

32/446(174) 2^e ex.

**Gedrag en emissie van oxamyl bij verschillende toedieningsmethoden
in substraatteelt op een glastuinbouwbedrijf**

**A. Dekker
W.Th. Runia
N.W.H. Houx
Ph. Hamaker**

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Rapport 174

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1991

20 nov. 1991



18n 546090*

REFERAAT

Dekker, A., W.Th. Runia, N.W.H. Houx & Ph. Hamaker, 1991. *Gedrag en emissie van oxamyl bij verschillende toedieningsmethoden in substraatteelt op een glastuinbouwbedrijf*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 174. 47 blz.; 8 afb.; 14 tab.; 2 aanh.

Bij de teelt op substraat wordt gebruik gemaakt van gewasbeschermingsmiddelen die in de voedingsoplossing worden toegediend. Van deze toediening is onvoldoende bekend hoe het middel over de planten wordt verdeeld en wat de emissies zijn naar het milieu. Op een glastuinbouwbedrijf met aubergineteelt in het Westlandse kassengebied is onderzocht hoe het middel oxamyl in de kas verdeeld wordt over de planten bij toedieningen via de voedingsoplossing per kraanvak en vanuit de centrale mengbak. Bij de toediening per kraanvak werd het middel gelijkmatiger over de planten verdeeld dan bij de tweede methode. De emissie van het middel via drainwater is tevens onderzocht. In januari draineerde 2,2 % van de toegediende massa oxamyl uit de steenwolmatten en in de zomer 44,2 %. Van deze massa's kwam een fractie in de drainputten terecht; voor de zomerperiode is berekend dat deze fractie 8,6 % van de dosering was. In de vruchten bleef het oxamyl-gehalte steeds onder de wettelijke norm van 1 mg/kg. In/aan de teeltmaterialen aan het einde van de teeltperiode zijn geen residuen van het middel gevonden.

Trefwoorden: substraatteelt, insecticide, oxamyl, toediening, drainwater, emissie, residuen.

ISSN 0924-3070

©1991 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO)
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812; telex: 75230 VISI-NL

Het DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

Het DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het DLO-Staring Centrum.

INHOUD

blz.

WOORD VOORAF	7
SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 BESCHRIJVING BEDRIJFSINRICHTING EN PROEFOPZET	13
3 TOEDIENINGSMETHODEN VOOR OXAMYL (VYDATE L)	17
3.1 Toediening per kraanvak	17
3.2 Toediening vanuit mengvat	17
4 MONSTERNAME EN ANALYSEMETHODEN	19
4.1 Voedingsoplossing uit druppelaars	19
4.2 Gedraineerde voedingsoplossing	19
4.3 Vruchten	20
4.4 Teeltmaterialen	20
5 RESULTATEN EN BESPREKING	23
5.1 Metingen van pH en EC	23
5.2 Waterverbruik	25
5.3 Verdeling voedingsoplossing over de planten	26
5.4 Verdeling oxamyl over de planten	28
5.5 Schatting van het doorbraakvolume in een kraanvak	33
5.6 Water- en oxamyl-balans	34
5.7 Residuen in vruchten	38
5.8 Residuen aan teeltmaterialen	39
6 CONCLUSIES	41
LITERATUUR	43
AANHANGSELS	
1 Volumina voedingsoplossing (ml) gedraineerd uit de steenwolmatten in de Librabakken bij een opgroeiend gewas	45
2 In Librabakken opgevangen massa's oxamyl (μg)	47
FIGUREN	
1 Overzicht van het praktijkbedrijf	14
2 Indeling kraanvak 4 met bemonsteringsplaatsen (nr 1 tot en met 40) en plaatsing van Librabakken (A tot en met F)	15
3 Verloop van de pH in de voedingsoplossing en in de drainputten A, B en C	24
4 Verloop van de EC in de voedingsoplossing en in de drainputten A, B en C	24

5	Verdeling van oxamyl over kraanvak 4 in opeenvolgende druppelbeurten. Toediening per kraanvak aan een volgroeid gewas in juni	29
6	Massa totaal gedoseerd oxamyl (mg) bij toedieningen per kraanvak en vanuit de mengbak tijdens verschillende groeistadia van aubergineplanten in kraanvak 4	30
7	Berekende doorbraakvolumina in kraanvak 4, afhankelijk van de plaats van de druppelaars	34
8	Gemeten concentraties oxamyl in de drainputten A, B en C	37

TABELLEN

1	Enkele gegevens over het praktijkbedrijf	13
2	Druppelbeurten waarbij ijzerchelaat-oplossing verscheen bij de planten langs het hoofdpad na toediening vanuit de mengbak	18
3	Meting en schatting van het waterverbruik op het praktijkbedrijf	26
4	Transpiratie en drain voedingsoplossing over het hele bedrijf in relatie tot de instraling gedurende periode II	26
5	Gemeten volume per druppelbeurt per druppelaar tijdens en na de toediening van het gewasbeschermingsmiddel via de voedingsoplossing. Toediening per kraanvak op 9 januari 1989	27
6	Idem. Toediening per kraanvak op 29 juni 1989	27
7	Idem. Toediening via mengbak op 10 juli 1989. Volumina kraanvak 4	28
8	Idem. Toediening via mengbak op 10 juli 1989. Volumina hele bedrijf	28
9	Gemeten en berekende massa oxamyl (mg) per plant bij verschillende toepassingen	32
10	Verdeling van oxamyl over het hele bedrijf bij toediening via de centrale mengbak in juli	32
11	Volumina gedraineerde voedingsoplossing en massa's gedraineerd oxamyl gemeten voor twee planten per Libarak na toediening per kraanvak aan jong en volgroeid gewas	35
12	Gemeten concentraties van oxamyl ($\mu\text{g/l}$) in de drainputten A, B en C	36
13	Emissie van oxamyl (g) in zes dagen, geschat uit de concentratie in drainput A en het volume drainwater, zoals berekend uit watergift en transpiratie	38
14	Oxamyl-gehalten in auberginevruchten na toedieningen van oxamyl op 29 juni en 10 juli in de voedingsoplossing op een praktijkbedrijf	38

WOORD VOORAF

In 1987 is een project gestart, getiteld: " Gedrag en emissie van bestrijdingsmiddelen in twee hydrocultuursystemen in de glastuinbouw." In het kader van dit project is in 1989 een onderzoek uitgevoerd op een praktijkbedrijf in het Westlandse kassengebied en in 1988 en 1989 op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (PTG).

In dit rapport wordt de uitvoering en de resultaten van het onderzoek op het praktijkbedrijf weergegeven en in een volgend rapport zullen de resultaten van het onderzoek op het PTG worden weergegeven.

Zonder de welwillende en positieve medewerking van de Westlandse tuinder had het onderzoek op zijn bedrijf niet volgens plan uitgevoerd kunnen worden, wij zijn hem hiervoor zeer erkentelijk. Ook zijn we dank verschuldigd aan A.M.M. van der Burg die voorafgaand aan het onderzoek meegeholpen heeft bij het ingraven van extra drainputjes. Bij de afronding van dit rapport mag het aandeel hierin van dr.ir. M. Leistra betreffende verbeteringen en kritische opmerkingen niet onvermeld blijven.

SAMENVATTING

In een samenwerkingsverband tussen het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk en het Staring Centrum is vanaf 1989 een onderzoek uitgevoerd met het gewasbeschermingsmiddel oxamyl in substraatteelt. Het onderzoek betrof vooral het volgen van de verdeling van het middel bij de toediening via de voedingsoplossing aan de planten en het bepalen van residuen in drainwater op een praktijkbedrijf in het Westlandse kassengebied. Op dit bedrijf werden aubergines geteeld op steenwolmatten met vrije drainage van de overtollige voedingsoplossing.

Voorafgaand aan het onderzoek zijn in het bedrijf enkele voorzieningen getroffen. Op vijf plaatsen verdeeld over een kraanvak zijn Librabakken onder de steenwolmatten geplaatst voor opvang van overtollig water en in het drainagesysteem zijn op twee plaatsen, voor de onderbemalingsput, extra drainputten ingegraven.

De afbraak van oxamyl wordt sterk beïnvloed door de pH van het water, bij een pH van circa 5 is de afbraak laag en bij een hogere pH vanaf circa 7, neemt de afbraaksnelheid toe. De zuurgraad van de voedingsoplossing lag net boven $\text{pH} = 5$. De elektrische geleiding (EC) van de voedingsoplossing was in de beginperiode ingesteld op omstreeks 3 mS/cm en later op omstreeks 2 mS/cm.

De verdeling van het volume voedingsoplossing over de druppelaars, bij elke plant één, in de kas is bij verschillende druppelbeurten gemeten. Het gemiddelde volume oplossing per druppelaar lag veelal in de buurt van de ingestelde waarde. De spreiding in het volume afgegeven per druppelaar en per druppelbeurt gemeten voor het hele bedrijf was duidelijk groter dan de spreiding gemeten voor kraanvak 4.

Voor het bepalen van de verdeling van oxamyl zijn op 40 plaatsen in een kraanvak (nr. 4) de druppelaars tijdens en na toedieningen afgetapt. De concentraties van oxamyl in het water van het substraat-systeem konden, na filtratie, direkt worden gemeten met een vloeistofchromato-graaf, uitgerust met een post-column reactor en een fluorescentie detector. De lagere concentraties in de drainputten konden op dezelfde wijze worden gemeten, na voorafgaande concentrering op adsorptie-kolommetjes.

Bij de eerste druppelbeurt werd al veel oxamyl afgegeven bij de eerste druppelaars in de leidingen, maar er waren tot negen beurten nodig om alle planten van de benodigde dosering te voorzien. In de zomer worden deze druppelbeurten binnen één dag gegeven, het middel is dan snel over de planten verspreid. Bij de langzame toevoer van voedingsoplossing in januari duurde het acht dagen voordat alle druppelaars in het kraanvak de dosis oxamyl hadden afgegeven. Het duurt dan nogal lang voordat de gewasbescherming door het middel effectief is in alle kasgedeeltes.

Bij de toediening vanuit de centrale mengbak was de verdeling van oxamyl over de druppelaars in het hele bedrijf nogal ongelijkmatig, waarbij de gemeten dosering lager was dan de berekende. Als de gewasbescherming plaatselijk onvoldoende is doordat er te weinig middel terecht komt zal de neiging bestaan de dosering op te voeren of

de frequentie van toediening te vergroten. De meer gelijkmatige toediening per kraanvak verdient daarom de voorkeur.

De doorbraakvolumina, nodig om het middel ter plekke te krijgen in een kraanvak, zijn berekend uit het debiet van de voedingsoplossing en uit de lengtes en doorsneden van verdeel- en druppelleidingen. Gemeten en berekende doorstroomvolumina kwamen redelijk overeen. Het doorbraakvolume neemt sterk toe aan het uiteinde van de druppelleidingen.

De overtollige voedingsoplossing drainerend in de Librabakken en het water in de drainputten is bemonsterd. Na bepaling van de zuurgraad en de elektrische geleiding (EC), zijn hierin de concentraties oxamyl gemeten.

De zuurgraad in de drainputten A en B was duidelijk hoger (rond pH = 7) en die in drainput C lag het hoogst (rond pH = 7,5). De EC van het water in de drainputten vertoonde een geleidelijke toename in de tijd van januari tot juli. De relatief lage EC in drainput C was vermoedelijk het gevolg van de invloed van kwelwater (met lage EC).

Het volume drainwater opgevangen uit vijf steenwolmatten in Librabakken vertoonde grote verschillen. Daarom is de totale drainage uit de matten over het hele bedrijf benaderd uit het verschil tussen het toegediende volume water en de transpiratie door het gewas, geschat uit de globale instraling. Na toepassing in januari draineerde ongeveer 2,2 % van de toegepaste massa oxamyl uit de steenwolmatten. Bij de hoge watergiftten na toepassing in de zomer is dit berekend op 44,2 %.

