

# Kieming en vitaliteit van onkruiden in mest na verhitten of persen

C.M.J. Bloemhard, M.W.M.F. Arts,  
P.C. Scheepens en A.G. Elema

VERWIJDERD UIT DE COLLECTIE

Verslag 134, Juli 1991  
CABO-DLO, Postbus 14, 6700 AA Wageningen

ISBN 792351

**Affiliaties van de auteurs:**

**Chantal Bloemhard en Piet Scheepens:**  
Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO), Wageningen

**Rien Arts:**  
Instituut voor Mechanisatie, Arbied en Gebouwen (IMAG-DLO), Wageningen

**Hanneke Elema:**  
Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV), Lelystad

## VERANTWOORDING

Dit verslag geeft de resultaten van een onderzoek naar de overleving van onkruidzaden en -knolletjes tijdens verhittings- en persprocessen. Deze processen vormen een onderdeel van de momenteel in gebruik zijnde industriële mestverwerkingstechnieken. Het onderzoek is uitgevoerd met 6 onkruidsoorten die als (potentieel) gevaarlijk gelden als ze zich in akkerbouwgebieden vestigen. Daarnaast is oliehoudend zaad van een cultuurgewas gebruikt.

Op grond van de resultaten zal het voor mestverwerkingsfabrieken mogelijk zijn hun procescondities zo te kiezen dat een garantie met betrekking tot afwezigheid van kiemkrachtige onkruidzaden en -knolletjes kan worden gegeven. Een dergelijke garantie zal bijdragen aan vergroting van de acceptatie van dierlijke mest bij potentiële afnemers.

Via de Werkgroep Researchbegeleiding Mestverwerkingsfabrieken zijn door het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek financiën beschikbaar gesteld om deze proeven uit te voeren.

## INHOUD

	SAMENVATTING . . . . .	7
1	INLEIDING . . . . .	9
2	MATERIAAL EN METHODEN . . . . .	11
	2.1 Zaden en knolletjes . . . . .	11
	2.2 Mest . . . . .	11
	2.3 Temperatuurbehandeling . . . . .	12
	2.3.1 Verhitting in een droogstoof . . . . .	12
	2.3.2 Verhitting in een toaster . . . . .	13
	2.4 Persen . . . . .	13
	2.5 Vitaliteitstest voor zaden . . . . .	14
	2.6 Kiemingstest voor zaden en knolletjes . . . . .	14
	2.7 Statistische toetsing . . . . .	14
3	INVLOED VAN TEMPERATUUR . . . . .	15
	3.1 Uitvoering . . . . .	15
	3.2 Resultaten . . . . .	15
	3.3 Discussie . . . . .	16
4	INVLOED VAN VERSCHILLENDE FACTOREN OP HET VERHITTINGSEFFECT BIJ 75°C . . . . .	17
	4.1 Uitvoering . . . . .	17
	4.2 Resultaten . . . . .	17
	4.3 Discussie . . . . .	19
5	VERHITTINGSPROEF IN EEN DROOGSTOOF EN IN EEN TOASTER . . . . .	21
	5.1 Uitvoering . . . . .	21
	5.2 Resultaten . . . . .	21
	5.3 Integrale discussie van de verhittingsproeven . . . . .	23
6	PERSEN VAN GEDROOGDE MEST . . . . .	25
	6.1 Uitvoering . . . . .	25
	6.2 Resultaten . . . . .	26
	6.3 Discussie . . . . .	26
7	CONCLUSIES . . . . .	27
	LITERATUUR . . . . .	28
	DANKWOORD . . . . .	29

## SAMENVATTING

In proefinstallaties voor grootschalige mestverwerking is ervaring opgedaan met indampen en drogen van varkensdrijfmest; het gedroogde produkt kan daarna worden geperst. In het hier beschreven onderzoek is de invloed van drogen en persen onderzocht op de kieming en vitaliteit van zaden van fluweelblad, hanepoot, papegaaiekruid, melganzevoet, zwarte nachtschade, koolzaad en knolletjes van knolcyperus. Koolzaad is gekozen als vertegenwoordiger van kruisbloemigen met oliehoudende zaden. Voor zaden en knolletjes van de overige soorten geldt, dat ze in principe via veevoer in de mest terecht kunnen komen. Verspreiding van deze soorten of herbicide-resistente populaties van deze soorten naar akker- en tuinbouwgebieden is in hoge mate ongewenst.

Van alle zeven onderzochte soorten reageerden zaden of knolletjes op kortdurende verhitting bij temperaturen tussen 50 en 104°C. Zaden van koolzaad, zwarte nachtschade, melganzevoet en papegaaiekruid waren geïnactiveerd na 3 minuten verhitten bij 75°C.

Zaden van hanepoot en knolletjes van knolcyperus reageerden eveneens op verhitting bij 75°C. De fractie geïnactiveerde zaden en knolletjes nam toe naarmate ze voorafgaand aan de verhitting langer in varkensdrijfmest waren voorgeïncubeerd. Na 1 dag voorincuberen werden zaden en knolletjes van deze twee soorten (nagenoeg) geïnactiveerd door verhitting gedurende 3 min. bij 90°C.

Zaden van fluweelblad waren het meest hitte-resistent. Na verhitting bij 90°C was er slechts een gering afname in de kiemkracht. Een sterke reductie in kiemkracht trad pas op na verhitting bij 100°C. Na verhitting met stoom bij 104°C werd geen kieming meer vastgesteld.

Verhitting bij 130°C gedurende 1 uur werd door geen enkel zaad of knolletje overleefd.

Het persen is uitgevoerd met vier soorten. Met name van papegaaiekruid werden nog veel intacte zaden (20 %) teruggevonden, waarvan nog 4 % kiemde. Van fluweelblad en hanepoot werden respectievelijk 2 en 5 % intacte zaden gevonden, die echter niet meer kiemden. Van de intacte zaden van fluweelblad was nog 2 % vitaal. Van knolcyperus is geen enkel intact knolletje in de mestkorrels teruggevonden.

Indien mest bij 75°C wordt gedroogd en vervolgens tot korrels geperst, is de kans op overleving van onkruidzaden en -knolletjes uiterst gering. Om de afwezigheid van onkruidzaden en -knolletjes in ongeperste mest te kunnen garanderen, zal het tussenprodukt boven 100°C verhit dienen te worden.

## 1 INLEIDING

Eén van de kwaliteitsaspecten bij het gebruik van dierlijke mest op landbouwgronden is de aanwezigheid van levende onkruidzaden of vegetatieve vermeerderingsorganen (in het bijzonder knolcyperusknolletjes). Het vermeende of reële onkruidrisico is voor bijna tweederde van de akkerbouwers een sterk beperkende factor voor het gebruik van mest. Bij de keuze van de mestsoort is dit risico een belangrijke factor (NNS Agrimarketing, 1988). Bij industriële mestverwerking vinden processen plaats die naar verwachting de kiemkracht van onkruidzaden kunnen aantasten. Enkele van deze processen vinden plaats bij verhoogde temperatuur: verdamping en droging. Hierna volgt eventueel het persen tot mestkorrels.

