8/KRO
511

WAGENINGEN UR
For quality of life

Effect van Aluminium en pH bij jonge *Phalaenopsis* planten

Vertrouwelijk onderzoek in opdracht van Stichting RHP

Arca Kromwijk & Hendrik-Jan van Telgen

Nota 511

WAGENINGEN UR
For quality of life

Effect van Aluminium en pH bij jonge *Phalaenopsis* planten

Vertrouwelijk onderzoek in opdracht van Stichting RHP

Arca Kromwijk & Hendrik-Jan van Telgen

Wageningen UR Glastuinbouw, Wageningen
februari 2008

Nota 511

2214635

© 2008 Wageningen, Wageningen UR Glastuinbouw
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen UR Glastuinbouw

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Projectnummer: 3242028400

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres	:	Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
	:	Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel.	:	0317 - 48 56 06
Fax	:	010 - 522 51 93
E-mail	:	glastuinbouw@wur.nl
Internet	:	www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

		pagina
Samenvatting		1
1	Inleiding	3
1.1	Probleemstelling en onderzoeksvraag	3
1.2	Samenstelling projectteam	3
2	Materiaal en methoden	5
2.1	Proefopzet	5
2.2	Waarnemingen	8
2.3	Teeltomstandigheden	8
3	Resultaten en discussie	9
3.1	Test glasparels vooraf	9
3.2	Resultaten pH=5 behandelingen	9
3.2.1	Waarnemingen vóór start aluminiumgift	9
3.2.2	Na 2 weken aluminiumgift bij pH=5	13
3.2.3	Na 4 weken aluminiumgift bij pH=5	18
3.2.4	Na 4 weken aluminiumgift bij pH=5 en 4 weken doorteelt	23
3.3	Resultaten pH=6 behandelingen	24
3.3.1	Waarnemingen vóór 1e aluminiumgift	24
3.3.2	Na 2 weken aluminiumgift bij pH=6	25
3.3.3	Na 4 weken aluminiumgift bij pH=6	26
4	Conclusies	31

		pagina
Bijlage I.	Foto's bij start pH=5 in barksubstraat	2 pp
Bijlage II.	Foto's bij start pH=5 in glasparels	2 pp.
Bijlage III.	Foto's pH=5 in bark na 2 weken	9 pp.
Bijlage IV.	Foto's pH=5 in glasparels na 2 weken	12 pp.
Bijlage V.	Foto's pH=5 in bark na 2,5 week in kas	2 pp.
Bijlage VI.	Foto's pH=5 in glasparels na 2,5 week in kas	2 pp.
Bijlage VII.	Foto's pH=5 in bark na 4 weken	16 pp.
Bijlage VIII.	Foto's pH=5 in glasparels na 4 weken	16 pp.
Bijlage IX.	Foto's bij start pH=6 in barksubstraat	2 pp.
Bijlage X.	Foto's bij start pH=6 in glasparels	2 pp.
Bijlage XI.	Foto's pH=6 in bark na 2 weken	16 pp.
Bijlage XII.	Foto's pH=6 in glasparels na 2 weken	13 pp.
Bijlage XIII.	Foto's pH=6 in bark na 4 weken	16 pp
Bijlage XIV.	Foto's pH=6 in glasparels na 4 weken	14 pp.
Bijlage XV.	Foto's pH=6 in barksubstraat na 4 weken in kas	1 p.
Bijlage XVI.	Foto's pH=6 in glasparels na 4 weken in kas	1 p.
Bijlage XVII.	Foto's pH=5 bark: 4 weken doorgeteeld	1 p.
Bijlage XVIII.	Foto's pH=5 glas: 4 weken doorgeteeld	1 p.

Samenvatting

Inleiding

Op een *Phalaenopsis* bedrijf in België is wortelrot opgetreden bij jonge *Phalaenopsis* planten. Belgische deskundigen veronderstellen dat aluminium, vrijgekomen uit het substraat, de oorzaak zou zijn van de opgetreden schade. In de literatuur zijn gevallen beschreven waarbij schade aan gewassen toegeschreven wordt aan aluminium. Er zijn echter geen specifieke gegevens over aluminiumtoxiciteit bij *Phalaenopsis*. Het is niet bekend of aluminium schade kan geven bij *Phalaenopsis*, bij welke concentraties aluminium schade optreedt en hoe het schadebeeld er dan uit ziet. Stichting RHP heeft daarom Wageningen UR Glastuinbouw opdracht gegeven te onderzoeken wat het effect is van verschillende concentraties aluminium in de voedingsoplossing bij een pH van 5 en een pH van 6 om vast te stellen bij welke concentratie schade optreedt en hoe het schadebeeld er dan uit ziet.

Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd volgens een proefplan opgesteld door de opdrachtgever. Bij een teelt in barksubstraat en bij een teelt in glasparels zijn 8 concentraties aluminium onderzocht: 0 - 12,5 – 25 – 50 – 100 – 200 – 500 en 1100 µmol Al/ ℓ. Het aluminium is toegevoegd in de vorm van aluminiumnitraat: $Al(NO_3)_3$. De samenstelling van het barksubstraat komt overeen met het substraat geleverd aan het bedrijf waar schade aan de wortels opgetreden is. Het 2e substraat van glasparels is toegevoegd omdat dit een substraat is wat geen elementen vastlegt of vrij kan geven. Schade die bij de glasparels optreedt, kan dan alleen maar veroorzaakt zijn door elementen in de voedingsoplossing en niet door het vrijkomen of vastleggen van elementen door het substraat. Het aluminium is toegevoegd aan een basis voedingsoplossing voor *Phalaenopsis* en alle behandelingen zijn onderzocht bij een pH van 5 en een pH van 6. Vóór elke watergift is steeds de pH gemeten en kaliloog toegevoegd totdat de pH weer op het gewenste niveau was. Er is gedurende 4 weken gemiddeld 2 maal per week voedingsoplossing met aluminium toegediend door middel van eb/vloed. De teeltomstandigheden zijn ingesteld zoals gebruikelijk in de praktijk. Vóór de eerste watergift met aluminium en twee en vier weken na de start van de aluminiumbehandelingen zijn tien willekeurige planten per behandeling uit het midden van elk proefveld gehaald, foto's van de planten en wortels gemaakt en het vers- en drooggewicht van het blad en van de wortels gemeten.

Resultaten

In dit onderzoek zijn geen effecten waargenomen op het gewas als gevolg van de verschillende concentraties aluminium in de voedingsoplossing. Noch de plantgewichten (zowel blad als wortels), noch het gehalte aan droge stof vertonen verschillen die gerelateerd kunnen worden aan de aluminiumbehandelingen, zelfs bij de hoge concentraties van behandeling 7 en 8. Dit geldt zowel voor de aluminiumbehandelingen bij pH=5 als bij pH=6 en zowel in het barksubstraat als in de glasparels. De visuele beoordeling en foto's van de planten en wortels hebben ook geen verschillen tussen de aluminiumbehandelingen aan het licht gebracht. Immers, ook bij de controlebehandelingen zonder aluminium waren enkele planten aanwezig met afwijkende (holle, verdroogde, afgestorven) wortels. Ook in de stand van het gewas zijn geen afwijkingen geconstateerd als gevolg van de toegediende aluminiumconcentratie. Tussen de twee gebruikte substraten zijn wel groeiverschillen geconstateerd. Het versgewicht van het blad was bij de planten geteeld in het barksubstraat gemiddeld wat hoger dan bij de planten geteeld in de glasparels. Het percentage droge stof van het blad was in de glasparels juist iets hoger dan in de bark.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling en onderzoeksvraag

Op een *Phalaenopsis* bedrijf in België is wortelrot opgetreden bij jonge *Phalaenopsis* planten. Belgische deskundigen veronderstellen dat aluminium, vrijgekomen uit het substraat, de oorzaak zou zijn van de opgetreden schade.

In de literatuur zijn gevallen beschreven waarbij schade aan gewassen toegeschreven wordt aan aluminium. Er zijn echter geen specifieke gegevens over aluminiumtoxiciteit bij *Phalaenopsis*. Het is niet bekend of aluminium schade kan geven bij *Phalaenopsis*, bij welke concentraties aluminium schade optreedt en hoe het schadebeeld er dan uit ziet.

Stichting RHP heeft daarom Wageningen UR Glastuinbouw opdracht gegeven te onderzoeken wat het effect is van verschillende concentraties aluminium in de voedingsoplossing bij een pH van 5 en een pH van 6 om vast te stellen bij welke concentratie schade optreedt en hoe het schadebeeld er dan uit ziet.

1.2 Samenstelling projectteam

Voor een optimale afstemming en uitvoering van het onderzoek was er regelmatig overleg met Hans Verhagen (vertegenwoordiger van de opdrachtgever), Dr. Marten Snel (onafhankelijk adviseur), Peter Prins en Peter van Os (onafhankelijke teeltadviseurs *Phalaenopsis*), Arca Kromwijk, Hendrik-Jan van Telgen en Hans Schüttler (onderzoekers en gewasverzorger Wageningen UR Glastuinbouw).

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

Het onderzoek is uitgevoerd volgens een proefplan opgesteld door Marten Snel en Hans Verhagen. Er zijn 8 concentraties aluminium onderzocht bij een teelt in barksubstraat en bij een teelt in glasparels (tabel 1). De samenstelling van het barksubstraat komt overeen met het substraat geleverd aan het bedrijf waar schade aan de wortels opgetreden is. Het 2e substraat van glasparels is toegevoegd omdat dit een substraat is wat geen elementen vastlegt of vrij kan geven. Schade die bij de glasparels optreedt, kan dan alleen maar veroorzaakt zijn door elementen in de voedingsoplossing en niet door het vrijkomen of vastleggen van elementen door het substraat. Het onderzoek is uitgevoerd in een kas van 144 m^2 van Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk met 24 plastic teelttafels met onder elke tafel een eigen bak voor een eigen voedingsoplossing (Foto 1). Omdat er onvoldoende tafels in de kas aanwezig waren om alle behandelingen tegelijkertijd uit te voeren, is eerst de reeks behandelingen bij een pH van 5 onderzocht en daarna de reeks behandelingen bij een pH van 6. Voor de 2 pH-niveau's zijn door de opdrachtgever 2 verschillende barksubstraten geleverd in verband met een aangepaste bekalking vanwege het gewenste pH-niveau.

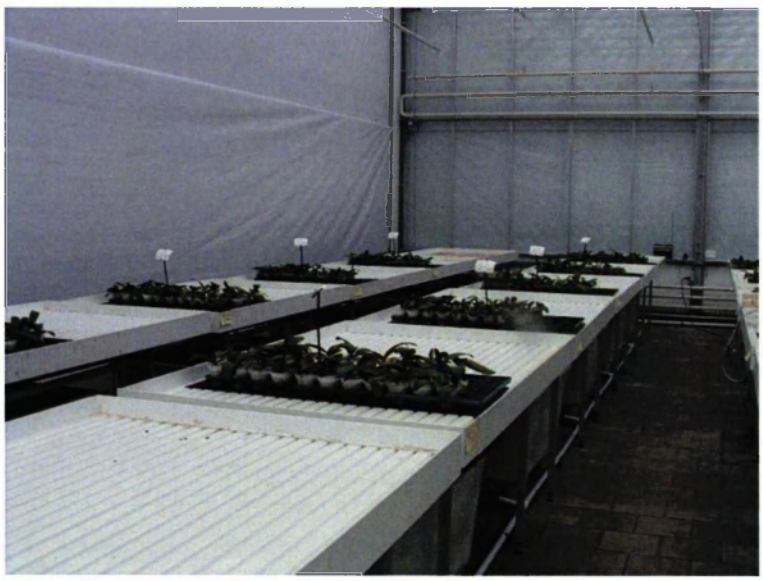


Foto 1: *Elke behandeling stond apart op een tafel met een eigen bak met voedingsoplossing en aluminiumconcentratie onder elke tafel.*

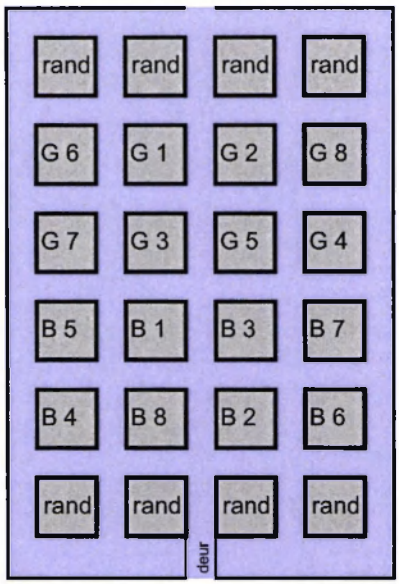
Eind week 23 – 2007 zijn ruim 400 jonge *Phalaenopsis* planten opgepot voor de pH = 5 behandelingen (tabel 1). De helft van de planten zijn opgepot in het barksubstraat en de andere helft in glasparels. De planten zijn op de middelste 16 proeftafels geplaatst volgens het proefschema in figuur 1. De planten hebben ruim vier weken een standaard voedingsoplossing zonder aluminium gekregen om goed door te wortelen en te acclimatiseren (samenstelling voedingsoplossing zie tabel 2). In week 28 zijn de behandelingen met aluminium gestart met pH=5. Eind week 27 - 2007 zijn opnieuw ruim 400 planten geleverd en opgepot. Deze nieuwe planten zijn op de lege randtafels in dezelfde onderzoekskas geplaatst voor acclimatisatie en doorworteling. Begin week 33 zijn de planten van de pH=5 behandelingen van de proeftafels in het midden van de kas naar de lege randtafels bij de ingang van de kas verplaatst. De tafels en voedingsbakken in het midden van de kas zijn goed schoongemaakt en de planten van de 2e serie planten zijn van de randtafels naar de proeftafels verplaatst en daar zijn de behandelingen met aluminium bij pH=6 gestart. De pH=5 behandelingen zijn op de randtafels nog 4 weken doorgeteeld met een standaard voedingsoplossing zonder aluminium (watergift d.m.v. eb/vloed met voedingsoplossing van tabel 2) om na te gaan of nog na-effecten van de aluminiumbehandelingen op zouden treden.

Tabel 1. Toegepaste behandelingen.

Oppot-datum	Start datum aluminiumbehandeling	Behandelings-nummer	Substraat	pH	Aluminiumconcentratie		Concentratie $Al(NO_3)3$ anhydrous
					µMol Al/ ℓ	mg Al / ℓ	mg / ℓ
Week 23	13 juli	1	bark	5	0	0	0
Week 23	13 juli	2	bark	5	12,5	0,34	2,66
Week 23	13 juli	3	bark	5	25	0,67	5,32
Week 23	13 juli	4	bark	5	50	1,35	10,65
Week 23	13 juli	5	bark	5	100	2,70	21,30
Week 23	13 juli	6	bark	5	200	5,40	42,60
Week 23	13 juli	7	bark	5	500	13,49	106,50
Week 23	13 juli	8	bark	5	1100	29,68	234,30
Week 23	13 juli	1	glasparels	5	0	0	0
Week 23	13 juli	2	glasparels	5	12,5	0,34	2,66
Week 23	13 juli	3	glasparels	5	25	0,67	5,32
Week 23	13 juli	4	glasparels	5	50	1,35	10,65
Week 23	13 juli	5	glasparels	5	100	2,70	21,30
Week 23	13 juli	6	glasparels	5	200	5,40	42,60
Week 23	13 juli	7	glasparels	5	500	13,49	106,50
Week 23	13 juli	8	glasparels	5	1100	29,68	234,30
Week 27	14 augustus	1	bark	6	0	0	0
Week 27	14 augustus	2	bark	6	12,5	0,34	2,66
Week 27	14 augustus	3	bark	6	25	0,67	5,32
Week 27	14 augustus	4	bark	6	50	1,35	10,65
Week 27	14 augustus	5	bark	6	100	2,70	21,30
Week 27	14 augustus	6	bark	6	200	5,40	42,60
Week 27	14 augustus	7	bark	6	500	13,49	106,50
Week 27	14 augustus	8	bark	6	1100	29,68	234,30
Week 27	14 augustus	1	glasparels	6	0	0	0
Week 27	14 augustus	2	glasparels	6	12,5	0,34	2,66
Week 27	14 augustus	3	glasparels	6	25	0,67	5,32
Week 27	14 augustus	4	glasparels	6	50	1,35	10,65
Week 27	14 augustus	5	glasparels	6	100	2,70	21,30
Week 27	14 augustus	6	glasparels	6	200	5,40	42,60
Week 27	14 augustus	7	glasparels	6	500	13,49	106,50
Week 27	14 augustus	8	glasparels	6	1100	29,68	234,30

Voor het proefschema in figuur 1 is de kas in 2 helften verdeeld en is geloot welk substraat in welke kashelft neergelegd zou worden. Binnen elke kashelft is opnieuw geloot voor de plaats van de behandelingen 1 t/m 8. Voor de 2e serie planten zijn de substraten verwisseld van kashelft en binnen de kashelften zijn de behandelingen 1 t/m 8 op dezelfde plaats gebleven. Er stonden 50 planten per tafel. Voor de metingen zijn telkens 10 willekeurige planten uit het midden van het proefveld genomen en zijn de omringende randplanten weer tegen de resterende planten aan geschoven.

Voor het onderzoek zijn jonge weefselkweekplanten van de cultivar Anthura Boston® gebruikt. De planten waren bij aflevering 15 weken oud (=15 weken uit weefselkweek) en hadden een grootte van 10-14 cm. De planten zijn uit de verspeenbakken gehaald, het aanwezige substraat tussen de wortels is voorzichtig verwijderd en de wortels zijn gespoeld in schoon water, zodat er geen substraat uit de verspeenbak mee de pot in ging. De planten zijn opgepot in doorzichtige 9,5 cm potten op een dusdanige wijze dat het wortelstelsel goed zichtbaar was aan de buitenzijde van de pot (wortels tegen de buitenkant van de pot). De eerste vier weken na het oppotten hebben de planten bovendoor met een broes een basis voedingsoplossing (samenstelling zie tabel 2) zonder aluminium gekregen om goed door te wortelen en te acclimatiseren. Vervolgens is gedurende 4 weken door middel van eb/vloed een voedingsoplossing met aluminium toegediend volgens de behandelingen in tabel 1.



Figuur 1.
Plattegrond van de kas met verdeling pH=5 behandelingen over de tafels. Voor de pH=6 behandelingen zijn de substraten verwisseld van kashelft, maar de aluminiumconcentraties (=nr. 1 t/m 8) zijn op dezelfde tafels gebleven. B = bark; G= glasparels.

Bij de start van de aluminiumbehandelingen zijn de voedingsbakken onder de proeftafels van behandeling 1 t/m 6 gevuld met 250 liter van de basis voedingsoplossing zoals weergegeven in tabel 2. Bij behandeling 7 en 8 zijn de bakken gevuld met een aangepaste voedingsoplossing met een lagere EC zoals weergegeven in tabel 3. De aluminiumconcentraties waren bij deze behandelingen dusdanig hoog dat na toevoeging van deze concentratie bij de basis voedingsoplossing, de uiteindelijke EC zodanig verhoogd zou worden dat alleen door de verhoogde EC al een negatief effect op de groei zou kunnen treden omdat *Phalaenopsis* een zoutgevoelig gewas is. Na het vullen van de bakken met voedingsoplossing is in elke bak aluminium in de vorm van aluminiumnitraat $Al(NO_3)_3$ toegevoegd volgens de concentratiereeks in tabel 1. Bij behandeling 7 is naast het aluminiumnitraat ook kalksalpeter ($CaNO_3$) toegevoegd zodanig dat het totale nitraatgehalte weer gelijk was aan behandeling 8. Door toevoeging van het aluminiumnitraat daalde de pH in de voedingsbakken. In elke bak is de pH gemeten en kaliloog oplossing (KOH 1 Molair) toegevoegd totdat de pH weer op het juiste niveau was. Voor de pH=5 behandelingen is gecorrigeerd naar een pH tussen de 5,0 en 5,3. Bij de pH=6 behandelingen is de pH gecorrigeerd naar een niveau tussen de 5,9 en 6,4. Vóór elke volgende watergift is steeds opnieuw de pH gemeten en kaliloog toegevoegd totdat de pH weer op het gewenste niveau was. Er is gemiddeld 2 maal per week voedingsoplossing met aluminium toegediend door middel van eb/vloed. Bij elke tafel werd gedurende 5 tot 10 minuten voedingsoplossing uit de bak onder de tafel omhoog gepompt om de planten water te geven. Het aantal minuten watergift is afgestemd op de droogte van het substraat. Bij een droog substraat is wat langer watergegeven (tot maximaal 10 minuten per watergift) en bij een minder droog substraat is 5 minuten water gegeven. Alle behandelingen hebben wel steeds hetzelfde aantal minuten water gekregen.

Tabel 2. *Basis voedingsoplossing gebruikt bij doorwortelen en bij behandeling 1 t/m 6.*

Element	NH_4	K	Ca	Mg	NO_3	SO_4	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	EC
Mmol/l	4.06	2.57	0.76	0.42	8.12	0.20	0.47							
µmol/l								78	12	10.2	26	10.5	7.0	1.0

Tabel 3. *Voedingsoplossing gebruikt bij behandelingen 7 en 8.*

Element	NH_4	K	Ca	Mg	NO_3	SO_4	P	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	EC
Mmol/l	3.29	1.17	0.33	0.37	5.09	0.18	0.41							
µmol/l								78	12	10.2	26	10.5	7.0	0.7

2.2 Waarnemingen

Vóór de eerste watergift met aluminium is de startsituatie vastgelegd. Van 10 planten per substraat is het versgewicht van het blad en het versgewicht van de wortels gemeten en er zijn foto's van de planten en wortels gemaakt.

Twee en vier weken na het begin van de aluminiumbehandelingen zijn tien willekeurige planten per behandeling uit het midden van elk proefveld gehaald en gemeten. Voorzichtig is alle substraat tussen en aan de wortels verwijderd en er zijn overzichtfoto's gemaakt van de 10 proefplanten per behandeling bij elkaar op één foto en extra foto's van individuele planten. Daarna zijn de planten net boven de wortels afgeknipt en is het versgewicht van het blad en van de wortels gemeten. Het blad is vervolgens gespoeld in water met Teepol en in de droogstoof geplaatst. Na het drogen is het drooggewicht gemeten en zijn de gedroogde bladeren opgestuurd naar CEMAS voor verdere analyse.

Na het aanmaken van de voedingsoplossingen met aluminium en het corrigeren van de pH is vóór de eerste watergift bij elke behandeling een monster genomen van de voedingsoplossing. Dit is na twee weken herhaald en ook vóór de laatste watergift zijn de voedingsoplossingen opnieuw bemonsterd. De monsters zijn aangezuurd met drie druppels onverdund salpeterzuur en opgestuurd naar CEMAS voor verdere analyse.

De resultaten van de analyses door CEMAS zijn door CEMAS direct naar de Stichting RHP gestuurd en worden daarom niet in dit rapport weergegeven.

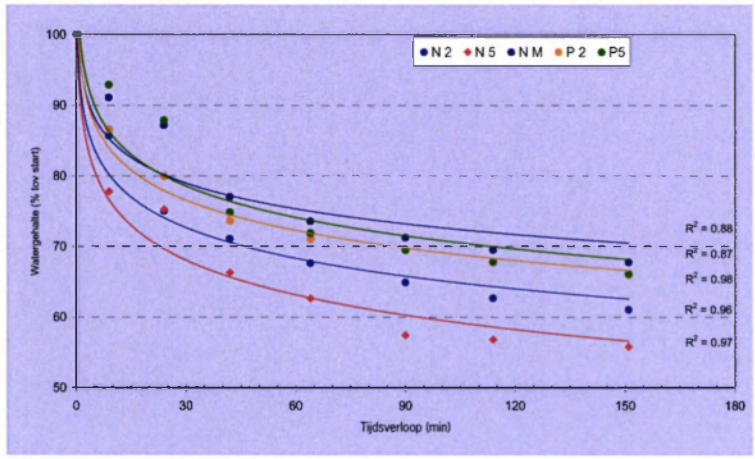
2.3 Teeltomstandigheden

De teeltomstandigheden zijn, in overleg met de teeltadviseurs van Van Os Research, ingesteld zoals gebruikelijk in de praktijk. De temperatuur is ingesteld op 28°C met een ventilatietemperatuur van 28,5°C aan de luwe zijde en 29,5°C aan de windzijde. Er is gedurende het hele etmaal CO_2 gedoseerd tot 700 ppm. De proef is in de zomer uitgevoerd, dus het was niet nodig om bij te belichten. Met behulp van de bovenschermen is gestuurd naar een lichtniveau van 60 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ op plantniveau met pieken van maximaal 80 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$. Er is gestreefd naar een lichtsom van 2,5 tot 2,8 mol/m^2 per etmaal. Omdat er weinig planten in de kas stonden zou de R.V. in de kas zonder verneveling erg laag worden in vergelijking met de praktijk. Daarom is bij een buitenstraling tot 300 $Watt/m^2$ verneveld indien de R.V. onder de 60% zakte. Van 300 tot 400 $Watt/ m^2$ werd de R.V. waarbij verneveld werd geleidelijk verhoogd naar 65% (bij elke 20 $Watt/m^2$ extra werd de R.V. waarbij verneveld werd verhoogd met 1%) en bij een buitenstraling boven de 400 $Watt/ m^2$ is verneveld indien de R.V. onder de 65% zakte.

3 Resultaten en discussie

3.1 Test glasparels vooraf

I.v.m. de gewenste vochthoudende capaciteit en indringbaarheid door de plantenwortels is vooraf een test uitgevoerd met glasparels met een diameter van 2 mm, 5 mm, of een mengsel van beide. In de test is op empirische wijze de waterhoudende capaciteit van beide parelmaten bepaald (zie figuur 2). Uiteindelijk is er gekozen voor 2 mm parels omdat deze langer vocht vast houden en dus een lager uitdrogingsrisico betekenen. Om te voorkomen dat de parels door de gaten onderin de pot zouden weglopen, is de bodem afgedekt met nylon horgaas. Deze voldeed beter in bovengenoemde test dan plastic folie met gaatjes, omdat het plastic folie te langzaam vol liep bij eb/vloed watergift en ook langzamer uit draineerde. De glasparels zijn geleverd door "Holland Mineral" uit Deventer.



Figuur 1. *Waterhoudende capaciteit in de tijd van glasparels met een grootte van 2 mm (2), 5 mm (5) of een mengsel van beide (M = 10% 2 mm en 90% 5 mm) in combinatie met afdichtingsysteem van de potbodem: nylon gaas (N) of geperforeerd plastic folie (P).*

Tijdens de eerste 4 weken na het oppotten kregen de proefplanten bovendoor water. Tegelijkertijd is bij een extra partij planten in zowel bark als glasparels op de randtafels alvast het water geven met eb/vloed uitgetest. Uit deze test bleek dat de glasparels meer vocht vast hielden dan het barksubstraat. Er bleef onder in de pot te lang een laagje water staan en dat gaf bij enkele wortels al zwarte wortelpunten. Op de randtafel met glasparels is daarom een bevloeiingsmat onder de potten met glasparels neergelegd en opnieuw het water geven met eb/vloed getest. Met behulp van de bevloeiingsmat werden de potten met glasparels na het water geven meer leeg getrokken en bleef er geen laagje water meer in de potten staan. Daarom is bij de start van de aluminiumbehandelingen met eb/vloed onder alle potten met glasparels een bevloeiingsmat neergelegd.

3.2 Resultaten pH=5 behandelingen

3.2.1 Waarnemingen vóór start aluminiumgift

De aluminiumbehandelingen met pH=5 zijn gestart op 13 juli 2007 en op 12 juli is de startwaarneming uitgevoerd aan de planten vóór de 1e watergift (tabel 4). Gemiddeld hadden de planten 11 à 12 gram versgewicht aan blad en 8 gram versgewicht aan wortels. Op foto 1 en 2 (en de foto's in bijlage I) staan de planten en wortels van de planten geteeld in het barksubstraat en op foto 3 en 4 (en de foto's in bijlage II) staan de planten en wortels van de planten geteeld in glasparels. De wortels van de planten geteeld in het barksubstraat waren wat geler en de wortels in de

glasparels waren wat grijzer/groener. Op de foto's is te zien dat er bij sommige planten bij de start al af en toe een minder goede wortel aanwezig was. Bij de glasparels was er af en toe een zwarte wortelpunt te zien. De glasparels bleven namelijk tijdens de eerste vier weken doorworteling wat natter dan het barksubstraat. Er bleef onderin de pot een laagje water staan en dit gaf wat zwarte wortelpunten. Vanaf de start van de eb/vloed behandelingen is onder alle potten met glasparels een bevloeiingsmat neergelegd waardoor de potten met glasparels na het water geven meer leeg getrokken werden en er geen laagje water meer onder in de pot bleef staan.

Tabel 4. Startwaarneming pH=5 behandelingen, gemiddelde per plant (per substraat 16 planten gemeten).

	Versgewicht gehele plant	Versgewicht blad	Versgewicht wortels	Drooggewicht blad	% droge stof in blad
Barksubstraat	19,7	12,0	7,7	0,65	5,4
Glasparels	19,7	11,2	8,5	0,57	5,1

Foto 1. *Jonge Phalaenopsis planten vóór de 1e watergift met aluminium pH=5, 12 juli 2007. Planten 4 weken opgekweekt in barksubstraat met watergift bovendoor.*

Foto 2. *Wortels van jonge Phalaenopsis planten vóór de 1e watergift met aluminium pH=5, 12 juli 2007. Planten 4 weken opgekweekt in barksubstraat met watergift bovendoor.*

Foto 3. *Jonge Phalaenopsis planten vóór de 1e watergift met aluminium pH=5, 12 juli 2007. Planten 4 weken opgekweekt in glasparels met watergift bovendoor.*

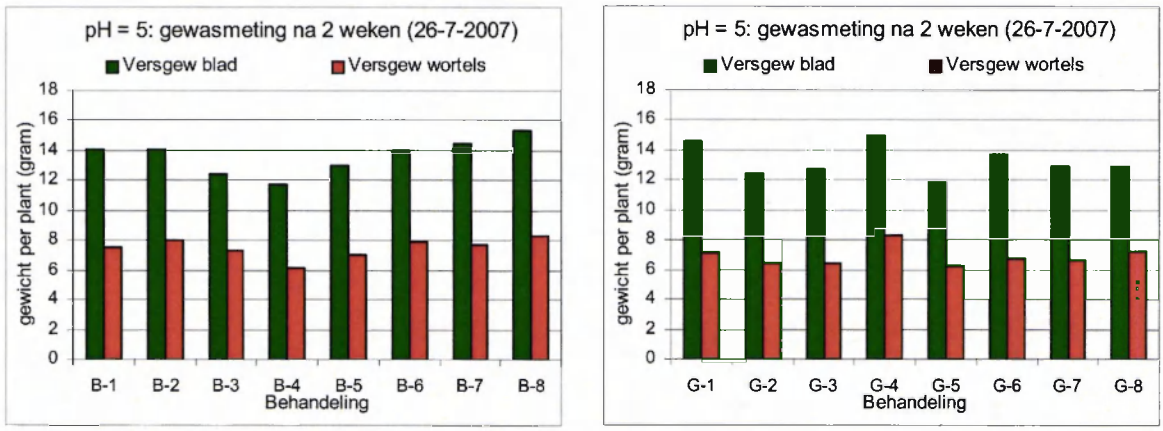
Foto 4. *Wortels van jonge Phalaenopsis planten vóór de 1e watergift met aluminium pH=5, 12 juli 2007. Planten 4 weken opgekweekt in glasparels met watergift bovendoor.*

3.2.2 Na 2 weken aluminiumgift bij pH=5

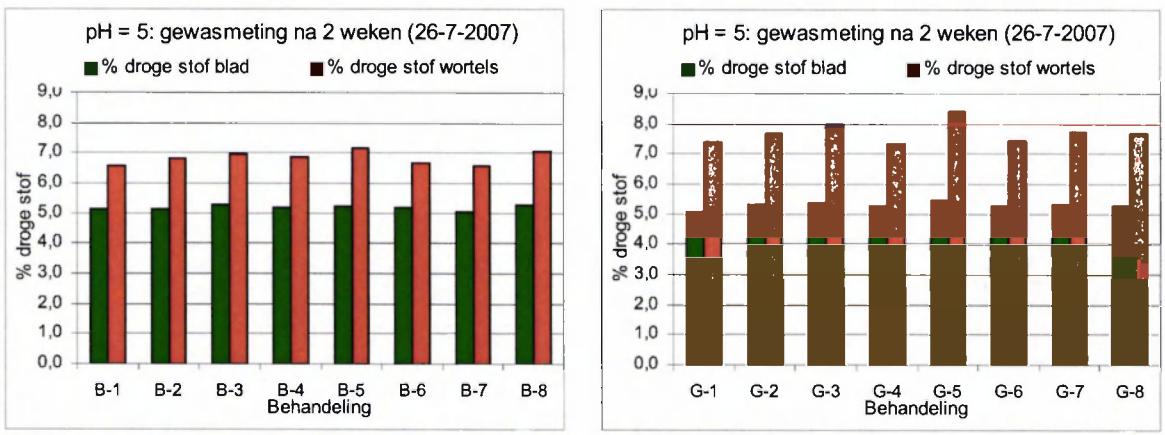
Na 2 weken aluminiumgift was er maximaal ruim 3 gram verschil in versgewicht blad tussen de behandelingen en maximaal 2 gram verschil in wortelgewicht (figuur 3). Een toename in de aluminiumconcentratie gaf geen afname in het versgewicht van het blad of de wortels en had ook geen correlatie met het percentage droge stof in het blad en in de wortels (figuur 3 en 4). Het bladgewicht van de gemeten planten was gecorreleerd aan het wortelgewicht (R^2=0.73).

