

Undersøgelser for restindhold af 5 phosphorholdige insekticider i gulerødder, kålroer, løg og kål

F. Bro-Rasmussen, K. Orbæk og K. Voldum-Clausen. Statens Levnedsmiddelinstitut¹

E. Nøddegaard, Statens plantepatologiske Forsøg

I. Indledning

Fra et ernæringshygiejnisk, sundhedsmæssigt synspunkt må det være naturligt, at de pesticider, der introduceres på markedet – når de anvendes korrekt – ikke giver anledning til uønskede effekter, herunder restindhold i spiselige afgrøder, foderafgrøder og jord m. v. Undersøgelser for restindhold af pesticider og deres videre skæbne efter anvendelsen på kulturafgrøder inden de klassificeres og bringes på markedet som anerkendte midler er derfor et arbejde, der i stigende grad i det sidste tiår har presset sig på for såvel nye kemikalier som for allerede introducerede, og som idag indtager en central stilling i forbindelse med afprøvning af pesticider.

I Danmark gennemføres dette arbejde i samarbejde mellem Statens forsøgsvirksomhed i Plantekultur, spec. Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby og Statens Levnedsmiddelinstitut, således at der på grundlag af årlige planlægningsmøder gennemføres forsøg, hvorfra der udtages prøver af afgrøder, jord m. v. til undersøgelse for restindhold.

I nærværende rapport bringes resultaterne af en serie af sådanne undersøgelser fra tiden 1964-67, alle udført i forbindelse med bekæmpelsesforsøg mod jordboende skadedyr som larver af gulerodsfluer, kålfluer, løgfluer m. v. Forsøgene er en fortsættelse af tilsvarende tidligere udførte undersøgelser af insekticiderne aldrin/dieldrin (1) og de har først og fremmest koncentreret sig om midler af thiophosphatgruppen, nemlig diazinon, chlorfenvinphos, dichlofenthion, parathion og trichloronat.

II. Forsøgsbetingelser

De udførte forsøg har været anlagt som en del af Statens plantepatologiske Forsøgs løbende afprøvningsprogrammer for bekæmpelsesmidler med primært henblik på effektivitetsundersøgelser (2, 3, 4). Mens de doserede mængder af aktivt stof og behandlingstidspunkterne for de enkelte insekticider fremgår af tabellerne og diskussionen i de efterfølgende afsnit er forsøgsbehandlingerne i korthed beskrevet som følger:

Granulat under frøet (i såfuren)

Granulaterne er placeret i en smal stribe – ½-1 cm under frøet (rækkerne). Nedbringningen er foretaget med håndsåmaskine (V-Belt-Seeder) umiddelbart inden såningen af frøet.

Granulat ved topdressing

Granulaterne er koncentreret over rækkerne. I forsøg med topdressing alene er udbringningen foretaget kort tid efter fremspiringen. I forsøg hvor granulat i såfuren er efterfulgt af topdressing, er denne udført ca. 1. august.

Granulat ved båndspredning

Granulaterne er fordelt over et 10 cm bredt »bånd«, hvorefter frøet er sået med håndsåmaskine midt i det behandlede areal og uden forudgående nedharvning af granulaterne.

Granulat ved sidedressing

Granulaterne er placeret i jorden i en smal stribe – 3-5 cm ved siden af rækkerne. Nedbringningen er foretaget med håndsåmaskine (V-Belt-Seeder) efter fremspiringen.

¹ Afd. for tilsætningsstoffer, pesticider og forureninger, tidl. Statens laboratorium for Pesticidundersøgelser.

Granulat ved bredspredning

Granulaterne er umiddelbart inden såningen af frøet fordelt over hele arealet og nedharvet.

Bredsprøjtning og nedharvning før såning

Midlerne er umiddelbart inden såningen af frøet udsprøjtet i 600-1000 liter væske pr. ha ved fordeling over hele arealet og efterfulgt af nedharvning.

Vanding

Midlerne er udbragt med vandkande. Pr. ha og behandling er anvendt 5000 liter væske, som er koncentreret omkring planterne. I forsøgene med gulerødder er der udført 1-5 behandlinger i tiden 1/6-1/9.

Sprøjtning på toppen

Midlerne er fordelt over hele arealet i 600-1000 liter væske. Sprøjtningen er enten foretaget med rygsprøjte eller med tryklufsprøjte og bærebom (4). I forsøgene med gulerødder er der udført 2-3 behandlinger i tiden 1/6-1/9 (med parathion dog 2-9 behandlinger).

Forsøgene er udført i flere afgrøder, først og fremmest i *gulerødder* af sorterne *Hafnia* og *Touchon*, men også i *Kepaløg* (Gul Zittauer) og *Skalotte*, *hvidkål* (Københavns Torve), *rødkål* og *blomkål* (Stor Dansk). For flere af disse afgrøder fandt kun et udvalg af behandlingerne anvendelse, hvorimod der i nogle forsøgsled benyttedes kombinationer af to eller flere behandlingsformer. Disse udvalg og kombinationsbehandlinger fremgår af de følgende afsnit.

