

Onderzoek Schapkwaliteit Biologische Aardappelen

Samenvattend verslag van:

- Onderzoek naar de kwaliteit in het winkelschap
- Effect van kiemremmingsproducten op het schapleven
- Effect van licht op vergroening in de retail

bioKennis
voor duurzaam ondernemen



K. van Wijk, H. Spits, PPO-AGV
J. Bastiaanssen, J. Gottschall,
Nederlandse Aardappel Organisatie
F.I. Pereira da Silva, E. Otma,
Wageningen UR Food & Biobased Research



WAGENINGEN UR
For quality of life

Nederlandse
Aardappel Organisatie

Onderzoek Schapkwaliteit Biologische Aardappelen

Samenvattend verslag van:

- Onderzoek naar de kwaliteit in het winkelschap
- Effect van kiemremmingsproducten op het schapleven
- Effect van licht op vergroening in de retail

K. van Wijk¹, H. Spits¹
J. Bastiaanssen², Jan Gottschall²
F.I. Pereira da Silva³, E. Otma³

¹Wageningen UR Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

²Nederlandse Aardappel Organisatie

³Wageningen UR Food & Biobased Research

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 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 DLO. DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten

PPO Publicatienr: 640

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door de Nederlandse Aardappelorganisatie en het Ministerie van Economische Zaken.



Ministerie van Economische Zaken

Projectnummer: 3750279300

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR, Business Unit Akkerbouw, Groene Ruimte & Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Tel. : +31 320 29 11 11
Fax : +31 320 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 ONDERZOEK NAAR DE KWALITEIT VAN BIOLOGISCHE AARDAPPELEN IN HET SCHAP IN 2014	9
2.1 Aanleiding	9
2.2 Bemonstering.....	9
2.3 Beoordeling.....	9
2.4 Resultaten.....	10
2.5 Conclusies	10
3 EFFECT VAN KIEMREMMINGSPRODUCTEN OP HET SCHAPLEVEN VAN BIOLOGISCHE AARDAPPELEN	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Materiaal en methoden.....	11
3.2.1 Bewaarplaats	11
3.2.2 Onderzoeksopzet.....	12
3.2.3 Kiemremmingsmiddelen en toepassingen	13
3.2.4 Schapleven	14
3.2.5 Waarnemingen.....	14
3.2.6 Statistiek.....	15
3.3 Resultaten.....	15
3.3.1 Uithaal 3 februari 2014	15
3.3.2 Uithaal 17 maart.....	17
3.3.3 Uithaal 28 april 2014	19
3.4 Discussie en conclusies	21
Bijlage 1 PD certificaat	22
Bijlage 2 Temperatuur verloop per cel.....	23
Bijlage 3 Foto's	24
4 HET EFFECT VAN LICHT OP BIO-AARDAPPEL VERGROENING IN DE RETAIL.....	27
Samenvatting lichtonderzoek	27
4.1 Inleiding	29
4.1.1 Achtergrond	29
4.1.2 Project Tegengaan van vergroening	29
4.1.3 Vergroening van aardappelen.....	29
4.2 Aanpak	29
4.2.1 Meetmethoden voor aardappelvergroening	29
4.2.2 Monochromatisch studie	30
4.2.3 Voorbehandeling met licht	31
4.2.4 Effect PSS op vergroening	32
4.3 Resultaten en discussie.....	34
4.3.1 Resultaten monochromatische studie	34
4.3.2 Resultaten voorbehandeling	38
4.3.3 Resultaten effect PSS op vergroening	39
4.4 Conclusies en aanbevelingen	42

Samenvatting

De kwaliteit van biologische aardappelen wordt bepaald door teelt- en bewaarfactoren, de tussenschakels, de winkelomgeving waarin de biologische aardappels terecht komen en de doorstromingsnelheid van biologische aardappels. Uit eerdere peilingen van de Nederlandse Aardappel Organisatie (NAO) en anderen blijken de belangrijkste kwaliteitsproblemen 'vergroening' en 'kiemen' te zijn.

In opdracht van de NAO Werkgroep Biologische Aardappelen is in seizoen 2013/2014 een project uitgevoerd om te komen tot kwaliteitsverbetering van biologisch geteelde aardappelen in het winkelschap. Dit project bestond uit 3 onderdelen: a) onderzoek naar de huidige kwaliteit in het winkelschap uitgevoerd door het NAO, b) onderzoek naar natuurlijke kiemremmers om spruitvorming van de aardappelen in het schap tegen te gaan, uitgevoerd door PPO-AGV en c) lichtonderzoek ter voorkoming van groenverkleuring van biologische consumptieaardappelen, uitgevoerd door Wageningen UR Food & Biobased Research.

Winkelschaponderzoek: In maart en in november 2014 is in 4 aaneensluitende weken onderzoek naar de kwaliteit van de bio aardappelen in het schap uitgevoerd. Wekelijks werden minimaal 10 monsters gekocht in verschillende winkels verspreid over diverse gebieden in Nederland. Ze werden beoordeeld op kwaliteit en sortering.

Resultaten: de meest gangbare kwaliteitsproblemen die tijdens het onderzoek aan het licht kwamen, waren: zilverschurft, uitwendige kieming, uitwendige rooibeschatiging, onderhuidse rooibeschatiging, blauwverkleuring, dierlijke beschadiging (ritnaalden) en daggroen (groenverkleuring door licht). Zilverschurft kwam op biologisch geteelde aardappelen ogenschijnlijk evenveel voor als op gangbaar geteelde aardappelen. Uitwendige rooibeschatiging kwam af en toe voor. Onderhuidse rooibeschatiging kwam in de herfst regelmatig voor als gevolg van de droge periode (herfst 2014) waarin geroid werd. Blauwverkleuring kwam regelmatig voor en kan vanaf het rooien tot in de keuken ontstaan. Dierlijke beschadiging kwam in lichte mate voor en is door strengere sortering vooraf, meer te voorkomen. Daggroen kwam regelmatig voor. Het wordt veroorzaakt door zowel zon- als kunstlicht. Een te lage omzetsnelheid in de schappen geeft meer kans op groenverkleuring; de aardappel wordt dan gedurende een te lange tijd blootgesteld aan kunstlicht.

Onderzoek kiemremmers: In het bewaar seizoen 2013/2014 zijn, naast onbehandeld, 3 kiemremmers van natuurlijke herkomst toegepast in de bewaring bij 4 rassen biologische aardappelrassen. Vervolgens is in de tweede helft van het bewaar seizoen op drie uitschuurtijdstippen het schapleven van de behandelde rassen onderzocht naar het effect van kiemingremming. Twee kiemremmers waren nog onder code en zijn aangeduid met T en S.

Resultaten: Samenvattend kan geconcludeerd worden dat verschil in schapleven (vers kiemgewicht en langste kiem) tussen de partijen welke tijdens de bewaring zijn behandeld met de verschillende kiemremmers (T, S en BIOX-M) *niet* aanwezig was. Er is zelfs een (zeer) kleine tendens dat het schapleven van de onbehandelde aardappelen beter was dan het schapleven van de behandelde aardappelen. Bij alle testen van het schapleven waren er geen noemenswaardige verschillen in de hoeveelheid kiem tussen de behandelingen. Wel werden er verschillen tussen de rassen waargenomen, los van de behandelingen.

Lichtonderzoek tegen vergroening in het schap: Om de hoeveelheid vergroening in consumptieaardappelen te verminderen is een onderzoek in 3 stappen uitgevoerd. Eerst is onderzocht in welke mate specifieke monochromatische golflengtes bijdragen aan de groenverkleuring (chlorofylvorming). In tweede instantie is de potentie van een voorbehandeling van 12 uren met UV-B of far-red licht verkend. Ten slotte is, op basis van de behaalde resultaten, onderzocht welke combinatie van lichtbronnen de vergroening kan beperken. In deze stap zijn 2 aardappelpartijen getest: pas geoogste biologische Nicola en bewaarde Biogold. De vergroening is visueel beoordeeld en ook is het chlorofyl spectroscopisch gemeten. Ter vergelijking zijn twee type witte lampen (LED of SON) in het onderzoek opgenomen.

