

Undersøgelse af 5 pesticiders nedbrydning efter behandling af væksthusedyrket og frilandsdyrket hovedsalat

Disappearance of five pesticides after applications on lettuce from greenhouse and field experiments

F. Bro Rasmussen, K. Orbæk og Mogens H. Dahl

Indledning

På baggrund af det danske giftnavns forbud i 1964 mod anvendelse af DDT på spiselige afgrøder i væksthuse i tiden 15. oktober til 15. marts iværksattes ved et samarbejde mellem Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby og Statens Levnedsmiddelinstitut*) i tiden 1964-69 en undersøgelsesserie til belysning af andre pesticidkemikaliers nedbrydning ved anvendelse i væksthuse såvel i vinterhalvåret som i sommerhalvåret. Ved undersøgelserne var det i lighed med hollandske og tyske undersøgelser (2, 7) af interesse at sammenligne nedbrydningsforholdene ved dyrkning i væksthuse og dyrkning på friland samt at undersøge enkelte pesticiders nedbrydningshastighed.

Forsøgene omfatter insekticiderne lindan, malathion, mevinphos, parathion samt nicotin, hvis nedbrydning er fulgt på een afgrøde, ider der som eksempel er anvendt en bladrig afgrøde, hovedsalat.

Forsøgenes anlæg

For stofferne malathion, mevinphos, parathion og nicotin er behandlingerne foretaget som sprøjtninger med normal brugskoncentration såvel i væksthuse som på friland.

D.v.s. for malathion med 45 % aktivt stof: 0,2 % svarende til 0,31-1,40 g/m²
for mevinphos med 25 % aktivt stof: 0,1 % svarende til 0,086-0,38 g/m²
for parathion med 35 % aktivt stof: 0,06 % svarende til 0,10-0,25 g/m²
for nicotin med 80 % aktivt stof: 0,2 % svarende til 0,91-0,96 g/m²

For nicotins vedkommende er der ydermere udført forsøg med rygning i væksthuse med doserne 10 g/27 m³ og 20 g/27 m³.

Lindan-forsøgene er udelukkende udført i væksthuse med rygning med dobbeltdosis (600-800 mg/27 m³).

Væksthusene har et rumfang på kun 27 m³. Sammenlignet med gængse væksthuse er overfladen i forsøgshusene relativ stor og rygning med dobbelt dosis må derfor anses for at svare til normal dosis; følgelig svarer lindanstrimler 800 mg/27 m³ og nicotin 10 g/27 m³ begge til normal dosis.

Forsøgene har fundet sted i tidsrummet januar-november med særlig vægt på overgangstidspunkter for væksthusedyrkning til frilandsdyrkning og omvendt samt sommermånederne juni-juli.

Nedbrydningen er fulgt i en periode på 25 dage efter behandling, idet der er udtaget dobbeltprøver 0, 1, 3, 7, 14 og 25 dage efter behandling.

Analysemetoder

Parathion er bestemt ved kolorimetrisk bestemmelse (1) efter methylenchloridekstraktion af salat. Parathion reduceres til aminoparathion, som diazoteres og kobles med 1-naphthylethylen-diamindihydrochlorid.

Mevinphos er dels bestemt ved total phosphorbestemmelse ved phosphormolybdænbåt-meto-

den efter mikrodestillation fra et methylenchloridekstrakt af salat og våd foraskning (8) og dels ved en potentiometrisk måling af stoffets cho-

linesterasehæmning (10) ligeledes efter ekstraktion med methylenchlorid, idet der som substrat anvendes acetylcholinbromid og som esterasekilde uddateret human serum.

Lindan blev analyseret ved gaskromatografisk analyse under anvendelse af EC-detektor (4) efter søjlekromatografisk oprensning af et methylenchloridekstrakt.

Malathion bestemtes efter hydrolyse med alkoholisk natriumhydroxid. Hydrolyseproduktet danner med cupriion et gult kompleks, som måles spektrofotometrisk (3). Som ekstraktionsmiddel er anvendt tetrachlorkulstof.

Nicotin blev bestemt ved måling af dets absorptionsspektrum i det ultraviolette område ($\lambda_{\max} = 259$ nm) efter ekstraktion med en ammoniakalsk benzen/chloroform-blanding og oprensning ved skiftevis fordeling mellem surt og basisk milieu (9).

Resultater og diskussion

Resultaterne af de udførte analyser er samlet dels i tabelform (tabel 1 og 2) og dels anskueliggjort ved nedbrydningskurver (fig. 1-7), idet man har fundet (5, 6), at restindhold af pesticider elimineres fra behandlede afgrøder med hastigheder af 1. orden d.v.s. at de i forsøgsperioden fundne restindhold i et halvlogaritmisk koordinatsystem kan afbildes som rette linier overfor tiden. Hældningen af disse linier er udtryk for eliminerings-hastigheden og kan omsættes til halveringstider gældende for de pågældende forsøgsbetingelser.