Droge zaden kunnen tegen zeer hoge temperaturen bestand zijn. Maun (1977), die droge zaden in een oven verhitte gedurende 1 uur, vond bijvoorbeeld voor zaden van hanepoot (*Echinochloa crus-galli*) na behandeling bij 80, 100, 130 en 140°C respectievelijk 99, 62, 12 en 0 % kieming. Metz (1970) vond na 1 uur verhitting voor zaden van wilde haver (*Avena fatua*) bij 80, 100, 120 en 140°C respectievelijk 100, 94, 70 en 0 % kieming. Hopkins (1936), die zaden eerst vocht op liet nemen door ze te conditioneren bij 50 % r.v. en 25°C en ze vervolgens 15 minuten verhitte in afgesloten buizen, stelde effecten bij lagere temperaturen vast. Bij zaden van wilde haver trad al een sterke kiemingsdaling op na verhitting bij 90°C gedurende 30 minuten; bij 105°C trad geen kieming meer op. Bij zaden van papegaaiekruid (*Amaranthus retroflexus*) trad de daling op vanaf 75°C en waren de zaden dood na verhitting bij 85°C. Bij zaden van melganzevoet (*Chenopodium album*) daalde de kieming vanaf 70°C en waren de zaden dood na een verhitting bij 80°C. Horowitz en Taylorson (1984) vonden een afname van de kieming van zaden van fluweelblad (*Abutilon theophrasti*) na verhitting gedurende 1 uur bij 70°C en hoger. Zij vonden ook invloed van vocht. Het effect van verhitting in een vochtige atmosfeer was groter dan dat in een droge atmosfeer; verhitting in water gaf een nog sterkere daling van het kiemingspercentage dan verhitting in een vochtige atmosfeer.

De laatste stap bij de mestverwerking kan het persen van droge mest tot korrels zijn. Takabayashi e.a (1979) noemen een druk van 27-36 MPa om onkruidzaden in graszaad volledig te doden. Deze hoge druk zal niet bij het persen van mest optreden. Bij het persen van mest treedt evenwel ook een wrijvende kracht op, die in combinatie met de druk letaal zou kunnen zijn voor de zaden.

Doordat literatuurgegevens over verhitting van onkruidzaden meestal betrekking hebben op relatief lange contacttijden en in de mestverwerkingsfabrieken andere factoren naast temperatuur een rol kunnen spelen, is niet voorspelbaar in hoeverre onkruidzaden hun kiemkracht verliezen onder de omstandigheden in de fabrieken. In een onderzoek van Van Schayk (1988) waren na 7 dagen voorweken in varkensdrijfmest gevolgd door verhitting tot 70 - 80°C gedurende 20 minuten, geen kiemkrachtige zaden meer aanwezig in ongeperste mest en in mestkorrels. Op grond van deze resultaten was de verwachting dat een verhitting van 75°C gedurende 15 minuten voldoende zou zijn om alle onkruidzaden te doden. Hierbij werd er van uitgegaan dat het temperatuureffect de belangrijkste oorzaak van de vitaliteitsafname in dit vooronderzoek is geweest.

In het hier beschreven onderzoek is gebruik gemaakt van varkensmest, omdat die de belangrijkste grondstof is voor mestverwerkingsfabrieken. Er zijn zaden van hanepoot, melganzevoet, zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) en knolletjes van knolcyperus (*Cyperus esculentus*) gebruikt, omdat dit bij-

zonder ongewenste onkruiden voor de potentiële mestafnemer zijn. Zaad van koolzaad (*Brassica napus*) is gekozen als oliehoudend zaad. Zaad van fluweelblad is gekozen, omdat uit vorig onderzoek is gebleken dat dit zaad o.a. goed tegen inkuilen met veevoer en een lange verblijftijd in drijfmest bestand is (Schokker, 1988). Bovendien bestaat het vermoeden, dat dit zaad via veevoerimporten met de mest verspreid wordt en zich mogelijk zo in Nederland heeft gevestigd (Rotteveel, 1986). Om dezelfde redenen is zaad van papegaaiekruid gebruikt.

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 (MacKay, 1972). Een nadeel van deze methode is, dat roodkleuring kan optreden bij niet-kiemkrachtige zaden, als andere processen dan de mitochondriale ademhaling zijn verstoord, of door op de kiem aanwezige schimmels en bacteriën. In de hier beschreven proeven zijn, met uitzondering van knolletjes van knolcyperus, de kiemings- en vitaliteitstest steeds naast elkaar gebruikt. In knolletjes van knolcyperus is geen kiem aanwezig, zodat hier is volstaan met de kiemingstest.

Met de zeven genoemde soorten is eerst een oriënterende proef uitgevoerd met temperatuur als enige factor van onderzoek (Hoofdstuk 3). Hierna is een serie proeven uitgevoerd om het effect van verschillende factoren vast te stellen (Hoofdstuk 4). Tenslotte is het effect van een aantal factoren in combinatie met verhitting onderzocht (Hoofdstuk 5). Hoofdstuk 5 bevat tevens een integrale discussie van het verhittingsonderzoek. De fractie intacte zaden en knolletjes en hun kieming en vitaliteit na persen staan beschreven in Hoofdstuk 6.

## 2 MATERIAAL EN METHODEN

### 2.1 Zaden en knolletjes

Zaden van hanepoot, papegaaiekruid, zwarte nachtschade en melganzevoet, en knolletjes van knolcyperus zijn verzameld in 1988 of 1989 in Wageningen en omgeving. De zaden van fluweelblad zijn in 1985 geïmporteerd uit Illinois (V.S.). Alle zaden en knolletjes zijn gedroogd bij kamertemperatuur en bewaard bij 4°C in afgesloten glazen potten. De vitaliteit en kiemkracht van dit uitgangsmateriaal zijn vermeld in tabel 2.1.

Tabel 2.1: Vitaliteit en kieming van droog bewaarde zaden en knolletjes.

Soort	Vitaliteit (%)	Kieming (%)
Fluweelblad	95	50
Hanepoot	99	2
Knolcyperus	-	75
Koolzaad	100	100
Melganzevoet	98	35
Papegaaiekruid	97	79
Zwarte nachtschade	99	93

### 2.2 Mest

Vóór de uitvoering van de verhittingsproeven zijn zakjes van nylon gaas met onkruidzaden of -knolletjes één of meer dagen in varkensdrijfmest geïncubeerd, die afkomstig was uit de opslagtank van Promest. Voor het bepalen van de wateropname als toename van het uitgangsgewicht van de zaden na het incuberen zijn de zaden eerst afgespoeld en drie kwartier gedroogd bij kamertemperatuur, waarna ze teruggewogen werden. De wateropname na een aantal incubatieperiodes staat in tabel 2.2. Bij hanepoot zijn voor deze bepaling de kafjes verwijderd vanwege de grote vochtopname door het kaf.

Tabel 2.2: Toename van het uitgangsgewicht (%) van zaden en knolletjes na 1, 3 of 7 dagen incuberen in varkensdrijfmest.

Onkruidsoort	Voorweken (dagen)		
	1	3	7
Fluweelblad	24,1	38,5	39,4
Hanepoot zonder kaf	7,7	12,5	22,9
Knolcyperus	12,0	31,2	36,4
Koolzaad	54,6	-	-
Melganzevoet	11,3	-	-
Papegaaiekruid	12,6	20,5	27,4
Zwarte nachtschade	16,6	-	-



De verhitting werd uitgevoerd met de tussenprodukten van twee mestverwerkingsproeffabrieken. Het ene tussenprodukt bestaat uit een mengsel van centrifugekoek en reeds gedroogde mest. Het andere tussenprodukt is de koek uit de centrifuge die de paraffine-olie afscheidt. In tabel 2.3 worden de analyseresultaten van deze produkten gegeven.