Bij alle behandelingen, ook bij de controle zonder aluminium, werden enkele planten aangetroffen met afwijkende wortels. Geconstateerde afwijkingen waren: een holle wortel, een droge wortel of wortelpunt, een afgebroken punt, een afgestorven wortel of worteldeel –meestal het onderste worteldeel- , een witte of lichtgele wortel en een enkele plant vertoonde een zwart vlekje of streep op de wortel. Er was geen duidelijk verband zichtbaar tussen de aluminiumconcentratie en het aantal planten met afwijkende wortels. Om dit te laten zien zijn van alle behandelingen overzichtsfoto's gemaakt van alle meetplanten per behandeling (foto 5 en 6). Daarnaast zijn ook foto's gemaakt van individuele planten (bijlage III en IV). Ook in de stand van het gewas zijn geen afwijkingen geconstateerd als gevolg van de toegediende aluminiumconcentratie (zie overzichtsfoto's van de proefvelden na 2,5 week in de kas in bijlage V en VI).

Wat wel opviel is dat de kleur van de gezonde wortels verband leek te houden met de vochtigheid van het substraat. Als het substraat wat natter aanvoelde waren de wortels wat groener en bij de potten waarvan het substraat droger was waren de wortels wat grijzer.



Figuur 3. *Gemiddeld versgewicht blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 2 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=5.*



Figuur 4. *Gemiddeld percentage droge stof in blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 2 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=5.*

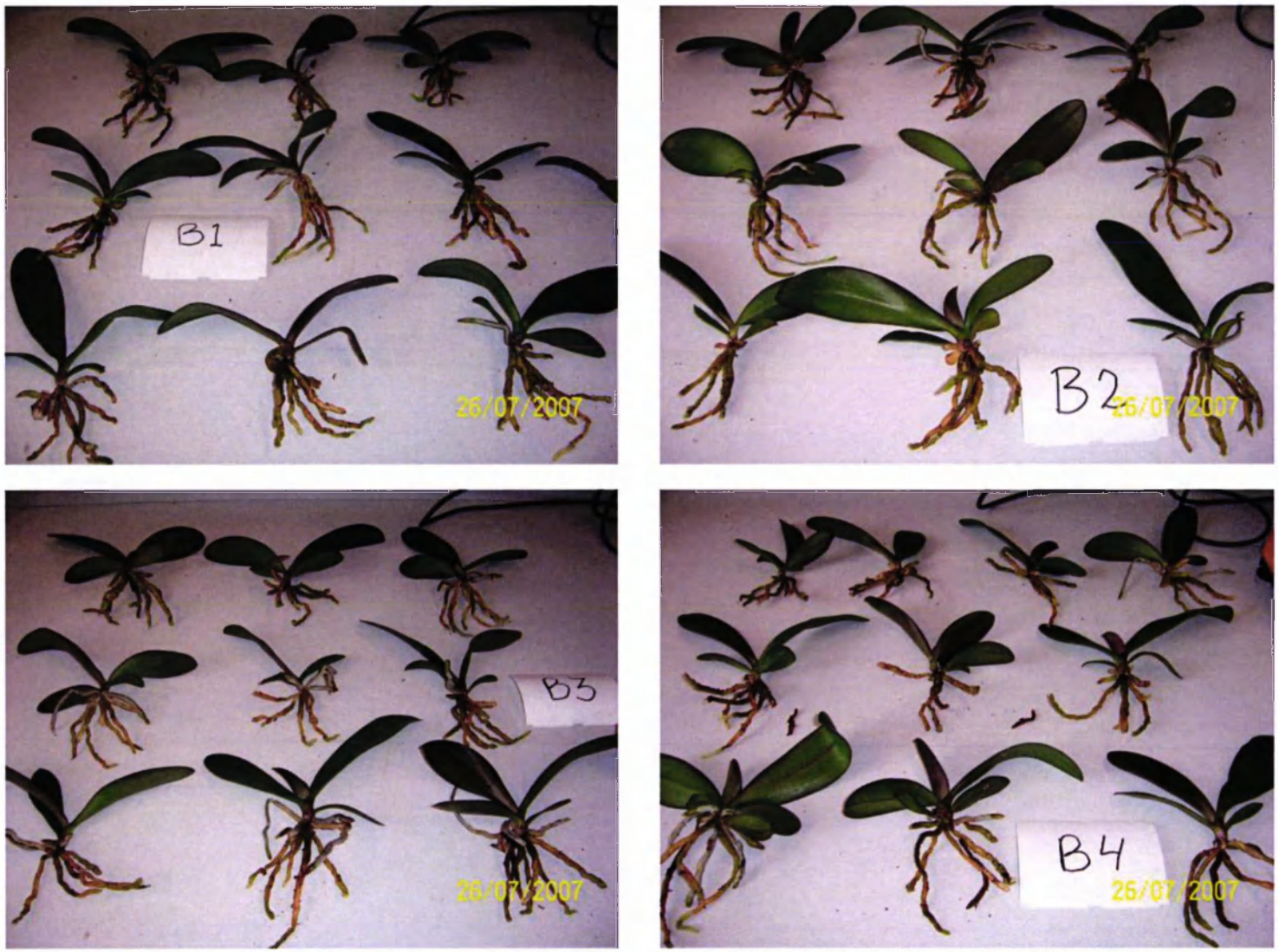


Foto 5a. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in bark 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.*
B1 = 0 µmol, B2 = 12,5 µmol, B3 = 25 µmol en B4 = 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

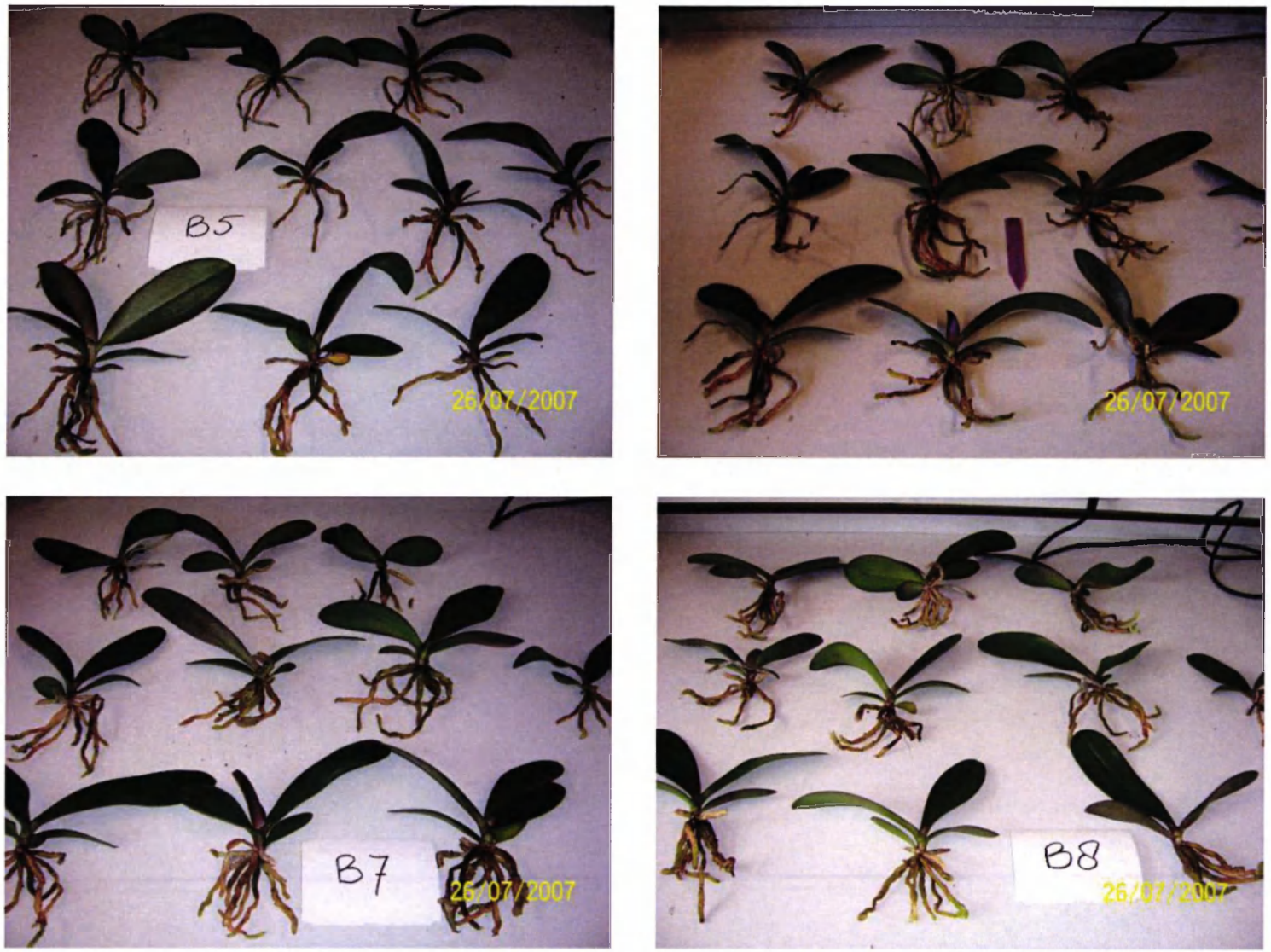


Foto 5b: *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in bark 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.*
B5 = 100 µmol, B6 = 200 µmol, B7 = 500 µmol en B8 = 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

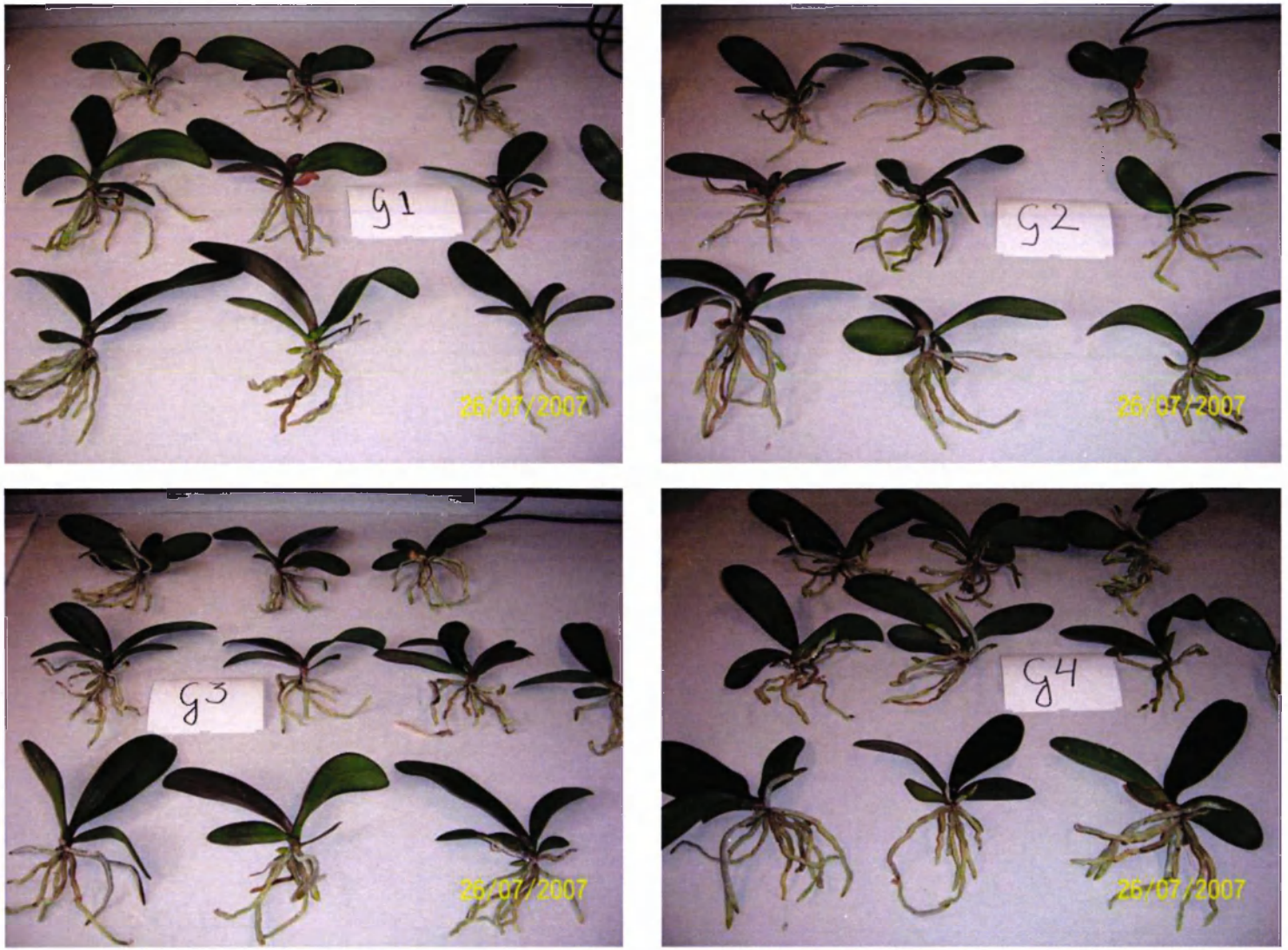


Foto 6a: *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in glasparels 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.*
G1 = 0 µmol, G2 = 12,5 µmol, G3 = 25 µmol en G4 = 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

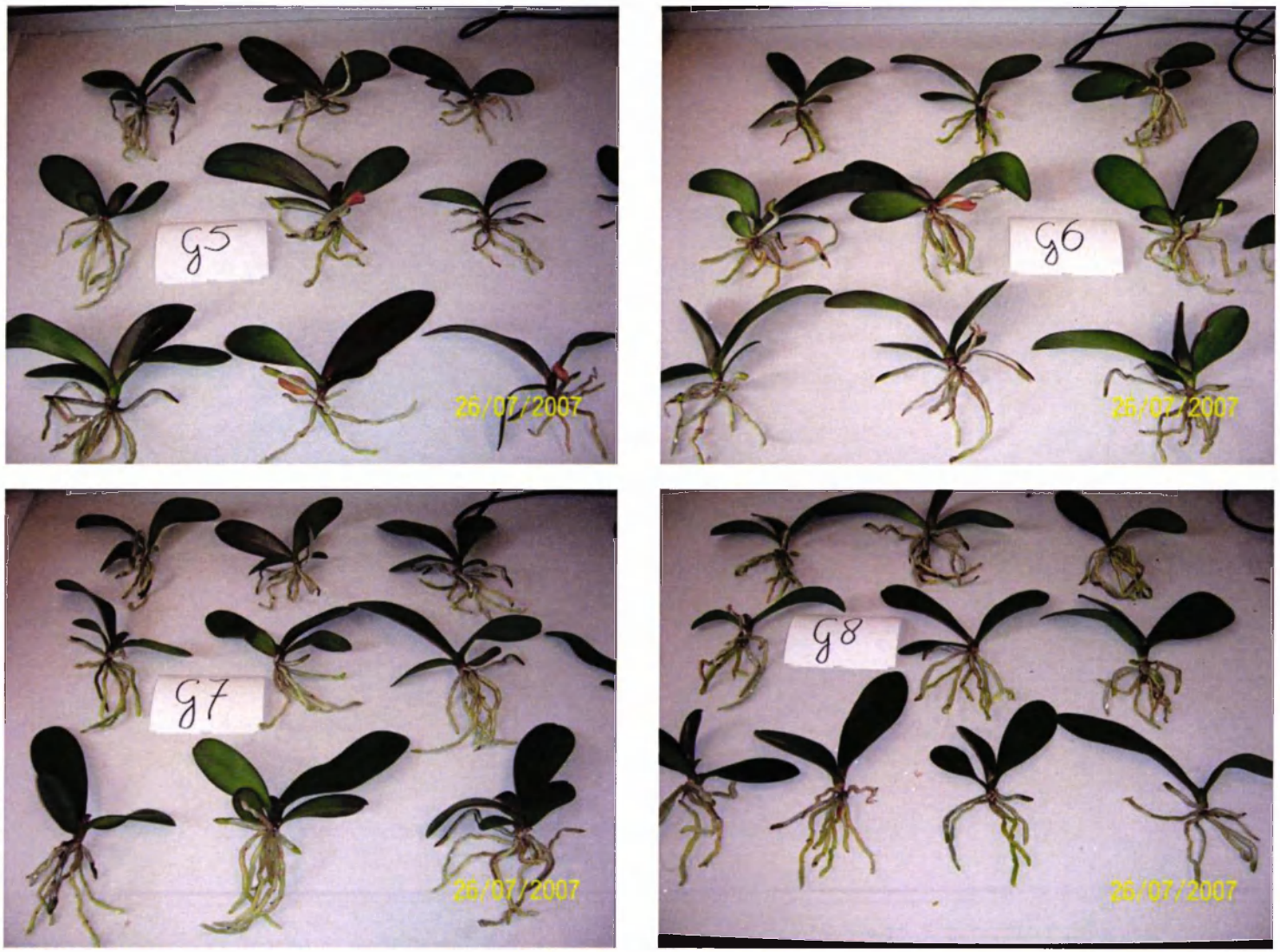
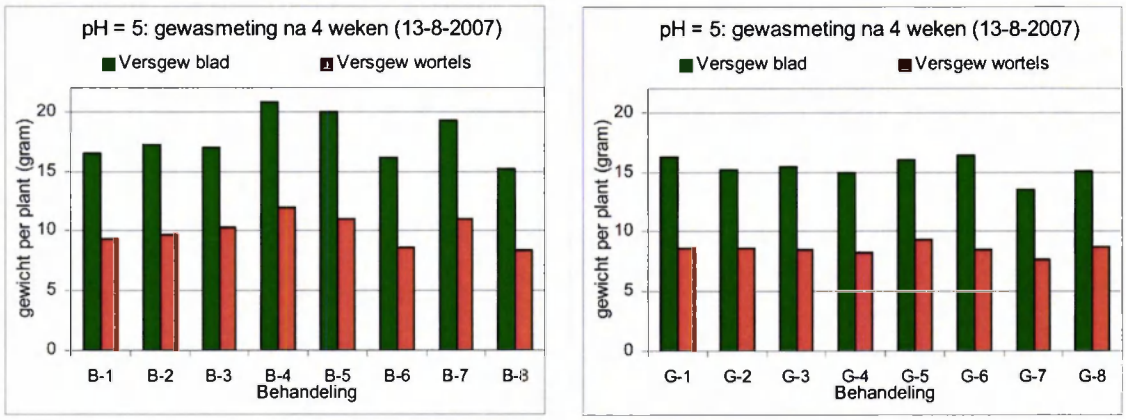


Foto 6b: *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in glasparels 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.*
G5 = 100 µmol, G6 = 200 µmol, G7 = 500 µmol en G8 = 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

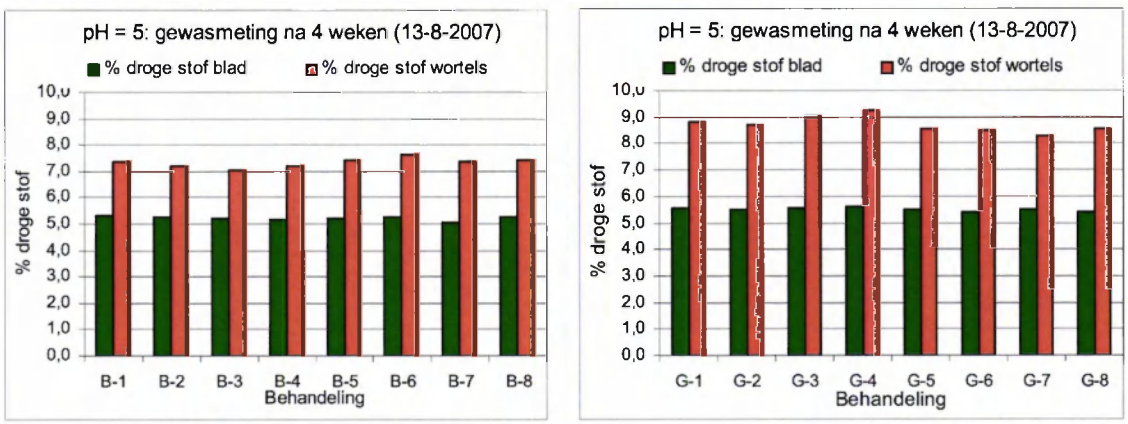
3.2.3 Na 4 weken aluminiumgift bij pH=5

Na 4 weken aluminium in de voedingsoplossing zijn de verschillen in vers bladgewicht tussen de behandelingen toegenomen tot ruim 5 gram aan bladgewicht en ruim 3 gram aan wortelgewicht (figuur 5). De verschillen zijn in het barksubstraat groter dan in de glasparels. Er was nog steeds geen effect zichtbaar als gevolg van de aluminium toename in de voeding. Ook lijken verschuivingen plaats te hebben gevonden in bladgewicht. De gemiddelde bladgewichten van B4 waren bijvoorbeeld na 2 weken het laagst, maar deze zijn na 4 weken het hoogste. Dit komt waarschijnlijk door de grote variatie tussen planten binnen één behandeling en is een normaal kenmerk van het gewas *Phalaenopsis* . Dit was ook al zichtbaar bij de startwaarnemingen en ook in de praktijk is er vaak een grote variatie tussen planten binnen één partij. Dit is ook te zien op de overzichtsfoto's van de meetplanten (foto 7 en 8) en op de foto's in bijlage VII en VIII, waarbij van elke behandeling van afzonderlijke planten foto's zijn gemaakt.

Er is geen verband waargenomen tussen de gewasmetingen en de concentratie aluminium in de voeding. Wat wel opvalt, zijn de verschillen tussen de substraten. Het versgewicht van het blad is in de bark gemiddeld 2,4 gram hoger dan in de glasparels . Bij de glasparels was het percentage drooggewicht van het blad (gemiddeld 5,5%) juist wat groter dan in de bark (gemiddeld 5,2%).



Figuur 5. Gemiddeld versgewicht blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 4 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=5.



Figuur 6. Percentage droge stof in blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 4 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=5.

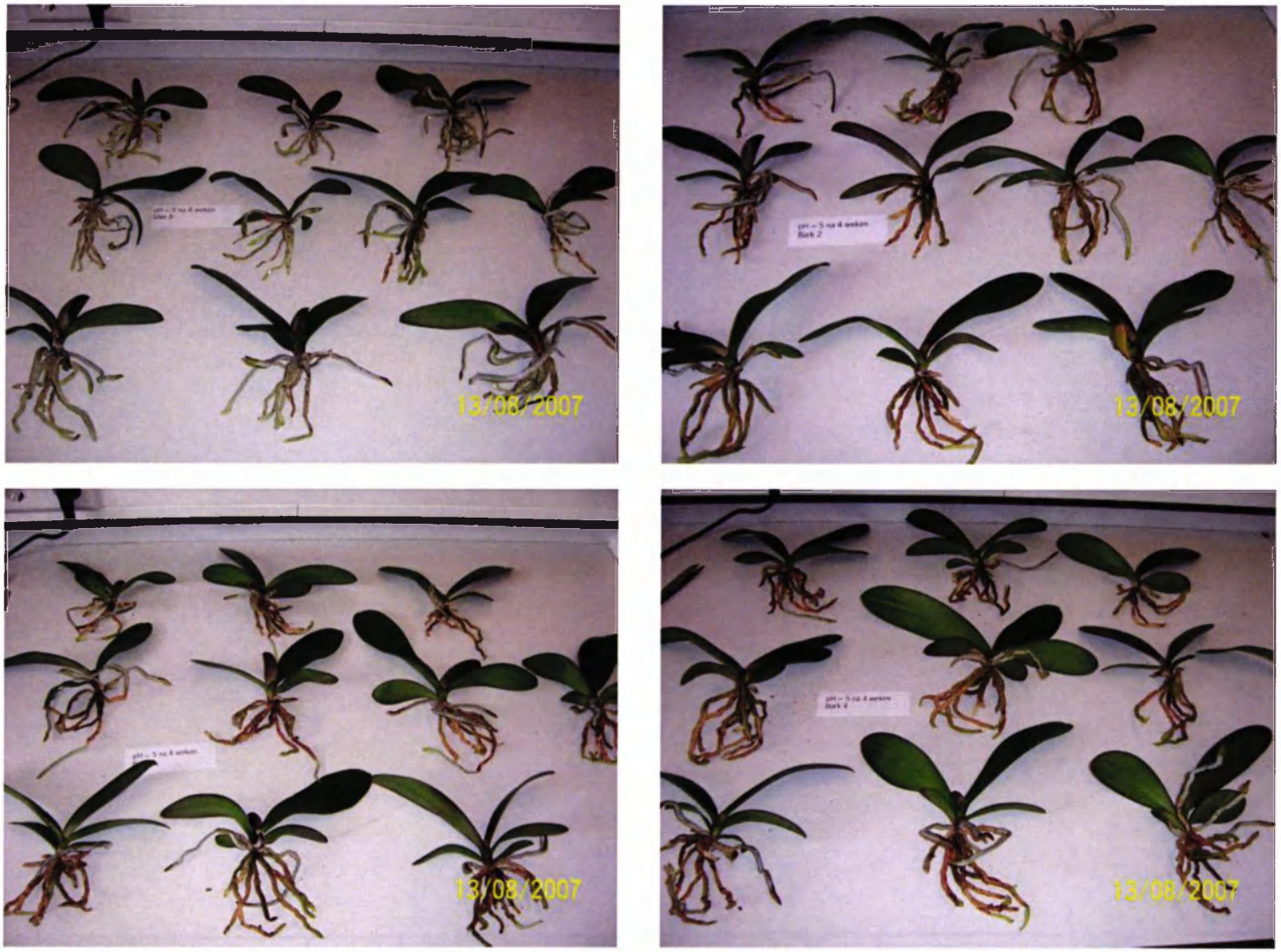


Foto 7a. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in bark 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.*
B1 = 0 µmol, B2 = 12,5 µmol, B3 = 25 µmol en B4 = 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

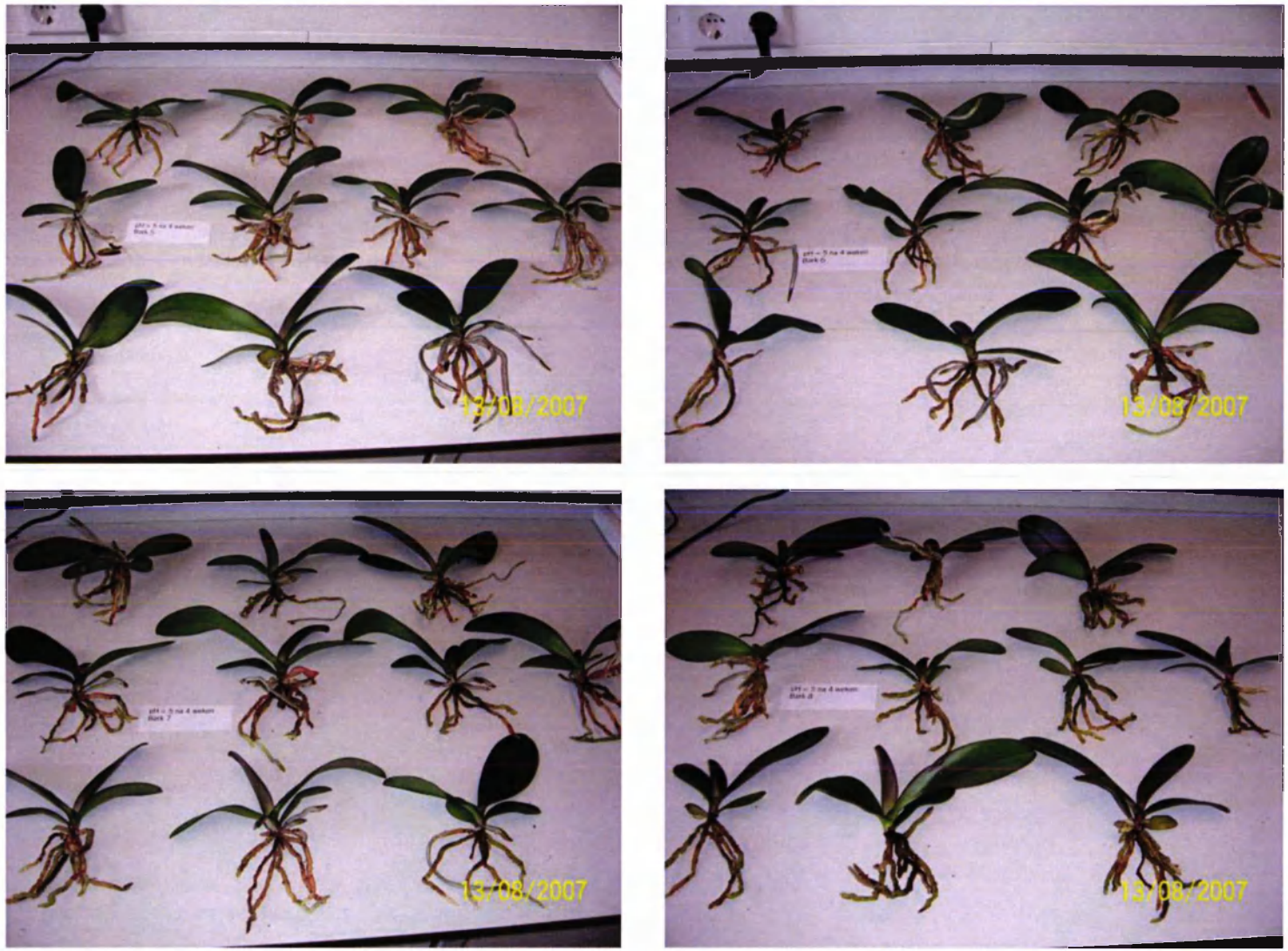


Foto 7b. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in bark 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.*
B5 = 100 µmol, B6 = 200 µmol, B7 = 500 µmol en B8 = 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Foto 8a. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in glasparels 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.*
G1 = 0 µmol, G2 = 12,5 µmol, G3 = 25 µmol en G4 = 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

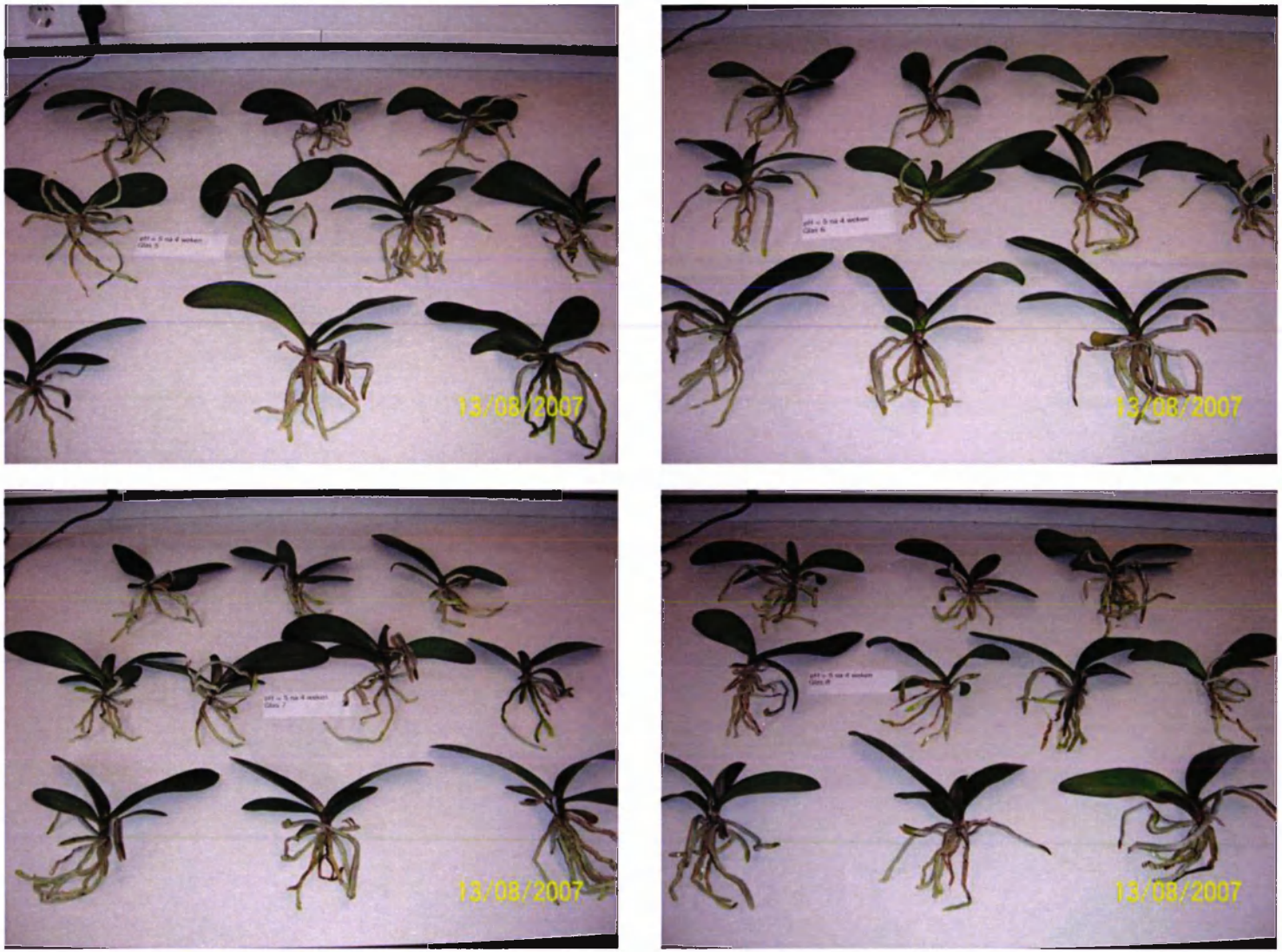
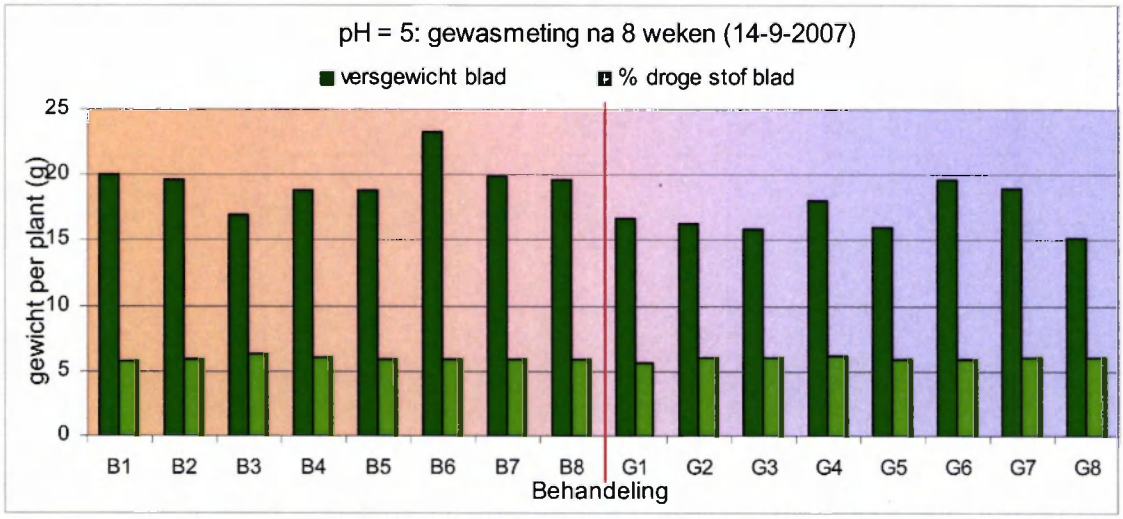


Foto 8b. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in glasparels 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.*
G5 = 100 µmol, G6 = 200 µmol, G7 = 500 µmol en G8 = 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

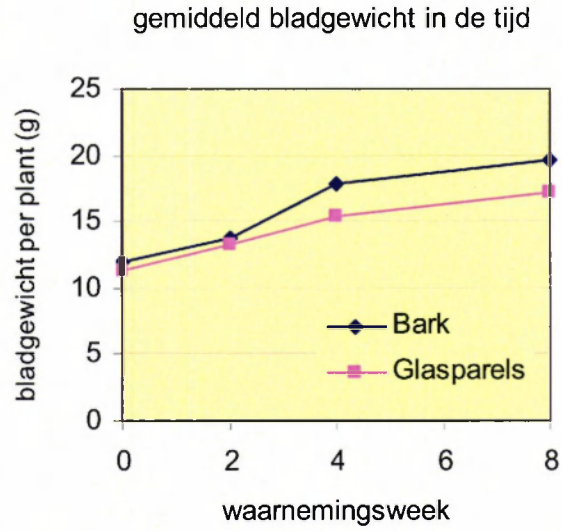
3.2.4 Na 4 weken aluminiumgift bij pH=5 en 4 weken doorteelt

De planten van pH=5 zijn na afloop van de 4 behandelingsweken met aluminium op de randtafels van de kas geplaatst en zijn daar nog 4 weken doorgeteeld met een standaard voedingsoplossing zonder aluminium (zie foto 9 hieronder en de foto's in bijlage XVII en XVIII). Na deze doorteelt zijn wederom 10 planten per behandeling onderzocht om mogelijke lange termijn effecten van aluminium toediening te kunnen bepalen. Na de doorteelt was er opnieuw geen verband tussen de verschillen in bladgewicht en de aluminium concentratie in de voeding (figuur 7). Wat wel opvalt, is een verschil in versgewicht van het blad tussen de twee substraten. Als het gemiddelde bladgewicht over alle aluminiumbehandelingen per substraat per waarnemingsdatum grafisch wordt uitgezet tegen de tijd (figuur 8) dan is te zien dat de groei van het versgewicht van het blad in de glasparels na 4 weken wat achterblijft ten opzichte van de groei in de bark.

