



Invloed van luchtvochtigheid op het scheuren van radijs

Jan Janse en Piet Steenbergen



Referaat

Veel gescheurde radijs bij hoge RV tijdens knolvorming

In de winter geeft een hoge luchtvochtigheid tijdens de knolvormingsfase duidelijk meer gescheurde radijsknollen. Dit gebeurt met name als de luchtvochtigheid in de eerste teeltfase juist laag is geweest. Dit bleek uit onderzoek bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk.

Bij oogst in januari scheuren radijsknollen veel gemakkelijker dan bij oogst in februari of maart. Vooral bij een knoldiameter van circa 8 mm zijn radijsjes gevoelig voor een hoge luchtvochtigheid.

Om in de wintermaanden gescheurde radijs te voorkomen is het dus gewenst dat telers proberen om de luchtvochtigheid tijdens de knolvormingsfase te verlagen door meer te ventileren en/of wat te verwarmen.

Abstract

High humidity causes more splitting of radish tubers

In winter season, high humidity in the greenhouse causes more cracking or splitting of the tubers of radish. This happens especially when humidity in the first growing phase is low. This became clear in a research by Wageningen UR Greenhouse Horticulture in Bleiswijk.

Harvesting in January gives far more splitting of radish tubers than harvesting in February or March. Especially tubers with a diameter around 8 mm seems susceptible for splitting at circumstances with a high humidity. Growers are being advised to try to decrease the humidity in glasshouses by ventilating and or heating.

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Wageningen UR Glastuinbouw.

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1 Bleiswijk
: Postbus 20, 2265 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317-485606
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
	1.1 Achtergrond	7
2	Materiaal en methode	9
3	Resultaten en discussie	11
	3.1 Oogstdata en data klimaatwisseling	11
	3.2 Klimaat	12
	3.3 Gewaswaarnemingen	14
	3.3.1 Gescheurde knollen	14
	3.3.2 Knoldiameter en -gewicht	17
	3.3.3 Bladlengte en totaal bladgewicht	18
	3.3.4 Droge stofgehalte knol en blad	18
4	Conclusies	19
5	Literatuur	21
Bijlage I	Titel (Sectie 4)	23
Bijlage II	Titel (Sectie 4)	25
Bijlage III	Gerealiseerd klimaat per zaaidatum vanaf 1 ^e klimaatwisseling	27

Samenvatting

Vooral in de winterperiode kunnen radijsknollen tijdens de teelt maar ook nog in de naoogstfase vrij gemakkelijk scheuren. Naast het ras, lijkt de vochthuishouding daarbij een belangrijke rol te spelen. De meeste telers geven praktisch alleen water in de eerste dagen na het zaaien, dus via de watergift zijn er weinig mogelijkheden om de scheurgevoeligheid te verminderen. Door op de juiste momenten in te grijpen in het klimaat en de verdamping te stimuleren, zou mogelijk wel het scheuren van de knollen kunnen worden voorkomen of verminderen. Bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk is in het seizoen 2010 – 2011 onderzocht of en in welk groeistadium de luchtvochtigheid van invloed is op het scheuren van radijsknollen.

Veel gescheurde radijs bij hoge RV tijdens knolvorming

Radijs werd in containers met zand geteeld en op bepaalde momenten tijdens de knolvorming van de lage naar hoge RV verplaatst en andersom. De luchtvochtigheid werd verhoogd via hogedrukverneveling. De zaaidata waren 1, 15 en 30 november en de radijs werd geoogst op respectievelijk 24 januari, 22 februari en 7 maart.

Het totaal percentage gescheurde knollen tijdens en na de oogst was voor de drie zaaidata respectievelijk 42, 14 en 5% en nam dus duidelijk af in de tijd. Als de RV in de eerste groeifase relatief laag was en daarna in de knolvormingsfase vanaf een knoldiameter van circa 8 mm plotseling werd verhoogd van ruim 80 naar circa 90%, nam het percentage gescheurde radijs bij de oogst sterk toe. De toename was kleiner naarmate de hogere RV in de knolvormingsfase later optrad. Als de RV in de periode voor de knolvormingsfase hoog was en daarna op verschillende tijdstippen werd verlaagd, veroorzaakte dit bij de oogst echter geen betrouwbare verschillen in hoeveelheid gescheurde knollen. Een continu hoge RV tijdens de gehele teelt gaf 2 maal zoveel gescheurde knollen dan een continu lage RV. Bij het vroegste zaaisel van 1 november scheurde na de oogst en bewaring zelfs nog ruim een derde van de knollen. Een hoge RV in de eerste teeltfase resulteerde in een iets lager knolgewicht, maar langer blad.

In knolvormingsfase verdamping stimuleren

Het advies aan radijstelers is om vooral in de fase dat de knol wordt gevormd, dat is ongeveer vanaf knoldiameter 8 mm, de verdamping te stimuleren door meer te ventileren en indien mogelijk te verwarmen. Hierdoor zal de radijs onder ongunstige weersomstandigheden minder op spanning komen te staan en dus minder snel gaan scheuren.

1 Inleiding

Radijsknollen kunnen vooral in de winterperiode zowel tijdens de teelt als in de naoogstfase vrij gemakkelijk scheuren. Dit gebeurt met name in de oogstperiode januari en februari, dat is ongeveer de zaaiperiode vanaf 23 oktober tot en met 10 december. Naast het ras, lijkt de vochtuishouding daarbij een belangrijke rol te spelen. De laatste jaren geven de meeste telers praktisch alleen water in de eerste dagen na het zaaien, dus via de watergift lijken er weinig mogelijkheden te zijn om de scheurgevoeligheid te verminderen. Een hoge EC in de grond zou de cellen steviger kunnen maken, maar gaat vaak ten koste van de knolgrootte. Door op de juiste momenten in te grijpen in het klimaat en de verdamping te stimuleren, zou mogelijk wel het scheuren van de knollen kunnen voorkomen of verminderen. Daarom is bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk in het seizoen 2010 – 2011 een onderzoek uitgevoerd om de rol van de luchtvochtigheid op het optreden van scheuren van radijsknollen na te gaan.

Het doel van het onderzoek was:

- Vaststellen in welke fase radijs gevoelig is voor scheuren.
- Bepalen hoe het optreden van scheuren kan worden beïnvloed via de klimaatomstandigheden en dan met name de luchtvochtigheid.
- Telerhandvatten bieden om het scheuren van radijs tegen te gaan.

