

**De overleving van onkruidzaden
en -knolletjes in rundermengmest en
in een snijmaïskuil**

A.H. Schokker

CABO-Verslag 90

1988

247772



**Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt
in de Vollegrond (PAGV)**

Postbus 430, 8200 AK Lelystad



Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO)

Postbus 14, 6700 AA Wageningen

INHOUDSOPGAVE	<u>Blz.</u>
Woord vooraf	1
1. Inleiding	2
2. Kieming en vitaliteit van zaden en knollen na een verblijf in rundermest	4
2.1. Inleiding	4
2.2. Uitvoering van de proeven	5
2.3. Resultaten	9
2.4. Discussie en conclusies	14
3. Kieming en vitaliteit van zaden en knollen na een verblijf in een snijmafskuil	17
3.1. Inleiding	17
3.2. Uitvoering van de proef	18
3.3. Resultaten	21
3.4. Discussie en conclusies	25
4. Algemene discussie	27
Samenvatting	30
Summary	30
Literatuur	32

WOORD VOORAF

In 1986 is het PAGV samen met het CABO in het kader van het Raamplan Onderzoek Mestoverschotten een onderzoek gestart naar mogelijke verspreiding van onkruiden via dierlijke mest. Voor de vervulling van mijn vervangende dienstplicht heb ik anderhalf jaar aan dit onderzoek meegewerkt. In dit verslag staan de resultaten van een aantal proeven.

Het onderzoek is uitgevoerd op het CABO en begeleid door medewerkers van de afdeling Vegetatie- en Onkruidkunde. Voor dit laatste wil ik met name Piet Scheepens bedanken. Vanuit het PAGV was Hanneke Elema bij het onderzoek betrokken. Haar wil ik bedanken voor de prettige samenwerking.

De algehele begeleiding van het onderzoek was in handen van een begeleidingscommissie onder voorzitterschap van ir. C.D. van Loon (PAGV). Leden van de commissie waren verder drs. A.M. van Vuuren (IVVO), ir. P.J.M. Snijders (PR), drs. W. Heybroek (IRS), E.A.D. Baart (LUW), dr.ir. A. Tempel (IPO), ir. P.W.Th. Maas (PD) en J.G.A. Bastiaanssen (Mestbank Midden Nederland).

A.H. Schokker

1. INLEIDING

In sommige delen van Nederland wordt op veehouderijbedrijven meer mest geproduceerd dan op de bedrijven zelf of in de directe omgeving ervan gebruikt kan worden. Een deel van de overschotten zou afgezet kunnen worden bij akkerbouwers en tuinders in andere delen van het land. In hoeverre dit mogelijk is hangt onder andere af van de kwaliteit van de mest. Een van de kwaliteitsaspecten is of de mest zaden (of andere vermeerderingsorganen) van onkruiden bevat.

Het onderzoek van een mestmonster op het voorkomen van zaden is moeilijk uitvoerbaar. Bij een gering besmettingsniveau moet het monster bovendien erg groot zijn om een goed beeld van een partij te krijgen. De vraag of een bepaalde partij mest onkruidzaden bevat kan daarom moeilijk aan de hand van een monsteranalyse beantwoord worden. Wel kan, wanneer de herkomst van een partij mest en de omstandigheden waaronder de mest geproduceerd en bewaard is bekend zijn, de kans dat er onkruidzaden in zitten ingeschat worden.

Een belangrijk gegeven is de samenstelling van het gebruikte veevoer. Sommige voedersoorten kunnen een bron van besmetting zijn. Of er onkruidzaden in zitten hangt af van de herkomst van het voer en de bewerkingen die het heeft ondergaan. Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen ruwvoer en mengvoer. Het mengvoer wordt samengesteld uit diverse grondstoffen zoals granen, sojashroot, maïsgluten, tapioca enzovoorts. De herkomst van het materiaal kan erg verschillen. Voor een groot deel komt het uit het buitenland. Over het algemeen wordt er van uitgegaan dat de bewerking van de grondstoffen (achtereenvolgens malen, verhitten en persen) zodanig is dat het eindproduct geen vitale zaden meer bevat.

Bij ruwvoer ligt dit anders. Het is bekend dat bijvoorbeeld gras, hooi en maïs vitale onkruidzaden kunnen bevatten (Korsmo, 1935; Schröder & Baart, 1982). Wanneer dergelijk ruwvoer onbewerkt aan het vee gevoerd wordt, is de kans op besmetting van de mest erg groot. Of ook andere ruwvoedermiddelen zoals bietestaartjes, voeraardappelen, erwtenstro, voeruien enzovoorts onkruidzaden kunnen bevatten is niet bekend. De mogelijkheid lijkt niet uitgesloten.

Een deel van de ruwvoermiddelen wordt ingekuild om het te conserveren voor gebruik tijdens de stalperiode. Het is bekend dat tijdens het silageproces de vitaliteit van eventueel aanwezige zaden achteruit gaat. Volgens Schröder & Baart (1982) is een goede ensilage van maïs gedurende vier tot zes weken zelfs een methode om te voorkomen dat mest besmet raakt met zaden van hanepoot (*Echinochloa crus-galli*). Of dit ook voor andere onkruidsoorten en onder alle omstandigheden geldt is niet goed bekend.

Als besmet veevoer wordt gevoerd kunnen vitale onkruidzaden door voerresteren rechtstreeks in een mestopslag terecht komen. Hetzelfde kan gebeuren wanneer

besmet strooisel (bijvoorbeeld stro) gebruikt wordt. Daarnaast kunnen ook de faeces van het vee vitale zaden bevatten. Het is bekend dat zaden van sommige onkruiden een passage door het maagdarmsstelsel van runderen en varkens kunnen overleven (zie Elema, 1987). Of dergelijke besmette mest gevaar oplevert voor de gebruikers hangt af van de verdere behandeling van de mest. In de regel wordt mest, voordat ze wordt uitgereden, nog enige tijd opgeslagen. Tijdens deze opslagperiode kan de vitaliteit van zaden achteruitgaan. Volgens Rieder (1966) zal rundermengmest die drie tot vier maanden is opgeslagen niet of nauwelijks vitale zaden meer bevatten. Bij het onderzoek van Schröder & Baart (1982) waren zaden van hanepoot echter na ongeveer vier maanden in rundermengmest nog grotendeels vitaal. De vraag is hoe zaden van andere soorten zich gedragen in mest.

Het hier beschreven onderzoek naar de verspreiding van onkruiden door mengmest had tot doel na te gaan hoe lang zaden (of andere vermeerderingsorganen) van onkruiden een verblijf in drijfmest kunnen overleven en wat het effect is van het ensilageproces op de vitaliteit van onkruidzaden. De aandacht is in eerste instantie gericht op rundermengmest en het voederprodukt snijmaïs. De reden hiervoor is dat de kans dat zaden in mest voorkomen vanwege het vele gebruik van ruwvoerdermiddelen in de rundveehouderij bij rundermest groter lijkt dan bij andere mestsoorten. Snijmaïs is zo'n ruwvoerprodukt dat in de praktijk veel gevoerd wordt. Onkruidsoorten die in een maïsgewas voor kunnen komen, kunnen ook schadelijk zijn voor akkerbouwers en tuinders. Gedacht kan daarbij worden aan soorten waarvan atrazine-resistente biotypen gevonden zijn zoals melganzevoet (*Chenopodium album*), zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) en perzikkruid (*Polygonum persicaria*). Ook bij soorten die in akkerbouwgebieden minder algemeen voorkomen zoals hanepoot (*Echinochloa crus-galli*), groene naalbaar (*Setaria viridis*) en papegaaiekruid (*Amaranthus retroflexus*), kan verspreiding door mest ongewenst zijn. Bij veel potentiële afnemers van mest is bovendien de angst voor een besmetting met knolcyperus (*Cyperus esculentus*) erg groot.

Van de zaden van genoemde onkruidsoorten is nagegaan wat er gebeurt met de kiemkracht en de vitaliteit tijdens een verblijf in rundermest en tijdens een verblijf in een snijmaïskuil. De uitgevoerde experimenten worden besproken in de paragrafen twee en drie. Wat de resultaten kunnen betekenen voor de verspreiding van zaden door mengmest wordt in paragraaf vier besproken.

2. KIEMING EN VITALITEIT VAN ZADEN EN KNOLLEN NA EEN VERBLIJF IN RUNDERMENGMEEST

2.1. Inleiding

Door het gebruik van besmet veevoer en/of strooisel kunnen onkruidzaden in mest terecht komen. Bij de afnemers van mest bestaat de angst dat door het gebruik van mest het land geïnfecteerd wordt met schadelijke onkruiden. In de regel wordt mest echter, voordat ze wordt uitgereden, nog enige tijd opgeslagen. De vraag is of zaden een verblijf in mest gedurende een opslagperiode kunnen overleven.

