



Ontwikkeling van praktische methoden voor éénjarige bewaring van geprimed suikerbietenzaad

**Resultaten van tweejarig onderzoek
(2015 t/m 2017)**

Martijn van Overveld

Stichting IRS
Postbus 32
4600 AA Bergen op Zoom
Telefoon: +31 (0)164 - 27 44 00
Fax: +31 (0)164 - 25 09 62
E-mail: irs@irs.nl
Internet: <http://www.irs.nl>

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Het IRS stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruikmaking van de gegevens uit deze uitgave.

INHOUD

SAMENVATTING.....	3
1. INLEIDING	4
2. WERKWIJZE	6
2.1 Bewaarmethoden en zaadpartijen.....	7
2.2 Laboratoriumkiemtest	8
2.3 Veldproeven	9
2.4 Pillenzaadanalyses.....	9
2.5 Statistische analyse.....	10
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	11
3.1 Laboratoriumkiemtest	11
3.2 Veldproeven	15
3.3 Randwoordwaarden: conservering actieve stoffen en breed toepasbaar.....	18
3.3.1 Conservering actieve stoffen	19
3.3.2 Rassen en zaadpartijen	21
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....	26
5. LITERATUUR	27
BIJLAGE 1. OMSCHRIJVING BEWAARMETHODEN.....	28
BIJLAGE 2. SCHEMA'S EN SITUATIESCHETSEN	32
SITUATIESCHETSEN	36

Samenvatting

Een goede en snelle veldopkomst is een belangrijk uitgangspunt voor een hoge (financiële) opbrengst van een suikerbietenteelt. Om het risico op een slechte veldopkomst te verminderen wordt geadviseerd om overgebleven geprimed suikerbietenzaad niet meer te gebruiken. In het recente verleden waren er vanuit de praktijk regelmatig problemen met een slechte veldopkomst bij het gebruik van geprimed suikerbietenzaad uit het voorgaande jaar. Om zaadkosten voor telers en verwerkingskosten van geretourneerd zaad voor zaadleveranciers te verminderen bestond de wens om een éénjarige bewaarmethode voor geprimed bietenzaad te ontwikkelen. In een tweejarig onderzoek, uitgevoerd van 2015 tot en met 2017, werd de effectiviteit van verschillende bewaarmethoden variërend in; temperatuur, vocht en aanwezigheid van zuurstof getest door middel van laboratoriumkiemtesten, veldproeven en pillenzaadanalyses. De bewaarmethoden werden toegepast op rassen van meerdere kwekers en derhalve zaad wat verschillende primingsprocedures had ondergaan.

De aanwezigheid van vocht bleek de meest bepalende factor op de bewaarbaarheid van geprimed suikerbietenzaad. Het effect van temperatuur was relatief gering en de aanwezigheid van wel of geen zuurstof veroorzaakte geen merkbaar verschil. Zolang het zaad droog werd bewaard, ging de kiemkracht niet verloren. Er waren twee methoden die ook een meerwaarde hadden voor de conservering van de kiemenergie en actieve stoffen in het pillenzaad. Deze methoden waren bewaring van geprimed bietenzaad in een weckfles met silicagel (ratio zaad silicagel in een massaverhouding van 4:1) en in een afgesloten plastic zak op -18°C. De bewaring in een afgesloten plastic zak op -18°C bleek voor conservering van kiemenergie en actieve stoffen licht effectiever dan die in een weckfles met silicagel. Bij deze bewaarmethoden werden tussen de rassen kleine verschillen in de conservering van kiemenergie en actieve stoffen waargenomen. Deze waren bij de bewaring in een weckfles met silicagel groter dan bij een bewaring in een plastic zak op -18°C. Deze bewaarmethoden bieden dus geen garantie voor 100% conservering van de kiemenergie en actieve stoffen. Desondanks werden bij alle onderzochte zaadpartijen die op deze manieren bewaard werden goede resultaten verkregen die vergelijkbaar waren met nieuw zaad. Op basis van de resultaten van dit onderzoek lijkt het verantwoord om voor deze bewaarmethoden een praktijkadvies op te stellen.

1. Inleiding

Een goede en snelle veldopkomst is een belangrijk uitgangspunt voor een hoge (financiële) opbrengst van een bietenteelt. Hiervoor zijn naast de kwaliteit van het zaaibed, zaaien en de weersomstandigheden, de kiemkracht en -energie van het bietenzaad grotendeels bepalend. De kiemkracht geeft aan welk percentage van de zaden kiemt en de kiemenergie heeft betrekking op de beschikbare energie om een hypocotyl door de grond te laten breken. Een snelle opkomst is van belang om de meest kwetsbare periode van een bietenplant, tussen zaai en opkomst, te verkorten. In die periode kunnen namelijk weersomstandigheden zoals kou en hevige buien, met korstvorming als gevolg, de veldopkomst sterk bemoeilijken [1, 8]. Om de opkomstsnelheid te bevorderen, wordt bietenzaad tegenwoordig door kwekers geprimed. Het zaad wordt daarmee als het ware voor kieming in de startblokken gezet door de processen die daaraan vooraf gaan kunstmatig te activeren [2, 3]. Deze processen worden gestopt door de zaden in te drogen tot een vochtpercentage van < 10%. Na het primen wordt het zaad gepilleerd met een mengsel van mineralen en organische substanties zoals respectievelijk klei en cellulose. Daarmee kan het bietenzaad worden gezaaid met precisiezaaimachines, vormt de pil een vochtbuffer en kunnen er actieve stoffen in het gepilleerd zaad worden verwerkt [3].

Ondanks dat bietentelers de zaadbestelling zo goed mogelijk op het geplande areaal aan laten sluiten, komt het vaak voor dat er na het zaaien zaad overblijft. Daarnaast worden zaaimachines nooit helemaal leeggezaaid, vooral bij 12- en 18-rijige machines kan er nog een aardige hoeveelheid zaad overblijven.

Vanwege de relatief hoge zaadkosten (gemiddeld circa € 240 per ha) zijn telers geneigd om restzaad te bewaren voor het volgende teeltseizoen. In het recente verleden werden in de praktijk regelmatig problemen met een slechte veldopkomst bij gebruik van éénjarig bewaard geprimed bietenzaad geconstateerd. Daarom luidt het huidige advies om geen risico te nemen en overblijvend geprimed bietenzaad niet meer te gebruiken.

Om aanschaf- en verwerkingskosten van (geretourneerd) bietenzaad voor respectievelijk telers en zaadleveranciers te reduceren, bestaat vanuit de praktijk de wens om over een relatief eenvoudig toepasbare bewaarmethode voor geprimed zaad te beschikken. Deze wens heeft tot een tweejarig IRS-onderzoek geleid waarvan de resultaten in deze rapportage worden beschreven.

Dit tweejarig IRS-onderzoek had als doel om een éénjarige bewaarmethode te ontwikkelen voor geprimed bietenzaad, waarin de kiemkracht en -energie van het zaad behouden blijven. Naast het behoud van de kiemkracht en -energie heeft een bewaarmethode de randvoorwaarden dat deze breed (op al het verkrijgbare bietenzaad) toepasbaar moet zijn en dat deze de toegevoegde actieve stoffen ook voldoende conserveert. Kwekers kunnen verschillende primingsprocedures hanteren, waardoor de effectiviteit van een bewaarmethode per kweker zou kunnen verschillen. Daarnaast kan de veldopkomst ook nadelig worden beïnvloed door plantbelagers wanneer de aan het pillenzaad toegevoegde fungiciden en/of insecticiden niet meer voldoende bescherming bieden door afname van de concentraties tijdens bewaring.

Vanuit de literatuur is bekend dat de kiemkracht en -energie van zaden tijdens bewaring door de factoren tijd, vocht, temperatuur en zuurstof worden beïnvloed [4]. Omdat geprimed zaad fysiologisch meer actief is dan niet-geprimed zaad kunnen deze factoren een extra sterke invloed uitoefenen. Deze aanname was in een vergelijkbaar onderzoek van Groot *et al.* (2015) [7] getest op geprimed zaad van selderij (*Apium graveolens*). In dat onderzoek had het wegvangen van vocht en zuurstof een meerwaarde voor de bewaarbaarheid van geprimed

selderijzaad. Een aantal geteste bewaarmethoden van Groot *et al.* (2015) [7] zijn daarom in dit onderzoek ook op geprimed suikerbietenzaad toegepast.

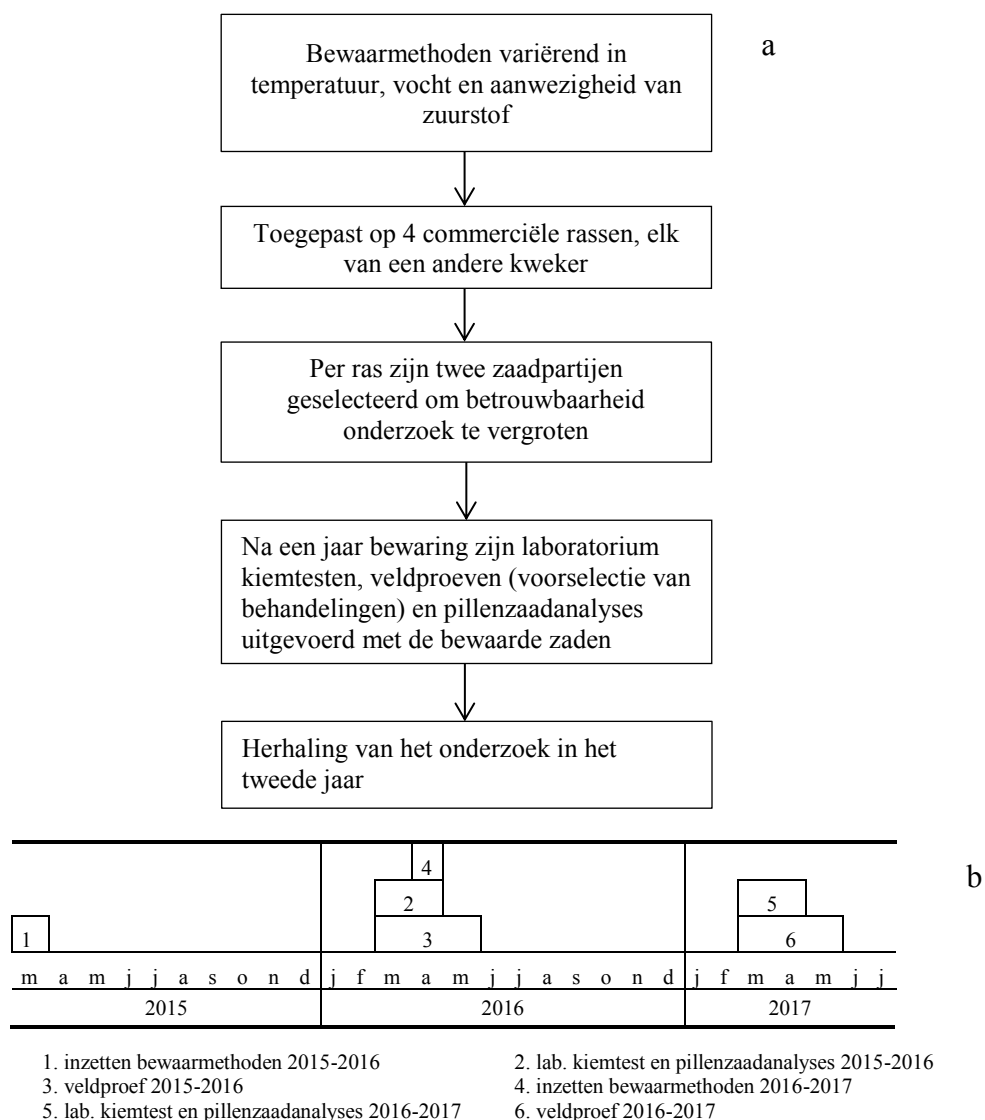
Vanuit de bovenstaande context waren de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. *Bestaat er een praktische methode waarmee geprimed suikerbietenzaad voor één jaar bewaard kan worden zonder dat er een achteruitgang in kiemkracht en -energie optreedt?*
2. *Welke factor (temperatuur, vochtigheidsgraad, zuurstof) heeft de grootste invloed op de bewaring van geprimed bietenzaad?*
3. *Voldoet een bewaarmethode aan de randvoorwaarden: breed toepasbaar en voldoende conservering van actieve stoffen?*