Tabel 2.3: Analyseresultaten van de varkensdrijfmest en tussenprodukten.

		Varkensdrijfmest	Tussenprodukt	
			I	II
As	(g/kg)	32	239	285
Droge stof	(g/kg)	96	614	698
K	(g/kg)	8	31	41
Kjeldahl-N	(g/kg)		38	46
NH <sub>4</sub> -N	(g/kg)	5	5	26
P	(g/kg)		15	10
Stortgewicht	(g/kg)		540	750

## 2.3 Temperatuurbehandeling

### 2.3.1 Verhitting in een droogstoof

Bij de proeffabriek van produkt I is bij de droger de begin- en eindtemperatuur respectievelijk circa 50 en 90°C. De verblijftijd van het tussenprodukt in de droger varieert tussen de 2 en 15 minuten met een gemiddelde van 9 minuten. Bij de proeffabriek van produkt II is de temperatuur van de mest naar de droger ongeveer 130°C en de eindtemperatuur 160°C. De verblijftijd is 1-1,5 uur. De verblijftijden en temperaturen, waaraan de zaden en knolletjes blootgesteld werden in de verschillende proeven, werden afgeleid van de omstandigheden in deze drogers.

Vóór de verhitting werden de zaden en knolletjes in zakjes van fijn nylon gaas standaard 1 dag voorgeweekt in varkensdrijfmest bij kamertemperatuur. Vlak vóór de temperatuurbehandeling zijn de zakjes met zaden en knolletjes met koud stromend water afgespoeld en daarna tussen vochtig filterpapier bewaard. Bij de verhitting van de zaden en knolletjes werden weckpotten (0,5 l) gebruikt. Deze werden omgeven met een zandbuffer om de temperatuur zo goed mogelijk te handhaven (figuur 2.1). De potten werden gevuld met 75 gram van het tussenprodukt (60-70 % d.s.) en voorzien van een polyester filterzakje (doorsnede 83 mm, hoogte 50 mm). De potten werden 16 of 24 uur geconditioneerd bij de gewenste verhittingstemperatuur in een droogstoof (GFL, type 7106; gedwongen convectie; regelbereik 50 - 300°C). Tegelijkertijd werden roestvast stalen stempels van 425 gram in de droogstoof geplaatst. Tijdens het conditioneren waren de weckpotten met een rubber ring en een klem afgesloten. Voor de toevoeging van de zaden werd een weckpot uit de droogstoof genomen. Na het openen van de pot werden de zaden snel op het filterzakje gebracht en werd de stempel op de zaden gebracht en licht aangedrukt. De pot was hierbij minder dan een halve minuut uit de droogstoof. De stempel moest de zaden snel op de ingestelde droogstooftemperatuur brengen en overmatige dampafgifte voorkomen. Het aanvangstijdstip was het moment dat de stempel op de zaden geplaatst werd. De behandelingsperiode eindigde op het moment dat de pot uit de droogstoof

werd genomen. Hierna werd het filterzakje inclusief stempel verwijderd. Eventueel aan de stempel hangend zaad werd met een scherp voorwerp in het zakje geschoven.

De temperatuur werd in de zandbuffer van een dummy opstelling gemeten. De vochtigheid van de droogstoofatmosfeer werd bepaald met een Rotronic-hygrometer met temperatuurcompensatie.

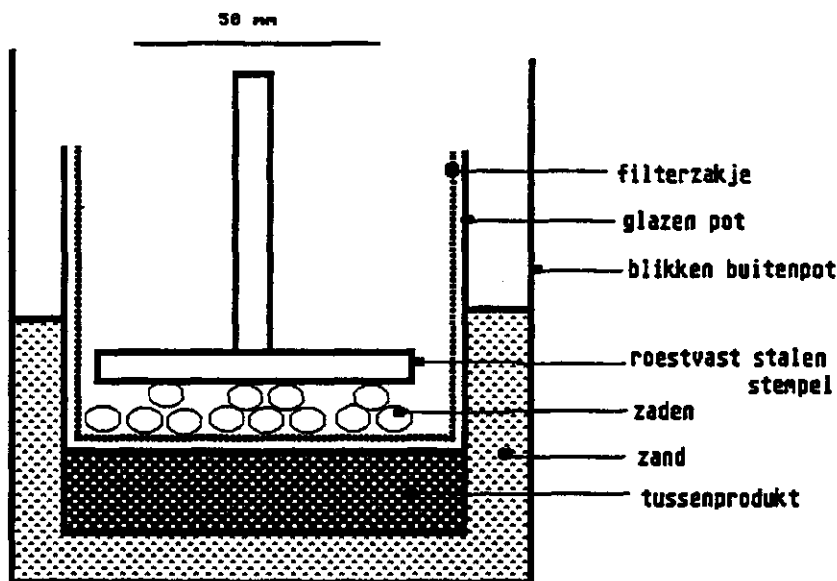


Fig. 2.1 De opstelling bij de thermische behandeling van zaden en knolletjes in een droogstoof

### 2.3.2 Verhitting in een toaster

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. De toaster bestond uit een geïsoleerd drukvat (inwendige diameter 260 mm, hoogte 780 mm), waarin een koker van metaalgaas kon worden geplaatst. De temperatuur in het vat werd geregeld met een reduceer in de stoomtoevoer. De druk liep hierbij op tot 116 KPa (abs.), overeenkomend met een temperatuur van 104°C. Gecondenseerde stoom werd afgevoerd. De verhitting vond plaats door de in fijn gaas verpakte zaden in de koker te plaatsen. Het aanvangstijdstip werd bepaald door het moment dat de koker in de toaster werd geplaatst. Het eindtijdstip was het moment dat de druk werd afgelaten en de koker werd verwijderd.

### 2.4 Persen

De gebruikte, gedroogde mest werd eerst nagedroogd in een circulatiestoof gedurende 4 uur bij 80°C tot een vochtgehalte van ca. 16 %. Voor twee monsters is daarna 2 x 17,5 kg mest afgewogen. De mest werd met zaden en knolletjes 10 minuten op een rollenbank gemengd. De monsters werden via een trilgoot naar de mixer gedoseerd. Hier werd de mest droog verwarmd door een

verwarmingslint dat om de mixer was aangebracht. Het vermogen van het lint was maximaal ingesteld (2 kW). De verblijftijd van de mest in de mixer bedroeg enkele seconden. De gebruikte laboratoriumpers had een perscapaciteit van 60 kg mest per uur, een matrijsgatdiameter van 4,8 mm en een dikte van 20 mm.