Foto 9.
Doorteelt van de pH=5 behandelingen op de randtafels voor in de kas (=1e tafel vooraan) en de pH=6 behandelingen op de middelste proeftafels daarachter.



Figuur 7. *Versgewicht blad en percentage droge stof in het blad per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 4 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=5 gevolgd door 4 weken doorteelt met een standaard voedingsoplossing zonder aluminium.*



Figuur 8. *Versgewicht blad gemiddeld per substraat per waarnemingsdatum.*

3.3 Resultaten pH=6 behandelingen

3.3.1 Waarnemingen vóór 1e aluminiumgift

De aluminiumbehandelingen met pH=6 zijn gestart op 14 augustus en op die dag is ook de startwaarneming uitgevoerd om de beginsituatie vast te leggen (tabel 5). Bij de pH=6 behandelingen was er bij de start wat meer versgewicht aan blad dan bij de pH=5 behandelingen. Bij de startwaarnemingen van de pH=6 is ook het aantal slechte wortels per plant geteld. Bij enkele planten bleken vóór de start al 1 tot 2 beschadigde of dode wortels aanwezig te zijn (zie tabel 5). Op foto 10 is te zien hoe groot de variatie is tussen planten binnen een partij vóór de eerste watergift met aluminium van de pH=6 behandelingen. Foto's van individuele planten vóór de start van de pH=6 behandelingen staan in bijlage IX en X.

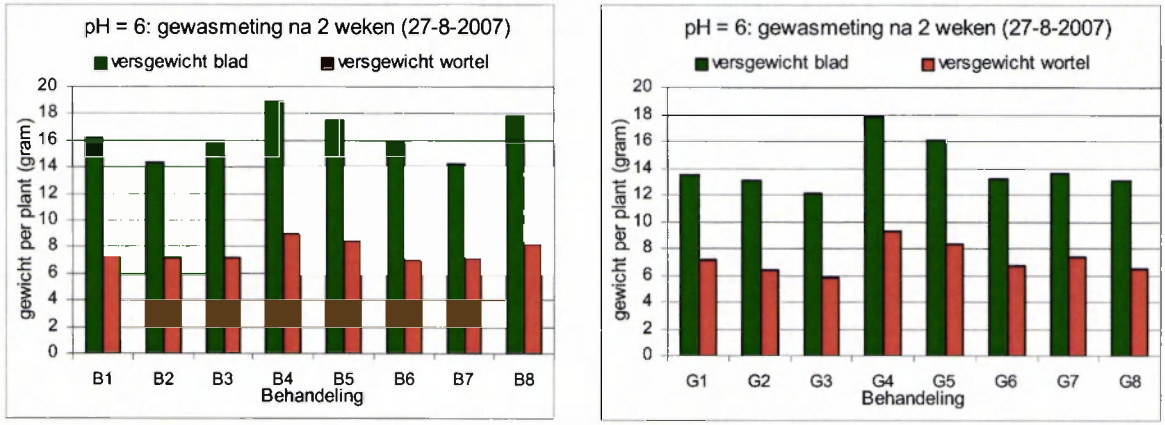
Tabel 5. *Startwaarneming pH=6 behandelingen, gemiddelde per plant (n=10).*

	Versgewicht gehele plant	Versgewicht blad	Versgewicht wortels	Drooggewicht blad	% droge stof in blad	Aantal slechte wortels/plant
Barksubstraat	22,7	15,9	6,8	0,81	5,1	0,6
Glasparels	22,1	13,7	8,4	0,72	5,3	0,7

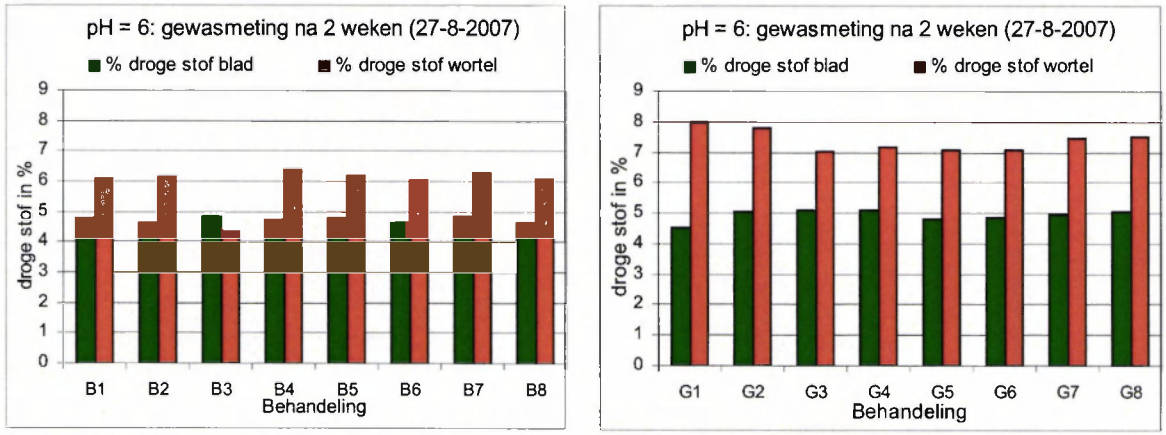
Foto 10. *Overzichtsfoto van de planten vóór de eerste watergift met aluminium en pH=6 in bark (boven) en in glasparels (onder), 14 augustus 2007.*

3.3.2 Na 2 weken aluminiumgift bij pH=6

De verschillen in versgewicht na twee weken aluminiumgift bij pH=6 zijn weergeven in figuur 9. De verschillen tussen de behandelingen zijn groter dan bij de pH=5 behandelingen. Het grootste verschil in bladgewicht is gemeten tussen de bark behandeling 4 en behandeling 7 en bedraagt ruim 4 gram. Bij de glasparels is het grootste verschil bijna 6 gram (tussen behandeling 3 en 4). Bij de pH=6 behandelingen was na 2 weken geen effect zichtbaar op de plantgewichten als gevolg van de aluminium toevoeging aan de voeding. Wat opvalt, is het verschil tussen de plantgewichten van de twee substraten. Het versgewicht van met name het blad is bij de planten geteeld in de bark gemiddeld 2 gram hoger dan bij de planten gekweekt op de glasparels. Het percentage drooggewicht vertoont het omgekeerde: bij de glasparels is het percentage drooggewicht groter dan bij het barksubstraat (figuur 10). Foto's van meetplanten na 2 weken aluminiumgift staan in bijlage XI en XII.



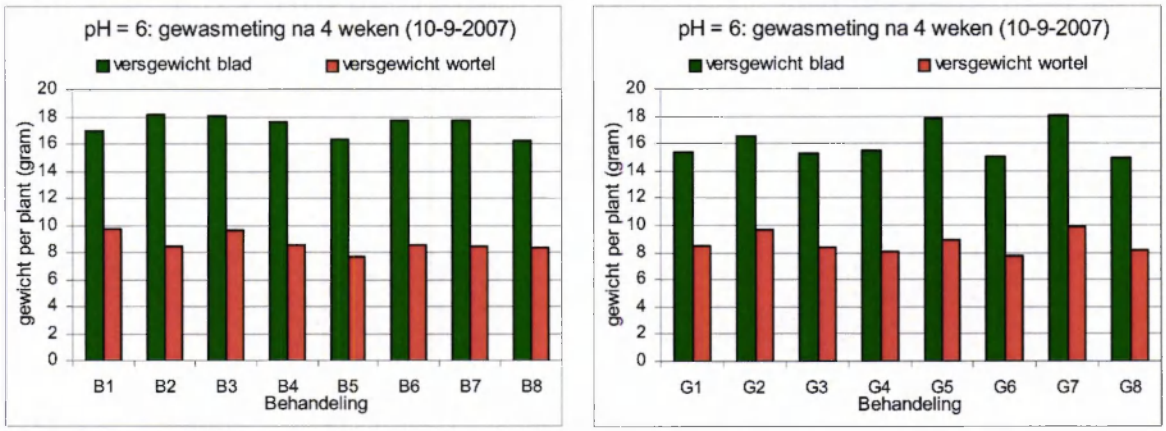
Figuur 9. *Gemiddeld versgewicht blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 2 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=6.*



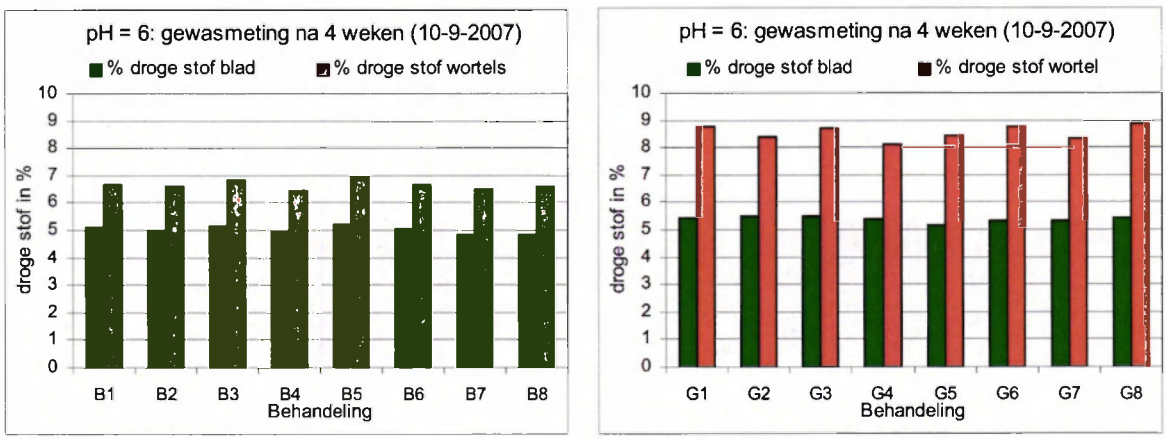
Figuur 10. *Gemiddeld percentage droge stof in blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 2 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=6.*

3.3.3 Na 4 weken aluminiumgift bij pH=6

Ook na 4 weken aluminiumgift bij pH=6 was er geen duidelijk verband tussen het versgewicht van blad en wortels en de aluminiumconcentraties in de voedingsoplossingen (figuur 11 en 12). Ook visueel was er geen effect zichtbaar op de planten en wortels 4 weken na de aluminiumgift bij pH=6 (foto 11 en 12 en bijlage XIII en XIV). In bijlage XV en XVI staan enkele foto's van de proefplanten in de kas na 4 weken aluminiumgift bij pH=6. In tegenstelling tot de pH=5 behandelingen zijn de verschillen in vers bladgewicht tussen de pH=6 behandelingen afgenomen. Daarnaast valt op dat het verschil in versgewicht tussen de twee substraten kleiner is dan na 2 weken. Het versgewicht van de planten in de glasparels is echter nog steeds gemiddeld iets kleiner dan in het barksubstraat. Het verschil in droge stof percentage tussen de twee substraten is nog steeds aanwezig in het voordeel van de glasparels.



Figuur 11. Gemiddeld versgewicht blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 4 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=6.



Figuur 12. Percentage droge stof in blad en wortels per behandeling en per substraat (links=bark, rechts=glasparels) na 4 weken aluminiumgift in de voeding bij pH=6.

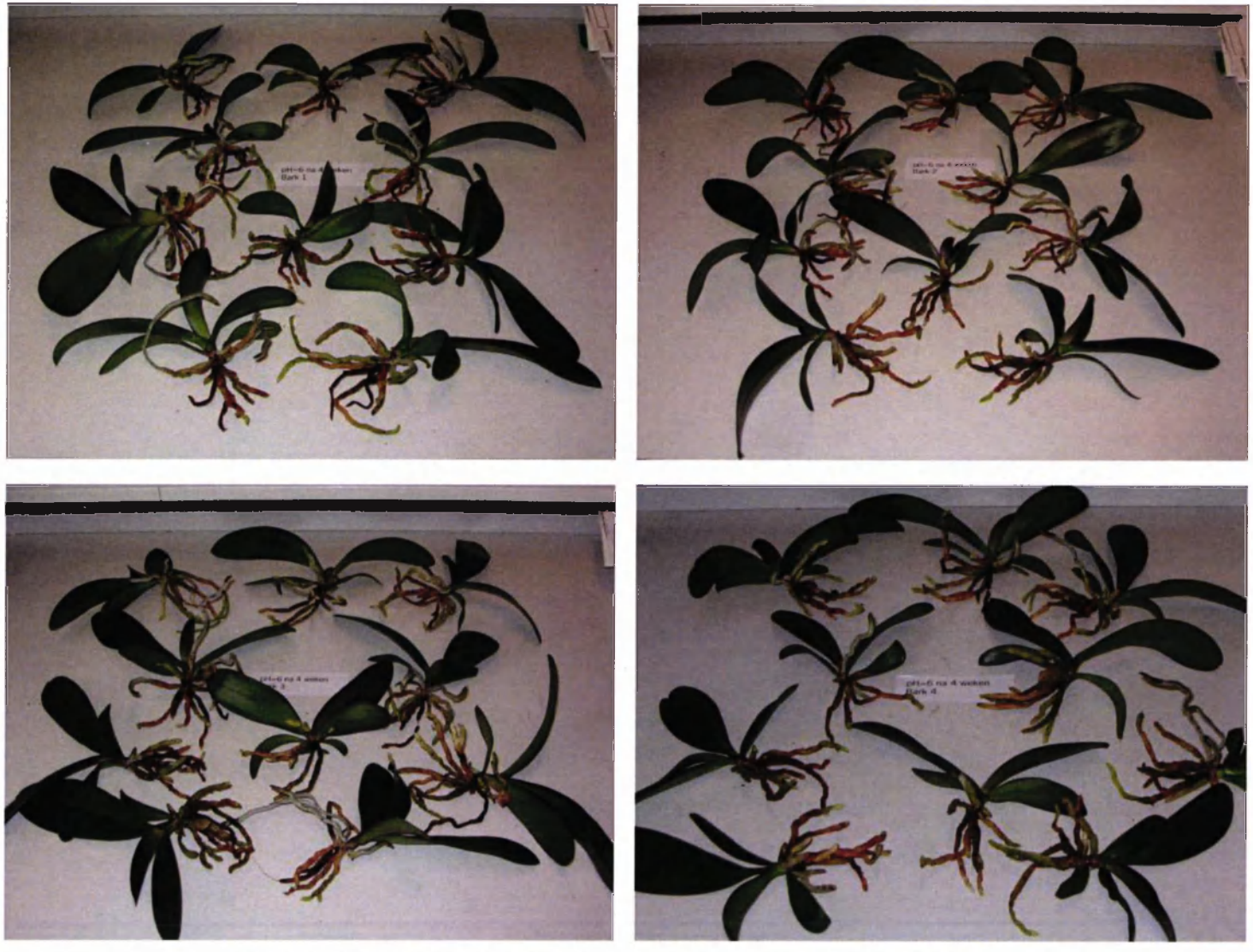


Foto 11a. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in bark 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.*
B1 = 0 µmol, B2 = 12,5 µmol, B3 = 25 µmol en B4 = 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan voedingsoplossing.

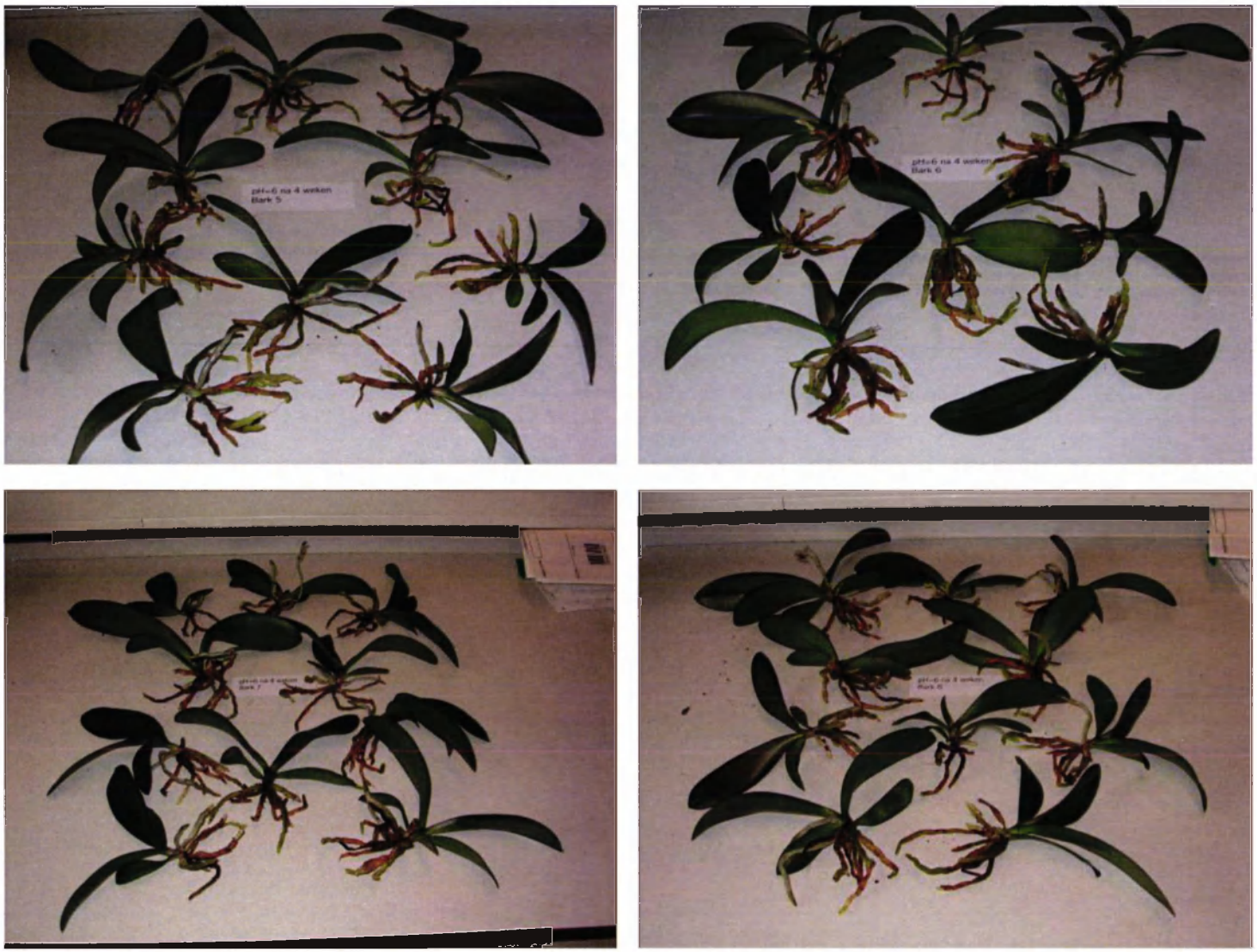


Foto 11b. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in bark 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.*
B5 = 100 µmol, B6 = 200 µmol, B7 = 500 µmol en B8 = 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan voedingsoplossing.

Foto 12a. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in glasparels 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007. G1 = 0 µmol, G2 = 12,5 µmol, G3 = 25 µmol en G4 = 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan voedingsoplossing.*

Foto 12b. *Jonge Phalaenopsis planten geteeld in glasparels 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007. G5 = 100 µmol, G6 = 200 µmol, G7 = 500 µmol en G8 = 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan voedingsoplossing.*

4 Conclusies

In dit onderzoek is geen effect waargenomen op het gewas als gevolg van de verschillende concentraties aluminium in de voedingsoplossing. Noch de plantgewichten (zowel blad als wortels), noch het gehalte aan droge stof vertonen verschillen die gerelateerd kunnen worden aan de aluminiumbehandelingen, zelfs bij de hoge concentraties van behandeling 7 en 8. Dit geldt zowel voor de reeks aluminiumbehandelingen bij pH=5 als bij pH=6 en zowel in het barksubstraat als in de glasparels.

De visuele beoordeling en foto's van de planten en wortels hebben ook geen verschillen tussen de aluminiumbehandelingen aan het licht gebracht. Immers, ook bij de controlebehandelingen zonder aluminium waren enkele planten aanwezig met afwijkende (holle, verdroogde, afgestorven) wortels.

Er waren ook geen na-effecten zichtbaar na 4 weken extra doorteelt van de pH=5 behandelingen met een standaard voedingsoplossing zonder aluminium.

Tussen de twee gebruikte substraten zijn wel groeiverschillen geconstateerd. Het versgewicht van het blad was bij de planten geteeld in het barksubstraat gemiddeld wat hoger dan bij de planten geteeld in de glasparels. Het percentage droge stof van het blad was in de bark juist iets lager dan in de glasparels.

Bijlage I. Foto's bij start pH=5 in barksubstraat

Jonge *Phalaenopsis* planten (boven) en detailfoto wortels (onder) vóór 1e watergift pH=5 met aluminium, 12 juli 2007. Planten 4 weken opgekweekt in barksubstraat met standaard voedingsoplossing.

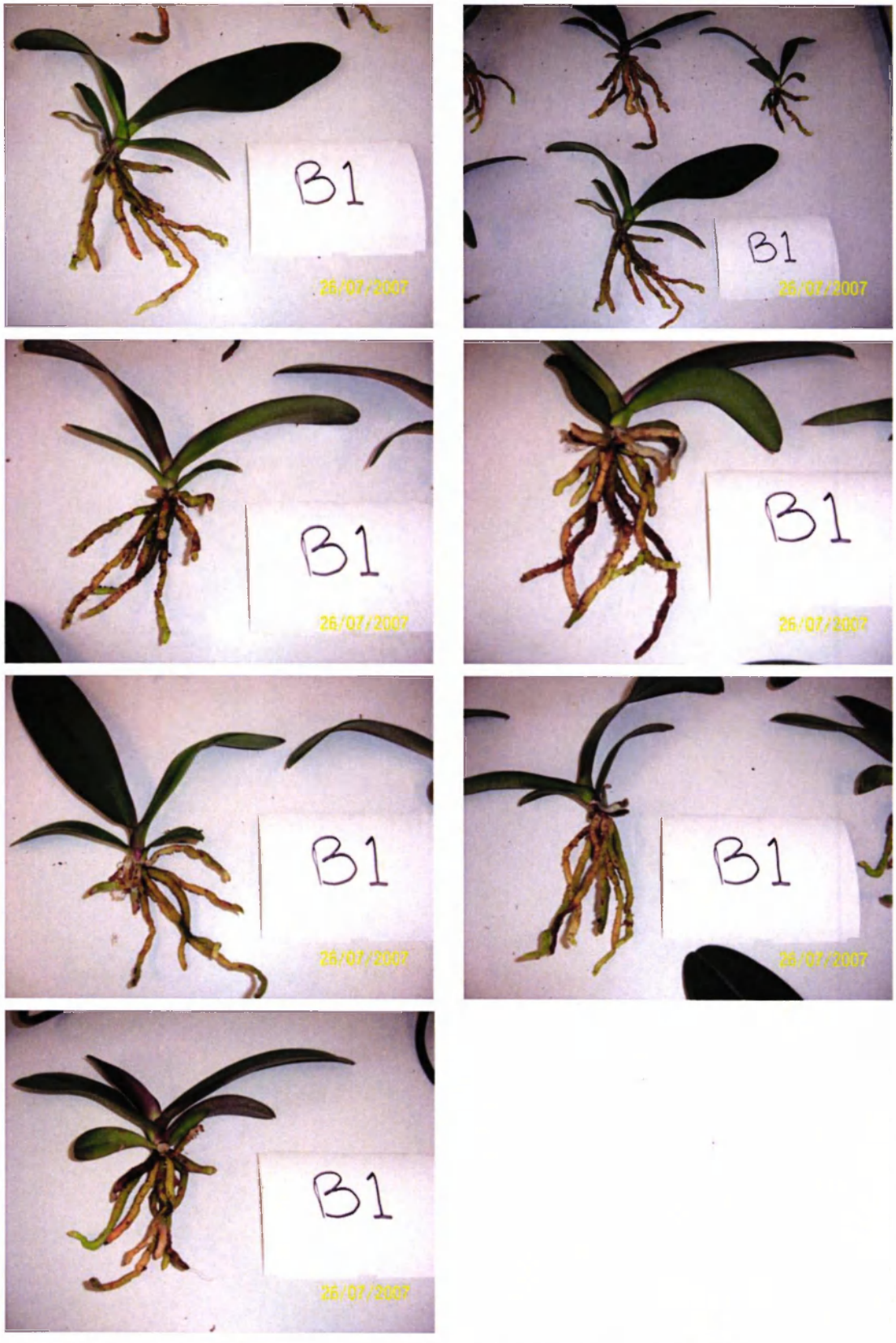
Wortels van jonge *Phalaenopsis* planten vóór 1e watergift pH=5 met aluminium, 12 juli 2007.
Planten 4 weken opgekweekt in barksubstraat met standaard voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage II. Foto's bij start pH=5 in glasparels

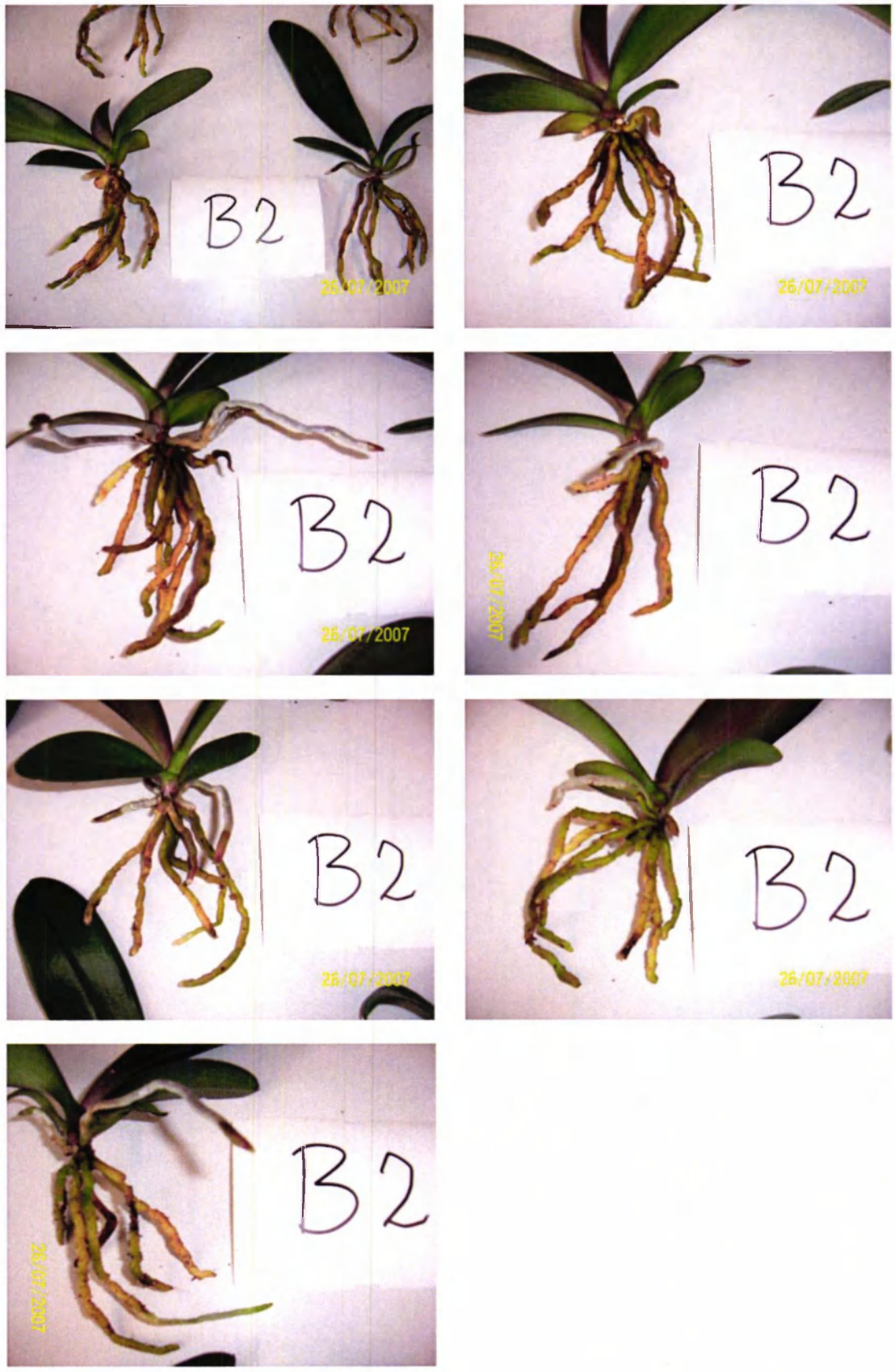
Jonge *Phalaenopsis* planten vóór 1e watergift pH=5 met aluminium, 12 juli 2007.
Planten 4 weken opgekweekt in glasparels met standaard voedingsoplossing.