2. Werkwijze

In het voorjaar van 2015 werden diverse zaadpartijen met verschillende bewaarmethoden, variërend in temperatuur, vocht en de aanwezigheid van zuurstof ingezet. Deze methoden werden toegepast op verschillende commerciële rassen en derhalve zaad wat verschillende primingsprocedures had ondergaan. Om de betrouwbaarheid van het onderzoek te vergroten waren twee zaadpartijen per ras geselecteerd, om een eventuele variatie in priming binnen een ras te ondervangen. In het voorjaar van 2016 werd het effect van deze bewaarmethoden op de conservering van de kiemkracht en -energie en actieve stoffen onderzocht. Een jaar later werd het onderzoek herhaald. Het eerste jaar van het onderzoek zal verder in dit rapport met 2015-2016 worden aangeduid en het tweede jaar met 2016-2017.

De globale opzet en het tijdspad van het onderzoek staan schematisch weergegeven in figuur 1.



Figuur 1. (a). Schematische weergave opbouw en **(b).** tijdspad van het onderzoek.

2.1 Bewaarmethoden en zaadpartijen

Bewaarmethoden

Tabel 1 geeft een overzicht van de bewaarmethoden; een uitgebreide beschrijving van deze bewaarmethoden staat in Bijlage 1. De onderzochte bewaarmethoden verschilden deels tussen de beide jaren; in 2015-2016 werden er meer methoden ingezet dan in 2016-2017.

Bewaarmethoden uit 2015-2016 die niet in aanmerking kwamen voor een bewaaradvies, vervielen in het tweede jaar of werden deels vervangen door methoden die dichter bij de praktijk aansloten. Deze praktijkaansluitende methoden waren een bewaring in de geopende verpakking opgeslagen in een geïsoleerde loads of een korte blootstelling aan 45°C. In beide jaren werd het zaad uit de bewaarmethoden vergeleken met niet-bewaard zaad (controle) welke bestond uit het praktijkzaad geproduceerd voor groeiseizoen 2016 in 2015-2016 en voor groeiseizoen 2017 in 2016-2017. Bij alle bewaarmethoden was het geprimed bietenzaad in het donker bewaard.

Tabel 1. Bewaarmethoden en de jaren waarin deze werden onderzocht.

nummer	omschrijving methode	jaar
1	Geopende originele verpakking in de kast	2015-2016 + 2016-2017
2	8 maanden in broedstoof 30°C, gevolgd door 3 maanden in de kast	2015-2016
3	Klimaatruimte 8u op 16°C en 18 u op 23°C, relatieve luchtvochtigheid 80%	2015-2016
4	Weckfles	2015-2016
5	Plastic zak	2015-2016 + 2016-2017
6	Weckfles met zuurstofabsorbens*	2015-2016
7	Weckfles met silicagel (vochtabsorbens)**	2015-2016 + 2016-2017
8	Weckfles met combinatie silicagel (vochtabsorbens) en zuurstofabsorbens***	2015-2016 + 2016-2017
9	In plastic zak op -18°C*	2015-2016 + 2016-2017
10	Geopende originele verpakking in de loads	2016-2017
11	Korte tijd op 45°C	2016-2017
	Niet bewaard zaad (controle)**	2015-2016 + 2016-2017

* gebaseerd op Groot *et al* 2015.[7]

+ de ratio silicagel:zaad was in 2015-2016 50g:50g en in 2016-2017 100g:400g omdat in het tweede jaar deze behandeling ook in de veldproef lag.

++ de ratio silicagel:zaad was in 2015-2016 100g:400g en in 2016-2017 50g:50g in het eerste jaar lag deze behandeling ook in de veldproef.

***de controle bestond uit praktijkzaad voor groeiseizoen 2016 en 2017 voor resp. 2015-2016 en 2016-2017.

Zaadpartijen

De onderzochte rassen en zaadpartijen zijn voor beide jaren weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Overzicht onderzochte zaadpartijen, de onderstreepte partijen werden ook in de veldproeven getest.

nummer	zaadpartij		
2015-2016	1	2	controle
1	<u>a</u>	b	c
2	<u>d</u>	e	f
3	g	h	i
4	j	k	l
2016-2017			
1	<u>m</u>	n	o
2	<u>p</u>	q	r
3	<u>s</u>	t	u
4	<u>v</u>	w	x

2.2 Laboratoriumkiemtest

De laboratoriumkiemtest werd uitgevoerd volgens het bij het IRS gangbare protocol [5]. Hierbij werden 100 zaden in vouwfilters (Schleicher and Schuell Ref: 3014; cover paper type 0858) in kiembakken (Plexiglas, GEVES) geplaatst. Figuur 2 laat het patroon zien waarin de zaden over de vouwfilters werden verdeeld.

Alvorens de kiembakken in de klimaatkast (Elbanton) bij 10°C werden geplaatst, werd er 40 ml demiwater gelijkmatig over het met zaad gevulde vouwfilter verdeeld en werd elk kiembakje voorzien van een deksel.



Figuur 2. Vouwfilter met zaden.

Na 4, 6 en 10 dagen in de klimaatkast werd het aantal gekiemde zaden per vouwfilter geteld. Hierbij werd het criterium dat het hypocotyl aan de buitenkant van het zaadje zichtbaar is (figuur 3) gehanteerd. Anders bestond de kans dat actieve kieming werd verward met slechts het scheuren van de zaadhuid als gevolg van opzwellen van het zaadje door vochtopname.



Figuur 3. Criterium kieming van bietenzaad, kiem uit het zaad.

Alle bewaarmethoden werden met alle zaadpartijen in duplo getest, in totaal bestond de laboratoriumkiemtest uit 4 reeksen, elke reeks werd om de twee weken ingezet. De positie van de objecten (combinatie bewaarmethode en zaadpartij) werd gerandomiseerd voor elke reeks.

2.3 Veldproeven

Omwillen van de praktische uitvoerbaarheid werd er een voorselectie van bewaarmethoden voor de veldproef gemaakt (Tabel 3). In 2015-2016 werden diverse bewaarmethoden voorgeselecteerd om verschillen in kaart te kunnen brengen, vervolgens werden in 2016-2017 de bewaarmethoden met de meest gunstige resultaten uit 2015-2016 vergeleken met een bewaring in de geopende originele verpakking in de kast en in de loods. Daarnaast was het slechts mogelijk om één van de twee zaadpartijen per ras in de veldproef op te nemen. De laboratoriumkiemtest diende als controle omdat daarin beide zaadpartijen per ras waren getest.

Tabel 3. Voorselectie bewaarmethoden veldproef.

<i>omschrijving bewaarmethode</i>
2015-2016
Geopend* in de kast
8 maanden broedstoof 30°C
Weckfles met combinatie van zuurstof absorbers en silicagel
In plastic zak op -18°C
Praktijkzaad 2016 (controle)
2016-2017
Geopend* in de kast
Geopend* in de loods
Weckfles met silicagel
In plastic zak op -18°C
Praktijkzaad 2017 (controle)

**geopend: geopende originele verpakking.*

Deze bewaarmethoden werden beproefd in een gewarde blokkenproef met 20 objecten (4 bewaarmethoden + controle *4 rassen) en 4 blokken. In beide jaren lagen de veldproeven nabij Steenberghe (Noord-Brabant) en werden deze vroeg en dieper gezaaid om de veldopkomst te bemoeilijken. In 2015-2016 was de proef op 18 maart 2016 gezaaid op een zaaidiepte van 4,5-5 cm en in 2016-2017 was de veldproef op 1 april 2017 gezaaid op een zaaidiepte van 3,5-4 cm. Naar aanleiding van de resultaten uit 2015-2016 was de proef in 2016-2017 bewust wat ondieper gezaaid.

Vanaf de opkomst van de eerste bietenplanten werd om de twee dagen het aantal planten van de binnenste 4 rijen per veldje geteld tot de meeste planten boven stonden. Tenslotte werd ongeveer 4 weken daarna een eindtelling uitgevoerd. Bij elke telling werd opnieuw de voor- en achterkant van de proefveldjes uitgezet met een touwlijn.

2.4 Pillenzaadanalyses

Bij alle bewaarmethoden werd de concentratie van de toegevoegde actieve stoffen geanalyseerd. Echter was het praktisch niet haalbaar om alle zaadpartijen voor alle mogelijke actieve stoffen te analyseren. Dit werd in de eerste plaats veroorzaakt doordat er verschillende combinaties van actieve stoffen op pillenzaad bestaan. In de tweede plaats door de beschikbaarheid van de analyseapparatuur op het moment dat de methoden met weckflessen werden open gebroken en tenslotte door de hoeveelheid zaad wat na alle overige experimenten nog over was voor analyse op actieve stoffen. Tabel 4 geeft per zaadpartij weer welke analyses erop toegepast werden.

De gehalten van hymexazool, imidacloprid, thiram, beta-cyfluthrin en clothianidine zijn gemeten door middel van High Performance Liquid Chromatography. De exacte protocollen van deze analyses staan beschreven in SOP 8.2 van het IRS.

Tabel 4. Overzicht van de uitgevoerde analyses per zaadpartij.

<i>ras</i>	<i>partij nr.</i>	<i>analyses</i>	<i>partij nr.</i>	<i>analyses</i>
2015-2016				
1	a		b	<i>h, i, v</i>
2	d		e	<i>h, i, v</i>
3	g		h	<i>h, i, v</i>
4	j		k	<i>h, i, v</i>
2016-2017				
1	m	<i>h, i, t, v</i>	n	<i>h, c, b, t, v</i>
2	p	<i>h, i, t, v</i>	q	<i>h, v</i>
3	s	<i>h, i, t, v</i>	t	<i>h, v</i>
4	v	<i>h, i, t, v</i>	w	<i>h, v</i>

h: hymexazool; i: imidacloprid; t: thiram; b: beta-cyfluthrin; c: clothianidine; v: vocht

Het vochtgehalte werd bepaald door aluminium bakjes Ø10 cm te vullen tot de bodem met bietenzaad bedekt was. Deze bakjes werden vervolgens gewogen, 24 uur in een stoof op 105°C gezet en opnieuw gewogen. Met het verschil in gewicht werd het massapercentage van vocht berekend. Hierbij was het belangrijk om van tevoren de aluminium bakjes te wegen zodat alleen het gewicht van het zaad in deze berekening werd meegenomen.

