
Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond

Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest

Een risico-analyse

publicatie nr. 62
augustus 1992

ir. A.G. Elema, PAGV

dr. ir. P.C. Scheepens, CABO - DLO

PROEFSTATION



LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad, tel. 03200 - 91111

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0490 9475

ISBN 55670

BIBLIOTHEEK
LANDBOUWUNIVERSITEIT
WAGENINGEN

Inhoud

VOORWOORD	5
SAMENVATTING.....	6
1 PROBLEEMSTELLING EN ONDERZOEKSBENADERING.....	9
Probleem.....	9
Risico-analyse	9
2 NADERE UITWERING RISICO-ANALYSE	11
Veevoer.....	11
Prioritaire organismen in relatie tot veevoer	11
Prioritaire onkruiden in relatie tot veevoer	11
Prioritaire plantenziekteverwekkers in relatie tot veevoer.....	12
Prioriteiten bij de keuze van onderwerpen.....	12
3 ONKRUIDZADEN, -KNOLLETJES EN CYSTEAALTJES IN SNIJMAIS EN GRAS ..	14
Aantal onkruidzaden en -knolletjes in een snijmaïskuil.....	14
Effect van inkuilen van snijmais en gras op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes.....	14
Effect van inkuilen van snijmais of gras op de overleving van aardappel- en bietecysteaaltjes	18
4 EFFECT VAN MALEN EN PERSEN VAN GRONDSTOFFEN VOOR DE MENGVOERINDUSTRIE OP DE OVERLEVING VAN ONKRUIDZADEN EN -KNOLLETJES	19
Effect van malen van grondstoffen voor de mengvoerindustrie op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes	19
Effect van persen van grondstoffen voor varkensmengvoerders op de overleving van onkruidzaden.....	21
Conclusie	22
5 EFFECT VAN PASSAGE VAN HET SPIJSVERTERINGSKANAAL OP DE OVERLEVING VAN ONKRUIDZADEN, -KNOLLETJES EN PLANTEZIEKTEVERWEKKERS	23
Effect van de passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes	23
Effect van de passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van plantenziekteverwekkers	24
Conclusie	25
6 EFFECT VAN OPSLAG VAN DUNNE MEST OP DE OVERLEVING VAN ONKRUIDZADEN, -KNOLLETJES EN PLANTEZIEKTEVERWEKKERS	26
Overleving van onkruidzaden en -knolletjes in dunne mest.....	26
Literatuuronderzoek.....	26
Experimenteel onderzoek.....	27
Overleving van onkruidzaden en -knolletjes in dunne rundermest bij verschillende mesttemperaturen.....	27

	Overleving van onkruidzaden en -knolletjes in dunne rundermest, in de drijf laag van rundermest en in dunne varkensmest op 10 of 40 cm diepte	29
	Overleving van plantenziekteverwekkers in dunne mest	30
	Literatuuronderzoek	30
	Experimenteel onderzoek	31
	Overleving van <i>Phoma exigua</i> var. <i>foveata</i> in dunne rundermest	31
	Overleving van <i>Globodera rostochiensis</i> in dunne rundermest	32
	Overleving van <i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i> en <i>Erwinia chrysanthemi</i> in dunne rundermest	32
	Overleving van <i>Polymxa betae</i> en het <i>BNYVV</i> in dunne rundermest	37
	Conclusie	37
7	EFFECT VAN MESTBEWERKING OP DE OVERLEVING VAN ONKRUIDZADEN, -KNOLLETJES EN PLANTEZIEKTEVERWEKKERS	42
	Effect van vergisten van dunne mest op de overleving van onkruidzaden en plantenziekteverwekkers	42
	Effect van befuchten van dunne mest op de overleving van onkruidzaden	42
	Effect van verhitten of persen van varkensmest op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes	43
	Effect van verhitten van varkensmest op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes	43
	Effect van persen van gedroogde mest op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes	44
	Conclusie	45
8	RISICO ALS GEVOLG VAN VERSPREIDING VAN ONKRUIDEN EN PLANTEZIEKTEN MET DIERLIJKE MEST	46
	Rundermest	46
	Onkruiden	46
	Plantenziekten	52
	Varkens- en pluimveemest	54
	Reductie van het risico van verspreiding van onkruiden en plantenziekten met dierlijke mest	55
	LITERATUUR	56
	Bijlage 1 t/m 11	61

Voorwoord

In het kader van het Raamplan Onderzoek Mestoverschotten heeft het PAGV, samen met CABO en IPO, in de periode 1986-1990 een onderzoek verricht naar de overdracht van planteziekten en onkruiden via dierlijke organische mest. Dit onderzoek is uitgevoerd in een risico-analyse voor genoemde schadelijke organismen, die in deze publikatie wordt beschreven. Het eigenlijke onderzoek is grotendeels uitgevoerd op het IPO en het CABO, daar op deze instituten kon worden beschikt over de benodigde faciliteit ten aanzien van apparatuur en begeleiding. Aan dit project hebben meegewerkt:

ir. A.H. Schokker,
mw. ing. C.M.J. Bloemhard,
mw. J.J.E. Rasing,
mw. J. van der Schoot,
ing. F. Menting,
en de stagiaires F. Wanink en P.E.J. Hageman.

Het project is begeleid door een commissie, die uit de volgende personen bestond:

ir. E.A.D. Baart	
(later ir. H. Naber)	- vakgroep VPO van de LUW
J.G.A. Bastiaanssen	- Landbouwschap
drs. W. Heijbroek	- IRS
dr. ir. M. Hoogerkamp	
(later ir. P.C. Scheepens)	- CABO
dr. ir. A. Tempel	
(later ir. P.W.Th. Maas)	- IPO
ir. P.W.Th. Maas	
(later ir. A. Oldenkamp)	- PD
drs. A.M. van Vuuren	- IVVO
ir. P.J.M. Snijders	
(later ir. A.P. Wouters)	- PR
ir. C.D. van Loon (voorz.)	- PAGV

Aan de onderzoekers en de Begeleidingscommissie komt een woord van dank toe voor de enthousiaste wijze waarop zij aan dit project hebben meegewerkt. Voorts is dank verschuldigd aan het FOMA, die dit onderzoek financieel mogelijk maakt.

ir. B.A. ten Hag, PAGV

Samenvatting

Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest; een risico-analyse

In de intensieve veehouderij wordt in een aantal regio's meer mest geproduceerd dan op verantwoorde wijze in de directe omgeving kan worden afgezet. Het overschotprobleem zou voor een gedeelte kunnen worden opgelost door betere benutting van mest of mestverwerkingsprodukten voor de groei van gewassen in akkerbouwgebieden. De mogelijke aanwezigheid van onkruidzaden of planteziekteverwekkers in dierlijke mest beperkt echter in belangrijke mate de acceptatie van deze mest door akkerbouwers. Voor onkruiden en pathogenen die (nog) niet algemeen voorkomen in akkerbouwgebieden en waarvoor tevens geldt dat beheersing extra kosten met zich meebrengt, betekent introductie via mest een risico (potentieel economisch verlies). Onkruiden en pathogenen waarvoor dit geldt, hebben wij prioritaire pathogenen en prioritaire onkruiden genoemd. Voor alle prioritaire organismen is er sprake van een toegevoegd risico, dat wil zeggen dat ze ook op andere wijze dan via mest op een akkerbouwbedrijf geïntroduceerd kunnen worden.

Besmetting van dunne mest met schadelijke organismen is in de praktijk nauwelijks door analyse van mestmonsters vast te stellen. Het risico is daarom onderzocht door uit te gaan van de ontstaansgeschiedenis van de mest. Er is alleen rekening gehouden met prioritaire onkruiden en pathogenen afkomstig uit veevoer en aanhangende grond van ruwvoedergewassen. Varkens en kippen krijgen vrijwel uitsluitend mengvoeders verstrekt, runderen krijgen naast mengvoeders ook ruwvoeders.

Rundermest, onkruiden

Ruwvoer vormt de grootste besmettingsbron

van onkruiden en planteziekteverwekkers. Sniijmaïs is de belangrijkste besmettingsbron voor onkruiden. Prioritaire onkruiden die via snijmaïs in mest terecht kunnen komen, zijn: melganzevoet (*Chenopodium album*), zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*), hanepoot (*Echinochloa crus-galli*), groene naalbaar (*Setaria viridis*) en perzikkruid (*Polygonum persicaria*). Sniijmaïs valt ook onder de gewassen die mogen worden geteeld op met knolcyperus (*Cyperus esculentus*) besmette percelen. Verder werden in het onderzoek twee onkruidsoorten betrokken die beperkt in Nederland voorkomen, maar elders zeer belangrijke onkruiden zijn: papegaaiekruid (*Amaranthus retroflexus*) en fluweelblad (*Abutilon theophrasti*). Voor bovengenoemde soorten werd onderzocht of ze in snijmaïs voorkomen, hoe groot hun overlevingskans tijdens ensilage van snijmaïs is en hoe lang ze in dunne rundermest bij verschillende temperaturen kunnen overleven.

In experimenteel onderzoek werd vastgesteld, dat tegelijk met snijmaïs regelmatig zaden werden meege oogst van melganzevoet (maximaal 100 zaden per kg verse snijmaïs), zwarte nachtschade en hanepoot (van elk maximaal 10 zaden per kg). Zaden van perzikkruid en groene naalbaar werden zelden en knolletjes van knolcyperus en zaden van fluweelblad en papegaaiekruid werden niet in snijmaïsmonsters aangetroffen.

Voor een goede conservering worden de meeste maïskuilen 4 - 6 weken luchtdicht afgesloten. Na 6 weken waren zaden van hanepoot zowel bovenin als in het midden van een maïskuil dood. Middenin de kuil waren na 4-6 weken knolletjes van knolcyperus en zaden van zwarte nachtschade, perzikkruid en papegaaiekruid dood. Enkele melganzevoetzaden waren middenin de kuil na 6 weken nog vitaal, maar na 12 weken niet meer. Bovenin de kuil waren na 12 weken ensilage nog levende zaden en knolletjes van alle onkruidsoorten behalve hanepoot

aanwezig. Na 12 weken was zowel boven- als middenin de kuil de vitaliteit van zaden van fluweelblad nauwelijks achteruitgegaan.

Met gegevens uit de literatuur werd de invloed van de passage van het spijsverteringskanaal van een dier op de vitaliteit van onkruidzaden en pathogenen onderzocht. Zaden van melganzevoet, hanepoot, perzikkruid, groene naalbaar en papegaaiekruid kunnen de passage van het spijsverteringskanaal van een koe overleven. De vitaliteit van zaden van zwarte nachtschade wordt niet beïnvloed door een nagebootst verteilingsproces, maar knolletjes van knolcyperus overleefden dit proces niet. Het percentage zaden dat levend in rundermest wordt gevonden ligt in het algemeen tussen 1 en 20%.

De overlevingsduur van onkruidzaden en -knolletjes in dunne rundermest werd onder andere bepaald door de temperatuur van de mest. Bij een mesttemperatuur van 4°C werden na 4 weken geen vitale zaden van groene naalbaar en kiemkrachtige knolletjes van knolcyperus meer aangetroffen. Na 16 weken waren geen vitale zaden van hanepoot, perzikkruid en papegaaiekruid meer aanwezig. Relatief veel zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade bleven 16 weken of langer vitaal. Bij hogere mesttemperaturen werden de zaden en knolletjes eerder gedood. Bij 17°C waren na 2 weken geen vitale zaden van groene naalbaar en kiemkrachtige knolletjes van knolcyperus meer aanwezig, en zaden van zwarte nachtschade, hanepoot, perzikkruid en papegaaiekruid waren na 4-8 weken (bijna) allemaal dood. Na 16 weken waren nog enkele zaden van melganzevoet vitaal. De vitaliteit van fluweelbladzaden in dunne rundermest was na 16 weken zowel bij 4°C als bij 17°C nauwelijks achteruitgegaan. De door andere onderzoekers gemeten overlevingsduur van onkruidzaden en -knollen in rundermest verschilde voor sommige soorten sterk van de door ons vastgestelde waarden.

Van de prioritaire onkruiden is de kans op verspreiding via rundermest het grootst voor triazine-resistente melganzevoet. Bij uitrijden in het voorjaar kan die kans een factor 10

groter zijn dan bijvoorbeeld de kans op verspreiding via zaaizaad. Door opslag van de mest gedurende minimaal 2 maanden in de zomer wordt de overlevingskans verkleind, maar niet volledig tot nul gereduceerd. De overlevingskans van zaad van zwarte nachtschade ligt in dezelfde orde als die van melganzevoetzaad; de kans op aanwezigheid in snijmaïs is echter een factor 10 kleiner. Hanepootzaad komt ongeveer even vaak voor in snijmaïs als zaad van zwarte nachtschade. Als de snijmaïskuil 4-6 weken gesloten blijft, zal de kans op aanwezigheid van hanepootzaad in mest ten naaste bij nul zijn. Overlevingsorganen van perzikkruid, groene naalbaar, papegaaiekruid en knolcyperus komen weinig of niet voor in snijmaïs, terwijl bovendien hun overlevingskans in verschillende processen sterk wordt gereduceerd. De kans op aanwezigheid van vitale knolletjes of zaden van deze soorten achten wij daarom verwaarloosbaar klein. De overlevingskansen van fluweelbladzaad zijn bij vervoeding van besmet veevoer relatief groot. Fluweelblad komt echter nog zeer weinig voor in Nederland omdat het nog niet goed aan ons klimaat is aangepast.

Rundermest, planteziekten

Prioritaire planteziekteverwekkers kunnen aanwezig zijn op plantedelen van betreffende voedergewassen of in aanhangende grond van andere voedergewassen. Voor het aardappelpycysteaaltje *Globodera rostochiensis*, de schimmel *Phoma exigua* var. *foveata*, die droogrot bij aardappel veroorzaakt, de bacteriën *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* en *Erwinia chrysanthemi*, die natrot bij aardappel veroorzaken, en het rhizomanievirus BNYVV (met de vector *Polymyxa betae*) werd onderzocht hoe lang ze in dunne rundermest bij verschillende temperaturen kunnen overleven.

Naarmate de mesttemperatuur hoger was, werden planteziekteverwekkers in dunne rundermest eerder gedood. Bij een mesttemperatuur van 5°C waren na 8 weken bijna alle cysten dood, bij 18°C was dit na 2 weken het geval. *P. exigua* var. *foveata* kon, nadat besmette aardappeldelen in dunne

rundermest waren gebracht, bij een temperatuur van 17°C na één week bijna niet meer in het aardappelweefsel worden gedetecteerd; bij 4°C was dit na 3 weken het geval. *E. carotovora* subsp. *atroseptica* en *E. chrysanthemi* bleven in aardappelknollen in dunne rundermest met een temperatuur van 4°C 4 maanden aantoonbaar. Bij 15°C waren ze na 2-3 maanden nauwelijks meer te detecteren. Naarmate de aardappelknollen verder uiteenvielen in de mest, werd de overlevingsduur van deze bacteriën korter. Het rhizomanievirus *BNYVV* met de vector *P. betae* bleef in dunne rundermest bij zowel 4°C als bij 15°C minstens 12 weken leven.

Voor met name *P. exigua* var. *foveata* en *E. carotovora* subsp. *atroseptica* en *E. chrysanthemi* is het aannemelijk dat ze gemakkelijker met aardappelpootgoed dan met mest worden verspreid. Voor het rhizomanievirus geldt, dat in gebieden waar het virus voorkomt de kans op verspreiding met andere media (water, slootbagger) groter lijkt dan de kans op verspreiding met mest.

Varkens- en kippenmest

In de varkens- en pluimveehouderij worden voornamelijk mengvoeders gebruikt. De kans op aanwezigheid van prioritare ziekteverwekkers in mengvoeders is verwaarloosbaar klein. Van sommige prioritare onkruiden zijn mogelijk wel vitale zaden of knolletjes aanwezig in mengvoeders. Voor zaden van fluweelblad en papegaaiekruid, en voor knolletjes van knolcyperus werd de invloed van malen en persen, zoals dat voor mengvoeders wordt uitgevoerd, onderzocht. Voor zaden van hanepoot, perzikkruid en zwarte nachtschade werd de overleving in dunne varkensmest bepaald.

Het grootste deel van de mengvoeders voor varkens wordt in geperste vorm afgeleverd. In dit onderzoek kon 25% van de papegaaiekruidzaden en 5% van de fluweelbladzaden het maal-persproces van grondstoffen voor varkensmengvoer overleven. Knolletjes van knolcyperus overleefden het malen van grondstoffen voor deze voeders niet. Indien mengvoeders vitale onkruidzaden bevatten, zal een deel van de zaden de passage van

het spijsverteringskanaal van een varken overleven. Zaden van zwarte nachtschade, hanepoot en perzikkruid werden in dunne varkensmest sneller gedood dan in dunne rundermest. De zaden hadden in dunne varkensmest na 6-8 weken hun vitaliteit verloren. Ook de resultaten van onderzoek naar de overlevingsduur van zaden in dunne varkensmest lopen soms uiteen. In buitenlands onderzoek werd bijvoorbeeld gevonden dat zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade in dunne varkensmest 16 weken kiemkrachtig konden blijven.

Een groot deel van de mengvoeders voor pluimvee wordt in meelvorm afgeleverd. Het malen van grondstoffen voor pluimveevoeders had weinig invloed op de vitaliteit van papegaaie- en fluweelbladzaden. In het gemalen pluimveevoer werd een groot deel van de knolletjes van knolcyperus uiterlijk onbeschadigd teruggevonden, maar geen van de knolletjes kiemde. Onkruidzaden worden echter bij de passage van het spijsverteringskanaal van een kip bijna allemaal vernietigd. Besmetting van mest zal daarom nagenoeg alleen plaatsvinden via voerresten die rechtstreeks in de mest terechtkomen.

Industriële mestverwerking

Droog- en persprocessen vormen een onderdeel van de momenteel in gebruik zijnde industriële mestverwerkingstechnieken. In dit onderzoek werd de invloed van drogen en persen van varkensmest op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes bepaald.

Om afwezigheid van kiemkrachtige onkruidzaden en -knolletjes in ongeperste mest te garanderen, zal het tussenprodukt boven 100°C verhit dienen te worden. Deze hoge temperatuur is met name nodig om zaden van fluweelblad te inactiveren. Voor de overige onderzochte soorten zal een kortdurende verhitting bij 90°C al voldoende zijn om de betreffende zaden en knolletjes te inactiveren. Indien mest bij 75°C wordt gedroogd en vervolgens wordt geperst tot korrels, is de kans op overleving van onkruidzaden en -knolletjes uiterst gering.

1. Probleemstelling en onderzoeksbenadering

Wissig

Probleem

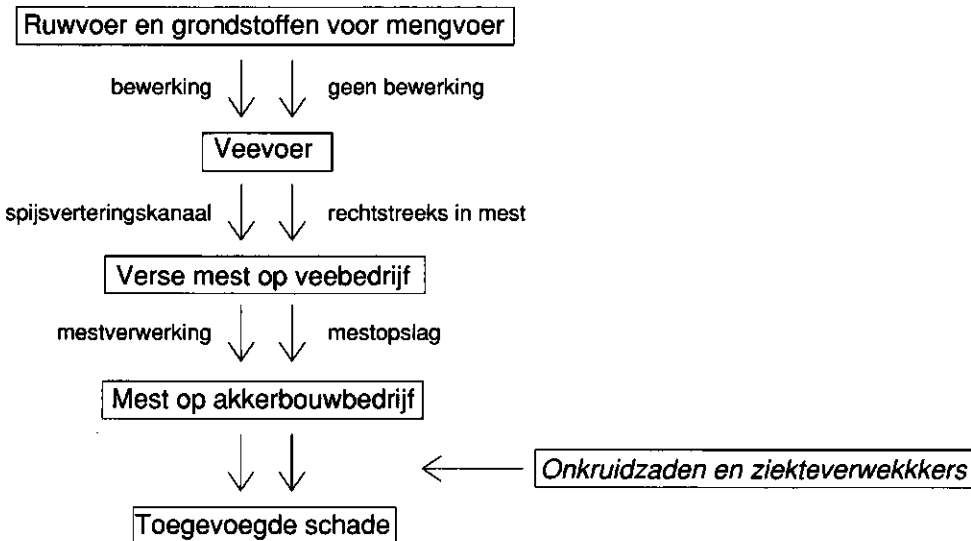
In de intensieve veehouderij wordt regionaal meer mest geproduceerd dan op verantwoorde wijze in de directe omgeving kan worden afgezet. Via de mestwetgeving wordt de hoeveelheid dierlijke mest die per ha mag worden uitgereden, gelimiteerd. De norm zal de komende jaren worden aangescherpt. Volgens berekeningen van het LEI is er een mestoverschot in de veehouderij van circa 14 miljoen ton per jaar (Ten Hag, 1990). In 1990 kon dit overschot nog grotendeels in het overschotgebied zelf of in de directe omgeving worden geplaatst. Met het aanscherpen van de normen zal echter het mestoverschot toenemen. Het overschotprobleem zou voor een gedeelte kunnen worden opgelost door centrale mestverwerking van niet of moeilijk plaatsbare mestoverschotten en door een betere benutting van mest en mestverwerkingsproducten voor de groei van gewassen

in akkerbouwgebieden (Ten Hag, 1990). Uit een onderzoek naar knelpunten voor acceptatie van dierlijke mest bij akkerbouwers bleek, dat de mogelijke aanwezigheid van onkruidzaden of plantenziekteverwekkers in mest een belangrijke beperking voor het gebruik van mest is (Hotsma, 1990). Om de afzet van dierlijke mest in de akkerbouw te bevorderen moeten de telers de garantie hebben dat het risico van verspreiding van onkruiden en plantenziekten met de mest geen onaanvaardbaar niveau bereikt. Het doel van dit onderzoek was het zo goed mogelijk inschatten van de grootte van het verspreidingsrisico en aan te geven op welke wijze het risico kan worden vermeden of gereduceerd.

Risico-analyse

De kans op besmetting van mest is nauwelijks vast te stellen door analyse van mest-

Onkruidzaden en ziekteverwekkers in



Figuur 1. Procesketen die kan leiden tot verspreiding van onkruiden of plantenziekten met dierlijke mest.

monsters op aantallen onkruidzaden of ziekteverwekkers. Een betrouwbare toetsmethode om mestmonsters snel te onderzoeken is er namelijk niet. De kans op besmetting moet daarom worden ingeschat aan de hand van de voorgeschiedenis van de mest (figuur 1). De procesketen, die kan leiden tot verspreiding van onkruiden of plantenziekten met dierlijke mest, begint met ruwvoerders en grondstoffen voor de mengvoerindustrie. In deze producten zijn kiemkrachtige onkruidzaden of vitale plantenziekteverwekkers aan te tonen. De ruwvoerders en de grondstoffen voor de mengvoerindustrie kunnen een bewerking ondergaan. Het veevoer zal het spijsverteringskanaal van een dier passeren, maar een klein gedeelte zal via voerresten of aanhangende grond rechtstreeks in de mest terecht komen. De mest blijft enige tijd in een mestkelder of -opslag, maar kan ook worden verwerkt in een mestverwerkingsfabriek voordat het naar een akkerbouwbedrijf gaat.

Het aantal schadelijke organismen in mest is hun aantal in veevoer, vermenigvuldigd met de overlevingskansen in een aantal deelprocessen. Om schade aan een akkerbouwgewas te veroorzaken moeten uit de in mest aanwezige onkruidzaden (zaad dragende) planten uitgroeien. Een plantenziekteverwekker moet na het uitrijden van mest in de grond overleven en daarna nog in staat zijn

om een gewas aan te tasten. Onkruiden en plantenziekten kunnen ook op een andere manier dan via mest op een bedrijf of perceel terechtkomen. Er is daarom bij verspreiding via mest sprake van een toegevoegd risico (toegevoegd aan het bestaande risico).

Voor de meeste onkruidsoorten is het toegevoegde risico verwaarloosbaar klein, omdat ze reeds vrij algemeen in akkerbouwgebieden voorkomen en de via mest binnenkomende extra aantallen met de gebruikelijke methoden en middelen zonder extra kosten goed beheersbaar zijn. Dit onderzoek was daarom vooral gericht op een beperkt aantal onkruidsoorten, die niet algemeen voorkomen, en waarvan beheersing (of pleksgewijze uitroeiing) extra kosten met zich meebrengt. Ook wat betreft de plantenziekten was het onderzoek vooral gericht op enkele ziekteverwekkers die beperkt voorkomen in Nederland en die na introductie op onbesmette bedrijven grote schade kunnen veroorzaken. In dit verslag worden deze te onderzoeken organismen prioritaire organismen genoemd.

Gezien de verschillen in voederpatronen tussen de verschillende groepen landbouwhuisdieren werd in dit onderzoek het risico apart geanalyseerd voor mest van rundvee, varkens en pluimvee.

2. Nadere uitwerking risico-analyse

Veevoer

Het veevoer is de belangrijkste bron van besmetting van dunne mest met onkruidzaden of planteziekteverwekkers. Voor een beschouwing over risico is in de eerste plaats een overzicht van de verschillende veevoerders van belang.

Veevoer kan worden onderverdeeld in ruwvoer en mengvoer. Ruwvoerders worden voornamelijk aan rundvee gevoerd. In de varkens- en pluimveehouderij worden voornamelijk mengvoerders gebruikt (bijlage 1).

Ruwvoerders zijn door de verhouding vrachtkosten/voederwaarde niet interessant om over grote afstanden te verplaatsen. Geïmporteerde ruwvoerders komen, vanwege hun volumineuze karakter, geheel uit de EG. De import van ruwvoerders uit derde landen is vrijwel te verwaarlozen (bijlage 2). Het grootste gedeelte van het ruwvoer bestaat uit grasprodukten (vers weidegras, kuilgras, hooi). Daarnaast heeft snijmaïs een belangrijke plaats gekregen bij de ruwvoederverzorging. De overige ruwvoerders zijn onbewerkte produkten als aardappelen, bieten (kop/blad) en stoppelgewassen, of bewerkte produkten als natte aardappelvezels (een bijproduct van de aardappelmeelbereiding), perspulp (een bijproduct van de suikerbereiding) of afval van de aardappelverwerkende industrie.

De Nederlandse mengvoerindustrie heeft zich voor haar grondstoffen sterk georiënteerd op het buitenland (bijlage 3). Landen buiten de EG leveren vooral tapioca (Thailand), sojabonen (VS, Brazilië, Argentinië), maïsglutenvoer (VS), citruspulp (Brazilië, VS) en perskoeken van maïskiemmen (VS), van sojabonen (VS, Brazilië, Argentinië) en van zonnebloempitten (Argentinië). Uit EG-lidstaten komen vooral granen, erwten, aardappelvezels en bostel (bijlage 4).

In de mengvoerindustrie worden granen vooral in varkens- en pluimveevoeders ver-

werkt (bijlage 1 en 5). In de varkensvoerders worden vooral gerst en tarwe verwerkt, terwijl in de pluimveevoeders, met name legpluimveevoeders, maïs wordt verwerkt. Peulvruchten, maalderijprodukten en met name tapioca vinden voor het grootste deel hun weg naar de varkensvoerders. De bijprodukten van de suikerbereiding en het maïsglutenvoer daarentegen worden in de eerste plaats in de rundveevoeders verwerkt, maar ook een aanzienlijk deel (melasse) komt in varkensvoerders terecht. Het grootste deel van de bijprodukten van de oliebereiding wordt in de rundvee- en varkensvoerders verwerkt, de rest wordt in de pluimveevoeders verwerkt. Citruspulp is typisch een grondstof voor de rundveevoeders en wordt bijna niet in de andere diervoeders verwerkt (Zwart, 1989).

Prioritaire organismen in relatie tot veevoer

Het onderzoek was vooral gericht op niet algemeen in Nederland voorkomende organismen die in veevoerders kunnen voorkomen, en waarvan beheersing (of pleksgewijze uitroeiing) extra kosten met zich meebrengt.

Prioritaire onkruiden in relatie tot veevoer

Snijmaïs neemt een belangrijke plaats in bij de ruwvoederverzorging. Door de teeltwijze van dit gewas en wijze van onkruidbestrijding (vrijwel elk jaar hetzelfde herbicide op hetzelfde perceel) hebben sommige onkruidsoorten, waarvan bestrijding in akkerbouwgebieden tot problemen kan leiden, zich kunnen vermeerderen. Eénjarige soorten als hanepoot (*Echinochloa crus-galli*) en groene naalbaar (*Setaria viridis*) zijn resistent tegen atrazin. Tegen atrazin resistente biotypen van melganzevoet (*Chenopodium album*) en zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) komen regelmatig voor in maïspercelen in ge-

bieden met een intensieve veehouderij. In mindere mate worden ook resistente biotypen van perzikkruid (*Polygonum persicaria*) in maïspcelen gevonden (Van Oorschot, 1989). Snijmaïs valt ook onder de gewassen die mogen worden geteeld op met knolcyperus (*Cyperus esculentus*) besmette pcelen. Tegelijk met snijmaïs zouden onkruidzaden of -knolletjes kunnen worden meegeogst.

Het grootste gedeelte van het ruwvoer bestaat uit grasprodukten en ook met gras zouden onkruidzaden kunnen worden meegeogst. De kans op verspreiding van voor de akkerbouw schadelijke onkruiden met mest is echter via het voeren van grasprodukten kleiner dan via het voeren van snijmaïs. Soorten die voor de akkerbouw als ongewenst gelden, komen in het algemeen niet voor in grasland. Omdat in dit project het onderzoek vooral gericht was op het risico van verspreiding van onkruiden met mest naar akkerbouwgebieden, is weinig aandacht besteed aan het risico van overdracht van voor grasland schadelijke onkruiden met mest.

In dit onderzoek zijn twee onkruidsoorten betrokken die in het buitenland als schadelijke onkruiden gelden en die mogelijk via geïmporteerde grondstoffen voor de mengvoerindustrie in mest terecht komen: fluweelblad (*Abutilon theophrasti*) en papegaaiekruid (*Amaranthus retroflexus*). De meeste onkruiden waarvan zaden in grondstoffen voor mengvoer aanwezig kunnen zijn, zullen zich onder Nederlandse omstandigheden moeilijk kunnen handhaven: zij zijn aangepast aan een warmer klimaat. Van enkele soorten is echter bekend dat ze zich langzaam naar (relatief) koudere gebieden uitbreiden. Dit geldt voor papegaaikruid en fluweelblad, waarvan reeds beperkte aantallen in Nederland voorkomen.