Wortels van jonge *Phalaenopsis* planten vóór 1e watergift pH=5 met aluminium, 12 juli 2007.
Planten 4 weken opgekweekt in glasparels met standaard voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage III. Foto's pH=5 in bark na 2 weken

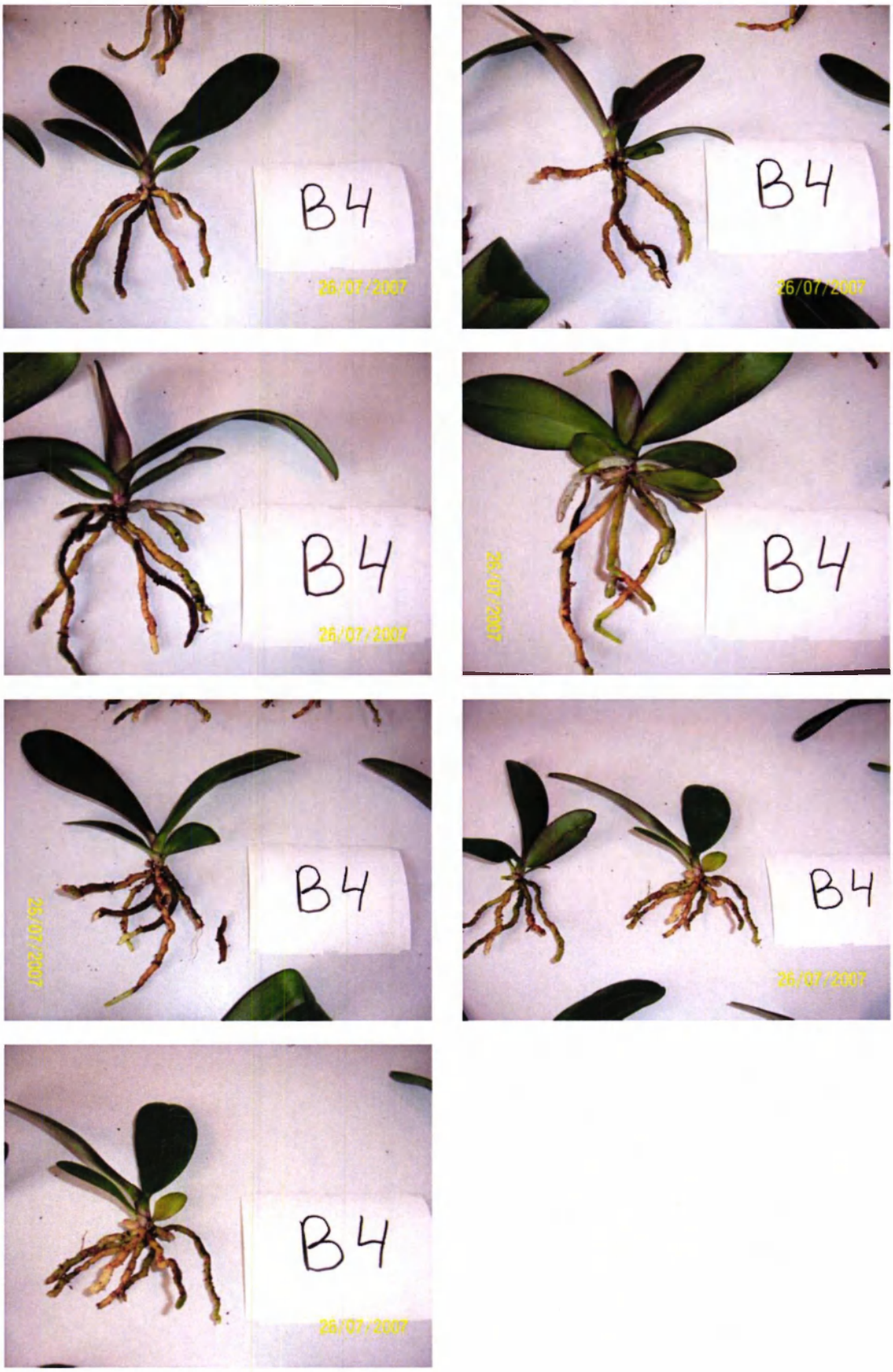


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B1 = geteeld in bark en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

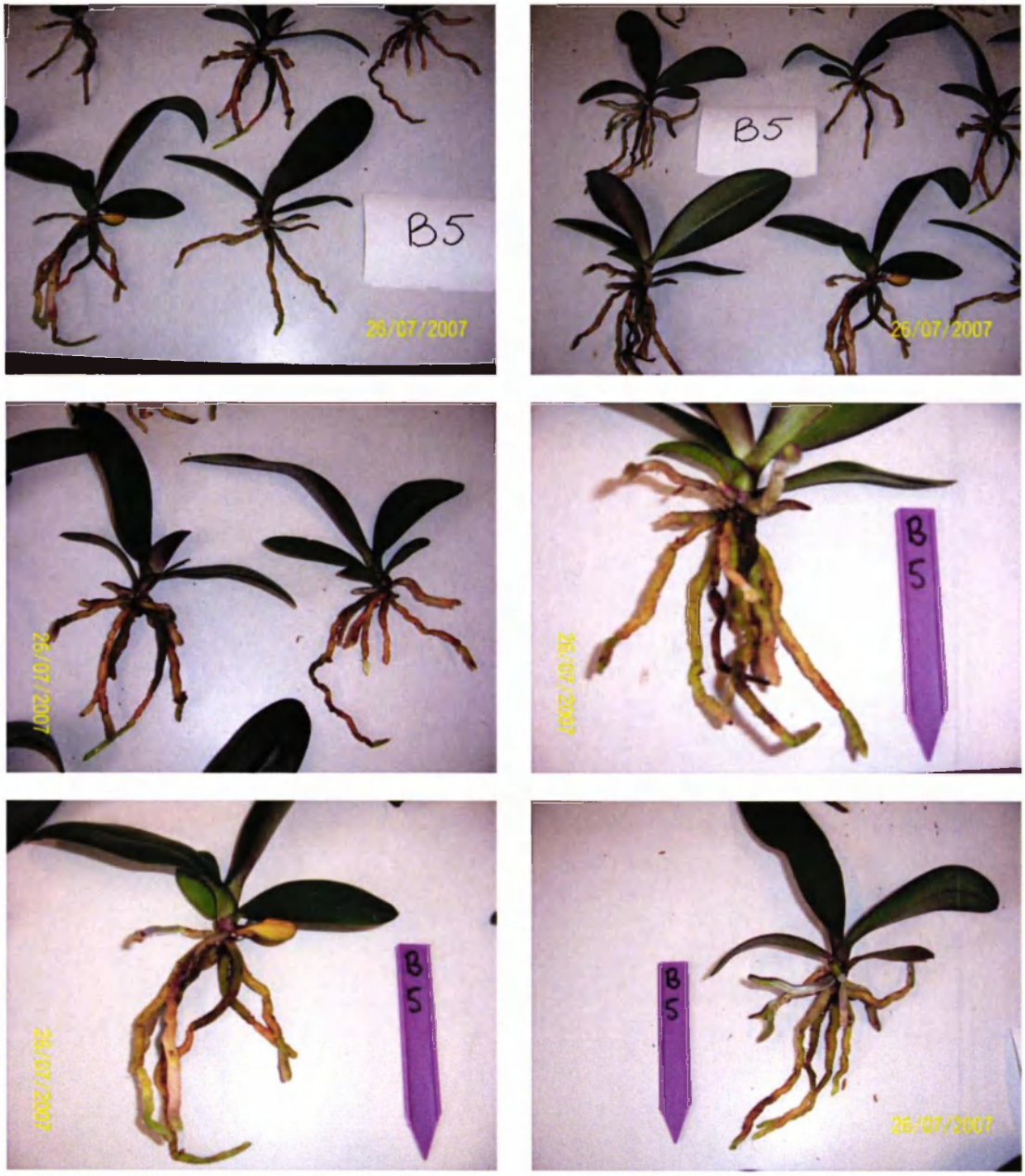


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B2 = geteeld in bark en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B3 = geteeld in bark en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

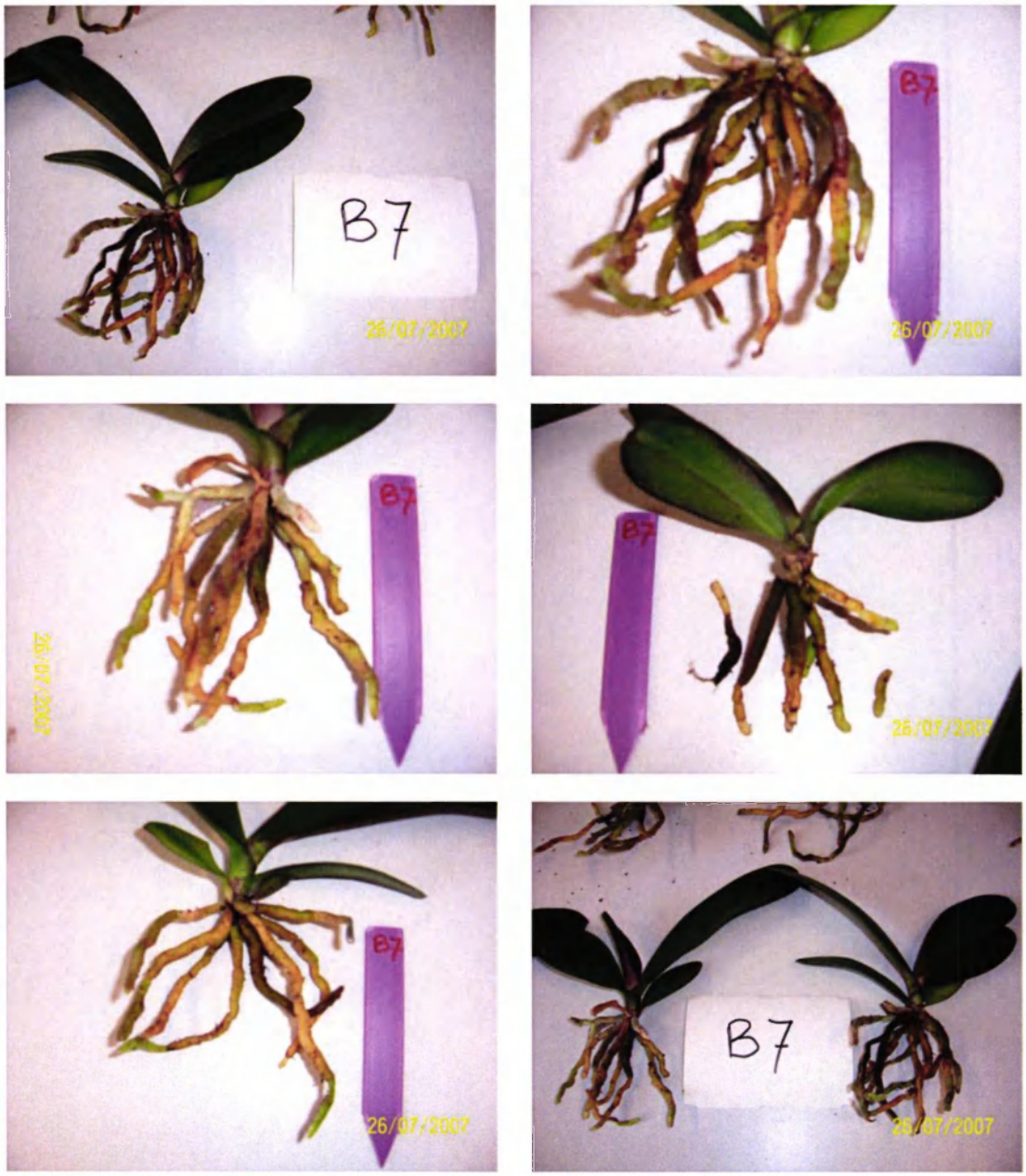


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B4 = geteeld in bark en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

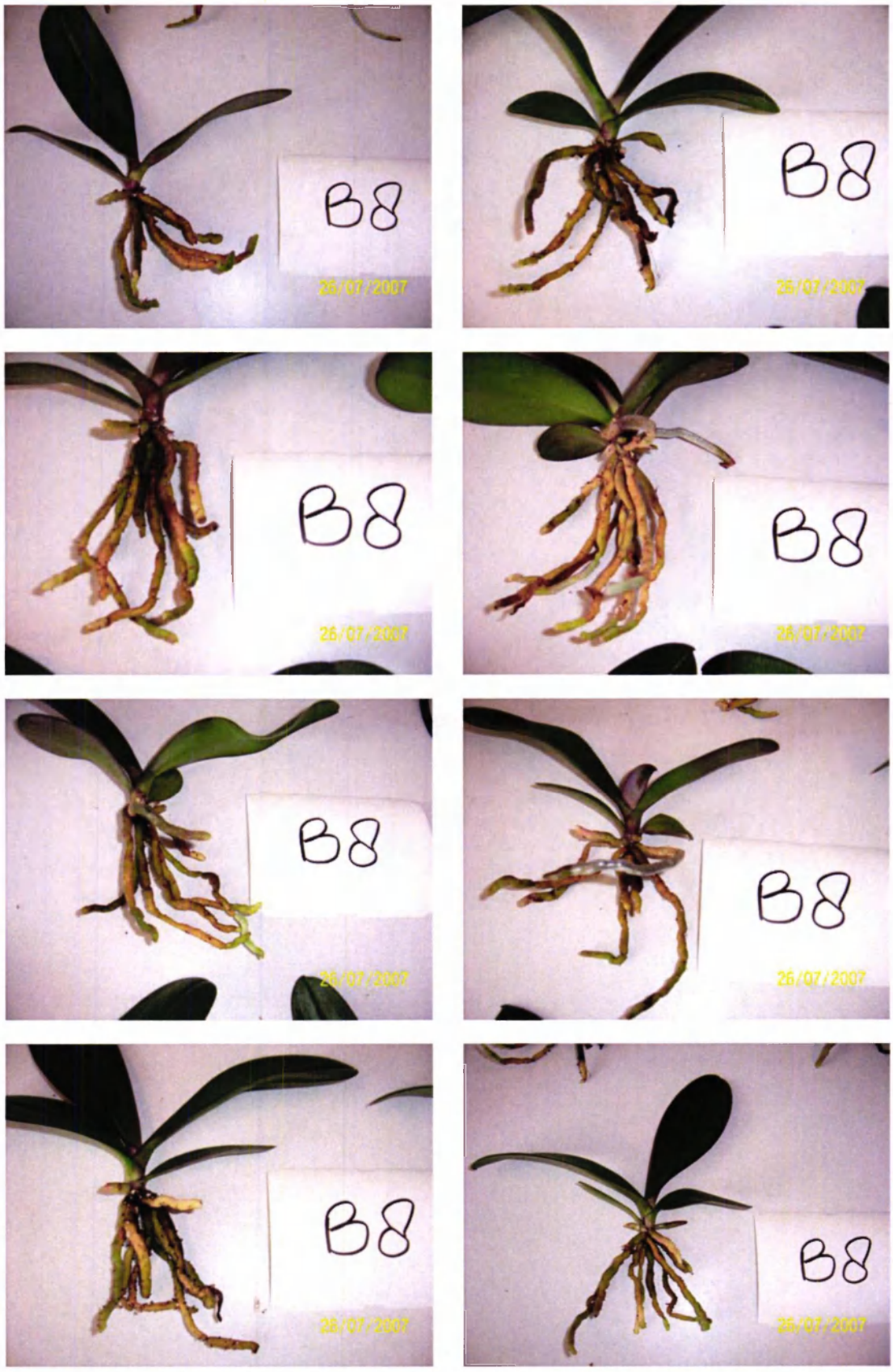


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B5 = geteeld in bark en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

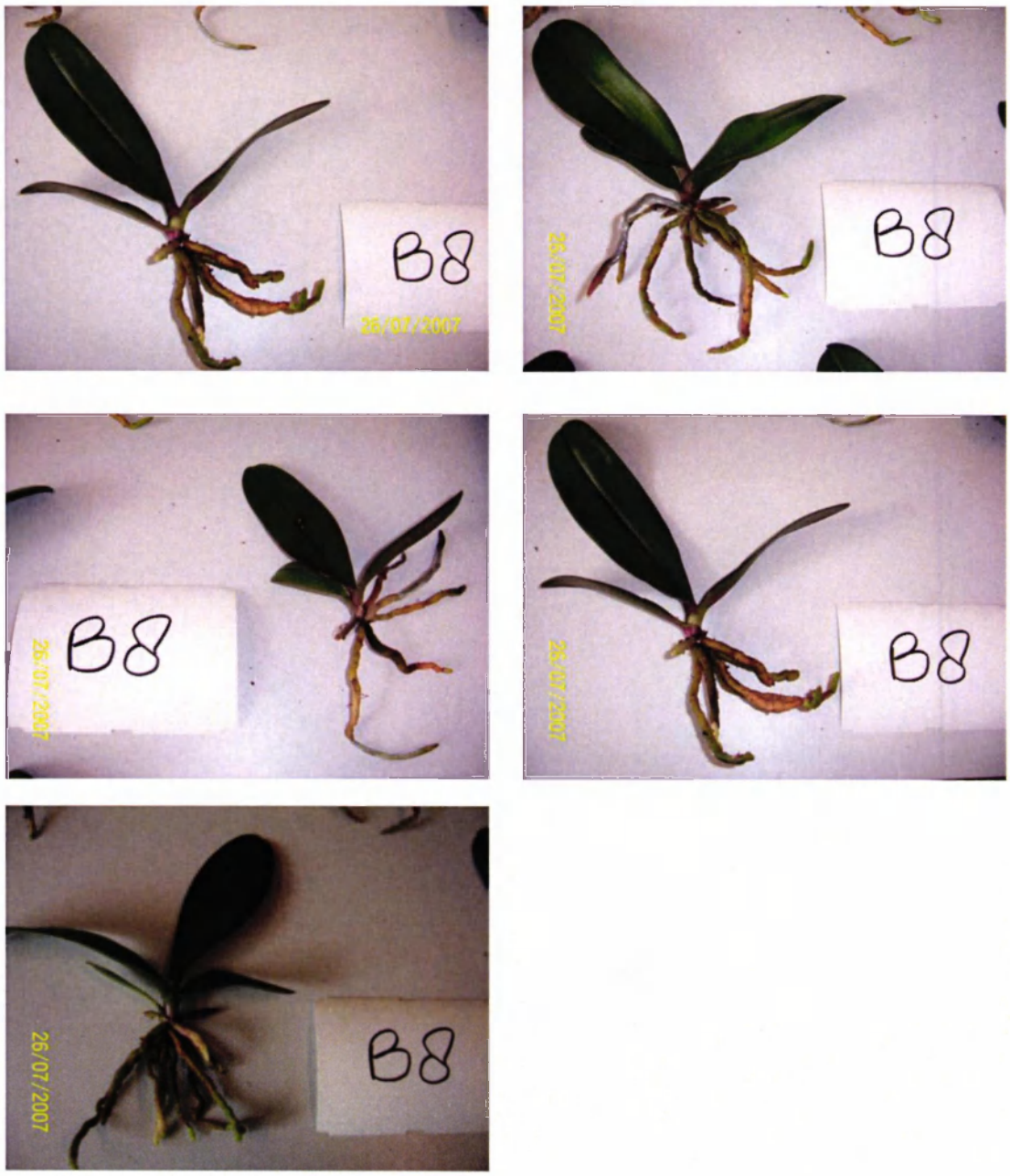
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B6 = geteeld in bark en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B7 = geteeld in bark en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

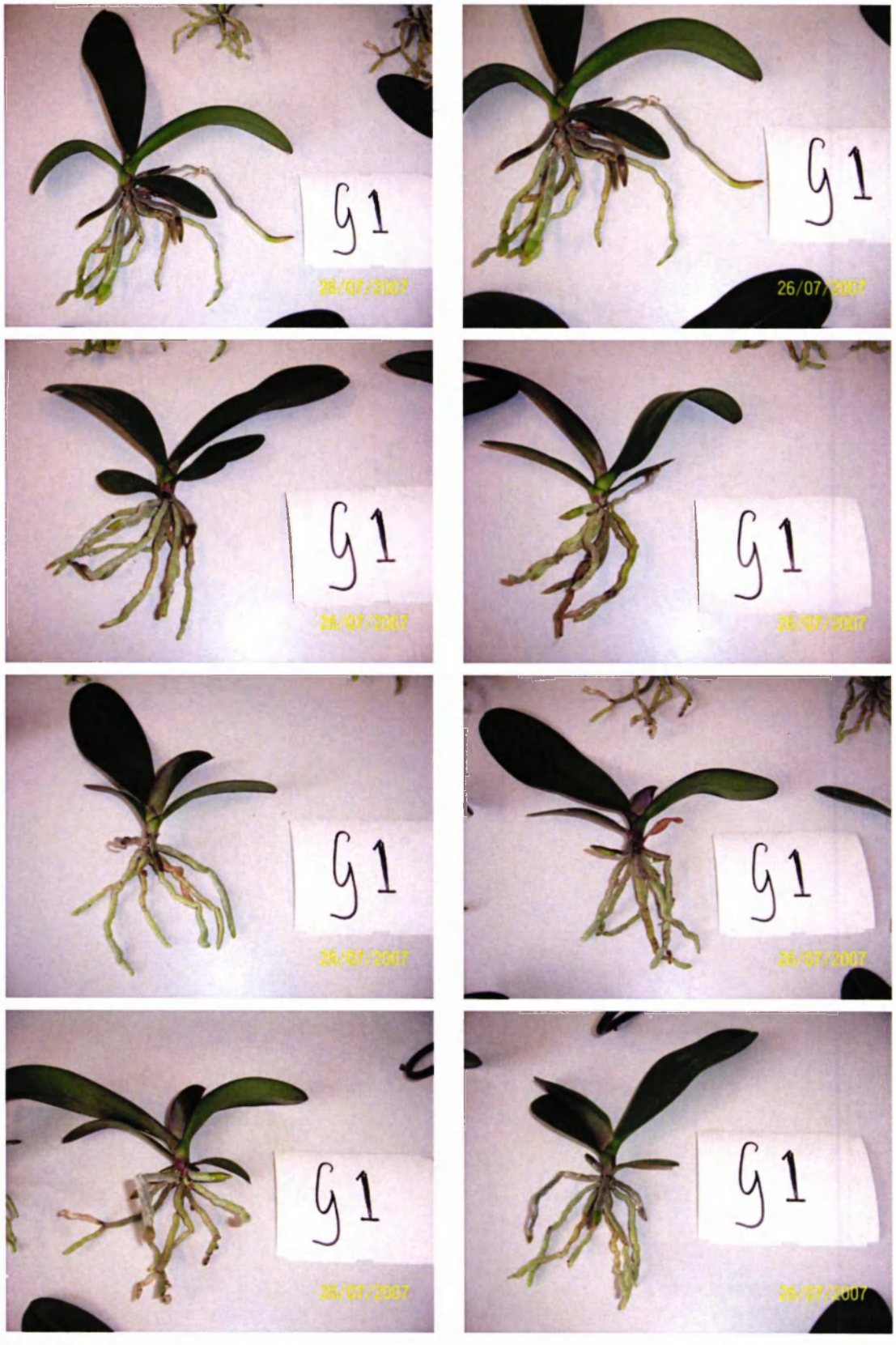


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B8 = geteeld in bark en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

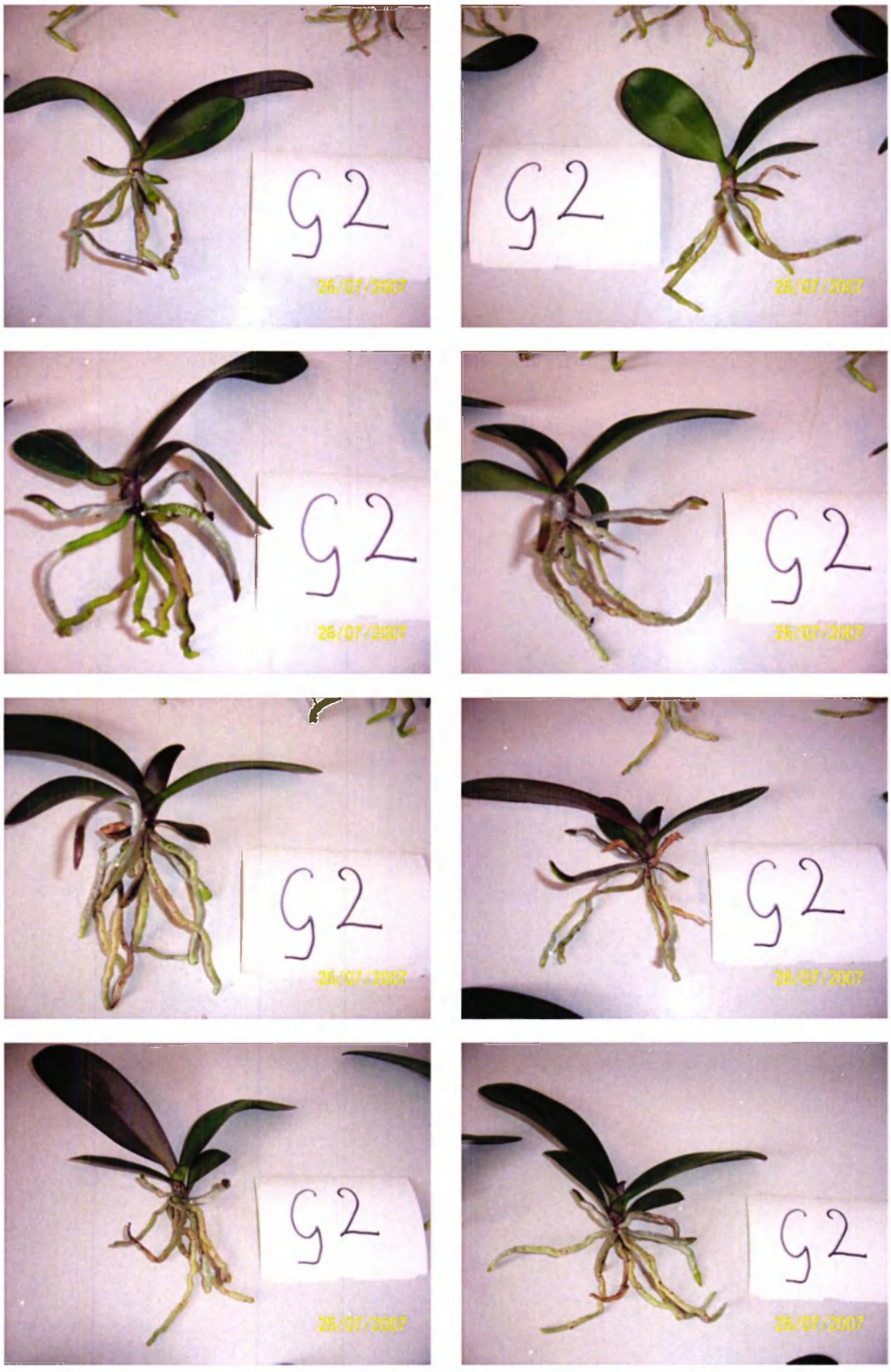


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
B8 = geteeld in bark en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

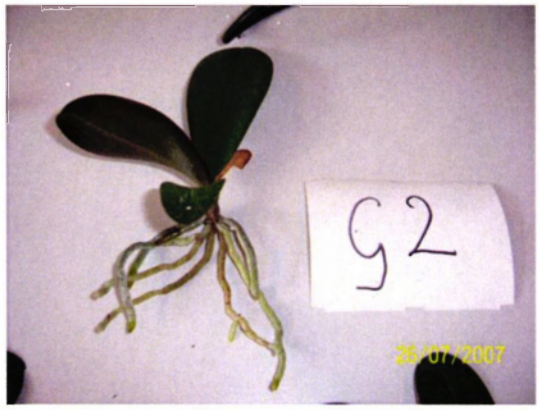
Bijlage IV. Foto's pH=5 in glasparels na 2 weken



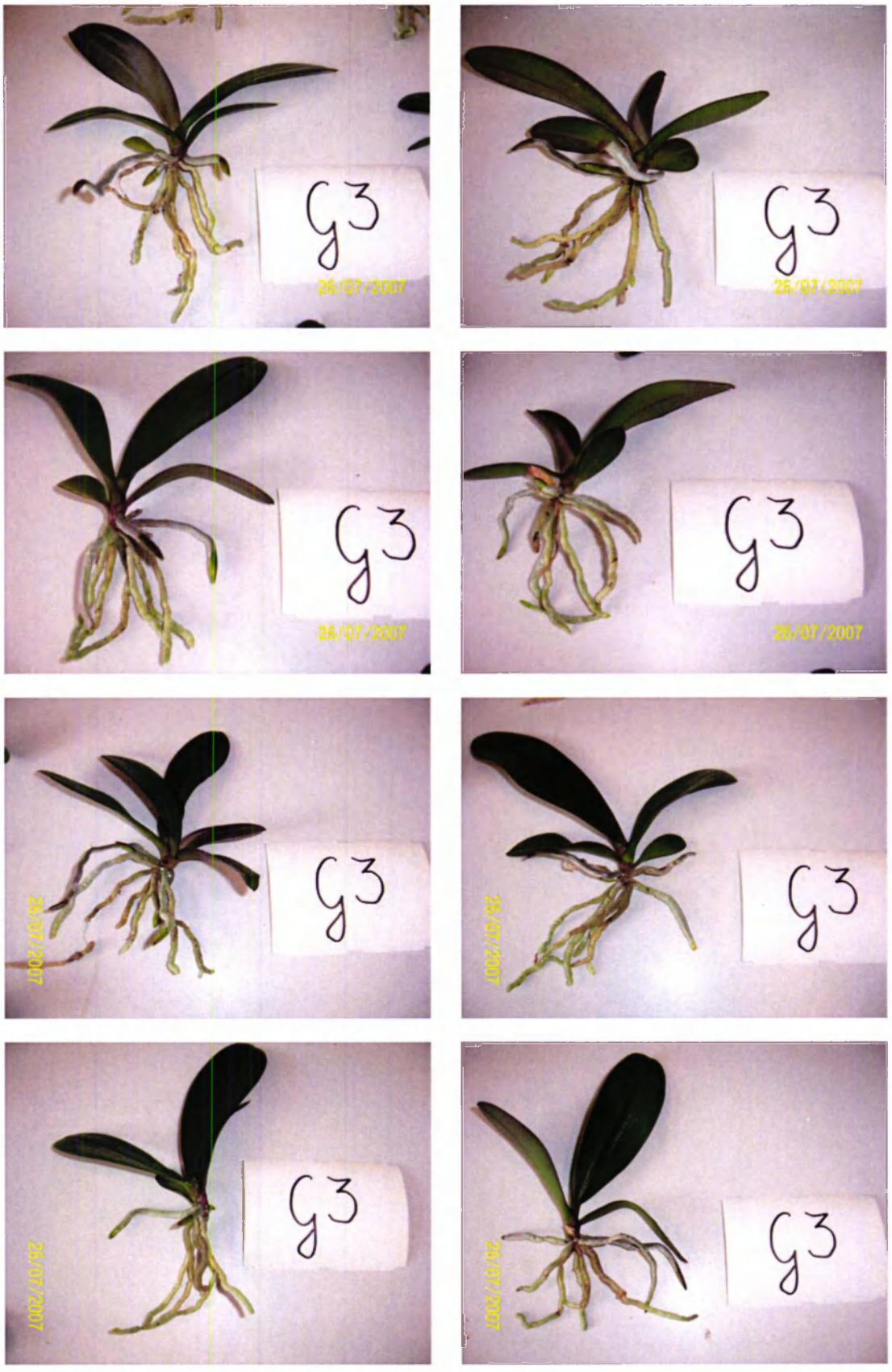
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G1 = geteeld in glasparels en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