Uit de onderzoeken die tot nu toe gedaan zijn blijkt dat de overlevingsduur van zaden in mest onder andere afhangt van de onkruidsoort. Bij een onderzoek van Rieder (1966) bijvoorbeeld waren zaden van hennepnetel (*Galeopsis tetrahit*), kleefkruid (*Galium aparine*), vogelmuur (*Stellaria media*), korenbloem (*Centaurea cyanus*), kamille (*Matricaria chamomilla*) en paardebloem (*Taraxacum vulgare*) na tien tot dertig dagen in rundermengmest dood. Zaden van herik (*Sinapsis arvensis*) en knopherik (*Raphanus raphanistrum*) en zaden van wilde haver (*Avena fatua*) en duist (*Alopecurus myosuroides*) waren na veertig dagen nog niet allemaal dood. Zaden van perzikkruid (*Polygonum persicaria*), zwaluwtong (*P. convolvulus*), ringelwikke (*Vicia hirsuta*) en hardschalige zaden van witte klaver (*Trifolium repens*) waren aan het einde van de proeven (na veertig dagen) nog bijna allemaal vitaal. Bij een onderzoek van Schröder & Baart (1982) waren de zaden van hanepoot zelfs na een verblijf van zestien weken in rundermengmest nog nauwelijks in kiemkracht achteruitgegaan.

Naast de zaadsoort blijkt ook de temperatuur van de mest een rol te kunnen spelen. Bij een onderzoek van Hansen & Hansen (1983) waren zaden van wilde haver, koolzaad (*Brassica napus*), kleine brandnetel (*Urtica urens*) en zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) na twee weken in vergistingsvaten met rundermest van 35 °C dood. Van de zaden van melganzevoet (*Chenopodium album*) leefde na drie weken nog vijf procent. In mest van 20 °C leefde zelfs na acht weken nog ongeveer tien procent van de zaden van zwarte nachtschade en ongeveer de helft van die van melganzevoet. Bij een mesttemperatuur van 2 °C gingen alleen de zaden van koolzaad dood. De overige waren na acht weken nauwelijks in vitaliteit achteruitgegaan.

Onder Nederlandse omstandigheden kunnen, afhankelijk van het gebruikte veevoer, zaden van diverse onkruidsoorten in de mest terecht komen. Het doel van dit onderzoek was na te gaan hoe lang zaden van een aantal door potentiële mestgebruikers ongewenste onkruidsoorten in rundermengmest kunnen blijven leven. Bij de keuze van de soorten is vooral gelet op onkruidsoorten die in een maïsgewas voor kunnen komen (paragraaf 1). Daarnaast zijn ook oliehoudende

zaden van herik en gele mosterd (*Sinapsis alba*) en zaden van fluweelblad (*Abutilon theophrasti*) in het onderzoek betrokken, omdat bekend is dat deze zaden in de grond erg lang kunnen blijven leven.

Er zijn twee proeven uitgevoerd: een met mest uit een grupstal (zonder strooisel) en een met mest uit een drijfmestkelder. Omdat onder praktijkomstandigheden de temperatuur van de mest in een opslag nogal uiteen kan lopen, zijn de proeven bij verschillende temperaturen uitgevoerd.

2.2. Uitvoering van de proeven

a. Zaden en knollen

De meeste zaden die bij de proeven gebruikt werden, zijn verzameld in augustus en september 1986 in de omgeving van Wageningen. De zaden van herik komen uit een oude zaadvoorraad en de zaden van fluweelblad (seizoen 1985) zijn geïmporteerd uit Illinois in de Verenigde Staten. Alle zaden zijn bij kamertemperatuur gedroogd en in afgesloten glazen potten bij 4 °C bewaard. De knolletjes van knolcyperus (biotype A') zijn in het najaar van 1986 verzameld in een maïspereel in Sambeek (NB). Na droging zijn de knolletjes in papieren zakken bij kamertemperatuur bewaard. De kiemkracht en de vitaliteit van de droog bewaarde zaden en knolletjes tijdens het verloop van de proef zijn weergegeven in de tabellen 2.1 en 2.2.

Tabel 2.1. Kiemkracht (%) van droog bewaarde zaden tijdens het verloop van de proef.

Onkruidsoort	Bewaartijd (weken)					
	1	2	4	8	16	32
Herik	86	88	-	-	-	-
Gele mosterd	96	97	100	-	-	-
Kleefkruid	11	14	43	-	-	-
Hanepoot	6	8	6	5	9	-
Groene naalbaar	21	24	2	-	-	-
Perzikkruid	82	83	90	61	68	-
Zwaluwtong	19	14	10	15	16	15
Zwarte nachtschade	99	99	99	100	99	100
Papegaaiekruid	31	31	51	48	29	-
Melganzevoet	25	42	26	43	32	39
Fluweelblad	69	64	63	67	63	62
Knolcyperus (knolletjes)	41	36	44	-	-	-

Tabel 2.2. Vitaliteit (%) van droog bewaarde zaden tijdens het verloop van de proef.

Onkruidsoort	Bewaartijd (weken)					
	1	2	4	8	16	32
Herik	90	85	-	-	-	-
Gele mosterd	100	100	100	-	-	-
Kleefkruid	64	100	97	-	-	-
Hanepoot	88	99	99	95	96	-
Groene naalbaar	89	86	98	-	-	-
Perzikkruid	96	92	93	96	94	-
Zwaluwtong	67	83	79	72	72	81
Zwarte nachtschade	99	100	100	100	100	100
Papegaaiekruid	100	100	100	99	98	-
Melganzevoet	96	81	75	93	86	96
Fluweelblad	91	87	89	92	92	91

b. Gebruikte mest

De mest uit de drijfmestkelder was afkomstig van een veehouder in de omgeving van Wageningen. Het betrof mest van melkvee dat op stal stond en gevoerd werd met ingekuilde maïs en ingekuild gras, aangevuld met mengvoer. De mest is afgeleverd in twee porties (I en II). Voor de samenstelling van de mest zie tabel 2.3. De mest uit de grupstal (III) was afkomstig van een proefboerderij in Lelystad. Het ging om mest van melkvee dat overdag in de wei liep en 's nachts op stal stond. Het vee werd bijgevoerd met kuilgras en mengvoer.

Tabel 2.3. Samenstelling van de gebruikte mest.

Kenmerk	Mestsoort		
	I	II	III
Drogestof (%)	9,46	7,86	11,90
pH	7,50	7,43	7,10
N-totaal (mg/kg)	5,42	3,18	4,24
N-NH ₃ (mg/kg)	2,93	2,93	1,83

c. Uitvoering

De proef met de drijfmest werd uitgevoerd in plastic emmers van twintig liter. In januari/februari 1987 werden deze emmers voor circa 3/4 gevuld met mest. De mest werd vervolgens gedurende vijf minuten gehomogeniseerd met behulp van een Ultra-turrax. Hierna werden de emmers afgesloten en weggezet in ruimten van 4, 10 en 17 °C. Nadat de mest na enkele dagen op temperatuur was gekomen werden nylonzakjes met onkruidzaden in de emmers gestopt. Met behulp van kippegaas werd voorkomen dat de zakjes gingen drijven. Na 1, 2, 4, 8, 16 en 32 weken werden de emmers geopend en werd een deel van de zaden opgevist. De proef werd uitgevoerd in vier herhalingen. Voor iedere herhaling werd een aparte emmer gebruikt.

De proef met de mest uit de grupstal werd uitgevoerd in emmers van twaalf liter. In november 1986 zijn deze emmers voor ongeveer 3/4 gevuld met mest. Daarna zijn ze gesloten weggezet bij 5, 12 en 18 °C. Na enkele dagen werden nylonzakjes met zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade in de mest ge-

stopt. Ook hier werden de zakjes met kippegaas op hun plaats gehouden. Na 1, 2, 4, 8 en 16 weken werd steeds een deel van de emmers geopend en werden de nylonzakjes opgevist. De proef werd in vier herhalingen uitgevoerd. Per herhaling en voor ieder openingstijdstip werd een aparte emmer gebruikt.

d. Kiemingstoetsen

Nadat de zaden uit de mest waren gehaald werden ze een uur in stromend water gehangen. Daarna werden ze bij kamertemperatuur gedroogd. Voor het bepalen van de kieming werden per herhaling 50 zaden (van knolcyperus 25 knolletjes) uitgelegd in petrischalen (doorsnede 9 cm) op vloeipapier dat gedompeld was in een 0,2% KNO_3 oplossing. De zaden van hanepoot werden voor de test ontsmet door ze te dompelen in een 0,2% oplossing van thiram (AAtiram-75-S). De knolletjes van knolcyperus werden eerst gedurende 24 uur in stromend water gehangen en ontsmet door ze te dompelen in een 0,2% oplossing van benomyl (Benlate). Vervolgens werden ze twee weken tussen vochtig vloeipapier in de koelkast (4 °C) gelegd om eventuele kiemrust te doorbreken.