Matematisk er ifølge *Hoskins* (6) anvendt følgende sammenhæng mellem koncentrationen c og tiden t :

$$\log c = b \times t + \log c_0$$

hvor b = hældningen eller regressionskoefficienten for kurveforløbet og c_0 = det af ligningen beregnede restindhold umiddelbart efter behandlingen.

Heraf findes halveringstiden RL_{50} , af

$$RL_{50} = \frac{\log 2}{b}$$

Værdien c_0 er en beregningsmæssig begyndelseskoncentration, der ikke nødvendigvis er identisk med det faktisk fundne indhold i første prøvetagning.

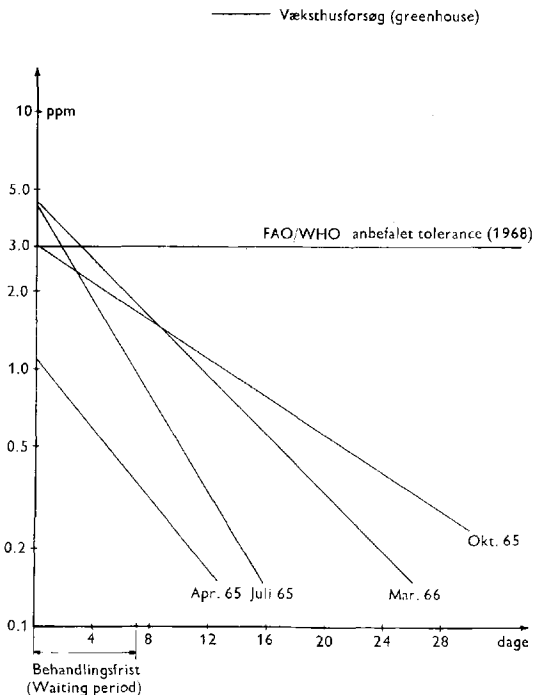


Fig. 1. Lindan i salat (lettuce). Rygning (smoking).

Fig. 1-7 viser nedbrydningskurver for de enkelte forsøg, samlet for hvert insekticid. Af kurverne kan umiddelbart aflæses, hvilke indhold der ved forsøgene har været tilbage på et vist tidspunkt, eller omvendt hvor lang tid, der er gået indtil indholdet som gennemsnit er faldet til en vis værdi.

Det sidste er eksemplificeret ved i koordinatsystemerne at indtegne værdierne for de af FAO/WHO i 1968 anbefalede tolerancer eller hvor sådanne ikke findes de i USA i 1968 gældende tolerancer for de pågældende stoffer.

Tabel 1 og 2, der omfatter henholdsvis væksthusforsøg og frilandsforsøg, indeholder for hvert enkeltforsøg oplysning om dosering af insekticiderne samt beregning af begyndelseskoncentrationer, halveringstider, regressionskoefficienter og spredningen på disse. Endelig er der angivet det antal dage, der ved hvert forsøg er gået, indtil restindholdene er faldet til forskellige arbitrært valgte indholds-niveauer, der illustrerer nedbrydningstiden i området omkring forskellige toleranceniveauer.

