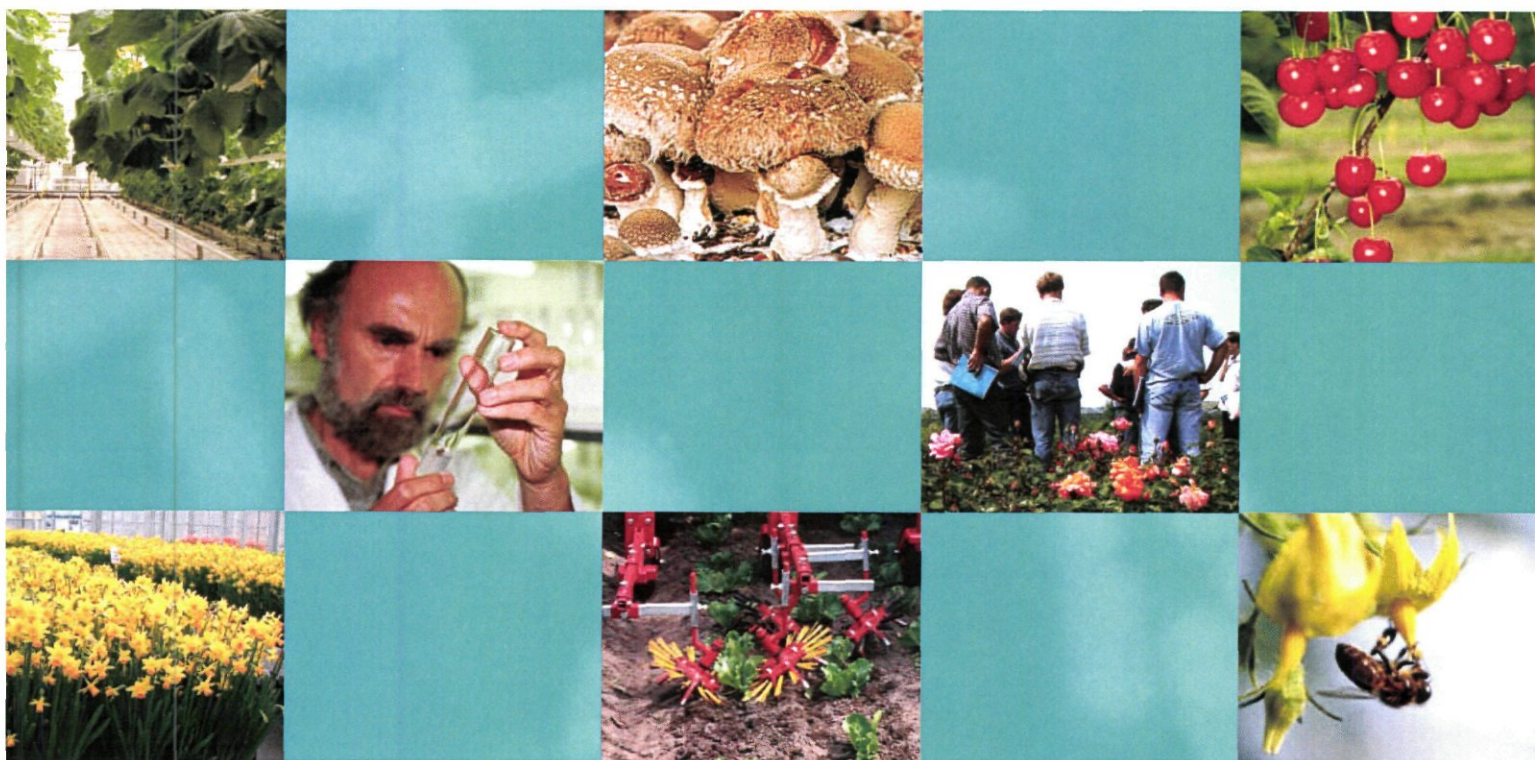




Roestvlekken in aardappelknollen

Onderzoek in potten – 2^e jaar (2007)

Kees Bus



Roestvlekken in aardappelknollen

Onderzoek in potten – 2^e jaar (2007)

Kees Bus

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Sector AGV
Juni 2010



BIBLIOTHEEK
PPO sector AGV
Postbus 430
8200 AK Lelystad
0320 291111

PPO nr. 3250049900

ISBN 1938257

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport (vertrouwelijk) geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Opdrachtgever:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Projectnummer: 32 500499 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : (0320) 291 111
Fax : (0320) 230 479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 PROEFOPZET	9
2.1 Omschrijving objecten	9
2.2 Waarnemingen.....	10
2.3 Statistische verwerking	11
3 RESULTATEN	13
3.1 Gewas- en symptoomontwikkeling	13
3.2 Chemische bepalingen aan potgrond en lekwater	22
3.3 Chemische bepalingen aan knollen en loof	24
3.4 Het gewicht aan loof en knollen vers	25
3.5 De knolbeoordelingen op roestsymptomen	27
4 DISCUSSIE	29
5 CONCLUSIES	31
BIJLAGE 1: PROEFSHEMA	33
BIJLAGE 2: WEERSOMSTANDIGHEDEN.....	35
BIJLAGE 3: OORZAKEN SLECHTE OPKOMST	37
BIJLAGE 4: RESULTATEN JANUARI 2008 PER VELDJE.....	39
BIJLAGE 5: RESULTATEN JANUARI 2008 PER BEHANDELING	41
BIJLAGE 6: CHEMISCHE BEPALINGEN AAN DE POTGROND.....	43
BIJLAGE 7: CHEMISCHE BEPALINGEN AAN HET LOOF	45
BIJLAGE 8: CHEMISCHE BEPALINGEN AAN DE KNOLLEN	47
BIJLAGE 9: LITERATUUR.....	49

Samenvatting

Roestvlekken vormen bij consumptieaardappelen een probleem waar geen afdoende oplossing voor aan te geven is. Het gaat om bruine vlekken in het knolvlies die de afzet bemoeilijken en waarschijnlijk een fysiologische oorzaak hebben. Onderzoek naar de oorza(a)k(en) is uitgevoerd in overleg met het landbouwbedrijfsleven. Dit is uitgemond in de uitvoering van een tweede pottenproef in 2007 door PPO. Het uitgangspunt was het toetsen van een laag calciumaanbod in combinatie met een snelle knolgroei en een regelmatige vochtvoorziening als mogelijke oorzaak van roestvlekken.

De eerste pottenproef, die in 2006 is uitgevoerd, is reeds gerapporteerd. In dit rapport wordt de tweede pottenproef (uitgevoerd in 2007) besproken.

Het doel van dit onderzoek was inzicht krijgen in het optreden van roestvlekken in aardappelen, waardoor er aanknopingspunten gevonden kunnen worden om het optreden van roestvlekken tijdens de teeltperiode te verminderen. In de proef in 2006 traden uiteindelijk nauwelijks roestvlekken op. In het verslag van die proef is tevens ingegaan op de bestaande literatuur over roestvlekken in aardappelen.

In overleg met de begeleidingscommissie werd afgesproken in 2007 opnieuw een proef in potten uit te voeren. Belangrijk hierbij waren een zeer laag calciumgehalte en een vergelijking tussen: voldoende vochtanbod in een bepaalde periode van de gewasontwikkeling met: dagelijks een tekort aan vocht.

De hypothese was dat roestvlekken in aardappelknollen kunnen optreden in situaties waarin knollen snel groeien in combinatie met weinig gewasverdamping. Dit verschijnsel zou verder kunnen worden bevorderd door een gering calciumaanbod. Een dagelijks tekort aan vocht dat 's nachts wordt aangevuld uit het bodemvocht "het jojoën van het knolgewicht / knolvolume" is gesimuleerd door een proef in potten met verschillende regimes van water geven. Verschillende groeisnelheden zijn gesimuleerd door planten in een lichte of deels verduisterde kas te plaatsen. Door verschillende poottijden is de invloed op verschillende gewasstadia nagestreefd. De proef is uitgevoerd met het ras Santé.

De behandelingen met licht en water vonden plaats in twee kassen plaats in augustus 2007 en duurden 2 of 3 weken. De rest van de tijd stonden de potten buiten. De knollen zijn geoogst in oktober 2007 en beoordeeld in januari 2008. Er vonden ook tussentijdse beoordelingen plaats en chemische analyses aan grond, knollen en loof.

De planten ontwikkelden zich aanvankelijk slecht door een tekort aan calcium. De gewasgroei herstelde zich door het geven van enige calcium. Er ontstonden betrouwbare verschillen in roestsymptomen in de knollen. Het heeft geresulteerd in een gemiddelde roestindex van 7. Dit niveau is aanzienlijk hoger dan het door de industrie toegepaste criterium voor afkeuring van partijen. Bij heel beperkt water geven was de index 5,8 en bij voldoende water significant hoger, nl. 8,0. Hiermee is aangetoond dat het ontstaan van roestvlekken wordt bevorderd door een regelmatige vochtvoorziening.

In de lichte kas was de roestindex gemiddeld 8,2 en in de deels verduisterde kas 5,7. Dit duidt erop dat een hogere groeisnelheid eveneens bevorderlijk is voor het ontstaan van roestvlekken.

De laagste hoeveelheid roestvlekken ontstond bij de tweede poottijd. Deze poottijd stond twee weken in de kassen en was bovendien bij binnenzetten vrij nat, waardoor de periode met overdag verwelking kort was. Dit duidt erop dat minder stress tot minder roestvlekken heeft geleid.

Tussen oktober 2007 en januari 2008 nam de hoeveelheid roest toe van roestindex 3,5 tot gemiddeld 6,9.

In januari bleek ook dat zelfs bij circa 4% van de knollen de schil bruine vlekken vertoonde. Dit is waarschijnlijk ook door een tekort aan calcium veroorzaakt.

Concluderend:

1. Vooral in de periode van snelle knolgroei, bij een regelmatige en voldoende vochtvoorziening en weinig calciumaanbod is er kans op ontwikkeling van roestsymptomen in de knollen.
2. De hoeveelheid roestsymptomen in de knollen kan in de loop van de bewaring toenemen en er kunnen zelfs bruine vlekken op de schil ontstaan.

Het doel van dit onderzoek is dus bereikt. Er is aangetoond dat voldoende wateraanbod, in combinatie met

een gering calciumaanbod en groeizaam weer, de kans op roest bevordert.
Dit resultaat leidt nog niet direct tot een praktisch advies hoe roest bij aardappelen kan worden voorkomen.
Wat wel kan is; waar problemen verwacht worden, geen voor roest gevoelige rassen telen.

1 Inleiding

Elk jaar zijn er diverse meldingen van problemen met bruine vlekken in het knolvlees van consumptieaardappelen. Deze bruine vlekken maken de afzet van partijen moeilijk tot onmogelijk. De sector schat de jaarlijkse financiële schade op 4 miljoen euro. In 2005 heeft een inventarisatie van praktijkmonsters plaatsgevonden en hieruit bleek dat in een groot deel van deze monsters de vlekken niet toegeschreven konden worden aan virusaantastingen. Aangenomen werd dat deze vlekken een fysiologische achtergrond hadden. In de praktijk worden de vlekken roestvlekken genoemd.

