

## Verkenning teelt winterlupine

Veenkoloniën, seizoen 2021-2022

Willemijn Cuijpers



© [2023] Louis Bolk Instituut

Verkenning teelt winterlupine - Veenkoloniën, seizoen 2021-2022

Willemijn Cuijpers

Trefwoorden: winterlupine, witte lupine, *Lupinus albus*, Veenkoloniën, rassenonderzoek

Publicatienummer 2023-020 LbP

16 pagina's

Deze publicatie is beschikbaar via  
[www.louisbolk.nl/publicaties](http://www.louisbolk.nl/publicaties)

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

[info@louisbolk.nl](mailto:info@louisbolk.nl)

T 0343 523 860

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: Onderzoek en advies ter bevordering van duurzame landbouw, voeding en gezondheid

## Voorwoord

Deze rapportage is het verslag van het onderzoek "Potentie van winterlupine als bodemverbeterend gewas in de Nederlandse akkerbouw", uitgevoerd in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Dit onderzoek is in het seizoen 2021-2022 uitgevoerd op dalgrond in de Veenkoloniën, op een bedrijf waar al lange tijd met succes zomerlupine geteeld is. Het onderzoek vormt een eerste oriëntatie naar de teelt onder Nederlandse omstandigheden, en is gelijktijdig uitgevoerd met een onderzoek op zandgrond in Brabant, gefinancierd door RNOB. Voor de uitvoering van het onderzoek willen we in het bijzonder Roelf Maarsingh bedanken. Hij is een zeer ervaren en gewaardeerde akkerbouwer, op wiens bedrijf we een groot aantal jaren peulvruchten onderzoek hebben uitgevoerd. Zonder zijn kennis en toewijding had dit onderzoek niet kunnen plaatsvinden.



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Achtergrond</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Doelstelling</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Proefopzet</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Resultaten</b>	<b>9</b>
4.1	Klimaat	9
4.2	Opkomst en winterhardheid	11
4.3	Gewasontwikkeling	12
4.4	Ziektedruk en mangaantoxiciteit	12
4.5	Peulzetting, oogst en opbrengst	13
4.6	Kwaliteit	15
<b>5</b>	<b>Conclusies</b>	<b>16</b>

# 1 Achtergrond

Het bevorderen van de teelt van peulvruchten vormt een belangrijke schakel in de verduurzaming van de Nederlandse landbouw. Doordat peulvruchten hun eigen stikstof binden, kunnen deze een grote besparing betekenen voor het gebruik van kunstmest stikstof. Voor de akkerbouw betekent een besparing in kunstmestgebruik een reductie van de CO<sub>2</sub> voetafdruk. Voor veel van de peulvruchten is tevens bekend dat deze een aanvullende positieve bijdrage leveren aan de bodemkwaliteit door gebonden fosfaten in de grond opneembaar te maken voor vervolgteelten. Voor de Nederlandse akkerbouw zijn er twee peulvruchten die ook voor humane consumptie een grote potentie laten zien: veldbonen en lupines. Voor veldbonen gaat de ontwikkeling snel, omdat deze verder zijn in de veredeling en hogere productieniveaus laten zien. Aan de andere kant zijn veldbonen erg droogtegevoelig, en daarom ook onderhevig aan sterke opbrengstfluctuaties. Zeker voor droogtegevoelige zandgronden is veldboon daarom niet altijd een goede optie. Lupines zijn minder droogtegevoelig, maar de lagere opbrengst is op dit moment de belangrijkste beperkende factor. Eén van de mogelijkheden om hier vooruitgang te maken is door, net als bij de veldbonen, naast de nu gebruikelijke zomerteelt ook de mogelijkheden van de winterteelt van lupines te verkennen. In onder andere Chili en Frankrijk vindt de winterteelt al vele jaren plaats, waarbij in Frankrijk het areaal winterlupine momenteel groter is dan het areaal zomerpupine. Veredeling heeft de vorsttolerantie zodanig verbeterd dat de winterteelt ook voor Nederland in beeld komt. Producties zouden daarbij een sprong kunnen maken van de nu gebruikelijke 2,5-3 t/ha naar 4-6 t/ha zoals op dit moment ook in de zuidelijke delen van Chili worden gehaald. Winterlupines zijn echter nog nooit getest in Nederland. In het voorliggende onderzoek zijn 4 rassen winterlupines uit Frankrijk en Chili getest op een locatie op dalgrond in de Veenkoloniën. Op deze grond is al vele jaren met succes zomerpupine geteeld. In een parallel lopend project, gefinancierd door het RNOB, wordt in hetzelfde seizoen de teelt van lupine op zandgrond in Brabant getest. Beide onderzoeken samen vormen een eerste verkenning in de potentie van winterlupines voor de verduurzaming van de Nederlandse akkerbouw.