De kientest vond plaats in kiemkasten bij een wisseltemperatuur van 20-30 °C in afwisselend donker/licht (respectievelijk 16 en 8 uur). De zaden van kleeftkruid werden te kiemen gelegd in vochtig zand bij een constante temperatuur van 17 °C. Gedurende de kiemingsperiode werden de zaden regelmatig bevochtigd met de 0,2% KNO_3 oplossing. Na 3,5,7,10,12,14 en 21 dagen werd steeds het aantal gekiemde zaden geteld. De zaden die gekiemd waren werden verwijderd.

e. Vitaliteitstesten

Bij de vitaliteitstest werd gebruik gemaakt van de tetrazoliummethode. Porties van 4x25 zaden werden gedurende 18 uur geweekt tussen vochtig vloeipapier. Daarna werd de zaadhuid aangesneden of aangeprikt. De zaden werden vervolgens gedurende 48 uur bij 30 °C in een 1,0% 2,3,5 trifenyltetrazoliumchloride-oplossing (TTC) gehouden. De vitaliteit werd bepaald door de zaden door te snijden en de mate van roodkleuring van het embryo te beoordelen. Daarbij werden de zaden ingedeeld in twee klassen:

Vitaal: zaden waarvan het embryo volledig rood gekleurd was, of zaden waarvan het worteltje en/of de zaadlobben voor meer dan de helft gekleurd was of waarvan het gehele embryo lichtrood gekleurd was,

Niet-vitaal: zaden waarvan grote delen van het embryo ongekleurd waren of waarvan het gehele embryo lichtroze gekleurd was, of zaden waarvan het embryo volledig ongekleurd was.

2.3. Resultaten

De resultaten van de kiemkrachtsbepaling en vitaliteitstest bij de zaden uit de drijfmest staan in de tabellen 2.4 en 2.5 en in figuur 2.1.

Tussen de resultaten van de kiemtest en de vitaliteitstest zaten soms opmerkelijke verschillen. Bijna altijd was het percentage gekiemde zaden lager dan het percentage vitale zaden. Voor een deel komt dit omdat sommige zaden in kiemrust waren. Dit was bijvoorbeeld het geval bij hanepoot, kleefkruid, groene naalbaar, zwaluwtong en bij papegaaiekruid en fluweelblad (vergelijk tabel 2.1 met tabel 2.2). Er kunnen ook andere redenen zijn. Het is bekend dat zaden die snel afgestorven zijn, bijvoorbeeld door het gebruik van herbiciden, nog rood kleuren terwijl ze niet meer kiemkrachtig zijn. Iets dergelijks leek bijvoorbeeld bij zwarte nachtschade vrij systematisch op te treden. Dit is een nadeel van de vitaliteitstest. Een voordeel van de test is dat zaden die niet rood kleuren zeker dood zijn. In het kader van dit onderzoek is dit een belangrijk gegeven en een reden om bij de bespreking van de resultaten vooral het percentage vitale zaden als uitgangspunt te nemen.

Uit de resultaten blijkt dat zaadsoorten verschillend reageerden op een verblijf in de mest. De vitaliteit van de oliehoudende zaden van herik en gele mosterd bijvoorbeeld liep erg snel terug. Al na twee weken waren alle zaden van herik dood. Na vier weken was geen enkel zaadje van gele mosterd nog vitaal. Ook de zaden van kleefkruid gingen snel in vitaliteit achteruit; na vier weken leefde nog slechts één procent. De zaden van de twee grasachtige onkruiden reageerden nogal verschillend. Een verblijf van twee weken in de mest doodde bijna alle zaden van groene naalbaar terwijl bij de zaden van hanepoot pas na acht weken bijna alles dood was. Bij de zaden van zwarte nachtschade en papegaaiekruid was de temperatuur van de mest van grote invloed op de doding. In de mest van 17 °C waren de zaden van beide soorten na vier weken bijna allemaal dood. In de mest van 10 °C was dit na acht weken het geval en in de mest van 4 °C na zestien weken.

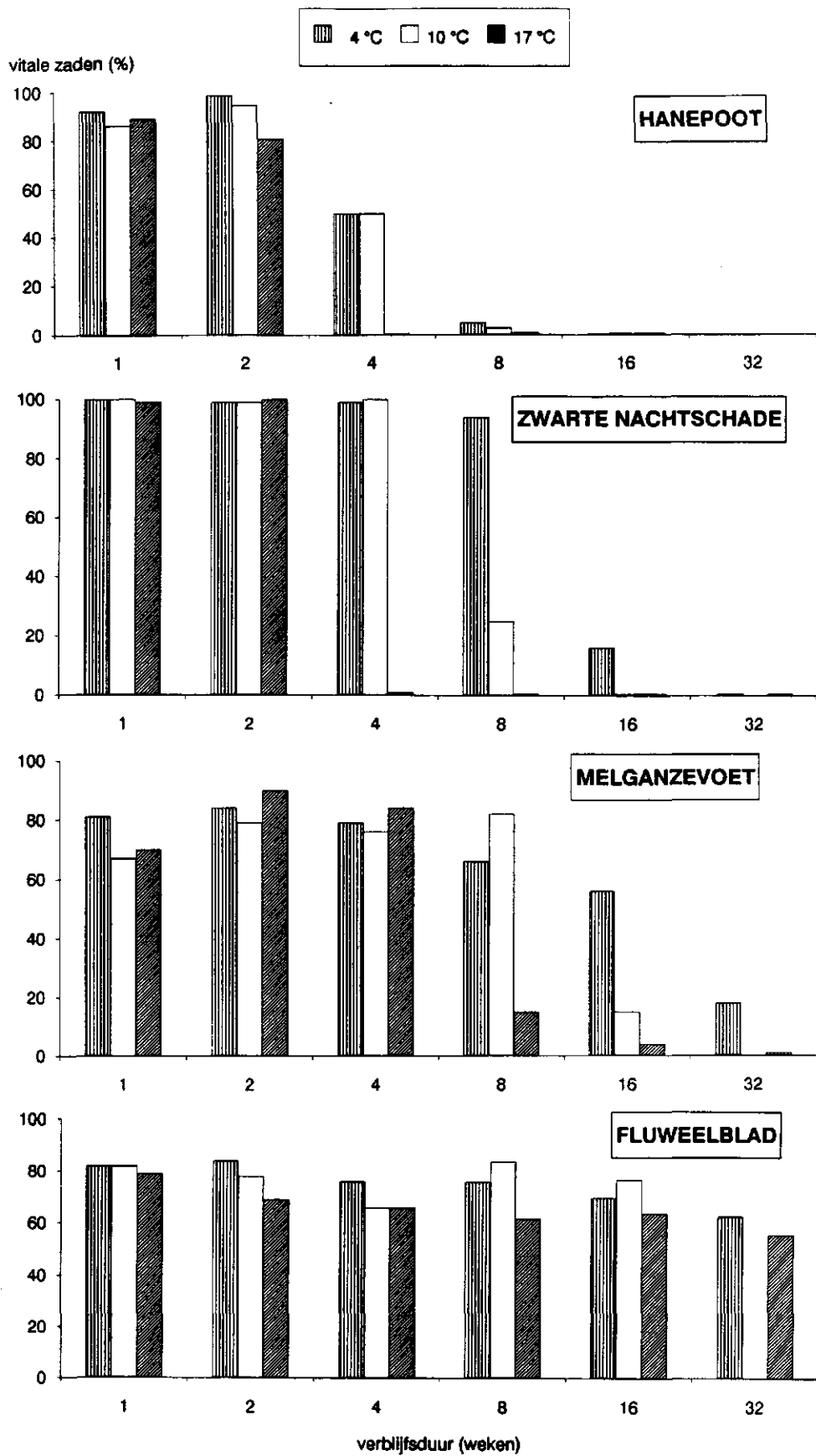
De zaden van beide duizendknopigen hielden het vrij lang uit in de mest. Pas na 16 weken waren die van perzikkruid dood. Van de zaden van zwaluwtong was zelfs na 32 weken in de mest van 4 °C nog 5% vitaal. Ook de zaden van melganzevoet hielden het lang uit. Na 8 weken bij 17 °C was 85% dood. Bij 4 °C was na 32 weken nog steeds ongeveer een vijfde deel vitaal. De zaden van fluweelblad bleven uitzonderlijk lang vitaal. Na 32 weken waren zelfs de zaden uit de mest van 17 °C nog voor meer dan 50% vitaal.

Tabel 2.4. Percentage gekiemde zaden na een verblijf van 1, 2, 4, 8, 16 of 32 weken in een rundermengmest bij 4, 10 of 17 °C.

Onkruidsoort	4 °C						10 °C						17 °C											
	1w		2w		4w		8w		16w		32w		1w		2w		4w		8w		16w		32w	
Herik	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Gele mosterd	10	0	0	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Kleefkruid	2	0	0	-	-	-	6	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Hanepoot	77	74	2	0	0	-	89	41	0	0	0	0	0	0	0	84	1	0	0	0	0	0	0	0
Groene naaldaar	76	1	0	-	-	-	19	0	0	-	-	-	-	-	-	2	0	0	-	-	-	-	-	-
Perzikkruid	89	59	8	0	0	-	92	48	0	0	0	0	0	0	0	62	2	0	0	0	0	0	0	0
Zwalwtong	22	9	15	0	0	0	20	9	4	0	0	0	0	0	0	25	4	0	0	0	0	0	0	0
Zwarte nachtschade	98	100	100	16	0	0	95	96	98	0	0	0	0	0	0	99	76	0	0	0	0	0	0	0
Papegaaiekruid	90	84	75	27	0	-	85	85	51	0	0	0	0	0	0	87	67	0	0	0	0	0	0	0
Melganzevoet	18	19	9	3	1	0	21	14	9	3	0	0	0	0	0	24	21	3	0	0	0	0	0	0
Fluweelblad	42	44	48	50	46	40	42	46	51	46	43	43	43	43	40	41	35	3	18	25	18	25	18	25
Knolcyperus (knolletjes)	14	4	0	-	-	-	16	4	0	-	-	-	-	-	19	0	0	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 2.5. Percentage vitale zaden na een verblijf van 1, 2, 4, 8, 16 of 32 weken in rundermengmest bij 4, 10 of 17 °C.