In de drie drainageputten op het bedrijf zijn zo nu en dan aanzienlijke concentraties oxamyl gemeten. Sommige hoge concentraties kunnen mogelijk worden toegeschreven aan toepassing kort voor de bemonstering. In de meetperiode was de geschatte totale afvoer via de centrale drainput 8,6 % van de dosering van oxamyl, met aanname dat geen kwelwater door put A is afgevoerd. Als er wel kwelwater werd afgevoerd dan was de geschatte emissie hoger. De concentraties van oxamyl in de twee drainputten van het hoger gelegen deel van het bedrijf waren hoger dan die in de drainwaterput van het hele bedrijf. Mogelijke oorzaken zijn de invloed van kwelwater en een snellere omzetting in de verzadigde zone in het lager gelegen deel van het bedrijf.

De hoogste gehalten van oxamyl in aubergines zijn gemeten in de eerste 1 à 2 weken na de toepassing. Alle gehalten bleven beneden de wettelijke norm van 1 mg/kg.

Nadat de laatste toepassing van oxamyl eind augustus had plaatsgevonden, zijn aan het eind van de teeltperiode (november) geen residuen van oxamyl in/aan de teeltmaterialen gevonden. Bij kortere tijden tussen laatste toepassing en einde van de teelt is de kans op residuen wel aanwezig.

1 INLEIDING

In 1987 is een project gestart, getiteld: "Gedrag en emissie van bestrijdingsmiddelen in twee hydrocultuursystemen in de glastuinbouw". Reden was de enorme groei van de teelt van gewassen op substraten en de te verwachten milieu-problemen daarbij. Dit project is opgezet om in diverse aspecten van de substraatteelt meer inzicht te krijgen, te weten:

- a. Verdeling van gewasbeschermingsmiddelen in de teeltsystemen na toepassing via de voedingsoplossing.
- b. Emissie van deze middelen naar het milieu door lozing van drain-water.
- c. Emissie via teeltmaterialen, met name steenwol en plastic-folie.

In 1987 werd een eerste oriënterende proef uitgevoerd op het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas (PTG) met als doel enkele procedures van bemonstering en analyse bij kasexperimenten te testen. Deze experimenten zijn beschreven door Dekker e.a.(1988). De in deze proef onderzochte methoden voldeden aan de eisen met het oog op het daarop volgende onderzoek op het PTG en in de praktijk.

Het doel van het onderzoek, dat voor een belangrijk deel in dit rapport wordt beschreven, was om inzicht te krijgen in bovengenoemde aspecten. Dit rapport handelt over het onderzoek op een praktijkbedrijf met teelt van aubergines op steenwol. De resultaten van proeven op het PTG worden in een afzonderlijk SC-rapport beschreven door Dekker e.a. (1991).

De bestrijding van een ziekte of plaag kan het best worden uitgevoerd door elke plant afzonderlijk aan te gieten met een oplossing van het gewasbeschermingsmiddel. Arbeidskundig gezien is dit een ongewenste situatie omdat het tijdrovend en lichamelijk vermoeiend is. Bovendien zijn de risico's van blootstelling van de toepasser relatief groot. In de praktijk wordt een middel daarom via de voedingsoplossing toegediend volgens twee methoden:

- a. bij de kraan aan het betreffende kasgedeelte (kraanvak),
- b. vanuit de centrale mengbak aan de gehele kas.

In dit onderzoek zijn op het praktijkbedrijf beide methoden toegepast en is de verdeling van het middel in de kas gemeten.

Het onderzoek is uitgevoerd met het systemisch werkende insecticide en nematicide oxamyl (N,N-dimethyl-2-methylcarbamoyloxyimino-2-(methylthio)acetamide).

Mede omdat de pH van wezenlijk belang is voor de afbraak van oxamyl is tijdens het onderzoek regelmatig de pH van toegevoegde en uitgedraineerde voedingsoplossing gemeten. Teeltkundig is naast de pH ook de lineïeke elektrische geleiding (Electrical Conductivity, EC) van belang. De waarde van de EC geeft bovendien informatie over de vermenging van drainwater met grond/kwelwater. Om deze redenen zijn de waarden van pH en EC tijdens het onderzoek vastgelegd.

Voor het onderzoek naar de emissie is de concentratie van het middel in drainwater uit de steenwolmatten en in de drainputten gemeten in opeenvolgende stadia bij de afvoer. Voor dit doel zijn extra drainputten in het bedrijf ingegraven. Aan het einde van het teeltseizoen zijn de af te voeren teeltmaterialen onderzocht op de aanwezigheid van residuen van oxamyl.

2 BESCHRIJVING BEDRIJFSINRICHTING EN PROEFOPZET

Het onderzoek vond plaats op een glastuinbouwbedrijf in het Westland. Op dit bedrijf werden aubergines van het ras "Dobrix" geteeld op steenwolmatten gehuld in plastic met vrije drainage van de overvloedige voedingsoplossing. Dit houdt in dat het drainwater niet wordt opgevangen in goten, maar via het "natuurlijk" bodemprofiel en het drainagestelsel de kas verlaat. Jaarlijks wordt hier rond de jaarwisseling de kas opnieuw ingericht en een nieuwe teelt gestart. De steenwolmatten worden vernieuwd en jonge, elders opgekweekte, plantjes worden daarop geplaatst.

Het bedrijf is totaal 1,77 ha groot (tabel 1) met een plantdichtheid van 16000 aubergineplanten per ha. Het bedrijf bestaat uit twee gedeelten (fig 1): een hoog gedeelte van 0,97 ha (kraanvakken 1 t/m 6) en een circa 40 cm lager gelegen gedeelte van 0,80 ha (kraanvakken 7 t/m 10). De voedingsoplossing werd met een snelheid van 270 l/min vanuit de centrale mengbak (inhoud 600 l) naar de druppelleidingen gepompt.

Voorafgaand aan de inrichting van het bedrijf voor de teelt in 1989 zijn in december 1988 op twee plaatsen in de kassen extra drainputjes vóór de onderbemalingsput (put C) in het drainleidingensysteem ingegraven: put A aan het einde van een drainagebuis en put B aan het einde van het hoge kasgedeelte. Op deze wijze konden drainwatermonsters van verschillende gedeelten van het bedrijf worden genomen en de concentraties hierin worden vergeleken.

Tabel 1 Enkele gegevens over het praktijkbedrijf

Kraanvakken (nrs)	Oppervlakte (m ²)	Inhoud aanvoerleidingen voedingsoplossing (l)
4	1382	281
1- 6	9677	1918
7- 10	7981	1582
1- 10	17658	3500

Kraanvak 4 (fig 2) was ingericht om de verdeling van oxamyl over één kraanvak tijdens en na de toepassing vast te kunnen stellen. De inhoud van de leidingen in kraanvak 4 is berekend op 281 l, waarvan 36 l in de aanvoerleiding, 49 l in elk van de twee distributieleidingen en het resterend volume verdeeld over de 34 druppelleidingen in de plantenrijen. In dit kraanvak met 2240 planten zijn bij 40 druppelaars, één per plant, monsterflessen geplaatst, waarin de voedingsoplossing per druppelaar en per druppelbeurt kon worden opgevangen om het volume en de concentratie te bepalen.

Om vast te kunnen stellen hoeveel voedingsoplossing en oxamyl uit de steenwolmatten draineerde zijn in het kraanvak zes Librabakken geplaatst, zoals in figuur 2 is aangegeven. In elke Librabak was één steenwolmat met twee planten geplaatst.

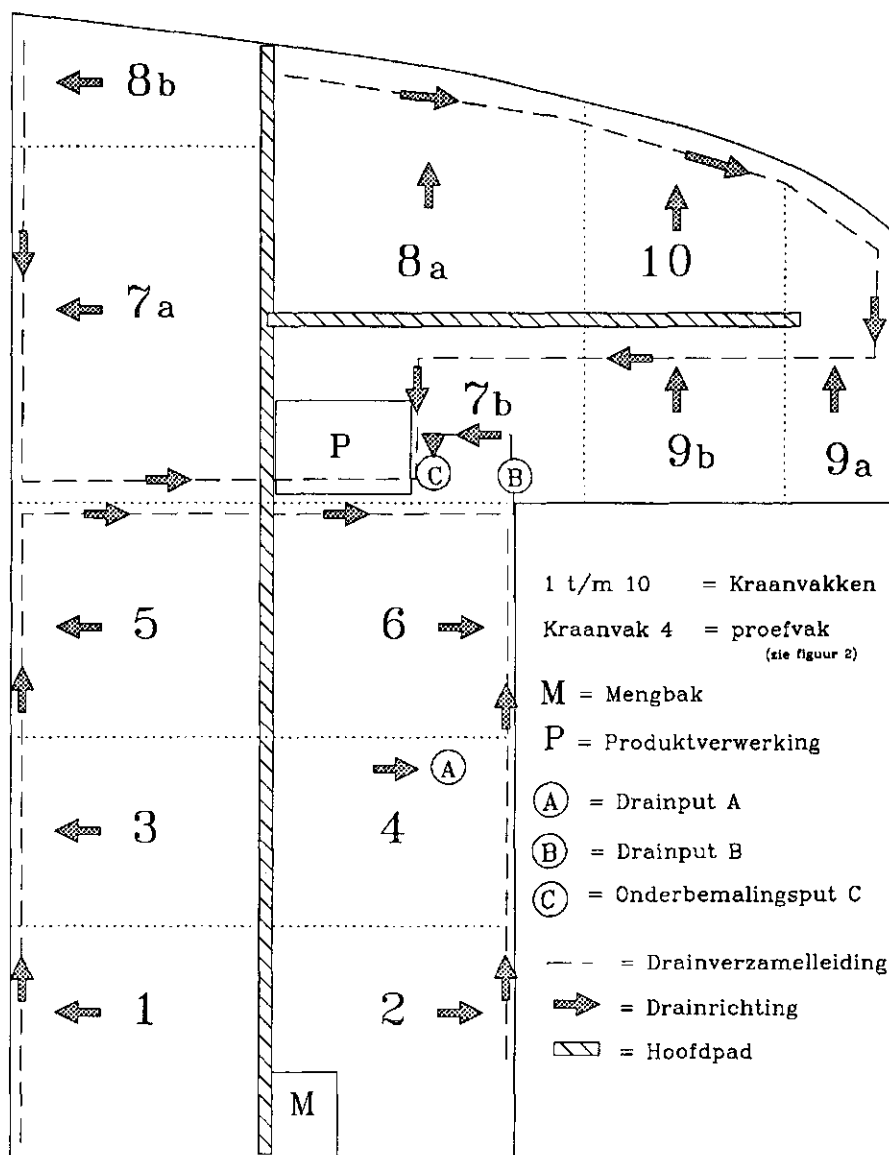


Fig. 1 *Overzicht van het praktijkbedrijf*

Bij de toediening via de mengbak was voor de bemonstering van het hele bedrijf tussen twee druppelbeurten weinig tijd beschikbaar. Daarom zijn in elk kraanvak slechts twee druppelaars bemonsterd, gelegen naast het centrale hoofdpad en dus aan het eind van de druppelleidingen. Bovendien is in de kraanvakken 1 en 10 de eerste druppelaar, aansluitend aan de aanvoerleiding, bemonsterd. Kraanvak 4 is bij deze toediening op 20 plaatsen bemonsterd, ter vergelijking met de toediening per kraanvak.