Tabel 1. Væksthusdyrket salat. Nedbrydningsdata for 5 pesticider 1965-69

Dato	Dosering g/m ²	c ₀ ppm	b	s _b	RL ₅₀ dage	Dage efter behandling indtil		
						0.5 ppm	1.0 ppm	3.0 ppm
<i>Lindan</i> (rygning)						0.5 ppm	1.0 ppm	3.0 ppm
April 65.....	1½*)	1.09	÷0.0678	0.0051	4.4	5	1	0
Juli 65.....	2 *)	4.32	÷0.0941	0.0068	3.2	10	7	2
Okt. 65.....	2 *)	3.03	÷0.0373	0.0052	8.1	21	13	0
Marts 66.....	2 *)	4.47	÷0.0565	0.0021	5.3	17	11½	3
*) Antal rygestrimler (400 mg/strimmel) pr. hus (27 m ³)								
<i>Malathion</i>						1.0 ppm	3.0 ppm	6.0 ppm
April 65.....	1.4	92.7	÷0.0335	0.0033	9.0	> 2 mdr.	2 mdr.	31½
Juli 65.....	0.62	118	÷0.1578	0.0067	1.9	13	10	8
Okt. 65.....	0.62	132	÷0.0619	0.0052	4.9	ca. 35	26½	22
Marts 66.....	0.42	123	÷0.0680	0.0006	4.4	30*)	23½	19
*) Sikkerhedsgrænser, beregnet: + 4 dage/÷ 6 dage								
<i>Mevinphos</i> Uspecifik P-bestemmelse						0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm
April 65.....	0.38	6.12	÷0.0327	0.0093	9.2	ca. 55	34	25
Juli 65.....	0.17	12.4	÷0.1247	0.0066	2.4	17	11½	9
Okt. 65.....	0.17	9.7	÷0.0706	0.0079	4.3	28	18½	14
Marts 66.....	0.12	8.9	÷0.0646	0.0031	4.7	30	19½	14½
<i>Mevinphos</i> Potentiometrisk ChE-bestemmelse								
Juli 65.....	0.17	11.8	÷0.2174	0.0269	1.4	9½	6½	5
Okt. 65.....	0.17	11.4	÷0.2048	0.0133	1.5	10	6½	5
Mar. 66.....	0.12	5.72	÷0.1599	0.0221	1.9	11	6½	5
<i>Nicotin</i> (sprøjtning)						0.5 ppm	1.0 ppm	2.0 ppm
Aug. 66.....	0.91	149	÷0.0901	0.0310	3.3	28	24	21
Nov. 66.....	0.91	98.4	÷0.0184	0.0336	16.3	-----	over 2 mdr.	-----
April 67.....	0.91	94.3	÷0.0329	0.0017	9.1	ca. 60	50	43
Juni 67.....	0.91	89.4	÷0.0499	0.0026	6.0	45	39	33
Sept. 67.....	0.91	115	÷0.0416	0.0024	7.2	56	49	42
<i>Nicotin</i> (rygning)								
Maj 68.....	20 g*)	24.1	÷0.0156	0.0017	19.4	-----	over 2 mdr.	-----
Sept. 68.....	20 g*)	60.0	÷0.0368	0.0027	8.2	56	48	40
Sept. 68.....	10 g*)	36.2	÷0.0416	0.0024	7.2	45	38	30
Jan. 69.....	20 g*)	27.7	÷0.0157	0.0028	19.1	-----	over 2 mdr.	-----
Jan. 69.....	10 g*)	17.6	÷0.0061	0.0012	49.1	-----	over 2 mdr.	-----
April 69.....	20 g*)	14.5	÷0.0448	0.0024	7.5	37	29	22
April 69.....	10 g*)	4.8	÷0.0404	0.0021	6.7	22	16	9
*) g/27 m ³								
<i>Parathion</i>						0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm
April 65.....	0.25	10.2	÷0.0467	0.0031	6.4	43	28	21½
Juli 65.....	0.15	16.1	÷0.1249	0.0049	2.4	19	13	10½
Okt. 65.....	0.15	14.3	÷0.0571	0.0042	5.3	38	25½*)	20
Mar. 66.....	0.10	14.3	÷0.0671	0.0031	4.5	32	21½	17
*) Sikkerhedsgrænser beregnet: + 7 dage/÷ 8 dage								

Tabel 2. Frilandsdyrket salat. Nedbrydningsdata for 4 pesticider 1964-67

Dato	Dosering g/m ²	c ₀ ppm	b	s _b	RL ₅₀ dage	Dage efter behandling indtil dage		
<i>Malathion</i>						1.0 ppm	3.0 ppm	6.0 ppm
Juli 64.....	0.31	11.7	÷0.1539	0.0104	2.0	7	4	2
Juli 65.....	0.72	149	÷0.2273	0.0149	1.3	9½	7½	6
Okt. 65.....	0.72	A*) 65.8	÷0.1187	0.0159	2.5	(15½)	11	8½
		B*) (4.63)	÷0.0172	0.0100	17.5	> 2 mdr.	12	—
*) A svarer til 0—10 dage, B svarer til 10—27 dage)								
<i>Mevinphos Uspecifik P-bestemmelse</i>						0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm
Juli 64.....	0.086	3.00	÷0.2186	0.0379	1.4	7	3½	2½
Juli 65.....	0.2	12.1	÷0.1725	0.0201	1.8	12½	8	6½
Okt. 65.....	0.2	A*) 9.83	÷0.1290	0.0080	2.3	15½	10	7½
		B*) Tendens til persistens		ca. 2.0		(30)	—	—
*) fra 13. dag								
(A svarer til 0—13 dage, B svarer til 13—27 dage)								
<i>Mevinphos Potentiometrisk ChE-bestemmelse</i>								
Juli 65.....	0.2	13.2	÷0.1946	0.0095	1.6	11	7½	6
Okt. 65.....	0.2	12.5	÷0.2070	0.0098	1.5	10	7	5½
<i>Nicotin</i>						0.5 ppm	1.0 ppm	2.0 ppm
Aug. 67.....	0.96	55.7	÷0.0587	0.0025	4.7	34	29	24
Okt. 67.....	0.96	71.0	÷0.0463	0.0036	6.5	48	41	34
<i>Parathion</i>						0.1 ppm	0.5 ppm	1.0 ppm
Juli 65.....	0.17	18.8	÷0.1230	0.0060	2.5	18½	13	10½
Okt. 65.....	0.17	A*) 12.4	÷0.1142	0.0087	2.6	(18)	(12)	(9½)
		B*) (2.81)	÷0.0226	0.0037	13.3	ca. 60	ca. 35	20
*) A svarer til 0—7 dage, B svarer til 7—27 dage)								