Prioritaire plantenziekteverwekkers in relatie tot veevoer

Schadelijke plantenziekteverwekkers zouden via onbewerkte ruwvoerders in mest terecht kunnen komen. Voeraardappelen kunnen geïnfecteerd zijn met de veroorzakers van

aardappelmoehheid (*Globodera spp.*), gangreen (*Phoma exigua* var. *foveata*), zwartbenigheid (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) of stengelnatrot (*Erwinia chrysanthemi*). Bieten of bietenkop/blad kunnen het rhizomanievirus (BNYVV) bevatten. Deze plantenziekteverwekkers zijn vrij specifiek. Ze zullen vooral aanwezig zijn op plantdelen van de gewassen waarin schade wordt gevreesd. Ze kunnen evenwel ook in aanhangende grond van andere gewassen aanwezig zijn.

Omdat plantenziekteverwekkers sterk gewasgebonden zijn, is het niet erg waarschijnlijk dat voor Nederland schadelijke pathogenen in geïmporteerde grondstoffen voor de mengvoerindustrie aanwezig zijn.

Prioriteiten bij de keuze van onderwerpen

Het was niet mogelijk om voor alle prioritaire organismen de overlevingskansen in alle processtappen (uit figuur 1) te onderzoeken. Via literatuuronderzoek werd nagegaan wat er in Nederland en in het buitenland al was onderzocht. In het daaropvolgende experimentele onderzoek moesten prioriteiten worden gesteld.

Het onderzoek naar aantallen vitale onkruidzaden of -knolletjes in ruwvoer was gericht op snijmaïs, omdat snijmaïs een belangrijke plaats inneemt bij de ruwvoederverzorging en op snijmaïspcelen onkruidsoorten voorkomen waarvan bestrijding in akkerbouwgebieden tot problemen kan leiden. In experimenteel onderzoek werd nagegaan hoeveel vitale schadelijke onkruidzaden of -knolletjes met snijmaïs worden meegeogst en wat het effect van ensilage van snijmaïs op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes is (hoofdstuk 3).

In grondstoffen voor de mengvoerindustrie kunnen onkruidzaden voorkomen, maar door de grote variatie in gebruikte grondstoffen kan geen uitspraak worden gedaan over aantallen zaden in mengvoerders. Onkruidzaden en -knolletjes zouden tijdens de

mengvoerbereiding kunnen worden gedood. In experimenteel onderzoek werd het effect van malen en persen van grondstoffen op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes bepaald (hoofdstuk 4).

Over het effect van de passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van onkruidzaden en planteziekteverwekkers is al veel bekend. In hoofdstuk 5 wordt een overzicht van literatuurgegevens gegeven.

Bij het begin van dit onderzoek leverde literatuuronderzoek weinig gegevens op over de overlevingsduur van zaden en knolletjes van prioritaire onkruiden in dunne mest. In experimenteel onderzoek werd daarom de overleving van zaden en knolletjes van een aantal voor Nederland schadelijke onkruiden in dunne mest bestudeerd. Er was ook weinig bekend over de overlevingsduur van planteziekteverwekkers in dunne mest. In dit onderzoek werd de overlevingsduur van een plantepathogene schimmel, een nematode, een virus en een bacterie in dunne rundermest bepaald (hoofdstuk 6).

Het mestoverschotprobleem zou voor een gedeelte kunnen worden opgelost door verwerking van mest. Uit de literatuur is bekend dat vergisten of beluchten van mest de vitaliteit van schadelijke organismen beïnvloedt. Omdat droog- en persprocessen een onderdeel van de momenteel in gebruik zijnde industriële mestverwerkingstechnieken vormen, werd experimenteel onderzoek naar de overleving van onkruidzaden en -knolletjes tijdens verhittings- en persprocessen uitgevoerd (hoofdstuk 7).

Aan de hand van experimentele gegevens en diverse aannames wordt in hoofdstuk 8 de besmettingskans van mest met onkruidzaden, -knolletjes en planteziekteverwekkers zo goed mogelijk ingeschat. Per mestsoort en voor verschillende organismen wordt aangegeven wat de gevolgen voor het gebruik van die mest voor de akkerbouwer kunnen zijn. In dit hoofdstuk wordt tevens aangegeven welke mogelijkheden er zijn om het risico te verminderen.

3. Onkruidzaden, -knolletjes en cysteaaltjes in snijmaïs en gras

Aantal onkruidzaden en knolletjes in een snijmaïskuil

Door de teeltwijze van snijmaïs en wijze van onkruidbestrijding hebben sommige onkruidsoorten, waarvan bestrijding ook in akkerbouwgebieden tot problemen kan leiden, zich kunnen uitbreiden. Tegelijk met snijmaïs kunnen zaden of -knolletjes van deze onkruidsoorten worden meege oogst. Schröder & Baart (1982) vonden in gehakselde snijmaïs van een zwaar met hanepoot besmet perceel 21 zaden per kg snijmaïs. Omdat verder geen gegevens bekend waren over aantallen zaden of knolletjes van andere onkruidsoorten in een snijmaïskuil, werden in 1988 en 1989 in gebieden met intensieve veehouderij (onder andere Noord-Brabant, de Achterhoek en de Veluwe) maïsmonsters uit willekeurige maïskuilen onderzocht om een schatting te maken van de aantallen onkruidzaden en -knolletjes die worden meege oogst. In oktober 1988 werden 41 en in september/oktober 1989 werden 43 maïsmonsters genomen. Per maïskuil werden 4 wagens met snijmaïs bemonsterd. De 4 submonsters werden bij elkaar gevoegd, waarna een monster van circa 2 kg ontstond.

In de maïsmonsters van 1988 werden voornamelijk zaden van melganzevoet, zwarte nachtschade en hanepoot gevonden (figuur 2). Eén van de percelen was sterk besmet met knolcyperus. In het onderzochte monster werden geen knolletjes aangetroffen. In 1989 waren ook regelmatig zaden van melganzevoet en hanepoot in de maïsmonsters aanwezig. Opvallend was de totale afwezigheid van zaden van zwarte nachtschade. Andere onkruidsoorten, waarvan zaden in maïsmonsters in 1988 en 1989 werden gevonden, waren onder andere perzikkruid en groene naalbaar.

Om te bepalen of tegen atrazin resistente

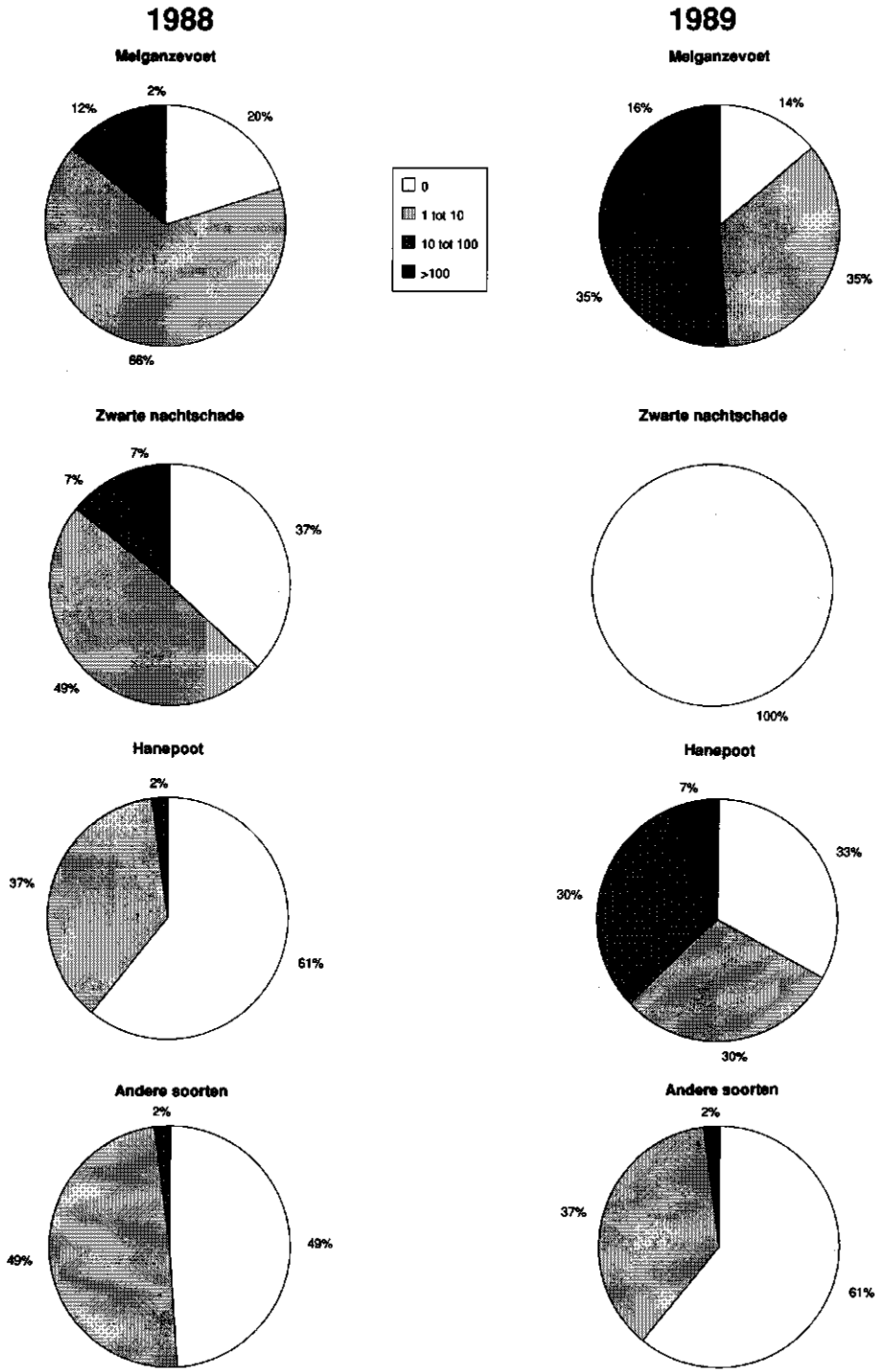
biotypen van melganzevoet en zwarte nachtschade regelmatig op maïspcelen in gebieden met een intensieve veehouderij voorkomen, werden de zaden van deze onkruidsoorten uit de maïsmonsters van 1988 en 1989 aan het kiemen gebracht voor de bepaling van de resistentie tegen atrazin volgens de methode van Van Oorschot (1989). In 1988 werden na kieming van de zaden resistente planten van zwarte nachtschade in 75% en van melganzevoet in 40% van de monsters gevonden waarin deze voorkwamen. In 1989 werd in 45% van de monsters met melganzevoetzaden resistente melganzevoet gevonden. Uit dit resistentie-onderzoek bleek dat resistentie vooral voorkwam bij maïsmonsters waarin veel zaden van de betreffende onkruidsoort voorkwamen.

In 1988 en 1989 werden in de maïsmonsters geen zaden van papegaaiekruid of fluweelblad gevonden. Papegaaiekruid komt in Nederland beperkt voor in gebieden met een intensieve veehouderij. In Duitsland is er echter sprake van uitbreiding van het areaal triazine-resistente papegaaiekruid (Kees, 1990). Fluweelblad komt zeer beperkt in Nederland voor. Op maïspcelen zijn enkele vondsten bekend (Rotteveel, 1986).

Effect van inkuilen van snijmaïs en gras op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes

Snijmaïs wordt vrijwel uitsluitend als ingekuild produkt gevoerd. Het silageproces beïnvloedt de vitaliteit van onkruidzaden. Schröder & Baart (1982) brachten hanepootzaden samen met snijmaïs in afsluitbare glazen flessen. Na 4 weken was 10% van de zaden nog vitaal en na 8 weken werden geen vitale zaden meer aangetroffen.

Om na te gaan of het silageproces ook de



Figuur 2. Percentage maïsmonsters met zaden van diverse onkruiden in 1988 en 1989.

vitaliteit van zaden of knolletjes van andere onkruidsoorten vermindert, en of de diepte waarop ze zich in de maïskuil bevinden de overlevingsduur tijdens het inkuilen beïnvloedt, werd onderzocht hoe lang zaden van melganzevoet, zwarte nachtschade, hanepoot, perzikkruid, papegaaiekruid, fluweelblad en knolletjes van knolcyperus middenin een maïskuil en dicht onder het plastic bleven leven. Over dit deel van het onderzoek is

reeds eerder verslag uitgebracht (Schokker, 1988). Opzet en resultaten worden hier nogmaals besproken. In een maïskuil werden één dag na aanleg van de kuil op 24 plaatsen gaten in het plastic geknipt. Op deze 24 plaatsen werden de zaden en knolletjes van de diverse onkruidsoorten in zakjes van nylon gaas op 70 en op 5 cm diepte in de kuil gebracht (100 zaden of 50 knolletjes per zakje). In de kuil werden gaten (\emptyset

Tabel 1a. Gemiddelde kiemingspercentages van zaden of knolletjes van diverse onkruidsoorten na een verblijf van 1, 2, 4, 6, 8 of 12 weken in een snijmaïskuil op 5 of 70 cm onder het oppervlak. Elk getal is het gemiddelde van 400 zaden of 200 knolletjes (Schokker, 1988).

Verblijftijd in maïskuil (weken)	Diepte												
	5 cm							70 cm					
	0	1	2	4	6	8	12	1	2	4	6	8	12
<i>Onkruidsoort</i>													
Hanepoot	1	13	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Perzikkruid	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	6	38	2	0	2	0	2	3	0	0	0	0	0
Zwarte nachtschade	100	98	93	21	0	23	44	90	4	0	0	0	0
Melganzevoet	53	6	4	4	3	1	1	8	6	0	0	0	0
Fluweelblad	58	25	55	50	54	60	59	22	39	52	53	48	60
Knolcyperus ¹⁾	100	95	85	24	10	25	1	84	18	0	0	0	0

¹⁾ Knolletjes

Tabel 1b. Gemiddelde vitaliteitspercentages van zaden van diverse onkruidsoorten na een verblijf van 1, 2, 4, 6, 8 of 12 weken in een snijmaïskuil op 5 of 70 cm onder het oppervlak. Elk getal is het gemiddelde van 100 zaden (Schokker, 1988).

Verblijftijd in maïskuil (weken)	Diepte												
	5 cm							70 cm					
	0	1	2	4	6	8	12	1	2	4	6	8	12
<i>Onkruidsoort</i>													
Hanepoot	93	90	48	6	0	0	0	45	1	0	0	0	0
Perzikkruid	98	18	8	2	0	3	11	1	0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	100	8	6	4	14	14	2	3	0	0	0	0	0
Zwarte nachtschade	99	98	93	43	29	23	48	85	0	0	0	0	0
Melganzevoet	96	67	43	45	54	69	48	55	7	3	5	1	0
Fluweelblad	98	81	77	77	78	83	79	79	78	78	82	79	78
Knolcyperus ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾ = Knolletjes - = Geen waarnemingen

7 cm) tot 70 cm diepte geboord. Zakjes met onkruidzaden- en knolletjes werden onderin gebracht, waarna de gaten weer werden opgevuld met snijmaïs. De maïs werd goed aangedrukt, de gaten werden luchtdicht met tape afgeplakt, waarna de kuil met een tweede laag plastic werd afgedekt en met banden werd bedekt. Op verschillende tijdstippen werd het tweede plastic kleed verwijderd, waarna op vier plaatsen gaten in het eerste plastic kleed werden gemaakt om zakjes uit de maïskuil te halen. Telkens werd de maïskuil weer luchtdicht afgesloten door de gaten weer dicht te plakken en de kuil met de tweede laag plastic af te dekken. De zaden en knolletjes werden beoordeeld op kiemkracht en/of vitaliteit (beschrijving methoden in bijlage 6).

Ook werden zaden van zwarte nachtschade, hanepoot en fluweelblad in zakjes van nylon gaas met snijmaïs in afsluitbare weckpotten gebracht. Op verschillende tijdstippen werden 4 weckpotten geopend en werd de kiemkracht en vitaliteit van de zaden bepaald.

Onbehandelde zaden van hanepoot, papegaaiekruid en perzikkruid kiemden erg slecht (kiemrust). Bij deze soorten zijn uitspraken uitsluitend gebaseerd op resultaten van de vitaliteitstoetsing. Van knolletjes van knolcyperus kon geen vitaliteitstoetsing worden uitgevoerd.

Middenin de kuil hadden na 2-4 weken zaden van hanepoot, perzikkruid, papegaaiekruid, zwarte nachtschade en knolletjes van knolcyperus hun kiemkracht en vitaliteit verloren (tabel 1a+b). Ook zaden van melganzevoet kiemden na 2-4 weken niet meer, maar na 8 weken was nog wel 1% van de zaden vitaal. Bovenin de kuil waren hanepootzaden na 6 weken dood. Bovenin waren na 12 weken nog vitale zaden van perzikkruid, papegaaiekruid, zwarte nachtschade en melganzevoet aanwezig, terwijl ook enkele knolletjes van knolcyperus nog kiemden. Zaden van fluweelblad waren na 12 weken zowel boven- als middenin de kuil nauwelijks in kiemkracht achteruitgegaan.

In de snijmaïs in de weckpotten waren zaden van hanepoot en zwarte nachtschade na 2-4 weken dood (tabel 2). De vitaliteit van de fluweelbladzaden was na 16 weken ensilage nog niet beïnvloed.

Ook Van Renterghem et al. (1991) onderzochten de invloed van het kuilproces op de kiemkracht van onkruidzaden. Onkruidzaden werden gemengd met gehakselde maïs of voorgedroogd gras, waarna dit mengsel werd bewaard in weckpotten. Ook onderzochten zij de invloed van de plaats van onkruidzaden in een maïskuil, afgedekt met plastic en een grondlaagje van 0,1 m. Na 6

Tabel 2. Gemiddelde kiemings- en vitaliteitspercentages van zaden van hanepoot, zwarte nachtschade en fluweelblad na een verblijf van 1, 2, 4, 6, 12 of 16 weken in snijmaïs in weckpotten. Elk getal is bij de kieming het gemiddelde van 400 zaden en bij de vitaliteit het gemiddelde 100 zaden (Schokker, 1988).

Onkruidsoort	Verblijftijd in snijmaïs (weken)						
	0	1	2	4	6	12	16
<i>Kieming (%)</i>							
Zwarte nachtschade	100	99	22	0	0	0	0
Hanepoot	1	20	0	0	0	0	0
Fluweelblad	58	33	32	41	43	47	56
<i>Vitaliteit (%)</i>							
Zwarte nachtschade	99	96	0	0	0	0	0
Hanepoot	93	85	3	0	0	0	0
Fluweelblad	98	75	82	75	69	75	76

weken in goed ingekuilde maïs in de weckpotten waren alle zaden van melganzevoet, hanepoot en zwarte nachtschade dood. Na een verblijf van 6 weken in slecht bewaard gras in weckpotten waren alle zaden van akkerdistel (*Cirsium arvense*), kweekgras (*Elytrigia repens*), grote (*Plantago major*) en smalle weegbree (*Plantago lanceolata*), ridderzuring (*Rumex obtusifolius*) en vogelmuur (*Stellaria media*) dood. In de maïskuil kiemden zaden van ridderzuring, hanepoot en perzikkruid niet meer na meer dan 6 weken, en dit onafhankelijk van de plaats waar deze onkruidzaden zich bevonden. Zaden van zwarte nachtschade en melganzevoet, die zich 0,1 m onder het afdekzeil bevonden, kiemden na 6 weken in respectievelijk 25 en 8% van de gevallen. Van de zaden die zich middenin de maïskuil bevonden kiemden alleen melganzevoetzaden nog (in 5% van de gevallen). Alle zaden die zich 0,1 m boven het grondoppervlak bevonden hadden hun kiemkracht verloren.

Voor een goede conservering worden de meeste kuilen 4 tot 6 weken luchtdicht afgesloten. Uit onderzoek blijkt dat na deze periode midden- en onderin de kuil zaden en knolletjes van de meeste onkruidsoorten hun vitaliteit hebben verloren. Een kleine fractie zaden van melganzevoet kan na 4-6 weken nog vitaal zijn, terwijl fluweelbladzaden minstens 16 weken in een maïskuil kunnen blijven leven. Na 4-6 weken ensilage kunnen echter bovenin de kuil nog levende onkruid-

zaden of -knolletjes aanwezig zijn. Het 4 weken gesloten houden van de maïskuil geeft een reductie van het totaal aantal vitale onkruidzaden en -knolletjes van 90-99%.

Effect van inkuilen van snijmaïs of gras op de overleving van aardappel- en bietecysteeltjes

Roosjen & Meilink (1989) onderzochten het effect van ensilage in een maïs- en in een graskuil op de overleving van aardappel- en bietecysteeltjes. Cysten van *Globodera rostochiensis*, *G. pallida* en *Heterodera schachtii* werden op circa 30 cm onder het kuiloppervlak in een grasvoordroogkuil en in een snijmaïskuil gebracht. Kort na het inkuilen (1 -3 weken) was meer dan 99% van de cysteïnhoud van deze nematodesoorten niet meer levensvatbaar. In een andere proef werden cysten van *G. rostochiensis*, *G. pallida*, *H. schachtii* en *H. trifolii* op verschillende diepten in een snijmaïskuil gebracht. Na 1 week ensilage was op 30, 70 en 120 cm diepte meer dan 99% van de inhoud van de cysten niet meer levensvatbaar. Op 0-5 cm diepte was na 1 week 99% van de cysten van *G. rostochiensis* en *G. pallida* niet meer levensvatbaar, maar voor cysten van *H. schachtii* en *H. trifolii* duurde het respectievelijk 2 en 4 weken voor dit dodingspercentage werd bereikt.

4. Effect van malen en persen van grondstoffen voor de mengvoerindustrie op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes

Veel mengvoedergrondstoffen zijn nevenproducten van de (voedingsmiddelen)industrie en hebben al een bewerking ondergaan. Bewerkte producten kunnen in korrelvorm dan wel als meel worden aangevoerd. Producten als granen en bepaalde peulvruchten worden in onbewerkte vorm gebruikt. In de mengvoerindustrie ondergaan de grondstoffen een maalproces. De fijnheid van het meel wordt bepaald door eisen ten aanzien van onder andere de diergroep (rundvee, varkens of pluimvee), of het al dan niet persen van de gemalen grondstoffen. Een deel van het pluimveevoeder en varkensvoeder wordt in meelvorm afgeleverd. Met name legpluimvee krijgt het voer in de meelvorm (tabel 3).

In een aantal onbewerkte grondstoffen, afkomstig van het Rijkskwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwproducten (Rikilt) in Wageningen, werden onkruidzaden gevonden. In sojaschroot, afkomstig uit de Verenigde Staten werden onder andere zaden van fluweelblad aangetroffen. Het was echter niet mogelijk om voor alle grondstoffen de verontreiniging met onkruidzaden te bepalen. Ook werd niet nagegaan wat het effect van

bewerkingen, die sommige grondstoffen al hebben ondergaan, op de vitaliteit van zaden is.

Onkruidzaden en -knolletjes zouden tijdens het malen en eventueel persen tot mengvoer kunnen worden gedood. In dit experimentele onderzoek werd het effect van maal- en persprocessen op de overlevingsmogelijkheden van zaden van fluweelblad en papegaaiekruid en knolletjes van knolcyperus onderzocht.

Effect van malen van grondstoffen voor de mengvoerindustrie op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes

Uit gebruikelijke mengvoedergrondstoffen werden twee mengsels samengesteld: een varkensvoer en een legkippenvoer (tabel 4). Aan deze mengsels van circa 30 kg werden zaden van fluweelblad (2000 zaden per kg), zaden van papegaaiekruid (3000 zaden per kg) en knolletjes van knolcyperus (70 knol-

Tabel 3. Ontwikkeling van het aandeel van geperst voeder in de totale productie (meelvorm en geperst) per diersector (Anonymus, 1989).

Periode	Rundvee	Varkens	Pluimvee	
			Legpluimvee	Slachtpluimvee
1980/81	97,4	84,5	28,7	84,1
1981/82	99,3	87,2	31,8	85,3
1982/83	99,4	87,7	38,1	82,0
1983/84	99,4	88,7	38,2	81,5
1984/85	99,4	89,6	35,0	81,3
1985/86	99,3	89,8	35,6	81,3
1986/87	99,2	91,2	34,7	87,2
1987/88	99,0	90,4	38,1	77,8
1988	99,1	92,4	29,9	82,3

letjes per kg) toegevoegd. Van de zaden van fluweelblad en papegaaiekruid werd het duizendkorrelgewicht bepaald. Aan de hand van het duizendkorrelgewicht werd nagegaan hoeveel gram zaden aan de grondstoffen moest worden toegevoegd om 2000 fluweelblad- of 3000 papegaaiekruidzaden per kg grondstoffen te krijgen. De mengsels werden gemalen in een hamermolen:
 diameter maalkamer : 200 mm
 toerental hamermolens: 3000 toeren per

minuut
 zeef : halfmond,
 gebruikte zeefperforatie : \varnothing 10 mm voor legkippenvoer
 \varnothing 3 mm voor varkensvoer
 aantal rijen hamers : 4 rijen, 6 hamers per rij
 dikte hamers : 3 mm
 Na het mengen werd de deeltjesgrootte van het gemalen varkensvoer (biva-meel) en het

Tabel 4. Samenstelling van de gebruikte mengsels in gewichts % (Hulshoff, 1991).

<i>Legkippenvoer:</i>		<i>Varkensvoer:</i>	
soyaschroot	5,5	zonnebloemschroot	4,0
tarwe	20,0	soyaschroot	11,5
tapioca	1,0	kokosschilfers	-
mais	42,0	tarwe	5,0
lucerne	1,5	tapioca	38,0
diermeel	6,0	raapzaadschroot	4,0
krijt	2,5	maisgluten	5,0
melasse	1,3	tarwegries	8,5
grit	5,0	diermeel	4,0
V.M. 74001-L.H. 1,0		melasse	4,3
methionine	0,1	vet	2,6
vet	0,4	krijt	0,6
soyax	8,0	V.M. 24107-MVA	1,0
monocalciumfosfaat	0,2	methionine	0,04
vismee	1,5	soyax	1,5
pea-mix	4,0	pea-mix	10,0

Tabel 5. Effect van malen van grondstoffen voor de mengvoerindustrie over een zeef van 3 mm (varkensvoer) en van 10 mm (legkippenvoer) op de vitaliteit van zaden van fluweelblad en papegaaiekruid en de kiemkracht van knolletjes van knolcyperus.

<i>Zeef (ø)</i>	<i>Onkruidsoort</i>	<i>% onbeschadigd</i>	<i>vitaliteit/ kiemkracht onbeschadigd</i>	<i>% vitaal/ kiemkrachtig totaal</i>	<i>vitaliteit/ kiemkracht onbehandeld</i>
10 mm	Fluweelblad	92	80	74	83
	Papegaaiekruid	98	96	94	97
	Knolcyperus	69	0	0	48
3 mm	Fluweelblad	30	74	22	83
	Papegaaiekruid	86	95	82	97
	Knolcyperus	0	0	0	48

% onbeschadigd = % teruggevonden uiterlijk niet of nauwelijks beschadigde zaden of knolletjes
 vitaliteit / kiemkracht onbeschadigd = vitaliteit van de onbeschadigde zaden of kiemkracht van de onbeschadigde knolletjes

% vitaal / kiemkrachtig totaal = % teruggevonden vitale zaden of kiemkrachtige knolletjes

gemalen legkippenvoer (legmeel) bepaald (bijlage 7).

Uit de gemalen mengsels werden per voersoort 5 monsters van 100 gram genomen. Het aantal onbeschadigde zaden en knolletjes in de monsters werd geteld. Per monster werd in de 10 mm-maalproef de vitaliteit van 100 zaden en de kiemkracht van alle knolletjes bepaald. In de 3 mm-maalproef werd per monster de vitaliteit van 50 fluweelbladzaden (er waren geen 100 zaden per monster van 100 gram meer aanwezig) en 100 papegaaiekruidezaden bepaald.

Uit dit onderzoek bleek dat malen van grondstoffen voor legkippenvoer over een zeef van 10 mm nauwelijks invloed had op de zaden van fluweelblad en papegaaiekruidezaden (tabel 5). Meer dan 90% van de zaden werd onbeschadigd teruggevonden, en van de teruggevonden zaden was 80% van de fluweelbladzaden en 95% van de papegaaiekruidezaden nog vitaal. In de maalmonsters werd bijna 70% van de knolletjes van knolcyperus teruggevonden, maar geen van de knolletjes kiemde.

Na het malen van grondstoffen voor varkensvoer over een zeef van 3 mm werd 30% van de fluweelbladzaden en 86% van de papegaaiekruidezaden onbeschadigd teruggevonden, waarbij de vitaliteit van de teruggevonden zaden nauwelijks of niet verschilde van die van de onbehandelde zaden. Het gemalen varkensvoer bevatte geen onbeschadigde knolletjes van knolcyperus.

Effect van persen van grondstoffen voor varkensmengvoerders op de overleving van onkruidzaden

Grondstoffen voor varkensvoer (tabel 4) werden gemalen over een zeef van 3 mm. Na het malen werden aan twee charges van elk 30 kg zaden van fluweelblad (2000 zaden per kg) en papegaaiekruidezaden (3000 zaden per kg) toegevoegd. Het meel met de daaraan toegevoegde onkruidzaden werd geperst op een 4 kW laboratoriumpers met een verticale ringmatrijs met één rol. Hiervoor werd een verticale ringmatrijs gebruikt met perskanalen van 5 mm doorsnede en een lengte van 32 mm. Het toerental van de matrijs bedroeg 300 omwentelingen per minuut, hetgeen overeenkomt met een matrijsnelheid van 2 meter per seconde. De installatie is schematisch weergegeven in bijlage 8.