### 2.5 Vitaliteitstest voor zaden

Na elke temperatuurbehandeling werden voor deze test 50 zaden afgeteld. Deze werden bij kamertemperatuur gedurende 18 uur tussen vochtig filtreerpapier geweekt. De vitaliteit van de zaden werd bepaald met de tetrazoliumtest volgens MacKay (1972). Afhankelijk van de soort werden de zaden aangeprikt of aangesneden, waarna ze 48 uur in het donker bij 30°C in een oplossing van 1% 2,3,5-trifenylnitroimidazoliumchloride verbleven. De vitaliteit werd bepaald door het embryo uit de zaadhuid te verwijderen en de mate van roodkleuring van het embryo te beoordelen (Rijksproefstation voor Zaadcontrole, 1964). Alleen bij zaden die stevig aanvoelden werd gekeken of ze voldoende gekleurd waren; weinig of niet gekleurde embryo's en slappe zaden werden als niet vitaal beschouwd. De vitaliteitstest kon niet voor de knolletjes van knolcyperus gebruikt worden.

### 2.6 Kiemingstest voor zaden en knolletjes

Na elke temperatuurbehandeling werd een kiemingstest ingezet. Circa 110 zaden of 40 knolletjes per soort werden over twee petrischaaltjes verdeeld (diameter 9 cm). Hierin lagen twee viltjes, bevochtigd met 8 ml 0,2 %  $\text{KNO}_3$ -oplossing. Voor knolcyperusk nolletjes werden de viltjes met water bevochtigd, omdat  $\text{KNO}_3$  schimmelgroei bevordert. De kiemingstest vond plaats in kiemkasten bij een wisseltemperatuur van 15/25°C in afwisselend 10 uur donker en 14 uur licht. Om de kiemrust bij de zaden van hanepoot te breken zijn de kafjes verwijderd. Gedurende de kiemingsperiode werden de zaden regelmatig met 0,2 %  $\text{KNO}_3$ -oplossing en de knolletjes met water bevochtigd (Webster, 1979). Bij schimmelaantasting werden de zaden een half uur gespoeld en werden de viltjes verwisseld. Twee maal per week werden de gekiemde zaden geteld en verwijderd. Tegelijk zijn zachte zaden verwijderd. De kieming werd gedurende vier weken gevolgd.

### 2.7 Statistische toetsing

Voor proeven die in enkelvoud zijn uitgevoerd, zijn op één uitzondering na verschillen tussen de behandelingen getoetst met de Chi-kwadraattoets. Voor het toetsen van de invloed van vochtgehalte in de atmosfeer (Hoofdstuk 4) is een gegeneraliseerd lineair model (GLM) met binominale verdeling en logistische linkfunctie gebruikt. Dit model veronderstelt lineariteit indien als toetsingsgrootte  $\ln(p/(1-p))$  in plaats van absolute aantallen of percentages wordt gebruikt. Voor de proef met herhalingen zijn in de tabellen 5.1. en 5.2 de gemiddelden van de resultaten gegeven. Deze zijn getoetst op homogeniteit en normale verdeling volgens Cochran & Bartlett. Indien homogeniteit en verdeling goed waren, zijn verschillen en interacties getoetst met Anova (de vitaliteitspercentages voor fluweelblad in tabel 5.2), anders zijn significanties getoetst met GLM met binominale verdeling en logistische linkfunctie (de kiemingspercentages in tabel 5.1 en de vitaliteitspercentages voor hanepoot in tabel 5.2).

### 3 INVLOED VAN TEMPERATUUR

#### 3.1 Uitvoering

Bij de temperatuurbehandelingen zijn zaden van fluweelblad, hanepoot, papegaaiekruid, koolzaad, melganzevoet, zwarte nachtschade en knolletjes van knolcyperus gebruikt. Met het tussenprodukt van Fabriek I is gedurende 3, 9 of 15 minuten verhit bij 50, 75 en 100°C. Met het tussenprodukt van fabriek II is 60 minuten bij 130°C verhit. De proef is in enkelvoud uitgevoerd.

#### 3.2 Resultaten

De resultaten van de vitaliteitstest en kiemingstest na de verschillende thermische behandelingen in de droogstoof zijn in tabellen 3.1 en 3.2

Tabel 3.1: Vitaliteit van onkruidzaden na een thermische behandeling gedurende een bepaalde tijd, na 1 dag voorweken in varkensdrijfmest.

Temperatuur	Vitaliteit (%)										
	50°C			75°C			100°C			130°C	
	Tijd (min.)	3	9	15	3	9	15	3	9	15	60
Onkruidsoort											
Fluweelblad	90	90	88	82	77	73	65	70	54	0	
Hanepoot	98	94	98	69	60	2	0	0	0	0	
Koolzaad	92	78	0	0	0	0	0	0	0	0	
Melganzevoet	91	92	90	0	0	0	0	0	0	0	
Papegaaiekruid	100	82	63	0	0	45	0	0	0	0	
Zwarte nachtschade	98	98	8	0	0	0	0	0	0	0	

Tabel 3.2: Kieming van onkruidzaden en -knolletjes na een thermische behandeling gedurende een bepaalde tijd, na 1 dag voorweken in varkensdrijfmest.

Temperatuur	Kieming (%)										
	50°C			75°C			100°C			130°C	
	Tijd (min.)	3	9	15	3	9	15	3	9	15	60
Onkruidsoort											
Fluweelblad	70	69	61	62	62	61	8	2	0	0	
Hanepoot	3	7	2	38	41	2	0	0	0	0	
Knolcyperus	88	75	85	43	83	45	0	0	0	0	
Koolzaad	4	22	1	0	0	0	0	0	0	0	
Melganzevoet	27	27	33	0	0	0	0	0	0	0	
Papegaaiekruid	98	83	30	0	0	53	1	0	0	0	
Zwarte nachtschade	82	92	5	0	0	0	0	0	0	0	

gegeven. Voor knolcyperusknolletjes is alleen het kiemingspercentage vastgesteld.

De vitaliteitspercentages waren bij vrijwel alle bepalingen hoger dan de kiemingspercentages. Met toenemende temperatuur daalden de kiemings- en vitaliteits-percentages. Onder de gekozen omstandigheden was er een duidelijk effect van de verhittingsduur bij zaden van koolzaad en zwarte nachtschade (15 minuten bij 50°C) en hanepoot (15 minuten bij 75°C). Koolzaad is de enige soort waarvan het zaad een thermische behandeling bij 50°C niet overleefde. Bij hanepoot, fluweelblad en knolcyperus leefden na de verhitting bij 75°C nog zaden of knolletjes. Zaden van hanepoot konden deze behandeling gedurende 15 minuten vrijwel niet doorstaan. Opvallend was de overleving van papegaaiekruidzaden na de verhitting bij 75°C gedurende 15 minuten, waarbij nog 53% van de zaden kiemde. Bij 100°C werden alleen bij fluweelblad kiemkrachtige zaden aangetoond. Bij 130°C overleefden geen zaden of knolletjes van deze soorten.

### 3.3 Discussie

De benodigde tijd, tot het temperatuurverschil tussen de kern van zaden en hun omgeving ten hoogste 3°C bedraagt, werd bij een zaaddiameter van 5 mm afhankelijk van de temperatuur berekend op 27-33 seconden (gebaseerd op warmte-eigenschappen van maïskorrels; Scherer & Kutzbach, 1980). De stempel diende om de zaden sneller op de gewenste temperatuur te brengen. Zaden die op elkaar lagen of wegrolden kwamen niet in contact met de stempel. Incidentele kieming van papegaaiekruidzaden en knolcyperusknolletjes na verhitting boven 75°C zou hierdoor veroorzaakt kunnen zijn.

