

en de spettermachine werden ontwikkeld en getoetst onder praktijkomstandigheden. Er werden technische oplossingen en verbeteringen gevonden, die rekening houdend met arbeidstechnische en logistieke aspecten, een voldoende nauwkeurige verdeling van dierlijke mest mogelijk maken. Deze verdeling benadert de nauwkeurigheid bij het verdelen van kunstmeststoffen met een kunstmeststrooier. De verdeelnauwkeurigheid, uitgedrukt in de variatiecoëfficiënt, kan bij een goede verdeling van de dunne mest een waarde aannemen van circa 15%. Het verbeteren van de technische mogelijkheden om dunne mest nauwkeurig te kunnen verdelen draagt bij aan de bereidheid voor het gebruik van dierlijke mest in de akker- en tuinbouw.

#### Literatuur

Dongen, G.J.M. van, D.T. Baumann en L.M. Lumkes. Optimalisering toedieningstechniek dierlijke mest. PAGV-verslag nr. 124 (1991), 71 p.

#### Summary

*Due to the growing surplus of organic livestock manure in the Netherlands, mainly from intensive livestock farms, there will be an increase of slurry that has to be transported from producing areas to consuming areas in the Netherlands. Acceptance of the use of this organic fertiliser is strongly related to the possibilities of handling and spreading this manure in a proper way.*

*When adding fertilisers to the soil to feed the crop, the quantity of fertiliser, the placement and time of application are important for obtaining optimal results. Suboptimal rates of nutrients, for instance by an improper placement, can give actual yield losses or quality decrease of the crop or products derived from it. Because of the bad rheological characteristics of liquid farm manure, it is very difficult to obtain a good and even distribution of the nutrients in the field. Research showed that a satisfactory application and distribution of liquid manure in the field cannot be obtained by using standard machinery for spreading slurry. Main factors for this uneven distribution are the type of spreading equipment such as pump- and dievider types, the way of driving over the field by spreading the slurry, the weather conditions during spreading and the characteristics of the slurry which has to be spread.*

*In this research program, the aim was to improve the application technique for liquid manure by improving standard machinery for spreading manure and by developing new ideas for improving application methods. Improved distribution and application principles were developed, such as the hose machine, and tested under practical field conditions. Technical solutions were found for an even and exact distribution of slurry which suited well with labour-technical and logistical aspects of liquid manure spreading. By doing this, the acceptance of liquid organic manure by farmers and vegetable growers can be increased.*

---

## Inwerken van dierlijke organische mest en ammoniakemissiebestrijding

*Slurry incorporation and the control of ammonia emission*  
ing. G.J.M. van Dongen, PAGV

---

### Inleiding

Uit onderzoek van het PAGV in samenwerking met de voormalige HAS Dordrecht is gebleken dat met gangbare mengmestverspreiders dunne mest niet voldoende nauwkeurig kan worden verdeeld (Baumann en Lumkes). De gevolgen hiervan zijn plaatselijke over- en onderdoseringen van nutriënten en zodoende enerzijds een onvoldoende nutriënten-

aanbod voor het gewas. Lokale overdoseringen kunnen anderzijds bovendien aanleiding geven tot vermindering van produktkwaliteit door een overmatig aanbod van voornamelijk stikstof. Uit onderzoek blijkt verder dat direct na het bovengronds verspreiden van dunne mest met conventionele machines de uitstoot van  $\text{NH}_3$  vanaf het veld vrij hoog is (Van Faasen et al en Pain et al). Naast een slechte benutting van de voedingsstoffen door de onregel-