Årstidsvariationens indflydelse på nedbrydningshastigheden

Ved tilrettelæggelsen af forsøgene er der lagt vægt på at belyse forholdene ved overgangstidspunkterne mellem væksthudyrkning og dyrkning på friland d.v.s. månederne marts-april og oktober-november, sammenlignet med forholdene i sommermånederne juni-juli-august.

Af nedbrydningskurverne på fig. 1-7 fremgår det, at nedbrydningen foregår langsommere i forårs- og efterårsmånederne end i sommermånederne. Generelt ses en forøgelse af halveringstiden på 2-4 gange sammenlignet med resultaterne i sommerforsøgene. Årsagen til den langsommere nedbrydning af pesticiderne i forårs- og efterårsmånederne kan søges i vækstforholdene for hovedsalat. I disse måneder udviser planterne en relativ ringe vækst, hvorfor »fortyndingen« af

pesticiderne er formindsket. Således er gennemsnitsvægten af et salathoved væsentlig mindre i forårs- og efterårsmånederne (100 g) end om sommeren (200-400 g). Endelig er der grund til at formode, at den ringere lysintensitet og lavere temperatur i overgangsperioderne nedsætter den fysiske og kemiske eliminering af pesticiderne.

Af kurverne på fig. 6, der illustrerer forsøg med nicotin-rygning, ses at nedbrydningen i forsøgene september 1968 og april 1969 foregår væsentlig hurtigere end i forsøget i januar 1969. Forskellen i begyndelseskonzentrationerne mellem september og april-forsøgene kan være begrundet af, at salathovederne i april-forsøget var væsentlig større (210-480 g) og fastere end hovederne i september-forsøget (100-200 g), og således ikke påføres den samme mængde nicotin pr. vægtenhed ved behandlingen. Nedbrydningshastighederne i

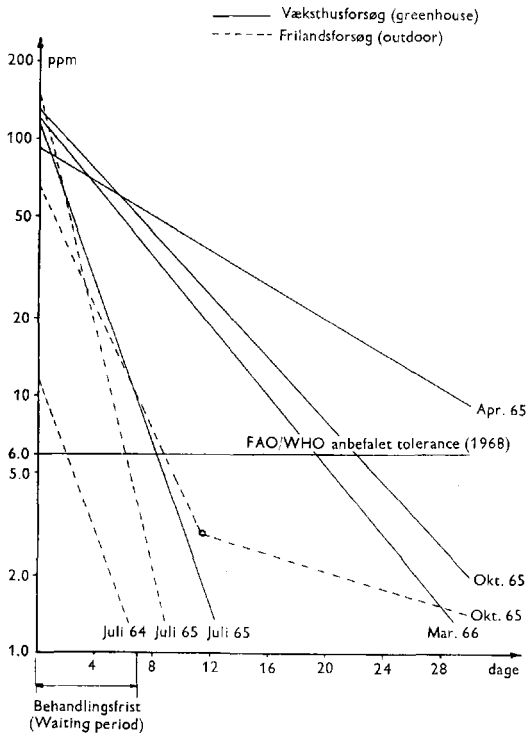


Fig. 2. Malathion i salat (lettuce).

de to forsøg er derimod næsten identiske, hvilket må skyldes ligheder i lys- og temperaturforhold i de to forsøgsperioder. Den meget langsomme nedbrydning i forsøget i maj 1968 må sættes i relation til dårlig plantevækst under forsøget, således at en »vækstfortynding« af pesticidet ikke finder sted.

Dyrkning i væksthus — dyrkning på friland

Nedbrydningskurverne viser for sommerforsøgenes vedkommende, at nedbrydningshastigheden for parathion, malathion, mevinphos og nicotin er af samme størrelsesorden i frilandsforsøg som i væksthusforsøg. D.v.s. væksthuse i sig selv øver ikke nogen indflydelse på pesticidernes forsvinden.