## **2 Doelstelling**

Dit project heeft als doel het testen van de geschiktheid van winterlupine onder Nederlandse omstandigheden. Hierbij zullen gedurende 1 teeltseizoen 4 rassen winterlupine getest worden op dalgrond, en vergeleken worden met 1 ras zomerlupine. De winterlupine rassen zullen beoordeeld worden op winterhardheid, ziektegevoeligheid, legeringsgevoeligheid, opbrengst en kwaliteitsparameters (eiwitgehalte en gehalte aan bitterstoffen).

### 3 Proefopzet

#### Proefopzet

De proef is uitgevoerd op dalgrond in de Veenkoloniën, op een bedrijf waar al een groot aantal jaren met succes proeven met zomerpupineteelt zijn uitgevoerd. Het perceel bevat een organische stofgehalte van 5.8%, een pH van 5.2 en een gehalte aan koolzure kalk < 0.2%. De voorvrucht van het perceel was maïs. Door de late oogst van de maïs kon de winterlupine pas op 12 oktober 2021 gezaaid worden. Dit is relatief laat in vergelijking met de geadviseerde zaaidatum in Frankrijk, waar geadviseerd wordt uiterlijk in de derde week van september te zaaien. De winterlupine is met behulp van een proefveldzaamachine gezaaid, op een rijafstand van 25 cm. Als referentie is ook een wintertarwe ras (Extase) meegezaaid, op rijafstand 12.5 cm in een tweede werkgang. De proef ligt als een volledig gewarde blokkenproef in 3 herhalingen, waarbij van alle 4 rassen winterlupine er ook telkens twee behandelingen: - met en zonder afdekking met vliesdoek - zijn aangelegd.

#### Materiaal & methode

In de rassenproef zijn 4 winterlupine-rassen gebruikt die de afgelopen jaren zijn ontwikkeld door Cérience (Jouffray-Drillaud) (Frankrijk) en Semillas Baer (Chili). Daarnaast is er als referentie een zomerpupine ras meegenomen (Tabel 3-1). Het gebruikte zomerpupineras heeft een hoge anthracnose tolerantie. Het wordt als ras alleen als veevoer voor herkauwers gebruikt, aangezien het bitterstofgehalte te hoog is gebleken voor humane consumptie of als veevoer voor éénmagigen (kippen, varkens). De winterlupine is op 15 oktober 2021 gezaaid, de zomerpupine op 22 april 2022. Aan het einde van het seizoen zijn – voor zover van toepassing – opbrengstbepalingen en kwaliteitsbepalingen aan de lupine uitgevoerd (eiwitgehalte en bitterstoffenanalyse).

Tabel 3-1: *Herkomst en eigenschappen van de vier winterlupinerassen en het zomerpupineras die in deze rassenproef getest zijn.*

ras	jaar	zaai	type	leverancier
Orus	2010	winter	vertakkend	Cérience
Magnus	2013	winter	vertakkend	Cérience
Ulysse	2017	winter	vertakkend	Cérience
Rumbo Baer	1995	winter	vertakkend	Semillas Baer
Frieda	2019	zomer	vertakkend	DSV