Resultaten: a) In het monochromatisch onderzoek gaven far-red lampen consistent de laagste hoeveelheid

vergroening. Far-red is niet zichtbaar voor de mens. Toepassing van far-red in de retail moet altijd in combinatie met andere (zichtbare) lichtbronnen plaatsvinden; b) een voorbehandeling van 12 uren met UV-B of far-red licht, gaf geen vertraging van de latere groenverkleuring in het schap onder licht; c) bij combinatie van lichtbronnen is de gemeten vergroening lager bij de aardappelen behandeld met hoger far-red licht ($96.9 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) gecombineerd met rood licht ($10 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s} = 500 \text{ lux}$) dan bij andere combinaties van far-red en rood licht. Het verlaging is niet betrouwbaar, maar de mindere vergroening trad wel op bij beide geteste partijen en bij alle meetmomenten. Bij de Biogold partij trad een trend op dat, hoe meer far-red licht wordt toegevoegd aan het rode licht, hoe minder chlorofyl er werd geproduceerd. Deze trend was niet duidelijk te zien bij de Nicola partij. Wel is bij deze partij de laagste hoeveelheid vergroening gemeten bij de hoogste hoeveelheid far-red licht, gelijk als bij de Biogold partij.

Dit lichtonderzoek biedt aanknopingspunten voor verder onderzoek naar vermindering van vergroening in het schap. Op basis van deze resultaten is het waardevol om het gebruik van far-red licht gecombineerd met een witte lamp te toetsen. Hierbij kan het spectrum van het witte licht worden aangepast zodat het minder rood licht bevat. Er zijn meerdere lichtrecepturen mogelijk die in de praktijk haalbaar zijn.

Verder werd ook hier geconcludeerd dat er grote verschillen zijn in vergroening tussen aardappelpartijen, rassen en herkomsten. De uiteindelijke productkwaliteit is, zoals bij alle AGF producten, het resultaat van het samenspel tussen begin productkwaliteit en ketencondities.

Tenslotte is de verwachting dat het effect van licht op vergroening onderzocht in deze studie ook zal gelden bij gangbare aardappelen. Een vervolgonderzoek zou daarom zich niet alleen op biologische aardappelen moeten richten. Hiermee is de impact op derving veel groter en kan de hele sector profiteren van een verbeterde productkwaliteit.

1 Inleiding

De kwaliteit van biologische aardappelen wordt bepaald door teelt- en bewaarfactoren, de tussenschakels, de winkelomgeving waarin de biologische aardappels terecht komen en door de doorstromingsnelheid van biologische aardappels. Uit eerdere peilingen van de Nederlandse Aardappel Organisatie (NAO) en anderen blijken de belangrijkste kwaliteitsproblemen 'vergroening' en 'kiemen' te zijn. Daarnaast zijn er nog vele andere aspecten van belang.

In opdracht van de NAO Werkgroep Biologische Aardappelen is in seizoen 2013/2014 onderzoek verricht naar kwaliteit van de biologisch geteelde aardappelen. Het doel van het onderzoek was om te komen tot kwaliteitsverbetering van de aardappelen in het winkelschap. Daarbinnen zijn 3 deelprojecten uitgevoerd:

- a) onderzoek naar de huidige kwaliteit in het winkelschap; daartoe zijn door de NAO Buitendienst monsters onderzocht van biologische aardappelen uit supermarkten en natuurvoedingswinkels,
- b) onderzoek naar kiemremmingsmiddelen om spruitvorming van de aardappelen in het schap tegen te gaan, uitgevoerd door PPO-AGV,
- c) lichtonderzoek ter voorkoming van groenverkleuring van biologische consumptieaardappelen, uitgevoerd door Wageningen UR Food & Biobased Research.

De NAO Werkgroep Biologische Aardappelen heeft intensief bijgedragen in de opzet, begeleiding en beoordeling van het onderzoek. Daarnaast heeft zij gezorgd voor de levering van aardappelmonsters, nodig voor uitvoering van het onderzoek. Deze actieve bijdrage heeft geleid tot een soepele en praktische uitvoering van het onderzoek. Phillips heeft bij het lichtonderzoek technisch advies gegeven en de lampen voor het onderzoek geleverd. Het project is geleid door PPO-AGV in nauwe samenwerking met Arend Zeelenberg, extern projectleider.

In dit eindrapport zijn de verslagen van de 3 deelprojecten, zoals die door de verschillende onderzoekers zijn aangeleverd, samengevoegd. Daarbij is inhoud en de indeling van de verslagen integraal gehandhaafd; alleen de vormgeving is uniform gemaakt.

2 Onderzoek naar de kwaliteit van biologische aardappelen in het schap in 2014

Uitgevoerd door J. Bastiaanssen, NAO in opdracht van de NAO Werkgroep Biologische Aardappelen

2.1 Aanleiding

In opdracht van de NAO Werkgroep Biologische Aardappelen is in 2014 onderzoek verricht naar kwaliteit van de biologisch geteelde aardappelen. Doel van het onderzoek is om te komen tot kwaliteitsverbetering van de aardappelen in het winkelschap. De deelprojecten betroffen onderzoek naar kiemremmingmiddelen en lichtonderzoek ter voorkoming van groenverkleuring van biologische consumptieaardappelen, en onderzoek naar de kwaliteit in het winkelschap. De NAO Buitendienst heeft daartoe monsters genomen van biologische aardappelen in supermarkten en natuurvoedingswinkels.

2.2 Bemonstering

Gedurende 4 aaneensluitende weken is zowel in maart als in november 2014 een onderzoek naar de kwaliteit van de bio aardappelen in de schappen uitgevoerd. Per week werden minimaal 10 monsters gekocht, verspreid over diverse gebieden in Nederland; het totaal van de monsters was per periode 40 stuks. Alle 10 zakjes werden wekelijks op dezelfde dag aangekocht.

Om consumptief gedrag zoveel mogelijk na te bootsen werden de monsters (winkelzakjes) steeds van bovenaf genomen, dus geen zakken uit de 2e of volgende laag getrokken. Per winkel zijn niet meer dan 2 verschillende monsters verzameld, dit om zoveel mogelijk inpakkers/rassen/winkels per keer bij het onderzoek te betrekken. Indien mogelijk werd per winkel zowel vastkokende als kruimige aardappelen verzameld. Op inhoudsgewicht werd niet geselecteerd, m.a.w. er werden zowel 1- 1,5 - 2 en 3 kilogram-zakken aangekocht.

2.3 Beoordeling

Alle monsters werden steeds op dezelfde dag beoordeeld. De monsters zijn beoordeeld conform de NAO keuringsreglementen ter beoordeling van aardappelwinkelmonsters m.u.v. uitwendige kieming (NAO-norm 2 cm lengte toegestaan, bio 0,2-0,5 cm lengte) en zilverschurft (geen NAO-norm, bio-norm 1/3 knoloppervlak aangetast). De locatie van beoordeling met daarbij aanwezige apparatuur (geijkt) was steeds dezelfde. Na het gewicht, maatsortering en aantal knollen te hebben bepaald zijn alle monsters eerst beoordeeld op uitwendige kieming en zilverschurft. Vervolgens is 60-70% van de schil verwijderd middels een messenschilmachine. Het totale monster is uitwendig beoordeeld en tevens zijn alle knollen op grootste snijvlak doorgesneden om inwendig beoordeeld te worden;

2.4 Resultaten

De meest gangbare kwaliteitsproblemen die tijdens het schap onderzoek aan het licht kwamen waren:

- Zilverschurft
- Uitwendige kieming
- Uitwendige rooibeschatiging
- Onderhuidse rooibeschatiging
- Blauwverkleuring
- Dierlijke beschadiging (ritnaaldenvreterij)
- Daggroen

Zilverschurft kwam op biologisch geteelde aardappelen ogenschijnlijk evenveel voor als op gangbaar geteelde aardappelen.

Uitwendige kieming kwam regelmatig voor, mede omdat geen chemische kiemremmers mogen worden toegepast is dit een deel van dit onderzoeksproject geworden.