Verschillen tussen vitaliteits- en kiemingspercentages kunnen veroorzaakt zijn door kiemrust van de zaden. Dit was vooral bij hanepoot- en melnganzevoetzaden het geval. Voor de overige soorten vertoonden vitaliteits- en kiemingspercentages een gelijke trend.

De verhitting bij 130°C gedurende 1 uur overleefde geen enkel zaad of knolletje. Dit resultaat is in overeenstemming met literatuurgegevens voor zaden die vocht hebben kunnen opnemen. Het werd daarom overbodig geacht om deze behandeling te herhalen.

De veronderstelling, gebaseerd op het onderzoek van Schayk (1988), dat onkruidzaden een verhitting van 75°C gedurende 15 minuten niet zouden overleven, stemt niet overeen met de gevonden resultaten. De verhitting bij 75°C bleek voor zaden of knolletjes van een aantal onkruiden niet dodelijk te zijn. Een deel van de fluweelbladzaden overleefde zelfs de behandeling bij 100°C. De thermische behandeling in het vooronderzoek vond plaats bij 70-80°C gedurende 20 minuten, waarbij de zaden zich in het tussenprodukt in een proefdroger bevonden. Vóór de verhitting waren de onkruidzaden en -knolletjes 7 dagen voorgeweekt in varkensdrijfmest. Voorweken op zichzelf gedurende zo'n periode had geen effect op de kieming. De hier beschreven proef is uitgevoerd met 24 uur voorweken en de onkruidzaden kwamen niet in direct contact met de mest. Het nagebootste verhittingsproces verschilde dus met de omstandigheden in de toenmalige proefdroger.

Tijdens de behandeling van papegaaiekruidzaden bij 75°C gedurende 15 minuten is verhit met gesloten in plaats van met open weckpot. De zaden kwamen hierbij vochtig uit het filterzakje. Doordat bij fluweelblad de vitaliteit sneller afneemt naarmate het zaad vochtiger is (Horowitz en Taylorson, 1984) werd ook bij papegaaiekruid in de afgesloten pot eerder een groter dodingspercentage verwacht.

Er zijn enkele vervolgprouven opgezet om de invloed van enkele factoren te bepalen die mogelijkwijze van invloed zijn op de temperatuurbehandeling. Factoren van onderzoek waren mestcontact, mestdampen, de voorweekperiode, het vochtgehalte en de mestsoort.

## 4 INVLOED VAN VERSCHILLENDE FACTOREN OP HET VERHITTIGSEFFECT BIJ 75°C

### 4.1 Uitvoering

Alle proeven zijn in enkelvoud uitgevoerd bij 75°C met de proefopstelling zoals beschreven in 2.3.1. De weckpotten werden 24 uur geconditioneerd in de droogstoof. Standaard zijn de onkruidzaden en -knolletjes 1 dag voorge-weekt in varkensdrijfmest en is er 3 minuten verhit bij 75°C. Bij het bepalen van de invloed van voorweekperiode, mestdamp en mestcontact, zijn zaden en knolletjes gebruikt van de soorten die bij 75°C zouden kunnen overleven (fluweelblad, hanepoot, knolcyperus en papegaaiekruid).

Vanwege de overleving van papegaaiekruidezaden bij 75°C bij een hoger vochtgehalte van de atmosfeer, zijn bij het bepalen van deze invloed ook zaden van koolzaad, zwarte nachtschade en melganzevoet meegenomen. Hierbij is gedurende 3 en 6 minuten verhit. Om verschil in vochtgehalte te verkrijgen is bij één variant met open deksel van de weckpot verhit, waarbij het vochtgehalte in de stoof het gehalte in de pot bepaalde. Dit lag ongeveer op 3% relatieve luchtvochtigheid. Om het vochtgehalte in de weckpot te verhogen werd bij de andere variant verhit met gesloten deksel, waardoor waterdamp tijdens de verhitting in de pot bleef.

Om de invloed van voorweekperiode te bepalen zijn de zaden en knolletjes 1 of 10 dagen voorgeweekt in varkensdrijfmest, voordat ze verhit werden.

Door het tussenprodukt naar de droger gedurende 8 dagen te verhitten bij 90°C werd uitgedampte mest verkregen. De invloed van damp werd onderzocht door de onkruidzaden en -knolletjes met uitgedampte mest en met het oorspronkelijke tussenprodukt te verhitten.

Door de zaden vóór verhitting in het filterzakje te brengen of door ze met het tussenprodukt te mengen werd nagegaan in hoeverre direct contact met mest de resultaten beïnvloedde. Bij de proef met direct mestcontact werd de stempel tijdens de temperatuurbehandeling op het tussenprodukt geplaatst.

In plaats van varkensmest werd bij één proef verhit met braadkuikenmest (ca. 50% d.s.). Voordat hiermee verhit werd, werden de zaden 1 dag voorgeweekt in varkensdrijfmest om de uitgangssituatie te kunnen vergelijken met de overige verhittingen. Daarnaast werd voorgeweekt in verdunde legkippenmest.

### 4.2 Resultaten

In tabel 4.1 staan de vitaliteit- en kiemingspercentages na verhitting bij verschillende vochtgehaltenes. De resultaten van het voorweekeffect en het effect van mestdamp, mestcontact en mestsoort zijn gegeven in tabellen 4.2 t/m 4.5. Kiemings- en vitaliteitspercentages geven vrijwel dezelfde invloeden van de onderzochte factoren te zien.

Er was geen significant verschil tussen het 'lage' en 'hoge' vochtgehalte van de atmosfeer (tabel 4.1) op de kieming en vitaliteit van fluweelbladzaden en op de kieming van knolcyperuskolletjes. Er was wel een klein behandelingseffect op de vitaliteit van hanepootzaden en een duidelijk effect op de kieming van hanepootzaden. Voor de toetsing zijn de gemiddelden van 3 en 6 minuten verhitten genomen. Zaden van papegaaiekruid, melganzevoet, zwarte nachtschade en koolzaad overleefden de verhitting niet.

Tabel 4.1: Het effect van vochtgehalte in de atmosfeer op vitaliteits- en kiemingspercentages na 1 dag voorweken in varkensdrijfmest en verhitting bij 75°C gedurende 3 of 6 minuten en bij twee vocht-gehalten: 'laag' (r.v. 3%) en 'hoog' (r.v. onbekend). Verschillen getoetst met GLM.

Vochtpercentage	Vitaliteit (%)				Kieming (%)			
	'laag'		'hoog'		'laag'		'hoog'	
	3	6	3	6	3	6	3	6
Tijd (min.)								
Soort								
Fluweelblad	35	42	34	34	54	64	62	56
Hanepoot	43	15	35	7	68	6	27	0
Knolcyperus	-	-	-	-	35	10	25	15
Koolzaad	0	0	0	0	0	0	0	0
Melganzevoet	0	0	0	0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwarte nachtschade	0	0	0	0	0	0	0	0
Vochtgehalte (gem. 3 en 6 min.):					Vochtgehalte: (gem. 3 en 6 min.):			
Fluweelblad: n.s.					Fluweelblad n.s.			
Hanepoot: $p \leq 0,05$					Hanepoot: $p \leq 0,01$			
					Knolcyperus: n.s.			
Tijd:					Tijd:			
Hanepoot: $p \leq 0,01$					Hanepoot: $p \leq 0,01$			

Tabel 4.2: Het effect van voorweken op vitaliteits- en kiemingspercentages na 3 minuten verhitting bij 75°C. Er werd 1 en 10 dagen voorgeweekt in varkensdrijfmest. Verschillen getoetst met Chi-kwadraattoets.

