebben om zich te verenigen elkaar in kettingen en ringen en verschillende andere configuraties, en om verbonden te raken met atomen van andere stoffen. Inderdaad, de ongelooflijke diversiteit van levende wezens van bacteriën tot de grote blauwe vinvis is grotendeels te wijten aan deze capaciteit van koolstof. Het complexe eiwitmolecuul heeft het koolstofatoom als basis, evenals vetmoleculen, koolhydraten, enzymen en vitamines.

Dus heb ook enorme aantallen niet-levende dingen, want koolstof is niet

noodzakelijk een symbool van leven. Sommige organische verbindingen zijn eenvoudig combinaties van koolstof en waterstof. De makkelijkste hiervan is methaan, of moerasgas, in de natuur gevormd door de bacteriële afbraak van organisch materie onder water. In de juiste verhoudingen gemengd met lucht, wordt methaan het gevreesde vuur vochtig van kolenmijnen. De structuur is prachtig eenvoudig, bestaande uit één koolstofatoom waaraan [019] vier waterstofatomen zijn gehecht: Chemici hebben ontdekt dat het mogelijk is om een of alle waterstofatomen los te maken en vervang andere elementen. Bijvoorbeeld door één chlooratoom te vervangen door één van waterstof produceren we methylchloride: Neem drie waterstofatomen weg en vervang chloor en we hebben het verdovingsmiddel chloroform: Vervang chlooratomen voor alle waterstofatomen en het resultaat is tetrachloorkoolstof, de bekende reinigingsvloeistof: In de eenvoudigst mogelijke bewoordingen, deze veranderingen hadden invloed op het basismolecuul methaan illustreren wat een gechloreerde koolwaterstof is. Maar deze illustratie geeft weinig hint van het ware complexiteit van de chemische wereld van de koolwaterstoffen, of van de manipulaties waardoor de organische chemicus creëert zijn oneindig gevarieerde materialen. Voor in plaats van het eenvoudige methaan molecuul met zijn enkele koolstofatoom, kan hij werken met koolwaterstofmoleculen bestaande uit veel koolstofatomen, gerangschikt in ringen of ketens, met zijketens of takken, vasthoudend aan zichzelf met chemische bindingen niet alleen eenvoudige waterstof- of chlooratomen, maar ook een grote verscheidenheid aan chemische groepen. Door schijnbaar kleine veranderingen verandert het hele karakter van de substantie is veranderd; bijvoorbeeld niet alleen wat eraan vastzit, maar ook de plaats van gehechtheid [020] het koolstofatoom is zeer belangrijk. Dergelijke ingenieuze manipulaties hebben een batterij van geproduceerd vergif van werkelijk buitengewone kracht. . . .

DDT (afkorting voor dichloor-difenyl-trichloor-ethaan) werd voor het eerst gesynthetiseerd door een Duitse chemicus in 1874, maar zijn eigenschappen als insecticide werden pas in 1939 ontdekt. Bijna onmiddellijk werd DDT geprezen als een middel om door insecten overgedragen ziekten uit te roeien en de boerenoorlog te winnen tegen gewasvernietigers 's nachts. De ontdekker, Paul Müller van Zwitserland, won de Nobel Prijs. DDT wordt nu zo universeel gebruikt dat het product in de meeste hoofden onschadelijk wordt aspect van het vertrouwde. Misschien berust de mythe van de onschadelijkheid van DDT op het feit dat men dat wel is van het eerste ge-

bruik was het in oorlogstijd afstoffen van vele duizenden soldaten, vluchtelingen en gevangenen, om luizen te bestrijden. Er wordt algemeen aangenomen dat zoveel mensen extreem intiem zijn geworden contact met DDT en ondervond geen onmiddellijke nadelige gevolgen van de chemische stof moet zeker onschuldig zijn van schade. Deze begrijpelijke misvatting komt voort uit het feit dat - in tegenstelling tot andere gechloreerde koolwaterstoffen - DDT in poedervorm wordt niet gemakkelijk door de huid opgenomen. Opgelost in olie, zoals meestal is het, DDT is absoluut giftig. Bij inslikken wordt het langzaam opgenomen door het spijsverteringskanaal tract; het kan ook worden opgenomen door de longen. Zodra het het lichaam is binnengegaan, wordt het opgeslagen grotendeels in organen rijk aan vetstoffen (omdat DDT zelf vetoplosbaar is) zoals de bijniere, testes of schildklier. Relatief grote hoeveelheden worden afgezet in de lever, niere en het vet van de grote, beschermende mesenterieën die de darmen omhullen.

Deze opslag van DDT begint met de kleinst denkbare inname van de chemische stof (dat wil zeggen aanwezig als residuen op de meeste levensmiddelen) en gaat door totdat vrij hoge niveaus worden bereikt. De vetopslagplaatsen fungeren als biologische loepen, zodat een inname van slechts 1 deel per miljoen in het dieet resulteert in opslag van ongeveer 10 tot 15 delen per miljoen, een toename van één honderdvoudig of meer. Deze referentievoorwaarden, zo gewoon voor de chemicus of de farmacoloog, kennen de meesten van ons niet. Een deel op een miljoen klinkt als een heel klein hoeveelheid - en zo is het. Maar dergelijke stoffen zijn zo krachtig dat een kleine hoeveelheid kan veroorzaken grote veranderingen in het lichaam. In dierexperimenten is gebleken dat 3 delen per miljoen remt een essentieel enzym in hartspier; slechts 5 delen per miljoen heeft necrose of veroorzaakt desintegratie van levercellen; slechts 2,5 delen per miljoen van de nauw verwante chemicaliën dieldrin en chlordane deed hetzelfde. Dit is echt niet verrassend. In de normale chemie van de mens lichaam is er precies zo'n verschil tussen oorzaak en gevolg. Bijvoorbeeld een hoeveelheid jodium zo klein als twee tienduizendste gram spelt het verschil tussen gezondheid en ziekte.

Omdat deze kleine hoeveelheden pesticiden cumulatief worden opgeslagen en slechts langzaam worden uitgescheiden, de dreiging van chronische vergiftiging en degeneratieve veranderingen van de lever en andere organen is zeer echt.

Wetenschappers zijn het niet eens over hoeveel DDT kan worden opgeslagen in het menselijk lichaam. Dr. Arnold Lehman, die de belangrijkste farmacoloog is van de *Food and Drug Administration*, zegt dat er is noch een vloer waaronder DDT niet wordt geabsorbeerd, noch een plafond waarboven absorptie en opslag stopt. Aan de andere kant, Dr. Wayland Hayes van de *United States Public Health Service* beweert dat in elk individu een evenwichtspunt wordt bereikt, en dat DDT erin overmaat van dit bedrag wordt uitgescheiden. Voor praktische doeleinden is het niet bijzonder belangrijk welke van deze mannen heeft gelijk. Opslag bij mensen is goed onderzocht en dat weten we de gemiddelde persoon slaat potentieel schadelijke hoeveelheden op. Volgens verschillende studies personen zonder bekende blootstelling (behalve het onvermijdelijke dieet) slaan gemiddeld 5,3 op delen per miljoen tot 7,4 delen per miljoen; landarbeiders 17,1 delen per miljoen; en [021] werknemers in insecticidenfabrieken zo hoog als 648 delen per miljoen! Dus het bereik van bewezen opslag is vrij breed en, wat nog belangrijker is, de minimumcijfers liggen boven het niveau op welke schade aan de lever en andere organen of weefsels kan beginnen. Een van de meest sinistere kenmerken van DDT en aanverwante chemicaliën is de manier waarop ze worden doorgegeven van een organisme naar een ander door alle schakels van de voedselketens. Velden van alfalfa worden bijvoorbeeld afgestoft DDT; maaltijd wordt later bereid uit de luzerne en aan kippen gevoerd; de kippen leggen eieren die bevatten DDT. Of het hooi, dat residuen van 7 tot 8 delen per miljoen bevat, kan aan koeien worden gevoerd. De DDT komt voor in de melk in een hoeveelheid van ongeveer 3 delen per miljoen, maar in boter die hiervan wordt gemaakt melk kan de concentratie oplopen tot 65 delen per miljoen. Door zo'n overdrachtsproces, wat begon als een zeer kleine hoeveelheid DDT, kan eindigen als een zware concentratie. boeren tegenwoordig vinden het moeilijk om niet-besmet voer te verkrijgen voor hun melkkoeien, hoewel het *Food en Drug Administration* verbiedt de aanwezigheid van insecticide residuen in melk verzonden in handel tussen staten.

Het gif kan ook worden doorgegeven van moeder op nakomelingen. Residuen van insecticiden zijn geweest teruggewonnen uit moedermelk in monsters getest door wetenschappers van de *Food and Drug Administration*. Deze betekent dat de borstgevoede menselijke baby kleine maar regelmatige toevoegingen ontvangt aan de belasting van giftige chemicaliën bouwen zich op in zijn lichaam. Het is echter geenszins zijn eerste bloot-

stelling: er is goede reden om te geloven dat dit begint terwijl hij nog in de baarmoeder is. Bij proefdieren de gechlloreerde koolwaterstofinsecticiden passeren vrijelijk de barrière van de placenta, de traditionele beschermend schild tussen het embryo en schadelijke stoffen in het lichaam van de moeder. Terwijl de hoeveelheden die zo door menselijke zuigelingen worden ontvangen, zijn normaal gesproken klein, ze zijn niet onbelangrijk omdat kinderen gevoeliger zijn voor vergiftiging dan volwassenen. Deze situatie betekent ook dat vandaag begint de gemiddelde persoon vrijwel zeker het leven met de eerste afzetting van de groei lading chemicaliën die zijn lichaam voortaan moet dragen.

Al deze feiten - opslag op zelfs lage niveaus, opeenvolgende accumulatie en optreden van leverschade op niveaus die gemakkelijk kunnen voorkomen in normale diëten, veroorzaakt *Food and Drug Administration* wetenschappers verklaren al in 1950 dat het 'zeer waarschijnlijk is dat het potentiële gevaar van DDT bestaat onderschat. ' Er is geen dergelijke parallelle situatie in de medische geschiedenis geweest. Nog niemand weet wat de uiteindelijke gevolgen kunnen zijn. . . .

Chlordaan, een andere gechlloreerde koolwaterstof, heeft al deze onaangename eigenschappen van DDT plus a weinigen die eigen zijn. De residuen zijn lang persistent in de bodem, op levensmiddelen of op oppervlakken waarop het kan worden aangebracht. Chlordane maakt gebruik van alle beschikbare portals om de lichaam. Het kan door de huid worden opgenomen, kan worden ingeademd als een spray of stof, en natuurlijk wordt geabsorbeerd uit het spijsverteringskanaal als residuen worden ingeslikt. Zoals alle andere gechlloreerde koolwaterstoffen, de afzettingen hopen zich cumulatief op in het lichaam. Een dieet dat zo'n kleine hoeveelheid chloor zoals 2,5 delen per miljoen kan uiteindelijk leiden tot opslag van 75 delen per miljoen in het vet van proefdieren. Zo ervaren een farmacoloog als Dr. Lehman heeft chlordane in 1950 beschreven als 'een van de meest giftige insecticiden - iedereen die ermee omgaat zou kunnen worden vergiftigd. ' Te oordelen naar de zorgeloze vrijheid waarmee stof voor gazonbehandelingen door voorsteden zijn doorspekt met chlordane, deze waarschuwing is niet ter harte genomen. Het feit dat de suburbaniet is niet meteen getroffen, heeft weinig betekenis, want de gifstoffen kunnen lang in hem slapen lichaam, om maanden of jaren later manifest te worden in een obscure aan-doening die bijna onmogelijk is traceer naar zijn oorsprong. Aan de andere

kant kan de dood snel toeslaan. Een slachtoffer dat per ongeluk morste een 25 procent industriële oplossing op de huid ontwikkelde symptomen van vergiftiging binnen 40 [022] minuten en stierf voordat medische hulp kon worden verkregen. Er kan geen vertrouwen op worden gesteld een waarschuwing vooraf ontvangen waardoor de behandeling op tijd kan plaatsvinden.

Heptachloor, een van de bestanddelen van chloorordaan, wordt op de markt gebracht als een afzonderlijke formulering. Het heeft een bijzonder hoge opslagcapaciteit voor vet. Als het dieet slechts 1 deel per miljoen bevat er zullen meetbare hoeveelheden heptachloor in het lichaam zijn. Het heeft ook het nieuwsgierige vermogen om verandering ondergaan in een chemisch verschillende substantie die bekend staat als heptachloorepoxide. Het doet dit in de bodem en in de weefsels van zowel planten als dieren.

Testen op vogels geven aan dat het epoxide die het gevolg is van deze verandering is giftiger dan de oorspronkelijke chemische stof, die op zijn beurt vier keer is zo giftig als chlordaan. Al in het midden van de jaren dertig van de vorige eeuw was een speciale groep koolwaterstoffen, de gechloreerde naftalenen, bleek hepatitis te veroorzaken, en ook een zeldzaam en bijna altijd fatale leverziekte bij personen die zijn blootgesteld aan beroepsmatige blootstelling. Ze hebben geleid tot ziekte en overlijden van werknemers in de elektrische industrie; en meer recent, in de landbouw, zijn ze dat geweest beschouwd als een oorzaak van een mysterieuze en meestal dodelijke veeziekte. Gezien deze antecedenten, het is niet verwonderlijk dat drie van de insecticiden die verwant zijn aan deze groep zijn een van de meest gewelddadige giftige van alle koolwaterstoffen. Dit zijn dieldrin, aldrin en endrin. Dieldrin, genoemd naar een Duitse chemicus, Diels, is ongeveer 5 keer zo giftig als DDT wanneer ingeslikt maar 40 keer zo giftig als het wordt opgenomen door de huid in oplossing. Het is berucht om snel en met vreselijk effect op het zenuwstelsel slaan, de slachtoffers naar binnen sturen stuiptrekkingen. Aldus vergiftigde personen herstellen zo langzaam dat ze op chronische effecten wijzen. Zoals bij andere gechloreerde koolwaterstoffen, deze langetermijneffecten omvatten ernstige schade aan de lever.

De lange duur van zijn residuen en de effectieve insecticide werking maken dieldrin tot een van de meest gebruikte insecticiden vandaag de dag,

ondanks de verschrikkelijke vernietiging van dieren in het wild die erop volgde gebruik. Zoals getest op kwartels en fazanten, is het ongeveer 40 tot 50 keer zo giftig gebleken als DDT.

Er zijn enorme hiaten in onze kennis van hoe dieldrin wordt opgeslagen of verspreid in het lichaam, of uitgescheiden, want de vindingsrijkheid van de chemici bij het bedenken van insecticiden is lang geleden biologisch ontlopen kennis van de manier waarop deze gifstoffen het levende organisme beïnvloeden. Er is echter alles indicatie van lange opslag in het menselijk lichaam, waar afzettingen slapend kunnen liggen als een sluimerende vulkaan, alleen om op te vlammen in periodes van fysiologische stress wanneer het lichaam zijn vet aantrekt reserves. Veel van wat we wel weten, is geleerd door harde ervaring in de antimalaria-campagnes uitgevoerd door de Wereldgezondheidsorganisatie. Zodra dieldrin was DDT vervangen in malariabestrijdingswerk (omdat de malariamuggen waren geworden bestand tegen DDT), begonnen zich vergiftigingen onder de sproeiers voor te doen. De aanvallen waren ernstig - van de helft tot alle (variërend in de verschillende programma's) van de getroffen mannen stuiptrekkingen en verschillende stierven. Sommigen hadden convulsies tot vier maanden na de laatste blootstelling.

Aldrin is een enigszins mysterieuze substantie, want hoewel het als een afzonderlijke entiteit bestaat, draagt het de relatie van alter ego tot dieldrin. Wanneer wortelen worden genomen uit een bed behandeld met aldrin ze bleken residuen van dieldrin te bevatten. Deze verandering treedt op in levende weefsels en ook in de bodem.

Dergelijke alchemistische transformaties hebben geleid tot veel onjuiste rapporten, want als een chemicus het weet aldrin is toegepast, er wordt op getest dat hij zal worden misleid door te denken dat alle residuen zijn geweest afgevoerd. De residuen zijn er, maar ze zijn dieldrin en dit vereist een andere test. Net zoals dieldrin, aldrin is uiterst giftig. Het veroorzaakt degeneratieve veranderingen in de lever en de nieren. EEN hoeveelheid de grootte van een aspirinetablet is voldoende om meer dan 400 kwartel te doden. Veel gevallen van mens vergiftigingen zijn geregistreerd, de meeste in verband met industriële behandeling. Aldrin, zoals de meeste [023] van deze groep insecticiden, projecteert een dreigende schaduw in de toekomst, de schaduw van steriliteit. Fazanten voedden hoeveelheden te klein om ze

te doden, maar legden toch enkele eieren, en de kuikens die uitkwamen stierven snel.

Het effect is niet beperkt tot vogels. Ratten blootgesteld aan aldrin hadden minder zwangerschappen en hun jongen waren ziek en van korte duur. Pups geboren uit behandelde moeders stierf binnen drie dagen. Op de een of andere manier lijden de nieuwe generaties voor de vergiftiging van hun ouders. Niemand weet of hetzelfde effect bij mensen zal worden waargenomen, toch dit chemische stof is vanuit vliegtuigen over voorsteden en landbouwgronden bespoten. Endrin is de meest giftige van alle gechloreerde koolwaterstoffen. Hoewel chemisch nogal nauw gerelateerd aan dieldrin, maakt een kleine draai in zijn moleculaire structuur het 5 keer zo giftig. Het maakt de voorloper van al deze groep insecticiden, DDT, bijna vergelijkbaar onschadelijk. Het is 15 keer zo giftig als DDT voor zoogdieren, 30 keer zo giftig voor vissen, en ongeveer 300 keer zo giftig voor sommige vogels. In het decennium van zijn gebruik heeft endrin gedood enorme aantallen vissen, heeft dodelijk vergiftigde runderen die zijn bespoten boomgaarden, heeft putten vergiftigd en heeft een scherpe waarschuwing gekregen van ten minste één staatgezondheid afdeling die onzorgvuldig gebruikt, brengt mensenlevens in gevaar. In een van de meest tragische gevallen van endrin vergiftiging er was geen schijnbare zorgeloosheid; inspanningen waren gedaan om te nemen voorzorgsmaatregelen kennelijk voldoende geacht. Een jaar oud kind was door zijn Amerikaan meegenomen ouders om in Venezuela te wonen. Er waren kakkerlakken in het huis waarnaar ze verhuisden, en na enkele dagen werd een spray gebruikt die endrine bevatte. De baby en de kleine familiehond waren uit het huis gehaald voordat het sproeien op een ochtend rond negen uur klaar was. Na de sproeien van de vloeren werden gewassen. De baby en de hond werden teruggebracht naar het huis in middag. Ongeveer een uur later braakte de hond, kreeg stuiptrekkingen en stierf. Om 10 uur 's avonds op de avond van dezelfde dag braakte de baby ook, kreeg stuiptrekkingen en verloor bewustzijn. Na dat noodlottige contact met endrin werd dit normale, gezonde kind klein meer dan een groente - niet in staat om te zien of horen, onderhevig aan frequente spierkrampen, blijkbaar volledig afgesloten van contact met zijn omgeving. Enkele maanden behandeling in een New York ziekenhuis faalde zijn toestand te veranderen of hoop op verandering te brengen. 'Het is extreem twijfelachtig, 'meldden de behandelend artsen,' dat er een nuttige mate van herstel zal plaatsvinden. ' . . .

De tweede hoofdgroep van insecticiden, de alkyl- of organische fosfaten, behoren tot de meest voorkomende giftige chemicaliën in de wereld. Het belangrijkste en meest voor de hand liggende gevaar bij het gebruik ervan is dat van acute vergiftiging van mensen die de sprays aanbrengen of per ongeluk in contact komen met driften spray, met vegetatie ermee bedekt, of met een weggegooid container. In Florida zijn twee kinderen gevonden een lege zak en gebruikte het om een schommel te repareren. Kort daarna stierven beiden en drie van hun speelkameraadjes werden ziek. De zak had ooit een insecticide met de naam parathion, een van de organische fosfaten; tests vastgesteld dood door parathionvergiftiging. Bij een andere gelegenheid twee kleine jongens in Wisconsin, neven, stierven op dezelfde nacht. Eentje had in zijn tuin gespeeld toen de spray uit een aangrenzend veld af-dreef waar zijn vader aardappelen mee sproeide parathion; de andere was achter zijn vader speels de schuur in gerend en had zijn hand op de mondstuk van de spuitapparaat.

De oorsprong van deze insecticiden heeft een zekere ironische betekenis. Hoewel sommige van de chemicaliën zelf - organische esters van fosfor-zuur - waren al vele jaren bekend, hun insecticide eigenschappen moesten nog worden ontdekt door een Duitse scheikundige, Gerhard Schrader, in eind jaren dertig. Bijna onmiddellijk erkende de Duitse regering de waarde hiervan dezelfde chemicaliën als nieuwe en verwoestende wapens in de oorlog van de mens tegen zijn eigen soort, en de [025] werk aan hen werd geheim verklaard. Sommigen werden de dodelijke zenuwgassen. Anderen, van dichtbij geallieerde structuur, werd insecticiden. De organische fosfor-insecticiden werken in op de levenden organisme op een bijzondere manier. Ze hebben het vermogen om enzymen te vernietigen - enzymen die presteren noodzakelijke functies in het lichaam. Hun doelwit is het zenuwstelsel, of het slachtoffer een insect of een warmbloedig dier. Onder normale omstandigheden gaat een impuls van zenuw naar zenuw met behulp van een 'chemische zender' genaamd acetylcholine, een stof die een essentiële functie en verdwijnt dan. Het bestaan ervan is inderdaad zo kortstondig dat het medisch is zonder speciale procedures kunnen onderzoekers het niet bemonsteren voordat het lichaam is vernietigd het. Deze voorbijgaande aard van de doorlatende chemische stof is noodzakelijk voor de normale werking van het lichaam. Als de acetylcholine niet wordt vernietigd zodra een zenuwimpuls voorbij is, impulsen blijf flitsen over de brug van zenuw

naar zenuw, omdat de chemische stof zijn effecten uitoefent in een steeds intensievere manier. De bewegingen van het hele lichaam worden ongecoördineerd: tremoren, spierkrampen, convulsies en de dood resulteren snel. Deze onvoorziene gebeurtenis is geweest voorzien door het lichaam. Een beschermend enzym genaamd cholinesterase is nabij om het te vernietigen het overbrengen van chemicaliën als het niet langer nodig is. Hierdoor wordt een precieze balans gevonden en het lichaam bouwt nooit een gevaarlijke hoeveelheid acetylcholine op. Maar bij contact met het organische fosforinsecticiden, het beschermende enzym wordt vernietigd, en als de hoeveelheid van het enzym is gereduceerd dat van de overbrengende chemische opeenhoping. In dit effect, de organische fosfor verbindingen lijken op de alkaloïde gif muscarine, gevonden in een giftige paddestoel, de vlieg amaniet.

Herhaalde blootstellingen kunnen het cholinesterase-niveau verlagen totdat een persoon de rand van bereikt acute vergiftiging, een rand waarover hij kan worden geduwd door een zeer kleine extra blootstelling. Voor om deze reden wordt het belangrijk geacht om periodiek onderzoek te doen naar het spray-bloed exploitanten en anderen regelmatig blootgesteld. Parathion is een van de meest gebruikte organische fosfaten. Het is ook een van de meest krachtige en gevaarlijke. Honingbijen worden wild geagiteerd en oorlogszuchtig 'bij contact ermee, voer verwoede schoonmaakbewegingen uit en ben dichtbij dood binnen een half uur. Een scheikundige, die denkt zo direct mogelijk te leren, betekent de dosis acuut giftig voor mensen, een kleine hoeveelheid ingeslikt, gelijk aan ongeveer .00424 ounce. Verlamming volgde zo onmiddellijk dat hij de antidota die hij had niet kon bereik-ken klaar bij de hand, en dus stierf hij. Parathion zou nu een favoriet zelfmoordinstrument zijn Finland. In de afgelopen jaren heeft de staat Californië gemiddeld meer dan 200 gevallen gemeld van toevallige parathionvergiftiging jaarlijks. In veel delen van de wereld komt het sterftcijfer uit parathion is verrassend: 100 dodelijke gevallen in India en 67 in Syrië in 1958, en een gemiddelde van 336 sterfgevallen per jaar in Japan. Toch worden nu ongeveer 7.000.000 pond parathion toegepast op velden en boomgaarden van de Verenigde Staten - met de hand sproeiers, gemotoriseerde blazers en poetsdoeken, en door vliegtuig. Het bedrag dat alleen op boerderijen in Californië wordt gebruikt, zou volgens een medische instantie kunnen 'zorg voor een dodelijke dosis voor 5 tot 10 keer de hele wereldbevolking.'

Een van de weinige omstandigheden die ons op deze manier van uitsterven redden, is het feit dat parathion en andere chemicaliën van deze groep worden vrij snel afgebroken. Hun residuen op de gewassen waarop zij worden toegepast, zijn derhalve relatief kortstondig in vergelijking met de gechloreerde koolwaterstoffen. Ze gaan echter lang genoeg mee om gevaren te creëren en te produceren gevolgen die variëren van louter ernstig tot fataal. In Riverside, Californië, elf van de dertig mannen die sinaasappels plukten, werden gewelddadig ziek en moesten op één na in het ziekenhuis worden opgenomen.

Hun symptomen waren typisch voor parathionvergiftiging.

[025] Het bosje was zo'n twee en een halve week eerder met parathion besproeid; de residuen die hen terugbracht tot kokhalzen, halfblinde, halfbewuste ellende waren zestien tot negentien dagen oud. En dit is geenszins een record voor volharding. Soortgelijke ongelukken zijn opgetreden in bosjes een maand eerder gespoten en er zijn residuen gevonden in de schil van sinaasappels zes maanden na behandeling met standaard doseringen. Het gevaar voor alle werknemers die het organische toepassen fosforinsecticiden in velden, boomgaarden en wijngaarden, is zo extreem dat sommige staten het gebruiken deze chemicaliën hebben laboratoria opgericht waar artsen hulp kunnen krijgen bij de diagnose en behandeling. Zelfs de artsen zelf kunnen gevaar lopen, tenzij ze rubber dragen handschoenen bij het omgaan met de slachtoffers van vergiftiging. Zo kan een wasvrouw de kleding van dergelijke wassen slachtoffers, die mogelijk genoeg parathion hebben geabsorbeerd om haar te beïnvloeden.

Malathion, een ander organisch fosfaat, is bijna net zo bekend bij het publiek als DDT op grote schaal gebruikt door tuiniers, in huishoudelijke insecticiden, in mug sproeien, en in dergelijke deken aanvallen op insecten als het spuiten van bijna een miljoen hectare gemeenschappen in Florida voor de Mediterrane fruitvlieg. Het wordt beschouwd als de minst giftige van deze groep chemicaliën en vele mensen gaan ervan uit dat ze het vrij en zonder angst voor schade kunnen gebruiken. Commerciële advertentie moedigt deze comfortabele houding aan. De vermeende 'veiligheid' van malathion rust eerder op precare grond, hoewel - zoals vaak gebeurt - dit pas bij de chemische stof werd ontdekt was al meerdere jaren in gebruik. Malathion is 'veilig' alleen omdat de lever van zoogdieren, een orgel met

buitengewone beschermende krachten, maakt het relatief onschadelijk. De ontgiftiging is bereikt door een van de enzymen van de lever. Als echter iets dit enzym vernietigt of interfereert met zijn actie, de persoon blootgesteld aan malathion ontvangt de volledige kracht van de vergiftigen.

Helaas zijn er voor ons allemaal legio kansen om dit soort dingen te laten gebeuren. Een paar jaar geleden ontdekte een team van wetenschappers van de *Food and Drug Administration* dat wanneer malathion en bepaalde andere organische fosfaten worden tegelijkertijd een enorme vergiftiging toegediend resultaten - tot 50 keer zo ernstig als zou worden voorspeld op basis van het bij elkaar optellen van de toxiciteiten van de twee. Met andere woorden, van de dodelijke dosis van elke verbinding kan fataal zijn wanneer de twee worden gecombineerd. Deze ontdekking leidde tot het testen van andere combinaties. Het is nu bekend dat veel paren organische fosfaatinsecticiden zeer gevaarlijk zijn, met als toxiciteit opgevoerd of 'versterkt' door de gecombineerde actie. Potentiëring lijkt plaats te vinden wanneer de ene verbinding het leverenzym vernietigt dat verantwoordelijk is voor het ontgiften van de andere. De twee hoeft niet tegelijkertijd te worden gegeven. Het gevaar bestaat niet alleen voor de man die dit kan spuiten week met een insecticide en volgende week met een ander; het bestaat ook voor de consument van gespoten producten. De gemeenschappelijke slakom kan gemakkelijk een combinatie van biologisch voorstellen fosfaatinsecticiden. Residuen ruim binnen de wettelijk toegestane grenzen kunnen op elkaar inwerken. De volledige omvang van de gevaarlijke interactie van chemicaliën is nog weinig bekend, maar verontrustend bevindingen komen nu regelmatig van wetenschappelijke laboratoria. Onder deze is de ontdekking dat de toxiciteit van een organisch fosfaat kan worden verhoogd door een tweede middel dat niet noodzakelijk een is insecticide. Een van de weekmakers kan bijvoorbeeld nog sterker werken dan een ander insecticide om malathion gevaarlijker te maken. Nogmaals, dit is omdat het de remt leverenzym dat normaal gesproken 'de tanden zou trekken' van het giftige insecticide.

Hoe zit het met andere chemicaliën in de normale menselijke omgeving? Hoe zit het met name met drugs? EEN er is een kaal begin gemaakt over dit onderwerp, maar het is al bekend dat sommige organische fosfaten (parathion en malathion) verhogen de toxiciteit van sommige medicijnen die als spier worden gebruikt [026] relaxanten, en dat verschillende anderen

(opnieuw inclusief malathion) het slapen aanzienlijk verhogen tijd van barbituraten. . . .

In de Griekse mythologie was de tovenares Medea woedend omdat ze werd verdrongen door een rivaal voor de genegenheden van haar man Jason, presenteerde de nieuwe bruid een gewaad met magie eigenschappen. De drager van de mantel leed onmiddellijk een gewelddadige dood. Deze dood door indirection vindt nu zijn tegenhanger in wat bekend staat als 'systemische insecticiden'. Dit zijn chemicaliën met buitengewone eigenschappen die worden gebruikt om planten of dieren in een soort om te zetten van Medea's gewaad door ze eigenlijk giftig te maken. Dit gebeurt met het doel om te doden insecten die ermee in contact kunnen komen, vooral door aan hun sappen of bloed te zuigen.

De wereld van systemische insecticiden is een rare wereld en overtreft de verbeelding van de broers Grimm - misschien het meest verwant aan de stripwereld van Charles Addams. Het is een wereld waar het betoverde woud van de sprookjes is het giftige woud geworden waarin een insect dat kauwt op een blad of zuigt het sap van een plant is gedoemd. Het is een wereld waar een vlo een hond bijt, en sterft omdat het bloed van de hond giftig is gemaakt, waar een insect aan dampen kan sterven afkomstig van een plant die het nooit heeft aangeraakt, waar een bij giftige nectar naar terug kan dragen zijn bijenkorf en produceert momenteel giftige honing.

De droom van de entomologen over het ingebouwde insecticide werd geboren toen werknemers op het gebied van toegepaste entomologie beseften dat ze een hint uit de natuur konden nemen: ze ontdekten dat tarwe groeit in grond die natriumselenaat bevatte, was immuun voor aanvallen van bladluizen of spintmijten. Selenium, a natuurlijk voorkomend element spaarzaam gevonden in rotsen en bodems van vele delen van de wereld, dus werd het eerste systemische insecticide. Wat een insecticide systemisch maakt, is het vermogen om doordring alle weefsels van een plant of dier en maak ze giftig. Deze kwaliteit is bezeten door sommige chemicaliën van de gechloreerde koolwaterstofgroep en door anderen van de organofosfor groep, alle synthetisch geproduceerd, evenals door bepaalde natuurlijk voorkomende stoffen. In de praktijk komen de meeste systemieken echter voort uit de organofosforgroep omdat de probleem van residuen is iets minder acuut. Systemics handelen op andere sluwe manieren. Toegepast op

zaden, hetzij door weken of in een coating gecombineerd met koolstof, breiden ze hun effecten uit naar de volgende plant generatie en produceren zaailingen giftig voor bladluizen en andere zuigen insecten. Groenten zoals erwten, bonen en suikerbieten worden soms dus beschermd. Katoen zaden bedekt met een systemisch insecticide worden al enige tijd gebruikt in Californië, waar 25 landarbeiders die in 1959 katoen in de San Joaquin-vallei aanplantten, werden plotseling in beslag genomen ziekte, veroorzaakt door het omgaan met de zakken met behandelde zaden. In Engeland vroeg iemand zich af wat gebeurde toen bijen gebruik maakten van nectar van planten behandeld met systemica. Dit was onderzocht in gebieden behandeld met een chemische stof genaamd schradan. Hoewel de planten waren geweest gespoten voordat de bloemen werden gevormd, bevatte de later geproduceerde nectar het gif. De het resultaat was, zoals voorspeld kon worden, dat de honing van de bijen dat ook was besmet met schradan.

Het gebruik van dierensystemen is vooral gericht op het beheersen van de veeteelt, wat schadelijk is parasiet van vee. Er moet uiterste zorg worden besteed om een insectendodend effect in de huid te creëren bloed en weefsels van de gastheer zonder een fatale vergiftiging op te zetten. De balans is delicaat en dierenartsen van de overheid hebben ontdekt dat herhaalde kleine doses geleidelijk kunnen afnemen dier toevoer van het beschermende enzym cholinesterase, zodat zonder waarschuwing een minuut extra dosis zal vergiftiging veroorzaken.

[027] Er zijn sterke aanwijzingen dat velden dicht bij ons dagelijks leven worden ontsloten. Je kan geef uw hond nu een pil die volgens hem hem van vlooiën zal ontdoen door zijn bloed giftig te maken naar hen. De gevaren die zijn ontdekt bij het behandelen van vee zouden waarschijnlijk van toepassing zijn op de hond. Vooralsnog niemand lijkt een menselijk systeem te hebben voorgesteld dat ons dodelijk zou maken voor een mug. Misschien is dit de volgende stap. . . .

Tot nu toe hebben we in dit hoofdstuk de dodelijke chemicaliën besproken die in ons worden gebruikt oorlog tegen de insecten. Hoe zit het met onze gelijktijdige oorlog tegen het onkruid? Het verlangen naar een snelle en gemakkelijke methode om ongewenste planten te doden heeft geleid tot een grote en groeiende reeks van chemicaliën die bekend staan als herbiciden, of, minder formeel, als onkruidverdelgers. Het verhaal van hoe deze che-

micaliën worden gebruikt en misbruikt zal worden verteld in hoofdstuk 6 ; de vraag die hier gaat ons is of de onkruidverdelgers vergif zijn en of hun opkomst bijdraagt aan de vergiftiging van het milieu.

De legende dat de herbiciden alleen voor planten giftig zijn en dus geen bedreiging voor het dierenleven vormen, heeft dat op grote schaal verspreid, maar helaas is het niet waar. De plantenmoordenaars omvatten een grote verscheidenheid aan chemicaliën die zowel op dierlijk weefsel als op vegetatie inwerken. Ze variëren enorm in hun actie op het organisme. Sommige zijn algemene vergiften, sommige zijn krachtige stimulerende middelen metabolisme, wat een fatale stijging van de lichaamstemperatuur veroorzaakt, sommige veroorzaken ook kwaadaardige tumoren alleen of in samenwerking met andere chemicaliën, sommige toeslaan het genetische materiaal van de race door genmutaties veroorzaken. De herbiciden bevatten dan, net als de insecticiden, enkele zeer gevaarlijke chemicaliën en onzorgvuldig gebruik ervan in de overtuiging dat ze 'veilig' zijn, kunnen rampzalig zijn resultaten. Ondanks de concurrentie van een constante stroom nieuwe chemicaliën die uit de laboratoria worden arseenverbindingen nog steeds vrijelijk gebruikt, zowel als insecticiden (zoals vermeld hierboven) en als onkruidverdelgers, waar ze meestal de chemische vorm van natrium-arseniet aannemen. De geschiedenis van hun gebruik is niet geruststellend.

Als bermsprays hebben ze menig boer zijn koe gekost en doodde ontelbare aantallen wilde wezens. Als aquatische onkruidverdelgers in meren en reservoirs ze hebben openbare wateren ongeschikt gemaakt om te drinken of zelfs om te zwemmen. Als een spray aangebracht naar aardappelvelden om de wijnstokken te vernietigen hebben ze een tol van menselijk en niet-menselijk leven geëist.

In Engeland ontwikkelde deze laatste praktijk zich rond 1951 als gevolg van een tekort aan zwavelzuur, vroeger gebruikt om de aardappelstokken af te branden. Het ministerie van Landbouw achtte dit noodzakelijk om te waarschuwen voor het gevaar van het betreden van de met arseen besproei-de velden, maar de waarschuwing was dat niet begrepen door het vee (noch moeten we aannemen, door de wilde dieren en vogels) en rapporten van vee vergiftigd door de arseensprays kwam met monotone regelmaat. Toen de dood ook kwam aan een boerin via arseen-besmet water, een van de belangrijkste Engelse chemicaliën bedrijven (in 1959) stopten met de

productie van arseensprays en riepen al leveringen op in de handen van dealers, en kort daarna kondigde het ministerie van Landbouw dat aan vanwege hoge risico's voor mensen en vee beperkingen op het gebruik van arsenieten zouden worden opgelegd. In 1961 de Australische regering kondigde een soortgelijk verbod aan. Dergelijke beperkingen verhinderen het gebruik van deze gifstoffen in de Verenigde Staten echter.

Sommige van de 'dinitro'-verbindingen worden ook als herbiciden gebruikt. Ze worden beoordeeld als een van de meesten gevaarlijke materialen van dit type in gebruik in de Verenigde Staten. Dinitrofenol is een sterke stofwisseling stimulans. Om deze reden werd het ooit gebruikt als een reductiemiddel, maar de marge ertussen de afslankdosis en de dosis die nodig was om te vergiften of te doden was gering - zo gering dat verschillende patiënten stierf en velen liepen permanent letsel op voordat het gebruik van het medicijn eindelijk werd gestopt. Een verwant chemische stof, pentachloorfenol, soms bekend als 'penta', wordt ook gebruikt als een onkruidverdelger [028] een insecticide, vaak gespoten langs spoorwegen en in afvalgebieden. Penta is extreem giftig voor een breed scala aan organismen, van bacteriën tot mensen. Net als de dinitros interfereert het vaak fataal, met de energiebron van het lichaam, zodat het aangetaste organisme bijna letterlijk brandt zelf omhoog. De angstige kracht ervan wordt geïllustreerd in een dodelijk ongeval dat onlangs door de Californie is gemeld Ministerie van Volksgezondheid. Een tankwagenchauffeur bereidde een ontbladerbare katoen voor door dieselolie te mengen met pentachloorfenol. Terwijl hij de geconcentreerde chemische stof uit een trommel trok, de spon viel per ongeluk terug. Hij stak zijn blote hand uit om de spie terug te krijgen.

Hoewel hij zich onmiddellijk waste, werd hij acuut ziek en stierf de volgende dag.

Hoewel de resultaten van onkruidverdelgers zoals natriumarseniet of de fenolen overduidelijk zijn, sommige andere herbiciden zijn verraderlijker in hun effecten. Bijvoorbeeld de nu beroemde cranberry-onkruidverdelger aminotriazol, of amitrol, heeft een relatief lage toxiciteit. Maar in op de lange termijn kan de neiging om kwaadaardige tumoren van de schildklier te veroorzaken veel groter zijn voor dieren in het wild en misschien ook voor de mens. Onder de herbiciden zijn sommige die zijn geclassificeerd als mutagenen', of middelen die in staat zijn de genen, de materialen van

erfelijkheid te modificeren. We hebben gelijk ontsteld door de genetische effecten van straling; hoe kunnen we dan onverschillig staan tegenover hetzelfde effect in chemicaliën die we op grote schaal verspreiden in onze omgeving?

4. Oppervlaktewateren en ondergrondse zeeën

VAN AL onze natuurlijke hulpbronnen is water het kostbaarst geworden. Veruit het grotere een deel van het aardoppervlak is bedekt door zijn omhullende zeeën, maar te midden van deze **overvloed wij zijn in gebreke**. Door een vreemde paradox is het grootste deel van het overvloedige water op aarde niet bruikbaar landbouw, industrie of menselijke consumptie vanwege de zware hoeveelheid zeezouten, en dus de meeste van de wereldbevolking ervaart of wordt bedreigd met kritieke tekorten. In een leeftijd wanneer de mens zijn oorsprong is vergeten en zelfs blind is voor zijn meest essentiële behoeften overleven, water en andere hulpbronnen zijn het slachtoffer geworden van zijn onverschilligheid.

Het probleem van watervervuiling door pesticiden kan alleen in de context worden begrepen, als onderdeel van de geheel waartoe het behoort - de vervuiling van de totale omgeving van de mensheid. De vervuiling het binnendringen van onze waterwegen komt uit vele bronnen: radioactief afval van reactoren, laboratoria en ziekenhuizen; neerslag van nucleaire explosies; huishoudelijk afval van steden en steden; chemisch afval van fabrieken. Hieraan is een nieuw soort neerslag toegevoegd - de chemische stof sprays toegepast op akkers en tuinen, bossen en velden. Veel van de chemische middelen hierin alarmerende melange imiteren en vergroten de schadelijke effecten van straling, en binnen de groepen van chemicaliën zelf zijn er sinistere en weinig begrepen interacties, transformaties, en samenvattingen van effect.

Sinds chemici stoffen begonnen te produceren die de natuur nooit heeft uitgevonden, de problemen van waterzuivering complex geworden en het gevaar voor watergebruikers is toegenomen. Zoals we hebben gezien dat de productie van deze synthetische chemicaliën in grote hoeveelheden begon in de jaren 1940.

Het heeft nu zulke proporties bereikt dat dagelijks een verschrikkelijke stortvloed van chemische vervuiling optreedt gegoten in de waterwegen van de natie. Wanneer onlosmakelijk gemengd met huishoudelijk en ander afval geloosd in hetzelfde water, tarten deze chemicaliën soms detectie door de methoden in normaal gebruik door zuiveringsinstallaties. De mees-

te zijn zo stabiel dat ze niet kunnen worden gebroken door gewone processen. Vaak kunnen ze niet eens worden geïdentificeerd. In rivieren, echt een ongelooflijke verschillende verontreinigende stoffen combineren om afzettingen te produceren die de sanitair ingenieurs alleen kunnen wanhopig aangeduid als 'smurrie'. Professor Rolf Eliassen van het *Massachusetts Institute of Technology* getuigde voor een congrescommissie van de onmogelijkheid om het te voorspellen samengesteld effect van deze chemicaliën, of van het identificeren van de organische stof die het gevolg is van de mengsel. 'We beginnen niet te weten wat dat is', zei professor Eliassen. 'Wat is het effect op de mensen? We weten het niet. '

In toenemende mate worden chemicaliën gebruikt voor de bestrijding van insecten, knaagdieren of ongewenst vegetatie draagt bij aan deze organische verontreinigende stoffen. Sommige worden opzettelijk toegepast op lichamen van water om planten, insectenlarven of ongewenste vissen te vernietigen. Sommigen komen van bos dat dat bespuit kan deken twee of drie miljoen hectare van een enkele staat met spray gericht tegen een enkele insectenplaag - spray die direct in beekjes valt of die door de luifel naar beneden druppelt naar de bosbodem om daar deel te worden van de langzame beweging van sijpelend vocht die begint zijn lange reis naar de zee. Waarschijnlijk zijn de meeste van dergelijke verontreinigingen de watergedragen residuen van de miljoenen ponden landbouwchemicaliën die zijn toegepast op landbouwgronden voor insecten- of knaagdierbestrijding en door regen uit de grond zijn geloofd om er deel van uit te maken de universele zeewaartse beweging van water.

[030] Hier en daar hebben we dramatisch bewijs van de aanwezigheid van deze chemicaliën in onze stromen en zelfs in openbare watervoorraden. Bijvoorbeeld een monster van drinkwater uit een boomgaard gebied in Pennsylvania, wanneer getest op vissen in een laboratorium, bevatte genoeg insecticide om alles te doden van de testvis in slechts vier uur. Er bleef water over uit een stroom die gespoten katoenvelden aftapte dodelijk voor vissen, zelfs nadat het door een zuiverende plant was gegaan, en in vijftien stromen zijrivier van de Tennessee River in Alabama de afvoer van velden die zijn behandeld met toxaphene, a gechloreerde koolwaterstof, doodde alle vissen die in de beken woonden. Twee van deze streams waren bronnen van gemeentelijke watervoorziening. Nog voor een week na de toepassing van het insecticide de water bleef giftig, een feit dat wordt be-

vestigd door de dagelijkse dood van goudvissen die in kooien zijn opgehangen stroomafwaarts.

Voor het grootste deel is deze vervuiling ongezien en onzichtbaar, waardoor zijn aanwezigheid bekend wordt wanneer honderden of duizenden vissen sterven, maar vaker nooit ontdekt. De chemicus die bewaakt de zuiverheid van het water heeft geen routinetests voor deze organische verontreinigende stoffen en kan niet worden verwijderd hen. Maar of ze nu worden gedetecteerd of niet, de pesticiden zijn er en zoals met alle middelen mag worden verwacht materialen die op zo'n grote schaal op landoppervlakken zijn aangebracht, dat ze nu hun weg hebben gevonden naar vele en misschien alle grote riviersystemen van het land.

Als iemand twijfelt dat onze wateren bijna universeel besmet zijn geraakt insecticiden moet hij een klein rapport bestuderen dat is uitgegeven door de Fish and Wildlife Service van de Verenigde Staten in 1960. De dienst had studies uitgevoerd om te ontdekken of vissen, zoals warmbloedig dieren, slaan insecticiden op in hun weefsels. De eerste monsters werden genomen uit bosgebieden in de West waar massaal DDT was bespoten voor de bestrijding van de sparrenworm. Zoals zou kunnen worden verwacht, al deze vissen bevatten DDT. De echt belangrijke bevindingen waren gemaakt toen de onderzoekers zich omdraaiden ter vergelijking met een kreek in een afgelegen gebied ongeveer 30 mijl van de dichtstbijzijnde spray voor budworm controle. Deze kreek was stroomopwaarts van de eerste en gescheiden door een hoge waterval. Er is geen plaatselijk sproeien bekend. Toch deze vis bevatte ook DDT. Had de chemische stof deze afgelegen kreek bereikt via verborgen ondergrondse streams? Of was het in de lucht gezwaaid, als een neerslag op het oppervlak van de kreek? In nog steeds een ander vergelijkend onderzoek, DDT werd gevonden in de weefsels van vissen van een broederij waar de watervoorziening is ontstaan in een diepe put. Opnieuw was er geen verslag van lokaal sproeien. De enige mogelijke besmetting leek te zijn door middel van grondwater.

In het hele probleem van watervervuiling is er waarschijnlijk niets meer verontrustends dan het dreiging van wijdverbreide verontreiniging van het grondwater. Het is niet mogelijk om pesticiden toe te voegen overal water zonder de zuiverheid van water overal te bedreigen. Zelden of nooit. De natuur werkt in gesloten en gescheiden compartimenten, en dat heeft ze

niet gedaan bij het verspreiden de watervoorziening van de aarde. Regen, die op het land valt, bezinkt door poriën en scheuren in de bodem en rock, dieper en dieper doordringen totdat het uiteindelijk een zone bereikt waar alle poriën van de rots zijn gevuld met water, een donkere, ondergrondse zee, oprijzend onder heuvels, zinkend daaronder valleien. Dit grondwater is altijd in beweging, soms in een tempo dat zo langzaam is dat het niet reist meer dan 50 voet per jaar, soms snel, ter vergelijking, zodat het bijna een tiende van beweegt anderhalve kilometer per dag. Het reist door ongeziene waterwegen totdat het hier en daar aan de oppervlakte komt als een lente, of misschien wordt er op getapt om een put te voeden. Maar meestal draagt het bij aan streams en zo rivieren. Behalve wat direct in stromen stroomt als regen of oppervlakteafvoer, al het stromende water van het aardoppervlak was ooit grondwater. En dus, in een heel reële en beangstigende zin, vervuiling van het grondwater is overal vervuiling van water.

[031] Het moet door zo'n donkere, ondergrondse zee zijn geweest dat giftige chemicaliën uit een fabriek in Colorado naar een landbouwdistrict enkele kilometers verderop, om putten te vergiftigen, mensen en vee ziek maken en gewassen beschadigen - een buitengewone episode die gemakkelijk kan zijn alleen de eerste van velen vinden het leuk. De geschiedenis is, kort gezegd, deze. In 1943, het Rocky Mountain Arsenal van het Army Chemical Corps, gevestigd in de buurt van Denver, begon oorlogsmaterialen te produceren. Acht jaren later werden de faciliteiten van het arsenaal verhuurd aan een particulier oliemaatschappij voor de productie van insecticiden. Zelfs vóór de verandering van operaties waren er echter mysterieuze rapporten begonnen binnen te komen. Boeren op enkele kilometers afstand van de fabriek begonnen onder onverklaarbare ziekte te rapporteren vee; ze klaagden over uitgebreide schade aan gewassen. Loof werd geel, planten faalden volwassen, en veel gewassen werden volledig gedood. Er waren meldingen van menselijke ziekten, gedacht door sommige zijn gerelateerd.

Het irrigatiewater op deze boerderijen was afkomstig van ondiepe bronnen. Wanneer de waterbron werden onderzocht (in een studie in 1959, waaraan verschillende nationale en federale agentschappen deelnamen) bleken ze een assortiment chemicaliën te bevatten. Chloriden, chloraten, zouten van fosforzuur, fluoriden en arseen waren uit het Rocky Mountain Arsenal geloosd in het houden van vijvers tijdens de jaren van zijn werking. Blijkbaar is het grondwater tussen de arsenaal en de boerderijen waren vervuild ge-

raakt en het had 7 tot 8 jaar geduurd voordat het afval was reis ondergronds over een afstand van ongeveer 3 mijl van de opslagvijvers naar de dichtstbijzijnde boerderij.

Deze kwel had zich verder verspreid en had een onbekend gebied verder besmet omvang. De onderzoekers wisten op geen enkele manier de besmetting te bedwingen of de opmars ervan te stoppen.

Dit alles was al erg genoeg, maar het meest mysterieus en waarschijnlijk op de lange termijn het meest belangrijk kenmerk van de hele aflevering was de ontdekking van de onkruidverdelger 2,4-D in sommige van de putten en in de holdingsvijvers van het arsenaal. Zeker was zijn aanwezigheid voldoende om verantwoording af te leggen voor de schade aan gewassen geïrrigeerd met dit water. Maar het mysterie lag in het feit dat geen 2,4-D was vervaardigd in het arsenaal in elk stadium van zijn activiteiten. Na lang en voorzichtig studie concludeerden de chemici in de fabriek dat de 2,4-D spontaan was gevormd in de open bassins. Het was daar gevormd uit andere stoffen die uit het arsenaal waren geloosd; in aanwezigheid van lucht, water en zonlicht, en zonder tussenkomst van mensen chemici, de opslagvijvers waren chemische laboratoria geworden voor de productie van een nieuwe chemisch - een chemische stof die dodelijk schadelijk is voor een groot deel van het plantenleven dat het heeft aangeraakt. En dus het verhaal van de Colorado-boerderijen en hun beschadigde gewassen nemen een betekenis aan die zijn lokale overstijgt belang. Welke andere parallellen kunnen er zijn, niet alleen in Colorado, maar waar chemisch vervuiling zijn weg vindt naar de openbare wateren? Overal in meren en beken, in aanwezigheid van katalytische lucht en zonlicht, welke gevaarlijke stoffen kunnen worden geboren uit basischemicaliën met het label 'onschadelijk'?

Een van de meest alarmerende aspecten van de chemische vervuiling van water is inderdaad het feit dat hier - in rivier of meer of reservoir, of trouwens in het glas water dat geserveerd wordt tijdens uw diner tafel - zijn gemengde chemicaliën die geen enkele verantwoordelijke chemicus zou willen combineren in de zijne laboratorium. De mogelijke interacties tussen deze vrij gemengde chemicaliën zijn diep verontrustend voor ambtenaren van de *Public Health Service* van de Verenigde Staten, die de angst hebben geuit dat de productie van schadelijke stoffen uit relatief onschadelijke chemicaliën kan zijn die op vrij grote schaal plaatsvindt. De reacties kun-

nen tussen twee of meer chemicaliën zijn, of tussen chemicaliën en het radioactieve afval dat in onze rivieren wordt geloosd in altijd toenemend volume. Onder invloed van ioniserende straling zou enige herschikking van atomen kunnen [032] gemakkelijk optreden, waardoor de aard van de chemicaliën op een manier verandert die niet alleen onvoorspelbaar is, maar ook buiten controle. Het zijn natuurlijk niet alleen de grondwateren die besmet raken, maar ook oppervlakte-bewegend water - stromen, rivieren, irrigatiewater. Een verontrustend voorbeeld van de laatste lijkt zich op te bouwen op de nationale natuurreservaten bij Tule Lake en Lower Klamath, beide in Californië. Deze schuilplaatsen maken deel uit van een ketting, waaronder ook de schuilplaats op Boven Klamath Lake net over de grens in Oregon. Alle zijn verbonden, misschien fataal, door een gedeeld water aanbod, en ze worden allemaal getroffen door het feit dat ze als kleine eilanden in een grote zee van liggen omliggende landerijen - land teruggewonnen door drainage en stroomafleiding van een origineel watervogelsparadijs van moerasland en open water.

Deze landerijen rond de schuilplaatsen worden nu geïrrigeerd door water uit Upper Klamath Lake. De irrigatiewater, teruggeroepen uit de velden die ze hebben gediend, worden vervolgens in Tule Lake gepompt en van daar naar Lower Klamath. Alle wateren van de natuurreservaten die hierop zijn gevestigd twee waterlichamen vertegenwoordigen daarom de afwatering van landbouwgronden. Het is belangrijk om onthoud dit in verband met recente gebeurtenissen. In de zomer van 1960 het vluchtelingenpersoneel pakte honderden dode en stervende vogels op Tule Lake en Lower Klamath. De meeste van hen waren visetende soorten - reigers, pelikanen, meeuwen. Bij analyse bleken ze te bevatten residuen van insecticiden geïdentificeerd als toxafteen, DDD en DDE. Vissen uit de meren werden ook gevonden insecticiden bevatten; dat deden monsters van plankton ook. De vluchtelingenmanager gelooft dat pesticide residuen hopen zich nu op in de wateren van deze schuilplaatsen en worden daar per omgaande vervoerd irrigatiestroom van zwaar bespoten landbouwgronden.

Een dergelijke vergiftiging van wateren die voor conserveringsdoeleinden zijn gereserveerd, kan gevolgen hebben elke westerse eendenjager en door iedereen voor wie de aanblik en het geluid van drijvende linten van watervogels aan een avondhemel zijn kostbaar. Deze bijzondere schuilplaatsen nemen kritieke posities in in het behoud van westelijke watervogels. Ze

liggen op een punt dat overeenkomt met de smalle nek van een trechter, waarin alle migratiepaden samenstellen die bekend staan als de Pacific Flyway convergeren. Tijdens de herfstmigratie ontvangen ze vele miljoenen eenden en ganzen van het nestelen gronden die zich uitstrekken van de oevers van de Beringzee-oost tot Hudson Bay - volledig drie vierde van alles de watervogels die in het najaar naar de Pacifische kuststaten trekken. In de zomer bieden ze nestgebieden voor watervogels, vooral voor twee bedreigde soorten, de roodharige en de blozende eend. Als de meren en plas-sen van deze schuilplaatsen ernstig worden vervuild, wordt de schade aan de watervogelspopulaties van het verre westen kunnen onherstelbaar zijn.

Aan water moet ook worden gedacht termen van de ketens van het leven die het ondersteunt - van de kleine als stof-groene cellen van de drijvende plant plankton, door de kleine watervlooien naar de vissen die plankton uit het water halen en worden op hun beurt opgegeten door andere vissen of door vogels, nertsen, wasberen - in een eindeloze cyclische overdracht van materialen van leven tot leven. We weten dat de benodigde mineralen in het water zo worden doorgegeven link naar link van de voedselketens. Kunnen we veronderstellen dat vergif dat we in water introduceren, dat niet zal doen? ook deze cycli van de natuur binnengaan?

Het antwoord is te vinden in de verbazingwekkende geschiedenis van Clear Lake, Californië. Clear Lake ligt in bergachtig land ongeveer 90 mijl ten noorden van San Francisco en is al lang populair bij vissers. De naam is ongepast, want het is eigenlijk een nogal troebel meer vanwege het zachte zwart slijk dat zijn ondiepe bodem bedekt. Helaas voor de vissers en het resort bewoners aan zijn oevers, hebben de wateren een ideale habitat geboden voor een kleine mug, *Chaoborus astictopus*. Hoewel nauw verwant aan muggen, is de mug geen bloedzuiger en waarschijnlijkvoedt helemaal niet als een volwassene. Mensen die zijn leefomgeving deelden, vonden het echter wel [033] vervelend vanwege de enorme aantallen. Er zijn pogingen gedaan om het onder controle te houden, maar dat waren ze groten-deels vruchteloos totdat, in de late jaren 1940, de gechloreerde koolwater-stofinsecticiden nieuwe wapens aanboden.

De chemische stof die werd gekozen voor een nieuwe aanval was DDD, een nauwe verwant van DDT, maar blijkbaar biedt minder bedreigingen voor het leven van vissen. De nieuwe controlemaatregelen die in 1949 wer-

den genomen, waren zorgvuldig gepland en weinig mensen zouden hebben verondersteld dat er schade zou kunnen ontstaan. Het meer werd onderzocht, het volume bepaald, en het insecticide in zo'n grote verdunning toegepast dat voor elk deel van de chemische stof er zouden 70 miljoen delen water zijn. Controle van de muggen was aanvankelijk goed, maar tegen 1954 de behandeling moest worden herhaald, dit keer met een snelheid van 1 deel insecticide in 50 miljoen delen van water. Men dacht dat de vernietiging van de muggen vrijwel voltooid was.

De volgende wintermaanden brachten de eerste indruk dat het andere leven was getroffen: de westerse futen op het meer begonnen te sterven, en al snel werden er meer dan honderd gemeld dood. Bij Clear Lake is de westelijke fuut een broedvogel en ook een winterbezoeker, aangetrokken door de overvloedige vis van het meer. Het is een vogel met een spectaculair uiterlijk en verleidelijke gewoonten, het bouwen van zijn drijvende nesten in ondiepe meren in het westen van de Verenigde Staten en Canada. Het wordt de genoemd 'zwanenfuut' met reden, want het glijdt met nauwelijks een rimpel over het oppervlak van het meer, het lichaam laag rijdend, witte nek en glanzende zwarte kop hoog gehouden. Het pas uitgekomen kuiken is gekleed zacht grijs naar beneden; in slechts een paar uur duurt het naar het water en rijdt op de rug van de vader of moeder, genesteld onder de dekens van de ouderlijke vleugel.

Na een derde aanval op de immer veerkrachtige muggenpopulatie stierven in 1957 meer futen. Zoals was waar in 1954, kon geen bewijs van besmettelijke ziekte worden ontdekt bij onderzoek van de dode vogels. Maar toen iemand dacht om de vetweefsels van de futen te analyseren, waren ze dat bleek te zijn geladen met DDD in de buitengewone concentratie van 1600 delen per miljoen. De maximale concentratie toegepast op het water was deel per miljoen. Hoe kon de chemische stof hebben opgebouwd tot zulke wonderbaarlijke niveaus in de futen? Deze vogels zijn natuurlijk viseters.

Toen ook de vissen van Clear Lake werden geanalyseerd, begon het beeld vorm te krijgen - het gif wordt opgepikt door de kleinste organismen, geconcentreerd en doorgegeven aan de grotere roofdieren.

Plankton-organismen bleken ongeveer 5 delen per miljoen van het insecticide te bevatten (ongeveer 25 maal de maximale concentratie die ooit in

het water zelf is bereikt); plantenetende vissen hadden opgebouwde accumulaties variërend van 40 tot 300 delen per miljoen; vleesetende soorten hadden opgeslagen het meest van alles. Eén, een bruine bullhead, had de verbazingwekkende concentratie van 2500 delen per miljoen. Het was een house-that-Jack-gebouwde reeks, waarin de grote carnivoren de hadden gegeten kleinere carnivoren, die de herbivoren hadden gegeten, die het plankton hadden gegeten, dat had absorbeerde het gif uit het water.

Nog meer buitengewone ontdekkingen werden later gedaan. Geen spoor van DDD kon worden gevonden in de water kort na de laatste toepassing van de chemische stof. Maar het gif was niet echt weggegaan meer; het was slechts in de structuur van het leven gegaan dat het meer ondersteunt.

Drieëntwintig maanden later de chemische behandeling was gestopt, het plankton bevatte nog steeds 5,3 delen per miljoen. In die periode van bijna twee jaar hadden opeenvolgende gewassen plankton gebloeid en vervaagde, maar het gif, hoewel niet langer aanwezig in het water, was op de een of andere manier overgegaan van generatie tot generatie. En het leefde ook in het dierenleven van het meer. Alle vissen, vogels en kikkers onderzocht een jaar nadat de chemische toepassingen hadden opgehouden nog steeds te bevatten DDD. De hoeveelheid gevonden in het vlees overtrof altijd vele malen de oorspronkelijke concentratie in het water. Onder deze levende dragers waren vissen die negen maanden na de laatste waren uitgekomen DDD-applicatie, grebes en meeuwen in Californië die concentraties van meer dan hadden opgebouwd [034] 2000 delen per miljoen. Ondertussen slonken de nestelende kolonies van de futen - van meer dan 1000 paren vóór de eerste behandeling met insecticiden tot ongeveer 30 paren in 1960. En zelfs de dertig lijken tevergeefs te hebben genest, want sindsdien zijn er geen jonge futen meer op het meer waargenomen de laatste DDD-applicatie.

Deze hele vergiftigingsketen lijkt dus te rusten op een basis van minuscule planten die moeten hebben de originele concentrators zijn geweest. Maar hoe zit het met het tegenovergestelde einde van de voedselketen - de mens zijnde die, in waarschijnlijke onwetendheid van al deze gebeurtenissen, zijn visuitrusting heeft opgetuigd, ving een rij vissen uit de wateren van Clear Lake en nam ze mee naar huis om voor de zijne te braden avondmaal? Wat kan een zware dosis DDD, of misschien herhaalde doses, met

hem doen? Hoewel de California Department of Public Health beweerde geen gevaar te zien, toch in 1959 vereist dat het gebruik van DDD in het meer wordt gestopt. Gezien het wetenschappelijk bewijs van de enorme biologische potentie van deze chemische stof, de actie lijkt een minimale veiligheidsmaatregel. De fysiologische effect van DDD is waarschijnlijk uniek onder insecticiden, want het vernietigt een deel van de bijnier - de cellen van de buitenste laag bekend als de bijnierschors, die de hormoon cortin. Van dit destructieve effect, dat sinds 1948 bekend was, werd aanvankelijk aangenomen dat het beperkt was aan honden, omdat het niet werd onthuld in proefdieren zoals apen, ratten of konijnen.

Het leek echter suggestief dat DDD bij honden een aandoening veroorzaakte die erg op die leek komt voor bij de mens in aanwezigheid van de ziekte van Addison. Uit recent medisch onderzoek is gebleken dat DDD de functie van de menselijke bijnierschors sterk onderdrukt. Het vernietigt cellen capaciteit wordt nu klinisch gebruikt bij de behandeling van een zeldzame vorm van kanker die zich ontwikkelt in de bijnier. . . .

De Clear Lake-situatie roept een vraag op die het publiek het hoofd moet bieden: is het wijs of wenselijk om stoffen met een dergelijk sterk effect op fysiologische processen te gebruiken voor de controle van insecten, vooral wanneer de bestrijdingsmaatregelen het inbrengen van de chemische stof in een waterlichaam? Het feit dat het insecticide in zeer lage concentraties werd aangebracht is zinloos, zoals de explosieve vooruitgang door de natuurlijke voedselketen in het meer aantoon.

Toch is Clear Lake typerend voor een groot en groeiend aantal situaties waarin een oplossing van een voor de hand liggend en vaak triviaal probleem creëert een veel serieuzer maar gemakkelijk minder tastbaar probleem.

Hier werd het probleem opgelost in het voordeel van diegenen die geïrriteerd waren door muggen, en ten koste van een niet verklaard, en waarschijnlijk niet eens duidelijk begrepen, risico voor iedereen die voedsel of water uit de meer. Het is een buitengewoon feit dat de opzettelijke introductie van gifstoffen in een reservoir is een vrij gebruikelijke praktijk worden. Het doel is meestal om zelfs recreatief gebruik te promoten hoewel het water dan tegen een vergoeding moet worden behandeld om het geschikt te maken voor het beoogde gebruik als drinkwater. Wanneer sporters

in een gebied de visvangst in een reservoir willen 'verbeteren', hebben ze de overhand op autoriteiten om hoeveelheden gif erin te dumpen om de ongewenste vissen te doden, die dan zijn vervangen door broedvis die meer geschikt is voor de smaak van de sporter. De procedure heeft een vreemde, Alice-in-Wonderland-kwaliteit. Het reservoir is gemaakt als openbare watervoorziening, maar toch gemeenschap, waarschijnlijk niet geraadpleegd over het project van de sporters, wordt gedwongen om te drinken water dat giftige residuen bevat of om belastinggeld uit te betalen voor behandeling van het water aan verwijder de gifstoffen - behandelingen die zeker niet waterdicht zijn.

Omdat grond- en oppervlaktewater zijn verontreinigd met pesticiden en andere chemicaliën, is dat zo gevaar waar niet alleen giftige maar ook kankerproducerende stoffen in worden geïntroduceerd openbare watervoorziening. Dr. WC Hueper van het National Cancer Institute heeft gewaarschuwd dat 'het gevaar voor kanker gevaren door consumptie van besmet drinkwater zal groeien [035] aanzienlijk binnen afzienbare tijd. ' En inderdaad een studie die in het begin in Nederland is gedaan Jaren '50 ondersteunt het beeld dat vervuilde waterwegen een kankerrisico kunnen inhouden. Cities het ontvangen van hun drinkwater uit rivieren had een hoger sterftecijfer aan kanker dan die waarvan het water afkomstig was van bronnen die vermoedelijk minder gevoelig zijn voor vervuiling, zoals putten.

Arseen, de omgevingsstof die het duidelijkst wordt vastgesteld als kanker bij de mens, is betrokken bij twee historische gevallen waarin vervuild water veel kanker veroorzaakte. In in één geval kwam het arseen uit de slakkenhopen van mijnbouwactiviteiten, in het andere uit steen met een hoog natuurlijk arseengehalte. Deze voorwaarden kunnen gemakkelijk worden gedupliceerd als gevolg van zware toepassingen van arseeninsecticiden. De grond in dergelijke gebieden wordt vergiftigd. Rains draag dan een deel van het arseen in beken, rivieren en reservoirs, evenals in de uitgestrekte ondergrondse zeeën van grondwater.

Ook hier worden we eraan herinnerd dat in de natuur niets alleen bestaat. Om beter te begrijpen hoe de vervuiling van onze wereld gebeurt, moeten we nu kijken naar een andere basis van de aarde hulpbronnen, de bodem.

5. Rijken van de bodem

De dunne laag aarde die een fragmentarische bedekking over de continenten vormt, controleert ons eigen bestaan en dat van elk ander dier van het land. Zonder aarde, landplanten zoals we die kennen konden ze niet groeien en zonder planten konden geen dieren overleven.

Maar als ons op de landbouw gebaseerde leven van de grond afhangt, is het evenzeer waar dat de grond van het leven afhangt, zijn oorsprong en het behoud van zijn ware aard is nauw verbonden met levende planten en dieren. Want aarde is gedeeltelijk een creatie van leven, geboren uit een prachtige interactie van leven en lang geleden **eeuwen**. Het oudermateriaal werd verzameld terwijl vulkanen ze goten in vurige beekjes, terwijl water dat over de kale rotsen van de continenten stroomde zelfs wegtrok het hardste graniet, en terwijl de beitels van vorst en ijs de rotsen splitsten en verbrijzelden. Dan leven dingen begonnen hun creatieve magie te werken en beetje bij beetje werden deze inerte materialen bodem.

Korstmossen, de eerste bedekking van de rotsen, hielpen het proces van desintegratie door hun zure afscheidingen en maakte een verblijfplaats voor ander leven. Mossen grepen zich vast in de kleine zakjes eenvoudige aarde - aarde gevormd door afbrokkelende stukjes korstmos, door de kaf van heel klein insectenleven, door het puin van een fauna begint zijn opkomst uit de zee.

Het leven vormde nu niet alleen de bodem, maar ook andere levende wezens van ongelooflijke overvloed en diversiteit bestaan erin; als dit niet zo was, zou de grond dood en steriel zijn. Door hun aanwezigheid en door hun activiteiten maken de talloze organismen van de bodem het mogelijk de aarde te ondersteunen groene mantel. De bodem bestaat in een staat van constante verandering en neemt deel aan cycli die dat niet hebben begin en geen einde. Nieuwe materialen worden voortdurend bijgedragen als rotsen uiteenvallen, zoals organische materie vervalst, en terwijl stikstof en andere gassen in de regen worden afgevoerd luchten. Tegelijkertijd worden andere materialen weggehaald, geleend voor tijdelijk gebruik door levende wezens. Subtiële en enorm belangrijke chemische veranderingen zijn constant aan de gang, elementen uit lucht en water omzetten in vormen die geschikt

zijn voor gebruik door planten. In alles deze veranderingen levende organismen zijn actieve middelen.

Er zijn maar weinig studies fascinerender en tegelijkertijd meer verwaarloosd dan die van de krioelende populaties die bestaan in de donkere rijken van de bodem. We weten te weinig van de draden die de bodemorganismen aan elkaar en aan hun wereld, en aan de wereld daarboven, binden.