Uitwendige rooibeschatiging kwam af en toe voor en is een kwestie van zorgvuldiger rooien en partijen vooraf selecteren op geschiktheid voor winkels; daarnaast goed nalezen alvorens ze ingepakt worden.

Onderhuidse rooibeschatiging kwam in de herfst regelmatig voor vanwege de droge periode (herfst 2014) waarin geroid werd; het nat maken van de grond en zorgvuldig afstellen van rooimachine kan dit enigszins voorkomen.

Blauwverkleuring kwam regelmatig voor; kan vanaf het rooien tot in de keuken van de consument ontstaan; door het zorgvuldig omgaan met aardappelen kan men een hoop voorkomen.

Dierlijke beschadiging kwam in lichte mate voor en is door strengere partij selectie vooraf misschien meer te voorkomen.

Daggroen, ook onderdeel van dit onderzoeksproject, kwam regelmatig voor; het wordt veroorzaakt door zowel zon- als kunstlicht; een te lage omzetsnelheid in de schappen kan daarnaast leiden tot groenverkleuring van de aardappel. De aardappel wordt dan namelijk gedurende een te lange tijd blootgesteld aan kunstlicht.

2.5 Conclusies

- Naast de reeds eerder genoemde onderzoeken is het voor zowel de teler als de kleinverpakker van biologisch geteelde aardappelen een zaak om alert te blijven op selectie van partijen aardappelen welke als eindbestemming winkelschappen krijgen.

- De verkoopketen kan op haar beurt ook een steentje bijdragen door regelmatig aardappelen in de schappen te controleren op o.a. natrot, kieming en daggroen; het gebeurt nog steeds te vaak dat de consument tegen een zakje aanloopt die voor hem onaantrekkelijk is; dit vanwege visuele uitwendige problemen.

3 Effect van kiemremmingsproducten op het schapleven van biologische aardappelen

Uitgevoerd door H. G. Spits, PPO AGV

3.1 Inleiding

De kwaliteit van biologische aardappelen in het winkelschap zijn afhankelijk van de kwaliteit van de geteelde en bewaarde aardappelen en rassen, de tussenschakels, de supermarktomgeving waarin de biologische aardappels terecht komen en de lagere doorstromingsnelheid van biologische aardappels. Uit peilingen van de NAO en anderen blijken de belangrijkste aspecten van een kwaliteitsproblemen 'vergroening' en 'kiemen' te zijn.

In dit rapport wordt het onderzoek beschreven waarin onderzocht is of kiemremmingsmiddelen (van biologische aard of met een "groen" profiel) toegepast in de bewaring, invloed hebben op de spruitvorming van biologische aardappelen in het schap.

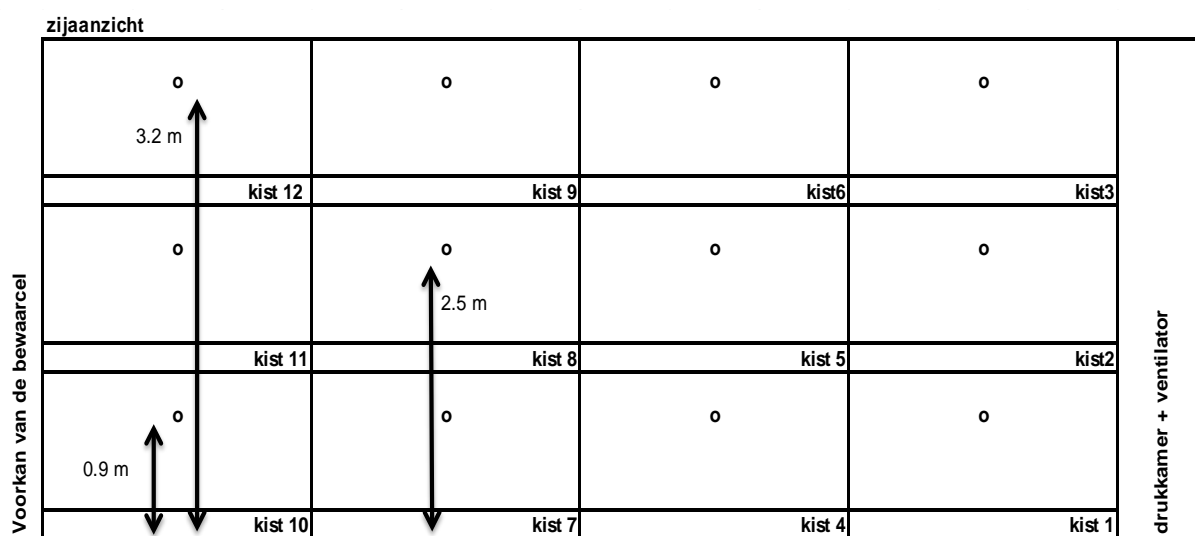
Het in dit rapport beschreven onderzoek maakt deel uit van een groot Publiek-Private Samenwerking (PPS). De Nederlandse Aardappel Organisatie (NAO) neemt deel aan deze PPS. De NAO Werkgroep Biologische Aardappelen was klankbordgroep voor dit onderzoek.

3.2 Materiaal en methoden

3.2.1 Bewaarplaats

Het onderzoek is uitgevoerd in de bewaarfaciliteiten van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving in Lelystad. Deze bewaarfaciliteit bestaat uit 6 bewaarcellen. Deze cellen zijn ingericht als kistenbewaring. Elke bewaarcel heeft een capaciteit van 24 tonskisten (1.15 m * 1.15 m * 1.15 m) en de kisten staan in twee rijen van vier kisten lang en drie kisten hoog. Voor dit experiment is gebruik gemaakt van 4 bewaarcellen en per cel van één rij kisten van 4*3 kisten. De tweede rij met kisten bleef leeg en er stroomde geen lucht door deze kisten.

Het ventilatiesysteem in deze bewaarcellen is bekend al een blaassysteem en wordt aangestuurd door een bewaarcomputer van SERCOM B.V. (Lisse, The Netherlands). De ventilatie en koeling gebeurt met buitenlucht en indien de buitentemperatuur niet voldoet aan de criteria dan wordt de mechanische koeling ingeschakeld. De bewaartemperatuur werd ingesteld op 4 °C. De ventilatie capaciteit is ingesteld op 100m³ lucht per m² aardappelen per uur.



Figuur 1. Schematische weergave van de monsterverdeling (o = monsters) binnen een bewaarcel.

3.2.2 Onderzoeksopzet

Het doel van het onderzoek was niet om het effect van kiemremmers op de kieming in de bewaarcel te onderzoeken, maar om het effect van kiemremmers op de kieming van aardappelen in het (winkel) schap te onderzoeken. De onderzoeksopzet en de beoordelingscriteria zijn bepaald in samenspraak met de NAO Werkgroep Biologische aardappelen.

De bewaarkisten werden los gevuld met aardappelen van het ras Melody (niet biologisch). Tijdens het vullen van de kisten zijn per kist 4 monsters (1 zakje van het biologisch geteelde rassen Agria, Biogold, Vitabella en Ditta) 20 centimeter boven het midden in de kist geplaatst (o in Figuur 1). De monsters zijn verpakt in ruimtelijk netzakjes waardoor de lucht goed kan stromen. Elk monster had een gewicht van ongeveer 6 kg. De gebruikte rassen zijn weergegeven in tabel 1. Na de oogst bij de biologische teler zijn de aardappelen naar Lelystad getransporteerd en tot aan het inschuren opgeslagen bij 14°C. Op de partijen Agria en Ditta was nogal wat *Rhizoctonia solani* (lakschurft) aanwezig.

Tabel 1. Gebruikte rassen in het onderzoek naar verbetering van het schapleven van biologisch geteelde aardappelen.

ras	kiemrust ¹	productie	oogst
Agria	lang	Flevoland	august-september 2013
Biogold	middenlang	Flevoland	august-september 2013
Vitabella	lang	Zuid-westen	august-september 2013
Ditta	middenlang tot lang	Flevoland	august-september 2013

¹bron: www.nivaa.nl

De rassen zijn zo gekozen dat deze een representatief weerspiegeling geeft van de biologische aardappelen welke lang (kunnen) worden bewaard. Het was geen doel van het onderzoek om rassen onderling te gaan vergelijken.