Onkruidsoort	4 °C						10 °C						17 °C																
	1w		2w		4w		8w		16w		32w		1w		2w		4w		8w		16w		32w						
Herik	8	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	-	-	-	-
Gele mosterd	39	27	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	31	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-
Kleefkruid	97	83	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	89	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	96	0	-	-
Hanepoot	92	99	50	5	0	-	-	-	-	-	-	-	86	95	50	3	0	-	-	-	-	-	-	-	89	81	0	0	0
Groene naalbaar	91	3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0	0	-	-
Perzikkruid	95	81	73	34	0	-	-	-	-	-	-	-	94	84	79	12	0	-	-	-	-	-	-	-	93	73	8	7	0
Zwaluwtong	71	96	90	51	23	5	-	-	-	-	-	-	68	90	84	38	17	-	-	-	-	-	-	-	77	89	50	9	0
Zwarte nachtschade	100	99	99	94	16	0	-	-	-	-	-	-	100	99	100	25	0	-	-	-	-	-	-	-	99	100	1	0	0
Papegaaiekruid	97	95	70	38	0	-	-	-	-	-	-	-	92	90	62	5	0	-	-	-	-	-	-	-	94	78	6	0	0
Melganzevoet	81	84	79	66	56	18	-	-	-	-	-	-	67	79	76	82	15	-	-	-	-	-	-	-	70	90	84	15	4
Fluweelblad	82	84	76	76	70	63	-	-	-	-	-	-	82	78	66	84	77	-	-	-	-	-	-	-	79	69	66	62	64



Figuur 2.1. Het percentage vitale zaden van hanepoot, zwarte nachtschade, melganzevoet en fluweelblad na een verblijf van 1, 2, 4, 8, 16 of 32 weken in rundermest bij 4, 10 of 17 °C.

De knolletjes van knolcyperus leken vrij snel te reageren op een verblijf in de mest. Na een verblijf van twee weken in de mest was het percentage kiemkrachtige knolletjes nog maar gering. Na vier weken kiemde er geen enkel knolletje meer. Of er toch nog sprake was van kiemrust valt niet te zeggen; de TTC test werkt niet bij knolletjes en kon dus niet worden toegepast.

Naast verschillen in de overlevingsduur en verschillende reacties op de temperatuur van de mest valt op dat bij sommige zaadsoorten door een verblijf in de mest de kiemrust gebroken werd. Dit was het geval bij hanepoot, groene naalbaar en papegaaiekruid. Een dergelijke kiemrustbreking trad niet op bij kleefkruid, zwaluwtong, melganzevoet en fluweelblad.

Uit het verband tussen het percentage vitale zaden en de verblijfsduur van de zaden in de mest, kan de verblijfsduur waarbij respectievelijk 50 en 90% ("LD50" en "LD90") van de zaden dood is, worden afgeleid. De resultaten staan in tabel 2.6.

Tabel 2.6. Geschatte verblijfsduur (weken) in rundermengmest bij 4, 10 of 17 °C waarbij 50 en 90% (LD50 en LD90) van de zaden dood is.

Onkruidsoort	Mesttemperatuur					
	4 °C		10 °C		17 °C	
	LD50	LD90	LD50	LD90	LD50	LD90
Herik	-	1	-	1	-	1
Gele mosterd	1	3	1	3	-	1
Kleefkruid	3	4	3	4	3	4
Hanepoot	4	8	4	8	3	4
Groene naalbaar	2	2	1	2	-	1
Perzikkruid	6	14	6	9	3	4
Zwaluwtong	8	30	7	-	4	8
Zwarte nachtschade	12	24	7	13	3	4
Papegaaiekruid	6	14	5	8	3	4
Melganzevoet	18	30	12	16	6	12
Fluweelblad	>32	>32	>32	>32	>32	>32
Knolcyperus	-	2	-	2	-	2

Bij de proef met de dikkere mest uit de grupstal bleken de zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade nauwelijks te lijden onder een verblijf in de mest (tabel 2.7). Na een verblijf van zestien weken in mest van 4 en 12 °C was de kiemkracht nog net zo hoog als van de droog bewaarde zaden. Alleen in de mest van 18 °C trad na zestien weken enig verlies van kiemkracht op.

2.4. Discussie en conclusies

Bij een vergelijking van de resultaten van verschillende onderzoeken naar de overlevingsduur van zaden in mest valt op dat de resultaten nogal uiteenlopen. Bij het onderzoek van Schröder & Baart (1982) bijvoorbeeld waren de zaden van hanepoot na zestien weken in rundermest van 9 °C nog voor 60% vitaal terwijl bij het onderzoek van Besson et al. (1987) al na zes weken in mest van 4-14 °C de kiemkracht tot 60% gedaald was. Bij dit laatste onderzoek waren hanepootzaden zelfs na acht weken in mest van 10 °C al nagenoeg dood. Ook de resultaten van het onderzoek met de drijfmest en het onderzoek met de dikke grupstalmest verschilden sterk. In het eerste geval waren bijvoorbeeld de zaden van zwarte nachtschade na acht weken niet meer kiemkrachtig terwijl in het laatste geval na zestien weken nog 99% kiemde.

Over de oorzaak (of oorzaken) van dergelijke verschillen valt weinig te zeggen. Misschien spelen verschillen in de samenstelling van de gebruikte mest een rol. Rieder (1966) suggereert bijvoorbeeld dat de ammoniak in de mest een oorzaak is van de doding van de zaden. Een van de eigenschappen van mest die in de praktijk sterk kan variëren is juist het ammoniakgehalte (Destain & Raimond, 1983). Een tweede factor die genoemd kan worden is het drogestofgehalte van de mest. Volgens Rieder (1966) kunnen zaden bovenin een mestopslag, in een relatief droge drijfslag, langer leven dan dieper in de meer vloeibare mest. Of dit te wijten is aan verschillen in drogestofgehalte of aan andere factoren is onduidelijk. Rieder (1966) vermoedt dat in een droge drijfslag het ammoniakgehalte lager is omdat de ammoniak in mest in de vloeibare fractie zit. Volgens metingen van Patni & Jui (1985) kunnen bovenin een mestopslag het ammoniakgehalte en de vetzuurconcentratie lager zijn. Mogelijk speelt hierbij ook de uitwisseling met de buitenlucht een rol. Verschil in overlevingsduur van zaden kan ook ontstaan door verschillen in de kwaliteit van de zaden waarmee gewerkt is. Het is bekend dat de omstandigheden tijdens het afrijpen, het oogsttijdstip en de bewaring van de zaden invloed kunnen hebben op o.a de kieming, kiemrust en vitaliteit (Roberts, 1972).

Tabel 2.7. Percentage gekiemde zaden na een verblijf van 1, 2, 4, 8 of 16 weken in rundermest (grupstal) bij 5, 12 of 18 °C.

Onkruidsoort	5 °C			12 °C			18 °C		
	1w	2w	4w 8w 16w	1w	2w	4w 8w 16w	1w	2w	4w 8w 16w
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

De dunne mest die bij dit onderzoek gebruikt is, had een gemiddeld drogestofgehalte en een ammoniakgehalte dat iets boven het gemiddelde lag (vergelijk Ministerie van Landbouw & Visserij, 1985). Omdat met gesloten emmers gewerkt is zal uitwisseling tussen mest en buitenlucht tijdens de proef nauwelijks een rol gespeeld hebben. In dit opzicht waren proefomstandigheden waarschijnlijk vergelijkbaar met de omstandigheden onderin een mestopslag. De overlevingsduur van enkele zaadsoorten vertoonde ook goede overeenkomst met de levensduur van de zaden die Rieder (1966) onderin een mestopslag had gestopt. Het drogestofgehalte van de mest uit de grupstal was hoog en vergelijkbaar met het drogestofgehalte van mest in een drijfslag. Dat de zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade hierin lang overleefden sluit aan bij het eerder genoemde idee van Rieder (1966).

Uitgaande van de resultaten van de proef met de dunne mest kan geconcludeerd worden dat in de praktijk tijdens opslag van mest de vitaliteit van aanwezige zaden flink achteruit gaat. De snelheid waarmee dit gebeurt hangt af van de zaadsoort en de temperatuur van de mest. De temperatuur wordt bepaald door het opslagsysteem en het seizoen. Uit metingen blijkt dat in een buitenopslag in een zomerperiode de temperatuur op kan lopen tot circa 17 °C (Hoeksma et al., 1987). Dergelijke mest zal volgens de onderzoeksresultaten na vier maanden nauwelijks meer vitale onkruidzaden bevatten (met uitzondering van hardschalige zaden). In de winter of bij opslag onder de grond blijft de temperatuur veel lager (4-10 °C). In dat geval zullen na vier maanden ook nog enige zaden van zwaluwtong, melganzevoet en zwarte nachtschade overleven. In de praktijk zal de opslagperiode wel eens korter zijn. Bovendien is vaak sprake van continue aanvoer van verse mest. In die gevallen zullen ook zaden van bijvoorbeeld perzikkruid, hanepoot en papegaaiekruid de opslag overleven. Tenzij verse mest gebruikt wordt, lijkt het gevaar voor aanwezigheid van vitale oliehoudende zaden, vitale zaden van groene naalदार en kleefkruid, en vitale knolletjes van knolcyperus gering.