Misschien zijn de meest essentiële organismen in de bodem de kleinste - de onzichtbare menigten van bacteriën en van draadachtige schimmels. Statistieken over hun overvloed nemen ons meteen mee naar astronomie figuren. Een theelepel bovengrond kan miljarden bacteriën bevatten. Ondanks hun kleine omvang, het totale gewicht van deze gastheer van bacteriën in de bovenste voet van een enkele hectare vruchtbare grond kan zijn als zoveel als duizend pond. Straalzwammen, groeiend in lange draadachtige filamenten, zijn iets minder talrijker dan de bacteriën, maar omdat ze hun totale gewicht in een gegeven hoeveelheid groter zijn grond kan ongeveer hetzelfde zijn. Met kleine groene cellen die algen worden genoemd, vormen deze de microscopische plantenleven van de bodem. Bacteriën, schimmels en algen zijn de belangrijkste middelen van verval, verminderen planten en dierlijke resten van hun samenstellende mineralen. De enorme cyclische bewegingen van chemicaliën elementen zoals koolstof en stikstof door grond en lucht en levend weefsel konden niet doorgaan zonder deze microplants. Zonder de stikstofbindende bacteriën zouden planten dat bijvoorbeeld doen verhongeren door gebrek aan stikstof, hoewel omgeven door een zee van stikstofhoudende lucht. anders organismen vormen koolstofdioxide, dat als koolzuur helpt bij het oplossen van gesteente. Nog andere grond [037] microben voeren verschillende oxidaties en reducties uit waardoor mineralen zoals ijzer, mangaan en zwavel worden getransformeerd en beschikbaar gesteld aan planten.

Ook aanwezig in wonderbaarlijke aantallen zijn microscopische mijten en primitieve vleugellose insecten genoemd springstaarten. Ondanks hun kleine formaat spelen ze een belangrijke rol bij het afbreken van de residuen van planten, die helpen bij de langzame conversie van het strooisel van de bosbodem naar de bodem. De specialisatie van sommige van deze kleine wezens voor hun taak zijn bijna ongelooflijk. Verschillende soorten mijten, voor kan bijvoorbeeld alleen met het leven beginnen binnen de gevallen

naalden van een spar. Hier beschut, zij verteert de binnenste weefsels van de naald. Wanneer de mijten hun ontwikkeling hebben voltooid alleen de buitenste laag cellen blijft. De werkelijk verbluffende taak om met het geweldige om te gaan hoeveelheid plantmateriaal in de jaarlijkse bladval behoort tot enkele van de kleine insecten van de bodem en de bosbodem. Ze macereren en verteren de bladeren en helpen bij het mengen van de ontbonden materie met de oppervlaktebodem.

Naast al deze horde van minuutjes maar onophoudelijk zwoegende wezens zijn er natuurlijk veel grotere vormen, voor bodemleven loopt het gamma van bacteriën tot zoogdieren. Sommige zijn permanent bewoners van de donkere ondergrondlagen; sommige overwinteren of brengen bepaalde delen van hun leven door cycli in ondergrondse kamers; sommigen komen en gaan vrijelijk tussen hun holen en de bovenwereld. Over het algemeen is het effect van al deze bewoning van de bodem om deze te beluchten en te verbeteren zowel zijn drainage als de penetratie van water door de lagen van plantengroei.

Van alle grotere bewoners van de bodem is waarschijnlijk niemand belangrijker dan de regenworm.

Meer dan drie kwart eeuw geleden publiceerde Charles Darwin een boek met de titel *The Formation of Plantaardige schimmel*, door de werking van wormen, met observaties over hun gewoonten. Daarin gaf hij de wereld zijn eerste begrip van de fundamentele rol van aardwormen als geologische agenten voor het transport van grond - een beeld van oppervlakte-rotsen die geleidelijk worden bedekt door fijne grond die naar voren wordt gebracht van onderaf door de wormen, in jaarlijkse hoeveelheden die in de meeste tot vele tonnen lopen gunstige gebieden. Tegelijkertijd bevatten hoeveelheden organisch materiaal bladeren en gras (maar liefst 20 pond naar de vierkante meter in zes maanden) worden getrokken in de holen en opgenomen in de bodem. Darwin's berekeningen toonden aan dat het zwoegen van regenwormen een laag zou kunnen toevoegen van grond een centimeter tot een centimeter dik in een periode van tien jaar. En dit is lang niet alles doen: hun hollen beluchten de grond, houden deze goed gedraïneerd en helpen de penetratie van plantenwortels.

De aanwezigheid van regenwormen verhoogt het nitrificerend vermogen van de bodembacteriën en neemt af verrotting van de grond. Organisch

materiaal wordt afgebroken als het door de spijsverteringskanalen gaat van de wormen en de bodem is verrijkt met hun uitscheidingsproducten. Deze bodemgemeenschap dan bestaat uit een web van met elkaar verweven levens, elk op een of andere manier gerelateerd aan de anderen - de levenden wezens afhankelijk van de grond, maar de grond is op zijn beurt slechts een vitaal element van de aarde zolang deze gemeenschap erin floreert.

Het probleem dat ons hier bezighoudt, is er een dat weinig aandacht heeft gekregen: wat er gebeurt voor deze ongelooflijk talrijke en levensnoodzakelijke bewoners van de bodem als ze giftig zijn chemicaliën worden naar hun wereld gebracht, ofwel rechtstreeks geïntroduceerd als 'sterilisatiemiddelen' in de bodem of gedragen door de regen die een dodelijke besmetting heeft opgepikt terwijl deze door de bladerdak filtert van bos en boomgaard en akkerland? Is het redelijk om te veronderstellen dat we een brede-spectrum insecticide om bijvoorbeeld de gravende larvenstadia van een gewasvernietigend insect te doden, zonder ook de 'goede' insecten te doden waarvan de functie de essentiële kan zijn om te breken organische stof naar beneden? Of kunnen we een niet-specifiek fungicide gebruiken zonder ook de schimmels te doden [038] bewoon de wortels van veel bomen in een gunstige vereniging die de boom helpt bij het extraheren voedingsstoffen uit de bodem?

De duidelijke waarheid is dat dit kritisch belangrijke onderwerp van de ecologie van de bodem grotendeels is geweest zelfs verwaarloosd door wetenschappers en bijna volledig genegeerd door controlemannen. Chemische controle van insecten lijkt te zijn doorgegaan in de veronderstelling dat de bodem zou kunnen en zou blijven bestaan elke hoeveelheid belediging via de introductie van vergif zonder terug te slaan. De aard van de wereld van de bodem is grotendeels genegeerd. Van de weinige studies die zijn gedaan, a beeld van de impact van pesticiden op de bodem komt langzaam op. Het is niet verwonderlijk dat de studies zijn niet altijd in overeenstemming, want bodemsoorten variëren zo enorm dat wat de oorzaak is schade in de een kan onschadelijk zijn in de ander. Lichte zandgronden lijden veel zwaarder dan humus soorten. Combinaties van chemicaliën lijken meer kwaad te doen dan afzonderlijke toepassingen.

Ondanks de wisselende resultaten verzamelt zich voldoende solide bewijs van schade om te veroorzaken angst van veel wetenschappers. Onder som-

mige omstandigheden, de chemische omzettingen en transformaties die in het hart van de levende wereld liggen, worden beïnvloed. Nitrificatie, die stikstof uit de atmosfeer beschikbaar maakt voor planten, is een voorbeeld.

Het herbicide 2,4-D veroorzaakt een tijdelijke onderbreking van de nitrificatie. In recente experimenten in Florida, lindane, heptachloor en BHC (benzeenhexachloride) verminderde nitrificatie na slechts twee weken in de bodem; BHC en DDT hadden een aanzienlijk nadelig effect een jaar na de behandeling. In andere experimenten BHC, aldrin, lindaan, heptachloor en DDD hebben allemaal voorkomen dat stikstofbindende bacteriën werden gevormd de nodige wortelknobbeltjes op peulvruchten. Een nieuwsgierige maar voordelige relatie tussen schimmels en de wortels van hogere planten zijn ernstig verstoord. Soms is het probleem er een van het delicate evenwicht van populaties verstoord waardoor de natuur verreikende doelen bereikt.

Explosieve toenames in sommige soorten bodemorganismen hebben plaatsgevonden terwijl anderen dat zijn geweest verminderd door insecticiden, die de relatie tussen roofdier en prooi verstoren. Dergelijke veranderingen kunnen gemakkelijk de metabole activiteit van de bodem veranderen en de productiviteit beïnvloeden. Dat kunnen ze ook menen potentieel schadelijke organismen, voorheen in toom gehouden, konden ontsnappen aan hun natuurlijke controles en stijgen naar plaagstatus.

Een van de belangrijkste dingen om te onthouden over insecticiden in de bodem is hun lange persistentie, gemeten niet in maanden maar in jaren. Aldrin is na vier jaar hersteld, zowel als sporen en overvloediger als omgezet in dieldrin. Er blijft genoeg toxaphene in zandgrond tien jaar na de toepassing ervan om termieten te doden. Benzeenhexachloride blijft tenminste aanwezig elf jaar; heptachloor of een meer giftige chemische stof, ten minste negen. Chlordane is geweest herstelde twaalf jaar na de toepassing, ten belope van 15 procent van het origineel aantal stuks.

Schijnbaar gematigde toepassingen van insecticiden gedurende een periode van jaren kunnen fantastisch worden hoeveelheden in de bodem. Omdat de gechloreerde koolwaterstoffen persistent zijn en lang meegaan, elk applicatie wordt alleen toegevoegd aan de resterende hoeveelheid van de vorige. De oude legende dat 'een pond DDT per acre onschadelijk is' betekent niets

als het spuiten wordt herhaald. Aardappelgronden bleken tot 15 pond DDT per hectare te bevatten, maisgronden tot 19. Een cranberry het onderzochte moeras bevatte 34,5 pond per hectare. Bodems van appelboomgaarden lijken te reiken de piek van besmetting, waarbij DDT zich ophoopt met een snelheid die bijna gelijke tred houdt met zijn snelheid tarief van de jaarlijkse aanvraag. Zelfs in een enkel seizoen, met boomgaarden die vier of meer keer zijn gespoten, DDT-residuen kunnen oplopen tot pieken van 30 tot 50 pond. Met herhaaldelijk spuiten door de jaren heen het bereik tussen bomen is van 26 tot 60 pond tot de hectare; onder bomen, tot 113 pond.

[039] Arseen biedt een klassiek geval van de vrijwel permanente vergiftiging van de bodem. Hoewel arseen omdat een spray op tabaksteelt grotendeels is vervangen door de synthetische organische insecticiden sinds het midden van de jaren 40, het arseengehalte van sigaretten gemaakt van Amerikaanse tabak tussen de jaren 1932 en 1952 met meer dan 300 procent toegenomen. Latere studies hebben dat gedaan onthulde toenames van maar liefst 600 procent. Dr. Henry S. Satterlee, een autoriteit op het gebied van arseen toxicologie, zegt dat hoewel organische insecticiden grotendeels zijn vervangen door arseen, de tabaksplanten blijven het oude gif oppakken, want de grond van tabaksplantages is dat nu grondig geïmpregneerd met residuen van een zwaar en relatief onoplosbaar gif, arsenaat van lood.

Dit zal arseen in oplosbare vorm blijven afgeven. De bodem van een groot deel van de land dat is geplant met tabak is onderworpen aan 'cumulatieve en bijna permanente vergiftiging', volgens Dr. Satterlee. Tabak geteeld in de oostelijke mediterrane landen waar arseeninsecticiden die niet worden gebruikt, hebben een dergelijke toename van het gehalte aan arseen niet aangetoond.

We worden daarom geconfronteerd met een tweede probleem. We moeten ons niet alleen zorgen maken wat gebeurt er met de bodem; we moeten ons afvragen in hoeverre insecticiden worden geabsorbeerd vervuilde bodems en geïntroduceerd in plantenweefsels. Veel hangt af van het type grond, de gewas, en de aard en concentratie van het insecticide. Bodem rijk aan organische stof releases kleinere hoeveelheden gif dan anderen. Wortels absorberen meer insecticide dan enig ander gewas bestudeerd; als de gebruikte chemische stof linaan is, hopen wortels zich eigenlijk hoger op concentraties die in de bodem aanwezig zijn. In de toekomst kan het nodig zijn om te

analyseren bodems voor insecticiden voor het planten van bepaalde voedselgewassen. Anders kunnen zelfs onbespoten gewassen neem voldoende insecticide alleen uit de grond op om ze ongeschikt te maken voor de markt.

Dit soort van besmetting heeft eindeloze problemen gecreëerd voor minstens één toonaangevende babyfabrikant voedingsmiddelen die niet bereid zijn fruit of groenten te kopen waarop giftige insecticiden aanwezig zijn gebruikt. De chemische stof die hem de meeste problemen bezorgde, was benzeenhexachloride (BHC), die wordt opgenomen door de wortels en knollen van planten, reclame voor zijn aanwezigheid door een muffe smaak en geur. Zoete aardappelen geteeld op velden in Californië waar BHC twee jaar was gebruikt bevatte eerder residuen en moest worden afgewezen. In een jaar, waarin het bedrijf een contract had gesloten in South Carolina vanwege de totale behoefte aan zoete aardappelen, dus een groot deel van de areaal bleek besmet te zijn en moest het bedrijf op de open markt kopen met een aanzienlijk financieel verlies. In de loop der jaren een verscheidenheid aan groenten en fruit, gekweekt in verschillende staten, moesten worden afgewezen. De meest hardnekkige problemen waren bezorgd pinda's. In de zuidelijke staten worden pinda's meestal geteeld in rotatie met katoen, waarop BHC wordt veelvuldig gebruikt. Pinda's die later in deze grond worden geteeld, nemen aanzienlijke hoeveelheden van de insecticide. Eigenlijk is slechts een spoor voldoende om de veelbetekenende muffe geur en smaak op te nemen.

De chemische stof dringt door de noten en kan niet worden verwijderd. Verwerking, verre van het verwijderen van muffheid, accentueert het soms. De enige cursus open voor een fabrikant vastbesloten om BHC-residuen uitsluiten is het afwijzen van alle producten die met de chemische stof zijn behandeld of op de grond zijn gekweekt ermee besmet. Soms is de dreiging voor het gewas zelf - een bedreiging die blijft als zolang de besmetting met insecticiden in de grond zit. Sommige insecticiden beïnvloeden gevoelige planten zoals als bonen, tarwe, gerst of rogge, vertraagt de wortelontwikkeling of remt de groei van zaailingen.

De ervaring van de hoptelers in Washington en Idaho is een voorbeeld. In het voorjaar van 1955 ondernamen veel van deze telers een grootschalig programma om de aardbeiwortel te beheersen kever, wiens larven over-

vloedig waren geworden op de wortels van de hop. Op advies van landbouwdeskundigen en fabrikanten van insecticiden kozen zij heptachlor als controlemiddel.

[040] Binnen een jaar nadat heptachlor was aangebracht, verwelken de wijnstokken in de behandelde werven en stervende. In de onbehandelde velden was er geen probleem; de schade stopte op de grens tussen behandelde en onbehandelde velden. De heuvels werden opnieuw beplant met hoge kosten, maar in een ander jaar de ook nieuwe wortels bleken dood te zijn. Vier jaar later bevatte de grond nog heptachloor, en wetenschappers waren niet in staat om te voorspellen hoe lang het giftig zou blijven, noch om het aan te bevelen procedure voor het corrigeren van de aandoening. Het federale ministerie van Landbouw, dat zo laat als Maart 1959 bevond zich in de abnormale positie om heptachlor acceptabel te verklaren gebruik op hop in de vorm van een grondbehandeling, heeft de registratie voor dergelijk gebruik te laat ingetrokken.

Ondertussen zochten de hoptelers naar verhaal voor de rechtbank.

Terwijl toepassingen van pesticiden doorgaan en de vrijwel onverwoestbare residuen zich blijven opbouwen hoog in de grond, is het bijna zeker dat we op weg zijn naar problemen. Dit was de consensus van een groep specialisten die elkaar in 1960 ontmoetten aan de Syracuse University om de ecologie van de bodem te bespreken.

Deze mannen vatten de gevaren samen van 'zulke krachtige en weinig begrepen tools' als chemicaliën en straling: 'Een paar valse bewegingen van de kant van de mens kunnen leiden tot vernietiging van de bodem productiviteit en de geleedpotigen kunnen het goed overnemen. '

6. Aardse groene mantel

WATER, BODEM en de groene plantenmantel van de aarde vormen de wereld die steunt het dierenleven van de aarde.

Hoewel de moderne mens zich dit feit zelden herinnert, kon hij niet bestaan zonder de planten die dat hadden gebruik de energie van de zon en maak de basisvoedingsmiddelen waarvan hij levenslang afhankelijk is.

Onze houding ten opzichte van planten is bijzonder smal. Als we onmiddellijk nut in een fabriek zien, zien we koester het. Als we om welke reden dan ook zijn aanwezigheid ongewenst vinden of slechts een kwestie van onverschilligheid, we kunnen het onmiddellijk tot vernietiging veroordelen. Naast de verschillende planten die giftig zijn voor mens of zijn vee, of verdringen voedselplanten, velen zijn alleen gemarkeerd voor vernietiging omdat ze volgens onze beperkte opvatting op de verkeerde plaats op de verkeerde plaats zijn tijd. Vele anderen worden vernietigd alleen omdat ze toevallig medewerkers van de ongewenste planten.

De vegetatie van de aarde maakt deel uit van een levensweb waarin intieme en essentiële relaties bestaan tussen planten en de aarde, tussen planten en andere planten, tussen planten en dieren.

Soms hebben we geen andere keuze dan deze relaties te verstoren, maar we moeten dit wel doen bedachtzaam, met het volle besef dat wat we doen gevolgen kan hebben op afstand in de tijd en plaats. Maar geen dergelijke nederigheid markeert de bloeiende 'onkruidverdelger'-zaak van de dag van vandaag waarbij de stijgende verkoop en het groeiende gebruik de productie markeren van plantendodende chemicaliën.

Een van de de meest tragische voorbeelden van ons ondenkbare **bludgeoning** van het landschap zijn te zien in de alsem land van het Westen, waar een uitgebreide campagne is om de wijze te vernietigen en te vervangen grasland. Als ooit een onderneming moest worden verlicht met een gevoel van de geschiedenis en betekenis van het landschap, het is dit. Want hier is het natuurlijke landschap welsprekend van het samenspel van krachten die het hebben gecreëerd. Het wordt voor ons verspreid als de pagina's van een open boek waarin we kan lezen waarom het land is wat het is en waarom

we de integriteit ervan moeten behouden. Maar de pagina's blijven ongelezen.

Het land van de wijze is het land van de hoge westelijke vlakten en de lagere hellingen van de bergen die boven hen uitstijgen, een land geboren uit de grote opheffing van het Rocky Mountain-systeem vele miljoenen jaren geleden. Het is een plaats met extreme extremen van het klimaat: van lange winters wanneer sneeuwstormen rijden van de bergen naar beneden en sneeuw ligt diep op de vlakten, van zomers waarvan warmte wordt verlicht door slechts schrale regens, met droogte die diep in de grond bijt en uitdrogende winden steelt vocht van blad en stengel. Terwijl het landschap evolueerde, moet er lang zijn geweest periode van vallen en opstaan waarin planten de kolonisatie van deze hoge en winderige zee probeerden land. De een na de ander moet hebben gefaald. Eindelijk ontwikkelde zich een groep planten die zich verenigden alle kwaliteiten die nodig zijn om te overleven. De wijze - laaggroeiend en struikachtig - zou zijn plaats kunnen behouden op de berghellingen en op de vlakten, en binnen zijn kleine grijze bladeren kon het vasthouden vocht genoeg om de stelende wind te trotseren. Het was geen ongeluk, maar eerder het resultaat van lang eeuwen van experimenten door de natuur, dat de grote vlakten van het Westen het land van de werden salie.

Samen met de planten evolueerde ook het dierenleven in harmonie met het zoeken eisen van het land. Na verloop van tijd waren er twee zo perfect aangepast aan hun leefomgeving als de salie. De ene was een zoogdier, de vloot en sierlijke Gaffelbok antilope. De andere was een vogel, de salie korhoen - de 'haan van de vlaktes' van Lewis en Clark. De wijze en het korhoen lijken gemaakt [042] voor elkaar. Het oorspronkelijke bereik van de vogel viel samen met het bereik van de wijze, en als de zeezanden zijn verminderd, dus de populatie korhoen is afgenomen. De wijze is alles dingen voor deze vogels van de vlaktes. De lage salie van de uitlopers beschermt hun nesten en hun jongen; de dichtere gezwollen zijn loaf- en rustgebieden; te allen tijde voorziet de wijze het basisvoedsel van het korhoen.

Toch is het een tweerichtingsrelatie. De spectaculaire verkering uitstallingen van de hanen helpen de grond onder en rond de salie los te maken, wat invasie door helpt grassen die groeien in de beschutting van de alsem. Ook de antilopen hebben hun leven aangepast de wijze. Het zijn voornamelijk

dieren van de vlakke, en in de winter wanneer de eerste sneeuw komt degenen die in de bergen zomer zijn geworden, gaan naar de lagere hoogten. Daar de salie levert het voedsel dat hen gedurende de winter getijden. Waar alle andere planten hun hebben afgeworpen bladeren, de wijze blijft groenblijvend, de grijsgroene bladeren - bitter, aromatisch, rijk aan eiwitten, vetten en benodigde mineralen - klampen zich vast aan de stengels van de dichte en struikachtige planten. Hoewel de sneeuw stapelt zich op, de toppen van de salie blijven blootgesteld, of kunnen worden bereikt door de scherpe, poten hoeven van de antilope. Voer dan ook korhoen op hen en vind ze op kaal en winderig richels of het volgen van de antilope om zich te voeden waar ze de sneeuw hebben weggekrast.

En ander leven kijkt naar de wijze. Muilezelherten voeden zich er vaak mee. Salie kan overleven betekenen voor de winter grazend vee. Schapen grazen vele winterbereiken waar de grote alsem bijna puur is staat. Een half jaar lang is het hun belangrijkste voer, een plant met een hogere energiewaarde dan zelfs alfalfa hooi. De bittere hoogvlaktes, de paarse woestijnen van salie, de wilde, snelle antilope en de korhoen is dan een natuurlijk systeem in perfecte balans. Zijn? Het werkwoord moet worden gewijzigd - tenminste in die al uitgestrekte en groeiende gebieden waar de mens de natuur probeert te verbeteren.

In naam van de vooruitgang zijn de agentschappen voor landbeheer van plan het onverzadigbare te bevredigen eisen van de veehouders voor meer weidegrond. Hiermee bedoelen ze grasland - gras zonder salie. Dus in een land dat de natuur geschikt vond voor het groeien van gras gemengd met en onder de beschutting van salie wordt nu voorgesteld om de salie te elimineren en ongebroken grasland te creëren. Weinigen lijken dat te doen hebben gevraagd of graslanden een stabiel en wenselijk doel zijn in deze regio. Zeker van de natuur eigen antwoord was anders. De jaarlijkse neerslag in dit land waar de regen zelden valt niet genoeg om goed graszoden vormend gras te ondersteunen; het geeft de voorkeur aan het meerjarige bosgrass dat groeit in de beschutting van de wijze.

Toch is het programma voor de uitroeiing van salie al een aantal jaren aan de gang. verscheidene overheidsinstanties zijn hierin actief; industrie heeft zich met enthousiasme verenigd om te promoten en een onderneming aanmoedigen die uitgebreide markten creëert, niet alleen voor graszaad maar

voor een grote assortiment machines voor snijden en ploegen en zaaïen. De nieuwste toevoeging aan de wapens is het gebruik van chemische sprays. Nu worden miljoenen hectaren alsemlanden bespoten elk jaar. Wat zijn de resultaten? De uiteindelijke effecten van het elimineren van salie en zaaïen met gras zijn grotendeels conjecturaal. Mannen met een lange ervaring met de wegen van het land zeggen dat hierin land is er een betere grasgroei tussen en onder de salie dan mogelijk is pure staat, zodra de vochthoudende salie verdwenen is. Maar zelfs als het programma daarin slaagt onmiddellijke doelstelling, het is duidelijk dat het hele hechte weefsel van het leven uit elkaar is gescheurd.

De antilope en het korhoen zullen samen met de salie verdwijnen. Het hert zal ook lijden, en het land zal armer zijn voor de vernietiging van de wilde dingen die erbij horen. Zelfs het vee welke de beoogde begunstigen zullen lijden; geen hoeveelheid weelderig groen gras in de zomer kan help de schapen verhongeren in de winterstormen vanwege gebrek aan salie en bittere borstel en ander wild vegetatie van de vlaktes. Dit zijn de eerste en voor de hand liggende effecten. De tweede is van een soort die is [043] altijd geassocieerd met de jachtgeweerbenadering van de natuur: het spuiten elimineert ook een geweldige veel planten die niet het beoogde doelwit waren. Justice William O. Douglas, in zijn recente boek *My Wilderness: East to Katahdin*, heeft verteld over een verschrikkelijk voorbeeld van ecologische vernietiging vervaardigd door de Amerikaanse bosdienst in het Bridger National Forest in Wyoming. Sommige 10.000 hectare zeeschelpen werden door de Service besproeid, wat leidde tot druk van veehouders voor meer graslanden. De wijze werd gedood, zoals bedoeld. Maar zo was het groene, levensreddende lint van wilgen die zich een weg banen over deze vlaktes, de meanderende stromen volgen. Moose had leefde in deze wilgenstruiken, want wilg is voor de eland wat salie is voor de antilope.

Bever had daar ook gewoond, zich gevoed met de wilgen, hen geveld en een sterke dam aan de overkant gemaakt kleine stroom. Door het werk van de bevers liep een meer achteruit. Forel in de bergstromen waren zelden meer dan zes centimeter lang; in het meer bloeiden ze zo wonderbaarlijk dat velen groeiden tot vijf pond. Watervogels werden ook aangetrokken door het meer. Alleen vanwege de aanwezigheid van de wilgen en de bevers die ervan afhingen, de regio was een aantrekkelijk recreatief gebied gebied met uitstekende vissen en jagen.

Maar met de 'verbetering' die door de Forest Service was ingesteld, gingen de wilgen de weg van de alsem, gedood door dezelfde onpartijdige spray. Toen Justice Douglas het gebied in 1959 bezocht, het jaar van het spuiten was hij geschokt toen hij de verschrompelde en stervende wilgen zag - de 'uitgestrekte, ongelooflijke schade'. Wat zou er van de eland worden? Van de bevers en de kleine wereld zij hadden gebouwd? Een jaar later keerde hij terug om de antwoorden in de verwoeste te lezen landschap. De elanden waren weg en de bever ook. Hun belangrijkste moeder was uitgegaan gebrek aan aandacht van de bekwame architecten, en het meer was weggelopen. Geen van de grote forel bleef achter. Niemand kon leven in de kleine kreek die overbleef en zich een weg baant door een kaal, heet land waar geen schaduw overbleef. De levende wereld was verbrijzeld. . . .

Naast de meer dan vier miljoen hectare rangelands die elk jaar worden bespoten, geweldige gebieden van andere soorten land zijn ook potentiële of feitelijke ontvangers van chemische behandelingen voor wiet controle. Een gebied groter dan heel New England - zo'n 50 miljoen hectare - is bijvoorbeeld onder beheer door nutsbedrijven en veel ervan wordt routinematig behandeld voor 'penseelbesturing'. In het zuidwesten vereist naar schatting 75 miljoen hectare mesquite land beheer door sommigen betekent, en chemisch spuiten is de meest actieve methode. Een onbekende maar zeer grote areaal van houtproducerende gronden wordt nu luchtig besproeid om het hardhout uit te 'wieden' van de meer spraybestendige coniferen. Behandeling van landbouwgronden met herbiciden verdubbeld in het decennium na 1949, in totaal 53 miljoen hectare in 1959. En het gecombineerde areaal van privégazons, parken en golfbanen die nu worden behandeld, moeten een astronomisch figuur bereiken.

De chemische onkruidverdelgers zijn een helder nieuw speeltje. Ze werken op een spectaculaire manier; ze geven een duizelig gevoel van macht over de natuur voor degenen die ze hanteren, en wat betreft de lange afstand en minder voor de hand liggende effecten - deze worden gemakkelijk opzij geschoven als de ongegronde verbeelding van pessimisten. De 'landbouw-ingenieurs' spreken zonder meer over 'chemisch ploegen' in een wereld die wordt aangespoord haar te verslaan ploegscharen in spuitpistolen. De stadsvaders van duizend gemeenschappen lenen gewillige oren aan de chemische verkoper en de enthousiaste aannemers die de bermen van 'borstel' zullen ontdoen - voor een prijs. Het is goedkoper dan maaien, is de kreet.

Dus misschien verschijnt het in de nette rijen cijfers in de officiële boeken; maar waren de werkelijke kosten ingevoerd, de kosten niet alleen in dollars, maar in de vele even geldige afschrijvingen die we nu zullen beschouwen, zou de groothandel in chemicaliën zijn worden gezien als duurder in dollars en oneindig schadelijk voor de gezondheid op lange termijn van het landschap en alle verschillende interesses die ervan afhangen.

[044] Neem bijvoorbeeld die grondstof die door elke kamer van koophandel wordt gewaardeerd land - de goede wil van vakantiegangers. Er is een gestaag groeiend koor van woedend protesteren tegen de misvorming van eens mooie bermen door chemische sprays, die vervang een enkele uitgestrekte bruine, verdorde vegetatie voor de schoonheid van varens en wilde bloemen, van inheemse struiken versierd met bloesem of bessen. 'We maken een vuile, bruine, stervende uitstraling rotzooi langs onze wegen,' schreef een vrouw uit New England boos aan haar krant. 'Deze is niet wat de toeristen verwachten, met al het geld dat we uitgeven aan reclame voor de mooie landschap.'

In de zomer van 1960 kwamen natuurbeschermers uit vele staten samen op een vredig Maine eiland om getuige te zijn van de presentatie aan de National Audubon Society door de eigenaar, Millicent Todd Bingham. Die dag lag de nadruk op het behoud van het natuurlijke landschap en van de ingewikkeld web van het leven waarvan de verweven strengen van microben naar de mens leiden. Maar in de achtergrond van alle gesprekken tussen de bezoekers van het eiland was verontwaardiging over de vernietiging van de wegen die ze hadden afgelegd. Ooit was het een genot om die wegen erdoor te volgen de groenblijvende bossen, wegen omzoomd met bayberry en zoete varen, els en huckleberry. Nu allen was bruine verlatenheid. Een van de natuurbeschermers schreef over die bedevaart in augustus naar Maine eiland: 'Ik kwam terug ... boos over de ontheiliging van de kant van de weg in Maine. Waar in voorgaande jaren de snelwegen waren begrensd door wilde bloemen en aantrekkelijke struiken, er waren alleen de littekens van dode vegetatie voor mijl na mijl ... Als een economische propositie, kan Maine het verlies betalen van toeristische goodwill die dergelijke bezienswaardigheden veroorzaken?' Maine bermen zijn slechts een voorbeeld, hoewel een bijzonder triest voor degenen onder ons die een diepe liefde hebben voor de schoonheid van die staat, van de zinloze vernietiging die gaande is in naam van de wegrandborstels in de hele natie.

Botanici van het Connecticut Arboretum verklaren dat de verwijdering van prachtige inheemse struiken en wilde bloemen hebben de proporties van een 'bermcrisis' bereikt. Azalea's, berglaurier, bosbessen, viburnums, kornoelje, bayberry, zoete varen, lage shadbush, winterbes, chokecherry en wilde pruimen sterven voor het chemische spervuur. Zo zijn de madeliefjes, susans met zwarte ogen, kant van koningin Anne, guldenroede en asters van de herfst die gratie en schoonheid van het landschap. Het spuiten is niet alleen onjuist gepland, maar bezaaid met misbruiken zoals deze. In een stad in het zuiden van New England voltooidde een aannemer zijn werk met wat chemisch product blijft in zijn tank. Hij loosde dit langs bermen waar niet werd gesproeid was geautoriseerd. Als gevolg hiervan verloor de gemeenschap de blauwe en gouden schoonheid van haar herfst wegen, waar asters en guldenroede een tentoonstelling zouden hebben gemaakt die het waard is ver te reizen om te zien. In een andere gemeenschap van New England een aannemer veranderde de staatsspecificaties voor de stad spuiten zonder de kennis van de snelwegafdeling en bespoten langs de weg vegetatie tot een hoogte van acht voet in plaats van het opgegeven maximum van vier voet, waardoor een brede, ontsierende, bruine strook. In een gemeenschap in Massachusetts kochten de stadsambtenaren een wiet moordenaar van een ijverige chemische verkoper, onbewust dat het arseen bevatte. Een resultaat van de daaropvolgend langs de weg sproeien was de dood van een dozijn koeien door arseenvergiftiging.

Bomen in het natuurgebied Connecticut Arboretum raakten ernstig gewond toen de stad Waterford de bermen met chemische onkruidverdelgers besproeide in 1957. Zelfs grote bomen die niet direct gespoten waren aangetaast. De bladeren van de eiken begonnen te krullen en bruin te worden, hoewel het het seizoen voor de lentegroei was. Toen begonnen nieuwe scheuten te worden voortgebracht en groeiden mee abnormale snelheid, waardoor de bomen huilen. Twee seizoenen later, grote takken [045] op deze bomen waren gestorven, anderen waren zonder bladeren, en het vervormde, huilende effect van hele bomen bleven bestaan. Ik ken een stuk weg waar het landschap van de natuur is zorgde voor een rand van els, viburnum, zoete varen en jeneverbessen met seizoensgebonden accenten van heldere bloemen, of van fruit dat in de herfst in juwelenclusters hangt. De weg had geen zware lading van te ondersteunen verkeer; er waren weinig scherpe bochten of kruispunten waar de borstel kon blokkeren het zicht van de bestuurder. Maar de sproeiërs namen het over en de kilometers

langs die weg werden iets om snel te worden doorkruist, een gezicht dat moet worden verdragen met de geest gesloten voor gedachten aan de steriele en afschuwelijke wereld die we onze technici laten maken. Maar hier en daar had autoriteit op de een of andere manier haperde en door een onverklaarbaar toezicht waren er oases van schoonheid in het midden van sobere en geregimenteerde controle - oases die de ontheiliging van het grootste deel van de weg hoe meer ondraaglijk. Op zulke plaatsen hief mijn geest de aanblik van witte vlekken op klaver of de wolken van paarse wikke met hier en daar de vlammeende beker van een houtlelie.

Zulke planten zijn 'onkruid' alleen voor degenen die zich bezighouden met de verkoop en toepassing van chemicaliën. In een volume Proceedings van een van de onkruidbestrijdingsconferenties die nu regelmatig zijn instellingen, heb ik ooit een buitengewone verklaring gelezen van de filosofie van een onkruidverdelger. De auteur verdedigde het doden van goede planten 'gewoon omdat ze in slecht gezelschap zijn'. Degenen die klagen over het doden van wilde bloemen langs bermen herinnerde hem, zei hij, aan antivivisectionisten 'voor wie, als men naar hun daden zou oordelen, het leven van een zwerfhond heiliger is dan de levens van kinderen.' Voor de auteur van dit artikel zouden velen van ons zonder twijfel verdacht zijn, veroordeeld voor enige diepe perversie van karakter omdat we de voorkeur geven aan de aanblik van de wikke en de klaver en de houtlelie in al hun delicate en vergankelijke schoonheid aan die van bermen verschroeid als door vuur, de struiken bruin en broos, de adelaarsvaren die ooit hoog werd opgetild pridelacework nu verdord en hangend. We lijken betreurenswaardig zwak dat we kunnen tolereren de aanblik van zulk 'onkruid', dat wij ons niet verheugen in hun uitroeiing, dat zijn wij niet vervuld van opgetogenheid dat de mens opnieuw de zegevierende natuur heeft overwonnen.

Justice Douglas vertelt over het bijwonen van een bijeenkomst van federale veldmannen die protesten bespraken door burgers tegen plannen voor het sproeien van alsem die ik eerder in dit hoofdstuk heb genoemd.

Deze mannen vonden het hilarisch grappig dat een oude dame tegen het plan was omdat de wilde bloemen zouden vernietigd worden. 'Toch had ze niet het recht om een gestreepte beker of een tijger te zoeken lelie even onvervreemdbaar als het recht van veeboeren om gras te zoeken of van een houthakker om aanspraak te maken op een boom?' vraagt deze humane en opmerkzame jurist. 'De esthetische waarden van de wildernis zijn als veel

van onze erfenis als de aderen van koper en goud in onze heuvels en de bossen in onze bergen.' De wens om onze bermvegetatie te behouden is natuurlijk meer dan zelfs dergelijke esthetische overwegingen. In de economie van de natuur heeft de natuurlijke vegetatie zijn essentie plaats. Hagen langs landwegen en aangrenzende velden zorgen voor voedsel, dekking en nestelen gebieden voor vogels en huizen voor veel kleine dieren. Van ongeveer 70 soorten struiken en wijnstokken die zijn typische soorten langs de weg alleen in de oostelijke staten, ongeveer 65 zijn belangrijk voor dieren in het wild als voedsel. Dergelijke vegetatie is ook het leefgebied van wilde bijen en andere bestuivende insecten. De mens is meer afhankelijk van deze wilde bestuivers dan hij zich meestal realiseert. Zelfs de boer zelf komt zelden voor begrijpt de waarde van wilde bijen en neemt vaak deel aan de maatregelen die hem beroven hun diensten. Sommige landbouwgewassen en veel wilde planten zijn gedeeltelijk of geheel afhankelijk van de diensten van de inheemse bestuivende insecten. Honderden soorten wilde bijen nemen deel aan de bestuiving van gecultiveerde gewassen - 100 soorten die alleen de bloemen van alfalfa bezoeken. Zonder bestuiving door insecten, het merendeel van de bodemhoudende en bodemverrijkende planten van niet-gecultiveerde gebieden [046] uitsterven, met verstrekkende gevolgen voor de ecologie van de hele regio. Veel kruiden, struiken, en bomen van bossen en bereik zijn voor hun voortplanting afhankelijk van inheemse insecten; zonder deze planten zouden veel wilde dieren en grote soorten weinig voedsel vinden. Nu schone teelt en de chemische vernietiging van hagen en onkruid elimineren de laatste heiligdommen van deze bestuivende insecten en het doorbreken van de draden die leven tot leven binden.

Deze insecten, zo essentieel voor onze landbouw en inderdaad voor ons landschap zoals we het kennen, verdienen iets beters van ons dan de zinloze vernietiging van hun habitat. honingbijen en wilde bijen zijn sterk afhankelijk van 'onkruid' zoals guldenroede, mosterd en paardebloemen voor stuifmeel dat dient als voedsel voor hun jongen. Wikke levert eerder essentieel veevoer voor bijen de alfalfa staat in bloei, getij over dit vroege seizoen zodat ze klaar zijn om de te bestuiven luzerne. In de herfst zijn ze afhankelijk van guldenroede in een seizoen waarin geen ander voedsel beschikbaar is voorraad aan voor de winter. Door de precieze en delicate timing die de natuur is, de opkomst van één soort wilde bijen vindt plaats op de dag van het openen van de wilgenbloesems.

Er is geen gebrek aan mannen die deze dingen begrijpen, maar dit zijn niet de mannen die bestellen de grootschalige doordrenking van het landschap met chemicaliën. En waar zijn de mannen die zogenaamd de waarde van de juiste leefomgeving voor de begrip behoud van dieren in het wild? Te veel van hen zijn te vinden om herbiciden te verdedigen als 'onschadelijk' voor dieren in het wild omdat ze minder giftig zijn dan insecticiden.

Daarom wordt gezegd, nee er is schade aangericht. Maar terwijl de herbiciden neerregenen op bos en veld, op moeras en rangeland, doen ze dat zorgen voor opmerkelijke veranderingen en zelfs permanente vernietiging van het leefmilieu. Naar vernietig de huizen en het eten van dieren in het wild is op de lange termijn misschien erger dan direct doden.

De ironie van deze totale chemische aanval op bermen en doorgangsrechten is tweeledig. Het is bestendiging van het probleem dat het tracht te corrigeren, want zoals de ervaring duidelijk heeft aangetoond, de deken toepassing van herbiciden heeft geen permanente controle over de 'borstel langs de weg' en het sproeien moet jaar na jaar worden herhaald. En als een verdere ironie, blijven we dit doen ondanks het feit dat een perfect degelijke methode van selectief spuiten is bekend, die op lange termijn kan bereiken vegetatiecontrole en elimineer herhaald spuiten in de meeste soorten vegetatie. Het object van penseelcontrole langs wegen en doorgangsrechten is niet om het land vrij te maken van alles behalve gras; het is eerder het elimineren van planten die uiteindelijk lang genoeg zijn om een obstakel voor te stellen visie van de bestuurder of interferentie met draden op doorgangsrechten. Dit betekent in het algemeen bomen. Meest struiken zijn laag genoeg om geen gevaar te vormen; dus, zeker, zijn varens en wilde bloemen.

Selectief spuiten werd ontwikkeld door Dr. Frank Egler gedurende een periode van jaren bij de Amerikaan Natuurhistorisch museum als directeur van een commissie voor borstelbesturingsaanbevelingen voor Rechten-of-Way. Het profiteerde van de inherente stabiliteit van de natuur, voortbouwend op het feit dat de meeste gemeenschappen van struiken zijn sterk bestand tegen invasie door bomen. Ter vergelijking, graslanden worden gemakkelijk binnengevallen door boomzaailingen. Het doel van selectief spuiten is niet gras produceren langs bermen en doorgangsrechten, maar om de hoge, houtachtige planten direct te elimineren behandeling en om

alle andere vegetatie te behouden. Eén behandeling kan voldoende zijn, met een mogelijke opvolging voor extreem resistente soorten; daarna oefenen de struiken controle uit en de bomen komen niet terug. De beste en goedkoopste controles voor vegetatie zijn geen chemicaliën maar andere planten.

De methode is getest in onderzoeksgebieden verspreid over de oostelijke Verenigde Staten. De resultaten tonen aan dat een gebied dat eenmaal goed is behandeld, wordt gestabiliseerd en niet opnieuw hoeft te worden uitgespoten voor minstens 20 jaar. Het spuiten kan vaak worden gedaan door mannen te voet, met behulp van knapzakspuiten, [047] en volledige controle hebben over hun materiaal. Soms compressorpompen en materiaal kan op vrachtwagenchassis worden gemonteerd, maar er wordt niet gespoten.

De behandeling is alleen gericht op bomen en alle uitzonderlijk hoge struiken die moeten worden geëlimineerd. De integriteit van de milieu wordt daardoor behouden, de enorme waarde van de natuurhabitat blijft intact, en de schoonheid van struik en varen en wildflower is niet opgeofferd. Hier en daar de methode van vegetatiebeheer door selectief spuiten is overgenomen. Voor het grootste gedeelte, diepgewortelde gewoonte sterft hard en het spuiten van dekens blijft bloeien, om zijn zware eisen te stellen jaarlijkse kosten van de belastingbetaler, en om zijn schade toe te brengen aan het ecologische levensweb. Het gedijt, zeker, alleen omdat de feiten niet bekend zijn. Wanneer belastingbetalers begrijpen dat de rekening voor het spuiten van de stadswegen zou slechts één keer per generatie moeten komen in plaats van één keer per jaar, zij zal zeker opstaan en een verandering van methode eisen.

Een van de vele voordelen van selectief spuiten is het feit dat het de hoeveelheid minimaliseert chemisch toegepast op het landschap. Er is geen uitzending van materiaal, maar eerder geconcentreerde toepassing op de voet van de bomen. De potentiële schade aan dieren in het wild is daarom tot een minimum beperkt. De meest gebruikte herbiciden zijn 2,4-D, 2,4,5-T en aanverwant verbindingen. Of deze daadwerkelijk giftig zijn, is controverseel. Mensen sproeien hun gazons met 2,4-D en nat worden met spray zijn af en toe ernstig geworden neuritis en zelfs verlamming. Hoewel dergelijke incidenten blijkbaar ongewoon zijn, medisch autoriteiten adviseren voorzichtigheid bij het gebruik van dergelijke verbindingen. Andere geva-

ren, meer obscuur, kunnen ook de opkomst van 2,4-D bijwonen. Het is experimenteel aangetoond dat het de fysiologische basis verstoort proces van ademhaling in de cel, en om röntgenstralen te imiteren bij het beschadigen van de chromosomen. Sommige zeer recent werk geeft aan dat de voortplanting van vogels hierdoor nadelig kan worden beïnvloed en bepaalde andere herbiciden op niveaus die ver onder die liggen die de dood veroorzaken. Afgezien van direct giftig effecten, nieuwsgierige indirecte resultaten volgen het gebruik van bepaalde herbiciden. Het is gebleken dat dieren, zowel wilde herbivoren als vee, worden soms vreemd aangetrokken tot een plant die is bespoten, ook al is het niet een van hun natuurlijke voedingsmiddelen. Als een zeer giftig herbicide zoals arseen is gebruikt, deze intense wens om de verwelkende vegetatie te bereiken heeft onvermijdelijk rampzalige gevolgen. Dodelijke resultaten kunnen ook volgen uit minder giftige herbiciden als de plant zelf is toevallig giftig of bezit misschien doornen of boren. Giftig bereik onkruid bijvoorbeeld is na het sproeien plotseling aantrekkelijk geworden voor vee en de dieren zijn gestorven aan deze onnatuurlijke eetlust. De literatuur van diergeneeskunde in overvloed in vergelijkbare voorbeelden: varkens eten gespoten cockleburs met daaruit voortvloeiende ernstige ziekte, lammeren die gespoten distels eten, bijen vergiftigd door te weiden op mosterd die is bespoten nadat het kwam in bloei. Wilde kers, waarvan de bladeren zeer giftig zijn, heeft een fatale aantrekkingskracht uitgeoefend voor vee zodra het gebladerte is besproeid met 2,4-D. Blijkbaar de verwelking die volgt sproeien (of snijden) maakt de plant aantrekkelijk. Ragwort heeft andere voorbeelden gegeven.

Vee vermijdt deze plant gewoonlijk, tenzij hij zich in de late winter en het vroege voorjaar er naartoe moet wenden gebrek aan ander voer. De dieren voeden het echter gretig nadat het gebladerte is bespoten met 2,4-D. De verklaring voor dit eigenaardige gedrag lijkt soms te liggen in de veranderingen die de chemische stof bewerkstelligt in het metabolisme van de plant zelf. Er is tijdelijk een duidelijke toename van het suikergehalte, waardoor de plant aantrekkelijker wordt voor veel dieren.

Een ander merkwaardig effect van 2,4-D heeft belangrijke effecten voor vee, dieren in het wild en blijkbaar voor mannen ook. Experimenten die ongeveer tien jaar geleden zijn uitgevoerd, hebben aangetoond dat dit na de behandeling hiermee is gebeurd chemisch is er een sterke toename van het nitraatgehalte van maïs en suikerbieten. Hetzelfde [048] effect werd ver-

moed in sorghum, zonnebloem, spinnewort, lammeren, varkenskruid en smartweed. Sommige hiervan worden normaal genegeerd door vee, maar worden daarna met smaak gegeten behandeling met 2,4-D. Een aantal sterfgevallen onder runderen is herleid tot besproeid onkruid, volgens sommige landbouwspecialisten. Het gevaar ligt in de toename van nitraten voor de eigenaardige fysiologie van de herkauwer vormt meteen een kritisch probleem. De meeste van dergelijke dieren hebben een spijsverteringsstelsel van buitengewone complexiteit, inclusief een maag verdeeld in vier kamers.

De vertering van cellulose wordt bereikt door de werking van micro-organismen (pens bacteriën) in een van de kamers. Wanneer het dier zich voedt met vegetatie die een abnormaal hoog niveau van nitraten, de micro-organismen in de pens werken op de nitraten in verander ze in zeer giftige nitrieten. Daarna volgt een fatale reeks gebeurtenissen: de nitrieten werken op het bloedpigment om een chocoladebruine substantie te vormen waarin de zuurstof zo stevig is meende dat het niet kan deelnemen aan de ademhaling, vandaar dat zuurstof niet wordt overgedragen van de longen naar de weefsels. De dood treedt op binnen enkele uren na anoxie of zuurstofgebrek. De verschillende rapporten van vee verliezen na begrazing op bepaalde onkruiden behandeld met 2,4-D hebben daarom een logische uitleg.

Hetzelfde gevaar bestaat voor wilde dieren die behoren tot de groep herkauwers, zoals als herten, antilopen, schapen en geiten. Hoewel verschillende factoren (zoals uitzonderlijk droog weer) kan een toename van het nitraatgehalte, het effect van de sterke verkoop en toepassingen van 2,4-D kunnen niet worden genegeerd. De situatie werd door de Universiteit van Wisconsin Agricultural Experiment Station om een waarschuwing in 1957 te rechtvaardigen dat 'planten gedood met 2,4-D kan grote hoeveelheden nitraat bevatten.' Het gevaar strekt zich uit tot mensen als evenals dieren en kunnen de recente mysterieuze toename van 'silododen' helpen verklaren. Wanneer maïs, haver of sorghum met grote hoeveelheden nitraten worden ingesloten en geven giftig af stikstofoxidegassen, die een dodelijk gevaar vormen voor iedereen die de silo binnengaat. Slechts een paar ademhalingen van een van deze gassen kan een diffuse chemische longontsteking veroorzaken. In een reeks van dergelijke gevallen bestudeerd door de University of Minnesota Medical School, op één na fataal beëindigd. . . .

'Opnieuw wandelen we in de natuur als een olifant in de porseleinkast.' Dus CJ Briejèr, a Nederlandse wetenschapper van zeldzaam begrip, vat ons gebruik van onkruidverdelgers samen. 'Naar mijn mening te veel wordt als vanzelfsprekend beschouwd. We weten niet of alle onkruiden in gewassen schadelijk zijn of wat van hen zijn nuttig ', zegt Dr. Briejèr. Zelden wordt de vraag gesteld, wat is de relatie tussen de wiet en de grond? Misschien, zelfs vanuit ons beperkte standpunt van direct eigenbelang, de relatie is nuttig. Zoals we hebben gezien, bestaan aarde en de levende wezens erin en daarop in een relatie van onderlinge afhankelijkheid en wederzijds voordeel. Vermoedelijk neemt de wiet iets van de grond; misschien draagt het ook iets bij. Een praktisch voorbeeld werd gegeven onlangs door de parken in een stad in Holland. De rozen deden het slecht. Bodemonsters toonden zware aantastingen door kleine nematoden. Dat deden wetenschappers van de Nederlandse dienst voor gewasbescherming geen chemische sprays of grondbehandelingen aanbevelen; in plaats daarvan stelden ze voor om goudsbloemen te zijn tussen de rozen geplant. Deze plant, die de purist ongetwijfeld als wiet zou beschouwen rozenbed, laat een uitscheiding van zijn wortels vrij die de gronddematoden doodt. Het advies was genomen; sommige bedden waren beplant met goudsbloemen, sommige zonder als controle. De resultaten waren opvallend. Met behulp van de goudsbloemen bloeiden de rozen; in de controle bedden waren ze ziek en hangend. Goudsbloemen worden nu op veel plaatsen gebruikt om nematoden te bestrijden. In hetzelfde manier, en misschien vrij onbekend voor ons, kunnen andere planten die we meedogenloos uitroeien zijn het uitvoeren van een functie die noodzakelijk is voor de gezondheid van de bodem. Een zeer nuttige functie van natuurlijke plantengemeenschappen - nu vrij algemeen gestigmatiseerd als 'onkruid' - moeten als een dienen [049] indicator van de toestand van de bodem. Deze nuttige functie gaat natuurlijk verloren waar chemische wiet moordenaars zijn gebruikt. Degenen die een antwoord vinden op alle problemen met spuiten, zien ook een kwestie van groot wetenschappelijk belang - de noodzaak om enkele natuurlijke plantengemeenschappen te behouden.

We hebben deze nodig als norm waarmee we de veranderingen van onze eigen activiteiten kunnen meten tot stand brengen. We hebben ze nodig als wilde habitats waarin originele populaties van insecten en andere organismen kunnen worden gehandhaafd, want, zoals zal worden uitgelegd in hoofdstuk 16, de ontwikkeling van resistentie tegen insecticiden verandert

de genetische factoren van insecten en misschien andere organismen. Een wetenschapper heeft zelfs gesuggereerd dat er een soort 'dierentuin' moet worden opgericht insecten, mijten en dergelijke bewaren voordat hun genetische samenstelling verder wordt gewijzigd. Sommige experts waarschuwen voor subtiele maar verstrekkende vegetatieve verschuivingen als gevolg van het toenemende gebruik van herbiciden. De chemische 2,4-D, door de breedbladige planten te doden, laat de grassen toe gedijen in de verminderde concurrentie - nu zijn sommige grassen zelf 'onkruid' geworden, presenteert een nieuw probleem in controle en geeft de cyclus een andere wending. Deze vreemde situatie is erkend in een recent nummer van een tijdschrift gewijd aan gewasproblemen: 'Met de verspreiding gebruik van 2,4-D om breedbladige onkruiden te bestrijden, vooral grasonkruiden zijn in toenemende mate geworden een bedreiging voor de opbrengsten van maïs en sojabonen. '

Ragweed, de vloek van hooikoortspatiënten, biedt een interessant voorbeeld van de manier waarop inspanningen controle natuur soms boemrang. Vele duizenden liters chemicaliën zijn geweest gelost langs bermen in de naam van ambrosia. Maar de ongelukkige waarheid is dat deken spuiten resulteert in meer ambrosia, niet minder. Ragweed is een jaarlijks; zijnzaailingen vereisen dat open grond elk jaar wordt gevestigd. Onze beste bescherming tegen deze plant is daarom het onderhoud van dichte struiken, varens en andere overblijvende vegetatie. sproeien vernietigt vaak deze beschermende vegetatie en creëert open, dorre gebieden die de havik haast zich om te vullen. Het is bovendien waarschijnlijk dat het pollengehalte in de atmosfeer aanwezig is niet gerelateerd aan langs de weg ragweed, maar aan de ragweed van stad veel en braakliggende velden. Het dreunen de verkoop van chemische crabgrass moordenaars is een ander voorbeeld van hoe gemakkelijk ondeugdelijke methoden worden gevangen op. Er is een goedkopere en betere manier om crabgrass te verwijderen dan om jaar na jaar te proberen dood het met chemicaliën. Dit is om het een competitie te geven die het niet kan overleven, de concurrentie van ander gras. Crabgrass bestaat alleen in een ongezond gazon. Het is een symptoom, geen ziekte op zichzelf. Door een vruchtbare grond te bieden en de gewenste grassen een goede start te geven, is dat zo mogelijk om een omgeving te creëren waarin crabgrass niet kan groeien, want het vereist open ruimte in waarmee het jaar na jaar uit zaad kan beginnen.

In plaats van de basisconditie te behandelen, worden voorsteden - geadviseerd door kwekers die op hun beurt hebben geadviseerd door de chemische fabrikanten - blijf echt verbazingwekkende hoeveelheden toepassen crabgrass moordenaars naar hun grasmatten elk jaar. Op de markt gebracht onder handelsnamen die geen enkele hint geven vanwege hun aard bevatten veel van deze preparaten gifstoffen zoals kwik, arseen en chloordaan. Toepassing tegen de aanbevolen tarieven laat enorme hoeveelheden hiervan achter chemicaliën op het gazon. Gebruikers van één product passen bijvoorbeeld 60 pond technisch toe Chlordane naar het acre als ze aanwijzingen volgen. Als ze een van de vele beschikbare gebruiken producten, passen ze 175 pond metaalarseen toe op de hectare. De tol van dode vogels, zoals we zullen zien in hoofdstuk 8, is pijnlijk. Hoe dodelijk deze gazons voor mensen kunnen zijn, is onbekend. Het succes van selectief spuiten voor kant van de weg en voorrangsweg, waar het is geoefend, biedt hoop dat er even degelijke ecologische methoden voor kunnen worden ontwikkeld andere vegetatieprogramma's voor boerderijen, bossen en bergketens - methoden die niet gericht zijn op het vernietigen van [050] bepaalde soorten maar bij het beheren van vegetatie als een levende gemeenschap. Andere solide prestaties laten zien wat er gedaan kan worden. Biologische controle heeft enkele van zijn meest spectaculaire successen behaald op het gebied van het beteugelen van ongewenste vegetatie. De natuur heeft zelf veel van de problemen ondervonden die daarmee gepaard gaan overval ons nu, en ze heeft ze meestal op haar eigen succesvolle manier opgelost. Waar de mens is geweest intelligent genoeg om de natuur te observeren en na te bootsen, wordt ook hij vaak beloond met succes.

Een uitstekend voorbeeld op het gebied van het beheersen van ongewenste planten is de afhandeling van de Klamath-wiet probleem in Californië. Hoewel de Klamath-wiet, of geitkruid, een inwoner is van Europa (waar het St. Johnswort wordt genoemd), het vergezelde de mens eerst in zijn westelijke migraties verschijnt in de Verenigde Staten in 1793 in de buurt van Lancaster, Pennsylvania. Tegen 1900 had het bereikt Californië in de buurt van de rivier de Klamath, vandaar de naam die er lokaal aan wordt gegeven. Tegen 1929 had het bezet ongeveer 100.000 hectare rangeland, en in 1952 was het ongeveer twee en een half binnengevallen miljoen hectare.

Klamath-wiet heeft, in tegenstelling tot inheemse planten als alsem, geen plaats in de ecologie van de regio, en geen dieren of andere planten verei-

sen zijn aanwezigheid. Integendeel, waar het ook is leek vee werd 'schurftig, pijnlijk in de mond en onrust' van het eten van deze giftige fabriek. Landwaarden daalden dienovereenkomstig, want de Klamath-wiet werd beschouwd als de eerste hypotheek. In Europa is de Klamath-wiet of St. Johnswort nooit een probleem geworden omdat samen met de plant hebben er verschillende soorten insecten ontwikkeld; deze voeden het dus uitgebreid dat zijn overvloed ernstig beperkt is. In het bijzonder, twee soorten kevers in Zuid-Frankrijk, ter grootte van een erwten en van metaalkleur hebben hun hele wezen zo aangepast aan de aanwezigheid van de wiet die zij zich alleen voeden en reproduceren. Het was een historisch gebeuren belangrijk toen de eerste zendingen van deze kevers in 2003 naar de Verenigde Staten werden gebracht 1944, want dit was de eerste poging in Noord-Amerika om een plant te besturen met planteneter insect. Tegen 1948 waren beide soorten zo ingeburgerd dat er geen verdere invoer meer was nodig zijn. Hun verspreiding werd bereikt door het verzamelen van kever uit de oorspronkelijke kolonies en herverdeling met miljoenen per jaar. In kleine gebieden bereiken de kevers hun eigen verspreiding, die verdergaat zodra de Klamath wiet sterft en nieuwe tribunes lokaliseren met grote precisie. En terwijl de kevers de wiet verdunnen, zijn de gewenste planten die dat wel hebben druk zijn in staat om terug te keren. Een tienjarige enquête die in 1959 werd voltooid, toonde die controle van de Klamath-wiet was 'effectiever dan gehoopt, zelfs door liefhebbers', met de onkruid teruggebracht tot slechts 1 procent van zijn vroegere overvloed. Deze tokenplaag is onschadelijk en is eigenlijk nodig om een populatie kevers te behouden als bescherming tegen een toekomstige toename van de wiet.

Een ander buitengewoon succesvol en economisch voorbeeld van onkruidbestrijding is te vinden in Australië. Met de gebruikelijke smaak van de kolonisten om planten of dieren naar een nieuw land te vervoeren, Kapitein Arthur Phillip had verschillende soorten cactussen rond 1787 in Australië gebracht, van plan om ze te gebruiken bij het kweken van cochineale insecten voor kleurstof. Enkele cactussen of stekelige peren ontsnapte uit zijn tuinen en tegen 1925 konden ongeveer 20 soorten in het wild groeien. Nee hebben natuurlijke controles in dit nieuwe territorium, ze verspreiden zich enorm en bezetten uiteindelijk ongeveer 60 miljoen hectare. Minstens de helft van dit land was zo dicht bedekt dat het nutteloos was. In 1920 Australische entomologen werden naar Noord- en Zuid-Amerika gestuurd om insectenvijanden van de te bestuderen stekelige peren in hun inheemse ha-

bitat. Na proeven van verschillende soorten, 3 miljard eieren van een Argentijn mot werd uitgebracht in Australië in 1930. Zeven jaar later de laatste dichte groei van de stekelige peer was vernietigd en de eens onbewoonbare gebieden heropend voor nederzetting en [051] grazen. De hele operatie had minder dan een cent per acre gekost. De onbevredigende pogingen tot chemische bestrijding in eerdere jaren hadden ongeveer £ 10 per acre gekost.

Beide voorbeelden suggereren dat een uiterst effectieve controle van vele soorten ongewenste vegetatie kan worden bereikt door meer aandacht te schenken aan de rol van plantenetende insecten. De de wetenschap van het bereikbeheer heeft deze mogelijkheid grotendeels genegeerd, hoewel deze insecten dat wel zijn misschien kan de meest selectieve van alle grazers en hun zeer beperkte diëten gemakkelijk worden veranderd in het voordeel van de mens.

ALS DE MENS GAAT NAAR zijn aangekondigde doel van de verovering van de natuur, heeft hij schreef een deprimerend verslag van vernietiging, niet alleen gericht tegen de aarde die hij bewoont, maar tegen het leven dat het met hem deelt. De geschiedenis van de afgelopen eeuwen is zwart passages - het slachten van de buffel op de westelijke vlaktes, het bloedbad van de kustvogels langs de marktkanonnen, de bijna-vernietiging van de zilverreigers voor hun verenkleed. Nu, aan deze en anderen zoals zij, we voegen een nieuw hoofdstuk en een nieuw soort ravage toe - de directe moord op vogels, zoogdieren, vissen, en inderdaad vrijwel elke vorm van dieren in het wild door chemische insecticiden zonder onderscheid op het land gespoten. Onder de filosofie die ons nu lijkt te leiden lotsbestemmingen, niets mag de man met het spuitpistool in de weg staan. De incidentele slachtoffers van zijn kruistocht tegen insecten telt als niets; als robins, fazanten, wasberen, katten of zelfs vee bewoont toevallig hetzelfde stukje aarde als de doelinsecten en wordt getroffen door de regen van insectendodende gif moet niemand protesteren.

De burger die een goed oordeel wil vellen over het verlies van dieren in het wild, is vandaag geconfronteerd met een dilemma. Enerzijds natuurbeschermers en veel natuurbiologen beweer dat de verliezen ernstig en in sommige gevallen zelfs catastrofaal zijn geweest. Anderzijds de controle-instanties hebben de neiging om plat en categorisch te ontkennen dat dergelijke verliezen hebben plaatsgevonden, of dat ze zijn van enig belang als ze dat hebben. Welke zienswijze moeten we accepteren? De geloofwaardigheid van de getuige is van eerste belang. De professionele natuurbioloog op het toneel is zeker het beste gekwalificeerd om natuurverlies te ontdekken en te interpreteren. De entomoloog, wiens specialiteit insecten is, is niet zo gekwalificeerd door training, en is niet psychologisch geneigd om naar ongewenste kanten te zoeken effecten van zijn controleprogramma. Toch zijn het de controlepersonen in staats- en federale regeringen - en natuurlijk de chemische fabrikanten - die de door de biologen en verklaren dat ze weinig bewijs zien van schade aan dieren in het wild. Zoals de priester en de Leviet in het bijbelverhaal kiezen ze ervoor om aan de andere kant voorbij te gaan en niets te zien. Zelfs als we leg hun ontkenningen liefdadig uit als gevolg van de kortzichtigheid van de specialist en de man

met interesse betekent dit niet dat we ze als gekwalificeerde getuigen moeten accepteren.

De beste manier om ons eigen oordeel te vormen is om enkele van de belangrijkste besturingsprogramma's te bekijken en leren, van waarnemers die bekend zijn met de manieren van dieren in het wild, en onbevooroordeeld ten gunste van chemicaliën, gewoon wat er is gebeurd in de nasleep van een regen van gif dat uit de lucht valt in de wereld van dieren in het wild. Voor de vogelaar, de voorstad die vreugde haalt uit vogels in zijn tuin, de jager, de visser of de ontdekker van wilde gebieden, alles dat de natuur van een vernietigt gebied zelfs voor een enkel jaar heeft hem het plezier ontnomen waarop hij een rechtmatig recht heeft. Deze is een geldig standpunt. Zelfs als, zoals soms is gebeurd, sommige vogels en zoogdieren en vissen kunnen zichzelf herstellen na een enkele keer sproeien, wat een grote en echte schade heeft gedaan. Het is echter onwaarschijnlijk dat een dergelijke herstelling zal plaatsvinden. Sproeien neigt herhaaldelijk te zijn, en een enkele blootstelling waarvan de natuurspopulaties een kans hebben om te herstellen, is een zeldzaamheid.

Wat meestal resulteert is een vergiftigde omgeving, een dodelijke val waarin niet alleen de bewoner bevolking bezwijkt, maar ook degenen die als migranten binnenkomen. Hoe groter het bespoten gebied hoe ernstiger de schade, want er blijven geen oases van veiligheid over. Nu, in een decennium gekenmerkt door insectenbestrijdingsprogramma's waarin vele duizenden of zelfs miljoenen acres¹ worden gespoten als een eenheid, een decennium waarin sproeien door privé en gemeenschap ook gestaag omhoog is gestegen, [053] record van vernietiging en dood van Amerikaanse dieren in het wild heeft zich opgehoopt. Laten we er eens naar kijken deze programma's en kijk wat er is gebeurd.

Tijdens de herfst van 1959 ongeveer 27.000 hectare in het zuidoosten van Michigan, waaronder vele buitenwijken van Detroit, werden zwaar afgestoft uit de lucht met pellets van Aldrin, een van de meest gevaarlijk voor alle gechloreerde koolwaterstoffen. Het programma werd uitgevoerd door de Michigan Ministerie van Landbouw met de medewerking van het Amerikaanse ministerie van Landbouw; het aangekondigde doel was de controle over de Japanse kever. Er was weinig behoefte aan voor deze drastische

1 Acre is een oppervlaktemaat = ongeveer 0,4 Hectare

en gevaarlijke actie. Integendeel, Walter P. Nickell, een van de bekendste en best geïnformeerde natuuronderzoekers in de staat, die veel van zijn tijd in het veld doorbrengen met lang periodes in het zuiden van Michigan, elke zomer verklaard: 'Al meer dan dertig jaar, naar mijn mening kennis, de Japanse kever is in kleine aantallen aanwezig geweest in de stad Detroit.

De cijfers hebben geen merkbare toename laten zien in al deze jaren. Ik moet nog een zien enkele Japanse kever [in 1959] anders dan de weinigen gevangen in vangstfallen van de regering in Detroit ... Alles wordt zo geheim gehouden dat ik er nog geen heb kunnen krijgen welke informatie dan ook dat ze in aantal zijn toegenomen. ' Een officiële release door het staatsagentschap verklaarde alleen dat de kever 'in zijn gebieden was' verschenen aangewezen voor de luchtaanval daarop. Ondanks het gebrek aan rechtvaardiging was het programma gelanceerd, met de staat die de mankracht levert en toezicht houdt op de operatie, de federale overheid die apparatuur en extra mannen levert, en de gemeenschappen die betalen voor de insecticide. De Japanse kever, een insect dat per ongeluk in de Verenigde Staten werd geïmporteerd, was ontdekt in New Jersey in 1916, toen een paar glanzende kevers met een metaalachtige groene kleur werden gezien in een kinderkamer in de buurt van Riverton. De kevers, aanvankelijk niet herkend, werden uiteindelijk geïdentificeerd als een gemeenschappelijke inwoner van de belangrijkste eilanden van Japan. Blijkbaar waren ze de Verenigde Staten binnengekomen Staten over boomkwekerijbestand geïmporteerd voordat beperkingen werden ingesteld in 1912.

Vanaf zijn oorspronkelijke ingang heeft de Japanse kever zich vrij wijd verspreid veel van de staten ten oosten van de Mississippi, waar de temperatuur en regenval zijn geschikt daarvoor. Elk jaar een buitenwaartse beweging buiten de bestaande grenzen van distributie vindt meestal plaats. In de oostelijke gebieden waar de kevers het langst zijn geweest

Er zijn pogingen gedaan om natuurlijke controles in te stellen. Waar dit is gebeurd, de keverpopulaties zijn op relatief lage niveaus gehouden, zoals veel records bevestigen. Ondanks het record van redelijke controle in oostelijke gebieden, de landen in het Midwesten nu aan de rand van het bereik van de kever heeft een aanval gestart die de meest dodelijke vijand waardig is in plaats van alleen een matig destructief insect, met de meest gevaarlijke chemicaliën die in een manier die grote aantallen mensen, hun huisdie-

ren en al het wild blootstelt aan de gif bedoeld voor de kever. Als gevolg hiervan hebben deze Japanse keverprogramma's veroorzaakt schokkende vernietiging van het leven van dieren en hebben mensen blootgesteld aan onmiskenbaar gevaar.

Delen van Michigan, Kentucky, Iowa, Indiana, Illinois en Missouri ervaren allemaal een regenbui van chemicaliën in naam van de keverbestrijding. De Michigan-spray was een van de eerste grote-schaalaanvallen op de Japanse kever vanuit de lucht. De keuze voor Aldrin, een van de dodelijkste van alle chemicaliën, werd niet bepaald door enige bijzondere geschiktheid voor Japanse keverbestrijding, maar eenvoudig door de wens om geld te besparen - was aldrin de goedkoopste van de beschikbare verbindingen.

Terwijl de staat in zijn officiële publicatie aan de pers erkende dat aldrin een 'gif' is, impliceerde dat de mensen in de dichtbevolkte gebieden waar de chemische stof zich bevond, konden geen schade aanrichten toegepast. (Het officiële antwoord op de vraag 'Welke voorzorgsmaatregelen moet ik nemen?' Was 'Voor jou, [054] geen. ') Een ambtenaar van het Federale Luchtvaartagentschap werd later geciteerd in de lokale pers bij de effect dat 'dit is een veilige operatie' en een vertegenwoordiger van het Detroit Department of Parks en Recreatie voegde zijn verzekering toe dat 'het stof onschadelijk is voor mensen en geen schade zal toebrengen aan planten of huisdieren.' Men moet aannemen dat geen van deze ambtenaren de gepubliceerde en gemakkelijk had geraadpleegd beschikbare rapporten van de United States Public Health Service, de Fish and Wildlife Service, en ander bewijs van de extreem giftige aard van aldrin.

Handelend onder de wet van de ongediertebestrijding van Michigan die de staat toelaat om willekeurig te spuiten zonder kennis te geven of toestemming te krijgen van individuele landeigenaren, begonnen de laaggelegen vliegtuigen vlieg over het gebied rond Detroit. De stadsautoriteiten en het Federale Luchtvaartagentschap waren onmiddellijk belegerd door oproepen van bezorgde burgers. Na het ontvangen van bijna 800 oproepen in een enkele uur smeekte de politie radio- en televisiestations en kranten om 'de kijkers te vertellen wat ze zagen en zeiden dat het veilig was ', aldus Detroit News . **De federale**

De veiligheidsbeambte van het Luchtvaartagentschap verzekerde het publiek dat 'de vliegtuigen zorgvuldig worden bewaakt' en 'zijn bevoegd om

laag te vliegen.' In een enigszins verkeerde poging om angsten weg te nemen, voegde hij eraan toe dat de vliegtuigen hadden noodkleppen waarmee ze onmiddellijk hun hele lading konden dumpen.