2.5 Statistische analyse

Op de resultaten van de laboratoriumkiemtesten en pillenzaadanalyses werden in GenStat 18^e editie ANOVA- of REML-analyses toegepast voor respectievelijk een gelijk of ongelijk aantal waarnemingen per bewaarmethode. De significantie van de verschillen werd aan de hand van lsd-waarden ($p < 0,05$) bepaald.

Op de resultaten van de veldproeven werden Gompertz-analyses toegepast. Dit is een methode in de software van GenStat 18^e editie die uit afzonderlijke tellingen opkomstcurven genereert. Deze kunnen statistisch vergeleken worden door de 95%-betrouwbaarheidsintervallen van de parameters van het model achter de opkomstcurven met elkaar te vergelijken.

3. Resultaten en discussie

Alle resultaten uit het tweejarig onderzoek zullen in deze rapportage per jaar worden toegelicht en bediscussieerd.

3.1 Laboratoriumkiemtest

2015-2016 (Figuur 4a)

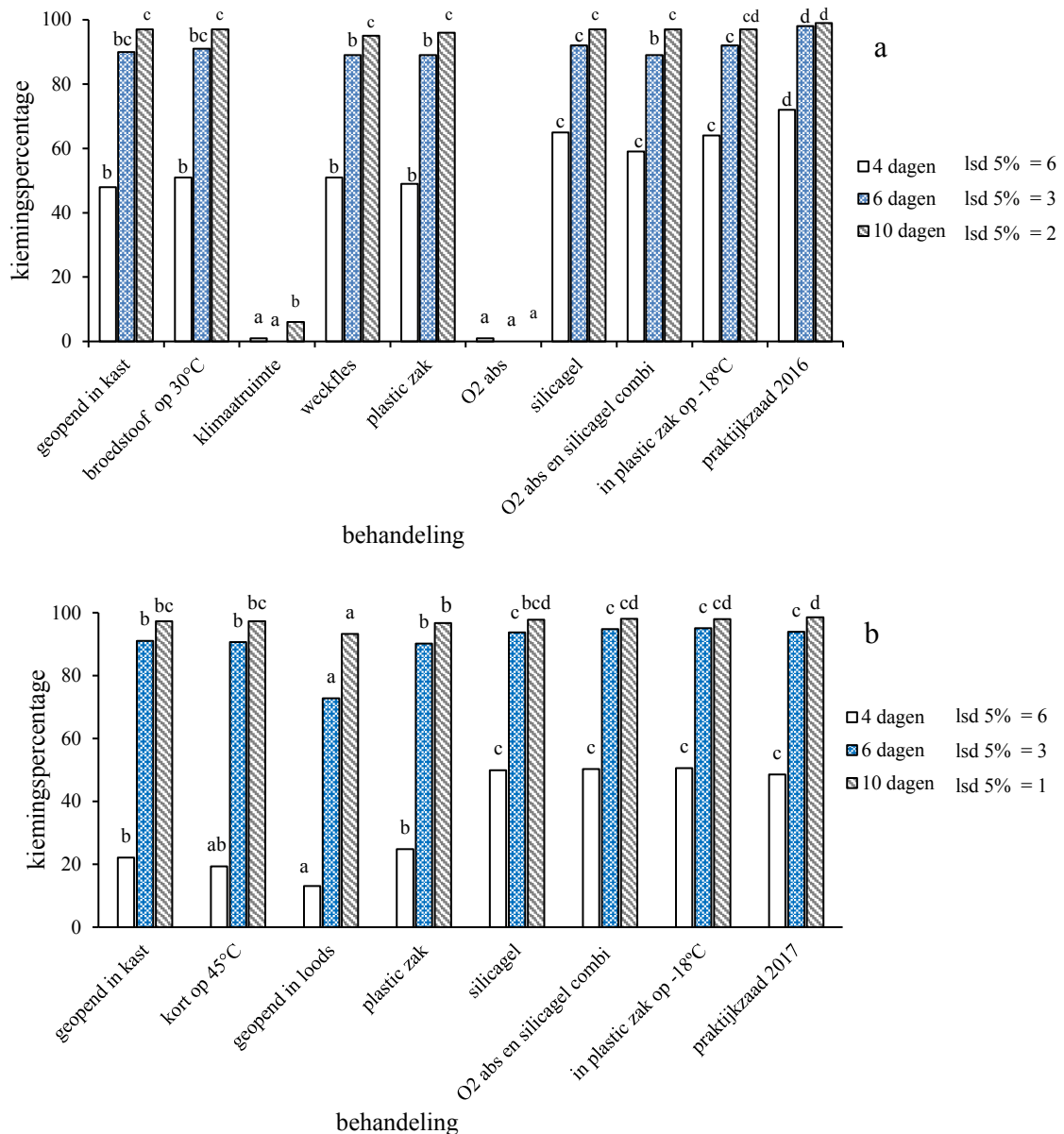
Opvallend was dat de bewaarmethoden ‘klimaatruimte’ en ‘weckfles met zuurstofabsorbens’ (O₂ abs) resulteerden in een geringe kieming. De effecten van de overige bewaarmethoden hadden vooral betrekking op de kiemsnelheid; de grootste verschillen tussen bewaarmethoden werden na 4 dagen waargenomen. De bewaarmethoden ‘in plastic zak op -18°C’ en ‘weckfles met silicagel’ (silicagel) lieten een duidelijke meerwaarde voor de conservering van de kiemenergie zien, de kiemsnelheid van het zaad uit deze bewaarmethoden was immers vergelijkbaar met die van niet bewaard zaad (praktijkzaad 2016). Ondanks de meerwaarde, was bij deze bewaarmethoden het kiemingspercentage na 4 dagen significant lager dan die van het praktijkzaad 2016. Er kon echter niet worden geconcludeerd of dit werd veroorzaakt door de effectiviteit van de bewaarmethoden of door een jaareffect. Het praktijkzaad 2016 werd namelijk een jaar later geproduceerd dan het zaad van de bewaarmethoden, bovendien waren de verschillen klein.

Het geringe kiemingspercentage bij de bewaring in een weckfles met een zuurstofabsorbens (O₂ abs) leek in eerste instantie een gevolg van het wegvangen van zuurstof rondom het bietenzaad. Anderzijds resulteerde de bewaring met de combinatie van zuurstof- en vochtabsorbens (O₂ abs en silicagel combi) wel in een goede kieming. Daarmee bleek de aanwezigheid van zuurstof geen merkbaar beïnvloedende factor op de conservering van de kiemkracht en -energie van geprimed bietenzaad tijdens eenjarige bewaring. Verder was het uitgesloten dat de factoren tijd en temperatuur de geringe kieming verklaarden; beide bewaarmethoden stonden voor een zelfde tijdsduur naast elkaar en waren dus blootgesteld aan dezelfde (wisseling van) omgevingstemperatuur. Met die redenering ontstond de aanname dat de aanwezigheid van vocht een cruciale factor tijdens de bewaring van geprimed bietenzaad zou kunnen zijn. Daarom werd het bewaarde zaad op het massapercentage vocht geanalyseerd, waarvan de resultaten in figuur 5 zijn weergegeven. De zaden uit de bewaarmethoden ‘klimaatruimte’ en ‘weckfles met zuurstofabsorbens’ (O₂ abs) hadden de hoogste vochtgehaltes (+/- 11% (m/m)). Het was van te voren bekend dat in de klimaatruimte een hoge vochtigheidsgraad heerste, bij het zuurstofabsorbens was de hoge vochtigheidsgraad toe te schrijven aan het volgende: bij het inzetten van de bewaring met een zuurstofabsorbens trad na enkele minuten condensvorming aan de binnenkant van de weckfles op. Uit de chemische reactie van het zuurstofabsorbens kwam namelijk vocht vrij. Indien er ook een vochtabsorbens (silicagel) in de weckfles aanwezig was, werd het vrijgekomen vocht door de silicagel geabsorbeerd voordat het een nadelig effect op de zaden kon uitoefenen. Zonder silicagel werd het vrijgekomen vocht door de zaden opgenomen.

Dat de aanwezigheid van vocht een cruciale factor bij de bewaring van geprimed bietenzaad was, bleek uit het resultaat dat een verschil tussen 8% en 11% (m/m) vocht resulteerde in respectievelijk een goede en geringe kieming. Daartegenover was er slechts een matig effect merkbaar van een temperatuurverschil van circa 50°C (-18 t.o.v. 30°C).

De belangrijkste conclusie uit de laboratoriumkiemtest 2015-2016 was dat bij droog bewaard zaad de kiemkracht en -energie grotendeels behouden bleven en dat het invriezen of indrogen met silicagel een duidelijke meerwaarde in de conservering van de kiemenergie lieten zien. Dit resultaat was deels in overeenstemming met de bevindingen van Groot *et al.* (2015) [7]. In

dat onderzoek was het zaad ook in kwaliteit verminderd door vrijgekomen vocht uit het zuurstofabsorbans, maar was er wel een meerwaarde van het wegvangen van zowel zuurstof als vocht. Het alleen wegvangen van vocht in zuurstofrijke omstandigheden resulteerde bij Groot *et al.*, (2015) [7], in tegenstelling tot de resultaten uit dit onderzoek, wel in een achteruitgang van de zaadkwaliteit.



Figuur 4. (a). Resultaten laboratoriumkiemtest 2015-2016. **(b).** Resultaten laboratoriumkiemtest 2016-2017. De letters boven de balken geven significantie van de verschillen aan, verschillende letters betekenen een significant verschil en kunnen alleen binnen een waarnemingstijdstip met elkaar vergeleken worden. De afgeronde lsd 5% waarden die hiervoor golden staan naast de legenda's.

2016-2017 (Figuur 4b)

De kiemingspercentages na 4 dagen waren in 2016-2017 in het algemeen lager omdat in 2016-2017 de waarnemingen door een minder ervaren persoon werden gedaan dan in 2015-2016. Na 4 dagen was de beoordeling voor kieming het lastigst en daarom de persoonlijke

invloed het grootst. Desondanks was binnen een jaar deze invloed voor alle bewaarmethoden hetzelfde.