3. KIEMING EN VITALITEIT VAN ZADEN EN KNOLLEN NA EEN VERBLIJF IN EEN SNIJMAISKUIL

3.1. Inleiding

Bij de oogst van ruwvoer kunnen onkruidzaden meegeogst worden. Wanneer het voer direct aan het vee gevoerd wordt, kunnen dergelijke zaden in de mest terecht komen. Een belangrijk deel van het ruwvoer wordt echter ingekuild. Tijdens dit conserveringsproces kunnen onkruidzaden hun vitaliteit verliezen. De vraag is of door het inkuilen van het voer een besmetting van mest voorkomen kan worden en hoe lang een kuil dan gesloten moet blijven.

Uit diverse onderzoeken blijkt, dat de overlevingsduur van zaden in kuilen erg kan verschillen. Bij een onderzoek van Schröder & Baart (1982) bijvoorbeeld waren zaden van hanepoot na vier tot zes weken in weckpotten met snijmaïs dood. Bij een onderzoek uitgevoerd door Woodward (1940) waren zaden van onder andere bolderik (*Agrostemma githago*), kweek (*Agropyron repens*) en akkerdistel (*Cirsium arvensis*) na twee tot drie weken in een luzernekuil dood. Na vier weken kiemde nog wel een deel van de zaden van akkerwinde (*Convolvulus arvensis*). Zahnley & Fitch (1941) deden zeven jaar onderzoek met zaden van elf onkruidsoorten in een silo met maïs of sorghum. De verblijfsduur in de silo varieerde van jaar tot jaar (minimaal 33 dagen tot maximaal 4 1/2 jaar). De zaden van papegaaiekruid, perzikkruid en zonnebloem (*Helianthus annuus*) waren iedere keer dat ze uit de silo kwamen dood. Van de zaden van fluweelblad en akkerwinde was in vijf respectievelijk zes van de zeven jaren nog een deel kiemkrachtig. In één geval kiemden zelfs na 4 1/2 jaar nog enkele zaden.

Naast verschil tussen zaadsoorten kan ook de plaats van de zaden in de kuil een rol spelen bij de overlevingsduur. Tildesly stopte zaden van o.a. melganzevoet, papegaaiekruid, duist, wilde haver, zwaluwtong en hanepoot zowel onderin als bovenin een maïssilo. Na drie weken kiemde geen van de zaden die diep in de silo weggestopt waren meer. Van de zaden die zich bovenin de silo bevonden, kiemde na zestig dagen nog een deel.

Doel van het onderhavige onderzoek was om na te gaan hoe lang zaden van een aantal onkruidsoorten onder Nederlandse omstandigheden in een maïskuil overleven. Bij de keuze van de plantesoorten is uitgegaan van onkruiden die in maïs voor kunnen komen en voor potentiële afnemers van mest schadelijk kunnen zijn. Voorbeelden hiervan zijn melganzevoet, zwarte nachtschade, perzikkruid (in verband met het voorkomen van atrazine-resistente biotypen), hanepoot en knolcyperus. Ook papegaaiekruid en fluweelblad zijn in de proeven meegenomen.

Op dit moment komen ze nog niet veel voor, maar het is niet uitgesloten dat ze zich in de toekomst uitbreiden. Bij de uitvoering van de proef is rekening gehouden met de mogelijkheid dat de omstandigheden diep in de kuil en vlak onder het oppervlak verschillend zijn.

3.2. Uitvoering van de proef

a. Zaden en knollen

De zaden die bij de proef gebruikt werden, zijn voor het grootste deel verzameld in augustus/september 1987 in de omgeving van Wageningen. Na het verzamelen werden de zaden bij kamertemperatuur gedroogd en in glazen potten bewaard bij 4 °C. De zaden van fluweelblad (1985) werden geïmporteerd uit Illinois in de Verenigde Staten. De knolletjes van knolcyperus (biotype A') werden een aantal dagen voor aanvang van de proef opgegraven in een maïspaneel in de omgeving van Boxmeer (NB). Voordat ze de kuil in gingen werden ze enkele dagen bij kamertemperatuur gedroogd.

Ter controle werden gedurende het verloop van de proeven porties droge zaden in glazen potten bij 4 °C bewaard. Deze zaden werden regelmatig getest op kiemkracht en vitaliteit. De resultaten staan in tabel 3.1 en 3.2.

Tabel 3.1. Kiemkracht (%) van droog bewaarde zaden tijdens het verloop van de proef.

Onkruidsoort	Bewaartijd (weken)					
	1	2	4	6	8	12
Melganzevoet	53	45	51	43	41	45
Zwarte nachtschade	100	100	99	100	100	-
Perzikkruid	14	10	80	35	-	-
Hanepoot	1	2	3	1	-	-
Papegaaiekruid	6	21	42	51	71	-
Fluweelblad	58	69	66	67	68	70
Knolcyperus (knolletjes)	100	99	99	98	98	99

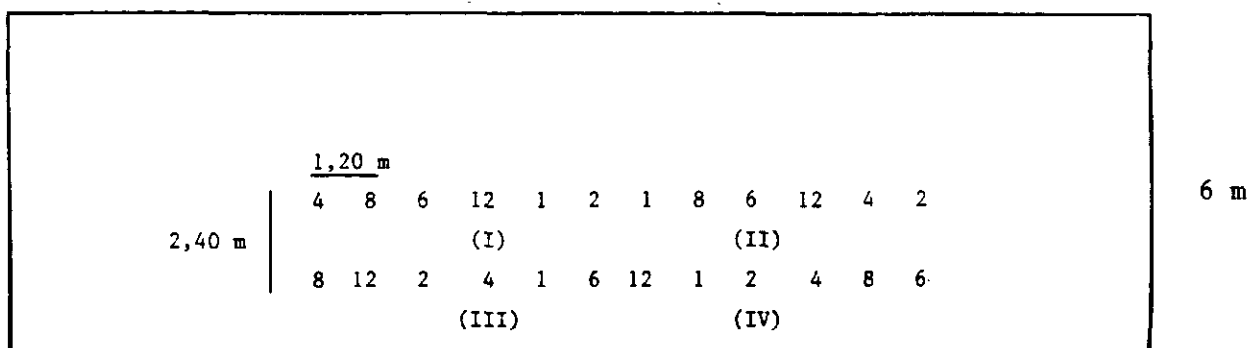
Tabel 3.2. Vitaliteit (%) van droog bewaarde zaden tijdens het verloop van de proef.

Onkruidsoort	Bewaartijd (weken)					
	1	2	4	6	8	12
Melganzevoet	96	97	97	99	99	99
Zwarte nachtschade	99	95	99	96	100	-
Perzikkruid	98	99	89	98	-	-
Hanepoot	93	96	96	97	-	-
Papegaaiekruid	100	99	100	98	100	-
Fluweelblad	98	93	94	89	92	91

b. Uitvoering

De proef werd uitgevoerd in een maïskuil op de regionale proefboerderij in Heino (Overijssel). De kuil (circa 25 m lang, 6 m breed en 120 cm hoog) werd aangelegd op 28 oktober 1987. De gehakselde snijmaïs werd laagsgewijs aangebracht in een sleufsilos en tussentijds herhaalde malen aangereiden met een shofel. De kuil werd afgedekt met een laag zwart landbouwplastic. Rondom de kuil werd het plastic vastgelegd met een laagje zand. De dag na aanleg van de kuil werden de onkruidzaden ingebracht. Daarvoor werd het plastic waarmee de kuil was afgedekt op diverse plaatsen opengeknipt (schema 3.1). In de kuil werden gaten geboord met een doorsnede van 7 cm en een diepte van 70 cm. Onderin de gaten werden nylonzakjes met onkruidzaden gehangen. De gaten werden vervolgens met het oorspronkelijke materiaal opgevuld. In dezelfde gaten werden op ongeveer 5 cm onder het plastic ook zakjes met zaden aangebracht. Het plastic werd tenslotte met tape weer dichtgeplakt. De proef werd uitgevoerd in vier herhalingen (I tot en met IV). Nadat alle zaden waren aangebracht werd de kuil in zijn geheel nogmaals afgedekt met een laag plastic. Na 1, 2, 4, 6, 8 en 12 weken werd een deel van de gaten weer geopend en werden de zaden opgegraven.

25 m



Schema 3.1. Plaatsen in de kuil waar zaden zijn ingebracht en bijbehorende verblijfsduur (weken).