Het inschuren werd uitgevoerd op 4 oktober 2014. De monsters zijn in de kisten gelegd tijdens het vullen van de kisten. Nadat de kisten in de bewaarplaats zijn geplaatst, werden de aardappelen gedroogd. Nadat de aardappelen droog waren zijn deze gekoeld naar 4 °C (0,3°C per dag).

Gedurende het bewaarperiode zijn er op drie momenten monsters uit de kisten gehaald en getest op schapleven. De uithaal moment waren 3 februari 2014, 17 maart 2014 en 28 april 2014. Tijdens ieder uithaalmoment zijn uit vier kisten alle monsters gehaald en gebruikt voor de test van het schapleven. Nadat de monsters uit de kisten zijn gehaald zijn deze weer afgevuld met aardappelen. Dit om de luchtstroom zo min mogelijk te beïnvloeden.

3.2.3 Kiemremmingsmiddelen en toepassingen

De gebruikte kiemremmingsmiddelen en de toepassingstechniek zijn weergegeven in Tabel 2. De gebruikte middelen zijn gekozen uit een "longlist" in samenspraak met de fabrikanten van de middelen. Niet alle fabrikanten van middelen wilde (al) meedoen in het onderzoek.

De toepassingen zijn weergegeven in

Tabel 3 en Tabel 4. De toepassing van de kiemremmingsmiddelen vallen binnen het (verwachte) etiket van het middel en zijn besproken (en goedgekeurd) met de toelatingshouder van het middel. Middel T en middel S zijn in Nederland niet toegelaten in de bewaring van consumptieaardappelen.

Middel T en BIOX-M werden toegepast met een cyclomatic (koude verneveling). De cyclomatic hing aan het plafond van de bewaarcel en blies het product in de luchtstroom. Middel S werd toegepast met een Burgess fogger (heet verneveling). De Burgess fogger stond op 1,40 m. hoogte in de bewaarcel en blies het product in de luchtstroom.

Voorafgaand aan iedere toepassing werd er 5 minuten intern geventileerd (luchtstroom op gang brengen). Tijdens de toepassing werd er continue intern geventileerd. Na de toepassing werd er nog 20 minuten intern geventileerd. Na de interne ventilatie werd de bewaarcel gesloten en was er gedurende 18-24 uur geen interne of externe ventilatie mogelijk.

Op 29 januari en 12 maart was er geen wekelijkse toepassing. Dit was de week voordat er aardappels uitgeschuurd werden. Dit werd uitgevoerd omdat op het (verwachte) etiket van het kiemremmingsmiddel een wachttijd (tijd tussen laatste toepassing en in de handel brengen van het behandelde product) van 10 of 14 dagen zal staan.

Tabel 2. **Gebruikte kiemremmingsmiddelen in het onderzoek naar verbetering van het schapleven van biologische geteelde aardappelen**

product	werkzame stof	toepassing	bewaarcel
onbehandeld	-	-	23
Middel S	-	Burgess fogger	11
Middel T	-	Cyclomatic	13
Biox-M	groenemunt olie (100%)	Cyclomatic	10

Tabel 3. **Doseringen (ml/ton) van de kiemremmingsmiddelen per toepassing in 2013.**

datum behandeling	15-10	22-10	29-10	6-11	13-11	20-11	27-11	4-12	11-12	18-12	24-12 ¹	31-12 ¹
BIOX-M	45			45	10	10	10	10	10	10	10	10
Middel T	30	30	25	25	20	20	15	15	15	15	15	15
Middel S	20						20					

¹) Toepassing één dag eerder i.v.m. feestdagen.

Tabel 4. **Doseringen (ml/ton) van de kiemremmingsmiddelen per toepassing in 2014.**

datum behandeling	8-1	15-1	22-1	29-1	5-2	12-2	19-2	26-2	5-3	12-3	19-3	26-3	2-4	9-4	16-4
BIOX-M	10	10	40	-	10	10	10	10	40	-	10	10	10	10	40
Middel T	15	15	30	-	15	15	15	15	30	-	15	15	15	15	30
Middel S	10			-			10			-			10		

3.2.4 Schapleven

Na het uitschuren van de monsters (vier bewaarmonsters per ras en bewaarcel) is de test van het schapleven ingezet. Alvorens de aardappels op schapleven zijn geplaatst, zijn mengmonsters gemaakt van de vier bewaarmonsters. Dit om fractionele verschillen van de bewaring de test van het schapleven niet nadelig te laten beïnvloeden. Er zijn vier mengmonsters gemaakt van de 4 bewaarmonsters. De 4 mengmonsters zijn gewassen, gedroogd en verpakt in plastic zakjes (5% geperforeerd). De zakjes zijn geplaatst op karren in een klimaatcel (18°C) voor een periode van 14 of 21 dagen (Figuur 2). Tijdens deze periode waren TL-lampen (Philips colour code 930) aan voor een periode van 15 uur per dag. Na 14 of 21 dagen zijn twee monsters per ras en bewaarcel beoordeeld (paragraaf 2.4).



Figuur 2. **Opstelling op het schapleven van biologisch geteelde aardappelen te testen.**

3.2.5 Waarnemingen

3.2.5.1 **Kiem gewicht**

De knollen zijn afgekiemd en het gewicht van de kiemen en de knollen is bepaald. Het kiemgewicht per kg knollen is berekend.

$$\text{Kiemgewicht (g/kg)} = \text{kiemgewicht per monster (g)} / \text{gewicht knollen (kg)}$$

3.2.5.2 **Langste kiem**

Een schatting (mm) van de langste kiem per knol (van 10 knollen) is uitgevoerd. Daarna is het gemiddelde berekend.

3.2.5.3 **Knollen zonder kiem**

Het aantal knollen zonder kiem is geteld. Kiemen korter dan (<1 mm "witte puntjes") wordt niet als kiem beoordeeld.

3.2.5.4 **Schilkwaliteit**

Schilkwaliteit (*R. solani* (Rhizoctonia; lakschurft) en *H. solani* (zilverschurft)) werd bepaald door per ziekte een cijfer te geven van 0 tot 5 (0 = weinig symptomen - 5 = veel symptomen).

3.2.5.5 Groenverkleuring

Groenverkleuring van de schil is bepaald door cijfer te geven voor de mate van verkleuring van 0 tot 5 (0; geen verkleuring – 5 veel verkleuring).

3.2.6 Statistiek

De behandelingen werden niet uitgevoerd in herhalingen. Daarom is het niet mogelijk om een statistische analyse uit te voeren om de behandelingen (kiemremmingmiddelen) te toetsen

3.3 Resultaten

3.3.1 Uithaal 3 februari 2014

Per abuis is 1 mengmonster per ras en bewaarcel gemaakt.

3.3.1.1 Kiem gewicht

Het kiemgewicht van de aardappelen is weergegeven in Tabel 5. De toegepaste kiemremmingmiddelen hebben geen effect op het kiemgewicht na 14 of 21 dagen schapleven. Er lijkt een tendens te zijn dat het kiemgewicht bij toepassing van kiemremmingmiddelen iets hoger is als bij onbehandeld.

Tabel 5. **Kiemgewicht (g/kg) na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	dagen	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
		14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld		0.6	2.1	0.6	4.1	1.1	2.3	1.0	2.8
Biox-M		0.9	2.9	0.5	4.3	1.2	3.3	1.1	3.0
Middel S		0.9	2.4	0.7	4.3	1.3	3.1	1.1	3.5
Middel T		0.8	2.8	0.6	3.5	0.9	2.9	1.3	2.8

3.3.1.2 Gemiddeld langste kiem

De gemiddeld langste kiem van de aardappelen is weergegeven in Tabel 6. Alleen bij het ras Agria lijkt het toepassen van kiemremmingmiddelen tot een korte kiem te leiden na 14 of 21 dagen schapleven. Verschil tussen de kiemremmingmiddelen lijkt niet aanwezig te zijn.