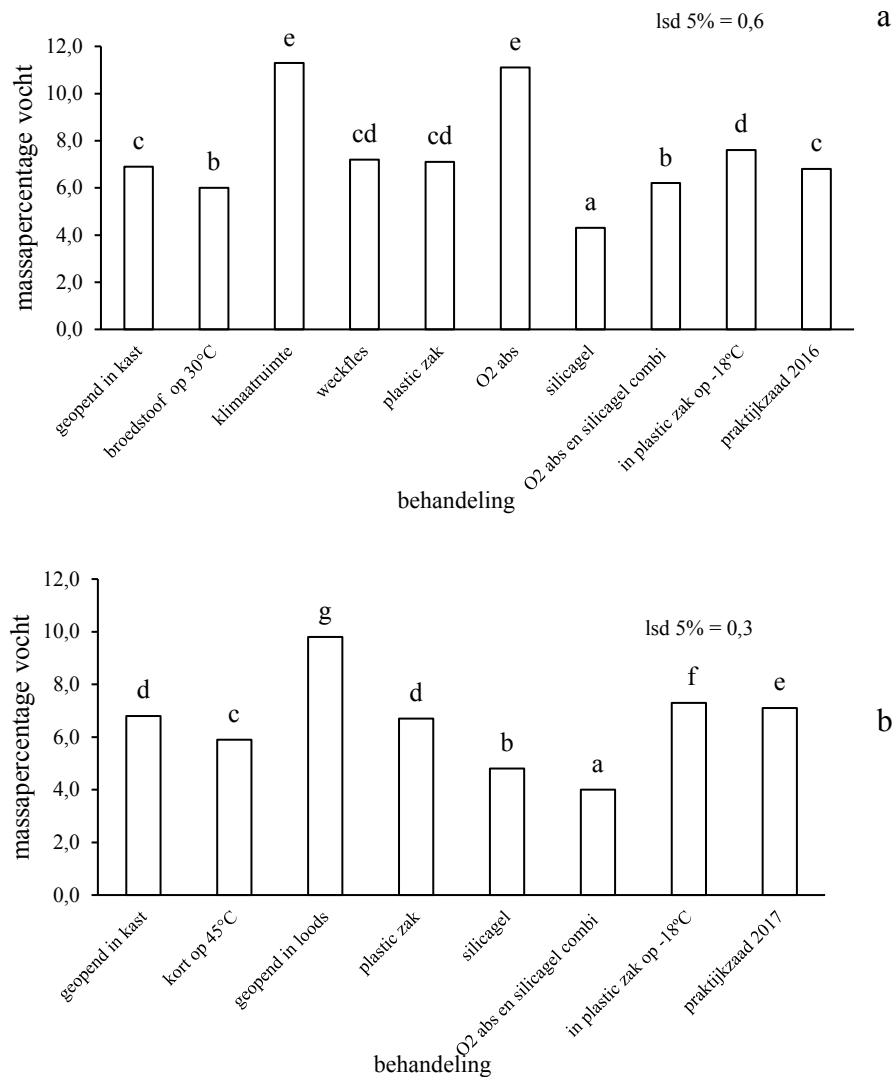
De resultaten van 2016-2017 waren grotendeels in overeenstemming met de resultaten uit 2015-2016. De behandelingen waarbij het geprimed bietenzaad werd ingevroren of ingedroogd met silicagel hadden wederom na 4 dagen een vergelijkbare kieming met die van het niet bewaard zaad (praktijkzaad 2017). Bij het indrogen met silicagel moet worden opgemerkt dat ook een 1:4-massaverhouding silicagel:zaad voldoende werking had t.o.v. de 1:1-verhouding in 2015-2016.

Daarnaast werd er bij 45°C geen temperatuursdrempel overschreden waarbij het geprimed bietenzaad de kiemkracht verloor. Dit was een onverwacht resultaat omdat in de literatuur 38°C als maximumtemperatuur tijdens zaadbewerking wordt benoemd [3]. Blijkbaar kon het geprimed bietenzaad tijdens bewaring een hogere temperatuur verdragen dan bij de verwerking.

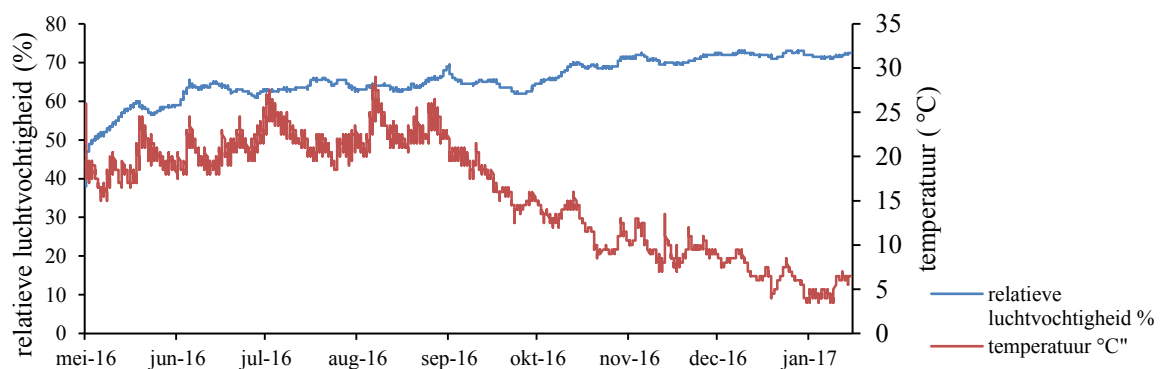
Een bewaring in een geïsoleerde loods resulteerde in een sterke achteruitgang van de kiemsnelheid van het geprimed bietenzaad. Het temperatuur- en vochtverloop in de verpakking die in de loods stond is weergegeven in figuur 6. Gedurende het najaar 2016 was de vochtigheidsgraad in de verpakking toegenomen. Daardoor had het zaad een vochtgehalte van ongeveer 10% (m/m) (figuur 5b). Daarmee bleek de kiemenergie van bietenzaad met een vochtgehalte van 10% wel aangetast en de kiemkracht niet. Bij zaad met een vochtgehalte van 11% (m/m) in 2015-2016 was de kiemkracht ook sterk aangetast.

Hierbij moet de opmerking worden gemaakt dat de temperatuur sterk wisselde in de loods. Vanuit de literatuur is namelijk bekend dat ook wisselende temperaturen nadelig zijn voor de conservering van de kiemkracht en -energie van bietenzaad [8]. De invloed van de vochtigheidsgraad en temperatuurswisselingen waren niet onafhankelijk van elkaar getoetst bij de bewaring in de loods. Dit was wel het geval bij de bewaarmethoden die op kamertemperatuur hebben gestaan. De kamertemperatuur varieerde ook gedurende het jaar en het zaad bleek bovendien niet gevoelig voor temperatuurextremen. Daarmee werd het aannemelijk dat achteruitgang van kiemenergie bij de bewaring in de loods voornamelijk werd veroorzaakt door de hoge relatieve luchtvochtigheid rondom het zaad.

Samengevat zijn door de resultaten uit 2016-2017 conclusies uit de laboratoriumkiemtest van 2015-2016 bevestigd. Verschillen tussen en binnen zaadpartijen zullen nader behandeld worden in paragraaf 3.3.



Figuur 5. Resultaten analyses massapercentage vocht: **(a).** resultaat 2015-2016; **(b).** 2016-2017. De letters boven de balken geven de significantie weer, verschillende letters betekenen een significant verschil. De lsd waarde 5% die hiervoor golden staan boven de figuren.

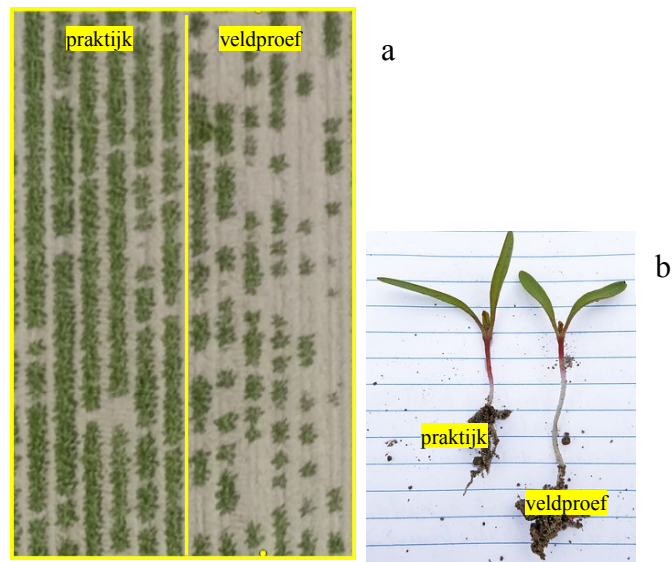


Figuur 6. Verloop van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de geopende originele zaadverpakking die in de loods was bewaard. De logger was eind januari 2017 uitgelezen, daarom loopt de grafiek tot dit tijdstip.

3.2 Veldproeven

2015-2016 (Figuur 8)

In het algemeen was de veldopkomst in de proef laag, zelfs het praktijkzaad van 2016 (controle) had een veldopkomst van slechts 55%. Deze lage opkomst was het gevolg van het erg diep zaaien van de bieten (4,5 tot 5 cm). De praktijkbieten op het perceel naast de proef werden namelijk op dezelfde dag op een normale diepte gezaaid en hadden wel een goede veldopkomst (figuur 7).



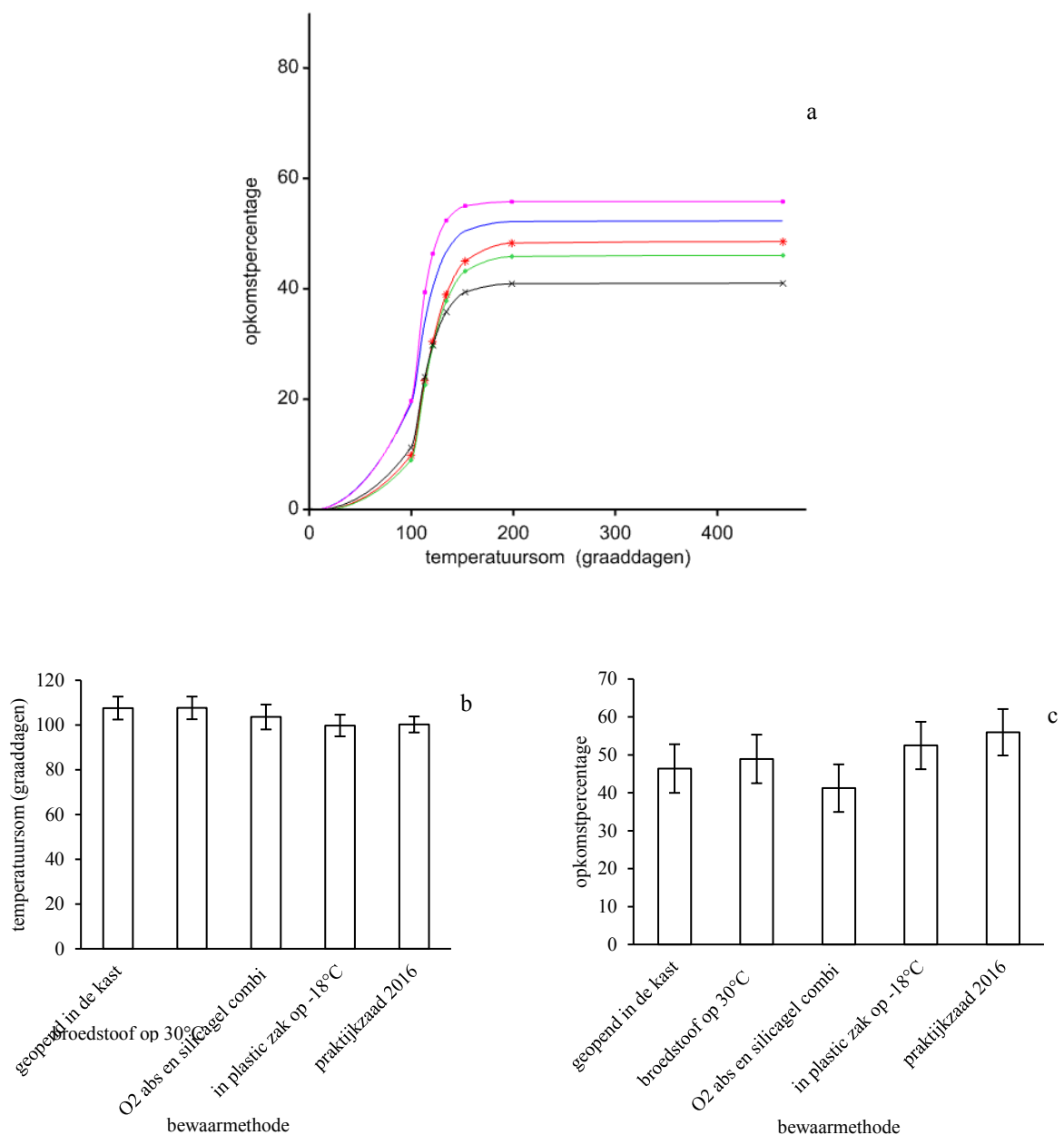
Figuur 7. Effect zaaidiepte

(a). In deze luchtfoto is het effect van diep zaaien zichtbaar, links de opkomst van de praktijkbieten welke op een normale zaaidiepte zijn gezaaid (2-3 cm), rechts een veldje uit de proef met praktijkzaad 2016 wat erg diep is gezaaid (4-5 cm).