## 4 Resultaten

### 4.1 Klimaat

#### Temperatuur

De gemiddelde temperatuur in het najaar van 2021 kwam in het Noorden van Nederland overeen met het langjarig gemiddelde. November kende 3 dagen met vorst aan de grond, en een temperatuur van -0.9 °C op 28 november. December kende 13 dagen met vorst, de sterkste vorst werd gemeten op 25 december met -6.6 °C. Januari en februari waren relatief zachte maanden, met een gemiddelde temperatuur 3 °C hoger dan normaal, en slechts 4 (januari) en 5 (februari) dagen met temperaturen onder nul. In maart en april waren er juist weer relatief veel dagen met vorst aan de grond: 21 dagen in maart, en 14 dagen in april, met op 3 april nog een minimumtemperatuur van -4.4 °C. De gemiddelde temperatuur in de maanden mei t/m juli was vergelijkbaar met de normaalwaarden, waar in juli wel een maximumtemperatuur van 36.5 °C werd bereikt op 19 juli, en ook in juni en augustus temperaturen boven de 31 °C werden bereikt.

Tabel 4-1: Maandoverzicht van temperatuur en normaalwaarden (N) op KNMI station Hoogeveen. Tgem = gemiddelde temperatuur, Tmin = minimumtemperatuur, Tmax = maximum temperatuur, N = normaalwaarden (langjarig gemiddelde 1991-2020), #dag < 0°C (10 cm) is het aantal dagen met temperatuur onder 0°C op 10 cm boven het maaiveld (vorst aan de grond).

	2021				2022								
	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep
Tgem	15.3	11.2	7	4.3	5	6.1	6.3	8.4	13.6	16.5	17.6	19.5	14.1
N	14.1	10.2	6.3	3.5	2.8	3.1	5.7	9.2	12.9	15.6	17.7	17.3	14.1
Tmin gem	10.3	7.4	4.9	1.8	2.6	2.7	0.4	2.9	7.4	10	11.2	12	8.8
N	9.4	6.4	3.4	1	0.3	0.2	1.8	3.9	7.5	10.1	12.2	11.9	9.4
Tmin	4.4	1.4	-0.9	-6.6	-2.5	-2.6	-3.5	-4.4	0.8	5.2	6.2	6.5	2.2
datum Tmin	20	10	28	25	10	12	7	3	2	21	17	6	29
#dag < 0 °C	.	.	3	13	4	5	13	6	.	.	.	.	.
N	.	2	5	12	12	13	9	4	.	.	.	.	.
#dag < -10 °C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
#dag < 0 °C (10 cm)	.	.	3	13	6	6	21	14	3	.	.	.	.
N	.	3	7	13	14	14	12	7	2	.	.	.	.
Tmax gem	20.5	14.9	9.3	6.7	7.2	9.1	12.4	13.2	19.4	22	23	26.1	19.5
N	19.1	14.2	9	5.8	5.2	6.1	9.7	14.5	18.1	20.7	22.9	22.6	19.1
Tmax	27	18.1	13.3	14	12.9	12.7	18.8	20.6	27.1	31.2	36.5	31.5	29.6
datum Tmax	9	19	19	31	1	16	22	12	18	23	19	12	5

## Bodemtemperatuur

De bodemtemperatuur is gemeten op 2, 5 en 10 cm diepte. In de periode tussen 8 november en 1 februari is over de helft van de veldjes vliesdoek aangebracht. Op 26 december werd de laagste temperatuur op 2 cm diepte bereikt in de plots zonder vliesdoek (-2.5 °C), terwijl de minimum temperatuur onder het vliesdoek -1.0 °C werd. Op 5 cm diepte was de minimumtemperatuur zonder vliesdoek -0.3 °C, en met vliesdoek 0°C.

## Neerslag

De maanden september, november, december en januari waren iets droger in vergelijking met de normaalwaarden. De drainage van het perceel was echter onvoldoende, waardoor de helft van het proefveld aan de slootkant van het perceel begin februari onder water kwam te staan. In februari was er bovendien sprake van een zeer grote hoeveelheid neerslag (171 mm), in vergelijking met 58 mm normaal, wat de situatie verder heeft verslechterd en de grond erg verdicht gemaakt heeft. In de helft van het proefveld die lange tijd onder water heeft gestaan, waren begin april nauwelijks planten meer aanwezig, waardoor we dit gedeelte voortijdig hebben moeten onderploegen. De maanden maart en augustus waren droog in vergelijking met de normaalwaarden.