Na het warmdraaien van de CPM-pers met blanco voer werd het mengsel vanuit een doseerapparaat via de pennenmixer in het voedingschroefje van de pers gedoseerd. In de pennenmixer werd het meel door middel van directe stoominjectie op een temperatuur van 50 of 75°C gebracht. De verblijftijd van het meel in de mixer bedroeg circa 1 minuut. Het produktieniveau werd bepaald door de geproduceerde korrels gedurende enkele minuten op te vangen en te wegen. De temperatuur van het geconditioneerde persmeel werd aan de uitloop van de pen-

Tabel 6. Effect van persen van grondstoffen voor een varkensmengvoeder bij een perstemperatuur van 50 of 75°C op de vitaliteit van zaden van fluweelblad en papegaaiekruidezaden.

Temp (°C)	Onkruidsoort	% onbeschadigd	vitaliteit onbeschadigd	vitaliteit totaal	vitaliteit onbehandeld
50	Fluweelblad	27	74	20	82
	Papegaaiekruidezaden	52	51	27	94
75	Fluweelblad	33	77	25	82
	Papegaaiekruidezaden	62	63	39	94

% onbeschadigd = % teruggevonden uiterlijk niet of nauwelijks beschadigde zaden

vitaliteit onbeschadigd = vitaliteit van de onbeschadigde zaden

% vitaal totaal = % teruggevonden vitale zaden

nenmixer continu gemeten en geregistreerd. Om de temperatuur van de warme korrels te meten werden de korrels direct onder de pers opgevangen in een voorverwarmd, geïsoleerd vat. Vochtgehalten van uitgangsmateriaal (mengsels), persmeel en gekoelde pellets werden bepaald in monsters die op relevante punten in het proces werden getrokken (bijlage 9). De geproduceerde korrels werden gekoeld op een bandkoeler met een overmaat aan omgevingslucht.

Na het persen werden 5 monsters van 100 gram korrels genomen. De korrels werden voorzichtig platgedrukt, waarna het percentage uiterlijk onbeschadigde zaden kon worden vastgesteld. Per monster van 100 gram werd de vitaliteit van 50 fluweelbladzaden en van 100 papegaaiekruidzaden bepaald.

Uit dit onderzoek bleek dat het persen van grondstoffen voor varkensmengvoerders een deel van de zaden van fluweelblad en papegaaiekruid beschadigt. Echter, zowel bij een perstemperatuur van 50 als van 75°C werden in de geperste korrels nog vitale zaden teruggevonden (tabel 6). Na het persen was circa 30% van de fluweelbladzaden onbeschadigd in de korrels aanwezig, waarbij

circa 75% van de zaden nog vitaal was. Van de papegaaiekruidzaden was na het persen 50-60% onbeschadigd, waarbij 50-60% van de zaden nog vitaal was. Opgemerkt moet worden dat de korrelkwaliteit van de pellets matig was.

Conclusie

Tijdens het maal- en persproces in de mengvoerindustrie worden niet alle onkruidzaden gedood. Met name na het malen van grondstoffen voor legkippenvoer over een zeef van 10 mm werden zeer veel vitale zaden teruggevonden.

Wanneer de resultaten van de 3 mm-maalproef en persproef worden gecombineerd, blijkt dat circa 25% van de papegaaiekruidzaden en circa 5% van de fluweelbladzaden het maal/persproces van grondstoffen voor varkensmengvoerders kan overleven (in deze proef was echter de korrelkwaliteit van de pellets matig). Knolletjes van knolcyperus zullen niet in geperste korrels voorkomen, omdat ze het maalproces niet overleven.

5. Effect van passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van onkruidzaden, -knolletjes en planteziekteverwekkers

Uit literatuuronderzoek blijkt dat het effect van de passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van onkruidzaden en planteziekteverwekkers vaak is bestudeerd. Het literatuuronderzoek leverde echter weinig of geen gegevens op van een aantal prioritaire onkruidsoorten en planteziekteverwekkers. Soms werd alleen maar aangegeven dat de zaden of de ziekteverwekker een passage door een dier konden overleven, maar werden geen kwantitatieve resultaten gegeven. In dit hoofdstuk wordt daarom ook aandacht besteed aan andere dan de prioritaire onkruidsoorten en planteziekten, zodat een algemene indruk van het effect van passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van schadeverwekkers wordt verkregen.

Effect van de passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes

Dore & Raymond (1942) vonden in mest van in de wei lopende koeien naast zaden van veel grassen, waaronder hanepoot, groene naalbaar en glad vingergras, zaden van onder andere melganzevoet, papegaaiekruid, perzikkruid en akkerwinde (*Convolvulus arvensis*). Enkele soorten werden niet of weinig in de mest gevonden, hoewel ze overvloedig in de wei voorkwamen. Milne (1915) vond vitale zaden van melganzevoet in mest van koeien. Volgens Holm et al. (1977) werden zaden van kleefkruid (*Galium aparine*) in mest van rundvee aangetroffen.

Atkeson et al. (1934) dienden zaden van 19 onkruidsoorten toe aan koeien en bepaalden het kiemingspercentage van de uitgeschei-

den zaden. Zij vonden dat onder andere zaden van de akkeronkruiden melganzevoet, papegaaiekruid, groene naalbaar, wittite krodde en wilde haver deze passage konden overleven. Niet van alle 19 soorten werden zaden in de mest teruggevonden.

Burton & Andrews (1948) voerden zaden van diverse grassen, waaronder *Sorghum halepense* en handjesgras (*Cynodon dactylon*) aan koeien. De meeste zaden werden op de 2e en 3e dag uitgescheiden en de kiemkracht van de zaden nam af naarmate de zaden langer in het dier waren geweest.

Lennartz (1957) vond dat soorten uit grasland de passage door een koe konden overleven. Het percentage kiemkrachtig gebleven zaden varieerde van 2 tot 25%, maar ook werden van een aantal soorten geen kiemkrachtige zaden in de mest gevonden.

Metz (1970) vond dat 20% van de zaden van wilde haver (*Avena fatua*) het spijsverteringskanaal van een koe passeerde. Volgens Courtney (1973a) overleefde 3,5% de passage. In onderzoek van Kirk & Courtney (1972) werd soms tot 12% van de wilde haverzaden levend uitgescheiden, maar gemiddeld werd 99,3% van de zaden gedood. Thurston (1963) vond dat 0,5% van de zaden van *Avena ludoviciana* de passage door een koe overleefde.

In het onderzoek van Takabayashi et al. (1979) overleefden van kleine majer (*Amaranthus lividus*) 64%, van italiaans raaigras (*Lolium multiflorum*) 32% en van *Digitaria adscendens* 32% van de zaden de passage door een koe. Schröder & Baart (1982) vonden dat 6-7% van de door een koe opgenomen zaden van hanepoot na uitscheiding nog kiemden.

Harmon & Keim (1934) dienden zaden van 6 soorten toe aan koeien, varkens, schapen, paarden en kippen. Het gemiddelde percentage levende zaden van alle soorten dat de

passage van het spijsverteringskanaal overleefde was bij koeien 9,6%, bij varkens 8,8%, bij schapen 6,4% en bij paarden 8,7%. Het percentage uitgescheiden levende zaden van de verschillende soorten varieerde bij een koe van 1 tot 22%, bij een varken van 0 tot 21% en bij schapen van 2 tot 9%. In kippenmest werden zaden van 5 van de 6 soorten niet teruggevonden. Alleen 1,2% van de zaden van *Abutilon abutilon* overleefde de passage van het spijsverteringskanaal van een kip.

Cooper et al. (1960) vonden van 26 onderzochte onkruidsoorten geen zaden in kippenmest terug. Volgens Holm et al. (1977) werden zaden van krulzuring (*Rumex crispus*) en ridderzuring (*Rumex obtusifolius*) vernietigd wanneer ze aan kippen werden gevoerd en werden zaden van kleeftkruid en melkdistel (*Sonchus arvensis*) gevonden in mest van varkens. Suckling (1978), Piggitt (1978), Özer (1983) en Thomson et al. (1990) onderzochten het effect van de passage van het spijsverteringskanaal van een schaap op de overleving van onkruidzaden, en Wevers (1980) bepaalde dit effect bij knolcyperus. Hij vond geen enkel knolletje van knolcyperus in de mest terug.

Van Renterghem et al. (1991) bootsten het verteringsproces in het maagdarmkanaal van de koe na door onkruidzaden een in-vitro verteringsproces met penssap en pepsine te laten ondergaan. De kiemkracht van de zaden van onder andere kweekgras, kleeftkruid, perzikkruid, ridderzuring en vogelmuur werd hierdoor geremd, terwijl de zaden van melganzevoet, hanepoot en zwarte nachtschade niets van hun vitaliteit hadden verloren. Alle zaden van Frans raaigras en knolletjes van knolcyperus waren afgestorven.

Effect van de passage van het spijsverteringskanaal op de overleving van plantenziekteverwekkers

Nematoden

Volgens Kemper (1958) kunnen larven van het gele aardappelcyste-aaltje *Globodera*

rostochiensis in de cyste het maagdarmkanaal van een koe ongemoeid passeren. Morgan (1968, geciteerd door Brodie, 1976) meldt echter dat cysten van *G. rostochiensis* de passage door eenmagigen overleefden, maar niet de passage door herkauwers en vogels. Triffitt (1929) vond dat larven en eieren van *G. rostochiensis* na passage door een zes weken oud varken niet overleefden. Inagaki & Kegasawa (1977) vonden dat cysten van *G. rostochiensis* na passage door een varken vitaal genoeg waren om aardappelwortels aan te tasten. Cysten van dit aaltje overleefden de passage door een kip niet. Kuiper (1977) diende cysten van *G. rostochiensis* toe aan een koe, een varken en een schaap. Na passage van het maagdarmkanaal van deze diersoorten was *G. rostochiensis* niet meer infectieus.

Eieren in cysten van het witte bietecyste-aaltje *Heterodera schachtii* overleefden de passage van het spijsverteringskanaal van een koe (Kontaxis et al., 1976). Enkele larven in cysten van *Heterodera glycines* overleefden de passage door een varken. Deze larven konden echter sojaboonplanten niet meer infecteren (Smart & Thomas, 1969).

Het stengelaaltje *Ditylenchus dipsaci* werd niet gedood tijdens de maagdarmpassage door een koe (Hanf, 1959). Horn (1959) meldt waarnemingen die duiden op eenzelfde mogelijkheid bij varkens. Volgens Marinari Palmisano et al. (1971) kunnen geringe aantallen stengelaaltjes de passage door een paard, een kalf of een varken overleven. *Meloidogyne arenaria* overleefde de passage door een koe (Martin, 1968), maar het noordelijk wortelknobbelaaltje *Meloidogyne hapla* overleefde deze passage niet (Faulkner et al., 1965).

Anguina tritici overleefde de maagdarmpassage door een paard, een koe, een varken, een schaap of een kip niet (Leukel, 1924). Kuiper (1977) diende *D. dipsaci*, *A. tritici* en *M. hapla* toe aan een koe, een schaap en een varken. De opgevangen mest werd verdund met grond en met waardplanten beëmd. Alleen in planten groeiend op varkensmest werden stengelaaltjes gevonden.

Schimmels en virussen

Heijbroek (1988) toonde in voederproeven met zwaar met rhizomanie besmette suikerbietestaartjes aan dat cystosoren van *Polyomyxa betae* en in mindere mate het rhizomanievirus *BNYVV* het maagdkanaal van een schaap konden passeren. Ook Hillmann (1985) vond dat het *BNYVV* met de vector *P. betae* de passage van het spijsverteringskanaal van een schaap kon overleven.

In mest van koeien, gevoerd met door gangreen aangetaste aardappels, kon *Phoma exigua* var. *foveata* worden aangetoond (Turkensteen, 1981). Micro-sclerotiën van *Verticillium dahliae* (veroorzaker van verwelkingsziekte) overleefden de maagdarmpassage door een koe niet (Faulkner, 1965). *Verticillium albo-atrum* kon het spijsverteringskanaal van een schaap ongemoeid passeren (Huang et al., 1986). Sporen van *Plasmodiophora brassicae* (veroorzaker van knolvoet) waren na passage door een koe of een schaap nog infectieus (Gibbs, 1931).

Na passage door een schaap was maar een klein gedeelte van de sclerotiën van *Sclerotinia sclerotiorum* (veroorzaker van rattekeutelziekte) nog vitaal (Brown, 1937). Dillon Weston et al. (1946) vonden geen sclerotiën van *Sclerotinia trifoliorum* in mest van een pony terug. Sclerotiën van *Sclerotium rolfii* konden het spijsverteringskanaal van een koe en dat van een schaap passeren zonder volledig verlies van vitaliteit (Lead & Mead,

1936).

Ficke & Melchers (1929) voerden maïs besmet met *Ustilago Maydis* en sorghum besmet met *Sphacelotheca sorghi* aan koeien en paarden. Na passage van het spijsverteringskanaal hadden bijna alle sporen hun vitaliteit verloren.

Conclusie

Uit dit literatuuronderzoek blijkt dat zaden van veel onkruidsoorten de passage van het spijsverteringskanaal van een koe kunnen overleven. Soms werd 30-60% van de toegediende zaden levend in de mest teruggevonden, maar meestal lag het percentage levende zaden tussen 1 en 20%. Ook bij varkens werd gevonden dat 1 tot 20% van de zaden de maagdarmpassage overleefde. Soms waren echter in mest van zowel koeien als varkens ook helemaal geen levende zaden van een bepaalde onkruidsoort aanwezig. In kippemest werden zelden hele zaden teruggevonden. Alleen enkele zaden van *A. abutilon* kiemden nog na passage door een kip.

Het was niet mogelijk om te kwantificeren welke fractie ziekteverwekkers de passage van het spijsverteringskanaal overleeft, omdat nauwelijks kwantitatieve gegevens bekend zijn.

6. Effect van opslag van dunne mest op de overleving van onkruidzaden, -knolletjes en plantziekteverwekkers

Het onderzoek naar de verspreiding van onkruiden en plantziekten werd in 1986 gestart met het onderzoek naar de overlevingsduur van onkruidzaden, -knolletjes en plantziekteverwekkers in dunne mest. In eerste instantie was het de vraag of schadelijke organismen in dunne mest konden blijven leven en zo ja, hoelang ze in mest vitaal bleven. Het onderzoek naar de kiemkracht en vitaliteit van onkruidzaden en -knolletjes na een verblijf in dunne mest is daarom toen niet beperkt gebleven tot de in hoofdstuk 2 genoemde prioritaire onkruidsoorten. In het onderzoek naar de overleving van plantpathogenen in dunne mest moest eerst een methode voor de bepaling van de overlevingsduur van de verschillende plantziekteverwekkers in mest worden ontwikkeld. De detectie van plantpathogenen in dunne mest bleek niet eenvoudig en was bovendien tijdrovend. Dit onderzoek is daarom beperkt gebleven tot de prioritaire ziekteverwekkers.

Risico-volle veevoerders (onder andere snijmaïs, aardappelen) worden vooral in de rundveehouderij gebruikt en daarom werd het onderzoek eerst gericht op dunne rundermest. Alleen voor een beperkt aantal onkruidsoorten werd ook de overleving van zaden in dunne varkensmest bepaald.

Overleving van onkruidzaden en -knolletjes in dunne mest

Literatuuronderzoek

Rieder (1966) onderzocht de kieming en vitaliteit van zaden van een groot aantal onkruidsoorten na een verblijf tot 40 dagen in dunne rundermest. Zaden van echte kamille (*Matricaria chamomilla*), knopkruid (*Galinsoga parviflora*), muur (*Stellaria me-*

dia) en hennepnetel (*Galeopsis tetrahit*) hadden na 10-30 dagen hun vitaliteit verloren. Zaden van melkdistel (*Sonchus arvensis*), knopherik (*Raphanus raphanistrum*), wilde haver (*Avena fatua*) en duist (*Alopecurus myosuroides*) waren na 30-40 dagen nog niet allemaal dood. Zaden van perzikkruid, zwaluwtong en ringelwikke (*Vicia hirsuta*) waren na 40 dagen nog bijna allemaal vitaal. Takabayashi et al. (1979) bestudeerden de overlevingsduur van zaden van *Digitaria adscendens*, Italiaans raaigras en kleine majer in dunne rundermest. Na één maand was het kiemingspercentage van zaden van *D. adscendens* afgenomen van 91 tot 80% en van zaden van Italiaans raaigras van 89 tot 2%. Na 3 maanden kiemde nog 22% van de zaden van *D. adscendens*, terwijl alle zaden van Italiaans raaigras dood waren. De kieming van de zaden van kleine majer werd nauwelijks beïnvloed door een verblijf in dunne rundermest. Het kiemingspercentage was na 3 maanden afgenomen van 94 tot 91%.

Schröder & Baart (1982) vonden dat een verblijf van hanepootzaden in dunne rundermest gedurende 16 weken slechts een gering vitaliteitsverlies van de zaden in vergelijking tot de controle bewerkstelligde.

Hansen & Hansen (1987) brachten zaden van wilde haver, zwarte nachtschade, kleine brandnetel (*Urtica urens*), melganzevoet en koolzaad (*Brassica napus*) in dunne rundermest met een temperatuur van 2 of 20°C. Bij het beëindigen van de proef na 53 dagen waren bij 2°C zaden van koolzaad niet meer kiemkrachtig, maar 40-75% van de zaden van de andere soorten kiemde nog. Bij 20°C was na 53 dagen alleen een deel van de zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade nog in leven. Zaden van wilde haver waren na 21 dagen, van brandnetel na 53 dagen en van koolzaad na 21 dagen niet

meer kiemkrachtig. Besson et al. (1987) brachten zaden van hanepoot en ridderzuring in dunne runder- en varkensmest. De kiemkracht van de zaden van beide onkruidsoorten nam in varkensmest sneller af dan in rundermest. In rundermest was de kiemkracht van zaden van ridderzuring na 6 weken nauwelijks afgenomen, terwijl er ook geen verschil was tussen mestopslag bij 13°C en 4°C. Het aantal kiemkrachtige hanepootzaden in rundermest was na 6 weken tot 50% gereduceerd. In varkensmest beïnvloedde de mesttemperatuur de overlevingsduur van de zaden van ridderzuring. Bij 14°C kiemden de zaden na 2 weken niet meer, terwijl bij 4°C na 6 weken nog een klein percentage kiemkrachtig was. Zaden van hanepoot kiemden na 3-4 weken in dunne varkensmest niet meer.

Van Renterghem et al. (1991) brachten onkruidzaden in dunne rundermest met een temperatuur van 4 of 18°C. Ook werden zaden van melganzevoet, hanepoot en zwarte nachtschade gedurende 2 tot 16 weken in dunne varkensmest gebracht. Zij vonden dat hoe langer de onkruidzaden in de mest verbleven en hoe hoger de temperatuur van de mest was, des te meer de kiemkracht van de onkruidzaden was afgenomen. Uiteindelijk bleef na 18 weken verblijf in de dunne rundermest bij 4°C enkel nog een groot gedeelte van de zaden van ridderzuring (49%) en zwarte nachtschade (76%) kiemkrachtig; bij 18°C was hun kiemkracht gedaald tot respectievelijk 5 en 20%. Na 4 maanden mestopslag bij 18°C was de overlevingskracht van melganzevoetzaden en van knolletjes van knolcyperus nagenoeg niet verminderd. In dunne varkensmest liep de kiemkracht van zaden van hanepoot en zwarte nachtschade veel sneller achteruit. Hanepootzaden kiemden na 4 weken niet meer, en na 16 weken kiemde nog maar 0,5% van de zaden van zwarte nachtschade. Melganzevoet daarentegen behield ook hier veel van zijn kiemkracht.

Experimenteel onderzoek

Omdat in 1986 uit de literatuur weinig gegevens beschikbaar kwamen over de overle-

vingsduur van zaden en knolletjes van een aantal in Nederland belangrijke onkruiden in mest, werden in 1986/1987 experimenten uitgevoerd om de overlevingskansen van zaden van 12 onkruidsoorten en knolletjes van knolcyperus in dunne rundermest te bepalen (Schokker, 1988). Om de invloed van de mesttemperatuur (winter- en zomeropslag) op de overlevingsduur na te gaan, werden de zaden en knolletjes in dunne rundermest met een temperatuur van 4, 10 of 17°C bewaard. Om de invloed van de mestsamenstelling, de mestsoort en de plaats van de zaden in de mestopslag op de overleving van zaden in mest na te gaan, werden zaden van 3 onkruidsoorten en knolletjes van knolcyperus op twee diepten in goed gemengde dunne rundermest, in de drijfslag van dunne rundermest en in dunne varkensmest gebracht. Er werd onderscheid gemaakt tussen de drijfslag van dunne rundermest en goed gemengde dunne rundermest, omdat gedurende de opslagperiode van dunne rundermest ontmenging optreedt, waarbij een deel van de vaste bestanddelen boven komt drijven. In bovengrondse silo's droogt deze drijfslag gedurende de zomerperiode in en vormt een harde korst, waarop zelfs plantengroei mogelijk is. Een ander deel - vooral de zwaardere bestanddelen - blijft op de bodem achter. Door deze ontmenging ontstaat er een grote variatie van voedingsstoffen in de verschillende lagen (Kroodsma & Poelma, 1978).

Overleving van onkruidzaden en -knolletjes in dunne rundermest bij verschillende mesttemperaturen

In een oriënterend onderzoek werden zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade in zakjes van nylon gaas (125 zaden per zakje) in bij 5, 12 of 18°C in emmers opgeslagen dunne rundermest gebracht. De proef werd uitgevoerd in 4 herhalingen, met 4 emmers (met elk 10 liter dunne rundermest) per temperatuur. Op verschillende tijdstippen werden zakjes uit de mest gehaald, waarna de kiemkracht van de zaden werd bepaald. Uit tabel 7 blijkt dat bij een mesttemperatuur van 5 of 12°C de kiemkracht van de zaden

Tabel 7. Gemiddelde kiemingspercentages van zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade na een verblijf van 1, 2, 4, 8 of 16 weken in dunne rundermest met een mesttemperatuur van 5, 12 of 18°C. Elk getal is het gemiddelde van 400 zaden (Schokker, 1988).

Verblijftijd in in mest (weken)	Mesttemperatuur														
	4°C					12°C					18°C				
	1	2	4	8	16	1	2	4	8	16	1	2	4	8	16
Melganzevoet	31	62	34	26	37	31	52	40	21	41	31	24	14	15	29
Zwarte nachtschade	98	99	100	100	99	98	100	98	98	99	100	100	63	83	48

tijdens de opslagperiode van 16 weken niet was achteruit gegaan. Bij een mesttemperatuur van 18°C was de kiemkracht van zaden van zwarte nachtschade na 16 weken wel afgenomen.

In een vervolgonderzoek werden zaden en knolletjes van diverse onkruiden in zakjes van nylon gaas (125 zaden of 50 knolletjes per zakje) in bij 4, 10 of 17°C in emmers opgeslagen dunne rundermest gebracht. De proef werd uitgevoerd in 4 herhalingen, met 4 emmers (met elk 15 liter dunne runder-

mest) per temperatuur. Op verschillende tijdstippen werden zakjes uit de mest gehaald, waarna de vitaliteit en/of kiemkracht van de zaden en knolletjes werd bepaald. De resultaten van dit experiment staan weergegeven in tabel 8a+b. De vitaliteit van de oliehoudende zaden van herik en gele mosterd liep erg snel terug. Na 2 weken waren alle zaden van herik dood en na 4 weken was geen enkel zaadje van gele mosterd nog vitaal. Ook de zaden van kleeftkruid gingen snel in vitaliteit achteruit; na 4 weken leefde nog

Tabel 8a. Gemiddelde kiemingspercentages van zaden of knolletjes van diverse onkruidsoorten na een verblijf van 1, 2, 4, 8, 16 of 32 weken in dunne rundermest met een mesttemperatuur van 4, 10 of 17°C. Elk getal is het gemiddelde van 400 zaden of 200 knolletjes (Schokker, 1988).

Verblijftijd in mest (weken)	Mesttemperatuur (°C)																			
	0	4°C						10°C						17°C						
		1	2	4	8	16	32	1	2	4	8	16	32	1	2	4	8	16	32	
<i>Onkruidsoort</i>																				
Herik	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Gele mosterd	96	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Kleeftkruid	11	2	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
Hanepoot	6	77	74	2	0	0	0	89	41	0	0	0	-	84	1	0	0	0	0	0
Groene naalbaar	21	76	1	0	0	0	0	19	0	0	0	0	-	2	0	0	0	0	0	0
Perzikkruid	82	89	59	8	0	0	0	92	48	0	0	0	-	62	2	0	0	0	0	0
Zwaluw tong	19	22	9	15	0	0	0	20	9	4	0	0	-	25	4	0	0	0	0	0
Zwarte nachtschade	99	98	100	100	16	0	0	95	96	98	0	0	-	99	76	0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	31	90	84	75	27	0	0	85	85	51	0	0	-	87	67	0	0	0	0	0
Melganzevoet	25	18	19	9	3	1	0	21	14	9	3	0	-	24	21	3	0	0	0	0
Fluweelblad	69	42	44	48	50	46	40	42	46	51	46	43	-	40	41	35	3	18	25	
Knolcyperus ¹⁾	41	14	4	0	0	0	0	16	4	0	0	0	-	19	0	0	0	0	0	0

- = geen waarnemingen

1) = knolletjes

Tabel 8b. Gemiddelde vitaliteitspercentages van zaden van diverse onkruidsoorten na een verblijf van 1, 2, 4, 8, 16 of 32 weken in dunne rundermest met een mesttemperatuur van 4, 10 of 17°C. Elk getal is het gemiddelde van 100 zaden (Schokker, 1988).

Verblijftijd in mest (weken)	Mesttemperatuur (°C)																			
	4°C							10°C					17°C							
	0	1	2	4	8	16	32	1	2	4	8	16	32	1	2	4	8	16	32	
<i>Onkruidsoort</i>																				
Herik	90	8	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	-	3	0	0	0	0	0	0
Gele mosterd	100	39	27	0	0	0	0	27	31	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Kleefkruid	64	97	83	1	0	0	0	96	89	0	0	0	-	89	96	0	0	0	0	0
Hanepoot	88	92	99	50	5	0	0	86	95	50	3	0	-	89	81	0	0	0	0	0
Groene naaldaar	89	91	3	0	0	0	0	53	0	0	0	0	-	10	0	0	0	0	0	0
Perzikkruid	96	95	81	73	34	0	0	94	84	79	12	0	-	93	73	8	7	0	0	0
Zwaluw tong	67	71	96	90	51	23	5	68	90	84	38	17	-	77	89	50	9	0	0	0
Zwarte nachtschade	99	100	99	99	94	16	0	100	99	100	25	0	-	99	100	1	0	0	0	0
Papegaaiekruid	100	97	95	70	38	0	0	92	90	62	5	0	-	94	78	6	0	0	0	0
Melganzevoet	96	81	84	79	66	56	18	67	79	76	82	15	-	70	90	84	15	4	1	1
Fluweelblad	91	82	84	76	76	70	63	82	78	66	84	77	-	79	69	66	62	64	56	56
Knolcyperus ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- = geen waarnemingen

1) = knolletjes

1%. De zaden van de 2 grassen (hanepoot en groene naaldaar) reageerden verschillend. Na een verblijf van 2 weken in de mest waren bijna alle zaden van groene naaldaar dood, terwijl het grootste deel van de zaden van hanepoot na 8 weken hun vitaliteit had verloren. Bij zwarte nachtschade en papegaaiekruid was de mesttemperatuur van grote invloed op de doding. In mest met een temperatuur van 17°C waren de zaden van beide soorten na 4 weken bijna allemaal dood. Bij 10°C was dit na 8 weken het geval en bij 4°C na 16 weken. De zaden van beide duizendknopigen (perzikkruid en zwaluwtong) bleven lange tijd in dunne rundermest vitaal. Pas na 16 weken waren de zaden van perzikkruid dood. Van de zaden van zwaluwtong was na 32 weken in mest bij 4°C nog 5% vitaal. Ook melganzevoetzaden bleven in dunne rundermest lang in leven. Na 8 weken bij 17°C was 85% dood. Bij 4°C was na 32 weken nog steeds circa 20% vitaal. De overlevingsduur van zaden van fluweelblad in dunne rundermest was uitzonderlijk

lang. Na 32 weken bij 4 en 10°C waren kiemkracht en vitaliteit niet en bij 17°C nauwelijks achteruitgegaan.

Overleving van onkruidzaden en -knolletjes in dunne rundermest, in de drijfslag van rundermest en in dunne varkensmest op 10 of 40 cm diepte

Zaden van zwarte nachtschade, hanepoot en perzikkruid en knolletjes van knolcyperus werden in zakjes van nylon gaas in vaten (inhoud: 100 liter) met goed gemengde dunne rundermest (drogestofgehalte 6%), dunne varkensmest (drogestofgehalte 4%) en in vaten met de drijfslag van rundermest (drogestofgehalte 14%) op 10 of 40 cm onder het mestoppervlak gebracht. Op verschillende tijdstippen werden per object zaden en knolletjes uit 4 zakjes (125 zaden of 50 knolletjes per zakje) beoordeeld. Tijdens de 8 weken durende proef liep de mesttemperatuur op van 9 tot 15°C.

Uit dit onderzoek bleek dat zaden van hanepoot en perzikkruid in de drijfslag van

Tabel 9a. Gemiddelde kiemings- en vitaliteitspercentages van zaden van hanepoot, perzikkruid en zwarte nachtschade na een verblijf van 1, 2, 4, 6 of 8 weken in de drijf laag van dunne rundermest, in dunne rundermest en in dunne varkensmest op 10 cm onder het mestoppervlak. Elk getal is bij de kieming het gemiddelde van 400 zaden en bij de vitaliteit het gemiddelde van 100 zaden.