Gulerødder

Med få undtagelser er prøverne udtaget i forsøg udført langs læhegn på let og tør sandjord på Vejleby Lammefjord. Såningen er udført i de første 10 dage af maj måned, og der er anvendt 50 cm rækkeafstand. Plantebestanden har i de fleste af forsøgene været rigelig tæt og kvælstofgødskningen har oftest været i underkanten af det normale, hvilket har bevirket at gulerøddernes gennemsnitsstørrelse på

prøveudtagningstidspunkterne sædvanligvis har været mindre end erhvervsmæssigt dyrkede gulerødder.

Løg

Alle prøver er udtaget i forsøg udført på forsøgsarealet ved Statens plantepatologiske Forsøg, hvor jorden er let lermuld. Forsøgene er anlagt sidst i april måned med en rækkeafstand på ca. 35 cm. Løgenes vækst og udvikling har været omtrent som i erhvervsmæssig løgavl.

Kål

Prøverne er udtaget i forsøg udført på let lermuld på Statens Forsøgsstation, Virumgaard, på let og tør sandjord ved Kongelunden på Amager samt på forsøgsarealet ved Statens plantepatologiske Forsøg. De fleste forsøg er sået sent – sidst i maj måned – og der er anvendt en rækkeafstand på 50-65 cm. Planternes vækst og udvikling har været væsentlig mindre end i normal praksis.

Prøvetagning

Prøvetagninger med henblik på restundersøgelser udførtes efter en for hvert år aftalt prøvetagningsplan med udtagning af dobbeltprøver fra hvert forsøgsled af de enkelte afgrøder såvel i august som i oktober-november måneder, d.v.s. ved ca. $\frac{1}{2}$ udvikling og ved normal høst.

Ved hver udtagning suppleredes med udtagning af ubehandlede kontrolprøver.

III. Prøveforbehandling og analysemetoder

Ved modtagelsen af afgrødeprøver er de alle blevet afskyllet under rindende vand for jordrester og lign., hvorefter de efter passende findeling og neddeling er taget i arbejde med normalt 100-200 g prøve som indvejet mængde. I tilfælde af lagringstid inden analyse er prøverne efter skylningen, men inden neddelingen, nedfrosset og opbevaret ved $\div 20^{\circ}$ – $\div 25^{\circ}$ C.

Ekstraktionen af de indvejede prøvemængder er i alle tilfælde udført ved homogenisering

af prøven med den dobbelte rumfangsmængde methylenchlorid efterfulgt af filtrering og tørning af ekstrakt med vandfrit natriumsulfat. Analyserne er derefter foretaget individuelt for de omhandlede insekticider således:

Diazinon- og *parathion*-bestemmelserne er udført ved gaskromatografisk analyse med natrium-flammeioniseringsdetektor, idet ekstrakterne forud er blevet oprenset ved søjlekromatografi på aluminiumoxyd med petroleumsether/ether som elueringsmiddel. Ved de gaskromatografiske analyser er anvendt enten Perkin Elmer F 6/2 (1962) eller Varian Aerograph 204 (1967), med hhv. 1 meter og 1,5 meter søjle (indv. diam. hhv. 4 mm og 2 mm) indeholdende Chromosorb G (100/120 mesh) behandlet med phenyldiethanolamin succinat, 1 %.

Som typiske apparatindstillinger kan nævnes søjletemperatur på 165°C og injektionsbloktemperatur på 205°C. Under disse betingelser og med et bæregas-flow på 20-25 ml/min opnås en følsomhed på begge apparater på ca. 0,2 ng pr. injektion, svarende til en analysefølsomhed på de omhandlede afgrøder på 0,005-0,01 ppm.

Ved *chlorfenvinphos*-analyse er på lignende måde anvendt kromatografisk oprensning på aluminiumoxyd, men med benzen som elueringsmiddel og for den gaskromatografiske analyses vedkommende med elektronaffinitetsdetektor med 100 mC – tritiumkilde. Ved detektorspændinger på ca. 30 Volt opnås en ioni-
strøm på ca. 200×10^{-11} Amp. og apparatfølsomheder svarende til bestemmelse af 0,005-0,02 ppm *chlorfenvinphos* i afgrøderne.

Specielt for *chlorfenvinphos* skal nævnes, at analyserne har beroet på bestemmelse af den trans-isomere forbindelse alene, idet det her ved er forudsat, at forholdet cis/trans-isomer ikke ændres under afgrødebehandlinger og analysearbejdet.