Gelijktijdig met de proef in de maïskuil werd een proef gedaan met zaden in weckpotten gevuld met snijmaïs. De maïs kwam uit dezelfde partij als de maïs in de kuil. Na het hakselen werd de maïs enige dagen in een plastic zak bij 4 °C bewaard. Daarna werd ze in weckpotten van anderhalve liter gedaan. Bij het vullen werd de maïs met de hand goed aangedrukt. Op circa 5 cm van elkaar werden telkens nylonzakjes met zaden van hanepoot, zwarte nachtschade en fluweelblad ingebracht. De potten werden afgesloten weggezet bij 17 °C. Na 1, 2, 4, 6, 12 en 16 weken werden de potten geopend en de zaden opgevist.

c. Metingen van drogestofgehalte en pH

Op diverse plaatsen in de kuil (zowel op plaatsen waar het plastic al eens geopend was als op ongeopende plaatsen) werden tijdens het opgraven van de zaden maïsmonsters genomen. Ook bij het openen van de weckpotten werden monsters van de maïs genomen. Van deze monsters werden het drogestofgehalte en de pH bepaald. Het drogestofgehalte werd bepaald door 50 gram van het monster een nacht te drogen bij 105 °C en het vervolgens terug te wegen. De pH werd bepaald volgens de Oosterbeek-methode. Aan 50 gram van het monster werd 450 ml demi-water toegevoegd. Het mengsel werd goed geroerd en gedurende 24 uur weggezet bij 4 °C. Daarna werd de pH gemeten. Op het moment dat de zaden in de kuil werden gebracht bedroeg de pH gemiddeld 4,6. In de week daarna daalde de pH iets en bleef vervolgens gedurende de proef vrij constant. Ook het drogestofgehalte bleef tijdens de proef nagenoeg gelijk. De gemiddelde waarden voor alle tijdstippen zijn in tabel 3.3 weergegeven.

Tabel 3.3. Drogestofgehalte en pH van ingekuilde snijmaï's, op ongeopende of geopende plaatsen in de kuil, op 5 cm of op 70 cm diepte, of in de weckpotten (gemiddelde van metingen na 1, 2, 4, 6, 8 en 12 weken met 95% betrouwbaarheidsinterval).

	ongeopende plaatsen		geopende plaatsen		weckpotten
	5 cm	70 cm	5 cm	70 cm	
ds (%)	25,2 ± 3,4	27,1 ± 2,0	24,4 ± 3,6	26,4 ± 2,2	23,3 ± 3,6
pH	4,23 ± 1,64	3,76 ± 0,06	4,73 ± 2,54	3,80 ± 0,16	3,83 ± 0,08

d. Kiemings- en vitaliteitstesten

Nadat de zaden uit de kuil of uit de weckpotten waren gehaald werden ze gedurende een uur in stromend water gehangen. Daarna werden de zaden circa 18 uur bij kamertemperatuur gedroogd. Per herhaling werd vervolgens van 100 zaden de kiemkracht bepaald. Bij 4x25 zaden werd met behulp van de tetrazoliummethode de vitaliteit bepaald (voor uitvoering van de testen zie paragraaf 2.2). De knolletjes van knolcyperus werden nadat ze uit de kuil waren gehaald eerst gedurende veertien dagen in vochtig zand (ongeveer 10% vocht) bij 4 °C gelegd. Daarna werden ze 24 uur in stromend water gehangen en vervolgens te kiemen gelegd.

3.3. Resultaten

De resultaten van de kiemtest en de vitaliteitstest staan in de tabellen 3.4 en 3.5.

Vaak was het percentage vitale zaden hoger dan het percentage gekiemde zaden. Dit kan voor een deel een gevolg van kiemrust zijn. Vermoedelijk was dit het geval bij een deel van de zaden van hanepoot en melganzevoet en bij zaden van fluweelblad, papegaaiekruid en perzikkruid (vergelijk tabel 3.1 met tabel 3.2). Het is ook mogelijk dat sommige zaden zodanig verzwakt waren dat ze niet meer konden kiemen maar nog wel rood kleurden. Dit was bijvoorbeeld het geval bij de zaden van zwarte nachtschade. De zaden waren niet in kiemrust, maar toch was het percentage vitale zaden systematisch hoger dan het percentage gekiemde zaden.

Tabel 3.4. Percentage gekiemde zaden na een verblijf van 1, 2, 4, 6, 8 of 12 weken in een snijmaïskuil op 5 of 70 cm onder het oppervlak.

Onkruidsoort	5 cm diepte						70 cm diepte					
	1w	2w	4w	6w	8w	12w	1w	2w	4w	6w	8w	12w
	Melganzevoet	6	4	4	3	1	1	8	6	0	0	0
Zwarte nachtschade	98	93	21	0	23	44	90	4	0	0	0	-
Perzikkruid	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	-	-
Hanepoot	13	4	0	0	-	-	1	0	0	0	-	-
Papegaaiekruid	38	2	0	2	0	2	3	0	0	0	0	-
Fluweelblad	25	55	50	54	60	59	22	39	52	53	48	60
Knolcyperus (knolletjes)	95	85	24	10	25	1	84	18	0	0	0	0

Tabel 3.5. Percentage vitale zaden na een verblijf van 1, 2, 4, 6, 8 of 12 weken in een snijmaatskuil op 5 of 70 cm onder het oppervlak.

Onkruidsoort	5 cm diepte						70 cm diepte					
	1w	2w	4w	6w	8w	12w	1w	2w	4w	6w	8w	12w
	Melganzevoet	67	43	45	54	69	48	55	7	3	5	1
Zwarte nachtschade	98	93	43	29	23	48	85	0	0	0	0	-
Perzikkruid	18	8	2	0	3	11	1	0	0	0	-	-
Hanepoot	90	48	6	0	0	0	45	1	0	0	-	-
Papegaafkruid	8	6	4	14	14	2	3	0	0	0	0	-
Fluweelblad	81	77	77	78	83	79	79	78	78	82	79	78

In feite levert de vitaliteitstest dan een te positief beeld op van de werkelijke vitaliteit. Dit is een nadeel van deze test. Het voordeel van deze test is dat zaden die niet meer rood kleuren zeker dood zijn. In het vervolg van de bespreking wordt daarom toch de resultaten van de vitaliteitstest als uitgangspunt genomen.

Bij de vitaliteitstest kwam naar voren dat de overlevingsduur van zaden in een maïskuil verschilde per plantesoort en dat de plaats van de zaden in de kuil een rol speelde. Onderin de kuil gingen de meeste zaden vrij snel dood. De zaden van perzikkruid, papegaaiekruid en zwarte nachtschade waren na twee weken in de kuil volledig dood. Na vier weken waren de zaden van hanepoot dood en kiemde geen enkel knolletje van knolcyperus meer. De zaden van melganzevoet hielden het soms langer uit. Pas na twaalf weken waren ze volledig dood. De zaden van fluweelblad vormden een uitzondering in het geheel. Na een verblijf van twaalf weken in de kuil waren ze nauwelijks in vitaliteit achteruit gegaan.

Bovenin de kuil bleven de zaden duidelijk langer in leven. De zaden van hanepoot waren pas na zes weken allemaal dood en van de overige zaadsoorten leefde zelfs na twaalf weken nog een deel. Met name de zaden van melganzevoet, zwarte nachtschade en fluweelblad waren toen nog lang niet dood.

In de weckpotten met maïs gingen de zaden van hanepoot en zwarte nachtschade snel dood (tabel 3.6 en 3.7). Na twee, respectievelijk vier weken kleurde geen enkel zaadje meer rood. De zaden van fluweelblad waren zelfs na zestien weken nog nauwelijks in vitaliteit achteruitgegaan. De resultaten kwamen goed overeen met de overlevingsduur van de zaden onderin de maïskuil.

Tabel 3.6. Percentage gekiemde zaden na een verblijf van 1, 2, 4, 6, 12 of 16 weken in weckpotten met snijmaïs.

Onkruidsoort	Verblijfsduur (weken)					
	1	2	4	6	12	16
Zwarte nachtschade	99	22	0	0	-	-
Hanepoot	20	0	0	0	-	-
Fluweelblad	33	32	41	43	47	56

Tabel 3.7. Percentage vitale zaden na een verblijf van 1, 2, 4, 6, 12 of 16 weken in weckpotten met snijmaïs.

Onkruidsoort	Verblijfsduur (weken)					
	1	2	4	6	12	16
Zwarte nachtschade	96	0	0	0	-	-
Hanepoot	85	3	0	0	-	-
Fluweelblad	75	82	75	69	75	76

3.4. Discussie en conclusies

De resultaten van de proeven laten een beeld zien dat goed overeenkomt met de gegevens van andere onderzoekers. Dat wil zeggen dat meestal na twee tot vier weken een groot deel van de zaden in een kuil dood is met uitzondering van hardschalige zaden van onder andere fluweelblad. Dat zaden bovenin een kuil langer kunnen leven is al eens gevonden door Tildesley (1937) in een maïssilo. Hij concludeerde uit aanvullend onderzoek dat het organische zuur in het ensilagesap de oorzaak is van het afsterven van zaden en suggereerde dat een hogere zuurheidsgraad bovenin de silo de oorzaak is van het langer overleven van zaden. Dit sluit aan bij de gemeten pH waarden. Bovenin de kuil waren deze gemiddeld hoger dan dieper in de kuil. Ook was de variatie bovenin de kuil groot, wat erop duidt dat het ensilageproces hier niet altijd succesvol is verlopen.