Voorweken (dagen)	Vitaliteit (%)			kieming (%)		
	1	10	p	1	10	p
Soort						
Fluweelblad	36	29	n.s.	60	50	n.s.
Hanepoot	43	15	$\leq 0,01$	61	0	$\leq 0,01$
Knolcyperus	-	-		37	0	$\leq 0,01$
Papegaaiekruid	0	0		0	0	

Tabel 4.3: Het effect van mestdampen op vitaliteits- en kiemingspercentages na 3 minuten verhitting bij 75°C. Verschillen getoetst met Chi-kwadraattoets.

Mestdamp soort	Vitaliteit (%)			Kieming (%)		
	met	zonder	p	met	zonder	p
Fluweelblad	29	37	n.s.	58	54	n.s.
Hanepoot	45	50	n.s.	41	46	n.s.
Knolcyperus	-	-		34	40	n.s.
Papegaaiekruid	0	0		0	0	

Het voorweken (tabel 4.2) had een duidelijk effect op hanepootzaden en knolcyperusknolletjes. Er was geen effect van mestdampen (tabel 4.3) en mestcontact; alleen knolcyperusknolletjes kiemden iets beter zonder mestcontact (tabel 4.4).

Zaden van soorten die de verhitting bij 75°C met varkensmest niet overleefden, overleefden evenmin na verhitting bij 75°C met braadkuikenmest (tabel 4.5). Dit waren papegaaiekruid, koolzaad, zwarte nachtschade en melganzevoet. Hierbij maakte het geen verschil of de zaden en knollen waren voorgeweekt in varkensdrijfmest of in verdunde legkippenmest.

Tabel 4.4: Het effect van mestcontact op vitaliteits- en kiemingspercentages na 3 minuten verhitting bij 75°C. Verschillen getoetst met Chi-kwadraattoets.

Mestcontact Soort	Vitaliteit (%)			Kieming (%)		
	met	zonder	p	met	zonder	p
Fluweelblad	36	34	n.s.	57	63	n.s.
Hanepoot	36	27	n.s.	17	16	n.s.
Knolcyperus	-	-		6	15	≤ 0,01
Papegaaiekruid	0	0		0	0	

Tabel 4.5: Vitaliteits- en kiemingspercentages na 3 minuten verhitting met braadkuikenmest bij 75°C na 1 dag voorweken in varkensdrijfmest (vdm) of in verdunde legkippenmest (lkm). Significantie getoetst met Chi-kwadraattoets.

Voorweken in: Soort	Vitaliteit (%)			Kieming (%)		
	vdm	lkm	p	vdm	lkm	p
Fluweelblad	76	77	n.s.	63	62	n.s.
Hanepoot	48	53	n.s.	22	11	n.s.
Knolcyperus	-	-		85	78	n.s.
Koolzaad	0	0		0	0	
Melganzevoet	0	0		0	0	
Papegaaiekruid	0	0		0	0	
Zwarte nachtschade	0	0		0	0	

#### 4.3 Discussie

De overleving van papegaaiekruidzaden in de voorgaande proef na verhitting bij 75°C met gesloten weckpotdeksel werd niet bevestigd. Ook bij zaden van fluweelblad en knolletjes van knolcyperus werd geen verschil vastgesteld na verhitting bij 'hoge' of 'lage' luchtvochtigheid. Bij 'hoge' luchtvochtigheid was er wel een verminderde kieming en vitaliteit van hanepootzaden.

Mestcontact had alleen effect bij knolcyperusknolletjes.

De verhitting met braadkuikenmest werd niet direct vergeleken met de verhitting met varkensmest. Uit de resultaten kan daarom niet worden gecon-



cludeerd of verhitting in aanwezigheid van braadkuikenmest meer of minder effectief is dan verhitting in aanwezigheid van varkensmest. Uit de verschillende experimenten kwamen geen evidente verschillen naar voren.

Bij hanepootzaden en knolcyperusknolletjes nam de doding toe bij verhitting na 10 dagen voorweken ten opzichte van 1 dag voorweken in varkensdrijfmest.

## 5 VERHITTINGSPROEF IN EEN DROOGSTOOF EN IN EEN TOASTER

### 5.1 Uitvoering

De proef werd in drievoud uitgevoerd met zaden van fluweelblad, hanepoot, en papegaaiekruid en knolletjes van knolcyperus, waarbij de herhalingen plaatsvonden in de tijd. De uitvoering vond plaats volgens de opzet zoals beschreven in 2.3.1. De temperatuurbehandelingen vonden plaats bij 75, 90 en 104°C gedurende 3 en 6 minuten. Daarnaast is verhit in een drukvat (toaster) bij 104°C met open stoom, gedurende 3 en 6 minuten (2.3.2). Voorafgaand aan de verhitting werden de zaden 1, 3 en 7 dagen geïncubeerd in varkensdrijfmest.

### 5.2 Resultaten

De resultaten van de verschillende behandelingen staan per onkruidsoort vermeld. In tabel 5.1 staan de kiemingsgegevens voor fluweelblad, hanepoot en knolcyperus, in tabel 5.2 de vitaliteitsgegevens voor fluweelblad en hanepoot.

Zaad van papegaaiekruid overleefde geen enkele verhitting.

Van fluweelbladzaden nam de kiemkracht af na verhitting bij 90°C; de vitaliteit van fluweelbladzaden nam pas boven 90°C af; na de behandeling bij 104°C in de droogstoof was echter nog gemiddeld 40 % van de zaden vitaal. 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 6 minuten verhitten in de toaster waren minder zaden vitaal dan na 3 minuten verhitten. Na behandeling in de toaster kiemde geen enkel zaad meer.

Hanepootzaden vertoonden nagenoeg alleen na de behandeling bij 75°C nog vitaliteit en kiemkracht. Bij deze temperatuur had het voorweken effect op de resultaten. Bij de vitaliteitsresultaten was na 1 dag voorweken invloed van de verhittingsduur te zien.

Bij knolcyperusknolletjes nam de kieming af met toenemende voorweekduur gevolgd door behandeling bij 75°C. Knolcyperusknolletjes kiemden vrijwel niet meer na behandeling bij 90°C in de droogstoof; na de behandeling bij 104°C in de droogstoof en toaster kiemde geen enkel knolletje meer.

Tabel 5.1: Gemiddelde kieming van zaden van fluweelblad en hanepoot (N = 100) en knolcyperus (N = 40) na een verhitting van 75, 90 en 104°C gedurende 3 of 6 minuten, na 1, 3 en 7 dagen voorweken in varkensdrijfmest. Verschillen getoetst met GLM, voor hanepoot en knolcyperus alleen bij 75°C.