Ved analyse af insekticiderne *dichlofenthion* og *trichloronat* er udnyttet disse stoffers cholinesterasehæmmende virkning gennem potentiometrisk måling af eddikesyreproduktionen ved hydrolyse af acetylcholin med uddateret

human serum som esterasekilde (5). For begge stoffers vedkommende opnås ved anvendelse af bromoxidation under dannelse af de tilsvarende P-O-forbindelser en analysefølsomhed på 0,01-0,03 ppm. Ved alle de nævnte analysemetoder er fundet genfindelsesprocenter på 80% eller bedre og de fundne resultater er uden korrektion afrundet til to betydende cifre med maksimalt to decimaler som gengivet i tabellerne nedenfor.

IV. Resultater og diskussion

De undersøgelser for restindhold af insekticider, som her er omtalt, er udført i perioden 1964-67 og har først og fremmest haft det formål at belyse optagelse af de virksomme insekticide midler i gulerødder, kålroer, løg og kål efter en serie forskellige behandlinger udført under praktiske forhold. Der er ved forsøgene ikke sigtet mod belysning af den række af andre forhold og faktorer som kan have indflydelse på stoffernes optagelse, nedbrydning og forsvinden som f.eks. midlernes persistens, jordtype, klimaforhold, afgrødeart m.v. Midlernes persistens i jord er i andre forsøg gjort til genstand for særlige undersøgelser og vil blive offentliggjort senere. Det forhold, at undersøgelserne er udført over en 3-4 års periode, er således ikke tillagt afgørende betydning, og ved vurderingen af resultaterne er der da heller ikke fundet variationer, der signifikant kan tolkes som en indflydelse herfra.

Af disse grunde er resultaterne i tabellerne 1-7 samlet alene til belysning af de enkelte behandlingsformer og med angivelse hver for sig af resultaterne for de to prøvetagningsterminer, i.e. august og oktober/november måneder. Ved denne opstilling af resultaterne konstateres dels, at variationerne i optagelse af insekticidrester fra jorden, fra sprøjtninger m.v. er så store fra prøve til prøve, at et mere detaljeret forsøgsarbejde må iværksættes, for at belyse de ovennævnte faktorerers indflydelse, og dels, at en tydelig – og formentlig signifikant – forskel i gulerøddernes og kålroernes indhold i løbet af vækstperioden gør sig gældende.

Gulerødder (tabel 1, 2 og 3)

Langt det overvejende antal undersøgelser, ialt 245 prøver, er udført med gulerødder, udtaget i bekæmpelsesforsøg mod gulerodsfluer. Som det tidligere er fundet for aldrin/

dieldrin (1) viser gulerødder en større evne til optagelse af insekticider end de andre afgrøder, hvilket tydeligt bekræftes også i disse undersøgelser.

*Tabel 1. Restindhold af 4 insekticider i gulerødder efter granulatbehandlinger (i ppm)
(residues of 4 insecticides in carrots. Granular applications)*

Behandling (treatment)	Dosering (aktivt stof) (dosage)	Diazinon			Chlorfenvinphos			Dichlofenthion			Trichloronat		
		aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver	aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver	aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver	aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver
Granulatbe- handling i såfuren (in sowing furrow)	1 kg/ha	0,28 (0,16- 0,44)	0,10 (0,04- 0,13)	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 kg/ha	0,27 (0,05- 1,29)	0,13 (0,03- 0,51)	50	0,45 (0,39- 0,51)	0,13 (0,12- 0,14)	4	-	-	-	0,59 (0,28- 0,96)	0,39 (0,08- 0,73)	10
	3 kg/ha	-	-	-	-	-	-	2,09 (2,03- 2,14)	1,32 (1,11- 1,52)	4	-	-	-
Topdressing m. granulat efter frem- spiring (topdressing)	1 kg/ha	0,37 (0,37- 0,37)	0,24 (0,20- 0,28)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 kg/ha	0,38 (0,03- 0,98)	0,17 (0,02- 0,55)	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 kg/ha	-	-	-	-	0,16 (0,15- 0,16)	2	-	-	-	-	-	-
Granulat i såfuren + topdressing (in sowing furrow + topdressing) ca. 1. aug.	1 + 1-2 kg/ha	0,41 (0,26- 0,63)	0,28 (0,18- 0,49)	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 + 2 kg/ha	0,45 (0,11- 1,23)	0,26 (0,05- 0,52)	20	0,17 (0,13- 0,21)	0,27 (0,21- 0,31)	8	-	-	-	0,41 (0,20- 0,74)	0,30 (0,13- 0,48)	9
	2 + 6 kg/ha	0,48 (0,38- 0,59)	0,59 (0,57- 0,60)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3 + 3 kg/ha	-	-	-	1,52 (1,17- 1,88)	0,44 (0,43- 0,45)	4	2,46 (2,27- 2,65)	2,39 (2,24 2,53)	4	1,48 (0,82- 2,20)	1,80 (0,77- 3,05)	8
Båndspred- ning (bandspreading)	2 kg/ha	0,04 (0,03- 0,08)	0,02 (0,01- 0,03)	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

I alle de behandlede prøver er konstateret tilstedeværelse af insekticidrester i størrelsesordenen varierende fra < 0,1 ppm til omkring 2 ppm. De største rester findes for *dichlofenthion*, der efter visse behandlinger findes med op til 2,6 ppm og *trichloronat* med et enkelt indhold på 3,05 ppm. (jfr. tabel 1).