Tabel 6. **Langste kiem (gemiddelde van 10 knollen; mm) na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras**

scenario	dagen	Agria		Biogold		Ditta		Vla	
		14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld		9.9	14.7	4.8	9.2	4.6	6.2	5.4	7.3
Biox-M		5.7	9.5	5.0	8.5	6.2	6.6	6.2	9.0
Middel S		6.1	7.4	6.5	9.7	5.5	8.6	5.8	6.9
Middel T		5.5	8.4	4.1	9.4	6.0	7.8	6.1	7.3

3.3.1.3 Knollen zonder kiem

Het percentage knollen zonder kiem is weergegeven in Tabel 7. Het percentage knollen zonder kiem is bij de alle kiemremmersmiddelen en rassen heel laag en verschillen tussen de kiemremmersmiddelen zijn niet aanwezig.

Tabel 7. **Percentage knollen zonder kiem na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	dagen	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
		14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld		0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0
Biox-M		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Middel S		4.8	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Middel T		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3.3.1.4 Schilkwaliteit

De bezetting van de schil door *R. solani* (rhizoctonia) is weergegeven in Tabel 8. Het ontstaan van *R. solani* op de schil vindt plaats in de teelt. Er zijn rasverschillen aanwezig. De toepassing van kiemremmersmiddelen hebben geen effect op deze ziekte of de uitbreiding van de ziekte in de bewaring.

Tabel 8. **Bezetting¹ van de schil door *R. solani* na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	dagen	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
		14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld		1.5	2.5	0.0	0.5	2.5	4.5	1.0	1.5
Biox-M		2.0	3.0	1.0	0.0	4.0	3.0	2.0	1.0
Middel S		2.0	2.0	0.0	0.0	4.0	3.0	1.0	2.0
Middel T		2.0	2.0	1.0	1.0	4.0	4.5	1.0	1.0

¹) 0 geen symptomen – 5 veel symptomen

De bezetting van de schil door *H. solani* (zilverschurft) is weergegeven in Tabel 9. Er zijn rasverschillen aanwezig. De toepassing van kiemremmersmiddelen hebben geen effect op deze ziekte of de uitbreiding van de ziekte in de bewaring.

Tabel 9. **Bezetting van de schil door *H. solani* na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	dagen	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
		14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld		1.0	0.5	1.5	2.0	1.0	1.5	2.5	2.0
Biox-M		0.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0
Middel S		0.0	0.0	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	2.0
Middel T		1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	0.0	1.0	1.0

¹) 0 geen symptomen – 5 veel symptomen

3.3.1.5 Groenverkleuring

De groenverkleuring van de schil is weergegeven in Tabel 10. De kiemremmingsmiddelen hebben geen effect op de groenverkleuring van de schil. Er zijn wel duidelijk rasverschillen zichtbaar.

Tabel 10. **Groen verkleuring¹ van de schil na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	dagen	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
		14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld		1.0	1.0	5.0	5.0	1.0	2.0	4.0	4.0
Biox-M		1.0	1.0	5.0	5.0	1.0	2.0	4.0	4.0
Middel S		1.0	1.0	5.0	5.0	1.0	2.0	4.0	4.0
Middel T		1.0	1.0	5.0	5.0	1.0	2.0	4.0	4.0

¹) 0 geen verkleuring – 5 veel verkleuring

3.3.2 Uithaal 17 maart

3.3.2.1 Kiem gewicht

Het kiemgewicht van de aardappelen is weergegeven in Tabel 11. De toegepaste kiemremmingmiddelen hebben geen effect op het kiemgewicht na 14 of 21 dagen schapleven. Er lijkt een tendens te zijn dat het kiemgewicht bij toepassing van kiemremmingsmiddelen iets hoger is als bij onbehandeld.

Tabel 11. **Kiemgewicht (g/kg) na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	2.9	4.7	3.2	10.3	2.8	5.9	3.4	5.9
Biox-M	3.5	5.9	4.2	11.3	3.6	6.7	3.9	7.0
Middel S	3.3	5.9	4.4	11.8	2.6	6.3	3.7	8.5
Middel T	3.4	5.8	2.6	10.5	3.6	7.0	3.8	6.2

3.3.2.2 Gemiddeld langste kiem

De gemiddeld langste kiem van de aardappelen is weergegeven in Tabel 12. De toegepaste kiemremmingmiddelen hebben geen effect op de lengte van de kiem na 14 of 21 dagen schapleven. Verschil tussen de kiemremmingsmiddelen lijkt niet aanwezig te zijn.

Tabel 12. **Langste kiem (gemiddelde van 10 knollen; mm) na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	7.6	10.3	8.2	14.7	5.8	10.1	9.0	11.1
Biox-M	7.5	12.3	10.3	14.2	6.7	11.1	8.4	13.2
Middel S	7.0	12.8	10.0	14.2	5.7	12.5	9.2	14.2
Middel T	7.7	11.5	7.3	13.6	7.0	10.2	8.3	12.1

3.3.2.3 Knollen zonder kiem

Er waren geen knollen zonder kiem.

3.3.2.4 Schilkwaliteit

De bezetting van de schil door *R. solani* (rhizoctonia) is weergegeven in Tabel 13. Het aanwezig zijn van *R. solani* op de schil vindt plaats in de teelt. Er zijn rasverschillen aanwezig. De toepassing van kiemremmers hebben geen effect op deze ziekte of de uitbreiding van de ziekte in de bewaring.

Tabel 13. **Bezetting¹ van de schil door *R. solani* na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	2.0	2.0	0.0	0.0	3.0	3.5	0.5	2.5
Biox-M	1.0	2.0	0.0	0.0	3.5	3.0	1.5	1.5
Middel S	1.5	1.0	0.0	0.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Middel T	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	3.0	1.0	1.0

¹) 0 geen symptomen – 5 veel symptomen

De bezetting van de schil door *H. solani* (zilverschurft) is weergegeven in Tabel 14. Er zijn rasverschillen aanwezig. De toepassing van kiemremmers hebben geen effect op deze ziekte of de uitbreiding van de ziekte in de bewaring.

Tabel 14. **Bezetting¹ van de schil door *H. solani* na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	0.5	0.0	3.5	2.0	1.0	1.0	2.5	2.0
Biox-M	1.0	0.5	2.0	2.0	1.0	1.5	2.0	1.5
Middel S	1.0	0.0	3.5	2.5	1.0	1.0	1.5	1.5
Middel T	1.0	0.5	3.5	2.0	1.0	1.5	1.0	1.3

¹) 0 geen symptomen – 5 veel symptomen

3.3.2.5 Groenverkleuring

De groenverkleuring van de schil is weergegeven in Tabel 15. De kiemremmers hebben geen effect op de groenverkleuring van de schil. Er zijn wel duidelijk rasverschillen zichtbaar.

Tabel 15. **Groen verkleuring¹ van de schil na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	1.0	1.0	4.0	5.0	1.0	2.0	3.0	4.0
Biox-M	1.0	1.0	4.0	5.0	1.0	2.0	3.0	4.0
Middel S	1.0	1.0	4.0	5.0	1.0	2.0	3.0	4.0
Middel T	1.0	1.0	4.0	5.0	1.0	2.0	3.0	4.0

¹) 0; geen verkleuring – 5 veel verkleuring).

3.3.3 Uithaal 28 april 2014

Enkele foto's van de monsters zijn opgenomen in bijlage 3.

3.3.3.1 Kiem gewicht

Het kiemgewicht van de aardappelen is weergegeven in

Tabel 16. De toegepaste kiemremmingmiddelen hebben geen effect op het kiemgewicht na 14 of 21 dagen schapleven. Er lijkt een tendens te zijn dat het kiemgewicht bij toepassing van BIOX-M en middel T iets hoger is als bij onbehandeld.

Tabel 16. **Kiemgewicht (g/kg) na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	4.3	7.8	2.2	11.0	2.4	7.0	3.4	9.0
Biox-M	5.5	9.3	4.5	17.3	4.0	10.5	6.2	11.8
Middel S	4.4	8.8	3.0	13.3	1.3	7.7	4.0	11.7
Middel T	5.3	14.4	2.8	14.5	3.8	10.6	4.4	11.2

3.3.3.2 Gemiddeld langste kiem

De gemiddeld langste kiem van de aardappelen is weergegeven in Tabel 17. De toegepaste kiemremmingmiddelen hebben geen effect op de lengte van de kiem na 14 of 21 dagen schapleven. Er lijkt een tendens dat het toepassen van kiemremmingmiddelen tot langere kiemen leidt in vergelijking met onbehandeld.