(b). Een plant is volledig afhankelijk van de energievoorraad in het zaad totdat het bovenstaat, bij dieper zaaien werd deze energievoorraad meer bepalend voor de opkomst.

Het zaad wat in een plastic zak op -18°C was bewaard, had een gelijke opkomstsnelheid als het praktijkzaad 2016. Uiteindelijk was de opkomst van het praktijkzaad 2016 hoger, mogelijk werd dat verklaard door het jaareffect wat ook in de laboratoriumkiemtest naar voren was gekomen. De overige bewaarmethoden waren onderling gelijk in opkomstsnelheid maar verschilden in de eindopkomst.

Door het diep zaaien waren de verschillen tussen de behandelingen uitvergroet en werd hiermee de meerwaarde van het invriezen van geprimed bietenzaad tijdens éénjarig bewaren aangetoond.



Figuur 8. (a). Opkomstcurven veldproef 2015-2016

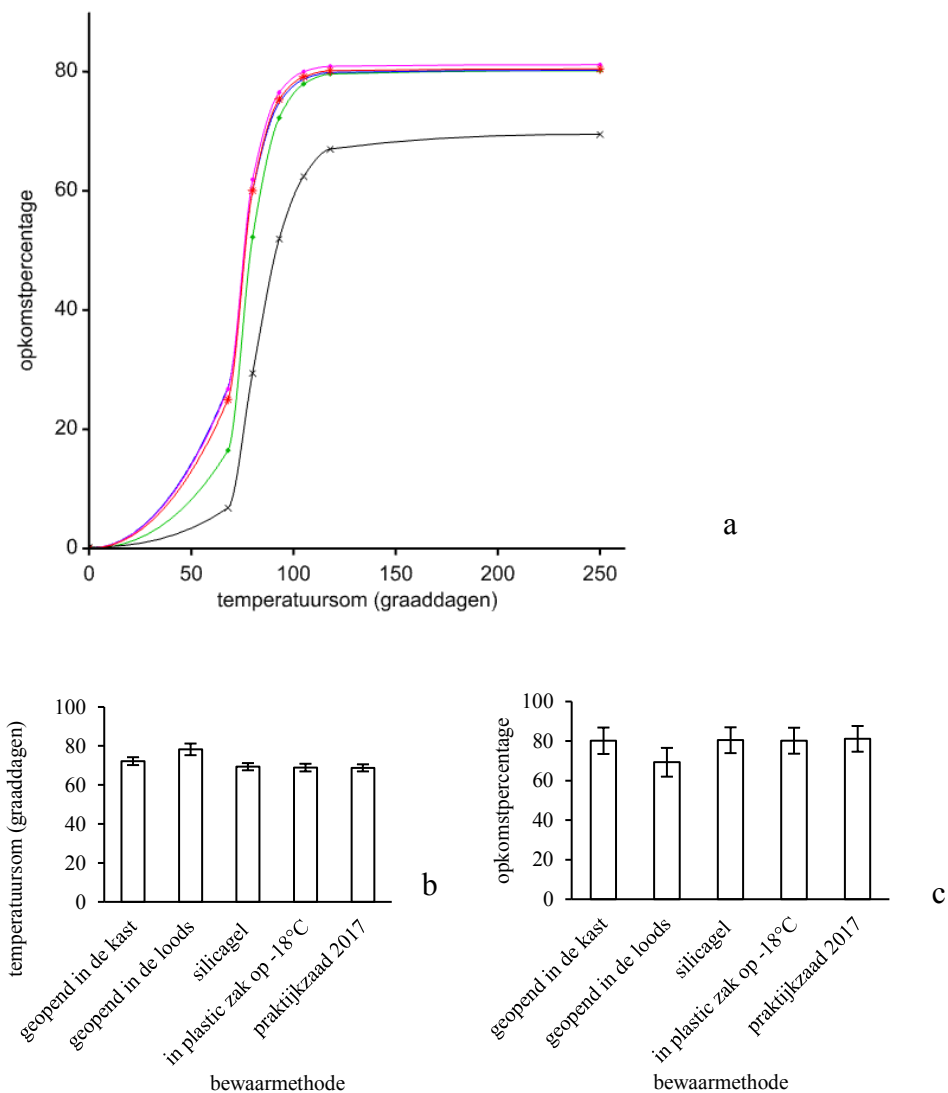
—●— praktijkzaad 2016 —■— in plastic zak op -18°C —★— broedstoof 30°C
—◆— geopend in de kast —✱— O2 abs en silicagel combi

(b). Parameterschattingen met 95% betrouwbaarheidsinterval (foutbalken) voor de temperatuursom op het steilste punt van de opkomstcurven. **(c).** Parameterschattingen met 95% betrouwbaarheidsinterval (foutbalken) voor de eindopkomst.

2016-2017 (Figuur 9 en 10)

De aanpassing in zaaidiepte had dit jaar tot het gewenste resultaat geleid; de opkomst werd bemoeilijkt door het dieper zaaien en het resultaat was redelijk representatief voor de praktijk. Daarnaast was door het minder diep zaaien dan in 2015-2016 een lagere temperatuursom voor de veldopkomst vereist en daarom de eindtelling vervroegd.

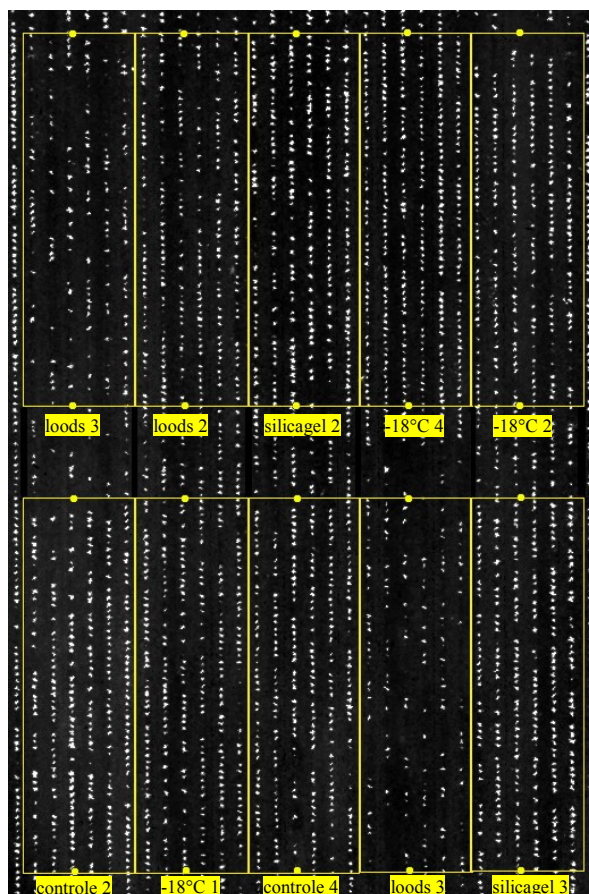
In 2016-2017 bleek er geen zichtbaar verschil in opkomstsnelheid en eindopkomst tussen praktijkzaad 2017, bewaring in een weckfles met silicagel en in plastic zak op -18°C. Het zaad wat in de geopende originele verpakking bij kameromstandigheden was bewaard kwam trager op, maar had uiteindelijk dezelfde eindopkomst als de eerder benoemde behandelingen. Voornamelijk de bewaring van geprimed bietenzaad in de geopende originele verpakking in de loods had een zichtbaar lagere en tragere veldopkomst als gevolg.



Figuur 9. (a). Opkomst curve veldproef 2016-2017

—●— praktijkzaad 2017 —●— in plastic zak op -18°C —●— silicagel
—◆— geopend in de kast —×— geopend in de loods

(b). Parameterschattingen met 95% betrouwbaarheidsinterval (foutbalken) voor de temperatuursom op het stijfste punt van de opkomstcurven (c). Parameterschattingen met 95% betrouwbaarheidsinterval (foutbalken) voor de eindopkomst.



Figuur 10. Luchtfoto van een deel van de veldproef 2016-2017.

Elk gele kader geeft een veldje weer, onder elk kader staat vermeld welke bewaarwaarmethode er uitgezaaid was. Het nummer achter de bewaarwaarmethode geeft het ras weer.

Aan de hand van de resultaten van de veldproeven bleken de bewaarmethoden ‘weckfles met silicagel’ en ‘in plastic zak op -18°C’ geschikt om de kiemkracht en -energie van geprimed bietenzaad gedurende een jaar te conserveren. Er moest echter eerst worden nagegaan of deze methoden aan de verder gestelde randvoorwaarden voldeden alvorens deze daadwerkelijk in de praktijk geadviseerd kunnen worden.

3.3 Randwoordwaarden: conservering actieve stoffen en breed toepasbaar

De doelstelling van het onderzoek was de ontwikkeling van een algemeen bewaaradvies voor geprimed bietenzaad. Daarvoor is het van belang dat de concentraties van de toegevoegde actieve stoffen ook na een jaar bewaren nog werkzaam zijn.

Een tweede randvoorwaarde was dat een dergelijke bewaarmethode toepasbaar moet zijn voor het op de Nederlandse markt verkrijgbare bietenzaad. Primingsprocedés kunnen namelijk per kweker verschillen en daardoor mogelijk tot een andere respons op de bewaarmethoden leiden. Figuur 10 geeft hier een voorbeeld van weer; een bewaring in de loods was voor ras 3 schadelijker dan voor ras 2.