Væksthusforsøgene fra efterårsmånederne viser generelt nedsat nedbrydningshastighed i forhold til sommerforsøgene, men der iagttages ingen persistens. Anderledes ser det ud for oktoberforsøgene 1965 udført på friland for *parathions*

og *malathions* vedkommende. Her følger nedbrydningskurverne i de første 10-12 dage sommerforsøgene, men herefter forøges halveringstiden væsentligt, og der ses persistens for de to midler.

En forklaring på kurveforløbet i disse forsøg kan bero på nedsat væksthastighed og muligvis nedsat fysisk og kemisk nedbrydning grundet på indtrædelse af nattefrost midt i forsøgsperioden omtrent samtidigt med, at persistensen viser sig.

For *mevinphos* vedkommende er der udført to sæt nedbrydningskurver, et på grundlag af totalphosphorbestemmelse og et på grundlag af cholinesterase-hæmningsmetode. Ved totalphosphormetoden iagttages lignende forhold som ved parathion og malathion, hvorimod der ved cholinesterasehæmningsmetoden er tale om en væsentlig hurtigere nedbrydning. Den første metabolisering af cholinesterase-hæmmende stof foregår øjensynlig meget hurtigt, hvorimod de herved

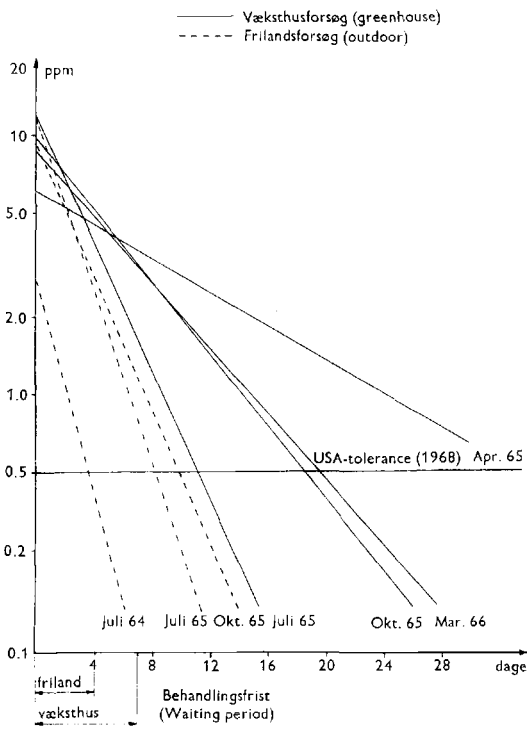


Fig. 3. Mevinphos (uspecifik P-bestemmelse) i salat (lettuce).

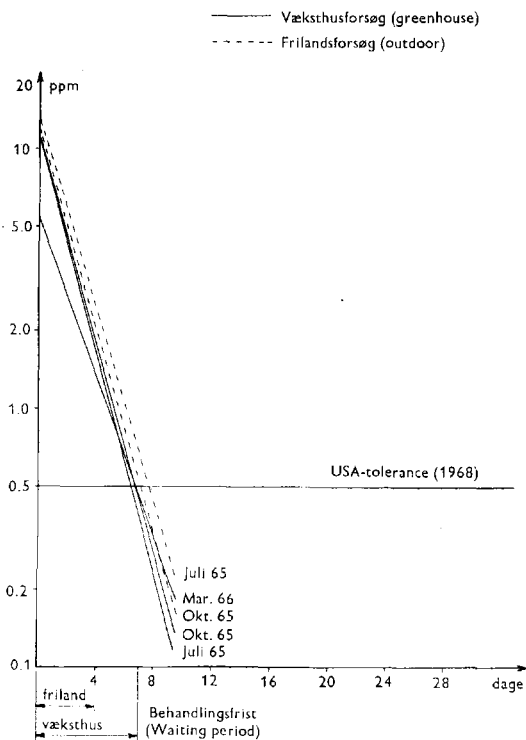


Fig. 4. Mevinphos (ChE-metode) i salat (lettuce).

dannede ikke-hæmmende metabolitter, som måles ved totalphosphorbestemmelsen, persisterer.

For *nicotins* vedkommende ses af nedbrydningskurverne på fig. 5, at nedbrydningen i sommerforsøg som nævnt foregår med hastighed af samme størrelse i såvel frilandsforsøg som væksthushorsøg. For efterårsforsøgenes vedkommende ses, at nedbrydningen foregår hurtigere i frilandsforsøgene end i væksthushorsøgene.