1.1 Achtergrond

In de literatuur is gezocht naar gegevens over scheuren in radijs, maar de gevonden informatie bleek vrij beperkt. Uit wat er gevonden is blijkt dat :

- Scheuren rasafhankelijk is (o.a. Heij en Engelaan, 1998)
- Scheuren afhangt van de bodemtemperatuur (Mehwald, G., 1973)
- Scheuren wordt beïnvloed door wisselingen in de vochtigheid van de grond (Suh, Park en Kwon, 1987; Kang en Wan, 2005; Wan en Kang, 2006)
- Scheuren vooral plaatsvindt na een groeiexplosie na een periode met koud, winderig weer gevolgd door zacht, groeizaam weer (Van 't Hoff, 1985)

Op basis van de literatuur en ervaringen van radijstelers in kassen is de volgende hypothese gevormd voor wat betreft het effect van de luchtvochtigheid op de scheurgevoeligheid van radijs:

Een sterk wortelgestel “pompt” water in de knol en in de bovengrondse delen. Als er minder verdampt kan worden, gaat er relatief meer naar de knol, die daardoor meer “op spanning komt” te staan. Daardoor zouden de knollen gemakkelijker kunnen scheuren, zowel direct na de oogst als bij handling.

2 Materiaal en methode

In het onderzoek met radijs bij Wageningen UR Glastuinbouw waren de volgende behandelingen opgenomen:

- 2 klimaten: een kasafdeling met een lage RV en een kasafdeling met hoge RV, ofwel met respectievelijk een hoog en laag vochtdeficiet
- 3 zaaidata: 1, 15 en 30 november 2010
- Per zaaidatum worden op 3 tijdstippen 'klimaatschokken' in de laatste fase van de knolvorming gerealiseerd door containers met radijs van een lage naar een hoge RV te verplaatsen en andersom. Daarnaast één behandeling waarbij de radijs continu bij hetzelfde klimaat werd geteeld.

Optioneel was er nog een behandeling waarbij aan het einde van de teelt water zou worden gegeven met een lage (0) en hoge EC (3 mS/cm). De grond in de containers bleef echter voldoende vochtig, waardoor deze behandeling niet is uitgevoerd.

Om er zeker van te zijn dat er in de proef gescheurde radijs zou voorkomen, is in overleg met telers en het zaadbedrijf gebruik gemaakt van een behoorlijk scheurgevoelig ras, namelijk Rossella (Nickerson Zwaan).

Nadat de waarnemingen bij de oogst waren uitgevoerd, werd het loof van de radijsjes verwijderd en werden de knolletjes ruim ongeveer een kwartier in een container met water gezet om het wassen van losse radijs na te bootsen. Daarna vond een stuiterproef plaats met behulp van een oogst- en sorteersimulator die geconstrueerd is voor tomaten (zie Figuur 1.). Dit werd gedaan om het proces van kleinverpakken van losse radijs na te bootsen. Daarna werd de radijs 5 dagen bewaard in een koelcel bij een temperatuur van 5 °C en nogmaals beoordeeld op gescheurde knollen.



Figuur 1: Oogst- en sorteersimulator voor tomaten, waardoorheen de radijsjes werden gevoerd.

Figuur 2: De containers met radijs werden van de afdeling met de lage naar de hoge RV verplaatst en andersom.

Verdere gegevens:

Kasafdeling	Kas 610 en 611 bij Wageningen UR Glastuinbouw Bleiswijk
Kasgrootte	144 m ²
Teeltwijze	In 50 l containers met een hoogte van 40 cm en agryldoek op de bodem
Teeltmedium	Zand (korrelgrootte: M50 = 300 μ) gemengd met 20% kokos om de vochthoudendheid van het teeltmedium te verbeteren (organische stofgehalte grond 1.2%)
Zaadichtheid	250 zaden/m ² , dat is ca. 40 knolletjes per container (0.15 m ²)
Herhalingen	4 containers per behandeling
Totaal aantal containers	96 (48 per afdeling (2x), 16 per zaaidatum (3x), 4 per datum van overzetten)
In te stellen temperatuur D/N	D/N 9/5 °C
Streef temperatuur etmaal	Ca. 8 °C
Luchtvochtigheid	Gebruik van hogedrukverneveling bij met name het vochtige klimaat - 'normaal' klimaat: vochtdeficiet D/N 2/1 g/m ³ , streef vochtdeficiet per etmaal van ca. 2 g/m ³ - vochtig klimaat: vochtdeficiet D/N 1/0.5 g/m ³ , streef vochtdeficiet etmaal van ca. 1 g/m ³
Realisering luchtvochtigheid	Er werd met name bij de hoge luchtvochtigheid gebruik gemaakt van hogedrukverneveling om de luchtvochtigheid te verhogen. Start verneveling op 16 november.
Watergift	In de eerste 5 dagen werd drie keer water gegeven met een sproeikop tot verzadiging van de grond optrad. In totaal was dit per container ongeveer 10 liter water + wat extra voor wat drain en om ongelijkheid op te heffen. Dit betekende per container van 50 liter met een oppervlak van 0.15 m ² ruim 60 liter per m ² .
Voeding	De EC was 3.5 mS/cm. De streef-EC in de winter is in het 1:2 extract namelijk 1.3 mS/cm, dat betekent een EC in het bodemvocht van circa 3.5 – 5 mS/cm. Daarbij werd de standaard voedingsoplossing voor grond genomen: - Hoofdelementen: NH ₄ 0.5, K 5, Ca 2.25, Mg 1.5, NO ₃ 9, SO ₄ 1.5, P 1 mmol/l - Sporelementen: Fe 15, Mn 10, Zn 5, B 20, Cu 0.5, Mo 0.5 mmol/l
Waarnemingen	- aantal gescheurde knollen bij de oogst en na handling + bewaring - knoldiameter - aantal nieten (knolletjes met een diameter < 17 mm) - totaal knolgewicht (exclusief nieten) - bladlengte en -gewicht - drooggewicht knollen en blad (exclusief nieten)
Registratie klimaatgegevens	De klimaatgegevens zijn geregistreerd en opgeslagen bij Let's Grow

Statistische verwerking:

De statistische analyse is uitgevoerd met het Genstat-programma.

Omdat de percentages gescheurde knollen een binominale verdeling vertonen, namelijk wel of niet gescheurd, is de analyse uitgevoerd via een GLMM (Generalized Linear Mixed Model) met binominale verdeling. De overige metingen hebben een normale verdeling en daarom is de analyse uitgevoerd via een LMM (Linear Mixed Model).

De factor 'RV voor het eerste tijdstip van klimaatwisseling' was gekoppeld aan de kas. De toets op een RV-effect is in feite een toets op het kaseffect.

Bij elke analyse is een breedtoets (Student-toets) uitgevoerd op de gemiddelden van de termen die in de analyse een betrouwbaar effect bleken te hebben.