Het mechanisme van het ontstaan van roestvlekken is niet bekend. In de literatuur wordt vaak een verband gelegd met calciumgebrek. In de praktijk heeft men de indruk dat roestvlekken vooral optreden als er sprake is geweest van een tijdelijke groeistilstand ten gevolge van droogte, gevolgd door een groeiexplosie. In de literatuur wordt verondersteld dat het optreden van roestvlekken samenhangt met de snelheid van verdamping van vocht door het gewas, ook in relatie tot de droge stofproductie. Hoe dit proces precies verloopt, is niet bekend. Ook is niet bekend waarom roestvlekken na een droogteperiode soms wel en soms niet optreden.

Verondersteld wordt dat roestvlekken optreden in situaties met een groeistilstand gevolgd door een groeiexplosie. Daarnaast wordt in de literatuur lokaal calciumgebrek in de knollen als oorzaak voor roestvlekken aangewezen. Calcium wordt na opname door de wortels met het water dat nodig is voor de verdamping via het xyleem vooral naar het blad getransporteerd. Een relatief klein gedeelte van calcium komt terecht in de knollen. Vanuit het blad gaat de assimilatenstroom door het floeem naar de knollen. Er wordt geen calcium via het floeem vanuit het blad naar de knol getransporteerd. De mate waarin calcium via het xyleem in de knol terechtkomt, hangt zowel af van de waterstroom via het xyleem als van de assimilatenstroom in het floeem. Een gedeelte van de calcium in de knol wordt opgenomen door worteltjes die uit de knol komen of uit de stolon waarmee de knol met de stengel is verbonden. Er zijn verschillende proeven gedaan met calciumbemesting, maar dit bleek niet altijd te werken tegen roestvlekken. Bovendien bleek calciumbemesting niet altijd het calciumgehalte in de knollen te verhogen.

Om meer inzicht te krijgen in het optreden van roestvlekken is het zinvol om proeven in potten uit te voeren waarin zowel de vochtverdamping als de fotosynthese gevarieerd kan worden. In de praktijk kunnen na een droogteperiode ook verschillende weersomstandigheden optreden. Zo kan een weersomslag met veel neerslag, maar daarna zonnig weer een ander effect hebben op het ontstaan van roestvlekken dan een weersomslag met veel neerslag die gepaard gaat met dagenlang zwaar bewolkt weer. Een pottenproef is meer beheersbaar en meer reproduceerbaar omdat de omstandigheden meer geconditioneerd zijn.

Hypothese over het waarom van roestvlekken

Knollen hebben calcium nodig. Bij een tekort aan calcium ontstaan roestvlekken in het vruchtvlees door het afsterven van cellen. Dit calcium wordt aangevoerd vanuit het bodemvocht via de xyleemvaten. De floëmvaten voeren vooral de droge stof aan in de vorm van sucrose in het floëemvocht en hierin zit nauwelijks calcium. Volgens Win et al. (1991) is bekend dat calcium zich alleen via het xyleem verplaatst. Als overdag veel verdamping plaatsvindt, wordt er door het xyleem water aan de knollen onttrokken dat 's nachts weer door het xyleem wordt aangevoerd (Baker & Moorby, 1969; Krauss & Marschner, 1974; Schnieders et al., 1988). Dit betekent dat veel verdamping met vochtonttrekking aan de knollen er indirect ook voor zorgt dat er relatief veel calcium in de knollen komt. Omgekeerd zal minder verdamping door het gewas de kans op calciumgebrek dus doen toenemen. Minder verdamping zoals voorkomt in een donkere periode. Dit is te simuleren door het gewas te beschaduwten.

Calciumgebrek in de knollen zal eerder een probleem zijn als de knollen in verhouding tot de groei weinig vocht verdampen en relatief hard groeien door veel floëemaanvoer waar weinig calcium in zit.

De combinatie van weinig gewasverdamping en relatief snelle knolgroei en weinig beschikbaar calcium moet daarom de kans op roestvlekken maximaal doen zijn.

Doelstelling(en) en afbakening

Inzicht krijgen in het optreden van roestvlekken in aardappelen, waardoor er aanknopingspunten gevonden kunnen worden om in de teelt het optreden van roestvlekken te verminderen. In 2006 is een proef uitgevoerd waarin uiteindelijk nauwelijks roestvlekken optraden. Hiervan is een verslag verschenen waarin de uitvoering en resultaten zijn beschreven. Tevens is hierin ingegaan op de bestaande literatuur over roestvlekken in aardappelen. Zie hiervoor "Roestvlekken in aardappelknollen. Theorie en verslag van een proef in potten in 2006; door Kees Bus en Arjan Veerman; Februari 2007, PPO nr.3251049900".

In overleg met de begeleidingscommissie is afgesproken in 2007 opnieuw een proef in potten uit te voeren, waarbij de proefopzet op een aantal plaatsen veranderd wordt. Belangrijk hierbij zijn een zeer laag calciumgehalte en een vergelijking tussen een voldoende vochtaanbod in een bepaalde periode van de gewasontwikkeling met dagelijks een tekort aan vocht. Hierbij zal het zogenaamde "jojoën" van het gewicht / volume van de knollen worden nagestreefd waarbij de planten 's nachts voldoende vocht krijgen en overdag slap gaan hangen door een tekort aan vocht. Daarnaast zal de fotosynthese gevarieerd worden d.m.v. het al dan niet beschaduwen van de kas.

2 Proefopzet

De hypothese was dat roestvlekken in aardappelknollen kunnen optreden in situaties waarin knollen snel groeien in combinatie met weinig gewasverdamping. Dit verschijnsel wordt verder bevorderd door een gering calciumaanbod. Een dagelijks tekort aan vocht dat 's nachts wordt aangevuld uit het bodemvocht "het jojoën van het knolgewicht / knolvolume" kan worden gesimuleerd door een proef in potten met verschillende regimes van water geven. Verschillende groeisnelheden kunnen worden gesimuleerd door planten in een lichte of deels verduisterde kas te plaatsen. Omdat niet duidelijk was wanneer de planten het meest gevoelig zouden zijn voor het verschijnsel was de proef gepland met 3 poottijdstippen (P1=11 mei 2007, P2=21 mei en P3=31 mei) en gelijktijdig in augustus gedurende 3 weken de behandelingen met verschillende licht- en waterhoeveelheden uitvoeren. Voor en na de behandeling stonden de planten buiten. Bij het bemesten is erop gelet dat er zo weinig mogelijk calcium werd gegeven. Er is vanuit gegaan dat lang niet iedere knol roestvlekken zou gaan vertonen. Daarom is gekozen voor meer potten per behandeling per oogstdatum, één plant per pot. Er is gekozen voor het ras Santé omdat van dit ras bekend is dat het gevoelig is voor roestvlekken.

De opzet van 2007 was:
De behandelingen uitvoeren in een lichte en een deels verduisterde kas. Twee vochtregimes in drie herhalingen in beide kassen. Ieder "veldje" zou bestaan uit 9 potten. Voorts zouden tussenooogsten plaatsvinden op 3 tijdstippen aan 4 potten per object.
Bij de opkomst deden zich problemen voor. Het pootgoed kwam deels niet op en deels sterk vertraagd. Dit verbeterde na een calciumbemesting, maar de opkomst van de 3 pootdata kwam wel dicht bij elkaar te liggen.
Daarom is op 26 juni een derde van de potten van alle 3 de poottijdstippen opnieuw gepoot (P4) en is er bij de behandelingstijdstippen voor gekozen P1 en P3 alsnog 3 weken te behandelen in augustus en P2 de eerste 2 weken en P4 de volgende 2 weken in augustus.

2.1 Omschrijving objecten

In tabel 1 zijn de in de proef gebruikte variabelen weergegeven.

Tabel 1. Variabelen in de pottenproef 2007

Factor code	Factor omschrijving	Niveau Code	Niveau Omschrijving / instelling
L	Lichte of donkere kas in augustus	L1	Lichte kas, niet gekalkt en niet geschermd
		L2	Donkere kas, gekalkt en tot 20 augustus geschermd
W	Optimaal en weinig water in de kas	W1	Optimaal water in de kas
		W2	Weinig water in de kas, dagelijks tweede helft dag slap hangen planten
P	pootdatum	P1	15 mei, behandeld in de kas 1-22 augustus
		P2	25 mei, behandeld in de kas 1-15 augustus
		P3	5 juni, behandeld in de kas 1-22 augustus
		P4	26 juni, behandeld in de kas 15-30 augustus

In tabel 2 zijn de belangrijkste teeltgegevens weergegeven.

Tabel 2. **Teeltgegevens 2007**

Ras - stengels	:	Santé, 28/35 mm, één knol per pot. Na opkomst is het aantal stengels teruggebracht tot maximaal drie stengels per pot
Proefmedium	:	witte plastic 11 liter potten met potgrond
Potgrond	:	70% tuinturf + 30% turfstrooisel
Bemesting		Per m ³ grond 4 kg Osmocote Exact 10+11+18, en 30 gram Librimix B en 5 kg KHCO ₃ (kaliumbicarbonaat) + 1 kg bitterzout (16%MgO) + Op 11 juni aan alle potten 5 gram Ca(NO ₃) ₂ in 100 ml regenwater + Op 13 juli aan alle potten 3,5 gram CaCl ₂ in 100 ml regenwater + Op 15 augustus aan alle potten 5 gram Magnesamon in 250 ml water + Op 29 augustus aan alle potten 5 gram Magnesamon in 250 ml water (Magnesamon bevat 11% NO ₃ -N, 11% NH ₄ -N en 7% MgO).
Aantal parallellen	:	3, zie bijlage 1 voor proefschema in de kassen
Veldjesgrootte	:	9 potten is één "veldje"
Gewasbescherming	:	Wekelijks spuiten tegen <i>Phytophthora</i>
Tussentijdse oogsten		Op 1 augustus P1, P2 en, P3 en op 16 augustus P4 (4 potten per pootdatum) Op 29 augustus 16 objecten*4 potten Op 11 oktober 16 objecten*4 potten
loofdoding	:	11 oktober met Reglone
oogst	:	5 november
opslag		Tot 22 november bij 17°C en daarna bij 6°C
knolbeoordeling	:	10 en 11 januari

In tabel 3 zijn de hoeveelheden licht en water in beide kassen weergegeven.

Tabel 3. **licht en water in de kas**

licht	De hoeveelheid licht in de lichte kas (L1) was ongeveer 70% van buiten en in de donkere kas (L2) 15% van buiten
Vocht (hoeveelheid regenwater per dag per pot)	Op zonnige dagen (50% tijd): lichte kas W1 1500 ml en W2 500 ml en donkere kas W1 900 ml en W2 250 ml Op donkere dagen (50% tijd): lichte kas W1 900 ml en W2 250 ml en donkere kas W1 500 ml en W2 175 ml Gewichtsverschil natte en droge potten op 29 augustus in de lichte kas 940 gram en in de donkere kas 1150 gram. De droge potten, inclusief grond, loof en knollen (W2), wogen in de lichte kas 3500 gram en in de donkere kas 3200 gram. (Het water is steeds op de potgrond gegeven.)