Tabel 4-2: Hoeveelheid neerslag tijdens het groeiseizoen (KNMI neerslagstation Klazienaveen) en langjarig gemiddelde (N) (1991-2020).

	2021		2022										
	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep
mm / mnd	52.6	74	41.8	62.3	59.5	170.8	16.5	58.8	59.3	91.8	38.9	35.5	74.9
N	70	71.9	68.9	80.9	74.3	57.9	61.6	41	64.7	72.3	87.7	79.5	70



Figuur 4-1: Wateroverlast in proefveld op 1 februari, nog voor de extreme neerslag in deze maand.

## 4.2 Opkomst en winterhardheid

De winterlupine is gezaaid op 12 oktober. Op 25 oktober stonden de eerste planten boven de grond, en op 2 november was het eerste echte bladpaar zichtbaar. Op 18 november is de opkomststelling uitgevoerd. Gemiddeld staan er 42.4 planten/m<sup>2</sup>, waarbij er geen verschillen tussen de rassen zichtbaar zijn. Op 18 november is er daarnaast ook vliesdoek aangebracht over de helft van de plotjes. Op 1 februari en 13 april is het totale aantal planten per plot en het aantal gezonde planten per plot geteld. Op 1 februari staat het gedeelte van het proefveld aan de kant van de sloot onder water. Het vliesdoek wordt dan van alle plots gehaald. Op 13 april staan op de plots aan de kant van de sloot nauwelijks meer planten. Het aantal gezonde planten per m<sup>2</sup> is zo laag (Rumbo Baer 2.4; Orus 3.9; Ulysse 7.2 en Magnus 16.4) dat deze helft van het proefveld ondergewerkt wordt. Hiermee is er echter geen evenwichtig proefveldontwerp meer, en ligt Rumbo Baer nog in 2 herhalingen in de proef, Ulysse en Orus in 3 herhalingen, en Magnus in 4 herhalingen. In de drogere helft van het proefveld staan van het ras Magnus nog 23 gezonde planten/m<sup>2</sup>. Voor de rassen Ulysse (16.4), Rumbo Baer (9.4) en Orus (11.2) zijn deze aantallen echter ook laag tot zeer laag. De gewenste plantdichtheid voor een winterlupine ras (20 planten/m<sup>2</sup>) wordt hiermee alleen door Magnus behaald. Op 22 april is het zomerlupineras Frieda als referentie met de hand ingezaaid. Op 31 mei staan er 54.8 planten/m<sup>2</sup> zomerlupine. Dit is in overeenstemming met de streefdichtheid van 50 planten/m<sup>2</sup> voor een vertakkend zomerlupineras.



*Figuur 4-2: Overzicht proefveld op 13 april. De linkerkant van het proefveld heeft onder water gestaan, maar ook aan de rechterkant is de gewasstand te dun en de gewasontwikkeling vertraagd.*

### 4.3 Gewasontwikkeling

Op 31 mei is de gemiddelde planthoogte bepaald. Opvallend is dat er bij alle winterlupine planten sprake is van dwerggroei. De gemiddelde planthoogte varieert van 19 (Orus) tot 23 (Magnus), 24 (Ulysse) en 30 cm (Rumbo Baer). Het zomerlupineras Frieda, dat op 22 april gezaaid is, is op dat moment al 28 cm hoog. Ook in de rassenproef op de zandgrond in Brabant zien we deze dwerggroei in de winterlupine, maar hier is deze incidenteler aanwezig, en vooral in het rassen Magnus en Ulysse. De planthoogte van de winterlupine varieert in de proef in Brabant van 46 cm (Ulysse) tot 51 cm (Magnus en Orus) en 59 cm (Rumbo Baer). De winterrassen bevinden zich op 31 mei aan het einde van de bloeiperiode. Alle rassen hebben naast de hoofdstengel in totaal 3 etages met bloemen gevormd. Voor de vier winterrassen liggen de groeistadia in de verschillende etages op 31 mei tussen 3.7 (afstervend kroonblad) en 3.9 (begin peulzetting). Het groeistadium van het zomerlupine ras Frieda is 2.7 (bloemknop duidelijk zichtbaar).



Figuur 4-3: Dwerggroei in Magnus (links) en Orus (rechts) op 31 mei.