matige verdeling van de mest kunnen ook verliezen van mineralen door vervluchtiging en uit- of afspoeling een negatieve invloed hebben op de opbrengst en kwaliteit van een gewas (Baumann). Zo betekent de vervluchtiging van ammoniak uit dierlijke mest vanuit landbouwkundig oogpunt het verlies van een waardevolle plantenvoedingsstof en vanuit milieuhygiënisch oogpunt een bijdrage aan de vorming van zure depositie. Door het tegengaan van de vervluchtiging van ammoniak wordt dus de benutting van de dunne mest verbeterd waarbij tegelijk het milieu minder wordt belast. Om de ammoniakemissie vanaf het veld te beperken, schrijft de mestwetgeving voor dat het inwerken van de mest als handeling vrijwel gelijktijdig moet plaatsvinden met het uitrijden van de mest. Dit betekent dat op een perceel waar mest wordt uitgereden de mest ook direct moet worden ingewerkt. De wijze van inwerken van deze mest is hierbij (nog) niet nader omschreven. De effectiviteit van de inwerkmethode hangt enerzijds af van het tijdstip van inwerken na de toediening en anderzijds van de toegepaste inwerktechniek. Wat het tijdstip van inwerken betreft is uit onderzoek gebleken dat dit zo snel mogelijk na het verspreiden van de mest moet plaatsvinden (Huijsmans en Klarenbeek). Over de landbouwkundige- en milieuhygiënische aspecten van mogelijke inwerktechnieken is reeds onderzoek verricht door het IMAG (Huijsmans en Bruins). Ook is voldoende ervaring opgedaan met metingen van ammoniakemissie onder veldomstandigheden; metingen met de tunnelmethode zijn door Huijsmans en Bruins en Hollander uitgevoerd. Dit project is een aanvulling daarop waarbij een en ander nader wordt uitgewerkt. Sinds het in werking treden van de mestwetgeving, begin 1988, zijn verschillende inwerksystemen op de markt verschenen. De doelstelling van dit onderzoek is een bijdrage te leveren aan het zoeken naar de mogelijkheden van deze nieuwe systemen. Daarbij wordt ook nagegaan in hoeverre ze kunnen voldoen aan de eisen die gesteld worden ten aanzien van de beperking van de  $\text{NH}_3$ -emissie bij een veranderende wetgeving op termijn. Daarnaast is er ook gekeken naar de inzetbaarheid van de inwerktechnieken onder verschillende omstandigheden (grondsoorten, toedieningstijdstip, gewas etc.) op bedrijfsniveau. De inwerkmethoden zijn wat betreft de inpasbaarheid in de logistieke en arbeids-economische situatie van het bedrijf geëvalueerd. Ook is gekeken is naar de effecten van de diverse

inwerktechnieken op de bodemstructuur en de consequenties die daaruit voortvloeien.

## Doel van het onderzoek

Bij de bovengrondse toediening van dierlijke mest op bouwland komt de mest gedurende een bepaalde tijd via een groot contactoppervlak in aanraking met de atmosfeer. Hierdoor kunnen ammoniak en andere vluchtige stoffen vanuit de mest in de atmosfeer terecht komen waardoor de bemestingswaarde vermindert. Om deze vervluchtiging of gasvormige emissie te beperken moet de periode van contact tussen de mest en de atmosfeer zo kort mogelijk zijn. Dit kan gerealiseerd worden door de mest tijdens of vlak na de toediening mechanisch in te werken met daarvoor geschikte apparatuur.

Enige vragen die hierbij gesteld kunnen worden zijn: welk werktuig, of welke combinatie van werktuigen kunnen het beste gebruikt worden voor het effectief onderwerken op de verschillende grondsoorten en welke invloeden hebben de verschillende grondsoorten op de inwerkmethode en de emissie van ammoniak naar de lucht?