Tabel 17. **Langste kiem (gemiddelde van 10 knollen; mm) na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	9.5	13.3	7.9	13.7	5.5	9.7	8.7	13.3
Biox-M	9.9	13.4	10.0	16.7	7.2	11.3	10.6	13.5
Middel S	8.0	12.0	10.2	14.8	4.7	9.7	9.6	15.2
Middel T	8.8	11.8	7.6	16.0	6.5	10.5	9.1	11.8

3.3.3.3 Knollen zonder kiem

Het percentage knollen zonder kiem is weergegeven in Tabel 18. Het percentage knollen zonder kiem is bij de alle kiemremmingmiddelen en rassen heel laag en verschillen tussen de kiemremmingmiddelen zijn niet aanwezig.

Tabel 18. **Percentage knollen zonder kiem na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biox-M	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Middel S	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Middel T	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.8

3.3.3.4 Schilkwaliteit

De bezetting van de schil door *R. solani* (rhizoctonia) is weergegeven in Tabel 19. Het aanwezig zijn van *R. solani* op de schil vindt plaats in de teelt. Er zijn rasverschillen aanwezig. De toepassing van kiemremmingsmiddelen hebben geen effect op deze ziekte of de uitbreiding van de ziekte in de bewaring.

Tabel 19. **Bezetting¹ van de schil door *R. solani* na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	2.5	3.0	0.0	0.0	3.5	3.5	1.0	2.0
Biox-M	2.0	1.5	0.0	1.0	3.0	4.0	1.5	0.5
Middel S	1.0	2.5	0.5	0.0	4.0	3.0	2.0	1.0
Middel T	2.0	2.0	0.0	0.0	4.0	3.5	1.5	2.0

¹) 0 geen symptomen – 5 veel symptomen

De bezetting van de schil door *H. solani* (zilverschorft) is weergegeven in Tabel 20. Er zijn rasverschillen aanwezig. De toepassing van kiemremmingsmiddelen hebben geen effect op deze ziekte of de uitbreiding van de ziekte in de bewaring.

Tabel 20. **Bezetting¹ van de schil door *H. solani* na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	0.0	0.5	3.5	3.5	1.5	0.5	2.5	4.0
Biox-M	1.0	0.5	2.5	2.5	2.0	0.5	2.0	2.0
Middel S	1.0	0.5	3.0	2.5	1.5	1.5	2.0	2.5
Middel T	1.0	0.5	2.5	3.5	1.0	1.0	1.5	1.8

¹) 0 geen symptomen – 5 veel symptomen

3.3.3.5 Groenverkleuring

De groenverkleuring van de schil is weergegeven in Tabel 21. De kiemremmingsmiddelen hebben geen effect op de groenverkleuring van de schil. Er zijn wel duidelijk rasverschillen zichtbaar.

Tabel 21. **Groen verkleuring¹ van de schil na 14 en 21 dagen schapleven per scenario en ras.**

scenario	Agria		Biogold		Ditta		Vitabella	
	14	21	14	21	14	21	14	21
onbehandeld	1.0	2.0	4.0	5.0	2.0	2.0	3.0	4.0
Biox-M	1.0	2.0	4.0	5.0	2.0	2.0	3.0	4.0
Middel S	1.0	2.0	4.0	5.0	2.0	2.0	3.0	4.0
Middel T	1.0	2.0	4.0	5.0	2.0	2.0	3.0	4.0

¹) 0; geen verkleuring – 5 veel verkleuring).

3.4 Discussie en conclusies

In het bewaar seizoen 2013-2014 zijn kiemremmingmiddelen toegepast in de bewaring van biologische aardappelen. In de tweede helft van het bewaar seizoen is op drie tijdstippen het schapleven van de behandelde aardappelen onderzocht. De nadruk bij het onderzoeken van het schapleven lag op de kieming van de aardappelen. Schilkwaliteit werd ook meegenomen, maar niet in detail. Verschillen in schilkwaliteit werden ook niet verwacht, daar de schilkwaliteit mede wordt bepaald door de mate van schimmelaantasting (*R. solani* en *H. solani*) die in het veld plaatsvindt of door bewaaromstandigheden in de bewaarcel. En deze is in ieder cel nagenoeg gelijk. Tevens was het uitgangsmateriaal voor de verschillende behandelingen gelijk (dezelfde partij aardappelen werd voor alle behandelingen gebruikt).

De biologische aardappelen zijn in september geoogst bij de verschillende telers. Deze zijn na de oogst zo snel mogelijk getransporteerd naar Lelystad en daar opgeslagen tot het starten van het onderzoek (inschuren). Echter, niet alle partijen kwamen gelijktijdig aan. De tijden van rooien en de bewaaromstandigheden tot aan ontvangst in Lelystad waren verschillend. Dit, en de verschillende mate van kiemrust, kan invloed gehad hebben op de resultaten. Bij ontvangst van de aardappelen bleek dat er de nodige lakschurft (*R. solani*) op. De invloed van deze aantasting op de kieming mag als klein verondersteld worden.

Bij alle testen van het schapleven waren er geen noemenswaardige verschillen in de hoeveelheid kiem die aanwezig bij de behandelingen. Het lijkt erop dat bij de behandelingen zelfs een fractie meer kiem aanwezig was ten opzichte van de onbehandeld. Een verklaring hiervoor is dat de toegepaste kiemremmingmiddelen de kieming van de aardappelen te stimuleren door meer kiemen per knol te laten ontstaan. Deze eigenschap is bekend van het middel T (toegelaten in de bewaring van poot aardappelen in Nederland). Dit middel wordt daarom ook en toegepast in de bewaring van poot aardappelen. Op basis van de resultaten van dit onderzoek lijkt het erop dat de producten BIOX-M en middel S deze eigenschappen ook in meer of minder mate bezitten.

Er werden verschillen waargenomen tussen de verschillende rassen.. Er waren ook verschillen in kiemgewichten tussen de verschillende rassen. Dit kan ook mede verklaard worden door de lengte van de kiemrust van de verschillende rassen en de heersende groeiomstandigheden tijdens de teelt.

Conclusies

- Het schapleven (vers kiemgewicht en langste kiem) van met middel T behandelde aardappelen is niet beter dan onbehandeld aardappelen.
- Het schapleven (vers kiemgewicht en langste kiem) van met BIOX-M behandelde aardappelen is niet beter dan onbehandeld aardappelen.
- Het schapleven (vers kiemgewicht en langste kiem) van met middel S behandelde aardappelen is niet beter dan onbehandeld aardappelen.
- Verschil in schapleven (vers kiemgewicht en langste kiem) tussen de aardappelen welke tijdens de bewaring zijn behandeld met de verschillende kiemremmingmiddelen was niet aanwezig. Er is zelfs een (zeer) kleine tendens dat het schapleven van de onbehandelde aardappelen beter was dan het schapleven van de behandelde aardappelen.