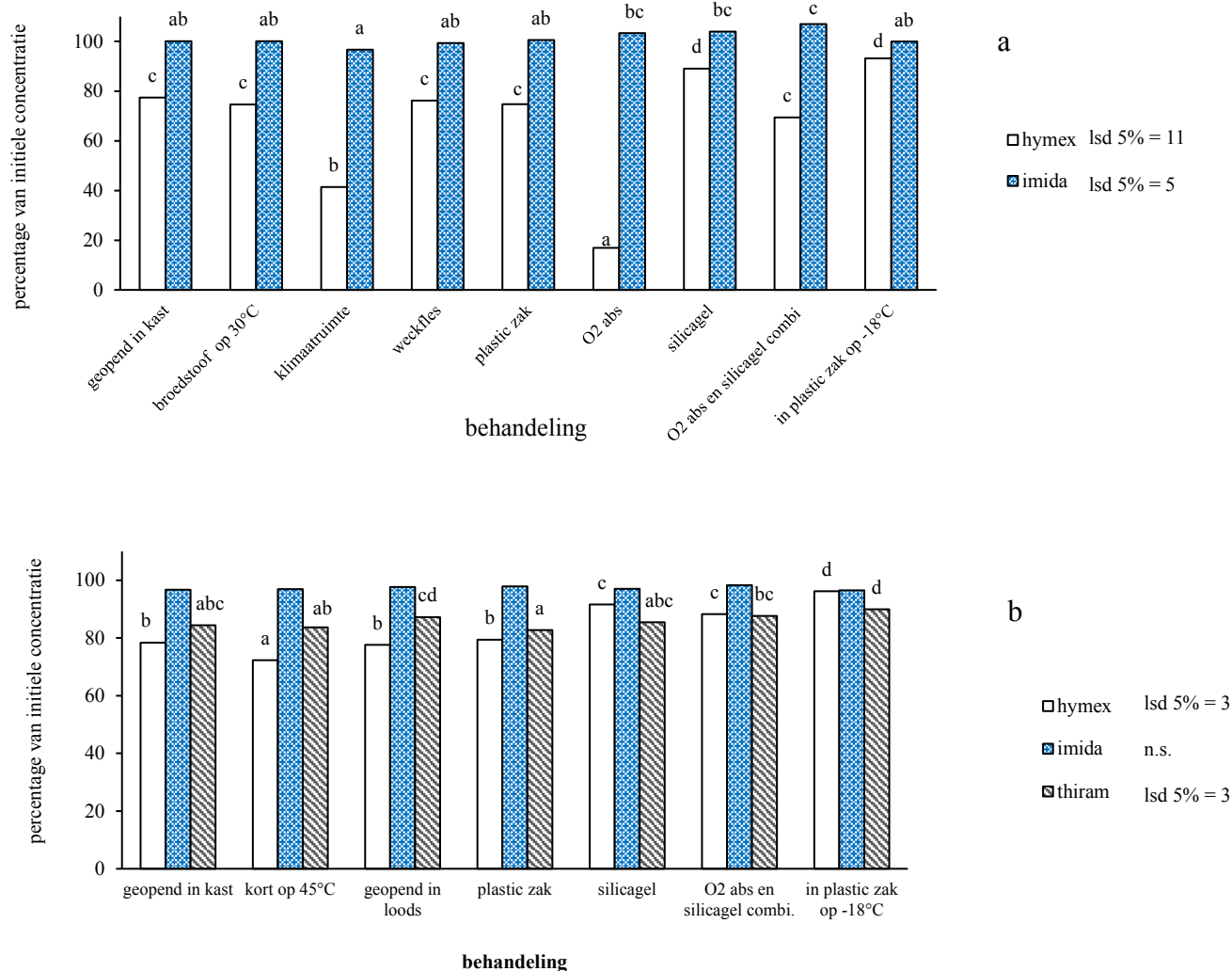
De verschillen tussen rassen in kiemsnelheid en conservering van actieve stoffen binnen een behandeling staan uitgewerkt voor de behandelingen: ‘in plastic zak op -18°C’ en in

‘weckfles met silicagel’. Deze zijn weergegeven in tabel 5 en 6 om de bovenstaande randvoorwaarden te controleren.

3.3.1 Conservering actieve stoffen

2015-2016 (Figuur 11a)

Uit de pillenzaadanalyses van het eerste jaar bleek hymexazool veel instabieler dan imidacloprid. Geen van de onderzochte bewaarmethoden had een significante afname van imidacloprid als gevolg. In het bewaarde zaad werd bij sommige bewaarmethoden een iets hogere concentratie imidacloprid gevonden. Deze is te verklaren door een kleine variatie in de concentratie imidacloprid binnen een zaadpartij. In de afwegingen voor de toepasbaarheid van een bewaarmethode was het risico op afname van het imidaclopridgehalte heel laag. Hymexazool was daarentegen wel gevoelig voor bepaalde bewaarmethoden. Met name in de behandelingen met een blootstelling van zaad aan vocht, was het verval van hymexazool het grootst. De bewaarmethoden ‘weckfles met silicagel (silicagel)’ en ‘plastic zak op -18°C’ resulteerden in de beste conservering van hymexazool (85-90%). Zaadpartijen die net binnen de hymexazoolnorm vallen kunnen dus na een jaar bewaren net onder de minimumnorm vallen. Dit is een aandachtspunt voor de formulering van een bewaaradvies voor de praktijk.



Figuur 11. Conservering actieve stoffen op pillenzaad uitgedrukt in percentage van de initiële concentratie: **(a).** resultaat 2015-2016; **(b).** resultaat 2016-2017. De letters geven de significantie van de verschillen weer en zijn alleen geldig voor vergelijkingen binnen een actieve stof. Een verschillende letter betekent een significant verschil; de hiervoor geldende afgeronde lsd 5% waarden staan naast de legenda's.

2016-2017 (Figuur 11b)

In dit jaar zijn de concentraties hymexazool, imidacloprid en thiram gemeten voor alle bewaarmethoden en rassen. Hieruit bleek dat het imidaclopridgehalte op het zaad, zoals verwacht op basis van de resultaten uit het eerste jaar, nauwelijks beïnvloed werd door een toegepaste bewaarmethode. Hymexazool was wederom de instabielste actieve stof, waarbij de bewaarmethoden 'in weckfles met silicagel' en 'in plastic zak op -18°C' het effectiefst bleken voor de conservering. Bij thiram zijn de verschillen tussen behandelingen minder duidelijk. Ook was dit jaar naar voren gekomen dat partijen die initieel net binnen de hymexazool- en thiramnormen vallen door de afbraak na een jaar net onder de minimumnormen kunnen vallen.

3.3.2 Rassen en zaadpartijen

2015-2016 (Tabel 5)

Vooraf na 4 dagen in de laboratoriumkiemtest waren de verschillen tussen en binnen de rassen het grootst. Hetzelfde patroon tussen de zaadpartijen was bij zowel de bewaring in een weckfles met silicagel als bij de bewaring in een plastic zak op -18°C zichtbaar.

De conservering van hymexazool varieerde tussen de rassen, deze variatie was bij een bewaring in een weckfles met silicagel groter dan bij een bewaring in een plastic zak bij -18°C. Tussen alle geanalyseerde zaadpartijen varieerde hymexazoolconservering tussen 80% en 100% bij bewaarmethode 'weckfles met silicagel' en tussen 90% en 100% bij bewaarmethode 'in een plastic zak op -18°C'.

Tabel 5. Vergelijking respons zaadpartijen op bewaarmethoden in 'weckfles met silicagel' en 'in plastic zak bij -18°C' in 2015-2016. De kiemingspercentages na 4 en 6 dagen van de laboratoriumkiemtest en percentages van het initiële gehalte hymexazool (hymex) werden vergeleken. Imidacloprid werd nagenoeg niet afgebroken tijdens bewaring en was daarom niet relevant om deze tussen en binnen rassen te vergelijken. De onderstreepte partijen zijn ook in de veldproef uitgezaaid. Verschillende letters geven significante verschillen binnen een kolom weer.

ras	partij	<i>weckfles met silicagel</i>			<i>in plastic zak op -18°C</i>		
		<i>4 dagen</i>	<i>6 dagen</i>	<i>hymex</i>	<i>4 dagen</i>	<i>6 dagen</i>	<i>hymex</i>
1.	<u>a</u>	55b	92		56bc	92	
	b	37a	91	97c	43ab	89	98
2.	<u>d</u>	65bc	94		59cd	92	
	e	45a	92	93b	42a	87	95
3.	<u>g</u>	90d	97		92e	96	
	h	92d	96	83a	93e	97	88
4.	<u>i</u>	65c	88		56bc	90	
	k	70c	90	82a	72d	97	98
*lsd 5%		10	n.s.	3	13	n.s.	n.s.

*afgerond getal.

2016-2017 (Tabel 6)

Het patroon in verschillen tussen de rassen kwam grotendeels overeen in beide bewaarmethoden en de verschillen binnen rassen waren groter dan in 2015-2016 voor de waarnemingen van de laboratoriumkiemtest na 4 dagen.

De verschillen in de conservering van hymexazool vertoonden een kleinere variatie dan in 2015-2016. Een overeenkomst tussen de beide jaren was dat de bewaarmethode 'in een plastic zak bij -18°C' licht effectiever bleek voor de conservering van hymexazool dan de bewaarmethode 'in weckfles met silicagel'. In 2016-2017 bleek dat de conservering van hymexazool varieerde tussen 85% en 100%. Hiermee kon worden gesteld dat 80% conservering in 2015-2016 de ondergrens van de conservering van hymexazool was.

Bij thiram werd er een uitbijter geconstateerd (67%) bij ras 2 in de bewaarmethode 'in weckfles met silicagel'. Bij de andere zaadpartijen en bewaarmethode lag de conservering van thiram tussen 80% en 96%. Ter controle werd voor bewaarmethode 'weckfles met silicagel' de andere zaadpartij van ras 2 ook geanalyseerd en deze bleek in een thiram-conservering van 80% te resulteren.

Tabel 6. Verschillen in zaadpartijen 2016-2017 van de laboratoriumkiemtest en percentage van de initiële concentratie van hymexazool (hymex) en thiram. Voor de laboratoriumkiemtest zijn alleen de kiemingspercentages na 4 en 6 dagen weergegeven omdat hier de verschillen het grootst bleken. Imidacloprid werd nagenoeg niet afgebroken tijdens bewaring en was daarom niet relevant om deze tussen en binnen rassen te vergelijken. De onderstreepte partijen zijn ook in de veldproef uitgezaaid.

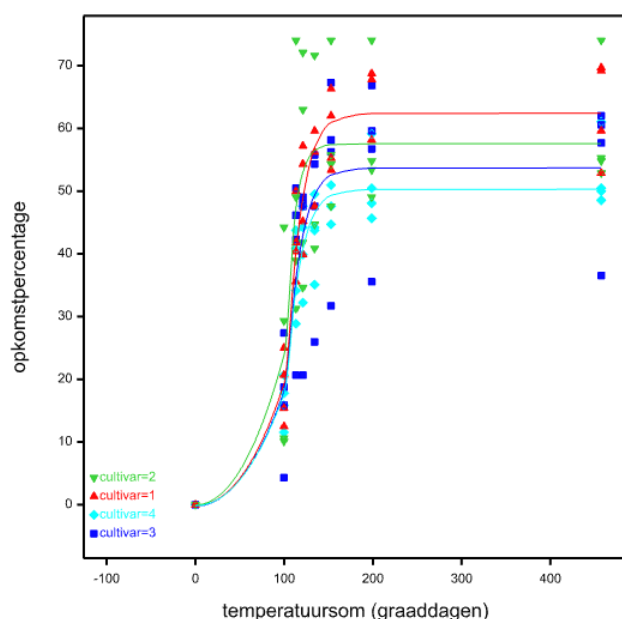
ras	partij	<i>weckfles met silicagel</i>				<i>in plastic zak op -18°C</i>			
		<i>4 dagen</i>	<i>6 dagen</i>	<i>hymex</i>	<i>thiram</i>	<i>4 dagen</i>	<i>6 dagen</i>	<i>hymex</i>	<i>thiram</i>
1.	<u>m</u>	44ab	96bc	91ab	91c	40	94	94	84a
	n	54b	92ab	96bc	79b	57	95	100	89b
2.	<u>p</u>	47ab	92ab	89a	67a	27	96	93	85a
	q	53b	94bc	88a	80b	59	97	95	
3.	<u>s</u>	52ab	98c	99c	95c	44	98	98	96c
	t	74c	98c	88a		84	97	95	
4.	v	39ab	88a	87a	95c	50	93	96	95c
	<u>w</u>	38a	94bc	95bc		42	93	99	
lsd 5%*		15	5	6	4	n.s.	n.s.	n.s.	4

*afgerond getal.