Het doel van het onderzoek is verschillende in- en onderwerkmethoden te toetsen en te evalueren. In het bijzonder de effecten van de diverse grondbewerkingsmethoden die in aanmerking komen voor het in- respectievelijk onderwerken van dunne mest worden bestudeerd en met elkaar vergeleken. Uitgangspunten voor de beoordeling van de diverse methoden zijn:

- Landbouwkundige aspecten zoals stikstofverlies, gewasopbrengst en benutting van nutriënten;
- Technische aspecten zoals bedrijfszekerheid, storingsgevoeligheid en inzetbaarheid bij diverse bodemcondities;
- Arbeidseconomische aspecten zoals vragen rond de logistiek en taaktijden bij het proces van mestuitrijden.
- Milieuhygiënische aspecten zoals de effectiviteit van een inwerkmethode met betrekking tot de beperking van de  $\text{NH}_3$ -emissie;

Al deze aspecten kunnen niet afzonderlijk worden gezien, maar zijn met een integrale aanpak onderzocht en beoordeeld. De punten a, b en c zijn door

het PAGV onderzocht en verslagen (zie literatuurlijst); punt d is door het IMAG en IMW-TNO onderzocht en verslagen. Dat betekent ook dat de genoemde instanties zorg dragen voor de eigen verslaggeving van dit deelgebied.

## Inwerken van dunne mest

In een voorfase van het eigenlijke onderzoek zijn reeds oriënterende proeven uitgevoerd, waarbij door het PAGV gekeken werd naar de landbouwkundige aspecten.

Voor het onderzoek in de verschillende proefjaren en op de diverse lokaties zijn de volgende inwerktechnieken opgenomen:

Op lichte gronden (zand, lichte zavel):

- a. direct inwerken met schijveneg;
- b. direct inwerken met ploeg;
- c. ondiepe injectie;
- d. oppervlakkige injectie met zodebemester.

Op matig zware gronden (lichte tot zware zavel):

- a. direct inwerken met rotorkoepel;
- b. direct inwerken met vaste tand-cultivator;
- c. direct inwerken met stoppelploeg;
- d. direct inwerken met spitmachine;
- e. ondiepe injectie.

Op zware gronden (klei, zware zavel en löss):

- a. direct inwerken met vaste tand-cultivator;
- b. direct inwerken met stoppelploeg;
- c. ondiepe injectie met bouwlandinjecteur;
- d. ondiepe injectie

## Resultaten en conclusies

Het inwerken van mest op de lichtere gronden zoals dat gebeurt in Heino en Creil, kan worden uitgevoerd met de hiervoor genoemde werktuigen. Voor het kleinste verlies aan voedingsstoffen voor de plant is het inwerken direct na het uitrijden de beste methode. Hoe langer men wacht hoe meer ammoniak in de lucht verdwijnt, reductiepercentages van 95 tot 98 % voor de ammoniakemissie kunnen gehaald worden als snel en goed wordt in- of ondergewerkt. Het te diep wegstoppen van de mest is nadelig voor een goede opname door het gewas, de

drogestofopbrengst daalt, evenals de opname aan stikstof door het gewas. Er moet gezocht worden naar een compromis tussen reductie van ammoniakemissie door diepe plaatsing of bedekking door grond enerzijds, en beperking van de verliezen voor de plant door een slechte bereikbaarheid en beschikbaarheid voor de plantenwortels anderzijds.

Dit compromis geldt ook voor de zwaardere gronden waar mest wordt toegepast. Het te ondiep en slecht bedekt plaatsen van de mest kan leiden tot ammoniakverliezen door onvoldoende menging van de mest met de toplaag van de grond. Het probleem van een goed zaaibed maken voor een groenbemester, vooral onder droge omstandigheden, dwingt ook te kiezen voor een intensievere menging met een aangedreven werktuig. Het intact laten van de toplaag door injectie heeft het voordeel dat het zaad van het volggewas aansluiting heeft met de vochtige ondergrond. Het nadeel is echter dat de mest te diep en te ongelijkmatig (injectiesleuven om de 50 cm) wordt geplaatst voor een goede benutting. De beschreven inwerkmethoden voor de kleigronden voldoen redelijk; het gebruik van de vaste tand-cultivator valt tegen vanwege de geringere  $\text{NH}_3$ -emissiereductie die behaald kan worden (73 tot 87 % reductie). Het onderploegen van de mest met de stoppelploeg voldoet goed, mits een voldoende fijn zaaibed kan worden gemaakt.