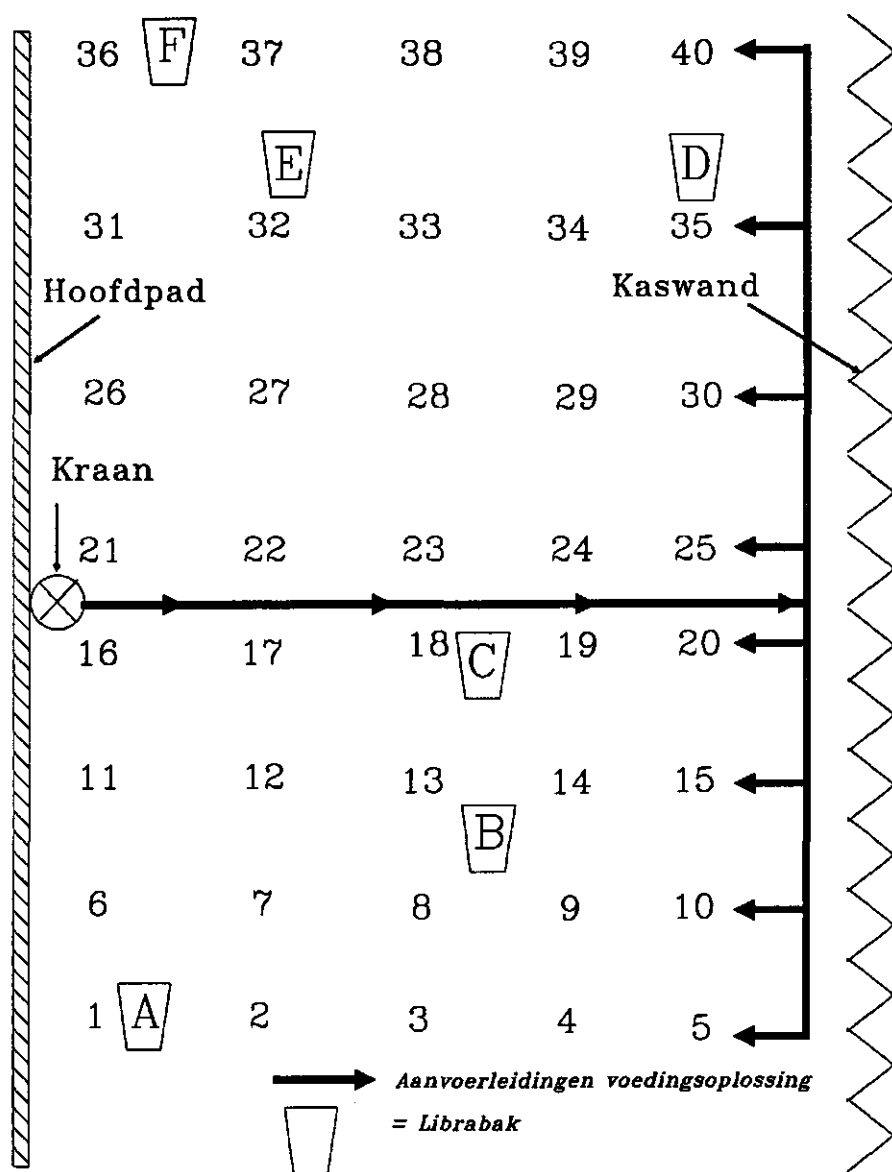


Fig. 2 Indeling kraanvak 4 met bemonsteringsplaatsen (nr 1 tot en met 40) en plaatsing van Librabakken (A tot en met F)

3 TOEDIENINGSMETHODEN VOOR OXAMYL (VYDATE L)

3.1 Toediening per kraanvak

Vrijwel alle toedieningen van oxamyl vonden plaats per kraanvak zoals gebruikelijk was op het bedrijf. De toedieningen vonden plaats in de periode van 9 januari tot 29 juni; de data zijn vermeld in tabel XII. In twee periodes was het meetprogramma het meest intensief: in de eerste periode van 9 januari tot 9 maart en in de tweede periode van 29 juni tot 5 juli.

Op het moment dat oxamyl moest worden toegepast is het volume voedingsoplossing benodigd voor het kraanvak in een tankwagentje gebracht, waarna de te doseren massa middel is toegevoegd. Bij de toepassingen in januari aan een jong gewas in kraanvak 4 bedroeg dit volume circa 140 l. Aan dit volume voedingsoplossing is 140 ml Vydate L (250 g oxamyl per liter) toegevoegd. Na mengen in het tankwagentje werd de oplossing in het aanvoerleidingensysteem van het kraanvak gepompt. Tijdens deze periode duurden de eerste en de zesde druppelbeurt, op de zesde dag waarin ook oxamyl is toegediend, respectievelijk 210 s en 285 s, bij een overdruk van 10 kPa. De tussentijdse en de erop volgende beurten, vanuit de centrale mengbak, duurden slechts 49-68 s bij overdrukken van 75 - 50 kPa. Op 28 juni is bij een volgroeid gewas dezelfde toepassingswijze gevolgd, nu echter met circa 200 l voedingsoplossing en 280 ml Vydate L.

3.2 Toediening vanuit de centrale mengbak

Voorafgaand aan de toediening op 9 juli van Vydate L is met behulp van rood ijzerchelaat (Fe-EDDHA) in de voedingsoplossing vastgesteld in hoeveel druppelbeurten een middel vanuit de mengbak in de verschillende kraanvakken terecht komt. In tabel 2 is met de tekens + en - het al of niet aanwezig zijn van de ijzerchelaat-oplossing bij de druppelaars langs het hoofdpad aangegeven. Uit deze tabel blijkt dat het middel tussen de derde tot en met de vijfde druppelbeurt bij de planten aan het hoofdpad terecht kwam. De bemonsteringen na de toepassing van Vydate L zijn op deze waarnemingen afgestemd.

Vóór de start van het pompen van voedingsoplossing vanuit de centrale mengbak is 100 ml Vydate L aan de daar aanwezige oplossing toegevoegd; vervolgens is iedere halve minuut 100 ml toegevoegd. Het duurde 18 min voordat alle kraanvakken in het bedrijf een druppelbeurt hadden gehad; zodoende is totaal 3600 ml Vydate L toegediend. De laatste halve minuut is géén Vydate L toegediend.

Tabel 2 Druppelbeurten waarbij ijzerchelaat-oplossing verscheen bij de planten langs het hoofdpad na toediening vanuit de mengbak

Kraanvak	Druppelbeurt nummer					
	1	2	3	4	5	6
1	-	-	-	+++	++	-
2	-	-	-	+++	++	-
3	-	-	-	+++	+	-
4	-	-	++	+++	+	-
5	-	-	++	++	-	-
6	-	-	++	++	-	-
7	-	-	-	+++	++	-
8	-	-	+	+++	++	-
9	-	-	-	+++	++	-
10	-	-	-	++	++	-

- = géén ijzerchelaat zichtbaar

+,++,+++ = zichtbaarheid ijzerchelaat

4 MONSTERNAME EN ANALYSEMETHODEN

4.1 Voedingsoplossing uit druppelaars

Bij de toepassing in januari is de voedingsoplossing bij de plantjes opgevangen in maatcilinders van 100 ml. Na registratie van het volume en homogeniseren, is circa 3 ml gefiltreerd over een 0,45 μm filter (Millex^R-HV₁₃, Millipore) en circa 2 ml hiervan opgevangen in een monstervaatje. Het resterende volume voedingsoplossing in de maatcilinder is vervolgens bij de betreffende plant terug gegoten. Bij aankomst op het laboratorium konden de monstervaatjes direkt in de monsterwisselaar voor de vloeistof-chromatografische (HPLC) analyse worden geplaatst.

Bij de toepassing in juni moest een andere werkwijze worden gevolgd; de tijdsduur tussen de druppelbeurten was te kort om de hiervoor beschreven handelingen uit te voeren. Glazen flessen met goed afsluitbare schroefdoppen zijn toen onder de druppelaars geplaatst, steeds een nieuwe serie flessen per druppelbeurt. Om te voorkomen dat de betreffende planten een tekort aan voedingsoplossing c.q. gewasbeschermingsmiddel kregen, zijn deze later met de hand aangegoten. De verzamelde watermonsters zijn in de afgesloten flessen meegenomen naar het laboratorium en daar gereed gemaakt voor HPLC-analyse, zoals hiervoor beschreven. De massa voedingsoplossing in de flessen is bepaald door weging. De bovenweger (Mettler PC4400) was m.b.v. het programma Varos (Meson Productions B.V.) gekoppeld aan een draagbare personal computer (Toshiba T1200H), zodat direkte verwerking in een spreadsheet mogelijk was. Tijdens de toepassing vanuit de mengbak in juli is dezelfde methode gevolgd als beschreven voor juni. In kraanvak 4 zijn nu 20 van de 40 plaatsen bemonsterd omdat de tijd tussen de druppelbeurten te beperkt was om tijdens dezelfde druppelbeurt het hele bedrijf te bemonsteren.

In de monsters verkregen door filtratie (0,45 μm) van de voedingsoplossingen is m.b.v. HPLC de concentratie oxamyl bepaald. Afhankelijk van de via een oriënterende meting geschatte concentratie, is 10 tot 100 μl van het monster met een monsterwisselaar met automatische injector op een reversed-phase C₁₈ HPLC kolom gebracht (lengte 15 cm; diameter 4,6 mm; temperatuur 40 °C). Na een post-column reactie werd oxamyl gedetecteerd met een fluorescentie detector. Het piekoppervlak is bepaald met behulp van een integrator. Voor details van de HPLC-methode zie Dekker & Houx (1983).

4.2 Gedraineerde voedingsoplossing

Vanaf de eerste toepassing van oxamyl op 9 januari tot 9 maart (periode I) is het volume voedingsoplossing, dat in de Librabakken draineerde, geregistreerd. Vanaf de toepassing van oxamyl op 28 tot en met 5 juli (periode II) juni is opnieuw het volume drainwater gemeten.

Om de twee à drie dagen is de voedingsoplossing die in de Librabakken draineerde m.b.v. een elektrische vacuümpomp (Vedder, type: NK 020 E) opgezogen in maatcilinders van 1000 ml. Na aflezing van het volume is een gedeelte van het drainwater in een glazen fles (250 ml) overgebracht en meegenomen naar het laboratorium ter bepaling van de oxamyl-concentratie.

Van januari tot en met juli is eveneens het drainwater dat in de drainputten A, B en C stroomde regelmatig bemonsterd en geanalyseerd. In een plastic emmer, gemonteerd aan een houten lat van circa 1 m, is onder de uitstroomopening van de buizen een ruim volume drainwater opgevangen. Hiervan is een deel overgebracht in een glazen fles van 250 ml en vervolgens, maximaal drie weken, bij 4 ± 2 °C opgeslagen tot de analyse.

Van het drainwater in de Librabakken en in de putten zijn, voorafgaand aan de oxamyl-concentratie bepaling, de EC en de pH-waarden gemeten.

De relatief lage concentraties van oxamyl in het drainwater uit de putten konden niet rechtstreeks worden bepaald via HPLC. Om toch snel deze concentraties vast te stellen is gedurende de looptijd van het project een aanvulling op de HPLC-analyse ontwikkeld (Dekker, Aben & Houx, 1990). Door preconcentrerende op adsorptie-kolommetjes, gevolgd door desorptie met de mobiele fase voor de HPLC-analyse, was het mogelijk oxamyl uit een monstervolume tot 2 ml op de analytische kolom te brengen.

4.3 Vruchten

Op 0, 1, 3, 7, 12, 19, 26, 33 en 40 dagen na de toediening op 28 juni zijn vruchten verzameld om hierin eventuele residuen van oxamyl te bepalen. De vruchten zijn verzameld uit de kraanvakken die op de betreffende dagen werden geoogst en daarna opgeslagen in een diepvrieskast en ter analyse opgestuurd naar het Instituut CIVO-Analyse TNO te Zeist.

4.4 Teeltmaterialen

Aan het einde van de teelt, in november, zijn van enkele plaatsen in het bedrijf materialen verzameld. Dit betrof: a) steenwol, b) polyetheen-folie en c) bladeren van aubergineplanten. Deze materialen worden na het teeltseizoen afgevoerd als afval, waarna recycling of verbranding volgt. Het plantaardig materiaal wordt gecomposteerd. Deze materialen zijn verzameld om hierin eventuele residuen van oxamyl te bepalen.