Verblijftijd (weken)		Kieming (%)					Vitaliteit (%)				
		1	2	4	6	8	1	2	4	6	8
Onkruidsoort Behandeling											
Hanepoot	Onbehandeld	3	2	3	3	3	94	97	97	95	97
	Drijf laag dunne rundermest	26	85	83	6	0	99	98	100	19	7
	Dunne rundermest	28	91	36	0	0	99	98	66	1	6
	Dunne varkensmest	36	94	3	0	0	94	99	21	1	0
Perzikkruid	Onbehandeld	77	83	79	87	66	100	97	95	98	99
	Drijf laag dunne rundermest	93	93	45	18	5	97	95	89	41	18
	Dunne rundermest	91	93	14	0	0	98	94	48	1	2
	Dunne varkensmest	88	39	0	0	0	98	69	0	0	0
Zwarte nachtschade	Onbehandeld	99	95	97	100	99	99	100	100	98	100
	Drijf laag dunne rundermest	98	94	98	98	98	100	95	99	98	97
	Dunne rundermest	98	99	98	99	99	100	99	99	98	100
	Dunne varkensmest	96	98	0	0	0	100	100	0	0	0

rundermest langer kiemkrachtig en vitaal bleven dan in goed gemengde dunne rundermest (tabel 9a+b). De kiemkracht en vitaliteit van zaden van zwarte nachtschade was na een verblijf van 8 weken in zowel de drijf laag als in de dunne rundermest nog niet afgenomen. De zaden van de drie onkruidsoorten werden in dunne varkensmest sneller gedood dan in dunne rundermest. De zaden hadden na 6-8 weken in dunne varkensmest hun vitaliteit verloren. De overlevingsduur van de zaden werd niet beïnvloed door de plaats (10 of 40 cm onder het mestoppervlak) in de mest.

In deze proef kon de overlevingsduur van knolletjes van knolcyperus in de mest niet worden bepaald. Tijdens het kiemingsonderzoek van de knolletjes trad een schimmelbesmetting op, waardoor de kieming niet betrouwbaar kon worden gemeten. Na 7 weken werden per object 100 knolletjes be-

oordeeld. Van de 600 knolletjes kiemden er nog 2 (tabel 10).

Overleving van planteziekteverwekkers in dunne mest

Literatuuronderzoek

Rothuis (1983,1984) ging na hoe lang cysten van *G. rostochiensis* (geel aardappelcysteaaaltje), *H. schachtii* en *H. trifolii* f. sp. *beta* (wit en geel bietecysteaaaltje) bleven leven in dunne rundermest. De vitaliteit en het infectievermogen van *G. rostochiensis* was reeds aanzienlijk gedaald na een verblijf van een week in dunne rundermest en na een verblijf van 2 weken waren de cysten dood. De bietecysteaaaltjes hadden na 2 maanden in de mest hun vitaliteit verloren. Hillmann (1985) vond dat *P. betae/BNYVV* in sterk geïnfecteerde zijwortels van bieten na een verblijf

Tabel 9b. Gemiddelde kiemings- en vitaliteitspercentages van zaden van hanepoot, perzikkruid en zwarte nachtschade na een verblijf van 1, 2, 4, 6 of 8 weken in de drijflaag van dunne rundermest, in dunne rundermest en in dunne varkensmest op 40 cm onder het mestoppervlak. Elk getal is bij de kieming het gemiddelde van 400 zaden en bij de vitaliteit het gemiddelde van 100 zaden.

Verblijftijd (weken)		Kieming (%)					Vitaliteit (%)				
		1	2	4	6	8	1	2	4	6	8
Onkruidsoort Behandeling											
Hanepoot	Onbehandeld	3	2	3	3	3	94	97	97	95	97
	Drijflaag dunne rundermest	9	87	80	1	0	94	99	92	19	3
	Dunne rundermest	31	90	19	0	0	97	99	48	0	1
	Dunne varkensmest	57	95	8	0	0	97	93	37	0	0
Perzikkruid	Onbehandeld	77	83	79	87	66	100	97	95	98	99
	Drijflaag dunne rundermest	98	94	82	14	3	99	99	96	26	15
	Dunne rundermest	96	94	9	0	0	99	97	36	1	1
	Dunne varkensmest	96	38	0	1	0	94	77	0	0	0
Zwarte nachtschade	Onbehandeld	99	95	97	100	99	99	100	100	98	100
	Drijflaag dunne rundermest	98	100	99	99	98	100	100	100	100	100
	Dunne rundermest	98	99	98	99	96	100	98	100	98	100
	Dunne varkensmest	98	97	4	0	0	100	99	20	0	0

Tabel 10. Percentage gekiemde knolletjes van knolcyperus na een verblijf van 7 weken in de drijflaag van dunne rundermest, in dunne rundermest en in dunne varkensmest op 10 of 40 cm onder het mestoppervlak. Elk getal is het gemiddelde van 100 knolletjes.

Mestsoort/-samenstelling	Diepte	
	10 cm	40 cm
Drijflaag dunne rundermest	0	0
Dunne rundermest	1	0
Dunne varkensmest	0	1
Onbehandeld	11	

van minstens 3 weken in dunne rundermest nog steeds infectieus was.

Experimenteel onderzoek

Overleving van Phoma exigua var. foveata in dunne rundermest

Uit zwaar met *P. exigua var. foveata* besmet-

te aardappels werden blokjes aardappelweefsel (1x1x1 cm) gesneden, waarna de aardappelblokjes in zakjes van nylon gaas in bij 4, 12 of 17°C in emmers opgeslagen dunne rundermest werden gebracht. De proef werd uitgevoerd in 5 herhalingen, met 5 emmers (met 10 liter dunne rundermest) per temperatuur. Op verschillende tijdstippen

werden uit elke emmer 4 zakjes gehaald. Een aardappelblokje werd afgespoeld met water en in kleine stukjes gesneden, waarna 15 kleine stukjes werden uitgelegd op een semi-selectief medium (Turkensteen, 1987). Als maat voor de *P. exigua* var. *foveata*-besmetting van het aardappelblokje werd genomen:

(aantal kleine aardappelstukjes waaruit *P. exigua* var. *foveata* groeide) / (totaal aantal op het medium uitgelegde aardappelstukjes) x 100. Uit figuur 3 blijkt dat bij een mesttemperatuur van 12 of 17°C na een verblijf van 1 week in dunne rundermest vrijwel geen *P. exigua* var. *foveata* uit het aardappelweefsel meer op het semi-selectieve medium groeide. Bij 4°C was dit na 3 weken het geval.

Overleving van *Globodera rostochiensis* in dunne rundermest

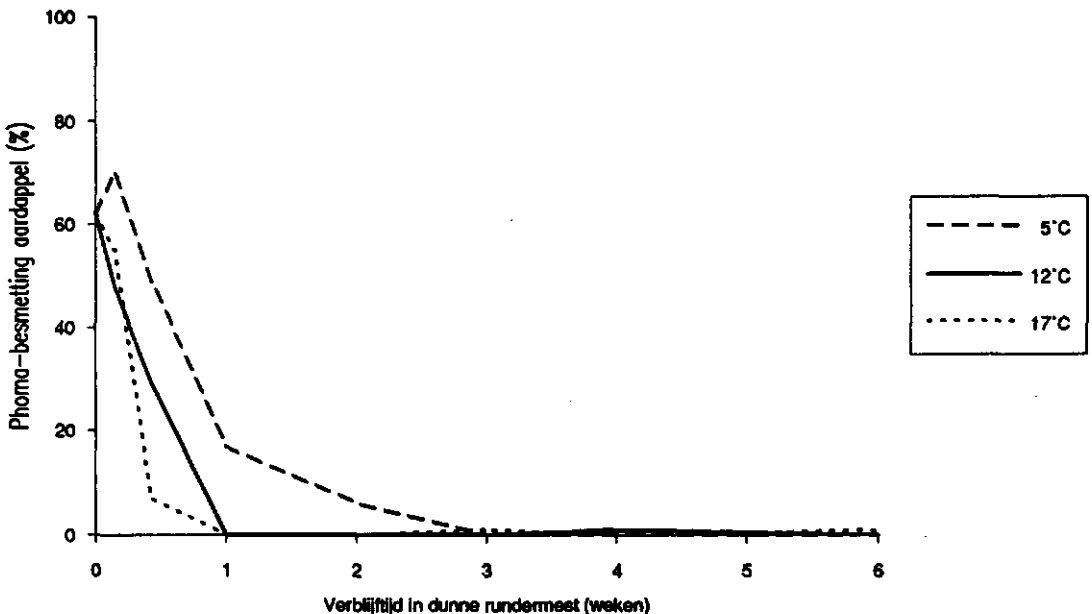
Cysten van *G. rostochiensis* (Ro2,3) werden in zakjes van nylon gaas in bij 4, 12 of 18°C in emmers bewaarde dunne rundermest gebracht. De proef werd uitgevoerd in 5 herha-

lingen, met 5 emmers (met 10 elk liter dunne rundermest) per temperatuur. Op verschillende tijdstippen werden zakjes met cysten uit de mest gehaald (per herhaling na 1 week 250 cysten, na 2 weken 2000 cysten, en na 3 en 4 weken 3000 cysten). De vitaliteit van de cysten werd beoordeeld door lokking van de larven uit de eieren met natuurlijke lokstof.

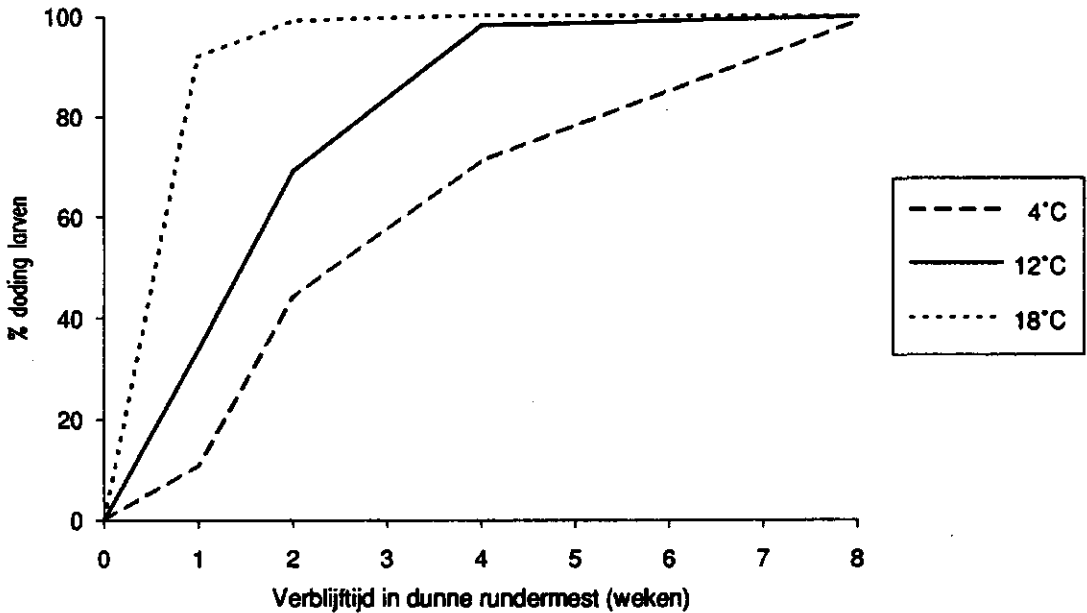
Bij een mesttemperatuur van 18°C konden, nadat de cysten 4 weken in dunne rundermest hadden verbleven, geen levende larven meer worden gelokt (figuur 4). Bij 12°C waren na een verblijf van 4 weken in mest nog niet alle larven dood, maar na 8 weken waren geen levende larven meer lokbaar. Bij 4°C waren na 8 weken nog enkele larven in leven.

Overleving van *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* en *Erwinia chrysanthemi* in dunne rundermest

Om na te gaan hoe lang *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (*Eca*) en *Erwinia chry-*



Figuur 3. Overleving van *Phoma exigua* var. *foveata* in aardappelknoldelen in dunne rundermest met een temperatuur van 5, 12 of 17°C (Phoma-besmetting 100 = aardappelweefsel geheel besmet met *P. exigua* var. *foveata*, 0 = aardappelweefsel bevat geen levend *P. exigua* var. *foveata* meer).



Figuur 4. Overleving van cysten van *Globodera rostochiensis* in dunne rundermest met een temperatuur van 4, 12 of 18°.

santhemi (*Ech*) in dunne rundermest kunnen blijven leven werd bepaald:

1. de overlevingsduur van *Eca* en *Ech* in halve aardappelknollen bij een "wondinfectie" of "latente infectie" in dunne rundermest met een temperatuur van 4°C;
2. de overlevingsduur van *Eca* en *Ech* in halve aardappelknollen in dunne rundermest met een temperatuur van 4, 10 of 15°C;
3. de overlevingsduur van *Eca* en *Ech* in dunne rundermest met een temperatuur van 4, 10 of 15°C in afwezigheid van met *Eca* of *Ech* geïnfecteerde aardappelknol-delen.

In proef 1 werden aardappelknollen op twee manieren kunstmatig geïnfecteerd met *Eca* of *Ech*:

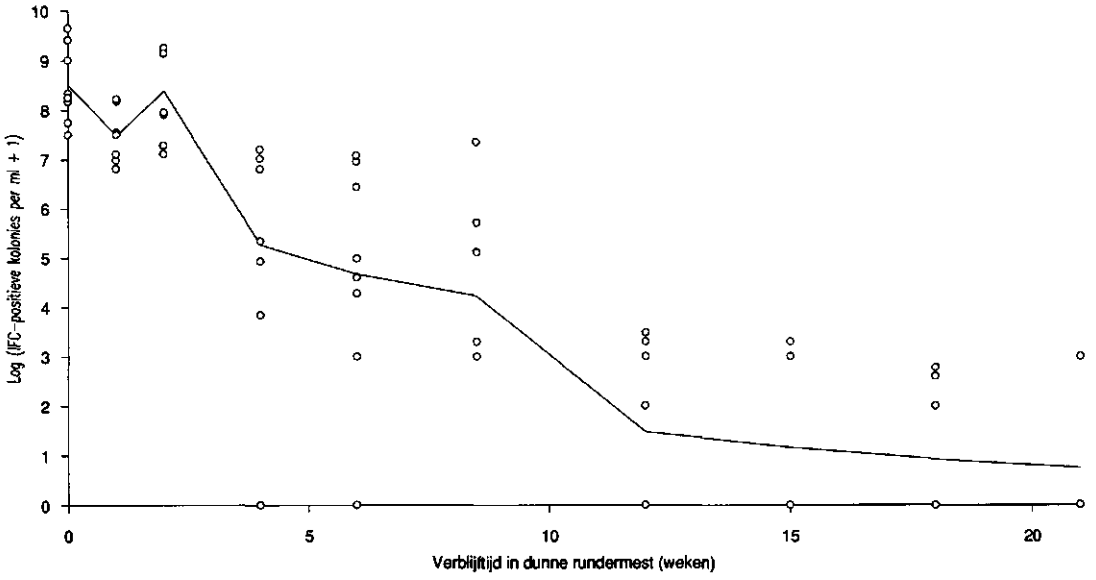
- "wondinfectie", door de knol bij de navel te beschadigen met een met *Eca* of *Ech* besmette entnaald, waarna bij bewaring bij kamertemperatuur onder vochtige omstandigheden weefselrot op de inoculatieplaats optrad, of

- "latente infectie", door een vacuÛmbehandeling van de knollen met water waaraan een bacteriesuspensie was toegevoegd (10^8 bacteriën/ml), zodat *Eca* of *Ech* in de knollen werd gezogen (geen symptomen zichtbaar).

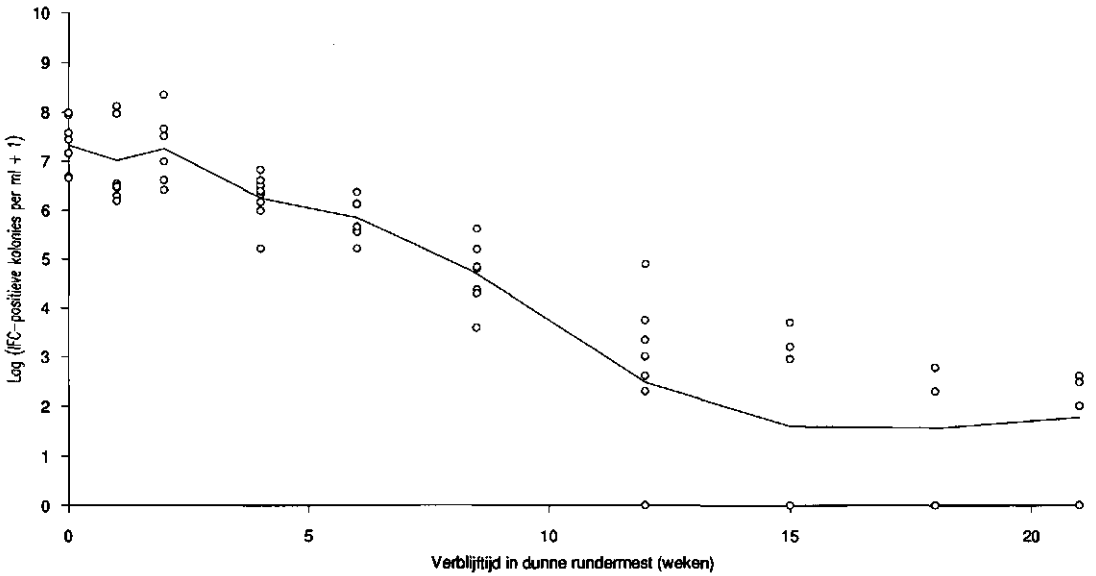
De knollen werden gehalveerd en de kunstmatig geïnfecteerde knolhelften werden in zakjes van nylon gaas in bij 4°C bewaarde dunne rundermest gebracht. De proef werd uitgevoerd in 8 herhalingen met 8 gesloten vaten met elk 50 liter dunne rundermest. Op verschillende tijdstippen werden halve knollen uit de mest gehaald. Het aantal levende *Eca*- en *Ech*-bacteriën in de halve knollen werd bepaald met behulp van Immunofluorescentie-koloniekleurings (IFK, Van Vuurde & Roozen, 1990). De aanwezigheid van *Eca* en *Ech* in de knoldelen werd bij een wondinfectie bepaald op de grens van intact en rot aardappelweefsel en bij een latente infectie in en vlak onder de schil. Op elk waarnemingstijdstip werd de mate van rotting van de halve aardappelknollen bepaald.

De overlevingsduur van *Eca* en *Ech* in halve

Eca wondinfectie

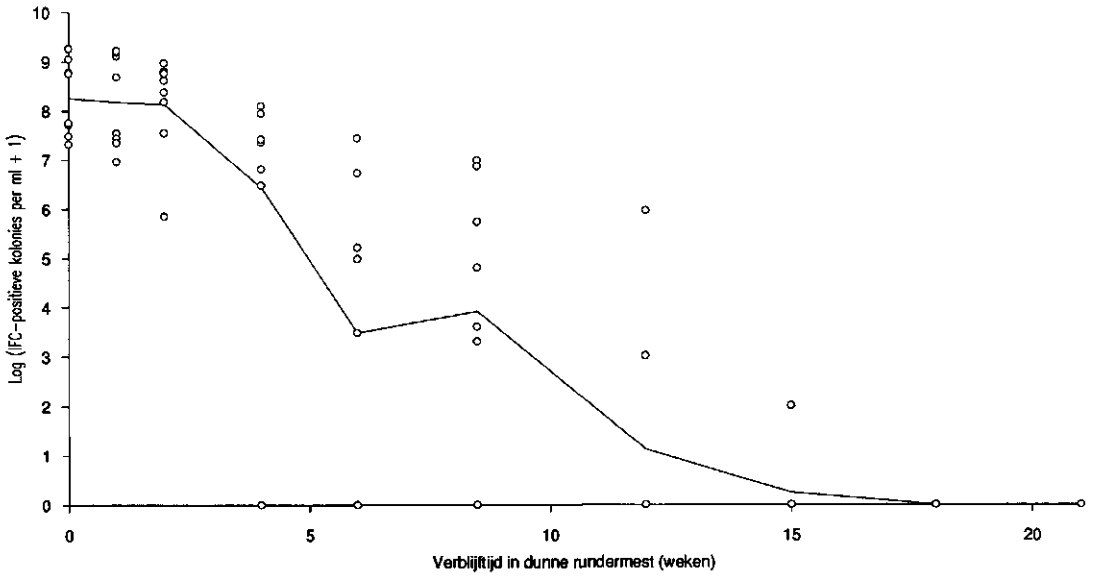


Eca latente infectie

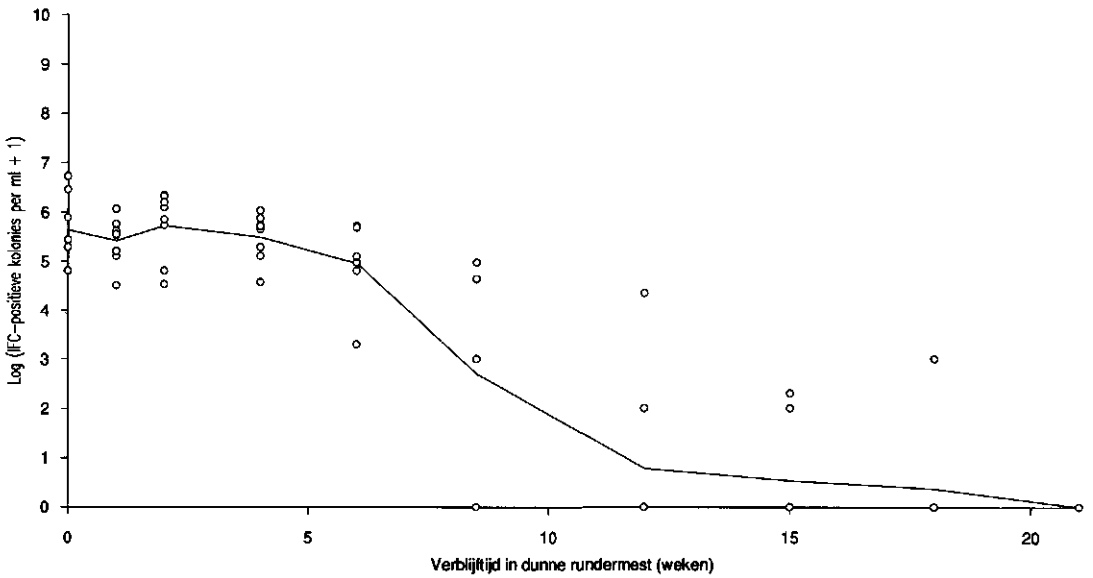


Figuur 5a. Overleving van *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (*Eca*) in halve aardappelknollen bij een wondinfectie of latente infectie in dunne rundermest met een temperatuur van 4°C.

Ech wondinfectie



Ech latente infectie



Figuur 5b. Overleving van *Erwinia chrysanthemi* (Ech) in halve aardappelknollen bij een wondinfectie of latente infectie in dunne rundermest met een temperatuur van 4°C.

aardappelknollen bij een wondinfectie of latente infectie in dunne rundermest is weergegeven in figuur 5. De reductie van *Eca* en *Ech* in halve aardappelknollen kwam bij een wondinfectie en een latente infectie overeen. Na 21 weken waren nog levende *Eca*-bacteriën in het al rottende aardappelweefsel aanwezig, maar *Ech*-bacteriën werden niet meer aangetoond. De halve aardappelknollen met een wondinfectie waren na 8 weken (bijna) helemaal rot, terwijl bij een latente infectie de knollen na 8 weken een beetje begonnen te rotten en pas na 12-15 weken bijna helemaal rot waren.

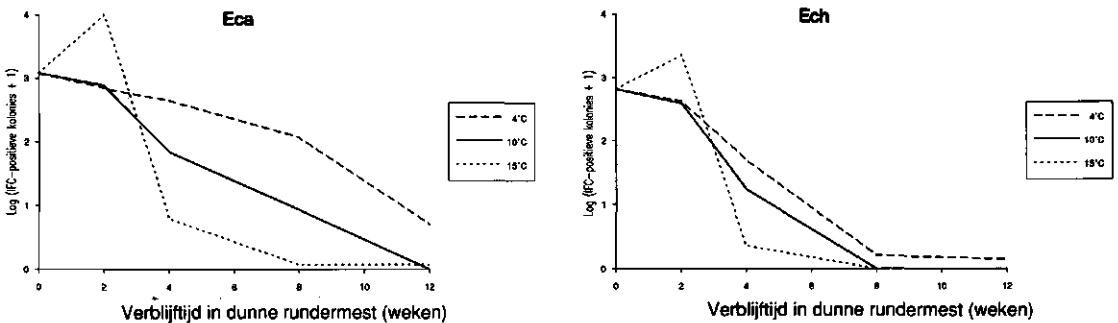
In proef 2 werden aardappelknollen door vacuüminfiltratie geïnoculeerd met *Eca* of *Ech* en gehalveerd. De knoldelen werden in zakjes van nylon gaas in bij 4, 10 of 15°C bewaarde dunne rundermest gebracht en op verschillende tijdstippen getoets op *Eca* of *Ech* met IFK. De aanwezigheid van bacteriën werd bepaald in de schil met knolweefsel. Op elk waarnemingstijdstip werd de mate van rotting van de halve aardappelen bepaald. Per object werden 4 herhalingen aangelegd, met 4 gesloten emmers met elk 10 liter dunne rundermest per temperatuur.

De mesttemperatuur beïnvloedde de overlevingsduur van *Eca* en *Ech* in halve aardappelknollen in dunne rundermest (figuur 6). Bij een mesttemperatuur van 15°C werd in 3 van de 4 knollen met *Eca* en in 1 van de 4 knollen met *Ech* aanvankelijk een duidelijke stijging van het aantal bacteriën waarge-

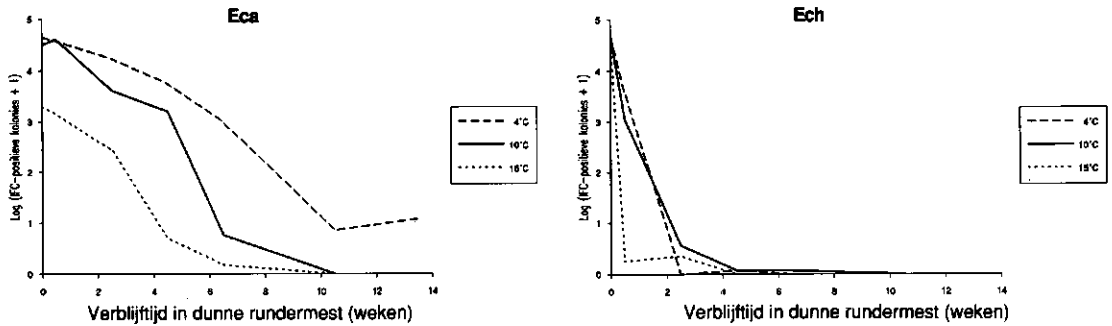
nomen. Daarna werden zowel *Eca* als *Ech* bij een mesttemperatuur van 10 en 15°C sneller gedood dan bij 4°C. Na opslag van de dunne rundermest gedurende 8 weken werd *Ech* alleen nog bij een mesttemperatuur van 4°C gedetecteerd, terwijl *Eca* na 8 weken nog bij alle mesttemperaturen werd aangetroffen. Bij 10 en 15°C was echter het aantal levende *Eca*-bacteriën na respectievelijk 8 en 4 weken al sterk gereduceerd.

Bij een mesttemperatuur van 4°C was zowel in de met *Eca* als met *Ech* geïnfecteerde knollen na 12 weken nog geen rot opgetreden. Bij 10 en 15°C begonnen de knollen na respectievelijk 4 en 2 weken te rotten en waren na respectievelijk 8 en 4 weken helemaal rot. Bij 15°C was na 8 weken alleen de schil met een beetje rottend aardappelweefsel aanwezig, terwijl na 12 weken vaak alleen de schil nog over was.

In proef 2 bleek dat met name bij hogere mesttemperaturen de knollen begonnen te rotten, waarbij rottend aardappelweefsel met *Eca* of *Ech* uiteen viel in de mest en de fytopathogene bacteriën buiten het aardappelweefsel in de mest konden komen. In proef 3 is daarom bepaald hoe lang *Eca* en *Ech* in afwezigheid van met *Eca* en *Ech* geïnfecteerd aardappelknoldelen in dunne rundermest konden blijven leven. Door windinoculatie met *Eca* of *Ech* besmette knollen werden gehalveerd in bij 4, 10 of 15°C bewaarde dunne rundermest gebracht. Na 10 dagen werden deze knoldelen uit de mest



Figuur 6. Overleving van *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (*Eca*) en *Erwinia chrysanthemi* (*Ech*) in halve aardappelknollen in dunne rundermest met een temperatuur van 4, 10 of 15°C (aantal fluorescerende kolonies per 100 µg 10 x verdund aardappelsapmonster).



Figuur 7. Overleving van *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (*Eca*) en *Erwinia chrysanthemi* (*Ech*) in dunne rundermest met een temperatuur van 4, 10 of 15°C in afwezigheid van met *Eca* en *Ech* geïnfecteerde aardappelknoldelen (aantal fluorescerende kolonies per 100 µl onverdund mestmonster).

verwijderd en werd een aantal geperste rotte knollen door de mest gemengd. Vanaf dat moment kon de mest niet meer vanuit grote delen geïnfecteerd knolweefsel worden besmet. Op verschillende tijdstippen werden mestmonsters genomen die met IFK werden getoetst op *Eca* en *Ech*. De proef werd uitgevoerd in 4 herhalingen, met 4 gesloten weckpotten met *Eca* en *Ech* besmette dunne rundermest per temperatuur (per weckpot 1 liter besmette mest).

Nadat met *Eca* en *Ech* geïnfecteerde knoldelen waren verwijderd, was *Ech* bij een mesttemperatuur van 4 en 10°C na 2 weken nauwelijks meer aantoonbaar in de mest, terwijl dit bij 15°C na een halve week al het geval was (figuur 7). Bij 4°C was het aantal levende *Eca*-bacteriën na 6-10 weken sterk afgenomen, maar na 13 weken werden nog levende *Eca*-bacteriën aangetroffen. Bij 10 en 15°C werd na 6 weken nauwelijks en na 10 weken geen *Eca* meer gedetecteerd.