Disse høje rester er dog i nogen grad knyttet til behandlinger med høje doseringer og når bortses herfra er det derfor vanskeligt at tillægge nogle af de undersøgte stoffer en signifikant særstilling i forhold til de øvrige m.h.t. optagelse i gulerødder. De væsentligste forskellige iagttages på den måde, at en stigende

Tabel 2. Restindhold af 4 insekticider i gulerødder efter vanding, sprøjtning og bejdsning (i ppm)
(residues of 4 insecticides in carrots. Watering, spraying and seed dressing)

Behandling (treatment)	Dosering og ant. beh. (dosage and number of treatm.)	Diazinon			Chlorfenvinphos			Dichlofenthion			Trichloronat		
		aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver	aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver	aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver	aug.	okt./ nov.	ant. prø- ver
Vanding langs ræk- kerne (watering)	1 × 1,25 kg/ha	0,05	0,04	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		0,11	0,29										
	2 × 1,25 kg/ha	0,02- 0,19)	(0,15- 0,38)	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		0,38	0,47		0,85	1,02							
	3 × 1,25 kg/ha	0,03- 0,79)	(0,22- 0,67)	16	(0,80- 0,90)	(0,95- 1,08)	4	—	—	—	—	—	—
		0,57	0,59										
	5 × 1,25 kg/ha	(0,31- 0,69)	(0,49- 0,68)	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sprøjtning på toppen (spraying)	2 × 1 kg/ha	0,01 (0,01- 0,01)	0,01 (0,01- 0,01)	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		0,01	0,02		0,22	0,31							
	3 × 1 kg/ha	(<0,01- 0,01)	(0,02- 0,03)	4	(0,12- 0,37)	(0,25- 0,36)	4	—	—	—	—	—	—
Bredsprøjt- ning og nedharv- ning før såning (broad- spraying & soil stirring)	4 kg/ha	0,10 (0,06- 0,14)	0,01 (0,01- 0,02)	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5 kg/ha	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,18 (0,14- 0,23)	0,16 (0,15- 0,17)	4
	6 kg/ha	—	—	—	—	—	—	0,46 (0,40- 0,51)	0,32 (0,30- 0,33)	4	—	—	—
Bejdsning af frø (seed dressing)	20 g/kg	—	—	—	—	—	—	0,09 (0,05- 0,13)	0,03 (0,03- 0,03)	4	0,07 (0,06- 0,07)	0,05 (0,04- 0,06)	4

Ved forsøgenes anlæg var det af væsentlig interesse at opnå en sammenligning mellem specielt de forskellige former for granulatbehandling og behandlinger som vanding, sprøjtninger på toppen og jordbehandlinger. Som tabel 1 og 2 viser, er dette opnået for de 4 stoffer og i flere tilfælde med god overensstemmelse til brug for en generel vurdering.

Til dels det samme forhold synes at måtte gøre sig gældende, når midlerne udbringes over hele arealet som f.eks. ved bredspredning og nedharvning før såning og til dels sprøjtning på toppen i modsætning til vandingen koncentreret langs med rækken og omkring rodhalsene. De fundne restindhold i tabel 1 og 2 viser en tydelig opkoncentrering i de sidste tilfælde, mens bredspredningerne og sprøjtninger kun sjældent giver rester over 0,1 ppm.

Af særlig interesse i denne forbindelse er det i tabel 3 meddelte forsøg over restindhold af *parathion* i gulrødder efter gentagelsesprøjtninger udført i 6 parallelforsøg med anvendelse af 2-9 behandlinger i 14 dages intervaller. I dette forsøg er behandlingstidspunkterne og prøveudtagningstidspunkterne varieret indbyrdes og tabellen bekræfter det ovenfor

Behandlingsdato og dosering (kg akt. st./ha)
(date of treatment and dosage)387

nævnte, at restindholdsniveauet efter sprøjtningerne ikke er væsentligt forskellige i august, september og oktober, men at indholdet derefter – såfremt behandlingerne standses – viser tendens til nedgang som et resultat af en vækstfortynding.

Forsøget bør iøvrigt yderligere fremhæves, fordi det viser, at selv et betydeligt antal sprøjtninger med parathion, som ofte finder sted i praksis, ikke giver anledning til forhøjelse af restindhold eller opkoncentreringer, formentlig på grund af såvel den nævnte vækstfortynding som parathionets lette nedbrydelighed.