Bijlage 1 PD certificaat



Plantenziektenkundige Dienst
Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit

This is to declare that, in conformity with the request of 7 December, 2009

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Residing Edelhertweg 1, Lelystad, the Netherlands

**HAS OFFICIALLY BEEN RECOGNISED AS AN ORGANISATION FOR
EFFICACY TESTING**

as has been laid down in the 'Regeling gewasbeschermingsmiddelen en biociden'
(Regulation Crop Protection Products and Biocides) of September 26, 2007
(Staatscourant 2007, 386)

This recognition will commence on February 2, 2010 and expire on February 2, 2016

Wageningen, February 11, 2010

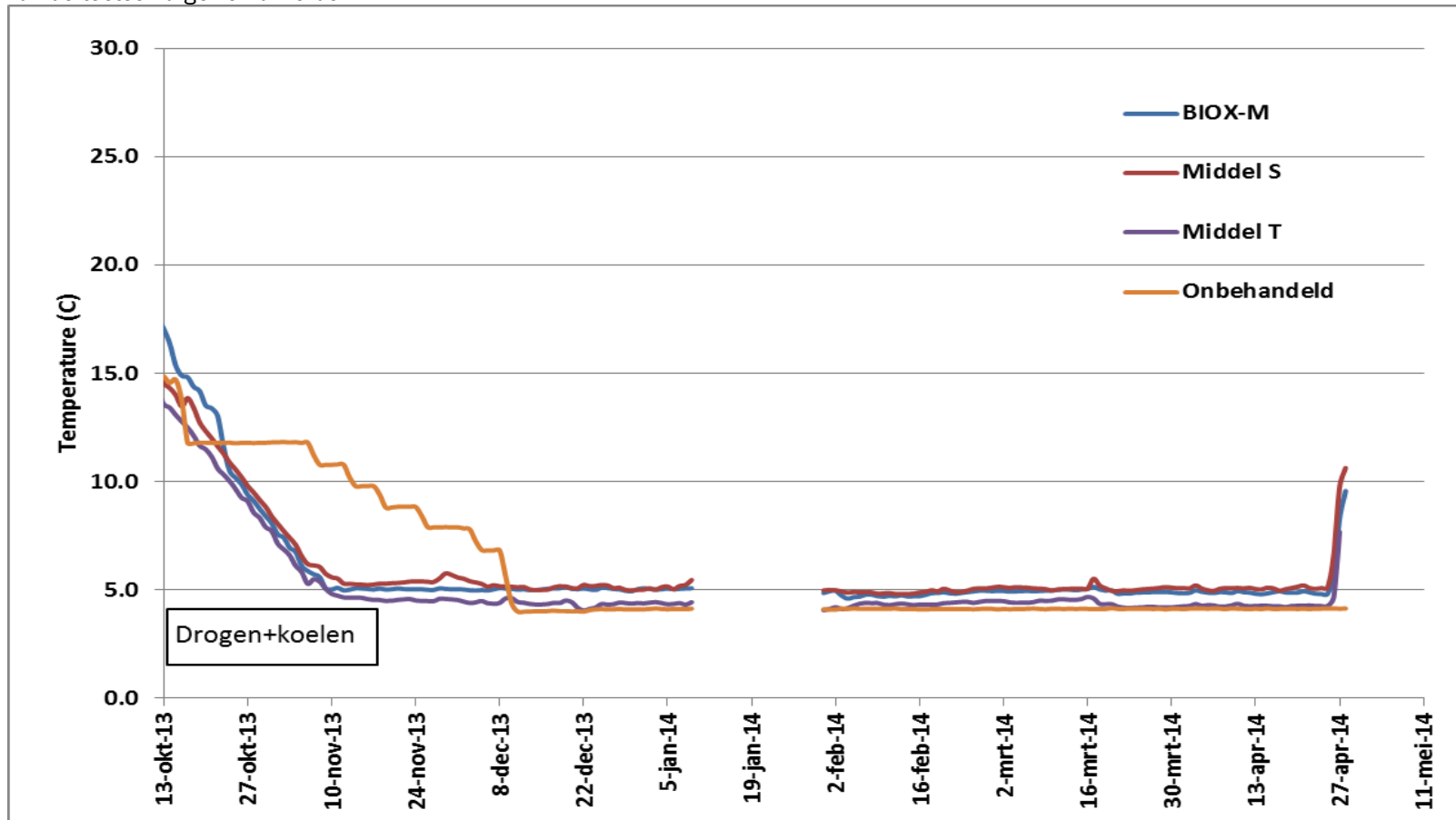
For the Minister of Agriculture,
Nature and Food Quality,

H.A. Harmsma LL. M., Bsc,

Acting Director Plant Protection Service

Bijlage 2 Temperatuur verloop per cel

Het temperatuurverloop per cel is weergegeven in onderstaand grafiek. In januari mist data als gevolg van een computerstoring. Door een verkeerde instelling is de onbehandeld later terug gekoeld. De invloed hiervan op de onderzoeksresultaten worden ingeschat als nihil. Dit omdat alle aardappelen vóór het inzetten van de toetsen afgekiemd werden.



Bijlage 3 Foto's

Alle foto's zijn van monsters die op 28 april 2014 werden uitgeschuurd

Foto's van Agria na 14 dagen schapleven



BIOX-M



Middel S



Middel T



Onbehandeld

Foto's van van Agria na 21 dagen schapleven



BIOX-M



Middel S



Middel T



Onbehandeld

Foto's van Ditta na 14 dagen schapleven



BIOX-M



Middel S



BIOX-M



Middel S

Foto's van Ditta na 21 dagen schapleven



BIOX-M



Middel S



BIOX-M



Middel S

4 Het effect van licht op bio-aardappel vergroening in de retail

F.I. Pereira da Silva E. Otma - Wageningen UR Food & Biobased Research, FBR-Rapport 1528

Samenvatting lichtonderzoek

Uit peilingen van de Nederlandse Aardappel Organisatie en andere, blijkt dat vergroening één van de belangrijkste aspecten van de kwaliteitsgebreken bij biologische aardappelen is. Het doel van dit projectonderdeel is daarom om te onderzoeken welk type licht in de supermarkt leidt tot de beste resultaten om vergroening van bio-aardappels in het schap tegen te gaan.

Om de hoeveelheid vergroening in consumptieaardappelen te verminderen is een 3 stappenplan opgesteld.

- 1) In eerste instantie is onderzocht welke specifieke golflengtes in meer of mindere mate bijdragen aan de productie van chlorofyl, dus de vergroening (monochromatische studie). De volgende lichtkleuren zijn onderzocht: blauw, groen, rood en far-red. Deze lampen zijn vergeleken met twee type witte lampen: LED en SON (de huidige standaard in de retail). Verder is iedere lichtbron op twee intensiteiten (500 en 1000 lux) getest. Hierbij zijn 3 aardappelpartijen gebruikt (zowel net geoogst als bewaarde partijen).
- 2) In tweede instantie is de potentie van een voorbehandeling van 12 uren met UV-B of far-red licht verkend. Na de voorbehandeling zijn de aardappelen onder het licht gehouden (12 uur licht aan en 12 uur donker, als simulatie van de retail situatie). Hierbij zijn dezelfde partijen aardappelen gebruikt als in de monochromatische studie.
- 3) Ten slotte is, op basis van de vorige resultaten, onderzocht welke combinatie van lichtbronnen de vergroening kan beperken. Het licht wordt waargenomen door eiwitten welke veel mechanismen in de plant kunnen aansturen. Phytochrom is hier één van. Dit eiwit heeft 2 stadia, de actief Pfr vorm en de inactieve Pr vorm. Hoeveel van beide vormen aanwezig is in de plant, is afhankelijk van de hoeveelheid rood en far-red licht. De verhouding tussen de twee vormen wordt uitgedrukt in een waarde: de photostationary state (PSS), met andere woorden het foto-evenwicht van de omkeerbare reactie tussen de 2 vormen. Het effect van de PSS is getest op 4 niveaus door de hoeveelheid rood licht constant te houden en de verhouding rood- far-red licht (PSS) te beïnvloeden door de hoeveelheid far-red aan te passen. Er zijn hierbij twee partijen net geoogste biologische aardappelen (Biogold en Nicola) gebruikt.

Er zijn twee methoden opgesteld om de vergroening te kwantificeren: visuele beoordeling van de vergroening en het spectroscopische meten van het chlorofyl (DA meter). Uit de resultaten kan worden geconcludeerd dat de twee methoden goed overeenkomen.