3 Resultaten en discussie

3.1 Oogstdata en data klimaatwisseling

In Tabel 1. staan per zaaidatum, de oogstdatum en de verschillende data vermeld waarop de containers met radijs van de ene naar de andere afdeling met een ander klimaat zijn verplaatst.

Tabel 1. Per oogstdatum zijn de oogstdatum en de data waarop een gedeelte van de containers met radijs van de ene naar de andere kas zijn overgeplaatst.

Zaaidatum	Oogstdatum	1e wisseldatum	2e wisseldatum	3e wisseldatum
1 november 2010	24 januari 2011	23 december 2010	30 december 2010	7 januari 2011
15 november 2010	22 februari 2011	25 januari 2011	1 februari 2011	7 februari 2011
30 november 2010	7 maart 2011	7 februari 2011	12 februari 2011	21 februari 2011

Opvallend is dat de eerste teelt zo'n 2 weken sneller is dan de 2e en 3e teelt. Dit is waarschijnlijk deels toe te schrijven aan de hogere temperaturen in het begin van het onderzoek (zie hoofdstuk 3.2).

De eerste keer dat de radijs van het ene naar het andere klimaat werd overgezet was steeds op ongeveer het moment dat de radijsknollen een diameter hadden van rond de 8 mm. Tussen de volgende klimaatwisselingen zat bij de verschillende zaaidata steeds ongeveer een week. Dit resulteerde erin dat de klimaatwisselingen per zaaidatum ongeveer 4, 3 en 2 weken voor de oogst plaatsvonden. Daarnaast was er nog een behandeling waarbij de radijs continu bij hetzelfde klimaat bleef staan.



Figuur 3. en 4: Foto genomen op respectievelijk 23 december en 18 januari 2011 van containers met radijs van drie verschillende zaaidata.

3.2 Klimaat

In Tabel 2. zijn de gemiddeld gerealiseerde klimaten in beide kassen weergegeven vanaf week 47 tot en met week 9.

Tabel 2. Gemiddeld gerealiseerd klimaat in de behandeling met een hoog en laag vochtdeficiet van week 47 tot en met week 9 (einde proef).

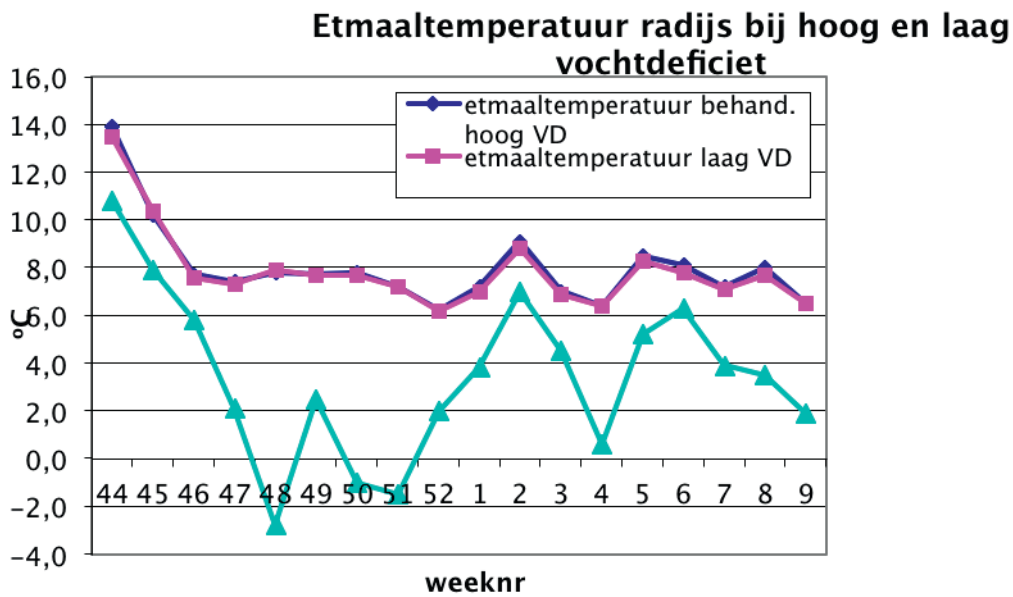
Klimaatparameter	Hoog vochtdeficiet (= lage RV)	Laag vochtdeficiet (= hoge RV)
Temperatuur dag (°C)	8,7	8,5
Temperatuur nacht (°C)	6,7	6,6
Temperatuur etmaal (°C)	7,5	7,4
Relatieve luchtvochtigheid dag (%)	77	86
Relatieve luchtvochtigheid nacht (%)	85	92
Relatieve luchtvochtigheid etmaal (%)	82	90
Vochtdeficiet dag (g/m ³)	2,0	1,2
Vochtdeficiet nacht (g/m ³)	1,2	0,6
Vochtdeficiet etmaal (g/m ³)	1,5	0,8
CO ₂ dag (ppm)	560	568
Buitentemperatuur (°C)	2,5	2,5
Instraling per dag (J/cm ²)	300	300

De temperatuurverschillen tussen beide afdelingen waren gering: gemiddeld over de gehele periode was de etmaaltemperatuur 0.1 °C hoger in de afdeling met een hoog vochtdeficiet dan in de afdeling met een laag vochtdeficiet. Overdag en in de nacht was dit respectievelijk 0.2 en 0.1 °C.

Door meer gebruik te maken van verneveling in de afdeling met een laag vochtdeficiet zal de lucht in deze afdeling wat gemakkelijker afgekoeld zijn dan in de andere afdeling. De temperatuurverschillen vallen echter erg mee. Ook de verschillen in CO₂-gehalte zijn verwaarloosbaar klein. Dat betekent dat gevonden verschillen in scheuren en andere producteigenschappen voor een zeer belangrijk deel toegeschreven kunnen worden aan luchtvochtigheidsverschillen.

Door gebruik te maken van hogedrukverneveling zijn er duidelijke verschillen in luchtvochtigheid tussen beide afdelingen gerealiseerd. Gemiddeld was het verschil in vochtdeficiet overdag, in de nacht en per etmaal respectievelijk 0.8, 0.6 en 0.7 g/m³. Omdat de temperaturen in beide afdelingen vrijwel gelijk waren, kan ook naar de relatieve luchtvochtigheid worden gekeken. De RV overdag, in de nacht en per etmaal was respectievelijk 9, 7 en 8% hoger in de afdeling met een hoge dan in de afdeling met een lage RV. De luchtvochtigheidsverschillen waren overdag dus iets groter dan in de nacht, maar dit was mede een gevolg van de klimaatinstellingen.