Kålroer (tabel 4)

I bekæmpelsesforsøgene mod larver af den store og den lille kålflue i kålroer har jordbehandling, spec. med granulater, spillet en væsentlig rolle og efter standsningen af forsøg med aldrin/dieldrin i 1963/64 har specielt dia-

zinon og trichloronat været afprøvet. De restindhold, der er fundet ved disse forsøg, er anført i tabel 4 og de viser som ved gulerods-forsøgene, at en optagelse generelt finder sted, således at restindhold i praksis kan påvises i alle enkeltprøver, men i en størrelsesorden væsentlig mindre end ved gulerødder. Det største fundne indhold for diazinon er således kun 0,06 ppm, mens det for trichloronat er 0,18 ppm. Det er iøvrigt i god overensstemmelse med gulerodsflueforsøgene at optagelsen af trichloronat er højere end af diazinon, men i dette tilfælde altså uden at måtte forklares som et resultat af højere dosering. Hvorvidt det er forårsaget af en lettere absorption eller skyldes at trichloronat som påvist i forsøg med nedbrydning i jord er i besiddelse af større kemisk og mikrobiologisk persistens i jorden, således at »tilbuddet« af aktivt stof efter iøvrigt ens behandlinger er større igennem en længere pe-

Tabel 4. Restindhold af diazinon og trichloronat i kålroer (i ppm)
(residues of diazinon and trichloronat in swedes)

Behandling (treatment)	Dosering (aktivt stof) (dosage)	Diazinon			Trichloronat		
		august	okt./nov.	antal prøver	august	okt./nov.	antal prøver
Granulat i såfuren (in sowing furrow)	1 kg/ha	0,01 ($<0,01-0,01$)	0,01 ($<0,01-0,01$)	6	0,05 (n.d.-0,08)	0,01 (n.d.-0,04)	6
	2 kg/ha	0,03 (0,02-0,04)	0,01 (n.d.-0,02)	8	0,16 (0,13-0,18)	0,05 (0,03-0,07)	6
	3 kg/ha	0,03 (0,01-0,06)	0,01 (0,01-0,01)	6	0,13 (0,05-0,18)	0,03 (n.d.-0,05)	6
Sprøjtning omkring roden (spraying around root collars)	1 kg/ha	0,01 ($<0,01-0,01$)	0,01 ($<0,01-0,01$)	6	0,01 (n.d.-0,03)	n.d. (n.d.-n.d.)	6
	2 kg/ha	0,01 ($<0,01-0,01$)	0,01 (n.d.-0,02)	12	0,12 (0,06-0,16)	0,05 (0,04-0,05)	6
	3 kg/ha	0,01 (0,01-0,01)	0,01 ($<0,01-0,01$)	6	0,08 (0,03-0,13)	0,03 (n.d.-0,06)	6
Granulat i så- furen + sprøjtning på toppen (in sowing furrow + spraying)	0,5 kg/ha + 2 kg/ha	$<0,01$	–	1	–	–	–
	2 kg/ha + 1 kg/ha	–	$<0,01$ ($<0,01-0,01$)	2	–	–	–

riode, kan ikke med sikkerhed afgøres efter de foreliggende forsøg.

Løg og kål (tabel 5, 6 og 7)

Resultaterne for undersøgelse af løg og kål (hvid-, rød- og blomkål) er samlet i tabellerne 5, 6 og 7 og de viser, at disse afgrøder næsten intet optager af de fire insektmidler i den spiselige del af afgrøderne efter de gennemførte behandlinger. I 92 behandlede prøver af kål konstateres praktisk talt ingen optagelse fra

nogen af de udførte behandlinger og for løg findes kun tegn på en optagelse i et begrænset antal af de undersøgte prøver, nemlig efter granulatbehandling i såfuren med doseringer på 2 kg aktivt stof eller derover. Dette er i god overensstemmelse med de tidligere erfaringer for optagelse af insekticidet aldrin i kål og løg (1) således at man alment synes at måtte tillægge disse afgrøder en ringe evne til at optage kemikalierester ved de her anvendte behandlingsmåder.

Tabel 5. Restindhold af 4 insekticider i løg efter granulatbehandlinger (i ppm)
(residues of 4 insecticides in onions. Granular applications)