De afmetingen van de steenwolmatten zijn: 100 x 15 x 7,5 cm (l x b x h). Van twee matten zijn in totaal zes strookjes van elk 1 cm dwars op de lengterichting uitgesneden. Het restant voedingsoplossing is uit de strookjes geperst en gefiltreerd door een 0,45 µm filter. In het filtraat is de oxamyl-concentratie na preconcentrerende (zie Hoofdstuk 4.2) bepaald. Vervolgens is na toevoeging van 50 ml water de steenwol gedurende 10 min in een ultrasoon bad (Bransonic 52) behandeld. Dit waterig extract is ook uitgeperst

en op dezelfde wijze behandeld als de resterende oplossing in de steenwolmat. Ter bepaling van de recovery is aan het geëxtraheerde water van drie van de zes porties steenwol een bekende massa oxamyl toegevoegd. Aan de zes aldus uitgeperste porties steenwol is 50 ml aceton toegevoegd waarna zij andermaal 10 min in het ultrasoon bad geplaatst zijn. Deze extractie-procedure is herhaald en de verzamelde aceton-extracten zijn met een rotatie-film verdamper drooggedampt. De droogrest is opgenomen in 10 ml water en op dezelfde wijze verwerkt als de waterextracten.

Van het polyetheen-folie onder de steenwolmatten zijn in drievoud stukken van 10 x 10 cm in kleinere stukjes geknipt en geëxtraheerd met 5 ml water. In dit water-extract is, na filtratie, de oxamyl-concentratie bepaald. Vervolgens zijn dezelfde stukjes plastic folie geëxtraheerd met 5 ml aceton en op dezelfde wijze verwerkt als hiervoor beschreven bij de steenwolmat-extracten.

In drievoud is circa 25 g blad van de aubergineplanten afgewogen en in stukjes geknipt. De monsters zijn m.b.v. een "High Speed Homogenizer" (Breda Scientific) gedurende 10 min gehomogeniseerd in 50 ml aceton. Het extract is geconcentreerd, weer opgenomen in 10 ml water en geanalyseerd volgens de HPLC procedure.

5 RESULTATEN EN BESPREKING

5.1 Metingen van pH en EC

Vanaf het begin van de proeven op 9 januari tot aan het eind van het teeltseizoen in november zijn regelmatig de pH en de EC gemeten in de voedingsoplossing, de Librabakken en in de drainputten. In figuur 3 is het verloop van de pH in de voedingsoplossing en in de drainputten weergegeven. De pH van de voedingsoplossing varieerde van 5,0 tot 5,4. De pH van het drainwater was minstens 1,5 pH-eenheid hoger dan die van de voedingsoplossing. In put B varieerde die veelal tussen 6,5 en 7,2; put A had een iets hogere pH en put C de hoogste. De stijgingen en dalingen voor de drie putten vertoonden deels hetzelfde beeld.

De hogere pH in de drainputten ten opzichte van die van de voedingsoplossing wordt mede veroorzaakt doordat aubergineplanten in het vruchtstadium meer anionen dan kationen opnemen waardoor de pH in het proceswater stijgt. Dit is bevestigd door een stijging van de pH in het uit de steenwolmat drainerende water opgevangen in de Librabakken op het moment dat de eerste vruchten in februari verschenen. In deze periode is de hoogste pH gemeten, tot pH = 8,4, in de Librabakken waarin het kleinste volume draineerde. Een andere oorzaak is ophoping van HCO_3^- door worteluitscheiding of door vastlegging van door de wortels uitgescheiden CO_2 , afkomstig van de wortelademhaling.

De pH is van belang voor de omzettingssnelheid van oxamyl; met name boven pH = 7 kan hydrolyse plaatsvinden. Ten aanzien van de milieubelasting zou het gunstig kunnen zijn dat in de onderbemalingsput C altijd de hoogste pH gemeten is. De mate van omzetting is afhankelijk van de hydrolysesnelheid en van de verblijftijd in de put.

De metingen van de EC zijn weergegeven in figuur 4. Deze figuur geeft aan dat in het begin van het onderzoek de EC-waarde van put A iets onder 3 mS/cm lag. Vanaf half februari is de watergift verhoogd en steeg de EC in put A tot iets boven 3 mS/cm. De EC van de voedingsoplossing wordt bijgesteld aan de hand van de EC gemeten in de oplossing drainerend uit de steenwolmat. Dit blijkt duidelijk uit het feit dat in de periode waarin de EC in de drainputten steeg, de EC van de voedingsoplossing daalde.

Put A had altijd de hoogste EC-waarden en put C de laagste. Dat in put C de laagste waarde is gemeten hield verband met de verdunning van drainwater door kwelwater dat een lagere EC heeft. Tussen de twee uitersten van put A en C, die maximaal een factor twee verschilden, lag de wat grilliger verlopende lijn voor put B. Dit is een aanwijzing dat ook in put B kwelwater terechtkomt.

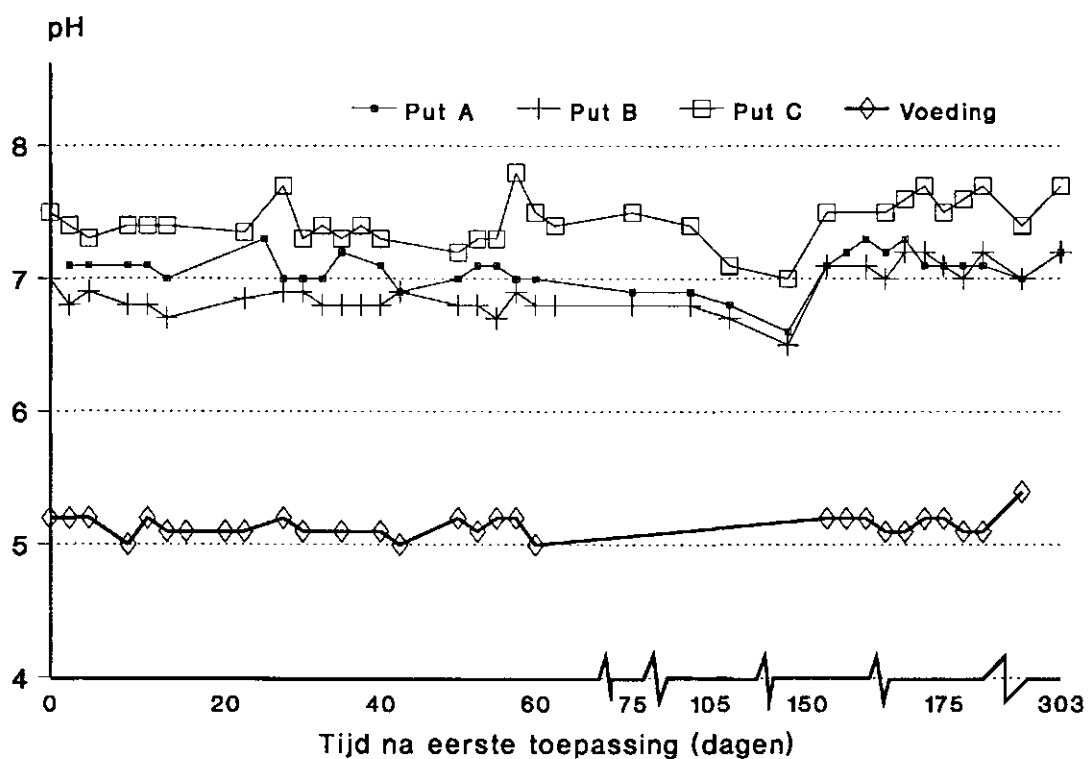


Fig. 3 Verloop van de pH in de voedingsoplossing en in de drainputten A, B en C

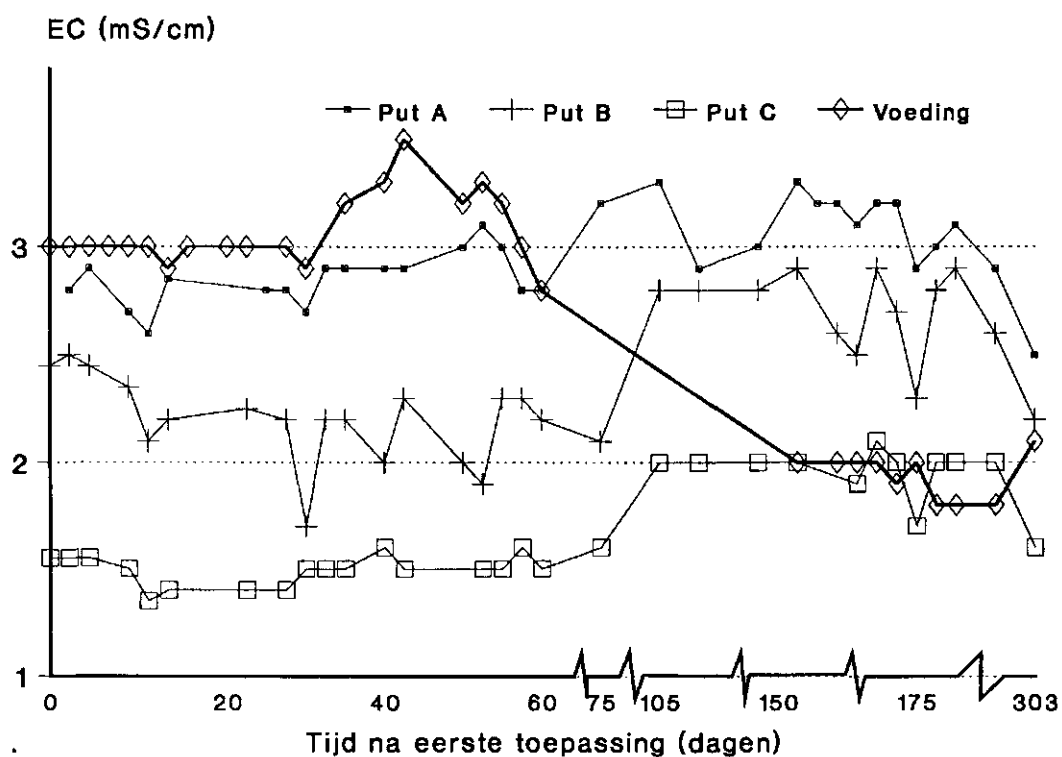


Fig. 4 Verloop van de EC in de voedingsoplossing en in de drainputten A, B en C

5.2 Waterverbruik

De interpretatie van de meetgegevens is bemoeilijkt door het hoogteverschil in de twee gedeelten van het bedrijf (zie Hoofdstuk 2). In het lage gedeelte kon kwelwater van buiten worden verwacht dat via de onderbemalingsput moest worden afgevoerd. Om de waterstromen te kwantificeren is gemeten: a) hoeveel water is toegediend als voedingsoplossing, b) hoeveel hiervan draineerde in de Librabakken en c) hoeveel uit de onderbemalingsput C is afgevoerd.

Het volume van de toegediende voedingsoplossing is gemeten door registratie van de watermeterstanden en door meting van het volume voedingsoplossing dat per druppelaar is afgegeven. Het in de Librabakken drainerende volume is gedurende perioden I en II gemeten met maatcilinders van 1000 ml (zie Hoofdstuk 4.2). De verschillen tussen de volumina gedraineerd in de Librabakken bleken zo groot te zijn, dat een schatting nodig was van de grootte van de drainage uit de matten, op basis van de transpiratie door het gewas. Gedurende zes dagen in juni is uit de instraling berekend wat de massa van de door het gewas getranspireerde vloeistof was, op basis van de relatie tussen instraling en transpiratie bij planten. De watergift verminderd met de berekende verdamping leverde een schatting van het volume drainwater. De gewastranspiratie (E , mm.d^{-1}) is berekend uit de gemeten globale straling (S , $\text{J.cm}^{-2}.\text{d}^{-1}$) boven het kasdek volgens de Graaf en van den Ende (1981):

$$E = 1,75 \cdot 10^{-3} S$$

Het was de bedoeling om de afvoer van water vanuit drainput C te meten. Het afgevoerde volume is bepaald d.m.v. registratie van de bedrijfstijd van de pomp in drainput C met een recorder. Gedurende het onderzoek ontstonden met deze registratie regelmatig problemen, omdat de recorder storingen vertoonde en omdat de pomp gedurende langere perioden niet schakelde op de vlottereschakelaar in de put, en vervolgens continu aanstond. Daarom is de bijdrage van de kwel in de afvoer uit drainput C niet te schatten.