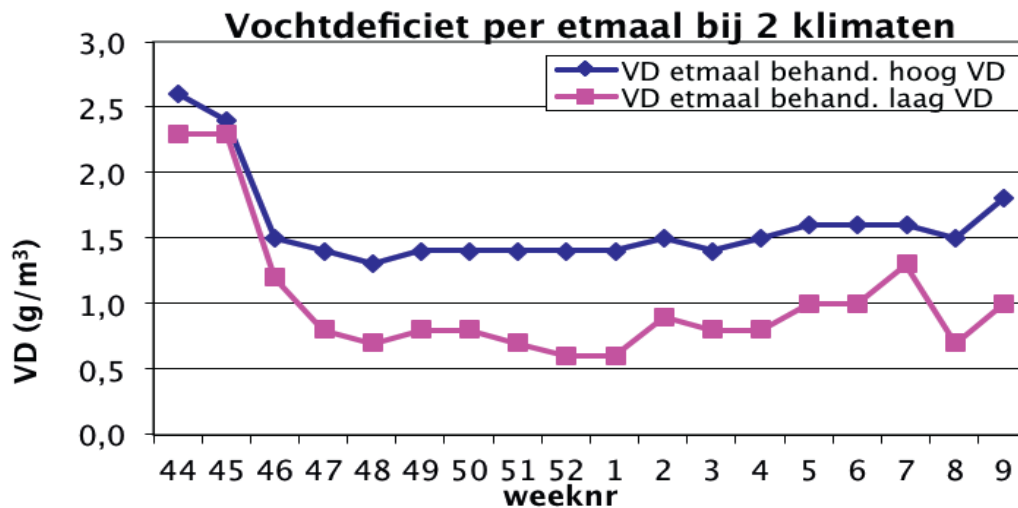
In Figuur 5. is per week het verloop van de etmaaltemperatuur bij de twee klimaten weergegeven.



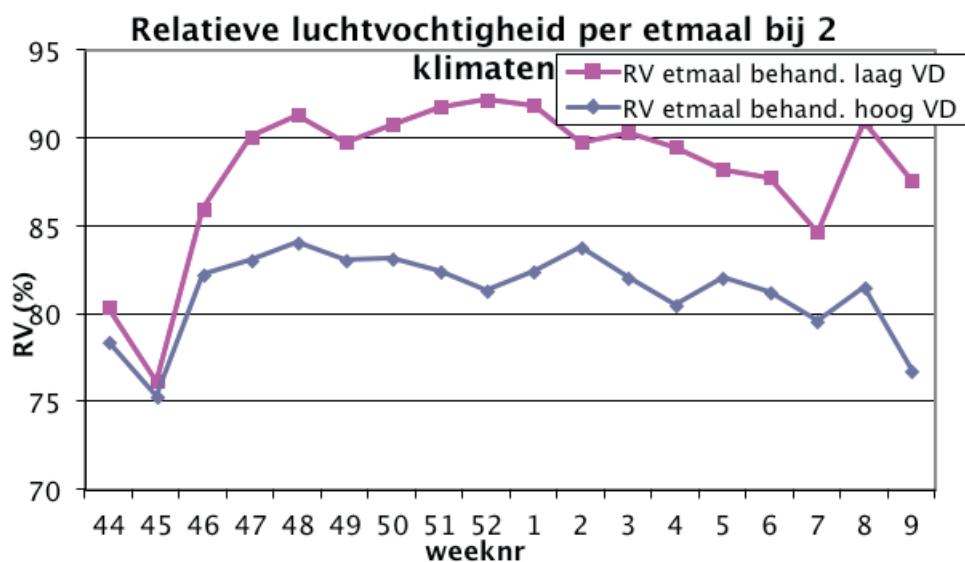
Figuur 5. De gerealiseerde etmaaltemperatuur bij 2 klimaten en de buitentemperatuur per week.

In de eerste 2 weken waren de kasttemperaturen relatief hoog als gevolg van de hoge buitentemperaturen. Daarna schommelden deze tussen de 6 en 9 °C. Door de hoge kasttemperaturen in de eerste weken bleek de radijs van de eerste zaaidatum snel te kiemen. Vooral in december zijn de buitentemperaturen met temperaturen onder 0 °C relatief laag geweest. In de figuur is ook te zien dat de temperatuurverschillen tussen de beide behandelingen inderdaad erg gering waren.

In Figuur 6. en 7. zijn respectievelijk het gerealiseerde vochtdeficiet en de luchtvochtigheid per etmaal weergegeven.



Figuur 6. Het gerealiseerde vochtdeficiet per etmaal bij de 2 klimaatbehandelingen per week.



Figuur 7. De gerealiseerde luchtvochtigheid bij de 2 klimaatbehandelingen per week.

In de eerste weken waren de verschillen in vochtdeficiet of luchtvochtigheid gering. Er werd toen nog geen gebruik gemaakt van de verneveling. Dit zal op de ontwikkeling van de radijs echter weinig effect gehad, omdat het zaad toen aan het ontkiemen was. In de volgende weken zijn er wel duidelijke verschillen in vochtdeficiet en relatieve luchtvochtigheid gerealiseerd. Alleen in week 7 was het verschil wat kleiner.

De gerealiseerde luchtvochtigheid en het vochtdeficiet op de dag en in de nacht zijn weergegeven in Bijlage I-1 en I-2.

Omdat er drie zaai- en oogstdata waren en er per zaaidatum 3 maal een klimaatwisseling heeft plaatsgevonden met daarnaast een behandeling waarbij de radijs bij hetzelfde klimaat bleef staan, moet is het gerealiseerde klimaat vanaf het moment dat de wisseling heeft plaatsgevonden tot de oogstdatum ook van belang. In Bijlage II is per behandeling het gerealiseerde klimaat weergegeven vanaf het moment dat de containers voor de eerste keer van de ene naar de andere afdeling zijn verplaatst (circa 4 weken voor de oogst) tot aan de oogst.

In de tabellen is te zien dat er per zaai-/oogstdatum gemiddeld in de periode vanaf de eerste klimaatwisseling tot de oogst tussen de meest extreme behandelingen een verschil in vochtdeficiet is geweest van 0.6 à 0.7 g/m³. Voor de RV was dit 7 à 9%.

3.3 Gewaswaarnemingen

In onderstaande paragrafen worden alleen de factoren behandeld die een statistisch betrouwbaar effect hadden op de waargenomen producteigenschappen.

3.3.1 Gescheurde knollen

Er was enige variatie in het aantal geoogste knollen per behandeling, omdat niet alle zaden altijd ontkiemden en er soms ook nieten (knoldiameter < 17 mm) voorkwamen. Het aantal gescheurde knollen is daarom uitgedrukt als percentage gescheurd van het totaal aantal geoogste knollen met een diameter groter dan of gelijk aan 17 mm, dus exclusief nieten.

In Tabel 3. staat het gemiddelde percentage gescheurde knollen bij de oogst, na handling + bewaring en totaal per oogstdatum.