Behandling (treatment)	Dosering (dosage)	Diazinon			Chlorfenvinphos			Dichlofenthion			Trichloronat		
		sept./ ant.		prø- ver	sept./ ant.		prø- ver	sept./ ant.		prø- ver	sept./ ant.		prø- ver
		aug.	okt.		aug.	okt.		aug.	okt.		aug.	okt.	
Granulat i såfuren (in sowing furrow)	1 kg/ha	n.d. (n.d.- n.d.)	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 kg/ha	0,005 (n.d.- 0,02)	n.d. (n.d.- n.d.)	15	-	-	-	-	-	-	0,07 (0,02- 0,13)	0,03 (0,01- 0,09)	13
	3 kg/ha	-	-	-	-	-	-	0,22 (0,19- 0,24)	0,03 (<0,01- 0,06)	4	-	-	-
	4 kg/ha	-	-	-	0,25 (0,17- 0,33)	<0,05 (<0,05- <0,05)	4	-	-	-	-	-	-
Topdres- sing	1 kg/ha	n.d. (n.d.- n.d.)	n.d. (n.d.- n.d.)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 kg/ha	n.d. (n.d.- n.d.)	n.d. (n.d.- n.d.)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Granulat i såfuren + topdressing (in sowing furrow + topdressing)	1-2 kg/ha + 1-2 kg/ha	n.d. (n.d.- n.d.)	n.d. (n.d.- n.d.)	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bredspred- ning (broad- spreading)	3 kg/ha	-	-	-	-	-	-	0,02 (0,01- 0,02)	<0,01 (<0,01- <0,01)	4	-	-	-

Tabel 6. Restindhold af 4 insekticider i løg efter vanding, sprøjtning og bejdsning (i ppm)
(residues of 4 insecticides in onions. Watering, spraying and seed dressing)

Behandling (treatment)	Doserings- ant. beh. (akt. stof) (dosage and number of treatm.)	Diazinon			Chlorfenvinphos			Dichlofenthion			Trichloronat		
		sept./ aug.	ant. okt.	prø- ver	sept./ aug.	ant. okt.	prø- ver	sept./ aug.	ant. okt.	prø- ver	sept./ aug.	ant. okt.	prø- ver
Bredsprøjt- ning og ned- harvning før såning (broad- spraying + soil stirring)	1 kg/ha	n.d. (n.d.- n.d.)	n.d. (n.d.- n.d.)	8	-	-	-	-	-	-	0,01 ($<0,01$ - 0,02)	$<0,01$ ($<0,01$ - 0,01)	8
	5 kg/ha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03 (0,03- 0,03)	$<0,01$ (n.d.- 0,01)	4
	6 kg/ha	-	-	-	-	-	-	0,01 (0,01- 0,01)	$<0,01$ ($<0,01$ - $<0,01$)	4	-	-	-
Vanding (watering)	1,25 kg/ha	n.d. (n.d.- n.d.)	n.d. (n.d.- n.d.)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 x 1,25	n.d. (n.d.- n.d.)	n.d. (n.d.- n.d.)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,5 kg/ha	-	-	-	n.d. (n.d.- n.d.)	n.d. (n.d.- n.d.)	4	-	-	-	-	-	-
Bejdsning (seed dressing)	20 g/kg	-	-	-	-	-	-	$<0,01$ ($<0,01$ - $<0,01$)	$<0,01$ ($<0,01$ - $<0,01$)	4	0,03 (0,02- 0,03)	n.d. (n.d.- n.d.)	4

V. Sammenfattende bemærkninger

Nærværende forsøg fra årene 1964-67 har primært været anlagt med henblik på afprøvnin-
 gen af insekticiders effektivitet overfor jord-
 boende insekter, og i prøvetagningsprogram-
 merne for restindholdsbestemmelse i afgrøder-
 ne er der først og fremmest lagt vægt på at
 opnå en oversigt over optagelsen af insektici-
 derne efter behandlinger som de tilstræbes an-
 vendt i praksis, mens en nøjere belysning af
 optagelsens afhængighed af en række forhold
 som f.eks. jordbund, klima, sortsvariationer
 m.m. er henvist til mere specielle undersøgel-
 ser.

Resultaterne er derfor her samlet alene un-
 der henvisning til behandlingsformen og dose-
 ringen for de enkelte afgrøder og med angivel-

se af om prøvetagningen har fundet sted i
 løbet af vækstperioden (august måned) eller
 ved normal høst (i regelen oktober/november
 måned). Og for hver af disse inddelinger er
 resultaterne angivet som middeltal (med tilhø-
 rende mindste og største værdi) af de under-
 søgte prøver, uanset om disse hidrører fra iøv-
 rigt forskellige forsøg.

Opstillet på denne måde er de mest iøjne-
 faldende resultater af undersøgelserne flg.:

De undersøgte insekticider optages alle i va-
 rierende grad i de undersøgte afgrøder. Varia-
 tionerne er så store, at nogen klar og entydig
 forskel mellem de enkelte stoffer m.h.t. opta-
 gelse ikke kan udledes af disse forsøg. Der er
 dog tegn på, at dichlofenthion og trichloronat

*Tabel 7. Restindhold af 3 insekticider i hvidkål, rødkål og blomkål (ippm)
(residues of 3 insecticides in cabbage, red cabbage and cauliflower)*