Overleving van *Polymyxa betae* en het BNYVV in dunne rundermest

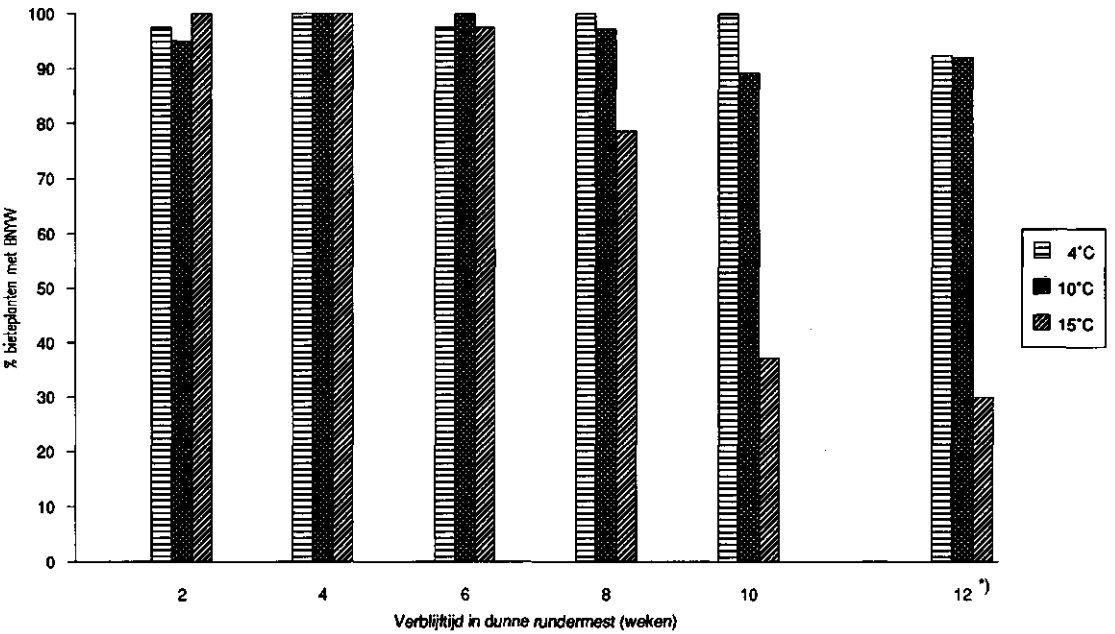
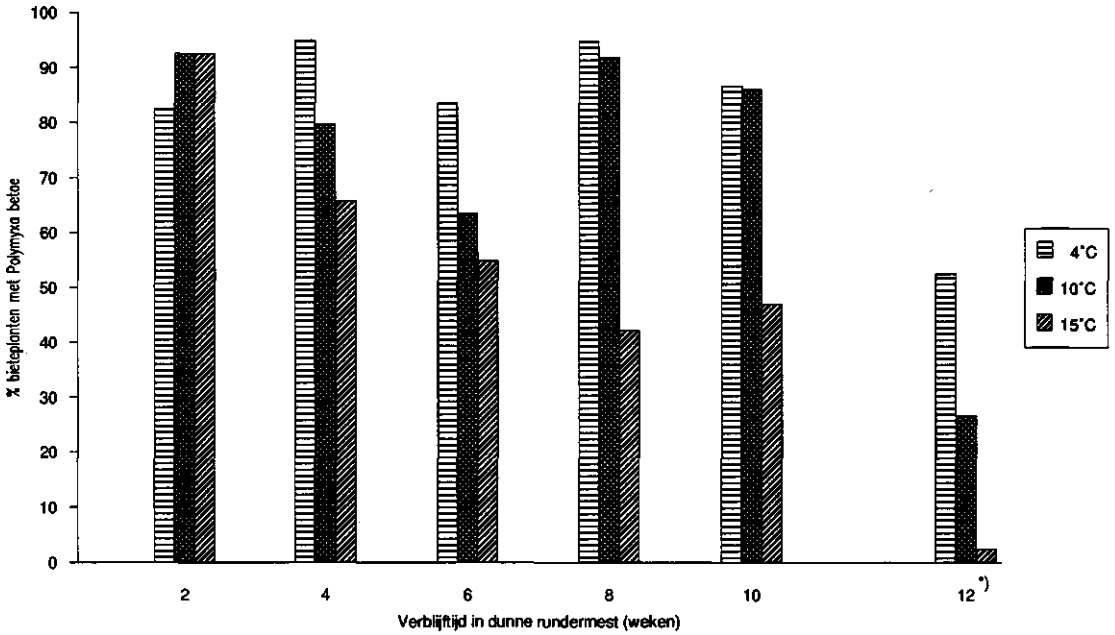
Met *P.betae*/BNYVV besmette grond werd met dunne rundermest met een temperatuur van 4, 10 of 15°C gemengd. De proef werd uitgevoerd in 4 herhalingen, met 4 emmers met elk 10 liter mest/grond-mengsel per temperatuur. Op verschillende tijdstippen werden goed gemengde mest/grond-monsters uit de emmers genomen en gemengd met zand (1:4). Dit grond/mest/zand-mengsel

werd een week gedroogd bij kamertemperatuur, zodat fytotoxische stoffen konden ontwijken. Daarna werden 10 plastic potjes gevuld met dit mengsel en werd in elk potje een twee weken oud bietplantje gezet. Na 5 weken werden de wortels van de op de grond/mest/zand-mengsel groeiende bietplanten microscopisch beoordeeld op *P. betae* en serologisch (ELISA) getoetst op BNYVV. Bij de beëindiging van de proef na 12 weken werd geen grond/mest-monsters uit de emmer genomen, maar werd het grondbezinksel onderin de emmer gebruikt. Bij het begin van de proef werden de bietplantjes aangetast door valse meeldauw, waardoor op dat tijdstip geen betrouwbare waarnemingen konden worden gedaan.

Uit figuur 8 blijkt dat *P. betae* met het BNYVV minstens 12 weken in dunne rundermest kunnen blijven leven. Na opslag van de grond/mest-mengsels gedurende 10 weken bij 15°C nam het aantal met BNYVV besmette bietplanten, groeiend op de grond/mest/zand-mengsels af, terwijl bij 4 en 10°C geen daling waarneembaar was.

Conclusie

De oorzaken van de afname van de kiemkracht van onkruidzaden en -knolletjes in dunne mest is niet uitgebreid onderzocht. Rieder (1966) suggereert dat de ammoniak in de mest een oorzaak van de doding van



Figuur 8. Overleving van *Polymyxa betae* met het rhizomanievirus *BNYYV* in dunne rundermest met een temperatuur van 4, 10 of 15°C (% bietplanten met *P. betae* of *BNYYV* in de biotoets, * = afwijkend mestmonster).

Tabel 11. Percentage kiemkrachtige en vitale onkruidzaden na een thermische behandeling gedurende een bepaalde tijd, na 1 dag voorweken in dunne varkensmest. Elk getal is bij de kieming het gemiddelde van 100 zaden of 40 knolletjes en bij de vitaliteit het gemiddelde van 50 zaden (Bloemhard et al., 1991).

Temperatuur	50°C			75°C			100°C			130°C	
	Tijd (min.)	3	9	15	3	9	15	3	9	15	60
<i>Kieming (%)</i>											
<i>Onkruidsoort</i>											
Fluweelblad	70	69	61	62	62	61	8	2	0	0	0
Hanepoot	3	7	2	38	41	2	0	0	0	0	0
Knolcyperus	88	75	85	43	83	45	0	0	0	0	0
Koolzaad	4	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Melganzevoet	27	27	33	0	0	0	0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	98	83	30	0	0	(53)	1	0	0	0	0
Zwarte nachtschade	82	92	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vitaliteit (%)</i>											
Fluweelblad	90	90	88	82	77	73	65	70	54	0	0
Hanepoot	98	94	98	69	60	2	0	0	0	0	0
Koolzaad	92	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melganzevoet	91	92	90	0	0	0	0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	100	82	63	0	0	(45)	0	0	0	0	0
Zwarte nachtschade	98	98	8	0	0	0	0	0	0	0	0

zaden is. Ook vetzuren kunnen de kieming van zaden beïnvloeden (Schuman & McCalla, 1976).

De resultaten van verschillende onderzoeken naar de overlevingsduur van zaden en knolletjes in dunne rundermest lopen soms nogal uiteen. In tabel 12 is bijvoorbeeld te zien dat na een verblijf van 8 weken in dunne rundermest nog maar enkele zaden van hanepoot vitaal waren, en dat knolletjes van knolcyperus na 2-4 weken in dunne rundermest niet meer kiemkrachtig waren. Schröder & Baart (1982) vonden echter dat na een verblijf van 16 weken in dunne rundermest nog 60% van de hanepootzaden vitaal waren, en Van Renterghem et al. (1991) vonden dat na 4 maanden opslag van dunne rundermest de overlevingskracht van knolletjes nagenoeg niet was verminderd. Deze wisselende resultaten kunnen veroorzaakt worden door verschillen in samenstelling van de gebruikte mest. Uit tabel 13 blijkt dat zaden van hanepoot en perzikkruid in de drijfslag van dunne rundermest langer vitaal

bleven dan in goed gemengde dunne rundermest. Ook volgens Rieder (1966) blijven zaden bovenin een mestopslag langer leven dan in de meer vloeibare mest. Of dit te wijten is aan verschillen in drogestofgehaltes of aan andere factoren is onduidelijk. Volgens metingen van Patni & Jui (1985) kunnen bovenin en mestopslag het ammoniakgehalte en de vetzuurconcentratie lager zijn dan midden in de mestopslag. Rieder (1966) vermoedt dat een lager ammoniakgehalte in de droge drijfslag van invloed is op de langere overlevingsduur van zaden.

De resultaten van verschillende onderzoeken naar de invloed van de mesttemperatuur en de mestsoort (runder- of varkensmest) op de overlevingsduur van zaden komen overeen. Bij hogere mesttemperaturen (15-20°C) gaat de vitaliteit van onkruidzaden en plantziekteverwekkers in dunne mest sneller achteruit dan bij lagere mesttemperaturen (5-10°C). In dunne varkensmest neemt de kiemkracht van zaden sneller af dan in dunne rundermest.

Tabel 12a. Gemiddelde kieming van zaden van fluweelblad en hanepoot en knolcyperus na een verhitting bij 75, 90 en 104°C gedurende 3 of 6 minuten, na 1,3 en 7 dagen voorweken in dunne varkensmest. Elk getal is het gemiddelde van 300 zaden of 120 knolletjes (Bloemhard et al., 1991).

		Tijd (min.)			Tijd (min.)		
		3			6		
		Voorweken (dagen)			Voorweken (dagen)		
		1	3	7	1	3	7
Onkruidsoort	Temp.						
Fluweelblad	75	57	46	47	58	55	52
	90	44	47	50	25	19	36
	104-droogstoof	7	4	8	2	1	2
	104-toaster	0	0	0	0	0	0
Hanepoot	75	14	5	0	9	4	0
	90	1	1	0	0	0	0
	104-droogstoof	0	0	0	0	0	0
	104-toaster	0	0	0	0	0	0
Knolcyperus	75	27	17	3	18	1	0
	90	1	0	0	0	0	0
	104-droogstoof	0	0	0	0	0	0
	104-toaster	0	0	0	0	0	0

Tabel 12b. Gemiddelde vitaliteitspercentages van zaden van fluweelblad en hanepoot na een verhitting bij 75, 90 en 104°C gedurende 3 of 6 minuten, na 1,3 en 7 dagen voorweken in dunne varkensmest. Elk getal is het gemiddelde van 150 zaden (Bloemhard et al., 1991).

		Tijd (min.)			Tijd (min.)		
		3			6		
		Voorweken (dagen)			Voorweken (dagen)		
		1	3	7	1	3	7
Onkruidsoort	Temp.						
Fluweelblad	75	50	63	60	65	58	58
	90	62	61	57	53	51	55
	104-droogstoof	45	46	45	39	44	37
	104-toaster	17	21	19	3	1	1
Hanepoot	75	51	11	0	21	8	1
	90	0	0	0	0	0	0
	104-droogstoof	0	0	0	0	1	0
	104-toaster	0	0	0	0	0	0

Tabel 13. Onbeschadigde zaden en knolletjes in de mest/zaad-mengsels A en B na persen en kieming en vitaliteit van de onbeschadigde zaden (Bloemhard et al., 1991).

<i>Monster</i>	Onbeschadigde zaden					
	Onbeschadigde zaden (%)		Vitaliteit (%)		Kieming (%)	
	A	B	A	B	A	B
<i>Onkruidsoort</i>						
Fluweelblad	1,8	1,3	0	2	0	0
Hanepoot	5,0	2,0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	20,4	4,4	2	2	2	2
Knolcyperus	0	0	-	-	-	-

7. Effect van mestbewerking op de overleving van onkruidzaden, knolletjes en plantenziekteverwekkers

Effect van vergisten van dunne mest op de overleving van onkruidzaden en plantenziekteverwekkers

Onkruidzaden

Hansen en Hansen (1987) onderzochten de invloed van anaerobe vergisting (35°C) van dunne rundermest op de overleving van zaden van wilde haver, zwarte nachtschade, kleine brandnetel, melganzevoet en koolzaad. Na een vergistingsperiode van 4 dag waren geen kiemkrachtige zaden van wilde haver en koolzaad meer aanwezig. Zaden van zwarte nachtschade en kleine brandnetel waren na 1 week dood. Na vergisting van de dunne rundermest gedurende 1 week kiemde nog 56% van de melganzevoetzaden. Na 3 weken was 5% van de zaden van melganzevoet nog in leven, maar na 5 week hadden alle melganzevoetzaden hun kiemkracht verloren.

Besson et al. (1987) bestudeerden de invloed van anaerobe vergisting van dunne runder- en varkensmest op de kiemkracht van zaden van hanepoot en ridderzuring. Bij de vergisting werden zaden in dunne varkensmest sneller gedood dan in dunne rundermest. In varkensmest kiemden zaden van ridderzuring niet meer na een week vergisting en ook zaden van hanepoot waren binnen twee weken niet meer kiemkrachtig. In vergiste rundermest waren zaden van ridderzuring na 3 weken en van hanepoot na 2 weken niet meer kiemkrachtig.

Ook Schröder & Baart (1982) stelden zaden van hanepoot bloot aan anaerobe vergisting. Zij maakten echter gebruik van een installatie waarin geen mest maar plantaardig materiaal werd vergist. Onder deze omstandigheden werd de vitaliteit van de hanepootzaden sterk gereduceerd, maar na 6 weken waren

nog niet alle zaden dood.

Jeyanayagam & Collins (1984) onderzochten de invloed van anaerobe vergisting van mest (bij 35°C) op de overleving van zaden van *Sorghum halepense* en *Panicum dichomiflora*. Uit dit onderzoek bleek dat anaerobe vergisting een negatief effect had op de vitaliteit van zaden van beide onkruidsoorten en dat het negatieve effect op de overleving bij zaden in kiemrust geringer was dan bij zaden die niet in kiemrust waren.

Plantenziekteverwekkers

Turner et al. (1983) onderzochten het effect van anaerobe vergisting van *Fusarium oxysporum*, *Corynebacterium michiganense* en *Globodera pallida* in installaties waarin voornamelijk plantaardig materiaal werd vergist. Naast plantaardig materiaal werd in de vergistingsinstallatie bij de proef met *F. oxysporum* en *C. michiganense* rioolslib gebruikt en in de proef met *G. pallida* varkens- en konijnemest. Na de anaerobe vergisting bij 35°C gedurende 10 dagen werden geen plantpathogenen meer gedetecteerd.

Sprau (1966) bracht cysten van *G. rostochiensis* 3-16 dagen in rioolslib met een temperatuur van 32°C. Na 3 dagen waren nog levende larven en eieren in de cysten aanwezig, maar na 7 dagen was de inhoud van de cysten van *G. rostochiensis* dood.

Effect van beluchten van dunne mest op de overleving van onkruidzaden

Vogtmann et al. (1979) onderzochten de invloed van beluchten van dunne rundermest bij verschillende temperaturen op de kiemkracht van zaden van ridderzuring. De zaden werden in beluchte mest met een tem-

peratuur van $8 \pm 4^\circ\text{C}$, 19°C of 28°C gebracht. Als controle werden zaden in niet beluchte (anaerobe) mest met een gemiddelde temperatuur van $10 \pm 2^\circ\text{C}$ bewaard. In de anaerobe mest en in de beluchte mest met een temperatuur van 8°C was de kiemkracht van de zaden na 8 dagen nauwelijks afgenomen. In de beluchte mest met een temperatuur van 19°C kiemde na 12 dagen nog ruim 40% van de zaden. In de beluchte mest met een temperatuur van 28°C hadden de zaden na 2 dagen hun kiemkracht verloren. Volgens Vogtmann et al. (1979) is de temperatuurstijging bij beluchten de hoofdoorzaak van de afname van de kiemkracht van ridderzuringzaden.

Het effect van beluchten van zowel dunne runder- als varkensmest op de kieming van zaden van hanepoot en ridderzuring werd bestudeerd door Besson et al. (1983). Evenals bij anaerobe vergisting gingen bij beluchten de zaden in varkensmest sneller dood dan in rundermest. De overleving van zaden in beluchte rundermest werd beïnvloed door de temperatuur. Bij 24°C waren in beluchte mest na 6 weken nog niet alle zaden dood, terwijl bij 28°C de zaden na 4 weken niet meer kiemkrachtig waren.

Effect van verhitten of persen van varkensmest op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes

Droog- en persprocessen vormen een onderdeel van de momenteel in gebruik zijnde industriële mestverwerkingstechnieken. Deze processen kunnen naar verwachting de vitaliteit van onkruidzaden en -knolletjes aantasten.

Uit literatuurgegevens blijkt, dat zaden van onder andere wilde haver en hanepoot verhitting van boven 100°C gedurende 1 uur kunnen verdragen (Metz, 1970; Maun, 1977). Hierbij gaat het steeds om droge zaden. Er zijn aanwijzingen dat vochtige zaden en droge zaden onder vochtige omstandigheden veel minder hitte kunnen verdragen.

Het lijkt een reële veronderstelling dat tijdens mestverwerking eventueel aanwezige zaden en knollen voorafgaand aan de verhitting al enige tijd in dunne mest, en dus onder vochtige omstandigheden hebben verbleven.

In een onderzoek van Van Schayk (1988) waren na 7 dagen voorweken in dunne varkensmest gevolgd door verhitting tot $70\text{--}80^\circ\text{C}$ gedurende 20 minuten, geen kiemkrachtige zaden meer aanwezig in gedroogde ongeperste mest en in mestkorrels. In het hierna beschreven onderzoek (Bloemhard et al., 1991) wordt de invloed van verhitten van mest en van persen van mest op de vitaliteit van onkruidzaden en -knolletjes weergegeven.

Effect van verhitten van varkensmest op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes

Eerst werd een proef in enkelvoud uitgevoerd met temperatuur en verhittingsduur als factoren van onderzoek. Zaden van hanepoot, papegaaiekruid, zwarte nachtschade, melganzevoet en fluweelblad en koolzaad (koolzaad als vertegenwoordiger van kruisbloemigen met oliehoudende zaden), en knolletjes van knolcyperus werden in zakjes van nylon gaas één dag voorgeweekt in dunne varkensmest bij kamertemperatuur. Vlak voor de temperatuurbehandeling werden de zakjes met zaden of knolletjes met koud water afgespoeld en daarna tussen vochtig filtreerpapier bewaard. De zaden en knolletjes werden verhit in een weckpot (0,5 l), die was gevuld met 75 gram mest-tussenprodukt van een mestverwerkingsfabriek en voorzien was van een polyester filterzakje. Gesloten weckpotten werden voorgeconditioneerd bij de gewenste verhittings-temperatuur in een droogstoof. Tegelijk werden roestvast stalen stempels in de droogstoof geplaatst. Voor de toevoeging van de zaden werd een weckpot uit de droogstoof genomen. Na het openen van de weckpot werden de zaden of knolletjes op het filterzakje gebracht en werd de stempel op de zaden of knolletjes gebracht en licht aangedrukt. De stempel moest de zaden en knolletjes snel

op de ingestelde droogstooftemperatuur brengen. De open weckpotten werden in de droogstoof teruggezet en 3, 9 of 15 minuten bij 50, 75 of 100°C verhit. In dezelfde proef werden zaden en knolletjes in weckpotten met een mest-tussenprodukt van een andere mestverwerkingsfabriek 1 uur bij 130°C verhit

Met toenemende temperatuur daalden de kiemings- en vitaliteitspercentages (tabel 11). Koolzaad was de enige soort waarvan de zaden een thermische behandeling bij 50°C niet overleefden. Zaden van koolzaad, zwarte nachtschade en melganzevoet en papegaaiekruid waren geïnactiveerd na 3 minuten verhitten bij 75°C. Bij 100°C werden alleen bij fluweelblad kiemkrachtige zaden gevonden. Er was een duidelijk effect van de verhittingsduur bij zaden van koolzaad en zwarte nachtschade (15 minuten bij 50°C) en hanepoot (15 minuten bij 75°). Geen enkel zaadje of knolletje overleefde verhitting bij 130°C gedurende 1 uur.

(Tijdens de behandeling van papegaaiekruidzaden bij 75°C gedurende 15 minuten werd verhit met een gesloten in plaats van met een open weckpot. De hoge kiemings- en vitaliteitspercentages van papegaaiekruidzaden bij deze behandeling zijn in latere proeven nooit opnieuw gevonden.)

Een vervolgprouf werd in drievoud uitgevoerd met zaden van fluweelblad, hanepoot en papegaaiekruid, en knolletjes van knolcyperus. De temperatuurbehandelingen vonden plaats bij 75, 90 of 104°C gedurende 3 of 6 minuten. Voorafgaand aan de verhitting werden de zaden en knolletjes 1, 3 of 7 dagen geïncubeerd in dunne varkensmest.

Een andere methode om mest te drogen boven 100°C is het verhitten met oververhitte stoom, waarbij een kleine overdruk ontstaat die plotseling afgelaten wordt. Om de verhitting onder druk uit te voeren is een proeftoaster gebruikt, die verhit werd met open stoom (zie Bloemhard et al., 1991). Zaden en knolletjes werden in deze toaster bij 104°C met open stoom gedurende 3 of 6 minuten verhit.

De zaden van papegaaiekruid overleefden geen enkele temperatuur- behandeling (tabel 12a+b). Zaden van hanepoot en knolletjes van knolcyperus reageerden op verhitting bij 75°C. De fractie geïnactiveerde zaden en knolletjes nam toe naarmate ze voorafgaand aan de verhitting langer in dunne varkensmest waren voorgeïncubeerd. Na 1 dag voorincuberen werden zaden en knolletjes van deze twee soorten (nagenoeg) geïnactiveerd door verhitting gedurende 3 minuten bij 90°C. Zaden van fluweelblad waren het meest hitte-resistent. Een sterke reductie in kiemkracht trad pas op na verhitting boven 90°C. Het voorweken beïnvloedde de resultaten bij verhitting van fluweelbladzaden in de droogstoof niet. De verhittingsduur had invloed op de kieming bij 90 en 104°C. Na behandeling in de toaster was de vitaliteit minder dan na verhitting bij dezelfde temperatuur in de droogstoof. Na behandeling in de toaster kiemden fluweelbladzaden niet meer.

Effect van persen van gedroogde mest op de overleving van onkruidzaden en -knolletjes

Zaden van fluweelblad, papegaaiekruid en hanepoot, en knolletjes van knolcyperus werden met gedroogde mest (vochtgehalte 16%) gemengd (per kg gedroogde mest: circa 2500 fluweelbladzaden, 1900 hanepootzaden, 2200 papegaaiekruidzaden en 60 knolcyperuskolletjes). De gebruikte zaden en knolletjes waren droog bewaard, of waren 12 uur voorgeweekt in dunne varkensmest. Er onstonden 2 mest/zaad-mengsels van 17 kg: het ene mengsel (A) bevatte droge zaden en knolletjes, en het andere mengsel (B) bevatte in dunne varkensmest voorgeweekte zaden en knolletjes. De mest/zaad-mengsels werden droog verwarmd en daarna geperst. De gebruikte laboratoriumpers had een perscapaciteit van 60 kg mest per uur, een matrijsgatdiameter van 4,8 mm en een dikte van 20 mm. Na drie minuten, toen het persproces stabiel was, werden van de beide mengsels telkens gedurende 2 minuten de mestkorrels opgevangen. De persen- en kwaliteitsgegevens staan vermeld in bijla-

ge 10. Met name van papegaaiekruid werden veel intacte zaden teruggevonden, waarvan nog enkele zaden kiemden (tabel 13). De teruggevonden intacte fluweelblad- en hanepootzaden kiemden niet meer.

Conclusie

Indien mest bij 75°C wordt gedroogd en vervolgens wordt geperst tot korrels, is de kans op overleving van onkruidzaden en -knolletjes uiterst gering. Alleen voor fluweelblad kon een (theoretische) overlevingskans van 0,1% worden vastgesteld.

Om de afwezigheid van kiemkrachtige on-

kruidzaden en -knolletjes in ongeperste mest te kunnen garanderen, zal het tussenprodukt boven 100°C verhit dienen te worden. Deze hoge temperatuur is met name nodig om zaden van fluweelblad te inactiveren. Voor de overige zes onderzochte soorten zal een kortdurende verhitting bij 90°C al voldoende zijn om de betreffende zaden en knolletjes te inactiveren.

Verhitting bij 104°C met stoom was effectiever voor de doding van onkruidzaden dan verhitting in een droge atmosfeer bij dezelfde temperatuur (Bloemhard et al., 1991).

8. Risico als gevolg van verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest

In dit hoofdstuk wordt geschat hoeveel onkruidzaden of -knolletjes en planteziekteverwekkers in dunne mest aanwezig kunnen zijn. Tevens wordt aangegeven wat het voor de akkerbouw(er) betekent als met schadelijke organismen besmette mest in een gebied of op een bedrijf terecht komt. Bij de beoordeling van het risico van verspreiding van onkruiden en planteziekten met mest moet er rekening mee worden gehouden dat:

- de aanwezigheid van onkruidzaden of planteziekteverwekkers in mest nog niet betekent dat bij gebruik van mest schade aan akkerbouwgewassen zal optreden. Als schadelijke organismen met mest op het bedrijf komen, gaat het om betrekkelijk geringe aantallen. Er zal in het algemeen geen directe schade optreden aan het te velde staande gewas. Er is wel kans op schade door prioritaire organismen, nadat deze zich hebben kunnen vermeerderen. De kans dat introductie leidt tot vestiging en schade is afhankelijk van veel factoren;
- de grootte van de schade na permanente vestiging per organisme verschillend zal zijn. De schade kan worden berekend als een productie- en/of kwaliteitsverlies of als de bestrijdingskosten om schade te vermijden. Voor enkele van de onderzochte organismen komen daar nog kosten bij om verdere verspreiding van het onkruid of de ziekte te voorkomen;
- onkruidzaden en planteziekten ook op een andere manier dan via mest op een bedrijf of perceel terecht kunnen komen. Er is dus sprake van een toegevoegd risico (toegevoegd aan een reeds bestaand risico). Zij kunnen, als ze al in het betreffende akkerbouwgebied voorkomen, bijvoorbeeld met grond aan machines of via beregening met water worden verspreid (Jellema, 1987; Hofmeester, 1991). Zij kun-

nen ook over grote afstanden worden verplaatst met zaaizaad of pootgoed. Bij de beoordeling van de (on)aanvaardbaarheid van het risico van verspreiding van onkruiden en planteziekten met mest, moet het toegevoegde risico worden vergeleken met het bestaande risico.

Aan het einde van dit hoofdstuk wordt aangegeven op welke manieren het risico kan worden gereduceerd.

Rundermest

Onkruiden

Melganzevoet, zwarte nachtschade, perzikkruid

Zaden van (resistente) melganzevoet en zwarte nachtschade worden regelmatig tezamen met snijmaïs geogost. We veronderstellen dat snijmaïs de belangrijkste bron is waardoor mest door deze twee soorten besmet kan worden. In de figuren 9a en 9b is het aantalsverloop van vitale zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade in een mestopslag tijdens de stalperiode weergegeven als wordt uitgegaan van 10 onkruidzaden per soort per kg snijmaïs. De berekeningen zijn uitgevoerd met een aantal gemeten waarden en een aantal aannames. De aannames zijn zo gekozen dat ze eerder een overschatting dan een onderschatting van de overlevingskans opleveren. De aannames zijn:

- snijmaïs wordt in de herfst ingekuuld, en het aantal vitale zaden in de kuil neemt tijdens ensilage af zoals weergegeven is in tabel 1b. In de berekening is aangenomen, dat de zaden in de buitenste 10 cm van de kuil (zoals "op 5 cm diepte" in tabel 1b) langer vitaal blijven dan zaden mid-

den- en onderin de kuil (deze zaden overleven zoals "op 70 cm diepte" in tabel 1b). In deze berekening neemt de buitenkant van de kuil 12% van de hele kuil van 25 x 6 x 1.20 m in;

- een koe consumeert 20 kg snijmaïs per dag;
- 10% van de zaden overleeft de passage van het spijsverteringskanaal van een koe en 5% van de snijmaïs komt rechtstreeks in de mest terecht (zonder passage van het spijsverteringskanaal);
- een koe produceert 50 liter dunne mest per dag;
- de mestopslag is leeg op het moment dat de maïskuil wordt aangelegd;
- de mest wordt opgeslagen bij herfst-/winteromstandigheden en het aantal vitale zaden in de mest neemt tijdens opslag af zoals weergegeven in tabel 8b. In de berekening is het gemiddelde van de overlevingsduur bij een mesttemperatuur van 4 en die bij 10°C genomen.