Het totale waterverbruik van het bedrijf, bepaald via de watermeter en volgens berekening uit het aantal druppelbeurten, is gegeven in tabel 3. De stand van de watermeter is opgenomen bij de start van de teelt op 21 december 1988, terwijl het volume gedoseerd via de druppelbeurten berekend is vanaf de start van de proef op 9 januari 1989. Tijdens periode I is het volume per druppelbeurt opgevoerd van 50 ml naar 100 ml per druppelaar. In totaal zijn op 28800 aubergineplanten 154 druppelbeurten toegepast met een berekend totaal volume van 396 m^3 voedingsoplossing. Gedurende periode II zijn 165 druppelbeurten gegeven van 140 ml per druppelaar, resulterend in een totaal volume van 665 m^3 .

Het via de druppelbeurten berekende waterverbruik in de eerste periode is veel kleiner dan het verbruik bepaald via de standen van de watermeter. Bij de start van de teelt op 21 december 1988 moesten de steenwolmatten nog met voedingsoplossing verzadigd worden waardoor voor de periode tot 9 januari 1989 een verbruik van ongeveer 200 m^3 geschat kan worden. Er is dan voor beide proefperioden een redelijke overeenstemming tussen gemeten en geschat waterverbruik.

Tabel 3 Meting en schatting van het waterverbruik op het praktijkbedrijf

	(m ³)
Verbruikt volgens watermeter	
21 december 1988 tot 9 maart 1989	643
30 juni tot 5 juli 1989	707
Gedoseerd volume volgens druppelbeurten	
9 januari tot 9 maart 1989	396
30 juni tot 5 juli 1989	665

Uit de instralingsgegevens van periode II is de transpiratie door het gewas berekend (Hoofdstuk 5). Het waterverbruik in deze periode verminderd met deze transpiratie levert een schatting van de drainage uit de steenwolmatten. De gemeten en berekende waarden zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 Instraling van licht, watergift, transpiratie en drain voedingsoplossing over het hele bedrijf gedurende periode II

Datum	Gemeten instraling (J.cm ⁻² .d ⁻¹)	Gemeten watergift (m ³)	Berekende transpiratie (m ³)	Berekende drain (m ³)	Drainerende fractie
30 juni	2628	143	87	56	0,39
1 juli	562	39	21	18	0,46
2 juli	697	47	25	22	0,47
3 juli	2786	163	88	75	0,46
4 juli	2838	163	89	74	0,45
5 juli	2779	152	81	71	0,47

De transpiratie in mm water is omgerekend naar volumina (m³) voor de bedrijfsgrootte van 1,77 ha. Op de bewolkte dagen 1 en 2 juli is duidelijk minder water gegeven. Door de lagere instraling is ook de transpiratie door het gewas lager. Opvallend is dat de drainerende fractie op de bewolkte dagen niet veel verschilde van die op de zonnige dagen.

5.3 Verdeling voedingsoplossing over de planten

Tijdens en na de toediening van het gewasbeschermingsmiddel met de voedingsoplossing zijn de door de druppelaars afgegeven volumina gemeten. Het gemiddelde volume per druppelaar afgegeven bij de eerste toediening aan het kraanvak op 9 januari (tabel 5) bedroeg 62,3 ml. Tijdens de zesde druppelbeurt op de zesde dag vond een tweede toediening van oxamyl aan het kraanvak plaats en is per druppelaar gemiddeld 66,9 ml gedoseerd. Het verschil in deze volumina wordt veroorzaakt doordat in het tankwagentje geen exact volume voedingsoplossing is afgemeten, maar een volume van circa 140 l voor de 2240 druppelaars (Hoofdstuk 3.1). Tijdens de tussenliggende beurten is een kleiner volume per druppelaar gedoseerd. De bedrijfscomputer was ingesteld op een

te doseren volume van 50 ml per druppelaar. Niet alle volumemetingen bij de druppelaars zijn meegeteld bij de berekening van het gemiddelde volume omdat door één van de uiterste druppelleidingen, met 35 in plaats van 70 druppelaars, soms volumina tot meer dan 250 ml zijn gedoseerd. Deze grote volumina zijn niet meegenomen bij de berekening van de standaard deviatie. De standaarddeviaties berekend voor de andere druppelaars zijn relatief laag.

Tabel 5 *Gemiddeld volume per druppelaar per druppelbeurt tijdens en na de toediening van het gewasbeschermingsmiddel via de voedingsoplossing. Toediening per kraanvak op 9 januari 1989*

Druppelbeurt	Aantal metingen	Gemiddeld volume (ml)	Standaard deviatie (ml)
1 ^{a)}	40	62,3	3,9
2	39	45,1	9,4
3	37	48,6	4,2
4	39	51,9	7,3
5	39	51,8	5,5
6 ^{a)}	39	66,9	6,9
7	40	43,9	5,5
8	38	48,8	4,1

^{a)} = tijdens toediening

Bij de toediening aan het kraanvak in juni is de benodigde dosis oxamyl in een volume van gemiddeld 82,7 ml toegediend (tabel 6). Nu is een volume van circa 200 l voedingsoplossing voor de 2240 druppelaars in het tankwagentje gebracht, hetgeen overeenkomt met een berekend volume van 89,3 ml per druppelaar. De bedrijfscomputer was ingesteld op een te doseren volume van 150 ml per druppelbeurt. De uiterste druppelleidingen, die in januari te grote volumina per druppelaar afgaven, waren nu gerepareerd zodat alle bemonsterde plaatsen bij de berekening van de standaarddeviaties gebruikt konden worden. Ook nu zijn de berekende standaarddeviaties relatief laag.

Tabel 6 *Gemiddeld volume per druppelaar per druppelbeurt tijdens en na de toediening van het gewasbeschermingsmiddel via de voedingsoplossing. Toediening per kraanvak op 29 Juni 1989*

Druppelbeurt	Aantal metingen	Gemiddeld volume (ml)	Standaard deviatie (ml)
1 ^{a)}	40	82,7	9,7
2	40	127,9	13,3
3	40	145,6	17,1
4	40	146,6	16,8
5	4	149,0	12,8

^{a)} = tijdens toediening

Bij toediening van oxamyl via de centrale mengbak in juli was de bedrijfscomputer ook ingesteld op een af te geven volume van 150 ml per druppelaar. In tabel 7 zijn de volumemetingen in kraanvak 4 weergegeven en in tabel 8 de metingen in de andere kraanvakken verdeeld over het hele bedrijf. Over het hele bedrijf is een grotere spreiding in

de volumina van de druppelbeurten gemeten dan over kraanvak 4. Deze volumemetingen kunnen niet helemaal met elkaar worden vergeleken omdat voor kraanvak 4 de druppelaars verdeeld over de helft van het kraanvak zijn gemeten en voor het hele bedrijf waren dit steeds druppelaars aan het begin of aan het einde van de druppelleidingen.

Tabel 7 *Gemiddeld volume per druppelaar per druppelbeurt tijdens en na de toediening van het gewasbeschermingsmiddel via de voedingsoplossing. Toediening via mengbak op 10 juli 1989.*
Volumina kraanvak 4

Druppelbeurt	Aantal metingen	Gemiddeld volume (ml)	Standaard deviatie (ml)
2	20	149,1	17,0
3	20	149,8	16,2
4	20	149,1	16,0
5	20	150,3	16,3
6	20	150,6	15,9
7	20	151,0	16,1

Tabel 8 *Gemiddeld volume per druppelaar per druppelbeurt tijdens en na de toediening van het gewasbeschermingsmiddel via de voedingsoplossing. Toediening via mengbak op 10 juli 1989.*
Volumina hele bedrijf

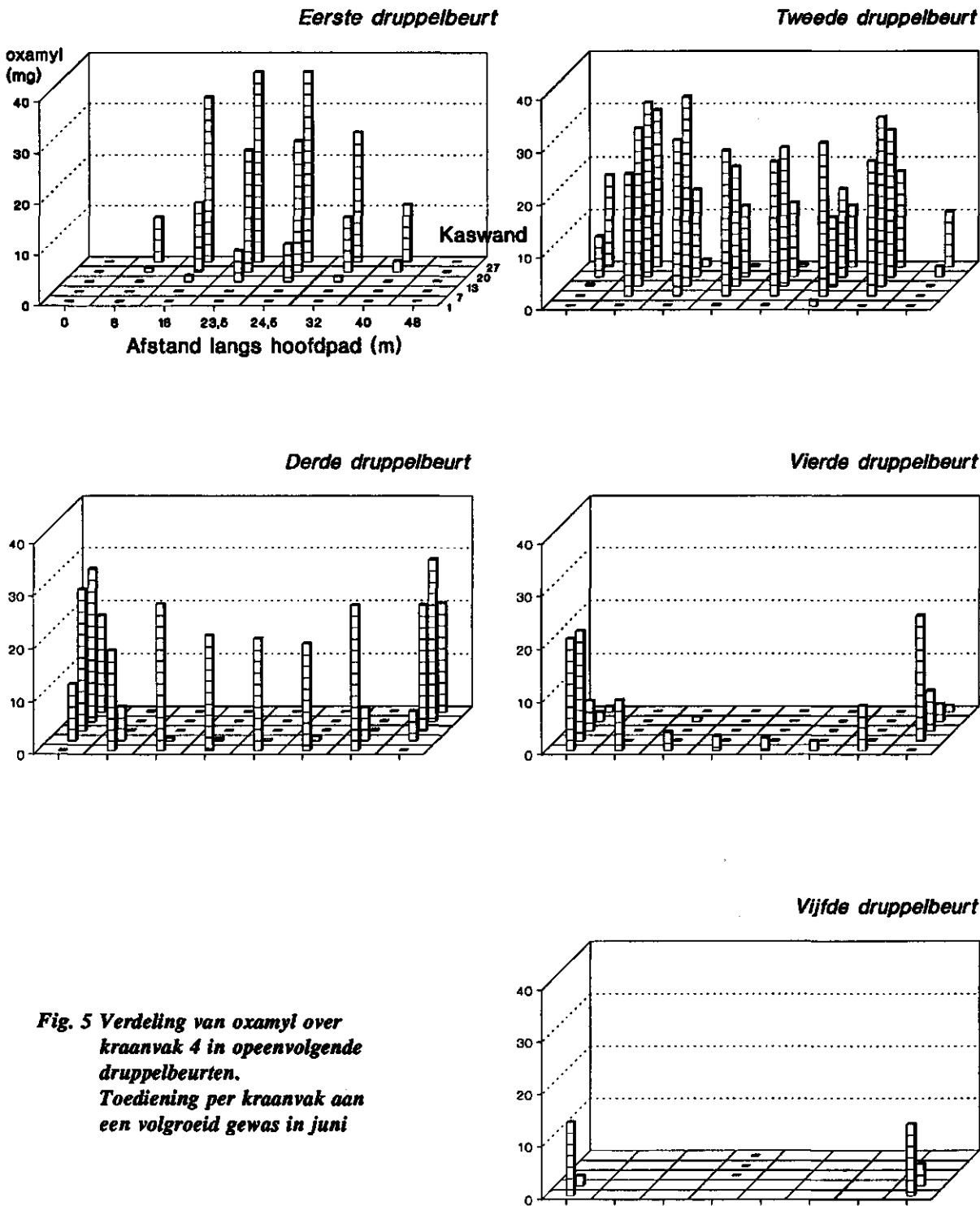
Druppelbeurt	Aantal metingen	Gemiddeld volume (ml)	Standaard deviatie (ml)
2	18	150,6	27,0
3	20	156,1	26,8
4	19	157,1	28,0
5	20	156,9	27,5
6	20	158,1	27,4
7	20	158,4	27,3

5.4 Verdeling oxamyl over de planten

In alle monsters verzameld uit de druppelaars is de oxamyl-concentratie bepaald en omgerekend naar de massa (mg) die per druppelbeurt per plant gedoseerd is. In fig 2 is de situering van de bemonsteringspunten bij de druppelaars t.o.v. de aanvoerleidingen weergegeven.