Tabel 3. Gemiddeld percentage gescheurde knollen bij de oogst, na handling en totaal.

Zaai- / oogstdatum	% gescheurde knollen bij oogst	% gescheurde knollen na handling	% totaal gescheurde knollen
1 nov / 24 jan	7.3 b	34.2 c	41.5 c
15 nov / 22 feb	4.2 a	9.7 b	13.9 b
30 nov / 7 mrt	3.4 a	1.7 a	5.2 a
p-waarde	<0.001	<0.001	<0.001

- Vooral de radijs van de eerste zaai- en oogstdatum zijn zowel bij de oogst als na handling erg gevoelig voor scheuren. Opvallend is het grote aantal knolletjes dat op de eerste datum nog na de oogst gaat scheuren, namelijk ruim een derde.
- In totaal komt het percentage gescheurde knollen op de eerste oogstdatum (24 januari) uit op 42%, terwijl dit op de 2^e en 3^e oogstdatum (respectievelijk 22 februari en 7 maart) respectievelijk circa 14 en 5% is. Naarmate de oogstdatum later valt, scheuren de radijsknolletjes dus minder snel. Het grote aantal gescheurde knollen van de eerste zaaidatum kan te maken hebben met het koude weer in december en daarna hogere temperaturen (zie Figuur 5.), waardoor er mogelijk een soort groeiexplosie plaatsvond en de radijs gevoelig voor scheuren werd (Van 't Hoff, 1985).



Figuur 8. en 9. In de proef kwamen vooral bij de oogst in januari erg veel gescheurde knollen voor.

In Tabel 4. is per behandeling het percentage gescheurde knollen bij de oogst, na handling + bewaring en totaal weergegeven.

Tabel 4. Het percentage gescheurde radijsknollen bij de oogst, na handling + bewaring en totaal bij de verschillende behandelingen gemiddeld over de drie zaai- c.q. oogstdata.

Tijdstip klimaatwisseling = periode voor oogst	RV wisseling	% gescheurde knollen bij oogst	% gescheurde knollen na handling	% totaal gescheurde knollen
Ca. 4 weken	laag → hoog	9.5 c	16.1	25.6 b
Ca. 3 weken	laag → hoog	6.1 b	16.9	23.0 b
Ca. 2 weken	laag → hoog	3.8 ab	12.8	16.6 b
Niet gewisseld	continu laag	3.0 a	9.9	12.9 a
Ca. 4 weken	hoog → laag	3.4 (a) ¹⁾	10.0	13.3 (a) ¹⁾
Ca. 3 weken	hoog → laag	4.3 (a)	17.4	21.7 (ab)
Ca. 2 weken	hoog → laag	3.5 (a)	9.9	13.4 (ab)
Niet gewisseld	continu hoog	4.9 (a)	21.3	26.2 (b)
p-waarde interactie RV vòòr 1e wisseling x wisseltijdstip		< 0.001	N.S.	0.01

¹⁾ Door de interactie mogen de onderlinge verschillen alleen binnen de groep met elkaar worden vergeleken (aangegeven zonder en met haakjes)

- Er is een interactie tussen de hoogte van de luchtvochtigheid vòòr de 1^e klimaatwisseling, dat is in de periode voorafgaande aan de periode van circa 4 weken voor de oogst ofwel op het moment van knolstadium van circa 8 mm, én het tijdstip van klimaatwisseling. Als de RV in de groeiperiode totdat het knolletje een diameter heeft bereikt van circa 8 mm laag is en daarna wordt verhoogd, geeft dit **bij de oogst** veel gescheurde knollen.
- Een hoge RV vanaf zo'n 4 weken voor de oogst stimuleert dus sterk het scheuren van de knollen. Naarmate de periode met hoge RV voor de oogst korter duurt, komen er minder gescheurde knollen bij de oogst voor.
- Als daarentegen in de periode voordat het knolletje een diameter van ongeveer 8 mm heeft bereikt, de RV hoog is en daarna op verschillende tijdstippen wordt verlaagd, heeft dit géén betrouwbaar effect op het percentage gescheurde knollen bij de oogst. Er scheuren dan relatief weinig knolletjes.
- Hoewel de variatie tussen de behandelingen in percentage gescheurde knollen **na handling en bewaring** groot is, kan er van het luchtvochtigheidsniveau noch in de eerste groeiperiode noch in de laatste periode een betrouwbaar effect op het percentage gescheurde knollen na handling worden aangetoond.
- Bij het totaal percentage gescheurde knollen is er ook weer sprake van een interactie. Het totaal percentage gescheurde knollen neemt met een factor 2 toe als de RV tijdens de knollingsfase vanaf circa 4 weken voor de oogst wordt verhoogd met zo'n 8% in vergelijking met een continu lage RV. Bij een continu hoge RV tijdens de gehele groeiperiode is het percentage gescheurde knollen ook 2 maal zo hoog dan wanneer de RV wordt verlaagd als de knoldiameter circa 8 mm is, dat is in de winterperiode zo'n 4 weken voor de oogst.
- Een lage RV in de eerste groeifase en daarna vanaf 4 weken voor de oogst een hoge RV, geeft in totaal evenveel gescheurde radijs dan wanneer de RV gedurende de gehele teeltperiode hoog blijft.
- Er zijn geen verdere betrouwbare effecten van factoren op het percentage gescheurde knollen gevonden.

Een mogelijke verklaring voor de gevonden effecten zou het volgende kunnen zijn. Als de RV in de eerste groeifase (tot ongeveer 4 weken voor de oogst) laag is, zal de radijs relatief veel moeten verdampen en dit zal hoogstwaarschijnlijk de wortelvorming stimuleren. Mogelijk zijn de buitenste cellen van de knol (periderm) dan ook wat minder flexibel geworden (Kang en Wan, 2005). Als de RV in de knolvormingsfase dan plotseling wordt verhoogd, zal de radijs ineens minder kunnen verdampen. Door het sterke wortelstelsel zal er meer druk op de stuggere cellen in de buitenste lagen van de knol komen, waardoor deze gemakkelijker zullen scheuren.

Bij een hoge RV in de eerste groeifase en daarna een lage RV zullen de radijsjes minder sterke wortels hebben gevormd en zal de radijs in de knolvormingsfase mede door de lagere RV minder op spanning komen te staan. De knolletjes zullen dan minder snel scheuren.

Voor radijstellers is het dus belangrijk om de RV in de laatste teeltfase vanaf knoldiameter van ca. 8 mm niet langdurig te hoog op te laten lopen. Vooral als de luchtvochtigheid in de eerste groeifase relatief laag is geweest is de radijs erg scheurgevoelig. Telers kunnen de verdamping stimuleren door meer te ventileren en/of wat te stoken. Dit zal wel consequenties hebben voor het energiegebruik.