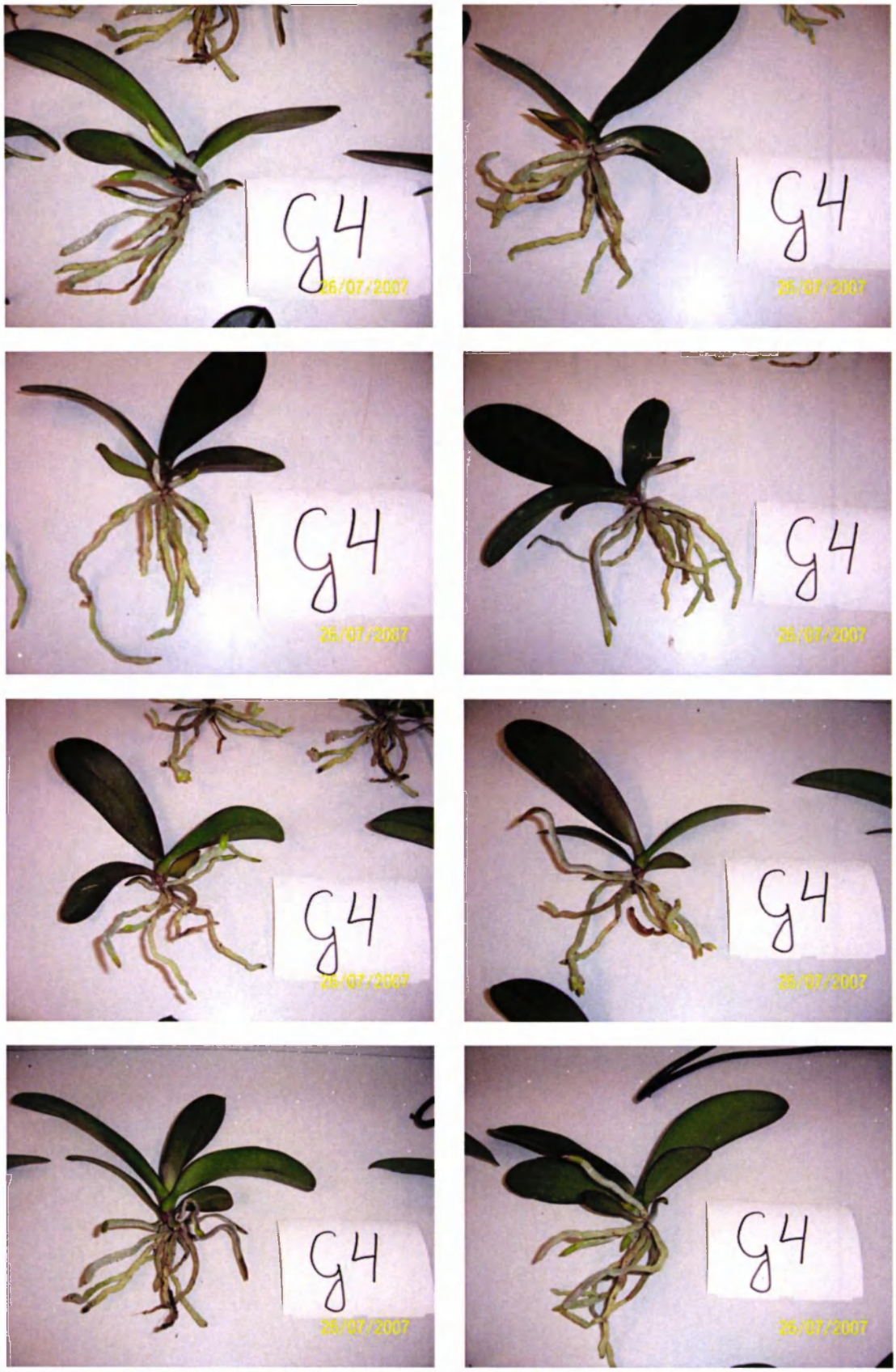
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G2 = geteeld in glasparels en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G2 = geteeld in glasparels en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

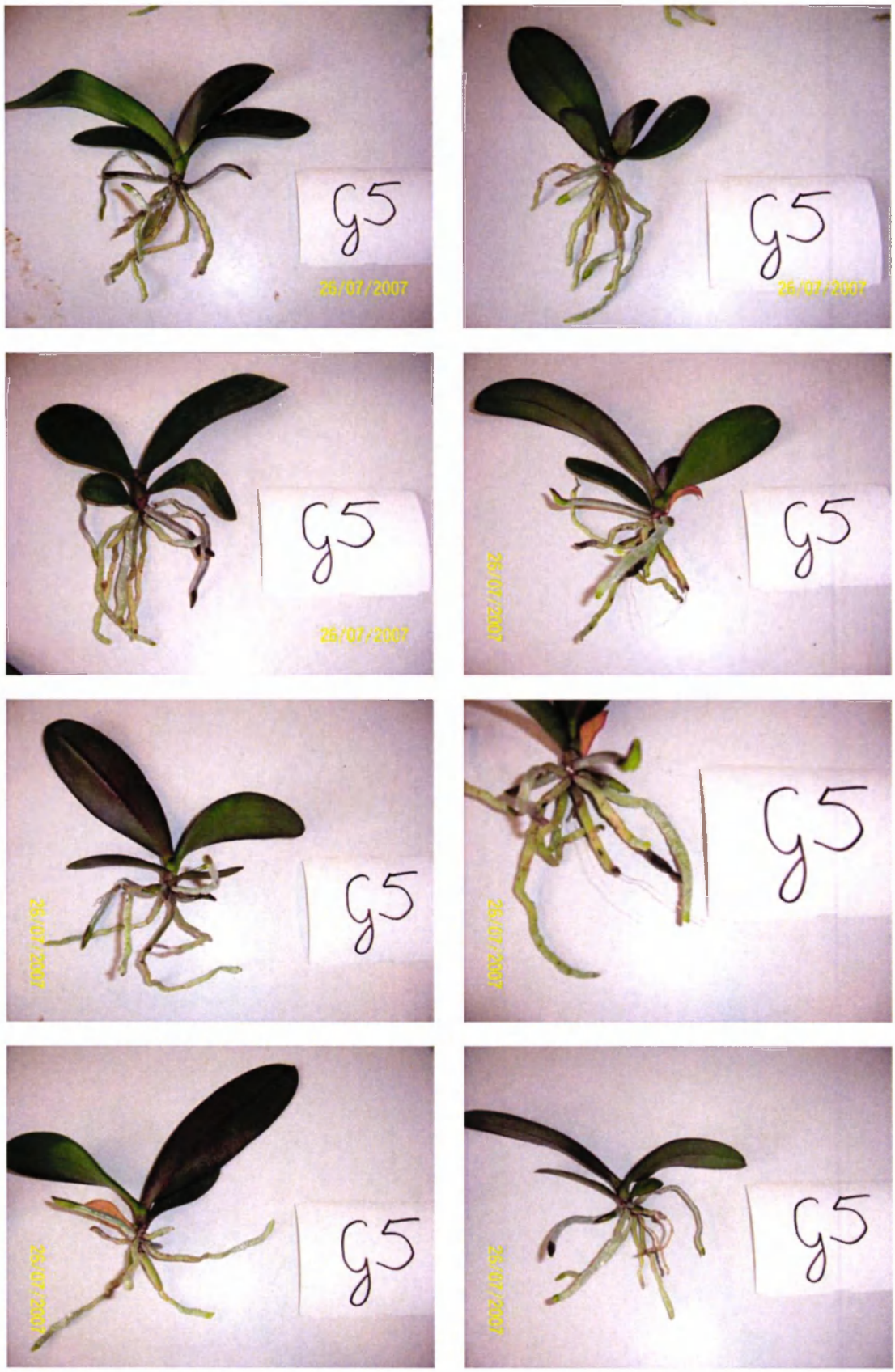


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G3 = geteeld in glasparels en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

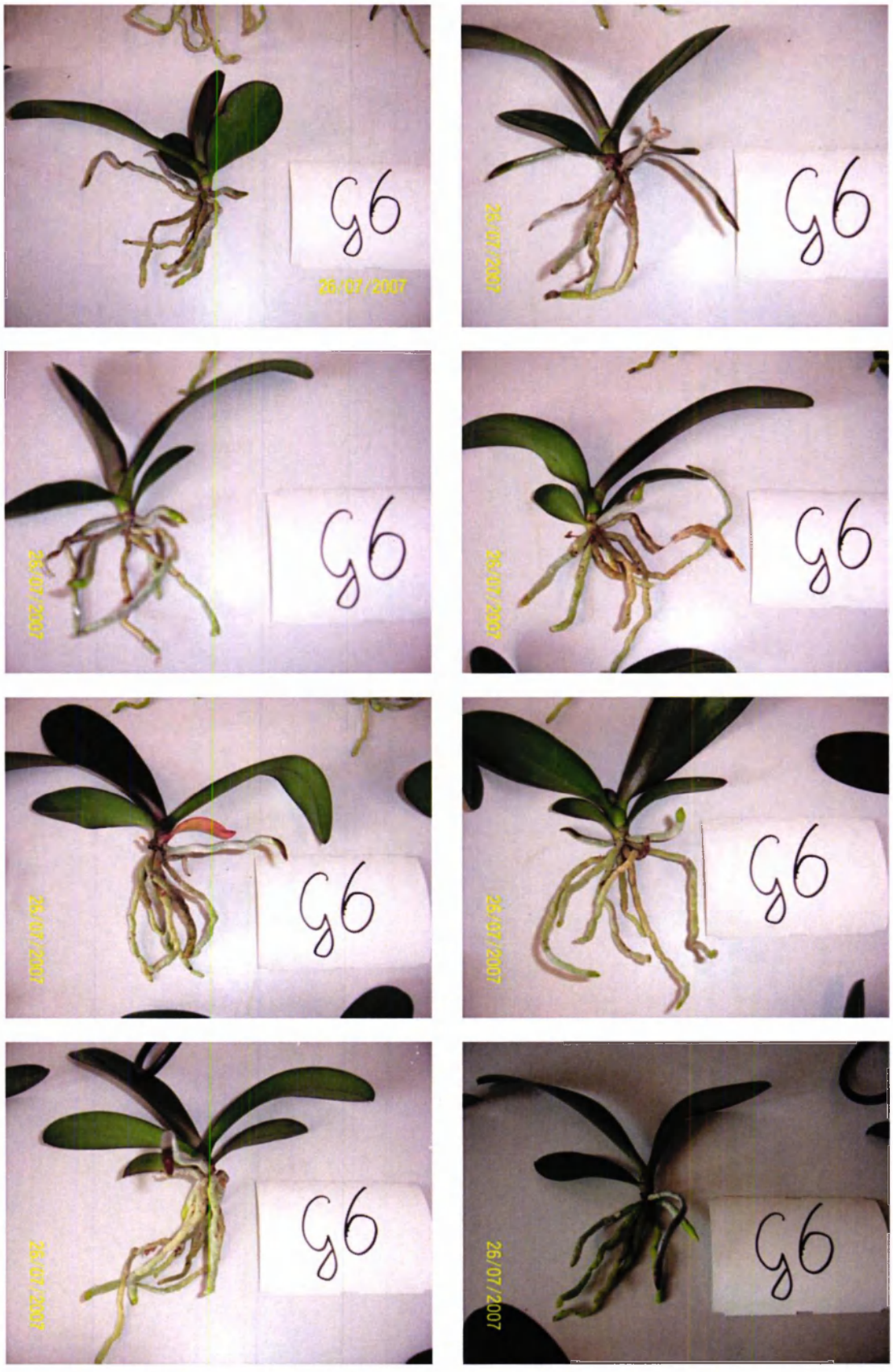


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G4 = geteeld in glasparels en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

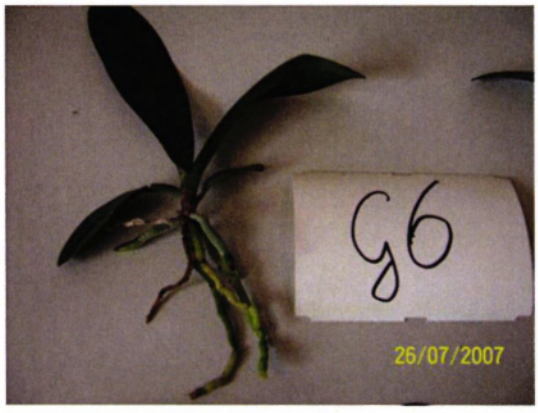
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G4 = geteeld in glasparels en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G5 = geteeld in glasparels en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G6 = geteeld in glasparels en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



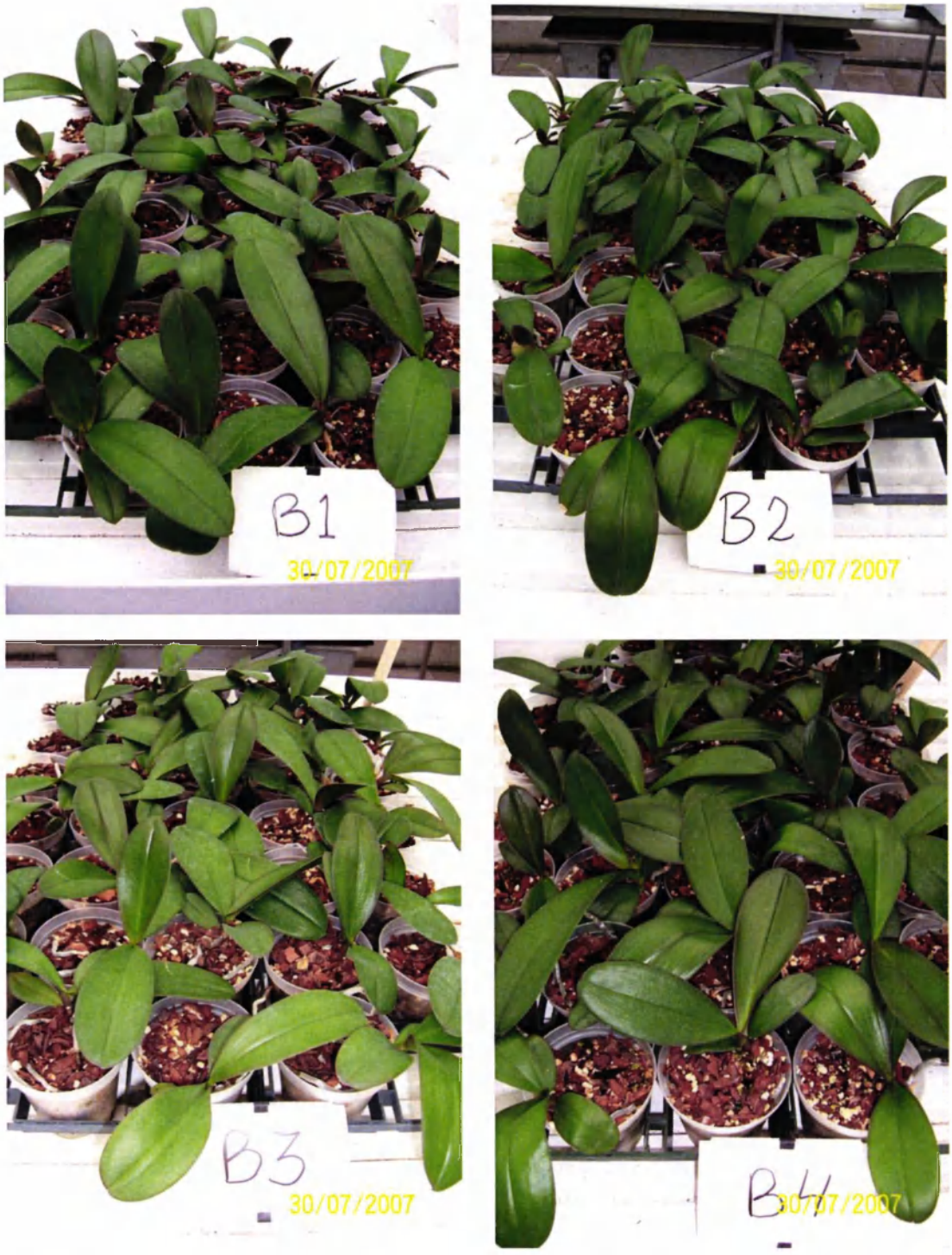
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G6 = geteeld in glasparels en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G7 = geteeld in glasparels en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten (boven) en wortels van jonge *Phalaenopsis* planten (onder) 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G8 = geteeld in glasparels en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Wortels van jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 26 juli 2007.
G8 = geteeld in glasparels en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage V. Foto's pH=5 in bark na 2,5 week in kas



Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 2,5 week na start watergift pH=5 met aluminium, 30 juli 2007.
B1 = geteeld in bark, 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
B2 = geteeld in bark, 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
B3 = geteeld in bark, 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
B4 = geteeld in bark, 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 2,5 week na start watergift pH=5 met aluminium, 30 juli 2007.
B5 = geteeld in bark, 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
B6 = geteeld in bark, 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
B7 = geteeld in bark, 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
B8 = geteeld in bark, 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

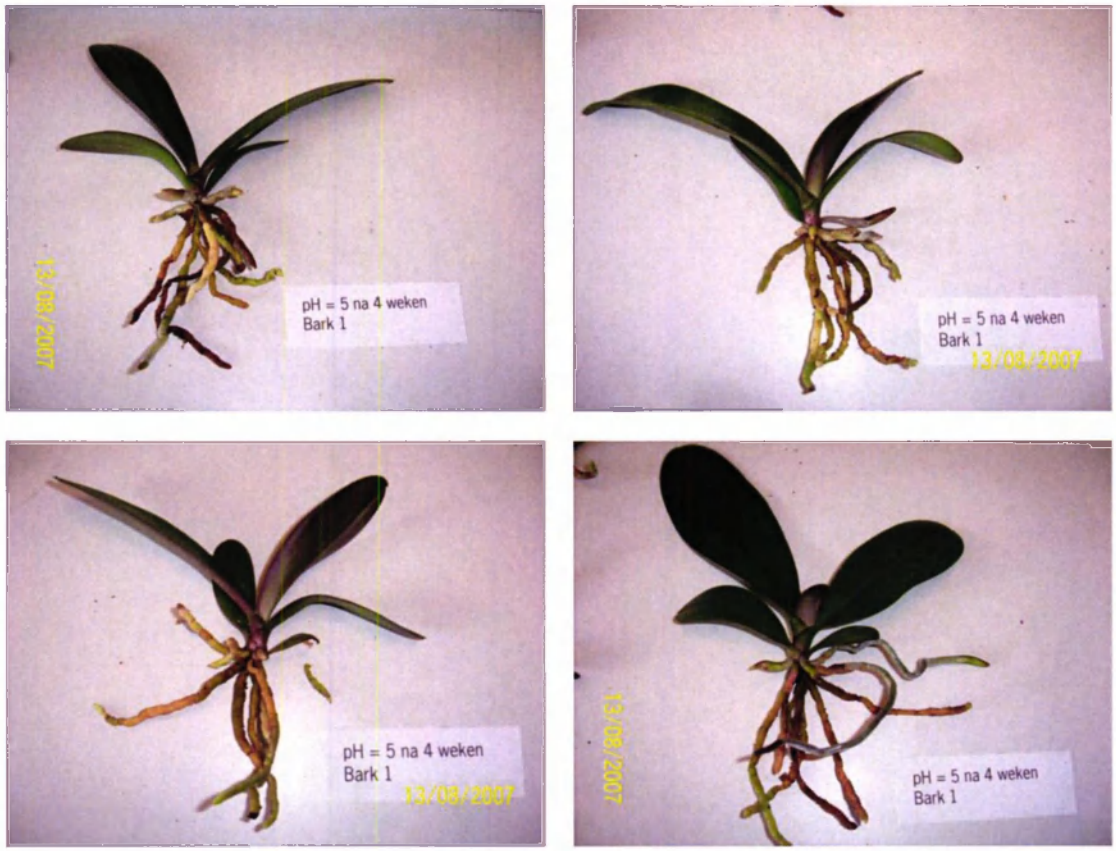
Bijlage VI. Foto's pH=5 in glasparels na 2,5 week in kas

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 2,5 week na start watergift pH=5 met aluminium, 30 juli 2007.
G1 = geteeld in glasparels, 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
G2 = geteeld in glasparels, 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
G3 = geteeld in glasparels, 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
G4 = geteeld in glasparels, 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 2,5 week na start watergift pH=5 met aluminium, 30 juli 2007.
G5 = geteeld in glasparels, 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
G6 = geteeld in glasparels, 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
G7 = geteeld in glasparels, 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
G8 = geteeld in glasparels, 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

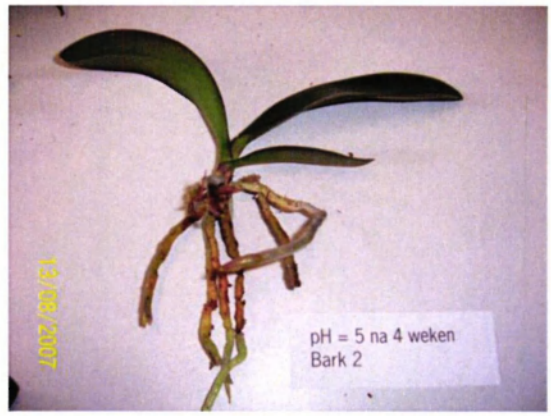
Bijlage VII. Foto's pH=5 in bark na 4 weken

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 1 = geteeld in bark en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

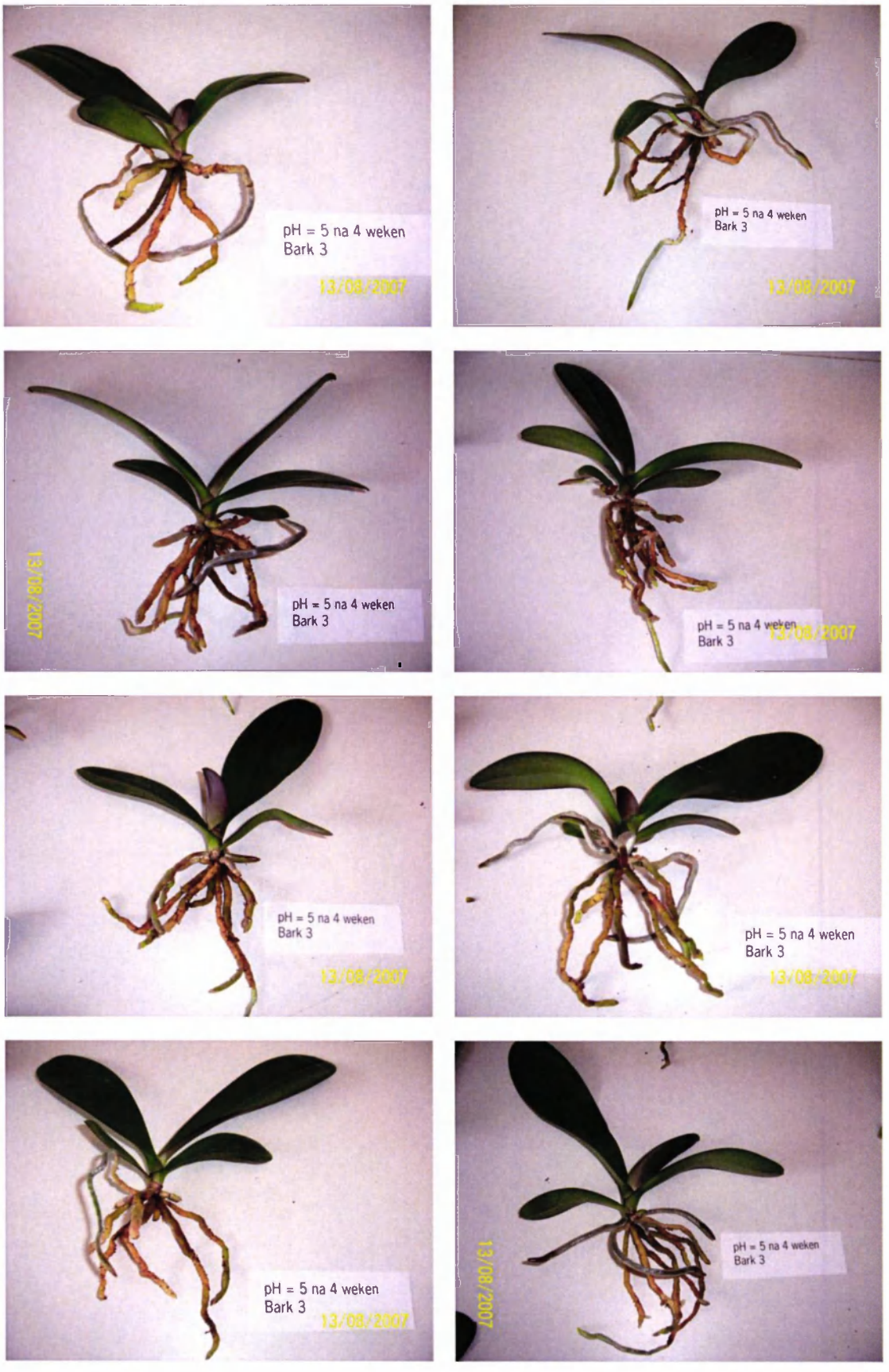


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 1 = geteeld in bark en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 2 = geteeld in bark en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 2 = geteeld in bark en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



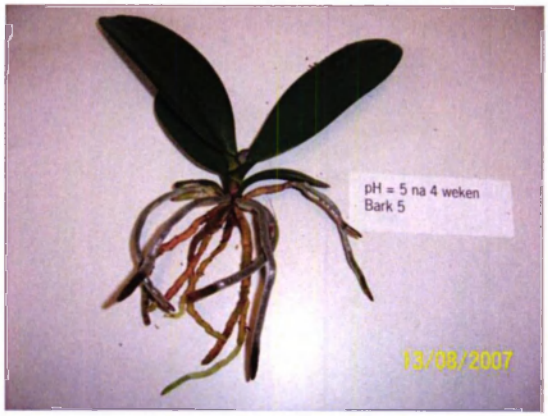
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 3 = geteeld in bark en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 3 = geteeld in bark en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 4 = geteeld in bark en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 4 = geteeld in bark en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

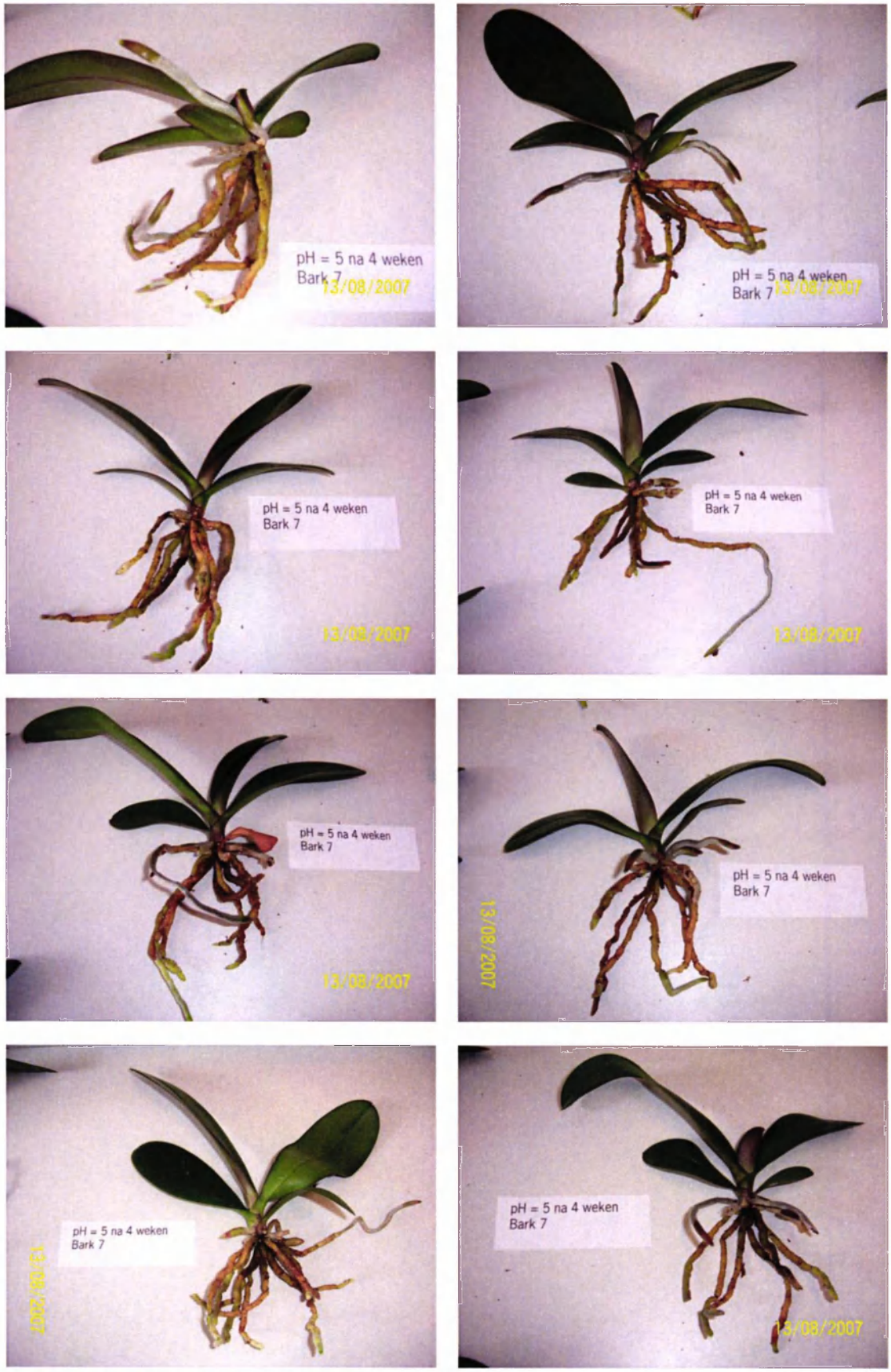
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 5 = geteeld in bark en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



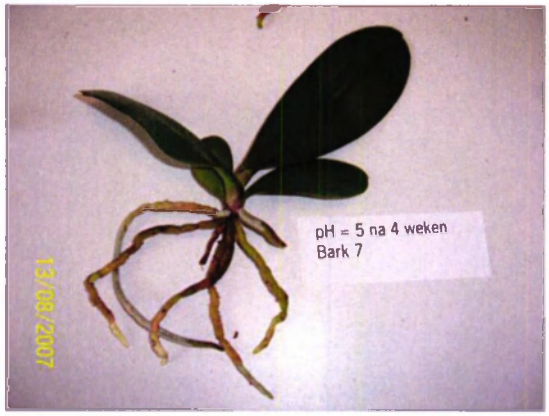
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 5 = geteeld in bark en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 6 = geteeld in bark en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

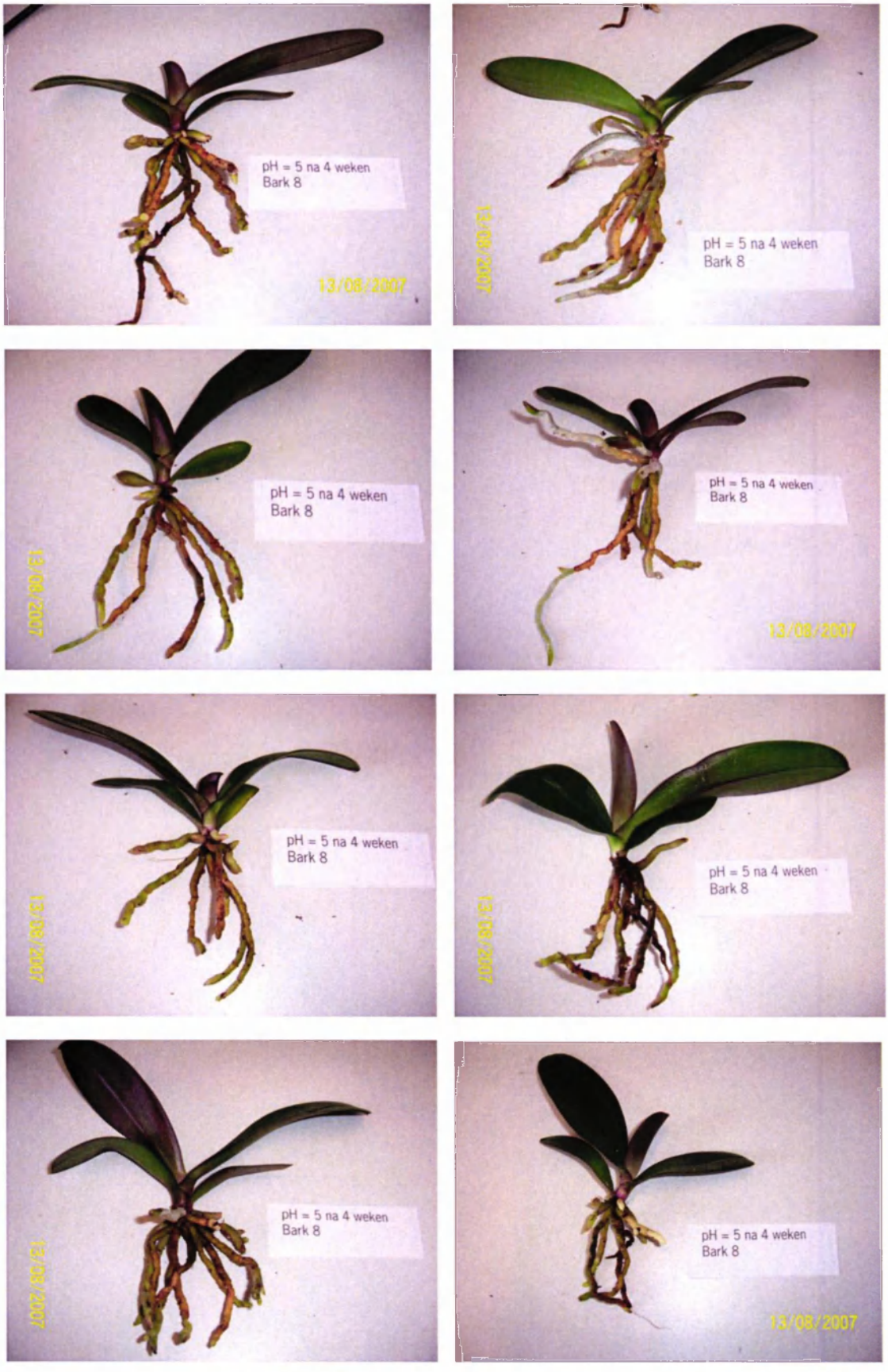
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 6 = geteeld in bark en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