En årsag til forskellen i nedbrydningshastighederne mellem frilandsdyrket og væksthushorsøget salat i efterårsmånederne kan være den, at den

væksthushorsøget salat ikke udsættes for vejrliget i samme grad som den frilandsdyrkede salat og således ikke udsættes for den mekaniske fjernelse af pesticidresterne, som regn og blæst udøver.

Nedbrydningshastigheder for de enkelte insekticider

Af tabellerne og nedbrydningskurverne fremgår det, at nedbrydningsforholdene for de enkelte insekticider varierer betydeligt, hvilket i tabellerne dels er illustreret ved angivelse af halveringstiderne og dels ved angivelser af tidsrum for opnåelse af rester på 0,1, 0,5 1,0, 2,0 3,0 og 6,0 ppm.

Til belysning af variationen af nedbrydningen i væksthud i sommerforsøgene kontra forsøgene i forårs- og efterårsmånederne kan f.eks. tages det tidsrum, der går, inden resterne af de 5 insekticider har nået 1,0 ppm-niveauet. *)

Disse variationer kan blandt andet skyldes stofernes forskellige fysiske og kemiske egenskaber. For mevinphos vedkommende ses som nævnt forskellige resultater alt efter hvilken analysemetode, der er anvendt. Endvidere er midlerne anvendt i forskellige koncentrationer og med forskellig teknik (lindan og nicotin: rygning) med heraf følgende forskellige begyndelseskoncentrationer. Således ses, at stoffer med høje begyndelseskoncentrationer (malathion, nicotin) er betydeligt længere om at nå ned på et vist restniveau end stoffer med lavere begyndelseskoncentrationer (lindan, parathion, mevinphos), selvom hældningen af nedbrydningskurverne ikke varierer i samme grad. De praktiske konsekvenser af disse variationer vil være, at der ved behandling af salat dyrket i væksthud i forårs- og efterårsmånederne må regnes med betydeligt længere behandlingsfrister end i sommermånederne, for at resterne kan nå ned på et acceptabelt ni-

- *) For parathion:
 For malathion:
 For lindan (rygning):
 For mevinphos (phosphorbestemmelse):
 For mevinphos (cholinesterasehæmning):
 For nicotin (sprøjtning + rygning):

Sommer	Forår og efterår
ca. 1 ½ uger	2-3 uger
ca. 2 uger	1-2 måneder
ca. 1 uge	½-2 uger
ca. 1 uge	2-3 uger
ca. 1 uge	uændret ca. 1 uge
4-7 uger	mere end 2 måneder

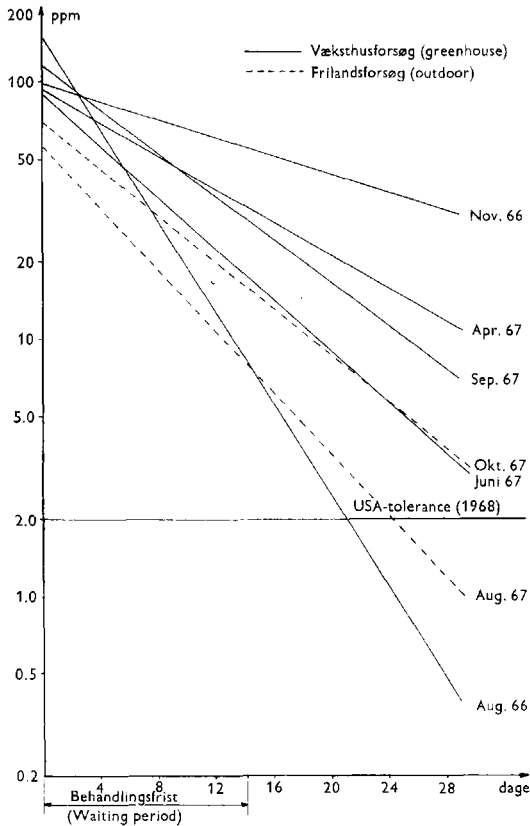


Fig. 5. Nicotin i salat (lettuce) 1966-67. Sprøjtning (spraying).

veau. De gældende behandlingsfrister ses indtegnet på fig. 1-7.

Forsøgsresultaterne sammenlignet med udenlandske tolerancer

På fig. 1-7 er indtegnet de af FAO/WHO i 1968 anbefalede eller de i USA pr. 1/5-1968 gældende tolerancer for restindhold af de undersøgte insekticider. Sammenlignes disse med restindholdene efter de i Danmark gældende behandlingsfrister ved behandling med normal brugskoncentration ses, at tolerancerne kun for lindans vedkommende overholdes i alle forsøg, for parathions vedkommende kun i sommerforsøgene, mens der der i de resterende forsøg specielt nicotinforsøgene ses store overskridelser af toleran-

cerne ved behandlingsfristens udløb såvel i sommerforsøgene som i forårs- og efterårsforsøgene.