In fig 5 is de verdeling van oxamyl bij de toediening per kraanvak in juni weergegeven. Deze doseringen zijn driedimensionaal uitgezet zodat duidelijk zichtbaar is hoe het middel zich met druppelbeurten van telkens 150 ml over kraanvak 4 verdeelde. De planten die het dichtst bij de aanvoerleiding stonden ontvingen bij toediening per kraanvak in de eerste druppelbeurt reeds hun volledige dosis. Na de derde druppelbeurt zijn bijna alle planten voorzien van de benodigde dosis middel. De verst verwijderde planten, op het einde van de laatste druppelleiding, ontvingen pas in de vierde en vijfde druppelbeurt

hun dosis. In juni (hoog gewas, hoge transpiratie) kregen alle planten in het vak meer dan vijf druppelbeurten per dag en daardoor ontvingen zij op dezelfde dag hun benodigde dosis oxamyl.



	Kaswand								
Toediening per	12,1	12,9	12,0	11,4	12,3	13,8	12,6	39,4	27 m
kraanvak aan een	11,8	12,4	11,3	10,7	11,9	10,1	12,4	18,6	20 m
jong gewas,									
in januari.	10,8	12,4	14,0	10,4	11,6	12,3	11,1	15,4	13 m
<u>Berekend:</u>	11,3	12,1	12,1	12,7	9,5	11,7	8,9	13,9	7 m
15,6 mg/plant	0,5	13,6	11,9	20,4	10,0	13,1	13,4	0,01	1 m

----- Looppad -----

Toediening per	36,7	38,7	33,6	37,6	37,8	37,3	29,6	32,5
kraanvak aan een	38,4	34,0	31,2	37,4	39,9	27,6	30,0	35,9
volgroeid gewas,								
in juni.	33,0	30,2	37,3	29,0	33,9	14,4	32,5	31,6
<u>Berekend:</u>	33,5	29,9	30,2	28,1	25,9	30,1	32,4	33,6
31,3 mg/plant	35,2	28,8	31,3	24,8	23,7	23,1	36,2	13,5

Toediening vanuit	19,3	24,7	19,4	16,9				
mengbak aan een	22,5	20,9	20,9	22,9		niet		
volgroeid gewas,						bemon-		
in juli.	15,5	16,4	22,5	28,6		sterde		
<u>Berekend:</u>	17,3	19,5	16,9	18,6		plaatsen		
31,3 mg/plant	13,1	15,6	21,2	16,9				

Fig. 6 Massa totaal gedoseerd oxamyl (mg) bij toedieningen per kraanvak en vanuit de mengbak tijdens verschillende groeistadia van aubergineplanten in kraanvak 4

Gemiddeld is in juni 32,4 mg oxamyl per plant gedoseerd (tabel 9, tweede kolom getallen); dit is goed in overeenstemming met de berekende dosering van 31,3 mg per plant (103,6 %). Bij twee druppelaars (fig 6., midden deel) is een lagere dosering vastgesteld: één druppelaar betrof een uiterste plaats in het kraanvak (13,5 mg), de andere bevond zich midden in de kas (14,4 mg). Voor deze lage doseringen is geen verklaring te geven, ook niet met de theoretische benadering uit hoofdstuk 5.5.

De verdeling van de toediening per kraanvak in januari verliep volgens eenzelfde **890** voorstschrijdend golfpatroon als driedimensionaal wordt getoond in fig. 5 voor de toediening in juni. In januari (jong gewas, lage transpiratie) is echter maar één druppelbeurt van 50 ml per dag gegeven en duurde het acht dagen voordat de laatste planten oxamyl ontvingen. Het is voorstelbaar dat dit te lang duurt bij een zich snel ontwikkelende plaag.

De totale massa's oxamyl die de individuele planten van kraanvak 4 in de drie proeven ontvangen hebben zijn weergegeven in fig. 6, bovenste deel. Uit de totalen van de toediening per kraanvak in januari blijkt dat de uiterste druppelaars nog nauwelijks middel hebben afgegeven nl. 0,01 en 0,5 mg. Verder blijkt dat een deel van de druppelaars in de uiterst rechtse druppelleiding een duidelijk hogere dosering afgaf (13,9 - 39,4 mg) dan de rest. Bij de berekening van de gemiddelde dosis zijn deze duidelijke uitschieters niet meegenomen. Het gemiddelde van de gemeten dosering was 12,1 mg, wat 77,5 % van de berekende gift was (tabel 9, eerste kolom getallen).

De hoge doseringen hangen samen met de grote volumina die op deze plaatsen zijn afgegeven (Hoofdstuk 5.3). Het is aannemelijk dat ook te grote volumina afgegeven zijn door een aantal van de niet bemonsterde druppelaars in dit kraanvak. Mogelijk zijn de te lage gemiddelde waarden van de gemeten volumina in januari hieraan te wijten. Een theoretische verklaring voor de lage waarden bij de uiterste druppelaars in januari volgt in Hoofdstuk 5.5.

De verdeling van oxamyl over de druppelbeurten in kraanvak 4, bij de toediening vanuit de centrale mengbak in juli, verliep op dezelfde wijze als in fig. 5 is gepresenteerd voor de toediening per kraanvak in juni. De gemiddelde dosering in kraanvak 4 gemeten bij de toediening vanuit de centrale mengbak bedroeg 19,5 mg per plant; dit is 64,9 % van de berekende dosering (tabel 9, derde kolom getallen).

De gemiddelde dosering voor de monsterplaatsen over het hele bedrijf bedroeg 13,3 mg per plant; dit is slechts 42,5 % van de berekende dosering (tabel 9, vierde kolom getallen).

Van de toepassing uit de centrale mengbak in juli zijn in tabel 10 de totaal gedoseerde massa's oxamyl voor de druppelaars verdeeld over het hele bedrijf weergegeven. Hoewel de eerste druppelbeurt tijdens deze toediening niet bemonsterd is, wordt het onwaarschijnlijk geacht dat deze beurt reeds oxamyl bevatte bij de bemonsterde druppelaars langs het hoofdpad (Hoofdstuk 3.2, tabel 2). De weergegeven lage doseringen kunnen elders in het bedrijf door veel hogere doseringen zijn gecompenseerd. Een indicatie hiervoor is de vroege en relatief hoge dosering, die de beide eerste druppelaars na de aanvoerleiding in de kraanvakken 1 en 10 kregen. Dit zijn de enige bemonsterde plaatsen, waar bij de eerste druppelbeurt tijdens de toediening wel oxamyl kan zijn afgegeven.

Ook is het niet uitgesloten dat de achtste druppelbeurt in de kraanvakken 5, 8b en 9b nog middel bevatte, omdat op deze plaatsen in de zevende druppelbeurt nog oxamyl werd gemeten.

Tabel 9 *Gemeten en berekende massa oxamyl per plant bij twee wijzen van toedienen*

Toediening Proef in:	per kraanvak		vanuit de mengbak	
	januari	juni	juli	
Kraanvak(ken)	4	4	4	1-10
Aantal metingen	34	38	20	14
Gemeten toediening, gemiddeld (mg)	12,1	32,4	19,5	13,3
Standaard deviatie (mg)	1,9	4,4	3,4	3,6
Berekende toediening (mg)	15,6	31,3	31,3	31,3
Gemeten/berekende toediening (%)	77,5	103,6	64,9	42,5

Tabel 10 *Verdeling van oxamyl over het hele bedrijf bij toediening via de centrale mengbak in juli*

Kraanvak	Bemonsteringsplaats ^{a)}			Bepaalde massa oxamyl	
	A	B	C	(mg)	beurtnrs.:
1	X			19,4	2,3 en 6 ^{b)}
10	X			24,5	2 - 3 ^{b)}
1		X		7,0	3 - 5
			X	7,7	4 - 6
2		X		> 3,0	4 - 6 ^{c)}
			X	7,6	4 - 6
3		X		13,2	4 - 6
			X	10,5	4 - 6
5		X		16,4	3 - 5
			X	9,0	5 - 7 ^{d)}
6		X		15,1	3 - 5
			X	17,4	3 - 5
7 a		X		13,7	4 - 6
7 a			X	16,1	4 - 6
8 a		X		13,9	4 - 6
8 b			X	14,9	5 - 7 ^{d)}
9 a		X		17,2	3 - 5
9 b			X	3,9	5 - 7 ^{d)}
10		X		16,0	4 - 6
			X	14,3	4 - 5

- a) A = Begin druppelleiding
 B = Einde van de eerste druppelleiding
 C = Einde van de middelste druppelleiding
 b) = Druppelbeurt nr. 1 ontbreekt
 c) = Druppelbeurt nr. 5 ontbreekt
 d) = Druppelbeurt nr. 8 ontbreekt

Bij de toediening vanuit de centrale mengbak in juli was de spreiding van de dosering tussen de druppelaars in kraanvak 4 vergelijkbaar met de toediening per kraanvak in juni (tabel 9, getallen kolom 2 en 3). Bij deze toediening in juli was de berekende dosering ook 31,3 mg per plant, maar de gemeten dosering was veel lager. Een dosering van 42,5 % van de gewenste dosering bij toediening vanuit de centrale mengbak gemeten over het hele bedrijf kan aanleiding geven tot een herhaling van de toediening zodra de bestrijding niet effectief blijkt. De kans op slechte bestrijding is groot op die plaatsen waar te weinig middel wordt gedoseerd. Bij de toediening vanuit de centrale mengbak, zoals in juli, is een gelijkmatige verdeling van het middel over het hele bedrijf niet te realiseren. Opmerkelijk is dat de berekende dosering alleen bij de toepassing per kraanvak in juni bereikt is.

5.5 Schatting van het doorbraakvolume in een kraanvak

Berekend is welk volume voedingsoplossing toegediend moet worden in kraanvak 4 voordat het eerste middel uit een druppelaar komt; dit is het doorbraakvolume. Voor deze berekening wordt aangenomen dat het middel zich met een scherp front door de verdeel- en druppelleidingen verplaatst en zich telkens in proportionele fracties opdeelt bij de aftakkingen in het leidingensysteem. De homogene verdeling van het middel, die in juni het duidelijkst gemeten is, ondersteunt deze laatste aanname. In fig. 7 is het doorbraakvolume van het middel uitgezet zoals berekend voor verschillende lokaties in kraanvak 4. In deze figuur zijn hoofdpad en kaswand gewisseld t.o.v. de situering in fig. 5, waardoor weergave duidelijker is.

Uit deze berekeningen volgt dat uiteindelijk bij iedere plant in het kraanvak evenveel middel terecht moet komen, maar dat dit gebeurt met grote verschillen in het doorbraakvolume. Dit volume neemt toe van circa 20 ml tot 140 ml voor de eerste druppelaars gaande van de eerste naar de zestiende druppelleiding. In de buitenste druppelleidingen neemt het berekende doorbraakvolume van de zestigste tot de zeventigste druppelaar toe van circa 250 ml tot 425 ml. Deze enorme toename in het doorbraakvolume bij de laatste druppelaars wordt veroorzaakt door de steeds lager wordende lineaire vloeistofsnelheid in deze leiding bij een gelijkblijvende doorsnede van de druppelleidingen.

Het berekende doorbraakvolume van 425 ml voor de laatste druppelaars geeft aan dat het lang kan duren voordat het middel bij alle planten terecht komt. In januari zijn dan meer dan acht dagen met één druppelbeurt à 50 ml nodig om het middel bij de uiterste druppelaars te krijgen. Dit lijkt de oorzaak van de geringe massa oxamyl die voor de uiterste druppelaars na acht dagen in januari is gemeten (Hoofdstuk 5.4).