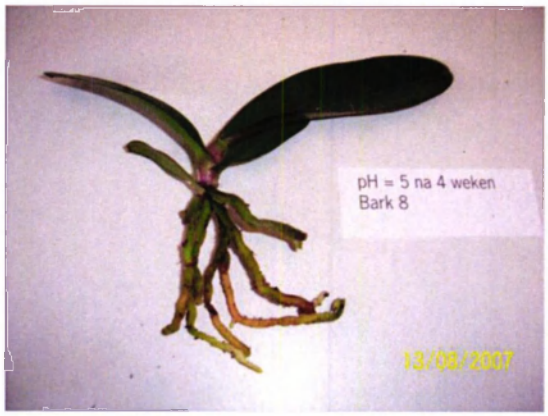
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 7 = geteeld in bark en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

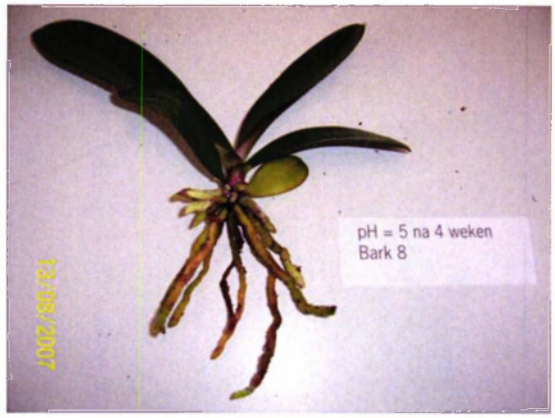


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 7 = geteeld in bark en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 8 = geteeld in bark en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



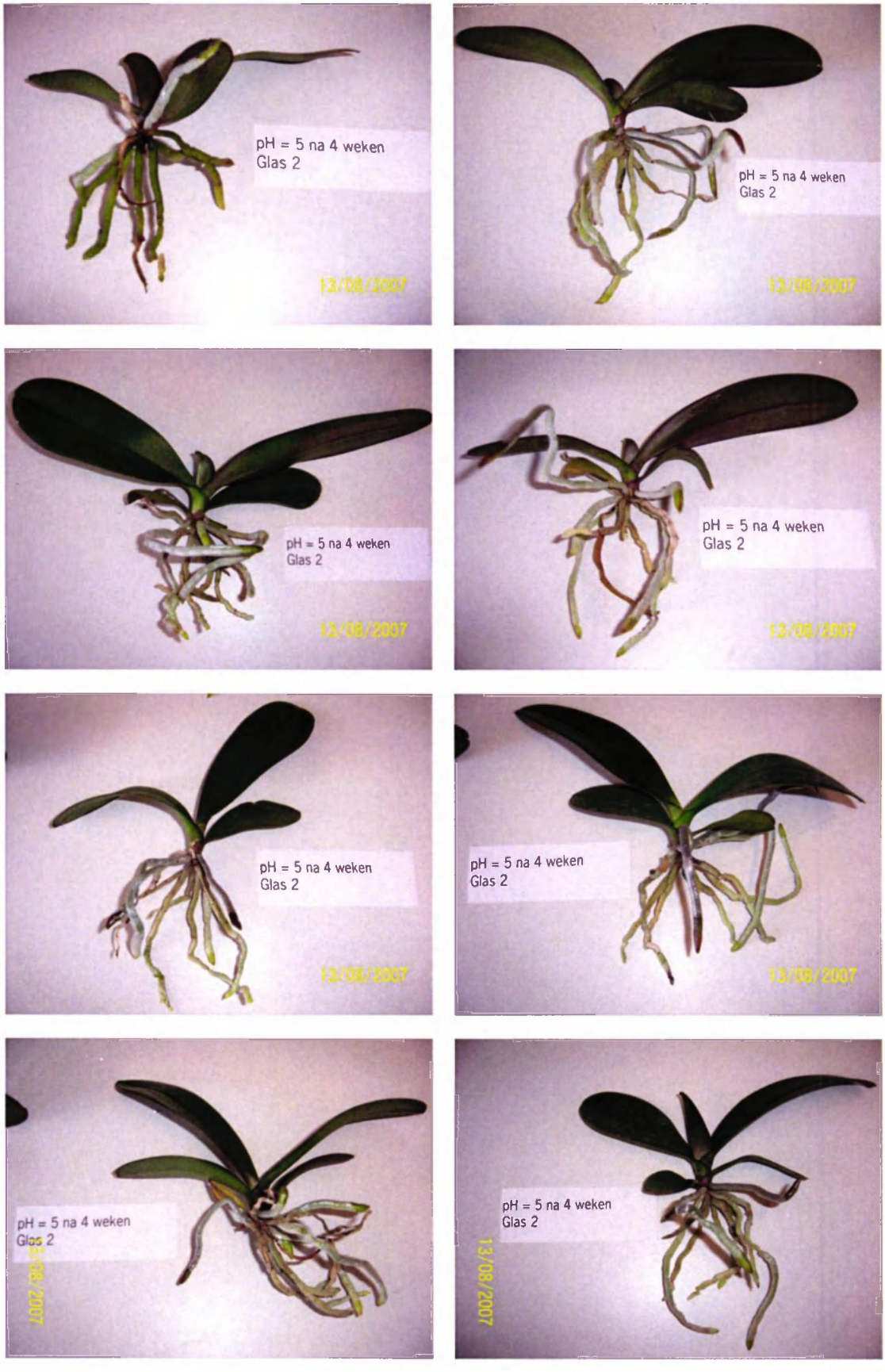


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Bark 8 = geteeld in bark en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage VIII. Foto's pH=5 in glasparels na 4 weken

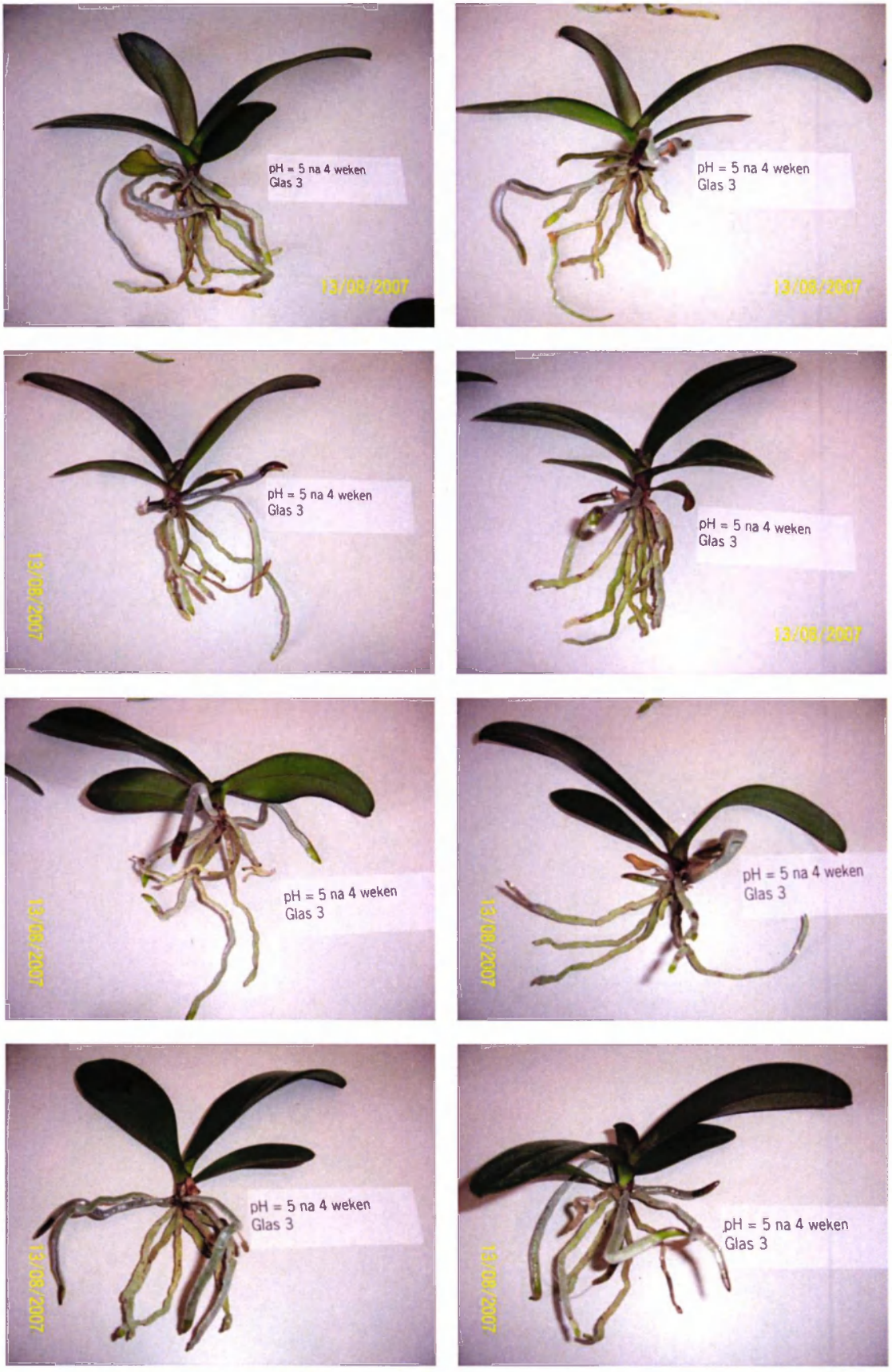
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 1 = geteeld in glas en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 1 = geteeld in glas en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

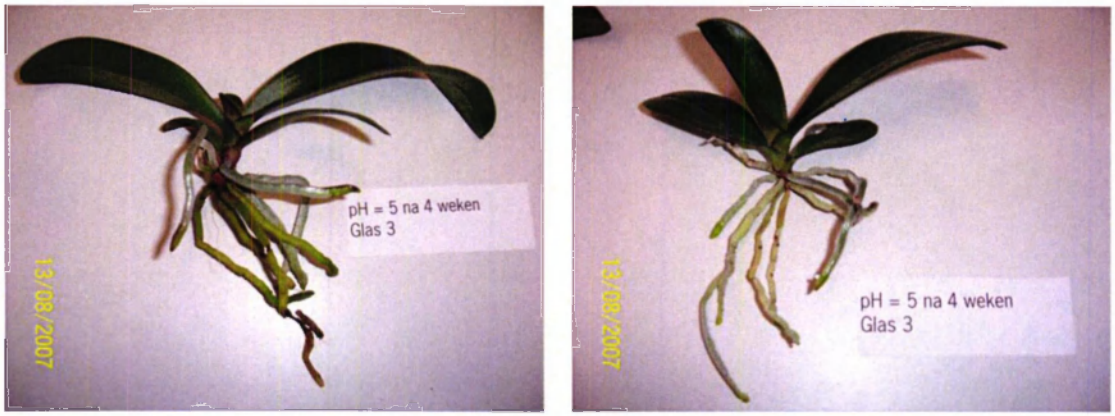


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 2 = geteeld in glas en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

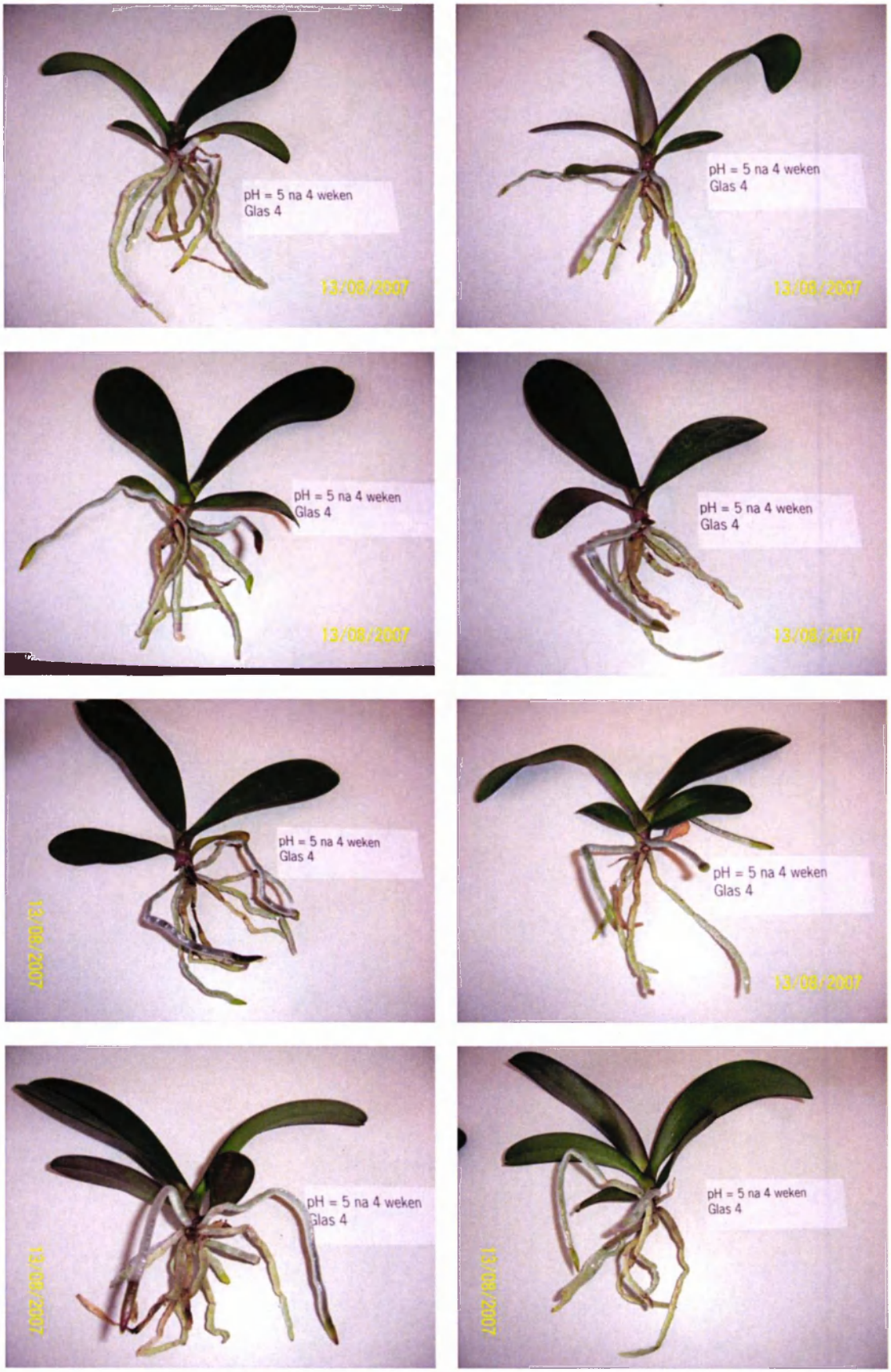
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 2 = geteeld in glas en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



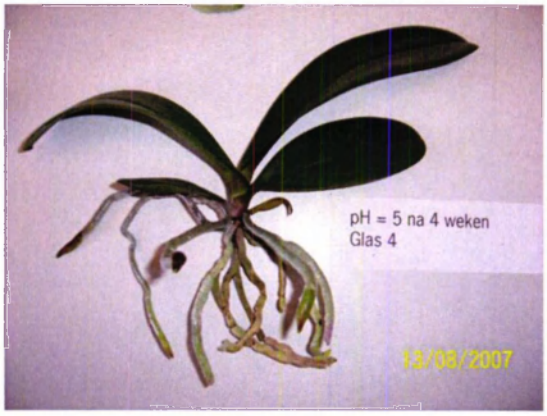
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 3 = geteeld in glas en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



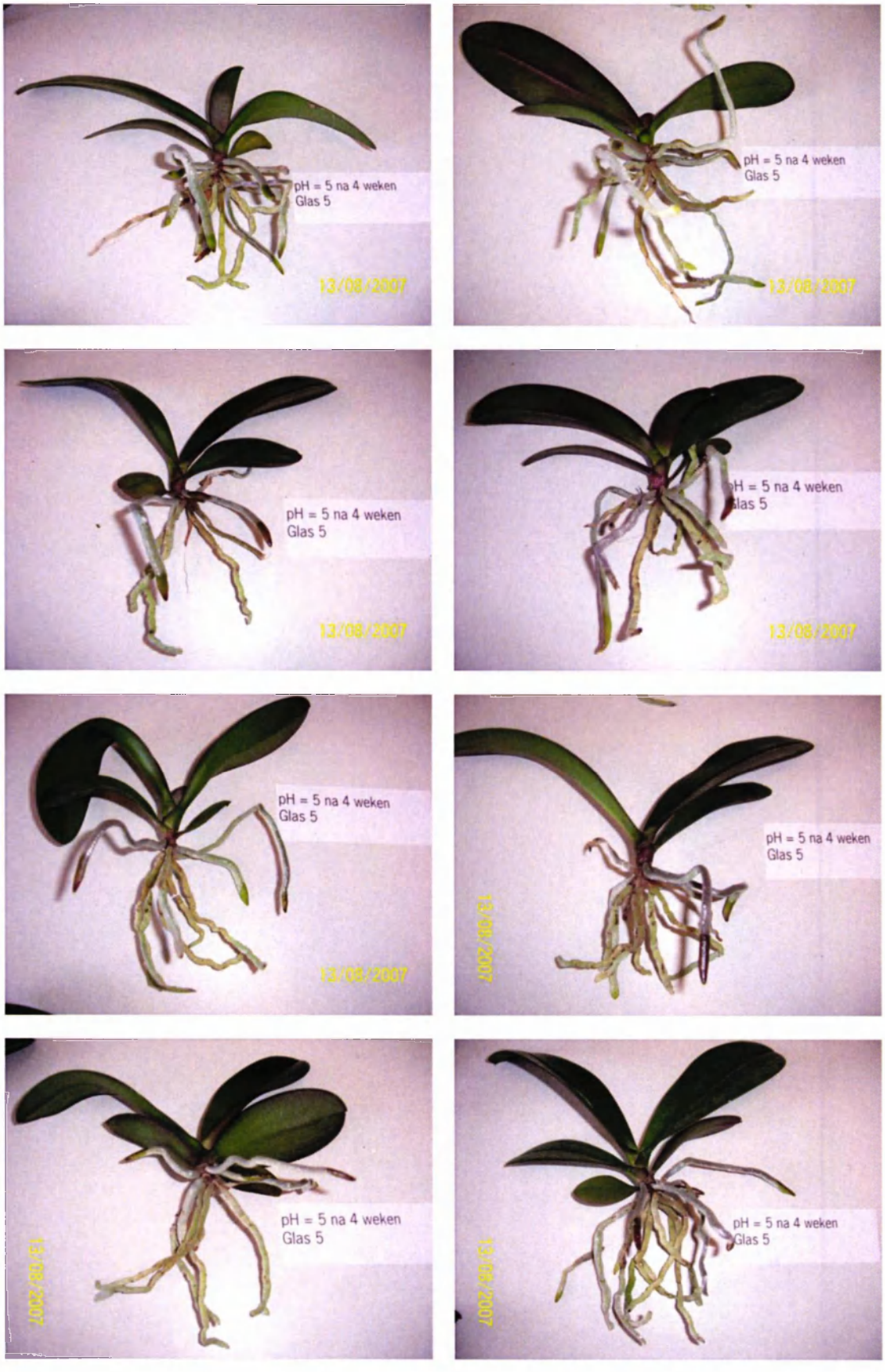
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 3 = geteeld in glas en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 4 = geteeld in glas en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

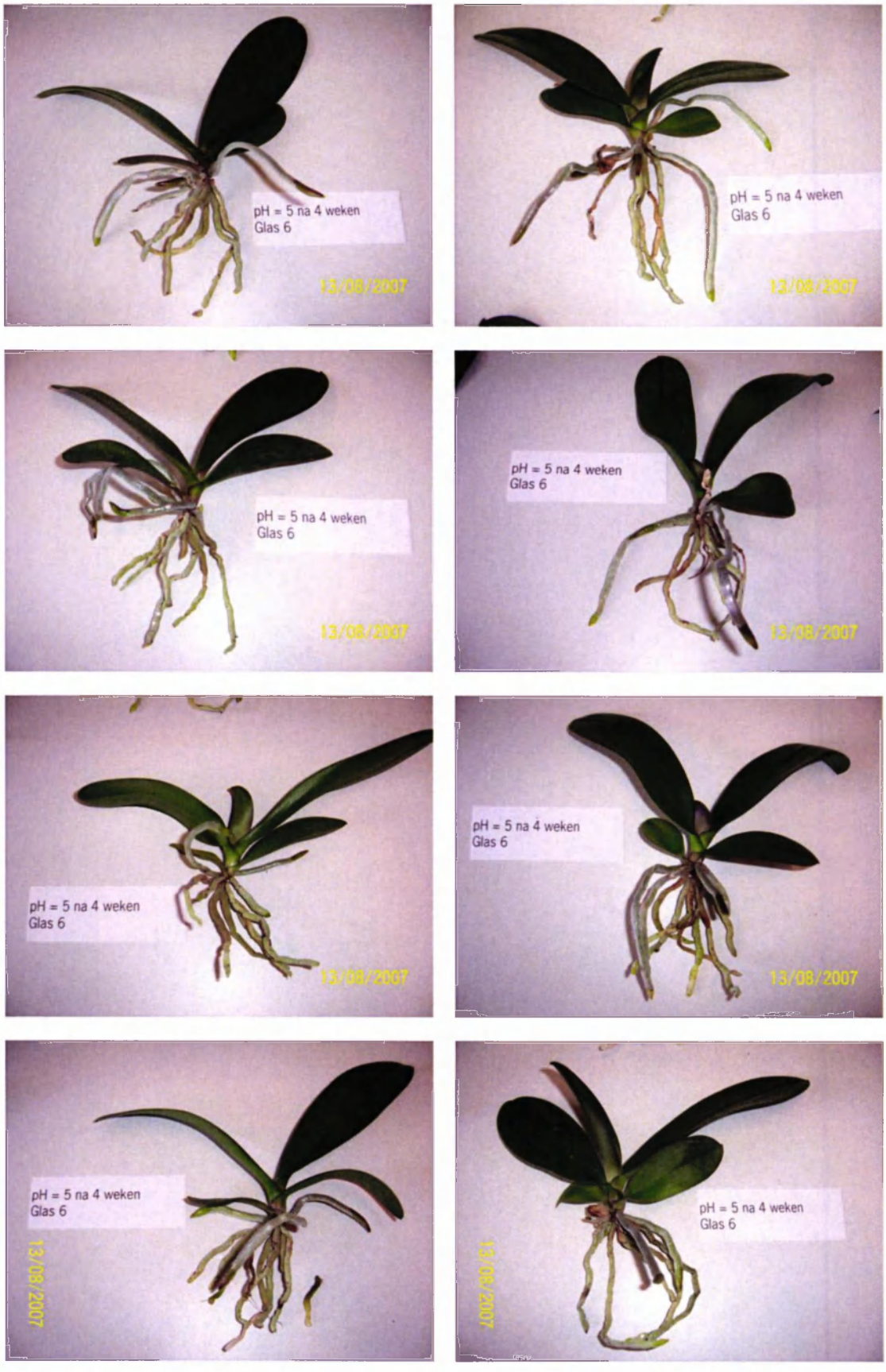


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 4 = geteeld in glas en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 5 = geteeld in glas en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 5 = geteeld in glas en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 6 = geteeld in glas en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 6 = geteeld in glas en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

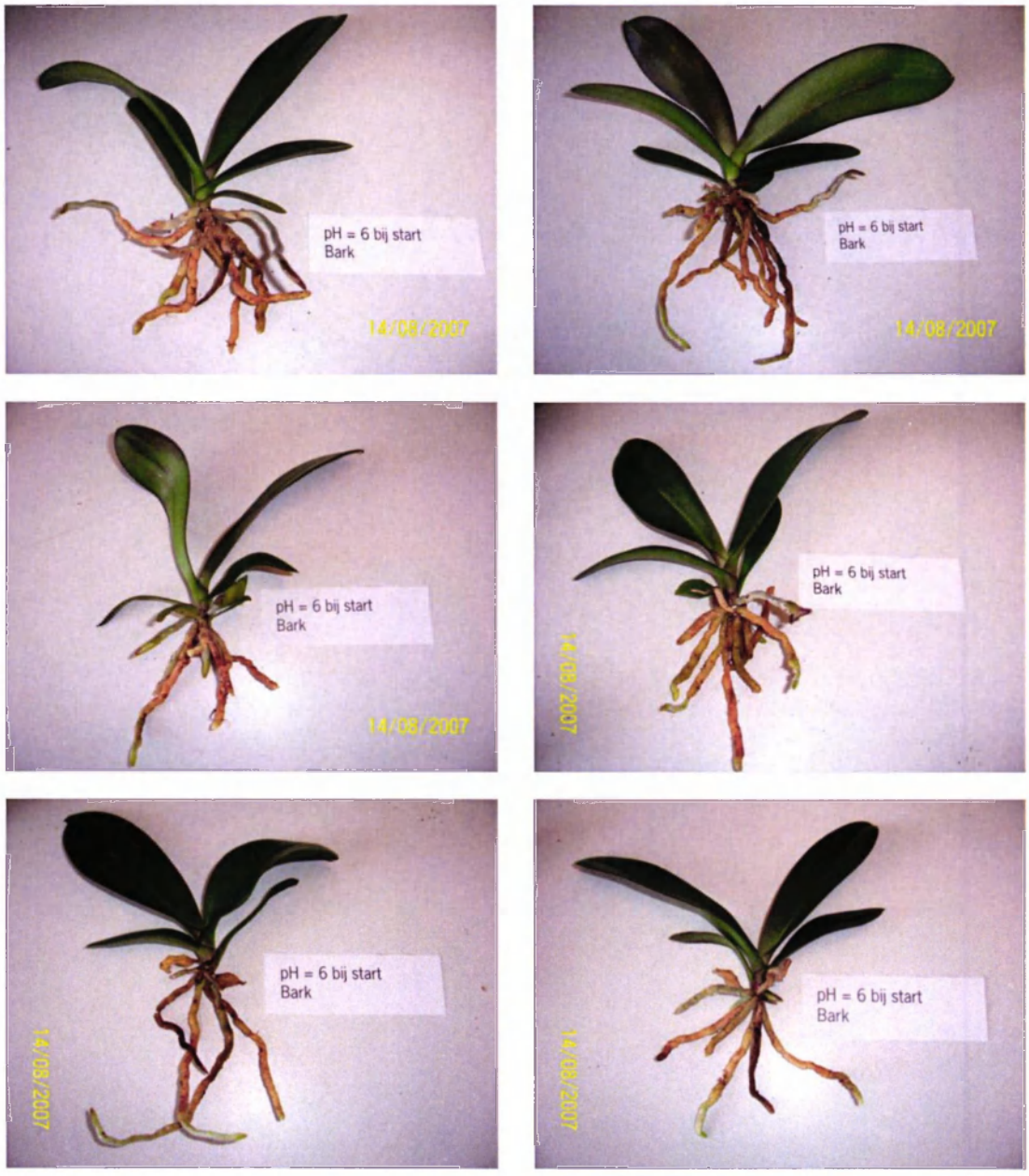
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 7 = geteeld in glas en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 7 = geteeld in glas en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 8 = geteeld in glas en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=5 met aluminium, 13 augustus 2007.
Glas 8 = geteeld in glas en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage IX. Foto's bij start pH=6 in barksubstraat



Jonge *Phalaenopsis* planten vóór 1e watergift met aluminium pH=6, 14 augustus 2007.
Bark = geteeld in barksubstraat. Planten 4 weken opgekweekt in barksubstraat met standaard voedingsoplossing.

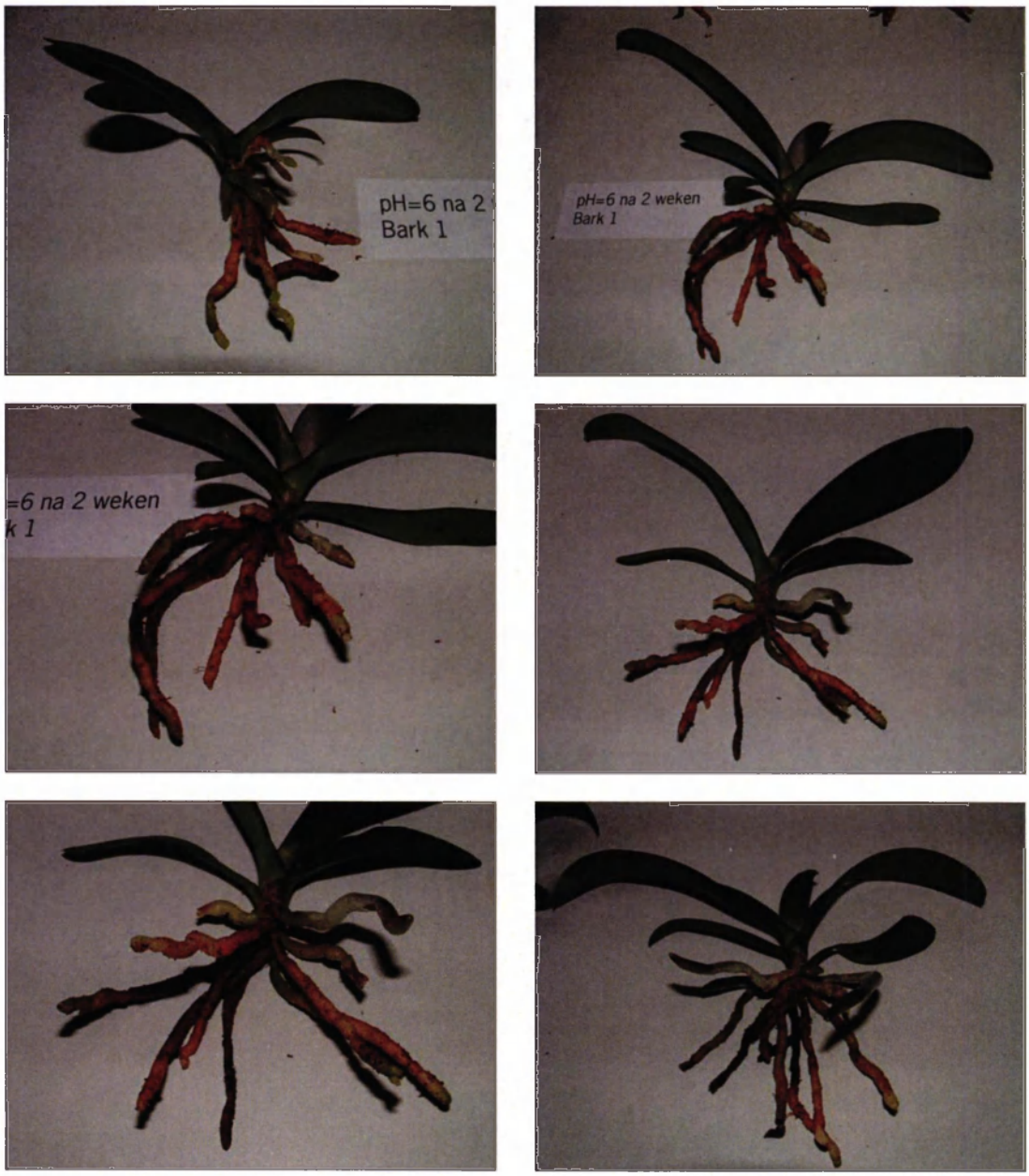
Jonge *Phalaenopsis* planten vóór 1e watergift met aluminium pH=6, 14 augustus 2007.
Bark = geteeld in barksubstraat. Planten 4 weken opgekweekt in barksubstraat met standaard voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage X. Foto's bij start pH=6 in glasparels

Jonge *Phalaenopsis* planten vóór 1e watergift met aluminium pH=6, 14 augustus 2007.
Glas = geteeld in glasparels. Planten 4 weken opgekweekt in glasparels met standaard voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten vóór 1e watergift met aluminium pH=6, 14 augustus 2007.
Glas = geteeld in glasparels. Planten 4 weken opgekweekt in barksubstraat met standaard voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage XI. Foto's pH=6 in bark na 2 weken