### 4.4 Ziekte druk en mangaantoxiciteit

In eerste instantie lijkt er iets meer schimmeldruk te ontstaan onder de plots die onder vliesdoek liggen. Om deze reden is het vliesdoek op 1 februari weggehaald van alle plots. Uiteindelijk is de hoge grondwaterstand, in combinatie met de extreme neerslag in februari en het onderwater staan van grote delen van het perceel bepalend voor het verloop van

de proef. Dit heeft gezorgd voor een zeer dunne gewasstand en het wegvallen van planten. De gewasgroei vertoonde symptomen van mangaantoxiciteit. Dit kan optreden bij een pH < 5.5 en bij zuurstofgebrek in een waterverzadigde bodem. De symptomen zijn dwerggroei, bruine vlekken op het blad, en lichter gekleurde (chlorotische) bladdelen. Om mangaantoxiciteit te voorkomen is een reparatiebemesting met kalk nodig, en in geval van waterstagnatie ook een verbeterde drainage en/of structuurverbetering van de grond. Ook in de proef in Brabant vermoeden we dat er sprake was van mangaantoxiciteit, veroorzaakt door de lage pH (4.9) in het perceel. Omdat hier echter geen sprake was van waterstagnatie, zijn de symptomen veel minder sterk en incidenteler aanwezig. Tijdens het neerslagoverschot in februari is geprobeerd door middel van extra geulen rondom het proefveld de waterafvoer te verbeteren, maar dit was onvoldoende gezien de extreme weersomstandigheden.

Op 13 april is de gewasstand en de ziektedruk bepaald in de verschillende plots. De plots aan de slootkant van het proefveld hebben lange tijd onder water gestaan, en hebben geen of nog maar enkele gezonde planten per plot. Ook de plots in de andere helft van het proefveld hebben op een enkele plot na, in het algemeen een veel te dunne gewasstand, waarbij een groot gedeelte van de planten last heeft van schimmelaantasting, zowel in de plots die bedekt zijn geweest met vliesdoek, als in de onbedekte plots. De helft van het proefperceel aan de slootkant is daarom eind april ondergewerkt.

Op 31 mei is in zowel de winter- als de zomerlupine nogmaals de gewasstand en ziektedruk bepaald. Opvallend is de aanwezigheid van luizen, aan het einde van de bloei in de winterlupine. Luizen worden in zomerlupine in de Nederlandse teelt zelden aangetroffen. Mogelijk is het verzwakte gewas voor de luizen extra aantrekkelijk. Aangezien ook in het proefveld in Brabant luizen werden aangetroffen in de winterlupine, vermoeden we echter ook dat het vroegere tijdstip van de bloei ervoor zorgt dat luizen eerder in het gewas komen. Ook zijn rozenkevers in de lupine aanwezig. In alle rassen winterlupine is de schimmelziekte *Pleiochaeta setosa* aanwezig.

#### **4.5 Peulzetting, oogst en opbrengst**

Op 14 juli is het aantal peulen per plant bepaald. Hoewel de planten naast de hoofdstengel gemiddeld drie etages met bloemen hebben gevormd, zijn er alleen peulen gevormd op de hoofdstengel en de eerste etage. De peulzetting is zeer minimaal. Per plant zijn gemiddeld in 3 (Magnus, Orus en Ulysse) en 7 (Rumbo Baer) peulen aanwezig, waarbij de peulvulling zeer slecht is. Omdat daarnaast de plantdichtheid in de plots zeer laag is, is besloten om de winterlupine plots niet te oogsten. Het zomerras Frieda is handmatig geoogst op 5 september en stationair gedorsen; de opbrengst was 4.2 t/ha (85% DS).