Dit werd gelukkig niet gedaan, maar terwijl de vliegtuigen hun werk deden gingen de pellets van insecticide viel op kevers en mensen, douches van 'onschadelijk' gif kwamen af mensen winkelen of gaan werken en op kinderen uit school voor de lunch.

Huisvrouwen veegde de korrels van portieken en trottoirs, waar ze zouden hebben 'zag eruit als sneeuw'. Zoals later opgemerkt door de Michigan Audubon Society, 'In the spaces tussen gordelroos op daken, in dakranden-troggen, in de scheuren in schors en twijgen, de kleine witte miljoenen aldrin-en-klei, niet groter dan een speldenkop, werden door miljoenen neergezet ... Toen de sneeuw en regen kwamen, elke plas werd een mogelijk dodelijk drankje. ' Binnen een paar dagen na de afstoffen operatie, de Detroit Audubon Society begon oproepen te ontvangen over de vogels. volgens aan de secretaris van de Society, mevrouw Ann Boyes: 'De eerste indicatie dat de mensen bezorgd waren over de spray was een telefoontje dat ik zondagochtend ontving van een vrouw die dat meldde thuisgekomen uit de kerk zag ze een alarmerend aantal dode en stervende vogels. Het sproeien er was donderdag gebeurd. Ze zei dat er helemaal geen vogels in het gebied vlogen, dat zij had minstens een dozijn [dood] in haar achtertuin gevonden en dat de burens dood hadden gevonden eekhoorns.' Alle andere oproepen die mevrouw Boyes die dag ontving, meldden 'heel veel dode vogels en geen levende ... Mensen die vogelvoerders hadden onderhouden, zeiden dat er helemaal geen vogels waren feeders.' Vogels die in stervende toestand werden opgepikt, vertoonden de typische symptomen van insecticide vergiftiging - tremoren, verlies van vliegvermogen, verlamming, convulsies.

Noch werden vogels de enige levensvormen die onmiddellijk werden getroffen. Een lokale dierenarts meldde dat zijn kantoor stond vol met klanten met honden en katten die plotseling ziek waren geworden. Katten, wie zo verzorg hun vacht zorgvuldig en lik hun poten, leek het meest getroffen te zijn. Hun ziekte nam de vorm aan van ernstige diarree, braken en convulsies. Het enige advies aan de dierenarts kon zijn klanten geven was niet om de dieren onnodig uit te laten, of om de poten te wassen snel als ze dat deden. (Maar de gechloreerde koolwaterstoffen kunnen zelfs niet van fruit

worden gewassen of groenten, dus van deze maatregel is weinig bescherming te verwachten.)

Ondanks het aandringen van de City-County Health Commissioner dat de vogels moeten zijn geweest gedood door 'een ander soort sproeien' en dat het uitbreken van keel- en borstirritaties dat volgde de blootstelling aan aldrin moet te wijten zijn geweest aan 'iets anders', de lokale Gezondheid Afdeling ontving een constante stroom klachten. Een prominente Detroit-internist werd gebeld [055] om vier van zijn patiënten te behandelen binnen een uur nadat ze tijdens het kijken waren blootgesteld de vliegtuigen op het werk. Allen hadden vergelijkbare symptomen: misselijkheid, braken, koude rillingen, koorts, extreme vermoeidheid, en hoesten. De Detroit-ervaring is in veel andere gemeenschappen herhaald als de druk is toegenomen om de Japanse kever met chemicaliën te bestrijden. Op Blue Island, Illinois, honderden dode en stervende vogels werden opgepakt. Gegevens verzameld door birdbanders hier suggereren dat 80 procent van de zangvogels werd opgeofferd. In Joliet, Illinois, waren ongeveer 3000 hectare behandeld met heptachlor in 1959. Volgens rapporten van een plaatselijke sportvereniging, de vogel populatie in het behandelde gebied werd 'vrijwel weggevaagd'. Dode konijnen, muskrats, opossums, en vissen werden ook in aantallen gevonden, en een van de lokale scholen maakte de verzameling van met insecticide vergiftigde vogels een wetenschappelijk project. . . .

Misschien heeft geen enkele gemeenschap meer geleden omwille van een keverloze wereld dan Sheldon in Oost-Illinois en aangrenzende gebieden in Iroquois County. In 1954 werd het Amerikaanse ministerie van Landbouw en de Illinois Agriculture Department begonnen een programma om de Japanners uit te roeien kever langs de lijn van zijn opmars naar Illinois, de hoop vasthoudend, en inderdaad de zekerheid, dat intensief spuiten de populaties van het binnendringende insect zou vernietigen. De eerste 'uitroeiing' vond plaats dat jaar, toen dieldrin werd toegepast op 1400 hectare door de lucht. Een ander 2600 hectare werden op dezelfde manier behandeld in 1955, en de taak werd vermoedelijk als voltooid beschouwd.

Maar er waren steeds meer chemische behandelingen nodig en eind 1961 ongeveer 131.000 hectare was bedekt. Zelfs in de eerste jaren van het programma was het al zo zwaar verliezen deden zich voor bij dieren in het wild en huisdieren. De chemische behandelingen waren niettemin voortge-

zet zonder overleg met de Verenigde Staten, Fish and Wildlife Service of de Illinois Game Management Division. (In het voorjaar van 1960 echter, ambtenaren van het federale ministerie van Landbouw verscheen voor een congrescommissie in verzet tegen een wetsvoorstel dat precies zo'n voorafgaand overleg zou vereisen. Ze verklaarden dat flauw de rekening was niet nodig omdat samenwerking en overleg 'gebruikelijk' waren. Deze ambtenaren konden zich helemaal geen situaties herinneren waarin geen samenwerking had plaatsgevonden 'bij de Washington niveau'. In dezelfde hoorzittingen verklaarden zij duidelijk hun onwil om te overleggen staat vis- en wildafdelingen.) Hoewel de middelen voor chemische bestrijding eindeloos eindigden streams, de biologen van de Illinois Natural History Survey die probeerden de te meten schade aan dieren in het wild moest op een financiële schoeisel opereren. Er was slechts \$ 1100 beschikbaar voor de tewerkstelling van een veldassistent in 1954 en er werden geen speciale fondsen verstrekt in 1955. Ondanks deze verlammeende moeilijkheden, de biologen verzamelden feiten die gezamenlijk een beeld schetsen van bijna ongeëvenaarde natuurvernietiging - vernietiging die duidelijk werd zodra de programma is begonnen.

Voorwaarden werden op bestelling gemaakt voor het vergiftigen van insectenetende vogels, zowel in de gebruikte gifstoffen als in de gebeurtenissen die door hun toepassing in gang zijn gezet. In de vroege programma's op Sheldon was dieldrin toegepast met een snelheid van 3 pond op de hectare. Om het effect op vogels te begrijpen, hoeft men alleen maar te weten onderhoud dat in laboratoriumexperimenten met kwartels dieldrin ongeveer 50 keer zo bleek te zijn giftig als DDT. Het gif verspreid over het landschap bij Sheldon was daarom ruwweg equivalent aan 150 pond DDT per hectare! En dit was een minimum, omdat het lijkt zijn enige overlappende behandelingen geweest langs veldgrenzen en in hoeken. Zoals de chemische stof de grond binnendrongen, waar de vergiftigde keverlarven over het oppervlak van de grond kropen, waar ze bleven enige tijd voordat ze stierven, aantrekkelijk voor insectenetende vogels. Dood en dood insecten van verschillende soorten waren ongeveer twee weken na de behandeling opvallend. De [056] effect op de vogelpopulaties had gemakkelijk kunnen worden voorspeld. Bruine thrashers, spreeuwen, weiland, grackles en fazanten werden vrijwel weggevaagd. Robins waren bijna vernietigd', aldus het rapport van de biologen. Dode aardwormen waren in aantallen gezien na een zachte regen; waarschijnlijk hadden de roodborstjes zich vergiftigd met de

vergiftigde wormen. Ook voor andere vogels de eens gunstige regen was veranderd, door de kwaadaardige kracht van het gif dat werd geïntroduceerd in hun wereld, in een agent van vernietiging. Vogels zien drinken en baden in achtergelaten plassen regen enkele dagen na het sproeien waren onvermijdelijk gedoemd.

De vogels die het hebben overleefd, zijn mogelijk steriel gemaakt. Hoewel een paar nesten werden gevonden in de behandelde gebied, enkele met eieren, geen enkele bevatte jonge vogels. Onder de zoogdieren grond eekhoorns werden vrijwel vernietigd; hun lichamen werden gevonden in een houding die kenmerkend is voor gewelddadig dood door vergiftiging. Dode muskrats werden gevonden in de behandelde gebieden, dode konijnen in de velden.

De vosseneekhoorn was een relatief veel voorkomend dier in de stad; na het sproeien was het weg. Het was een zeldzame boerderij in het Sheldon-gebied dat werd gezegend door de aanwezigheid van een kat na de oorlog tegen kevers was begonnen. Negentig procent van alle boerderijkatten werd tijdens het slachtoffer slachtoffer van het dieldrin het eerste seizoen van spuiten. Dit kan zijn voorspeld vanwege het zwarte record van deze gifstoffen op andere plaatsen. Katten zijn extreem gevoelig voor alle insecticiden en vooral dus lijkt dieldrin. In het westen van Java in de loop van het antimalariaprogramma dat werd uitgevoerd door de Wereldgezondheidsorganisatie, veel katten zijn overleden. In centraal Java waren er zoveel doodde dat de prijs van een kat meer dan verdubbeld. Evenzo heeft de Wereldgezondheidsorganisatie, spuiten in Venezuela heeft naar verluidt katten teruggebracht tot de status van een zeldzaam dier.

In Sheldon werden niet alleen de wilde wezens en de huisgenoten opgeofferd in de campagne tegen een insect. Waarnemingen van verschillende kudde schapen en een kudde rundvlees vee is een indicatie van de vergiftiging en de dood die vee ook bedreigde. Het natuurlijke History Survey-rapport beschrijft een van deze afleveringen als volgt: De schapen ... werden een klein, onbehandeld weiland van bluegrass over een onverharde weg van een veld gereden was behandeld met dieldrin spray op 6 mei. Kennelijk was er wat spray over de weg in de wei gedreven, want de schapen begonnen bijna onmiddellijk symptomen van intoxicatie te vertonen ... Ze verloren interesse in voedsel en vertoonden extreme rusteloosheid, het

weilandhek rond en rond volgen blijkbaar op zoek naar een uitweg ... Zij weigerde te worden aangedreven, blaten bijna continu en bleven staan met hun koppen omlaag; ze werden eindelijk gedragen uit de weide ... Ze toonden een groot verlangen naar water. Twee van de schapen werden dood aangetroffen in de stroom die voorbijging door de weide, en de resterende schapen werden herhaaldelijk uit de stroom gedreven, verschillende moesten zijn met geweld uit het water getrokken. Drie van de schapen stierven uiteindelijk; de overgeblevenen herstelden zich naar buiten toe verschijningen.

Dit was toen het beeld eind 1955. Hoewel de chemische oorlog doorging. In de daaropvolgende jaren droogde het straaltje onderzoeksgeld volledig op. Verzoeken om geld voor wild-insecticide onderzoek werd opgenomen in jaarlijkse begrotingen die aan de Illinois werden voorgelegd wetgever door de Natural History Survey, maar behoorde stevast tot de eerste items die er waren geëlimineerd. Het was pas in 1960 dat geld op de een of andere manier werd gevonden om de kosten van één te betalen veldassistent - om werk te doen dat gemakkelijk de tijd van vier mannen had kunnen innemen.

Het verlaten beeld van het verlies van dieren in het wild was weinig veranderd toen de biologen de studies hervatten afgebroken in 1955. Ondertussen was de chemische stof veranderd in de nog giftiger aldrin, 100 tot 300 keer zo giftig als DDT in tests op kwartels. Tegen 1960 was elke soort wild zoogdierbekend om het gebied te bewonen had verliezen geleden. Het was nog erger met de vogels. In het klein stad Donovan waren de roodborstjes weggevaagd, evenals de grackles, spreeuwen en bruin [057] thrashers. Deze en vele andere vogels werden elders sterk gereduceerd. Fazantenjagers voelden de effecten van de kevercampagne scherp. Het aantal broedsels geproduceerd op behandelde gronden daalde met ongeveer 50 procent en het aantal jongen in een broed daalde. Fazant jagen, die in voorgaande jaren goed was geweest in deze gebieden, werd vrijwel als onbetaalbaar verlaten.

Ondanks de enorme ravage die was veroorzaakt in de naam van het uitroeien van de Japanners kever, de behandeling van meer dan 100.000 hectare in Iroquois County gedurende een periode van acht jaar lijkt te hebben geresulteerd in slechts tijdelijke onderdrukking van het insect, dat het blijft

voortzetten westelijke beweging. De volledige omvang van de tol die dit heeft geëist, is grotendeels ondoeltreffend programma is misschien nooit bekend, want de resultaten gemeten door de biologen van Illinois zijn minimaal figuur. Als het onderzoeksprogramma voldoende was gefinancierd om volledige dekking mogelijk te maken, zou het vernietiging onthuld zou nog erger zijn geweest. Maar in de acht jaar van de programma, slechts ongeveer \$ 6000 werd verstrekt voor biologische veldstudies. Ondertussen de federale de overheid had ongeveer \$ 375.000 uitgegeven voor controlewerk en nog eens duizenden verstrekt door de staat. Het bedrag dat werd besteed aan onderzoek was daarom een kleine fractie van 1 per cent van de uitgaven voor het chemische programma.

Deze midwesten programma's zijn uitgevoerd in een geest van crisis, alsof de opmars van de kever had een extreem gevaar dat elk middel om dit te bestrijden rechtvaardigde. Dit is natuurlijk een verdraaiing van de feiten, en als de gemeenschappen die deze chemische doordrenking hebben doorstaan waren bekend met de eerdere geschiedenis van de Japanse kever in de Verenigde Staten zij zou zeker minder berustend zijn geweest. De oostelijke staten, die het geluk hadden hun keverinvasie handhaven in de dagen voordat de synthetische insecticiden waren uitgevonden, hebben niet alleen de invasie overleefd, maar hebben het insect daarmee ook onder controle gehouden vormde geen enkele bedreiging voor andere levensvormen. Er is niets vergelijkbaars geweest met de Detroit of Sheldon-sproeiers in het oosten. De effectieve methoden daar waren het brengen in het spel van natuurlijke beheersingskrachten die de meerdere voordelen van duurzaamheid hebben en milieuveiligheid. Gedurende de eerste twaalf jaar na zijn binnenkomst in de Verenigde Staten is de kever nam snel toe, vrij van de beperkingen die in zijn geboorteland hem in toom hielden. Maar bij 1945 was het over een groot deel van het grondgebied een plaag van slechts ondergeschikt belang geworden die het had verspreid. De achteruitgang ervan was grotendeels een gevolg van de invoer van parasitaire insecten uit het Verre Oosten en van de vestiging van ziekte-organismen die eraan dodelijk zijn.

Tussen 1920 en 1933, als gevolg van zorgvuldig zoeken in het gehele verspreidingsgebied van de kever, waren ongeveer 34 soorten roofzuchtige of parasitaire insecten geïmporteerd uit het oosten in een poging om natuurlijke controle te vestigen. Hiervan werden er vijf goed ingeburgerd in het

oosten Verenigde Staten. De meest effectieve en meest verspreide is een sluipwesp uit Korea en China, *Tiphia vernalis*. De vrouwelijke *Tiphia*, die een kever in de grond vindt, injecteert een verlammingvloei-stof en hecht een enkel ei aan de onderkant van de rups. De jonge wesp, broedend als een larve, voedt zich met de verlamde rups en vernietigt deze. In zo'n 25 jaar, kolonies van *Tiphia* waren geïntroduceerd in 14 oostelijke staten in een samenwerkingsprogramma van nationale en federale agentschappen. De wesp werd wijdverbreid in dit gebied en wordt over het algemeen door entomologen gecrediteerd met een belangrijke rol om de kever onder controle te krijgen. Een nog belangrijkere rol is geweest gespeeld door een bacteriële ziekte die kevers treft van de familie waartoe de Japanse kever behoort oort - de scarabeeën. Het is een zeer specifiek organisme dat geen ander type insecten aanvalt, onschadelijk voor regenwormen, warmbloedige dieren en planten. De sporen van de ziekte komen voor in [058] bodem. Bij inname door een foeragerende keverroof vermenigvuldigen ze zich wonderbaarlijk in zijn bloed, waardoor het wordt veroorzaakt om een abnormaal witte kleur te krijgen, vandaar de populaire naam, 'melkachtige ziekte'.

Melkachtige ziekte werd ontdekt in New Jersey in 1933. Tegen 1938 was het vrij wijd verspreid in de oudere gebieden van Japanse keverplaag. In 1939 werd een controleprogramma gelanceerd, gericht op het versnellen van de verspreiding van de ziekte. Er was geen methode ontwikkeld om te groeien het ziekte-organisme in een kunstmatig medium, maar een bevredigend alternatief werd ontwikkeld; besmet larven worden gemalen, gedroogd en gecombineerd met krijt. In het standaardmengsel een gram stof bevat 100 miljoen sporen. Tussen 1939 en 1953 ongeveer 94.000 hectare in 14 oostelijke staten werden behandeld in een samenwerkingsprogramma van de federale staat; andere gebieden op federale gronden werden behandeld; en een onbekend maar uitgebreid gebied werd behandeld door particuliere organisaties of individuen. Door 1945, woedde melkachtige sporenziekte onder de keverpopulaties van Connecticut, New York, New Jersey, Delaware en Maryland. In sommige testgebieden was de infectie van larven even hoog als 94 procent. Het distributieprogramma werd stopgezet als een overheidsbedrijf in 1953 en de productie werd overgenomen door een particulier laboratorium, dat nog steeds levert particulieren, tuinclubs, burgerverenigingen en alle anderen die geïnteresseerd zijn in keverbestrijding. De oostelijke gebieden waar dit programma werd uitgevoerd, genieten nu

een hoge mate van natuurlijkheid bescherming tegen de kever. Het organisme blijft jarenlang in de bodem levensvatbaar en daarom naar alle bedoelingen en doelen permanent vastgesteld, in effectiviteit toenemen, en wordt continu verspreid door natuurlijke instanties. Waarom dan met dit indrukwekkende record in de Oost, waren dezelfde procedures niet geprobeerd in Illinois en de andere Midden-Westerse staten waar de chemische strijd van de kevers wordt nu gevoerd met dergelijke woede?

Ons is verteld dat inenting met melkachtige sporenziekte 'te duur' is - hoewel niemand vond het zo in de 14 oostelijke staten in de jaren 1940. En door wat voor soort boekhouding was het ook duur oordeel bereikt? Zeker niet door iemand die de werkelijke kosten van het totaal heeft beoordeeld vernietiging veroorzaakt door dergelijke programma's als het Sheld-on-sproeien. Dit oordeel negeert ook de feit dat inenting met de sporen slechts eenmaal hoeft te worden uitgevoerd; de eerste kosten zijn de enige kosten. Wij wordt ook verteld dat melkachtige sporenziekte niet kan worden gebruikt aan de rand van het bereik van de kever omdat het kan slechts worden vastgesteld waar een grote grub bevolking is reeds in de bodem aanwezig.

Net als vele andere verklaringen ter ondersteuning van spuiten, moet deze in twijfel worden getrokken. De bacterie die melkachtige sporenziekte veroorzaakt is gevonden om minstens 40 andere soorten te infecteren kevers die gezamenlijk een vrij brede verdeling hebben en naar alle waarschijnlijkheid zullen dienen de ziekte vaststellen, zelfs wanneer de Japanse keverpopulatie erg klein of niet bestaat.

Bovendien kunnen ze, vanwege de lange levensvatbaarheid van de sporen in de bodem, zelfs in worden geïntroduceerd de volledige afwezigheid van larven, zoals aan de rand van de huidige keverplaag, daar te wachten de oprukkende bevolking.

Degenen die onmiddellijke resultaten willen, koste wat het kost, zullen ongetwijfeld chemicaliën blijven gebruiken tegen de kever. Dat geldt ook voor degenen die de moderne trend naar ingebouwde veroudering prefereren chemische controle houdt zichzelf in stand en heeft frequente en kostbare herhaling nodig. Op de andere hand, degenen die bereid zijn om een extra seizoen of twee te wachten voor volledige resultaten zullen melkach-

tig worden ziekte; ze worden beloond met blijvende controle die meer wordt in plaats van minder effectief na verloop van tijd.

Er is een uitgebreid onderzoeksprogramma aan de gang in het Amerikaanse ministerie van Landbouw laboratorium in Peoria, Illinois, om een manier te vinden om het organisme van melkziekte te kweken op een kunstmatig medium. Dit zal de kosten aanzienlijk verlagen en het uitgebreidere gebruik ervan aanmoedigen.

[059] Na jaren werk is nu enig succes gemeld. Wanneer deze 'doorbraak' is grondig vastgesteld, zal misschien wat gezond verstand en perspectief worden hersteld in onze omgang met de Japanse kever, die op het hoogtepunt van zijn ontberingen nooit de nachtmerrie rechtvaardigde excessen van sommige van deze Midwestern-programma's. . . .

Incidenten zoals het sproeien in het oosten van Illinois roepen een vraag op die niet alleen wetenschappelijk is, maar ook moreel.

De vraag is of een beschaving meedogenloze oorlog tegen het leven kan voeren zonder te vernietigen zelf, en zonder het recht te verliezen beschaafd te worden genoemd. Deze insecticiden zijn niet selectief vergiften; ze noemen niet de ene soort waarvan we willen afkomen. Elk van hen is gebruikt om de eenvoudige reden dat het een dodelijk gif is. Het vergiftigt daarom al het leven waarmee het komt in contact: de kat geliefde van een familie, het vee van de boer, het konijn in het veld, en de gehoornde leeuwerik uit de lucht. Deze wezens zijn onschuldig voor de mens. Inderdaad, door hun bestaan maken zij en hun medemensen zijn leven aangenamer.

Toch beloont hij ze met een dood die niet alleen plotseling maar verschrikkelijk is. Wetenschappelijke waarnemers in Sheldon beschreven de symptomen van een weide leeuwerik gevonden in de buurt van de dood: 'Hoevel het ontbrak spiercoördinatie en kon niet vliegen of staan, hij bleef op zijn vleugels slaan en klemde met zijn tenen terwijl hij op zijn liggende lag kant. De bek werd opengehouden en de ademhaling werd moeizaam. ' Nog zieliger was het dempen getuigenis van de dode grond eekhoorns, die 'een karakteristieke houding in de dood vertoonden. De de rug was gebogen en de voorpoten met de tenen van de voeten stevig vastgeklemd werden dicht getrokken naar de borstkas ... Het hoofd en de nek waren uitgestrekt en de mond bevatte vaak vuil, wat suggereert dat het stervende dier op de grond had gebeten. '

Door berouw te nemen in een daad die een dergelijk wezen kan veroorzaken dat een lijdend wezen niet is verminderd als mens?

8. En geen vogels zingen

OVER MEERDERE grote delen van de Verenigde Staten, komt de lente nu niet meer binnen de terugkeer van de vogels, en de vroege ochtenden zijn vreemd stil waar ze ooit werden gevuld met de schoonheid van vogelsongs. Dit plotselinge zwijgen van het lied van vogels, deze vernietiging van de kleur en schoonheid en interesse die ze aan onze wereld lenen, zijn snel, verraderlijk tot stand gekomen en onopgemerkt door diegenen wiens gemeenschappen nog onaangetaast zijn. Van de stad Hinsdale, Illinois, een huisvrouw schreef wanhopig aan een van 's werelds toonaangevende ornithologen, Robert Cushman Murphy, curator emeritus van vogels in het American Museum of Natural History. Hier in ons dorp zijn de iepen al enkele jaren bespoten [schreef ze in 1958]. Wanneer we zijn hier zes jaar geleden naartoe verhuisd, er was een rijkdom aan vogels; Ik zette een feeder op en had een vaste stand stroom van kardinalen, chickadees, donsjes en nuthatches de hele winter, en de kardinalen en chickadees brachten hun jongen in de zomer. Na enkele jaren DDT sprayen, de stad is bijna verstoken van roodborstjes en spreeuwen; Chickadees liggen al twee jaar niet op mijn plank, en dit jaar zijn ook de kardinalen verdwenen; de nestelende populatie in de buurt lijkt bestaan uit één duifpaar en misschien één catbird-familie.

Het is moeilijk uit te leggen aan de kinderen dat de vogels zijn gedood, wanneer ze hebben geleerd op school dat een federale wet de vogels beschermt tegen doden of vangen. 'Zullen ze ooit komen terug?' vragen ze, en ik heb geen antwoord. De iepen sterven nog steeds, evenals de vogels. is wordt er iets gedaan? Kan er iets gedaan worden? Kan ik iets doen? Een jaar na de federale overheid had een enorm spuitprogramma gelanceerd tegen de brandmier, een vrouw uit Alabama schreef: 'Onze plaats is al meer dan een halve eeuw een waar vogelreservaat. Afgelopen juli hebben we allemaal merkte op: "Er zijn meer vogels dan ooit." Toen, plotseling, in de tweede week van augustus, ze verdwenen allemaal. Ik was eraan gewend vroeg op te staan om voor mijn favoriete merrie te zorgen die een jong merrieveulen. Er was geen geluid van het lied van een vogel. Het was griezelig, angstaanjagend. Wat was de mens onze perfecte en mooie wereld doen? Uiteindelijk verscheen er vijf maanden later een blauwe gaai en een winterkoninkje.' De herfstmaanden waarnaar ze verwees, bracht andere

sombere berichten uit de diepte Zuid, waar in Mississippi, Louisiana en Alabama de Field Notes driemaandelijks door de National Audubon Society en de Fish and Wildlife Service van de Verenigde Staten merkten het opvallende op fenomeen van 'blanco vlekken vreemd leeg van vrijwel alle vogels'. De veldnotities zijn een compilatie van de rapporten van doorgewinterde waarnemers die vele jaren in hun tijd hebben doorgebracht bepaalde gebieden en hebben een ongeëvenaarde kennis van het normale vogelleven in de regio. een zo'n waarnemer meldde dat ze tijdens het rijden over de zuidelijke Mississippi 'geen land zag vogels helemaal voor lange afstanden'. Een ander in Baton Rouge meldde dat de inhoud van haar feeders hadden 'wekenlang onaangeroerd' gelegen, terwijl ze in haar tuin struiken voortplant, die gewoonlijk tegen die tijd schoon zou zijn, waren nog steeds vol met bessen. Nog een ander meldde dat zijn fotovenster, 'dat vaak een scène omlijstte met het rood van 40 of 50 kardinalen en vol met andere soorten, lieten zelden een zicht toe op zoveel als een vogel of twee tegelijk. ' Professor Maurice Brooks van de Universiteit van West Virginia, een autoriteit op het gebied van vogels uit de Appalachian regio, meldden dat de vogelpopulatie in West Virginia was ondergaan 'een ongelooflijke vermindering'. Eén verhaal zou kunnen dienen als het tragische symbool van het lot van de vogels - een lot dat sommige soorten al heeft ingehaald, en dat bedreigt iedereen. Het is het verhaal van Robin, [061] de vogel die iedereen kent. Voor miljoenen Amerikanen betekent de eerste Robin van het seizoen dat de grip van de winter is verbroken. De komst ervan is een gebeurtenis die in kranten wordt gemeld en gretig wordt verteld aan de ontbijttafel. En naarmate het aantal migranten groeit en de eerste nevels groen verschijnen in de bossen, duizenden mensen luisteren naar het eerste ochtendkoor van de roodborstjes die kloppen in de vroeg in de ochtend licht. Maar nu is alles veranderd, en zelfs de terugkeer van de vogels kan niet worden genomen als vanzelfsprekend. Het voortbestaan van de roodborst, en inderdaad ook van vele andere soorten, lijkt noodlottig verbonden met de Amerikaanse iep, een boom die deel uitmaakt van de geschiedenis van duizenden steden uit de Atlantic to the Rockies, gracing hun straten en hun dorpspleinen en college campussen met majestueuze bogen van groen. Nu zijn de iepen getroffen door een ziekte die hen treft over hun hele bereik, een ziekte die zo ernstig is dat veel experts geloven dat alle inspanningen om het te redden iepen zullen uiteindelijk zinloos zijn. Het zou tragisch zijn om de iepen te verliezen, maar het zou dubbel tragisch zijn als, tevergeefs proberen ze te redden, duiken we grote delen van onze vogelpopulaties in

de nacht van uitsterven. Toch is dit precies wat er wordt bedreigd. De zogenaamde Hollandse iepziekte kwam de Verenigde Staten uit Europa rond 1930 in iepenhoutblokken geïmporteerd voor de fineerindustrie. Het is een schimmelziekte; het organisme valt de watergeleidende vaten van de boom binnen, verspreidt zich langs sporen gedragen door de stroom van sap, en door zijn giftige afscheidingen evenals door mechanische verstopping zorgt ervoor dat de takken verwelken en de boom sterft. De ziekte is verspreid van ziek naar gezonde bomen door iepschorskevers. De galerijen die de insecten onder de tunnel hebben getunneld schors van dode bomen raakt besmet met sporen van de binnendringende schimmel en de sporen hechten aan het insectenlichaam en worden overal gedragen waar de kever vliegt. Inspanningen om de te beheersen schimmelziekte van de iepen is grotendeels gericht op bestrijding van het dragerinsect. In gemeenschap na gemeenschap, vooral in de bolwerken van de Amerikaanse iep, de Midwest en New England, intensief spuiten is een routine procedure geworden. Wat dit spuiten voor het vogelleven en vooral voor de roodborst kon betekenen, werd eerst duidelijk gemaakt door het werk van twee ornithologen aan de Michigan State University, professor George Wallace en een van zijn afgestudeerde studenten, John Mehner. Toen Mr. Mehner begon te werken voor het doctoraat in 1954 koos hij voor een onderzoeksproject dat te maken had met robinpopulaties. Dit was best voorbij kans, want op dat moment vermoedde niemand dat de roodborstjes in gevaar waren. Maar zelfs als hij het werk ondernam, vonden er gebeurtenissen plaats die van karakter zouden veranderen en inderdaad zouden beroven hem van zijn materiaal. Spuiten op Nederlandse iepziekte begon op een kleine manier op de universiteit campus in 1954. Het volgende jaar de stad East Lansing (waar de universiteit is gevestigd) deed mee, sproeien op de campus werd uitgebreid en met lokale programma's voor zigeunermot² en muggenbestrijding ook onderweg, de regen van chemicaliën nam toe tot een stortbui. In 1954 het jaar van het eerste lichtspuiten leek alles goed. De volgende lente de migrerende robins begon zoals gewoonlijk terug te keren naar de campus. Zoals de bluebells in het spookachtige essay 'The Lost Wood', ze' verwachtten geen kwaad 'terwijl ze hun vertrouwde territoria opnieuw bezetten. Maar snel het werd duidelijk dat er iets mis was. Dode en stervende roodborstjes begonnen te verschijnen in de campus. Weinig vogels werden gezien tijdens hun normale foerageeractiviteiten of assembleren in hun gebruikelijke slaappleatsen. Er werden maar weinig nesten gebouwd; weinig jonge ver-

2 Gypsy Moth – Zigeunermot vertaald als 'plakkers' (*Lymantria dispar*) [klopt!](#)

schenen. Het patroon werd herhaald met monotoon regelmaat in opeenvolgende bronnen. Het bespoten gebied was een dodelijke val geworden waarin elke golf van migrerende robins zou binnen ongeveer een week worden geëlimineerd. Dan zouden er nieuwkomers binnenkomen, alleen om toe te voegen aan het aantal gedoemde vogels dat op de campus wordt gezien in de gekwelde trillingen die voorafgaan aan de dood. 'De campus doet dienst als begraafplaats voor de meeste robins die dat proberen zijn intrek nemen in het voorjaar, 'zei Dr. Wallace. Maar waarom? Eerst vermoedde hij een ziekte [062] van het zenuwstelsel, maar al snel werd duidelijk dat 'ondanks de garanties van de insecticide mensen dat hun sprays "onschadelijk waren voor vogels" waar de roodborstjes echt aan dood gingen insecticide vergiftiging; ze vertoonden de bekende symptomen van evenwichtsverlies, gevolgd door bevingen, stuiptrekkingen en dood. '

Verschillende feiten suggereerden dat de roodborstjes werden vergiftigd, niet zozeer door direct contact met de insecticiden als indirect, door regenwormen te eten. Campus aardwormen waren gevoed onbedoeld aan rivierkreeftjes in een onderzoeksproject en alle rivierkreeftjes waren snel dood. Een slang bewaard in een laboratoriumkooi was in gewelddadige trillingen gegaan nadat hij dergelijke wormen had gevoed. En regenwormen zijn het belangrijkste voedsel van robins in het voorjaar. Een belangrijk stuk in de puzzel van de gedoemde robins zou spoedig worden geleverd door Dr. Roy Barker van de Illinois Natural History Survey in Urbana. Dr. Barker's werk, gepubliceerd in 1958, volgde de ingewikkelde cyclus van gebeurtenissen waarmee het lot van robins is verbonden met de iepen via de regenwormen. De bomen zijn ingespoten de lente (meestal met een snelheid van 2 tot 5 pond DDT per 50-voet boom, wat de equivalent van maar liefst 23 pond per hectare waar iepen talrijk zijn) en vaak opnieuw in juli, bij ongeveer de helft van deze concentratie. Krachtige sproeiers sturen een stroom gif naar alle delen van de hoogste bomen, waarbij niet alleen het doelorganisme, de schorskever, maar ook andere insecten direct worden gedood, inclusief bestuivende soorten en roofzuchtige spinnen en kevers. Het gif vormt een vasthoudend film over de bladeren en schors. Rains wast het niet weg. In de herfst vallen de bladeren naar de grond, stapelen zich op in doorweekte lagen en beginnen aan het langzame proces om één te worden met de grond.

Hierin worden ze geholpen door het zwoegen van de regenwormen, die

zich in het bladafval voeden, voor iepenbladeren behoren tot hun favoriete gerechten. Bij het voeden met de bladeren slikken de wormen ook het insecticide in, zich ophopen en concentreren in hun lichaam. Dr. Barker vond overal deposito's van DDT de spijsverteringskanalen van de wormen, hun bloedvaten, zenuwen en lichaamswand. Ongetwijfeld sommige aardwormen zelf bezwijken, maar anderen overleven om 'biologisch' te worden loepen van het gif. In het voorjaar keren de robins terug om een andere schakel in de cyclus te bieden. Zoals slechts 11 grote aardwormen kunnen een dodelijke dosis DDT overbrengen naar een roodborstje. En 11 wormen vormen een klein deel van het rantsoen van een dag aan een vogel die 10 tot 12 regenwormen eet in evenveel minuten.

Niet alle roodborstjes krijgen een dodelijke dosis, maar een ander gevolg kan leiden tot het uitsterven van hun soort even zeker als fatale vergiftiging. De schaduw van steriliteit ligt over alle vogelstudies en verlengt inderdaad alle levende wezens binnen zijn potentiële bereik. Er zijn er nu maar twee of drie dozijn robins die elk voorjaar te vinden zijn op de hele 185 hectare grote campus van de staat Michigan Universiteit, vergeleken met een conservatief geschatte 370 volwassenen in dit gebied vóór het spuiten. In 1954 elk robinnest onder observatie van Mehner bracht jong voort. Tegen het einde van juni 1957, wanneer minstens 370 jonge vogels (de normale vervanging van de volwassen populatie) zou zijn foerageren op de campus in de jaren voor het sproeien begon, kon Mehner vinden alleen een jonge roodborstje . Een jaar later zou Dr. Wallace rapporteren: 'Op geen enkel moment in de lente ofzomer [van 1958] zag ik ergens op de hoofdcampus een jonge Robin, en tot nu toe heb ik dat gedaan kon niemand anders vinden die er daar een heeft gezien. '

Een deel van dit falen om jong te produceren is natuurlijk te wijten aan het feit dat een of meer van een paar robins sterft voordat de nestcyclus is voltooid. Maar Wallace heeft belangrijke records die wijzen op iets meer sinister - de feitelijke vernietiging van het vermogen van de vogels om zich voort te planten.

Hij heeft bijvoorbeeld 'records van roodborstjes en andere vogels die nesten bouwen maar geen eieren leggen, en anderen leggen eieren en broeden ze uit, maar broeden ze niet uit. We hebben één record van een roodborstje die 21 dagen trouw op zijn eieren zat en ze kwamen niet uit. De normale incubatietijd [063] is 13 dagen ... Onze analyses laten hoge concentraties

DDT zien in de testes en eierstokken van broedende vogels, 'vertelde hij een congrescommissie in 1960.' Tien mannen hadden hoeveelheden variërend van 30 tot 109 delen per miljoen in de testikels, en twee vrouwen hadden 151 en 211 delen per miljoen respectievelijk in de eicollikels in hun eierstokken. ' Al snel begonnen studies op andere gebieden vind bevindingen even somber. Professor Joseph Hickey en zijn studenten aan de Universiteit van Wisconsin, na zorgvuldige vergelijkende studies van bespoten en onbespoten gebieden, meldde de robin mortaliteit ten minste 86 tot 88 procent zijn. Het Cranbrook Institute of Science in Bloomfield Hills, Michigan, in een poging om de mate van vogelverlies te beoordelen veroorzaakt door het sproeien van de iepen, vroeg in 1956 dat alle vogels waarvan werd aangenomen dat ze het slachtoffer waren van DDT-vergiftiging, werden ingeleverd bij het instituut.

Voor onderzoek. Het verzoek reageerde boven alle verwachtingen. Binnen enkele weken de diepvriesfaciliteiten van het instituut werden belast tot capaciteit, zodat andere exemplaren moesten zijn geweigerd. Tegen 1959 waren duizend vergiftigde vogels uit deze gemeenschap binnengebracht of gerapporteerd. Hoewel Robin het belangrijkste slachtoffer was (een vrouw die het instituut belde, meldde 12 robins dood liggend op haar grasveld terwijl ze sprak), 63 verschillende soorten waren onder de exemplaren onderzocht op het instituut. De roodborstjes zijn dan maar een deel van de keten van verwoesting verbonden met het sproeien van de iepen, ook al is het iepenprogramma slechts een van de veelvoudige sproeiprogramma's die ons land bedekken met vergif Er is zware sterfte opgetreden onder ongeveer 90 soorten vogels, waaronder die bekend voor suburbanites en amateur naturalisten. De populaties nestelende vogels zijn in het algemeen met maar liefst 90 procent gedaald sommige van de bespoten steden. Zoals we zullen zien, worden alle verschillende soorten vogels aangetast: grond feeders, boomtop feeders, schors feeders, roofdieren. Het is alleen maar redelijk om te veronderstellen dat alle vogels en zoogdieren die sterk afhankelijk zijn van regenwormen of andere bodemorganismen voor voedsel zijn bedreigd door het lot van de robins. Ongeveer 45 soorten vogels nemen regenwormen in hun dieet op.

Onder hen is de houtsnip, een soort die winters in zuidelijke gebieden die recent zwaar is bespoten met heptachlor. Er zijn nu twee belangrijke ontdekkingen gedaan over de houtsnip.

De productie van jonge vogels op de broedplaatsen van New Brunswick is duidelijk verminderd, en volwassen vogels die zijn geanalyseerd bevatten grote residuen van DDT en heptachloor. Nu al er zijn verontrustende records van zware sterfte onder meer dan 20 andere soorten grond-voedende vogels wier voedsel - wormen, mieren, larven of andere bodemorganismen - is vergiftigd.

Deze omvatten drie van de spruw waarvan de liedjes tot de meest voortreffelijke vogelstemmen behoren, de olijvenrug, het hout en de kluizenaar. En de mussen die door het struikgewas fladderen understory van de bossen en foerageren met ritselende geluiden te midden van de gevallen bladeren - het lied mus en de keel - ook deze zijn gevonden onder de slachtoffers van de iep sprays. Zoogdieren kunnen ook gemakkelijk betrokken zijn bij de cyclus, direct of indirect. regenwormen zijn belangrijk onder de verschillende voedingsmiddelen van de wasbeer, en worden gegeten in de lente en herfst door opossums. Ondergrondse tunnelers zoals spitsmuizen en mollen vangen ze in aantallen, en geef het gif dan misschien door aan roofdieren zoals kreetuilen en kerkuilen.

Verschillende stervende kreet uilen werden opgepikt in Wisconsin na zware regenval in het voorjaar, misschien vergiftigd door zich te voeden met regenwormen. Haviken en uilen zijn gevonden in stuiptrekkingen - geweldig gehoornde uilen, krijsende uilen, haviken met rode schouders, mushaviken, haviken. Dit kunnen zijn gevallen van secundaire vergiftiging, veroorzaakt door het eten van vogels of muizen die zich hebben opgehoopt insecticiden in hun lever of andere organen. Het zijn ook niet alleen de wezens die op de grond foerageren of degenen die op hen jagen die in gevaar zijn door het bespuiten van de iepen. Alle boomtopvoerders, de vogels die hun insectenvoer uit de bladeren halen, zijn verdwenen [064] zwaar besproeide gebieden, waaronder die bosachtige sprites de kinglets, beide robijnrood gekroond en gouden gekroond, de kleine muggenvangers, en veel van de zangers, wiens migrerende hordes stroom door de bomen in het voorjaar in een veelkleurige stroom van het leven. In 1956 vertraagde een late lente sproeien zodat het samenviel met de komst van een uitzonderlijk zware golf van grasmus migratie. Bijna alle soorten zangers in het gebied waren vertegenwoordigd in de zware moord dat volgde. In Whitefish Bay, Wisconsin waren minstens duizend mirtezangers te zien migratie in voorgaande jaren; in 1958, na het bespuiten van de iepen, konden waarnemers

alleen vinden twee. Dus, met toevoegingen van andere gemeenschappen, groeit de lijst en worden de zangers gedood door de spray omvat degenen die de meeste mensen charmeren en fascineren: wit, geel, magnolia en Cape May; de ovenvogel, wiens roep in de Maytime bos; de Blackburnian, wiens vleugels worden aangeraakt door vlammen; de kastanje-zijde, de Canadees en de zwartkeelgroen. Deze boomtop feeders worden direct beïnvloed door vergiftigde insecten te eten of indirect door een tekort aan voedsel.

Het verlies van voedsel heeft ook hard toegeslagen bij de zwaluwen die door de lucht cruisen en de zeef uitpersen Luchtinsecten terwijl haring het plankton van de zee belast. Een natuuronderzoeker uit Wisconsin meldde: 'Zwaluwen zijn zwaar getroffen. Iedereen klaagt over hoe weinig ze hebben vergeleken met vier of vijf jaar geleden. Onze lucht boven hen zat er slechts vier jaar geleden vol. Nu zien we zelden elk ... Dit kan zowel gebrek aan insecten door spray zijn, of vergiftigde insecten.' Van andere vogels dezelfde waarnemer schreef: 'Een ander opvallend verlies is de phoebe. Vliegenvangers zijn schaars overal behalve de vroege winterharde gewone phoebe is niet meer. Ik heb er dit voorjaar alleen een gezien een laatste lente. Andere vogelaars in Wisconsin maken dezelfde klacht. Ik heb vijf of zes paar gehad van kardinalen in het verleden, nu geen. Wrens, robins, catbirds en krijsende uilen hebben elk een nest jaar in onze tuin. Er zijn er nu geen. Zomerochtend is zonder vogellied. Alleen ongedierte vogels, duiven, spreeuwen en Engelse mussen blijven achter. Het is tragisch en ik kan het niet verdragen.'

De slapende sprays werden in de herfst op de iepen aangebracht en zonden het gif in elke kleine spleet de bast, zijn waarschijnlijk verantwoordelijk voor de ernstige vermindering van het aantal chickadees, boomklevertjes, mezen, spechten en bruine klimplanten. In de winter van 1957- 58, Dr. Wallace zag voor het eerst geen chickadees of boomklevertjes in zijn thuisvoerstation in vele jaren. Drie notedoppen die hij later vond, gaven een spijtige kleine stap voor stap les oorzaak en gevolg: de ene voedde zich met een iep, de andere stervende aan typische DDT symptomen, de derde was dood. De stervende boomklever bleek later 226 delen per te hebben miljoen DDT in zijn weefsels. De voedingsgewoonten van al deze vogels maken ze niet alleen bijzonder kwetsbaar voor insectensprays, maar maken hun verlies ook betreuenswaardig voor zowel economische als minder

tastbare redenen. Het zomervoedsel van de witborstige boomklever en de bruine klimplant, omvat bijvoorbeeld de eieren, larven en volwassenen van een zeer groot aantal insecten die schadelijk zijn voor bomen. Ongeveer driekwart van het voedsel van de chickadee is dierlijk, inclusief alle stadia van het leven cyclus van veel insecten. De manier van voeden van de chickadee wordt beschreven in Bent's monumentale *Life Histories of North American birds*: 'Terwijl de kudde langs beweegt, onderzoekt elke vogel minutieusschors, twijgen en takken, op zoek naar kleine stukjes voedsel (spinneneieren, cocons of andere sluimerend insectenleven). ' Verschillende wetenschappelijke studies hebben de cruciale rol van vogels in insecten aangetoond controle in verschillende situaties. Spechten zijn dus de primaire controle van de Engelmann vuren kever, het verminderen van zijn populaties van 45 tot 98 procent en zijn belangrijk in de controle van de kabeljauwmot in appelboomgaarden. Chickadees en andere winterbewoners kunnen beschermen boomgaarden tegen de cankerworm.

[065] Maar wat er in de natuur gebeurt, mag niet gebeuren in de moderne, met chemicaliën doordrenkte wereld, waar sproeien niet alleen de insecten vernietigt, maar ook hun belangrijkste vijand, de vogels. Wanneer later er is een heropleving van de insectenpopulatie, zoals bijna altijd gebeurt, de vogels niet om hun nummers onder controle te houden. Als de curator van vogels in het Milwaukee Public Museum, Owen J. Gromme, schreef aan het Milwaukee Journal : 'De grootste vijand van het insectenleven is de andereroofzuchtige insecten, vogels en sommige kleine zoogdieren, maar DDT doodt zonder onderscheid, inclusief de eigen veiligheidsmaatregelen of politieagenten van de natuur ... In naam van vooruitgang moeten we het slachtoffer worden van onze eigen duivelse middelen voor insectenbestrijding om tijdelijk comfort te bieden, alleen om te verliezen insecten later vernietigen? Met welke middelen zullen we nieuwe plagen bestrijden, die zullen aanvallen resterende boomsoorten nadat de iepen zijn verdwenen, wanneer de veiligheidsmaatregelen van de natuur (de vogels) zijn geweest weggevaagd door gif? '

Gromme meldde dat het aantal telefoontjes en brieven over dode en stervende vogels was toegenomen gestaag gedurende de jaren sinds het spuiten begon in Wisconsin. Vraagtekens onthulden dat altijd sproeien of beslaan was gedaan in het gebied waar de vogels stierven.

De ervaring van de heer Gromme is meestal gedeeld door ornithologen en natuurbeschermers de onderzoekscentra van de Midwest zoals het Cranbrook Institute in Michigan, Illinois Natural History Survey en de Universiteit van Wisconsin. Een blik op de brieven van lezers kolom met kranten bijna overal waar wordt gesproeid, maakt dat duidelijk burgers worden niet alleen opgewonden en verontwaardigd, maar vaak tonen ze ook een scherper beeld begrip van de gevaren en inconsistenties van spuiten dan de ambtenaren die het bestellen gedaan. 'Ik vrees de dagen die spoedig zullen komen nu er veel mooie vogels zullen sterven in onze achtertuin, 'schreef een vrouw uit Milwaukee. 'Dit is een zielige, hartverscheurende ervaring ... Het is, bovendien frustrerend en pijnlijk, want het dient duidelijk niet het doel hiervan slachten was bedoeld om te dienen ... Als je lang kijkt, kun je bomen redden zonder ook te redden vogels? Redden ze elkaar niet in de economie van de natuur? Is het niet mogelijk om de te helpen evenwicht van de natuur zonder het te vernietigen? ' Het idee dat de iepen, majestueuze schaduwbomen wel ze zijn, zijn geen 'heilige koeien' en rechtvaardigen geen 'open einde' campagne van vernietiging tegen alle andere vormen van leven worden uitgedrukt in andere letters. 'Ik heb altijd van onze iepen gehouden, die leek handelsmerken op ons landschap ', schreef een andere vrouw uit Wisconsin. 'Maar daar zijn vele soorten bomen ... We moeten ook onze vogels redden. Kan iemand zich iets zo vreesloos voorstellen en somber als een lente zonder het lied van Robin? ' Voor het publiek kan de keuze gemakkelijk verschijnen om een van grimmige zwart-witte eenvoud te zijn: zullen we vogels hebben of zullen we iepen hebben? Maar het is niet zo eenvoudig, en door een van de ironieën die overal in de chemie voorkomen controle kunnen we heel goed eindigen door geen van beide te hebben als we doorgaan met onze huidige, goed bereide weg. Spuiten doodt de vogels, maar het redt de iepen niet. De illusie die redding van de iepen ligt aan het einde van een spuitmond is een gevaarlijke wil-o'- de-wisp die leidt gemeenschap na de ander in een moeras van zware uitgaven, zonder duurzaam te produceren resultaten. Greenwich, Connecticut heeft tien jaar regelmatig gespoten. Toen bracht een droogtejaar omstandigheden die bijzonder gunstig waren voor de kever en de mortaliteit van iepen stegen met 1000 procent.

In Urbana, Illinois, waar de Universiteit van Illinois is gevestigd, verscheen de iepziekte voor het eerst in 1951. Sproeien vond plaats in 1953. Tegen 1959, ondanks zes jaar spuiten, de universiteit campus verloor 86

procent van de iepen, waarvan de helft het slachtoffer was van iepziekte. In Toledo, Ohio, een vergelijkbare ervaring zorgde ervoor dat de hoofdinspекteur van de bosbouw, Joseph A. Sweeney, een realistische weergave van de resultaten van spuiten. Het spuiten begon daar in 1953 en ging verder [066] tot 1959. Ondertussen had Mr. Sweeney echter gemerkt dat een stadsbestrijding van de katoenachtige esdoornschaal was slechter na het sproeien aanbevolen door 'de boeken en de autoriteiten 'dan voorheen. Hij besloot de resultaten van het spuiten voor Nederlandse iep te beoordelen ziekte voor zichzelf. Zijn bevindingen schokten hem. In de stad Toledo vond hij 'de enige gebieden onder enige controle waren de gebieden waar we enige snelheid gebruikten bij het verwijderen van de zieke of broedbomen. Waar we afhankelijk waren van sproeien, liep de ziekte uit de hand. In het land waar niets is gebeurd, heeft de ziekte zich niet zo snel verspreid als in de stad. Deze geeft aan dat spuiten natuurlijke vijanden vernietigt. 'We laten het spuiten voor de Hollandse iepziekte. Dit heeft me in conflict gebracht met de mensen die er achter staan aanbevelingen van het Amerikaanse ministerie van Landbouw, maar ik heb de feiten en wil blijf bij hen. ' Het is moeilijk te begrijpen waarom deze steden in het Midwesten, waarnaar de iep ziekte verspreidde zich pas vrij recent, is zo zonder twijfel begonnen met ambitieus en dure spuitprogramma's, blijkbaar zonder te wachten om te informeren naar de ervaring van andere gebieden die al langer bekend zijn met het probleem. New York State bijvoorbeeld heeft er zeker de langste geschiedenis van voortdurende ervaring met iepziekte voor was via de haven van New York dat men denkt dat ziek hout van iepenhout de Verenigde Staten is binnengekomen Staten rond 1930. En de staat New York heeft tegenwoordig een indrukwekkend record van bevattende en de ziekte onderdrukken. Toch heeft het niet vertrouwd op spuiten. In feite is de uitbreiding van de landbouw service beveelt sproeien niet aan als een gemeenschappelijke controlemethode.

Hoe heeft New York dan zijn mooie record bereikt? Vanaf de beginjaren van de strijd om de iepen tot de huidige tijd, heeft vertrouwd op strenge sanitaire voorzieningen, of de snelle verwijdering en vernietiging van al het zieke of geïnfecteerde hout. In het begin waren enkele resultaten teleurstellend, maar dit was omdat aanvankelijk niet werd begrepen dat niet alleen zieke bomen maar alle iepenhout waarin de kevers zouden kunnen broeden, moet worden vernietigd. Geïnfecteerd iepenhout, na wordt gesneden en opgeslagen voor brandhout, zal een oogst van schimmel dragende ke-

vers vrijkomen, tenzij verbrand voor de lente. Het zijn de volwassen kevers die eind april en mei uit hun winterslaap tevoorschijn komen, die Nederlandse iepziekte overbrengen. New Yorkse entomologen hebben uit ervaring geleerd wat soorten keverfokmateriaal zijn echt belangrijk in de verspreiding van de ziekte. Door door ons te concentreren op dit gevaarlijke materiaal, was het niet alleen mogelijk om goede resultaten te krijgen, maar ook om de kosten van het sanitatieprogramma binnen redelijke grenzen te houden. Tegen 1950 de incidentie van De iepziekte in de stad New York was teruggebracht tot 1 procent van de 55.000 iepen in de stad.

In 1942 werd in Westchester County een sanitatieprogramma gelanceerd. Gedurende de volgende 14 jaar bedroeg het gemiddelde jaarlijkse verlies aan iepen slechts 1 procent per jaar. Buffalo, met 185.000 iepen, heeft een uitstekende staat van het bevatten van de ziekte door sanitaire voorzieningen, met recente jaarlijkse verliezen van slechts 1 procent. Met andere woorden, met dit verlies zou het duren ongeveer 300 jaar om de iepen van Buffalo te elimineren. Wat er in Syracuse is gebeurd, is vooral indrukwekkend. Er bestond geen effectief programma vóór 1957. Tussen 1951 en 1956 Syracuse verloor bijna 3000 iepen. Vervolgens onder leiding van Howard C. Miller van de New York State University College of Forestry, er werd intensief gedreven om alle zieke iepen te verwijderen bomen en alle mogelijke bronnen van iepenhout dat kevers kweekt. Het verliespercentage ligt nu ruim onder 1 procent per jaar. De economie van de saneringsmethode wordt benadrukt door experts uit New York in Nederlandse iepziektebestrijding. 'In de meeste gevallen zijn de werkelijke kosten klein in vergelijking met de waarschijnlijke besparing ', zegt JG Matthyse van het New York State College of Agriculture. 'Als het een is in het geval van een dood of gebroken ledemaat, zou het ledemaat uiteindelijk uit voorzorg moeten worden verwijderd [067] tegen mogelijke materiële schade of persoonlijk letsel. Als het een brandstof-houtstapel is, kan het hout zijn gebruikt voor de lente, kan de schors van het hout worden gepeld, of het hout kan worden opgeslagen in een droge plaats. In het geval van stervende of dode iepen, de kosten van snelle verwijdering om Nederlands te voorkomen iepziekteverspreiding is meestal niet groter dan later nodig zou zijn, voor de meeste dode bomen in stedelijke regio's moeten uiteindelijk worden verwijderd. ' De situatie met betrekking tot iepziekte is daarom niet geheel hopeloos mits geïnformeerde en intelligente maatregelen worden genomen.

Terwijl het kan met geen enkel bekend middel worden uitgeroeid, zodra het eenmaal is gevestigd in een gemeenschap, het kan worden onderdrukt en binnen redelijke grenzen worden gehouden door sanitaire voorzieningen, en zonder het gebruik van methoden die niet alleen zinloos zijn, maar ook een tragische vernietiging van het vogelleven inhouden.

Andere mogelijkheden liggen op het gebied van bosgenetica, waar experimenten hoop op bieden het ontwikkelen van een hybride iep resistent tegen iepziekte. De iep is zeer resistent, en velen van hen zijn geplant in Washington, DC, zelfs tijdens een periode waarin een hoogtepunt percentage iepen van de stad werden aangetast, er werden geen gevallen van Nederlandse iepziekte gevonden deze bomen. Er wordt aangedrongen op herbeplanting via een onmiddellijk boomkwekerij- en bosbouwprogramma in gemeenschappen die grote aantallen iepen verliezen. Dit is belangrijk, en hoewel zo programma's kunnen heel goed de resistente Europese iepen omvatten, ze moeten op een verscheidenheid van gericht zijn soort zodat geen toekomstige epidemie een gemeenschap van zijn bomen zou kunnen beroven. De sleutel tot gezond planten- of dierengemeenschap ligt in wat de Britse ecoloog Charles Elton 'het behoud' noemt van variëteit '. Wat er nu gebeurt is grotendeels het gevolg van de biologische onsensophistication van vorige generaties. Zelfs een generatie geleden wist niemand dat om grote gebieden met een enkele te vullen boomsoort was om rampspoed uit te nodigen. En dus stonden hele steden langs hun straten en bezaaiden die van hen parken met iepen, en vandaag sterven de iepen en de vogels ook. . . .

Net als de Robin, lijkt een andere Amerikaanse vogel op het punt van uitsterven. Dit is de nationaal symbool, de adelaar. De bevolking is het afgelopen decennium alarmerend afgenomen.

De feiten suggereren dat er iets aan het werk is in de omgeving van de adelaar dat vrijwel heeft vernietigde zijn vermogen om zich voort te planten. Wat dit kan zijn is nog niet zeker bekend, maar dat is het wel enig bewijs dat insecticiden verantwoordelijk zijn.

De meest intensief bestudeerde adelaars in Noord-Amerika zijn die langs een stuk nestelen van de kust van Tampa tot Fort Myers aan de westkust van Florida. Daar komt een gepensioneerd bankier uit Winnipeg, Charles Broley, verwierf ornithologische faam door meer dan 1.000 jonge kaal te

binden adelaars in de jaren 1939-49. (Slechts 166 adelaars waren in de hele geschiedenis van birdbanding.) Mr. Broley banded eagles als jonge vogels in de wintermaanden voordat ze hadden hun nesten verlaten. Later herstel van banded birds liet zien dat deze in Florida geboren adelaars bereik noordwaarts langs de kust tot Canada tot Prince Edward Island, hoewel ze dat wel hadden gedaan eerder beschouwd als niet-migrerend. In de herfst keren ze terug naar het zuiden, hun migratie wordt waargenomen op beroemde uitkijkpunten als Hawk Mountain in het oosten van Pennsylvania.

Tijdens de eerste jaren van zijn banding vond de heer Broley 125 actieve nesten per jaar op de stuk kust dat hij voor zijn werk had gekozen. Het aantal jonge bandjes per jaar was ongeveer 150. In 1947 begon de productie van jonge vogels te dalen. Sommige nesten bevatten geen eieren; anderen bevatten eieren die niet uitkwamen. Tussen 1952 en 1957 was ongeveer 80 procent van de nesten konden niet jong produceren. In het laatste jaar van deze periode waren slechts 43 nesten bezet, zeven van hen geproduceerd jong (8 eaglets); 23 bevatten eieren die niet uitkwamen; 13 werden gebruikt alleen als voerstations door volwassen adelaars en bevatte geen eieren. In 1958 varieerde Mr. Broley meer dan 100 mijl van de kust voordat je een zeearend vindt en verbindt. Volwassen adelaars, dat was het geweest [068] gezien op 43 nesten in 1957, waren zo schaars dat hij ze op slechts 10 nesten observeerde. Hoewel meneer

De dood van Broley in 1959 beëindigde deze waardevolle reeks ononderbroken observaties, rapporten door de Florida Audubon Society, evenals uit New Jersey en Pennsylvania, bevestigen de trend daarom is het misschien nodig dat we een nieuw nationaal embleem vinden. De rapporten van Maurice Broun, curator van het Hawk Mountain Sanctuary, zijn bijzonder belangrijk. Hawk Mountain is een pittoreske bergtop in het zuidoosten van Pennsylvania, waar de meest oostelijke bergkammen van de Appalachen vormen een laatste barrière voor de westelijke winden voordat ze wegval- len naar de kust vlakte. Winden die de bergen raken worden naar boven afgebogen, zodat er op veel herfstdagen sprake is van een doorlopende up-draft waarop de breedvleugelige haviken en adelaars moeiteloos afdekken vele mijlen van hun zuidwaartse migratie in een dag. Bij Hawk Mountain komen de richels samen en dat geldt ook voor de luchtwegen. Het resultaat is dat van een wijdverbreid gebied naar de noordelijke vogels passeren door dit verkeersknelpunt. In zijn meer dan een score van jaren als bewaar-

der van het heiligdom daar heeft Maurice Broun meer haviken en adelaars waargenomen en zelfs getabelleerd dan wie dan ook andere Amerikaan. De piek van de migratie van de Amerikaanse zeearend komt eind augustus en vroeg September. Er wordt aangenomen dat dit vogels uit Florida zijn die na een zomer terugkeren naar hun thuisgebied in het noorden. (Later in de herfst en vroege winter drijven een paar grotere adelaars door. Dit zijn dacht te behoren tot een noordelijk ras, op weg naar een onbekend overwinteringsgebied.) Tijdens de eerste jaar na de oprichting van het heiligdom, van 1935 tot 1939, 40 procent van de adelaars waargenomen waren jaarlingen, gemakkelijk te herkennen aan hun uniform donkere verenkleed. Maar de afgelopen jaren deze onvolwassen vogels zijn een zeldzaamheid geworden. Tussen 1955 en 1959 maakten ze slechts 20 per cent van de totale telling, en in één jaar (1957) was er slechts één jonge adelaar voor elke 32 volwassenen. Observaties bij Hawk Mountain zijn in lijn met bevindingen elders. Eén zo'n rapport komt van Elton Fawks, een ambtenaar van de Natural Resources Council van Illinois. Eagles- waarschijnlijk noordelijke nesters - winter langs de rivieren Mississippi en Illinois. In 1958 Mr. Fawks meldde dat een recente telling van 59 adelaars slechts één onvolwassen vogel had omvat. soortgelijk aanwijzingen voor het uitsterven van de race komen uit 's werelds enige toevluchtsoord voor adelaars alleen, Zet Johnson Island op in de Susquehanna-rivier. Het eiland, hoewel slechts 8 mijl boven Conowingo Dam en ongeveer een halve mijl uit de kust van Lancaster County, behoudt zijn primitieve wildheid. Sinds 1934 wordt zijn enkele adelaarsnest bekeken door professor Herbert H. Beck, een ornitholoog van Lancaster en bewaarder van het heiligdom. Tussen 1935 en het gebruik van het nest in 1947 was regelmatig en uniform succesvol. Sinds 1947, hoewel de volwassenen hebben het nest bezet en er zijn aanwijzingen dat er eieren zijn gelegd, er zijn geen jonge adelaars geweest geproduceerd. Op Mount Johnson Island en in Florida heerst dan dezelfde situatie - er is enige bezetting van nesten door volwassenen, enige productie van eieren, maar weinig of geen jongen vogels. Bij het zoeken naar een verklaring lijkt er maar één aan alle feiten te voldoen. Dit is dat de voortplantingsvermogen van de vogels is zo verlaagd door een milieugagent dat er zijn nu bijna geen jaarlijkse toevoegingen van jonge om de race te handhaven.

Precies dit soort situatie is kunstmatig geproduceerd in andere vogels door verschillende experimentators, met name Dr. James DeWitt van de Fish and Wildlife Service van de Verenigde Staten. Dr. DeWitt's nu klassieke

experimenten op het effect van een reeks insecticiden op kwartels en fazanten hebben vastgesteld dat blootstelling aan DDT of aanverwante chemicaliën, zelfs wanneer geen waarneembare schade **toebrengen** aan de oudervogels, kan de reproductie ernstig beïnvloeden. De manier waarop effect wordt uitgeoefend kan variëren, maar het eindresultaat is altijd hetzelfde.

Bijvoorbeeld kwartel in wiens dieet DDT werd geïntroduceerd gedurende het broedseizoen overleefde en produceerde zelfs normaal **[069]** aantal vruchtbare eieren. Maar weinig van de eieren kwamen uit. 'Veel embryo's leken zich normaal te ontwikkelen **tijdens** de vroege stadia van de incubatie, maar stierf tijdens de broedperiode, 'Dr. DeWitt zei. Van degenen die wel uitkwamen, stierf meer dan de helft binnen 5 dagen. In andere tests **waarin zowel fazanten en kwartels de proefdieren waren**, produceerden de volwassen dieren geen eieren als ze het hele jaar waren **gevoed met insecticide besmet voer**. Dr. Robert Rudd en Dr. Richard Genelly van de Universiteit van Californië, rapporteerden vergelijkbare bevindingen. Fazanten met dieldrin in hun voeding, 'was de eierproductie aanzienlijk verlaagd en de overlevingskans van de kuikens was slecht.'

Volgens deze auteurs volgt het vertraagde maar dodelijke effect op de jonge vogels opslag van dieldrin in de dooier van het ei, waaruit het geleidelijk wordt geassimileerd tijdens incubatie en na het uitkomen. Deze suggestie wordt sterk ondersteund door recente studies door Dr. Wallace en een afgestudeerde student, Richard F. Bernard, die in hoge concentraties DDT aantrof robins op de campus van de Michigan State University. Ze vonden het gif in alle testikels van mannelijke robins onderzocht, bij het ontwikkelen van eicollikels, in de eierstokken van vrouwtjes, in voltooid maar niet-gelegde eieren, in de eileiders, in niet-uitgekomen eieren van verlaten nesten, in embryo's in de eieren, en in een pas uitgekomen, dood genesteld. Deze belangrijke studies bevestigen het feit dat de insecticide gif beïnvloedt een generatie die eenmaal is verwijderd uit het eerste contact ermee. Opslag van vergif in het ei, in het dooiermateriaal dat het zich ontwikkelende embryo voedt, is een virtuele dood rechtvaardigt en legt uit waarom zoveel vogels van DeWitt stierven in het ei of een paar dagen daarna uitbroeden.

Toepassing door het laboratorium van deze studies op adelaars levert bijna problemen op onoverkomelijk, maar veldstudies zijn nu aan de gang in

Florida, New Jersey en elders in de hoop op het verkrijgen van definitief bewijs over wat de schijnbare steriliteit van veel van de heeft veroorzaakt arend bevolking. Ondertussen wijst het beschikbare indirecte bewijs op insecticiden. In plaatsen waar vis overvloedig is, vormen een groot deel van het dieet van de adelaar (ongeveer 65 per cent in Alaska; ongeveer 52 procent in het Chesapeake Bay-gebied). Bijna zonder twijfel de adelaars die zo lang door Mr. Broley werden bestudeerd, waren overwegend viseters. Sinds 1945 is dit bijzonder kustgebied is herhaaldelijk besproeid met DDT opgelost in stookolie. De belangrijkste doel van het sproeien vanuit de lucht was de kweldermug, die de moerassen bewoont en kustgebieden die typische foerageergebieden zijn voor de adelaars. Vissen en krabben werden gedood in enorme aantallen. Laboratoriumanalyses van hun weefsels onthulden hoge concentraties DDT— maar liefst 46 delen per miljoen. Zoals de futen van Clear Lake, die zich zwaar opstapelden concentraties van insecticide residuen van het eten van de vis van het meer, de adelaars hebben bijna heeft de DDT zeker opgeslagen in de weefsels van hun lichaam.

En net als de futen, de fazanten, de kwartels en de roodborstjes, ze zijn steeds minder in staat jongen te produceren bewaar de continuïteit van hun ras. . . .

Van over de hele wereld komen echo's van het gevaar waarmee vogels in onze moderne wereld worden geconfronteerd. De rapporten verschillen in detail, maar herhalen altijd het thema dood aan dieren in het wild na pesticiden. Dat zijn de verhalen van honderden kleine vogels en patrijzen die in Frankrijk daarna sterven wijnstokken werden behandeld met een arseenhoudend herbicide, of van patrijs schiet erin België, ooit beroemd om het aantal van hun vogels, ontdaan van patrijzen na het spuiten van nabijgelegen landerijen. In Engeland lijkt het grootste probleem een gespecialiseerd probleem te zijn, verbonden met de groeiende praktijk van het behandelen van zaad met insecticiden voor het zaaien. Zaadbehandeling is geen geheel nieuw ding, maar in vroegere jaren waren de voornamelijk gebruikte chemicaliën fungiciden. Geen effecten op vogels lijken te zijn opgemerkt. Rond 1956 was er een verandering in dual-purpose [070] behandeling; naast een fungicide werd dieldrin, aldrin of heptachlor toegevoegd om grond te bestrijden insecten. Daarop veranderde de situatie slechter.

In het voorjaar van 1960 bereikte een stortvloed van meldingen van dode vogels de Britse natuurautoriteiten, waaronder de British Trust for Ornitho-

logy, de Royal Society for the Protection of Birds, en de Game Birds Association. 'De plaats is als een slagveld,' schreef een landeigenaar in Norfolk. 'Mijn bewaarder heeft ontelbare lijken gevonden, waaronder massa's kleine vogels - Chaffinches, Greenfinches, Linnets, Hedge Sparrows, ook House Sparrows ... de vernietiging van het wilde leven is best zielig.' Een jacht-opziener schreef: 'Mijn patrijzen zijn weggevaagd met de aangeklede maïs, ook enkele fazanten en alle andere vogels, honderden vogels zijn gedood ...

Als een leven lang spelmeester het was een schrijnende ervaring voor mij. Het is slecht om dat te zien zijn samen gestorven.' In een gezamenlijk rapport hebben de British Trust for Ornithology en de Royal Society for de bescherming van vogels beschreef ongeveer 67 moorden op vogels - verre van een volledige lijst van de vernietiging die plaatsvond in het voorjaar van 1960. Van deze 67 werden 59 veroorzaakt door zaad verbanden, 8 door giftige sprays. Het jaar daarop volgde een nieuwe vergiftigingsgolf. De dood van 600 vogels op een enkel landgoed in Norfolk werden gemeld aan het House of Lords en 100 fazanten stierven op een boerderij in North Essex. Het werd al snel duidelijk dat er meer provincies bij betrokken waren dan in 1960 (34 vergeleken met 23). Lincolnshire, zwaar agrarisch, leek het meest te hebben geleden, met meldingen van 10.000 vogels dood. Maar vernietiging betrof heel Engeland van de landbouw, van Angus in het noorden tot Cornwall in het zuiden, van Anglesey in het westen tot Norfolk in het oosten. In het voorjaar van 1961 bereikte de zorg zo'n hoogtepunt dat een speciale commissie van het Huis van Commons onderzocht de zaak en legde getuigenissen af van boeren, landeigenaren, en vertegenwoordigers van het ministerie van Landbouw en van verschillende gouvernementele en niet-overheidsinstellingen die zich bezighouden met dieren in het wild.