De kuil waarin de proef werd uitgevoerd, kan representatief genoemd worden voor kuilen zoals die in de praktijk voorkomen. Wel lag het drogestofgehalte iets aan de lage kant. Volgens Woodward (1940) en Takabayashi et al. (1979) kunnen zaden in kuilen met een hoog vochtgehalte eerder afsterven dan in kuilen met een laag vochtgehalte. Of dit in deze proef meegespeeld heeft kan moeilijk ingeschat worden. Dat bovenin de kuil de pH gemiddeld hoger is en afhankelijk van de plaats van monstername sterk varieert kan ook in de praktijk optreden. Hoe dik een dergelijke onstabiele laag is hangt af van de rijpheid van het geoogste gewas, van de haksellengte en van de mate waarin de kuil is aangere-den. Het is niet uitgesloten dat in de proefkuil de bovenlaag iets onstabiel

was dan in de praktijk gebruikelijk is. Door het heropenen van de kuil bij het inbrengen van de zaden kan het ensilageproces in de bovenlaag nadelig beïnvloed zijn.

Door Schröder & Baart (1982) werd aangegeven dat een goede ensilage van snijmaïs gedurende vier tot zes weken een besmetting van mest met hanepoot kan voorkómen. Op basis van de onderhavige onderzoeksresultaten kan gesteld worden dat dit niet opgaat voor alle onkruidsoorten. Het effect van ensilage moet beoordeeld worden per soort. Van hanepoot worden inderdaad alle zaden gedood. In andere gevallen wordt een flinke reductie van de oorspronkelijke besmetting bereikt. Stel dat een slechte bovenlaag in een kuil 10% van de totale inhoud vormt. Na vier weken zal in een kuil dan minder dan één procent van de zaden van perzikkruid en papegaaiekruid nog in leven zijn. Bij zwarte nachtschade kan dit ten hoogste 5% zijn en bij melganzevoet kan dit oplopen tot 10%. Bij fluweelblad wordt helemaal geen reductie bereikt. Wat dit in absolute hoeveelheden betekent hangt uiteraard af van het oorspronkelijke besmettingsniveau.

Het mechanisme dat verantwoordelijk is voor het afsterven van de zaden in de maïskuil is niet bekend. In hoeverre de resultaten ook gelden voor andere inkuilprodukten zoals gras, is daarom moeilijk in te schatten. In een graskuil is het drogestofgehalte vaak belangrijk hoger dan in een maïskuil. Ook het tijdstip van aanleg, en daarmee het temperatuursverloop in de kuil ligt anders. Volgens een onderzoek van Masuda et al. (1984) kunnen in een graskuil na 38 dagen nog enkele zaden van ridderzuring (*Rumex obtusifolius*) leven. Een ander voorbeeld van een inkuilprodukt zijn bietekoppen. Volgens de resultaten van een Deens onderzoek (Anonymus, 1960) kunnen zaden van melganzevoet en zwarte nachtschade een verblijf in een bietekoppekuil twee maanden overleven.

4. ALGEMENE DISCUSSIE

De kans op verspreiding van onkruidzaden door dierlijke mest wordt bepaald door een aantal factoren. Uit de verkregen onderzoeksresultaten blijkt dat ensilage van snijmaïs en opslag van mest gedurende een aantal maanden (met name in de zomerperiode) het risico op verspreiding van zaden aanzienlijk reduceert. Het valt echter niet uit te sluiten dat zaden een of beide processen overleven. De kans dat dit gebeurt verschilt per onkruidsoort.

Onder akkerbouwers en tuinders is de angst dat er levende knolletjes van knolcyperus in de mest zitten erg groot. De kans hierop lijkt in de praktijk nauwelijks aanwezig. Uit de proefresultaten blijkt dat knolletjes na vier weken in een maïskuil dood zijn. Alleen vlak onder het oppervlak kunnen enkele knolletjes langer leven. Wanneer deze in de mest terecht komen zullen ze echter binnen twee tot vier weken afsterven. Dit betekent dat (er vanuit gaande dat er knolletjes in de maïs terecht kunnen komen) in de praktijk alleen bij het gebruik van vers veevoer en bij gebruik van verse mest de kans bestaat dat knolletjes verspreid worden met mest.

Heel anders ligt het bij het zaad van fluweelblad. Bij de proeven gingen de zaden zowel in de maïskuil als in de mest nauwelijks in vitaliteit achteruit. De kans op verspreiding van zaad door mest lijkt daarom groot. Daarbij moet wel bedacht worden dat fluweelblad in Nederland nog nauwelijks voorkomt. Het is zelfs de vraag is of de soort zich in de toekomst kan ontwikkelen tot een algemeen voorkomend onkruid. Voorlopig lijkt er nog geen reden bezorgd te zijn dat de plant met mest verspreid wordt. Extra aandacht van overheidswege om de soort "in de gaten te houden" lijkt wel op zijn plaats.

Uit de proefresultaten blijkt dat verspreiding van papegaaiekruid via mest niet uitgesloten is. Bovenin een maïskuil kan een deel van de zaden (circa 10%) overleven. Wanneer dergelijke zaden in de mest terecht komen, kan een deel (5-40%) nog een aantal maanden (met name in de wintermaanden) blijven leven. Dit betekent dat er aan het einde van een stalperiode van bijvoorbeeld vijf maanden nog levende zaden in de mest kunnen zitten. Daarbij gaat het om veel minder dan 1% van de oorspronkelijke hoeveelheid in het veevoer. Ook papegaaiekruid komt nog niet algemeen voor in Nederland. Of het zich verder uit kan breiden is moeilijk in te schatten. Bekend is dat er biotypen zijn die resistent zijn tegen atrazin.

De overige onderzochte zaden zijn van onkruidsoorten die wat algemener voorkomen in Nederland. Op grond van de onderzoeksresultaten kan gesteld worden dat de kans op verspreiding door mest van kleeftkruid, groene naalदार, herik en gele mosterd nauwelijks aanwezig is. Wanneer vitale zaden in de mest terecht komen zullen ze niet langer dan twee tot vier weken leven. In de praktijk zal

het nauwelijks voorkomen dat mest korter is opgeslagen. Ook de kans op verspreiding van zaden van hanepoot is gering mits maïskuilen ongeveer zes weken gesloten blijven.

Anders ligt het bij soorten als melganzevoet, zwarte nachtschade, perzikkruid, en zwaluwtong. Hoewel het overgrote deel van de zaden in een maïskuil binnen een aantal weken dood is, is het niet uitgesloten dat bovenin de kuil zaden het ensilageproces overleven. Als deze zaden in de mest terecht komen kan een deel van de zaden een opslagperiode van een aantal maanden (in de winter) overleven. Wat er uiteindelijk nog aan vitale zaden in de mest kan zitten zal meestal slechts enkele procenten zijn van het oorspronkelijke besmettingsniveau in het veevoer. Absoluut gezien kan het nog om een flink aantal gaan. Een voorbeeld maakt dit duidelijk.

Schröder & Baart (1982) vonden in maïs van een zwaar besmet perceel twintig zaden van hanepoot per kg maïs. Stel dat een dergelijke besmetting ook op kan treden met zaden van melganzevoet. In het volgende overzicht wordt duidelijk wat dit kan betekenen voor een mogelijke besmetting van bouwland door mest:

Oorspronkelijk besmettingsniveau	20	zaden/kg maïs
Gesteld:		
- door inkuilen van maïs 90% reductie	2	zaden/kg maïs
- opname koe 20 kg maïs/dag	40	zaden/dag
- door darmpassage 90% reductie	4	zaden/dag
- mestproduktie koe bedraagt 50 liter/dag		
Besmetting van mest	0,08	zaden/liter
Gesteld:		
- door zomeropslag van mest reductie 90%	0,008	zaden/liter
- door winteropslag van mest reductie 50%	0,04	zaden/liter
- uitrijden van 50 ton/ha		
Besmetting van bouwland		
* bij zomeropslag van mest	400	zaden/ha
* bij winteropslag van mest	2000	zaden/ha

Bij een dergelijke besmetting van bouwland zal de directe schade aan gewassen gering zijn. Wanneer het om een nieuw onkruid zou gaan dat door een dergelijke besmetting de kans krijgt zich te vestigen, kan in de toekomst wel schade ontstaan. Dergelijke schade kan dan toegerekend worden aan het gebruik van dierlijke mest.

Een mogelijkheid om verspreiding van zaden door mest tegen te gaan is het bewerken of ontsmetten van de mest. Bij een aantal verwerkingsprocessen die momenteel toegepast en/of getoetst worden, wordt de mest gedurende een aantal weken vergist. Uit literatuurgegevens is bekend dat bij vergisting bij 30-35 °C veel zaadsoorten binnen een aantal weken dood zijn (Hansen & Hansen, 1983; Besson et al., 1987). Of dit voor alle soorten geldt, is de vraag. Omdat bij vergisting in de praktijk vaak sprake is van een continu proces van aan- en afvoer, is het niet uitgesloten dat zaden het proces maar kort ondergaan en dus overleven. Ook wordt mest wel eens kunstmatig gedroogd. Daarbij worden temperaturen gebruikt van rond 70-80 °C of soms hoger. Wat daarvan de invloed is op onkruidzaden valt op basis van literatuurgegevens moeilijk aan te geven. Soms blijken zaden na een half uur bij 55 °C dood (Proefstation voor tuinbouw onder glas, 1981), in andere gevallen is 120 °C gedurende anderhalf uur pas afdoende (Metz, 1970). Verder is bekend dat bij bepaalde beluchtingsprocessen de temperatuur van de mest op kan lopen tot circa 50 °C. Hierdoor wordt een sterk hygiëniserend effect verkregen. Met name met het oog op verspreiding van dierziekten is hier veel onderzoek naar gedaan (Strauch, 1977). Het effect op zaden van hanepoot en ridderzuring is volgens Besson et al. (1987) zodanig dat ze binnen een paar weken dood zijn. Voor andere onkruidsoorten is hierover niets bekend. In het kader van ontsmetting van mest tegen dierziekten worden ook wel eens maatregelen als pH-verhoging, chemische ontsmetting met formaldehyde of bestraling met gammastraling toegepast. Het effect ervan op onkruidzaden is onbekend.