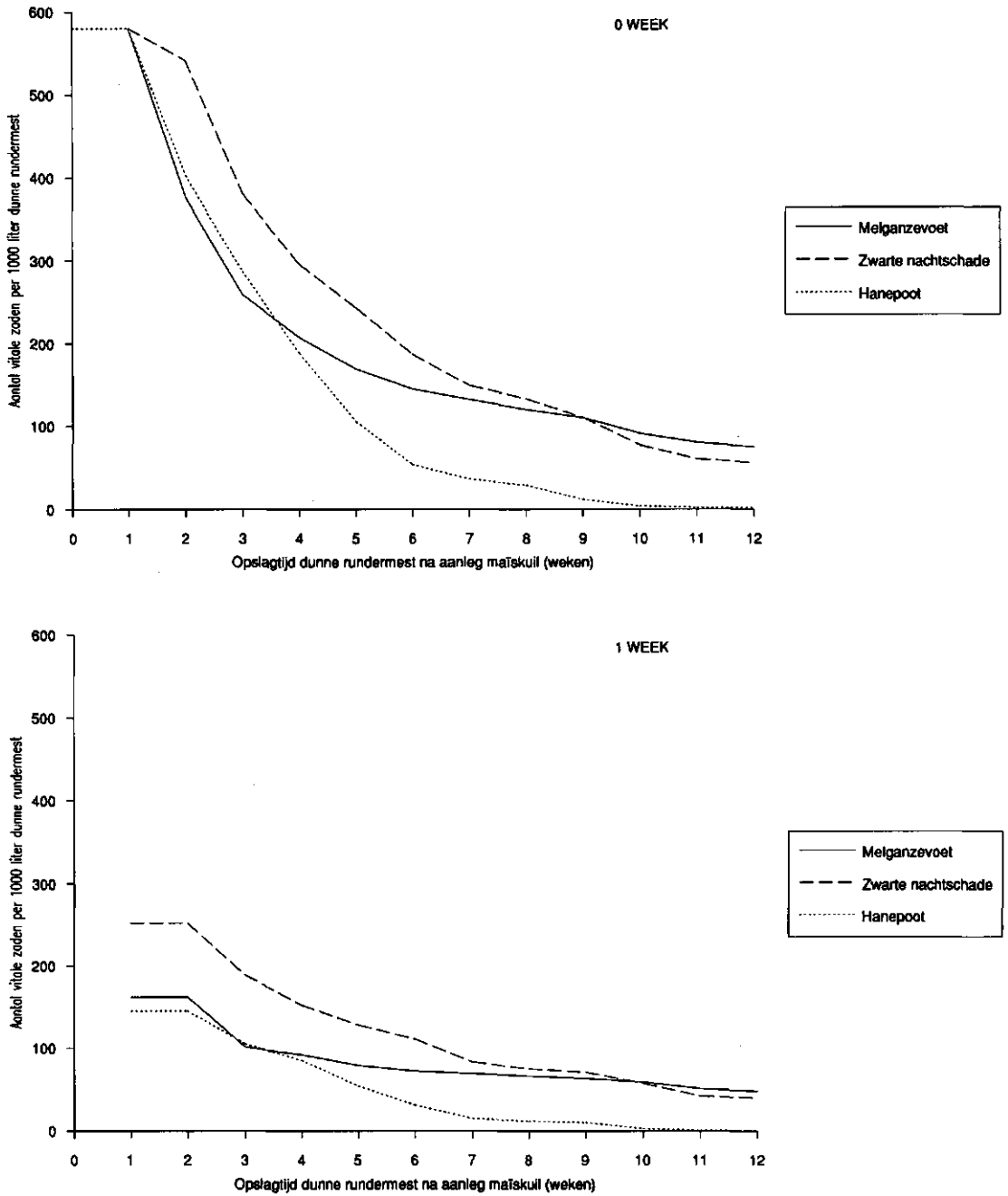
In de berekeningen is het aantal vitale zaden dat op een bepaald tijdstip in mest aanwezig is, de som van de vitale zaden die op dat tijdstip bij het voeren van snijmaïs in de mest terechtkomen én de zaden die in voorgaande weken via het voeren van snijmaïs in mest zijn terechtgekomen, voor zover die op dat tijdstip nog vitaal zijn. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in figuur 9.

Uit figuur 9a blijkt, dat als verse snijmaïs wordt gevoerd, of als de kuil 1 week gesloten blijft, er eerst een duidelijke afname van de aantallen vitale zaden in dunne rundermest optreedt, gevolgd door een meer geleidelijke daling of het gelijk blijven van de aantallen. Als de maïskuil 2-4 weken gesloten blijft, is na het voeren van ingekuilde maïs het aantal vitale zaden in de mest laag ten opzichte van 0 en 1 week inkuilen en vindt er nauwelijks of geen daling van het aantal vitale zaden plaats. Deze verschillen worden veroorzaakt door de grote invloed van het inkuilen op de overleving van zaden van deze onkruidsoorten. Het 2-4 weken gesloten houden van de maïskuil geeft een reductie van het aantal vitale zaden van 90-99%.

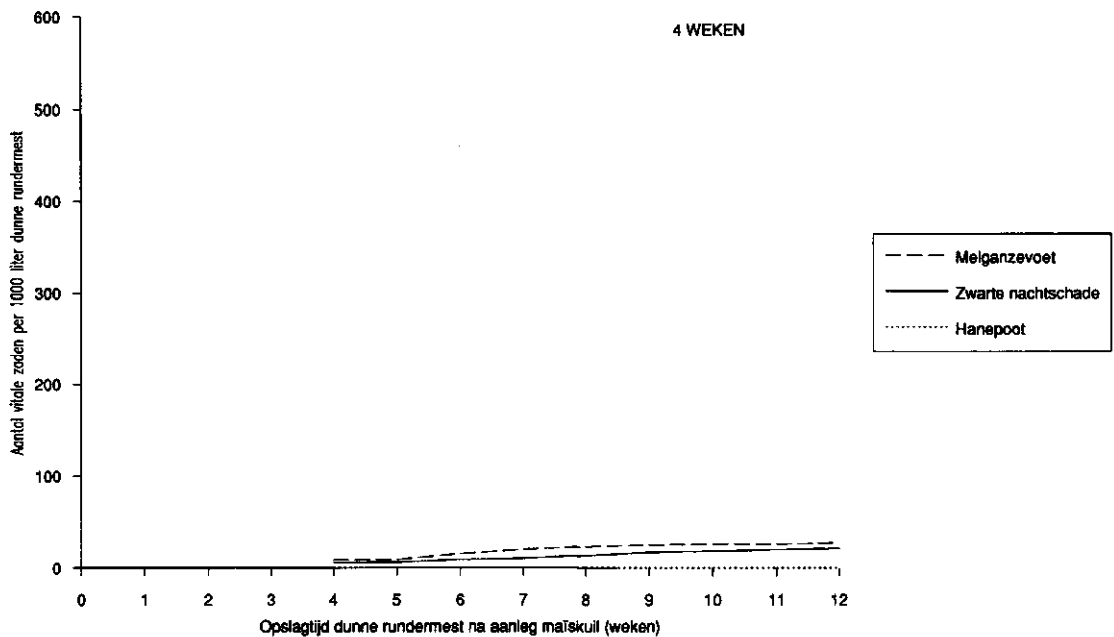
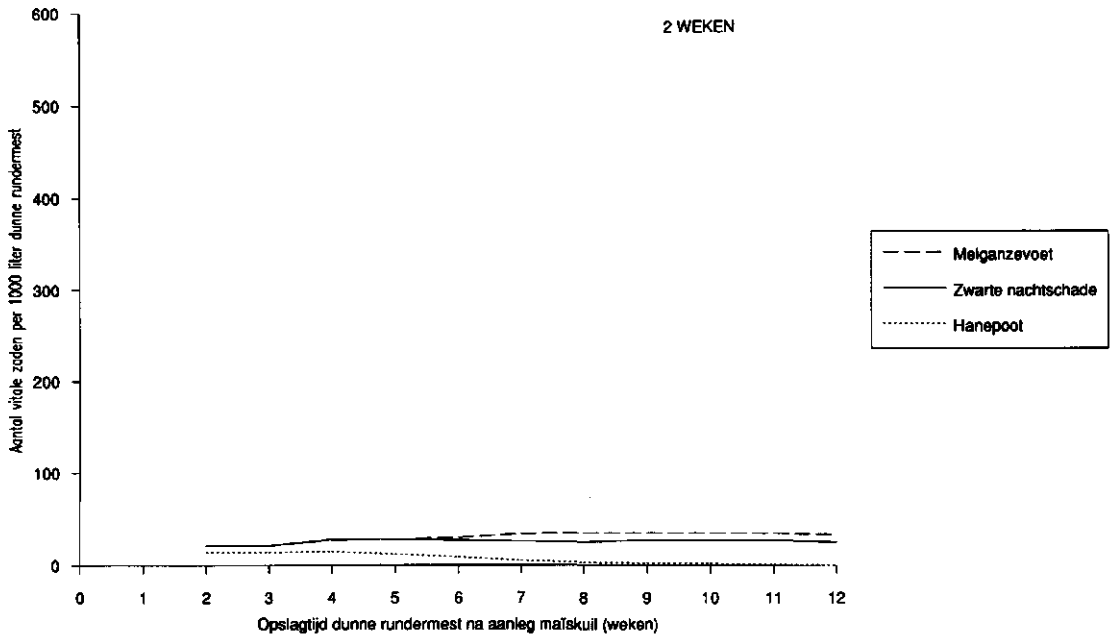
Na 2-4 weken ensilage blijft een klein deel van de zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade aan de buitenkant van de kuil in leven (tabel 1b), waardoor bij het voeren van snijmaïs steeds opnieuw vitale zaden in de mest terecht kunnen komen. Uit figuur 9b blijkt dat wanneer verse snijmaïs 10 zaden van melganzevoet of zwarte nachtschade per kg bevat en de kuil na 2-4 weken wordt geopend uiteindelijk circa 25 vitale zaden per 1000 liter dunne rundermest aanwezig blijven. Het aantal maïsmonsters waarin meer dan 10 zaden van zwarte nachtschade in maïsmonsters voorkwamen was betrekkelijk gering (14 % in 1988, geen in 1989), zodat de uiteindelijke schatting van 25 vitale zaden per 1000 l dunne mest als een maximum beschouwd kan worden. Van melganzevoet werden veel vaker meer dan 10 zaden per kg maïs aangetroffen en zelfs meer dan 100 zaden was geen zeldzaamheid (2% in 1988 en 16% in 1989). Voor deze soort lijkt een schatting van maximaal 100 zaden per kg maïs en dus van 250 zaden per 1000 l mest realistisch.

Ook zaden van perzikkruid werden in maïsmonsters aangetroffen. In vergelijking met melganzevoet en zwarte nachtschade werden relatief weinig perzikkruidzaden met snijmaïs meege oogst en in een maïskuil was na 2 weken bijna 99% van de perzikkruidzaden niet meer vitaal. Wanneer in bovenstaande berekening van het aantal vitale zaden van perzikkruid in dunne rundermest wordt uitgegaan van 1 perzikkruidzaad per kg snijmaïs (versgewicht) en de maïskuil wordt na 2 weken vervoederd, zijn na 3 weken 0,2 vitale perzikkruidzaden per 1000 liter dunne rundermest aanwezig.

In bovenstaande berekening van het aantal vitale zaden in dunne rundermest tijdens de stalperiode werd de overlevingsduur van zaden in mest bij herfst-/winteromstandigheden (4-10°C) genomen. De vitaliteit van zaden bleek bij hogere temperatuur, zoals bij zomeropslag, sneller achteruit te gaan. Zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade kunnen echter in de zomer 4 maanden



Figuur 9a. Aantal vitale zaden van melganzevoet, zwarte nachtschade en hanepoot in dunne rundermest tijdens de stalperiode na het voeren van snijmaïs uit een snijmaïskuil, die bij de aanleg 10 vitale melganzevoet-, zwarte nachtschade- en hanepootzaden per kg (versgewicht) bevatte, en die vanaf 0 tot 1 week na aanleg werd vervoederd.



Figuur 9b. Aantal vitale zaden van melganzevoet, zwarte nachtschade en hanepoot in dunne rundermest tijdens de stalperiode na het voeren van snijmaïs uit een snijmaïskuil, die bij de aanleg 10 vitale melganzevoet-, zwarte nachtschade- en hanepootzaden per kg (versgewicht) bevatte, en die vanaf 2 of 4 weken na aanleg werd vervoederd.

den in mest blijven leven (tabel 7; Van Renterghem, 1991). Zaden van perzikkruid verloren in dunne rundermest zowel bij winter als bij zomeropslag na 8-16 weken hun vitaliteit (tabel 8b).

Wanneer 2-4 weken ingekuilde snijmaïs, die bij de oogst 100 vitale zaden van melganzevoet, 10 vitale zaden van zwarte nachtschade en 1 perzikkruidzaad per kg snijmaïs bevatte, wordt gevoerd, zullen bij het uitrijden van 50 ton dunne rundermest per ha maximaal 12500 vitale zaden van melganzevoet, 1250 zaden van zwarte nachtschade en 10 perzikkruidzaden op een ha terecht komen.

Bij de verspreiding van onkruiden met mest is er sprake van een toegevoegd risico. Er is al een bestaand risico, want onkruidzaden kunnen bijvoorbeeld met het zaaien van een cultuurgewas op een akkerbouwbedrijf terecht komen. In bijvoorbeeld gecertificeerd zaad van granen met waardering I mogen geen onkruidzaden aanwezig zijn, maar in zaaizaad van granen met waardering II mogen maximaal 3 onkruidzaden per 500 gram zaaizaad voorkomen (bijlage 11). Zo kunnen bij het zaaien van 125-170 kg gecertificeerd zaaizaad van tarwe (waardering II) dus maximaal 850-1000 onkruidzaden op een ha terecht komen. Hierbij is uitgegaan van het maximum aantal onkruidzaden in gecertificeerd zaaizaad, maar voor schadelijke onkruiden gelden speciale normen. In bijvoorbeeld gecertificeerd zaaizaad van karwij (waardering II) mogen maximaal 25 onkruidzaden per 200 gram voorkomen, waarvan niet meer dan 8 duistzaden (bijlage 11). Dit betekent dat met het zaaien van 6-9 kg zaaizaad van karwij (waardering II) maximaal 750-1100 onkruidzaden op een ha komen, maar dat niet meer dan 240-360 zaden van duist per ha worden meegezaaid.

Melganzevoet, zwarte nachtschade en perzikkruid komen in Nederland algemeen voor. Zaden van deze onkruidsoorten zijn al op een akkerbouwbedrijf aanwezig of kunnen ook op andere manieren dan via mest op het bedrijf terechtkomen. Dit betekent dat het toegevoegde risico van verspreiding van za-

den van deze soorten met mest in het algemeen niet zo groot is. Triazine-resistente biotypen van melganzevoet, zwarte nachtschade en perzikkruid komen echter niet algemeen voor. Het is aannemelijk dat triazine-resistente biotypen van deze onkruidsoorten uit snijmaïspercelen ook in bepaalde akkerbouwgewassen moeilijk te bestrijden zijn, omdat een biotype dat resistent is tegen triazinen, ook vaak resistent is tegen andere herbiciden (kruisresistentie). De toegevoegde schade van deze atrazin-resistente biotypen is veel groter dan de toegevoegde schade van de algemeen voorkomende melganzevoet, zwarte nachtschade en perzikkruid. Triazine-resistente biotypen van melganzevoet komen niet alleen in gebieden met mestoverschotten voor. Ook in Groningen, Friesland en Drenthe is triazine-resistente melganzevoet aangetroffen (Van Oorschot, 1989). Akkerbouwers in die gebieden kunnen daarom op dit moment ook langs andere weg dan via mest triazine-resistente melganzevoet op hun bedrijf krijgen.

Hanepoot en groene naalbaar

Hanepoot en groene naalbaar komen op maïspercelen voor en in maïsmonsters werden ook zaden van deze twee onkruidsoorten aangetroffen. Het meeoogsten van 10 hanepootzaden per kg snijmaïs is reëel (figuur 2). Hanepootzaden kunnen de passage van het spijsverteringskanaal van een koe overleven (Schröder & Baart, 1982). In de figuren 9a en 9b is ook het aantalsverloop van zaden van hanepoot in een mestopslag tijdens de stalperiode weergegeven. Hanepootzaden waren in een maïskuil na 6 weken dood (tabel 1b), waardoor vanaf 6 weken na het inkuilen geen nieuwe vitale zaden via het voeren van snijmaïs meer in de mest terecht kunnen komen. Het aantal vitale hanepootzaden in de mest neemt daarom geleidelijk af, terwijl het aantal vitale zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade in dunne rundermest, met name vanaf 2 weken inkuilen, niet meer daalt. De kans op verspreiding van zaden van hanepoot, afkomstig van snijmaïs, met dunne rundermest wordt zeer klein wanneer de

sniijmaïskuil gedurende 4-6 weken gesloten blijft.

In vergelijking met melganzevoet, zwarte nachtschade en hanepoot werden weinig zaden van groene naalbaar met snijmaï s meegeogst. Ondanks dat zaden van groene naalbaar de passage van het spijsvertingsproces van een koe overleven (Atkeson et al., 1934) is de kans op verspreiding van zaden van groene naalbaar met dunne rundermest uiterst klein. De zaden van deze onkruidsoort verloren in dunne rundermest zowel bij winter- als bij zomeropslag na 2-4 weken hun vitaliteit (tabel 8b).

Knolcyperus

Voor knolcyperus is iedere meetbare kans op verspreiding onaanvaardbaar. Er zijn allerlei maatregelen van kracht om verspreiding tegen te gaan. Dankzij deze maatregelen komt knolcyperus slechts op zeer beperkte schaal in Nederland voor. Snijmaï s mag worden geteeld op een met knolcyperus besmet perceel. De kans dat knolletjes met snijmaï s worden meegeogst is echter zeer klein, omdat de knolletjes zich in de grond bevinden en de snijmaï s op een hoogte van $\pm 10-15$ cm wordt afgemaaid. Uit onderzoek bleek bovendien, dat knolletjes in het midden van een snijmaï skuil binnen vier weken niet meer kiemkrachtig waren (tabel 1b). Bovenin de kuil bleven enkele knolletjes minstens 12 weken kiemkrachtig. De kans op levend passeren van het spijsverteringskanaal van een koe is onwaarschijnlijk. Knolcyperusknolletjes overleefden een in vitro-verteringsproces niet (Van Renterghem et al., 1991). Mochten er levende knolletjes in dunne rundermest terechtkomen, dan zullen ze volgens Schokker (1988, tabel 8a) bij winteropslag na 4 weken en bij zomeropslag na 2 weken hun kiemkracht hebben verloren. Van Renterghem et al. (1991) vonden echter dat sommige knolletjes in dunne rundermest met een temperatuur van 18°C minstens 18 weken bleven leven. De kans op besmetting van dunne rundermest met knolletjes van knolcyperus, afkomstig van snijmaï s, is uiterst gering: door het in Nederland op beperkte schaal voorkomen van dit

onkruid; door de geringe kans op meeogsten van knolletjes met snijmaï s; door de afname van vitaliteit van de knolletjes in een snijmaï skuil; en door de zeer kleine kans op levend passeren van het spijsverteringskanaal van een koe.

Papegaaiekruid

Papegaaiekruid komt beperkt voor in gebieden met een intensieve veehouderij. In de maï smonsters werden geen papegaaiekruidzaden gevonden; deze onkruidsoort komt dus op dit moment nog niet frequent op snijmaï spercelen in Nederland voor. Ensilage van snijmaï s veroorzaakte na 2 weken al een reductie van het aantal vitale zaden van bijna 99% (tabel 1b). Op dit moment is de kans op verspreiding naar akkerbouwgebieden van papegaaiekruidzaden, afkomstig uit snijmaï s, met dunne rundermest dan ook klein.

In Duitsland is er sprake van uitbreiding van het areaal triazine-resistente papegaaiekruid in snijmaï s (Kees, 1990). Uitbreiding van deze soort in Nederland is daarom niet onmogelijk.

Behalve met snijmaï s zouden papegaaiekruidzaden ook via het voeren van mengvoeders in dunne rundermest terecht kunnen komen (zie onder Varkens- en pluimveemest). Zaden van papegaaiekruid bleven in dunne rundermest bij winteropslag 8-16 weken en bij zomeropslag 4-8 weken vitaal (tabel 8b).

Fluweelblad

Fluweelblad komt mogelijk via geïmporteerde grondstoffen voor de mengvoerindustrie in mest terecht (zie onder Varkens- en pluimveemest). Fluweelblad komt sporadisch in maï spercelen voor. In de onderzochte maï smonsters werden geen fluweelbladzaden gevonden. Op dit moment is nog niet duidelijk of fluweelbladplanten in maï spercelen vitale zaden vormen. Mochten er vitale fluweelbladzaden in mengvoeders of snijmaï s aanwezig zijn, dan is de kans groot dat zaden vitaal in dunne rundermest terechtkomen en ook vitaal blijven. Ensilage van snijmaï s en opslag van mest (zowel

winter- als zomeropslag) hebben namelijk maar een geringe negatieve invloed op de vitaliteit van fluweelbladzaden (tabel 1b en 8b). De meeste onkruiden waarvan zaden in geïmporteerde grondstoffen voor de mengvoederindustrie aanwezig kunnen zijn, zullen zich onder Nederlandse omstandigheden moeilijk kunnen handhaven, omdat ze zijn aangepast aan een warmer klimaat. Van fluweelblad is echter bekend dat het zich langzaam naar relatief koudere gebieden uitbreidt. Fluweelblad is nog geen probleemonkruid in Nederland. Indien de soort zich in Nederland gaat uitbreiden, zal de uitbreiding zich het eerst manifesteren in gebieden met intensieve veehouderij. Akkerbouwers in andere gebieden worden dan vroegtijdig gewaarschuwd.

Planteziekten

Onbewerkte ruwvoerders kunnen een bron van besmetting van mest met schadelijke ziekteverwekkers zijn. Pathogenen kunnen aanwezig zijn op plantedelen van gewassen waarin schade wordt gevreesd, maar ze kunnen ook in aanhangende grond van andere gewassen voorkomen. Voor onkruiden kon worden vastgesteld welke aantallen in een bepaald ruwvoeder (snijmaïs) aanwezig waren, maar er kon voor planteziekten niet worden bepaald welke aantallen besmette ziekteverwekkers in veevoerders voorkomen. Evenmin is bepaald op welke schaal besmette ruwvoerders worden gevoerd. Het was ook niet mogelijk om via literatuurgegevens te kwantificeren welk percentage ziekteverwekkers de passage van het spijsverteringskanaal overleeft. Omdat nauwelijks kwantitatieve gegevens bekend zijn, kan niet worden berekend welke aantallen planteziekteverwekkers in dunne rundermest kunnen worden aangetroffen. Wel kan, afhankelijk van de mesttemperatuur, worden aangegeven hoe lang ziekteverwekkers in dunne rundermest kunnen overleven.

Cysteaaltjes

Cysteaaltjes kunnen via het voeren van ruwvoerders (bijvoorbeeld aardappelen) of met aanhangende grond van ruwvoedergewas-

sen (bijvoorbeeld snijmaïs of gras) in mest terecht komen.

De kans op besmetting van mest met aardappel- of bietecysteaaltjes door het voeren van snijmaïs of gras is klein. Tijdens de oogst kan snijmaïs of gras met grond en cysten worden verontreinigd, maar door het inkuilen wordt het aantal cysten met een levende inhoud sterk gereduceerd. Na 4-6 weken ensilage was meer dan 99% van de inhoud van de cysten niet meer levensvatbaar (Roosjen et al., 1989).

Het is niet waarschijnlijk dat cysten van het aardappelpcysteaaltje de passage van het spijsverteringskanaal van een koe overleven. Volgens Kemper (1958) kunnen larven van *G. rostochiensis* in de cyste het maagdarmkanaal van een koe overleven. Uit onderzoek van Kuiper (1977) bleek echter dat cysten van *G. rostochiensis* na passage van het spijsverteringskanaal van een koe niet meer infectieus waren. Dit betekent dat besmetting van dunne rundermest met aardappelpcysteaaltjes vrijwel alleen zal plaatsvinden via voerresten die rechtstreeks in de mest vallen. In dunne rundermest waren cysten bij een mesttemperatuur van 18°C na 2 weken, bij 10°C na 4 weken en bij 4°C na 8 weken bijna allemaal dood (figuur 4).

Cysten van het bietecysteaaltje kunnen de passage van het spijsverteringskanaal van een koe overleven (Kontaxis et al., 1976), maar verloren in dunne rundermest na 2 maanden hun vitaliteit (Rothuis, 1983).

Na introductie van het aardappelpcysteaaltje in Nederland werden wettelijke maatregelen uitgevaardigd om het gevaar van verdere verspreiding in te dammen. Ondanks alle maatregelen is de verspreiding echter gestaag doorgedaan en komen in geheel Nederland besmettingen met het aardappelpcysteaaltje voor (Molendijk, 1991). Ook in de suikerbietenteelt ging de toename van het areaal suikerbieten gepaard met een toename van het percentage zwaar besmette percelen met het bietecysteaaltje (Van Velde, 1990). Wanneer aardappel- of bietecysteaaltjes al in een akkerbouwgebied voorkomen, kunnen ze behalve met mest ook via andere

media op een bedrijf of perceel terechtkomen. In het noordoostelijk zand- en dalgrondgebied werden cysten van het aardappelcysteeltje aangetroffen bij bemonsteringen van machines waaraan grond hing (Anonymus, 1986). Ook bietecysteeltjes kunnen met machines worden verspreid. Op kleigronden werd aan bieterooiers grond aangetroffen die varieerde van niet tot zeer zwaar besmet met bietecysteeltjes (Dekkers, 1988).

Phoma exigua* var. *foveata

Phoma exigua var. *foveata*, een schimmel die droogrot bij aardappelen veroorzaakt, zou via het voeren van aardappelen of met aanhangende grond van andere ruwvoerders in mest terecht kunnen komen. *P. exigua* var. *foveata* kan de passage van het spijsverteringskanaal van een koe overleven (Turkensteen, 1981), maar de schimmel was tijdens opslag van dunne rundermest zowel bij winter- als bij zomeropslag, na 1-3 weken nauwelijks meer in de mest aantoonbaar (figuur 3). Het is dan ook aannemelijk dat *P. exigua* var. *foveata* gemakkelijker met pootgoed dan met mest wordt verspreid.

***Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (*Eca*) en *Erwinia chrysanthemi* (*Ech*)**

De fytopathogene bacteriën *Eca* en *Ech* zouden via het voeren van aardappelen in dunne rundermest terecht kunnen komen. Het is niet waarschijnlijk dat deze bacteriën met aanhangende grond van andere ruwvoedergewassen in de mest vallen. Het is niet bekend of *Eca* en *Ech* de passage van het spijsverteringskanaal van een koe overleven. Wanneer met *Eca* of *Ech* besmette aardappelknollen rechtstreeks in dunne rundermest vallen, kunnen deze bacteriën in de knoldelen bij een mesttemperatuur van 4°C minstens 4 maanden blijven leven (figuur 5). Bij 10-15°C waren de bacteriën na 2-3 maanden nauwelijks meer detecteerbaar (figuur 6). Naarmate de aardappelknollen verder uiteenvielen in de mest, werd de overlevingsduur van de bacteriën korter (figuur 7).

Indien *Erwinia* spp. in mest voorkomen, moeten de bacteriën om schade te veroorzaken na het uitrijden van mest in de grond kunnen overleven en nog in staat zijn om het aardappelgewas aan te tasten. *Eca* en *Ech* overleven echter waarschijnlijk niet lang in de grond (Roozen, 1991). Het is daarom aannemelijk dat de kans op verspreiding van *Erwinia* spp. met mest kleiner is dan de kans op verspreiding met pootgoed. Knollen aangetast door natrot mogen weliswaar praktisch niet in een partij pootgoed voorkomen (Anonymus, 1991), maar ziekteverwekkende bacteriën kunnen echter voorkomen zonder dat dit zichtbaar is aan de knollen (Roozen, 1991).

Behalve met pootgoed zouden in een gebied waar *Erwinia* spp. voorkomen, deze bacteriën ook nog met andere media kunnen worden overgebracht. In oppervlaktewater werden zowel *Eca* als *Ech* aangetoond (Anonymus, 1988/1989/1990).

BNYVV met de vector *Polymyxa betae*

Het rhizomanievirus BNYVV wordt overgebracht door de schimmel *P. betae*. Het BNYVV komt beperkt in akkerbouwgebieden voor. Het virus zou in mest terecht kunnen komen wanneer ruwvoerders van met rhizomanie besmette percelen in akkerbouwgebieden naar veehouderijgebieden worden getransporteerd.

Volgens Heijbroek (1986) kan met betrekking tot de bijprodukten van de biet worden gesteld dat overal waar een voldoende verhitting heeft plaatsgevonden geen risico's voor verspreiding aanwezig zijn; dit geldt voor alle soorten pulp en schuimaarde. In bietestaartjes kan echter wel een hoge besmetting met het rhizomanievirus aanwezig zijn. Door verhitting of terugvoeren in het fabrieksproces kunnen deze bietestaartjes onschadelijk worden gemaakt. De kans op verspreiding via bietekoppen en -blad is veel geringer, omdat hierin geen cystosoren van *P. betae* voorkomen (Heijbroek, 1986).

P. betae/BNYVV kan de passage van het spijsverteringskanaal van een schaap overleven (Hillman, 1985; Heijbroek, 1988), maar het is niet bekend of de schimmel met het

virus de passage door een koe overleeft. Wanneer het rhizomanievirus met besmette (grond van) ruwvoerders in dunne rundermest terecht komt, is de kans groot dat het virus vitaal in de mest aanwezig is. De schimmel *P. betae* met het rhizomanievirus kon zowel bij winter- als bij zomeropslag minstens 12 weken in dunne rundermest blijven leven (figuur 8).

In een akkerbouwgebied waar geen rhizomanie voorkomt, is ieder risico voor de teler onaanvaardbaar. Volgens Heijbroek (1986, 1988) is de kans dat het rhizomanievirus met bietezaad overgaat bij de huidige zaadbewerkingstechnieken vrijwel uitgesloten. Via grond aan pootgoed van aardappelen is echter wel overdracht van rhizomanie aangetoond (Jellema & Van Tuin, 1986).

In een gebied waar rhizomanie voorkomt kunnen percelen besmet raken via besmette grond, slootbagger of water. In drainwater en slootmodder zijn besmettingen met rhizomanie aangetoond (Heijbroek, 1986; Oldenkamp, 1986). Het is aannemelijk dat in deze gebieden de kans op verspreiding van het rhizomanievirus via andere media dan mest groter is dan de kans op verspreiding met mest.

Varkens- en pluimveemest

In de varkens- en pluimveehouderij worden voornamelijk mengvoerders gebruikt. Mengvoerders zijn zeer variabel van samenstelling wat betreft de verschillende grondstoffen. Dit bemoeilijkt de kwantificering van het aantal onkruidzaden dat in mengvoerders aanwezig kan zijn. In grondstoffen voor de mengvoerindustrie komen onkruidzaden voor, maar er is weinig onderzoek gedaan naar aantallen zaden in onbewerkte grondstoffen, en evenmin is veel bekend over het effect van bewerkingen, die grondstoffen al hebben ondergaan, op de vitaliteit van zaden. Omdat plantenziekteverwekkers sterk gewasgebonden zijn, is het niet erg waarschijnlijk dat voor Nederland schadelijke pathogenen in geïmporteerde grondstoffen voor de mengvoering

dustrie aanwezig zijn. De kans op besmetting van varkens- of pluimveemest met plantenziekteverwekkers lijkt daarom verwaarloosbaar klein.