Behandling og dosering (aktivt stof) (Treatment and dosage)	Afgroede (crop)	Diazinon		Chlorfenvinphos		Trichloronat	
		august- oktober	antal prøver	august- oktober	antal prøver	august- oktober	antal prøver
Granulat i såfuren (1-2 kg/ha) (in sowing furrow)	Hvidkål (cabbage)	n.d. (n.d.-n.d.)	16	n.d. (n.d.-n.d.)	4	n.d. (n.d.-n.d.)	16
	Rødkål (red cabbage)	n.d. (n.d.-n.d.)	6	—	—	n.d. (n.d.-n.d.)	6
	Blomkål (cauliflower)	n.d. (n.d.-n.d.)	6	—	—	n.d. (n.d.-n.d.)	6
Sprøjtning langs rækkerne i juni (1-2 kg/ha) (spraying along rows)	Hvidkål (cabbage)	n.d. (n.d.-n.d.)	10	n.d. (n.d.-n.d.)	4	n.d. (n.d.-n.d.)	6
	Rødkål (red cabbage)	n.d. (n.d.-n.d.)	3	—	—	n.d. (n.d.-n.d.)	3
	Blomkål (cauliflower)	n.d. (n.d.-n.d.)	3	—	—	n.d. (n.d.-n.d.)	3
Topdressing 2 kg/ha (Topdressing)	Hvidkål (cabbage)	n.d. (n.d.-n.d.)	4	—	—	—	—
Sidedressing 2 kg/ha (sidedressing)	Hvidkål (cabbage)	<0,005 (n.d.-<0,05)	4	—	—	—	—

kan vise højere rester end diazinon og chlorfenvinphos. Dette kan i visse tilfælde, især ved gulerodsforsøgene (tabel 1 og 2), skyldes anvendelse af højere doseringer, men synes i andre tilfælde, f.eks. trichloronat i kålroer, at måtte tolkes som resultat af enten en lettere absorption eller en større persistens af stoffet eller begge dele.

Doseringens indflydelse er i flere tilfælde og ved flere behandlingsformer ret fremtrædende, og den må ved en bedømmelse af om en behandling skal kunne tillades eller ej tillægges afgørende betydning, idet det af resultaterne er klart, at visse høje doseringer giver så høje rester, at de må anses for uforvarselige, mens lavere doseringer under ivotrigt samme former

vil kunne passere, idet resterne ikke overskrider det tolerable. Dette gælder f.eks. nogle af granulatbehandlingerne af gulerødder, i hvilke tilfælde f.eks. diazinonindholdene kun når under 0,5 ppm-grænsen ved de laveste doseringer.

De enkelte behandlingsformer viser ligeledes store forskelle m.h.t. optagelse af de undersøgte insekticider. Det synes her at være afgørende, om der ved behandlingen er tilstræbt en koncentreret af insekticidet i rækkerne eller omkring planternes rodhalse (som f.eks. ved nogle af granulatbehandlingerne og ved vandingerne), eller om der ved spredning over hele arealet er opnået en delvis unddragelse af midlet for umiddelbar kontakt med det rodnet, hvorigennem en optagelse skal finde sted.

Tydelig i så henseende er de lave rester, der opnås i gulerødder ved f.eks. bredspredning før såningen og nogle af sprøjtningerne på toppen.

Specielt for sprøjtningernes vedkommende er der udført et supplerende forsøg med gentagelsesbehandlinger med parathion (tabel 3). Formentlig betinget af parathionets hurtige nedbrydelighed viser dette forsøg, at der her ikke er tale om opkoncentreringer som følge af de gentagne behandlinger, ligesom vækstfortyndingseffekten efter sidste behandling bekræftes.

Af de undersøgte afgrøder er det især gulerødder – og til dels kålroerne – der fremhæver sig ved deres evne til optagelse af de virksomme stoffer. For gulerøddernes vedkommende er dette forhold kendt fra tidligere undersøgelser (1) og resterne af de her undersøgte stoffer er i flere tilfælde så store, at de må regnes at være uacceptable, og en omhyggelig afvejning af de enkelte forsøg er nødvendig. I kålroer er restindholdene gennemgående lidt mindre end i gulerødder, men dog stadig af en sådan størrelsesorden, at en nøje vurdering stadig er påkrævet.

Løg og de undersøgte kålsorter optager ikke i nævneværdig grad de undersøgte midler.

Ved de to prøvetagninger konstateres i en lang række tilfælde en tydelig forskel mellem restindholdene midt i vækstperioden (august-udtagningerne) og ved normal høst, på den måde at indholdene f.eks. i gulerødder gennemgående halveres i den sidste del af væksten. Dette forhold synes at gælde for alle de undersøgte stoffer uafhængigt af om de iøvrigt må anses for persistente. Det synes derfor rimeligt at antage, at der er tale om en fortyndingseffekt på grund af afgrødernes vækst, hvilket således modvirker koncentrationsforøgelsen fra den fortsatte optagelse fra jorden.