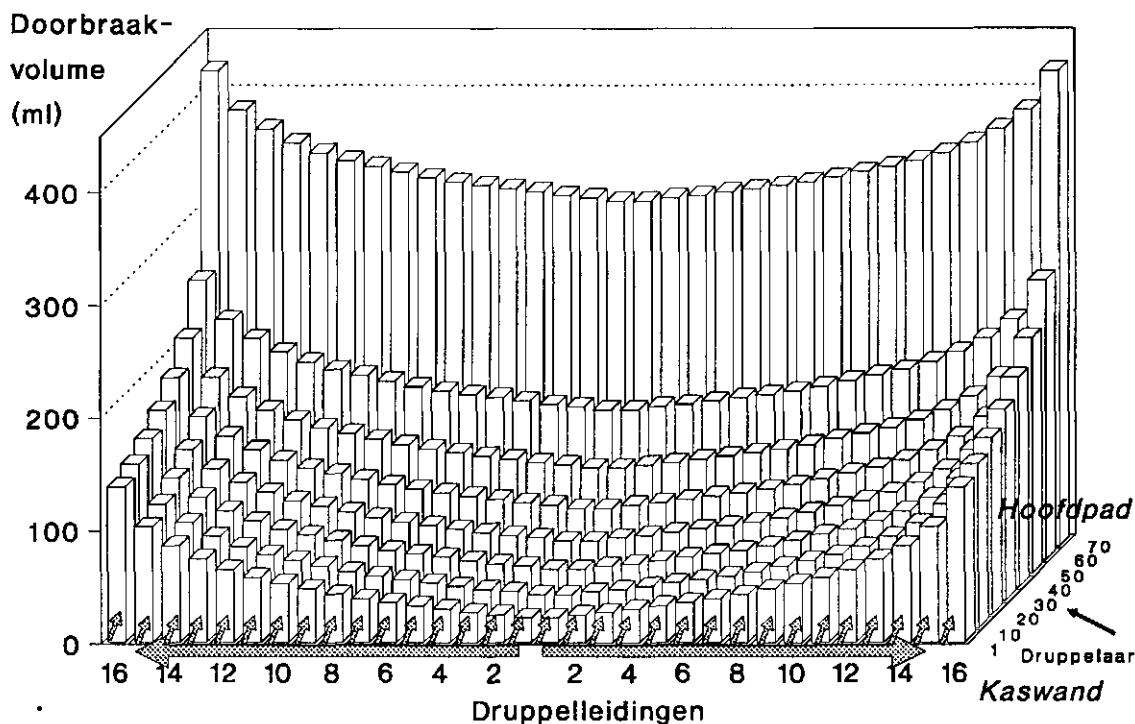


Fig. 7 Berekende doorbraakvolumina in kraanvak 4, afhankelijk van de plaats van de druppelaars

5.6 Water- en oxamyl-balans

De uit de steenwolmatten drainerende voedingsoplossing is aanvankelijk op zes plaatsen in kraanvak 4 opgevangen in Librabakken (fig. 2). Omdat één aubergineplant van Librabak F halverwege het groeiseizoen afstierf, zijn de metingen van deze Librabak buiten beschouwing gelaten. Uit het totaal volume gedraineerde voedingsoplossing weergegeven in tabel 11 blijkt dat het volume drainwater plaatselijk sterk kan verschillen, zowel binnen één periode als tussen de perioden. In Librabak E draineerde in de eerste periode het meest en in de tweede periode het minst. Voor Librabak C was de drainage in de eerste periode relatief laag en in de tweede periode relatief hoog. De in de Librabakken A, B en D drainerende volumina verliepen in de twee perioden volgens hetzelfde patroon. De verschillen in de gedraineerde volumina zijn terug te vinden in drainpercentages, op basis van de toegevoerde volumina voedingsoplossing die berekend zijn uit de watergift.

In tabel 11 zijn de gemeten massa's oxamyl per periode getotaliseerd en berekend als percentage van de toegediende massa. Tijdens periode I is op 9, 14, 19 en 28 januari en op 11 en 25 februari telkens 15,6 mg per plant gedoseerd en tijdens periode II éénmaal op 28 juni 31,3 mg per plant (tabel 12).

Opvallend is de relatief geringe massa oxamyl, die uit zes toepassingen in periode I in

de Librabakken terecht kwam: 20,5 mg in 50,7 l. Dit is gemiddeld 0,4 mg/l en komt overeen met 2,2 % van de toediening (tabel 11). De uitspoeling uit de mat na toediening in de zomer bij hoge watergiften was veel hoger: 141,4 mg in 70,5 l; dit is 44,2 % van de laatste dosering. Dit hoge verliespercentage wordt veroorzaakt door de grote watergift in deze zomerse periode.

De individuele volume-metingen van drainwater in vijf Librabakken gedurende en na toediening van oxamyl via het kraanvak in periode I en II zijn weergegeven in Aanhangsel 1. Van 9 januari tot 6 februari, draineerde niet veel voedingsoplossing uit de steenwolmatten. In dit eerste deel van periode I is slechts één keer per dag een druppelbeurt van 50 ml gegeven. Verder waren de steenwolmatten nog niet verzadigd met water na het aanbrengen van de Librabakken. Voorafgaand aan de start van het onderzoek moesten de Librabakken onder de steenwolmatten worden geplaatst, bij deze handeling kon niet worden voorkomen dat voedingsoplossing uit de matten lekte. Na het toenemen van de frequentie en de grootte van de druppelbeurten in februari was de evenwichtstoestand snel bereikt. Tijdens periode II draineerde zoveel voedingsoplossing in de Librabakken, dat ze tweemaal per dag afgezogen moesten worden.

In Aanhangsel 2 zijn de gemeten massa's oxamyl (μg) per Librabak weergegeven. De Librabakken waaruit geen vloeistof kon worden onttrokken zijn aangeduid met een streepje. In enkele gevallen is kort na een toediening een relatief grote massa oxamyl in de Librabakken vastgesteld.

Tabel 11 Volumina gedraineerde voedingsoplossing en massa's gedraineerd oxamyl gemeten voor twee planten per Librabak na toediening per kraanvak aan jong en volgroeid gewas

	Libra A	Libra B	Libra C	Libra D	Libra E	Totaal
<i>Periode I (9 januari t/m 9 maart):</i>						
Volume voedingsoplossing (l):	13,5	7,4	7,7	6,9	15,2	50,7
Drain percentage (%)*:	48,9	27,0	27,9	24,9	55,3	36,8
Massa oxamyl (mg):	5,9	2,4	2,3	1,1	8,8	20,5
Percentage van toediening:	3,2	1,3	1,2	0,6	4,7	2,2
<i>Periode II (30 juni t/m 5 juli):</i>						
Volume voedingsoplossing (l):	19,2	12,8	18,8	14,8	4,9	70,5
Drain percentage (%)*:	41,6	27,8	40,8	32,1	10,6	30,6
Massa oxamyl (mg):	54,0	22,8	29,6	23,1	11,9	141,4
Percentage van toediening:	84,4	35,7	46,2	36,1	18,6	44,2

* Berekend als percentage van toegediend volume voedingsoplossing.

De in de drainputten gemeten concentraties ($\mu\text{g/l}$) zijn weergegeven in tabel 12. In de drainputten A en B zijn soms direkt na een toepassing hoge concentraties oxamyl gemeten. Meestal is dit niet het geval, zodat het dan niet mogelijk is om de gemeten oxamylconcentraties rechtstreeks te relateren aan een bepaalde toepassing. Voor de hoge concentraties in put B in januari is geen voor de hand liggende verklaring.

Tabel 12 Gemeten concentraties van oxamyl ($\mu\text{g/l}$) in de drainputten A, B en C

Datum	Concentratie ($\mu\text{g/l}$) in:		
	Put A	Put B	Put C
<i>Periode I</i>			
9 januari *	0	0	0
11	119	34	0
12	0	428	17
14 *	1	62	0
16	0	0	0
19 *	0	118	0
23	0	55	0
26	0	15	0
28 *			
30	0	13	0
02 februari	0	14	0
06	7	0	0
09	0	0	0
11 *			
13	0	0	0
16	0	0	3
20	0	0	0
23	0	0	0
25 *			
27	0	0	0
01 maart	0	0	0
03	0	0	0
06	0	0	0
09 <i>Einde periode I</i>	0	33	0
.....			
11 *			
23	28	14	0
25 *			
07 april	124	29	6
12 *			
24	0	0	0
08 mei	0	0	0
22	0	0	0
05 juni	0	0	5
19	0	0	0
.....			
<i>Periode II</i>			
29 juni *	0	0	0
30	330	338	45
01 juli	149	122	34
02	172	147	36
03	372	220	47
04	215	123	30
05	124	72	13

* = toediening van oxamyl

Opvallend is dat de concentraties gemeten in het water van drainput C altijd lager zijn dan die van de drainputten A en B. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door verdunning met het kwelwater dat in het lager gelegen gedeelte het bedrijf binnenkwam. Het is ook mogelijk dat in dit gedeelte van het bedrijf een relatief snelle omzetting van oxamyl plaatsvindt. Hier kan namelijk een meer anaërobe situatie in het grondwater ontstaan dan in het hoger gelegen gedeelte van het bedrijf.

Het verloop van de concentraties in de drainputten A, B en C gedurende periode II is in fig 8 uitgezet. Deze figuur geeft duidelijk aan dat de concentraties in de drainputten elkaar globaal volgen en dat in drainput C steeds de laagste concentraties zijn gemeten.

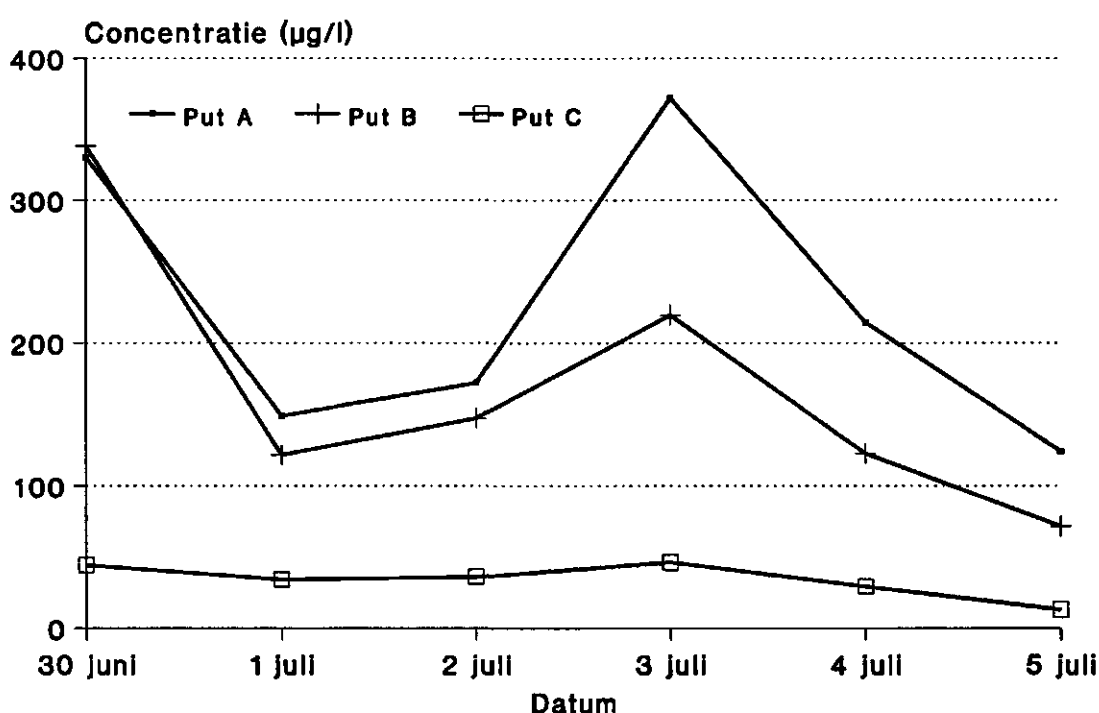


Fig. 8 Concentraties oxamyl gemeten in de drainputten A, B en C

Uit de concentraties gemeten in drainput A is een schatting te maken van de emissie van oxamyl door het bedrijf, als aangenomen wordt dat in deze drainput geen kwelwater binnenkomt. "Berekend volume drainwater uit de steenwolmatten" (tabel 4) vermenigvuldigd met "de concentratie gemeten in put A" geeft schatting van de massa oxamyl uitgespoeld. Als er kwelwater bijkomt wordt de uitgespoelde massa oxamyl meer: "berekend volume drainwater matten plus volume kwelwater" vermenigvuldigd met "concentratie gemeten in put A". Voor periode II zijn deze berekeningen samengevat in tabel 13. Aan het einde van deze periode is volgens deze berekening totaal 77,6 g oxamyl afgevoerd. De dosering in het bedrijf was 3,6 l Vydate L, bevattend 900 g oxamyl. Het percentage van de dosering dat in periode II door het drainwater is afgevoerd bedroeg minimaal: 8,6 %. Vergelijken met het gemeten percentage in de Librabakken van 44,2 % (tabel 11) bleek dat oxamyl snel wordt afgebroken in de bodem.