2.2 Waarnemingen

Door het PPO-AGV te Lelystad is een beoordelingsmethodiek voor vaststelling van roestvlekken in knollen ontwikkeld voor toepassing in dit onderzoek. Hierbij wordt op basis van vier klassen aantasting een roestindex berekend. Deze klassen zijn:

- 0 = geen roest
- 1 = weinig
- 2 = matig
- 3 = zwaar

Zie ook beide onderstaande foto's voor de drie klassen met roest.



Op beide foto's van links naar rechts klasse roest1, roest2 en roest3

Uit de roestklassen 1, 2 en 3 is samen met 0, geen roest, de roestindex berekend.

De roestindex wordt als volgt berekend: $((akn0 * 0 + akn1 * 1 + akn2 * 2 + akn3 * 3) / \text{totale } akn * 3) * 100$

Hierbij is akn: het aantal knollen in die klasse.

De roestindexwaarden kunnen variëren van 0 = (geen roest in het monster) tot 100 (= zwaar roest in alle knollen van monster).

In de praktijk worden partijen met meer dan 2% roest afgekeurd. Dit komt overeen met een index van 0,7 tot 1,3.

Per pot zijn alle knollen > 28 mm doorgesneden en ingedeeld in de verschillende roestklassen. Verder zijn de knollen per pot gewogen en geanalyseerd op mineralengehaltes. Ook het loof en de potgrond en het lekwater zijn geanalyseerd.

2.3 Statistische verwerking

Statistische verwerking vond plaats door variantie-analyse met het programma Genstat for Windows, 10th edition. In de tabellen zijn opgenomen:

- F-prob(ability). Dit cijfer geeft de kans aan dat de verschillen tussen de objecten door het toeval tot stand zijn gekomen. Als de F-prob. kleiner is dan 0,05 dan wordt aangenomen dat dit te klein is om aan het toeval toe te schrijven; dit zijn betrouwbare verschillen.
- LSD (0,05), Least Significant Difference. Dit is het kleinste significante verschil tussen objecten bij een onbetrouwbaarheid van 0,05.
- Het verschil lichte (L1) en deels verduisterde kas (L2) is niet getoetst omdat dit in enkelvoud is uitgevoerd.

3 Resultaten

3.1 Gewas- en symptoomontwikkeling

De opkomst verliep zeer moeizaam als gevolg van het lage calciumniveau in de potten en zwak pootgoed. Daarom is op 11 juni 2007 aan alle potten 5 gram $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ gegeven. Een week later trad een duidelijke verbetering in. Van de 3 pootdata kwam de tweede pootdatum relatief het beste op. Maar een deel van de planten bleef weg. Daarom werd besloten uit de potten zonder opkomst, en met slechte opkomst, de poters te verwijderen en nieuwe, voorgekiemde poters te poten; P4; op 26 juni. Van zowel P1 als P2 als P3 werd hiervoor eenderde van de potten genomen. Omdat niet in alle potten de calciumgebrekssymptomen verdwenen, zijn alle potten op 13 juli bemest met 3,5 gram CaCl_2 per pot in 100 ml regenwater (zie voor de slechte opkomst ook bijlage 3).

In een aantal foto's is een indruk van de gewasontwikkeling gegeven. De symptomen op de eerste foto van zwarte afgestorven punten komt bij snelgroeiende kiemen in het donker regelmatig voor.



F3: Santé-kiemen met zwarte afgestorven kiempunten a.g.v. onvoldoende calciumaanvoer



F4: Enkele op 26 juni verwijderde poters die nog gaaf waren. De 2^e van links toont het duidelijkst calciumtekortproblemen. De kiemen sterven af en lopen daaronder opnieuw uit.



F5: 15 juni, poottijd 2, de blaadjes zijn niet ontvouwen a.g.v. calciumtekort



F6: 9 juli, poottijd 4, de blaadjes vertonen groeiremming a.g.v. calciumtekort



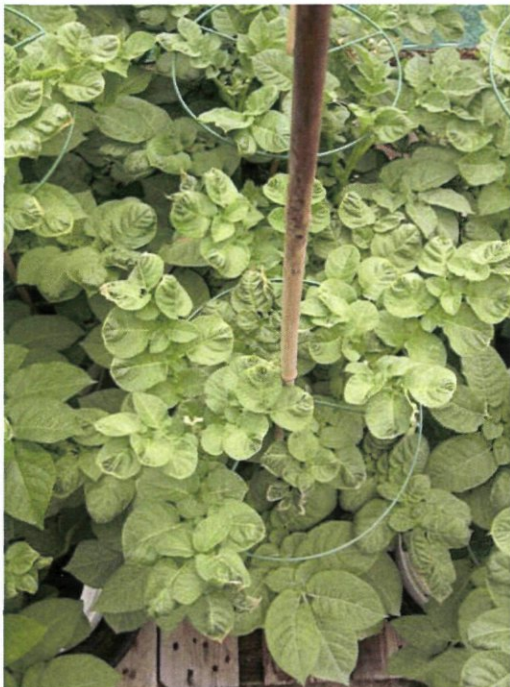
F7: 2 juli, poottijd 1, blaadjes vertonen groeiremming. De schotels hadden als doel geen meststof weg te laten lekken. Het regende in die periode veel.



F8: 2 juli, poottijd 3, onregelmatige opkomst. In de ontbrekende potten is opnieuw gepoot (poottijd 4). Deze staan tijdelijk in de kas.



F9: 9 juli; overzicht. Op de voorgrond poottijd 3, dan poottijd 2 en achteraan poottijd 1.



F10: 23 juli; plant met misvorming in het loof als gevolg van calciumtekort

Op 1 augustus zijn de behandelingen ingezet door P1, P2 en P3 in de lichte (L1) en donkere (L2) kas te plaatsen. Op 15 augustus ging P2 weer naar buiten en P4 werd op diens plaats gezet. Op 22 augustus gingen P1 en P3 naar buiten en op 29 augustus P4. Buiten de kas werden de potten weer optimaal bevochtigd met (opgevangen) regenwater. Omdat de planten op 7 augustus licht kleurden en wat magnesiumgebreksverschijnselen vertoonden, zijn alle potten op 15 en 29 augustus met Magnesamon bemest.



F11: 10 augustus, lichte kas L1, links voldoende (W1), rechts beperkt water (W2)



F12: 10 augustus, donkere kas (L2), links beperkt water (W2) en rechts voldoende water (W1). Verschil niet zichtbaar aan de planten



F13: 27 augustus, lichte kas P4, beperkt water



F14: 27 augustus, donkere kas P4, beperkt water

Op 11 oktober werd de derde tussentijdse oogst uitgevoerd aan 4 potten per object, samen 64 potten. Van de overige potten werd het loof doodgespoten en een dag later werden de potten in de kas gezet zodat ze niet meer konden natregenen en konden drogen. Op 11 november werden de potten geoogst en de knollen per pot apart opgeslagen.



F15: 8 oktober P1 en P3 en ook P2 zijn al vrij ver afgestorven



F16: 8 oktober P4 is nog vrij groen



F17: K1 is object P1L1W1: de oogst van 4 potten van de 3^e tussentijdse oogst op 11 oktober
De definitieve roestbepaling vond op 10 en 11 januari plaats.



F18: 11 januari: knollen met roestsymptomen in het knolvlees



F19: Roest; ook de schil vertoonde soms bruine vlekken. Uitwendig zichtbaar bruine vlekken betekende niet altijd dat ook inwendig roest te zien was. Ongeveer 4% van de knollen had deze uitwendige symptomen op 11 januari

3.2 Chemische bepalingen aan potgrond en lekwater

M1 en M2 in tabel 4 zijn in duplo chemische analyses van de potgrond zoals die op 15 mei is klaargemaakt. M3 en M4 zijn in duplo chemische analyses van de potgrond op 26 juni van boven van de potten gehaald. P1 en P3 zijn chemische analyses van het lekwater dat op 26 juni in de schotels onder potten zat na de vele regen bij P1 en P3.

Tabel 4: **Chemische analyses aan grond (M1 t/m M4) en lekwater (P1 en P3); gehalten in mmol/l**

omschrijving	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P
M1	1,7	5,6	1,3	11,2	0,7	0,2	0,2	2,1	1,0	4,4	0,92
M2	2,0	5,6	1,8	12,3	0,7	0,2	0,2	2,3	1,4	5,1	1,20
M3	0,7	5,9	0,9	3,8	0,2	0,2	0,2	1,6	0,3	1,4	0,43
M4	0,9	5,4	0,6	5,1	0,3	0,2	0,1	3,2	0,3	1,2	0,25
P1	3,2	5,7	2,6	20,1	1,1	0,7	1,1	7,0	2,0	7,4	1,41
P3	2,6	5,8	2,2	16,3	0,9	0,5	0,8	5,2	1,7	5,9	1,23

Op 11 juni is aan alle potten 5 gram $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ gegeven, opgelost in 100 ml regenwater. Als gevolg van veel regen zijn vooral de gemakkelijk oplosbare voedingsstoffen boven uit de potten verdwenen en in het lekwater in de schotels terechtgekomen; vooral K maar ook de Ca en NO_3 . Omdat door calciumgebrek in het loof de groei geremd werd, is op 13 juli aan iedere pot 3,5 gram CaCl_2 gegeven.

Tabel 5: **Chemische analyses van de grond (de vier poottijden); P1 t/m P3 op 1 augustus en P4 op 15 augustus**

omschrijving	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P
P1	0,8	5,7	0,1	4,8	0,4	0,2	0,1	0,3	0,9	1,7	0,52
P2	0,7	5,3	<0,1	4,4	0,4	0,1	<0,1	0,2	0,6	1,8	0,42
P3	0,8	5,3	1,1	4,8	0,4	0,1	<0,1	1,2	0,4	2,5	0,30
P4	1,5	5,0	0,2	9,4	0,7	0,2	0,3	0,8	1,1	4,8	0,96

Uit de analyses op 1 augustus bleek dat vooral N, Ca en Mg erg laag waren. Bovendien werden op 7 augustus Mg-gebreksverschijnselen in het loof zichtbaar. Daarom hebben alle potten op 15 augustus en op 29 augustus 5 gram Magnesamon gehad. Hierdoor was vooral het gehalte aan Mg, tabel 5, op 29 augustus, voor de tweede magnesamongift, iets hoger. In tabel 6 zijn de belangrijkste gehalten van alle 16 objecten op 29 augustus weergegeven.