Varkensmest

Bij de mengvoerproductie wordt 90% van de mengvoerders voor varkens in geperste vorm afgeleverd (tabel 3). Uit onderzoek bleek dat circa 25% van de zaden van papegaaiekruid en 5% van de zaden van fluweelblad het malen, gevolgd door persen van grondstoffen, kon overleven (tabel 5 en 6). Bij het malen en persen van grondstoffen voor varkensmengvoerders wordt het percentage vitale zaden dus verlaagd, maar niet tot nul gereduceerd. De kans op knolletjes van *knolcyperus* in varkensmengvoerders is nihil, omdat knolletjes het malen van grondstoffen voor deze voeders niet overleven.

Indien mengvoerders vitale onkruidzaden bevatten, zal een deel van de zaden de passage van het spijsverteringskanaal van een varken overleven (Harmon & Keim, 1934). Uit onderzoek is gebleken dat onkruidzaden in dunne varkensmest sneller worden gedood dan in dunne rundermest (tabel 9a+b; Besson et al., 1987; Van Renterghem, 1991). Er zijn echter onkruidsoorten waarvan de zaden ook lange tijd in dunne varkensmest kunnen blijven leven. Een deel van de zaden van bijvoorbeeld melganzevoet was in dunne varkensmest na 16 weken nog kiemkrachtig, terwijl ook nog niet alle zaden van zwarte nachtschade dood waren (Van Renterghem, 1991).

Pluimveemest

Bij de mengvoerproductie wordt een groot deel van de mengvoerders voor pluimvee in meelvorm afgeleverd (tabel 3). Het malen van grondstoffen voor legpluimveevoeders had weinig invloed op de vitaliteit van onkruidzaden (tabel 5). Onkruidzaden zullen echter bij de passage van het spijsverteringskanaal van een kip bijna allemaal worden vernietigd. In kippemest werden bijna nooit hele zaden teruggevonden (Harmon & Keim, 1934; Cooper et al., 1960). Besmetting van pluimveemest met onkruidzaden zal

daarom nagenoeg alleen plaatsvinden via voerresten die rechtstreeks in de mest vallen. Omdat geen gegevens beschikbaar zijn over aantallen onkruidzaden in pluimveevoer en over de overlevingsduur van zaden in pluimveemest, kan de kans op besmetting van mest met onkruidzaden niet worden berekend.

Reductie van het risico van verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest

Het risico van verspreiding van onkruiden en planteziekten met dunne mest kan worden gereduceerd door:

- Langdurige opslag van dunne mest

Uit dit onderzoek bleek dat het aantal vitale onkruidzaden en planteziekteverwekkers in dunne mest kan worden gereduceerd door langdurige opslag van mest. Met name in de zomermaanden zal na opslag gedurende 4 maanden het aantal kiemkrachtige zaden en levende pathogenen sterk zijn afgenomen (tabel 8; Rieder, 1966). Een deel van de zaden van onder andere zwarte nachtschade, melganzevoet en fluweelblad, en knolletjes van knolcyperus kunnen echter ook na 4 maanden opslag van dunne rundermest nog

vitaal zijn, terwijl ook de schimmel *P. betae* met het rhizomanievirus 4 maanden zomeropslag van dunne rundermest kan overleven.

Langdurige opslag van mest zonder aanvoer van verse mest is bij de individuele veehouder niet altijd te realiseren. Daarom valt te denken aan vroegtijdige opslag in akkerbouwgebieden.

- Keuze mestsoort

Varkensmest brengt minder gevaar voor de verspreiding van onkruiden en planteziekten met zich mee dan rundermest. Om het risico klein te houden moet daarom bij (tussen) opslag van varkensmest geen rundermest worden bijgemengd.

- Mestverwerking

Vergisten zal het aantal vitale zaden en pathogenen in dunne mest reduceren (Jeyanayagam & Collins, 1984; Besson et al., 1983; Hansen & Hansen, 1987; Turner et al., 1983). Om alle onkruidzaden te doden moet rundermest echter minstens een aantal weken worden vergist. Bij vergisting werden zaden in varkensmest sneller gedood dan in rundermest (Besson et al., 1987).

- Indien mest bij 75°C wordt gedroogd en vervolgens wordt geperst tot korrels, is de kans op overleving van onkruidzaden en -knolletjes uiterst gering (Bloemhard et al., 1991).

Literatuur

- Anonymus, 1986. De noodzaak van bedrijfs-hygiëne in het noordoostelijk zand- en dalgrondgebied. Rapport van de regionale werkgroep voor de bedrijfshygiëne N.O. Nederland, 9 pp.
- Anonymus, 1988/1989/1990. IPO Wageningen, Jaarverslag 1988: 39, Jaarverslag 1989: 46 en Jaarverslag 1990: 54.
- Anonymus, 1989. Mengvoederenquete 1988, sector en structuur nr.1, Produktschap voor Veevoeder, 's Gravenhage, 52 pp.
- Anonymus, 1991. Keuringsreglement 1991. Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen (NAK), 141 pp.
- Atkeson, F.W., H.W. Hulbert & T.R. Warren, 1934. Effect of bovine digestion and of manure storage on the viability of weed seeds. *Journal of the American Society of Agronomy* 26: 390-397.
- Besson, J.M., R. Schmitt, V. Lehmann & M. Soder, 1987. Unterschiede im Keimungsverhalten von Unkrautsamen nach Behandlung mit gelagerter, belüfteter und methanvergorener Gülle. *Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft* 35: 73-80.
- Bloemhard, C.M.J., M.W.M.F. Arts, P.C. Scheepens en A.G. Elema, 1991. Kieming en vitaliteit van onkruiden in mest na verhitten of persen. CABO-DLO Wageningen, verslag 134, 29 pp.
- Brodie, B.B., 1978. Effects of birds ingesting *Heterodera rostochiensis* cysts on viability of eggs and larvae. *Journal of Nematology* 8: 318-322.
- Brown, J.G., 1937. Relation of livestock to the control of Sclerotinosis of lettuce. *Phytopathology* 27: 1045-1050.
- Burton, G.W. & J.S. Andrews, 1948. Recovery and viability of seeds of certain southern grasses and lespedeza passed through the bovine digestive tract. *Journal of Agricultural Research* 76: 94-103.
- Cooper, J.B., T.L. Maxwell & A.D. Owens, 1960. A study of the passage of weed seeds through the digestive tract of the chicken. *Poultry Science* 39: 161-163.
- Courtney, A.D., 1973a. Wild oats and animal feedstuffs. *Agriculture in Northern Ireland* 47: 389-390.
- Courtney, A.D., 1973b. Wild oat seed - its survival in bedding, farmyard manure and slurry. *Agriculture in Northern Ireland* 47: 435-436.
- Dekkers, W.A., 1988. Bietenrooier blijkt geduchte besmettingsbron. *Boerderij/Akkerbouw* 73 (21 september): 14-15.
- Dore, W.G. & L.C. Raymond, 1942. Pasture studies XXIV. Viable seeds in pasture soil and manure. *Scientific Agriculture* 23: 69-79.
- Eddy, J.L. & D.F. Smith, 1975. Seed dispersal and germination in *Romulea rosea* (onion grass). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 15: 508-512.
- Faulkner, L.R., C.B. Skotland & W.W. Heinemann, 1965. Survival of *Meloidogyne hapla* and *Verticillium dahliae* in plant tissues used for animal feed. *Phytopathology* 55: 257-258.
- Ficke, C.H. & L.E. Melchers, 1929. The effect of the digestive processes of animals on the viability of corn and sorghum spores.

- Journal of Agricultural Research 38: 633-645.
- Gibbs, J.G., 1931. Dissemination of club-root in the dung of farm stock. New Zealand Journal of Agriculture 42: 193-198.
- Hag, B.A. ten, 1990. Raamplan onderzoek mestoverschotten en ammoniakemissie. Themadag Benutting dierlijke mest in de akkerbouw. PAGV Lelystad, themaboekje nr. 10: 7-10.
- Hanf, E. von, 1959. Auftreten der Wurmfäule an Rüben durch *Ditylenchus dipsaci* in Süd-deutschland im Jahre 1958. Pflanzenschutz 11: 104-105.
- Hansen, S. & J. Hansen, 1983. Overlevelse-sevnen os forskellige fro under anaerobe betingelser (biogasanlæg). Kemiteknik teknologisk Institut Gregersensevej, Tastrup. STUB rapport no. 12, 17 pp. (English summary).
- Harmon, G.W. F.D. Keim, 1934. The percentage and viability of weed seeds recovered in the feces of farm animals and their longevity when buried in manure. Journal of the American Society of Agronomy 26: 762-767.
- Heijbroek, W., 1986. Verspreiding van bieterhizomanie met water, grond, plantmateriaal en mest. Gewasbescherming 17: 194-195.
- Heijbroek, W., 1988. Dissemination of rhizomania by soil, beet seeds and stable manure. Netherlands Journal of Plant Pathology 94: 9-15.
- Hillmann, U., 1984. Neue Erkenntnisse über die Rizomania an Zuckerrüben mit besonderer Berücksichtigung Bayerischer Anbauggebiete. Inaugural-Dissertation, Giessen, 1984, 226 pp.
- Hofmeester, Y., 1991. Bedrijfshygiëne. PAGV Lelystad, publikatie 59, 44 pp.
- Holm, L.G. D.L. Plucknett & J.V. Pancho, 1977. The world's worst weeds: distribution and biology. Honolulu, University Press of Hawaii, 609 pp.
- Horn, R., 1969. Schäden durch die Rübenkopffäule und Zuckerrüben im Bezirk Leipz. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst 23: 238.
- Hotsma, P., 1990. Mestgebruik en milieu. Themadag benutting dierlijke mest in de akkerbouw. PAGV Lelystad, themaboekje nr. 10: 11-19.
- Huang, H.C., R. Hironaka & R.J. Howard, 1986. Survival of *Verticillium albo-atrum* in alfalfa tissue buried in manure or fed to sheep. Plant Disease 70: 218-221.
- Hulshoff, J., 1991. Malen en persen van voeders met onkruidzaden. IGMB-TNO Wageningen, rapport nr. IGMB 91-2, 13 pp.
- Inagaki, H. & K. Kegasawa, 1977. Viability of encysted larvae and eggs of potato cyst nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. after being fed by hen or swine, and at their body temperatures. Potato Abstracts 2: 81 (Abstract)
- Jellema, P., 1987. Verspreiding van schadelijke organismen door landbouwwerktuigen. Landbouwmecanisatie 38: 1019.
- Jellema, P. & J. van Tuin, 1986. Overdracht van rhizomanie via grond aan pootgoed van aardappelen. PD Wageningen, projectverslag nr. 1201.100.127, 5 pp.
- Jeyanayagam, S.S. & R. Collins, 1984. Weed seed survival in a dairy manure anaerobic digester. Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers) 27: 1518-1523.
- Kees, H., 1990. Onkruidbestrijding in mais. Dossier Gewasbescherming 8: 10-13.
- Kemper, A., 1958. Kann eine weitere Aus-

- breitung des Kartoffelnematoden verhindert werden? Anzeiger für Schädlingskunde (vereinigt mit Schädlingsbekämpfung) 31: 165-170.
- Kirk, J. & A.D. Courtney, 1972. A study on the survival of wild oats (*Avena fatua*) seeds buried in farmyard manure and fed to bullocks. Proceedings 11th British Weed Control Conference 1: 226-233.
- Kontaxis, D.G., G.P. Lofgreen, I.J. Thomason & H.E. McKinney, 1976. Survival of the sugarbeet cyst nematode in the alimentary canal of cattle. California Agriculture 30 (3): 15
- Kuiper, K., 1977. Introductie en vestiging van planteparasitaire aaltjes in nieuwe polders, in het bijzonder *Trichodorus teres*. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 77-4, 140 pp.
- Kroodsmas, W. & H.R. Poelma, 1972. Roeren van mengmest in bovengrondse silo's. Landbouwmechanisatie 29: 283-286.
- Leach, L.D. & S.W. Mead, 1936. Viability of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* after passage through the digestive tract of cattle and sheep. Journal of Agricultural Research 53: 519-526.
- Lennartz, H., 1957. Über die Beeinflussung der Keimfähigkeit der Samen von Grünlandpflanzen beim Durchgang durch den Verdauungstraktus des Rindes. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 103: 427-453.
- Leukel, R.W., 1924. Investigationson the nematode disease of cereals caused by *Tylenchus tritici*. Journal of Agricultural Research 27: 925-955.
- Marinari Palmisano A., R. Tacconi & G. Canestri Trotti, 1971. Sopravvivenza di *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev (Nematoda: Tylenchidae) al processo digestivo nei suini, equini e bovini. Redia 52: 725-737 (English summary).
- Martin, G.C., 1968. Survival and infectivity of eggs and larvae of *Meloidogyne arenaria* after ingestion by a bovine. Plant Disease Reporter 52: 99-102.
- Maun, M.A., 1977. Response of seeds to dry heat. Canadian Journal of Plant Science 57: 305-307.
- Metz, R., 1970. Die Weiterverbreitung der Karyopsen von Wildhafer (*Avena fatua*) sowie Möglichkeiten der Hofhygiene zur Vernichtung und Beseitigung der Wildhaferfrüchte. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst Berlin 24: 85-88.
- Milne, D., 1915. The vitality of seeds passed by cattle. Agricultural Journal of India 10: 353-369.
- Molendijk, L.P.G., 1991. Intensieve bemons-tering aardappelmoeheid. Themadag Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen. PAGV Lelystad, themaboekje nr. 12: 11-18.
- Oldenkamp, A., 1986. Suikerbieten, rhizomanie. PD Wageningen, Jaarboek 1986: 76-77.
- Oorschot, J.L.P., 1989. Chloroplastic resistance of weeds to triazines in the Netherlands until 1988. Importance and perspectives on herbicide-resistant weeds. Proceedings of a meeting of the EC exports' Group, Tollose, Denmark, 15 to 17 November 1988 (eds. R. Cavalloro & G. Noyé), published by the Commission of the European Communities, Luxemburg: 41-45.
- Özer, 1983. The influence of passage through the gastro-intestinal tract of sheep: on some seeds of meadow plants and the effect of duration of fermentation in dung heap on the germination potential and capacity of excreted and non-ingested seed. Weed Abstracts 32: 34 (Abstract).
- Patni, N.K. & P.Y. Jui, 1985. Volatile fatty acids in stored dairy-cattle slurry. Agricultura-

ral Waste 13: 159-178.

Piggin, C.M., 1978. Dispersal of *Echium plantagineum* L. by sheep. Weed Research 18: 155-160.

Renterghem, B. van, L. Carlier, F. Huysman & L. Dendooven, 1991. Milieuhygiënische implicaties. In: Mengmest: implicaties voor de landbouw en het milieu (eds B. Van Renterghem & W. Verstraete): 165-190.

Rieder, G., 1966. Der Einfluß des Schwemmistes auf Unkrautverbreitung und die Anwendung der Tetrazolium-methode bei Unkrautsamen. Dissertation Hohenheim Hochschule, 119 pp.

Roosjen, J. & H. Meilink, 1989. Effect van ensilage in grasvoordroog- en maaskuilen op de vitaliteit van aardappel- en bietencyste-aaltjes, *Globodera rostochiensis*, *G. pallida*, *Heterodera schachtii* en *H. trifolii*. H.L. Hilbrands laboratorium voor Bodemziekten Assen, verslagnr. HLB 89-2, 19 pp, Assen.

Rothuis, J.H., 1983. Bietencyste-aaltjes in drijfmest. PD Wageningen, Jaarboek 1983: 58-59.

Rothuis, J.H., 1984. Het gele aardappelcyste-aaltje (*Globodera rostochiensis*) in drijfmest. PD Wageningen, Jaarboek 1984: 70.

Rotteveel, A.J.W., 1986. Fluweelblad (*Abutilon theophrasti*) gevestigd in Nederland? Gewasbescherming 17: 83-84.

Schayk, H.W.M. van, 1988. Kieming en vitaliteit van onkruiden in een partij mestkorrels. NMI Haren, rapport A88.023-I.

Schokker, A.H., 1988. De overleving van onkruidzaden in rundermengmest en in een snijmaaskuil. CABO-verslag 90, Wageningen.

Schröder, J. & E.A.D. Baart, 1982. Draagt drijfmest bij aan de verspreiding van *Echino-*

chloa crus-galli? Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent 47/1: 27-35.

Schuman, G.E. & T.M. McCalla, 1976. Effect of short-chain fatty acids extracted from beef cattle manure on germination and seedling development. Applied and Environmental Microbiology 31: 655-660.

Smart, G.C. & H.R. Thomas, 1969. Survival of eggs and larvae in cysts of the soybean cyst nematode, *Heterodera glycines*, ingested by swine. Proceedings of the Helminthological society of Washington 36: 139-142.

Sprau, F., 1966. Das Verhalten von zysten des Kartoffelnematoden in Kläranlagen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 21: 39-44.

Suckling, F.E.T., 1952. Dissemination of white clover (*Trifolium repens*) by sheep. New Zealand Journal of Science and Technology 33: 64-77.

Takabayashi, M., T. Kubota & H. Abe, 1979. Dissemination of weed seeds through cow feces. Japan Agricultural Research Quarterly 13: 204-207.

Thomson, E.F., S. Rihawi, P.S. Cocks, A.E. Osman & L. Russi, 1990. Recovery and germination rates of seeds of Mediterranean medics and clovers offered to sheep at a single meal or continuously. Journal of Agricultural Science 14: 295-299.

Thurston, J.M., 1963. Biology and control of wild oats. Report Rothamsted Experimental Station, 1962: 236-253.

Triffitt, M.J., 1929. Observations on the incidence of *Heterodera schachtii* at the Ormskirk Potato Testing Station. Journal of Helminthology 7: 93-98.

Turkensteen, L.J., 1981. Identificatiemethoden en epidemiologie van gangreen bij aard-

appelen. IPO Wageningen, Jaarverslag 1981: 45-50.

Turner, J., D.A. Stafford, D.e. Hughes & J. Clarkson, 1983. The reduction of three plant pathogens (*Fusarium*, *Corynebacterium* and *Globodera*) in anaerobic digesters. *Agricultural Wastes* 6: 1-11.

Velde, P. van, 1990. Vertaling van geleide en geïntegreerde bedrijfssystemen naar de praktijk. In: Geleide en geïntegreerde systemen voor de bestrijding van nematoden in de akkerbouw en het Meerjarenplan voor de Gewasbescherming: 36-40. Samenvatting themadag, 12 december te Nijkerk. IRS, Bergen op Zoom.

Vogtmann, H., G. Quante, G. Plakolm & B. Hurni, 1979. Die Reduktion der Keimfähigkeit von Unkrautsamen und Hygienisierungseffekt durch die Belüftung der Gülle. *Schweizerische Landwirtschaft Monatshefte* 57: 225-234.

Vuurde, J.W.L., van & N.J.M. Roozen, 1990.

Comparison of immunofluorescence colony-staining in media, selective isolation on pectate medium, ELISA and immunofluorescence cell staining for detection of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *E. chrysanthemi* in cattle manure slurry. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 96: 75-89.

Wevers, J.D.A., 1985. Onkruidbestrijding en onkruidverspreiding. *CSM informatie* 392: 14-15.

Williams, J.H., 1979. Utilisation of sewage sludge and other organic manures on agricultural land. In: *Treatment and Use of Sewage sludge*, Proceedings of the 1st European Symposium, Cadarache, 13-15 February 1979. (eds D. Alexandre & H. Ott), Brussel, Commission of the European Communities: 227-242.

Zwart, J.E.M., 1989. Jaarstatistiek van de veevoeders, 1985/86 en 1986/1987. *Landbouw Economisch Instituut*, Den Haag, 79 pp.

Bijlage 1. Procentuele samenstelling van de verschillende diervoeders 1986/1987 (Zwart, 1989).

	Op basis van produktgewicht (tonnen)				Op VEM basis
	Rundvee	Varkens	Mest- pluimvee	Leg- pluimvee	Rundvee
Mengvoeders					27,3
Granen	0,3	10,5	26,8	31,6	0,1
Peulvruchten	2,8	8,1	7,2	2,4	0,8
Plantaardige oliën en vetten	0,0	0,1	0,1	0,7	0,0
Luzerne- en grasmeel	1,1	0,2	0,2	2,2	0,2
Tapioca	0,1	28,7	12,7	9,4	0,0
Oliehoudende zaden	1,2	0,4	14,2	3,0	0,5
Bijprodukten maalderij	1,3	7,2	1,5	1,7	0,3
Bierbostel	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2
Bijprodukten zetmeel	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Bijprodukten suiker	19,3	4,8	0,2	0,7	4,5
Maisglutenvoer	13,4	4,9	1,3	5,7	3,9
Schroot en schilfers	40,6	21,5	20,9	19,8	11,6
Citruspulp	8,1	0,1	0,0	0,0	2,3
Overige	11,1	13,2	14,9	22,8	2,9
Ruwvoeders					72,7
Aardappelen, bostel, spoeling					2,1
Bietenpulp, bijprodukten aardappelen					1,3
Voederbieten, stoppelgewassen					0,5
Snijmaïs					10,6
Graslandprodukten					57,2
Bietenkoppen, spruitkool					0,3
Overige					0,7

Bijlage 2. Beschikbare ruwvoedermiddelen naar soort en herkomst in produktgewicht 1986/1987 (Zwart, 1989).

	Beschikbaar in produktgewicht						totaal beschik- baar
	uit binnenland		uit invoer				
	eigen behoud	via handel	invoer als zodanig		uit ingevoerde grondstoffen		
			EG landen	derde landen	EG landen	derde landen	
	in 1000 ton						
Aardappelen	619	-	6	-	-	-	625
Natte bostel	-	56	737	-	197	-	990
Spoeling	-	129	-	-	-	-	129
Natte aard. vezels	-	350	-	-	-	-	350
Perspulp	-	533	39	-	-	-	572
Aard. diksap 58%	-	63	-	-	-	-	63
Natte bietenpulp	-	78	-	-	-	-	78
Afval aard. verw. ind.	-	146	-	-	-	-	146
Suikerbieten		86	-	-	-	-	86
Voederbieten		138	-	-	-	-	138
Stoppelknollen		302	-	-	-	-	302
Andere stoppelgewassen		287	-	-	-	-	287
Snijmaïskuil		8022	-	-	-	-	8022
Grasland/kunstweide	47472	-	-	-	-	-	47472
hooi	694	-	-	-	-	-	694
graskuil	9739	-	-	-	-	-	9739
vers weidegras	37039	-	-	-	-	-	37039
Stro		152	-	-	-	-	152
Suikerbietenkop/blad		347	-	-	-	-	347
Voederbietenkop/blad		9	-	-	-	-	9
Spruitkoolstengels		60	-	-	-	-	60
Groenten en fruit	-	150	-	-	-	-	150
Broodafval/aard.schil	-	50	-	-	-	-	50

Bijlage 3. Beschikbare mengvoedermiddelen naar soort en herkomst in produktgewicht 1986/1987 (Zwart, 1989).

	Beschikbaar in produktgewicht						totaal beschik- baar
	uit binnenland		uit invoer				
	eigen behoud	via handel	invoer als zodanig		uit ingevoerde grondstoffen		
			EG landen	derde landen	EG landen	derde landen	
	in 1000 ton						
Granen	6	509	1545	-	-	-	2060
tarwe	1	382	169	-	-	-	552
rogge	1	4	-	-	-	-	5
gerst	2	117	406	-	-	-	525
haver	2	6	31	-	-	-	39
mais	0	-	874	-	-	-	874
sorghum	-	-	43	-	-	-	43
andere granen	-	-	22	-	-	-	22
Peulvruchten incl. lupinen	-	94	529	354	-	-	977
Plant. vetten en oliën	-	-	-	46	-	10	56
sojaolie	-	-	-	0	-	10	10
kopravet	-	-	-	24	-	-	24
palmpitolie	-	-	-	5	-	-	5
andere	-	-	-	17	-	-	17
Luzernemeel	-	24	97	7	-	-	128
Grasmeel	-	83	6	-	-	-	89
Tapioca	-	-	-	2773	-	-	2773
Dextrose en glucose	-	10	-	-	-	-	10
Oliehoudende zaden	-	-	59	339	-	-	398
koolzaad	-	-	59	-	-	-	59
zonnebloemzaad	-	-	-	4	-	-	4
sojabonen	-	-	-	298	-	-	298
lijnzaad	-	-	-	9	-	-	9
andere	-	-	-	28	-	-	28
Maalderijprodukten	-	106	231	3	414	19	773
tarwe	-	90	203	-	289	14	596
rijst	-	-	5	-	-	3	8
andere	-	16	23	3	125	2	169
Gedroogde bierbostel	-	-	-	40	-	-	40
Bijprod. zetmeelber.	-	-	-	-	-	-	-
maisglutenvoer	-	-	-	1260	-	-	1260
gedroogde aard.vezels	-	-	-	-	-	-	-
aardappeleiwit	-	-	-	-	-	-	-

Bijprod. suikerber.	-	633	173	622	-	-	1428
gedr. bietenpulp	-	370	43	94	-	-	507
melasse	-	115	50	515	-	-	680
vinasse	-	148	80	13	-	-	241
Bijprod. olieber.	-	6	228	3066	111	1276	4687
kool- en raapzaad	-	6	137	158	53	75	429
zonnebloemzaad	-	-	16	272	58	99	445
sojabonen	-	-	18	695	-	1101	1814
lijnzaad	-	-	41	57	-	1	99
mais	-	-	5	775	-	-	780
sesamzaad	-	-	1	11	-	-	12
kopra	-	-	4	403	-	-	407
palmpitten	-	-	4	523	-	-	527
andere	-	-	2	172	-	-	174
Gedroogde citruspulp	-	-	7	422	-	-	429

Bijlage 4. Herkomst van in Nederland ingevoerd voedermiddelen 1986,1987 in produktgewicht (x 1000 ton) (Zwart, 1989; Bron: CBS).

	Totaal	EG	Frank- rijk	BLEU	BRD	VS	Brazi- lië	Argen- tinië	Thai- land
Erwten	588	468	298	16	5	0	0	0	0
Veldbonen	93	87	7	0	0	0	0	0	0
Maniok	2880	88	0	79	7	0	0	0	2545
Aardperen	50	34	0	34	1	0	0	0	0
Rogge	43	36	1	0	4	1	0	0	0
Gerst	623	623	172	281	18	0	0	0	0
Haver	57	57	29	0	22	0	0	0	0
Mais	1823	1736	1062	493	99	78	0	5	0
Gierst	19	1	0	0	0	6	0	8	0
Sorghum	2	2	1	1	0	0	0	0	0
Kanariezaad	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Sojabonen	3016	7	0	4	0	2146	486	278	0
Stro	339	339	10	10	203	0	0	0	0
Luzernemeel	104	97	88	0	0	8	0	0	0
Hooi	116	116	11	12	89	0	0	0	0
Voederbieten	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Klaver	6	5	0	0	1	0	0	0	0
Melasse	856	50	0	47	3	173	92	0	25
Maisafvallen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rijstafvallen	5	4	1	0	2	0	0	0	0
Andere afvallen	247	217	56	43	114	0	0	22	0
Afval van peulvruchten	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Maisglutenvoer	1284	43	0	38	4	1132	52	51	0
Bietenpulp	261	80	5	27	29	176	0	0	0
Vinasse	93	81	1	16	38	8	0	0	0
Aard.vezels en bostel	869	817	108	225	479	37	0	0	0
Perskoeken van:									
olijven	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maiskiemen	807	4	0	4	0	743	37	22	0
grondnoten	57	1	0	0	0	0	5	11	0
lijnzaad	117	61	0	0	61	3	1	50	0
kopra	437	2	1	2	3	0	0	0	13
palmpitten	541	3	0	3	0	0	0	0	5
sojabonen	1307	18	0	14	1	426	411	434	0
katoenzaad	51	0	0	0	0	0	16	24	0
kool- en raapzaad	355	193	15	43	135	0	0	0	0
zonnebloempitten	404	55	7	8	39	25	1	319	0
sesamzaad	12	0	0	0	0	1	0	0	0
andere zaden	84	0	0	0	0	0	24	14	1
Draf	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Citruspulp	456	7	5	3	2	156	282	3	0
Andere plant. prod.	936	776	5	157	614	147	0	0	0

Bijlage 5. Verbruik van voedermiddelen per diersoort 1986/1987 in produktgewicht (x 1000 ton) (Zwart, 1989).

Grondstoffen	Rundvee	Varkens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Diversen	Totaal
Tarwe	3	268	220	18	43	552
Rogge	0	5	0	0	0	5
Gerst	0	521	0	3	1	525
Haver	11	0	0	5	23	39
Mais	1	57	143	659	13	874
Sorghum	0	0	37	6	0	43
Andere granen	2	12	0	0	9	22
Peulvruchten inclusief lupinen	145	664	108	53	7	977
Plantaardige vetten en oliën	0	2	2	16	0	20
Luzerne- en grasmeeel	55	52	4	48	58	217
Tapioca	6	2364	190	206	7	2773
Oliehoudende zaden	60	33	213	65	28	398
Dextrose/glucose	1	2	0	0	7	10
Maalderijprodukten	65	589	23	37	34	748
Gedroogde bierbostel	40	0	0	0	0	40
Gedroogde aard.vezels/snipers	0	0	0	0	0	0
Aardappelenwit	0	21	0	0	0	21
Gedroogde bietenpulp	485	10	0	0	12	507
Melasse	270	387	3	15	6	680
Vinasse	241	0	0	0	0	241
Maisglutenvoer	690	406	19	124	20	1260
Schroot en schilfers	2092	1774	312	434	75	4687
Gedroogde citruspulp	415	10	0	0	4	429

Bijlage 6. Kiemingstest en vitaliteitstest voor zaden en/of knolletjes.