Tijd (min.)		3			6		
Voorweken (dagen)		1	3	7	1	3	7
Soort	Temp. (°C)						
<b>Fluweelblad</b>	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
Temperatuur 75-90:		p ≤ 0,01					
Temperatuur 90-104 (droogstoof):		p ≤ 0,01					
75°C	Voorweken:	p ≤ 0,05					
	Voorweken*tijd:	n.s.					
90°C	Tijd:	p ≤ 0,01					
104°C	Voorweken:	n.s.					
	Tijd:	p ≤ 0,01					

Tijd (min.)		3			6		
Voorweken (dagen)		1	3	7	1	3	7
Soort	Temp. (°C)						
<b>Hanepoot</b>	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
75°C	Voorweken:	p ≤ 0,01					
	Tijd:	p ≤ 0,05					
	Voorweken*tijd:	n.s.					

Tijd (min.)		3			6		
Voorweken (dagen)		1	3	7	1	3	7
Soort	Temp. (°C)						
<b>Knolcyperus</b>	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
75°C	Voorweken:	p ≤ 0,01					
	Tijd:	p ≤ 0,01					
	Voorweken*tijd:	p ≤ 0,05					

Tabel 5.2: Gemiddelde vitaliteitspercentages van fluweelblad- en hanepootzaden na verhitting bij 75, 90 en 104°C gedurende 3 en 6 minuten, na 1, 3 en 7 dagen voorweken in varkensdrijfmest. Verschillen bij fluweelbladzaden getoetst met Anova. Verschillen bij hanepoot getoetst met GLM.

Tijd (min.)		3			6		
Voorweken (dagen)		1	3	7	1	3	7
Soort	Temp. (°C)						
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

Temperatuur 75-90	n.s.
Temperatuur 90-104-droogstoof	$p \leq 0,01$
Methode (droogstoof-toaster)	$p \leq 0,01$
Tijd (droogstoof)	n.s.
Tijd (toaster)	$p \leq 0,01$
Voorweken	n.s.
Overige interacties	n.s.

Tijd (min.)		3			6		
Voorweken (dagen)		1	3	7	1	3	7
Soort	Temp. (°C)						
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

75°C	Voorweken:	$p \leq 0,01$
	Tijd (na 1 dag voorweken)	$p \leq 0,05$
	Voorweken*tijd	n.s.

### 5.3 Integrale discussie van de verhittingsproeven

In deze discussie zijn ook resultaten van de voorafgaande proeven betrokken.

De zeven onderzochte soorten verschilden onderling sterk in de hitte-resistentie van hun zaden of knolletjes. Onder condities waarbij zaden en knolletjes 1 dag werden voorgeweekt in varkensdrijfmest en daarna gedurende 3 minuten aan een thermische behandeling in een droogstoof werden blootgesteld, daalde de kiemkracht van zaden van koolzaad en zwarte nachtschade reeds na verhitting bij 50°C. Verhitting bij 75°C werd niet overleefd door zaden van koolzaad, zwarte nachtschade, melganzevoet en papegaaiekruid. Na behandeling bij 75°C was er een afname in de vitaliteit van hanepootzaden. Na verhitting bij 90°C waren de kieming en de vitaliteit van hanepootzaden en de kieming van knolcyperusknolletjes afgenomen tot ongeveer 1 %; de kieming van fluweelbladzaden nam in geringe mate af. Na verhitting bij 100 en 104°C in de droogstoof waren respectievelijk 65 en 45 % van de fluweelbladzaden nog vitaal, terwijl nog 8, respectievelijk 7 % kiemde.

Het voorweken in varkensmest gedurende 1 dag heeft geleid tot vocht-opname door de zaden en knolletjes, en daarmee is hun gevoeligheid voor verhitting waarschijnlijk sterk toegenomen. Voor droge zaden van hanepoot was een temperatuurbehandeling van 140°C gedurende 1 uur nodig om ze te doden (Maun, 1977), terwijl na 1 dag voorweken in varkenschrijfmest en 3 minuten verhitten bij 90°C voldoende was om nagenoeg alle zaden te doden. Indien 7 dagen werd voorgeweekt, werd zelfs al volledige doding na 3 minuten verhitting bij 75°C bereikt. Doding van papegaaiekruid- en melganzevoetzaden trad op bij lagere temperaturen dan in het onderzoek van Hopkins (1936), die de zaden voorafgaand aan de thermische behandeling bij 50 % r.v. incubeerde. Het is mogelijk, dat tijdens de verblijfsduur in varkenschrijfmest andere processen hebben bijgedragen tot verlaging van de hiteresistentie van de zaden. Zo is bekend, dat een verblijftijd van 1 week in runderdrijfmest de kiemrust breekt van hanepootzaden (Schokker, 1988).

Als zaden of knolletjes gevoelig zijn voor behandeling bij een bepaalde temperatuur, zal bij behandeling bij die temperatuur een invloed van verhittingsduur merkbaar zijn. In onze proeven vonden we een effect van verhitten (langer dan 3 minuten) op de kieming en de vitaliteit van zaden van koolzaad en zwarte nachtschade (na behandeling bij 50°C), op die van hanepootzaden (na behandeling bij 75°C) en op de kieming van fluweelbladzaden (na behandeling bij 90°C).

Voorweken gedurende 3, 7 en 10 dagen, gevolgd door verhitting bij 75°C, had in vergelijking tot 1 dag voorweken een grote invloed op de kieming en vitaliteit van hanepootzaden en op de kieming van knolcyperuskolletjes. Langer dan 1 dag voorweken, gevolgd door een temperatuurbehandeling bij 75, 90 of 104°C, had nauwelijks of geen invloed op de kieming en de vitaliteit van fluweelbladzaden.

Voor de verhitting van 104°C zijn twee methoden gebruikt. Het is mogelijk dat bij verhitting in de droogstoof de vochtige zaden in werkelijkheid slechts tot 100°C zijn verhit. Verder kan het verschil in vochtgehalte in de verhittingsruimten tot verschillende resultaten geleid hebben. Ook het snel aflaten van de overdruk in de toaster kan het resultaat hebben beïnvloed.

In onze experimenten waren nog fluweelbladzaden vitaal na verhitting bij 104°C in de droogstoof. Horowitz en Taylorson (1984) stelden vast dat een temperatuur van 100°C voldoende was om zaden van deze soort bij verhitting onder droge omstandigheden te doden. Zij hebben echter 1 uur verhit. Nagenoeg volledige doding werd bereikt na verhitting met stoom bij 104°C gedurende 6 minuten.

De verhitting van 130°C gedurende 1 uur overleefde geen enkel zaad of knolletje. Op grond van literatuurgegevens over verhitting van vochtige zaden gedurende 1 uur, was dit resultaat voorspelbaar.

## 6 PERSEN VAN GEDROOGDE MEST

### 6.1 Uitvoering

Het aantal zaden is aan de hand van het duizendzaadgewicht bepaald. Vanwege de beperkt beschikbare hoeveelheid zijn de knolletjes afgeteld en daarna gewogen. Voor één monster (A) werden de zaden droog bewaard, voor het andere (B) werden de zaden 12 uur voorgeweekt in varkensdrijfmest. De vochttoename van fluweelbladzaden was hierbij 15%, van hanepootzaden (met kaf) 24%, van papegaaiekruidzaden 9% en van knolcyperusknolletjes 6%. Tabel 6.1 geeft het gemiddelde aantal zaden per kg van het tussenprodukt in beide monsters. Hierbij is rekening gehouden met het extra vocht in monster B. Monster A bestond uit 17,5 kg mest en 655 gram zaad. Monster B bestond uit 17,5 kg mest, 655 gram zaad en ongeveer 85 gram vocht.