En væsentlig årsag til de dårlige nedbrydningsforhold må findes i, at den benyttede afgrøde, hovedsalat, er en meget bladrig afgrøde, d.v.s. med en meget stor overflade i forhold til vægten.

Resumé

I årene 1965-1969 er der udført undersøgelser over nedbrydningen af lindan, malathion, parathion, mevinphos og nicotin efter behandling af hovedsalat med normal brugskoncentration såvel i væksthuse som på friland fordelt over månederne januar-november. Nedbrydningen er fulgt i en periode på ca. 25 dage ved udtagning og analysering af 6 dobbeltprøver for hvert enkelt forsøg

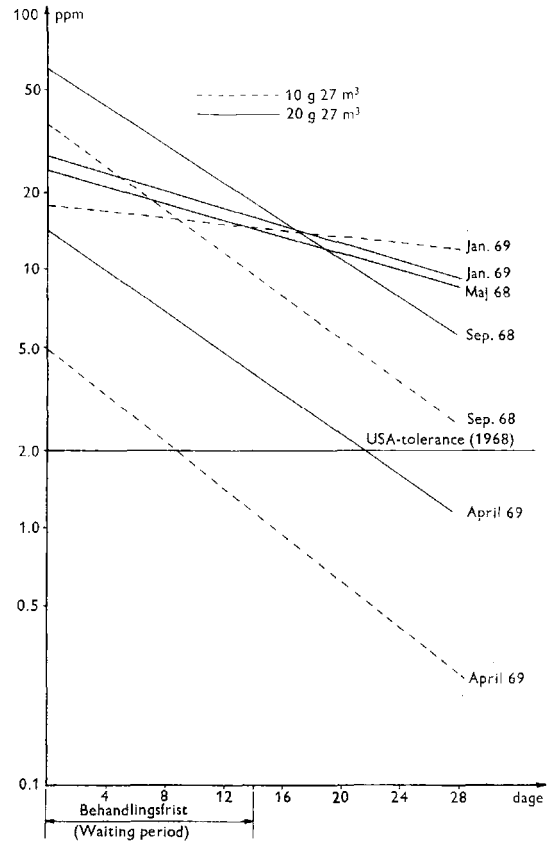


Fig. 6. Nicotin i salat (lettuce) 1968-69. Rygning (smoking).

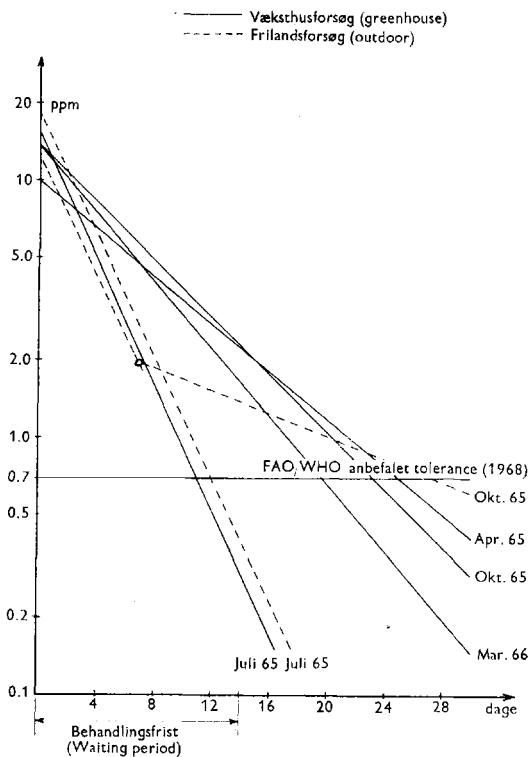


Fig. 7. Parathion i salat (lettuce).

for hvert insekticid. De fundne restindhold er sat i relation til prøvetagningstidspunktet, og for hvert forsøg er de undersøgt for lineær regression i et halvlogaritmisk koordinatsystem. Regressionskurverne og deres numeriske, beregnede værdier er illustrerede i fig. 1-7 og tabel 1-2. Disse omfatter de beregnede halveringstider (RL_{50} -værdier), de teoretiske begyndelseskonzentrationer og angivelse af gældende behandlingsfrister til sammenligning med de af FAO/WHO anbefalede eller i USA gældende tolerancer i 1968.