Tabel 6: **Chemische analyses van alle 16 objecten van de potgrond op 29 augustus (de objecten L, W en P zijn resp. licht, water en pootdatum)**

objecten			Gemeten variabelen in de potgrond										
L	W	P	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P
L1	W1	P1	1,1	5,1	1,2	7,2	0,7	0,2	0,3	1,3	0,2	3,1	1,81
L1	W1	P2	0,8	5,0	0,3	5,4	0,6	0,2	0,2	0,8	0,3	3,2	0,59
L1	W1	P3	0,9	5,3	0,2	6,5	0,7	0,2	0,2	0,7	0,4	3,6	0,53
L1	W1	P4	1,1	5,1	0,6	7,6	0,8	0,3	0,3	1,2	0,4	3,5	0,65
L2	W1	P1	1,0	5,0	0,6	6,8	0,7	0,2	0,3	0,8	0,3	3,1	0,75
L2	W1	P2	1,1	5,0	0,6	7,2	0,7	0,3	0,3	0,8	0,2	3,8	0,57
L2	W1	P3	1,3	5,2	0,6	9,0	0,8	0,3	0,3	1,1	1,0	4,0	0,71
L2	W1	P4	1,4	5,1	0,5	8,5	0,7	0,4	0,4	1,6	0,8	4,0	0,87
L1	W2	P1	1,1	5,1	0,9	7,4	0,7	0,2	0,3	1,2	0,3	3,5	0,76
L1	W2	P2	1,3	5,0	0,6	8,7	0,8	0,3	0,4	1,2	0,2	4,6	0,49
L1	W2	P3	1,2	5,2	0,8	7,8	0,8	0,5	0,3	1,0	0,7	3,8	1,03
L1	W2	P4	2,1	5,0	3,1	12,2	0,9	0,5	0,7	2,1	0,8	5,8	4,37
L2	W2	P1	1,6	5,0	2,4	10,0	0,9	0,5	0,6	1,3	0,4	4,8	3,58
L2	W2	P2	1,0	5,5	0,3	7,0	0,7	0,3	0,2	0,5	0,5	3,4	0,50
L2	W2	P3	2,4	5,2	2,2	14,1	0,9	0,8	1,1	2,7	1,1	8,5	1,37
L2	W2	P4	1,5	5,0	0,4	10,6	0,9	0,5	0,5	0,5	0,3	6,0	0,53

Omdat de verschillen in gehalten tussen de objecten op 29 augustus veelal gering waren, op enkele waarschijnlijke meetfouten na, zoals bij L1W2P4 en L2W2P1, zijn van de oogst op 11 oktober maar 4 monsters geanalyseerd (tabel 7). De vastgestelde gehalten verschilden maar weinig van die van 29 augustus. Alleen waren die voor Ca en Mg iets hoger.

Tabel 7: **Chemische analyses van de 4 pootdata van object L1W1 op 11 oktober**

objecten			Gemeten variabelen in de potgrond										
L	W	P	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	P
L1	W1	P1	1,2	5,1	1,1	7,3	0,9	0,4	0,5	0,9	0,4	3,8	1,74
L1	W1	P2	1,3	5,1	1,5	6,8	0,8	0,6	0,6	2,5	0,3	3,5	0,91
L1	W1	P3	1,1	5,3	0,6	6,9	0,7	0,3	0,4	1,0	0,3	3,7	0,52
L1	W1	P4	1,7	4,9	0,8	11,4	1,1	0,5	0,7	1,0	0,4	6,4	0,70

3.3 Chemische bepalingen aan knollen en loof

In tabel 8, 9 en 10 zijn de gehalten aan K, Mg, Ca en P voor knollen en loof op drie momenten weergegeven. Omdat ook voor deze gehalten de verschillen tussen de objecten op 29 augustus zo gering waren, zijn op 11 oktober niet alle objecten meer bemonsterd.

Tabel 8: **Chemische gewasanalyses aan knollen en loof bij poottijd P1 t/m P3 op 1 augustus en P4 op 16 augustus; in gram/kg ds**

Object		knol				loof			
P		K	Mg	Ca	P	K	Mg	Ca	P
P1		25,9	1,1	0,2	3,5	79,8	3,4	4,5	4,6
P2		26,1	1,1	0,4	3,4	84,3	3,6	5,2	4,6
P3		26,7	1,1	0,4	3,5	85,9	3,6	4,5	5,3
P4		34,0	1,4	0,3	4,6	97,0	5,4	5,7	6,5

Tabel 9: **Chemische gewasanalyses aan knollen en loof op 29 augustus; in gram/kg ds**

Object			knol				loof			
L	W	P	K	Mg	Ca	P	K	Mg	Ca	P
L1	W1	P1	24,0	1,2	0,2	3,3	80,2	2,3	6,4	3,2
L1	W1	P2	23,1	1,1	0,2	3,1	81,7	2,9	8,0	2,9
L1	W1	P3	25,0	1,2	0,2	3,5	73,6	2,8	5,4	3,6
L1	W1	P4	26,9	1,1	0,2	3,6	83,9	4,6	6,5	5,3
L2	W1	P1	24,6	1,1	0,2	3,6	79,2	3,6	6,2	4,8
L2	W1	P2	24,2	1,1	0,2	3,5	85,3	3,6	7,6	4,5
L2	W1	P3	24,7	1,1	0,2	3,6	87,4	3,7	5,2	5,3
L2	W1	P4	27,9	1,2	0,2	3,7	89,5	4,9	6,5	5,7
L1	W2	P1	24,0	1,1	0,2	3,4	88,0	3,0	6,3	4,1
L1	W2	P2	24,3	1,2	0,2	3,4	81,4	3,1	6,9	4,0
L1	W2	P3	24,2	1,1	0,2	3,3	84,4	3,4	5,9	3,9
L1	W2	P4	27,2	1,1	0,1	3,8	89,2	5,4	7,6	5,7
L2	W2	P1	23,7	1,1	0,2	3,7	84,1	3,7	5,9	5,4
L2	W2	P2	25,8	1,2	0,3	3,6	87,3	3,7	7,5	4,8
L2	W2	P3	26,0	1,1	0,2	3,8	89,7	3,7	6,1	5,0
L2	W2	P4	28,2	1,2	0,2	4,0	99,6	5,4	7,1	5,6

Tabel 10: **Chemische gewasanalyses aan knollen en loof op 11 oktober; in gram/kg ds**

object			knol				loof			
l	w	p	K	Mg	Ca	P	K	Mg	Ca	P
L1	W1	P1	25,0	1,3	0,2	3,4	79,0	3,5	11,8	2,6
L1	W1	P2	24,0	1,3	0,2	3,3	82,0	3,2	12,1	2,3
L1	W1	P3	23,0	1,3	0,1	3,3	78,0	3,1	9,8	2,9
L1	W1	P4	25,0	1,4	0,1	3,8	82,0	3,4	7,8	2,8

De gehalten in de knollen varieerden nauwelijks. Alleen het gehalte aan magnesium is op 11 oktober iets hoger, mogelijk als gevolg van de beide Magnesamongiften. In het loof is het calciumgehalte in het afstervende gewas wat hoger en het fosfaatgehalte wat lager.

3.4 Het gewicht aan loof en knollen vers

Tabel 11: **Vers gewicht loof en knollen op de verschillende bemonsteringsdata in grammen per pot. De gewichten zijn het gemiddelde van 4 potten; alleen in januari is gemiddeld over 6 à 7 potten in drieboud.**

object			Loof 1 resp 15 (P4) augustus	Loof 29 augustus	Loof 11 oktober	Knol 1 resp. 15 (P4) augustus	Knol 29 augustus	Knol 11 oktober	Knol 10 januari
l	w	p	g/pot	g/pot	g/pot	g/pot	g/pot	g/pot	g/pot
1	1	1	461	420	213	327	831	1197	1036
1	1	2	458	360	212	373	824	1144	1073
1	1	3	579	561	294	401	766	1140	1120
1	1	4	1030	660	561	524	475	1032	978
2	1	1		398	217		553	971	909
2	1	2		438	206		715	1190	1023
2	1	3		580	196		551	1104	990
2	1	4		777	487		354	1015	1003
1	2	1		382	217		663	1130	1060
1	2	2		349	140		751	1130	1019
1	2	3		539	277		659	1211	1060
1	2	4		474	483		241	1157	941
2	2	1		286	298		496	920	788
2	2	2		300	181		655	1000	923
2	2	3		475	212		566	974	958
2	2	4		526	481		266	914	844
gem	1			524	298		634	1099	1016
gem	2			416	286		537	1054	949
gem			632	470	292	406	585	1077	983

Pas op 1 en 15 augustus werden bij de vier poottijden de objectverschillen aangebracht. In tabel x is te zien dat P4 later uitgroeide en meer loof vormde dan P1, P2 en P3 en ook later afstierf. Ondanks dat voor de tussentijdse beoordelingen vier regelmatige planten uitgezocht werden, waren er toch forse verschillen in gemiddelde knolhoeveelheid tussen de potten. Anders is niet verklaarbaar dat P4 op 15 augustus meer knolgewicht had dan op 29 augustus. Vooral tussen 29 augustus en 11 oktober zijn de knollen nog flink gegroeid. In de 3 maanden daarna verloren ze weer bijna 10% in gewicht. Dit was vooral het gevolg van indroging en daarnaast wat rot.

Bij statistische verwerking van de knolgewichten in januari was er een betrouwbare interactie licht pootdatum. Gemiddeld was de knolopbrengst uit de deels verduisterde kas 10% lager; zie tabel 12. Bij vergelijking van de gemiddelde gewichten per pootdatum bij gelijke lichthoeveelheid bedroeg de lsd (0,05) 78 gram. Dit houdt in dat bij L1 P4 gemiddeld betrouwbaar lager was dan de andere drie poottijden. Bij L2 was P1 betrouwbaar lager dan P2 en P3.

Tabel 12: **De gemiddelde verse opbrengst aan knollen in januari in grammen per pot per pootdatum van de objecten lichte (L1) en donkere (L2) kas**

	P1	P2	P3	P4	gemiddeld	Lsd (0.05)
L1	1048	1046	1090	959	1036	78
L2	848	973	974	924	930	78
gemiddeld	948	1010	1032	942	983	55

Ook beperking van de watergift in de kasperiode had een betrouwbaar effect op de uiteindelijke knolopbrengst. Gemiddeld was de verse knolopbrengst in de potten van W1 1016 gram en in W2 949 gram. De knolopbrengst in de potten die in de deels verduisterde kas hadden gestaan was dus 7% lager. zie ook tabel 11.

3.5 De knolbeoordelingen op roestsymptomen

Op 1 augustus vond de eerste knolbeoordeling plaats aan 4 potten van P1, P2 en P3. Er waren bij doorsnijden nog geen roestsymptomen te zien. De grootste knollen waren 45 mm in diameter; per pot waren er enkele knollen van 35-40 mm en verder vrij veel kleinere knollen. Ook op 16 augustus bij P4 waren er nog geen roestsymptomen te zien.