*Figuur 4-4: Links: afrijping Magnus op 14 juli. Rechts: Frieda oogstrijp op 5 september.*



*Figuur 4-5: Verschil in gewasontwikkeling winterlupine op 16 juli 2022 tussen de proef in Brabant op dekzandgrond (grote planten) en de proef op dalgrond (met extreme dwerggroei) (deze rapportage).*

In vergelijking met de proef op dekzandgrond in Brabant is er een extreem verschil in gewasontwikkeling (zie Figuur 4-5): terwijl het ras Orus in Brabant een opbrengst van 4.5 ton/ha (85% DS) heeft behaald, kon het gewas op de dalgrond in deze proef niet geoogst worden. Een opvallend verschil was wel, dat het ras Rumbo Baer op de dalgrond nog enkele vitale planten produceerde, terwijl dit op de dekzandgrond juist het ras was met de laagste opbrengst. Om de verschillen tussen rassen goed te beoordelen, zal er daarom zeker nog meer onderzoek nodig zijn.

#### **4.6 Kwaliteit**

Het eiwitgehalte van het zomerlupine ras Frieda is 30.9% in de droge stof. Het gehalte aan bitterstoffen (alkaloïden) van het geoogste zaad is 1949 mg/kg, en hiermee is dit lupineras niet geschikt als veevoer voor herkauwers. De in het algemeen gehanteerde grens voor veevoer is 600 mg/kg (herkauwers), terwijl dat voor humane consumptie op 200 mg/kg ligt. In Australië is deze norm wettelijk bepaald. In Europa is deze grens voor humane consumptie niet wettelijk is vastgelegd, maar wordt deze wel door de verwerkende industrie gehanteerd. Om te bepalen in hoeverre het hoge gehalte in het geoogste zaad door externe omstandigheden (droogte, hoge temperaturen) veroorzaakt is, of (mede) het resultaat van te hoge gehalten in het zaaizaad, is ook het zaaizaad van Frieda geanalyseerd. Dit bleek met 1207 mg/kg hoogstwaarschijnlijk al boven de norm voor zoete lupine (max. 5% bittere zaden) te liggen. Ook milieufactoren zullen een belangrijke bijdrage geleverd hebben aan het zeer hoge gehalte in het geoogste zaad, maar het zaaizaad voldeed in deze proef waarschijnlijk al niet aan de eisen voor zoete lupine. Omdat de formulering in de wetgeving hier echter te beperkt is (geen gehalten in mg/kg maar % bittere zaden), is dit niet met zekerheid te stellen. Het totaal aan bitterstoffen wordt door een groot aantal verschillende alkaloïden bepaald. Het belangrijkste alkaloïde dat in het ras Frieda gemeten werd is lupanine, met een gehalte van 1190 mg/kg in het geoogste zaad, en 796 mg/kg in het gebruikte zaaizaad.

## 5 Conclusies

Uit deze eerste verkennende proef op dalgrond blijkt dat winterlupine erg gevoelig is voor natte omstandigheden in combinatie met een slechte bodemstructuur (met name gevoeligheid voor verslemping) in de winter. De winter van 2021-2022 was zacht en nat, met een minimumtemperatuur van  $-6.6$  °C. De combinatie van een lage bodem pH, slempgevoelige grond, beperkte afwateringsmogelijkheden van het perceel, en extreme neerslag in februari hebben gezorgd voor een opeenstapeling van factoren, waardoor er geen oogstbaar gewas op het veld heeft gestaan. De typische symptomen van dwerggroei wijzen in de richting van mangaantoxiciteit, wat een aanwijzing is dat winterlupine mogelijk ongeschikt is voor gronden met een lage pH. Uit Australische literatuur blijkt dat lupine bij een pH lager dan 5.5 hier gevoelig voor wordt, wat verergerd wordt door waterstagnatie en zuurstofgebrek. In eerdere teelt van zomerlupine op dit type grond hebben we incidenteel wel dwerggroei gezien, maar niet in deze mate. Daarnaast heeft de winterlupine ook sterk last gehad van schimmelziekten, waarvan *Pleiochaeta setosa* het meest duidelijk aanwezig was. De goede opbrengst van het zomerlupineras Frieda laat ook zien dat zonder de natte omstandigheden in de winter op dit bodemtype prima lupine geteeld kan worden. De vergelijking met de proef op dekzand in Brabant laat zien dat op andere bodemtypes de teelt van winterlupine zeker kansrijk kan zijn. Er is echter meer onderzoek nodig om de ideale teeltcondities voor winterlupine vast te stellen, en daarnaast ook de winterhardheid onder strengere vorstomstandigheden te beoordelen.