Voor het inwerken van dunne mest op de lichte en matig zware zavelgronden voldoen de ondiepe- en top-laaginjectiesystemen goed. Het na drie uur inwerken van de mest geeft een flinke reductie te zien in drogestof opbrengst van de groenbemester ten opzichte van direct inwerken van de mest. Uit de metingen van de ammoniakemissie in deze proef blijkt tevens dat meer dan de helft van de ammoniakale stikstof verdwijnt bij het na drie uur inwerken. Het gebruik van de rotorkoepel voor het inwerken van de mest blijkt in deze proefneming slechtere resultaten op te leveren; de drogestofopbrengst blijft achter, evenals de totaal opgenomen hoeveelheid stikstof door de groenbemester. Het injecteren van mest en daarna terugploegen of -spitten geeft goede resultaten. Door het loskoppelen van mest uitrijden en inwerken is het mogelijk de ammoniakvervluchtiging te minimaliseren terwijl de plaatsing van de mest wordt verbeterd (meer oppervlakkig in vergelijking met alleen injectie) en een goed zaaibed achterblijft.

De technische aspecten van het toedienen en inwerken moeten gezien worden in het licht van de landbouwkundige aspecten. De machines die gebruikt zijn, zijn bedrijfszeker en er kan eenvoudig mee worden gewerkt. Het injecteren van mest vraagt om een goede mestbehandeling, te veel ongerechtigheden in de mest veroorzaakt verstopping en slordig werken. Een juiste mestbehandeling is de basis voor het goed doseren en verdelen van de voedingsstoffen in de meststof.

Wat de arbeidseconomische aspecten betreft kan vermeld opgemerkt, dat de eenvoudige methoden van mestuitrijden (een vacuüm mengmestverspreider met ketsplaat) en inwerken vaak goedkoper zijn. Door de vaak slechte verdeling en dosering van de mest zijn het echter niet altijd de beste systemen. Het injecteren van mest is duurder en kost meer taaktijd per hectare. Een andere mogelijkheid is het

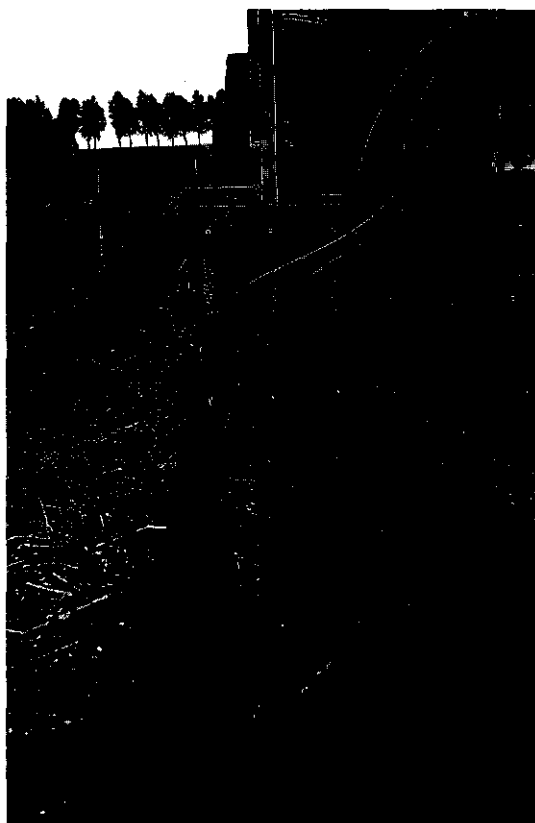
uitbrengen van dunne mest met een sleepslangen-machine; een goed alternatief waarbij de verdeling en dosering goed zijn en de taaktijden acceptabel blijven. De bedrijfszekerheid van deze laatste machine is sterk afhankelijk van de soort en de toestand van de mest die wordt gebruikt. Het inwerken van de mest moet in een aparte werkgang plaatsvinden.