'Duiven vallen plotseling uit de lucht dood, 'zei een getuige. 'Je kunt honderd of tweehonderd mijl buiten Londen rijden en niet zie een enkele torenvalk, 'meldde een andere. 'Er is geen parallel geweest in de huidige eeuw, of in voor zover ik weet is [dit] het grootste risico voor dieren in het wild en wild dat zich ooit heeft voorgedaan het land, 'getuigden ambtenaren van de Natuurbeschermingsdienst.

Faciliteiten voor chemische analyse van de slachtoffers waren het meest ontoereikend voor de taak, met slechts twee chemici in het land in staat om de tests te maken (de ene de chemicus van de overheid, de andere in de

in dienst van de Royal Society for the Protection of Birds). Getuigen beschreven enorme vreugdevuren waarbij de lichamen van de vogels werden verbrand. Maar er werden pogingen gedaan om karkassen te laten verzamelen voor onderzoek en van de geanalyseerde vogels bevatten op één na alle residuen van bestrijdingsmiddelen. De single uitzondering was een watersnip, die geen zaadetende vogel is. Samen met de vogels kunnen ook vossen zijn aangetast, waarschijnlijk indirect door het eten van vergiftigde muizen of vogels. Engeland, geplaagd door konijnen, heeft de vos hard nodig als roofdier. Maar tenminste tussen november 1959 en april 1960 1300 vossen stierven. Sterfgevallen waren het zwaarst in dezelfde graafschappen van waaruit mus haviken, torenvalken en andere roofvogels vrijwel verdwenen, wat suggereert dat het gif zich verspreidde door de voedselketen, reikend van de zaadeters naar de harige en gevederde vleeseters. De acties van de stervende vossen waren die van dieren vergiftigd door gechloreerd koolwaterstofinsecticiden. Ze waren eerder ronddwaald in cirkels, versuft en halfblind sterven in stuiptrekkingen.

De hoorzittingen overtuigden de commissie dat de bedreiging voor dieren in het wild 'het meest alarmerend' was; het dienovereenkomstig aanbevolen aan het Lagerhuis dat "de minister van Landbouw en de Staatssecretaris van Schotland moet zorgen voor het onmiddellijke verbod op het gebruik als zaad [071] verbanden van verbindingen die dieldrin, aldrin of heptachloor bevatten, of vergelijkbare chemicaliën toxiciteit.' De commissie beval ook meer adequate controles aan om ervoor te zorgen dat chemicaliën werden voldoende getest onder zowel veld- als laboratoriumomstandigheden voordat ze op de markt werden gebracht markt. Het is de moeite waard om te benadrukken dat dit een van de grote lege plekken is in onderzoek naar pesticiden overal. Test van fabrikanten op de gangbare laboratoriumdieren - ratten, honden, Guinee varkens - bevatten in het algemeen geen wilde soorten, geen vogels, geen vissen en worden onder controle gehouden en kunstmatige omstandigheden. Hun toepassing op dieren in het wild in het veld is allesbehalve nauwkeurig. Engeland staat geenszins alleen in het probleem van het beschermen van vogels tegen behandelde zaden. Hier in de Verenigde Verklaart dat het probleem het moeilijkst is geweest in de rijstteeltgebieden van Californië en de Verenigde Staten Zuiden. Sinds een aantal jaren behandelen rijstrijstelaars in Californië zaad met DDT als bescherming tegen kikkervisje garnalen en aaseters die soms zaailing beschadigen rijst. Californië sporters hebben genoten van uitstekende jacht van-

wege de concentraties van watervogels en fazanten in de rijstvelden. Maar in het afgelopen decennium aanhoudende meldingen van vogels verliezen, vooral onder fazanten, eenden en merels, zijn het gevolg van de rijstteelt provincies. 'Fazantziekte' werd een bekend fenomeen: vogels 'zoeken water, worden verlamd, en worden gevonden op de slootbanken en rijst cheques trillen, 'volgens een waarnemer. De 'ziekte' komt in het voorjaar, op het moment dat de rijstvelden worden gezaaid. De gebruikte concentratie DDT is vele malen de hoeveelheid die een volwassen fazant zal doden.

Het verstrijken van een paar jaar en de ontwikkeling van nog meer giftige insecticiden dienden om vergroot het gevaar van behandeld zaad. Aldrin, dat 100 keer zo giftig is als DDT voor fazanten, wordt nu veel gebruikt als zaadcoating. In de rijstvelden van Oost-Texas heeft deze praktijk de populaties van de beroemde boomeend, een tawny-kleurige, ganzenachtige eend van de Golfkust. Er is inderdaad een reden om aan te nemen dat de rijstteelers een manier hebben gevonden om de populatie van merels te verminderen, gebruiken het insecticide voor een tweeledig doel, met desastreuze effecten op verschillende vogelsoorten van de rijstvelden. Naarmate de gewoonte van het doden groeit - de toevlucht nemen tot het 'uitroeien' van elk wezen dat ons kan irriteren of ongemakkelijk maken - vogels zijn meer en meer vinden zichzelf een direct doelwit van vergif in plaats van een incidenteel doelwit. Er is een groeiende trend in de richting van toepassingen vanuit de lucht van dodelijke gifstoffen als parathion om te 'beheersen' concentraties van vogels die onsmakelijk zijn voor boeren. De Fish and Wildlife Service heeft het gevonden noodzakelijk om ernstige bezorgdheid te uiten over deze trend, erop wijzend dat 'parathion behandelde gebieden vormen een potentieel gevaar voor mensen, huisdieren en dieren in het wild. ' In het zuiden van Indiana, een groep boeren ging bijvoorbeeld in de zomer van 1959 samen om een spuitvliegtuig in te schakelen om een gebied van rivierbodemland te behandelen met parathion. Het gebied was een favoriete slaapplek voor duizenden merels die voedden in nabijgelegen maïsvelden. Het probleem had kunnen zijn gemakkelijk opgelost door een kleine verandering in de landbouwpraktijk verschuiving naar een verscheidenheid van maïs met een diepe set oren niet toegankelijk voor de vogels - maar de boeren waren overtuigd van de verdiensten van het doden door vergif, en dus stuurden ze de vliegtuigen in op hun missie van de dood.

De resultaten hebben de boeren waarschijnlijk tevreden gesteld, want de

slachtofferslijst omvatte ongeveer 65.000 rode-geveugelde merels en spreuwen. Welke andere sterfgevallen door dieren in het wild zijn onopgemerkt gebleven en niet geregistreerd is niet bekend. Parathion is niet specifiek voor merels: het is een universele moordenaar. Maar zulke konijnen of wasberen of opossums die misschien door die bodemlanden hebben rondgezworven nooit bezocht de korenvelden van de boeren waren gedoemd door een rechter en jury die geen van beiden wisten hun bestaan noch verzorgd. En hoe zit het met de mens? In Californië hebben boomgaarden hiermee bespoten [072] dezelfde parathion, werknemers die bladeren behandelen die een maand eerder waren behandeld, stortten in en raakte in shock en ontsnapte aan de dood alleen door bekwame medische aandacht.

Brengt Indiana nog steeds jongens op die door bossen of velden zwerven en misschien zelfs het gebied verkennen marges van een rivier? Zo ja, wie bewaakte het vergiftigde gebied om iedereen buiten te houden die binnen zou kunnen dwalen, op zoek naar onbeschadigde natuur? Die waakzaam bleef waken om de onschuldige wandelwagen te vertellen dat de velden die hij wilde betreden dodelijk waren - al hun vegetatie bedekt met een dodelijke afloop film? Maar op een zo angstig risico voerden de boeren, die niets hadden om hen te hinderen, hun onnodige oorlog op merels. In elk van deze situaties wendt men zich af om na te denken over de vraag: wie heeft nam de beslissing die deze keten van vergiftigingen in gang zet, deze steeds groter wordende golf van de dood die zich verspreidt, zoals rimpelingen wanneer een kiezelsteen in een stille vijver wordt neergezet? Wie heeft geplaatst in een pan van de schubben de bladeren die mogelijk door de kevers zijn gegeten en in de andere de zielige hopen veelkleurige veren, de levenloze overblijfselen van de vogels die vielen vóór de niet-selectieve knots van insectendodende gifstoffen? Wie heeft besloten - wie heeft het recht om te beslissen – voor de talloze legioenen mensen die niet zijn geraadpleegd dat de hoogste waarde een wereld is zonder insecten, hoewel het ook een steriele wereld is die niet wordt aangetast door de gebogen vleugel van een vogel erin vlucht? De beslissing is die van de autoritaire macht die tijdelijk is belast; hij heeft gemaakt het tijdens een moment van onoplettendheid bij miljoenen aan wie schoonheid en de geordende wereld van de natuur nog steeds een betekenis hebben die diep en noodzakelijk is.

Vanuit de groene dieptes van de Atlantische oceaan leiden vele paden terug naar de kust.

Het zijn paden gevolgd door vissen; hoewel ongezien en ongrijpbaar, zijn ze verbonden met de uitstroom van water uit de kusttrivieren. Voor duizenden en duizenden jaren de zalm hebben deze draden van zoet water gekend en gevolgd die hen elk terugvoeren naar de rivieren terugkerend naar de zijrivier waarin het de eerste maanden of jaren van zijn leven doorbracht.

Dus in de zomer en in de herfst van 1953 bewoog de zalm van de rivier Miramichi aan de kust van New Brunswick vanuit hun voedselgebieden in de verre Atlantische Oceaan en klonnen hun inheemse rivier op. Bovenin bereiken van de Miramichi, in stromen die een netwerk van schaduwrijke beekjes samenbrengen, de zalm legde hun eieren die herfst neer in bedden van grind waarover het water stroomde snel en koud. Dergelijke plaatsen, de stroomgebieden van de grote naaldbossen van sparren en balsem, van hemlock en den, bieden het soort paaigronden waar zalm in moet om te overleven.

Deze gebeurtenissen herhaalden een patroon dat al eeuwen oud was, een patroon dat de Miramichi had gemaakt van de beste zalmstromen in Noord-Amerika. Maar dat jaar moest het patroon worden doorbroken.

Tijdens de herfst en de winter lagen de zalmeitjes, groot en dik, in ondiep grind gevuld troggen of roodtinten die de moedervis in de stroombodan had gegraven. In de kou van de winter ze ontwikkelden zich langzaam, zoals hun manier was, en pas toen de lente eindelijk ontdooiing bracht en losgelaten in de bosstromen kwam het jonge luik. Eerst verborgen ze zich tussen de kiezelstenen van de stroombed - kleine vissen van ongeveer een halve centimeter lang. Ze namen geen eten en leefden in de grote dooierzak. Niet totdat het was geabsorbeerd, zouden ze de stroom gaan zoeken naar kleine insecten.

Met de pas uitgekomen zalm in de Miramichi was die lente van 1954 jong van vorige uitkomen, zalm een jaar of twee oud, jonge vis in briljante jassen gemarkeerd met bars en helder rode vlekken. Deze jongen voedden

vraatzuchtig, op zoek naar het vreemde en gevarieerde insectenleven van de stroom. Toen de zomer naderde, was dit allemaal veranderd. Dat jaar was het stroomgebied van de Northwest Miramichi was opgenomen in een uitgebreid sproeiprogramma dat door de Canadese regering werd uitgevoerd was het jaar daarvoor begonnen - een programma om de bossen van de sparren te redden budworm. De budworm is een inheems insect dat verschillende soorten evergreens aanvalt. In het oosten Canada lijkt het om de 35 jaar buitengewoon overvloedig te worden. De vroege jaren 1950 hadden zag zo'n ervaring in de budwormpopulaties. Om het te bestrijden werd begonnen met spuiten met DDT, eerst op een kleine manier en vervolgens in 1953 opeens versneld. Miljoenen hectaren bos werden gespoten in plaats van duizenden als voorheen, in een poging om de balsems te redden, die de steunpilaar van de pulp- en papierindustrie.

Dus in 1954, in de maand juni, bezochten de vliegtuigen de bossen van het noordwesten van Miramichi en witte wolken van bezinkende mist markeerden het kriskraspatroon van hun vlucht. De spray - de helft pond DDT aan het acre (4000 m^2) in een oplossing van olie - gefilterd door de balsembos en een deel ervan bereikte uiteindelijk de grond en de stromende stromen. De piloten, hun gedachten alleen op hun toegewezen taak, deden geen moeite om de stromen te vermijden of om de sproeikoppen af te sluiten terwijl over hen heen vliegen; maar omdat spray tot nu toe afdrijft in zelfs de geringste luchtbewegingen, misschien de resultaat zou weinig anders zijn geweest als ze hadden.

Kort nadat het sproeien was afgelopen, waren er onmiskenbare tekenen dat alles niet goed was. Binnen 2 dagen dode en stervende vissen, waaronder veel jonge zalm, werden gevonden langs de oevers van de [074] stroom. Bronforel verscheen ook tussen de dode vissen en langs de wegen en in het bos vogels stierven. Het hele leven van de stroom was stil. Voor het sproeien was er een rijke geweest assortiment van het waterleven dat het voedsel van zalm en forel vormt - caddis vliegenlarven, levend in loszittende beschermende gevallen van bladeren, stengels of grind gecementeerd samen met speeksel, steen vliegende nimfen klampt zich vast aan rotsen in de wervelende stromingen, en de wormachtige larven van zwarte vliegen de stenen aflopend onder riffels of waar de stroom over steile schuine rotsen morst. Maar nu de beekinsecten waren dood, gedood door de DDT, en er was niets voor een jonge zalm eten. Te midden van zo'n beeld van dood en

vernietiging, kon de jonge zalm zelf nauwelijks werd verwacht te ontsnappen, en dat deden ze niet. Tegen augustus niet een van de jonge zalm die was voortgekomen uit de grindbedden dat de lente bleef. Een spawning van een heel jaar was aangebroken niets. De oudere jongen, die een jaar of langer eerder waren uitgekomen, deden het slechts iets beter. Voor elke zes jongen van het luik van 1953 dat in de stroom had gevoederd toen de vliegtuigen naderden, er bleef er maar één over. Jonge zalm van het luik van 1952, bijna klaar om naar zee te gaan, verloor een derde van hun nummers. Al deze feiten zijn bekend omdat de Fisheries Research Board van Canada had voert sinds 1950 een zalmstudie uit op de Miwestichi in het noordwesten een telling van de vissen die in deze stroom leven. De records van de biologen hadden betrekking op het aantal volwassen zalm oplopend naar spawn, het aantal jongen van elke leeftijdsgroep aanwezig in de stroom, en de normale populatie niet alleen van zalm maar van andere vissoorten die in de stroom. Met dit volledige overzicht van de voorspuitomstandigheden was het mogelijk om de schade veroorzaakt door het spuiten met een nauwkeurigheid die zelden elders is geëvenaard.

Het onderzoek toonde meer dan het verlies van jonge vissen; het onthulde een serieuze verandering in de streams zich. Herhaaldelijk spuiten heeft nu de stroomomgeving en de waterinsecten die het voedsel zijn van zalm en forel zijn gedood. Veel tijd is vereist, zelfs na een enkele verstuiwing, voor de meeste van deze insecten om voldoende aantallen op te bouwen ter ondersteuning van een normale zalmpopulatie - tijd gemeten in jaren in plaats van maanden. De kleinere soorten, zoals muggen en libellen, worden vrij snel hersteld. Dit zijn geschikt voedsel voor de kleinste zalm, de jongen slechts een paar maanden oud. Maar er is niet zo snel herstel van de grotere waterinsecten, waarvan zalm in het tweede en derde jaar afhankelijk is.

Dit zijn de larvale stadia van caddisvliegen, steenvliegen en mayflies. Zelfs in het tweede jaar daarna DDT komt een stroom in, een foeragerende zalmparr zou moeite hebben iets meer te vinden dan een af en toe een kleine steenvlieg. Er zouden geen grote stenen, geen vliegen, geen vliegen vliegen. In een inspanning om dit natuurlijke voedsel te leveren, hebben de Canadezen geprobeerd de larven van de caddisvlieg te transplanteren en andere insecten tot de onvruchtbare delen van de Miramichi. Maar natuurlijk zouden dergelijke transplantaties dat wel doen worden weggevaagd door herhaald sproeien. De budwormpopulaties, in plaats van af te nemen

als verwacht, zijn vuurvast gebleken, en van 1955 tot 1957 werd sproeien herhaald in verschillende delen van New Brunswick en Quebec, sommige plaatsen worden wel drie keer gespoten. Door 1957, bijna 15 miljoen hectare was gesproeid. Hoewel het spuiten toen voorlopig was geschorst, leidde een plotselinge heropleving van budworms tot de hervatting ervan in 1960 en 1961. Inderdaad er is nergens bewijs dat chemisch spuiten voor de bestrijding van budworm meer is dan een stopgap-maatregel (gericht op het redden van de bomen van de dood door ontbladering over meerdere opeenvolgende jaren), en dus zullen de ongelukkige bijwerkingen zich blijven voelen zoals spuiten voortgezet. In een poging de vernietiging van vis te minimaliseren, hebben de Canadese bosbouwbeambten verminderde de DDT-concentratie van het eerder gebruikte ½ pond tot ¼ pond naar de hectare, op [075] de aanbeveling van de Fisheries Research Board. (In de Verenigde Staten zijn de standaard en zeer dodelijk pond-naar-de-acre heerst nog steeds.) Nu, na enkele jaren waarin de effecten van spuiten, de Canadezen vinden een gemengde situatie, maar een die zeer weinig comfort biedt aan liefhebbers van zalmvissen, mits het spuiten wordt voortgezet.

Een zeer ongewone combinatie van omstandigheden heeft tot nu toe de runs van het noordwesten gered Miramichi van de verwachte vernietiging - een constellatie van gebeurtenissen die dat zouden kunnen niet meer in een eeuw voorkomen. Het is belangrijk om te begrijpen wat daar is gebeurd, en de redenen daarvoor. In 1954 was het stroomgebied van deze tak van de Miramichi, zoals we hebben gezien zwaar gespoten. Daarna, met uitzondering van een smalle band die in 1956 werd gespoten, de hele bovenkant stroomgebied van deze tak werd uitgesloten van het sproeiprogramma. In de herfst van 1954 een tropische storm speelde een rol in het fortuin van de Miramichi-zalm. Orkaan Edna, een hevige storm tot het einde van zijn noordelijke pad, stortregens gebracht naar de New England en Canadese kusten. De resulterende zoetigheden droegen stromen zoet water ver naar zee en trokken in ongebruikelijke aantallen zalm. Als gevolg hiervan, de grindbedden van de stromen die de zalm zoeken naar paaïen kreeg een ongebruikelijke overvloed aan eieren. De jonge zalm komt uit de Noordwest Miramichi in het voorjaar van 1955 vonden omstandigheden praktisch ideaal voor hun overleving. Terwijl de DDT het jaar ervoor alle stroominsecten had gedood, de kleinste van de insecten - de muggen en vliegen waren in aantallen teruggekeerd. Dit zijn het normale voedsel van de baby Zalm.

De zalmfrituur van dat jaar vond niet alleen overvloedig voedsel, maar ze hadden er weinig concurrenten ervoor. Dit kwam door het grimmige feit dat de oudere jonge zalm was geweest gedood door het spuiten in 1954. Dienovereenkomstig groeide de jongen van 1955 zeer snel en overleefde in uitzonderlijke aantallen. Ze voltooiden hun stroomgroei snel en gingen vroeg naar zee. Veel van hen keerden in 1959 terug om grote series grilse aan de inheemse stroom te geven. Als de runs in het noordwesten van Miramichi nog steeds in relatief goede staat zijn, is dit omdat sproeien werd slechts in één jaar gedaan. De resultaten van herhaald spuiten zijn duidelijk zichtbaar in andere stromen van het stroomgebied, waar alarmerende achteruitgang in de zalmpopulaties optreedt.

In alle gespoten stromen is jonge zalm van elke grootte schaars. De jongsten zijn vaak 'vrijwel uitgeroeid', melden de biologen. In het belangrijkste zuidwesten Miramichi, dat was gespoten in 1956 en 1957 was de vangst van 1959 de laagste in tien jaar. Vissers merkten op de extreme schaarste van grilse - de jongste groep terugkerende vissen. Bij de bemonsteringsval in de estuarium van de Miramichi het aantal grilse was slechts een vierde zo groot in 1959 als het jaar voor. In 1959 produceerde het hele stroomgebied van de Miramichi slechts ongeveer 600.000 smolt (jong zalm aflopend naar de zee). Dit was minder dan een derde van de runs van de drie voorgaande jaar. Tegen deze achtergrond zou de toekomst van de zalpvisserij in New Brunswick misschien wel goed zijn afhankelijk zijn van het vinden van een vervanger voor het doorweken van bossen met DDT. . . .

De situatie in het oosten van Canada is niet uniek, behalve misschien wat betreft het opspuiten van bossen en de rijkdom aan feiten die zijn verzameld. Maine heeft ook zijn bossen met sparren en balsem en het probleem van het beheersen van bosinsecten. Maine heeft ook zijn zalmlokken - een overblijfsel van de prachtige runs van vroeger, maar een overblijfsel hard gewonnen door het werk van biologen en natuurbeschermers om een deel van de leefomgeving voor zalm te redden in met rivieren belaste stromen industriële vervuiling en verslikt met houtblokken. Hoewel sproeien is geprobeerd als een wapen tegen de alomtegenwoordige budworm, de getroffen gebieden zijn relatief klein en hebben tot nu toe niet inclusief belangrijke spawning streams voor zalm. Maar wat gebeurde er om vis in een gebied te laten stromen waargenomen door het Maine Department of Inland Fisheries and Game is misschien een teken van dingen [076] komen. 'Di-

rect na het spuiten van 1958,' meldde het ministerie, 'sukkels werden in grote aantallen waargenomen in Big Goddard Brook. Deze vissen vertoonden de typische symptomen van DDT-vergiftiging; ze zwommen grillig, hijgden naar het oppervlak en vertoonden tremoren en spasmen. In de eerste vijf dagen na het sproeien werden 668 dode sukkels verzameld twee blokkeernetten. Minnows en sukkels werden ook in grote aantallen gedood in Little Goddard, Carry, Alder en Blake Brooks. Vissen werden vaak passief stroomafwaarts drijvend gezien in een verzwakte en stervende toestand. In verschillende gevallen werden blinde en stervende forellen gevonden passief stroomafwaarts drijven meer dan een week na het spuiten. '

(Het feit dat DDT blindheid bij vissen kan veroorzaken, wordt bevestigd door verschillende onderzoeken. Een Canadees bioloog die in 1957 op het noorden van Vancouver Island sproeide, meldde die moord forelvingerlingen konden met de hand uit de beekjes worden geplukt, want de vissen bewogen traag en deed geen poging om te ontsnappen. Bij onderzoek bleken ze een dekkend wit te hebben film die het oog bedekt, wat aangeeft dat het gezichtsvermogen was aangetast of vernietigd.

Laboratorium studies van het Canadese ministerie van Visserij toonde aan dat bijna alle vissen [Coho-zalm] niet echt zijn gedood door blootstelling aan lage concentraties DDT [3 delen per miljoen] vertoonden symptomen van blindheid, met duidelijke opaciteit van de lens.) Waar grote bossen zijn, moderne methoden van insectenbestrijding bedreigen de vissen die de beken bewonen in de beschutting van de bomen. Een van de bekendste voorbeelden van visvernietiging in de Verenigde Staten vonden daarom in 1955 plaats van spuiten in en nabij Yellowstone National Park. Tegen de herfst van dat jaar, zoveel dode vissen was gevonden in de Yellowstone River die sporters en Montana fish-and-game beheerders raakten gealarmeerd. Ongeveer 90 mijl van de rivier werd getroffen. In een 300-yard lengte van de kustlijn werden 600 dode vissen geteld, waaronder bruine forel, witvis en uitlopers.

Stroominsecten, het natuurlijke voedsel van forel, waren verdwenen. Forest Service-functionarissen verklaarden dat had op advies gereageerd dat 1 pond DDT per hectare 'veilig' was. Maar de resultaten van het spuiten had voldoende moeten zijn om iemand ervan te overtuigen dat het advies verre van goed was geweest. EEN coöperatieve studie werd gestart in 1956 door

de Montana Fish and Game Department en twee federale agentschappen, de Fish and Wildlife Service en de Forest Service. Dat spuiten in Montana jaar bedekt 900.000 hectare; 800.000 hectare werden ook behandeld in 1957. De biologen daarom had geen problemen met het vinden van gebieden voor hun studie. Het patroon van de dood ging altijd uit van een karakteristieke vorm: de geur van DDT boven de bossen, een oliefilm op het wateroppervlak, dood forel langs de kustlijn. Alle geanalyseerde vissen, levend of dood gevangen, hadden DDT in hun opgeslagen weefsels. Net als in het oosten van Canada was een van de ernstigste effecten van spuiten de ernstige reductie van voedselorganismen. Op veel studiegebieden zijn waterinsecten en andere stroombodems fauna was teruggebracht tot een tiende van hun normale populatie. Eenmaal vernietigd, bevolkingsgroepen van deze insecten, zo essentieel voor het overleven van forel, doen er lang over om weer op te bouwen. Zelfs tegen het einde van de tweede zomer na het sproeien, hadden slechts geringe hoeveelheden waterinsecten hersteld zich, en op één stroom - vroeger rijk aan bodemfauna - nauwelijks kan gevonden worden. In deze stroom was het aantal wildvissen met 80 procent verminderd.

De vissen sterven niet noodzakelijkerwijs onmiddellijk. Vertraagde sterfte kan zelfs groter zijn dan de onmiddellijke moord en, zoals de Montana-biologen ontdekten, kan het ongemeld blijven omdat het na het visseizoen voorkomt. Veel doden vonden plaats in de studiestromen onder in de herfst paaiende vissen, waaronder bruine forel, beekforel en witvis. Dit is niet verwonderlijk, omdat in tijden van fysiologische stress het organisme, of het nu vis of mens is, gebruikmaakt van opgeslagen vet voor energie. Dit stelt het bloot aan het volledige dodelijke effect van de DDT die in de weefsels is opgeslagen.

[077] Het was daarom meer dan duidelijk dat sproeien met een snelheid van een pond DDT op het acre een ernstige bedreiging voor de vissen in bosstromen. Bovendien was de controle over de budworm niet geweest bereikt en veel gebieden waren gepland voor opnieuw spuiten. De Montana Fish and Game Afdeling registreerde een sterke oppositie tegen verder sproeien en zei dat het 'niet bereid was' compromis het sportvisbestand voor programma's van twijfelachtige noodzaak en twijfelachtig succes.' Het ministerie verklaarde echter dat het zou blijven samenwerken met de Forest Service 'bij het bepalen van manieren om negatieve effecten te mini-

maliseren.'

Maar kan zo'n samenwerking er wel in slagen om de vis te redden? Een ervaring in British Columbia spreekt boekdelen op dit punt. Er was een uitbraak van de zwartkopknopworm geweest woedend voor meerdere jaren. Bosbouwbeambten, bang voor de ontbladering van een ander seizoen in ernstig verlies van bomen, besloten om controleactiviteiten uit te voeren in 1957. Het waren er veel overleg met de Game-afdeling, waarvan de ambtenaren zich zorgen maakten over de zalm runs. De divisie Bosbiologie stemde ermee in om het spuitprogramma op elke mogelijke manier aan te passen zonder de effectiviteit ervan te vernietigen, om risico's voor de vis te verminderen. Ondanks deze voorzorgsmaatregelen, en ondanks het feit dat er blijkbaar een oprechte poging werd gedaan, in ten minste vier grote stromen bijna 100 procent van de zalm werden gedood.

In een van de rivieren waren de jongen van een run van 40.000 volwassen Coho-zalm bijna volledig vernietigd. Zo waren de jonge stadia van enkele duizenden steelhead forel en andere soorten forel. De Coho-zalm heeft een levenscyclus van drie jaar en de runs bestaan vrijwel volledig uit vis van een enkele leeftijdsgroep. Net als andere soorten zalm heeft de Coho een sterk thuisinstinct, terugkerend naar zijn geboortestroom. Er komt geen nieuwe populatie van andere streams. Dit betekent, dan dat om de drie jaar de zalm in deze rivier tot bijna niet meer bestaat zoals een zorgvuldig beheer, door kunstmatige verspreiding of andere middelen, heeft kunnen herbouw deze commercieel belangrijke run. Er zijn manieren om dit probleem op te lossen - om het te behouden bossen en ook om de vissen te redden. Om aan te nemen dat we ons moeten neerleggen bij het keren van onze waterwegen in rivieren van de dood is om de raad van wanhoop en verslagenheid op te volgen. We moeten het maken breder gebruik van alternatieve methoden die nu bekend zijn, en we moeten onze vindingrijkheid en middelen om anderen te ontwikkelen. Er zijn gevallen geregistreerd waarin het natuurlijke parasitisme heeft gehandhaafd de budworm onder controle effectiever dan spuiten. Zo'n natuurlijke controle moet zijn maximaal benut. Er zijn mogelijkheden om minder giftige sprays te gebruiken of, beter nog, van introductie van micro-organismen die ziekte veroorzaken bij de budworms zonder de hele web van het bosleven. We zullen later zien wat enkele van deze alternatieve methoden zijn en wat ze beloven.

Ondertussen is het belangrijk om te beseffen dat chemisch sproeien van bosinsecten niet de enige is manier noch de beste manier. De bedreiging met pesticiden voor vissen kan in drie delen worden verdeeld. Eén, zoals wij hebben gezien, heeft betrekking op de vissen van stromende stromen in noordelijke bossen en op de single probleem van bosverstuiving. Het is bijna volledig beperkt tot de effecten van DDT. Een ander is enorm, uitgestrekt en diffuus, want het betreft de vele verschillende soorten vissen - bas, zonnevis, vallen, uitlopers en anderen die vele soorten wateren bewonen, stilstaand of stromend, in vele delen van het land. Het betreft ook bijna het hele gamma insecticiden dat nu in de landbouw wordt gebruikt, hoewel een paar belangrijke daders zoals endrin, toxaphene, dieldrin en heptachlor gemakkelijk kunnen zijn uitgekozen. Nog een ander probleem moet nu grotendeels worden beschouwd in termen van wat we kunnen logisch veronderstellen dat dit in de toekomst zal gebeuren, omdat de studies die de feiten zullen onthullen zijn pas begonnen te worden gemaakt. Dit heeft te maken met de vissen van kwelders, baaien en estuaria.

[078] Het was onvermijdelijk dat serieuze vernietiging van vissen zou volgen op het wijdverbreide gebruik van de nieuwe organische pesticiden. Vissen zijn bijna fantastisch gevoelig voor de gechloreerde koolwaterstoffen die het grootste deel uitmaken van moderne insecticiden. En wanneer miljoenen tonnen giftige chemicaliën worden toegepast op de oppervlakte van het land, is het onvermijdelijk dat sommigen van hen hun weg zullen vinden naar de onophoudelijke cyclus van wateren die zich verplaatsen tussen land en zee. Verslagen van visdoden, sommige met desastreuze proporties, zijn nu zo gewoon geworden dat de Amerikaanse Public Health Service een kantoor heeft opgezet om dergelijke rapporten van de staten te verzamelen als een index van watervervuiling. Dit is een probleem dat betreft heel veel mensen. Ongeveer 25 miljoen Amerikanen beschouwen vissen als een belangrijke bron van recreatie en nog eens 15 miljoen zijn op zijn minst casual vissers. Deze mensen geven drie miljard uit jaarlijks dollars voor vergunningen, uitrusting, boten, kampeeruitrusting, benzine en onderdak. Alles wat hen van hun sport berooft, zal ook een groot aantal bereiken economische belangen. De commerciële visserij vertegenwoordigt een dergelijk belang, en zelfs meer belangrijker nog, een essentiële bron van voedsel. Binnen- en kustvisserij (met uitzondering van de offshore vangst) levert naar schatting drie miljard pond per jaar op. Maar zoals we zullen zien, de invasie van beken, vijvers, rivieren en baaien door pesticiden vor-

men nu een bedreiging voor zowel recreatie als commercieel vissen.

Voorbeelden van de vernietiging van vis door sproeien en verstuiwen door landbouwgewassen zijn overal gevonden worden. In Californië bijvoorbeeld het verlies van ongeveer 60.000 wildvissen, voornamelijk bluegill en andere zonnevis, volgde een poging om de riceleaf mijnwerker te beheersen met dieldrin. In Louisiana 30 of meer gevallen van zware vissterfte traden alleen al in één jaar (1960) op vanwege het gebruik van endrin in de suikerrietvelden. In Pennsylvania zijn vissen in aantallen gedood door endrin, gebruikt in boomgaarden om muizen te bestrijden. Het gebruik van Chlordane voor sprinkhanenbesturing op de High Western vlaktes is gevolgd door de dood van veel stroomvissen. Waarschijnlijk geen andere landbouw programma is op zo'n grote schaal uitgevoerd als het afstoffen en sproeien van miljoenen hectaren van land in het zuiden van de Verenigde Staten om de vuurmier te beheersen. Heptachlor, de chemische stof die voornamelijk wordt gebruikt, is slechts iets minder giftig voor vissen dan DDT. Dieldrin, een ander vuurmiërgif, heeft een bron gedocumenteerde geschiedenis van extreem gevaar voor al het waterleven. Alleen endrin en toxaphene vertegenwoordigen een groter gevaar voor vissen. Alle gebieden binnen het vuurmierencontrolegebied, of behandeld met heptachloor of dieldrin, gerapporteerde rampzalige effecten op het waterleven. Een paar fragmenten geven de smaak van de rapporten van biologen die de schade hebben bestudeerd: uit Texas, 'Heavy loss of waterleven ondanks pogingen om kanalen te beschermen ', ' Dode vissen ... waren aanwezig in al het behandelde water ',

'Het doden van vissen was zwaar en duurde meer dan 3 weken'. Uit Alabama: 'De meeste volwassen vissen werden gedood [in Wilcox County] binnen een paar dagen na de behandeling, " De vis in tijdelijke wateren en klein zijrivieren bleken volledig te zijn uitgeroeid. '

In Louisiana klaagden boeren over verlies in boerderijvijvers. Langs een kanaal meer dan 500 doden vissen werden gezien drijvend of liggend op de oever op een stuk van minder dan een kwart mijl. In een andere parochie 150 dode zonnevis kon worden gevonden voor elke 4 die in leven bleven. Vijf andere soort leek volledig weggevaagd te zijn. In Florida wordt vis uit vijvers behandeld gebied bleek residuen van heptachloor en een afgeleide chemische stof, heptachloorepoxide te bevatten.

Onder deze vissen waren zonnevis en zeebaars, die natuurlijk favorieten zijn van vissers en vinden meestal hun weg naar de eettafel. Toch behoren de chemicaliën die ze bevatten tot deze de Food and Drug Administration vindt het te gevaarlijk voor menselijke consumptie, zelfs in minieme hoeveelheden. Zo uitgebreid waren de gerapporteerde doden van vissen, kikkers en ander leven van de [079] wateren die de American Society of Ichthyologists and Herpetologists, een eerbiedwaardige wetenschapper organisatie gewijd aan de studie van vissen, reptielen en amfibieën, heeft een resolutie aangenomen in 1958 riep het ministerie van Landbouw en de bijbehorende overheidsinstanties op om de luchtfoto te staken verdeling van heptachloor, dieldrin en vergelijkbare gifstoffen - voordat onherstelbare schade wordt aangericht. '

De Society vestigde de aandacht op de grote verscheidenheid aan vissoorten en andere levensvormen bewoond van het zuidoostelijke deel van de Verenigde Staten, inclusief soorten die nergens anders voorkomen in de wereld. 'Veel van deze dieren,' waarschuwde de Society, 'bezetten slechts kleine gebieden en daarom kan gemakkelijk volledig worden uitgeroeid. ' Vissen van de zuidelijke staten hebben ook leed zwaar aan insecticiden tegen katoenen insecten. De zomer van 1950 was een seizoen van rampspoed in het katoenland van Noord-Alabama. Vóór dat jaar alleen er was beperkt gebruik gemaakt van organische insecticiden voor de bestrijding van de bolkever. Maar in 1950 er waren veel kevers vanwege een reeks milde winters, en dus naar schatting 80 tot 95 per cent van de boeren, op aandringen van de agenten van de provincie, wendde zich tot het gebruik van insecticiden. De chemisch meest populair bij de boeren was toxaphene, een van de meest destructieve voor vissen.

De regens waren frequent en zwaar die zomer. Ze wasten de chemicaliën in de stromen, en terwijl dit gebeurde, pasten de boeren meer toe. Een gemiddelde hectare katoen ontving dat jaar 63 pond toxaphene. Sommige boeren gebruikten maar liefst 200 pond per hectare; een, in een buitengewone overmaat van ijver, toegepast meer dan een kwart van een ton op de hectare. De resultaten kunnen gemakkelijk zijn voorzien. Wat er gebeurde in Flint Creek, stroomde door 50 mijl van Alabama katoenland voordat het in Wheeler Reservoir werd geloosd, was typerend voor de regio. Op 1 augustus stortbuien daalden neer op het stroomgebied van Flint Creek. In straaltes, in stroompjes en uiteindelijk erin overstromingen het water stroomde

van het land in de beken. Het waterniveau steeg zes centimeter in Flint Kreek. De volgende ochtend was het duidelijk dat er veel meer dan regen was meegevoerd in de stroom. Vissen zwommen rond in doelloze cirkels nabij het oppervlak. Soms zou men dat doen gooit zichzelf uit het water op de oever. Ze kunnen gemakkelijk worden gevangen; een boer pakte op verschillende en nam ze mee naar een bron gevoed zwembad. Daar herstelden deze weinigen in het zuivere water. Maar in de stroom dobberden de hele dag dode vissen. Dit was slechts de opmaat naar meer, voor elke regen spoelde meer van het insecticide in de rivier en doodde meer vis. De regen van 10 augustus resulteerde in zo'n zware visdood in de rivier dat weinigen overbleven om het slachtoffer te worden van de volgende stroom van gif in de stroom, die plaatsvond op 15 augustus. Maar bewijs van het dodelijke aanwezigheid van de chemicaliën werd verkregen door test goudvissen in kooien in de rivier te plaatsen; zij waren dood binnen een dag.

De gedoemde vis van Flint Creek omvatte een groot aantal witte crappies, een favoriet onder vissers. Dode baarzen en zonnevis werden ook gevonden, overvloedig voorkomend in Wheeler Reservoir, waarin de kreek stroomt. Alle populatie ruwe vis in deze wateren werd ook vernietigd— de karper, buffel, trommel, spiermaag en meerval. Niemand vertoonde tekenen van ziekte - alleen de grillige bewegingen van de stervenden en een vreemde diepe wijnkleur van de kieuwen. In het warme afgesloten wateren van boerderij vijvers, omstandigheden zijn zeer waarschijnlijk dodelijk voor vissen wanneer insecticiden zijn toegepast in de nabijheid. Zoals vele voorbeelden laten zien, wordt het gif meegesleurd door regen en wegvloeiën van omliggende landen. Soms ontvangen de vijvers niet alleen vervuilde afvoer, maar ook een directe dosis als piloten die het gewas afstoffen, nalaten de stofdoek af te sluiten bij het passeren van een vijver.

Zelfs zonder dergelijke complicaties, normale landbouwgebruik onderwerpen vissen tot veel zwaardere concentraties van chemicaliën dan nodig zou zijn om ze te doden. Met andere woorden, een duidelijke vermindering van de gebruikte pondages zouden de dodelijke situatie nauwelijks veranderen, voor toepassingen van meer dan 0,1 pond per [080] hectare aan de vijver zelf worden over het algemeen als gevaarlijk beschouwd. En het gif, eenmaal geïntroduceerd, is moeilijk om er vanaf te komen. Eén vijver die was behandeld met DDT om ongewenste glanzen te verwijderen bleef zo giftig door herhaalde drainages en spoelingen dat het 94 procent van de doodde

Sunfish waarmee het later werd gevuld. Blijkbaar bleef de chemische stof in de modder van de vijverbodem.

De omstandigheden zijn nu kennelijk niet beter dan toen de moderne insecticiden voor het eerst in gebruik kwamen. Het Oklahoma Wildlife Conservation Department verklaarde in 1961 dat er meldingen zijn van visverliezen in boerderijvijvers en kleine meren waren binnengekomen met een snelheid van minstens één per week, en dat is zo rapporten namen toe. De omstandigheden die meestal verantwoordelijk zijn voor deze verliezen in Oklahoma waren die bekend gemaakt door herhaling door de jaren heen: de toepassing van insecticiden op gewassen, een zware regen en gif spoelden in de vijvers. In sommige delen van de wereld het kweken van vis in vijvers biedt een onmisbare bron van voedsel. Op dergelijke plaatsen het gebruik van insecticiden zonder rekening te houden met de effecten op vissen, levert dit onmiddellijk problemen op. In Rhodesië bijvoorbeeld de jongen van een belangrijke voedselvis, de Kafue-brasem, worden gedood door blootstelling aan slechts 0,04 delen per miljoen DDT in ondiepe poelen. Zelfs kleinere doses van veel andere insecticiden zouden dat zijn dodelijk. De ondiepe wateren waarin deze vissen leven, zijn gunstige plaatsen waar muggen worden gekweekt. De probleem van het beheersen van muggen en tegelijkertijd het behoud van een vis belangrijk in de Het Centraal-Afrikaanse dieet is duidelijk niet naar tevredenheid opgelost.

De kweek van melkvissen in de Filipijnen, China, Vietnam, Thailand, Indonesië en India wordt geconfronteerd met een soortgelijk probleem. De melkvis wordt gekweekt in ondiepe vijvers langs de kusten van deze landen. Jonge scholen verschijnen plotseling in de kustwateren (van niemand weet waar) en zijn geschept en in beslag genomen, waar ze hun groei voltooien. Zo belangrijk is deze vis als bron van dierlijke eiwitten voor de rijstetende miljoenen in Zuidoost-Azië en India dat het Pacific Science Congress internationale inspanningen heeft aanbevolen om te zoeken naar de nu onbekende paaigronden, om de kweek van deze vissen op een enorme te ontwikkelen schaal. Toch is het sproeien toegestaan om zware verliezen te veroorzaken in bestaande hindernissen. In de Filipijnen sproeien vanuit de lucht voor muggenbestrijding heeft vijverbezitters duur gekost. In zo'n vijver met 120.000 melkvissen stierf meer dan de helft van de vissen nadat een sproeivliegtuig voorbij was gegaan ondanks de wanhopige inspanningen van de eigenaar om het gif te verdunnen door de vijver onder water te

zetten.

Een van de meest spectaculaire visdoden van de afgelopen jaren vond plaats in de Colorado River hieronder Austin, Texas, in 1961. Kort na daglicht op zondagochtend 15 januari, dode vissen verscheen in het nieuwe Town Lake in Austin en in de rivier voor een afstand van ongeveer 5 mijl lager het meer. De dag ervoor was er nog niemand gezien. Op maandag waren er meldingen van dode vissen 50 mijl stroomafwaarts. Tegen die tijd was het duidelijk dat er een golf van een of andere giftige substantie was naar beneden gaan in het rivierwater. Tegen 21 januari werden vissen 100 mijl stroomafwaarts gedood in de buurt van La Grange, en een week later deden de chemicaliën hun dodelijke werk 200 mijl lager Austin. In de laatste week van januari waren de sluizen aan de Intracoastal Waterway gesloten sluit de giftige wateren van Matagorda Bay uit en leidt ze af naar de Golf van Mexico.

Ondertussen merkten onderzoekers in Austin een geur op die verband houdt met de insecticiden chlordane en toxafteen. Het was vooral sterk in de afvoer van een van de stormriolen. Deze riool was in het verleden in verband gebracht met problemen van industrieel afval, en toen officieren van de Texas Game and Fish Commission volgde het terug uit het meer, ze merkten een geur op die van benzeenhexachloride bij alle openingen zo ver terug als een toevoerleiding van een chemische fabriek.

Tot de belangrijkste producten van deze fabriek behoorden DDT, benzeenhexachloride, chloorlaan en [081] toxaphene, evenals kleinere hoeveelheden andere insecticiden. De manager van de fabriek gaf toe dat hoeveelheden insecticide in poedervorm in het riool waren gespoeld recenter, en nog belangrijker, erkende hij dat een dergelijke verwijdering van gemorst insecticide en residuen waren de afgelopen 10 jaar gebruikelijk. Bij verder zoeken, de visserij officieren vonden andere planten waar regen of gewoon schoon water insecticiden zou vervoeren in het riool. Het feit dat de laatste schakel in de keten was, was echter de ontdekking dat een paar dagen voordat het water in het meer en de rivier dodelijk werd om het hele stormrioel te vissen systeem was weggespoeld met enkele miljoenen liters water onder hoge druk om te verwijderen het van puin. Bij dit spoelen waren ongetwijfeld insecticiden vrijgekomen die zich in de opeenhoping van grind, zand en puin en droegen ze in het meer en vandaar naar de rivier, waar che-

misch tests bevestigden later hun aanwezigheid. Terwijl de dodelijke massa de Colorado afdreef, droeg het dood ervoor. Gedurende 140 mijl stroomafwaarts van het meer moet het vissen doden bijna zijn geweest compleet, want toen zegeningen later werden gebruikt in een poging om te ontdekken of er vissen waren ontsnapt kwamen ze leeg aan. Dode vissen van 27 soorten werden waargenomen, in totaal ongeveer 1000 pond naar een mijl van de rivieroever. Er waren kanaalkatten, de belangrijkste wildvis van de rivier. Er waren blauwe en platte meervallen, bullheads, vier soorten sunfish, shiners, dace, stenen rollen, largemouth bass, karper, mul, sukkels. Er waren paling, gar, karper, rivierkreeften, spiermaag shad en buffalo. Onder hen waren enkele van de patriarchen van de rivier, vissen die door hun grootte moet van hoge leeftijd zijn geweest - veel meervlakte meervallen met een gewicht van meer dan 25 pond, sommige van 60 naar verluidt opgepikt door lokale bewoners langs de rivier, en officieel een gigantische blauwe meerval opgenomen als een gewicht van 84 pond. De Game and Fish Commission voorspelde dat zelfs zonder verdere vervuiling het patroon van de vispopulatie van de rivier zou jarenlang worden veranderd.

Sommige soorten - diegene die binnen de grenzen van hun natuurlijke verspreidingsgebied bestaan - zullen misschien nooit in staat zijn om vestigen zich, en de anderen konden dit alleen doen met behulp van uitgebreide kous operaties door de staat. Zoveel van de Austin visramp is bekend, maar er was bijna zeker een vervolg. Het giftige rivierwater was nog steeds bezet van zijn doodsveroorzakende kracht na meer dan 200 mijl stroomafwaarts passeren. Het werd als te gevaarlijk beschouwd om te worden toegelaten de wateren van Matagorda Bay, met zijn oesterbanken en garnalenvisserij, en dus de hele giftige uitstroom werd omgeleid naar de wateren van de open Golf. Wat waren de effecten daar? En hoe zit het met de uitstroom van tientallen andere rivieren, die verontreinigende stoffen vervoeren misschien even dodelijk?

Momenteel zijn onze antwoorden op deze vragen voor het grootste deel slechts gissingen, maar die zijn er groeiende bezorgdheid over de rol van pesticidenvervuiling in estuaria, kwelders, baaien en andere kustwateren. Niet alleen ontvangen deze gebieden de vervuilde afvoer van rivieren, maar ook meestal worden ze direct gespoten in een poging om muggen of andere insecten te bestrijden.

Nergens heeft het effect van pesticiden op het leven van kwelders, estuaria en alle rustige inhammen van de zee is meer grafisch aangetoond dan aan de oostkust van Florida, in de Indian River land. Daar, in het voorjaar van 1955, ongeveer 2000 hectare kwelder in St. Lucie County werd behandeld met dieldrin in een poging om de larven van de zandvlieg te elimineren. De gebruikte concentratie was een pond actief ingrediënt aan de acre. Het effect op het leven van de wateren was catastrofaal. Wetenschappers van het Entomology Research Center van de State Board of Gezondheid onderzocht het bloedbad na het sproeien en meldde dat het vissen doden 'aanzienlijk was compleet'. Overal lagen dode vissen langs de oevers. Vanuit de lucht waren haaien te zien intrekken, aangetrokken door de hulpeloze en stervende vissen in het water. Geen enkele soort werd gespaard. Onder de doden waren raamstijlen, snook, mojarras, gambusia.

[082] Het minimale onmiddellijke totale aantal doden in de moerassen, exclusief de Indian River kustlijn, was 20-30 ton vissen, of ongeveer 1.175.000 vissen, van ten minste 30 soorten [gerapporteerde R. W. Harrington, Jr. en WL Bidlingmayer van het onderzoeksteam]. Weekdieren leken te zijn ongedeerd door dieldrin. Schaaldieren werden vrijwel overal in het gebied uitgeroeid. De hele aquatische krabbevolking was blijkbaar vernietigd en de vioolkrabben, bijna vernietigd, overleefde slechts tijdelijk in stukken moeras die kennelijk door de pellets werden gemist. Het grotere spel en voedselvissen waren het snelst bezweken ... Krabben schoten op en vernietigden de stervende vissen, maar de volgende dag waren zelf dood. Slakken bleven viskarkassen verslinden. Na twee weken bleef er geen spoor meer over van het nest dode vissen. Dezelfde melancholische foto werd geschilderd door wijlen Dr. Herbert R. Mills uit zijn waarnemingen in Tampa Bay aan de overkant van Florida, waar de National Audubon Society een toevluchtsoord voor zeevogels in het gebied exploiteert inclusief Whiskey Stump Key. Het heiligdom werd ironisch genoeg een arm toevluchtsoord na de lokale bevolking gezondheidsautoriteiten voerden een campagne om de kwelders te vernietigen. Weer vissen en krabben waren de voornaamste slachtoffers. De vioolkrab, die kleine en pittoreske schaaldier wiens hordes over slikken of zandplaten bewegen zoals grazend vee, heeft geen verdediging tegen de sproeiers. Na opeenvolgende besproeiingen in de zomer en herfstmaanden (sommige gebieden waren maar liefst 16 keer gespoten), werd de toestand van de vioolkrabben samengevat door Dr. Mills: 'A progressieve schaarste aan vioolspelers was inmiddels duidelijk

geworden. Waar zou moeten zijn geweest in de buurt van 100.000 vioolspelers onder het getij en de weersomstandigheden van de dag [12 oktober] waren er niet meer dan 100 die overal op het strand te zien waren, en deze waren allemaal dood of ziek, beven, trillen, struikelen, nauwelijks in staat om te kruipen; hoewel in aangrenzende onbespoten gebieden vioolspelers waren er in overvloed. '

De plaats van de vioolkrab in de ecologie van de wereld die het bewoont is een noodzakelijke, niet gemakkelijk gevuld. Het is een belangrijke voedselbron voor veel dieren. Kustwasberen voeden zich met hen. Dus doe dat ook moerasbewonende vogels zoals de klepelrail, kustvogels en zelfs bezoekende zeevogels. In het nieuwe Kwelder van Jersey besproeid met DDT, de normale populatie lachende meeuwen was verminderd met 85 procent gedurende enkele weken, vermoedelijk omdat de vogels daarna geen voldoende voedsel konden vinden het sproeien. De moerasfidders zijn ook op andere manieren belangrijk, en zijn nuttige aaseters en de modder van de moerassen beluchten door hun uitgebreide graven. Ze leveren ook hoeveelheden aas voor vissers. De vioolkrab is niet het enige schepsel van getijdenmoeras en estuarium bedreigd door pesticiden; anderen van meer voor de hand liggend belang voor de mens zijn bedreigde. De beroemde blauwe krab van de Chesapeake Bay en andere Atlantische kustgebieden is een voorbeeld. Deze krabben zijn zo zeer gevoelig voor insecticiden dat elke besproeiing van kreken, sloten en vijvers in getijdemoerassen doodt de meeste krabben die daar leven. Niet alleen de lokale krabben sterven, maar anderen die zich vanuit de zee in een besproeid gebied bewegen, bezwijken voor het aanhoudende gif.

En soms kan vergiftiging indirect zijn, zoals in de moerassen in de buurt van Indian River, waar aaskrabben vielen de stervende vissen aan, maar al snel bezweken ze aan het gif. Minder is bekend over het gevaar voor de kreeft. Het behoort echter tot dezelfde groep geleedpotigen als de blauwe krab, heeft in wezen dezelfde fysiologie en zou waarschijnlijk hetzelfde lijden bijwerkingen. Dit zou ook gelden voor de steenkrab en andere schaaldieren die direct hebben economisch belang als voedsel voor mensen.

De kustwateren - de baaien, de geluiden, de riviermondingen, de getijdenmoerassen - vormen een ecologische eenheid van het grootste belang. Ze zijn zo intiem en onmisbaar met verbonden het leven van vele vissen,

weekdieren en schaaldieren die niet langer bewoonbaar waren [083] zeevruchten zouden van onze tafels verdwijnen. Zelfs onder vissen die sterk variëren in kustgebieden wateren, velen zijn afhankelijk van beschermde kustgebieden om te dienen als kwekerij en voedingsgronden voor hun jong. Baby tarpon zijn overvloedig in al dat labyrint van mangrove omzoomde beekjes en grachten die grenzen aan het onderste derde deel van de westkust van Florida. Aan de Atlantische kust de zee forel, croaker, spot en drum spawnen op zandstranden langs de inhammen tussen de eilanden of 'banken' die als een beschermende ketting liggen voor een groot deel van de kust ten zuiden van New York. De jonge vis luik en worden door de inlaten door de getijden gedragen. In de baaien en geluiden - Currituck, Pamlico, Bogue en vele anderen - ze vinden overvloedig voedsel en groeien snel. Zonder deze kinderdagverblijven van warme beschermde, voedselrijke wateren de bevolking van deze en vele andere soort kon niet worden gehandhaafd. Toch laten we pesticiden ze binnen via de rivieren en door direct over aangrenzende moerassen te spuiten. En de vroege stadia van deze vissen, zelfs meer dan de volwassenen, zijn vooral vatbaar voor directe chemische vergiftiging. Garnalen zijn ook afhankelijk van kustvoederplaatsen voor hun jongen. Een overvloedige en zeer uiteenlopende soort ondersteunt de gehele commerciële visserij in de zuidelijke Atlantische Oceaan en de Golfstaten. Hoewel spawning optreedt bij zee, de jonge komen in de estuaria en baaien wanneer een paar weken oud om opeenvolgend te ondergaan vervelt en verandert van vorm. Daar blijven ze van mei of juni tot de herfst en voeden zich met de onderste detritus. Gedurende de gehele periode van hun kustleven, het welzijn van de garnalenpopulaties en van de industrie die zij ondersteunen, hangt af van gunstige omstandigheden in de estuaria. Vormen pesticiden een bedreiging voor de garnalenvisserij en het aanbod voor de markten? De antwoord kan zijn opgenomen in recente laboratoriumexperimenten uitgevoerd door het Bureau van Commerciële Visserij. De insecticidetolerantie van jonge commerciële garnalen net voorbij het larvenleven bleek buitengewoon laag te zijn - gemeten in delen per miljard in plaats van de meer gebruikelijkegebruikte standaard van onderdelen per miljoen. De helft van de garnalen in één experiment werd bijvoorbeeld gedood door dieldrin in een concentratie van slechts 15 per miljard. Andere chemicaliën waren nog giftiger.

Endrin, altijd een van de meest dodelijke pesticiden, doodde de helft van de garnalen bij a concentratie van slechts de helft van een deel per miljard.

De bedreiging voor oesters en kokkels is meervoudig.

Nogmaals, de jonge stadia zijn het meest kwetsbaar. Deze schelpdieren bewonen de bodem van baaien en geluiden en getijdenrivieren van New England tot Texas en beschutte gebieden van de Pacifische kust.

Hoewel sedentair in het volwassen leven, lozen ze hun spawn in de zee, waar de jongen zijn vrij wonen voor een periode van enkele weken. Op een zomerdag werd een fijnmazig sleepnet getrokken een boot verzamelt, samen met de andere drijvende planten en dieren die deel uitmaken van het plankton, de oneindig kleine, fragiel-als-glas larven van oesters en kokkels. Niet groter dan stofkorrels, deze transparante larven zwemmen rond in het oppervlaktewater en voeden zich met het microscopische plantenleven van het plankton. Als de oogst van zeer kleine zee-groei mislukt, zullen de jonge schelpdieren verhongeren. Nog pesticiden kunnen grote hoeveelheden plankton vernietigen. Enkele van de herbiciden in algemeen gebruik op gazons, gecultiveerde velden en bermen en zelfs in kustmoerassen zijn buitengewoon giftig voor het plantenplankton dat de larvale weekdieren als voedsel gebruiken - soms al een paar delen per miljard.

De delicate larven zelf worden gedood door zeer kleine hoeveelheden van veel gewone dieren insecticiden. Zelfs blootstelling aan minder dan dodelijke hoeveelheden kan uiteindelijk leiden tot de dood van de larven, want onvermijdelijk wordt de groeisnelheid vertraagd. Dit verlengt de periode die de larven moeten doorbrengen in de gevaarlijke wereld van het plankton en dus vermindert de kans dat ze zullen leven volwassenheid. Voor volwassen weekdieren is er blijkbaar minder gevaar voor directe vergiftiging, althans door sommige van de pesticiden. Dit is echter niet noodzakelijk geruststellend. Oesters en kokkels kunnen [084] concentreren deze gifstoffen in hun spijsverteringsorganen en andere weefsels. Beide soorten schelpdieren zijn normaal gesproken heel en soms rauw gegeten. Dr. Philip Butler van het Bureau of Commercial Visserij heeft gewezen op een onheilspellende parallel in die zin dat we ons in hetzelfde bevinden situatie als de roodborstjes. De roodborstjes, herinnert hij ons eraan, stierven niet als een direct gevolg van het sproeien van DDT. Ze stierven omdat ze aardwormen hadden gegeten die zich al hadden geconcentreerd pesticiden in hun weefsels. . . .

Hoewel de plotselinge dood van duizenden vissen of schaaldieren in een

stroom of vijver als de het directe en zichtbare effect van insectenbestrijding is dramatisch en alarmerend, deze ongezien en vooralsnog grotendeels onbekende en onmeetbare effecten van pesticiden die estuaria indirect in stromen bereiken en rivieren kunnen uiteindelijk desastreuzer zijn. De hele situatie is bezaaid met vragen voor waarop momenteel geen bevredigende antwoorden zijn. We weten dat pesticiden in afvoer van boerderijen en bossen wordt nu naar de zee gebracht in de wateren van velen en misschien alle grote rivieren. Maar we kennen de identiteit van alle chemicaliën of hun niet totale hoeveelheid, en we hebben momenteel geen betrouwbare tests voor het identificeren ervan in zeer verdunde toestand zodra ze de zee hebben bereikt. Hoewel we weten dat de chemicaliën dat hebben vrijwel zeker veranderingen ondergaan tijdens de lange periode van doorvoer, we weten niet of de veranderde chemische stof is giftiger dan het origineel of minder. Een ander bijna onontgonnen gebied is de kwestie van interacties tussen chemicaliën, een vraag die vooral urgent wordt wanneer ze het mariene milieu binnenkomen waar zoveel verschillende mineralen aan worden blootgesteld mengen en transporteren. Al deze vragen vereisen dringend de precieze antwoorden die alleen uitgebreid onderzoek kan bieden, maar fondsen voor dergelijke doeleinden zijn jammerlijk klein.

De visserij op zoet en zout water is een bron van groot belang, waarbij de belangen zijn betrokken en het welzijn van een zeer groot aantal mensen. Dat ze nu serieus worden bedreigd de chemicaliën die onze wateren binnendringen kunnen niet langer worden betwijfeld. Als we zouden afleiden naar constructief onderzoek zelfs een klein deel van het geld dat elk jaar wordt uitgegeven aan de ontwikkeling van steeds meer giftige sprays, we zouden manieren kunnen vinden om minder gevaarlijke materialen te gebruiken en gifstoffen buiten te houden waterwegen. Wanneer zal het publiek zich voldoende bewust worden van de feiten om een dergelijke actie te eisen?

[085] 10. Zonder onderscheid van de lucht

VAN KLEINE BEGINNINGEN over landerijen en bossen heeft de reikwijdte van sproeien vanuit de lucht verbreed en het volume is toegenomen, zodat het onlangs is geworden wat een Britse ecooloog op het aardoppervlak 'een verbazingwekkende regen des doods' genoemd. Onze houding tegenover gifstoffen heeft een subtiele verandering ondergaan. Eens werden ze bewaard in containers gemarkeerd met schedel en gekruiste; de zeldzame gelegenheden van hun gebruik werden gemarkeerd met de grootste zorg dat ze zou in contact moeten komen met het doel en met niets anders. Met de ontwikkeling van de nieuwe organische insecticiden en de overvloed aan overtollige vliegtuigen na de Tweede Wereldoorlog, allemaal dit was vergeten. Hoewel het vergif van vandaag gevaarlijker is dan ooit tevoren bekend, is dat wel het geval zijn ongelooflijk iets geworden om zonder onderscheid uit de lucht te worden gedoucht. Niet alleen het doelinsect of de plant, maar alles - menselijk of niet-menselijk - binnen het bereik van de chemische neerslag kan de sinistere aanraking van het gif kennen. Niet alleen bossen en gecultiveerd velden worden bespoten, maar ook dorpen en steden.

Heel wat mensen hebben nu twijfels over de verspreiding van dodelijke chemicaliën in de lucht miljoenen hectaren en twee massale spuitcampagnes die eind jaren vijftig werden ondernomen veel om deze twijfels te vergroten. Dit waren de campagnes tegen de zigeunermot in de noordoostelijke staten en de vuurmier in het zuiden. Noch is een inheems insect, maar beide zijn geweest in dit land gedurende vele jaren zonder een situatie te creëren die om wanhopige maatregelen vraagt. Nog drastische actie werd plotseling tegen hen ondernomen, onder de eind-rechtvaardigt-de-middelen filosofie dat heeft te lang de controleafdelingen van ons ministerie van Landbouw geleid.

Het zigeunermotprogramma laat zien wat een enorme hoeveelheid schade hij kan aanrichten als hij roekeloos is grootschalige behandeling wordt vervangen door lokale en matige controle. De campagne tegen de fire ant is een goed voorbeeld van een campagne die is gebaseerd op grove overdrijving van de behoefte aan controle, botweg gelanceerd zonder wetenschappelijke kennis van de dosis vergif die nodig is om te vernietigen het doel-

wit of de effecten ervan op ander leven. Geen van beide programma's heeft zijn doel bereikt. . . .

De zigeunermot, afkomstig uit Europa, woont al bijna honderd jaar in de Verenigde Staten. In 1869 liet een Franse wetenschapper, Leopold Trouvelot, per ongeluk een paar van deze motten ontsnappen van zijn laboratorium in Medford, Massachusetts, waar hij ze probeerde over te steken zijderupsen. Beetje bij beetje verspreidde de zigeunermot zich over New England. De primaire agent van zijn progressieve verspreiding is de wind; het larve- of rupsstadium is extreem licht en kan tot grote hoogten en over grote afstanden worden gedragen. Een ander middel is de verzending van planten die de eiermassa dragen, de vorm waarin de soort in de winter voorkomt. De zigeunermot, die in zijn larvenstadium het gebladerte van eikenbomen en een paar andere hardhout aanvalt voor een paar weken per lente, komt nu voor in alle staten van New England. Het komt ook sporadisch voor in New Jersey, waar het werd geïntroduceerd in 1911 op een lading sparren uit Nederland, en in Michigan, waar de wijze van binnenkomst niet bekend is. De orkaan van New England uit 1938 droeg het naar Pennsylvania en New York, maar de Adirondacks hebben over het algemeen gediend als een barrière voor zijn westwaartse opmars, bebost met soorten die er niet aantrekkelijk voor zijn. De taak om de zigeunermot te beperken tot de noordoostelijke hoek van het land is geweest bereikt door een verscheidenheid aan methoden, en in de bijna honderd jaar sinds zijn aankomst dit continent de angst dat het de grote hardhoutbossen van het zuiden zou binnendringen Appalachen zijn niet gerechtvaardigd. Dertien parasieten en roofdieren werden geïmporteerd [086] in het buitenland en met succes gevestigd in New England. De landbouwafdeling zelf heeft gecrediteerd deze invoer met aanzienlijk verminderen van de frequentie en destructiviteit van uitbarstingen van zigeunermot. Deze natuurlijke controle, plus quarantainemaatregelen en lokaal spuiten, bereikt wat het ministerie in 1955 omschreef als 'uitstekende beperking van distributie en schade'. Maar slechts een jaar na het uiten van tevredenheid over de stand van zaken, de Plant Pest Control Division is begonnen met een programma waarin wordt opgeroepen tot het sproeien van enkele miljoenen acres een jaar met de aangekondigde intentie om de zigeunermot uiteindelijk te 'uitroeien'. ('Uitroeijing' betekent de volledige en definitieve uitroeijing of uitroeijing van een soort over zijn hele bereik. Nog omdat opeenvolgende programma's zijn mislukt, heeft de Afdeling het nodig gevonden om als

tweede te spreken of derde 'uitroeiingen' van dezelfde soort in hetzelfde gebied.)

De totale chemische oorlog van het ministerie tegen de zigeunermot begon op ambitieuze schaal. In 1956 bijna een miljoen hectare werden besproeid in de staten Pennsylvania, New Jersey, Michigan en New York. Veel klachten over schade zijn gedaan door mensen in de besproeide gebieden.

Natuurbeschermers raakten in toenemende mate gestoord toen het patroon van het besproeien van grote gebieden begon zichzelf vestigen. Toen plannen werden aangekondigd voor het spuiten van 3 miljoen hectare in 1957 oppositie werd nog sterker. Staats- en federale landbouwambtenaren haalden kenmerkend hun schouders op individuele klachten als onbelangrijk. Het Long Island-gebied opgenomen in de zigeunermot sproeien bestond in 1957 voornamelijk uit dichtbevolkte steden en buitenwijken en enkele kustgebieden met grenzend kwelder. Nassau County, Long Island, is de meest dichtbevolkte provincie in New York, afgezien van New York City zelf. In wat de hoogte van absurditeit lijkt, de 'dreiging van de aantasting van het grootstedelijk gebied van New York City' als belangrijk genoemd motivering van het programma. De zigeunermot is een bosinsect, zeker geen bewoner van steden. Hij leeft ook niet op weiden, akkers, tuinen of moerassen. Niettemin, de vliegtuigen ingehuurd door het Ministerie van Landbouw van de Verenigde Staten en het Ministerie van New York van Landbouw en markten hebben in 1957 de voorgeschreven DDT-in-stookolie met zich meegevoerd onpartijdigheid. Ze bespotten vrachtwagen tuinen en melkveebedrijven, visvijvers en kwelders. Ze besproeide de kwart hectare grote voorsteden, een huisvrouw doordrenken die zich wanhopig inspande bedek haar tuin voordat het brullende vliegtuig haar bereikte en was een insecticide over kinderen aan het douchen spelen en pendelaars op treinstations. In Setauket dronk een mooi kwartpaard uit een trog in een veld dat de vliegtuigen hadden bespotten; tien uur later was het dood. Auto's werden gespot met het olieachtige mengsel; bloemen en struiken waren verwoest. Vogels, vissen, krabben en nuttige insecten waren gedood. Een groep inwoners van Long Island onder leiding van de wereldberoemde ornitholoog Robert Cushman Murphy had om een gerechtelijk bevel verzocht om het spuiten van 1957 te voorkomen. Ontkenning van een voorlopige voorziening, de protesterende burgers moesten de voorgeschreven doordrenking met DDT ondergaan, maar daarna volhardde in pogingen om

een permanent bevel te verkrijgen. Maar omdat de daad al was geweest voerde de rechtbank uit dat het verzoek om een bevel 'moot' was. De zaak werd gedragen helemaal naar het Hooggerechtshof, dat weigerde het te horen. Justitie William O. Douglas, sterk afwijkend van het besluit om de zaak niet te herzien, vond dat 'de alarmen dat veel experts alarmeren en verantwoordelijke ambtenaren hebben gewezen op de gevaren van DDT onderstrepen het publieke belang van deze zaak.'

Het pak dat door de Long Island-burgers werd gebracht, diende in ieder geval om de publieke aandacht op de te richten groeiende trend naar massale toepassing van insecticiden, en op de kracht en de neiging van de controleinstanties om zogenaamd onschendbare eigendomsrechten van particulieren te negeren. [087] De besmetting van melk en landbouwproducten kwam tijdens het sproeien van de zigeunermot als een onaangename verrassing voor veel mensen. Wat gebeurde er op de 200 hectare grote Wallerboerderij in het noorden van Westchester County, New York, was onthullend. Mevrouw Waller had er specifiek om gevraagd Landbouw ambtenaren niet om haar eigendom te spuiten, omdat het onmogelijk zou zijn om de te vermijden weiden in het sproeien van de bossen. Ze bood aan om het land te laten controleren op zigeunermotten en om een plaag te laten vernietigen door sproeien. Hoewel ze ervan verzekerd was dat er geen boerderijen waren zou worden gespoten, haar eigendom ontving twee directe sproeiers en was bovendien tweemaal onderworpen aan drifting spray. Melkmonsters genomen van de rasechte Guernsey-koeien van Wallers 48 uren later bevatte DDT een hoeveelheid van 14 delen per miljoen. Voer monsters uit velden waar de koeien hadden geweid waren natuurlijk ook besmet. Hoewel de provincie Health Afdeling is op de hoogte gebracht, er zijn geen instructies gegeven dat de melk niet in de handel mag worden gebracht. Deze situatie is helaas typerend voor het gebrek aan consumentenbescherming dat maar al te vaak voorkomt. Hoewel de Food and Drug Administration geen residuen van pesticiden in melk toestaat, is dat wel het geval beperkingen zijn niet alleen onvoldoende gecontroleerd, maar gelden alleen voor interstate zendingen.

Staats- en districtsfunctionarissen zijn niet verplicht om de federale pesticidetoleranties te volgen tenzij lokale wetten zich conformeren - en dat doen ze zelden.

Ook tuinders hebben geleden. Sommige bladgewassen waren zo verbrand

en bevlekt als te zijn onverkoopbaar. Anderen droegen zware resten; een voorbeeld van erwten geanalyseerd bij Cornell University Agricultural Experiment Station bevatte 14 tot 20 delen per miljoen DDT. Het wettelijke maximum is 7 delen per miljoen. Telers moesten daarom zware verliezen lijden of zich in de verkooppositie van producten met illegale residuen. Sommigen zochten en verzamelden schade. Naarmate het sproeien vanuit de lucht met DDT toenam, nam ook het aantal rechtszaken dat bij de rechtbank werd aangespannen toe.