Op 30 augustus begonnen de symptomen te komen. Op de 64 potten werden 19 knollen waargenomen met roestsymptomen. Hiervan hadden 12 knollen een vaag symptoom en 7 knollen een duidelijk symptoom. De meeste bij de P3; 4 duidelijk en 5 vaag. Bij P4 kwam slechts één knol voor; met een vaag symptoom. In oktober zijn opnieuw de knollen van 64 potten doorgesneden; van de maat 28 mm opwaarts. Van de 1040 doorgesneden knollen kwamen er 48 (=5%) in roestklasse 1 terecht, 24 in klasse 2 (=2% en 7 (=0,7%) in klasse 3. In tabel 13 is het gemiddeld aantal knollen per pot met roestsymptomen in de verschillende roestklassen weergegeven, evenals de berekende roestindex.

In januari zijn van 6 à 7 potten per herhaling van 3 herhalingen per object de knollen doorgesneden. Het waren in totaal 312 potten met 4865 knollen waarvan 401 (=8%) in roestklasse 1, 184 in klasse 2 (=4% en 103 (=2%) in klasse 3.

Tabel 13: **Aantal knollen per pot > 28 mm totaal, de verdeling over de roestaantastingsklassen en de daaruit berekende roestindex in oktober en in januari (hoge index=veel roest). Objecten l=licht (1=lichte, 2=donkere kas), w=water (1=voldoende, 2= beperkt water) en p=pootdatum (1=1°,2=2°, 3=3° 3n 4=4° pootdatum).**

object			beoordeling op 11 oktober						Beoordeling op 11 januari					
			>28	aantal knollen/ klasse/ pot				roest	>28	aantal knollen/ klasse/ pot				roest
l	w	p	totaal	kl0	kl1	kl2	kl3	index	totaal	kl0	kl1	kl2	kl3	index
1	1	1	14,3	12,3	0,8	0,3	0,8	4.5	13,2	10,8	0,9	1,1	0,4	10,8
1	1	2	16,3	14,5	0,8	0,0	0,0	1.1	16,4	14,8	0,9	0,3	0,4	5,8
1	1	3	16,3	14,0	0,8	1,0	0,0	5.5	16,8	13,7	1,3	1,3	0,5	11,8
1	1	4	15,3	12,3	2,0	0,5	0,0	6.6	16,9	12,8	2,8	1,1	0,2	10,8
2	1	1	13,3	13,3	0,0	0,0	0,0	0.0	12,8	10,7	1,0	0,5	0,6	9,2
2	1	2	16,0	15,8	0,0	0,3	0,0	0.6	15,8	14,7	0,5	0,3	0,2	3,7
2	1	3	16,0	15,3	0,5	0,3	0,0	2.4	17,8	16,3	0,9	0,6	0,1	4,2
2	1	4	18,0	15,8	1,5	0,5	0,0	5.8	17,9	15,2	1,7	0,7	0,4	7,7
1	2	1	15,8	13,0	1,5	0,8	0,3	9.1	13,8	11,8	1,7	0,4	0,0	5,5
1	2	2	18,3	17,3	0,5	0,0	0,0	0.8	16,7	15,3	0,8	0,4	0,2	4,5
1	2	3	17,5	16,3	0,8	0,5	0,0	2.6	15,8	13,0	1,2	0,8	0,8	10,9
1	2	4	19,8	18,0	0,8	0,8	0,0	3.4	18,2	16,0	1,5	0,5	0,2	5,1
2	2	1	13,8	12,3	0,0	0,5	0,3	4.0	11,3	10,4	0,6	0,1	0,1	3,5
2	2	2	13,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0.0	13,7	12,9	0,7	0,1	0,1	2,7
2	2	3	17,5	17,0	0,3	0,3	0,0	0.9	16,5	13,8	1,6	0,5	0,5	8,6
2	2	4	19,3	16,3	2,0	0,5	0,5	8.7	16,8	14,6	1,8	0,2	0,2	5,6
gem.			16,3	14,8	0,8	0,4	0,1	3.5	15,6	13,5	1,2	0,5	0,3	6,9

In oktober zijn het aantal knollen >28 mm en de roestindex getoetst. Alleen bij de roestindex waren er betrouwbare verschillen. Alleen poottijd 4 was met gemiddeld 6.1 statistisch betrouwbaar verschillend van poottijd 2 met 0.6. Bij W2 (beperkt water) had P2 betrouwbaar minder roest dan P1 en P4. Dit kan komen door het geringe aantal dagen dat bij P2 verwelking optrad. De eerste week na het plaatsen van de potten in de kas, de periode 1-8 augustus, trad nog weinig verwelking op omdat de potten vrij nat waren binnengekomen. Stress, die ook een reden voor het ontstaan van calciumgebreksymptomen in de knollen wordt genoemd, trad daardoor in die periode nauwelijks op.

In januari was de hoeveelheid roest in de knollen duidelijk hoger. Er was toen een betrouwbaar verschil in roestindex tussen W1 en W2. Bij voldoende water (W1) was de index 8,0 en bij beperkt water (W2) 5,8.

Hiermee is dus aangetoond dat een dagelijks watertekort roestontwikkeling tegengaat.

Let wel er staat niet ‘een continu watertekort’. Waarschijnlijk wordt door een dagelijks watertekort, dagelijks wat vocht aan de knollen onttrokken wat 's nachts, als door opstijging van vocht vanuit de ondergrond weer vocht beschikbaar komt (inclusief wat calcium) rechtstreeks via de xyleemvaten weer wordt aangevuld (het jojoën van het knolvolume).

Je kunt het ook andersom zeggen: Een ruime vochtvoorziening vergroot de kans op inwendige roestsymptomen in aardappelen.

De lichte kas (L1) en de deels verduisterde kas (L2) zijn in enkelvoud aangelegd. De resultaten konden dus niet getoetst worden. In januari was de roestindex van L1 8,2 en van L2 5,7. Dit duidt erop dat bij een grotere groeisnelheid meer roestsymptomen in de knollen ontstaan.

In januari was er opnieuw een betrouwbaar effect bij de roestindex voor het object pootdatum. P2 had een betrouwbaar lagere roestindex dan de andere 3 poottijden, die onderling niet betrouwbaar verschilden.

In tabel 14 zijn de roestindexen per pootdatum weergegeven van de waarnemingen in oktober en januari.

Tabel 14: De roestindex gemiddeld per pootdatum

	oktober	Januari
Gemiddeld P1	4.4	7.3
Gemiddeld P2	0.6	4.2
Gemiddeld P3	2.9	8.9
Gemiddeld P4	6.1	7.3
Lsd pootdatum	3.9	2.8

In tabel 15 is de gemiddelde roestindex voor voldoende en beperkt water gegeven

Tabel 15: De roestindex gemiddeld bij voldoende (W1) en beperkt water (W2)

	oktober	Januari
Gemiddeld W1	3.3	8.00
Gemiddeld W2	3.7	5.81
Lsd water	3.2	2.15

Behalve statistische verschillen in roestindex waren er in januari ook betrouwbare verschillen in aantal knollen >28 mm per pot. Het totale aantal knollen per pot was bij P1 het laagst (12,8) en bij P4 het hoogst (17,5). P2 met 15,7 en P3 met 16,7 zaten hier tussen in.

De samenhang tussen de cijfers in oktober en januari was gering ($r=0,30$). De spreiding in hoeveelheid symptomen tussen de potten was dan ook groot zoals ook op foto 17 te zien is. Sommige potten in januari hadden 3 knollen in klasse 3 en andere potten van hetzelfde object hadden totaal geen knollen met roestsymptomen.

4 Discussie

Gehalte aan calcium in de knollen

Het gemiddelde calciumgehalte voor consumptieaardappelen voor de frietindustrie is ongeveer 1.000 mg calcium/kg ds. Velvis & Zwart (2001) noemen 450 mg/kg als minimumwaarde. Burton (1966) spreekt van calciumgehalten in de knollen van 100 tot 1.300 mg/kg ds. De normale range is volgens hem zo ongeveer 300 tot 900 mg/kg ds. In de pottenproef van 2006 waren gehalten 300-400 mg per kg ds. In deze proef is dit zelfs 100 tot 200 mg. Daarmee is het gehalte dus erg laag. Dit verklaart waarschijnlijk ook waarom in deze proef soms in de roestvlekken kleine holtes voorkwamen en op sommige knollen bruine vlekken op de schil zichtbaar werden.

Volgens Velvis (2001) zijn de gehalten aan calcium in de droge stof van het loof zo'n tien tot vijftig keer hoger dan in de knollen. In deze proef was dit zo'n dertig tot zestig keer, afhankelijk van het tijdstip; eind augustus of oktober.

Slechte opkomst

Als reden voor de slechte opkomst is het lage calciumgehalte in de potgrond genoemd. Als knollen worden gepoot in zilverzand zonder voedingsstoffen komen ze normaal op. De vraag is dan ook wat hier voor bijzonder is aan de hand was. Dit is niet bekend.

Andere oorzaken voor de roestvlekken

Op verzoek van de begeleidingscommissie is in april 2008 knolweefselmateriaal met roestvlekken door de NAK onderzocht op TRV en op PMTV. Het materiaal was toen niet best meer. Het resultaat was negatief.

Ideeën op grond van deze resultaten

- Beregen 's nachts. Dan kan het gewas 's avonds even een vochttekort hebben.
- Problemen met roest doen zich wat vaker voor op lichte gronden. De vraag is bij welk vochtvoorzieningsniveau dit probleem wordt veroorzaakt. Het vochtvoorzieningsniveau kan worden gestuurd en gemeten met sensoren.
- Pas beregeningsmodellen aan zodat de calciumopname optimaal kan zijn.

5 Conclusies

Uit de proef kwam het volgende naar voren.

1. Door dagelijks beperkt water geven (object W2), met als gevolg tegen de avond verwelking van de planten, konden calciumgebrekssymptomen in de knollen (roest) worden beperkt ten opzichte van voldoende water geven (object W1).
2. Bij snelle groei (lichte kas, object L1) ontstond meer roest dan bij langzamer groei (deels verduisterde kas, object L2). Dit is in enkelvoud uitgevoerd en is dus niet statistisch onderbouwd.
3. Van de vier pootdata ontwikkelde de tweede pootdatum de minste roestsymptomen. Dit zou bij dit object met minder stress samen kunnen hangen. De planten van dit object stonden geen 3 weken maar 2 weken in de kassen. Ze gingen er vrij nat in waardoor de eerste week nauwelijks verwelkingsymptomen optraden. Ze kwamen bovendien iets vlotter op dan de eerste en derde pootdatum.
4. De roestsymptomen in de knollen ontwikkelden zich bij Santé vrij laat. Eind augustus was er nog weinig te zien. Tussen oktober en januari nam de roestindex gemiddeld toe van 3,5 naar 6,9.
5. Ook het effect van de verschillende watergiftregimes (de behandelingen in de kas W1 en W2) op roestsymptomen ontwikkelde zich pas na oktober.
6. In oktober waren al wel de verschillen in roestsymptomen tussen de objecten bij de vier pootdata aanwezig.
7. De bruine vlekken op de schil zijn waarschijnlijk ook na oktober ontstaan. Ze vielen althans in oktober nog niet op. In januari zat op circa 4% van de knollen bruine vlekken.