Wat betreft de milieuhygiënische aspecten van deze proeven kan gesteld worden dat het oppervlakkig uitrijden van mest zonder inwerken een emissie van ammoniak-N oplevert van 30-55 % van de gift in 96 uur na toedienen. Het inwerken geeft reducties van 70 - 100 % in vergelijking met niet inwerken. Er kan een rangorde worden aangegeven voor de verschillende werktuigen: schijveneg, vaste tand-cultivator en rotorkoepel 70-90 % emissiereductie; ploeg, stop-peloeg, spitmachine en injectie 85-100 % emissiereductie. Tevens kan gesteld worden dat alleen bij niet inwerken de emissie naar de lucht een flinke fractie van de restterm verklaart. De verfluchtiging van ammoniak draagt slechts in geringe mate bij tot de restterm in de balansen van de onderwerktechnieken.

Het effect van de werktuigen voor het inwerken van de mest op de reductie van de ammoniakemissie is in overeenstemming met ander onderzoek. De resultaten van de afzonderlijke proefjaren hebben elkaar bevestigd voorzover dit mogelijk was. Ook kan er een duidelijke voorlichtingsboodschap uit worden gedestilleerd. Aan het wettelijk kader dat in de toekomst een rol gaat spelen bij het uitrijden en inwerken van dierlijke mest kan in de meeste gevallen onder normale omstandigheden worden voldaan. Het vergt meer aandacht en wellicht tijd van de ondernemer om mest niet langer als afvalstof te beschouwen maar als een daadwerkelijke meststof. Dat dit niet alleen voor het milieu voordelen biedt maar ook voor de bedrijfsvoering van de ondernemer moge alleen al blijken uit de resultaten van dit onderzoek.

## Samenvatting

Gedurende dit driejarige project zijn op verschillende gronden diverse systemen van mestuitrijden al dan niet gecombineerd met het inwerken van de mest beproefd en beoordeeld. De deelproeven in 1988, 1989 en 1990 geven voor de gronden waar gemeten



Inwerken moet zorgvuldig gebeuren.

is onder de beschreven proefomstandigheden, voldoende inzicht in de mogelijkheden van het inwerken van mest, de verliezen door vervluchtiging naar de lucht en de benutting van de toegediende nutriënten door het volggewas.

Algemeen kan gesteld worden dat het oppervlakkig uitrijden van mest zonder inwerken een emissie van ammoniak-N oplevert van 30-55 % van de gift in 96 uur. Het inwerken geeft reducties van 70 - 100 % ten opzichte van niet inwerken. Er kan een rangorde worden aangegeven voor de verschillende werktuigen: schijveneg, vaste tand-cultivator, rotorkoepel 70-90 % emissiereductie en ploeg, stoppelploeg, spitmachine en injectie 85-100 % emissiereductie. Tevens kan gesteld worden dat alleen bij niet inwerken de emissie naar de lucht een fractie van de restterm verklaart. In de balansen van de onderwerktechnieken draagt de vervluchtiging van de ammoniak slechts in geringe mate bij tot de restterm. Naast het meten van de ammoniakemissie is er ook gekeken naar de drogestofopbrengst en N-opname door de toetsgewassen na het uitrijden van de mest. Op deze wijze is een beeld verkregen van de plaatsing van de mest onder invloed van toedienings- en inwerktechnieken, en de gevolgen van deze plaatsing voor de groei en opnamecapaciteit van het volg- of toetsgewas in de vorm van een groenbemester. In het PAGV-verslag van dit gezamenlijke project, met deelname van IMAG en IMW-TNO voor het verrichten van de ammoniakemissiemetingen, wordt uitgebreid verslag gedaan van de proefresultaten en de waarde daarvan voor de praktijk.