Forhold, der er fundet at have indflydelse på nedbrydningen er: 1) årstiden, idet nedbrydningshastigheden nedsættes i den kølige og lysfattige del af året, hvor hovedsalatens væksthastighed er nedsat. 2) dyrkningsmetoden, der specielt viser sin indflydelse i forårs- og efterårsmånederne med nedsat nedbrydningshastighed på grund af væksthusenes beskyttende virkning overfor me-

kanisk fjernelse af pesticidrester. 3) behandlingskoncentrationen, idet en højere dosering og dermed højere begyndelseskonzentration under iøvrigt samme nedbrydningsforhold giver anledning til en længere behandlingsfrist. 4) pesticidets art, idet nedbrydningsforholdene for de enkelte pesticider varierer betydeligt alt efter deres fysiske og kemiske egenskaber.

Pesticidresterne ved behandlingsfristernes udløb er sammenlignet med de i udlandet gældende tolerancer. Det ses heraf, at det er vanskeligt at komme under disse toleranceniveauer i et væsentligt antal af forsøgene, specielt for nicotins vedkommende. Kun i lindanforsøgene og for parathions vedkommende i sommerforsøgene findes tilstrækkeligt lave restindhold indenfor de sædvanlige behandlingsfristperioder.

Summary

Disappearance of five pesticides after applications on lettuce from greenhouse and field experiments.

During a 4-year period from 1965-69 experiments have been carried out on the disappearance of lindane, malathion, parathion, mevinphos and nicotine after applications on lettuce. In accordance with the application patterns under practical conditions the experiments include both greenhouse- and outdoor-growing and they cover the normal growing season from January to November.

The disappearance has been studied through a standardized sampling programme and by analysis of 6 duplicate samples over a 25 days period for each individual insecticide and for each experiment. The residues found are related to the sampling time and for each experiment they are tested for linear regression in a semilogarithmic system. The regression lines and their numerical, calculated values are illustrated in figures 1-7 and tables 1-2. These include the calculated half-lives (RL_{50} -values), the theoretical, initial deposits and illustrations of necessary time-limits to comply with certain tolerance levels.

From the experimental results several factors and conditions can be traced to have a specific influence on the disappearance of insecticides from head lettuce. These are:

1) *The season of growing.* There is a significant decrease in the rate of disappearance in the cooler part of the year. This is closely related to the growth rate and the light intensity is considered to be of major importance.

2) *The method of growing.* The influence of this is clearly demonstrated in the comparisons of greenhouse-/outdoorgrowings, especially in the spring- and the autumn parts of the seasons during which marked decreases in disappearance rates occur regularly. A protecting effect from the glasshouse on the mechanical removal of pesticide residues is highly probable.

3) *The rate of application.* The level of initial deposit is found to be decisive as to the time-limit which is required to reach a certain fixed residue level (tolerance), whereas there is no direct or significant indication that the initial deposit influence the rate of disappearance.

4) *The characteristics of the insecticide.* There is great variation in the disappearance rates between each individual insecticide. The physical and chemical properties, as f.i. volatility, chemical stability, and possibly metabolism are considered of great importance to account for this variation.

The residues found are compared with known tolerance levels. In a considerable part of the experiments and especially with nicotin, it is found difficult to meet these levels within the normal waiting periods. Only parathion (in summer-experiments) and lindane are found to give acceptable results according to this.

Forfatterne er taknemmelige for støtte fra Statens Væksthusforsøgsstation, der har bidraget til forsøge-

nes gennemførelse ved tiltrækning, udplantning og øvrige kulturforanstaltninger i væksthuse placeret på Statens Væksthusforsøg efter bevilling fra Landbrugsministeriets Giftnævn.

Litteratur

1. *Averell, P. R. & Norris, M. V.:* Anal. Chem. 20, 753, 1948.
2. *Besemer, A. F. H.:* Mededelingen Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen Gent 1966, XXXI nr. 3.
3. EPPO-Method: Analyst, 85, 915, 1960.
4. *Goodwin, E. S., Goulden, R. and Reynolds, J. G.:* Analyst, 86, 697, 1961.
5. *Gunther, F. A. & Blinn, R. C.:* Analysis of Insecticides and Acaricides. Interscience Publishers. Inc. 1955.
6. *Hoskins, W. M.:* Methods for Expressing the Persistence of Insecticidal Residues on Plants. (Final report on California's contributing project to Regional Project W-45). Dept. of Entomology and Parasitology, Univ. of Calif., Berkeley, California.
7. *Maier-Bode, H.:* Gesunde Pflanzen, 1965, 17/ heft 9.
8. *Otter, I.:* Mikrochim. Acta. pag. 125, 1956.
9. *Schwartzman, G.:* J. A.O.A.C. 44, 177, 1961.
10. *Zweig, G. and Archer, T. E.:* J. Agric. Food Chem. 6, 910, 1958.