Hieruit kunnen de volgende conclusies worden afgeleid.

1. Vooral bij groeizaam weer, bij een regelmatige en voldoende vochtvoorziening en weinig calciumaanbod is er kans op de ontwikkeling van roestsymptomen.
2. De hoeveelheid roestsymptomen kan in de loop van de bewaring toenemen.

Dat stressomstandigheden tijdens de groei roest bevorderen is minder goed direct voor te stellen. Wel is voor te stellen dat als én na een periode van groeistilstand, door plotseling veranderende omstandigheden, veel licht en vocht, heel snelle knolgroei optreedt en veel calcium nodig is voor celwandopbouw, als calcium dan niet in de knollen komt, cellen afsterven en roest ontstaat. Dit kan rasafhankelijk zijn en eerder optreden bij langwerpige rassen, en in het algemeen bij rassen die in korte tijd heel snel in knolvolume kunnen groeien.

Het doel is dus bereikt. Er is aangetoond dat voldoende wateraanbod, in combinatie met een gering calciumaanbod en groeizaam weer, de kans op roest bevordert. Helaas leidt dit nog niet direct tot een praktisch advies hoe roest bij aardappelen kan worden voorkomen.

Wat wel kan is; waar problemen verwacht worden, geen voor roest gevoelige rassen telen.

Bijlage 1: Proefschema

Schema voor 7 tot 10 potten per veld in de kas (In totaal 36 velden)

Aangepaste proefopzet als gevolg van slecht pootgoed en een slechte opkomst door calciumgebrek

Poottijd P1, P2 en P3 op 1 augustus de kas in

Poottijd P2 op 15 augustus de kas uit en Poottijd 4 op 15 augustus de kas in

Poottijd P1 en P3 op 22 augustus de kas uit

Poottijd P4 op 29 augustus de kas uit

Licht. De helft in de lichte kas (L1) en de helft in de donkere kas (L2)

Water. De helft voldoende water (W1) en de helft dagelijks heel beperkt water (W2)

Herhalingen H1, H2, H3. De herhalingen zijn de drie tabletten per afdeling (rechts veldnummer)

Aantal potten per veld; 7 tot maximaal

10.

Schema plaats in de kas: Voor beide afdelingen gelijk

Afdeling 4: lichte kas (L1)

H1	W1	P1	1	P3	2	P2/4	3	→ N
	W2	P3	4	P2/4	5	P1	6	
H2	W2	P2/4	7	P1	8	P3	9	
	W1	P1	10	P3	11	P2/4	12	
H3	W1	P1 9	13	P2/4	14	P3	15	
	W2	P2/4	16	P3	17	P1	18	

Corridoer

Afdeling 3: donkere kas (L2)

H1	W1	P1	19	P3	20	P2/4	21	→ N
	W2	P3	22	P2/4	23	P1	24	
H2	W2	P2/4	25	P1	26	P3	27	
	W1	P1 9	28	P3	29	P2/4	30	
H3	W1	P1 9	31	P2/4	32	P3	33	
	W2	P2/4	34	P3	35	P1	36	

Bijlage 2: Weersomstandigheden

De maximum- en minimumtemperatuur per dag (op 150 cm hoogte) en de neerslag per dag

	juni			juli			aug			sept		
datum	Tmax	Tmin	mm	Tmax	Tmin	mm	Tmax	Tmin	mm	Tmax	Tmin	mm
1	23	12	0,0	22	16	5,6	22	9	0,0	20	14	0,0
2	23	12	0,0	20	15	12,6	20	12	0,0	20	14	0,4
3	19	14	0,0	18	13	7,4	23	14	0,0	17	12	16,8
4	22	13	0,0	19	12	6,0	25	12	0,0	17	12	0,8
5	22	16	0,0	20	13	2,8	29	14	0,0	15	9	1,4
6	20	14	0,0	16	13	5,5	28	17	0,0	19	14	0,0
7	26	16	0,0	20	13	1,3	22	16	0,0	21	15	0,0
8	32	20	0,4	22	10	0,2	19	14	0,0	19	15	0,4
9	24	17	0,4	20	13	2,2	18	14	0,2	17	13	0,4
10	22	17	0,2	20	11	0,0	20	15	2,8	17	13	5,6
11	26	17	8,4	19	13	0,2	20	13	0,0	18	14	0,4
12	19	16	1,4	19	13	1,0	24	10	1,0	19	11	0,0
13	22	15	0,0	24	17	0,8	22	14	0,0	19	10	0,0
14	22	14	15,8	25	16	0,0	25	12	1,0	19	8	0,0
15	21	16	2,8	27	14	0,0	24	17	5,6	18	10	0,0
16	20	14	1,0	28	18	3,6	19	13	4,0	22	10	0,0
17	19	14	3,2	23	17	2,0	18	13	6,8	17	12	6,2
18	22	15	6,6	22	15	0,0	20	11	0,0	15	9	5,0
19	24	12	0,0	24	12	0,0	23	13	1,6	16	7	0,0
20	22	15	0,0	22	15	21,6	20	15	0,4	17	13	1,2
21	20	12	0,6	22	13	3,2	21	12	1,8	19	13	0,4
22	21	13	17,4	19	14	8,8	23	16	0,0	20	12	0,0
23	20	14	2,2	20	10	9,2	22	14	0,0	23	9	0,2
24	19	14	1,8	19	15	3,2	25	14	0,0	19	11	2,0
25	20	11	10,8	22	13	0,0	24	15	0,0	16	10	3,2
26	15	11	0,8	21	16	4,0	21	16	0,0	13	9	3,2
27	17	10	1,0	21	15	0,6	19	13	0,0	17	8	0,0
28	18	12	2,2	20	14	3,4	19	11	0,6	17	13	10,2
29	17	12	9,6	18	13	11,6	18	8	0,0	13	11	13,0
30	19	13	12,6	17	12	6,0	19	12	0,0	16	9	0,2
31				19	12	0,0	19	16	0,0			
t/gem	21	14	99	21	14	122	22	13	26	18	11	71

Bijlage 3: Oorzaken slechte opkomst

Pootdatum

P1: 15 mei, nauwelijks voorgekiemd; 162 planten

P2: 25 mei, nauwelijks voorgekiemd; 162 planten

P3: 5 juni, nauwelijks voorgekiemd; 162 planten

P4: 26 juni, goed voorgekiemd; 122 planten

Waarnemingen

P1: 4 juni 2 planten opkomst

P1: 7 juni nog steeds 2 planten opkomst

P1: 11 juni nog steeds 2 planten opkomst, 11 komen eraan

P2: 11 juni, ook bij P2 komen enkele planten min of meer op, maar heel fijn

11 juni: Bij het opgraven van 3 planten blijkt dat de wortels goed zijn maar dat de kiemen afsterven. Ze worden bruin.

P4: 9 juli calciumgebreksymptomen in het loof

P4: Op 30 juli zijn nog 2 planten niet opgekomen; de poters hiervan zijn verrot

Opkomst in procenten

poottijd	15/6	18/6	20/6	25/6	4/7	11/7	19/7
P1	9	38	57	85			
P2	12	57	75	84			
P3	0	20	49	73			
P4	0	0	0	0	53	83	98

Handelingen

Op 11 juni is aan alle potten 1 gram calcium (5 gram $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) gegeven

Op 26 juni is P4 gepoot: Over bij P1 en P3 121 en bij P2 122 potten

Op 13 juli is aan alle potten weer 1 gram calcium (3,5 gram CaCl_2) gegeven

Indrukken

Poottijd P2 kwam vlotter op dan P1; waarschijnlijk a.g.v. de calciumbemesting

Poottijd P3 kwam niet veel later op dan P1 ondanks 21 dagen later poten

Poottijd P4 kwam bijna volledig op, waarschijnlijk als gevolg van meer beschikbaar calcium dan bij de opkomst van P1, P2 en P3.

Controles

Van de 122 opgerooide knollen (40 à 41 stuks van zowel P1, P2 als P3) waren er 48 nog hard en 76 rot.

Van de nog harde knollen zat op enkele flink wat *Rhizoctonia*, maar niet zodanig dat *Rhizoctonia* de oorzaak kon zijn van de slechte opkomst van P1, P2 en P3.

Op 15 juni zijn ter controle op de kwaliteit van het pootgoed 10 voorgekiemde en 10 niet voorgekiemde poters in het veld in ruggen gepoot. De niet voorgekiemde poters kwamen allemaal op; van de wel voorgekiemde poters bleef er één weg; deze was verrot, 2 planten ontwikkelden zich duidelijk trager (*Rhizoctonia*?).

Van de planten in de potten die wel opkwamen, toonden ook meerdere bacterieziekteverschijnselen, waarbij één of enkele stengels rot vertoonde. *Erwinia*-aantasting kan bij de verminderde opkomst van P1, P2 en P3 dus wel een rol gespeeld hebben maar was hoogstwaarschijnlijk niet de oorzaak dat de planten zo slecht opkwamen en 15% wegbleef.

Van de nog harde poters zijn er op 27 juni 10 in het veld in ruggen gepoot met een topje boven de grond.

Op 10 juli was hiervan één plantje weg, verrot. De overige 9 zagen er wat kroezelig uit met kleiner blad en waren tot 5 cm hoog. Op 13 juli groeide het knippen eruit. De gebreksymptomen groeiden er in het veld na ruim 14 dagen dus uit.

Rot bij de oogst in oktober

Er waren dus planten met bacterieziektesymptomen. Bij de oogst van 64 planten in oktober zijn ook de door rot aangetaste knollen geteld. Dit waren er 17 op de 1040. Rot kwam dus voor zowel in het loof als in de knollen. Maar dat *Erwinia*-aantasting de belangrijkste oorzaak was voor de slechte opkomst in juni is onwaarschijnlijk.