#### Literatuur

- Baumann, D.T. Financiële voordelen van optimaal strooien van meststoffen, Symposium "Meststoffen, Milieu en Akkerbouw", 21 februari 1989, Veenendaal.
- Baumann, D.T. en L.M. Lumkes. De verdeling van mengmest in de praktijk. Landbouwmecanisatie 4 (1988), p. 53-56.
- Faassen, H.G. van, J. van der Molen en R. Vriesema. Ammoniakemissie uit en vanaf de grond na in- of opbrengen van dierlijke mest. Nationaal Programma Zure Regen, project 65 (IB-project 390). Kort projectverslag oktober 1986 t/m april 1987.
- Hollander, J.C.Th. Emissie van ammoniak uit dierlijke mest: emissie na toediening aan akkerbouwgrond en emissie uit een rundveestal. Additioneel programma Verzuringsonderzoek Project 38/39 NH<sub>3</sub>-emissies uit bodems en diffuse bronnen, TNO-rapport R 89/215, 28 juni 1989.
- Huijsmans, J.F.M. en M.A. Bruins. De reductie van de ammoniakemissie uit varkensmest na toediening op bouwland, in- en onderwerkmethoden en tijdstippen van de bewerking na mesttoediening, IMAG-rapport 225 (1989).
- Huijsmans, J.F.M. en J.V. Klarenbeek. Snel mest onderwerken op bouwland nuttig. Landbouwmecanisatie 8 (1988), p. 28-29.
- Pain, B.F. en J.V. Klarenbeek. Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions from landspreading livestock wastes. Research Report of the Institute of Agricultural Engineering 88-2 (1989).
- Reeds gepubliceerde verslagen binnen dit project:
- Bruins, M.A. en J.F.M. Huijsmans. Ammoniakemissie van verschillende in- en onderwerkmethoden van mest op akkerbouwland met de windtunnel- en micrometeorologische methode. IMAG-nota 461 (HAB), (1989).
- Bruins, M.A. en J.F.M. Huijsmans. Ammoniakemissie uit varkensmest bij verschillende in- en onderwerkmethoden op bouwland; gemeten met de windtunnel. IMAG-nota V-541, (1990).
- Dongen, G.J.M. van. Inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt. PAGV-verslag 130, (1991).
- Hollander, J.C.Th. Ammoniakemissies bij verschillende inwerktechnieken van dierlijke mest op akkerbouwgrond. TNO (IMW)-rapport R91/104, (1991), 28 p.

#### Summary

*During a three year research programme in 1988, '89 and '90, several systems of slurry spreading incorporation and above-ground application were examined. The trials were conducted on several different soil types and provided information on the possibilities of incorporating slurry and the losses by ammonia volatilization and lack of uptake by the following crop. Results are strongly related to the weather and soil conditions at the time of the trials.*

*In general, an above-ground slurry application results after 96 hours in a 30-55 % loss by ammonia volatilization of the total amount of Nitrogen in the slurry. Incorporation of the slurry in the topsoil can reduce volatilization to 70-100 % depending on the machinery used. Disc harrow, rigid tine cultivator and reciprocating harrow reduces volatilization losses by 70-90 %. Plough, stubbleplough, rotary plough and injection techniques can give a 85-100 % reduction in ammonia losses. These results are in agreement with other research findings in the Netherlands on this subject. The dry matter yield and Nitrogen intake by the crop were also examined in these trials. Shallow placement of slurry as well as*

deep placement can result in losses. The latter are caused by the inability of the roots to take up the nutrients. Losses by shallow placement of slurry are

in general less than the losses by deep placement. It is advisable is to place the slurry shallow and incorporate it throughly in the topsoil.