Onder hen waren kostuums gebracht door imkers in verschillende delen van de staat New York. Zelfs voordat tijdens het spuiten van 1957 hadden de imkers zwaar geleden onder het gebruik van DDT in boomgaarden. 'Tot 1953 Ik had alles wat uitging van het Amerikaanse ministerie van Landbouw en de landbouwscholen, 'merkte een van hen bitter op. Maar in mei van dat jaar verloor deze man 800 kolonies nadat de staat een groot gebied had besproeid. Zo wijdverbreid en zwaar was het verlies dat 14 andere imkers hem vergezelden bij het aanklagen van de staat voor een kwart van een miljoen dollar aan schadevergoeding. Een andere imker, wiens 400 kolonies incidentele doelen van waren de 1957 spray, meldde dat 100 procent van de veldkracht van bijen (de arbeiders verzamelen zich nectar en stuifmeel voor de netelroos) waren gedood in beboste gebieden en tot 50 procent in landbouwgebieden spotten minder intensief.

'Het is heel pijnlijk,' schreef hij, 'om in mei een tuin in te lopen en geen bijengezoem te horen.'

De programma's van de zigeunermot werden gekenmerkt door vele daden van onverantwoordelijkheid. Omdat de spray vliegtuigen werden betaald door de gallon in plaats van door de hectare, er was geen poging conservatief te zijn, en veel eigenschappen werden niet één keer, maar meerdere keren gespoten. Contracten voor sproeien vanuit de lucht werden in ten minste één geval toegewezen aan een bedrijf buiten de staat zonder lokaal adres, wat dat niet had gedaan voldeed aan de wettelijke vereiste om zich te registreren bij overheidsfunctionarissen met het oog op het vestigen van wettelijke verantwoordelijkheid. In deze buitengewoon gladde situatie, burgers die hebben geleden direct financieel verlies door schade aan appelboomgaarden of bijen ontdekte dat er niemand was sue. Na het rampzalige spuiten van 1957 werd het programma abrupt en drastisch ingekort, met vage uitspraken over het 'evalueren' van eerder werk en het testen van al-

ternatieve insecticiden. In plaats daarvan van de 3½ miljoen acres die in 1957 werden bespoten, daalden de behandelde gebieden tot ½ miljoen in 1958 en ongeveer [088] 100.000 hectare in 1959, 1960 en 1961. Tijdens dit interval moeten de controle-instanties hebben nieuws gevonden van Long Island verontrustend. De zigeunermot was daar in aantallen teruggekomen.

De dure spuitoperatie die de afdeling veel publiekelijk vertrouwen had gekost en goede wil - de operatie die bedoeld was om de zigeunermot voor altijd weg te vagen - had in werkelijkheid plaats helemaal niets bereikt. . . . Ondertussen waren de Plant Pest Control-mannen van het ministerie tijdelijk zigeunermotten vergeten, want ze waren druk bezig een nog ambitieuzer programma in het Zuiden te lanceren. Het woord 'uitroeijing' kwam nog steeds gemakkelijk van de mimeograafmachines van het ministerie; deze keer de pers releases beloofden de uitroeijing van de vuurmier. De vuurmier, een insect genoemd naar zijn vurige angel, lijkt via de haven van Zuid-Amerika de Verenigde Staten binnen te zijn gekomen Mobile, Alabama, waar het kort na het einde van de Eerste Wereldoorlog werd ontdekt.

Tegen 1928 het had zich in de buitenwijken van Mobile verspreid en ging daarna door met een invasie die nu heeft plaatsgevonden droeg het in de meeste zuidelijke staten. Gedurende de meeste van de veertig jaar sinds zijn aankomst in in de Verenigde Staten lijkt de vuurmier weinig aandacht te hebben getrokken. De staten waar het was de meesten beschouwden het als hinderlijk, vooral omdat het grote nesten bouwt of een voet ophoopt of meer hoog. Deze kunnen de werking van landbouwmachines belemmeren. Maar slechts twee staten vermeldde het onder hun 20 belangrijkste insectenplagen, en deze plaatsten het onderaan de lijst. Nee officiële of particuliere bezorgdheid lijkt te zijn gevoeld over de vuurmier als een bedreiging voor gewassen of vee. Met de ontwikkeling van chemicaliën met brede dodelijke krachten, kwam er een plotselinge verandering in de officiële houding ten opzichte van de vuurmier. In 1957 werd het Amerikaanse ministerie van Landbouw lanceerde een van de meest opmerkelijke publiciteitscampagnes in zijn geschiedenis. De vuurmier werd plotseling het doelwit van een spervuur van overheidsuitgaven, films en door de overheid geïnspireerde verhalen die het beschrijven als een despoiler van de zuidelijke landbouw en een moordenaar van vogels, vee en mensen. Een machtige campagne werd aangekondigd, waarin de federale overheid in samenwerking met de getroffen staten zou uiteindelijk zo'n 20.000.000 hectare in ne-

gen behandelen zuidelijke staten. 'Pesticidemakers in de Verenigde Staten lijken in de VS een verkoopbonus te hebben aangeboord toenemend aantal breed opgezette ongedierteprogramma's uitgevoerd door de VS.

Department of Agriculture, 'meldde opgewekt een vakblad in 1958, als de brandweerman programma is begonnen.

Nooit is een bestrijdingsprogramma zo grondig en terecht verdoemd door praktisch iedereen behalve de begunstigen van deze 'verkoopbonus'. Het is een uitstekend voorbeeld van een zieke bedacht, slecht uitgevoerd en grondig schadelijk experiment in de massabeheersing van insecten, een experiment zo duur in dollars, in vernietiging van dierenleven en in verlies van publiek vertrouwen in de landbouwafdeling dat het onbegrijpelijk is dat er nog geld over is wees eraan toegewijd.

Congresondersteuning van het project werd aanvankelijk gewonnen door vertegenwoordigingen die later waren diskrediet. De vuurmier werd afgeschilderd als een serieuze bedreiging voor de zuidelijke landbouw door vernietiging van gewassen en dieren in het wild vanwege aanvallen op de jongen van grondnesten. Haar Sting zou het tot een ernstige bedreiging voor de menselijke gezondheid maken. Hoe gezond waren deze claims?

De verklaringen van getuigen van de afdeling die kredieten wilden, waren niet in overeenstemming met die in belangrijke publicaties van de afdeling Landbouw. Het bulletin Insecticide van 1957

Aanbevelingen ... voor de bestrijding van insecten Aanvallen van gewassen en vee deed niet zo veel alsoem de vuurmier - een buitengewone ommissie als het ministerie van zichzelf denkt propaganda. Bovendien, het encyclopedische jaarboek voor 1952, dat was gewijd aan insecten, [089] bevatte slechts één korte paragraaf over de vuurmier uit de half miljoen tekstwoorden. Tegen de ongedocumenteerde bewering van het ministerie dat de mier gewassen vernietigt en vee aanvalt de zorgvuldige studie van het Agricultural Experiment Station in de staat die het meeste heeft gehad intieme ervaring met dit insect, Alabama. Volgens wetenschappers uit Alabama is 'schade aan planten zijn over het algemeen zeldzaam. ' Dr. FS Arant, een entomoloog aan het Alabama Polytechnic Institute en in 1961 verklaart president van de Entomological Society of America dat zijn afdeling 'heeft geen enkel rapport ontvangen van schade aan planten door mieren in de afgelopen vijf jaar ... Geen schade aan vee is waargenomen. ' Deze mannen,

die daadwerkelijk de mieren in het veld hebben waargenomen en zeg in het laboratorium dat de vuurmieren zich voornamelijk voeden met een verscheidenheid aan andere insecten, velen van hen beschouwd als schadelijk voor de belangen van de mens. Vuurmieren zijn waargenomen bij het plukken van larven van de bol kever van katoen. Hun activiteiten voor het opbouwen van heuvels dienen een nuttig doel bij het beluchten en de grond aftappen. De Alabama-studies zijn onderbouwd door onderzoeken aan de Mississippi State University, en zijn veel indrukwekkender dan die van het ministerie van Landbouw bewijsmateriaal, blijkbaar gebaseerd op gesprekken met boeren, die er gemakkelijk een kunnen vergissen mier voor een ander, of op oud onderzoek. Sommige entomologen geloven dat de eetgewoonten van de mier dat hebben veranderd naarmate het overvloediger is geworden, zodat waarnemingen die enkele decennia geleden zijn gedaan, zijn gebeurd weinig waarde nu. De bewering dat de mier een bedreiging voor de gezondheid en het leven is, draagt ook aanzienlijk wijziging. De afdeling Landbouw heeft een propagandafilm gesponsord (om ondersteuning voor te krijgen het programma) waarin horror scènes werden gebouwd rond de steek van de vuurmier. Toegegeven, dit is het pijnlijk en men doet er goed aan om niet gestoken te worden, net zoals men gewoonlijk de angel ervan vermijdt wesp of bij. Ernstige reacties kunnen soms voorkomen bij gevoelige personen en medisch literatuur vermeldt één dood die mogelijk, hoewel niet absoluut, te wijten is aan vuur en gif. In in tegen telling hiermee registreert het Office of Vital Statistics 33 sterfgevallen alleen al in 1959 vanaf het prille begin bijen en wespen. Toch lijkt niemand te hebben voorgesteld deze insecten te 'uitroeien'. Nogmaals, lokaal bewijs is zeer overtuigend. Hoewel de brandmier 40 jaar in Alabama heeft gewoond en is het sterkst geconcentreerd daar, de Alabama State Health Officer verklaart dat 'er is nooit in Alabama een menselijke dood geregistreerd als gevolg van de beten van geïmporteerde vuurmieren, ' en beschouwt de medische gevallen als gevolg van de beten van vuurmieren 'incidenteel'. Mierenheuvels op gazons of speeltuinen kunnen een situatie creëren waarin kinderen waarschijnlijk worden gestoken, maar dit is het geval nauwelijks een excuus om miljoenen hectaren met gif te doordrenken. Deze situaties kunnen gemakkelijk zijn behandeld door individuele behandeling van de terpen.

Beschadiging van jachtvogels werd ook beweerd, zonder ondersteunend bewijs. Zeker een man gekwalificeerd om over dit onderwerp te spreken, is

de leider van de Wildlife Research Unit in Auburn, Alabama, Dr. Maurice F. Baker, die jarenlange ervaring in het gebied heeft gehad. Maar de mening van Dr. Baker is direct tegengesteld aan de claims van de landbouwafdeling. Hij verklaart: 'In Zuid-Alabama en in het noordwesten van Florida kunnen we uitstekende jacht- en bobwhite-populaties hebben samen met zware populaties van de geïmporteerde vuurmier ... in de bijna 40 jaar dat zuiden Alabama heeft de vuurmier gehad, de wildpopulaties hebben een gestage en zeer substantiële waarde getoond toenemen. Zeker, als de geïmporteerde vuurmier een ernstige bedreiging voor dieren in het wild zou zijn, deze omstandigheden kon niet bestaan.' Wat zou er gebeuren met dieren in het wild als gevolg van het insecticide dat tegen de mieren was een andere zaak. De te gebruiken chemicaliën waren beide dieldrin en heptachloor relatief nieuw. Voor beide was er weinig ervaring met het gebruik in het veld en niemand wist wat hun effecten op wilde vogels, vissen of zoogdieren wanneer ze op grote schaal worden toegepast. Het was het is echter bekend dat beide gifstoffen vele malen giftiger waren dan DDT [090] tegen die tijd ongeveer een decennium gebruikt, en had zelfs enkele vogels en veel vissen gedood een koers van 1 pond per hectare. En de dosering van dieldrin en heptachlor was zwaarder - 2 pond tot het acre onder de meeste omstandigheden, of 3 pond dieldrin als de witomrande kever ook moest worden gecontroleerd. In termen van hun effecten op vogels zou het voorgeschreven gebruik van heptachlor zijn gelijk aan 20 pond DDT aan het acre, dat van dieldrin tot 120 pond!

Dringende protesten werden gemaakt door de meeste van de staat conservatie afdelingen, door nationale natuurbeschermingsinstanties, en door ecologen en zelfs door sommige entomologen, die een beroep doen op de dan minister van Landbouw, Ezra Benson, om het programma op zijn minst uit te stellen tot enig onderzoek was gedaan om de effecten van heptachloor en dieldrin op wilde en gedomesticeerde te bepalen dieren en om de minimale hoeveelheid te vinden die de mieren zou beheersen. De protesten waren genegeerd en het programma werd gelanceerd in 1958. Een miljoen hectare werd behandeld het eerste jaar. Het was duidelijk dat elk onderzoek de aard van een post mortem zou hebben.

Naarmate het programma voortduurde, begonnen zich feiten te verzamelen uit studies van staatsbiologen en federale natuurorganisaties en verschillende universiteiten. Uit de onderzoeken bleek dat alle verliezen liepen manier

om de vernietiging van dieren in het wild op sommige van de behandelde gebieden te voltooien. Pluimvee, vee en huisdieren werden ook gedood. De afdeling landbouw heeft alle sporen van schade weggevaagd overdreven en misleidend.

De feiten blijven zich echter verzamelen. In Hardin County, Texas, bijvoorbeeld, opossums, gordeldieren en een overvloedige wasbeerpopulatie verdwenen vrijwel nadat de chemische stof was neergelegd. Zelfs de tweede herfst na de behandeling waren deze dieren schaars. De weinige wasberen dan gevonden in het gebied droegen residuen van de chemische stof in hun weefsels. Dode vogels gevonden in de behandelde gebieden hadden de gifstoffen die werden gebruikt tegen de vuurmieren geabsorbeerd of ingeslikt, feit duidelijk aangetoond door chemische analyse van hun weefsels. (De enige vogel die in alle getallen overleefde was de huismus, die ook in andere gebieden enig bewijs heeft gegeven dat dit mogelijk is relatief immuun.) Op een kanaal in Alabama dat in 1959 werd behandeld, werd de helft van de vogels gedood. Soorten die op de grond leven of frequent lage vegetatie leden 100 procent sterfte. Zelfs een jaar na de behandeling vond er een voorjaarsterfte aan zangvogels plaats en lag er veel goed nestgebied stil en onbezet. In Texas zijn dode merels, dickcissels en weiland gevonden de nesten, en veel nesten waren verlaten. Wanneer exemplaren van dode vogels uit Texas, Louisiana, Alabama, Georgia en Florida werden meer dan voor analyse naar de Fish and Wildlife Service gestuurd 90 procent bleek residuen van dieldrin of een vorm van heptachloor te bevatten, in hoeveelheden omhoog tot 38 delen per miljoen.

Houtsneden, die in de winter in Louisiana broeden maar in het noorden broeden, dragen nu het spoor van de vuurmier vergif in hun lichaam. De oorzaak van deze verontreiniging is duidelijk. Houtsneden voeden zich zwaar aardwormen, waar ze naar zoeken met hun lange rekeningen. Overlevende wormen in Louisiana waren bleek 6 tot 10 maanden daarna 20 delen per miljoen heptachloor in hun weefsels te hebben behandeling van het gebied. Een jaar later hadden ze tot 10 delen per miljoen. De gevolgen van de subletale vergiftiging van de houtsnip wordt nu gezien in een duidelijke daling van het aandeel van jonge vogels tot volwassenen, voor het eerst waargenomen in het seizoen nadat de behandelingen met vuurmieren begonnen waren. Sommige van de het meest verontrustende nieuws voor zuidelijke sporters betrof de bobwhite kwartel. Deze vogel, een grond nester

en voederaar, was alles behalve geëlimineerd op behandelde gebieden. In Alabama bijvoorbeeld, biologen van de Alabama Cooperative Wildlife Research Unit voerde een voorlopige telling van de kwartel uit bevolking in een 3600 hectare groot gebied dat was gepland voor behandeling. Dertien resident coveys— 121 kwartel - reikte over het gebied. Twee weken na de behandeling konden alleen dode kwartels worden gevonden. Allemaal [091] exemplaren die voor analyse naar de Fish and Wildlife Service werden gestuurd, bleken insecticiden te bevatten in hoeveelheden voldoende om hun dood te veroorzaken. De bevindingen in Alabama zijn gedupliceerd in Texas, waar een 2500 hectare groot gebied behandeld met heptachlor al zijn kwartels verloor. Samen met de kwartel ging 90 procent van de zangvogels. Wederom onthulde analyse de aanwezigheid van heptachloor in de weefsels van dode vogels.

Naast kwartels werden wilde kalkoenen ernstig verminderd door het vuurmierenprogramma. Hoewel 80 kalkoenen waren geteld op een gebied in Wilcox County, Alabama, voordat heptachlor was toegepast, in de zomer na de behandeling kon niemand worden gevonden - geen, behalve een koppeling van niet-gearceerde eieren en één dood gevogelte. De wilde kalkoenen hebben misschien hetzelfde lot ondergaan als hun binnenlandse broeders, voor kalkoenen op boerderijen in het met chemicaliën behandelde gebied, produceerden ook weinig jong. Er kwamen maar weinig eieren uit en bijna geen jongen overleefde. Dit gebeurde niet in de buurt onbehandelde gebieden. Het lot van de kalkoenen was zeker niet uniek. Een van de meest voorkomende bekende en gerespecteerde natuurbiologen in het land, Dr. Clarence Cottam, riep een deel van de boeren wier eigendom was behandeld. Naast de opmerking dat 'alle kleine boomvogels' leek te zijn verdwenen nadat het land was behandeld, meldden de meeste van deze mensen verliezen van vee, pluimvee en huisdieren. Eén man was 'woedend tegen de controle werknemers, 'meldde Dr. Cottam,' omdat hij zei dat hij 19 karkassen had begraven of anderszins had verwijderd zijn koeien die waren gedood door het gif en hij wist dat nog drie of vier koeien stierf als gevolg van dezelfde behandeling. Kalveren stierven die sinds hun geboorte alleen melk hadden gekregen. '

De mensen die Dr. Cottam interviewde, waren verbaasd over wat er in de maanden was gebeurd na de behandeling van hun land. Een vrouw vertelde hem dat ze verschillende kippen had geplaatst na de het omringende land

was bedekt met gif 'en om redenen die ze niet begreep, begreep ze het niet weinig jongen werden uitgekomen of overleefd. ' Een andere boer werpt varkens en gedurende volledig negen maanden na de uitzending van vergif kon hij geen jonge varkens grootbrengen. De nesten werden dood geboren of zij stierf na de geboorte. ' Een soortgelijk rapport kwam van een ander, die zei dat dat uit 37 nesten dat zou kunnen hebben maar liefst 250 jonge genummerd, slechts 31 biggetjes overleefden. Deze man was ook rustig geweest kon geen kippen grootbrengen omdat het land vergiftigd was. Het ministerie van Landbouw heeft consequent geweigerd vee verliezen gerelateerd aan het vuur mier programma. Een dierenarts in Bainbridge, Georgia, Dr. Otis L. Poitevint, die werd opgeroepen om veel van de getroffen patiënten te behandelen dieren, heeft zijn redenen om de dood toe te schrijven aan het insecticide als volgt samengevat.

Binnen een periode van twee weken tot enkele maanden nadat het mieren-gif was aangebracht, geiten, paarden, kippen en vogels en andere dieren in het wild begonnen te lijden aan een vaak dodelijke ziekte van de zenuwstelsel. Het trof alleen dieren die toegang hadden tot besmet voedsel of water.

Stallen werden niet beïnvloed. De aandoening werd alleen gezien in gebieden die werden behandeld voor vuurmieren. Laboratoriumtests voor ziekten waren negatief. De symptomen waargenomen door Dr. Poitevint en anderen dierenartsen waren diegene die in gezaghebbende teksten worden beschreven als een indicatie voor vergiftiging door dieldrin of heptachloor.

Dr. Poitevint beschreef ook een interessant geval van een kalf van twee maanden oud dat symptomen vertoonde van vergiftiging door heptachlor. Het dier werd onderworpen aan uitvoerige laboratoriumtests. De enige belangrijke bevinding was de ontdekking van 79 delen per miljoen heptachloor in zijn vet. Maar het was vijf maanden sinds het gif was aangebracht. Heeft het kalf het direct van het grazen gehaald of indirect van de moedermelk of zelfs vóór de geboorte? "Als uit de melk," vroeg Dr. Poitevint, 'waarom werden er geen speciale voorzorgsmaatregelen genomen om onze kinderen te beschermen die melk van lokale mensen dronken zuivelfabrieken?' Het rapport van Dr. Poitevint brengt een aanzienlijk probleem naar voren over de besmetting van melk.

[092] Het gebied dat deel uitmaakt van het vuurmierenprogramma bestaat voornamelijk uit velden en akkers. Hoe zit het met het melkvee dat op deze landen graast? Op behandelde velden zullen de grassen onvermijdelijk dragen residuen van heptachloor in een van zijn vormen, en als de residuen door de koeien worden gegeten, het gif zal in de melk verschijnen. Deze directe overdracht in melk was aangetoond experimenteel voor heptachloor in 1955, lang voordat het bestrijdingsprogramma werd uitgevoerd, en werd later gemeld voor dieldrin, ook gebruikt in het vuurmierenprogramma.

De jaarlijkse publicaties van het Department of Agriculture vermelden nu heptachlor en dieldrin de chemicaliën die voedergewassen ongeschikt maken om aan melkdieren of dieren te voeren klaar om te worden geslacht, maar de controleafdelingen van het ministerie promoten programma's die dat doen verspreid heptachlor en dieldrin over substantiële gebieden van weiland in het zuiden. Wie is het beschermen van de consument om te zien dat er geen residuen van dieldrin of heptachlor verschijnen melk? Het Amerikaanse ministerie van Landbouw zou ongetwijfeld antwoorden dat het heeft geadviseerd boeren om melkkoeien 30 tot 90 dagen uit behandelde weiden te houden. Gezien de kleine omvang van veel van de boerderijen en de grootschalige aard van het programma - veel van de chemische stoffen toegepast door vliegtuigen - het is uiterst twijfelachtig of deze aanbeveling is opgevolgd of zou kunnen worden. Evenmin is het voorgeschreven periode voldoende gezien de persistente aard van de residuen.

De Food and Drug Administration, hoewel fronsend op de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen residuen in melk, heeft in deze situatie weinig autoriteit. In de meeste staten die bij het vuur zijn betrokken mierenprogramma de zuivelindustrie is klein en haar producten overschrijden geen staatslijnen. Bescherming van de melkvoorziening die door een federaal programma wordt bedreigd, wordt daarom aan de staten zelf overgelaten.

Vragen gericht aan de gezondheidsfunctionarissen of andere relevante functionarissen van Alabama, Louisiana, en Texas onthulde in 1959 dat er geen tests waren gedaan en dat het gewoon niet bekend was of de melk besmet was met pesticiden of niet.

Ondertussen, in plaats van voordat het controleprogramma werd gelanceerd, enig onderzoek naar de merkwaardige aard van heptachlor werd gedaan. Misschien zou het juister zijn om dat te zeggen iemand heeft het

reeds gepubliceerde onderzoek opgezocht, sinds het basis feit dat dit heeft veroorzaakt late actie van de federale overheid was enkele jaren eerder ontdekt, en had de eerste afhandeling van het programma moeten beïnvloeden. Dit is het feit dat heptachlor, na een korte periode in de weefsels van dieren of planten of in de bodem, neemt een aanzienlijk meer aan giftige vorm bekend als heptachloorepoxide. Het epoxide wordt in de volksmond beschreven als 'een oxidatie product 'geproduceerd door verwerking. Het feit dat deze transformatie kon plaatsvinden was geweest bekend sinds 1952, toen de Food and Drug Administration ontdekte dat vrouwelijke ratten 30 voeden delen per miljoen heptachlor, hadden 165 delen per miljoen van het meer giftige epoxide opgeslagen slechts 2 weken later. Deze feiten mochten uit de onduidelijkheid van biologisch komen literatuur in 1959, toen de Food and Drug Administration actie ondernam die tot gevolg had resten van heptachlor of epoxide op voedsel verbieden. Deze uitspraak heeft op zijn minst een tijdelijke demper op het programma; hoewel de landbouwafdeling bleef aandringen op zijn jaarlijkse kredieten voor brandbestrijding, lokale agrarische agenten werden steeds terughoudender om adviseren boeren om chemicaliën te gebruiken die waarschijnlijk tot gevolg hebben dat hun gewassen legaal zijn onverkoopbaar.

Kortom, het ministerie van Landbouw is zonder zelfs elementair aan zijn programma begonnen onderzoek naar wat er al bekend was over de te gebruiken chemische stof - of, indien onderzocht, het negeerde de bevindingen. Het moet ook gefaald hebben om voorlopig onderzoek te doen om het te ontdekken minimale hoeveelheid van de chemische stof die zijn doel zou bereiken. Na drie jaar [093] zware doseringen, het verminderde de toedieningssnelheid van heptachlor abrupt van 2 pond tot 1¼ pond per hectare in 1959; later tot ½ pond per hectare, toegepast in twee behandelingen van ¼ pond elk met een tussenpoos van 3 tot 6 maanden. Een ambtenaar van het ministerie legde uit dat 'een agressieve methodeverbeteringsprogramma 'toonde aan dat het lagere percentage effectief was. Was deze informatie geweest verworven voordat het programma werd gelanceerd, had een enorme hoeveelheid schade kunnen worden vermeden en de belastingbetalers hadden veel geld bespaard kunnen worden. In 1959, misschien in een poging om de groeiende onvrede met het programma te compenseren, bood de afdeling Landbouw de chemicaliën vrij voor landeigenaren in Texas die een vrijgave zouden ondertekenen die federaal, provinciaal en lokaal vrijgeeft regeringen van verantwoordelijkheid voor schade. In hetzelfde jaar

alarmeerde de staat Alabama en boos op de schade die door de chemicaliën is aangericht, weigerde zich nog geld voor de project. Een van de functionarissen typeerde het hele programma als 'slecht geadviseerd, haastig opgevat, slecht gepland en een opvallend voorbeeld van ruw rijden over de verantwoordelijkheden van anderen openbare en particuliere instanties '. Ondanks het gebrek aan staatsfondsen bleef het federale geld druppelen in Alabama, en in 1961 werd de wetgever opnieuw overgehaald om een kleine toe-eigening te maken.

Ondertussen toonden boeren in Louisiana een groeiende terughoudendheid om zich aan te melden voor het project zoals het was werd duidelijk dat het gebruik van chemicaliën tegen de mier een toename van insecten veroorzaakte destructief voor suikerriet. Bovendien was het programma duidelijk niets aan het bereiken. Haar sombere toestand werd kort samengevat in het voorjaar van 1962 door de directeur entomologie onderzoek aan Louisiana State University Agricultural Experiment Station, Dr. LD Newsom: 'The geïmporteerd vuurmieruitroeingsprogramma dat is uitgevoerd door de staat en de federale overheid agentschappen is tot nu toe een mislukking. Er zijn nu meer besmette hectaren in Louisiana dan toen de program begon. '

Een omslag naar meer gezonde en conservatieve methoden lijkt te zijn begonnen. Florida, meldt dat 'er zijn nu meer mieren in Florida dan toen het programma begon', kondigde aan het verliet elk idee van een breed uitroeingsprogramma en concentreerde zich in plaats daarvan op lokale controle. Effectieve en goedkope methoden voor lokale controle zijn al jaren bekend.

De gewoonte om de heuvels op te bouwen van de vuurmier maakt de chemische behandeling van individuele heuvels tot een **Eenvoudige** zaak. De kosten van een dergelijke behandeling zijn ongeveer één dollar per hectare. Voor situaties waarin terpen zijn talrijk en gemechaniseerde methoden zijn wenselijk, een cultivator die eerste niveaus en brengt vervolgens rechtstreeks chemische stoffen op de terpen aan, ontwikkeld door Mississippi's Station voor landbouwexperimenten. De methode geeft 90 tot 95 procent controle over de mieren. Het kost is slechts \$ 0,23 per acre. Het massabeheersingsprogramma van het ministerie van Landbouw daarentegen kost ongeveer \$ 3,50 per hectare - de duurste, de meest schadelijke en de

minst effectieve programma van allemaal.

[094] 11. Voorbij de dromen van de Borgia's

DE BESMETTING van onze wereld is niet alleen een kwestie van massaal spuiten. Inderdaad, voor de meesten van ons is dit van minder belang dan de ontelbare kleinschalige blootstellingen waaraan wij worden dag na dag, jaar na jaar onderworpen. Zoals het constante druppelen van water dat op zijn beurt slijt weg de hardste steen, dit contact van geboorte tot dood met gevaarlijke chemicaliën kan uiteindelijk rampzalig blijken te zijn. Elk van deze terugkerende opnamen, hoe klein ook, draagt bij aan de progressieve opbouw van chemicaliën in ons lichaam en dus tot cumulatieve vergiftiging. Waarschijnlijk nee persoon is immuun voor contact met deze zich verspreidende besmetting, tenzij hij in de meeste leeft denkbare situatie.

Gesust door de zachte verkoop en de verborgen overtuiger, de gemiddelde burger is zich zelden bewust van de dodelijke materialen waarmee hij zich omgeeft: inderdaad, hij realiseert zich misschien helemaal niet dat hij ze gebruikt. Zo grondig is de leeftijd van vergif geworden vastgesteld dat iedereen een winkel binnen mag lopen en zonder vragen te kopen stoffen met een veel grotere dodelijkheid dan het medicijn waarvoor hij is verplicht om een 'gifboek' te ondertekenen in de apotheek naast de deur. Een paar minuten onderzoek in elk supermarkt is genoeg om de meest koppige klant te alarmeren - op voorwaarde dat hij dat heeft zelfs een rudimentaire kennis van de chemicaliën die voor zijn keuze worden gepresenteerd.

Als een enorme schedel en gekruiste knekels boven de insecticidenafdeling waren opgehangen, de klant zou het op zijn minst kunnen betreden met het respect dat normaal wordt toegekend aan doodsverhandelingsmateriaal. Maar in plaats daarvan het display is huiselijk en vrolijk, en met de augurken en olijven over het gangpad en het bad en aangrenzende waszeep worden de rijen op rijen insecticiden weergegeven. Gemakkelijk bereik van de verkennende hand van een kind zijn chemicaliën in glazen containers. Indien met een kind of zorgeloze volwassene iedereen in de buurt kan worden bespat met dezelfde chemische stof die is verzonden sproeiers gebruiken het in convulsies. Deze gevaren volgen de koper natuurlijk tot in zijn recht huis. Een blikje motwerend materiaal dat bijvoorbeeld bevat, draagt in zeer kleine lettertjes de waarschuwing dat de inhoud onder druk

staat en dat deze kan barsten bij blootstelling aan hitte of open vlam. Een veel voorkomend insecticide voor huishoudelijk gebruik, inclusief diverse toepassingen in de keuken, is chloordaan. Maar de belangrijkste farmacoloog van de *Food and Drug Administration* heeft verklaard dat gevaar van wonen in een huis besproeid met chloordaan om 'zeer groot' te zijn. Ander huishouden preparaten bevatten het nog giftiger dieldrin.

Het gebruik van gifstoffen in de keuken is zowel aantrekkelijk als gemakkelijk gemaakt. Keukenplankpapier, wit of gekleurd om te passen bij iemands kleurenschema, kan worden geïmpregneerd met insecticide, niet alleen op één maar aan beide kanten. Fabrikanten bieden ons doe-het-zelf-boekjes aan over hoe we bugs kunnen doden. Met drukknopgemak, men kan een mist van dieldrin in de meest ontoegankelijke hoekjes en gaten sturen van kasten, hoeken en plinten. Als we last hebben van muggen, chiggers of andere insectenplagen op onze personen hebben we een keuze uit ontelbare lotions, crèmes en sprays voor aanbrengen op kleding of huid.

Hoewel we worden gewaarschuwd dat sommige van deze vernis oplossen, verf en synthetische stoffen, we veronderstellen waarschijnlijk dat de menselijke huid ongevoelig is voor Chemicaliën. Om ervoor te zorgen dat we te allen tijde bereid zijn insecten af te weren, een exclusieve Winkel in New York adverteert met een insecticide-dispenser op zakformaat, geschikt voor de tas of voor strand, golf of vistuig.

We kunnen onze vloeren polijsten met een wax die gegarandeerd elk insect dat erover loopt zal doden. We kunnen hang strips geïmpregneerd met de chemische lindaan in onze kasten en kledingzakken of plaats **[095]** ze in onze bureauladen voor een half jaar vrijheid van zorgen over motschade.

De advertenties bevatten geen suggestie dat lindaan gevaarlijk is. De advertenties voor een elektronisch apparaat dat lindaanrook afgeeft - ons wordt verteld dat het veilig en geurloos is. Maar toch de waarheid is dat de *American Medical Association* lindaanverdampers dat ook vindt gevaarlijk dat het een uitgebreide campagne tegen hen voerde in zijn Journal.

Het ministerie van Landbouw adviseert ons in een huis- en tuinbulletin onze kleding te spuiten met olie-oplossingen van DDT, dieldrin, chlordane of een van verschillende andere mottenmoordenaars. Indien excessief

sproeien resulteert in een witte afzetting van insecticide op het weefsel, dit kan worden verwijderd door borstelen, zegt de afdeling, weglaten om ons te waarschuwen voorzichtig te zijn waar en hoe de poetsen is klaar. Aan al deze zaken hebben we onze dag afgerond met insecticiden door gaan slapen onder een motvrije deken geïmpregneerd met dieldrin.

Tuinieren is nu stevig verbonden met de supervergiften. Elke ijzerhandel, tuinwinkel en supermarkt heeft rijen insecticiden voor elke denkbare tuinbouwsituatie. Degenen die niet breed maken het gebruik van deze reeks dodelijke sprays en stof is impliciet remiss, voor bijna iedereen de tuinpagina van kranten en de meeste tuinmagazines gebruiken ze verleend. Zo uitgebreid worden zelfs de snel dodelijke organische fosforinsecticiden toegepast gazons en sierplanten die in 1960 de Florida State Board of Health nodig vonden om het commerciële gebruik van pesticiden in woonwijken te verbieden door iedereen die dat niet eerst had gedaan een vergunning verkregen en aan bepaalde eisen voldaan.

Een aantal sterfgevallen door parathion had vond plaats in Florida voordat deze verordening werd aangenomen.

Er wordt echter weinig gedaan om de tuinman of huiseigenaar te waarschuwen dat hij extreem handelt gevaarlijke stoffen. Integendeel, een constante stroom nieuwe gadgets maakt het gemakkelijker te gebruiken vergif op gazon en tuin - en vergroot het contact van de tuinman daarmee. Men kan een krijgen jar-type bevestiging voor de tuinslang, bijvoorbeeld, waardoor dergelijke uiterst gevaarlijk chemicaliën zoals chlordane of dieldrin worden toegepast als men het gazon besproeit. Een dergelijk apparaat is niet alleen een gevaar voor de persoon die de slang gebruikt, het is ook een openbare dreiging.

De New York Times heeft het gevonden noodzakelijk om op zijn tuinpagina een waarschuwing te geven dat tenzij speciaal beschermend apparaten geïnstalleerd gifstoffen kunnen door terughevel naar de watertoevoer komen. Aangezien het aantal van dergelijke apparaten dat in gebruik is en de schaarste aan waarschuwingen zoals deze, doen wij moet u zich afvragen waarom onze openbare wateren besmet zijn?

Als een voorbeeld van wat er met de tuinman zelf kan gebeuren, kunnen we kijken naar het geval van een arts - een enthousiaste sparetime-tuinman

- die DDT begon te gebruiken en vervolgens malathion gebruikte zijn struiken en gazon, waardoor hij wekelijks regelmatig solliciteert. Soms paste hij de chemicaliën toe met een handspray, soms met een hulpstuk aan zijn slang. Daarbij, zijn huid en kleding werden vaak doorweekt met spray. Na ongeveer een jaar van dit soort dingen stortte hij plotseling in en werd in het ziekenhuis opgenomen. Onderzoek van een biopsiemonster van vet vertoonde een accumulatie van 23 delen per miljoen DDT. Er was uitgebreide zenuwschade, die zijn artsen als beschouwden permanent. Naarmate de tijd verstreek verloor hij gewicht, werd extreme vermoeidheid en ervoer een bijzondere spierzwakte, een kenmerkend effect van malathion. Al deze aanhoudende effecten waren ernstig genoeg om het de arts moeilijk te maken zijn praktijk voort te zetten.

Naast de eens onschadelijke tuinslang, zijn elektrische maaiers ook uitgerust met apparaten voor de verspreiding van pesticiden, bijlagen die een wolk van damp als huiseigenaar afgeven gaat over het maaien van zijn gazon. Dus voor de potentieel gevaarlijke dampen van benzine [096] worden de fijn verdeelde deeltjes toegevoegd van welk insecticide dan ook, waarschijnlijk nietsvermoedend suburbanite heeft ervoor gekozen om zich te verspreiden, waardoor het niveau van luchtvervuiling boven zijn eigen gronden stijgt iets dat maar weinig steden zouden kunnen evenaren. Toch wordt er weinig gezegd over de gevaren van het tuinieren door vergif of van in huis gebruikte insecticiden; waarschuwingen op etiketten worden zo onopvallend afgedrukt in kleine letters nemen maar weinigen de moeite om ze te lezen of te volgen. Onlangs een industrieel bedrijf zich ertoe verbonden te achterhalen hoe weinig. Uit het onderzoek bleek dat minder dan vijftien mensen op een honderd van degenen die insecticide-aerosolen en sprays gebruiken, zijn zich zelfs bewust van de waarschuwingen op de containers.

De zeden van suburbia dicteren nu dat krabgras koste wat het kost moet gaan. Zakken bevatten chemicaliën die zijn ontworpen om het gazon van dergelijke verachte vegetatie te bevrijden, zijn bijna een status geworden symbool. Deze onkruidverdelgende chemicaliën worden verkocht onder merknamen die er nooit op wijzen identiteit of aard. Om te leren dat ze chlordaan of dieldrin bevatten, moet men buitengewoon lezen kleine lettertjes geplaatst op het minst opvallende deel van de zak. De beschrijvende literatuur die dat kan worden opgehaald in hardware- of tuinzaken die zel-

den of nooit het ware gevaar onthullen betrokken bij het hanteren of aanbrengen van het materiaal. In plaats daarvan portretteert de typische illustratie een gelukkig familiescène, vader en zoon die zich glimlachend voorbereiden om de chemische stof op het kleine gazon toe te passen kinderen tuimelen met een hond over het gras. . . .

De kwestie van chemische residuen op het voedsel dat we eten is een veelbesproken kwestie. Het bestaan van dergelijke residuen worden ofwel door de industrie als onbelangrijk uitgespeeld of worden ontkend.

Tegelijkertijd is er een sterke neiging om fanatici of cultisten te noemen die dat allemaal zijn pervers om te eisen dat hun voedsel vrij is van insectengif. In al deze controversiewolk, wat zijn de feitelijke feiten?

Het is medisch vastgesteld dat, zoals het gezond verstand zou vertellen wij, personen die leefden en stierven vóór het begin van het DDT-tijdperk (omstreeks 1942), bevatten geen spoor van DDT of soortgelijk materiaal in hun weefsels. Zoals vermeld in hoofdstuk 3, monsters lichaamsvet verzameld van de algemene bevolking tussen 1954 en 1956 gemiddeld van 5,3 tot 7,4 delen per miljoen DDT. Er zijn aanwijzingen dat het gemiddelde niveau sindsdien is gestegen tot een consistent hoger cijfer, en personen met beroepsmatige of andere speciale blootstellingen aan insecticiden slaan natuurlijk nog meer op. Onder de algemene bevolking zonder bekende bruto blootstelling aan insecticiden kan worden aangenomen dat veel van de DDT opgeslagen in vetophoping heeft kwam het lichaam binnen in voedsel. Om deze veronderstelling te testen, een wetenschappelijk team uit de Verenigde Staten Openbare gezondheidszorg gesampled restaurant en institutionele maaltijden. Elke maaltijd bemonsterd bevatte DDT. Hieruit concludeerden de onderzoekers redelijk genoeg, dat 'weinig of geen voedsel er kan op worden vertrouwd dat het volledig vrij is van DDT. ' De hoeveelheden in dergelijke maaltijden kunnen enorm zijn.

In een afzonderlijk onderzoek van de openbare gezondheidsdienst werden in de analyse van gevangensmaaltijden zaken als gestoofd gedroogd fruit met 69,6 delen per miljoen en brood met 100,9 delen per miljoen van DDT! In het dieet van de gemiddelde woning, vlees en alle producten afgeleid van dierlijke vetten bevatten de zwaarste residuen van gechloreerde koolwaterstoffen. Dit komt omdat deze chemicaliën dat zijn oplosbaar in vet. Residuen op fruit en groenten zijn meestal iets minder. Deze zijn klein

aangetast door wassen - de enige remedie is om alle externe bladeren van dergelijke te verwijderen en weg te gooien groenten als sla of kool, om fruit te schillen en om geen schil of buitenlaag te gebruiken.

Koken vernietigt geen residuen. Melk is een van de weinige voedingsmiddelen waarin geen residuen van bestrijdingsmiddelen zijn toegestaan door *Food and Drug Administratie* voorschriften. In feite verschijnen er echter altijd residuen wanneer een controle wordt uitgevoerd.

Ze zijn het zwaarst in boter en andere zuivelproducten. Een controle van 461 monsters van [097] dergelijke producten toonden in 1960 aan dat een derde residuen bevatte, een situatie waarin het Voedsel en Geneesmiddelenadministratie wordt gekenmerkt als 'verre van bemoedigend'. Om een dieet te vinden dat vrij is van DDT en gerelateerde chemicaliën, het lijkt erop dat men naar een afgelegen en primitief land moet gaan, waar nog steeds de voorzieningen van de beschaving. Zo'n land lijkt, althans marginaal, te bestaan in het verre Noordpoolgebied oevers van Alaska - hoewel je zelfs daar de naderende schaduw kunt zien. Wanneer wetenschappers onderzocht het inheemse dieet van de Eskimo's in deze regio waar het vrij van bleek te zijn insecticiden. De verse en gedroogde vis; het vet, olie of vlees van bever, beluga, kariboe, eland, oogruk, ijsbeer en walrus; veenbessen, zalmbessen en wilde rabarber hadden allemaal tot nu toe ontsnapte verontreiniging. Er was slechts één uitzondering - twee witte uilen uit Point Hope droeg kleine hoeveelheden DDT, misschien verworven tijdens een migratiereis.

Toen sommige Eskimo's zelf werden gecontroleerd door analyse van vetmonsters, kleine residuen van DDT werden gevonden (0 tot 1,9 delen per miljoen). De reden hiervoor was duidelijk. De vetmonsters werden genomen van mensen die hun geboortedorpen hadden verlaten om het publiek van de Verenigde Staten binnen te gaan Gezondheidszorgziekenhuis in Anchorage voor chirurgie. Daar heersten de wegen van de beschaving, en de maaltijden in dit ziekenhuis bleken net zoveel DDT te bevatten als die in de dichtstbevolkte stad. Voor hun korte verblijf in de beschaving werden de Eskimo's beloond met een vleugje gif. De feit dat elke maaltijd die we eten zijn lading gechlloreerde koolwaterstoffen draagt is het onvermijdelijke gevolg van het bijna universeel sproeien of afstoffen van landbouwgewassen hiermee vergiften. Als de boer nauwgezet de instructies op de etiketten

volgt, zijn gebruik van landbouwproducten chemicaliën zullen geen residuen produceren die groter zijn dan toegestaan door het Voedsel en Geneesmiddelen **Toediening**. Voorlopig afgezien van de vraag of deze juridische residuen zijn zoals 'veilig' zoals ze worden voorgesteld, blijft het bekende feit dat boeren erg overschrijd vaak de voorgeschreven doseringen, gebruik de chemische stof te dicht bij het oogsttijdstip, gebruik verschillende insecticiden waar men zou doen, en op andere manieren de gewone mens tonen het niet lezen van de kleine lettertjes.

Zelfs de chemische industrie erkent het veelvuldig misbruik van insecticiden en de noodzaak daarvan onderwijs van boeren. Een van de toonaangevende vakbladen heeft onlangs verklaard dat 'veel gebruikers dat doen lijken niet te begrijpen dat ze insecticidetoleranties kunnen overschrijden als ze hogere doseringen gebruiken dan aanbevolen. En lukraak gebruik van insecticiden in veel gewassen kan gebaseerd zijn op boeren 'grillen.'

De bestanden van de *Food and Drug Administration* bevatten records van een verontrustend aantal van dergelijke overtredingen. Enkele voorbeelden dienen ter illustratie van het negeren van aanwijzingen: a slaboer die niet één maar acht verschillende insecticiden in korte tijd op zijn oogst aanbracht tijd van de oogst, een verlader die de dodelijke parathion op selderij vijf keer had gebruikt het aanbevolen maximum, telers die endrin gebruiken - het meest giftig van alle gechloreerde koolwaterstoffen - op sla hoewel geen residu was toegestaan, spinazie besproeid met DDT a week voor de oogst. Er zijn ook gevallen van toeval of onbedoelde besmetting. Grote veel groene koffie in jutezakken is tijdens het transport door schepen ook besmet geraakt een lading insecticiden vervoeren. Verpakte levensmiddelen in magazijnen worden herhaald aërosolbehandelingen met DDT, linden en andere insecticiden, die kunnen binnendringen verpakkingsmateriaal en komen in meetbare hoeveelheden voor op het ingesloten voedsel.

Hoe langer de voedsel blijft in opslag, des te groter het gevaar van besmetting.

Op de vraag 'Maar beschermt de overheid ons niet tegen dergelijkingen?' het antwoord is: 'Alleen in beperkte mate.' De activiteiten van de *Food and Drug Administration* op het gebied van consumenten bescherming tegen pesticiden wordt ernstig beperkt door twee feiten. De eerste is dat het bevoegd is [098] alleen voor levensmiddelen verzonden in interstate com-

merce; voedingsmiddelen die binnen een staat worden gekweekt en verkocht, zijn volledig buiten zijn bevoegdheidsgebied, ongeacht de overtreding. De tweede en kritisch beperkend feit is het kleine aantal inspecteurs van zijn personeel - minder dan 600 man voor al zijn gevarieerd werk. Volgens een ambtenaar van het Voedsel en van de Drug, slechts een uiterst klein deel van de gewassenproducten verhuizen in interstate commerce - veel minder dan 1 procent - kan worden gecontroleerd met bestaande voorzieningen, en dit is niet voldoende om statistische significantie te hebben.

Wat betreft geproduceerd en verkocht voedsel binnen een staat is de situatie nog erger, want de meeste staten hebben hierin jammerlijk onvoldoende wetten **veld**. Het systeem waarmee de *Food and Drug Administration* maximaal toelaatbare vaststelt grenzen van besmetting, 'toleranties' genoemd, heeft duidelijke gebreken. Onder de voorwaarden heersend biedt het louter papierveiligheid en bevordert het een volledig ongerechtvaardigde indruk dat veilige limieten zijn vastgesteld en worden nageleefd. Wat betreft de veiligheid van het toestaan van een besprenkeling van vergif over ons eten - een beetje hierover, een beetje daarover - waar veel mensen mee kampen zeer overtuigende redenen, dat geen gif veilig of wenselijk is op voedsel. Bij het instellen van een tolerantie niveau de *Food and Drug Administration* beoordelingen testen van het gif op proefdieren en stelt vervolgens een maximaal verontreinigingsniveau vast dat veel minder is dan vereist om te produceren symptomen bij het testdier. Dit systeem, dat geacht wordt de veiligheid te waarborgen, negeert een aantal belangrijke feiten. Een proefdier dat leeft onder beheerst en zeer kunstmatig omstandigheden, het consumeren van een bepaalde hoeveelheid van een specifieke chemische stof, is heel anders dan een mens waarvan de blootstelling aan pesticiden niet alleen meervoudig is, maar voor het grootste deel onbekend, onmeetbaar en oncontroleerbaar. Zelfs als 7 delen per miljoen DDT op de sla in zijn lunch salade waren 'veilig', de maaltijd bevat ander voedsel, elk met toegestane residuen, en de pesticiden op zijn voedsel zijn, zoals we hebben gezien, slechts een deel, en mogelijk een klein deel, van hem totale blootstelling. Dit opeenstapelen van chemicaliën uit veel verschillende bronnen zorgt voor een totale blootstelling dat kan niet worden gemeten. Het is daarom zinloos om te praten over de 'veiligheid' van een specifiek hoeveelheid residu.

En er zijn andere gebreken. Toleranties zijn soms tegen beter gesteld oor-

deel van wetenschappers van de *Food and Drug Administration*, zoals in de zaak op pagina 175 ev ev of ze zijn vastgesteld op basis van onvoldoende kennis van de betreffende chemische stof.

Betere informatie heeft geleid tot latere vermindering of intrekking van de tolerantie, maar pas na de het publiek is maanden of jaren blootgesteld aan weliswaar gevaarlijke niveaus van de chemische stof.

Dit gebeurde toen heptachlor een tolerantie kreeg die later moest worden ingetrokken. Voor sommigen chemicaliën er bestaat geen praktische analysemethode voordat een chemische stof is geregistreerd voor gebruik.

Inspecteurs zijn daarom gefrustreerd in hun zoektocht naar residuen. Deze moeilijkheid belemmerde enorm het werk aan de 'cranberry chemical', aminotriazol. Analytische methoden ontbreken ook voor bepaalde fungiciden die veel worden gebruikt voor de behandeling van zaden - zaden die aan het einde niet worden gebruikt van het plantseizoen, kunnen heel goed hun weg vinden naar menselijk voedsel.

Het vaststellen van toleranties is dus in feite het toestaan van besmetting van openbare voedselvoorraden met giftige chemicaliën, zodat de boer en de verwerker hiervan kunnen profiteren goedkopere productie - dan om de consument te straffen door hem te belasten om politie te handhaven om ervoor te zorgen dat hij geen dodelijke dosis krijgt. Maar om het politiewerk goed te doen zou, gezien het huidige volume, meer kosten dan de moed van een wetgever nodig heeft en toxiciteit van landbouwchemicaliën. Dus uiteindelijk betaalt de ongelukkige consument zijn belastingen maar krijgt zijn vergiften ongeacht. Wat is de oplossing? De eerste noodzaak is de verwijdering van toleranties op de gechloreerde koolwaterstoffen, de organische fosforgroep en andere sterk [099] giftige chemicaliën. Er zal onmiddellijk bezwaar tegen worden gemaakt dat dit een onaanvaardbare last voor de boer. Maar als het, zoals nu het vermoedelijke doel is, mogelijk is om chemicaliën op een dergelijke manier te gebruiken ze laten een residu achter van slechts 7 delen per miljoen (de tolerantie voor DDT), of van 1 deel per miljoen (de tolerantie voor parathion), of zelfs van slechts 0,1 deel per miljoen zoals vereist voor dieldrin op een grote verscheidenheid aan groenten en fruit, waarom is het dan niet mogelijk, met slechts een beetje meer zorg, om helemaal geen residuen voorkomen? Dit is in feite wat sommigen nodig hebben chemicaliën zoals heptachlor, endrin en dieldrin op bepaalde gewassen. Als het praktisch wordt geacht in deze gevallen, waarom niet

voor iedereen?

Maar dit is geen complete of definitieve oplossing, want een nultolerantie op papier is van weinig waarde. Op heden, zoals we hebben gezien, glijdt meer dan 99 procent van de interstate voedseltransporten voorbij zonder inspectie. Een waakzame en agressieve Food and Drug Administration, met een enorm verhoogde kracht van inspecteurs, is een andere dringende behoefte. Dit systeem echter - opzettelijk ons voedsel vergiftigen en vervolgens het resultaat controleren - doet te veel denken aan de witte ridder van Lewis Carroll die dachten aan 'een plan om je snorharen groen te verven, en altijd een zo grote fan gebruiken dat ze kon niet worden gezien.' Het ultieme antwoord is om minder giftige chemicaliën te gebruiken, zodat het publiek gevaar loopt van hun misbruik is sterk verminderd. Dergelijke chemicaliën bestaan al: de pyrethrins, rotenone, ryania en anderen afgeleid van plantaardige stoffen. Synthetische vervangers voor de pyrethrins hebben recentelijk ontwikkeld, en sommige producerende landen staan klaar om de output van het natuurlijke product zoals de markt dat vereist. Openbaar onderwijs over de aard van de te koop aangeboden chemicaliën zijn helaas nodig. De gemiddelde koper is volledig verbijsterd door de reeks beschikbare insecticiden, fungiciden en onkruidverdelgers, en heeft geen manier om het te weten dat zijn de dodelijke, die redelijk veilig zijn.

Naast deze wijziging in minder gevaarlijke landbouwpesticiden moeten we ook ijverig zijn verken de mogelijkheden van niet-chemische methoden. Gebruik in de landbouw van insectenziekten, veroorzaakt door een bacterie die zeer specifiek is voor bepaalde soorten insecten, wordt al in Californië uitgeprobeerd, en meer uitgebreide tests van deze methode zijn aan de gang. Er zijn nog tal van andere mogelijkheden effectieve insectenbestrijding door methoden die geen residuen achterlaten op voedsel (zie hoofdstuk 17). Tot eengrootschalige conversie naar deze methoden is gemaakt, zullen we weinig verlichting van een situatie die, volgens alle gebruikelijke normen, ondraaglijk is. Zoals het er nu voor staat, zijn we binnen beetje betere positie dan de gasten van de Borgias.

12. De menselijke prijs

ALS HET TIJD van chemicaliën geboren uit het industriële tijdperk is ontstaan om onze te overspoelen milieu, heeft een drastische verandering plaatsgevonden in de aard van de ernstigste volksgezondheid problemen. Gisteren leefde de mensheid in angst voor de plagen van pokken, cholera en pest die ooit naties voor hen veegde. Nu is onze grootste zorg niet langer met de ziekte organismen die ooit alomtegenwoordig waren; sanitaire voorzieningen, betere levensomstandigheden en nieuwe medicijnen hebben ons een hoge mate van controle over infectieziekten gegeven. Vandaag houden we ons bezig met een ander soort gevaar dat in onze omgeving op de loer ligt - een gevaar dat we zelf hebben geïntroduceerd in onze wereld terwijl onze moderne manier van leven is geëvolueerd.

De nieuwe milieugezondheidsproblemen zijn veelvoudig - gecreëerd door straling in al zijn vormen, geboren uit de eindeloze stroom chemicaliën waarvan pesticiden deel uitmaken, nu chemicaliën doordringend van de wereld waarin we leven, direct en indirect op ons inwerkend, afzonderlijk en collectief. Hun aanwezigheid werpt een schaduw die niet minder onheilspellend is omdat hij vormloos en is onduidelijk, niet minder beangstigend omdat het gewoon onmogelijk is om de effecten van het leven te voorspellen blootstelling aan chemische en fysische agentia die geen deel uitmaken van de biologische ervaring van de mens.

'We leven allemaal in de spookachtige angst dat iets de omgeving tot het puntje corrumpeert waar de mens zich bij de dinosauriërs voegt als een verouderde vorm van leven ', zegt dr. David Price van de Verenigde Staten Public Public Health Service. 'En wat deze gedachten des te verontrustender maakt, is het kennis dat ons lot misschien twintig of meer jaar vóór de verzegeld zou kunnen zijn ontwikkeling van symptomen. ' Waar passen pesticiden in het beeld van milieuziekten?

We hebben gezien dat ze nu grond, water en voedsel vervuilen, waar ze de macht toe hebben maak onze stromen visloos en onze tuinen en bossen stil en vogelloos. Man echter veel dat hij het tegenovergestelde wil doen alsof, hoort bij de natuur. Kan hij ontsnappen aan een vervuiling die is nu zo grondig verspreid over onze hele wereld?

We weten dat zelfs eenmalige blootstelling aan deze chemicaliën, als de hoeveelheid groot genoeg is, kan precipiteer acute vergiftiging. Maar dit is niet het grote probleem. De plotselinge ziekte of dood van boeren, sproeiers, piloten en anderen die worden blootgesteld aan aanzienlijke hoeveelheden pesticiden zijn tragisch en zou niet moeten voorkomen. Voor de bevolking als geheel moeten we ons meer zorgen maken over de vertraagde effecten van het absorberen van kleine hoeveelheden pesticiden die onzichtbaar onze besmetten wereld. Verantwoordelijke ambtenaren van de volksgezondheid hebben erop gewezen dat de biologische effecten van chemicaliën zijn cumulatief over een lange periode van tijd, en dat het gevaar voor het individu kan afhankelijk zijn van de som van de blootstellingen die gedurende zijn leven zijn ontvangen. Om deze redenen het gevaar wordt gemakkelijk genegeerd. Het is de menselijke natuur om afstand te doen van wat ons een vage dreiging lijkt van toekomstige rampen. 'Mannen zijn natuurlijk het meest onder de indruk van ziekten die voor de hand liggen manifestaties ', zegt een wijze arts, Dr. René Dubos,' maar sommige van hun ergste vijanden sluipen onopvallend op hen. ' Voor ieder van ons, zoals voor de Robin in Michigan of de zalm in de Miramichi, dit is een probleem van ecologie, van onderlinge relaties, van onderlinge afhankelijkheid. We vergiftigen de caddis vliegt in een stroom en de zalm loopt terug en sterft. We vergiftigen de muggen in een meer en het gif reist van schakel naar schakel van de voedselketen en spoedig de vogels van de marges van het meer zijn slachtoffers worden. We spuiten onze iepen en de volgende bronnen zwijgen over Robin, niet omdat we de roodborstjes rechtstreeks bespoten, maar omdat het gif stap voor stap reisde de nu bekende iep-blad-aardworm-robin-cyclus. Dit zijn vastgelegde, waarneembare zaken [101] van de zichtbare wereld om ons heen. Ze weerspiegelen het web van leven - of dood - dat wetenschappers kennen als ecologie.

Maar er is ook een ecologie van de wereld in ons lichaam. In deze onzichtbare wereldminuut oorzaken krachtige effecten produceren; het effect is bovendien vaak schijnbaar niet gerelateerd aan de oorzaak, verschijnen in een deel van het lichaam ver van het gebied waar de oorspronkelijke verwonding was opgelopen.

'Een verandering op één punt, zelfs in één molecuul, kan door het hele systeem weerklinken veranderingen in ogenschijnlijk niet-verwante organen en weefsels in gang zetten ', zegt een recente samenvatting van de huidige

status van medisch onderzoek. Wanneer men zich bezig houdt met het mysterieuze en prachtige functioneren van het menselijk lichaam, oorzaak en gevolg zijn zelden eenvoudig en gemakkelijk aangetoond relaties. Ze kunnen sterk gescheiden zijn, zowel in ruimte als in tijd. Om de agent van te ontdekken ziekte en dood hangen af van een patiënt die veel ogenschijnlijk verschillende en samenstelt niet-gerelateerde feiten ontwikkeld door een enorme hoeveelheid onderzoek op sterk gescheiden gebieden.

We zijn gewend om naar het grove en onmiddellijke effect te zoeken en al het andere te negeren. Tenzij dit verschijnt snel en in een zo voor de hand liggende vorm dat het niet kan worden genegeerd, we ontkennen het bestaan van gevaar. Zelfs onderzoeksmensen lijden aan de handicap van ontoereikende methoden voor het detecteren van de begin van letsel. Het ontbreken van voldoende delicate methoden om letsel vóór symptomen op te sporen verschijnen is een van de grote onopgeloste problemen in de geneeskunde.

'Maar,' zal iemand tegenwerpen, 'ik heb vaak dieldrin-sprays op het gazon gebruikt, maar dat heb ik nooit gedaan had stuiptrekkingen zoals de spraymen van de Wereldgezondheidsorganisatie - dus het heeft me geen kwaad gedaan.' Het is niet zo eenvoudig. Ondanks de afwezigheid van plotselinge en dramatische symptomen, iemand die hiermee omgaat materialen slaat zonder twijfel giftige materialen op in zijn lichaam. Opslag van het gechlooreerde koolwaterstoffen, zoals we hebben gezien, is cumulatief, beginnend met de kleinste inname. De giftige materialen komen vast te zitten in alle vetweefsels van het lichaam. Wanneer deze vetreserves zijn aangetrokken, kan het gif dan snel toeslaan. Een medisch tijdschrift uit Nieuw-Zeeland onlangs gaf een voorbeeld. Een man die onder behandeling was voor obesitas ontwikkelde plotseling symptomen van vergiftiging. Bij onderzoek bleek zijn vet opgeslagen dieldrin te bevatten, wat het geval was geweest gemetaboliseerd als hij gewicht verloor. Hetzelfde kan gebeuren met gewichtsverlies bij ziekte.

De resultaten van opslag kunnen daarentegen nog minder duidelijk zijn. Enkele jaren geleden de Journal of the American Medical Association waarschuwde sterk voor de gevaren van insecticideopslag in vetweefsel, erop wijzend dat cumulatieve geneesmiddelen of chemicaliën vereist zijn grotere voorzichtigheid dan degenen die niet de neiging hebben om in de

weefsels te worden opgeslagen. Het vetweefsel, we worden gewaarschuwd, is niet alleen een plaats voor de afzetting van vet (dat is ongeveer 18 per cent van het lichaamsgewicht), maar heeft veel belangrijke functies waarmee de opgeslagen gifstoffen kunnen interfereren. Bovendien zijn vetten zeer wijd verspreid in de organen en weefsels van het geheel lichaam, zelfs als bestanddelen van celmembranen. Het is daarom belangrijk om dat te onthouden de vetoplosbare insecticiden worden opgeslagen in afzonderlijke cellen, waar ze zich in positie bevinden interfereren met de meest vitale en noodzakelijke functies van oxidatie en energieproductie. Deze belangrijk aspect van het probleem zal in het volgende hoofdstuk worden behandeld.

Een van de belangrijkste feiten over de gechloreerde koolwaterstofinsecticiden is hun effect op de lever. Van alle organen in het lichaam is de lever het meest buitengewoon. In zijn veelzijdigheid en in de onmisbaar karakter van zijn functies heeft het zijn gelijke niet. Er zijn zoveel vitale activiteiten die dat zelfs de minste schade eraan is beladen met ernstige gevolgen. Het biedt niet alleen gal voor de vertering van vetten, maar vanwege de locatie en de speciale bloedsomloop die daarop convergeren, ontvangt de lever bloed rechtstreeks uit het spijsverteringskanaal en is diep [102] betrokken bij het metabolisme van alle belangrijke voedingsmiddelen. Het slaat suiker op in de vorm van glycogeen en geeft het af als glucose in zorgvuldig afgemeten hoeveelheden om de bloedsuikerspiegel normaal te houden niveau. Het bouwt lichaamseiwitten, waaronder enkele essentiële elementen van bloedplasma met bloedstolling. Het houdt cholesterol op het juiste niveau in het bloedplasma, en inactieveert mannelijke en vrouwelijke hormonen wanneer ze buitensporige niveaus bereiken. Het is een pakhuis van veel vitamines, waarvan sommige op hun beurt bijdragen aan zijn eigen goede werking.

Zonder een normaal functionerende lever zou het lichaam worden ontwapend - weerloos tegen de grote verscheidenheid aan gifstoffen die het voortdurend binnenvallen. Sommige hiervan zijn normale bijproducten van metabolisme, dat de lever snel en efficiënt onschadelijk maakt door zich terug te trekken stikstof. Maar gifstoffen die geen normale plek in het lichaam hebben, kunnen ook worden ontgift. De onschadelijke' insecticiden malathion en methoxychloor zijn minder giftig dan alleen hun familieleden omdat een leverenzym hiermee omgaat en hun moleculen zodanig veran-

dert dat hun vermogen tot schade is verminderd. Op vergelijkbare wijze behandelt de lever het grootste deel van de giftige stoffen materialen waaraan we worden blootgesteld.

Onze verdedigingslinie tegen binnenvallende gifstoffen of gifstoffen van binnenuit is nu verzwakt en afbrokkelen. Een lever die door pesticiden is beschadigd, is niet alleen niet in staat ons te beschermen tegen gifstoffen, het hele brede scala van activiteiten kan worden verstoord. Niet alleen zijn de gevolgen verreikend, maar vanwege hun variëteit en het feit dat ze misschien niet meteen verschijnen ze kunnen niet worden toegeschreven aan hun ware oorzaak. In verband met het bijna universele gebruik van insecticiden die leververgiften zijn, is het interessant om de scherpe toename van hepatitis op te merken die begon tijdens de jaren 1950 en zet een fluctuerende klim voort. Er wordt ook gezegd dat cirrose toeneemt.

Hoewel het weliswaar moeilijk is om met menselijke wezens in plaats van proefdieren om te gaan 'bewijs' dat oorzaak A effect B produceert, gewoon gezond verstand suggereert dat de relatie tussen een stijgende snelheid van leverziekte en de prevalentie van leververgiften in het milieu is nee toeval. Of de gechlloreerde koolwaterstoffen de primaire oorzaak zijn, lijkt het nauwelijks verstandig onder de omstandigheden om onszelf bloot te stellen aan gifstoffen die zich hebben bewezen vermogen om de lever te beschadigen en dus vermoedelijk minder resistent tegen ziekten te maken.

Beide belangrijke soorten insecticiden, de gechlloreerde koolwaterstoffen en de organische fosfaten, rechtstreeks van invloed op het zenuwstelsel, hoewel op enigszins verschillende manieren. Dit is gemaakt duidelijk door een oneindig aantal experimenten op dieren en door observaties bij menselijke proefpersonen ook. Wat DDT betreft, de eerste van de nieuwe organische insecticiden die op grote schaal wordt gebruikt, de werking ervan is voornamelijk op het centrale zenuwstelsel van de mens; het cerebellum en de hogere motorische cortex worden verondersteld de gebieden te zijn die het meest worden getroffen. Abnormale gewaarwordingen zoals prikken, branden of jeuk, evenals trillingen of zelfs stuiptrekkingen kunnen de blootstelling aan aanzienlijke hoeveelheden volgen, volgens een standaard handboek voor toxicologie.

Onze eerste kennis van de symptomen van acute vergiftiging door DDT

werd door verschillende mensen verstrekt Britse onderzoekers, die zich opzettelijk hebben blootgesteld om de gevolgen te leren. Twee wetenschappers van het British Royal Navy Physiological Laboratory vroegen om opname van DDT door de huid door direct contact met wanden bedekt met een in water oplosbare verf die 2 bevat procent DDT, bedekt met een dunne laag olie. Het directe effect op het zenuwstelsel is duidelijk in hun wel-sprekende beschrijving van hun symptomen: 'De vermoeidheid, zwaarte en pijn van ledematen waren zeer reële dingen, en de mentale toestand was ook het meest pijnlijk ... [er was] extreme prikkelbaarheid ... grote afkeer van werk van welke aard dan ook ... een gevoel van mentale incompetentie in de eenvoudigste mentale taak aanpakken. De gewrichtspijnen waren soms behoorlijk gewelddadig. '

[103] Een andere Britse experimentator die DDT in acetonoplossing op zijn huid aanbracht, meldde zwaarte en pijn van ledematen, spierzwakte en 'spasmen van extreme nerveuze spanning'.

Hij ging op vakantie en verbeterde, maar bij zijn terugkeer verslechterde zijn toestand. Hij dan drie weken in bed doorgebracht, ellendig gemaakt door constant pijn in ledematen, slapeloosheid, nerveus spanning en gevoelens van acute angst. Bij gelegenheid schudde trillingen zijn hele lichaam - trillingen van het soort dat nu maar al te bekend is geworden bij het zien van vogels die zijn vergiftigd door DDT. De experimentator verloor 10 weken na zijn werk, en aan het einde van een jaar, toen zijn zaak werd gemeld in een Brit medisch tijdschrift, herstel was niet compleet. (Ondanks dit bewijsmateriaal, verschillende Amerikanen onderzoekers uitvoeren van een experiment met DDT op vrijwilligers onderwerpen afgewezen klacht over hoofdpijn en 'pijn in alle botten' als 'duidelijk van psychoneurische oorsprong'.)

Er zijn nu veel gevallen geregistreerd waarin zowel de symptomen als het hele verloop van de ziekte verwijst naar insecticiden als oorzaak. Typisch heeft een dergelijk slachtoffer een bekende blootstelling aan gehad een van de insecticiden, zijn symptomen verdwenen onder behandeling waaronder de uitsluiting van alle insecticiden uit zijn omgeving, en het meest significant zijn teruggekeerd met elk hernieuwd contact met de aanstootgevende chemicaliën. Dit soort bewijs - en niet meer - vormt de basis van een enorme hoeveelheid medische therapie bij vele andere aandoeningen. Er is geen reden waarom het niet als een waarschuwing zou moeten dienen dat

het niet langer verstandig is om het 'berekende' te nemen risico 'van het verzadigen van ons milieu met pesticiden. Waarom gebruikt en gebruikt niet iedereen insecticiden ontwikkelen dezelfde symptomen? Hier komt de kwestie van individuele gevoeligheid aan bod.

Er zijn aanwijzingen dat vrouwen gevoeliger zijn dan mannen, de zeer jonge meer dan volwassenen, degenen die een zittend leven leiden, leven binnenshuis meer dan degenen die een ruw leven leiden op het werk of oefenen in de open lucht. Naast deze verschillen zijn er andere die niet minder reëel zijn omdat ze zijn ongrijpbaar. Wat maakt een persoon allergisch voor stof of pollen, gevoelig voor een gif of vatbaar voor een infectie, terwijl een ander dat niet is, is een medisch mysterie waarvoor geen uitleg geven. Het probleem bestaat niettemin en het beïnvloedt aanzienlijke aantallen de bevolking. Sommige artsen schatten dat een derde of meer van hun patiënten tekenen van vertonen een vorm van gevoeligheid, en dat het aantal groeit. En helaas kan gevoeligheid dat wel zich plotseling ontwikkelen in een persoon die eerder ongevoelig was. Sommige medische mannen geloven dat zelfs intermitterende blootstelling aan chemicaliën kan precies zo'n gevoeligheid produceren. Als dit waar is, kan het leg uit waarom sommige onderzoeken bij mannen die voortdurend aan beroepsmatige blootstelling worden blootgesteld weinig vinden aanwijzingen voor toxische effecten. Door hun constant contact met de chemicaliën houden deze mannen zich aan zelf ongevoelig - als een allergoloog houdt zijn patiënten ongevoelig door herhaald klein injecties van het allergeen. Het hele probleem van pesticidevergiftiging is enorm ingewikkeld door het feit dat een mens, in tegenstelling tot een laboratoriumdier dat onder rigide controle leeft omstandigheden, wordt nooit alleen aan één chemische stof blootgesteld. Tussen de belangrijkste groepen insecticiden, en tussen hen en andere chemicaliën zijn er interacties die serieuze mogelijkheden hebben.