3.3.2 Knoldiameter en -gewicht

In Tabel 5. zijn de knoldiameter en het totaal knolgewicht bij de oogst als gevolg van de RV in de eerste groeifase, ofwel periode tot knoldiameter 8 mm, gegeven.

Tabel 5. Het effect van de hoogte van de luchtvochtigheid in de eerste groeiperiode op de knoldiameter en het totaal knolgewicht bij de oogst gemiddeld over de drie zaai- c.q. oogstdata.

RV in groeiperiode tot knoldiameter van ca. 8 mm	Knoldiameter (mm)	Totaal knolgewicht /container (g)
Laag	26.7 b	341 b
Hoog	26.1 a	320 a
p-waarde	0.002	0.012

- De knoldiameter en het totaal knolgewicht waren betrouwbaar hoger als de radijs in de eerste groeifase onder condities met een lage RV waren geteeld in plaats van bij een hoge RV. Het verschil was gemiddeld respectievelijk 2 en 7%.
- In de laatste groeiperiode had het tijdstip van klimaatwisseling geen betrouwbaar effect op de diameter of het totaalgewicht.

In Tabel 6. staan de knoldiameter en het totaal oogstgewicht van de knollen bij de verschillende zaai- c.q. oogstdata vermeld.

Tabel 6. Per oogstdatum zijn de knoldiameter en het totaal oogstgewicht van de knollen per container gemiddeld over de klimaatbehandelingen weergegeven.

Zaai- / oogstdatum	Knoldiameter (mm)	Totaal knolgewicht / container (g)
1 nov / 24 jan	24.2 a	231 a
15 nov / 22 feb	26.1 b	308 b
30 nov / 7 mrt	28.7 c	439 c
p-waarde	< 0.001	< 0.001

- Zowel de knoldiameter als het totaal knolgewicht nemen bij een latere zaai- en oogstdatum duidelijk toe.
- De gemiddelde knoldiameter valt voor de drie oogstdata binnen de sortering van respectievelijk middel grof (23-25 mm), grof (25-28 mm) en zeer grof (28 mm en op).

3.3.3 Bladlengte en totaal bladgewicht

Zowel bij de bladlengte als het totaal bladgewicht was er een betrouwbare interactie tussen de drie zaai- c.q. oogstdata enerzijds en de RV in de groeifase tot knoldiameter van circa 8 mm. In Tabel 7. is dit weergegeven.

Tabel 7. Gemiddelde bladlengte en totaal bladgewicht onder invloed van de RV tijdens de groeiperiode tot een knoldiameter van circa 8 mm (1^e klimaatwisseling) bij de drie oogstdata.

Zaai- / oogstdatum	RV in groeiperiode tot knoldiameter van ca. 8 mm	Bladlengte (cm)	Totaal bladgewicht per container (g)
1 nov / 24 jan	Laag	10.3 a	103 a
15 nov / 22 feb	Laag	11.3 b	138 b
30 nov / 7 mrt	Laag	12.4 c	159 c
1 nov / 24 jan	Hoog	10.6 a	106 a
15 nov / 22 feb	Hoog	12.0 b	149 b
30 nov / 7 mrt	Hoog	14.2 c	195 c
p-waarde interactie RV vòòr 1e wisseling x oogstdatum		0.002	< 0.001

- De bladlengte en het totaal bladgewicht nemen toe naarmate de zaai- en daaraan gekoppeld de oogstdatum later valt.
- Bij een latere zaai/oogstdatum nemen de bladlengte en het bladgewicht sterker toe als de luchtvochtigheid in de eerste groeiperiode (tot knoldiameter 8 mm) hoog is in vergelijking met een lage RV in de eerste teeltfase.
- De toename in bladlengte bij de laatste oogstdatum ten opzichte van de eerste oogstdatum is bij een lage RV in de eerste groeifase namelijk 21% en bij een hoge RV is dit 34%.
- De toename in totaal bladgewicht bij de laatste oogstdatum ten opzichte van de eerste oogstdatum is bij een lage RV in de eerste groeifase 55%. Bij een hoge RV is dit 85%.
- Mogelijk wordt de bladgroei van radijs bij een toename van het licht en daardoor de grotere verdamping wat sterker geremd als de RV lager is in de eerste groeifase. De cellen in het blad zullen dan wat minder gemakkelijk strekken.

3.3.4 Droge stofgehalte knol en blad

In Tabel 8. is het droge stofgehalte van het blad en knollen gemiddeld per oogstdatum weergegeven.

Tabel 8. Het gemiddelde droge stofgehalte van de knollen en het blad van radijs geoogst op de 3 data.

Zaai- / oogstdatum	Droge stof knol (%)	Droge stof blad (%)
1 nov / 24 jan	6.8 c	14.0 b
15 nov / 22 feb	4.4 b	8.2 a
30 nov / 7 mrt	3.8 a	8.0 a
p-waarde	< 0.001	< 0.001

- Het droge stofgehalte van de knol neemt af bij een latere zaai- c.q. oogstdatum.
- Het droge stofgehalte van het blad is bij de oogst in januari het hoogst.
- Opvallend is het relatief hoge droge stofgehalte van de knollen op de eerste datum, terwijl deze knollen bij de oogst en zeker ook na handling en bewaring het meest gevoelig waren voor scheuren. Het lijkt er dus veel op dat een hoog droge stofgehalte in de knol in dit geval niet als positief aangemerkt kan worden in relatie tot scheuren.
- Er zijn geen statistisch betrouwbare interacties tussen de behandelingen gevonden.

4 Conclusies

- Bij oogst in de tweede helft van januari is radijs veel scheurgevoeliger dan bij oogst in de tweede helft van februari en begin maart.
- Als de RV in de eerste groeifase relatief laag is geweest en daarna in de knolvormingsfase vanaf een knoldiameter van circa 8 mm plotseling wordt verhoogd, neemt het percentage gescheurde radijs bij de oogst sterk toe.
- Het aantal gescheurde knollen neemt wel af naarmate de hogere RV in de knolvormingsfase later voorkomt.
- Daarentegen heeft het op verschillende tijdstippen verlagen van de RV tijdens de knolvormingsfase nadat de RV ervoor hoog is geweest, géén effect op de mate van scheuren.
- Een continu hoge RV van 90% tijdens de gehele teelt geeft 2 maal zoveel gescheurde knollen dan een continu lage RV van 82%.
- Bij het vroegste zaaisel van 1 november scheurde na de oogst en bewaring nog ruim een derde van de knollen.
- Een hoge RV in de eerste teeltfase veroorzaakt een wat lager knolgewicht, maar geeft langer blad.
- Het droge stofgehalte van de knollen neemt af bij een latere zaai- en oogstdatum.