Bijlage 4: Resultaten januari 2008 per veldje

Licht 1=lichte kas, Water 1=voldoende water aant=aantal knollen per pot
roest1=lichte, roest2=matige, roest3=duidelijke roestvlekken, gew=gewicht

Pootdatum	Licht	water	Herh	>28 tot Tot aant	roest0 aant	roest1 aant	roest2 aant	roest3 aant	roest index	rot aant	gew per pot, g
1	1	1	1	14	12	0,9	1,0	0,4	9,2	0,0	1100
1	1	1	2	13	10	1,0	1,3	0,4	13,2	0,0	1003
1	1	1	3	12	10	0,9	1,0	0,3	10,1	0,1	1005
2	1	1	1	15	13	0,6	0,4	0,9	9,3	0,1	1072
2	1	1	2	15	13	1,3	0,0	0,3	4,8	0,0	1017
2	1	1	3	19	18	0,8	0,6	0,0	3,2	0,0	1130
3	1	1	1	18	16	1,1	0,9	0,0	4,0	0,0	1057
3	1	1	2	18	14	1,7	1,4	0,9	13,2	0,7	1153
3	1	1	3	15	12	1,1	1,7	0,6	18,2	0,1	1149
4	1	1	1	15	11	3,0	0,6	0,3	10,8	0,4	936
4	1	1	2	18	14	2,7	1,1	0,1	10,1	0,0	960
4	1	1	3	18	14	2,7	1,6	0,1	11,4	0,0	1038
gemL1W1				15,8	13,0	1,5	1,0	0,4	9,8	0,1	1052
1	2	1	1	11	10	0,7	0,2	0,0	2,6	0,2	838
1	2	1	2	13	10	1,3	0,7	0,7	12,8	0,0	983
1	2	1	3	15	12	1,2	0,5	1,2	12,1	0,0	905
2	2	1	1	19	18	0,3	0,5	0,0	2,2	0,0	1103
2	2	1	2	14	14	0,4	0,0	0,3	3,1	0,0	922
2	2	1	3	15	13	0,8	0,4	0,4	5,9	0,0	1045
3	2	1	1	18	17	0,7	0,1	0,0	1,9	0,0	994
3	2	1	2	18	16	1,3	0,8	0,2	6,2	0,0	959
3	2	1	3	17	16	0,6	0,7	0,0	4,3	0,0	1018
4	2	1	1	18	15	1,7	0,6	0,3	7,4	0,0	952
4	2	1	2	21	18	1,0	1,2	0,8	9,2	0,0	1069
4	2	1	3	15	12	2,4	0,3	0,0	6,5	0,1	989
gemL2W1				16,1	14,2	1,0	0,5	0,3	6,2	0,0	981
1	1	2	1	15	11	3,0	0,6	0,0	7,9	0,0	1027
1	1	2	2	13	11	0,8	0,3	0,0	4,4	0,2	1042
1	1	2	3	14	13	1,3	0,3	0,0	4,1	0,0	1112
2	1	2	1	16	15	0,8	0,5	0,2	4,4	0,0	1024
2	1	2	2	17	16	0,7	0,3	0,0	2,8	0,0	1046
2	1	2	3	17	15	0,9	0,4	0,6	6,5	0,0	989
3	1	2	1	15	13	1,0	0,9	0,7	11,7	0,0	1039
3	1	2	2	16	13	1,3	0,6	0,3	6,8	0,0	971
3	1	2	3	17	13	1,4	0,9	1,3	14,3	0,0	1170
4	1	2	1	19	16	1,2	0,8	0,5	6,2	0,3	1008
4	1	2	2	18	15	2,4	0,6	0,0	6,7	0,0	954
4	1	2	3	17	16	1,0	0,0	0,1	2,5	0,0	860
gemL1W2				16,1	14,0	1,3	0,5	0,3	6,5	0,0	1020
1	2	2	1	10	9	0,4	0,2	0,2	3,4	0,0	760
1	2	2	2	11	10	1,2	0,2	0,0	5,4	0,2	774
1	2	2	3	13	12	0,2	0,0	0,2	1,8	0,2	830
2	2	2	1	14	13	0,7	0,0	0,2	2,7	0,0	884
2	2	2	2	12	11	0,7	0,0	0,0	1,7	0,0	861
2	2	2	3	15	14	0,7	0,2	0,2	3,7	0,0	1023
3	2	2	1	18	16	1,1	0,4	0,4	6,7	0,0	948
3	2	2	2	15	12	1,5	0,7	0,7	11,4	0,2	912
3	2	2	3	17	14	2,2	0,4	0,4	7,6	0,0	1016
4	2	2	1	17	16	1,1	0,1	0,1	2,8	0,1	789
4	2	2	2	17	16	0,6	0,1	0,1	2,7	0,0	888
4	2	2	3	16	11	3,7	0,3	0,4	11,3	0,0	856
gemL2W2				14,6	12,9	1,2	0,2	0,2	5,1	0,1	878

Bijlage 5: Resultaten januari 2008 per behandeling

P1=poottijd 1, L1=lichte kas, W1=voldoende water, aantal=aantal knollen per pot
roest1=lichte, roest2=matige, roest3=duidelijke roestvlekken, gew=gewicht, g per pot

Object	>28 mm totaal aantal	roest0 aantal	roest1 aantal	roest2 aantal	roest3 aantal	roest index	rot aant	gew per pot, g
gemP1L1W1	13,2	10,8	0,9	1,1	0,4	10,8	0,0	1036
gemP2L1W1	16,4	14,8	0,9	0,3	0,4	5,8	0,0	1073
gemP3L1W1	16,8	13,7	1,3	1,3	0,5	11,8	0,3	1120
gemP4L1W1	16,9	12,8	2,8	1,1	0,2	10,8	0,1	978
gemP1L2W1	12,8	10,7	1,0	0,5	0,6	9,2	0,1	909
gemP2L2W1	15,8	14,7	0,5	0,3	0,2	3,7	0,0	1023
gemP3L2W1	17,8	16,3	0,9	0,6	0,1	4,2	0,0	990
gemP4L2W1	17,9	15,2	1,7	0,7	0,4	7,7	0,0	1003
gemW1	15,9	13,6	1,3	0,7	0,3	8,0	0,1	1017
gemP1L1W2	13,8	11,8	1,7	0,4	0,0	5,5	0,1	1060
gemP2L1W2	16,7	15,3	0,8	0,4	0,2	4,5	0,0	1019
gemP3L1W2	15,8	13,0	1,2	0,8	0,8	10,9	0,0	1060
gemP4L1W2	18,2	16,0	1,5	0,5	0,2	5,1	0,1	941
gemP1L2W2	11,3	10,4	0,6	0,1	0,1	3,5	0,1	788
gemP2L2W2	13,7	12,9	0,7	0,1	0,1	2,7	0,0	923
gemP3L2W2	16,5	13,8	1,6	0,5	0,5	8,6	0,1	958
gemP4L2W2	16,8	14,6	1,8	0,2	0,2	5,6	0,0	844
gemW2	15,3	13,5	1,2	0,4	0,3	5,8	0,0	949
gemL1	16,0	13,5	1,4	0,7	0,3	8,2	0,1	1036
gemL2	15,3	13,6	1,1	0,4	0,3	5,6	0,0	930
gemP1	12,8	10,9	1,1	0,5	0,3	7,3	0,1	948
gemP2	15,6	14,4	0,7	0,3	0,2	4,2	0,0	1010
gemP3	16,7	14,2	1,3	0,8	0,4	8,9	0,1	1032
gemP4	17,5	14,6	2,0	0,6	0,3	7,3	0,1	942

Bijlage 6: Chemische bepalingen aan de potgrond

De bepalingen zijn uitgevoerd door BLGG te Naaldwijk

De EC is weergegeven in mS/cm, NH₄, K, Na, Ca, Mg, NO₃, Cl, SO₄, HCO₃, P en Si in mmol/l en Fe, Mn, Zn, B, Cu en Mo in µmol/liter. De metingen vinden in de vloeistof plaats na waterextractie 1: 1,5 volume extract.

Bepalingen aan de potgrond bij het poten en uit de bovengrond en het lekwater op 26 juni

Om sch.	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
M1	1,7	5,6	1,3	11,2	0,7	0,2	0,2	2,1	1,0	4,4	<0,1	0,92	0,09	31	0,6	1,5	6,0	0,9	0,2
M2	2,0	5,6	1,8	12,3	0,7	0,2	0,2	2,3	1,4	5,1	<0,1	1,20	0,08	32	0,9	1,8	6,5	1,8	0,2
M3	0,7	5,9	0,9	3,8	0,2	0,2	0,2	1,6	0,3	1,4	<0,1	0,43	0,02	3,8	0,4	1,0	3,8	0,8	<0,1
M4	0,9	5,4	0,6	5,1	0,3	0,2	0,1	3,2	0,3	1,2	<0,1	0,25	0,03	5,0	<0,4	1,0	2,7	0,7	<0,1
P1	3,2	5,7	2,6	20,1	1,1	0,7	1,1	7,0	2,0	7,4	<0,1	1,41	0,13	31	3,3	2,8	6,0	0,7	0,3
P2	2,6	5,8	2,2	16,3	0,9	0,5	0,8	5,2	1,7	5,9	<0,1	1,23	0,11	26	2,6	3,4	3,7	0,5	0,2

M1 en M2 zijn in duplo chemische analyses van de potgrond zoals die op 15 mei is klaargemaakt
M3 en M4 zijn in duplo chemische analyses van de potgrond op 26 juni van boven van de potten gehaald.

P1 en P3 zijn chemische analyses van het lekwater dat op 26 juni in de schotels onder potten zit na de vele regen bij P1 en P3

Bepalingen aan de potgrond P1 t/m P3 (gemiddeld monster van 4 potten) per 1 augustus en P4 per 16 augustus

Omsch	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
P1	0,8	5,7	0,1	4,8	0,4	0,2	0,1	0,3	0,9	1,7	<0,1	0,52	0,04	9,4	0,5	0,9	6,2	0,4	<0,1
P2	0,7	5,3	<0,1	4,4	0,4	0,1	<0,1	0,2	0,6	1,8	<0,1	0,42	0,04	9,6	0,5	0,5	4,6	0,4	<0,1
P3	0,8	5,3	1,1	4,8	0,4	0,1	<0,1	1,2	0,4	2,5	<0,1	0,30	0,06	17,0	0,3	0,3	8,4	0,4	<0,1
P4	1,5	5,0	0,2	9,4	0,7	0,2	0,3	0,8	1,1	4,8	<0,1	0,96	0,11	27,0	2,8	0,4	4,3	0,5	0,1