Of ze nu in de bodem of in het water of in het bloed van een man worden afgegeven, deze niet-gerelateerde chemicaliën blijven niet achter gescheiden; er zijn mysterieuze en ongeziene veranderingen waardoor men de kracht van verandert een ander voor schade. Er is zelfs interactie tussen de twee hoofdgroepen van insecticiden meestal gedacht als volledig verschillend in hun actie. De kracht van de organische fosfaten, die vergiftigers van het zenuwbeschermende enzym cholinesterase, kunnen groter worden als de lichaam is eerst blootgesteld aan een gechloreerde koolwaterstof die de

lever verwondt. Dit is omdat, wanneer de leverfunctie wordt verstoord, het cholinesterase-niveau onder normaal daalt. De toegevoegd depressief effect van het organische fosfaat kan dan voldoende zijn om acuut neer te slaan [104] symptomen. En zoals we hebben gezien, kunnen paren van organische fosfaten zelf interageren zodanig dat hun toxiciteit honderdvoudig wordt verhoogd. Of de organische fosfaten kunnen interageren met verschillende medicijnen, of met synthetische materialen, voedseladditieven - wie kan wat anders zeggen van de oneindig aantal door de mens gemaakte stoffen die nu onze wereld doordringen?

Het effect van een chemische stof van zogenaamd onschadelijke aard kan drastisch worden gewijzigd door de actie van een ander; een van de beste voorbeelden is een naaste verwant van DDT genaamd methoxychlor. (Feitelijk is methoxychlor misschien niet zo vrij van gevaarlijke eigenschappen als algemeen wordt gezegd, voor recent werk met proefdieren toont een directe actie op de baarmoeder en een blokkering effect op enkele van de krachtige hypofysehormonen - herinnert ons er opnieuw aan dat dit zo is chemicaliën met enorm biologisch effect. Uit ander werk blijkt dat methoxychlor potentieel heeft vermogen om de nieren te beschadigen.) Omdat het niet in grote mate wordt opgeslagen wanneer het alleen wordt toegediend, ons is verteld dat methoxychlor een veilige chemische stof is. Maar dit is niet noodzakelijk waar. Als de lever heeft beschadigd door een andere agent, methoxychlor wordt opgeslagen in het lichaam op 100 keer de normalesnelheid, en zal dan de effecten van DDT imiteren met langdurige effecten op het zenuwstelsel.

Toch kan de leverschade die dit veroorzaakt zo klein zijn dat het onopgemerkt voorbijgaat. Het zou kunnen het resultaat zijn geweest van een aantal alledaagse situaties - het gebruik van een ander insecticide, gebruik een reinigingsvloeistof die tetrachloorkoolstof bevat, of neem een van de zogenaamde kalmerende medicijnen, waarvan een aantal (maar niet alle) gechloreerde koolwaterstoffen zijn en bezitten vermogen om de lever te beschadigen.

Schade aan het zenuwstelsel is niet beperkt tot acute vergiftiging; er kan ook vertraging optreden effecten van blootstelling. Er is melding gemaakt van langdurige schade aan hersenen of zenuwen methoxychlor en anderen. Dieldrin kan, naast de onmiddellijke gevolgen, lang hebben uitgesteld ef-

fecten variërend van 'geheugenverlies, slapeloosheid en nachtmerries tot manie'. Lindane, volgens medische bevindingen, wordt opgeslagen in significante hoeveelheden in de hersenen en functionerende leverweefsel en kan 'diepgaande en langdurige effecten op het centrale zenuwstelsel' veroorzaken. Maar deze chemische stof, een vorm van benzeenhexachloride, wordt veel gebruikt in verdamper, apparaten die een stroom van gieten vervluchtigde insecticidedamp in huizen, kantoren, restaurants. De organische fosfaten meestal alleen beschouwd in verband met hun meer gewelddadige manifestaties in acute vergiftiging, hebben ook het vermogen om blijvende fysieke schade aan zenuwweefsels te veroorzaken en, volgens recent bevindingen, om psychische stoornissen te veroorzaken. Verschillende gevallen van vertraagde verlamming volgden het gebruik van een of andere van deze insecticiden. Een bizarre gebeurtenis in de Verenigde Staten tijdens de verbodstijdperk rond 1930 was een voorteken van de dingen die nog zouden komen. Het werd niet veroorzaakt door een insecticide maar door een stof die chemisch tot dezelfde groep behoort als het organische fosfaat insecticiden. Gedurende die periode werden enkele geneeskrachtige stoffen in gebruik genomen als vervangers voor sterke drank, die zijn vrijgesteld van de verbodswet. Een daarvan was Jamaica-gember.

Maar het Amerikaanse Pharmacopeia-product was duur en bootleggers bedachten het idee om een vervangende Jamaica-gember te maken. Ze slaagden zo goed dat hun onechte product reageerde op de juiste chemische testen en bedroog de overheidschemici. Geven hun valse gember de nodige tang die ze hadden geïntroduceerd een chemische stof bekend als triorthocresyl fosfaat. Deze chemische stof vernietigt, net als parathion en zijn verwanten, het beschermende enzym cholinesterase. Als gevolg van het drinken van het product van de bootleggers ongeveer 15.000 mensen ontwikkelde een permanent verlammende vorm van verlamming van de beenspieren, een aandoening die nu wordt genoemd 'gemberverlamming'. De verlamming ging gepaard met vernietiging van de zenuwmantels en door degeneratie van de cellen van de voorhoorns van het ruggenmerg.

[105] Ongeveer twee decennia later werden verschillende andere organische fosfaten in gebruik als insecticiden, zoals wij hebben gezien, en al snel begonnen gevallen te doen denken aan de gemberverlamming. Een was een serrearbeider in Duitsland die enkele maanden na zijn ervaring verlamd raakte milde vergiftigingsverschijnselen een paar keer na het ge-

bruik van parathion. Toen een groep van drie chemische fabrieksarbeiders ontwikkelden acute vergiftiging door blootstelling aan andere insecticiden hiervan groep. Ze herstelden onder behandeling, maar tien dagen later ontwikkelden twee van hen gespierd zwakte in de benen. Dit duurde 10 maanden in één; de andere, een jonge chemicus, was ernstiger getroffen, met verlamming in beide benen en enige betrokkenheid van de handen en armen. Twee jaar later, toen haar geval werd gemeld in een medisch tijdschrift, was ze nog steeds niet in staat om lopen. Het insecticide dat verantwoordelijk is voor deze gevallen is uit de handel genomen, maar sommige van degenen die nu in gebruik zijn, kunnen mogelijk schade aanrichten.

Malathion (geliefd bij tuinders) heeft veroorzaakte ernstige spierzwakte in experimenten met kippen. Dit werd bijgewoond (zoals in gember verlamming) door vernietiging van de omhulsels van de heup- en wervelkolomzenuwen. Al deze gevolgen van organische fosfaatvergiftiging, indien overleefd, kan een voorspel zijn tot erger. Gezien het ernstige schade die ze aan het zenuwstelsel toebrengen, het was misschien onvermijdelijk dat deze insecticiden zou uiteindelijk in verband worden gebracht met psychische aandoeningen. Die link is onlangs geleverd door onderzoekers aan de Universiteit van Melbourne en Prince Henry's Hospital in Melbourne, die gerapporteerd over 16 gevallen van psychische aandoeningen. Allen hadden een geschiedenis van langdurige blootstelling aan organisch fosforinsecticiden. Drie waren wetenschappers die de werkzaamheid van sprays controleren; 8 werkte in kassen; 5 waren landarbeiders. Hun symptomen varieerden van geheugenverlies tot schizofrene en depressieve reacties. Allen hadden een normale medische geschiedenis vóór de chemicaliën ze gebruikten boemerang en sloegen ze neer.

Echo's van dit soort dingen zijn, zoals we hebben gezien, overal verspreid medische literatuur, soms met betrekking tot de gechloreerde koolwaterstoffen, soms de organische fosfaten. Verwarring, wanen, geheugenverlies, manie - een zware prijs om te betalen voor de tijdelijke vernietiging van enkele insecten, maar een prijs die zolang zal worden geëvalueerd we staan erop chemicaliën te gebruiken die rechtstreeks op het zenuwstelsel toeslaan.

DE BIOLOGIST George Wald vergeleek zijn werk ooit op een buitengewoon gespecialiseerde manier onderwerp, de visuele pigmenten van het oog, 'aan een zeer smal venster waardoor op een afstand men kan alleen een lichtflits zien. Naarmate men dichterbij komt, wordt het zicht breder en breder, tot eindelijk kijkt men door ditzelfde nauwe venster naar het universum.' Dus het is dat alleen wanneer we brengen onze focus uit, eerst op de individuele cellen van het lichaam, daarna op de minuut structuren in de cellen, en uiteindelijk op de ultieme reacties van moleculen daarin structuren - alleen als we dit doen, kunnen we de meest serieuze en verreikende begrijpen effecten van de lukrake introductie van vreemde chemicaliën in onze interne omgeving.

Medisch onderzoek is pas vrij recent gericht op het functioneren van de individuele cel in de energie produceren die de onmisbare kwaliteit van leven is. De buitengewone energie het produceren van het mechanisme van het lichaam is niet alleen fundamenteel voor de gezondheid maar ook voor het leven; het overstijgt belang zelfs de meest vitale organen, voor zonder de soepele en effectieve werking van energie-producerende oxidatie geen van de functies van het lichaam kan worden uitgevoerd. Maar de aard van veel van de chemicaliën die worden gebruikt tegen insecten, knaagdieren en onkruid zijn zodanig dat ze kunnen toeslaan direct op dit systeem, waardoor het prachtig functionerende mechanisme wordt verstoord.

Het onderzoek dat heeft geleid tot ons huidige begrip van cellulaire oxidatie is een van de meest voorkomende indrukwekkende prestaties in alle biologie en biochemie. Het rooster van bijdragers hieraan werk omvat veel Nobelprijswinnaars. Stap voor stap is het al een kwartier aan de gang eeuw, voortbouwend op zelfs eerder werk voor enkele van haar eerste stenen. Maar toch is het niet compleet in alle details. En pas in het afgelopen decennium hebben alle verschillende stukken onderzoek een geheel vormen zodat biologische oxidatie een onderdeel van het gewone kan worden kennis van biologen. Nog belangrijker is het feit dat medische mannen die hun hebben ontvangen basisopleiding vóór 1950 hebben weinig gelegenheid gehad om het kritieke belang van de te realiseren proces en de gevaren van het verstoren.

Het ultieme werk van energieproductie wordt niet in een gespecialiseerd orgaan volbracht, maar in elke cel van het lichaam. Een levende cel verbrandt, net als een vlam, brandstof om de energie te produceren waarop het leven leeft ligt eraan. De analogie is poëtischer dan nauwkeurig, want de cel bereikt zijn 'verbranding' met alleen de matige hitte van de normale temperatuur van het lichaam. Maar toch al die miljarden zachtjes brandende vuurtjes vonken de energie van het leven. Als ze ophouden te branden, kan geen hart kloppen, nee plant kon naar boven groeien en de zwaartekracht tarten, geen amoebe kon zwemmen, geen gevoel kon versnellen langs een zenuw, kon geen gedachte in het menselijk brein flitsen ', zei de scheikundige Eugene Rabinowitch.

De transformatie van materie in energie in de cel is een altijd stromend proces, een van de natuur cycli van vernieuwing, zoals een wiel dat eendeloos draait. Graan voor korrel, molecuul voor molecuul, koolhydraatbrandstof in de vorm van glucose wordt in dit wiel gevoerd; in zijn cyclische passage de brandstof molecuul ondergaat fragmentatie en een reeks zeer kleine chemische veranderingen. De wijzigingen zijn ordelijk gemaakt, stap voor stap, elke stap gestuurd en gecontroleerd door een enzym van zo gespecialiseerde een functie dat het dit ene ding en niets anders doet. Bij elke stap is energie geproduceerd, afvalproducten (kooldioxide en water) worden afgegeven en de veranderde molecule van brandstof wordt doorgegeven aan de volgende fase. Wanneer het draaiwiel de volledige cyclus van de brandstofmolecule bereikt [107] is gestript tot een vorm waarin het klaar is om te combineren met een nieuwe molecule die eraan komt in en om de cyclus opnieuw te starten.

Dit proces waarbij de cel functioneert als een chemische fabriek is een van de wonderen van de levenden wereld. Het feit dat alle functionerende delen van zeer kleine omvang zijn, draagt bij aan het wonder. Met enkele uitzonderingen cellen zelf zijn miniem, alleen gezien met behulp van een microscoop. Maar toch een groot deel van het werk van oxidatie wordt uitgevoerd in een veel kleiner theater, in kleine korrels in de cel genaamd mitochondria. Hoewel al meer dan 60 jaar bekend, waren dit voorheen afgedaan als cellulaire elementen van onbekende en waarschijnlijk onbelangrijke functie. Enkel en alleen in de jaren 1950 werd hun studie een opwindend en vruchtbaar onderzoeksgebied; plotseling zij begon zoveel aandacht te trekken dat alleen al in dit artikel 1000 artikelen over dit onderwerp ver-

schenen periode van vijf jaar. Weer staat men vol ontzag voor de geweldige vindingrijkheid en het geduld waarmee de mysterie van de mitochondriën is opgelost. Stel je een deeltje voor dat zo klein is dat je het nauwelijks kunt zie het ook al heeft een microscoop het 300 keer voor u vergroot. Stel je dan de vaardigheid voor nodig om dit deeltje te isoleren, uit elkaar te halen en de componenten te analyseren en hun te bepalen zeer complex functioneren. Toch is dit gedaan met behulp van de elektronenmicroscoop en de technieken van de biochemicus. Het is nu bekend dat de mitochondriën kleine pakketjes enzymen zijn, een gevarieerd assortiment inclusief alle enzymen die nodig zijn voor de oxidatieve cyclus, gerangschikt in precies en geordend array op muren en scheidingswanden. De mitochondriën zijn de 'krachtpatsers' waarin de meeste van de energieproducerende reacties treden op. Na de eerste zijn voorbereidende oxidatiestappen geweest uitgevoerd in het cytoplasma wordt het brandstofmolecuul opgenomen in de mitochondriën. Het is hier dat oxidatie is voltooid; hier komen enorme hoeveelheden energie vrij. Het eindeloze draaiende wielen van oxidatie in de mitochondriën zouden weinig nut hebben als dat niet zo was voor dit allerbelangrijkste resultaat. De geproduceerde energie in elke fase van de oxidatieve cyclus is in een vorm bekend door de biochemici als ATP (adenosine trifosfaat), een molecule met drie fosfaatgroepen. De rol van ATP bij het leveren van energie komt voort uit het feit dat het een van zijn fosfaatgroepen kan overzetten op andere stoffen, samen met de energie van zijn bindingen van elektronen pendelen met hoge snelheid heen en weer. Dus, in een spiercel, energie naar contract wordt verkregen wanneer een terminale fosfaatgroep wordt overgebracht naar de samentrekkende spier. Zo er vindt nog een cyclus plaats - een cyclus binnen een cyclus: een molecule van ATP geeft er een van op fosfaatgroepen en behoudt slechts twee, en wordt een difosfaatmolecuul, ADP. Maar als de wiel draait verder, een andere fosfaatgroep wordt gekoppeld en de krachtige ATP wordt hersteld. De analogie van de opslagbatterij is gebruikt: ATP staat voor het opgeladen, ADP voor het ontladen accu.

ATP is de universele valuta van energie - te vinden in alle organismen, van microben tot mensen. Het levert mechanische energie aan spiercellen; elektrische energie voor zenuwcellen. De zaadcel, de bevrucht ei klaar voor de enorme uitbarsting van activiteit die het zal veranderen in een kikker of een vogel of een menselijke baby, de cel die een hormoon moet aanmaken, alle worden voorzien van ATP. Sommige van de energie van ATP wordt ge-

bruikt in de mitochondrion, maar het grootste deel ervan wordt onmiddellijk in de cel om stroom te leveren voor andere activiteiten. De locatie van de mitochondriën in bepaalde cellen is welsprekend van hun functie, omdat ze zo zijn geplaatst dat energie precies kan worden geleverd waar het nodig is. In spiercellen clusteren ze rond samentrekkende vezels; in zenuwcellen zijn ze gevonden op de kruising met een andere cel, die energie levert voor de overdracht van impulsen; in sperma cellen ze zijn geconcentreerd op het punt waar de drijfstoot staart is verbonden met het hoofd.

[108] Het opladen van de batterij, waarin ADP en een vrije fosfaatgroep worden gecombineerd om te herstellen ATP is gekoppeld aan het oxidatieve proces; de nauwe koppeling staat bekend als gekoppelde fosforylering. Als de combinatie wordt ontkoppeld, gaan de middelen verloren voor het leveren van bruikbare energie.

Ademhaling gaat door maar er wordt geen energie geproduceerd. De cel is als een racemotor geworden, warmte opwekken maar geen vermogen opleveren. Dan kan de spier niet samentrekken, noch kan de impuls race langs de zenuwbanen. Dan kan het sperma niet naar zijn bestemming bewegen; de bevruchte ei kan zijn complexe indelingen en uitwerkingen niet voltooien. De gevolgen van ontkoppelen kan inderdaad rampzalig zijn voor elk organisme, van embryo tot volwassene: na verloop van tijd zou dat kunnen leiden tot de dood van het weefsel of zelfs van het organisme. Hoe kan ontkoppeling tot stand worden gebracht?

Straling is een ontkoppeling, en volgens sommigen is de dood van cellen die aan straling worden blootgesteld op deze manier tot stand gebracht. Helaas kunnen heel wat chemicaliën dat ook doen gescheiden oxidatie van energieproductie, en de insecticiden en onkruidverdelgers zijn goed vertegenwoordigd op de lijst. Zoals we hebben gezien, hebben de fenolen een sterk effect op het metabolisme, het veroorzaken van een mogelijk fatale temperatuurstijging; dit wordt veroorzaakt door het 'racemotor'-effect van ontkoppeling. De dinitrofenolen en pentachloorfenolen zijn voorbeelden van deze groep die hebben wijdverbreid gebruik als herbiciden. Een andere ontkoppelaar onder de herbiciden is 2,4-D. Van de gechlloreerde koolwaterstoffen, DDT is een bewezen ontkoppelaar en verder onderzoek zal waarschijnlijk uitwijzen anderen onder deze groep. Maar ontkoppelen is niet de enige manier om de kleine vuurtjes te blussen sommige of alle miljarden

cellen van het lichaam. We hebben gezien dat elke stap in oxidatie is gericht en versneld door een specifiek enzym. Wanneer een van deze enzymen - zelfs een enkele - wordt vernietigd of verzwakt, komt de oxidatiecyclus in de cel tot stilstand. Het maakt niet verschil welk enzym wordt beïnvloed. Oxidatie verloopt in een cyclus als een draaiend wiel. Als wij duw een koevoet tussen de spaken van een wiel, het maakt niet uit waar we het doen, de wiel stopt met draaien. Op dezelfde manier, als we een enzym vernietigen dat op enig moment functioneert de cyclus, oxidatie stopt. Er is dan geen verdere energieproductie, dus het eindeffect is zeer vergelijkbaar met ontkoppelen. De koevoet om de oxidatiewielen te slopen kan door een aantal chemicaliën worden geleverd vaak gebruikt als pesticiden. DDT, methoxychloor, malathion, fenothiazine en verschillende dinitroverbindingen behoren tot de vele pesticiden waarvan is gevonden dat ze één of meer van de enzymen die betrokken zijn bij de oxidatiecyclus. Ze verschijnen dus als agenten potentieel in staat om het hele proces van energieproductie te blokkeren en de cellen te beroven bruikbare zuurstof. Dit is een verwonding met de meest rampzalige gevolgen, waarvan slechts enkele kan hier worden vermeld. Alleen door systematisch zuurstof achter te houden, hebben onderzoekers dat zorgde ervoor dat normale cellen in kankercellen veranderden, zoals we in het volgende hoofdstuk zullen zien. Enkele hint van andere drastische gevolgen van het ontnemen van een cel van zuurstof zijn te zien in dierexperimenten bij het ontwikkelen van embryo's. Bij onvolgende zuurstof de geordende processen waardoor de weefsels ontvouwen zich en de organen ontwikkelen zijn verstoord; misvormingen en andere afwijkingen dan optreden. Vermoedelijk kan het menselijke embryo zonder zuurstof ook aangeboren zijn misvormingen.

Er zijn tekenen dat een toename van dergelijke rampen wordt opgemerkt, hoewel weinigen ver kijken genoeg om alle oorzaken te vinden. In een van de meest onaangename voorvallen van die tijd, het kantoor van vitale statistieken in 1961 begonnen met een nationale tabel van misvormingen bij de geboorte, met de verklarende opmerking dat de resulterende statistieken de benodigde feiten over de incidentie zouden verschaffen van aangeboren afwijkingen en de omstandigheden waaronder deze optreden. Dergelijke studies zullen [109] zonder twijfel grotendeels gericht op het meten van de effecten van straling, maar dat mag niet zo zijn over het hoofd gezien dat veel chemicaliën stralingspartners zijn, die precies hetzelfde produceren bijwerkingen. Enkele defecten en misvormingen bij de kinderen van mor-

gen, waarop grimmig wordt geanticipeerd het Office of Vital Statistics, zal vrijwel zeker worden veroorzaakt door deze chemicaliën die doordringen onze uiterlijke en innerlijke werelden. Het is heel goed mogelijk dat sommige bevindingen minder zijn geworden reproductie houdt ook verband met interferentie met biologische oxidatie en bijgevolg lege batterij van alle belangrijke opslagbatterijen van ATP. Het ei heeft zelfs vóór de bevruchting nodig om royaal te worden voorzien van ATP, klaar en wachtend op de enorme inspanning, de enorme uitgaven voor energie die nodig zijn zodra het sperma is binnengekomen en bevruchting heeft plaatsgevonden. Of de zaadcel het ei zal bereiken en penetreren, is afhankelijk van zijn eigen toevoer van ATP, gegenereerd in de mitochondriën dik geclusterd in de nek van de cel. Een keer bevruchting is voltooid en celdeling is begonnen, de levering van energie in de vorm van ATP zal grotendeels bepalen of de ontwikkeling van het embryo tot voltooiing zal doorgaan. Embryologen bestuderen enkele van hun meest handige onderwerpen, de eieren van kikkers en van zee egels hebben ontdekt dat als het ATP-gehalte wordt verlaagd tot onder een bepaald kritisch niveau, het ei stopt gewoon met delen en sterft snel.

Het is geen onmogelijke stap van het embryologielaboratorium naar de appelboom waar een robin is nest houdt zijn complement van blauwgroene eieren vast; maar de eieren liggen koud, de vuren van het leven dat flikkerde een paar dagen nu gedoofd. Of naar de top van een hoge pijnboom in Florida waar een enorme stapel ligt van twijgen en stokjes in geordende wanorde bevat drie grote witte eieren, koud en levenloos. Waarom deed de roodborstjes en de adelaars niet uitkomen? Deed de eieren van de vogels, zoals die van het laboratorium kikkers, stop met ontwikkelen simpelweg omdat ze niet genoeg gemeen hadden met de gemeenschappelijke valuta van energie - de ATP-moleculen - om hun ontwikkeling te voltooien? En werd het gebrek aan ATP veroorzaakt omdat in het lichaam van de oudervogels en in de eieren voldoende insecticiden waren opgeslagen om de kleine draaiende wielen van oxidatie te stoppen waarvan de toevoer van energie afhangt? Het is geen langer nodig om te raden over de opslag van insecticiden in de eieren van vogels, wat duidelijk lenen zich gemakkelijker voor dit soort observaties dan de eicel van zoogdieren. Groot er zijn residuen van DDT en andere koolwaterstoffen gevonden wanneer in de eieren van vogels onderworpen aan deze chemicaliën, hetzij experimenteel of in het wild. En de concentraties zwaar zijn geweest. Fazanteneieren in een

Californisch experiment bevatten maximaal 349 delen per miljoen DDT. In Michigan, eieren genomen uit de eileiders van robins dood aan DDT-vergiftiging vertoonde concentraties tot 200 delen per miljoen. Andere eieren werden genomen van overgebleven nesten onbeheerd als ouder-roodborstjes werden getroffen door gif; ook deze bevatten DDT. kippen vergiftigd door aldrin gebruikt op een naburige boerderij hebben de chemische stof doorgegeven aan hun eieren; kippen DDT legde experimenteel gevoede eieren met maar liefst 65 delen per miljoen.

Wetende dat DDT en andere (misschien alle) gechloreerde koolwaterstoffen de productie van energie stoppen cyclus door een specifiek enzym te inactiveren of het energieproducerende mechanisme te ontkoppelen, dat is het moeilijk te zien hoe een ei dat zo vol zit met residuen het complexe proces van kon voltooien ontwikkeling: het oneindige aantal celdelingen, de uitwerking van weefsels en organen, de synthese van vitale stoffen die uiteindelijk een levend wezen produceren. Dit alles vereist enorm hoeveelheden energie - de kleine pakketjes ATP die alleen al door het metabolische wiel draaien kan produceren. Er is geen reden om aan te nemen dat deze rampzalige gebeurtenissen zich beperken tot vogels. ATP is de universele valuta van energie, en de metabole cycli die het produceren, worden hetzelfde [110] doel bij vogels en bacteriën, bij mannen en muizen. Het feit van opslag van insecticiden in de geslachtscellen van elke soort zou ons daarom moeten storen, wat vergelijkbare effecten op mensen suggereert.

En er zijn aanwijzingen dat deze chemicaliën zich nestelen in weefsels die bij de productie betrokken zijn van geslachtscellen evenals in de cellen zelf. Er zijn accumulaties van insecticiden geweest ontdekt in de geslachtsorganen van verschillende vogels en zoogdieren - in fazanten, muizen en Guinea varkens onder gecontroleerde omstandigheden, in roodborstjes in een gebied besproeid voor iepziekte, en bij herten zwervende westelijke bossen bespoten voor sparrenworm. In een van de robins de concentratie van DDT in de testes was zwaarder dan in enig ander deel van het lichaam. Fazanten stapelden zich ook op buitengewone hoeveelheden in de testikels, tot 1500 delen per miljoen. Waarschijnlijk als gevolg hiervan opslag in de geslachtsorganen, atrofie van de testikels is waargenomen bij experimentele zoogdieren.

Jonge ratten blootgesteld aan methoxychloor hadden buitengewoon kleine

testikels. Wanneer jonge hanen die DDT. kregen, ontwikkelden de testikels zich maar tot 18 procent van hun normale grootte; kammen en lellen, afhankelijk voor hun ontwikkeling van het testiculaire hormoon, was slechts een derde van de normale grootte. De spermatozoa zelf kunnen goed worden beïnvloed door verlies van ATP. Experimenten tonen dat aan de motiliteit van stierensperma wordt verminderd door dinitrofenol, wat de energie verstoort koppelingsmechanisme met onvermijdelijk energieverlies. Waarschijnlijk zou hetzelfde effect worden gevonden met andere chemicaliën werd de zaak onderzocht. Enige indicatie van het mogelijke effect op menselijke wezens wordt gezien in medische rapporten van oligospermie, of verminderde productie van spermatozoa, onder vlieggewassen die DDT toepassen. . . .

Voor de gehele mensheid is ons bezit genetisch oneindig veel waardevoller dan het individuele leven erfgoed, onze link met verleden en toekomst. Gevormd door lange eeuwen van evolutie, onze genen niet maak ons alleen wat we zijn, maar houd in hun kleine wezens de toekomst vast - of het nu een belofte is of bedreiging. Maar genetische achteruitgang door door mensen gemaakte middelen is de dreiging van onze tijd, 'de laatste en grootste gevaar voor onze beschaving '. Wederom is de parallel tussen chemicaliën en straling exact en onontkoombaar. De levende straling aangevallen door straling lijdt aan verschillende verwondingen: het het vermogen om normaal te delen kan worden vernietigd, het kan te maken krijgen met veranderingen in de chromosoomstructuur, of de genen, dragers van erfelijk materiaal, kunnen die plotselinge veranderingen ondergaan die bekend staan als mutaties, waardoor ze in volgende generaties nieuwe kenmerken produceren. Als vooral vatbaar kan de cel na het verstrijken van de tijd volledig worden gedood gemeten in jaren, kan het kwaadaardig worden.

Al deze gevolgen van straling zijn in laboratoriumonderzoek door een grote groep gedupliceerd van chemicaliën die bekend staan als radiomimetisch of stralingsimiterend. Veel chemicaliën gebruikt als pesticiden - zowel herbiciden als insecticiden - behoren tot deze groep stoffen die de vermogen om de chromosomen te beschadigen, de normale celdeling te verstoren of mutaties te veroorzaken.

Deze verwondingen aan het genetische materiaal zijn van een soort dat kan leiden tot ziekte bij het individu blootgesteld of ze kunnen hun effecten la-

ten voelen in toekomstige generaties. Slechts enkele decennia geleden, neem men kende deze effecten van straling of chemicaliën. In die dagen was het atoom niet geweest gesplitst en weinig van de chemicaliën die straling moesten dupliceren, waren tot nu toe in de reageerbuizen van chemici. Toen, in 1927, een professor in de zoölogie aan een universiteit in Texas, Dr. HJ Muller ontdekte dat hij door een organisme aan röntgenstraling bloot te stellen, mutaties kon veroorzaken volgende generaties. Met de ontdekking van Muller een enorm nieuw veld van wetenschappelijk en medisch kennis werd geopend. Muller ontving later voor hem de Nobelprijs voor de geneeskunde prestatie, en in een wereld die al snel ongelukkig bekend werd met de grijze regenval van fallout, zelfs de niet-wetenschapper kent nu de mogelijke gevolgen van straling.

[111] Hoewel veel minder opgemerkt, werd een metgezel ontdekt door Charlotte Auerbach en William Robson aan de Universiteit van Edinburgh in de vroege jaren 1940. Ze werkten met mosterdgas dat deze chemische stof permanente chromosoomafwijkingen veroorzaakt die dat niet kunnen zijn onderscheiden van die veroorzaakt door straling. Getest op de fruitvlieg, hetzelfde organisme Muller had in zijn oorspronkelijke werk met röntgenstralen ook mosterdgas geproduceerd. Dus het eerste chemische mutageen werd ontdekt. Mosterdgas als mutage is nu vergezeld door een lange lijst van andere chemicaliën waarvan bekend is dat ze genetisch materiaal in planten en dieren veranderen. Naar begrijpen hoe chemicaliën het verloop van erfelijkheid kunnen veranderen, moeten we eerst kijken naar de basis drama van het leven zoals het wordt gespeeld op het podium van de levende cel. De cellen die de weefsels vormen en organen van het lichaam moeten het vermogen hebben om in aantal te groeien als het lichaam moet groeien en als het levensstroom moet van generatie op generatie blijven stromen. Dit wordt bereikt door de proces van mitose of nucleaire deling. In een cel die op het punt staat te delen, verandert de grootste verandering belang treedt op, eerst in de kern, maar uiteindelijk met de hele cel. Binnen de kern, de chromosomen bewegen op mysterieuze wijze en delen zich, variërend in eeuwenoud patronen die zullen dienen om de determinanten van erfelijkheid, de genen, aan de dochter te verspreiden cellen. Eerst nemen ze de vorm aan van langwerpige draden, waarop de genen zijn uitgelijnd, zoals kralen aan een touwtje. Dan deelt elk chromosoom in de lengte (de genen delen ook). Wanneer de cel splitst zich in twee, de helft van elk gaat naar elk van de dochtercellen. Op deze manier

elk nieuw cel bevat een complete set chromosomen, en alle genetische informatie gecodeerd in hen. Op deze manier wordt de integriteit van het ras en van de soort behouden; op deze manier zoals verwekt zoals.

Een speciaal soort celdeling treedt op bij de vorming van de geslachtscellen. Omdat de chromosoomnummer voor een bepaalde soort is constant, het ei en het sperma, die zich moeten verenigen om een nieuw individu te vormen, moet slechts de helft van het soortnummer naar hun vereniging dragen. Dit is bereikt met buitengewone precisie door een verandering in het gedrag van de chromosomen dat gebeurt op een van de afdelingen die die cellen produceren. Op dit moment doen de chromosomen dat niet gesplitst, maar een heel chromosoom van elk paar gaat in elke dochtercel.

In dit elementaire drama wordt al het leven als één onthuld. De gebeurtenissen in het proces van celdeling zijn gemeenschappelijk voor al het aardse leven; noch mens, noch amoebe, de gigantische sequoia noch de eenvoudige gistcel kan lang bestaan zonder dit proces van celdeling voort te zetten. Alles wat mitose verstoort is daarom een ernstige bedreiging voor het welzijn van het getroffen organisme en zijn nakomelingen.

'De belangrijkste kenmerken van cellulaire organisatie, waaronder bijvoorbeeld mitose, moeten veel ouder zijn dan 500 miljoen jaar - meer dan 1000 miljoen ', schreven George Gaylord Simpson en de zijne collega's Pittendrigh en Tiffany in hun brede boek getiteld Life . 'In dezevoel dat de wereld van het leven, hoewel zeker fragiel en complex, ongelooflijk duurzaam is in de tijd— duurzamer dan bergen. Deze duurzaamheid is volledig afhankelijk van de bijna ongelooflijke nauwkeurigheid waarmee de geërfde informatie van generatie op generatie wordt gekopieerd. '

Maar in alle duizend miljoen jaar die deze auteurs voor ogen hebben, is er geen dreiging geweest direct en zo krachtig op die 'ongelooflijke nauwkeurigheid' als de dreiging van de mens in het midden van de 20e eeuw gemaakt straling en door de mens gemaakte en door de mens verspreide chemicaliën. Sir Macfarlane Burnet, a onderscheiden Australische arts en een Nobelprijswinnaar, beschouwt het als een van de meest belangrijke medische kenmerken 'van onze tijd', als een bijproduct van steeds krachtiger therapeutische procedures en de productie van chemische stoffen buiten biologische [112] ervaringen, de normale beschermende barrières die muta-

gene agentia van het inwendige hielden organen zijn steeds vaker gepene-
treerd. '

De studie van menselijke chromosomen staat nog in de kinderschoenen en is daarom pas recent mogelijk geworden om het effect van omgevingsfactoren op hen te bestuderen. Het was pas in 1956 dat nieuwe technieken maakten het mogelijk om nauwkeurig het aantal chromosomen in de menselijke cel - 46 - en ze zo gedetailleerd te observeren dat de aanwezigheid of afwezigheid van het geheel chromosomen of zelfs delen van chromosomen konden worden gedetecteerd. Het hele concept van genetische schade door iets in de omgeving is ook relatief nieuw, en wordt weinig begrepen behalve door de genetici, wiens advies te weinig wordt ingewonnen. Het gevaar van straling in zijn verschillende vormen worden nu redelijk goed begrepen - hoewel ze nog steeds op verrassende plaatsen worden ontkend. Dr. Muller heeft vaak de gelegenheid gehad om de weerstand tegen de acceptatie van genetische principes te betreuren van de kant van zovelen, niet alleen van regeringsbenoemden in de beleidsbepalende posities, maar ook van zoveel mensen in de medische wereld. ' Het feit dat chemicaliën een vergelijkbare rol kunnen spelen tot straling is nauwelijks doorgedrongen in de publieke geest, noch in de hoofden van de meeste medische of wetenschappelijke werkers. Om deze reden is de rol van chemicaliën bij algemeen gebruik (in plaats van in het laboratorium experimenten) is nog niet beoordeeld. Het is uiterst belangrijk dat dit wordt gedaan.

Sir Macfarlane staat niet alleen in zijn inschatting van het potentiële gevaar. Dr. Peter Alexander, een uitstekende Britse autoriteit, heeft gezegd dat de radiomimetische chemicaliën mogelijk een groter gevaar 'dan straling. Dr. Muller, met het perspectief van tientallen jaren onderscheiden werk in de genetica, waarschuwt dat verschillende chemicaliën (inclusief groepen vertegenwoordigd door pesticiden) 'kan de mutatiefrequentie evenveel verhogen als straling ... Tot nu toe is veel te weinig bekend van de mate waarin onze genen, onder moderne omstandigheden van blootstelling aan ongebruikelijk chemicaliën worden blootgesteld aan dergelijke mutagene invloeden. '

De wijdverbreide verwaarlozing van het probleem van chemische mutagenen is misschien te wijten aan het feit dat die voor het eerst ontdekt waren alleen van wetenschappelijk belang. Stikstofmosterd wordt immers niet ge-

spoten op hele populaties vanuit de lucht; het gebruik ervan is in handen van experimentele biologen of van artsen die het gebruiken bij kankertherapie. (Een geval van chromosoomschade bij een patiënt die wordt ontvangen dergelijke therapie is recent gemeld.) Maar insecticiden en onkruidverdelgers worden binnengebracht intiem contact met grote aantallen mensen. Ondanks de weinige aandacht die is gegeven het is trouwens mogelijk om specifieke informatie te verzamelen over een aantal van deze pesticiden, waaruit blijkt dat ze de vitale processen van de cel verstoren op manieren die variëren van een licht chromosoom schade aan genmutatie, en met gevolgen die zich uitstrekken tot de ultieme ramp van maligniteit. Muggen die verschillende generaties lang aan DDT werden blootgesteld, veranderden in vreemde wezens genaamd gynandromorphs - deels mannelijk en deels vrouwelijk.

Planten behandeld met verschillende fenolen leden aan een diepe vernietiging van chromosomen, veranderingen in genen, een opvallend aantal mutaties, 'onomkeerbare erfelijke veranderingen'. Mutaties ook kwam voor in fruitvliegen, het klassieke onderwerp van genetica-experimenten, wanneer onderworpen aan fenol; deze vliegen ontwikkelden mutaties die zo schadelijk waren dat ze fataal waren bij blootstelling aan een van de meest voorkomende herbiciden of urethaan. Urethaan behoort tot de groep chemicaliën die carbamaten worden genoemd waarbij een toenemend aantal insecticiden en andere landbouwchemicaliën wordt getrokken. Twee van de carbamaten worden eigenlijk gebruikt om te voorkomen dat aardappelen in de opslag ontspruiten - precies vanwege hun bewezen effect bij het stoppen van celdeling. Een ander antisproutingmiddel, maleïne hydrazide, wordt beoordeeld als een krachtig mutageen. Planten behandeld met benzeenhexachloride (BHC) of [113] linaan werd monsterlijk vervormd met tumorachtige zwellingen op hun wortels. Hun cellen groeiden in grootte, gezwollen met chromosomen die in aantal verdubbelden. Het verdubbelen ging door in toekomstige divisies totdat verdere celdeling mechanisch onmogelijk werd. Het herbicide 2,4-D heeft ook tumorachtige zwellingen geproduceerd in behandelde planten. Chromosomen worden kort, dik, samengeklonterd. Celdeling is ernstig achterlijk. Er wordt gezegd dat het algemene effect nauw parallel loopt dat geproduceerd door Xrays.

Dit zijn slechts enkele illustraties; er zouden er nog veel meer kunnen worden geciteerd. Vooralsnog is er geen uitgebreide studie gericht op het testen

van de mutagene effecten van pesticiden als zodanig. De feiten hierboven aangehaald zijn bijproducten van onderzoek in celfysiologie of genetica. Wat is er dringend nodig is een directe aanval op het probleem. Sommige wetenschappers die bereid zijn het krachtige effect toe te geven van omgevingsstraling op de mens niettemin vragen zich af of mutagene chemicaliën kunnen, zoals een praktisch voorstel, hebben hetzelfde effect. Ze noemen de grote indringende kracht van straling, maar betwijfel of chemicaliën de kiemcellen kunnen bereiken. Wederom worden we gehinderd door het feit dat er weinig direct onderzoek is gedaan naar het probleem bij de mens. echter, de het vinden van grote residuen van DDT in de geslachtsklieren en kiemcellen van vogels en zoogdieren is sterk bewijs dat de gechloreerde koolwaterstoffen, althans, niet alleen wijd verspreid worden door het hele lichaam maar in contact komen met genetisch materiaal. Professor David E. Davis bij Pennsylvania State University heeft onlangs ontdekt dat een krachtige chemische stof die voorkomt cellen delen en heeft beperkt gebruik bij kankertherapie kan ook worden gebruikt om steriliteit te veroorzaken in vogels. Subletale niveaus van de chemische stopceldeling in de geslachtsklieren. Professor Davis heeft gehad enig succes in veldproeven. Het is duidelijk dat er dan weinig basis is voor de hoop of het geloof dat de geslachtsklieren van elk organisme worden beschermd tegen chemicaliën in het milieu.

Recente medische bevindingen op het gebied van chromosoomafwijkingen zijn van extreem belang en betekenis. In 1959 vonden verschillende Britse en Franse onderzoeksteams hun onafhankelijke studies wijzend op een algemene conclusie - dat sommige van de ziekten van de mensheid worden veroorzaakt door een verstoring van het normale chromosoomnummer. Bij bepaalde ziekten en afwijkingen die hierdoor worden bestudeerd onderzoekers was het aantal anders dan normaal. Ter illustratie: het is nu bekend dat alles typisch is mongoloïden hebben één extra chromosoom. Af en toe is dit aan een ander bevestigd zodat de chromosoomnummer blijft de normale 46. In de regel is de extra echter een aparte chromosoom, het nummer 47. Bij dergelijke personen moet de oorspronkelijke oorzaak van het defect worden gevonden hebben plaatsgevonden in de generatie voorafgaand aan het verschijnen ervan. Een ander mechanisme lijkt opereren bij een aantal patiënten, zowel in Amerika als in Groot-Brittannië, die lijden aan een chronische vorm van leukemie. Deze bleken een consistent chromosoom te hebben abnormaliteit in sommige bloedcellen. De afwijking bestaat uit het

verlies van een deel van een chromosoom. Bij deze patiënten hebben de huidcellen een normaal complement van chromosomen. Deze geeft aan dat het chromosoomdefect niet optrad in de kiemcellen die aanleiding gaven tot deze individuen, maar vertegenwoordigt schade aan bepaalde cellen (in dit geval de voorlopers van bloedcellen) dat gebeurde tijdens het leven van het individu. Het verlies van een deel van een chromosoom heeft misschien beroofde deze cellen van hun 'instructies' voor normaal gedrag.

De lijst met defecten in verband met chromosoomstoornissen is sindsdien met verrassende snelheid gegroeid de opening van dit grondgebied, tot nu toe buiten de grenzen van medisch onderzoek. Eén bekend alleen als het syndroom van Klinefelter, omvat een duplicatie van een van de geslachtschromosomen. De resulterende individu is een man, maar omdat hij twee van de X-chromosomen draagt (XXY wordend) in plaats van XY, het normale mannelijke complement) is hij enigszins abnormaal. Overmatige hoogte en [114] mentale defecten gaan vaak samen met de steriliteit die door deze aandoening wordt veroorzaakt. In tegenstelling, een individu die slechts één geslachtschromosoom ontvangt (XO worden in plaats van XX of XY) is dat eigenlijk vrouwelijk maar mist veel van de secundaire seksuele kenmerken. De toestand gaat gepaard met verschillende fysieke (en soms mentale) defecten, want het X-chromosoom heeft natuurlijk genen voor een verscheidenheid aan kenmerken. Dit staat bekend als het syndroom van Turner. Beide voorwaarden waren geweest beschreven in de medische literatuur lang voordat de oorzaak bekend was.

Een enorme hoeveelheid werk op het gebied van chromosoomafwijkingen wordt gedaan door werknemers in veel landen. Een groep aan de Universiteit van Wisconsin, geleid door Dr. Klaus Patau, heeft zich geconcentreerd op een verscheidenheid van aangeboren afwijkingen, meestal inclusief mentale vertraging, die lijkt te voortvloeien uit de duplicatie van slechts een deel van een chromosoom, alsof ergens in de vorming van een van de kiemcellen was een chromosoom gebroken en de stukjes was niet correct herverdeeld. Een dergelijk ongeluk zal waarschijnlijk het normale verstoren ontwikkeling van het embryo. Volgens de huidige kennis is het voorkomen van een heel extraatje lichaamschromosoom is meestal dodelijk, waardoor de overleving van het embryo wordt voorkomen. Slechts drie dergelijke bekend is dat de omstandigheden levensvatbaar zijn; een van hen is natuurlijk mongolisme. De aanwezigheid van een extra gehecht fragment,

aan de andere kant, hoewel ernstig beschadigen niet noodzakelijk is fataal, en volgens de onderzoekers van Wisconsin is deze situatie waarschijnlijk goed voor een substantieel deel van de tot nu toe onverklaarde gevallen waarin een kind met meerdere gebreken wordt geboren, meestal inclusief mentale retardatie. Dit is een zo nieuw vakgebied dat wetenschappers tot nu toe hebben meer bezig geweest met het identificeren van de chromosoomafwijkingen geassocieerd met ziekte en gebrekkige ontwikkeling dan met speculeren over de oorzaken. Het zou dwaas zijn om ga ervan uit dat elk middel verantwoordelijk is voor het beschadigen van de chromosomen of het veroorzaken van hun grillig gedrag tijdens celdeling. Maar kunnen we het ons veroorloven om het feit dat we nu aan het vullen zijn te negeren? de omgeving met chemicaliën die de kracht hebben om rechtstreeks op de chromosomen te slaan, invloed op hen op de precieze manieren die dergelijke omstandigheden kunnen veroorzaken? Is dit niet een te hoge prijs betalen voor een spuitloze aardappel of een mugvrije patio? We kunnen, als we dat willen, deze dreiging beperken tot ons genetisch erfgoed, een bezit dat ons zo'n twee miljard jaar geleden is overgeleverd evolutie en selectie van levend protoplasma, een bezit dat alleen van ons is, totdat we het moeten doorgeven aan toekomstige generaties. We doen nu weinig om het te behouden integriteit. Hoewel chemische fabrikanten wettelijk verplicht zijn om hun materialen voor te testen toxiciteit, zijn ze niet verplicht om de tests uit te voeren die een betrouwbaar genetisch effect aantonen, en dat doen ze niet.

DE SLAG BIJ levende wezens tegen kanker begon zo lang geleden dat de oorsprong ervan verloren is gegaan tijd. Maar het moet zijn begonnen in een natuurlijke omgeving, waarin alles wat het leven bewoonde de aarde werd onderworpen, voor goed of ziek, aan invloeden die hun oorsprong hadden in zon en storm en de oude aard van de aarde. Sommige elementen van deze omgeving creëerden gevaren voor welk leven zich moest aanpassen of vergaan. De ultraviolette straling in zonlicht kan kwaadaardigheid veroorzaken.

Zo kunnen straling van bepaalde rotsen, of arseen uit de grond gewassen worden of rotsen vervuilen voedsel of watervoorraden. De omgeving bevatte deze vijandige elementen zelfs daarvoor was het leven; toch ontstond het leven, en in de miljoenen jaren kwam het in oneindige aantallen en eindeloze variëteit. Gedurende de eonen van niet gehaaste tijd die van de natuur is, bereikte het leven een aanpassing met destructieve krachten als selectie verwijderden de minder aanpasbare en alleen de meest resistente overleefd. Deze natuurlijke kankerverwekkende middelen zijn nog steeds een factor bij het produceren van maligniteit; ze zijn echter met weinig in aantal en ze behoren tot die oude reeks krachten waartoe het leven leidt is vanaf het begin gewend geraakt.

Met de komst van de mens begon de situatie te veranderen, want de mens, alleen van alle vormen van leven, kan maken van kankerproducerende stoffen, die in medische terminologie carcinogenen worden genoemd. EEN weinig door de mens gemaakte kankerverwekkende stoffen maken al eeuwen deel uit van het milieu. Een voorbeeld is roet dat aromatische koolwaterstoffen bevat. Met het aanbreken van het industriële tijdperk werd de wereld een plaats van voortdurende, steeds versnellende verandering. In plaats van de natuurlijke omgeving was er snel vervangen door een kunstmatige bestaande uit nieuwe chemische en fysische agentia, veel van ze bezitten krachtige capaciteiten om biologische verandering teweeg te brengen. Tegen deze kankerverwekkende stoffen die door zijn eigen activiteiten de mens had geschapen, had geen bescherming, zelfs niet als zijn biologisch erfgoed is langzaam geëvolueerd, dus het past zich langzaam aan nieuwe omstandigheden aan. Als gevolg hiervan deze krachtige stoffen kan

gemakkelijk doordringen in de onvoldoende afweer van het lichaam.

De geschiedenis van kanker is lang, maar onze erkenning van de middelen die het produceren is traag geweest volwassen. Het eerste besef dat externe of omgevingsfactoren kwaadaardig kunnen zijn verandering ontstond bijna twee eeuwen geleden in de geest van een Londense arts. In 1775 Mijnheer Percivall Pott verklaarde dat de scrotumkanker die zo vaak voorkomt bij schoorsteenvegers moet zijn veroorzaakt door het roet dat zich ophoopte op hun lichaam. Hij kon niet het 'bewijs' leveren dat we zouden doen vraag vandaag, maar moderne onderzoeksmethoden hebben nu de dodelijke chemische stof in roet geïsoleerd en bewees de juistheid van zijn waarneming. Al meer dan een eeuw na de ontdekking van Pott daar lijkt weinig verder besef te zijn geweest dat bepaalde chemicaliën in de mens omgeving kan kanker veroorzaken door herhaald contact met de huid, inademing of slikken. Klopt, het was opgemerkt dat huidkanker veel voorkomt bij werknemers die in arsenicum werden blootgesteld kopersmelters en tingietorijen in Cornwall en Wales. En het werd gerealiseerd dat werknemers in de kobaltmijnen in Saksen en in de uraniummijnen in Joachimsthal in Bohemen waren onderworpen aan een longziekte, later geïdentificeerd als kanker. Maar dit waren fenomenen van de pre-industriële tijdperk, vóór de bloei van de industrieën waarvan de producten de markt zouden doordringen omgeving van bijna elk levend wezen.

De eerste erkenning van maligniteiten die herleidbaar zijn tot het tijdperk van de industrie kwam tijdens de laatste kwart van de 19e eeuw. Over de tijd dat Pasteur de microbiële demonstreerde oorsprong van vele infectieziekten, anderen ontdekten de chemische oorsprong van de huid van kanker [116] kankers bij werknemers in de nieuwe bruinkoolindustrie in Saksen en in de Schotse schalieindustrie, samen met andere vormen van kanker veroorzaakt door beroepsmatige blootstelling aan teer en pek. Tegen het einde van de 19de eeuw waren een half dozijn bronnen van industriële kankerverwekkende stoffen bekend; de 20e eeuw was om talloze nieuwe kankerverwekkende chemicaliën te creëren en de algemene bevolking binnen te halen intiem contact met hen. In de minder dan twee eeuwen die tussenkomen sinds het werk van Pott, de milieusituatie is enorm veranderd. Blootstellingen zijn niet langer gevaarlijk chemische stoffen alleen; ze zijn de omgeving van iedereen binnengegaan - zelfs van kinderen nog niet geboren. Het is daarom niet verwonderlijk dat we ons nu bewust zijn van een

alarmerende toename van kwaadaardige ziekte.

De toename zelf is niet alleen een kwestie van subjectieve indrukken. Het maandelijks rapport van de Office of Vital Statistics voor juli 1959 stelt dat kwaadaardige gezwellen, waaronder die van de lymfatische en bloedvormende weefsels, goed voor 15 procent van de sterfgevallen in 1958 vergeleken met slechts 4 procent in 1900. Afgaande op de huidige incidentie van de ziekte, de American Cancer Society schat dat 45.000.000 Amerikanen die nu leven uiteindelijk zullen kanker ontwikkelen. Dit betekent dat een kwaadaardige ziekte twee van de drie families treft. De situatie met betrekking tot kinderen is nog dieper verontrustend. Een kwart eeuw geleden, kanker bij kinderen werd beschouwd als een medische zeldzaamheid. Tegenwoordig sterven meer Amerikaanse schoolkinderen aan kanker dan van een andere ziekte. Deze situatie is zo ernstig geworden dat Boston zich heeft gevestigd het eerste ziekenhuis in de Verenigde Staten exclusief gewijd aan de behandeling van kinderen met kanker. Twaalf procent van alle sterfgevallen bij kinderen tussen één en veertien jaar zijn veroorzaakt door kanker. Grote aantallen kwaadaardige tumoren worden klinisch ontdekt bij kinderen onder de leeftijd van vijf, maar het is een nog grimmiger feit dat een aanzienlijk aantal van dergelijke gezwellen aanwezig zijn bij of vóór de geboorte. Dr. WC Hueper van het National Cancer Institute, in de eerste plaats autoriteit op het gebied van omgevingskanker, heeft gesuggereerd dat aangeboren kankers en kankers in zuigelingen kunnen verband houden met de werking van kankerproducerende middelen waarbij de moeder is geweest blootgesteld tijdens de zwangerschap en die de placenta binnendringen om in te werken op het snel ontwikkelende foetale weefsels. Experimenten tonen aan dat hoe jonger het dier is wanneer het wordt blootgesteld aan kanker-producerende agent des te zekerder is de productie van kanker. Dr. Francis Ray van de universiteit van Florida heeft gewaarschuwd dat 'we bij de kinderen van vandaag kanker kunnen initiëren door de toevoeging van chemicaliën [tot voedsel] ... We zullen misschien een generatie of twee niet weten wat de effecten zullen zijn worden.' . . .

Het probleem dat ons hier bezighoudt is of een van de chemicaliën die we gebruiken in onze pogingen om de natuur te beheersen spelen een directe of indirecte rol als oorzaak van kanker. Aangaande met bewijs verkregen uit dierproeven zullen we zien dat vijf of mogelijk zes van de pesticiden moet absoluut als kankerverwekkend worden beoordeeld. De lijst is enorm

verlengd als we die toevoegen door sommige artsen beschouwd als leukemie bij menselijke patiënten. Hier is het bewijs indirect, zoals het moet zijn, omdat we niet op mensen experimenteren, maar dat is niettemin het geval indrukwekkend. Nog andere pesticiden zullen worden toegevoegd zoals we diegenen omvatten wiens actie op het leven weefsels of cellen kunnen worden beschouwd als een indirecte oorzaak van maligniteit. Een van de eerste pesticiden geassocieerd met kanker is arseen, dat voorkomt in natriumarseniet als een onkruidverdelger en in calciumarsenaat en verschillende andere verbindingen als insecticiden. De associatie tussen arseen en kanker bij mens en dier is historisch. Een fascinerend voorbeeld van de gevolgen van blootstelling aan arseen wordt door Dr. Hueper verteld in zijn *Occupational Tumors*, een klassieke monografie over het onderwerp. De stad Reichenstein in Silezië was bijna duizend jaar de locatie geweest [117] van mijnbouw naar goud- en zilvererts, en gedurende enkele honderden jaren voor arseenerts. Over de eeuwenlang verzamelde arseenafval zich in de buurt van de mijnschachten en werd opgepikt door stromen die uit de bergen komen. Het ondergrondse water werd ook vervuild, en arseen kwam het drinkwater binnen. Eeuwenlang hebben veel inwoners van deze regio leed aan wat bekend werd als 'de ziekte van Reichenstein' - chronisch arsenisme met begeleidende aandoeningen van de lever, huid en maagdar-m- en zenuwstelsel. kwaadaardig tumoren waren een veel voorkomende bijstand van de ziekte. De ziekte van Reichenstein is nu voornamelijk van historisch belang, voor een nieuwe watervoorziening werd een kwart eeuw geleden voorzien, van waaruit arseen werd grotendeels geëlimineerd. In de provincie Córdoba in Argentinië echter chronisch arseen vergiftiging, vergezeld van arseen huidkanker, is endemisch vanwege de besmetting van drinkwater afkomstig van rotsformaties die arseen bevatten.

Het zou niet moeilijk zijn om voorwaarden te creëren die vergelijkbaar zijn met die in Reichenstein en Córdoba door langdurig gebruik van arseeninsecticiden. In de Verenigde Staten de met arsenicum doordrenkte gronden van tabaksplantages, van veel boomgaarden in het noordwesten en van bosbessenlanden in het oosten gemakkelijk leiden tot vervuiling van water-vorraden. Een met arseen verontreinigde omgeving heeft geen invloed op alleen mens maar ook dieren. Een rapport van groot belang kwam in 1936 uit Duitsland gebied rond Freiberg, Saksen, smelterijen voor zilver en lood goot arseen dampen in de lucht, naar drijf uit over het omringende land-schap en ga zitten op de vegetatie. Volgens Dr. Hueper, paarden, koeien,

geiten en varkens, die zich natuurlijk met deze vegetatie voedden, vertoonden verlies van haar en verdikking van de huid. Herten die in nabijgelegen bossen woonden, hadden soms abnormaal pigmentvlekken en precancereuze wratten. Men had een duidelijk kankerachtige laesie. Beide huiselijk en wilde dieren werden beïnvloed door 'arsenische enteritis, maagzweren en levercirrose'.

Schape gehouden in de buurt van de smelters ontwikkelden kankers van de neusholte; bij hun dood was arsenicum gevonden in de hersenen, lever en tumoren. In het gebied was er ook 'een buitengewone sterfte onder insecten, vooral bijen. Na regenval die het arseenstof van de bladeren waste en droeg het mee in het water van beken en plassen, een groot aantal vissen stierf.' . . .

Een voorbeeld van een kankerverwekkende stof die tot de groep nieuwe, organische pesticiden behoort, is een chemische stof veel gebruikt tegen mijten en teken. De geschiedenis ervan biedt een overvloedig bewijs dat, ondanks de vermeende waarborgen geboden door wetgeving, kan het publiek worden blootgesteld aan een bekende kankerverwekkende stof voor meerdere jaren voordat de langzaam bewegende juridische processen de situatie onder controle kunnen brengen.

Het verhaal is interessant vanuit een ander standpunt, waaruit blijkt dat wat het publiek wordt gevraagd te accepteren want 'veilig' vandaag kan morgen extreem gevaarlijk blijken te zijn. Toen deze chemische stof was geïntroduceerd in 1955, vroeg de fabrikant een tolerantie aan die de aanwezigheid van kleine residuen op gewassen die kunnen worden bespoten. Zoals wettelijk vereist, had hij testte de chemische stof op proefdieren en diende de resultaten in met zijn aanvraag.

Wetenschappers van de *Food and Drug Administration* interpreteerden de tests echter als een mogelijke kankerproducerende neiging en de commissaris beval daarom een nul aan tolerantie ', wat een manier is om te zeggen dat er geen residuen kunnen voorkomen op voedsel dat wordt overgebracht staatslijnen. Maar de fabrikant had het wettelijke recht om in beroep te gaan en de zaak was dienovereenkomstig beoordeeld door een commissie. De beslissing van de commissie was een compromis: een tolerantie van 1 deel per miljoen moest worden vastgesteld en het product gedurende twee

jaar in de handel gebracht, gedurende welke tijd verdere laboratoriumtests moesten bepalen of de chemische stof daadwerkelijk kankerverwekkend was.

Hoewel de commissie dit niet heeft gezegd, betekende haar besluit dat het publiek als Guinea zou optreden varkens, testen van de vermoedelijke kankerverwekkende stoffen samen met de laboratoriumhonden en ratten. Maar laboratorium [118] dieren geven meer snelle resultaten, en na de twee jaar was het duidelijk dat dit miticide was inderdaad een kankerverwekkende stof. Zelfs op dat moment, in 1957, kon de Food and Drug Administration dat niet onmiddellijk de tolerantie intrekken waardoor residuen van een bekend carcinogeen konden worden besmet voedsel geconsumeerd door het publiek. Er was nog een jaar nodig voor verschillende juridische procedures. Tenslotte, in december 1958 de nultolerantie die de commissaris in 1955 had aanbevolen werd effectief. Dit zijn zeker niet de enige bekende kankerverwekkende stoffen onder pesticiden. In laboratoriumtesten bij proefpersonen heeft DDT verdachte levertumoren geproduceerd. Wetenschappers van de *Food and Drug Administration* die de ontdekking van deze tumoren meldde, waren onzeker hoe om ze te classificeren, maar vond dat er een reden was om ze als laagwaardig te beschouwen celcarcinomen. 'Dr. Hueper geeft DDT nu de definitieve beoordeling van een 'chemisch kankerverwekkend'.

Twee herbiciden die behoren tot de carbamaatgroep, IPC en CIPC, blijken een rol te spelen bij het produceren van huidtumoren bij muizen. Sommige tumoren waren kwaadaardig. Deze chemicaliën lijken initiëren de kwaadaardige verandering, die vervolgens kan worden voltooid door andere soorten chemicaliën overwegend in het milieu.

De onkruidverdelger aminotriazol heeft schildklierkanker veroorzaakt bij proefdieren. Deze chemische stof was misbruikt door een aantal cranberry-telers in 1959, waardoor residuen op sommige van de verkochte bessen. In de controverse die volgde op inbeslagname van besmette veenbessen door de *Food and Drug Administration*, het feit dat de chemische stof eigenlijk kanker produceert was breed uitgedaagd, zelfs door veel medische mannen. De wetenschappelijke feiten vrijgegeven door het Voedsel en Geneesmiddeltoediening geeft duidelijk de carcinogene aard van aminotriazol aan in laboratoriumratten.

Toen deze dieren deze chemische stof kregen met een snelheid van 100 delen per miljoen tijdens het drinken water (of een theelepel chemicaliën in tienduizend theelepels water) begonnen ze schildkliertumoren ontwikkelen in de 68e week. Na twee jaar waren dergelijke tumoren aanwezig in meer dan de helft van de onderzochte ratten. Ze werden gediagnosticeerd als verschillende soorten goedaardig en kwaadaardig gezwellen. De tumoren verschenen ook bij lagere voedingsniveaus - in feite een niveau dat geen effect werd niet gevonden. Niemand weet natuurlijk het niveau waarop aminotriazol zich bevindt kankerverwekkend voor de mens, maar als professor in de geneeskunde aan de Harvard University, Dr. David Rutstein, heeft opgemerkt, is het niveau net zo waarschijnlijk tot ongenoegen van de mens als tot zijn voordeel.

Er is nog onvoldoende tijd verstreken om het volledige effect van de nieuwe gechloroerde koolwaterstof te onthullen insecticiden en van de moderne herbiciden. De meeste maligniteiten ontwikkelen zich zo langzaam dat ze kunnen vereisen een aanzienlijk deel van het leven van het slachtoffer om het stadium van klinisch tonen te bereiken symptomen. In het begin van de jaren twintig sloten vrouwen die lichtgevende figuren schilderden op wijzerplaten kleine hoeveelheden radium door de borstels tegen hun lippen aan te raken; in sommige van deze vrouwen botten kankers ontwikkeld na een periode van 15 jaar of meer. Een periode van 15 tot 30 jaar of zelfs meer is aangetoond voor sommige vormen van kanker veroorzaakt door beroepsmatige blootstelling aan chemicaliën kankerverwekkende stoffen.

In tegenstelling tot deze industriële blootstellingen aan verschillende kankerverwekkende stoffen zijn de eerste blootstellingen aan DDT-datum vanaf ongeveer 1942 voor militairen en vanaf ongeveer 1945 voor burgers, en het was niet tot in de vroege jaren vijftig werd een breed scala aan pesticiden gebruikt. De volledige rijping van de zaden van kwaadaardigheid die door deze chemicaliën zijn gezaaid, moeten nog komen.

Er is echter een momenteel bekende uitzondering op het feit dat er een lange latenteperiode is gebruikelijk bij de meeste maligniteiten. Deze uitzondering is leukemie. Overlevenden van Hiroshima begonnen leukemie ontwikkelen slechts drie jaar na de atoombom, en er is nu reden om denk dat de latente periode aanzienlijk korter kan zijn. Andere soorten kanker kunnen op termijn zijn [119] bleek ook een relatief korte latente periode te

hebben, maar momenteel lijkt leukemie de uitzondering op de algemene regel van extreem trage ontwikkeling. Binnen de periode waarop de opkomst van moderne pesticiden, is de incidentie van leukemie gestaag toegenomen. Cijfers beschikbaar van het National Office of Vital Statistics stellen duidelijk een verontrustende toename van kwaadaardig vast ziekten van de bloedvormende weefsels. In het jaar 1960 eiste alleen leukemie 12.290 slachtoffers.

Het aantal sterfgevallen door alle soorten kwaadaardigheid van bloed en lymfe bedroeg 25.400 en nam sterk toe van het 16.690 cijfer van 1950. In termen van sterfgevallen per 100.000 inwoners is de toename van 11,1 in 1950 tot 14,1 in 1960. De toename is geenszins beperkt tot de Verenigde Staten; in alle landen stijgt het geregistreerde aantal sterfgevallen door leukemie op alle leeftijden met 4 tot 5 procent een jaar. Wat betekent het? Voor welke dodelijke agent of agenten, nieuw voor onze omgeving, zijn mensen nu blootgesteld met toenemende frequentie?

Wereldberoemde instellingen als de Mayo Clinic laten honderden slachtoffers van deze ziekten toe van de bloedvormende organen. Dr. Malcolm Hargraves en zijn medewerkers in de hematologie Afdeling van de Mayo Clinic meldt dat deze patiënten bijna zonder uitzondering een geschiedenis van blootstelling aan verschillende giftige chemicaliën, waaronder sprays die DDT bevatten, chlordaan, benzeen, linaan en aardolie-destillaten.

Milieuziekten die verband houden met het gebruik van verschillende giftige stoffen zijn toegenomen, 'vooral in de afgelopen tien jaar', meent Dr. Hargraves. Van uitgebreide klinische ervaring is hij van mening dat 'de overgrote meerderheid van de patiënten die lijden aan de bloeddyscrasieën en lymfoïde ziekten hebben een aanzienlijke geschiedenis van blootstelling aan de verschillende koolwaterstoffen die op zijn beurt omvat het merendeel van de pesticiden van vandaag. Een zorgvuldige medische geschiedenis zal bijna altijd gebeuren een dergelijke relatie tot stand brengen.' Deze specialist heeft nu een groot aantal gedetailleerde case-geschiedenissen gebaseerd op elke patiënt die hij heeft gezien met leukemieën, aplastische anemieën, de ziekte van Hodgkin en andere aandoeningen van het bloed en bloedvormende weefsels. 'Ze waren hier allemaal aan blootgesteld milieu-agenten, met een behoorlijke hoeveelheid blootstelling,' meldt hij. Wat doen deze zaak? geschiedenissen laten zien?

Eén betrof een huisvrouw die spinnen verafschuwde. Half augustus ging ze naar haar kelder met een spuitbus met DDT op aardoliedestillaat. Ze spoot de hele kelder zeer grondig, onder de trap, in de fruitkasten en in alle afgesloten ruimten rond plafond en spanten. Toen ze klaar was met spuiten, begon ze zich behoorlijk ziek te voelen met misselijkheid en extreme angst en nervositeit.

Binnen enkele dagen voelde ze zich weer beter, geen relatie leggend van het ziek zijn met de DDT spuitertij, herhaalde ze de gehele sproeiprocedure in september en daarna nog eens twee maal, sproeien, ziek worden, herstellen en daarna opnieuw spuiten. Na het derde gebruik van de aerosol ontwikkelden zich nieuwe symptomen: koorts, pijn in de gewrichten en algemene malaise, acute flebitis in één been. Wanneer onderzocht door Dr. Hargraves bleek ze te lijden aan acute leukemie. Ze stierf binnen het volgende maand.

Een andere patiënt van Dr. Hargraves was een professionele man die zijn kantoor in een oud gebouw had aangetast door kakkerlakken. Hij schaamde zich voor de aanwezigheid van deze insecten en nam de controle over maatregelen in zijn eigen handen. Hij bracht het grootste deel van een zondag door met sproeien in de kelder en zo afgelegen gebieden. De spray was een 25% DDT-concentraat gesuspenderd in een oplosmiddel dat bevatte gemethyleerde naftalenen. Binnen korte tijd begon hij te kneuzen en te bloeden. Hij ging de kliniek bloeden uit een aantal bloedingen. Studies van zijn bloed onthulden een ernstige depressie van het beenmerg, aplastische anemie genoemd. Gedurende de volgende vijf en een half maanden ontving hij 59 transfusies naast andere therapie. Er was gedeeltelijk herstel maar [120] ongeveer negen jaar later ontwikkelde zich een fatale leukemie.

Waar het gaat om pesticiden, de chemicaliën dat cijfer dat het meest opvallend is in de geschiedenissen zijn DDT, lindaan, benzeenhexachloride, de nitrofenolen, het gewone motkristal paradichloorbenzeen, chloor en, natuurlijk, de oplosmiddelen waarin ze worden vervoerd. Zoals deze arts benadrukt, pure blootstelling aan een enkele chemisch is eerder uitzondering dan regel. Het commerciële product bevat meestal combinaties van verschillende chemicaliën, gesuspenderd in een aardoliedestillaat plus enige dispersie middel. De aromatische cyclische en onverzadigde koolwaterstoffen van het voertuig kunnen zelf een belangrijke factor in de schade die de

bloedvormende organen hebben aangericht. Van het praktische in plaats van het medisch standpunt dit onderscheid is echter van weinig belang, omdat deze aardolie oplosmiddelen zijn een onlosmakelijk onderdeel van de meest voorkomende spuitmethoden.

De medische literatuur van deze en andere landen bevat veel belangrijke gevallen die ondersteunen Dr. Hargraves 'geloof in een oorzaak-gevolg relatie tussen deze chemicaliën en leukemie en andere bloedaandoeningen. Ze betreffen gewone mensen als boeren die in de 'fall-out' van zijn gevangen hun eigen spuitplatforms of van vliegtuigen, een student die zijn studie voor mieren bespoot en bleef in de kamer om te studeren, een vrouw die een draagbare linaanverdamper in haar huis had geïnstalleerd, een werker in een katoenveld dat was besproeid met chlordan en toxaphene. Ze dragen de helft verborgen in hun medische terminologie, verhalen over menselijke tragedies als die van twee jonge neven in Tsjechoslowakije, jongens die in dezelfde stad woonden en altijd hadden gewerkt en samen gespeeld. Hun laatste en meest noodlottige baan was op een boerderijcoöperatie waar het was hun taak om zakken met een insecticide (benzeenhexachloride) te lossen. Acht maanden later een van de jongens werd getroffen door acute leukemie. In negen dagen was hij dood. Rond deze tijd de zijne neef begon moe te worden en op temperatuur te komen. Binnen ongeveer drie maanden zijn symptomen werd ernstiger en ook hij werd in het ziekenhuis opgenomen. Wederom was de diagnose acute leukemie, en opnieuw liep de ziekte onvermijdelijk fataal.

En dan is er het geval van een Zweedse boer, die vreemd doet denken aan die van de Japanners visser Kuboyama van het tonijnschip de Lucky Dragon . Net als Kuboyama was de boer geweest een gezonde man, die van het land leefde zoals Kuboyama de zijne uit de zee had gehaald. Voor elke man een gif dat uit de lucht dreef, droeg een doodvonnis. Ten eerste was het straling-vergiftigde as; voor de andere, chemisch stof. De boer had ongeveer 60 hectare grond met behandeld een stof die DDT en benzeenhexachloride bevat. Terwijl hij werkte, brachten windwinden weinig stofwolken wervelen om hem heen. " S Avonds voelde hij zich ongewoon moe, en tijdens de volgende dagen had hij een algemeen gevoel van zwakte, met rugpijn en pijnlijke benen evenals koude rillingen, en was verplicht om naar zijn bed te nemen ', zegt een rapport van de Medical Clinic in Lund. 'Zijn toestand werd echter slechter en op 19 mei [een week na het sproeien]

diende hij een aanvraag in opname in het plaatselijke ziekenhuis. ' Hij had hoge koorts en zijn bloedbeeld was abnormaal. Hij was overgebracht naar de medische kliniek, waar hij na een ziekte van twee en een halve maand stierf. EEN post-mortem onderzoek onthulde een volledige verspilling van het beenmerg. . . .