De gebruikelijke test om vast te stellen of zaden of knolletjes levend zijn is de kiemingstest. Soms kiemen zaden niet omdat ze in kiemrust zijn. In dat geval kan hun vitaliteit worden vastgesteld door de tetrazoliumtest. Hierbij wordt tetrazoliumchloride door ademhalingsactiviteit van de kiem omgezet in een verbinding die de kiem rood kleurt. Een nadeel van deze methode is, dat roodkleuring kan optreden bij niet-kiemkrachtige zaden. In knolletjes van knolcyperus is geen kiem aanwezig, zodat hier is volstaan met de kiemingstest.

Kiemingstest

Bij de kiemingstest werden zaden op filtreerpapier, bevochtigd met 0,2% KNO₃-oplossing, gelegd. Voor knolletjes van knolcyperus werd het filtreerpapier met water bevochtigd. De kiemingstest vond plaats in kiemkasten bij een wisseltemperatuur van 15/25°C in afwisselend 10 uur donker en 14 uur licht. Gedurende de kiemingsperiode werden de zaden regelmatig met 0,2% KNO₃-oplossing en de knolletjes met water bevochtigd. Bij schimmelbesmetting werden de zaden met water gespoeld en werd het filtreerpapier verwisseld. Twee maal per week werden gekiemde zaden en knolletjes geteld en verwijderd.

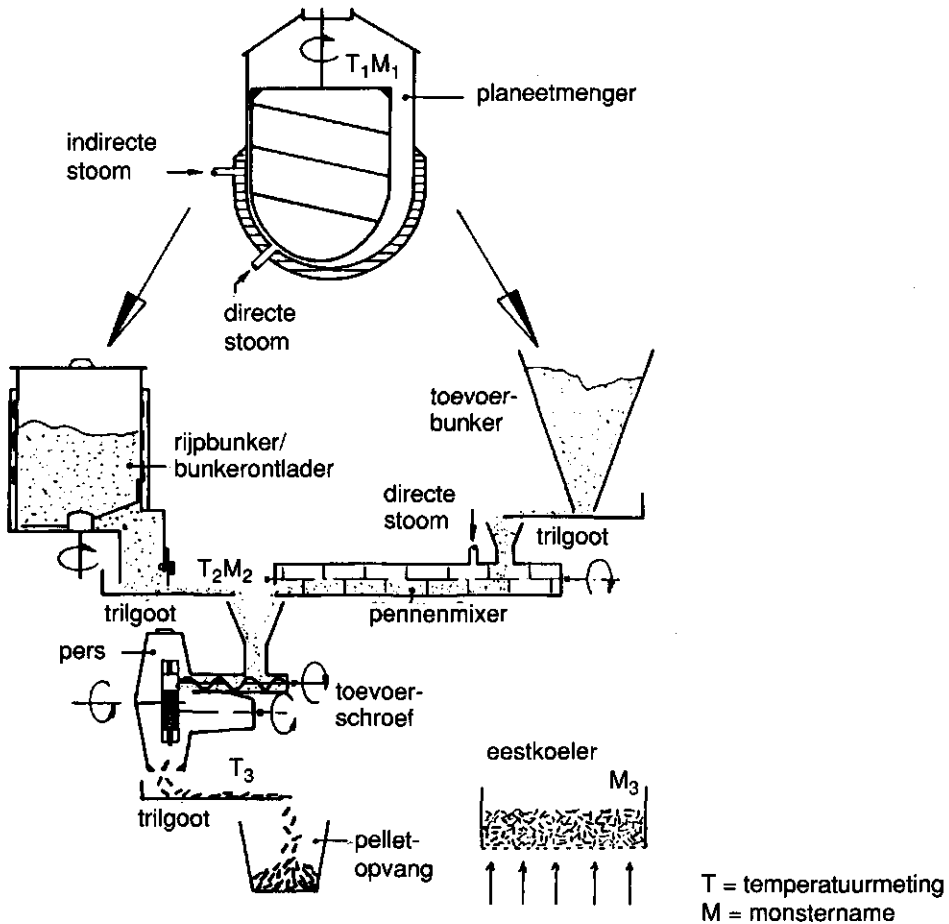
Vitaliteitstest

Bij de vitaliteitstest werden de zaden bij kamertemperatuur gedurende 18 uur tussen vochtig filtreerpapier geweekt. De vitaliteit van de zaden werd bepaald met de tetrazoliumtest. Afhankelijk van de plaatst van de kiem werden de zaden aangeprikt of aangesneden, waarna ze 48 uur in het donker bij 30°C in een oplossing van 1% 2,3,5-trifeny-tetrazoliumchloride verbleven. De vitaliteit werd bepaald door het embryo uit de zaadhuid te verwijderen en de mate van roodkleuring van het embryo te beoordelen (rood = vitaal, ongekleurd = dood).

Bijlage 7. Uitkomsten van de zeefanalyses van legmeel en biva-meel (Hulshoff, 1991).

Maaswijdte zeef in μm	Doorvallen in % cumulatief	
	legmeel	biva-meel
2000	32,2	98,6
1400	21,8	82,9
1000	16,3	65,2
850	13,9	56,7
600	10,1	42,1
425	7,9	32,5
300	5,7	23,2
212	4,5	15,5
150	2,9	11,2

Bijlage 8. Schema van de CPM-persinstallatie (Hulshoff, 1991).



Bijlage 9. Meetgegevens van de persproeven (Hulshoff, 1991).

Experiment	Vochtgehalte (%)			Afslijting (%)	Temperatuur (°C)		Berekening		
					pers-meel	pellets	Vermogen (kW)	Productie	
	Mengsel	pers-meel	pellets		kg/h	kg/kWh			
I	12,0	14,1	12,2	11,6	50,0	61,0	1,52	52,7	28,9
II	12,0	15,8	13,3	7,1	75,0	74,0	1,19	53,8	22,1

Bij meting II is de gemeten pellettemperatuur een fractie later dan die van het persmeel (Er was te weinig persmateriaal aanwezig om de matrix voldoende te kunnen opwarmen). De korrelkwaliteit bij beide proeven was matig.

Bijlage 10. Pers- en kwaliteitsgegevens van mengsels A en B (Bloernhard et al., 1991).

Monster	Persgegevens				Kwaliteitsgegevens		
	Temperatuur (°C)	Na de pers	Specifiek energieverbruik (kWh/T)	Capaciteit (kg/h)	Hardheid (N)	Pfoest (%)	Vochtgehalte (%)
	Inloop pers						
A	55	80	20,5	51	29	10,2	14,3
B	48	71	16,0	72	27	27,0	15,3

Bijlage 11. Maximum aantal onkruidzaden in zaaizaad van granen peulvruchten, karwij en in lijnzaad (Anonymus, 1991).

Soort	Waardering I	Waardering II
Granen:	bij (pre)basiszaad: geen per 500 gram ¹⁾	bij (pre)basiszaad maximaal 1 onkruidzaad per 500 gram
	bij gecertificeerd zaad: geen per 500 gram ¹⁾	bij gecertificeerd zaad: maximaal 3 onkruidzaden per 500 gram
Peulvruchten:	-	-
Lijnzaad:	maximaal 15 onkruidzaden per 500 gram, waarvan niet meer dan 5 graszaden mits duist (<i>Alopecurus myosuroides</i>) en vlasdolk (<i>Lolium remotum</i>)	maximaal 50 onkruidzaden per 500 gram, waarvan niet meer dan 14 duist (<i>Alope- curus myosuroides</i>) en 7 vlasdolk (<i>Lolium remotum</i>)
Karwij:	maximaal 10 onkruidzaden per 200 gram, waarvan niet meer dan 2 graszaden mits geen duist (<i>Alopecurus myosuroides</i>)	maximaal 25 onkruidzaden per 200 gram, waarvan niet meer dan 8 duist (<i>Alope- pecurus myosuroides</i>)

¹⁾ De aanwezigheid van één onkruidzaad in een monster van 500 gram geldt niet als onzuiverheid wanneer een tweede monster van 500 gram vrij is van onkruidzaad.

Nog verkrijgbare PAGV-uitgaven 1)

Verslagen

5. De invloed van het rooitijdstip op de stikstofbehoefte van drie suikerbietenrassen; ing. Th. Huiskamp, september 1982	f	10,-
6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C.A.A.A. Maenhout et al, januari 1983	f	10,-
7. Epipré-evaluatieverslag 1982; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, december 1982	f	10,-
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptie-aardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C.B. Bus, ing. K.W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D.W. de Hoop (LEI), februari 1983	f	10,-
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983	f	10,-
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983	f	10,-
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G.J. Bom, september 1983	f	10,-
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K Reinink, januari 1984	f	10,-
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984	f	10,-
18. Rendabiliteit van continueelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984	f	10,-
19. Biologie en ecologie van kleefkruid (Galium aparine). Ir. W.G.M. van den Brand, april 1984	f	10,-
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alpha-pootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984	f	10,-
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984	f	10,-
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J. Alblas, april 1984	f	10,-
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeekei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984	f	10,-
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984	f	10,-
25. Beregeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A.J. Hellings, oktober 1984	f	10,-
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984	f	10,-
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J.A. Schoneveld, november 1984	f	10,-
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985	f	10,-
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J.J. Schröder, maart 1985	f	10,-
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 -1984. Ir. J.J. Schröder, maart 1985	f	10,-
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J.J. Schröder, maart 1985.....	f	10,-
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985	f	10,-
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (Solanum nigrum). Ir. W.G.M. van den Brand, maart 1985	f	10,-
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985	f	10,-
37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C.L.M. de Visser, ir. H.F.M. Aarts, april 1985	f	10,-
38. Zuiveringsslib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985	f	10,-
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raaigras, veld-beemdgras en roodzwengkras. Ir. C.L.M. de Visser, juni 1985	f	20,-
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C.L.M. de Visser, juni		

1) Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt op uw aanvraag graag toegezonden.

1985	f	10,-
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt, juli 1985	f	10,-
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985	f	10,-
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veldbonen. Ir. C.L.M. de Visser, augustus 1985	f	20,-
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C.L.M. de Visser, september 1985	f	10,-
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C.L.M. de Visser, september 1985	f	10,-
47. Biologie en ecologie van melganzevoet (<i>Chenopodium album</i>). Ir. W.G.M. van den Brand, december 1985	f	10,-
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H.P. Versluis, december 1985	f	10,-
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J.G.H. Stassen, december 1985	f	10,-
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986	f	10,-
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N.J. Snoek, juli 1986	f	10,-
52. Biologie en ecologie van hanepoot (<i>Echinochloa crus-galli</i>). Ir. W.G.M. van den Brand, juli 1986	f	10,-
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hiermee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W.G.M. van den Brand, oktober 1986.....	f	10,-
54. De teelt van wintertarwe als dekrucht voor veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986	f	10,-
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W.J.M. Meijer, oktober 1986	f	10,-
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J.A. Schoneveld, november 1986.....	f	10,-
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwinkel, november 1986	f	10,-
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986	f	10,-
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproductie in Noord-Nederland. S. Vreeke, maart 1987.....	f	10,-
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder, mei 1987	f	10,-
69. Biologie en ecologie van vogelmuur (<i>Stellaria media</i>). Ir. W.G.M. van den Brand, september 1987	f	10,-
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje (<i>Meloidogyne hapla</i>). Ing. A.A.W. Zondervan, november 1987	f	10,-
71. Het EPIPPE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EPIPPE, december 1987.	f	10,-
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, januari 1988	f	10,-
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H.M.G. van der Werf, april 1988	f	10,-
74. Ontwikkelen van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C.L.M. de Visser e.a., mei 1988	f	10,-
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptie-aardappelen, suikerbieten en wintertarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988.....	f	10,-
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H.M.G. van der Werf en H. Hoek, december 1988	f	10,-
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C.F.G. Kramer, februari 1989.	f	10,-
81. Stikstofbemesting van ijssla. Dr. ir. J.H.G. Slangen (LU), ir. H.H.H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989.....	f	10,-
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H.M.G. van der Werf (PAGV), J.J. Klooster (IMAG) en D.A. van der Schans (PAGV), mei 1989.....	f	10,-
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L.C.N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989.....	f	10,-
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J.K. Ridder, juli 1989.....	f	10,-

91. Overzaaien van suikerbieten. Dr. ir. A.L. Smit, oktober 1989.....	f	10,-
92. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in de Veenkoloniën. Drs. S. Cuperus, oktober 1989	f	10,-
93. Wortelverbruining bij snijmais. J. Schröder, A.G.M. Ebskamp, K. Scholte, oktober 1989....	f	10,-
94. Noodzaak van roestbestrijding in Engels raai- en veldbeemgras. Ir. G.H. Horemán, november 1989	f	10,-
95. Stikstofbemesting van peen. J.H.G. Slangen, H.H.H. Titulaer, H. Niers en J. van der Boon, januari 1990.....	f	10,-
96. De teelt van Bintje fritesaardappelen op lössgrond. Ing. P.M.T.M. Geelen, januari 1990	f	10,-
97. Epipré-adviesmodel. Ing. H. Drenth en ing. W. Stol, maart 1990.....	f	10,-
98. Zuiveringsslib in de akkerbouw. Ing. A. de Jong, april 1990	f	10,-
99. Aardpeer een potentieel nieuw gewas - teeltonderzoek 1986-1989. Ing. H. Morrenhof en ir. C. Bus, mei 1990.....	f	10,-
100. Teeltvervroeging bij suikerbieten. Ir. A.L. Smit, mei 1990	f	10,-
101. Teeltsystemen parthenocarpe augurken. J.T.K. Poll, ing. F.M.L. Kanters, ir. C.F.G. Kramer en ing. J. Jeurissen, mei 1990.....	f	10,-
102. Stikstofbemesting bij spruitkool. Ing. J.J. Neuvel, mei 1990	f	10,-
103. Minerale olie, insecticiden en bladluisdruk bij de teelt van pootaardappelen in relatie tot de verspreiding van het aardappelvirus y ⁿ . Ir. C.B. Bus, mei 1990.....	f	10,-
104. Het effect van een grondbehandeling met pencycuron (Moncereen) tegen Rhizoctonia op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Ing. J.K. Ridder, juni 1990	f	10,-
105. Jaarverslag 1988 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, juni 1990.....	f	10,-
106. Stikstofdeling bij snijmais. Ir. J. Schröder, juli 1990	f	10,-
107. Langdurige bewaring van kroten in een geventileerde kuil en in een mechanisch gekoelde cel in seizoen 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, juli 1990.....	f	10,-
108. Optimale plantgetal van snijmais en van korrelmais, Ir. J. Schröder, juli 1990.....	f	10,-
109. (Stikstof)bemesting van witte kool. Ir. H.H.H. Titulaer, december 1990	f	10,-
110. Voorvruchteffecten bij inpassing van volleggrondsgruente in een akkerbouwrotatie. Ing. Th. Huiskamp, december 1990.....	f	10,-
111. Teelt van bakwaardige tarwe in Nederland. Dr. ir. A. Darwinkel, december 1990.....	f	10,-
112. Schietgevoeligheid van knolselderij. Ing. M.H. Zwart-Roodzant, december 1990.....	f	10,-
113. Populatie-ontwikkeling van het bietecysteestaaltje en de optredende schade bij continu teelt van suikerbieten in combinatie met grondontsmetting. Ir. J.G. Lamers, december 1990 .	f	10,-
114. Onderzoek naar het effect van systemische nematiciden bij koolgewassen. C. de Moel, december 1990	f	10,-
115. Rhizomanie-onderzoek 1987-1989. Ir. Y. Hofmeester, december 1990.....	f	10,-
116. Bladrandkeverbestrijding door middel van zaadcoating bij veldbonen. A. Ester, december 1990	f	10,-
117. Gewasdag mais, december 1990	f	10,-
118. Graszaadstengelgalmmuggen in veldbeemdgras. Ir. G. Horemán, december 1990	f	10,-
119. Inventarisatie van ziekten en plagen in veldbeemdgras. Ir. G. Horemán, december 1990	f	10,-
120. Biotoets voetziekten in erwten. Ir. P.J. Oyarzun, maart 1991	f	10,-
121. Opbrengstvariabiliteit bij erwten en velbonen. Ing. D.A. van der Schans en ir. W. van den Berg, april 1991	f	10,-
122. De bepaling van de opbrengst van een perceel snijmais bij de oogst. Ing. H.M.G. van der Werf MSc, ir. W. van den Berg en ing. A.J. Muller, april 1991	f	10,-
123. Optimalisering toedieningstechniek dierlijke mest. Ing. G.J. van Dongen, ing. D.T. Bauermann en ing. L.M. Lumkes, april 1991	f	10,-
124. Beïnvloeding van het drogestofgehalte, opbrengstniveau en bewaarbaarheid van uien door teeltmethoden. Ir. C.L.M. de Visser, april 1991	f	10,-
125. Onderzoek naar groeistofschade bij witlof (Cichorium intybus L. var. foliosum) in de seizoenen 1986/1987 t/m 1988/1989. Ir. G. van Kruistum en ing. C. van der Wel, mei 1991 .	f	10,-
126. Teeltonderzoek tennisbloem in Nederland. Ing. J.G.N. Wander, ing. H.P. Versluis en ir. P.M. Spoorenberg, mei 1991	f	10,-

127. Rendabiliteit van een verminderde bodembelasting. Bedrijfseconomische evaluatie van een lagedruk-berijdingssysteem. Ing. S.R.M. Janssens, juli 1991	f	10,-
128. Effect van de hoogte en een deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en kwaliteit van zomergerst. Ing. R.D. Timmer, J.G.N. Wander en ir. I.D.C. Duijnhouwer, september 1991	f	10,-
129. Bepaling van de informatiebehoefte van agrarische ondernemers. Ir. P.W.J. Raven, ing. H. Drenth, ing. S.R.M. Janssens en drs. A.T. Krikke	f	10,-
130. Landbouwtechnische-, economische-, bedrijfskundige- en milieu-aspecten bij het toedienen en direct inwerken van dierlijke organische mest in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt. Ing. G.J. van Dongen, september 1991	f	10,-
131. Teeltaspecten van wintergerst voor opbrengst en kwaliteit. Dr. ir. A. Darwinkel, september 1991	f	10,-
132. Groei, ontwikkeling en opbrengst van witte kool in relatie tot het tijdstip van planten. Dr. ir. A.P. Everaarts en C.P. de Moel, september 1991	f	10,-
133. Informatie modellering for arable farming. Integrale vertaling van verslag 67 (Het globale informatiemodel Open Teelten), oktober 1991	f	10,-
134. Het verloop van wegroten van moederknollen bij pootaardappelen. Ing. J.K. Ridder en ir. C.B. Bus, december 1991	f	10,-
135. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven op Trichodorus-gevoelige grond. Ing. A. Bos en drs. A.T. Krikke, december 1991	f	10,-
136. Kwantitatieve aspecten van de verdelingsnauwkeurigheid van meststoffen. Ing. D.T. Baumann, december 1991	f	10,-
137. Vergelijking van het bewaren van fijne peen op het veld, onder stro en in de natte koe-ling. Ing. J.A. Schoneveld, december 1991	f	10,-
138. Jaarverslag 1989 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, januari 1992	f	10,-
139. De invloed van de intensiteit van het bouwplan op pootaardappelen, suikerbieten en wintertarwe (vruchtwisselingsproefveld) FH82). Ing. H.W.G. Floot, ir. J.G. Lamers en ir. W. van den Berg, januari 1992	f	10,-
140. De invloed van pootgoedbehandeling op het aantal stengels en knollen bij aardappelen. Ir. C.B. Bus, april 1992	f	10,-
141. Analyse van het gebruik en de acceptatie van teeltbegeleidingssystemen in de praktijk. Ing. A. Grunefeld en ir. W.A. Dekkers, april 1992	f	10,-

Publicaties

6. Witloftreksystemen, een vergelijking van produktie, arbeidsbehoefte, en financieel resultaat; ing. M. v.d. Ham, ir. G. van Kruistum en ing. J.A. Schoneveld (IMAG), januari 1980	f	6,50
7. Virusziekten in pootaardappelen; ing. A. Schepers en ir. C.B. Bus, februari 1980	f	3,50
11. 15 jaar "De Schreef"; ing. O. Hoekstra, februari 1981	f	12,50
12. Continueelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten; ir. J.G. Lamers, februari 1981	f	10,-
17. Volgteelt van stamslabonen na doperwten; ing. L.M. Lumkes en ir. U.D. Perdok, oktober 1981	f	10,-
19. Jaarverslag 1981, mei 1982	f	15,-
21. Werkplan 1983, februari 1983	f	10,-
22. Jaarverslag 1982, juli 1983	f	15,-
23. Kwantitatieve informatie 1983 - 1984; september 1983	f	20,-
24. Werkplan 1984, februari 1984	f	10,-
25. Jaarverslag 1983, juni 1984	f	10,-
26. Kwantitatieve informatie 1984 - 1985, september 1984	f	20,-
27. Jaarverslag 1984, februari 1985	f	10,-
28. Werkplan 1985, februari 1985	f	10,-
29. Kwantitatieve informatie 1985 - 1986; september 1985	f	20,-
30. Effecten van grote drijfmestgiften bij de teelt van snijmais; ir. J.J. Schröder, september 1985	f	10,-
31. Werkplan 1986, maart 1986	f	10,-
32. Jaarverslag 1985, april 1986	f	15,-

33. Kwantitatieve informatie 1986 - 1987, september 1986	f 20,-
34. Werkplan 1987, maart 1987.....	f 10,-
35. Jaarverslag 1986, april 1987	f 15,-
36. Informatiemodel 'Open Teelten'-bedrijf, juni 1987	f 10,-
37. Kwantitatieve informatie 1987 - 1988; augustus 1987	f 20,-
38. Jaarboek 1986; november 1987	f 30,-
39. Werkplan 1988, maart 1988.....	f 10,-
40. Jaarverslag 1987, april 1988	f 15,-
41. Kwantitatieve Informatie 1988-1989, augustus 1988.....	f 20,-
42. Optimalisering van de stikstofvoeding van consumptie-aardappelen. Ir. C.D. van Loon en J.F.Houwing januari 1989	f 20,-
43. Jaarboek 1987/'88; februari 1989	f 35,-
44. Bouwplan en vruchtopvolgving. Ir. T.G.F.M. Aerts en ir. W.A.M. Kromwijk, maart 1989.....	f 20,-
45. Werkplan 1989, april 1989.....	f 10,-
46. Jaarverslag 1988, april 1989	f 15,-
47. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond, augustus 1989.....	f 35,-
48. Kwantitatieve Informatie 1989-1990. Ing. W.P. Noordam en ir. L.A.J. van de Wiel, oktober 1989.....	f 20,-
49. Jaarboek 1988/'89, oktober 1989	f 35,-
50. Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk, maart 1990. Dr. P. Vereijken en ir. F.G. Wijnands	f 15,-
51. Werkplan 1990, april 1990.....	f 10,-
52. Jaarverslag 1989, juni 1990.....	f 15,-
53. Kwantitatieve Informatie 1990-1991, september 1990	f 25,-
54. Jaarboek 1989/1990, december 1990	f 35,-
55. Werkplan 1991, februari 1991	f 15,-
56. Jaarverslag 1990, mei 1991	f 15,-
57. Kwantitatieve Informatie 1991-1992, september 1991	f 25,-
58. Jaarboek 1990/1991, oktober 1991	f 35,-
59. Bedrijfshygiëne in de praktijk, november 1991	f 15,-
60. Werkplan 1992, februari 1992	f 10,-
61. Jaarverslag 1991, april 1992	f 15,-
62. Verspreiding van onkruiden en planteziekten met dierlijke mest. Ir. A.G. Elema en dr. ir. P.C. Scheepens, augustus 1992.....	f 15,-

Themaboekjes

2. Vruchtwisseling; februari 1981	f 7,50
3. Consumptie-aardappelen; december 1982	f 10,-
4. Snijmais; maart 1984	f 10,-
5. Zomergerst; november 1985	f 10,-
6. Kwaliteitszorg bij de teelt van witlof; december 1985	f 10,-
7. Organische stof in de akkerbouw, februari 1986	f 10,-
8. Geïntegreerde bedrijfssystemen, 17 november 1988.....	f 15,-
9. Vruchtwisseling, november 1989.....	f 15,-
10. Benutting dierlijke mest in de akkerbouw, maart 1990	f 15,-
11. Bewaring van vollegrondsgroenten, december 1990	f 15,-
12. Bodemgebonden plagen en ziekten van aardappelen, november 1991	f 15,-

OBS-uitgaven

1. Verslag over 1980 (mei 1983).....	f 25,-
2. Verslag over 1981 (december 1983)	f 25,-
3. Verslag over 1982 (mei 1984)	f 25,-
4. Verslag over 1983 (augustus 1985)	f 20,-
5. Verslag over 1984 (augustus 1986)	f 20,-
6. Verslag over 1985 (mei 1988).....	f 20,-
7. Verslag over 1986 (april 1991).....	f 15,-

8. Verslag over 1987 (december 1991).....	f 15,-
9. Verslag over 1988 (februari 1992).....	f 15,-

Teelthandleidingen

1. Blauwmaanzaad, april 1977	f 5,-
2. Zaauien, maart 1985	f 10,-
4. Bleekselderij, september 1977	f 5,-
11. Prei, december 1985.....	f 10,-
12. Witlof, teelt van de wortel en produktie van het lof, augustus 1989.....	f 20,-
13. Voederbieten, april 1983	f 10,-
14. Doperwten, augustus 1983	f 10,-
15. Bestrijding van onkruiden in suikerbieten (incl. de gids "Akker-onkruiden en hun kiemplanten f 15,-"), maart 1985.....	f 12,50
16. Knolvenkel, maart 1984	f 10,-
17. Sluitkool, mei 1985	f 10,-
18. Bloemkool, oktober 1985	f 10,-
19. Sla, oktober 1985.....	f 10,-
21. Suikerbieten, december 1986	f 15,-
22. Andijvie, augustus 1987	f 10,-
23. Wintertarwe, september 1987.....	f 15,-
24. Kroten, juli 1988	f 15,-
25. Luzerne, september 1988	f 15,-
26. Graszaad, oktober 1988.....	f 15,-
27. Stamslabonen, november 1988	f 15,-
28. Teelt van droge erwten, maart 1989.....	f 15,-
29. Teelt van augurken, november 1990.....	f 15,-
30. Teelt van knolselderij, november 1990.....	f 15,-
31. Teelt van spruitkool, november 1990	f 15,-
32. Teelt van rabarber, februari 1991	f 15,-
33. Teelt van tuinbonen, maart 1991	f 15,-
34. Teelt van vlas, april 1991.....	f 15,-
35. Teelt van triticale, april 1991.....	f 10,-
36. Teelt van peen, juni 1991	f 20,-
37. Teelt van schorseneren, oktober 1991	f 15,-
38. Teelt van spinazie, november 1991.....	f 15,-
39. Teelt van plantuien, november 1991	f 15,-
40. Teelt van radicchio, november 1991	f 10,-
41. Teelt van winterrogge, december 1991	f 10,-
42. Teelt van witte asperge, december 1991	f 15,-
43. Teelt van boerenkool, maart 1992.....	f 15,-
44. Teelt van rammenas, april 1992.....	f 15,-
45. Teelt van zomergerst, juni 1992	f 20,-

Korte teeltbeschrijvingen

1. Teunisbloemen, maart 1986	f 5,-
3. Paksoi en amsoi, augustus 1986	f 5,-
4. Bosui, december 1986	f 5,-
7. Courgette en pompoen, december 1988	f 5,-
8. Chinese kool, november 1989	f 10,-

Niet opgenomen in een reeks

- Bouwboek (inhoud + ringband; voor het bijhouden van uiteenlopende bedrijfsadministratie), januari 1988	f 35,-
- Phoma bij aardappelen. Ing. A. Schepers en ir. C.D. van Loon, maart 1988	f 5,-

losse bestellingen

U kunt losse exemplaren bestellen door het per titel vermelde bedrag over te maken op postgiro-rekening nr. 22.49.700 van het PAGV, Lelystad, met vermelding van de uitgave(n) die u wilt ontvangen.

PAGV-jaarabbonnementen

U kunt kiezen uit de volgende abonnementen:

- **akkerbouw-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte akkerbouw- en algemene informatie
- **akkerbouw-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. akkerbouw
- **vollegroondsgroente-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte vollegroondsgroente- en algemene informatie
- **vollegroondsgroente-totaal:**
bevat naast de op de praktijk gerichte informatie ook gedetailleerde onderzoekinformatie m.b.t. de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-praktijk:**
bevat op de praktijk gerichte informatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-verslagen:**
bevat indirect wel praktijkgerichte informatie, maar bestaat in principe uit gedetailleerd onderzoekinformatie, zowel voor de akkerbouw als voor de vollegroondsgroenteteelt
- **totaal-PAGV:**
bevat alle PAGV-uitgaven.

Onderstaand schema laat zien welke PAGV-uitgaven u ontvangt bij een bepaald abonnement:

PAGV-uitgaven	akkerbouw-praktijk	akkerbouw-totaal	vollegroondgr.-praktijk	vollegroondgr.-totaal	totaal-praktijk	totaal-verslagen	totaal-PAGV
Werkplan	x	x	x	x	x	x	x
Jaarverslag	x	x	x	x	x	x	x
Jaarboek	x	x	x	x	x		x
Kwantitatieve Informatie	x	x	x	x	x		x
publicaties akkerbouw	x	x			x		x
publicaties vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
publicaties algemeen	x	x	x	x	x		x
teelthandleidingen akkerbouw	x	x			x		x
teelthandl. vollegroondsgroenteteelt			x	x	x		x
verslagen akkerbouw		x				x	x
verslagen vollegroondsgroenteteelt				x		x	x
verslagen algemeen		x		x		x	x
prijs per jaar	f100,-	f175,-	f75,-	f125,-	f150,-	f100,-	f250,-

U wordt abonnee door het per abonnement vermelde bedrag over te maken op postgirorekening-nummer 22.49.700 van het PAGV te Lelystad, met vermelding van het betreffende abonnement.

U ontvangt dan zonder verdere kosten alle betreffende uitgaven in het betreffende kalenderjaar.

N.B. Uw abonnement wordt automatisch verlengd voor een volgend jaar. Wijziging/opzegging van het abonnement is schriftelijk mogelijk tot 1 november van het abonnementsjaar.