SAMENVATTING

Het PAGV is in 1986 samen met het CABO een onderzoek gestart naar de mogelijke verspreiding van onkruiden via mest. In een aantal proeven is onder andere onderzocht hoe lang zaden van diverse onkruidsoorten en knolletjes van knolcyperus (*Cyperus esculentus*) een verblijf in rundermengmest of in een snijmaïskuil overleven.

De overlevingsduur van zaden en knolletjes in de rundermengmest bleek af te hangen van de temperatuur van de mest. Bij 17 °C (vergelijkbaar met zomeropslag) waren na zestien weken bijna alle zaden van de onderzochte onkruidsoorten dood. Alleen de hardschalige zaden van fluweelblad (*Abutilon theophrasti*) bleven volledig vitaal. Bij een mesttemperatuur van 4 °C (vergelijkbaar met winteropslag) leefde na zestien weken nog een deel van de zaden van melganzevoet (*Chenopodium album*), zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*) en zwaluwtong (*Polygonum convolvulus*). Zaden van onder andere perzikkruid (*Polygonum persicaria*), hanepoot (*Echinochloa crus-galli*), kleefkruid (*Galium aparine*) en papegaaiekruid (*Amaranthus retroflexus*) en knolletjes van knolcyperus (*Cyperus esculentus*) waren, afhankelijk van de soort, na vier tot zestien weken volledig dood.

De meeste zaden (en knolletjes) die in een maïskuil waren gestopt waren na twee tot vier weken dood. Een uitzondering vormden weer de zaden van fluweelblad. Na twaalf weken waren ze nog volledig vitaal. Zaden die vlak aan de oppervlakte van de kuil waren aangebracht gingen niet allemaal dood. Zelfs na twaalf weken leefde nog enkele zaden van melganzevoet, zwarte nachtschade, perzikkruid en papegaaiekruid. Ook leefde nog een enkel knolletje van knolcyperus.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat door opslag van mest gedurende circa vier maanden (met name tijdens de zomermaanden) en door maïskuilen ongeveer vier weken gesloten te houden een risico voor verspreiding van onkruiden met mest flink gereduceerd wordt. Uitsluiting van alle risico wordt er echter niet mee bereikt. Voor sommige onkruidsoorten blijft er een kans bestaan dat zaden een of beide processen overleven.

SUMMARY

In 1986 the PAGV and the CABO started a research on the dissemination of weeds by liquid manure. In some experiments the survival of weed seeds during storage in cattle manure and during the silage of maize were examined.

Weed seeds survival in cattle manure depended on the temperature of the manure. Almost all seeds of the tested weed species were dead after sixteen

weeks exposure to cattle manure of 17 °C. Only the hardscaled seeds of *Abutilon theophrasti* survived. When put in manure of 4 °C some seeds of *Chenopodium album*, *Solanum nigrum* and *Polygonum convolvulus* were still viable after sixteen weeks storage. Seeds of *Polygonum persicaria*, *Echinochloa crus-galli*, *Galium aparine* and *Amaranthus retroflexus*, and the tubers of *Cyperus esculentus* were dead after four to sixteen weeks exposure to the manure of 4 °C.

Most seeds (and tubers) died within two to four weeks during the silage of maize. Seeds of *Abutilon theophrasti* were still viable after twelve weeks. When put on the top of the silage hill a part of the seeds remain viable. Even after twelve weeks some of the seeds of *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Polygonum persicaria* and *Amaranthus retroflexus* were alive. Also some tubers of *Cyperus esculentus* were able to germinate. The results of the experiments indicate that during storage of manure for four months (mainly in summer) and during the silage of maize for four weeks a risk for the dissemination of weeds by manure is reduced. Not all risk can be avoided. There is still a chance some seeds of certain weed species will survive during one or both processes.

LITERATUUR

- Anderson, R.N., 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. Weed Science Society of America, 236 pp.
- Anonymus, 1960. The viability of weed seeds after storage in silage. Medd. Stat. Forsogsviksomhed i. Plantekutus 633, 2 pp. Uit: Weed Abstracts 9, 304.
- 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.
- Austin, R.B., 1972. Effects of environment before harvesting on viability. In: Viability of seeds, E.H. Roberts (ed), 114-149.
- 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.
- Destain, J.P. & Y. Raimond, 1983. De scheikundige samenstelling van mengmest, de factoren die deze samenstelling wijzigen en de gevolgen ervan voor de landbouw. Landbouwtijdschrift 36, 39-49.
- Elema, A.G., 1987. Verspreiding van ziekten en onkruiden via dierlijke mest (literatuuroverzicht en proefplan). Proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (PAGV), Interne mededeling 693, 30 pp.
- Hansen, S. & J. Hansen, 1983. Overlevelsesnesnen hos forskellige frø under anaerobe betingelser (biogasanlaege). Kemiteknik Teknologisk Institut Gregersensvej, Tastrup. STUB rapport no 12.
- Harmon, G.W. & F.D. Kein, 1934. The percentage and viability of weed seed recovered in the feces of farm animals and their longevity when buried in manure. Journal of the American Society of Agronomy 28, 762-767.
- Heydecker, W. (ed), 1972. Seed Ecology. Univ. of Nottingham, Proceedings of the 19th Easter School in Agricultural Science, 580 pp.
- Heydecker, W., 1972. Vigour. In: Viability of seeds, E.H. Roberts (ed), 209-252.
- Hoeksma, P., H.R. Poelma & A. van Zadelhoff, 1987. Koude vergisting van mengmest: mogelijkheden voor praktijktoepassing: concept. IMAG, Wageningen, 39 pp. Hierbij: Bijlagen door P. Hoeksma & A. van Zadelhoff, 51 pp.
- Hopkins, C.Y., 1936. Thermal death point of certain weed seeds. Canadian Journal of Research 14, sec. C, 178-183.

- Horowitz, M. & R.B. Taylorson, 1984. Hardseededness and germinability of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) as effected by temperature and moisture. Weed Science 32, 111-115.
- Hvidsten, L., 1953. Studies on the effect of ensiling on the germination ability of weed seeds. Tidsskrift f. dit Norske Landbr. 9/10, 244-246.
- Kirk, J. & A.D. Courtney, 1972. A study on the survival of wild oats seeds buried in farmyard manure and fed to bullocks. Proceedings of the British Weed Control Conference 1, 226-233.
- Korsmo, E., 1935. Investigations respecting the content of weed seeds in grain screenings, chaff, hay barn sweepings, farmyard manure and cultivated soil. Johansen & Nielsens Boktrykkeri, Oslo, 133 pp.
- Kovacs, F. & G. Tamas, 1979. An experimental study of methods for liquid manure desinfektion. Acta Vet. Acad. Sci. Hungar 27, 55-64.
- Kroodsmas, W. & H.R. Poelma, 1978. Roeren van mengmest in bovengrondse silo's. Landbouwmecanisatie 29, 283-286.
- Kuhlmann, R.H., 1982. Der Einfluss von Mikrowellen in Durchlaufverfahren auf die Inaktivierung von Viren in Flüssigmist. Dissertation Universität Hohenheim Stuttgart, 122 pp.
- Masuda, Y., T. Nishimura, T. Kobayashi, T. Yamano, Y. Nakano & I. Goto, 1984. Germination ability of *Rumex obtusifolius* L. in silages. Science bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyustu University 38 (4), 181-185.
- Maun, M.A., 1977. Response of seeds to dry heat. Canadian Journal of Plant Science 57, 305-307.
- Metz, R., 1970. The spreading of the caryopsis of *A. fatua* and the possibilities of farm hygiene to destroy and eliminate wild oat grain. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst Berlin 24, 85-88.
- Miersch, K., 1979. Hygienische Untersuchungen zur Bewertung von Kompostierungsverfahren hinsichtlich der Aufbereitung von Abfällen aus dem Kommunalen und Landwirtschaftlichen Bereich. Universität Hohenheim Stuttgart, 192 pp.
- Ministerie van Landbouw & Visserij, 1985. Dierlijke mest. Vlugschrift voor de Landbouw 406.
- Patni, N.K. & P.Y. Jui, 1985. Volatile Fatty acids in stored dairy-cattle slurry. Agricultural Waste 13, 159-178.
- Proefstation voor Tuinbouw onder glas, Proefstation voor de Bloemisterij, Proeftuin "Noord Limburg" & Consulentschappen voor de Tuinbouw, 1981. Grondstomen. Naaldwijk, Informatiereeks no 71, 51 pp.
- Rieder, G., 1966. Der Einfluss des Schwemmistes auf die Unkrautverbreitung und die Anwendung der Tetrazolium Methode bei Unkrautsamen. Dissertation Hohenheim Stuttgart, 119 pp.