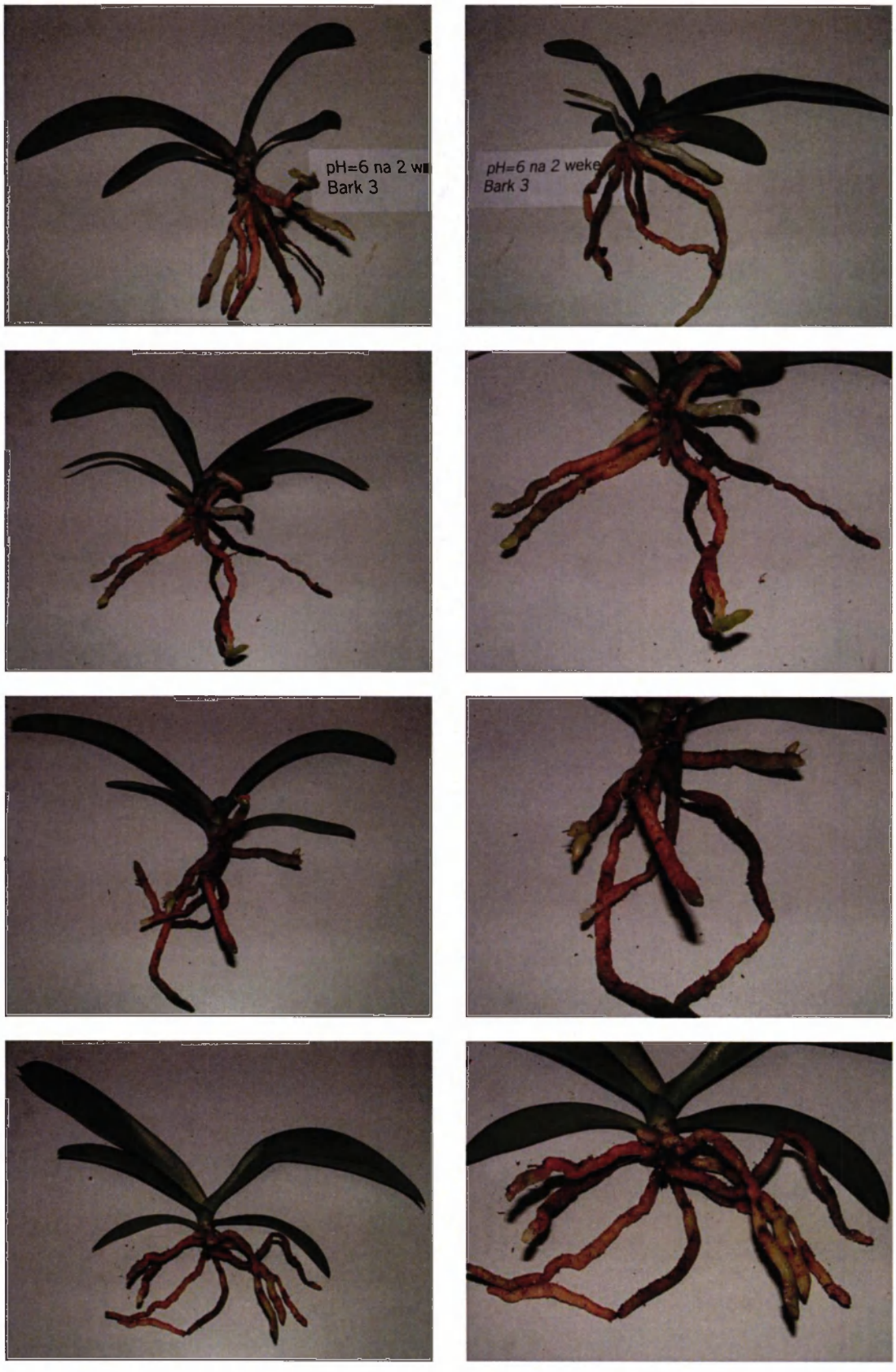


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 1 = geteeld in bark en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 1 = geteeld in bark en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 2 = geteeld in bark en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 2 = geteeld in bark en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

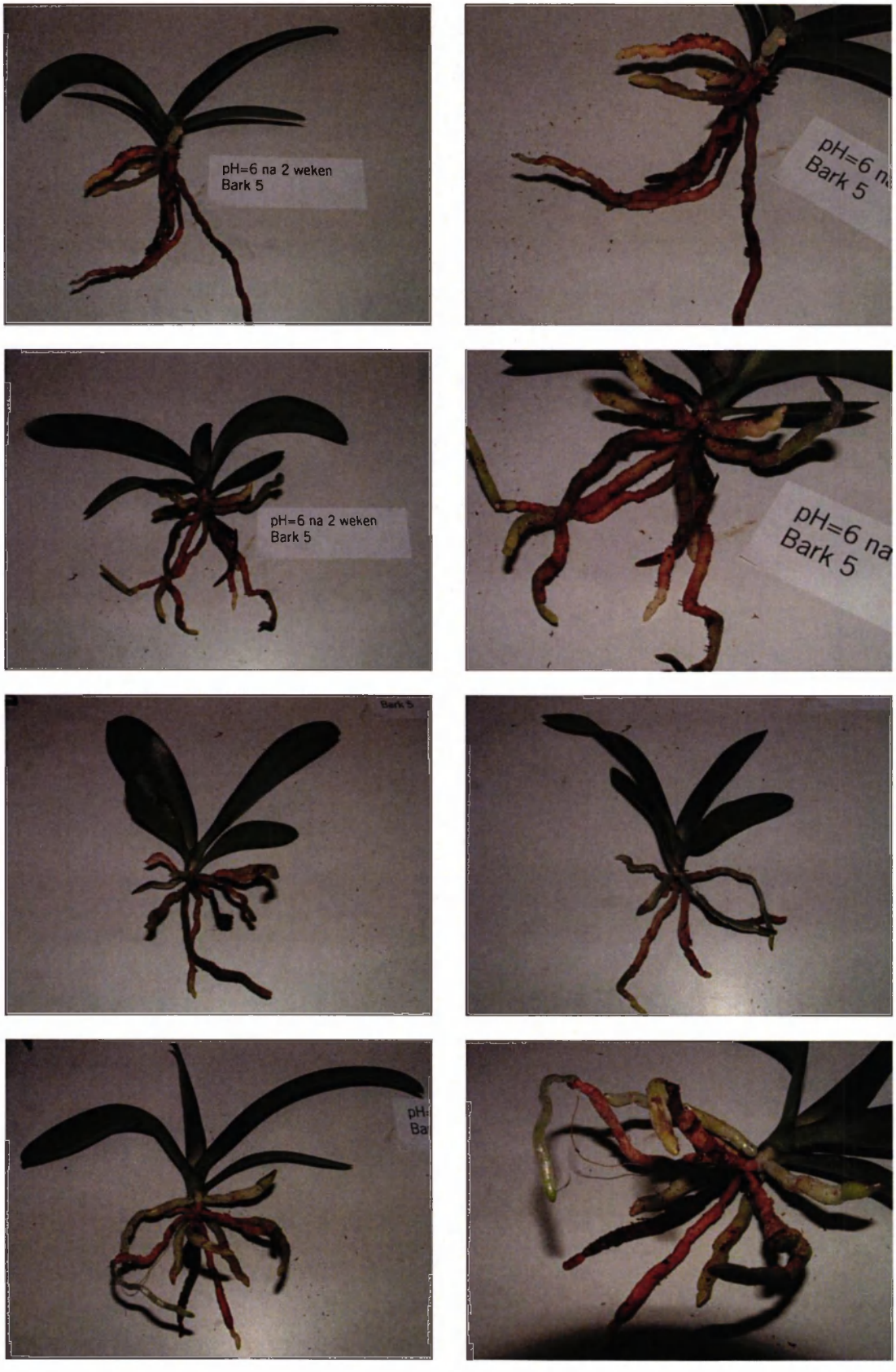


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 3 = geteeld in bark en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 3 = geteeld in bark en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 4 = geteeld in bark en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 4 = geteeld in bark en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

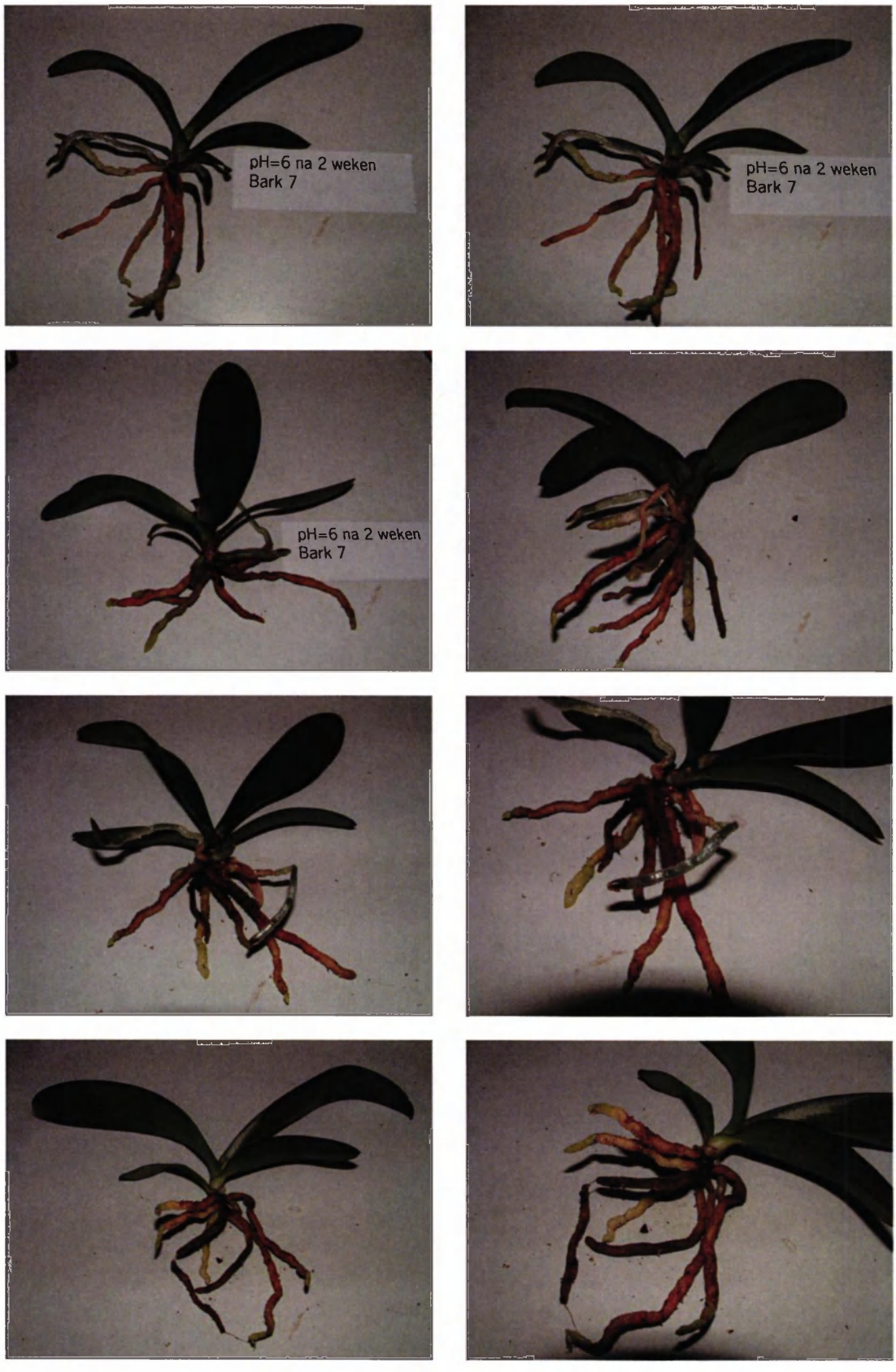


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 5 = geteeld in bark en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

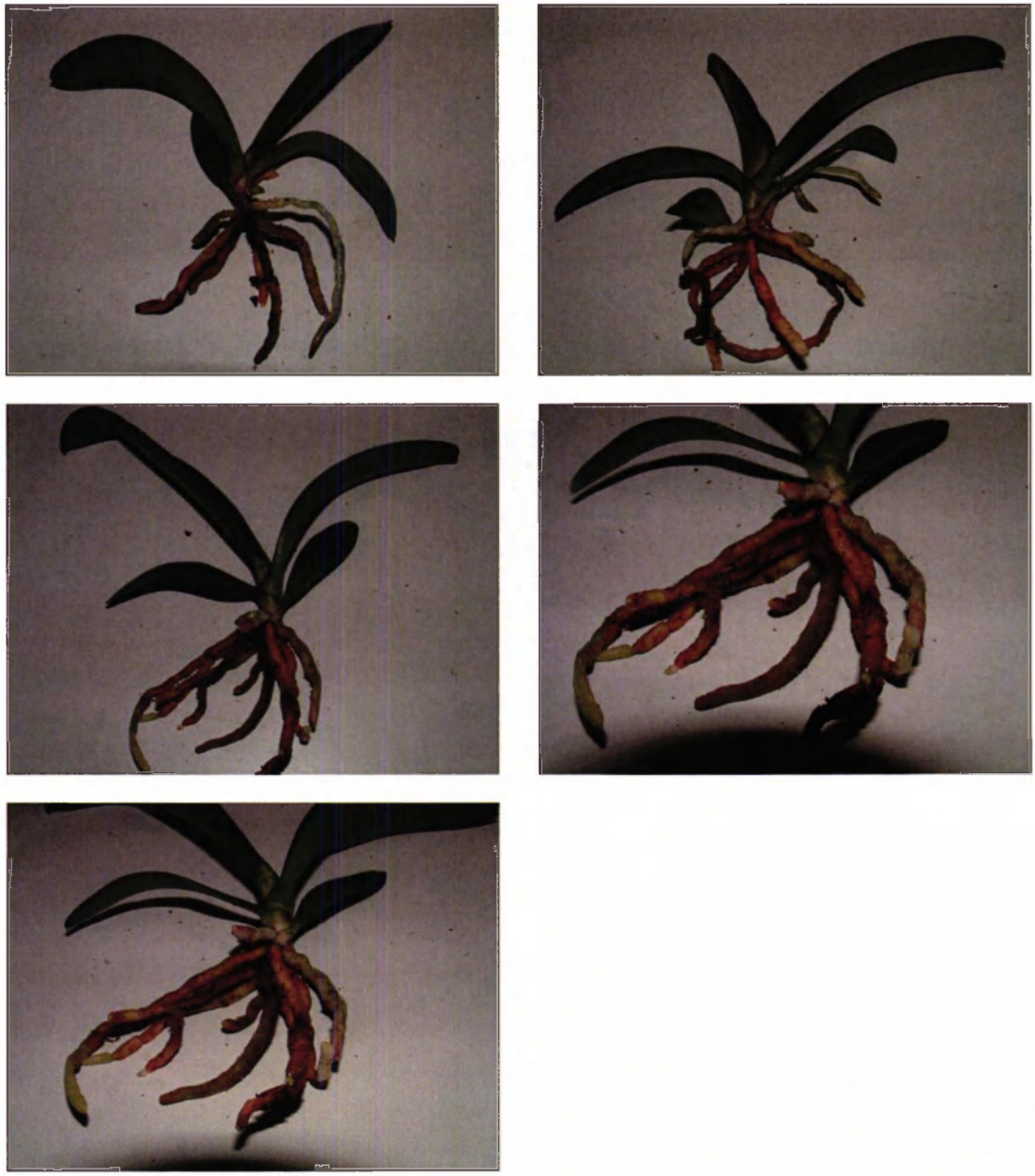
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 5 = geteeld in bark en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 6 = geteeld in bark en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

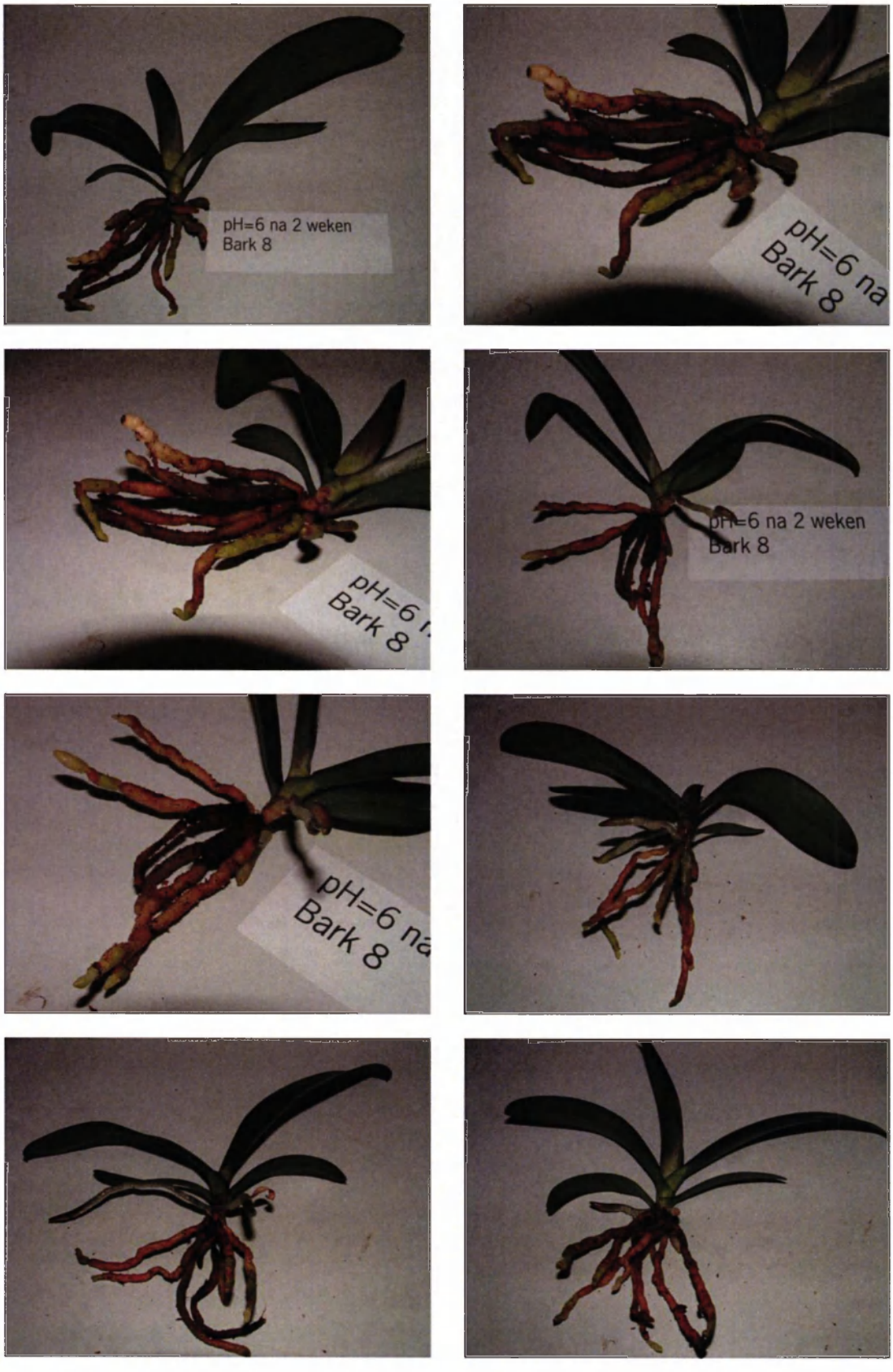
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 6 = geteeld in bark en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 7 = geteeld in bark en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



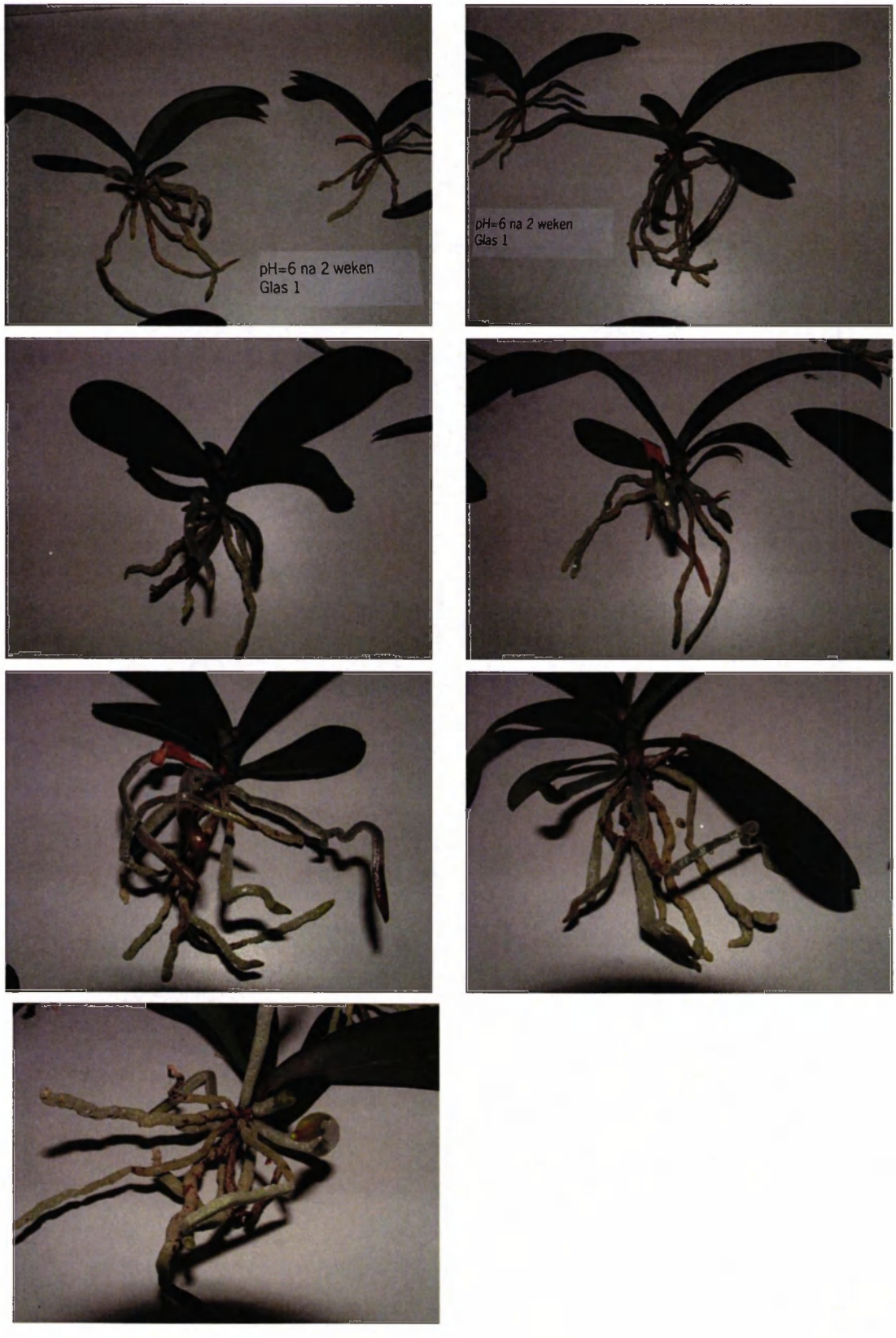
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 7 = geteeld in bark en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 8 = geteeld in bark en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Bark 8 = geteeld in bark en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage XII. Foto's pH=6 in glasparels na 2 weken

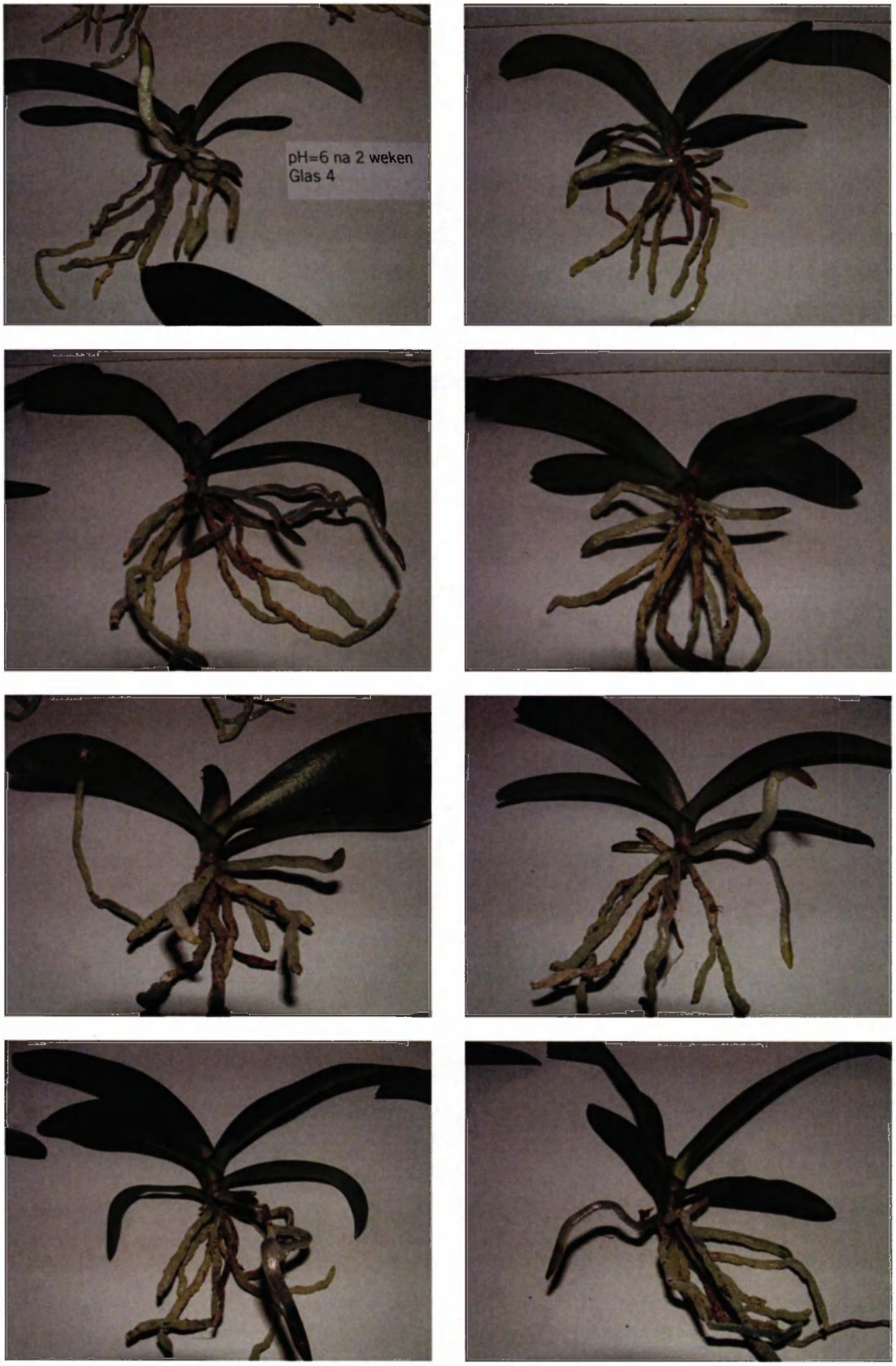


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 1 = geteeld in glas en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

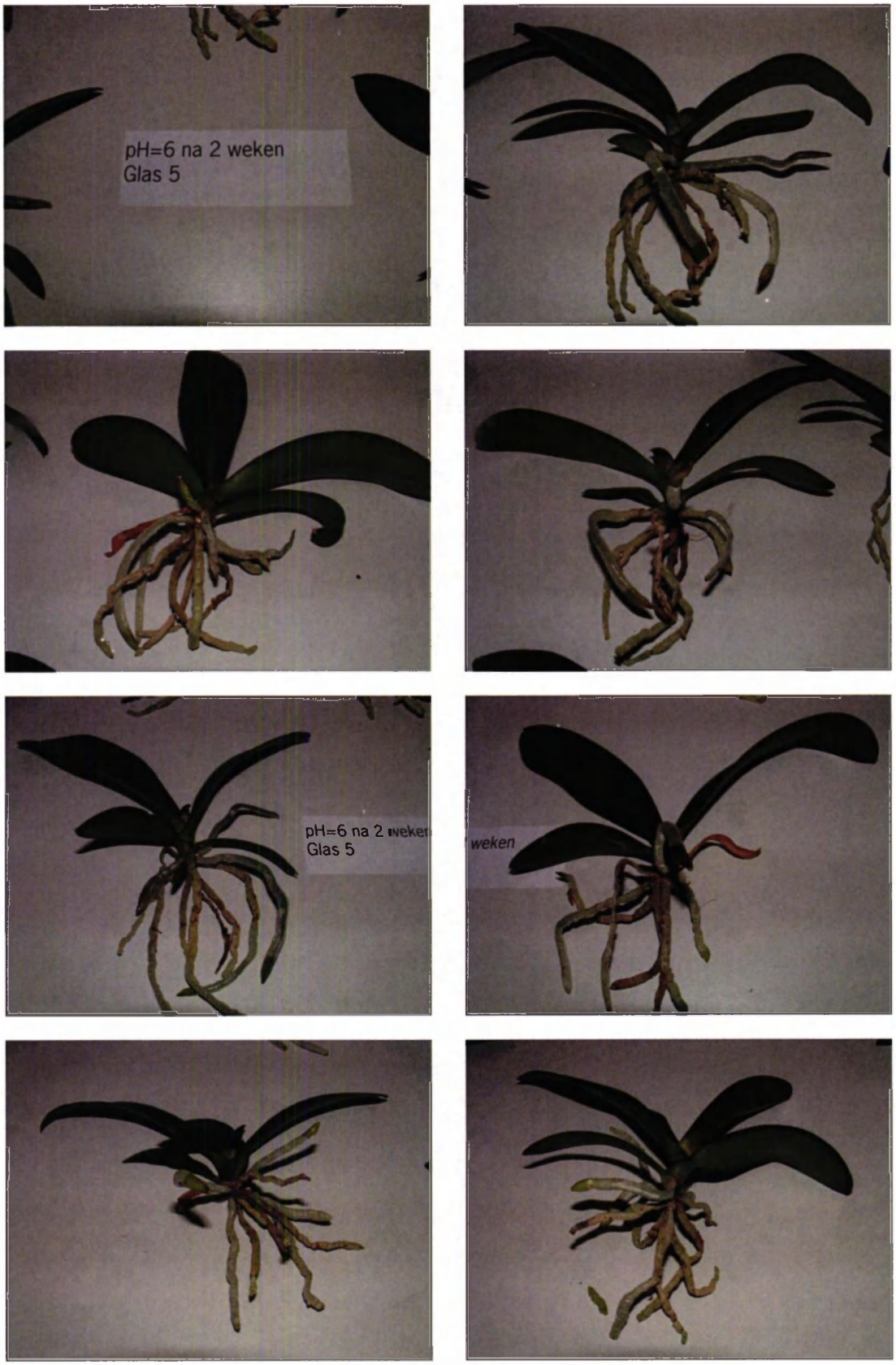
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 2 = geteeld in glas en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 3 = geteeld in glas en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 3 = geteeld in glas en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

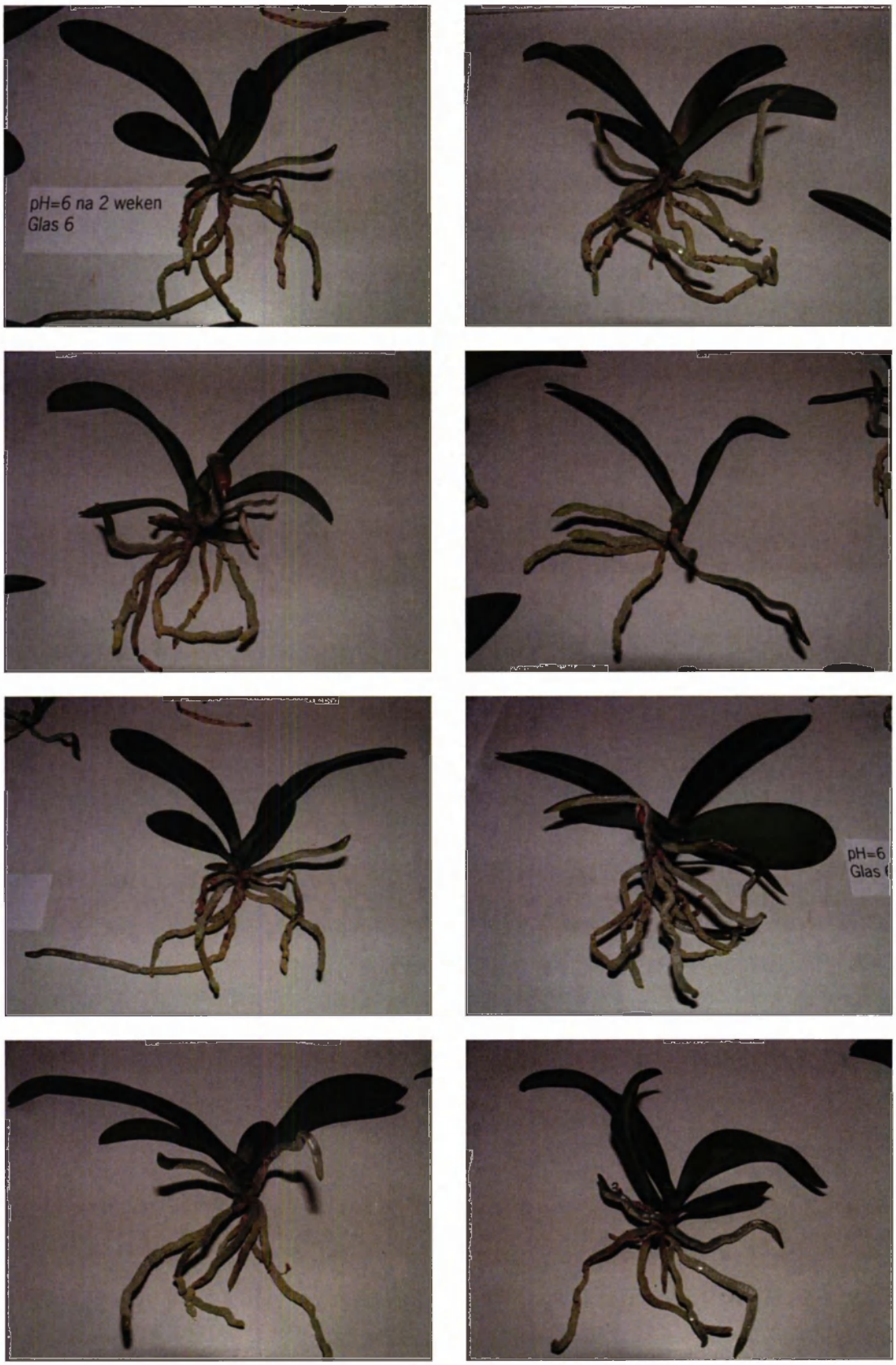


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 4 = geteeld in glas en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 5 = geteeld in glas en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 5 = geteeld in glas en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