5 Literatuur

Heij, G. en R. Engelaan, 1998.

Radijs: rassenkeuze in reuzentypen. Resultaten van proeven in 1997 en 1998.

Rapport 142, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente.

Mehwald, G., 1973.

Growing radish in the greenhouse with different soil temperatures. *Gemuse* 9(1): 5-6.

Kang, Y. en S. Wan, 2005.

Effect of soil water potential on radish (*Raphanus sativus* L.) growth and water use under drip irrigation. *Sci Hort* 106: 275-292.

Suh, H.D, S.K. Park en Y.S. Kwon, 1987.

Effect of amounts and intervals of irrigation on the yield of hot pepper, radish and chinese cabbage. *Res Dept RDA (Hort), Korea*, 29(1): 24-29.

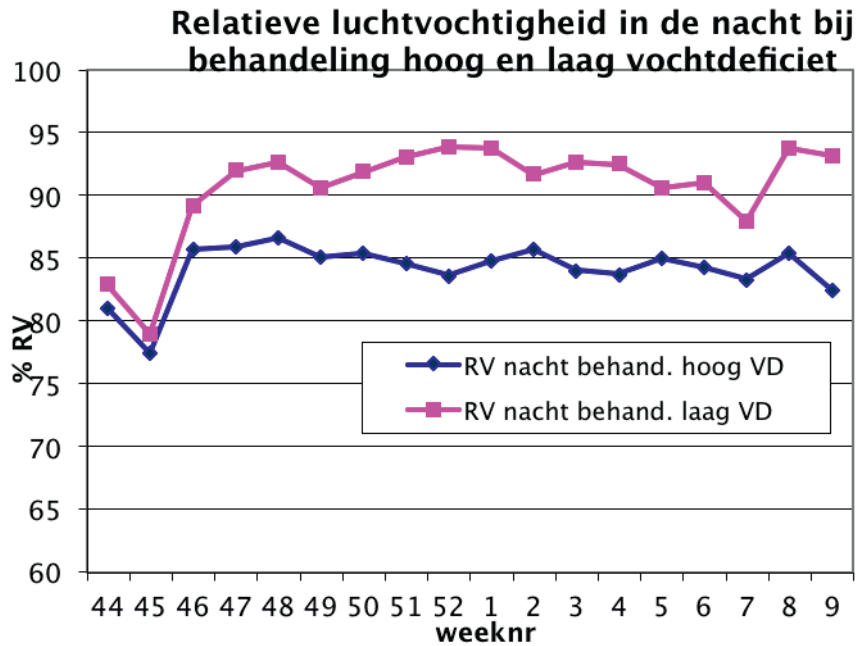
Van 't Hoff, P., 1985.

Afwijkingen radijs. *Groenten + Fruit*, 17 mei 1985, p. 41.

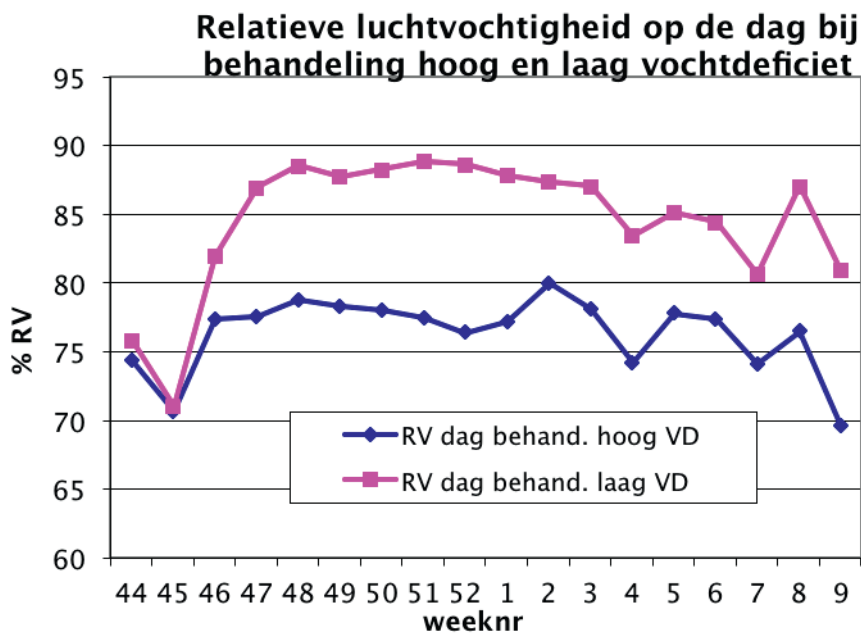
Wan, S. en Y. Kang, 2006.

Effect of drip irrigation frequency on radish (*Raphanus sativus* L.) growth and water use. *Irrig Sci* 24: 161-174.

Bijlage I RV 's nachts en overdag

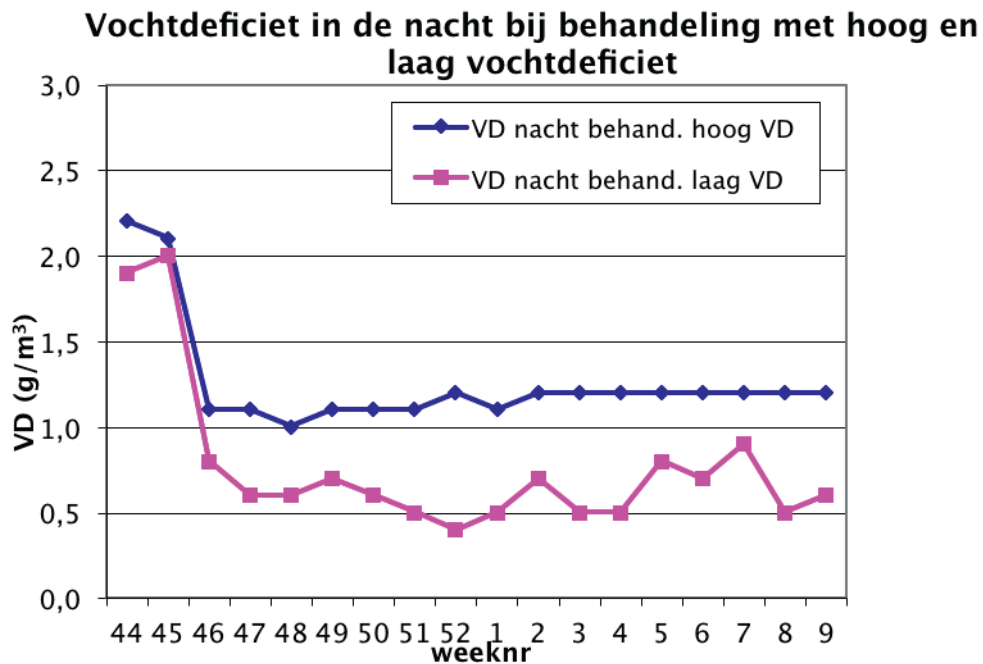


Figuur 10. De relatieve luchtvochtigheid tijdens de nacht gemiddeld per week gedurende de proefperiode.