## Wortelvliegbestrijding als gewasbehandeling in peen

Protecting carrots against carrot root fly larvae (*Psila rosae* F.) by a spraying application

A. Ester, PAGV, ing. H.C.H. Pijnenburg, ROC Noord-Brabant en ing. G.J. Schroën, ROC Zwaagdijk

### Inleiding

De bestrijding van de wortelvlieg bij een peenteelt die langer duurt dan drie maanden (winterpeen) bestaat uit een behandeling van het zaaizaad door middel van zaadcoating met chloorfenvinfos en na drie maanden een herbehandeling. Voor de herbehandeling zijn de middelen diazinon en bromofos (Nexion) toegelaten. Om residutechnische redenen (export) zijn er bezwaren verbonden aan het gebruik van diazinon. In het onderzoek is gezocht naar alternatieven voor de herbehandeling tegen de wortelvlieg. De herbehandeling is gericht op de bestrijding van de made van de wortelvlieg. Daarom werd de toepassing met veel water en liefst tijdens regen uitgevoerd.

### Materiaal en methoden

De proeven werden uitgevoerd in de periode van 1987 tot 1990 op twee plaatsen waar een dichte populatie van de wortelvlieg verwacht kon worden: ROC Noord-Brabant en ROC Zwaagdijk.

De proeven werden in viervoud aangelegd met een veldjesgrootte variërend van 7,5 tot 15 m<sup>2</sup>. Het onbehandelde object is in extra herhalingen aangelegd om de behandelingseffecten beter te kunnen toetsen.

Wortelen van de rassen Bercanto en Berlanda (Noord-Brabant) zijn half mei gezaaid; wortelen van het ras Berlanda (Zwaagdijk) zijn eind april (1987) en half mei (1988) gezaaid. De grondbehandeling werd uitgevoerd met 16 liter chloorfenvinfos (Birlane

**Tabel 172.** Overzicht van insecticiden in peen; gebruikte doseringen in 1987 t/m 1990 (liters per ha).

insecticiden	gehalten	Noord-Brabant			Zwaagdijk		
		1988	1989	1990	1987	1988	1989
bromofos	368 g/l	-	-	5 <sup>2)</sup>	-	-	-
	40 % vlb	15 <sup>2)</sup>	1,5 5 <sup>1)2)</sup> 15 <sup>2)</sup>	-	1,5 5 <sup>1)3)</sup> 15 <sup>2)</sup>	5 <sup>1)2)</sup> 15 <sup>2)</sup>	1,5 5 <sup>1)2)</sup> 15 <sup>2)</sup>
bromofos-ethyl	380 g/l	3	-	-	1,5 1,5 (3x)	3	-
chloorfenvinfos	240 g/l	-	-	5 <sup>2)</sup>	-	-	-
chloorpyrifos	480 g/l	3	-	-	1,5	3	-
deltamethrin	25 g/l	0,6	-	-	0,3	0,6	-
diazinon	180 g/l	30 <sup>3)</sup> 30 <sup>2)</sup>	30 <sup>3)</sup>	15 <sup>3)</sup>	-	-	-
	540 g/l	-	-	-	10 <sup>3)</sup> 10 <sup>2)</sup>	10 <sup>3)</sup> 10 <sup>2)</sup>	10 <sup>3)</sup>
dimethoaat	10 %	4	-	-	2	4	-
	40 %	-	0,5	-	-	-	2
esfenvaleraat	25 g/l	-	-	0,3	-	-	-
furathiocarb	400 g/l	-	-	-	1,5	-	-
isazofos	5 G	-	-	40 kg	-	-	-
schaal 4169-04	-	-	-	0,5%	-	-	-
teflubenzuron	150 g/l	-	-	0,6	-	-	-

1) rijenbehandeling

2) behandeling 2 maanden voor oogst

3) behandeling 3 maanden voor oogst

N.B. Alleen de insecticiden diazinon en bromofos zijn in peen toegelaten.