Tabel 13 Emissie van oxamyl (g) in zes dagen geschat uit de concentratie in drainput A en het volume drainwater, zoals berekend uit watergift en transpiratie

Datum	Drainwater totaal (m ³)	Concentratie in drainput A (mg/m ³)	Geschatte oxamyl-emissie (g)
30 juni	56	330	18,5
1 juli	18	149	2,7
2 juli	22	172	3,8
3 juli	75	372	27,9
4 juli	74	215	15,9
5 juli	71	124	8,8
Totaal			77,6

5.7 Residuen in vruchten

In tabel 14 zijn de gehalten in de auberginevruchten weergegeven zoals die bepaald zijn door CIVO-Analyse TNO te Zeist. Drie dagen na de toediening op 29 juni is in de vruchten het hoogste gehalte gemeten. Het is niet uitgesloten dat tussen de derde en de zevende dag na de toediening het gehalte hoger is geweest dan 0,21 mg/kg, maar in deze periode zijn géén vruchten geanalyseerd. Na de toediening op 10 juli via de mengbak is geen verhoging van het residu-gehalte in de vruchten gemeten, mogelijk lag het hoogste gehalte tussen 11 en 18 juli. Uit deze metingen blijkt dat de residuen in de vruchten beneden de wettelijke norm van 1 mg/kg bleven.

Tabel 14 Oxamyl-gehalten in auberginevruchten na toedieningen van oxamyl op 29 juni en 10 juli in de voedingsoplossing op een praktijkbedrijf

Datum	Oxamyl-gehalte (mg/kg)
29 juni	< 0,02
30 juni	0,13
2 juli	0,21
6 juli	0,15
11 juli	0,09
18 juli	0,05
25 juli	< 0,02
1 augustus	< 0,02
8 augustus	< 0,02

5.8 Residuen aan teeltmaterialen

Bij géén van de opgewerkte teeltmaterialen (Hoofdstuk 4.4) kon oxamyl worden aangetoond. Hierbij moet worden bedacht dat de laatste toediening van oxamyl medio augustus plaatsvond en dat de materialen aan het einde van het teeltseizoen in november zijn bemonsterd en geanalyseerd. Een toediening kortere tijd voor de analyses kan wel aanleiding geven tot de aanwezigheid van residuen, zoals door Dekker e.a. (1991) bij het onderzoek op het PTG is vastgesteld.

6 CONCLUSIES

De zuurgraad van de voedingsoplossing lag net boven $\text{pH}=5$. De zuurgraad in de drainputten A en B was duidelijk hoger (rond $\text{pH}=7$) en die in drainput C lag het hoogst (rond $\text{pH}=7,5$).

De elektrische geleiding (EC) van de voedingsoplossing was in de beginperiode ingesteld op omstreeks 3 mS/cm en later op omstreeks 2 mS/cm. De EC van het water in de drainputten vertoonde een geleidelijke toename in de tijd van januari tot juli. De relatief lage EC in drainput C was vermoedelijk het gevolg van de invloed van kwelwater (met lage EC).

Het volume drainwater opgevangen uit vijf steenwolmatten in Librabakken vertoonde grote verschillen. Daarom is de totale drainage uit de matten over het hele bedrijf benaderd uit het verschil tussen het toegediende volume water en de transpiratie door het gewas, geschat uit de globale instraling. Voor eind-juni/begin-juli bedroeg de zo geschatte drainage uit de steenwolmatten ongeveer 45 % van het toegevoerde volume water.

De verdeling van het volume voedingsoplossing over de druppelaars in de kas is bij verschillende druppelbeurten gemeten. Het gemiddelde volume oplossing per druppelaar lag veelal in de buurt van de ingestelde waarde. De spreiding in het druppelvolumen per plant was relatief groot in het hele bedrijf.

De concentraties van oxamyl in het water van het substraat-systeem konden, na filtratie, direct worden gemeten met een vloeistofchromatograaf, uitgerust met een post-column reactor en een fluorescentie detector. De lagere concentraties in de drainputten konden op dezelfde wijze worden gemeten, na voorafgaande concentrering op adsorptie-kolommetjes.

De massa's oxamyl afgegeven door 40 druppelaars in kraanvak 4 zijn gemeten. Bij de eerste druppelbeurt is al veel oxamyl afgegeven bij de eerste druppelaars in de leidingen, maar er waren vijf tot acht beurten nodig om bij alle druppelaars de benodigde dosering te krijgen. In de zomer worden deze druppelbeurten binnen één dag gegeven, zodat het middel zich dan snel over de planten verspreidt.

Bij de langzame toevoer van voedingsoplossing in januari duurde het acht dagen voordat alle druppelaars in een kraanvak de dosis oxamyl hadden afgegeven. Het duurt dan nogal lang voordat de gewasbescherming door het middel effectief is in alle kasgedeeltes.

Bij de toediening vanuit de centrale mengbak was de verdeling van oxamyl over de druppelaars in het hele bedrijf nogal ongelijkmatig, waarbij de gemeten afgifte lager was dan de berekende dosering. Als de gewasbescherming plaatselijk onvoldoende is doordat er te weinig middel terecht komt zal de neiging bestaan de dosering op te voeren of de frequentie van toediening te vergroten. De meer gelijkmatige toediening per kraanvak verdient daarom de voorkeur.

De doorbraakvolumina in een kraanvak zijn berekend uit het debiet van de voedingsoplossing en uit de lengtes en doorsneden van verdeel- en druppelleidingen. Gemeten en berekende doorstroomvolumina kwamen redelijk overeen. Het doorbraakvolume neemt sterk toe aan het uiteinde van de druppelleidingen.

Na toepassing in januari draineerde ongeveer 2,2 % van de toegepaste massa oxamyl uit de steenwolmatten. Bij de hoge watergiften na toepassing in de zomer is dit berekend op 44,2 %.

In de drie drainageputten op het bedrijf zijn zo nu en dan aanzienlijke concentraties oxamyl gemeten. Sommige hoge concentraties kunnen mogelijk worden toegeschreven aan toepassing kort voor de bemonstering. Voor een periode van zes dagen (30 juni - 5 juli) na de toepassing op 28 juni is de totale afvoer via drainwater geschat op 8,6 % van de dosering van oxamyl.

De concentraties van oxamyl in de twee drainputten van het hoger gelegen deel van het bedrijf waren hoger dan die in de put die drainwater verzamelt van het hele bedrijf. Mogelijke oorzaken zijn de invloed van kwelwater en een snellere omzetting in de verzadigde zone in het lager gelegen deel van het bedrijf.

De hoogste gehalten van oxamyl in aubergines zijn gemeten in de eerste 1 à 2 weken na de toepassing. Alle gehalten bleven beneden de wettelijke norm van 1 mg/kg.

Nadat de laatste toepassing van oxamyl eind augustus had plaatsgevonden, zijn aan het eind van de teeltperiode (november) geen residuen van oxamyl in/aan de teeltmaterialen gevonden. Bij kortere tijden tussen laatste toepassing en einde van de teelt is de kans op residuen wel aanwezig.

LITERATUUR

DEKKER, A. & N.W.H. HOUX, 1983. Simple determination of oxime carbamates in soil and environmental water by high pressure liquid chromatography. *J. Environ. Sci. Health*, B18, 379-392.

GRAAF, R. DE & J. VAN DEN ENDE, 1981. Transpiration and evapotranspiration of the glasshouse crops. *Acta Horticulturae* 119, 147-158.

NIET GEPUBLICEEERDE BRONNEN

DEKKER, A., N.W.H. HOUX & C.T.G. DE BRUIJN, 1988. Onderzoek naar gebruik en gedrag van bestrijdingsmiddelen bij de teelt op substraten. I. Ontwikkelen en testen van methoden met oxamyl. Intern rapport, IOB, Wageningen.

DEKKER, A. W.TH. RUNIA & N.W.H. HOUX, 1991. Onderzoek in een proefkas op het PTG te Naaldwijk, vergelijking vrije drainage versus recirculatie en verdeling in de steenwolmat. Rapport, Staring Centrum, Wageningen (in voorbereiding).

DEKKER, A., W.J.M. ABEN & N.W.H. HOUX, 1990. Een geautomatiseerd preconcentre-ringssysteem voor de HPLC-analyse van organische stoffen in waterige monsters. Interne Mededeling nr. 65, Staring Centrum, Wageningen.

**AANHANGSEL 1 Volumina voedingsoplossing (ml) gedraineerd uit de steenwolmatten
in de Librabakken bij een opgroeiend gewas**

Datum	Tijd	Libra A	Libra B	Libra C	Libra D	Libra E
<i>Periode I</i>						
09 januari		200	75	230	115	30
11		80	0	100	0	40
12		12	0	120	0	130
14		45	16	115	0	18
16		0	0	53	0	55
19		0	0	0	0	0
23		110	84	168	0	75
26		76	32	34	0	34
30		0	0	0	0	0
02 februari		0	0	0	0	0
06		490	480	450	200	180
09		440	340	120	390	280
13		590	580	420	580	630
16		620	350	240	300	700
20		600	610	450	510	650
23		640	320	280	250	660
27		2060	760	680	640	2380
01 maart		2000	780	720	660	2260
03		860	660	760	590	1980
06		2050	800	790	700	2470
09		2580	1530	1940	1920	2630
.....						
<i>Periode II</i>						
30 juni	11h00	1450	470	1560	800	-
30	16h30	2200	1570	2030	1670	520
01 juli	9h30	1270	1100	1180	1370	400
01	18h00	420	170	420	240	120
02	13h15	930	220	1100	700	290
03	9h00	1610	560	1370	790	330
03	15h00	2610	1720	2470	2210	910
04	8h00	2140	1700	2120	1770	660
04	16h45	2770	2520	3030	2330	840
05	7h30	1350	920	1420	1060	290
05	17h00	2460	1890	2130	1880	540

AANHANGSEL 2 In Librabakken opgevangen massa's oxamyl (µg)

Datum	Tijd	Libra A	Libra B	Libra C	Libra D	Libra E
<i>Periode I</i>						
09 januari *		9	6	10	6	2
11		0	0	0	0	0
12		1	0	3	0	9
14 *		4	2	41	0	2
16		0	0	71	0	38
19 *		0	0	0	0	0
23		36	106	484	0	239
26		22	59	85	0	131
28 *						
30		0	0	0	0	0
02 februari		0	0	0	0	0
06		1366	1280	709	233	126
09		627	316	104	235	226
11 *						
13		511	333	104	205	282
16		527	105	36	67	207
20		432	76	68	75	161
23		243	20	37	34	112
25 *						
27		1978	0	502	228	5521
01 maart		159	0	0	0	1219
03		0	69	0	0	0
06		0	0	0	0	0
09 Einde periode I		0	0	0	0	496
.....						
11 maart *						
25 *						
12 april *						
28 juni *						
.....						
<i>Periode II</i>						
30 juni	11h00	18640	2630	3870	4080	-
30	16h30	17530	7540	5140	7340	2400
01 juli	9h30	4480	3790	3410	4650	2510
01	18h00	1100	440	1310	620	660
02	13h15	1980	460	2740	1520	990
03	9h00	1210	1050	2720	550	970
03	15h00	2110	2020	3410	1790	1840
04	8h00	2090	1900	2040	240	950
04	16h45	2580	1600	2710	1690	800
05	7h30	1100	530	930	640	300
05	14h00	1170	870	1260	0	470

* = toediening van oxamyl