Veldproef 2015-2016

In de veldproef werd telkens slechts één van de twee zaadpartijen per ras uitgezaaid (tabel 2). Bij de voorselectie van de in de veldproef uit te zaaien zaadpartijen werd aangenomen dat deze representatief voor alle zaadpartijen van een bepaald ras waren. Indien er grote verschillen tussen zaadpartijen binnen een ras waren, zouden deze in de laboratoriumkiemtest naar voren zijn gekomen, hetgeen niet het geval was.

De verschillen tussen rassen bij de bewaring in een plastic zak bij -18°C staan weergegeven in figuur 12. Parameterschattingen zijn niet weergegeven omdat alle waarnemingen per ras staan weergegeven in de figuur en daarmee een beeld van de spreiding geven. De rasverschillen zijn voornamelijk zichtbaar in de eindopkomst. Een herhaling van ras 3 had een erg lage veldopkomst.

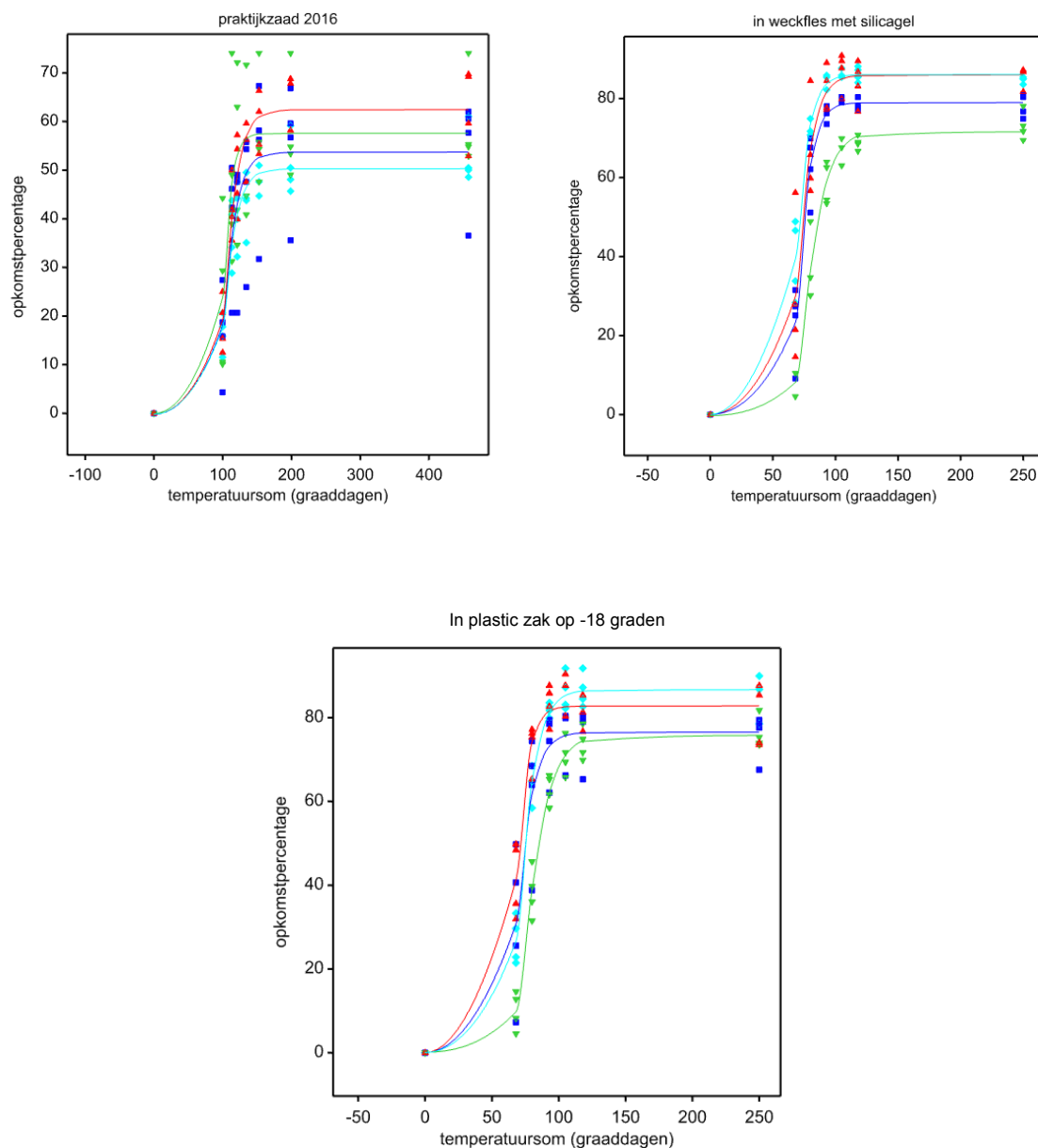


Figuur 12. Verschil effect tussen rassen bij een bewaring in een plastic zak op -18°C in 2015-2016.
Ras 1; ▲ Ras 2; ▼ Ras 3; ■ Ras 4 ◆

Veldproef 2016-2017

De veldproef van 2016-2017 gaf inzichtelijkere resultaten dan die van 2015-2016. De zaadpartijen die in 2015-2016 als controle in de veldproef lagen, waren namelijk na bewaring weer uitgezaaid in 2016-2017. De resultaten daarvan staan weergegeven in figuur 13. Beide behandelingen lieten hetzelfde patroon zien in verschillen tussen rassen. Het valt op dat ras 2 bij beide behandelingen de laagste opkomstsnelheid en het -percentage had. Vooral bij bewaarmethode ‘in weckfles met silicagel’ bij 100 graaddagen is dit zichtbaar. Bij deze zaadpartij werd ook de laagste conservering van thiram waargenomen. Echter was deze zaadpartij van ras 2 niet afwijkend in 2015-2016.

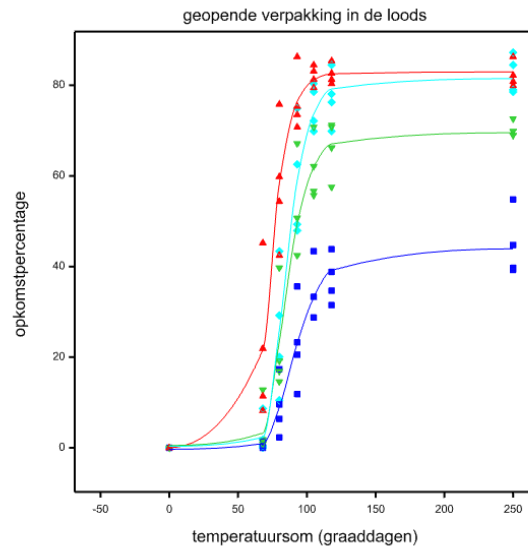
Hieruit kan geconcludeerd worden dat een bewaring van geprimed bietenzaad in een weckfles met silicagel of in een plastic zak bij -18°C geen garantie voor een 100% conservering van de kiemkracht en -energie boden. Desondanks, had het zaad onder moeilijke opkomstomstandigheden een opkomstpercentage tussen 70% en 80%. Welke resulteerde in een plantdichtheid tussen 70.000 en 80.000 planten per hectare. Dit valt in het optimum voor plantdichtheid voor suikerbieten [6].



Figuur 13. Verschil tussen rassen (a). zaadpartijen onder niet bewaarde omstandigheden (2015-2016) (b). weckfles met silicagel (c). plastic zak op -18°C. De afzonderlijke symbolen geven de tellingen per moment weer. Ras 1; ▲ Ras 2; ▼ Ras 3; ■ Ras 4 ◆

Breed toepasbaar: aandachtspunt primingsprocedé

Een van de aandachtspunten voor de formulering van een bewaaradvies is de invloed van het primingsprocedé. Vooral bij een bewaring onder suboptimale omstandigheden zoals in geopende originele verpakking in de loods waren er in dit onderzoek grote verschillen tussen rassen waargenomen. In figuur 14 zijn deze duidelijk zichtbaar. Ras 3 bleek het meest gevoelig voor een bewaring bij een relatief hoge vochtigheidsgraad. In tabel 5 en 6 valt op dat dat ras 3 in de laboratoriumkiemtest na 4 dagen een hoger kiemingspercentage had dan de overige rassen. Daarmee was het aannemelijk dat de bietenzaden van ras 3 verder waren ‘doorgeprimed’ dan de andere rassen en daarom gevoeliger waren voor een relatief hoge vochtigheidsgraad.



Figuur 14. Verschil tussen rassen bij een bewaring in de loods. De afzonderlijke symbolen geven de tellingen per moment weer. Ras 1; ▲ Ras 2; ▼ Ras 3; ■ Ras 4 ◆

4. Conclusies en aanbevelingen

Uit het tweejarig onderzoek blijken de bewaarmethoden ‘in weckfles met silicagel’ en ‘in plastic zak op -18°C’ in staat om de kiemkracht en -energie van geprimed suikerbietenzaad voldoende te conserveren zodat het zaad na één jaar een vergelijkbare kwaliteit heeft als nieuw (niet-bewaard) zaad.

De bewaring in plastic zak bij -18°C bleek voor de conservering van kiemenergie licht effectiever dan een bewaring in een weckfles met silicagel.

De overige behandelingen waarin bietenzaad droog werd bewaard resulteerden in een verminderde kiemenergie, de kiemkracht werd daarentegen niet beïnvloed. Van de factoren temperatuur, vocht en zuurstof, bleek vocht de grootste invloed op de kiemkracht en -energie uit te oefenen. Indien bietenzaad een vochtgehalte van 11% (m/m) had, ging de kiemkracht vrijwel geheel verloren. De invloed van temperatuur was daarentegen veel kleiner en had voornamelijk betrekking op de kiemsnelheid, de kiemkracht werd niet of nauwelijks aangetast. De aanwezigheid van zuurstof had geen merkbare invloed op de conservering van kiemkracht en -energie van geprimed suikerbietenzaad tijdens een bewaring van één jaar. De genoemde bewaarmethoden bleken breed toepasbaar op het in Nederland verkrijgbare geprimed suikerbietenzaad. Deze methoden geven geen garantie op een 100% conservering van de zaadkwaliteit van alle partijen, maar zullen naar verwachting niet tot een schadelijk lage veldopkomst leiden. Daarnaast bleken de bovengenoemde methoden het beste hymexazool en thiram te conserveren, imidacloprid bleef stabiel onder alle geteste bewaarmethoden. Hymexazool bleek het meest instabiel en de afbraak ervan werd versterkt door de aanwezigheid van vocht. Er werd een hymexazoolconservering van 85-95% en 90-100% vastgesteld bij respectievelijk een bewaring in een weckfles met silicagel en in plastic zak bij -18°C. De conservering van thiram lag tussen 80 en 95% bij beide behandelingen.

In dit onderzoek is zaad getest wat niet tijdens een vochtige dag in een zaaimachine heeft gezeten. Het zou interessant zijn om de effecten daarvan op het vochtgehalte van het zaad te bepalen en of de benoemde bewaarmethoden in dat geval ook adequaat zijn.