Hoe een normaal en noodzakelijk proces zoals celdeling kan worden veranderd, zodat het vreemd is en destructief is een probleem dat de aandacht heeft getrokken van talloze wetenschappers en ongekend bedragen. Wat gebeurt er in een cel om zijn geordende vermenigvuldiging in het wild te veranderen en ongecontroleerde proliferatie van kanker? Wanneer antwoorden worden gevonden, zullen ze dat vrijwel zeker zijn meerdere. Net zoals kanker zelf een ziekte is die vele gedaantes draagt, die in verschillende vormen voorkomt die verschillen in hun oorsprong, in de loop van hun ontwikkeling en in de factoren die beïnvloeden hun groei of regressie, dus er moeten verschillende oorzaken zijn. Maar toch onderliggend [121] ze zijn misschien allemaal slechts een paar basale soorten verwondingen aan de cel verantwoordelijk. Hier en daar, in onderzoek dat wijd verspreid is en soms helemaal niet als kankeronderzoek wordt uitgevoerd, zien we een glimp van het eerste licht dat op een dag dit probleem kan verhelderen.

Opnieuw zien we dat alleen door te kijken naar enkele van de kleinste eenheden van het leven, de cel en zijn chromosomen, kunnen we ontdekken dat een breder zicht nodig was om dergelijke mysteries te doorgronden. Hier, hierin microkosmos, we moeten zoeken naar die factoren die op een of andere manier het wonderbaarlijk functioneren veranderen mechanismen van de cel buiten hun normale patronen. Een van de meest indrukwekkende theorieën van de oorsprong van kankercellen werd ontwikkeld door een Duitse biochemicus, professor Otto Warburg van de Max Planck Instituut voor celfysiologie. Warburg heeft een levenslange studie aan het complex besteed oxidatieprocessen in de cel. Uit deze brede achtergrond van begrip kwam een fascinerende en heldere uitleg over de manier waarop een normale cel kwaadaardig kan worden. Warburg is van mening dat straling of een chemisch carcinogeen werkt door de ademhaling van te vernietigen normale cellen, waardoor ze geen energie meer hebben. Deze actie kan vaak het gevolg zijn van minimale doses herhaald. Het effect, eenmaal bereikt, is onomkeerbaar. De cellen niet volledig gedood door de impact van zo'n ademhalingsgif worstelt om het verlies van energie te compenseren.

Ze kunnen niet langer ga door met die buitengewone en efficiënte cyclus waarmee enorme hoeveelheden ATP worden geproduceerd, maar worden teruggegooid op een primitieve en veel minder efficiënte methode, die van gisting. De strijd overleven door gisting gaat nog lang door. Het gaat door de volgende cel divisies, zodat alle afstammingscellen deze abnormale ademhalingsmethode hebben. Eens een cel heeft zijn normale ademhaling verloren en kan het niet meer terugkrijgen - niet in een jaar, niet in een decennium of in vele tientallen jaren. Maar beetje bij beetje, in deze slopende strijd om verloren energie te herstellen, die cellen die overleven beginnen te compenseren door verhoogde gisting. Het is een darwinistische strijd, waarin alleen de meest geschikte of aanpasbare overleven. Eindelijk bereiken ze het punt waar gisting in staat is produceren evenveel energie als ademhaling. Op dit punt zou men kunnen zeggen dat kankercellen dat zijn geweest gemaakt van normale lichaamscellen.

De theorie van Warburg verklaart veel anders raadselachtige dingen. De langste latente periode van de meesten kanker is de tijd die nodig is voor het oneindige aantal celdelingen gedurende welke fermentatie neemt geleidelijk toe na de eerste schade aan de ademhaling. De benodigde tijd voor fermentatie om dominant te worden varieert in verschillende soorten vanwege verschillende fermentatie tarieven: een korte tijd in de rat, waarin kankers snel verschijnen, een lange tijd (zelfs tientallen jaren) in man, bij wie de ontwikkeling van kwaadaardigheid een opzettelijk proces is.

De Warburg-theorie verklaart ook waarom herhaalde kleine doses carcino-geen meer zijn gevaarlijk onder bepaalde omstandigheden dan een enkele grote dosis. De laatste kan de cellen doden ronduit, terwijl de kleine doses sommigen toestaan om te overleven, hoewel in een beschadigde toestand. Deze overlevenden kunnen zich dan ontwikkelen tot kankercellen. Daarom is er geen 'veilige' dosis kankerverwekkend.

In de theorie van Warburg vinden we ook een verklaring voor een anders onbegrijpelijk feit - dat en hetzelfde middel kan nuttig zijn bij het behandelen van kanker en kan het ook veroorzaken. Dit, zoals iedereen weet, geldt voor straling, die kankercellen doodt maar ook kanker kan veroorzaken. Het is ook waar van veel van de chemicaliën die nu tegen kanker worden gebruikt. Waarom? Beide soorten agenten beschadigen ademhaling. Kankercellen hebben al een defecte ademhaling, dus met extra schade dood

gaan. De normale cellen, die voor het eerst ademhalingsbeschadiging oplopen, worden niet gedood maar worden ingesteld op het pad dat uiteindelijk tot kwaadaardigheid kan leiden.

De ideeën van Warburg werden bevestigd in 1953 toen andere werknemers weer normaal konden worden cellen in kankercellen door ze slechts gedurende lange periodes met tussenpozen van zuurstof te beroven.

[122] Toen kwam in 1961 andere bevestiging, dit keer van levende dieren in plaats van weefselculturen. Radioactieve merkstoffen werden geïnjecteerd in kankerachtige muizen. Dan voorzichtig metingen van hun ademhaling, werd gevonden dat de gistingssnelheid duidelijk boven was normaal, net zoals Warburg had voorzien. Gemeten volgens de normen opgesteld door Warburg, de meeste pesticiden voldoen te goed aan het criterium van de perfecte kankerverwekkende stof. Zoals we hebben gezien in het vorige hoofdstuk, veel van de gechloreerde koolwaterstoffen, de fenolen en sommige herbiciden interfereren met oxidatie en energieproductie in de cel. Hiermee bedoelen zij kunnen slapende kankercellen veroorzaken, waarin een onomkeerbare maligniteit lang zal sluimeren en onopgemerkt totdat het uiteindelijk - de oorzaak is al lang vergeten en zelfs niet vermoed - oplicht als herkenbare kanker.

Een ander pad naar kanker kan via de chromosomen zijn. Veel van de meest vooraanstaande onderzoek mannen op dit gebied kijken met argwaan naar een agent die de chromosomen beschadigt, interfereert met celdeling, of veroorzaakt mutaties. Volgens deze mannen is elke mutatie een mogelijke oorzaak van kanker. Hoewel discussies over mutaties meestal verwijzen naar die in de kiem cellen, die vervolgens hun effect kunnen voelen in toekomstige generaties, kunnen er ook mutaties zijn in de lichaamscellen. Volgens de mutatietheorie van de oorsprong van kanker, een cel, misschien onder de invloed van straling of van een chemische stof, ontwikkelt een mutatie waardoor deze kan ontsnappen controleert het lichaam normaal gesproken over celdeling. Het is daarom in staat om in een wild te vermenigvuldigen en ongereguleerde manier. De nieuwe cellen die het resultaat zijn van deze divisies hebben hetzelfde vermogen ontsnappingscontrole, en na verloop van tijd hebben dergelijke cellen zich opgehoopt om een kanker te vormen. anders onderzoekers wijzen op het feit dat de chromosomen in kankerweefsel onstabiel zijn; ze hebben de neiging om gebroken of be-

schadigd zijn, het aantal kan onregelmatig zijn, er kunnen zelfs dubbele sets zijn.

De eerste onderzoekers die chromosoomafwijkingen traceren tot aan de werkelijke maligniteit waren Albert Levan en John J. Biesele, werkzaam bij het Sloan-Kettering Institute in New York. Zoals waarop eerst kwam, de kwaadaardigheid of de verstoring van de chromosomen, zeggen deze arbeiders zonder aarzeling dat 'de chromosomale onregelmatigheden voorafgaan aan de kwaadaardigheid'. Misschien wel speculeren, na de initiële chromosoomschade en de resulterende instabiliteit is er een lange periode van vallen en opstaan door vele celgeneraties (de lange latente periode van kwaadaardigheid) waarin uiteindelijk een verzameling mutaties wordt verzameld die de cellen laten ontsnappen van controle en begin aan de ongereguleerde vermenigvuldiging die kanker is.

Ojvind Winge, een van de vroege voorstanders van de theorie van chromosoominstabiliteit, vond dat chromosoomverdubbelingen waren vooral significant. Is het toeval dan dat benzeen hexachloride en zijn verwant, lindaan, zijn bekend door herhaalde waarnemingen om de chromosomen in experimentele planten - en dat dezelfde chemische stoffen betrokken zijn bij veel goed gedocumenteerde gevallen van fatale anemieën? En hoe zit het met de vele andere pesticiden die interfereren met celdeling, chromosomen breken, mutaties veroorzaken? Het is gemakkelijk om te zien waarom leukemie moet een van de meest voorkomende ziekten zijn die het gevolg zijn van blootstelling aan straling of tot chemicaliën die straling imiteren. De belangrijkste doelen van fysisch of chemisch mutageen agenten zijn cellen die een bijzonder actieve deling ondergaan. Dit omvat verschillende weefsels maar vooral degenen die zich bezighouden met de productie van bloed. Het beenmerg is het hoofd producent van rode bloedcellen gedurende het hele leven, die ongeveer 10 miljoen nieuwe cellen per seconde naar binnen sturen de bloedbaan van de mens. Witte bloedlichaampjes worden gevormd in de lymfeklieren en in sommige van de mergcellen met een variabele, maar nog steeds wonderbaarlijke snelheid.

[123] Bepaalde chemicaliën, die ons opnieuw herinneren aan stralingsproducten zoals Strontium 90, hebben een eigenaardige affiniteit voor het beenmerg. Benzeen, een frequent bestanddeel van insectendodende oplosmiddelen, nestelt zich in het merg en blijft daar gedeponeerd gedurende

een periode van 20 maanden.

Benzeen zelf wordt al vele jaren in de medische literatuur erkend als een-oorzaak van leukemie.

De snelgroeiende weefsels van een kind zouden ook de meest geschikte omstandigheden bieden voor de ontwikkeling van kwaadaardige cellen. Sir Macfarlane Burnet heeft erop gewezen dat dit niet alleen het geval is leukemie neemt toe over de hele wereld, maar het is het meest gebruikelijk geworden in de drie- tot leeftijdsgroep van vier jaar, een leeftijdsincidentie die door geen enkele andere ziekte wordt aangetoond. Volgens deze autoriteit

'De piek tussen drie en vier jaar kan nauwelijks een andere interpretatie hebben dan blootstelling van het jonge organisme aan een mutagene stimulus rond de geboorte.'

Een ander mutageen waarvan bekend is dat het kanker veroorzaakt, is urethaan. Wanneer zwangere muizen worden behandeld deze chemische stof ontwikkelen niet alleen longkanker maar ook hun jongen. De enige blootstelling van de muizen bij urethaan was prenataal in deze experimenten, waaruit bleek dat de chemische stof moet door de placenta zijn gegaan. In menselijke populaties blootgesteld aan urethaan of aanverwante chemicaliën is er een mogelijkheid dat tumoren zich ontwikkelen bij zuigelingen door prenatale blootstelling, zoals Dr. Hueper heeft gewaarschuwd. Urethaan als carbamaat is chemisch verwant aan de herbiciden IPC en CIPC. Ondanks de waarschuwingen van kanker-experts zijn carbamaten nu wijd verspreid niet alleen gebruikt als insecticiden, onkruidverdelgers en fungiciden, maar ook in een verscheidenheid aan producten inclusief weekmakers, medicijnen, kleding en isolatiemateriaal. . . .

De weg naar kanker kan ook een indirecte zijn. Een stof die geen carcino-geen is in de gezond verstand kan het normale functioneren van een deel van het lichaam zodanig verstoren dat maligniteit resultaten. Belangrijke voorbeelden zijn de vormen van kanker, met name van het voortplantings-systeem, die verband lijken te houden met verstoringen van het evenwicht van geslachtshormonen; deze storingen, op zijn beurt kan dit in sommige gevallen het gevolg zijn van iets dat het vermogen van de lever beïnvloedt behoud een juist niveau van deze hormonen. De gechlloreerde koolwaterstoffen zijn precies het soort van een middel dat dit soort indirecte carcinogenese kan veroorzaken, omdat ze allemaal giftig zijn in zekere mate naar

de lever. De geslachtshormonen zijn natuurlijk normaal aanwezig in het lichaam en een noodzakelijke groei-stimulerende functie uitvoeren in relatie tot de verschillende organen van reproductie. Maar het lichaam heeft een ingebouwde bescherming tegen overmatige ophopingen, voor de lever werkt om een goede balans tussen mannelijke en vrouwelijke hormonen te houden (beide worden geproduceerd in de lichamen van beide geslachten, hoewel in verschillende hoeveelheden) en om een overmatige ophoping te voorkomen van beide. Het kan dit echter niet doen als het is beschadigd door ziekte of chemicaliën, of als de aanbod van de B-complex vitamines is verminderd. Onder deze omstandigheden bouwen de oestrogenen op tot abnormaal hoge niveaus.

Wat zijn de effecten? In dieren is er in ieder geval overvloedig bewijs uit experimenten. In een zoals een onderzoeker van het Rockefeller Institute for Medical Research ontdekte dat konijnen met door ziekte aangetaste levers vertonen een zeer hoge incidentie van baarmoedertumoren, vermoedelijk te hebben ontwikkeld omdat de lever niet langer in staat was om de oestrogenen in het bloed te inactiveren, zodat dat ze 'zijn vervolgens gestegen naar een kankerverwekkend niveau'. Uitgebreide experimenten op muizen, ratten, Guinea varkens en apen tonen aan dat langdurige toediening van oestrogenen (niet noodzakelijkerwijs hoog niveaus) heeft veranderingen in de weefsels van de voortplantingsorganen veroorzaakt, 'variërend van goedaardig overgroei tot definitieve kwaadaardigheid'. Tumoren van de nieren zijn door hamsters geïnduceerd door oestrogenen toedienen. Hoewel de medische mening over de vraag verdeeld is, is er veel bewijs bestaat om de opvatting te ondersteunen dat vergelijkbare effecten kunnen optreden in menselijke weefsels. Onderzoekers bij de

[124] Royal Victoria Hospital aan de McGill University vond tweederde van 150 gevallen van baarmoederkanker door hen bestudeerd gaf bewijs van abnormaal hoge oestrogeenspiegels. In 90 procent van een later reeks van 20 gevallen was er een vergelijkbare hoge oestrogeenactiviteit.

Het is mogelijk om voldoende leverschade te hebben om de oestrogeen-eliminatie te verstoren detectie van de schade door tests die nu beschikbaar zijn voor de medische professie. Dit kan gemakkelijk zijn veroorzaakt door de gechlorideerde koolwaterstoffen, die, zoals we hebben gezien, veranderingen in levercellen veroorzaken bij zeer lage inname. Ze veroorzaken ook

verlies van de B-vitamines. Ook dit is extreem belangrijk, want andere ketens van bewijs tonen de beschermende rol van deze vitamines tegen kanker. De overleden CP Rhoads, ooit directeur van het Sloan-Kettering Institute for Cancer Onderzoek heeft uitgewezen dat proefdieren die zijn blootgesteld aan een zeer krachtige chemische kankerverwekkende stof geen kanker als ze gist hadden gekregen, een rijke bron van de natuurlijke B-vitamines. Een tekort hieraan vitamines is gevonden om mondkanker en mischien kanker van andere sites in de spijsverteringsstelsel. Dit is niet alleen waargenomen in de Verenigde Staten, maar ook in het uiterste noorden delen van Zweden en Finland, waar het dieet gewoonlijk een tekort aan vitamines heeft. Groepen die gevoelig zijn voor primaire leverkanker, zoals bijvoorbeeld de Bantu-stammen van Afrika, zijn meestal onderworpen aan ondervoeding. Kanker van de mannelijke borst komt ook veel voor in delen van Afrika, geassocieerd met lever ziekte en ondervoeding. In het na-oorlogse Griekenland was de uitbreiding van de mannelijke borst gebruikelijk begeleiding van perioden van uithongering.

Kortom, het argument voor de indirecte rol van pesticiden bij kanker is gebaseerd op hun bewezen vermogen om de lever te beschadigen en de toevoer van B-vitamines te verminderen, wat leidt tot een toename van de 'endogene' oestrogenen, of die geproduceerd door het lichaam zelf. Toegevoegd aan deze zijn de brede verschillende synthetische oestrogenen waaraan we in toenemende mate worden blootgesteld - die in cosmetica, medicijnen, voedingsmiddelen en beroepsmatige blootstellingen. Het gecombineerde effect is een kwestie die het meest rechtvaardigt serieus probleem. . . .

Blootstelling van mensen aan kankerproducerende chemicaliën (inclusief pesticiden) is niet onder controle en ze zijn meerdere. Een individu kan veel verschillende blootstellingen aan dezelfde chemische stof hebben. Arsenicum is een voorbeeld. Het bestaat in de omgeving van elk individu in veel verschillende gedaanten: als een luchtverontreinigende stof, een verontreiniging van water, een residu van bestrijdingsmiddelen op voedsel, in medicijnen, cosmetica, houtconserveringsmiddelen of als kleurstof in verf en inkt. Het is best mogelijk dat geen van deze blootstellingen alleen zou voldoende zijn om kwaadaardigheid te veroorzaken - maar geen enkele zogenaamd 'veilige dosis' kan voldoende zijn om de weegschaal te laten kantelen die al is geladen met andere 'kluis' doses'. Of nogmaals, het kwaad

kan worden veroorzaakt door twee of meer verschillende kankerverwekkende stoffen die samenwerken, zodat er een samenvatting is van hun effecten. De persoon die wordt blootgesteld aan DDT is bijvoorbeeld vrijwel zeker worden blootgesteld aan andere leverbeschadigende koolwaterstoffen, die zo veel worden gebruikt als oplosmiddelen, verfverwijderaars, ontvettingsmiddelen, chemische reinigingsmiddelen en anesthetica. Wat dan kan een 'veilige dosis' DDT zijn? De situatie wordt nog gecompliceerder gemaakt door het feit dat een chemische stof kan op een ander effect hebben. Kanker vereist soms de complementaire werking van twee chemicaliën, waarvan er één de cel of het weefsel gevoelig maakt zodat dit kan later, onder invloed van een andere of bevorderende agent, ware kwaadaardigheid ontwikkelen. Dus de herbiciden IPC en CIPC kunnen fungeren als initiator bij de productie van huidtumoren en zaaien de zaden van kwaadaardigheid die door iets anders tot stand kan worden gebracht - misschien een gewoonte detergent.

Er kan ook interactie zijn tussen een fysisch en een chemisch middel. Leukemie kan optreden als een tweestapsproces, waarbij de kwaadaardige verandering wordt geïnitieerd door röntgenstraling, het bevorderen [125] actie wordt geleverd door een chemische stof, zoals bijvoorbeeld urethaan. De groeiende blootstelling van de bevolking tot straling uit verschillende bronnen, plus de vele contacten met een groot aantal chemicaliën suggereren een ernstig nieuw probleem voor de moderne wereld. De vervuiling van watervoorraden met radioactief materiaal vormt een ander probleem. Dergelijke materialen, aanwezig als verontreinigende stoffen in water dat ook chemicaliën bevat, kan de aard van de chemicaliën zelfs veranderen door de impact van ioniserende straling, hun atomen herschikken op onvoorspelbare manieren om nieuwe chemicaliën te maken.

Waternvervuilingdeskundigen in de Verenigde Staten zijn bezorgd over het feit dat wasmiddelen zijn nu een lastige en praktisch universele verontreiniging van openbaar water benodigdheden. Er is geen praktische manier om ze door behandeling te verwijderen. Er zijn weinig wasmiddelen bekend kankerverwekkend zijn, maar op een indirecte manier kunnen ze kanker bevorderen door in te werken op de binnenkant van de huid spijsverteringskanaal, het veranderen van de weefsels zodat ze gemakkelijker gevaarlijke chemicaliën absorberen, waardoor hun effect wordt verergerd. Maar wie kan deze actie voorzien en beheersen? In de caleidoscoop van

veranderende omstandigheden, welke dosis van een carcinogeen kan 'veilig' zijn behalve een nul dosis?

We tolereren kankerverwekkende middelen in onze omgeving op eigen risico, zoals duidelijk werd geïllustreerd door een recente gebeurtenis. In het voorjaar van 1961 verscheen een epidemie van leverkanker onder de regenboog forel in veel federale, provinciale en particuliere broederijen. Forel in zowel oostelijke als westelijke delen van de Verenigde Staten werden getroffen; in sommige gebieden bijna 100 procent van de forel meer dan drie jaar oud ontwikkelde kanker. Deze ontdekking is gedaan vanwege een reeds bestaande regeling tussen de afdeling milieukanker van het National Cancer Institute en de Fish and Wildlife Service voor het melden van alle vissen met tumoren, zodat mogelijk vroegtijdig wordt gewaarschuwd voor een kankergevaar voor de mens door waterverontreinigende stoffen.

Hoewel er nog steeds studies worden uitgevoerd om de exacte oorzaak van deze epidemie zo breed te bepalen een gebied waarvan wordt gezegd dat het beste bewijs wijst op een agent die in de voorbereide broederij aanwezig is feeds. Deze bevatten een ongelooflijke verscheidenheid aan chemische additieven en medicinale stoffen in aanvulling op de basisvoedingsmiddelen. Het verhaal van de forel is om vele redenen belangrijk, maar voornamelijk als een voorbeeld van wat er kan gebeuren wanneer een krachtig carcinogeen in het lichaam wordt gebracht omgeving van elke soort. Dr. Hueper heeft deze epidemie beschreven als een serieuze waarschuwing er moet veel meer aandacht worden besteed aan het beheersen van het aantal en de variëteit van kankerverwekkende stoffen in het milieu. 'Als dergelijke preventieve maatregelen niet worden genomen', zegt dr. Hueper, 'is de fase zal worden vastgesteld op een progressief tempo voor het toekomstige optreden van een soortgelijke ramp als de menselijke bevolking.' De ontdekking dat we, zoals een onderzoeker het verwoordde, leven in een 'zee van kankerverwekkende stoffen is natuurlijk afschuwelijk en kan gemakkelijk leiden tot reacties van wanhoop en defaitisme.

'Is het geen hopeloze situatie?' is de veel voorkomende reactie. 'Is het zelfs onmogelijk om dat te proberen? deze kankerproducerende middelen uit onze wereld elimineren? Zou het niet beter zijn om niet te verspillen tijd om te proberen, maar in plaats daarvan al onze inspanningen in onderzoek te steken om een remedie voor kanker te vinden? '

Wanneer deze vraag aan dr. Hueper wordt gesteld, wiens jaren van onderscheidend werk in kanker de zijne maken mening om te respecteren, zijn antwoord wordt gegeven met de attentheid van iemand die erover heeft nagedacht lang, en heeft een leven lang onderzoek en ervaring achter zijn oordeel. Dr. Hueper gelooft dat onze situatie met betrekking tot kanker vandaag veel lijkt op die waar de mensheid voor stond met betrekking tot infectieziekten in de laatste jaren van de 19e eeuw. Het oorzakelijk verband tussen ziekteverwekkende organismen en vele ziekten waren vastgesteld door de briljante werk van Pasteur en Koch. Medische mannen en zelfs het grote publiek werden zich daarvan bewust de menselijke omgeving werd bewoond door een enorm aantal micro-organismen dat in staat was die ziektes veroorzaken, net zoals tegenwoordig kankerverwekkende stoffen in onze omgeving doordringen. Meeste besmettelijke ziekten [126] zijn nu onder een redelijke mate van controle gebracht en sommige zijn praktisch toegepast geëlimineerd. Deze briljante medische prestatie kwam tot stand door een tweevoudige aanval - dat benadrukte preventie en genezing. Ondanks de bekendheid die 'magische kogels' en 'verwondering drugs' houden in de geest van de leek, de meeste van de echt beslissende gevechten in de oorlog tegen besmettelijke ziekte bestond uit maatregelen om ziekte-organismen uit de omgeving te verwijderen.

Een voorbeeld uit de geschiedenis betreft de grote uitbraak van cholera in Londen, meer dan één honderd jaar geleden. Een Londense arts, John Snow, bracht het voorkomen van gevallen in kaart en vond ze zijn afkomstig uit één gebied, en alle inwoners trokken hun water uit één pomp op Broad Street. In een snelle en beslissende praktijk van preventieve geneeskunde verwijderde Dr. Snow de handvat van de pomp. De epidemie werd onder controle gebracht - niet door een magische pil die doodde het (toen onbekende) organisme van cholera, maar door het organisme uit de milieu. Zelfs therapeutische maatregelen hebben het belangrijke resultaat, niet alleen van het genezen van de patiënt maar van het verminderen van de foci van infectie. De huidige relatieve zeldzaamheid van tuberculose komt in grote mate voort uit het feit dat de gemiddelde persoon nu zelden in contact komt met de knolbacil. Vandaag vinden we onze wereld vol met kankerproducerende middelen. Een aanval op kanker die zich geheel of zelfs grotendeels concentreert op therapeutische maatregelen (zelfs in de veronderstelling dat er een 'remedie' kan worden gevonden) zal volgens Dr. Hueper de mening mislukken omdat het onaangeroerd blijft de grote reservoirs

van kankerverwekkende stoffen die nieuwe slachtoffers sneller zouden blijven claimen dan kan de tot nu toe ongrijpbare 'remedie' de ziekte wegnemen.

Waarom zijn we traag geweest om deze logische benadering van het kankerprobleem te volgen?

Waarschijnlijk is 'het doel van het genezen van de slachtoffers van kanker spannender, tastbaarder, meer glamoureus en lonend dan preventie', zegt dr. Hueper. Maar om kanker ooit te voorkomen gevormd worden is 'beslist menselijker' en kan 'veel effectiever zijn dan genezen van kanker'.

Dr. Hueper heeft weinig geduld met het wishful thinking dat een magische pil belooft die we zullen krijgen neem elke ochtend voor het ontbijt 'als bescherming tegen kanker. Een deel van het publieke vertrouwen in zo'n uiteindelijk uitkomst vloeit echter voort uit de misvatting dat kanker een enkele is mysterieuze ziekte, met een enkele oorzaak en, hopelijk, een enkele remedie. Dit is natuurlijk verre van de bekende waarheid. Net zoals kankers in het milieu worden veroorzaakt door een breed scala aan chemicaliën en fysieke middelen, dus de kwaadaardige toestand zelf manifesteert zich in veel verschillende en biologisch verschillende manieren. De lang beloofde 'doorbraak', wanneer of als het komt, kan dat niet zijn naar verwachting een wondermiddel voor alle soorten kwaadaardigheid. Hoewel het zoeken moet worden voortgezet voor therapeutische maatregelen om diegenen die al het slachtoffer zijn geworden te verlichten en te genezen kanker, het is een slechte dienst voor de mensheid om de hoop uit te houden dat de oplossing plotseling zal komen, in een enkele hoofdbeweging. Het zal langzaam komen, stap voor stap. Ondertussen terwijl we onze inschenken miljoenen in onderzoek en investeer al onze hoop in uitgebreide programma's om genezing te vinden voor gevestigde gevallen van kanker, laten we de gouden kans om te voorkomen, zelfs terwijl we dat proberen, te verwaarlozen genezen.

De taak is geenszins hopeloos. In één belangrijk opzicht zijn de vooruitzichten meer bemoedigend dan de situatie met betrekking tot infectieziekten aan het begin van de eeuw. De wereld was toen vol ziektekiemen, zoals vandaag de dag vol kankerverwekkende stoffen. Maar de mens plaatste het niet ziektekiemen in het milieu en zijn rol bij het verspreiden ervan was onvrijwillig. In tegenstelling, man heeft het overgrote deel van

de kankerverwekkende stoffen in het milieu gebracht en hij kan, als hij dat wenst, elimineren velen van hen. De chemische agentia van kanker zijn verankerd in onze wereld op twee manieren: ten eerste en ironisch genoeg door de zoektocht van de mens naar een betere en gemakkelijker manier van leven; [127] ten tweede omdat de productie en verkoop van dergelijke chemicaliën een geaccepteerd onderdeel van is geworden onze economie en onze manier van leven. Het zou onrealistisch zijn om te veronderstellen dat alles chemisch is kankerverwekkende stoffen kunnen of zullen worden geëlimineerd uit de moderne wereld. Maar een zeer groot deel zijn absoluut geen levensbehoeften. Door hun eliminatie zou de totale lading kankerverwekkende stoffen zijn enorm verlicht, en de dreiging dat één op de vier kanker zou ontwikkelen, zou dat tenminste zijn sterk worden beperkt. De meest vastberaden inspanning moet worden geleverd om die te elimineren kankerverwekkende stoffen die nu ons voedsel, onze watervoorraden en onze atmosfeer vervuilen, omdat deze bieden het gevaarlijkste type contact - zeer kleine belichtingen, steeds opnieuw herhaald door de jaren heen.

Een van de meest vooraanstaande mannen in kankeronderzoek zijn vele anderen die Dr. Hueper delen geloof dat kwaadaardige ziekten aanzienlijk kunnen worden verminderd door vastberaden inspanningen om de omgevingsoorzaken en deze te elimineren of hun impact te verminderen. Voor degenen bij wie kanker is al een verborgen of zichtbare aanwezigheid, pogingen om genezing te vinden moeten natuurlijk doorgaan. Maar voor die nog niet door de ziekte zijn geraakt en zeker voor de generaties die nog niet zijn geboren, preventie is de noodzaak.

OM RISICO'S TE HEBBEN in onze inspanningen om de natuur naar onze tevredenheid te vormen en toch te doen hebben gefaald in het bereiken van ons doel zou inderdaad de laatste ironie zijn. Toch lijkt dit ons te zijn situatie. De waarheid, die zelden wordt genoemd, maar waar iedereen kan zien, is dat de natuur niet zo is gemakkelijk gevormd en dat de insecten manieren vinden om onze chemische aanvallen te omzeilen hen.

'De insectenwereld is het meest verbazingwekkende fenomeen van de natuur', zei de Nederlandse bioloog CJ Briejër. 'Niets is onmogelijk; de meest onwaarschijnlijke dingen komen daar vaak voor. Een die diep doordringt in zijn mysteries, is voortdurend buiten adem van verwondering. Hij weet dat er kan van alles gebeuren, en dat gebeurt vaak helemaal niet. 'Het 'onmogelijke' is nu gebeurt op twee brede fronten. Door een proces van genetische selectie ontwikkelen de insecten zich stammen bestand tegen chemicaliën. Dit wordt in het volgende hoofdstuk besproken. Maar hoe breder probleem, waar we nu naar zullen kijken, is het feit dat onze chemische aanval het verzwakt verdedigingen inherent aan de omgeving zelf, verdedigingen ontworpen om de verschillende soorten binnen te houden controleren. Elke keer als we deze verdedigingen doorbreken, stroomt er een horde insecten doorheen.

Van over de hele wereld komen rapporten die duidelijk maken dat we ons in een ernstige situatie bevinden. Bij de eind van een decennium of meer van intensieve chemische controle, vonden entomologen dat problemen die ze enkele jaren eerder als opgelost hadden beschouwd, waren teruggekeerd om ze te pesten. En nieuw problemen waren ontstaan omdat insecten die ooit alleen in onbeduidende aantallen aanwezig waren, waren toegenomen tot de status van ernstig ongedierte. Van nature zijn chemische controles zelfvernietigend, want ze hebben bedacht en toegepast zonder rekening te houden met de complexe biologische systemen tegen waaraan ze blindelings zijn geslingerd. De chemicaliën zijn misschien getest tegen een paar individuele soorten, maar niet tegen levende gemeenschappen. In sommige kringen is dat tegenwoordig wel zo in de mode om het evenwicht van de natuur te verwerpen als een stand van zaken die eerder heerste, eenvoudiger wereld - een toestand die nu zo grondig is overstuurd dat we hem net zo

goed kunnen vergeten.

Sommigen vinden dit een handige veronderstelling, maar als een grafiek voor een cursus van actie is het zeer gevaarlijk. De balans van de natuur is vandaag niet hetzelfde als in het Pleistoceen, maar dat is nog steeds zo daar: een complex, nauwkeurig en sterk geïntegreerd systeem van relaties tussen levende wezens die niet meer veilig kan worden genegeerd dan de wet van de zwaartekracht kan worden tart met straffeloosheid door een man zat op de rand van een klif. De balans van de natuur is geen status quo ; het is vloeibaar, ootschakelen, in een constante staat van aanpassing. Ook de mens maakt deel uit van dit evenwicht. Soms het evenwicht is in zijn voordeel; soms - en al te vaak door zijn eigen activiteiten - wordt het verschoven naar zijn nadeel.

Twee kritisch belangrijke feiten zijn over het hoofd gezien bij het ontwerpen van de moderne insectenbestrijding programma's. De eerste is dat de echt effectieve bestrijding van insecten die is die door de natuur wordt toegepast, niet door man. Populaties worden onder controle gehouden door iets dat de ecologen de weerstand van de noemen omgeving, en dit is zo sinds het eerste leven is gemaakt. De hoeveelheid voedsel beschikbaar, weers- en klimaatomstandigheden, de aanwezigheid van concurrerende of roofzuchtige soorten, ze zijn allemaal van cruciaal belang. 'De grootste factor bij het voorkomen van overweldigende insecten de rest van de wereld is de interne oorlogvoering die ze onderling voeren, 'zei de entomoloog Robert Metcalf. Maar de meeste chemicaliën die nu worden gebruikt, doden alle insecten, onze vrienden en vijanden gelijk.

[129] Het tweede verwaarloosde feit is de echt explosieve kracht van een soort om zich te reproduceren zodra de weerstand van de omgeving is verzwakt. De vruchtbaarheid van vele vormen van leven is bijna buiten onze macht om het ons voor te stellen, hoewel we af en toe een suggestieve glimp opvangen. ik herinner je uit de studententijd het wonder dat kon worden gedaan in een pot met een simpele mengsel van hooi en water door er slechts enkele druppels materiaal uit een volwassen cultuur aan toe te voegen van protozoa. Binnen een paar dagen zou de pot een hele melkweg van wervelend, schietend leven bevatten - ontelbare triljoenen sloffen van de pantoffel, Paramecium , allemaal zo klein als een stofkorrel, allemaal vermenigvuldigd zonder beperking in hun tijdelijke Eden van gunstige

temperaturen, overvloedig voedsel, afwezigheid van vijanden. Of ik denk aan walrotsen wit met zeepokken zover het oog reikt zie, of van het schouwspel van het passeren van een immense school van kwallen, mijl na mijl, met schijnbaar geen einde aan de pulserende, spookachtige vormen nauwelijks wezenlijker dan het water zelf.

We zien het wonder van de controle van de natuur aan het werk wanneer de kabeljauw zich door de winterzeeën naar hun paaigronden verplaatst, waar elke vrouw enkele miljoenen eieren legt. De zee niet een solide massa kabeljauw worden zoals het zeker zou doen als al het nageslacht van alle kabeljauw dat zou zijn overleven. De controles die in de natuur bestaan, zijn zodanig dat van de miljoenen jonge mensen die door worden geproduceerd elk paar overleeft gemiddeld genoeg tot volwassenheid om de oudervis te vervangen.

Vroeger vermaakten biologen zichzelf door te speculeren over wat er zou gebeuren als, door een ondenkbare catastrofe, de natuurlijke beperkingen werden weggegooid en alle nakomelingen van een enkele persoon overleefde. Zo berekende Thomas Huxley een eeuw geleden dat een enkele vrouwelijke bladluis (die de merkwaardige kracht heeft om zich voort te planten zonder te paren) kan nageslacht produceren in een tijd van één jaar waarvan het totale gewicht gelijk zou zijn aan dat van de inwoners van het Chinese rijk van zijn dag. Gelukkig is voor ons zo'n extreme situatie alleen theoretisch, maar de nare resultaten van het verstoren van de eigen arrangementen van de natuur zijn goed bekend bij studenten van dierenpopulaties.

De stockmans ijver voor het elimineren van de coyote heeft geleid tot plagen van veldmuizen, die de coyote voorheen gecontroleerd. Het vaak herhaalde verhaal van het Kaibab-hert in Arizona is een ander geval in punt. Eens was de hertenpopulatie in evenwicht met zijn omgeving. Een aantal roofdieren - wolven, poema's en coyotes - voorkwamen dat het hert zijn voedsel te boven ging levering. Toen begon een campagne om het hert te 'conserveren' door hun vijanden te doden. Zodra de roofdieren waren verdwenen, het hert nam enorm toe en al snel was er niet genoeg voedsel voor hen. De bladerlijn aan de bomen ging steeds hoger naarmate ze voedsel zochten en op tijd veel meer herten stierven van de honger dan voorheen waren gedood door roofdieren. De hele omgeving werd bovendien beschadigd door hun wanhopige inspanningen om voedsel te vinden.

De roofzuchtige insecten van veld en bossen spelen dezelfde rol als de wolven en coyotes van de Kaibab. Dood ze en de populatie van het prooi-insect schiet omhoog. Niemand weet hoe veel soorten insecten bewonen de aarde omdat er nog zoveel moeten worden geïdentificeerd. Maar meer dan 700.000 zijn al beschreven. Dit betekent dat in termen van het aantal soorten, 70 tot 80 procent van de wezens op aarde zijn insecten. De overgrote meerderheid van deze insecten wordt vastgehouden onder controle van natuurlijke krachten, zonder enige tussenkomst van de mens. Als dit niet zo was, is het twijfelachtig dat elk denkbaar volume chemicaliën - of andere methoden - mogelijk laag kan houden hun populaties. Het probleem is dat we ons zelden bewust zijn van de bescherming die wordt geboden door natuurlijke vijanden totdat het faalt. De meesten van ons lopen onzichtbaar door de wereld, zich niet bewust van haar schoonheden, zijn wonderen en de vreemde en soms verschrikkelijke intensiteit van de levens die er zijn om ons heen leefde. Het is dus zo dat de activiteiten van de insectenroofdieren en parasieten bekend zijn te weinig.

[130] Misschien hebben we een vreemd gevormd insect van woeste mien opgemerkt op een struik in de tuin en zich er vaag van bewust dat de bidsprinkhaan leeft ten koste van andere insecten. Maar we zien het wel met begripvol oog alleen als we 's nachts in de tuin hebben gelopen en hier en daar met een zaklamp heeft een glimp opgevangen van de bidsprinkhaan sluipend sluipend over haar prooi. Dan voelen we ons iets van het drama van de jager en de gejaagde. Dan beginnen we daar iets van te voelen meedogenloos drukkende kracht waardoor de natuur haar eigen macht heeft. De roofdieren - insecten die doden en andere insecten consumeren - zijn van vele soorten. Sommige zijn snel en met de snelheid van zwaluwen grijpen hun prooi uit de lucht. Anderen ploeteren methodisch langs een stengel, plukken weg en verslindende zittende insecten zoals de bladluizen.

De yellowjackets vangen zachte insecten en voer de sappen aan hun jongen. Muddauber-wespen bouwen kolomnesten van modder onder de grotten van huizen en vul ze met insecten waarop hun jongen zich zullen voeden. De ruiters wesp zweeft boven kudde grazend vee en vernietigt de bloedzuigende vliegen die hen kwellen. De luid zoemende syrphid vlieg, vaak aangezien voor een bij, legt zijn eieren op bladeren van bladluis planten; de broedende larven consumeren dan enorme aantallen bladluizen. Lieveheersbeestjes of dame kevers behoren tot de meest effectieve vernie-

tigers van bladluizen, schaalinsecten en andere plantenetende insecten. Letterlijk honderden bladluizen worden geconsumeerd door een enkel lieveheersbeestje om de kleine vuurtjes van te stoken energie die ze nodig heeft om zelfs een enkele partij eieren te produceren.

Nog meer buitengewoon in hun gewoonten zijn de parasitaire insecten. Deze doden hun gastheren niet regelrechte. In plaats daarvan gebruiken ze hun slachtoffers door verschillende aanpassingen voor de opvoeding van hun slachtoffers eigen jong. Ze kunnen hun eieren in de larven of eieren van hun prooi afzetten, zodat hun eigen ontwikkelende jongen kunnen voedsel vinden door de gastheer te consumeren. Sommigen hechten hun eieren aan een rups door middel van een plakkerige oplossing; bij het uitkomen boort de larvale parasiet door de huid van de gastheer. Anderen, geleid door een instinct dat vooruitziende blik simuleert, leggen hun eieren alleen maar op een blad dat een rups ze per ongeluk opeet.

Overall, in veld en heg en tuin en bos, de insectenroofdieren en parasieten zijn aan het werk. Hier, boven een vijver, schieten de libellen en de zon schiet vuur uit hun vleugels.

Dus hun voorouders snelden door moerassen waar enorme reptielen leefden. Nu, zoals in die oude keer vangen de scherpogende muggen in de lucht en scheppen ze in met mandvormige poten.

In de wateren beneden jagen hun jongen, de libelle nimfen of naiaden op de waterpodia van muggen en andere insecten. Of daar, bijna onzichtbaar tegen een blad, is de lacewing, met groene gaasvleugels en gouden ogen, verlegen en geheimzinnig, afstammeling van een oud ras dat leefde in Perm tijden. De volwassen lacewing voedt zich meestal met plantennectars en de honingdauw van bladluizen, en na verloop van tijd legt ze haar eieren, elk aan het einde van een lange steel die ze aan een blad vastmaakt.

Hieruit komen haar kinderen tevoorschijn - vreemde, borstelige larven die bladluisleeuwen worden genoemd, die langs leven aaien op bladluizen, schubben of mijten, die ze vangen en droog van vloeistof zuigen. Elk mag consumeren enkele honderden bladluizen vóór het onophoudelijk draaien van de cyclus van zijn leven brengt de tijd wanneer het zal een witte, zijden cocon draaien om het popstadium te passeren.

En er zijn veel wespen en ook vliegen, waarvan het bestaan afhangt van de

vernietiging van de eieren of larven van andere insecten door parasitisme. Sommige van de eiparasieten zijn buitengewoon kleine wespen, maar door hun aantal en hun grote activiteit houden ze de overvloed van vele soorten die het gewas vernietigen. Al deze kleine wezens werken - werken in zon en regen, tijdens de uren van duisternis, zelfs wanneer de greep van de winter de vuren heeft gedempt van het leven tot louter sintels. Dan smeult deze vitale kracht alleen maar, wachtend op de tijd om te schitteren opnieuw in activiteit wanneer de lente de insectenwereld wakker maakt. Ondertussen onder de witte deken [131] van sneeuw, onder de bevroren grond, in spleten in de schors van bomen en in beschutte grotten, de parasieten en de roofdieren hebben manieren gevonden om zichzelf te overbruggen tijdens het seizoen van de kou.

De eieren van de bidsprinkhaan zijn veilig in kleine gevallen van dun perkament bevestigd aan de tak van een struik door de moeder die haar leven leefde met de zomer die voorbij is.

De vrouwelijke Polistes- wesp, die haar toevlucht zoekt in een vergeten hoek van een zolder, draagt haar lichaam in de bevruchte eieren, het erfgoed waarvan de hele toekomst van haar kolonie afhangt. Zij, de eenzame overlevende, begint in het voorjaar een klein papieren nestje, legt een paar eieren in zijn cellen en fokt voorzichtig een kleine kracht van arbeiders. Met hun hulp zal ze vervolgens het nest vergroten en de kolonie ontwikkelen.

Dan zullen de arbeiders, onophoudelijk foerageren door de hete zomerdagen, talloze vernietigen rupsen. Dus, door de omstandigheden van hun leven en de aard van onze eigen wensen, allemaal dit zijn onze bondgenoten geweest om het evenwicht van de natuur in ons voordeel te houden. Toch hebben we keerde onze artillerie tegen onze vrienden. Het vreselijke gevaar is dat we grof hebben onderschat hun waarde door een donkere stroom vijanden op afstand te houden die, zonder hun hulp, kan ons overslaan.

Het vooruitzicht op een algemene en permanente verlaging van de omgevingsweerstand wordt grimmig en steeds reëler met elk voorbijgaand jaar als het aantal, de variëteit en de destructiviteit van insecticiden groeit. Na verloop van tijd kunnen we progressief ernstiger verwachten uitbraken van insecten, zowel ziektedragende als gewasvernietigende soorten, boven alles we hebben het ooit geweten. 'Ja, maar is dit niet allemaal theoretisch?'

je mag vragen. 'Dat zal het zeker niet echt zijn gebeuren - toch niet in mijn leven.' Maar het gebeurt hier en nu. Wetenschappelijke tijdschriften hadden registreerde in 1958 al zo'n 50 soorten die betrokken waren bij geweldadige ontwrichtingen van het evenwicht van de natuur.

Elk jaar worden er meer voorbeelden gevonden. Een recente beoordeling van het onderwerp bevatte verwijzingen tot 215 artikelen die ongunstige verstoringen in de balans van insectenpopulaties melden of bespreken veroorzaakt door pesticiden.

Soms is het resultaat van chemisch spuiten een enorme toename van het insect zelf het sproeien was bedoeld om te beheersen, zoals toen de zwarte vliegen in Ontario 17 keer meer werden overvloedig na het spuiten dan voorheen. Of wanneer in Engeland een enorme uitbraak is van de koolluis - een uitbraak die geen parallel had - volgde het besproeien met één van de organische fosforchemicaliën. Op andere momenten sproeien, terwijl redelijk effectief tegen het doelinsect, heeft een hele doos van Pandora met destructief ongedierte losgelaten dat had nooit eerder overvloedig genoeg geweest om problemen te veroorzaken. De spint heeft bijvoorbeeld word praktisch een wereldwijd ongedierte aangezien DDT en andere insecticiden zijn vijanden hebben gedood.

De spint is geen insect. Het is een nauwelijks zichtbaar achtbenig wezen van de groep met spinnen, schorpioenen en teken. Het heeft monddelen aangepast voor piercing en zuigen, en een enorme eetlust voor het chlorofyl dat de wereld groen maakt. Het wordt ingevoegd deze minuscule en stiletto-scherpe monddelen in de buitenste cellen van bladeren en groenblijvend naalden en extraheert het chlorofyl. Een milde aantasting geeft bomen en struiken een gevlekt of zout en peper uiterlijk; met een zware mijtpopulatie wordt het gebladerte geel en valt het.

Dit gebeurde een paar jaar geleden in sommige westerse wouden, toen in 1956 de Forest Service van de Verenigde Staten besproeid ongeveer 885.000 hectare beboste gebieden met DDT. De bedoeling was om de sparrenworm te bestrijden, maar de volgende zomer werd ontdekt dat een probleem erger dan de budworm schade was gemaakt. Bij het onderzoeken van de bossen uit de lucht, uitgestrekte verwoeste gebieden waren te zien waar de prachtige Douglas-sparren draaiden bruin en laten hun naalden

vallen. In het Helena National Forest en op de westelijke hellingen van [132] de Big Belt Mountains, vervolgens in andere gebieden van Montana en tot in Idaho zagen de bossen eruit alsof ze waren geschroeid. Het was duidelijk dat deze zomer van 1957 de meest uitgebreide en spectaculaire besmetting van spint in de geschiedenis. Bijna alle bespoten gebied was aangetast. Nergens was de schade zichtbaar. Op zoek naar precedënten, de boswachters konden zich nog andere plagen van spint herinneren, hoewel minder dramatisch dan deze.

In 1929 waren er soortgelijke problemen langs de Madison River in Yellowstone Park Colorado 20 jaar later, en vervolgens in New Mexico in 1956. Elk van deze uitbraken was gevolgd bos spuiten met insecticiden. (Het sproeien uit 1929, vóór het DDT-tijdperk, werd toegepastloodarse-naat.)

Waarom lijkt de spint te gedijen op insecticiden? Naast het voor de hand liggende feit dat het zo is relatief ongevoelig voor hen, lijken er nog twee andere redenen te zijn. In de natuur wordt het onder controle gehouden door verschillende roofdieren zoals lieveheersbeestjes, een galmug, roofmijten en verschillende piratenwantsen, allemaal uiterst gevoelig voor insecticiden. De derde reden heeft te maken met de bevolking druk in de spintmijtkolonies. Een ongestoorde kolonie mijten is een dichtbevolkt gemeenschap, ineengedoken onder een beschermend weefsel voor het verbergen van zijn vijanden. Wanneer gespoten, verspreiden de kolonies zich terwijl de mijten, geïrriteerd maar niet gedood door de chemicaliën, zich verspreiden op zoek naar plaatsen waar ze niet gestoord zullen worden. Daarbij vinden ze een veel grotere overvloed aan ruimte en voedsel dan beschikbaar was in de voormalige koloniën. Hun vijanden zijn nu dood, dus er is geen noodzaak voor de mijten om hun energie te besteden aan het afscheiden van beschermend weefsel.

In plaats daarvan gieten ze al hun energie in het produceren van meer mijten. Het is niet ongevoelig voor hun de eierproductie moet drievoudig worden verhoogd - allemaal door het gunstige effect van insecticiden.

In de Shenandoah-vallei van Virginia, een beroemd appelteeltgebied, hordes van een klein insect genaamd de rood-gestreepte bladrol ontstond om de telers te plagen zodra DDT begon te vervangen arsenaat van lood. Zijn berouw was nooit eerder belangrijk geweest; al snel steeg zijn tol tot 50 per

cent van het gewas en het bereikte de status van de meest destructieve plaag voor appels, niet alleen in deze regio, maar in een groot deel van het oosten en het Midwesten, naarmate het gebruik van DDT toenam. De situatie in overvloed in ironieën. In de appelboomgaarden van Nova Scotia eind jaren veertig het ergst besmettingen van de motmot (oorzaak van 'wormy appels') waren regelmatig in de boomgaarden gespoten. In onbespoten boomgaarden waren de motten niet overvloedig genoeg om echte problemen te veroorzaken.

De ijver in het spuiten had een even onbevredigende beloning in het oosten van Sudan, waar katoen telers hadden een bittere ervaring met DDT. Er werd ongeveer 60.000 hectare katoen verbouwd onder irrigatie in de Gash Delta. Vroege proeven met DDT hebben blijkbaar goede resultaten opgeleverd, sproeien werd geïntensiveerd. Het was toen dat probleem begon. Een van de meest destructieve vijanden van katoen is de bolworm. Maar hoe meer katoen werd gespoten, hoe meer bollwormen verschenen.

De onbespoten katoen leed minder schade aan fruit en later aan volwassen bollen dan de gespoten, en op tweemaal bespoten velden daalde de opbrengst aan zaadkatoen aanzienlijk. Hoewel sommige van de blad-voeden insecten werden geëlimineerd, elk voordeel dat aldus zou kunnen worden behaald was meer dan gecompenseerd door bollwormschade. Uiteindelijk werden de telers geconfronteerd met de onaangename waarheid dat hun katoenopbrengst groter zou zijn geweest als ze zich de moeite hadden bespaard en kosten van spuiten.

In Belgisch Congo en Oeganda de resultaten van zware toepassingen van DDT tegen een insectenplaag van de koffiestruik waren bijna 'catastrofaal'. Het ongedierte zelf bleek bijna te zijn volledig onaangetast door de DDT, terwijl zijn roofdier extreem gevoelig was. In Amerika, boeren hebben herhaaldelijk één insectvijand ingeruild voor een ergere, omdat sproeien het van streek maakt [133] populatiedynamiek van de insectenwereld. Twee van de massaproeiprogramma's die onlangs zijn uitgevoerd hebben precies dit effect gehad. Een daarvan was het programma voor de uitroeiing van vuurmieren in het zuiden; de andere was het spuiten voor de Japanse kever in het Midwesten. (Zie hoofdstuk 10 en 7.)

Toen in 1957 een groothandelstoepassing van heptachlor op de landbouw-

gronden in Louisiana werd gemaakt, het resultaat was de ontketening van een van de ergste vijanden van het suikerrietgewas - de suikerrietboorder. Kort na de behandeling met heptachloor nam de schade door boormachines sterk toe.

De chemische stof gericht op de vuurmier had de vijanden van de boorder gedood. De oogst was zo ernstig beschadigd dat boeren wilden vervolgen tegen de staat wegens nalatigheid in niet hen waarschuwen dat dit zou kunnen gebeuren. Dezelfde bittere les werd geleerd door boeren uit Illinois.

Na het verwoestende bad van dieldrin onlangs toegediend aan de landerijen in het oosten van Illinois voor de controle van de Japanse kever ontdekten boeren dat de maïsboorders waren toegenomen enorm in het behandelde gebied. In feite bevatte maïs geteeld in velden binnen dit gebied bijna twee keer zoveel van de destructieve larven van dit insect als de maïs buiten groeide. De boeren zijn zich misschien nog niet bewust van de biologische basis van wat er is gebeurd, maar ze hebben geen behoefte wetenschappers om hen te vertellen dat ze een slecht koopje hebben gesloten. In een poging om van één insect af te komen, zij hebben een gesel van een veel destructievere veroorzaakt. Volgens Afdeling van Landbouw schat dat de totale schade door de Japanse kever in de Verenigde Staten oploopt ongeveer 10 miljoen dollar per jaar, terwijl de schade door de maisboorder oploopt tot ongeveer 85 miljoen.

Het is vermeldenswaard dat op natuurlijke krachten zwaar was vertrouwd voor controle van de maisboorder.

Binnen twee jaar nadat dit insect per ongeluk werd geïntroduceerd vanuit Europa in 1917, de Verenigde Staten

De regering van de staat had een van zijn meest intensieve programma's opgezet voor het lokaliseren en importeren parasieten van een insectenplaag. Sinds die tijd zijn er 24 soorten parasieten van de maisboorder geweest tegen aanzienlijke kosten binnengebracht uit Europa en het oosten. Hiervan worden er 5 erkend als van verschillende waarde zijn in controle. Onnodig te zeggen dat de resultaten van al dit werk nu zijn in gevaar als de vijanden van de maisboorder worden gedood door de sprays.

Als dit absurd lijkt, overweeg dan de situatie in de citrusboomgaarden van Californië, waar 's werelds meest beroemde en succesvolle experiment in biologische bestrijding werd uitgevoerd in de jaren 1880. In 1872 ver-

scheen een schaalinsect dat zich voedt met het sap van citrusbomen in Californië en in de volgende 25 jaar ontwikkelde zich tot een plaag zo destructief dat de fruitoogst in veel boomgaarden een volledig verlies. De jonge citrusindustrie werd met vernietiging bedreigd. Veel boeren gaven omhoog en trokken hun bomen eruit. Vervolgens werd een parasiet van het schaalinsect geïmporteerd uit Australië, a kleine damekever genaamd de vedalia. Binnen slechts twee jaar na de eerste verzending van de kevers, de schaal was volledig onder controle in de citrusgroeierende delen van Californië. Vanaf die tijd kon men dagen zoeken tussen de sinaasappelboomgaarden zonder het vinden van een insect op enkele schaal.

Toen in de jaren 1940 begonnen de citruskwekers te experimenteren met glamoureuze nieuwe chemicaliën tegen andere insecten. Met de komst van DDT en de nog meer giftige chemicaliën die volgen, de populaties van de vedalia in veel delen van Californië werden weggevaagd. De invoer ervan had kostte de overheid slechts \$ 5000. De activiteiten hadden de fruittelers enkele miljoenen gered dollar per jaar, maar in een moment van achteleoosheid werd het voordeel tenietgedaan. Infestaties van het schaalinsect kwam snel terug en de schade overtrof alles dat al vijftig jaar was waargenomen jaar. 'Dit betekende mogelijk het einde van een tijdperk', zei dr. Paul DeBach van het Citrus Experiment Station in Riverside. Nu is de controle over de schaal enorm ingewikkeld geworden. De vedalia kan alleen worden gehandhaafd door herhaalde releases en door de meest zorgvuldige aandacht voor spray [134] schema's om hun contact met insecticiden te minimaliseren. En ongeacht wat de citrus is telers doen dat, ze zijn min of meer overgeleverd aan de eigenaren van aangrenzende gebieden, voor ernstig schade is veroorzaakt door insecticide drift. . . .

Al deze voorbeelden betreffen insecten die landbouwgewassen aantasten. Hoe zit het met degenen die dragen ziekte? Er zijn al waarschuwingen geweest. Op Nissan Island in de Stille Zuidzee bijvoorbeeld, sproeien was intensief doorgestaan tijdens de Tweede Wereldoorlog, maar stopte wanneer de vijandelijkheden kwamen ten einde. Al snel heroverden zwermen van een malariadragende mug het eiland.

Alle roofdieren waren gedood en er was geen tijd geweest voor nieuwe populaties gevestigd worden. De weg was daarom duidelijk voor een enorme bevolkingsexplosie.

Marshall Laird, die dit incident heeft beschreven, vergelijkt chemische

controle met een loopband; een keer we hebben er voet aan gezet en kunnen niet stoppen uit angst voor de gevolgen.

In sommige delen van de wereld kan ziekte op een heel andere manier worden gekoppeld aan sproeien. Voor om de een of andere reden lijken slakachtige weekdieren bijna immuun voor de effecten van insecticiden. Deze is vele malen waargenomen. In de algemene holocaust die volgde op het sproeien van zout moerassen in oostelijk Florida (pagina's 115-116), alleen waterslakken overleefden. De scène alsbeschreven was een macabere afbeelding - iets dat misschien door een surrealist is gemaakt borstel. De slakken bewogen tussen de lichamen van de dode vissen en de stervende krabben, verslinden van de slachtoffers van de dood regen van gif. Maar waarom is dit belangrijk? Het is belangrijk omdat veel waterslakken dienen als gastheren van gevaarlijke parasitaire wormen die een deel van doorbrengen hun levenscyclus in een weekdier, deel in een mens. Voorbeelden zijn de bloedafname, of schistosoma, die bij de mens ernstige ziekten veroorzaken wanneer ze het lichaam binnenkomen door te drinken water of door de huid wanneer mensen baden in besmet water. De botten komen vrij in het water door de gastheer slakken. Dergelijke ziekten komen vooral voor in delen van Azië en Afrika. Waar ze voorkomen, zijn insectenbestrijdingsmaatregelen die een enorme toename van slakken begunstigen waarschijnlijk gevolgd door ernstige gevolgen.

En natuurlijk is de mens niet de enige die wordt blootgesteld aan slakziekte. Leverziekte bij runderen, schapen, geiten, herten, elanden, konijnen en verschillende andere warmbloedige dieren kunnen worden veroorzaakt door leverbotten die een deel van hun levenscyclus doorbrengen in zoetwaterslakken. Livers besmet met deze wormen zijn ongeschikt voor gebruik als voedsel voor mensen en worden routinematig veroordeeld. Dergelijke afwijzingen kosten Amerikaanse veehouders ongeveer 3½ miljoen dollar per jaar. Alles dat dient om het te verhogen aantal slakken kan dit probleem uiteraard nog ernstiger maken. . . .

In het afgelopen decennium hebben deze problemen lange schaduwen geworpen, maar dat is langzaam gebeurd herken ze. De meeste van die besten geschikt om natuurlijke controles te ontwikkelen en helpen bij het zetten ervan in feite zijn te druk bezig geweest met werken in de meer opwindende wijngaarden van chemische controle. Het werd gemeld in 1960 dat slechts 2 procent van alle economische entomologen in het land werkten

toen op het gebied van biologische controles. Een aanzienlijk aantal van de overige 98 procent was betrokken bij onderzoek naar chemische insecticiden.

Waarom zou dit zo zijn? De grote chemische bedrijven storten geld in de universiteiten onderzoek naar insecticiden ondersteunen. Dit creëert aantrekkelijke fellowships voor afgestudeerde studenten en aantrekkelijke personeelsposities. Onderzoeken naar biologische controle zijn daarentegen nooit zo begiftigd - om de eenvoudige reden dat ze niemand de fortuinen beloven die in de chemische industrie. Deze worden overgelaten aan staats- en federale agentschappen, waar de betaalde salarissen ver zijn minder. Deze situatie verklaart ook het anders mystificerende feit dat bepaalde uitstaande entomologen behoren tot de toonaangevende voorstanders van chemische bestrijding. Onderzoek naar de [135] achtergrond van sommige van deze mannen onthult dat hun hele onderzoeksprogramma wordt ondersteund door de chemische industrie. Hun professionele prestige, soms zijn hun banen afhankelijk van de besteding van chemische methoden. Kunnen we dan verwachten dat ze letterlijk in de hand bijten voedt ze? Maar als we hun vooroordeel kennen, hoeveel geloof kunnen we dan aan hun protesten geven insecticiden zijn onschadelijk? Te midden van de algemene bekendheid voor chemicaliën als de belangrijkste methode van insectenbestrijding, minderheidsrapporten zijn af en toe ingediend door die enkele entomologen die hebben niet uit het oog verloren dat zij noch chemici noch ingenieurs zijn, maar biologen.

FH Jacob in Engeland heeft verklaard dat 'de activiteiten van veel zogenaamde economische entomologen zouden het doen lijken alsof ze opereren in de overtuiging dat redding bij het ligt einde van een sproeikop ... dat wanneer ze problemen van heropleving of weerstand hebben gecreëerd of zoogdiertoxiciteit, de chemicus zal klaar zijn met een andere pil. Dat standpunt is niet van toepassing hier ... Uiteindelijk zal alleen de bioloog de antwoorden geven op de basisproblemen van ongedierte controle.' 'Economische entomologen moeten zich realiseren,' schreef AD Pickett van Nova Scotia, 'dat zij hebben te maken met levende dingen ... hun werk moet meer zijn dan alleen testen op insecticiden of een zoektocht naar zeer destructieve chemicaliën.' Dr. Pickett was zelf een pionier op het gebied van werken gezonde methoden van insectenbestrijding die ten volle profiteren van de roofzuchtige en parasitaire soorten. De methode die hij en zijn medewerkers hebben ontwikkeld, is vandaag een schitterend model, maar ook

een beetje nagebootst. Alleen in de geïntegreerde besturingsprogramma's die door sommige Californië zijn ontwikkeld entomologen vinden we iets vergelijkbaars in dit land.

Dr. Pickett begon zijn werk zo'n vijfendertig jaar geleden in de appelboomgaarden van de Annapolis Vallei in Nova Scotia, ooit een van de meest geconcentreerde fruitteeltgebieden in Canada. Op dat tijd werd gedacht dat insecticiden - dan anorganische chemicaliën - de problemen van zouden oplossen insectenbestrijding, dat de enige taak was om fruittelers ertoe aan te zetten de aanbevolen richtlijnen te volgen methoden. Maar het rooskleurige beeld kwam niet uit. Ergens bleven de insecten bestaan. nieuwe chemicaliën werden toegevoegd, er werd betere spuitapparatuur bedacht en de ijver om te sproeien toegenomen, maar het insectenprobleem werd niet beter. Toen beloofde DDT het 'uit te wissen nachtmerrie van uitbraken van kabeljauwmotten. Wat eigenlijk het gevolg was van het gebruik ervan was een ongekende plaag van mijten. 'We gaan van crisis naar crisis en handelen slechts voor één probleem een andere,' zei Dr. Pickett.

Maar op dit punt gingen Dr. Pickett en zijn medewerkers op een nieuwe weg in plaats van te gaan samen met andere entomologen die de wil-o-de-wisp van het steeds meer blijven nastreven giftige chemische stof. Erkennend dat ze een sterke bondgenoot in de natuur hadden, bedachten ze een programma dat maakt maximaal gebruik van natuurlijke controles en minimaal gebruik van insecticiden. telkens als insecticiden worden alleen toegepast minimale doseringen worden gebruikt - nauwelijks genoeg om de plaag te bestrijden zonder vermijdbare schade aan nuttige soorten. Juiste timing komt ook binnen. Dus, als nicotine sulfaat wordt eerder aangebracht dan nadat de appelbloesem een van de belangrijkste roze wordt roofdieren worden gespaard, waarschijnlijk omdat het zich nog in het eifase bevindt.

Dr. Pickett besteedt speciale zorg aan het selecteren van chemicaliën die zo weinig mogelijk schade toebrengen aan insecten parasieten en roofdieren. 'Wanneer we het punt bereiken van het gebruik van DDT, parathion, chlordane en andere nieuwe insecticiden als routinecontrole meet op dezelfde manier als we het anorganische hebben gebruikt chemische stoffen in het verleden, entomologen die geïnteresseerd zijn in biologische bestrijding kunnen net zo goed in de spons,' zegt hij. In plaats van deze zeer giftige, breedspectruminsecticiden, plaatst hij het hoofd afhankelijkheid van ryania

(afgeleid van grondstengels van een tropische plant), nicotinesulfaat en lood arsenaat. In bepaalde situaties worden zeer zwakke concentraties DDT of malathion gebruikt (1 of 2 **[136]** ons per 100 gallons in tegenstelling tot de gebruikelijke 1 of 2 pond per 100 gallons). Hoewel deze twee zijn de minst giftige van de moderne insecticiden, hoopt Dr. Pickett door verder onderzoek aan vervang ze door veiligere en selectievere materialen.

Hoe goed heeft dit programma gewerkt? Nova Scotia-boomgaarden die Dr. Pickett's volgen een aangepast sproeiprogramma produceert een even groot aandeel eersteklas fruit als degenen die dat doen gebruiken intensieve chemische toepassingen. Ze krijgen ook een even goede productie. Zij zijn bovendien deze resultaten verkrijgen tegen aanzienlijk lagere kosten. De uitgave voor insecticiden in Nova Appelboomgaarden Scotia is slechts 10 tot 20 procent van het bedrag besteed in de meeste andere appel-groeiende gebieden. Belangrijker dan zelfs deze uitstekende resultaten is het feit dat de gemodificeerde programma uitgewerkt door deze Nova Scotiaanse entomologen doet geen geweld aan de natuur balans. Het is goed op weg om de filosofie van de Canadese entomoloog te realiseren GC Ulyett tien jaar geleden: 'We moeten onze filosofie veranderen, onze menselijke houding verlaten superioriteit en geven toe dat we in veel gevallen in natuurlijke omgevingen manieren en middelen vinden populaties van organismen op een meer economische manier beperken dan we het zelf kunnen doen. '

[137] 16. Het gerommel van een lawine

ALS DARWIN vandaag leefde, zou de insectenwereld hem verrukken en verbazen indrukwekkende verificatie van zijn theorieën over het overleven van de sterkste. Onder de stress van intensief chemisch sproeien worden de zwakkere leden van de insectenpopulaties weggewied. Nu, in veel gebieden en bij vele soorten blijven alleen de sterke en fitte overeind om onze inspanningen te trotseren beheers ze. Bijna een halve eeuw geleden, een professor entomologie in de staat Washington College, AL Melander, stelde de nu puur retorische vraag: 'Kunnen insecten worden bestand tegen sprays?' Als het antwoord Melander onduidelijk leek, of langzaam kwam, was dat het geval alleen omdat hij zijn vraag te vroeg stelde - in 1914 in plaats van 40 jaar later. In de pre-DDT tijdperk, anorganische chemicaliën, toegepast op een schaal die vandaag buitengewoon bescheiden lijkt, geproduceerd hier en daar stammen van insecten die chemische sproeiing of stofvorming zouden kunnen overleven.

Melander zelf was al enkele jaren naar tevredenheid in de schaal van San Jose terechtgekomen gecontroleerd door sproeien met kalkzwavel. Dan in het Clarkston-gebied van Washington de insecten werden vuurvast - ze waren moeilijker te doden dan in de boomgaarden van de Wenatchee en Yakima valleien en elders.

Plots leken de schaalinsecten in andere delen van het land hetzelfde idee te hebben: het was niet nodig voor hen om te sterven onder het sproeien van kalkzwavel, ijverig en vrij toegepast door boomgaarden. Gedurende een groot deel van het Midwestern duizenden hectaren fijne boomgaarden werden vernietigd door insecten die nu niet kunnen spuiten. Toen in Californië de aloude methode om canvas tenten over bomen te plaatsen en ze te fumigeren met blauwzuur begon teleurstellende resultaten opleveren op bepaalde gebieden, een probleem dat leidde tot onderzoek in Californië Citrus Experiment Station, beginnend rond 1915 en duurt een kwart eeuw.

Een ander insect om de winstgevende manier van weerstand te leren, was de kabeljauwmot, of appleworm, in de jaren 1920, hoewel loodarsenaat er al 40 jaar met succes tegen werd gebruikt.

Maar het was de komst van DDT en al zijn vele familieleden die het ware

tijdperk van inluidde **Weerstand**. Het hoeft niemand te hebben verrast met zelfs de eenvoudigste kennis van insecten of van de dynamiek van dierenpopulaties die binnen een paar jaar lelijk en gevaarlijk zijn probleem had zichzelf duidelijk gedefinieerd. Toch besef van het feit dat insecten een effectieve bezitten tegenwapen tegen agressieve chemische aanval lijkt langzaam te zijn aangebroken. Alleen deze die zich bezighouden met ziektedragende insecten, lijken inmiddels grondig te zijn opgewonden voor de alarmerende aard van de situatie; de landbouwers vertrouwen nog steeds grotendeels op hun geloof bij de ontwikkeling van nieuwe en steeds giftiger chemicaliën, hoewel de huidige moeilijkheden zijn geboren uit net zo'n misleidende redenering.