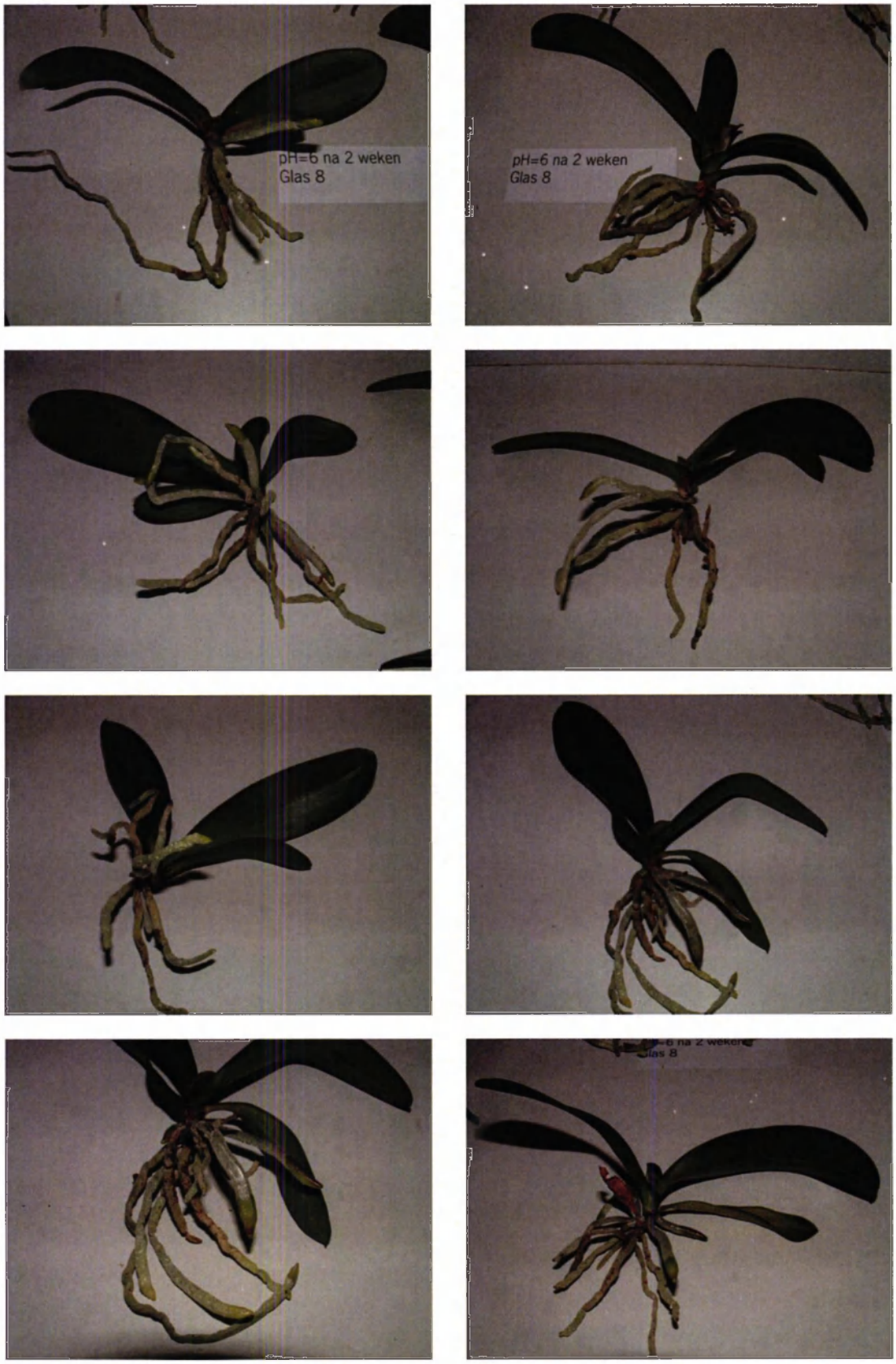


Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 6 = geteeld in glas en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 6 = geteeld in glas en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 7 = geteeld in glas en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

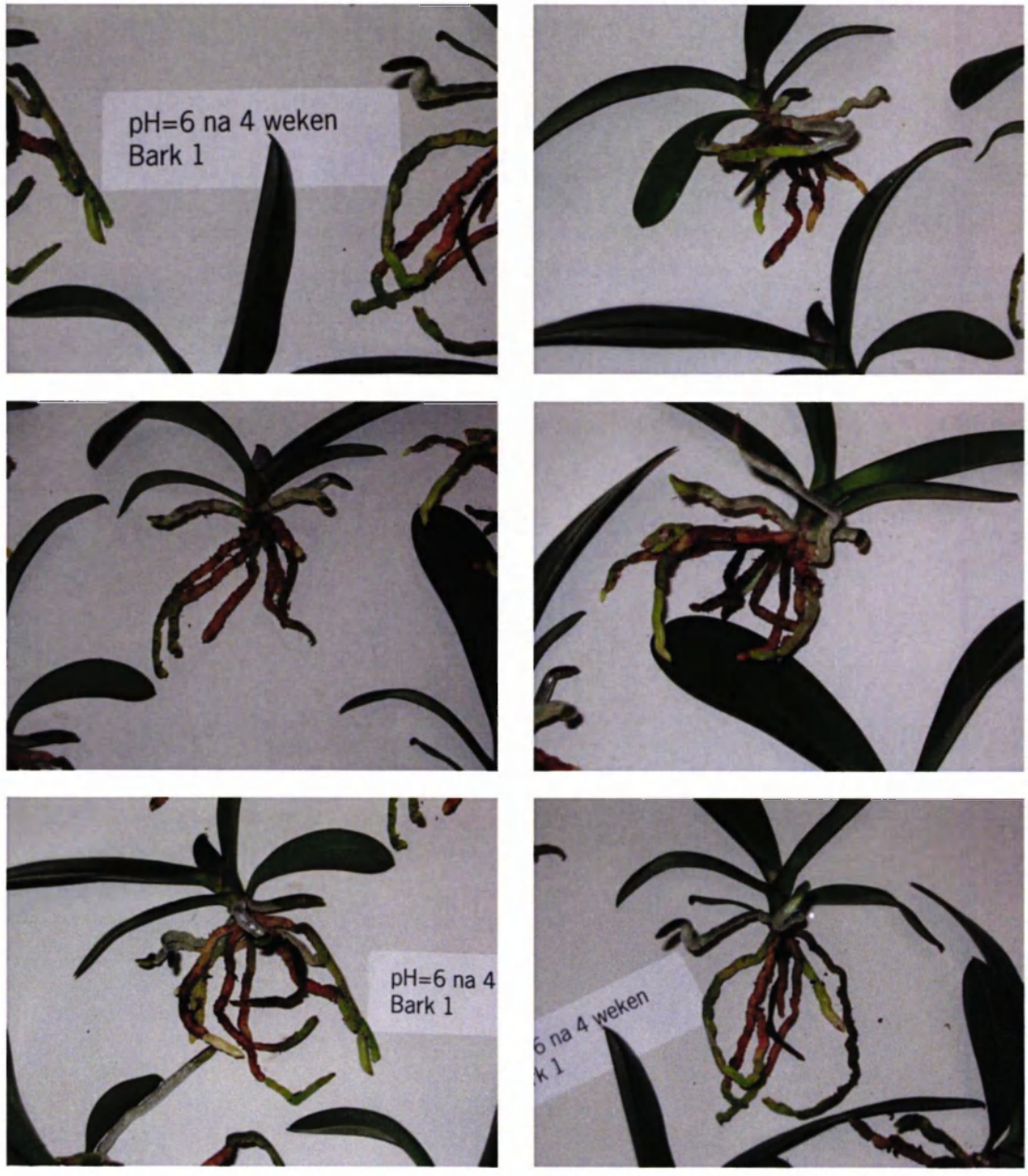
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 7 = geteeld in glas en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



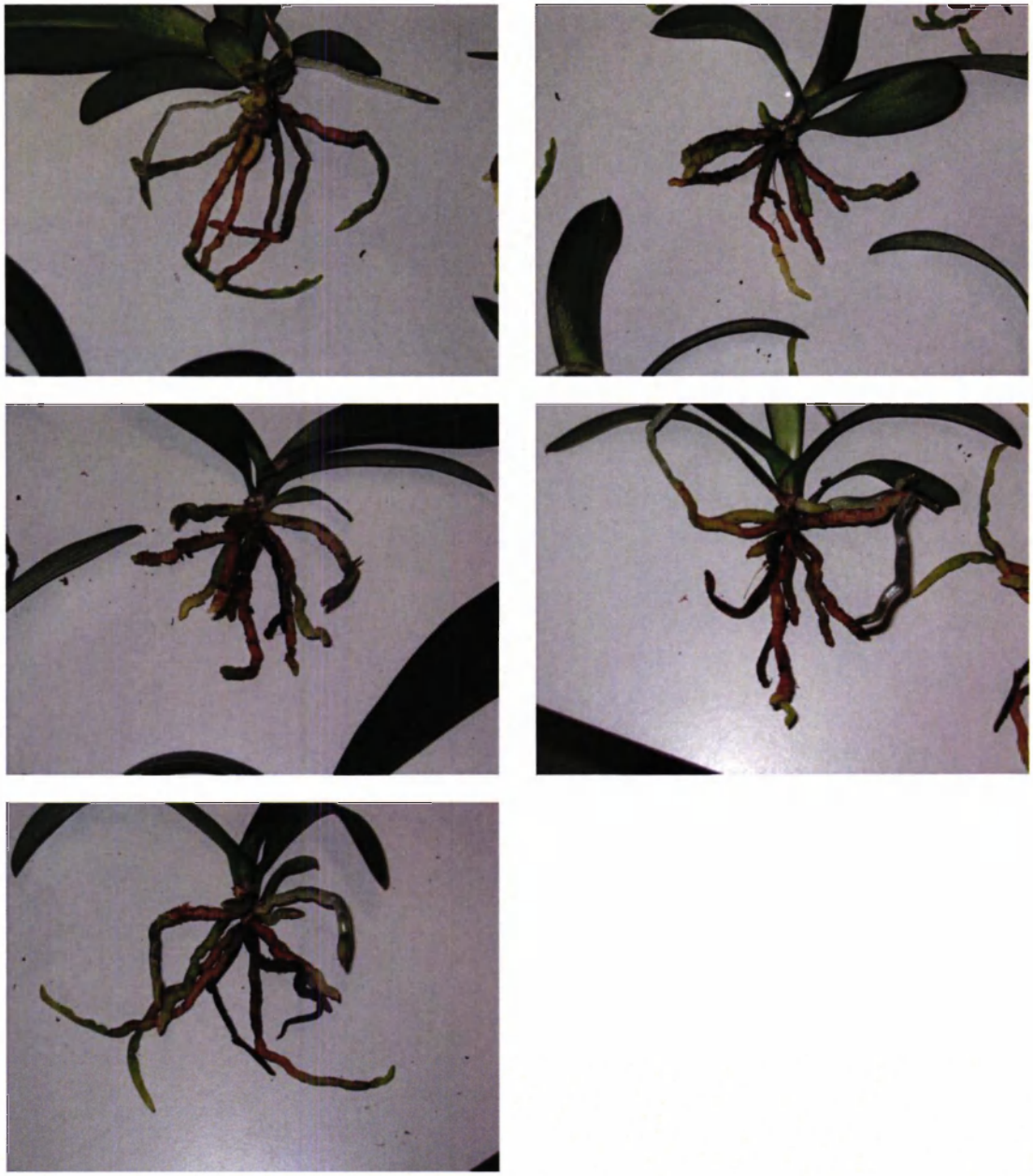
Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 8 = geteeld in glas en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 2 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 27 augustus 2007.
Glas 8 = geteeld in glas en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage XIII. Foto's pH=6 in bark na 4 weken



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 1 = geteeld in barksubstraat en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

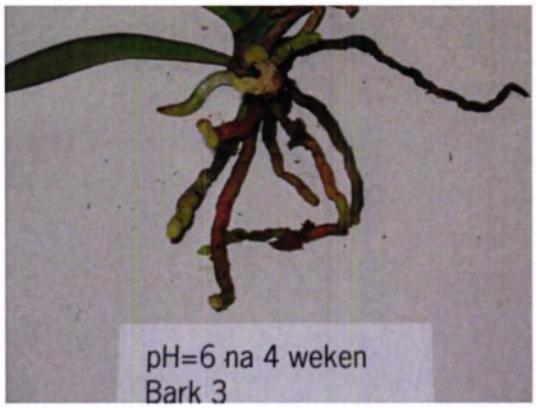


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 1 = geteeld in barksubstraat en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

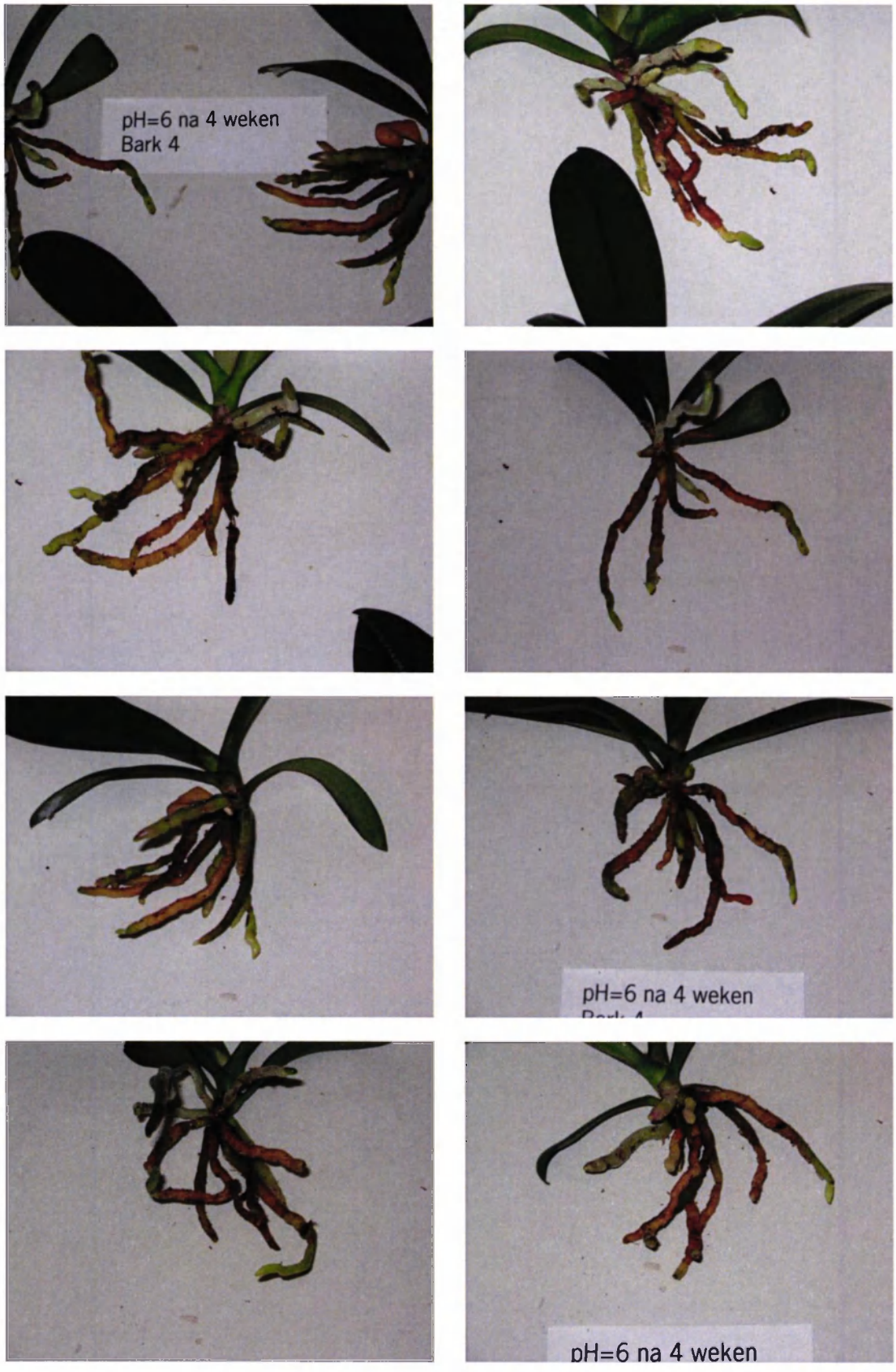
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 2 = geteeld in barksubstraat en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 2 = geteeld in barksubstraat en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 3 = geteeld in barksubstraat en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

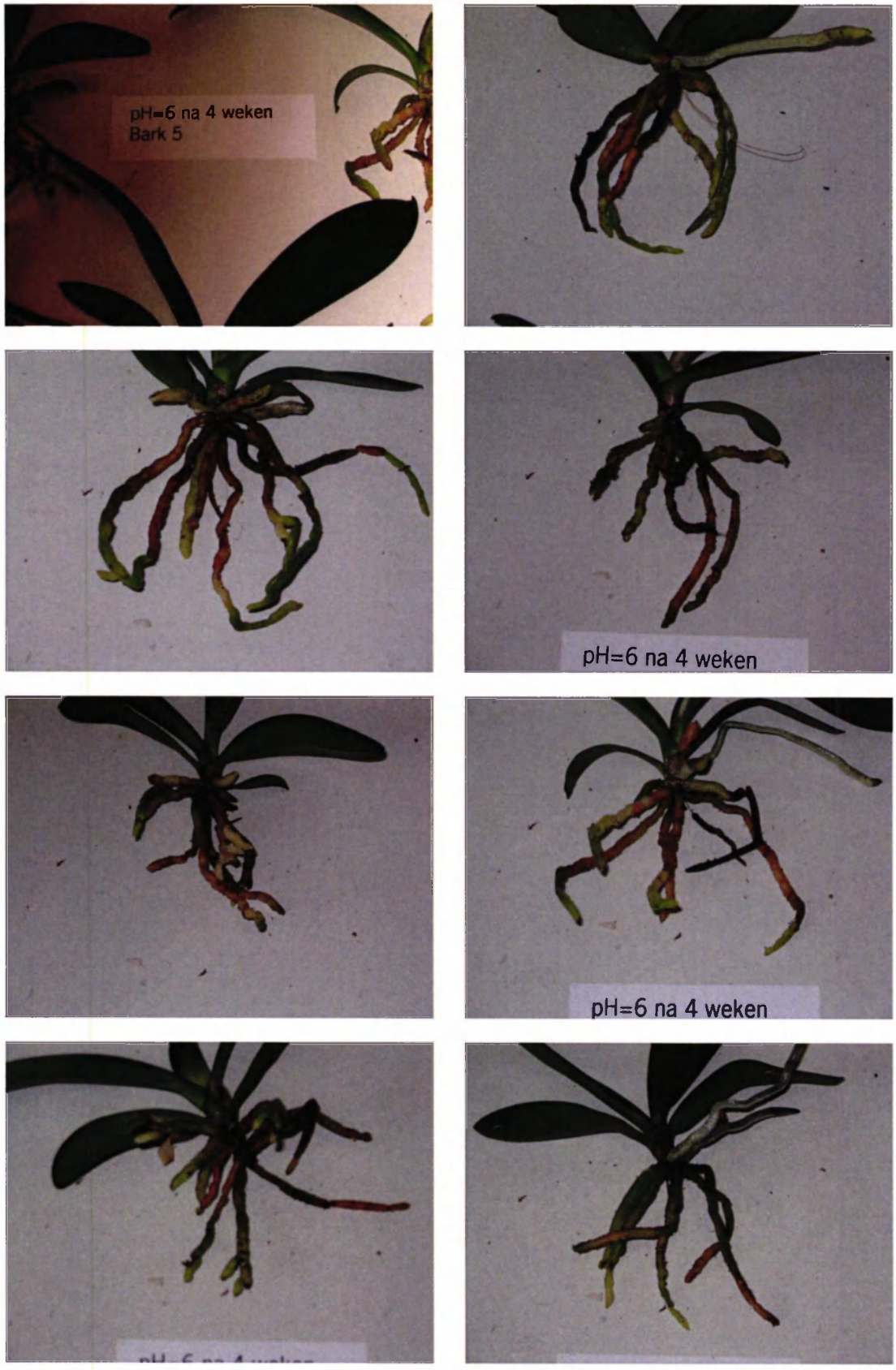


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 3 = geteeld in barksubstraat en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 4 = geteeld in barksubstraat en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 4 = geteeld in barksubstraat en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

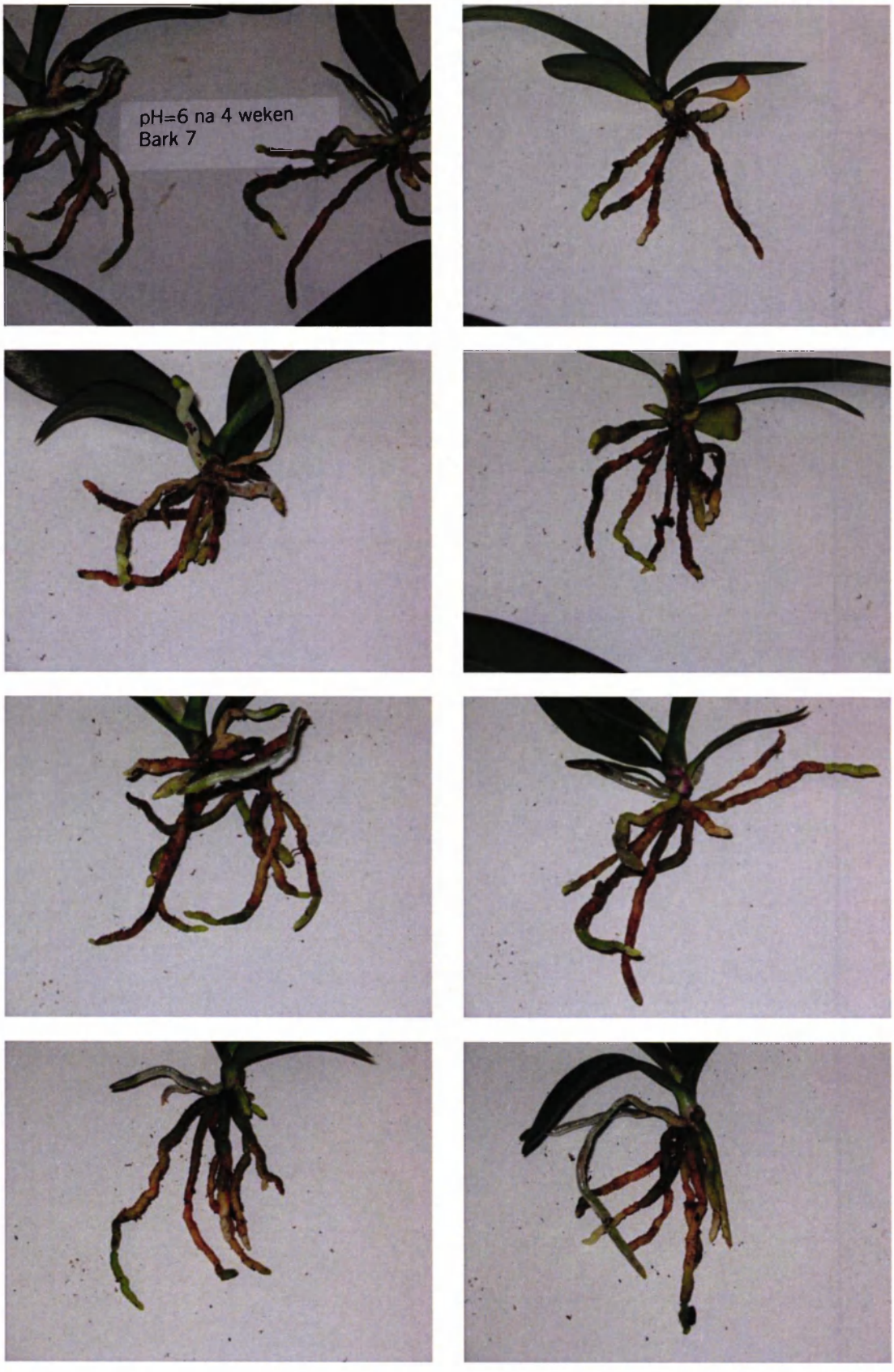


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 5 = geteeld in barksubstraat en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 5 = geteeld in barksubstraat en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 6 = geteeld in barksubstraat en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

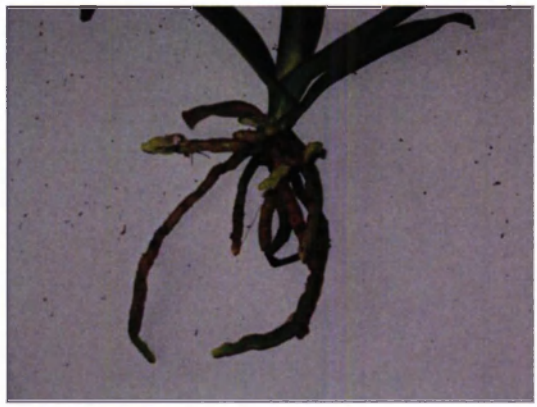
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 6 = geteeld in barksubstraat en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 7 = geteeld in barksubstraat en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 7 = geteeld in barksubstraat en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

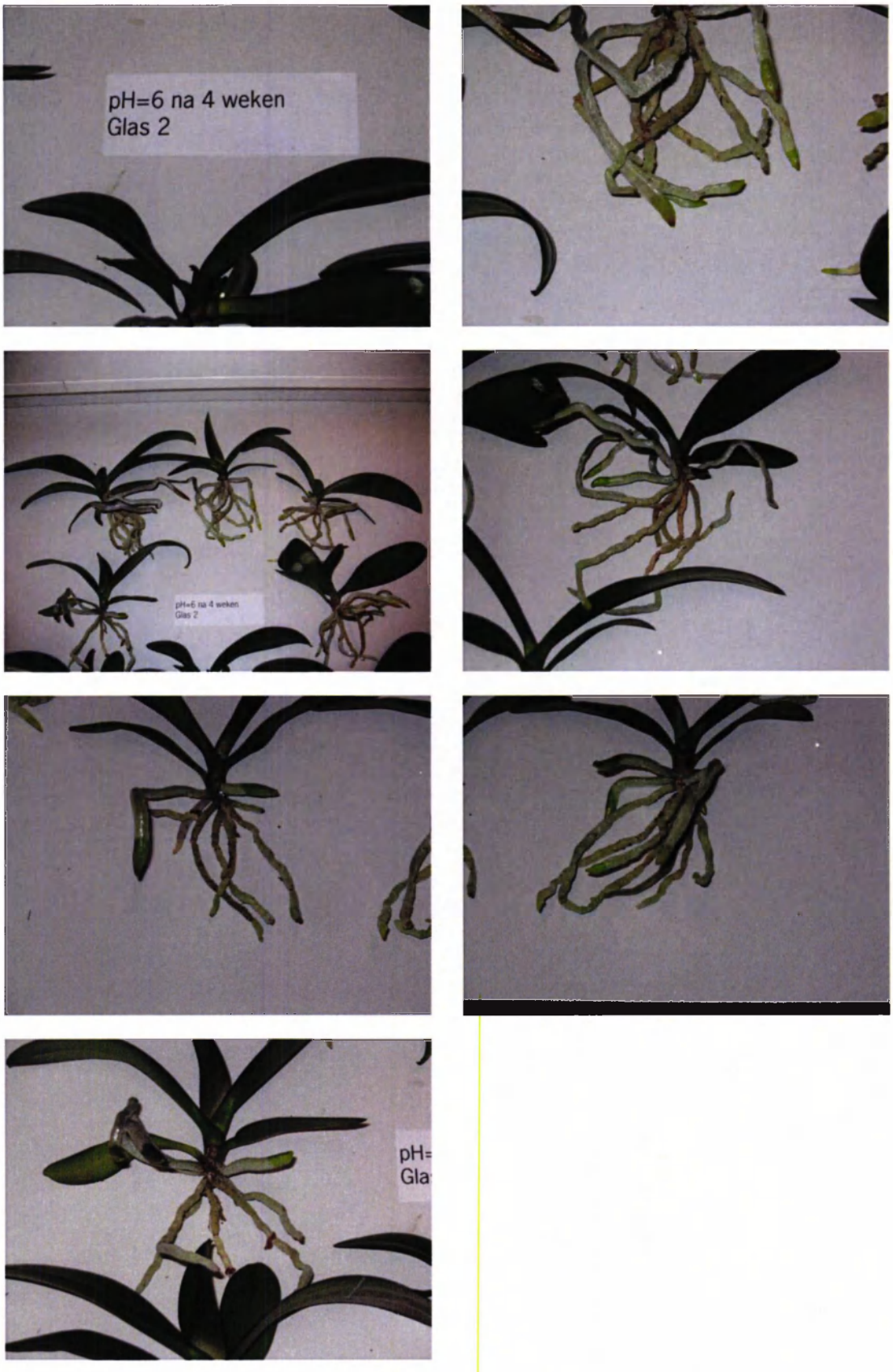
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 8 = geteeld in barksubstraat en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Bark 8 = geteeld in barksubstraat en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage XIV. Foto's pH=6 in glasparels na 4 weken

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 1 = geteeld in glasparels en 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

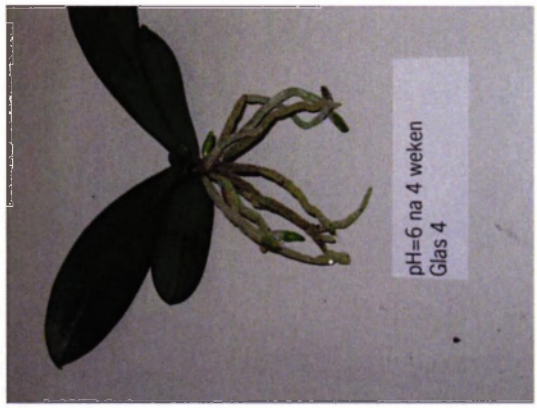


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 2 = geteeld in glasparels en 12,5 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 3 = geteeld in glasparels en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 3 = geteeld in glasparels en 25 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 4 = geteeld in glasparels en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

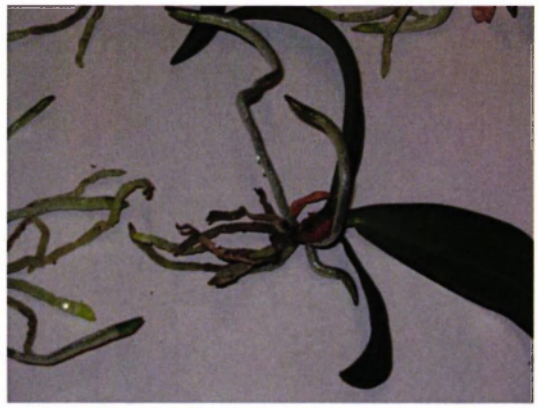


Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 4 = geteeld in glasparels en 50 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 5 = geteeld in glasparels en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 5 = geteeld in glasparels en 100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 6 = geteeld in glasparels en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.



Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 6 = geteeld in glasparels en 200 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

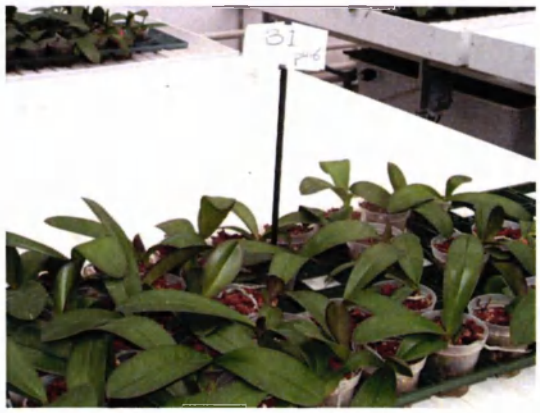
Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 7 = geteeld in glasparels en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 7 = geteeld in glasparels en 500 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 8 = geteeld in glasparels en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 10 september 2007.
Glas 8 = geteeld in glasparels en 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.
(Vervolg van vorige pagina).

Bijlage XV.
Foto's pH=6 in barksubstraat na 4 weken in kas



Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 11 september 2007.
B1 = geteeld in barksubstraat, 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 11 september 2007.
B8 = geteeld in barksubstraat, 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Bijlage XVI.
Foto's pH=6 in glasparels na 4 weken in kas

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 11 september 2007. G1 = geteeld in glasparels, 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas 4 weken na start watergift pH=6 met aluminium, 11 september 2007. G8 = geteeld in glasparels, 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Bijlage XVII.
Foto's pH=5 bark: 4 weken doorgeteeld

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas na 4 weken watergift pH=5 met aluminium in voedingsoplossing en 4 weken doorgeteeld op randtafel zonder aluminium, 11 september 2007.
B1 = geteeld in barksubstraat, 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas na 4 weken watergift pH=5 met aluminium in voedingsoplossing en 4 weken doorgeteeld op randtafel zonder aluminium, 11 september 2007.
B8 = geteeld in barksubstraat, 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Bijlage XVIII.
Foto's pH=5 glas: 4 weken doorgeteeld

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas na 4 weken watergift pH=5 met aluminium in voedingsoplossing en 4 weken doorgeteeld op randtafel zonder aluminium, 11 september 2007.
G1 = geteeld in glasparels, 0 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.

Jonge *Phalaenopsis* planten in de kas na 4 weken watergift pH=5 met aluminium in voedingsoplossing en 4 weken doorgeteeld op randtafel zonder aluminium, 11 september 2007.
G8 = geteeld in barksubstraat, 1100 µmol aluminium per liter toegevoegd aan de voedingsoplossing.