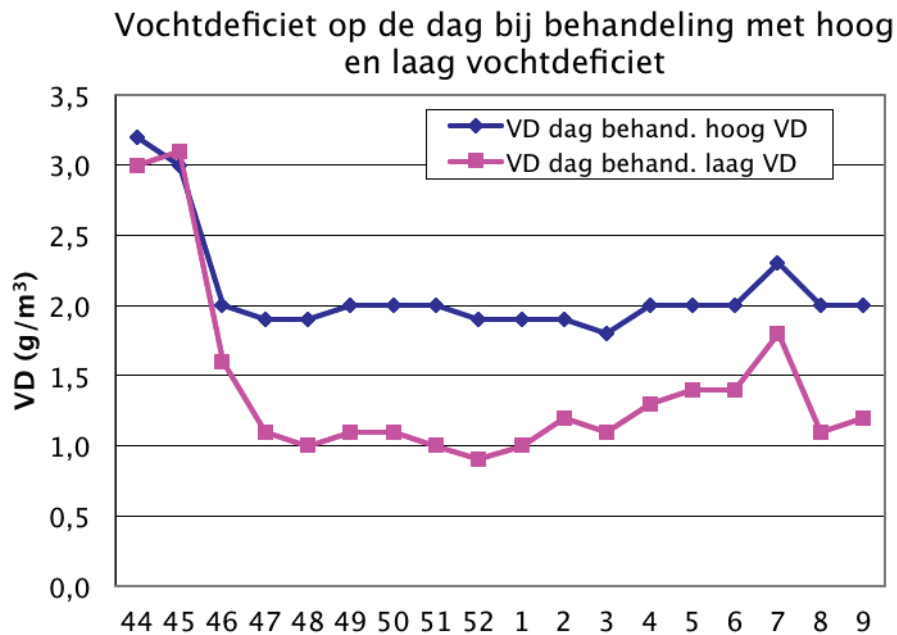


Figuur 11. De relatieve luchtvochtigheid tijdens de dag gemiddeld per week gedurende de proefperiode.

Bijlage II Vochtdeficiet 's nachts en overdag



Figuur 12. Het gerealiseerde vochtdeficiet tijdens de nacht gemiddeld per week gedurende de proefperiode.



Figuur 13. Het gerealiseerde vochtdeficiet tijdens de dag gemiddeld per week gedurende de proefperiode.

Bijlage III Gerealiseerd klimaat per zaaidatum vanaf 1^e klimaatwisseling

Tabel 9. De gerealiseerde temperatuur, het vochtdeficiet en de relatieve luchtvochtigheid vanaf de eerste datum van klimaatwisseling tot de oogstdatum van de radijs afkomstig van de zaai- en oogstdatum van respectievelijk 1 november 2010 en 24 januari 2011 per behandeling weergegeven.

Wisseldatum	RV wisseling	Temperatuur (°C)	RV (%)	Vochtdeficiet (g/m ³)
23 december	laag → hoog	7.1 ¹⁾	91.2 ¹⁾	0.70 ¹⁾
30 december	laag → hoog	7.1	88.7	0.89
7 januari	laag → hoog	7.2	86.1	1.09
Niet gewisseld	continu laag	7.3 ²⁾	82.1 ²⁾	1.42 ²⁾
23 december	hoog → laag	7.3 ²⁾	82.1 ²⁾	1.42 ²⁾
30 december	hoog → laag	7.3	84.6	1.23
7 januari	hoog → laag	7.3	87.2	1.03
Niet gewisseld	continu hoog	7.1 ¹⁾	91.2 ¹⁾	0.70 ¹⁾

¹⁾ Vanaf de eerste wisseldatum is in deze behandelingen hetzelfde klimaat gerealiseerd

²⁾ Idem

Tabel 10. De gerealiseerde temperatuur, het vochtdeficiet en de relatieve luchtvochtigheid vanaf de eerste datum van klimaatwisseling tot de oogstdatum van radijs afkomstig van de zaai- en oogstdatum van respectievelijk 15 november 2010 en 22 februari 2011 per behandeling weergegeven.

Wisseldatum	RV wisseling	Temperatuur (°C)	RV (%)	Vochtdeficiet (g/m ³)
25 januari	laag → hoog	7.4 ¹⁾	87.5 ¹⁾	1.03 ¹⁾
1 februari	laag → hoog	7.4	85.2	1.20
7 februari	laag → hoog	7.4	83.9	1.31
Niet gewisseld	continu laag	7.5 ²⁾	80.6 ²⁾	1.58 ²⁾
25 januari	hoog → laag	7.5 ²⁾	80.6 ²⁾	1.58 ²⁾
1 februari	hoog → laag	7.5	82.9	1.40
7 februari	hoog → laag	7.5	84.2	1.29
Niet gewisseld	continu hoog	7.4 ¹⁾	87.5 ¹⁾	1.03 ¹⁾

¹⁾ Vanaf de eerste wisseldatum is in deze behandelingen hetzelfde klimaat gerealiseerd

²⁾ Idem

Tabel 11. De gerealiseerde temperatuur, het vochtdeficiet en de relatieve luchtvochtigheid vanaf de eerste datum van klimaatwisseling tot de oogstdatum van radijs afkomstig van de zaai- en oogstdatum van respectievelijk 30 november 2010 en 7 maart 2011 per behandeling weergegeven.

Wisseldatum	RV wisseling	Temperatuur (°C)	RV (%)	Vochtdeficiet (g/m ³)
7 februari	laag → hoog	7.3 ¹⁾	88.2 ¹⁾	0.96 ¹⁾
12 februari	laag → hoog	7.4	87.0	1.06
21 februari	laag → hoog	7.4	85.1	1.20
Niet gewisseld	continu laag	7.5 ²⁾	80.1 ²⁾	1.60 ²⁾
7 februari	hoog → laag	7.5 ²⁾	80.1 ²⁾	1.60 ²⁾
12 februari	hoog → laag	7.4	81.4	1.50
21 februari	hoog → laag	7.4	83.2	1.36
Niet gewisseld	continu hoog	7.3 ¹⁾	88.2 ¹⁾	0.96 ¹⁾

¹⁾ Vanaf de eerste wisseldatum is in deze behandelingen hetzelfde klimaat gerealiseerd

²⁾ Idem