Na drie minuten, toen het persproces stabiel was, werden van de beide monsters telkens gedurende 2 minuten de mestkorrels opgevangen. De pers- en kwaliteitsgegevens staan vermeld in tabel 6.2. Hardheid en Pfoest zijn gebruikelijke parameters voor korrels in de mengvoerindustrie. Pfoest is een maat voor de slijtvastheid van korrels.

Tabel 6.1: Aantal zaden en knolletjes per kg tussenprodukt. Monster A bevatte droge zaden en knolletjes, monster B in varkensdrijfmest voorgeweekte zaden en knolletjes.

Soort	Monster A	Monster B
Fluweelblad	2546	2514
Hanepoot	1919	1892
Knolcyperus	61	60
Papegaaiekruid	2226	2177

Tabel 6.2: Pers- en kwaliteitsgegevens van monsters A en B.

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

Uit monster A is een deelmonster van 1,576 kg genomen, uit B een deelmonster van 2,117 kg. Bij de onderzochte deelmonsters is het gruis verwijderd en werden de overgebleven korrels bevochtigd om weer los te

weken. Hierna werden ze twee dagen bij 30°C in een stoof gedroogd. Brokstukken zijn met de hand in een zaadschoningsbak verkleind. Dit materiaal is vier maal gezeefd in een schoningsmachine met een zeef met een maaswijdte van 0,8 mm. Het restmateriaal is met de hand gecontroleerd op overgebleven hele of beschadigde zaden. Van de onbeschadigde zaden werden 50 zaden per soort voor de vitaliteitstest gebruikt. De overige zaden werden, tot een maximum aantal van 200 per soort, gebruikt voor de kiemingstest.

## 6.2 Resultaten

Voor beide deelmonsters is het percentage onbeschadigde zaden bepaald, dat teruggevonden werd na het persen (tabel 6.3). Hiervan zijn tevens de vitaliteits- en kiemingspercentages van de onbeschadigde zaden vermeld. Er werd geen enkel knolletje van knolcyperus teruggevonden. Voor de andere onkruiden was het percentage teruggevonden zaden in deelmonster A (met droge zaden) hoger dan in B. Er is vooral een hoog percentage zaad van papegaaiekruid teruggevonden. Het percentage vitale zaden van de intacte zaden in beide persmonsters was gelijk. Naast papegaaiekruid werd alleen in monster B nog een vitaal zaad van fluweelblad gevonden.

Tabel 6.3: Onbeschadigde zaden in deelmonster A en B na persen en vitaliteit en kieming van onbeschadigde zaden.

Monster Soort	Onbeschadigde zaden (%)		Onbeschadigde zaden:			
	A	B	Vitaliteit (%)		Kieming (%)	
			A	B	A	B
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	-	-	-	-

## 6.3 Discussie

Tijdens het uitvoeren van de persproef is bij beide monsters de energietoevoer gelijk gehouden. Vanwege het vochtgehalte van het uitgangsmateriaal is bij het persen geen stoom toegevoegd, hoewel dit gebruikelijk is. Het was niet mogelijk verhitte, droge mest direct uit de droger te persen. De onkruidzaden en -knolletjes werden vermengd met mest op omgevingstemperatuur. Via een verwarmingslint werd de mest in de toevoer naar de pers nog verwarmd, maar de temperaturen bij de ingang van de pers bleven relatief laag. Waarschijnlijk waren door toevoeging van vochtige onkruidzaden en -knolletjes de loop/transporteigenschappen en de perseigenschappen van monster B anders. Door de hogere doorvoercapaciteit was de begintemperatuur bij de pers lager. Ook het specifieke energieverbruik was lager. De temperatuurtoename in de pers was 23 en 25°C (1-1,5°C/kWh/ton; Beumer 1986). Meestal is het energieverbruik 20-25 kWh/ton, waarbij de temperatuur na de pers >90°C kan zijn.

Met name monster B is onder relatief milde omstandigheden geperst, waardoor verwacht werd dat hierbij de meeste kans op overleving van zaden

zou bestaan. De meeste zaden werden echter in monster A terug gevonden. Waarschijnlijk heeft de vochttoename in de zaden en knolletjes deze gevoeliger gemaakt voor de druk- en wrijvingskrachten. Behalve hele zaden zijn veel beschadigde zaden en knolrestanten gevonden. Deze zullen niet in de grond overleven en zijn daarom niet meegeteld.

## 7 CONCLUSIES

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 onkruidzaden 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 was een kortdurende verhitting bij 90°C al voldoende 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.



## LITERATUUR

- Beumer H., 1986. Energieverbruik en besparingsmogelijkheden in de mengvoerindustrie, IGMB-TNO. Produktschap voor veevoeder, Den Haag.
- Hopkins C.Y., 1936. Thermal death point of certain weed seeds. Canadian Journal of Research 14, 178-183.
- Horowitz M. & R.B Taylorson, 1984. Hardseededness and germination of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) as affected by temperature and moisture. Weed Science 32, 111-115.
- MacKay D.B., 1972. The measurement of viability. In: Viability of Seeds, ed. E.H. Roberts, 173-201. Londen.
- 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 Wildhaferfruchte. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst Berlin 24, 85-88.
- NNS Agrimarketing Holland b.v, 1988. Afzetmogelijkheden voor dierlijke mest in Nederland. NNS Agrimarketing Holland b.v, Rapport B4323, Den Haag
- Rotteveel A.J.W., 1986. Fluweelblad (*Abutilon theophrasti* Medick) gevestigd in Nederland? Gewasbescherming 17, 83-84.
- Rijksproefstation voor Zaadcontrole, 1964. Onderzoek van zaaizaden. Gegevens betreffende de methodiek van het RPvZ ten gebruike bij het routine-onderzoek van zaaizaden, benevens achtergronden van het zaaizaadonderzoek. Rijksproefstation voor Zaadcontrole, Wageningen.
- Schayk H.W.M. Van, 1988. Kieming en vitaliteit van onkruiden in een partij mestkorrels. NMI-Rapport A 88.023-I, Haren.
- Scherer R. & H.D. Kutzbach, 1980. Die Wärme- und Temperaturleitfähigkeit von Körnerfrüchten. Grundlagen der Landtechnik 30, 21-27.
- Schokker A.H., 1988. De overleving van onkruidzaden en -knolletjes in rundermengmest en in een snijmaiskuil. CABO-verslag 90, Wageningen
- Takabayashi M., T. Kubota & H. Abe, 1979. Dissemination of weed seeds through cow feces. Japan Agricultural Research Quarterly 13, 204-207.
- Webster, R.H., 1979. Growing weeds from seeds and other propagules for experimental purposes. Agricultural Research Council, Weed Research Organization Technical Report 56, Oxford.

**DANKWOORD**

De auteurs zijn dank verschuldigd aan Gerrit Huisman (CABO) voor zijn enthousiaste medewerking aan de uitvoering van enkele proeven. M. van Koppenhagen en J. van Pijlen (RPvZ) hebben ons de fijne kneepjes van de tetrazoliumtest bijgebracht.