5. Literatuur

1. Kromwijk, W. and H. Bosch, *Teelt van suikerbieten*, P. Lelystad, Editor. 1986, Consilentschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad. p. 1-101.
2. Escriou, H., *Seed priming*. Confederation internationale des betteraviers europeens, 2007.
3. Kockelmann, A., R. Tilcher, and U. Fischer, *Seed Production and Processing*. Sugar Tech, 2010. **12**(3-4): p. 267-275.
4. Ellis, R. and E. Roberts, *Improved equations for the prediction of seed longevity*. Annals of Botany, 1980. **45**(1): p. 13-30.
5. Van Swaaij, A., W. Heijbroek, and J. Basting, *Testing and improving seed vigour in sugar beet*. Proceedings of the 64th IIRB Congress, 26-27 June 2001, Bruges (B). 2001. Bruges: IIRB.
6. Van der Linden, J.P., *Het effect van grondsoort, ras en plantaantallen door verschillende zaaiafstanden op de opbrengst en kwaliteit van suikerbieten*, in *Publicatie*, IRS, Editor. 2001, Instituut voor Rationele Suikerproductie, IRS: Bergen op Zoom. p. 1-26.
7. Groot, S.P., de Groot, L., Kodde, J., & van Treuren, R. (2015). Prolonging the longevity of ex situ conserved seeds by storage under anoxia. *Plant Genetic Resources*, **13**(1), 18-26.
8. Teelthandleiding IRS, www.irs.nl, september 2017.

BIJLAGE 1. Omschrijving bewaarmethoden

1. Geopende verpakking in de kast

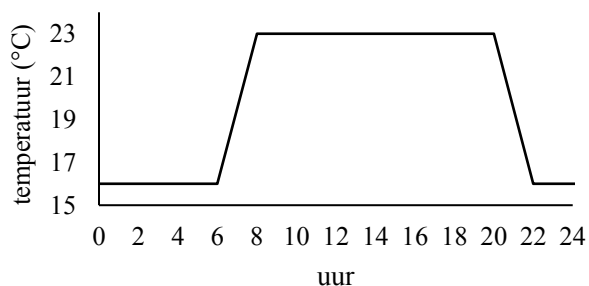
In deze bewaarmethode was een ruime hoeveelheid zaad gedurende een jaar bewaard in de originele verpakking die in de kast in het IRS-gebouw (ruimte tussen laboratoria op de begane grond) stond. De zaden waren blootgesteld aan kamertemperatuur en vochtigheidsgraad die in het IRS-gebouw heerste. Aangezien het een verwarmde ruimte was, kan ervan uitgegaan worden dat de zaden droog werden bewaard. Deze bewaarmethode was in het onderzoek meegenomen omdat deze voor de praktijk een van de meest voor de hand liggende methoden was.

2. 8 maanden in de broedstoof op 30°C en 3 maanden op kamertemperatuur

In deze bewaarconditie was er 400 gram zaad in linnen zakken gedaan welke van april 2015 tot en met januari 2016 in de broedstoof (30°C) hebben gestaan. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van de broedstoof waren vanaf januari 2016 tot en met maart 2016 de linnen zakken met zaad naast de geopende verpakkingen in de kast gezet. Deze methode was in het onderzoek meegenomen om het effect van een hoge temperatuur te onderzoeken.

3. Klimaatkamer

Het bietenzaad (50 gram) was gedurende april 2015 tot en met maart 2016 in linnen zakken in een klimaatkamer bewaard. De relatieve luchtvochtigheid was 80% en het temperatuurverloop staat hieronder weergegeven.



Deze bewaringsconditie was uitgevoerd omdat vanuit het verleden bekend was dat vooral vocht en een wisselende temperatuur tijdens de bewaring een sterk negatief effect op de kiemkracht en -energie van bietenzaad hebben. Om verschillen tussen de behandelingen te creëren was daarom deze bewaarmethode in het onderzoek meegenomen.

4. In plastic zak

In deze behandeling was 50 gram bietenzaad in een plastic zak op kamertemperatuur (zelfde kast als behandeling 1) bewaard. Het doel van deze behandeling was om het zaad voornamelijk voor vocht af te sluiten van de omringende lucht. Verder was dit een praktisch makkelijke behandeling om uit te voeren.



5. In weckfles 1l

50 gram bietenzaad was gedurende een jaar bewaard in een weckfles welke geplaatst werd in de kast waar behandeling 1 stond. Met deze bewaarmethode werd onderzocht of het hermetisch afsluiten van bietenzaad van de omringende lucht een meerwaarde had ten opzichte van alleen een plastic zak.



6. In weckfles met zuurstofabsorbens

50 gram bietenzaad was bewaard in een weckfles waaraan een zuurstofabsorbens (*Thermo Scientific AnaeroGenTM 2.5*) was toegevoegd. Ter controle was er een zuurstof-indicator toegevoegd (*Thermo Scientific Anaerobic indicator*) welke aangaf dat er geen zuurstof in de weckfles aanwezig was. Deze bewaarmethode stond in de kast naast bewaarmethode 1.



7. In weckfles met silicagel

Het bietenzaad was bewaard in een weckfles waarin in een open plastic zakje met silicagel (*Boom B.V. Silica gel 1-3 mm + indicator*) zat. In 2015-2016 was deze met een verhouding 50 gram zaad en 50 gram silicagel ingezet en in 2016-2017 was deze met 400 gram zaad en 100 gram silicagel ingezet. In 2016-2017 was er meer ingezet omdat deze in het groeiseizoen van 2017 ook in de veldproef werd meegenomen.



8. In weckfles met combinatie van zuurstofabsorbens en silicagel

50 gram bietenzaad was in weckfles bewaard waarin een combinatie van een zuurstofabsorbens (*Thermo Scientific AnaeroGenTM 2.5*) en silicagel (*Boom B.V. Silicagel 1-3 mm + indicator*) zat. In 2015-2016 was deze behandeling uitgevoerd in een 2l weckfles waarin 400 gram bietenzaad, 100 gram silicagel in een open plastic zakje en 1 zuurstofabsorbens zaten. In 2016-2017 was deze behandeling ingezet in een 1l weckfles met 50 gram bietenzaad, 50 gram silicagel in een open plastic zakje en 1 zuurstofabsorbens. In 2015-2016 was er meer ingezet omdat deze bewaarmethode in dat jaar ook in de veldproef werd getest.



9. In plastic zak bij -18°C

In een afgesloten plastic zak was 400 gram bietenzaad ingevroren bij -18°C. Een paar dagen voor het inzetten van de laboratoriumkiemtest en het zaaien van de veldproef was het zaad ontdooit. Een aandachtspunt hierbij was dat condensvorming op het zaad, wanneer dit object uit de vriesruimte werd gehaald, zo goed mogelijk werd voorkomen.

10. Geopende verpakking in de loods

In 2016 was er ruim 400 gram zaad in een geopende verpakking op de zolder van de IRS loods weggezet. Deze behandeling was in het onderzoek voor 2016-2017 opgenomen ter vervanging van behandeling 3. 'Klimaatruimte' uit 2015-2016. Een bewaring op de zolder van een rondom geïsoleerde loods was namelijk een bewaring die in de praktijk voor de hand zou liggen.



11. Korte tijd op 45°C

In deze behandeling was met een broedstoof het temperatuurverloop op een zolder van een schuur op een warme zomerdag gesimuleerd. Een week lang (in januari 2017) was het bietenzaad in een linnen zak in een broedstoof gelegd. De temperatuur werd daarin elke dag geleidelijk opgevoerd tot een temperatuur van 45°C. Met deze behandeling werd onderzocht in hoeverre het verantwoord is om bietenzaad op een zolder te bewaren waar het in de zomer erg warm kan worden.

BIJLAGE 2. Schema's en situatieschetsen

2015-2016

Proefveld 160202.01

Aantal herhalingen : 4

Herhalingen naast elkaar : 1

Netto afmeting : 10x3

Opkomstproefveld bewaard zaad Steenberg

Veldjes boven elkaar: 5

Veldjes per herhaling: 20

Bruto afmeting : 12,5x3

Herhaling A ligt aan Westlandse Langeweg

OBJECTNUMMERS

D

	12		11		13		14	
	1		4		6		7	
	9		2		8		10	
	19		20		3		16	
	18		17		5		15	
	11		12		10		4	
	2		3		7		6	
	15		8		19		13	
	20		5		18		9	
	16		14		17		1	
	13		19		9		2	
	17		15		4		11	
	7		18		12		8	
	10		16		14		5	
	6		1		20		3	
	8		7		11		17	
	5		13		2		19	
	4		9		15		12	
	3		6		1		18	
	14		10		16		20	
bruto 3m		bruto 3m		bruto 3m		bruto 3m		bruto 3m

A

NUMMER	OMSCHRIJVING
1	Controle - ras 1
2	Controle - ras 2
3	Controle - ras 3
4	Controle - ras 4
5	Geopende verpakking in de kast - ras 1
6	In broedstoof op 30°C - ras 1
7	In weckfles combinatie zuurstofabsorbens en silicagel - ras 1
8	In plastic zak bij -18°C - ras 1
9	Geopende verpakking in de kast - ras 2
10	In broedstoof op 30°C - ras 2
11	In weckfles combinatie zuurstofabsorbens en silicagel - ras 2
12	In plastic zak bij -18°C - ras 2
13	Geopende verpakking in de kast - ras 3
14	In broedstoof op 30°C - ras 3
15	In weckfles combinatie zuurstofabsorbens en silicagel - ras 3
16	In plastic zak bij -18°C - ras 3
17	Geopende verpakking in de kast - ras 4
18	In broedstoof op 30°C - ras 4
19	In weckfles combinatie zuurstofabsorbens en silicagel - ras 4
20	In plastic zak bij -18°C - ras 4

2016-2017

Proefveld 17-02-02.01

Aantal herhalingen : 4

Herhalingen naast elkaar : 2

Netto afmeting : 10x3

Herhaling A ligt aan parallelweg A4

Opkomstproefveld bewaard zaad Steenberg

Veldjes boven elkaar : 4

Veldjes per herhaling: 20

Bruto afmeting : 12,5x3

OBJECTNUMMERS**C****D**

19	10	14	13	3	sp.sp. 6 m	16	5	17	9	4
11	9	15	1	8		13	18	6	7	2
6	2	17	20	12		15	3	1	19	8
16	4	5	18	7		14	10	11	20	12
7	20	1	17	5		2	8	4	14	15
10	15	18	11	4		20	6	5	3	17
3	14	2	12	6		19	13	9	10	16
8	16	13	19	9		12	1	7	11	18

A**B**

NUMMER	OMSCHRIJVING
1	Controle - ras 1
2	Controle - ras 2
3	Controle - ras 3
4	Controle - ras 4
5	Geopende verpakking in kast - ras 1
6	Geopende verpakking in de loods - ras1
7	In weckfles met silicagel - ras 1
8	In plastic zak bij -18°C - ras 1
9	Geopende verpakking in kast - ras 2
10	Geopende verpakking in de loods - ras 2
11	In weckfles met silicagel - ras 2
12	In plastic zak bij -18°C - ras 2
13	Geopende verpakking in kast - ras 3
14	Geopende verpakking in de loods - ras 3
15	In weckfles met silicagel - ras 3
16	In plastic zak bij -18°C - ras 3
17	Geopende verpakking in kast - ras 4
18	Geopende verpakking in de loods - ras 4
19	In weckfles met silicagel - ras 4
20	In plastic zak bij -18°C - ras 4

Situatieschetsen

De proefvelden zijn zichtbaar gemaakt door gebruik te maken van de coördinaten die tijdens het zaaien door de RTK-GPS op de trekker zijn vastgelegd. De kleuren geven de afzonderlijke veldjes binnen een proef weer.