Bepalingen aan de potgrond (gemiddeld monster van 4 potten) op 29 augustus

I	w	p	EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
L1	W1	P1	1,1	5,1	1,2	7,2	0,7	0,2	0,3	1,3	0,2	3,1	<0,1	1,81	0,08	15	0,9	1,3	8,4	0,6	0,5
L1	W1	P2	0,8	5,0	0,3	5,4	0,6	0,2	0,2	0,8	0,3	3,2	<0,1	0,59	0,08	18	1,1	0,5	5,1	0,5	0,1
L1	W1	P3	0,9	5,3	0,2	6,5	0,7	0,2	0,2	0,7	0,4	3,6	<0,1	0,53	0,10	22	1,1	0,7	4,2	0,3	0,1
L1	W1	P4	1,1	5,1	0,6	7,6	0,8	0,3	0,3	1,2	0,4	3,5	<0,1	0,65	0,09	16	1,0	1,2	8,2	0,5	<0,1
L2	W1	P1	1,0	5,0	0,6	6,8	0,7	0,2	0,3	0,8	0,3	3,1	<0,1	0,75	0,06	13	0,8	0,6	6,3	0,5	<0,1
L2	W1	P2	1,1	5,0	0,6	7,2	0,7	0,3	0,3	0,8	0,2	3,8	<0,1	0,57	0,07	15	1,1	0,8	5,9	0,6	<0,1
L2	W1	P3	1,3	5,2	0,6	9,0	0,8	0,3	0,3	1,1	1,0	4,0	<0,1	0,71	0,09	21	0,8	0,6	4,4	0,4	<0,1
L2	W1	P4	1,4	5,1	0,5	8,5	0,7	0,4	0,4	1,6	0,8	4,0	<0,1	0,87	0,09	19	1,3	0,6	<1,0	0,3	<0,1
L1	W2	P1	1,1	5,1	0,9	7,4	0,7	0,2	0,3	1,2	0,3	3,5	<0,1	0,76	0,07	15	1,0	0,7	6,9	0,7	<0,1
L1	W2	P2	1,3	5,0	0,6	8,7	0,8	0,3	0,4	1,2	0,2	4,6	<0,1	0,49	0,08	16	1,4	0,6	6,3	0,5	<0,1
L1	W2	P3	1,2	5,2	0,8	7,8	0,8	0,5	0,3	1,0	0,7	3,8	<0,1	1,03	0,09	18	1,0	0,7	5,0	0,5	<0,1
L1	W2	P4	2,1	5,0	3,1	12,2	0,9	0,5	0,7	2,1	0,8	5,8	<0,1	4,37	0,09	24	2,6	0,8	2,7	0,6	0,1
L2	W2	P1	1,6	5,0	2,4	10,0	0,9	0,5	0,6	1,3	0,4	4,8	<0,1	3,58	0,06	16	2,3	0,6	8,9	0,6	<0,1
L2	W2	P2	1,0	5,5	0,3	7,0	0,7	0,3	0,2	0,5	0,5	3,4	<0,1	0,50	0,10	19	0,7	0,7	4,6	0,4	0,1
L2	W2	P3	2,4	5,2	2,2	14,1	0,9	0,8	1,1	2,7	1,1	8,5	<0,1	1,37	0,07	21	3,7	1,5	6,0	0,6	0,1
L2	W2	P4	1,5	5,0	0,4	10,6	0,9	0,5	0,5	0,5	0,3	6,0	<0,1	0,53	0,12	24	1,1	0,9	5,5	0,6	<0,1

Bepalingen aan object L1W1 van de potgrond (gemiddeld monster van 4 potten) op 11 oktober

I	w	p	EC	pH	NH4	K	Na	Ca	Mg	NO3	Cl	SO4	HCO3	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
L1	W1	P1	1,2	5,1	1,1	7,3	0,9	0,4	0,5	0,9	0,4	3,8	<0,1	1,74	0,1	13	2,4	0,7	5,0	0,6	<0,1
L1	W1	P2	1,3	5,1	1,5	6,8	0,8	0,6	0,6	2,5	0,3	3,5	<0,1	0,91	0,1	13	2,7	1,9	9,0	0,7	<0,1
L1	W1	P3	1,1	5,3	0,6	6,9	0,7	0,3	0,4	1,0	0,3	3,7	<0,1	0,52	0,1	13	1,6	0,6	4,7	0,7	<0,1
L1	W1	P4	1,7	4,9	0,8	11,4	1,1	0,5	0,7	1,0	0,4	6,4	<0,1	0,70	0,1	19	2,6	0,9	5,0	0,8	<0,1

Bijlage 7: Chemische bepalingen aan het loof

De bepalingen zijn uitgevoerd door het BLGG te Oosterbeek

Voor Na, K, Mg, Ca, P en S zijn de resultaten weergegeven in g/kg droge stof en voor Mn, Zn, Fe en B in mg/kg droge stof

Chemische gewasanalyses aan het gedroogde bovengrondse loof van P1 t/m P3 per 1 augustus en P4 per 16 augustus (gemiddelde van 4 potten per object)

omschrijving	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Fe	S	B
P1	0,2	79,8	3,4	4,5	4,6	692	99	182	6,0	31
P2	0,2	84,3	3,6	5,2	4,6	695	102	213	6,1	38
P3	0,2	85,9	3,6	4,5	5,3	571	97	249	7,1	37
P4	0,2	97,0	5,4	5,7	6,5	406	74	363	6,0	41

Chemische gewasanalyses aan het gedroogde bovengrondse loof van alle 16 objecten op 29 augustus (gemiddelde van 4 potten per object)

I	w	p	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Fe	S	B
L1	W1	P1	0,3	80,2	2,3	6,4	3,2	1093	128	272	6,8	41
L1	W1	P2	0,3	81,7	2,9	8,0	2,9	1216	137	332	7,8	42
L1	W1	P3	0,3	73,6	2,8	5,4	3,6	1017	127	290	7,5	36
L1	W1	P4	0,3	83,9	4,6	6,5	5,3	910	130	543	7,7	40
L2	W1	P1	0,3	79,2	3,6	6,2	4,8	1058	126	289	6,9	38
L2	W1	P2	0,3	85,3	3,6	7,6	4,5	1336	145	339	7,3	40
L2	W1	P3	0,2	87,4	3,7	5,2	5,3	790	104	281	8,3	35
L2	W1	P4	0,2	89,5	4,9	6,5	5,7	930	135	392	6,7	36
L1	W2	P1	0,3	88,0	3,0	6,3	4,1	1076	133	276	8,2	43
L1	W2	P2	0,3	81,4	3,1	6,9	4,0	1158	134	270	9,1	41
L1	W2	P3	0,3	84,4	3,4	5,9	3,9	983	119	310	9,4	40
L1	W2	P4	0,3	89,2	5,4	7,6	5,7	905	134	515	6,8	41
L2	W2	P1	0,3	84,1	3,7	5,9	5,4	1136	137	228	7,3	41
L2	W2	P2	0,3	87,3	3,7	7,5	4,8	1106	135	377	7,1	43
L2	W2	P3	0,3	89,7	3,7	6,1	5,0	972	128	304	7,6	42
L2	W2	P4	0,3	99,6	5,4	7,1	5,6	946	140	474	7,4	43

Chemische gewasanalyses aan het gedroogde bovengrondse loof van 4 objecten op 11 oktober (gemiddelde van 4 potten per object)

I	w	p	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Fe	S	B
L1	W1	P1	1,1	79,0	3,5	11,8	2,6	1499	168	647	6,8	45
L1	W1	P2	0,9	82,0	3,2	12,1	2,3	1565	164	504	7,8	48
L1	W1	P3	1,0	78,0	3,1	9,8	2,9	1407	159	719	8,7	44
L1	W1	P4	1,3	82,0	3,4	7,8	2,8	971	107	417	7,7	37

Bijlage 8: Chemische bepalingen aan de knollen

De bepalingen zijn uitgevoerd door het BLGG te Oosterbeek
Voor Na, K, Mg, Ca, P en S zijn de resultaten weergegeven in g/kg droge stof en voor Mn, Zn, Fe en B in mg/kg droge stof

Chemische gewasanalyses aan gedroogde knollen van P1 t/m P3 per 1 augustus en P4 per 16 augustus (gemiddelde van 4 potten per object)

omschrijving	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Fe	S	B
P1	<0,1	25,9	1,1	0,2	3,5	8	13	32	1,4	5,8
P2	<0,1	26,1	1,1	0,4	3,4	12	13	33	1,2	6,3
P3	<0,1	26,7	1,1	0,4	3,5	12	14	49	1,3	6,2
P4	0,1	34,0	1,4	0,3	4,6	14	19	59	2,1	6,8

Chemische gewasanalyses aan gedroogde knollen van alle 16 objecten op 29 augustus (gemiddelde van 4 potten per object)

I	w	p	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Fe	S	B
L1	W1	P1	<0,1	24,0	1,2	0,2	3,3	15	13	28	1,5	5,1
L1	W1	P2	<0,1	23,1	1,1	0,2	3,1	9	12	30	1,4	4,8
L1	W1	P3	<0,1	25,0	1,2	0,2	3,5	8	13	24	1,6	5,4
L1	W1	P4	<0,1	26,9	1,1	0,2	3,6	8	15	33	1,7	5,3
L2	W1	P1	<0,1	24,6	1,1	0,2	3,6	9	14	28	1,5	5,7
L2	W1	P2	<0,1	24,2	1,1	0,2	3,5	8	14	25	1,6	5,3
L2	W1	P3	0,1	24,7	1,1	0,2	3,6	8	14	30	1,7	4,6
L2	W1	P4	0,1	27,9	1,2	0,2	3,7	7	17	32	1,8	5,5
L1	W2	P1	<0,1	24,0	1,1	0,2	3,4	11	13	29	1,5	5,0
L1	W2	P2	<0,1	24,3	1,2	0,2	3,4	9	14	25	1,6	5,0
L1	W2	P3	<0,1	24,2	1,1	0,2	3,3	7	13	25	1,6	4,5
L1	W2	P4	<0,1	27,2	1,1	0,1	3,8	7	16	29	1,8	4,8
L2	W2	P1	<0,1	23,7	1,1	0,2	3,7	10	15	30	1,6	5,0
L2	W2	P2	<0,1	25,8	1,2	0,3	3,6	9	15	27	1,6	5,6
L2	W2	P3	<0,1	26,0	1,1	0,2	3,8	8	15	30	1,7	5,0
L2	W2	P4	0,1	28,2	1,2	0,2	4,0	7	18	31	2,0	4,5

Chemische gewasanalyses aan gedroogde knollen van 4 objecten op 11 oktober (gemiddelde van 4 potten per object)

I	w	p	Na	K	Mg	Ca	P	Mn	Zn	Fe	S	B
L1	W1	P1	<0,1	25,0	1,3	0,2	3,4	10	17	33	1,7	4,9
L1	W1	P2	<0,1	24,0	1,3	0,2	3,3	11	16	29	1,7	4,9
L1	W1	P3	<0,1	23,0	1,3	0,1	3,3	11	16	32	1,9	4,6
L1	W1	P4	<0,1	25,0	1,4	0,1	3,8	14	18	37	2,0	4,8

Bijlage 9: Literatuur

- Baker, D. A. & J. Moorby, 1969. The transport of sugar, water and ions into delevolving potato tubers, *Annals of Botany* 33, 729-741.
- Burton, W. G., 1989. *The Potato* 3rd edition, Harlow, Longman Scientific & Technical, 742 pp.
- Bus, Kees & Arjan Veerman, 2007. Roestvlekken in aardappelknollen. Theorie en verslag van een proef in potten in 2006. PPO nr. 3251049900, februari 2007, 35 pp.
- Krauß, A & H. Marschner, 1974. Einfluß der Tag/Nacht-Periodik auf Knollengewicht und Ca-Verlagerung in Stolonen von Kartoffelpflanzen, *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 137, 116-123.
- Schnieders, B. J., L. H. J. Kerckhoffs & P. C. Struik, 1988. Diel changes in tuber volume. *Pot. Res.* 31; 129-135.
- Win, K., G. A. Berkowitz & M Henninger, 1991. Antitransparant-induced increases in leaf water potential increase tuber calcium and decrease tuber necrosis in water-stressed potato plants. *Plant Physiol.* 96, 116-120.
- Velvis, H., 2001. Calcium in aardappel. Nota 89, Plant Research international, 21pp.