Als het begrip van resistentie tegen insecten zich langzaam ontwikkelde, was dat heel anders met weerstand zelf. Voor 1945 waren er slechts ongeveer een dozijn soorten bekend weerstand tegen een van de pre-DDT insecticiden. Met de nieuwe organische chemicaliën en nieuw methoden voor hun intensieve toepassing, begon weerstand een meteorische stijging die de bereikte alarmerende niveau van 137 soorten in 1960. Niemand gelooft dat het einde in zicht is. Meer dan 1000 er zijn nu technische artikelen over dit onderwerp gepubliceerd. De Wereldgezondheidsorganisatie heeft riep de hulp in van ongeveer 300 wetenschappers in alle delen van de wereld en verklaarde dat er 'weerstand is het belangrijkste probleem vormen voor vectorbesturingsprogramma's. ' Een voorname **[138]** Britse student dierpulaties, Dr. Charles Elton, heeft gezegd: 'We horen het vroege gerommel van wat een krachtlawine kan worden. '

Soms ontwikkelt zich weerstand zo snel dat de inkt nauwelijks droog is op een rapport dat meldt succesvolle beheersing van een soort met een bepaalde chemische stof wanneer een gewijzigd rapport moet zijn uitgegeven. In Zuid-Afrika, bijvoorbeeld, waren de veehouders al lang geplaagd door de blauwe teek, van die op één boerderij alleen al 600 stuks vee in één jaar waren gestorven. De teek had al enkele jaren bestand zijn tegen arseen dips. Vervolgens werd benzeenhexachloride geprobeerd en gedurende een zeer korte tijd alles leek goed te gaan. Rapporten uitgegeven in het begin van het jaar 1949 verklaarden dat het bestand tegen arseen teken konden gemakkelijk worden bestreden met de nieuwe chemische stof; later in hetzelfde jaar, een somber bericht van het ontwikkelen van weerstand moest worden gepubliceerd. De situatie was aanleiding voor een schrijver in het

leer Trades Review om te reageren in 1950: 'Nieuws zoals dit sippelt stille-tjes door wetenschappelijke kringen en verschijnen in kleine delen van de overzeese pers is voldoende om koppen zo groot te maken als die met be-trekking tot de nieuwe atoombom als alleen de betekenis van de zaak cor-rect was begrepen.' Hoewel resistentie tegen insecten een punt van zorg is in de land- en bosbouw, is het er wel het gebied van de volksgezondheid dat de meest ernstige vrees is gevoeld. De relatie tussen verschillende in-secten en vele ziekten van de mens is een oude. Muggen van het geslacht Anopheles kunnen het eencellige organisme van malaria in de menselijke bloedbaan injecteren. Andere muggen brengen gele koorts over. Weer ande-ren dragen encefalitis. De huisvlieg, die bijt niet, niettemin door contact kan menselijk voedsel besmetten met de bacil van dysenterie, en in veel delen van de wereld kan een belangrijke rol spelen bij de overdracht van oogziekten. De lijst met ziekten en hun insectendragers, of vectoren, omvat tyfus en lichaam luizen, pest en rattenvlooien, Afrikaanse slaapziekte en tseetseevliegen, verschillende koorts en teken, en ontelbare anderen.

Dit zijn belangrijke problemen waaraan moet worden voldaan. Geen ver-antwoordelijke persoon beweert dat insect-overgedragen ziekte moet wor-den genegeerd. De vraag die zich nu dringend heeft voorgedaan is of het verstandig of verantwoordelijk is om het probleem aan te pakken met me-thoden die snel zijn erger maken. De wereld heeft veel gehoord van de tri-omferende oorlog tegen ziekten door de beheersing van infectievectoren, maar het heeft weinig gehoord van de andere kant van het verhaal - de ne-derlagen, de kortstondige triomfen die nu de alarmerende kijk op het insect sterk ondersteunen vijand is door onze inspanningen sterker gemaakt. Er-ger nog, we hebben misschien onze vernietigd zeer middelen om te vech-ten. Een vooraanstaande Canadese entomoloog, Dr. AWA Brown, was in-geschakeld door de Wereldgezondheidsorganisatie om een uitgebreid over-zicht van het verzet te maken probleem. In de resulterende monografie, ge-publiceerd in 1958, zegt Dr. Brown het volgende: 'Nauwelijks een tien jaar na de introductie van de krachtige synthetische insecticiden in volksge-zondheidsprogramma's, het belangrijkste technische probleem is de ont-wikkeling van resistentie tegen hen door de insecten die ze hebben voor-heen gecontroleerd. ' Bij het publiceren van zijn monografie waarschuwde de Wereldgezondheidsorganisatie dat 'het krachtige offensief dat nu wordt uitgevoerd tegen door geleedpotigen overgedragen ziekten zoals malaria, tyfus-koorts en pest riskeren een ernstige tegenslag, tenzij dit nieuwe pro-

bleem snel kan optreden onder de knie.'

Wat is de maat voor deze tegenslag? De lijst met resistente soorten bevat nu vrijwel alle de insectengroepen van medisch belang. Blijkbaar zijn de vliegen, zandvliegen en tseetseevliegen nog niet bestand zijn tegen chemicaliën. Aan de andere kant, weerstand onder huisvliegen en luizen hebben zich nu wereldwijd ontwikkeld. Malariaprogramma's worden bedreigd door weerstand onder muggen. De oosterse rattenvlo, de belangrijkste vector van pest, heeft onlangs [139] aangetoond weerstand tegen DDT, een zeer ernstige ontwikkeling. Landen die weerstand melden onder een groot aantal andere soorten vertegenwoordigen elk continent en het grootste deel van het eiland groepen.

Waarschijnlijk vond het eerste medische gebruik van moderne insecticiden in 1943 plaats in Italië toen de geallieerden Militaire regering lanceerde een succesvolle aanval op tyfus door enorme aantallen af te stoffen mensen met DDT. Dit werd twee jaar later gevolgd door uitgebreide toepassing van resterende sprays voor de bestrijding van malariamuggen. Slechts een jaar later verschenen de eerste tekenen van problemen. Beide huisvliegen en muggen van het geslacht *Culex* begonnen weerstand te tonen tegen de sprays. In 1948 a nieuwe chemische stof, chlordaan, werd geprobeerd als een aanvulling op DDT. Deze keer was goede controle verkregen voor twee jaar, maar tegen augustus 1950 verschenen chlordaan-resistente vliegen, en door de eind van dat jaar leken alle huisvliegen en de *Culex*-muggen bestand te zijn tegen chloordaan. Zodra nieuwe chemicaliën in gebruik werden genomen, ontwikkelde zich resistentie.

Tegen het einde van 1951 hadden DDT, methoxychlor, chlordaan, heptachloor en benzeenhexachloride opgenomen in de lijst met chemicaliën die niet langer effectief zijn. De vliegen waren ondertussen fantastisch geworden overvloedige'. Dezelfde cyclus van gebeurtenissen werd herhaald in Sardinië in de late jaren 1940. In Denemarken, producten met DDT werden voor het eerst gebruikt in 1944; tegen 1947 was de vliegcontrole mislukt veel plaatsen. In sommige gebieden van Egypte waren vliegen al in 1948 resistent tegen DDT; BHC werd vervangen maar was minder dan een jaar effectief. Met name een Egyptisch dorp symboliseert het probleem. Insecticiden gaven een goede bestrijding van vliegen in 1950 en tijdens deze zelfde jaar werd het kindersterftecijfer met bijna 50 procent verlaagd. Het vol-

gende jaar toch vliegen waren bestand tegen DDT en chlordane. De vliegpopulatie keerde terug naar zijn vorige niveau; zo deed kindersterfte.

In de Verenigde Staten was DDT-resistentie onder vliegen wijdverspreid in Tennessee Valley tegen 1948. Andere gebieden volgden. Pogingen om de controle te herstellen met dieldrin stuitten op weinig succes, want in sommige plaatsen de vliegen ontwikkelde een sterke weerstand tegen deze chemische stof binnen alleen twee maanden. Na controle door alle beschikbare gechloreerde koolwaterstoffenwendde zich tot de organische fosfaten, maar ook hier werd het verhaal van weerstand herhaald. De huidige conclusie van experts is dat 'huisvliegbestrijding is ontsnapt aan insecticide technieken en nogmaals moet gebaseerd zijn op algemene sanitaire voorzieningen.' De controle over luizen in Napels was er een van de vroegste en meest gepubliceerde prestaties van DDT. In de loop van de volgende jaren is zijn succes in Italië werd geëvenaard door de succesvolle luizenbestrijding die ongeveer twee miljoen mensen in Japan treft en Korea in de winter van 1945-46. Een voorgevoel van problemen in de toekomst zou kunnen zijn geweest gewonnen door het niet beheersen van een tyfus-epidemie in Spanje in 1948. Ondanks dit feitelijk falen praktijk, bemoedigende laboratoriumexperimenten leidde entomologen om te geloven dat luizen waarschijnlijk niet weerstand ontwikkelen. De gebeurtenissen in Korea in de winter van 1950-51 waren daarom verbazingwekkend. Wanneer DDT poeder werd aangebracht op een groep Koreaanse soldaten, het buitengewone resultaat was een feitelijk resultaat toename van de besmetting van luizen. Toen luizen werden verzameld en getest, bleek dat 5 per cent DDT poeder veroorzaakte geen toename van hun natuurlijke sterftcijfer. Vergelijkbare resultaten bij luizen verzameld van zwervers in Tokio, van een asiel in Itabashi, en van vluchtelingenkampen in Syrië, Jordanië en Oost-Egypte bevestigden de ineffectiviteit van DDT voor de bestrijding van luizen en tyfus. Toen in 1957 de lijst van landen was waar luizen resistent waren geworden tegen DDT uitgebreid met Iran, Turkije, Ethiopië, West-Afrika, Zuid-Afrika, Peru, Chili, Frankrijk, Joegoslavië, Afghanistan, Oeganda, Mexico en Tanganyika, de eerste triomf in Italië leek duister inderdaad. De eerste malariamug die resistentie tegen DDT ontwikkelde, was *Anopheles sacharovi* [140] in Griekenland. Met uitgebreid spuiten werd in 1946 begonnen met vroeg succes; tegen 1949 echter waarnemers merkten op dat volwassen muggen in grote aantallen onder verkeersbruggen rustten, hoewel ze afwezig waren in huizen en stallen die waren behandeld. Bin-

nenkort deze gewoonte van buiten rusten werd uitgebreid tot grotten, bijgebouwen en duikers en tot het gebladerte en de stammen van sinaasappelbomen. Blijkbaar waren de volwassen muggen voldoende tolerant geworden voor DDT ontsnappen uit bespoten gebouwen en rusten en herstellen in de open lucht. Een paar maanden later waren ze kunnen blijven in huizen, waar ze gevonden werden rustend op behandelde muren. Dit was een teken van de uiterst ernstige situatie die zich nu heeft ontwikkeld. Weerstand tegen insecticiden door muggen van de anofeleengroep zijn in een verbaazingwekkend tempo omhooggeschoten en worden gecreëerd door de grondigheid van de eigen programma's voor het spuiten die zijn ontworpen om malaria te elimineren. In 1956 vertoonden slechts 5 soorten van deze muggen weerstand; begin 1960 had het aantal gestegen van 5 naar 28! Het aantal omvat zeer gevaarlijke malariavectoren in West-Afrika, de Midden-Oosten, Midden-Amerika, Indonesië en de Oost-Europese regio.

Onder andere muggen, inclusief dragers van andere ziekten, wordt het patroon herhaald. EEN tropische mug die parasieten vervoert die verantwoordelijk zijn voor ziekten zoals elephantiasis heeft sterk resistent worden in veel delen van de wereld. In sommige delen van de Verenigde Staten zijn de mug vector van westerse paarden encefalitis heeft resistentie ontwikkeld. Een nog meer ernstig probleem betreft de vector van gele koorts, eeuwenlang een van de grote plagen van de wereld. Insecticide-resistente stammen van deze mug zijn in Zuidoost-Azië opgetreden en zijn dat ook nu gebruikelijk in het Caribisch gebied. De gevolgen van resistentie in termen van malaria en andere ziekten worden aangegeven door rapporten uit vele delen van de wereld. Een uitbraak van gele koorts in Trinidad in 1954 volgde op het niet beheersen van de vector mug vanwege weerstand.

Er is een opflakking van malaria geweest in Indonesië en Iran. In Griekenland, Nigeria en Liberia de muggen blijven de malariaparasiet herbergen en overbrengen. Een vermindering van diarree ziekte die in Georgië werd bereikt door vliegbestrijding werd binnen ongeveer een jaar weggevaagd. De vermindering van acute conjunctivitis in Egypte, ook bereikt door tijdelijke vliegcontrole, niet laatste na 1950.

Minder ernstig in termen van menselijke gezondheid, maar ergerlijk als de mens economische waarden meet, is het feit dat ook kwelders in Florida weerstand bieden. Hoewel dit niet het geval is vectoren van ziekten, hun

aanwezigheid in bloeddorstige zwermen hadden grote kustgebieden opgeleverd Florida onbewoonbaar totdat controle - van een ongemakkelijke en tijdelijke aard - werd vastgesteld. Maar dit was snel verloren. De gewone huismug ontwikkelt hier en daar weerstand, een feit dat veel gemeenschappen zou moeten pauzeren die nu regelmatig voor groothandel regelen spuiten. Deze soort is nu resistent tegen verschillende insecticiden, waaronder de bijna universeel gebruikte DDT, in Italië, Israël, Japan, Frankrijk en delen van de Verenigde Staten, inclusief Californië, Ohio, New Jersey en Massachusetts.

Teken zijn een ander probleem. De woodtick, vector van gevlekte koorts, heeft zich onlangs ontwikkeld weerstand; bij de bruine teek is het vermogen om aan een chemische dood te ontsnappen al lang geleden grondig en breed ingeburgerd. Dit levert problemen op voor zowel mensen als honden. De bruine hondentek is een semitropische soort en wanneer hij net zo ver naar het noorden als New Jersey voorkomt moet in de winter in verwarmde gebouwen leven in plaats van buitenshuis. John C. Pallister van de American Museum of Natural History meldde in de zomer van 1959 dat zijn afdeling had kreeg een aantal telefoontjes van aangrenzende appartementen op Central Park West. 'Zo nu en dan, 'zei meneer Pallister,' wordt een heel appartementencomplex besmet met jonge teken, en [141] ze zijn moeilijk kwijt te raken. Een hond pikt teken in Central Park, en dan leggen de teken eieren en ze komen uit in het appartement. Ze lijken immuun voor DDT of chlordane of de meeste van onze moderne sprays. Vroeger was het heel ongewoon om teken te hebben in New York City, maar nu zijn ze hier allemaal en op Long Island, in Westchester en verder naar Connecticut. We hebben dit vooral opgemerkt in de afgelopen vijf of zes jaar. '

De Duitse kakkerlak in heel Noord-Amerika is resistent geworden tegen chloor, ooit het favoriete wapen van uitroeiers die zich nu tot de organische fosfaten hebben gewend.

De recente ontwikkeling van resistentie tegen deze insecticiden confronteert de uitroeiers met het probleem waar ze naartoe moeten. Bureaus die zich bezighouden met vectoren ziekten zijn momenteel omgaan met hun problemen door over te schakelen van het ene insecticide naar het andere naarmate zich weerstand ontwikkelt. Maar dit kan niet oneindig doorgaan, ondanks de vindingrijkheid van de chemici bij het leveren van nieuwe materialen. Dr. Brown heeft erop gewezen dat we 'eenrichtingsverkeer' afleg-

gen.

Niemand weet hoe lang de straat is. Als de doodlopende weg wordt bereikt voordat de ziekte wordt bestreden het dragen van insecten is bereikt, onze situatie zal inderdaad kritisch zijn.

Met insecten die gewassen besmetten, is het verhaal hetzelfde. Naar de lijst van ongeveer een dozijn landbouwproducten insecten die resistentie tonen tegen de anorganische chemicaliën van een vroeger tijdperk, is nu toegevoegd tal van anderen die resistent zijn tegen DDT, BHC, lindaan, toxaphene, dieldrin, aldrin en zelfs tegen de fosfaten waarvan zoveel werd gehoopt. Het totale aantal resistente soorten onder gewas-het vernietigen van insecten had 65 bereikt in 1960. De eerste gevallen van DDT-resistentie bij landbouwbedrijven insecten verschenen in de Verenigde Staten in 1951, ongeveer zes jaar na het eerste gebruik. Misschien is de meest lastige situatie betreft de codling mot, die nu bestand is tegen DDT in praktisch alle appelteeltgebieden ter wereld. Weerstand in koolinsecten ontstaat nog een serieus probleem. Aardappelinsecten ontsnappen aan chemische bestrijding in veel delen van de Verenigde Staten. Zes soorten katoeninsecten, samen met een assortiment van trips, fruitmotten, blad hoppers, rupsen, mijten, bladluizen, draadwormen en vele anderen kunnen nu de boerenaanval met chemische sprays.

De chemische industrie is misschien begrijpelijk om het onaangename feit niet onder ogen te zien weerstand. Zelfs in 1959, met meer dan 100 belangrijke insectensoorten die duidelijke weerstand vertoonden voor chemicaliën, een van de toonaangevende tijdschriften op het gebied van landbouwchemie sprak van 'echt of stelde zich 'insectenweerstand' voor. Maar hopelijk kan de industrie de andere kant op draaien, de probleem gaat eenvoudig niet weg, en het presenteert enkele onaangename economische feiten.

Eén daarvan is dat de kosten van insectenbestrijding door chemicaliën nemen gestaag toe. Het is niet langer mogelijk om voorraden aan te leggen materialen ruim van tevoren; wat vandaag de dag de meest veelbelovende insecticide chemicaliën kan zijn wees de sombere mislukking van morgen. De zeer substantiële financiële investering die gepaard gaat met steun en het lanceren van een insecticide kan worden weggevaagd omdat de insecten nogmaals bewijzen dat de effectieve benadering van de natuur is niet door brute kracht. En hoe snel technologie ook is nieuwe toepassingen

voor insecticiden uitvinden en nieuwe manieren om ze toe te passen, zullen de insecten waarschijnlijk vinden een ronde voorop houden. . . .

Darwin zelf had nauwelijks een beter voorbeeld kunnen vinden van de werking van natuurlijke selectie dan wordt geleverd door de manier waarop het weerstandsmechanisme werkt. Uit een origineel bevolking, waarvan de leden sterk variëren in kwaliteiten van structuur, gedrag of fysiologie, het zijn de 'harde' insecten die de chemische aanval overleven. Spuiten doodt de zwakkelingen. De enige overlevenden zijn insecten die een inherente kwaliteit hebben waardoor ze kunnen ontsnappen aan schade. Deze zijn de ouders van de nieuwe generatie, die door eenvoudige erfenis alle kwaliteiten bezit [142] van 'taaiheid' inherent aan zijn voorouders. Onvermijdelijk volgt daar intensief spuiten mee krachtige chemicaliën maken het probleem alleen maar erger. Na een paar generaties, in plaats van een gemengde populatie van sterke en zwakke insecten, ontstaat er een populatie die volledig bestaat uit taai, resistente stammen.

De middelen waarmee insecten chemicaliën weerstaan, variëren waarschijnlijk en zijn nog niet grondig begrepen. Van sommige van de insecten die chemische bestrijding tarten, wordt gedacht dat ze worden geholpen door een structureel voordeel, maar er lijkt hier eigenlijk weinig bewijs voor te zijn. Die immuniteit bestaat in sommige stammen zijn echter duidelijk uit observaties zoals die van Dr. Briejèr, die rapporteert vliegen kijken bij het Pest Control Institute in Springforbi, Denemarken, 'zichzelf aan het uitzetten DDT evenveel thuis als primitieve tovenaars die over roodgloeiende kolen rondraaien.' Soortgelijke rapporten komen uit andere delen van de wereld. In Malaya, in Kuala Lumpur, reageerden muggen aanvankelijk op DDT door de behandelde interieurs te verlaten. Naarmate de weerstand zich ontwikkelde, konden ze echter in rust worden gevonden op oppervlakken waar de afzetting van DDT eronder duidelijk zichtbaar was door fakkels. En in een legerkamp in Zuid-Taiwan werden monsters van resistente bedwantsen gevonden die daadwerkelijk een afzetting van DDT-poeder op hun lichaam. Toen deze bedwantsen experimenteel werden geplaatst doek geïmpregneerd met DDT, ze leefden zo lang als een maand; zij gingen over tot het leggen van hun eieren; en de resulterende jongen groeide en bloeide.

Desondanks is de kwaliteit van de weerstand niet noodzakelijkerwijs af-

hankelijk van de fysieke structuur. DDT-resistente vliegen bezitten een enzym waarmee ze het insecticide kunnen ontgiften tot de minder giftige chemische DDE. Dit enzym komt alleen voor bij vliegen die een genetische factor voor DDT-resistentie bezitten.

Deze factor is natuurlijk erfelijk. Hoe vliegen en andere insecten de organische fosfor ontgiften chemicaliën worden minder duidelijk begrepen. Sommige gedragsgewoonten kunnen het insect er ook uit plaatsen bereik van chemicaliën. Veel werknemers hebben gemerkt dat resistente vliegen meer gaan rusten onbehandelde horizontale oppervlakken dan op behandelde wanden. Resistente huisvliegen kunnen de stal hebben vlieggewoonte om stil te zitten op één plek, dit vermindert de frequentie van hun contact aanzienlijk resten van gif. Sommige malariamuggen hebben een gewoonte waardoor ze minder worden blootgesteld DDT om ze vrijwel immuun te maken. Geïrriteerd door de spray, verlaten ze de hutten en overleven ze buiten. Gewoonlijk duurt het twee tot drie jaar om weerstand te ontwikkelen, hoewel dit soms wel het geval zal zijn doe dit in slechts één seizoen, of zelfs minder. Aan het andere uiterste kan het zes jaar duren. De aantal generaties geproduceerd door een insectenpopulatie in een jaar is belangrijk, en dit varieert met soorten en klimaat. Vliegen in Canada hebben bijvoorbeeld langzamer weerstand ontwikkeld dan die in het zuiden van de Verenigde Staten, waar lange hete zomers de voorkeur geven aan een snel tempo van reproductie.

De hoopvolle vraag wordt soms gesteld: 'Als insecten resistent kunnen worden tegen chemicaliën, zou dat kunnen menselijke wezens hetzelfde doen?' Theoretisch zouden ze kunnen; maar omdat dit honderden zou duren of zelfs duizenden jaren, het comfort voor degenen die nu leven is gering. Weerstand is dat niet iets dat zich ontwikkelt in een individu. Als hij bij de geboorte enkele eigenschappen bezit die hem maken Hij is minder vatbaar voor vergif dan anderen en heeft meer kans om te overleven en kinderen te produceren.

Resistentie is daarom iets dat zich ontwikkelt in een populatie na tijd gemeten in meerdere of vele generaties. Menselijke populaties reproduceren met een snelheid van ongeveer drie generaties per eeuw, maar nieuwe insectengeneraties ontstaan in een kwestie van dagen of weken.

'Het is in sommige gevallen verstandiger om een kleine hoeveelheid schade

te nemen in plaats van te hebben één voor een tijd, maar ervoor betalen op de lange termijn door juist de middelen om te vechten te verliezen, 'is het advies gegeven in Nederland door Dr. Briejèr in zijn hoedanigheid van directeur van de dienst voor gewasbescherming.

[143] 'Praktisch advies moet zijn' zo min mogelijk spuiten 'in plaats van' tot het uiterste te spuiten je vermogen. '... De druk op de plaagpopulatie moet altijd zo klein mogelijk zijn.'

Helaas heeft een dergelijke visie niet de overhand gehad in de overeenkomstige landbouwdiensten van de Verenigde Staten. Het Jaarboek van het Department of Agriculture voor 1952, geheel gewijd aan insecten, erkent het feit dat insecten resistent worden, maar zegt: 'Meer toepassingen of meer hoeveelheden insecticiden zijn dan nodig voor een adequate bestrijding.' De afdeling doet dat niet zeg wat er zal gebeuren als de enige chemicaliën die niet worden geprobeerd die zijn die de aarde niet maken alleen insectloos maar levenloos. Maar in 1959, slechts zeven jaar nadat dit advies was gegeven, Connecticut entomoloog werd geciteerd in het Journal of Agricultural and Food Chemistry aan de effect dat op ten minste één of twee insectenplagen toen het laatst beschikbare nieuwe materiaal was gebruikt. Dr. Briejèr zegt: Het is meer dan duidelijk dat we een gevaarlijke weg afleggen. ... Wij zijn zal heel energiek onderzoek moeten doen naar andere beheersmaatregelen, maatregelen die dat zullen doen moeten biologisch zijn, niet chemisch. Ons doel moet zijn om natuurlijke processen zo voorzichtig te begeleiden mogelijk in de gewenste richting in plaats van brute kracht te gebruiken ...

We hebben een meer hooghartige oriëntatie en een dieper inzicht nodig, wat ik bij velen mis onderzoekers. Het leven is een wonder dat ons bevatingsvermogen te boven gaat, en we moeten het zelfs respecteren waar we ertegen moeten vechten ... Het is de toevlucht tot wapens zoals insecticiden om het te bestrijden een bewijs van onvoldoende kennis en van een onvermogen om de processen van de natuur dat te sturen brute kracht wordt overbodig. Nederigheid is in orde; er is geen excuus voor wetenschappelijk verwaand hier.

We staan nu waar twee wegen uiteenlopen. Maar in tegenstelling tot de wegen in Robert Frost bekend gedicht, ze zijn niet even eerlijk. De weg waar we al lang over reizen is bedrieglijk eenvoudig, een soepele snelweg waarop we met grote snelheid vooruitgaan, maar aan het einde ligt ramp. De andere splitsing van de weg - de 'minder gereisd door' biedt onze laatste, onze enige kans om een bestemming te bereiken die het behoud van onze aarde verzekert.

De keuze is immers aan ons. Als we, na veel te hebben meegemaakt, uiteindelijk onze bewering hebben gedaan 'recht om te weten', en als we weten dat we worden gevraagd om zinloos te zijn en beangstigende risico's, dan moeten we niet langer de raad aanvaarden van degenen die ons vertellen dat we dat doen moeten onze wereld vullen met giftige chemicaliën; we moeten kijken en zien welke andere koers staat open voor ons. Een werkelijk buitengewone verscheidenheid aan alternatieven voor de chemische bestrijding van insecten is beschikbaar. Sommige zijn al in gebruik en hebben briljant succes behaald. Anderen zijn in het stadium van laboratoriumtesten. Weer anderen zijn weinig meer dan ideeën in de geest van de verbeelding wetenschappers, wachtend op de gelegenheid om ze op de proef te stellen. Ze hebben dit allemaal gemeen: dat zijn ze biologische oplossingen, gebaseerd op begrip van de levende organismen die ze willen beheersen, en van het hele weefsel van het leven waartoe deze organismen behoren. Specialist die verschillende gebieden vertegenwoordigen van het enorme gebied van de biologie dragen bij - entomologen, pathologen, genetici, fysiologen, biochemici, ecologen - allemaal met kennis en creativiteit inspiratie voor de vorming van een nieuwe wetenschap voor biotische controles.

'Elke wetenschap kan worden vergeleken met een rivier', zegt een bioloog van Johns Hopkins, professor Carl P. Swanson. 'Het heeft een obscuur en pretentieloos begin; zijn rustige stukken evenals zijn stroomversnelling; zijn periodes van droogte en van volheid. Het verzamelt momentum met het werk van veel onderzoekers en omdat het wordt gevoed door andere gedachtestromen; het wordt verdiept en verbreed door de concepten en generalisaties die geleidelijk worden ontwikkeld. '

Zo is het ook met de wetenschap van biologische controle in moderne zin. In Amerika was het onduidelijk begin een eeuw geleden met de eerste pogingen om natuurlijke vijanden van insecten te introduceren die waren lastig voor boeren, een inspanning die soms langzaam of helemaal niet bewoog, maar af en toe verzamelde snelheid en momentum onder de impuls van een uitstekend succes. Het had zijn periode van droogte toen werknemers in toegepaste entomologie, verblind door het spectaculaire nieuwe insecticiden van de jaren 1940, keerden alle biologische methoden de rug toe en zetten voet aan de grond loopband van chemische controle '. Maar het doel van een insectenvrije wereld bleef achteruitgaan. Nu op ten slotte, omdat het duidelijk is geworden dat achteloos en ongebreideld gebruik van chemicaliën groter is bedreiging voor onszelf dan voor de doelen, de rivier die de wetenschap van biotische controlestromen is opnieuw, gevoed door nieuwe gedachtestromen.

Enkele van de meest fascinerende van de nieuwe methoden zijn degenen die proberen de kracht van een te veranderen soort tegen zichzelf - om de levenskracht van een insect te gebruiken om het te vernietigen. Het meest spectaculair van deze benaderingen is de 'mannelijke sterilisatie'-techniek ontwikkeld door de chef van het Amerikaanse ministerie van Landbouw, Entomology Research Branch, Dr. Edward Knipling en zijn medewerkers. Ongeveer een kwart eeuw geleden schrok Dr. Knipling van zijn collega's door een unieke methode voor insectenbestrijding voor te stellen. Als het mogelijk was om groot te steriliseren en vrij te geven aantal insecten, theoretiseerde hij, zouden de gesteriliseerde mannetjes, onder bepaalde omstandigheden, concurreren [145] met de normale wilde mannetjes zo succesvol dat, na herhaalde releases, alleen onvruchtbare eieren zou worden geproduceerd en de bevolking zou uitsterven.

Het voorstel stuitte op bureaucratische traagheid en op scepsis van wetenschappers, maar de het idee bleef in het hoofd van Dr. Knipling. Een groot probleem moest nog worden opgelost voordat het kon op de proef worden gesteld - er moest een praktische methode voor sterilisatie van insecten worden gevonden. Academisch gezien is de feit dat insecten gesteriliseerd konden worden door blootstelling aan röntgenstraling was bekend sinds 1916, toen een de entomoloog GA Runner meldde een dergelijke sterilisatie van sigarettenkevers.

Hermann Muller's baanbrekende werk aan de productie van mutaties door X-ray opende enorm nieuwe denkgebieden in de late jaren 1920, en tegen het midden van de eeuw hadden verschillende werknemers meldde de sterilisatie door röntgenstralen of gammastralen van ten minste een dozijn soorten insecten.

Maar dit waren laboratoriumexperimenten, nog ver verwijderd van praktische toepassing. Rond 1950, Dr. Knipling deed een serieuze poging om sterilisatie van insecten om te zetten in een wapen dat zou vegen een grote insectenvijand van vee in het zuiden, de wormvlieg. De vrouwtjes hiervan soorten leggen hun eieren in een open wond van een warmbloedig dier. De broedeieren zijn parasitair, voedend met het vlees van de gastheer. Een vol-groeide jonge os kan bezwijken voor een zware besmetting in 10 dagen, en vee verliezen in de Verenigde Staten zijn geschat op \$ 40.000.000 per jaar. De tol van dieren in het wild is moeilijker te meten, maar het moet geweldig zijn. Schaarste van herten in sommige delen van Texas worden toegeschreven aan de schroefworm. Dit is een tropisch of subtropisch insect, bewoond in Zuid- en Midden-Amerika en Mexico, en in de Verenigde Staten normaal beperkt tot het zuidwesten. Omstreeks 1933 werd het echter per ongeluk in Florida geïntroduceerd, waar het klimaat het toestond om te overleven in de winter en om populaties te vestigen. Het duwde zelfs in het zuiden van Alabama en Georgia, en binnenkort de vee-industrie van de zuidoostelijke staten werd geconfronteerd met jaarlijkse verliezen tot \$ 20.000.000.

Er was een enorme hoeveelheid informatie over de biologie van de worm verzameld de jaren door wetenschappers van het Department of Agriculture in Texas. Tegen 1954, na een voorlopig veldproeven op de eilanden van Florida, was Dr. Knipling klaar voor een volledige test van zijn theorie. Hiervoor door regeling met de Nederlandse regering, ging hij naar het eiland Curaçao in het Caribisch gebied, afgesneden van het vasteland door minstens 50 mijl van zee. Begin augustus 1954, wormen gefokt en gesteriliseerd in een laboratorium van de landbouwafdeling in Florida werden overgevologen naar Curaçao en vrijgegeven uit vliegtuigen met een snelheid van ongeveer 400 per vierkante mijl per week. Bijna meteen het aantal eiermassa's afgezet op experimentele geiten begon af te nemen, evenals hun vruchtbaarheid. Slechts zeven weken na het begin van de introductie waren alle eieren onvruchtbaar. Al snel was het onmogelijk om een enkele eimas-

sa te vinden, steriel of anderszins. De worm was inderdaad geweest uitgeroeid op Curaçao. Het daverende succes van het Curaçaose experiment wekte de eetlust van veehouders in Florida voor een soortgelijke prestatie die hen zou bevrijden van de plaag van schroef-wormen. Hoewel de moeilijkheden hier relatief enorm waren - een gebied dat 300 keer zo groot was groot als het kleine Caribische eiland - in 1957 het Amerikaanse ministerie van Landbouw en de staat Florida heeft zich aangesloten bij het verstrekken van middelen voor een uitroeingsinspanning. Het project omvatte de wekelijkse productie van ongeveer 50 miljoen schroefwormen in een speciaal gebouwde 'vliegfabriek', de gebruik van 20 lichte vliegtuigen om vooraf afgesproken vluchtpatronen te vliegen, vijf tot zes uur per dag, elk vliegtuig met duizend papieren dozen, elke doos bevat 200 tot 400 bestraalde vliegen.

De koude winter van 1957-58, toen de vriestemperatuur Noord-Florida greep, gaf een onverwachte gelegenheid om het programma te starten terwijl de wormpopulaties werden verminderd en beperkt tot een klein gebied. Tegen de tijd dat het programma eind 2006 als voltooid werd beschouwd [146] 17 maanden, 3½ miljard kunstmatig gefokte, gesteriliseerde vliegen waren vrijgegeven boven Florida en secties van Georgia en Alabama. De laatst bekende wondplaag die door dieren kan worden veroorzaakt toegeschreven aan screwworms vond plaats in februari 1959. In de komende weken verschillende volwassenen werden gevangen in vallen. Daarna kon geen spoor van de schroefworm worden ontdekt. Zijn uitsterven in het zuidoosten was volbracht - een triomfantelijke demonstratie van de waarde van wetenschappelijk creativiteit, geholpen door grondig basisonderzoek, doorzettingsvermogen en vastberadenheid.

Nu probeert een quarantainebarrière in Mississippi het opnieuw binnendringen van de worm te voorkomen uit het zuidwesten, waar het stevig verankerd is. Uitroeiing zou er een formidabele zijn onderneming, gezien de enorme betrokken gebieden en de waarschijnlijkheid van een nieuwe invasie vanaf Mexico. Desalniettemin is de inzet hoog en lijkt het denken op de afdeling dat te zijn een soort programma, ontworpen om de wormpopulaties op een zeer laag niveau te houden, kan binnenkort worden geprobeerd in Texas en andere aangetaste gebieden in het zuidwesten. . . .

Het briljante succes van de wormcampagne heeft een enorme belangstel-

ling gewekt dezelfde methoden toepassen op andere insecten. Natuurlijk zijn hiervoor niet allemaal geschikte onderwerpen techniek, sterk afhankelijk van details van de levensgeschiedenis, bevolkingsdichtheid en reacties daarop straling. De Britten hebben experimenten ondernomen in de hoop dat de methode dat zou kunnen worden gebruikt tegen de tseetseevlieg in Rhodesië. Dit insect treft ongeveer een derde van Afrika en stelt een voor bedreiging van de menselijke gezondheid en voorkoming van het houden van vee in een gebied van ongeveer 4½ miljoen vierkante mijlen beboste graslanden. De gewoonten van de tsetse verschillen aanzienlijk van die van de wormvlieg, en hoewel deze door straling kan worden gesteriliseerd, zijn er technische problemen moeten nog worden uitgewerkt voordat de methode kan worden toegepast.

De Britten hebben al een groot aantal andere soorten getest op gevoeligheid voor straling.

Amerikaanse wetenschappers hebben enkele bemoedigende vroege resultaten met de meloenvlieg en de Oosterse en mediterrane fruitvliegjes in laboratoriumtests in Hawaii en veldtests op afstand eiland Rota. De maisboorder en de suikerrietboorder worden ook getest. Er zijn mogelijkheden, ook dat insecten van medisch belang kunnen worden gecontroleerd door sterilisatie. EEN Chileense wetenschappers hebben erop gewezen dat malaria-dragende muggen ondanks dat in zijn land blijven bestaan van insecticidenbehandeling; het vrijkomen van steriele mannetjes zou dan voor de laatste slag kunnen zorgen die nodig is om deze populatie te elimineren.

De voor de hand liggende moeilijkheden bij het steriliseren door straling hebben geleid tot het zoeken naar een eenvoudigere methode vergelijkbare resultaten te behalen, en er is nu een sterke stroming van belangstelling voor chemicaliën sterilisatiemiddelen. Wetenschappers van het laboratorium van het Department of Agriculture in Orlando, Florida, zijn dat nu steriliseren van de huisvlieg in laboratoriumexperimenten en zelfs in sommige veldproeven met chemicaliën opgenomen in geschikt voedsel. In een test op een eiland in de Florida Keys in 1961 heeft een bevolking van vliegen werd bijna binnen een periode van slechts vijf weken weggevaagd. Natuurlijk volgde herpopulatie van nabijgelegen eilanden, maar als een pilot-project was de test succesvol. Afdeling opwindning over de belofte van deze methode is gemakkelijk te begrijpen. In de eerste plaats, zoals we hebben gezien, de huisvlieg is nu vrijwel oncontroleerbaar geworden door insecti-

ciden. Een volledig nieuw methode van controle is ongetwijfeld nodig. Een van de problemen van sterilisatie door straling is dat dit niet alleen kunstmatige opvoeding vereist, maar ook het vrijgeven van steriele mannen in een groter aantal dan aanwezig zijn in de wilde populatie. Dit kan worden gedaan met de schroefworm, dat is eigenlijk geen overvloedig insect. Met de huisvlieg, echter, meer dan een verdubbeling van de bevolking door releases kan zeer verwerpelijk zijn, ook al zou de toename zijn alleen tijdelijk. Een chemisch sterilisatiemiddel zou daarentegen kunnen worden gecombineerd met een lokaas [147] substantie en geïntroduceerd in de natuurlijke omgeving van de vlieg; insecten zouden zich eraan voeden steriel worden en in de loop van de tijd zouden de steriele vliegen overheersen en de insecten zouden zich voortbestaan. Het testen van chemicaliën op een steriliserend effect is veel moeilijker dan het testen van chemische gifstoffen. Het duurt 30 dagen om er een te evalueren chemisch - hoewel een aantal tests natuurlijk tegelijkertijd kan worden uitgevoerd. Maar toch tussen april 1958 en december 1961 werden honderden chemicaliën gescreend in het laboratorium van Orlando voor een mogelijk steriliserend effect.

Het ministerie van Landbouw lijkt blij te hebben gevonden onder deze zelfs een handvol van chemicaliën die veelbelovend zijn. Nu nemen andere laboratoria van het departement de probleem, testen van chemicaliën tegen stabiele vliegen, muggen, boll kevers en een assortiment van fruit vliegt. Dit alles is momenteel experimenteel, maar in de paar jaar sinds het werk begon chemosteroiden het project is enorm gegroeid. In theorie heeft het veel aantrekkelijke functies.

Dr. Knipling heeft erop gewezen dat effectieve sterilisatie met chemische insecten sommige gemakkelijk kan overtreffen van de beste bekende insecticiden. 'Neem een denkbeeldige situatie waarin een populatie van **a** miljoen insecten vermenigvuldigt zich vijf keer in elke generatie. Een insecticide kan 90 procent doden van elke generatie, waardoor 125.000 insecten in leven blijven na de derde generatie. Daarentegen is een chemische stof die 90 procent steriliteit zou produceren, zou slechts 125 insecten in leven laten.

Aan de andere kant van de medaille staat het feit dat het gaat om enkele extreem krachtige chemicaliën. Het is gelukkig dat in ieder geval in deze vroege stadia de meeste mannen werken met chemosteroiden zich bewust

van de noodzaak om veilige chemicaliën en veilige toepassingsmethoden te vinden. Niettemin, hier en daar worden suggesties gehoord dat deze steriliserende chemicaliën als antenne kunnen worden toegepast sprays - bijvoorbeeld om het gebladerte te bekleden, gekauwd door zigeunermotlarven. Om zoiets te proberen procedure zonder grondig voorafgaand onderzoek naar de betrokken gevaren zou de hoogte van onverantwoordelijkheid. Als de potentiële gevaren van de chemosterilanten niet constant in gedachten worden gehouden we zouden gemakkelijk in nog ergere problemen kunnen geraken dan nu veroorzaakt door de insecticiden.

De sterilisatiemiddelen die momenteel worden getest, vallen in het algemeen in twee groepen, die beide extreem zijn interessant in hun manier van handelen. De eerste zijn nauw verbonden met de levensprocessen, of metabolisme van de cel; dat wil zeggen, ze lijken zo sterk op een stof dat de cel of het weefsel dat nodig heeft het organisme 'vergift' hen met de ware metaboliet en probeert ze daarin op te nemen normale bouwprocessen. Maar de pasvorm is enigszins gedetailleerd en het proces komt tot stilstand.

Dergelijke chemicaliën worden antimetaboliëten genoemd.

De tweede groep bestaat uit chemicaliën die op de chromosomen inwerken, waarschijnlijk van invloed op de genchemicaliën en waardoor de chromosomen uiteenvallen. De chemosteroiden van deze groep zijn alkyleringsmiddelen, die extreem reactieve chemicaliën zijn, in staat tot intense cellen vernietiging, schade aan chromosomen en productie van mutaties. Het is de mening van Dr. Peter Alexander van het Chester Beatty Research Institute in Londen dat 'elk alkylarend middel dat is effectief in het steriliseren van insecten zou ook een krachtige mutageen en kankerverwekkend zijn.' Dr. Alexander is van mening dat elk denkbaar gebruik van dergelijke chemicaliën bij insectenbestrijding 'het meest open zou staan' ernstige bezwaren'. Het is te hopen dat de huidige experimenten daar niet toe leiden feitelijk gebruik van deze specifieke chemicaliën, maar tot de ontdekking van anderen die veilig zullen zijn en ook zeer specifiek in hun werking op het doelwitinsect. . . .

Een aantal van de meest interessante van het recente werk betreft nog andere manieren om te smeden wapens uit de eigen levensprocessen van het insect. Insecten produceren verschillende gifstoffen, lokstoffen, insectenwerende middelen. Wat is de chemische aard van deze afscheidingen?

Kunnen we er gebruik van maken als, [148] misschien, zeer selectieve insecticiden? Wetenschappers van Cornell University en elders proberen dat te doen vind antwoorden op enkele van deze vragen en bestudeer de afweermechanismen waarmee velen insecten beschermen zichzelf tegen aanvallen van roofdieren en werken de chemische structuur van insectenafscheidings. Andere wetenschappers werken aan het zogenaamde 'juveniel hormoon', een krachtig stof die metamorfose van het larvale insect voorkomt tot het juiste stadium van groei is bereikt.

Misschien is het meest onmiddellijk bruikbare resultaat van deze verkenning van insectenafscheiding het ontwikkeling van kunstaas of lokstoffen. Ook hier heeft de natuur de weg gewezen. De zigeunermot is een bijzonder intrigerend voorbeeld. De vrouwelijke mot is te zwaar om te vliegen. Ze leeft op of dichtbij de grond, rondfladderend tussen lage vegetatie of kruipend boomstammen. De man, integendeel, is een sterke vlieger en wordt zelfs van grote afstanden aangetrokken door een geur vrijgegeven door het vrouwtje uit speciale klieren. Entomologen hebben hiervan gebruik gemaakt al vele jaren, moeizaam het voorbereiden van deze sex-lokstof uit de lichamen van de vrouw motten. Het werd vervolgens gebruikt in vallen voor de mannetjes in volkstelling langs de rand van de insectenbereik. Maar dit was een extreem dure procedure. Ondanks de veel gepubliceerde plagen in de noordoostelijke staten, er waren niet genoeg zigeunermotten om in de materiaal en met de hand verzamelde vrouwelijke poppen moesten uit Europa worden geïmporteerd, soms tegen een kosten van een halve dollar per fooi. Het was daarom een enorme doorbraak toen, na jaren van inspanning, chemici van het ministerie van Landbouw is er onlangs in geslaagd om de lokstof te isoleren.

Na deze ontdekking was de succesvolle bereiding van een nauw verwante synthetische materiaal uit een bestanddeel van ricinusolie; dit bedriegt niet alleen de mannelijke motten maar is dat ook blijkbaar net zo aantrekkelijk als de natuurlijke substantie.

Slechts één microgram ($1 / 1.000.000$ gram) in een val is een effectief kunstaas. Dit alles is van veel belang meer dan academische interesse, want de nieuwe en economische 'gyplure' kan niet alleen worden gebruikt in volkstellingen maar in controlewerk. Verschillende van de aantrekkelijkere mogelijkheden zijn nu getest. In wat een experiment in psychologi-

sche oorlogsvoering zou kunnen worden genoemd, is de aantrekker dat gecombineerd met een korrelig materiaal en verdeeld door vliegtuigen. Het doel is het mannetje te verwarren motten en verander het normale gedrag zodat hij, in de geur van aantrekkelijke geuren, niet kan vinden het ware geurspoor dat naar het vrouwtje leidt. Deze aanvalslijn wordt nog verder naar binnen gedragen experimenten gericht op het misleiden van de man in een poging om te paren met een onechte vrouw. In in het laboratorium hebben mannelijke zigeunermotten geprobeerd te copuleren met houtsnippers, vermiculiet, en andere kleine, levenloze voorwerpen, zolang ze maar geschikt waren geïmpregneerd met gyplure.

Of een dergelijke afleiding van het parende instinct in niet-productieve kanalen daadwerkelijk zou dienen om de populatie te verminderen moet nog worden getest, maar het is een interessante mogelijkheid.

Het lokaas van de zigeunermot was het eerste insect dat seksueel aange trokken werd, maar waarschijnlijk daar zullen binnenkort anderen zijn. Een aantal landbouwinsecten wordt onderzocht op mogelijke lokstoffen die man zou kunnen imiteren. Er zijn bemoedigende resultaten verkregen met de Hessische vlieg en de tabakshoornworm. Combinaties van lokstoffen en vergiften worden tegen meerdere geprobeerd insectensoort. Wetenschappers hebben een lokstof ontwikkeld die methyl-eugenol wordt genoemd, welke mannetjes van de oosterse fruitvlieg en de meloenvlieg onweersaanbaar vinden. Dit is gecombineerd met een gif in tests op de Bonin-eilanden, 450 mijl ten zuiden van Japan. Kleine stukjes vezelplaat werden geïmpregneerd met de twee chemicaliën en werden door de lucht over het hele eiland verspreid ketting om de mannelijke vliegen aan te trekken en te doden. Dit programma van 'mannelijke vernietiging' begon in 1960: jaar later schatte het ministerie van Landbouw dat meer dan 99 procent van de bevolking [149] was geëlimineerd. De hier toegepaste methode lijkt duidelijke voordelen te hebben ten opzichte van de conventionele uitzending van insecticiden. Het gif, een organische fosforchemicalie, is beperkt tot vierkanten van vezelplaat die waarschijnlijk niet door dieren in het wild worden gegeten; zijn residuen, bovendien worden ze snel afgevoerd en zijn dus geen potentiële verontreinigingen van grond of water.

Maar niet alle communicatie in de insectenwereld gebeurt door geuren die lokken of afstoten. Geluid kan ook zijn een waarschuwing of een attractie. De constante stroom ultrasoon geluid die uit een vleermuis komt vlucht

(die dient als een radarsysteem om het door de duisternis te leiden) wordt gehoord door bepaalde motten, zodat ze vastleggen kunnen vermijden. De vleugelgeluiden van naderende parasitaire vliegen waarschuwen de larven van enkele bladwespen om samen te beschermen. Aan de andere kant, de geluiden gemaakt door bepaalde hout-saaie insecten stellen hun parasieten in staat om ze te vinden, en voor de mannelijke mug de wingbeat van het vrouwtje is een sirenelied. Welk gebruik kan eventueel worden gemaakt van dit vermogen van het insect om geluid te detecteren en erop te reageren? Vooralsnog in het experimentele stadium, maar desalniettemin interessant, is het eerste succes bij het aantrekken van mannen muggen om opnames van het vlieggeluid van het vrouwtje af te spelen. De mannetjes werden naar een gelokt geladen net en zo gedood. Het afstotende effect van uitbarstingen van ultrasoon geluid wordt getest Canada tegen maisboorder en snijwormmotten. Twee autoriteiten voor dierengeluid, professoren Hubert en Mable Frings van de Universiteit van Hawaï geloven dat een veldmethode van beïnvloeding het gedrag van insecten met geluid wacht alleen op de ontdekking van de juiste sleutel om te ontgrendelen en toe te passen de enorme bestaande kennis van de productie en ontvangst van insectengeluid. Afstotende geluiden kunnen bieden grotere mogelijkheden dan attractanten. De Fringses staan bekend om hun ontdekking dat spreeuwen verstrooien zich in alarm voor een opname van de noodkreet van een van hun medemenssen; misschien ergens in dit feit is een centrale waarheid die op insecten kan worden toegepast. Aan praktische mannen van industrie lijken de mogelijkheden reëel genoeg, zodat minstens één groot elektronisch bedrijf dat is zich voorbereiden om een laboratorium op te zetten om ze te testen.

Geluid wordt ook getest als een agent van directe vernietiging. Ultrasoon geluid zal alles doden muggenlarven in een laboratoriumtank; het doodt echter ook andere waterorganismen. In andere experimenten, blaasvliegen, meelwormen en muggen met gele koorts zijn gedood door de lucht ultrasoon geluid in enkele seconden. Al dergelijke experimenten zijn eerste stappen in de richting van geheel nieuw concepten van insectenbestrijding die op een dag de wonderen van elektronica kunnen realiseren. . . .

De nieuwe biotische bestrijding van insecten is niet geheel een kwestie van elektronica en gammastraling en andere producten van de inventieve geest van de mens. Sommige van zijn methoden hebben oude wortels, gebaseerd

op de kennis dat, net als wij, insecten onderhevig zijn aan ziekten. Bacteriële infecties vegen door hun bevolking zoals de plagen van weleer; onder het begin van een virus worden hun hordes ziek en ga dood. Het vóórkomen van ziekte bij insecten was bekend vóór de tijd van Aristoteles; de kwalen van de zijderups werden gevierd in middeleeuwse poëzie; en door studie van de ziekten van dit zelfde insect kwam het eerste begrip van de principes van infectieziekten naar Pasteur. Insecten worden niet alleen getroffen door virussen en bacteriën, maar ook door schimmels, protozoa, microscopische wormen en andere wezens uit al die ongeziene wereld van het minieme leven dat, door en door groot, raakt bevriend met de mensheid. Want de microben omvatten niet alleen ziekte-organismen, maar ook die vernietig afval, maak de bodem vruchtbaar en ga ontelbare biologische processen aan gisting en nitrificatie. Waarom zouden ze ons ook niet helpen bij de bestrijding van insecten? Een van de eerste die zich zo'n gebruik van micro-organismen voorstelde, was de 19e-eeuwse zoöloog Elie Metchnikoff. Tijdens de laatste decennia van de 19e en de eerste helft van de 20e eeuw het idee van microbiële controle kreeg langzaam vorm. Het eerste sluitende bewijs dat een insect [150] kon onder controle worden gebracht door het introduceren van een ziekte in zijn omgeving kwam in de late 1930 met de ontdekking en het gebruik van melkachtige ziekte voor de Japanse kever, die wordt veroorzaakt door de sporen van een bacterie behorende tot het geslacht *Bacillus*. Dit klassieke voorbeeld van bacteriële controle heeft een lange geschiedenis van gebruik in het oostelijke deel van de Verenigde Staten, zoals ik heb opgemerkt in hoofdstuk 7.

De hoop is nu aanwezig bij tests van een andere bacterie van dit geslacht - *Bacillus thuringiensis* - oorspronkelijk ontdekt in Duitsland in 1911 in de provincie Thüringen, waar het werd gevonden een fatale septikemie veroorzaken in de larven van de bloemmot. Deze bacterie doodt eigenlijk door vergiftiging in plaats van door ziekte. Binnen zijn vegetatieve staven worden er samen met gevormd sporen, bijzondere kristallen samengesteld uit een eiwitsubstantie die zeer giftig is voor bepaalde insecten, vooral voor de larven van de motachtige lepidopteras. Kort na het eten van gebladerte bedekt met door deze toxine lijdt de larve aan verlamming, stopt met voeden en sterft snel. Voor praktische doeleinden, de feit dat het voeren onmiddellijk wordt onderbroken, is natuurlijk een enorm voordeel voor gewasscha- de stopt bijna zodra de ziekteverwekker is aangebracht. Verbindingen die sporen van *Bacillus* bevatten *Thuringiensis* worden nu door verschillende

bedrijven in de Verenigde Staten onder verschillende vervaardigd ruilnamen. Er worden in verschillende landen veldtests uitgevoerd: in Frankrijk en Duitsland tegen larven van de koolvlinder, in Joegoslavië tegen de herfstworm, in de Sovjetunie tegen een tentrupsband. In Panama, waar in 1961 met testen werd begonnen, was dit bacteriële insecticide kan het antwoord zijn op een of meer van de ernstige problemen waarmee bananenteilers worden geconfronteerd. Er de wortelboorder is een serieuze plaag van de banaan, waardoor de wortels zo verzwakken dat de bomen gemakkelijk zijn omvergeworpen door wind. Dieldrin is de enige chemische stof die effectief is tegen de boor, maar dat is nu het geval een ketting van rampen in gang gezet. De boormachines worden resistent. De chemische stof heeft ook vernietigde enkele belangrijke insectenroofdieren en heeft dus een toename van de tortriciden veroorzaakt— kleine, stevige motten waarvan de larven litteken op het oppervlak van de bananen. Daar is reden voor hoop dat het nieuwe microbiële insecticide zowel de tortriciden als de boorders zal elimineren en dat het zal dit doen zonder de natuurlijke controles te verstoren.

In oostelijke bossen van Canada en de Verenigde Staten kunnen bacteriële insecticiden een belangrijke zijn antwoord op de problemen van bosinsecten zoals de budworms en de zigeunermot. In 1960 beide landen begonnen met veldproeven met een commerciële bereiding van *Bacillus thuringiensis*. Sommige van de vroege resultaten waren bemoedigend. In Vermont bijvoorbeeld de eindresultaten van bacteriecontrole was zo goed als die verkregen met DDT. Het belangrijkste technische probleem is nu om een draagoplossing te vinden die de bacteriesporen aan de naalden van de evergreens plakt.

Op gewassen is dit geen probleem - zelfs stof kan worden gebruikt. Bacteriële insecticiden hebben dat al geprobeerd op een breed scala aan groenten, vooral in Californië. Ondertussen misschien een ander minder spectaculair werk houdt zich bezig met virussen. Hier en daar in Californië velden van jonge alfalfa wordt besproeid met een stof die even dodelijk is als elk insecticide voor de destructieve alfalfa rups - een oplossing die een virus bevat dat is verkregen uit de lichamen van gestorven rupsen vanwege infectie met deze buitengewoon virulente ziekte. De lichamen van slechts vijf zieke rupsen zorgen voor voldoende virus om een hectare luzerne te behandelen. In sommige Canadese bossen een virus die pijnboomvliegjes

aantast, is zo effectief gebleken dat het insecticiden heeft vervangen.

Wetenschappers in Tsjechoslowakije experimenteren met protozoa tegen webwormen en andere insectenplagen, en in de Verenigde Staten is gevonden dat een protozoaire parasiet de ei-potentie van de maisboorder. Voor sommigen kan de term microbiel insecticide oproepen foto's van bacteriële oorlogsvoering die andere levensvormen in gevaar zou kunnen brengen. Dit is niet waar. In [151] tegenstelling tot chemicaliën zijn insectpathogenen onschadelijk voor iedereen behalve hun beoogde doelen. Dr. Edward Steinhaus, een uitstekende autoriteit op het gebied van insectenpathologie, heeft dat nadrukkelijk verklaard er is geen gevalideerd geregistreerd exemplaar van een echte insectpathogeen die een infectieziekte bij een gewerveld dier, hetzij experimenteel of in de natuur. "

De insectpathogenen zijn zo specifiek dat ze slechts een kleine groep insecten infecteren - soms een enkele soort. Biologisch behoren ze niet tot het type organismen dat ziekte veroorzaakt hogere dieren of in planten. Ook, zoals Dr. Steinhaus opmerkt, uitbraken van insectenziekte in de natuur blijft altijd beperkt tot insecten, en beïnvloedt noch de waardplanten noch dieren die zich voeden op hen. Insecten hebben veel natuurlijke vijanden - niet alleen microben van vele soorten maar ook andere insecten. De eerste suggestie dat een insect kan worden bestreden door zijn vijanden aan te moedigen, is algemeen bijgeschreven op Erasmus Darwin rond 1800. Waarschijnlijk omdat het de eerste was in het algemeen toegepast methode van biologische bestrijding, deze instelling van het ene insect tegen het andere is wijd, maar ten onrechte gedacht het enige alternatief voor chemicaliën te zijn. In de Verenigde Staten is het waar het begin van conventionele biologische controle dateert uit 1888 toen Albert Koebele, de eerste van een groeiende leger van entomoloog ontdekkingsreizigers, ging naar Australië om te zoeken naar natuurlijke vijanden van de katoenachtige kussen schaal die de Californische citrusindustrie met vernietiging bedreigde. Zoals wij hebben gezien in hoofdstuk 15 , werd de missie bekroond met spectaculair succes, en in de eeuwde de wereld volgde, is gekamd voor natuurlijke vijanden om de insecten die dat hebben te bestrijden kom onuitgenodigd naar onze kust. In totaal ongeveer 100 soorten geïmporteerde roofdieren en parasieten zijn gevestigd. Naast de vedalia-kevers die door Koebele zijn binnengebracht, andere importen zijn zeer succesvol geweest. Een uit Japan geïmporteerde wesp is compleet geworden controle van een insect

dat oostelijke appelboomgaarden aanvalt. Verschillende natuurlijke vijanden van de gevlekte Alfalfa bladluis, een toevallige import uit het Midden-Oosten, wordt gecrediteerd voor het redden van Californië alfalfa industrie. Parasieten en roofdieren van de zigeunermot bereikten goede controle, net als de *Tiphia wesp* tegen de Japanse kever. Biologische controle van schubben en wolluis is wordt naar schatting jaarlijks enkele miljoenen dollars bespaard - inderdaad, een van de toonaangevende entomologen van die staat, Dr. Paul DeBach, heeft dat geschat voor een investering van \$ 4.000.000 aan biologisch bestrijdingswerk Californië heeft een rendement van \$ 100.000.000 ontvangen.

Voorbeelden van succesvolle biologische bestrijding van ernstig ongedierte door hun natuurlijke vijanden te importeren, zijn te vinden in ongeveer 40 landen verspreid over een groot deel van de wereld. De voordelen hiervan controle over chemicaliën is duidelijk: het is relatief goedkoop, het is permanent, het laat geen giftige residuen. Maar biologische controle heeft geleden onder gebrek aan ondersteuning. Californië is vrijwel alleen tussen de staten in het hebben van een formeel programma voor biologische bestrijding, en vele staten hebben niet eens één entomoloog die er fulltime aan wijdt. Misschien bij gebrek aan ondersteuning biologische bestrijding door insectenvijanden is niet altijd met de wetenschap uitgevoerd grondigheid vereist het - veeleisende studies van de impact ervan op de populatie van insectenprooien zelden gemaakt, en releases zijn niet altijd gemaakt met de precisie die mogelijk is spel het verschil tussen succes en falen.

Het roofdier en de prooidieren bestaan niet alleen, maar als onderdeel van een enorm web van leven, die allemaal moet rekening worden gehouden. Misschien zijn de kansen voor de meer conventionele soorten biologische bestrijding is het grootst in de bossen. De landbouwgronden van de moderne landbouw zijn zeer kunstmatig, in tegenstelling tot alles wat de natuur ooit heeft bedacht. Maar de bossen zijn een andere wereld, veel dichter bij natuurlijke omgevingen. Hier, met een minimum aan hulp en een maximum van [152] niet-inmenging van de mens, de natuur kan haar zin krijgen door al dat prachtige en ingewikkelde op te zetten systeem van checks and balances dat het bos beschermt tegen onnodige schade door insecten.

In de Verenigde Staten lijken onze bosbouwers vooral gedacht te hebben aan biologische bestrijding introductie van parasieten en roofdieren. De

Canadezen nemen een breder beeld, en sommige van de Europeanen zijn het verst gegaan om de wetenschap van 'boshygiëne' tot een verbazingwekkende te ontwikkelen omvang. Vogels, mieren, bosspinnen en bodembacteriën maken evenveel deel uit van een bos als de bomen de mening van Europese bosbouwers, die ervoor zorgen dat een nieuw bos met deze beschermingsmiddelen wordt ingeënt factoren. Het aanmoedigen van vogels is een van de eerste stappen. In het moderne tijdperk van intensief bosbouw de oude holle bomen zijn verdwenen en daarmee huizen voor spechten en andere boom-nestelende vogels. Aan dit gebrek wordt voldaan door nestkasten, die de vogels terug het bos in trekken. anders dozen zijn speciaal ontworpen voor uilen en voor vleermuizen, zodat deze wezens het kunnen overnemen in de donkere uren het werk van insectenjacht uitgevoerd bij daglicht door de kleine vogels.

Maar dit is nog maar het begin. Enkele van de meest fascinerende controlewerkzaamheden in Europese bossen gebruikt de bosrode mier als een agressief insectenroofdier - een soort die helaas komt niet voor in Noord-Amerika. Ongeveer 25 jaar geleden professor Karl Gösswald van de universiteit van Würzburg ontwikkelde een methode om deze mier te cultiveren en kolonies te vestigen. Onder zijn richting meer dan 10.000 kolonies van de rode mier zijn gevestigd in ongeveer 90 testgebieden in de Duitse Bondsrepubliek. De methode van Dr. Gösswald is overgenomen in Italië en andere landen, waar mierenboerderijen zijn opgericht om kolonies te leveren voor distributie in de bossen. In de Apennijnen zijn bijvoorbeeld honderden nesten opgezet om te beschermen herbebossen gebieden. 'Waar je in je bos een combinatie van vogels' en mieren kunt krijgen 'bescherming samen met enkele vleermuizen en uilen, is het biologische evenwicht al geweest aanzienlijk verbeterd ', zegt Dr. Heinz Ruppertshofen, een bosbouw-officier in Mölln, Duitsland, die is van mening dat een enkele geïntroduceerde roofdier of parasiet minder effectief is dan een reeks van de 'natuurlijke metgezellen' van de bomen.

Nieuwe mierenkolonies in de bossen van Mölln worden beschermd tegen spechten door draadgaas aan de tol verlagen. Op deze manier zijn de spechten, die in 10 jaar tijd met 400 procent zijn toegenomen verminder in sommige testgebieden de mierenkolonies niet serieus en betaal er flink voor wat ze nemen door schadelijke rupsen van de bomen te plukken. Veel van het werk om voor te zorgen mierenkolonies (en ook de nestkasten van

de vogels) worden verondersteld door een jeugdkorps uit de streek school, kinderen van 10 tot 14 jaar oud. De kosten zijn buitengewoon laag; de voordelen bedragen permanente bescherming van de bossen. Een ander uiterst interessant kenmerk van Dr. Ruppertshofen's werk is zijn gebruik van spinnen, waarin hij een pionier lijkt te zijn. Ondanks dat er is een grote literatuur over de classificatie en natuurlijke geschiedenis van spinnen, het is verspreid en fragmentarisch en gaat helemaal niet in op hun waarde als middel voor biologische controle. Van de 22.000 bekende soorten spinnen, 760 zijn inheems in Duitsland (en ongeveer 2000 in de Verenigde Staten).

Negenentwintig spinnenfamilies bewonen Duitse bossen. Voor een boswachter het belangrijkste feit over een spin is het soort net dat hij bouwt. De wielnetspinnen zijn het belangrijkste voor de webben van sommigen van hen zijn zo nauwmazig dat ze alle vliegende insecten kunnen vangen. Een groot web (tot 16 inch in diameter) van de kruisspin draagt ongeveer 120.000 zelfklevende knobbeltjes erop strengen. Een enkele spin kan in haar leven van 18 maanden gemiddeld 2000 insecten vernietigen. EEN biologisch verantwoord bos heeft 50 tot 150 spinnen tot op de vierkante meter (iets meer dan een vierkant) werf). Als er minder zijn, kan het tekort worden verholpen door de zakachtige cocons die de eieren bevatten. 'Drie cocons van de wespen spin [die ook voorkomt in **[153]** Amerika] levert duizend spinnen op, die 200.000 vliegende insecten kunnen vangen', zegt Dr. Ruppertshofen. Het kleine en delicate jong van de wielnetspinnen die in het voorjaar tevoorschijn komen zijn vooral belangrijk, zegt hij, 'terwijl ze in een teamwork een netparaplu boven de top draaien scheuten van de bomen en beschermen zo de jonge scheuten tegen de vliegende insecten.' Zoals de spinnen vervellen en groeien, het net wordt vergroot.

Canadese biologen hebben tamelijk vergelijkbare onderzoekslijnen gevolgd, zij het met verschillen ingegeven door het feit dat Noord-Amerikaanse bossen grotendeels natuurlijk zijn in plaats van aangeplant, en dat de soorten die beschikbaar zijn als hulpmiddelen voor het behoud van een gezond bos enigszins verschillen. De in Canada ligt de nadruk op kleine zoogdieren, die verbazingwekkend effectief zijn in de bestrijding van bepaalde insecten, vooral die die in de sponsachtige grond van de bosbodem leven. Onder dergelijke insecten zijn de bladwespen, zogenaamd omdat het vrouwtje een zaagvormige legboor heeft waarmee ze snijdt de naalden van groenblijvende bomen open om haar eieren af te zetten. De larven uiteindelijk laten val-

len op de grond en vormen cocons in het veen van tamarack moerassen of de duff onder sparren of dennen. Maar onder de bosbodem is een wereld honingraat met de tunnels en landingsbanen van kleine zoogdieren - witvoetige muizen, woelmuizen en spitsmuizen van verschillende soorten. Van al deze kleine burrowers, de vraatzuchtige spitsmuizen vinden en consumeren het grootste aantal bladwespcococons. Ze voer door een voorvoet op de cocon te plaatsen en het uiteinde af te bijten, met een buitengewone onderscheid tussen geluid en lege cocons. En voor hun onverzadigbare eetlust de shrews hebben geen rivalen. Terwijl een woelmuis ongeveer 200 cocons per dag kan consumeren, een sluwheid, afhankelijk van de soort, kan tot 800 verslinden! Dit kan volgens laboratoriumtests leiden tot in vernietiging van 75 tot 98 procent van de aanwezige cocons.

Het is niet verwonderlijk dat het eiland Newfoundland, dat geen inheemse spitsmuizen heeft, maar bezet is met bladwespen, zo verlangend naar enkele van deze kleine, efficiënte zoogdieren die in 1958 de introductie van de gemaskerde spitsmuis - het meest efficiënte roofdierroofdier - werd geprobeerd.

Canadese ambtenaren melden in 1962 dat de poging succesvol was. De spitsjes zijn vermenigvuldigt zich en verspreidt zich over het eiland, sommige gemarkeerde individuen zijn geweest herstelde maar liefst tien mijl vanaf het punt van release. Er is dan een hele batterij bewapening beschikbaar voor de boswachter die bereid is te zoeken permanente oplossingen die de natuurlijke relaties in het bos behouden en versterken. Chemisch ongediertebestrijding in het bos is in het beste geval een noodmaatregel die in het slechtste geval geen echte oplossing biedt de vissen in de bosstromen, insectenplagen teweegbrengen en het natuurlijke vernietigen bedienings-elementen en die we mogelijk proberen in te voeren. Door zulke gewelddadige maatregelen, zegt Dr. Ruppertshofen, 'het partnerschap voor het leven van het bos is volledig uit balans, en de catastrofes veroorzaakt door parasieten herhalen in kortere en kortere periodes ... We moeten daarom een einde maken aan deze onnatuurlijke manipulaties die in de belangrijkste en bijna laatste zijn gebracht natuurlijke leefruimte die voor ons is achtergelaten.' . . .

Door al deze nieuwe, fantasierijke en creatieve benaderingen van het probleem van het delen van onze aarde met andere wezens daar loopt een con-

stant thema, het bewustzijn dat we te maken hebben met het leven - met levende populaties en al hun druk en tegendruk, hun stijgingen en recessies. Alleen door rekening te houden met dergelijke levenskrachten en door voorzichtig te proberen te leiden in kanalen die voor onszelf gunstig zijn, kunnen we hopen een redelijk te bereiken accommodatie tussen de horden insecten en onszelf.

De huidige mode voor vergiften heeft volledig nagelaten rekening te houden met deze meest fundamentele overwegingen. Zo ruw als een wapen als de club van de grotman, het chemische spervuur is geweest [155] geslingerd tegen de stof van het leven - een stof enerzijds delicaat en vernietigbaar, anderzijds andere wonderbaarlijk sterk en veerkrachtig en in staat om op onverwachte manieren terug te slaan. Deze buitengewone capaciteiten van het leven zijn genegeerd door de beoefenaars van chemische controle die hebben hun taak geen 'hoog-gerichte oriëntatie' gebracht, geen nederigheid voor de enorme krachten met waarmee ze knoeien. De 'beheersing van de natuur' is een uitdrukking bedacht in arrogantie, geboren uit de Neanderthaler tijdperk van biologie en filosofie, toen werd aangenomen dat de natuur bestaat voor de gemak van de mens. De concepten en praktijken van toegepaste entomologie voor het grootste deel dateren uit dat stenen tijdperk van de wetenschap. Het is ons alarmerende ongeluk dat een zo primitieve wetenschap heeft bewapende zich met de meest moderne en vreselijke wapens, en dat door ze tegen de insecten heeft het ze ook tegen de aarde gekeerd... .

FAWCETT WERELDBIBLIOTHEEK

Cover S. Neil Fujita

Wanneer u Silent spring leest zul je weten waarom Justice William O. Douglas noemde het 'DE MEEST BELANGRIJK CHRONISCH VAN DIT EEUW VOOR DE MENSELIJK RAS. "

“Een verpletterende aanklacht dat geconfronteerd wordt met het rampzalige gevolgen, zowel voor de natuur en mens; van de chemische massa-oorlogvoering die er is vandaag zonder onderscheid gevoerd wordt tegen insecten, onkruid en schimmels ... "

– New York Herald Tribune

–

“Wat we moeten onthouden ... is dat de auteur geen paniekzaaister is maar een getrainde, nauwgezete wetenschapper, die publiciteit schuwde en controverse meed, maar was van mening dat haar bevindingen waren te alarmerend om niet te vertellen."
-De Boston Herald

When you read SILENT
SPRING you will know
why Justice William O.
Douglas called it "THE
MOST IMPORTANT
CHRONICLE OF THIS
CENTURY FOR THE
HUMAN RACE."

"A smashing indictment
that faces up to the disastrous
consequences, for both nature
and man, of the chemical
mass-warfare that is being
waged today indiscriminately
against insects, weeds and
fungi ..."

-*New York Herald
Tribune*

"The thing to remember ...
is that the author is not an
alarmist but a trained,
meticulously scrupulous
scientist, who shuns
publicity and controversy
but whose findings were
too catastrophic to keep to
herself."

-*The Boston Herald*



FAWCETT WORLD LIBRARY

Cover S. Neil Fujita