Summary

Residues of five phosphorous insecticides in carrots, swedes, cabbage, cauliflower and onions

Analyses for residues of five thiophosphate insecticides (chlorfenvinphos, diazinon, dichlofenthion, parathion and trichloronate) have been carried out

during the years 1964-67 on the following crops: Carrots, swedes, cabbage, cauliflower and onions. The crop samples derived from controlled field experiments which were primarily made to test the effectivity of the insecticides and the sampling programme were chiefly planned with a view to obtain a survey of the residue uptake after application techniques as used in practice, whereas a closer study of the extent to which the uptake depends on a number of conditions such as nature of soil, climate, differences between strains, etc. has been referred to more specialized investigations. The results of the present study have therefore been arranged for the individual crops solely with reference to the application technique and dosage applied stating whether the sampling has taken place in the course of the growth period (normally in August) or at the normal harvesting time (during the months October-November). Accordingly the results are tabulated as mean values (with corresponding maximum and minimum values) for the samples examined, irrespective of whether these derive from one experiment only or from more experiments.

Arranged in this manner the results of the investigation which are most conspicuous are the following:

There is a certain, although varying, uptake of all the insecticides examined by all the crops examined. The variations are so great that statements as to clear and unmistakeable differences in the uptakes of the individual substances cannot be made on the basis of the results of the experiments. There are some indications, however, that dichlofenthion and trichloronate tend to leave higher residues than diazinon and chlorfenvinphos.

In some cases, especially in the experiments with carrots (tables 1 and 2), this may be the result of higher dosages, while in others for instance with respect to trichloronate in swedes, the reason may be more ready uptake or greater persistence of the substance, or both.

Especially in the case of parathion a supplementary experiment with repeated sprayings on the tops (table 3) was made. This experiment shows that repeated applications do not result in any accumulation of the substance – presumably on account of the rapid decomposition of parathion and to some extent the dilution effect due to growth which follows the last application.

The influence of the size of the doses is in

several cases and following several application techniques fairly conspicuous, and for the purpose of deciding whether or not a certain treatment should be allowed this factor must be decisive, since it appears clearly from the results that in case of certain high dosages the residues left are of a magnitude that cannot be permitted, while a more moderate application under otherwise the same conditions might be allowable as the residues left in this case are lower and more readily acceptable. This is the case for instance for some of the granulate treatments of carrots in which the diazinon contents are below the 0.5 ppm limit in case of the lowest doses only.

Great differences with regard to the uptakes of the examined insecticides are likewise observed after *different application techniques*. Here the decisive factor seems to be whether the aim has been to concentrate the insecticide in the rows or around the root collars of the plants (as for instance in some of the granulate applications or in application by watering) or whether an immediate contact between the substance and the roots through which the uptake is to take place has to some extent been prevented by distributing the insecticide uniformly within the treated area. This appears clearly from the small residues obtained from carrots for instance in connection with broadcast distribution before sowing and in some cases when the insecticide has been applied by spraying on the tops.

Among *the crops examined* it is in particular carrots – and to some extent swedes – which are remarkable for their uptake of the active substances. With regard to carrots this is known from earlier studies (1), and the residues of the substances examined are in many cases of such a magnitude that they must be considered to be unacceptable, and a careful evaluation of the weight of each individual experiment is necessary. In swedes the residues are on the whole some-

what lower than in carrots, but still of such a magnitude that a careful consideration is necessary.

The uptake of the examined insecticides in onions and the cabbage types studied is not appreciable.

The two series of samples showed that a significant difference in many cases could be observed between the residues in samples collected about the middle of the growth period (August samplings) and at the usual harvesting time in so far as the residue concentration for instance in carrots on an average was halved during the last part of the growth period. This seemed to apply to all the examined substances irrespective of whether or not they may otherwise be described as persistent. It seems reasonable to assume, therefore, that we have to do with a dilution effect caused by the growth of the plants which thus counteracts the increase in concentration resulting from a continued uptake from the soil.

Litteraturliste

- (1) Bro-Rasmussen, F., Voldum Clausen, K., Jørgensen J. og Thygesen, Th. Restindhold af aldrin og dieldrin i danske afgrøder, specielt rodfrugter, efter behandling med insektmidlet aldrin. – Tidsskrift for Planteavl 70, 232 (1966).
- (2) Nøddegaard, E., Hansen, Torkil og Rasmussen, A. Nøhr. Afprøvning af plantebeskyttelsesmidler 1964. – Tidsskrift for Planteavl 69, 240-284 (1965).
- (3) Nøddegaard, E., Hansen, Torkil og Rasmussen, A. Nøhr. Afprøvning af plantebeskyttelsesmidler 1965-66. – Tidsskrift for Planteavl 71, 456-511 (1968).
- (4) Nøddegaard, E., Hansen, Torkil og Rasmussen, A. Nøhr. Afprøvning af plantebeskyttelsesmidler 1967. – Tidsskrift for Planteavl 72, 273-321 (1968).
- (5) Zweig, G. og Archer, T. E. – J. Agric. Food Chemistry 6, 910 (1958).