De gemeten vergroening is lager bij de aardappelen behandeld met hoger far-red licht ($96.9 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) gecombineerd met rood licht ($10 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s} = 500 \text{ lux}$) dan bij andere combinaties van far-red en rood licht. De standaard afwijking is groot dus op basis van deze proef alleen kan niet worden geconcludeerd dat deze verhouding van far-red en rood licht (PSS=0,252) de vergroening remt. De lager gemeten vergroening bij deze licht verhouding geldt wel voor beide geteste partijen (net geoogst biologische Nicola en Biogold) en bij alle meetmomenten. In het geval van de Biogold partij kan een trend herkend worden in het effect van far-red licht op de vergroening: hoe meer far-red licht wordt toegevoegd aan het rode licht, hoe minder chlorofyl wordt geproduceerd. Deze trend is niet duidelijk te zien bij de Nicola partij. Wel geeft de laagste PSS verhouding de minste hoeveelheid vergroening, zoals bij de Biogold partij.

Wat het monochromatisch onderzoek betreft, kan uit de resultaten worden geconcludeerd dat eenzelfde intensiteit groen, blauw of rood licht afzonderlijk tot minder vergroening leidt dan een witte lamp (waarbij alle golflengtes aanwezig zijn). Echter kan uit dit onderzoek niet worden geconcludeerd welke van de 3 kleuren licht het beste is om de vergroening te verminderen. Uit de resultaten blijkt dat bij de verschillende partijen en meetmomenten er steeds een andere kleur licht is (uit de geteste drie), dat de productie van chlorofyl het meest beperkt. Daarnaast zijn in de meeste gevallen de verschillen tussen de 3 lichtkleuren niet statistische significant. In het monochromatisch onderzoek is far-red afzonderlijk ook getest. Uit de resultaten kan wel worden geconcludeerd dat de laagste hoeveelheid vergroening consistent bij de far-red lampen is gemeten. far-red is niet zichtbaar voor de mens. Daarom moet de toepassing van far-red in de retail altijd in combinatie zijn met andere (zichtbare) lichtbronnen.

Zowel bij het onderzoek naar het effect van de PSS verhouding op vergroening, als bij het monochromatische onderzoek, is er geen verschil tussen de twee type witte lampen, LED of SON, op de vergroening. Wat de lichtintensiteit betreft, is het verschil tussen de 1000 en 500 lux en 500 en 250 lux beperkt. Alleen bij een aantal meetmomenten en meetmethoden is dit verschil statistisch significant. Wel is de vergroening zowel gemeten door de visuele beoordeling als de DA meting, in de meeste gevallen lager bij de lagere lichtintensiteit.

De resultaten van dit onderzoek geven aan dat een voorbehandeling van 12 uren met UV-B of far-red licht, de latere productie van chlorofyl onder licht niet kan vertragen.

Het project biedt aanknopingspunten voor verder onderzoek naar een oplossing (of vermindering) voor de vergroening van aardappelen in het schap. Op basis van deze resultaten is het waardevol om het gebruik van far-red licht gecombineerd met een witte lamp te toetsen. Hierbij kan het spectrum van de witte licht worden aangepast zodat het minder rood licht bevat. Er zijn meerdere lichtrecepturen mogelijk die in de praktijk haalbaar zijn.

Verder is het uit de resultaten te concluderen dat er grote verschillen zijn in vergroening tussen knollen. Deze verschillen kunnen al ontstaan in de loop van de keten, als sommige aardappelen eerder blootgesteld zijn aan het licht. Om de mate van vergroening in het schap tegen te gaan is een ketenbreed aanpak nodig. Het is de verwachting dat een optimale producthandeling en gebruik van aangepast licht bij alle ketenschakels, van teler tot retailer, tot minder vergroening zal leiden. Hierbij is kennis van de begin kwaliteit van een bepaald partij tevens essentieel. De uiteindelijke productkwaliteit is, zoals bij alle AGF producten, het resultaat van het samenspel tussen begin productkwaliteit en ketencondities.

Tenslotte is de verwachting dat het effect van licht op vergroening onderzocht in deze studie ook zal gelden bij gangbare aardappelen. Een vervolgonderzoek zou daarom zich niet alleen op biologische aardappelen moeten richten maar zou juist voor de hele sector moeten worden opgezet. Hiermee is de impact op derving veel groter en kan de hele sector profiteren van een verbeterde productkwaliteit.

4.1 Inleiding

4.1.1 Achtergrond

Uit peilingen van de Nederlandse Aardappel Organisatie en andere blijkt dat de kwaliteit van biologische aardappelen afhankelijk is van een aantal aspecten zoals de kwaliteit van de geteelde en bewaarde aardappelen en rassen, de tussenschakels, aan de supermarktomgeving waarin de biologische aardappels terecht komen en de lagere doorstromingsnelheid van biologische aardappels. Uit eerdere peilingen van de NAO (Nederlandse Aardappel Organisatie) en anderen lijken de belangrijkste aspecten van de kwaliteitsgebreken 'vergroening' en 'kiemen' te zijn.

In het licht hiervan is het project "Schapkwaliteit voor biologische aardappelen" opgezet. Het project heeft tot doel het verbeteren van de kwaliteit in het schap en het tegengaan van derving van kwaliteit van biologische aardappels in de supermarkt.

4.1.2 Project Tegengaan van vergroening

Het project "Schapkwaliteit voor biologische aardappelen" kent een aantal sub-projecten. Het onderdeel "Tegengaan van vergroening" is bij Wageningen UR Food & Biobased Research (FBR-WUR) uitgevoerd. De NAO Werkgroep Biologische Aardappelen fungeerde als klankbordgroep. De resultaten van dit onderzoek worden in dit document gerapporteerd.

Het doel van dit projectonderdeel is om te onderzoeken welk type licht in de supermarkt leidt tot de beste resultaten om vergroening van bio-aardappels in het schap tegen te gaan.

4.1.3 Vergroening van aardappelen

De vergroening van aardappelen is het resultaat van de productie van chlorofyl net onder de schil. Naarmate de productie van chlorofyl toeneemt, wordt de groene kleur van het chlorofyl zichtbaar aan de buitenkant van de knollen en hiermee ontstaat de vergroening.

De vergroening is afhankelijk van een aantal factoren zoals ras, seizoen, fysiologische toestand (bewaarde aardappelen zijn minder gevoelig voor vergroening), temperatuur, licht, etc. Het licht is hierbij het meest belangrijk, vandaar dat het project zich richt op het effect van licht. De productie van chlorofyl wordt getriggerd door licht. Hoe langer de aardappelen worden blootgesteld aan licht hoe meer en sneller wordt chlorofyl aangemaakt.

Chlorofyl is onschuldig. Echter de productie van een toxisch component (solanine) in de aardappelen gebeurt onder vergelijkbare omstandigheden als de productie van chlorofyl. Solanine is kleurloos, dus kan niet door consumenten worden gezien. De groene kleur van het chlorofyl wordt daarom als maat voor de productie van solanine gebruikt, en hierdoor is vergroening een negatief kwaliteitskenmerk.

4.2 Aanpak

Om de hoeveelheid vergroening in consumptieaardappelen te verminderen is een 3 stappenplan opgesteld. In eerste instantie is onderzocht welke specifieke golflengtes in meer of mindere mate bijdragen aan de productie van chlorofyl, dus de vergroening. In tweede instantie is de potentie van een voorbehandeling met een specifiek type licht verkend. Ten slotte op basis van de vorige resultaten is een nieuw lichtreceptuur onderzocht.

4.2.1 Meetmethoden voor aardappelvergroening

Om het effect van licht op de vergroening van aardappelen te bepalen, zijn er twee methoden ontwikkeld om de vergroening te kwantificeren.

Chlorofyl meting

Eén van de methoden is gebaseerd op het meten van de hoeveelheid chlorofyl met een hand held instrument (fig. 3). Het instrument – DA meter – stuurt een lichtpuls naar de oppervlakte van de aardappel (dit dringt enkele millimeters in de schil). Een deel van het licht wordt geabsorbeerd en de rest wordt teruggekaatst. Door middel van een sensor wordt de absorptie van licht bepaald. Hoe meer Chlorofyl hoe hoger de absorptie.

Het meetoppervlakte is beperkt. Daarom worden per knol 4 metingen gedaan, goed verspreid over de knol. Alleen de kant van de aardappel die blootgesteld is aan het licht wordt gemeten.



Fig.3. **53500 DA meter van T.R. Turoni srl, Italië.**

Visuele beoordeling

De hoeveelheid vergroening wordt hierbij visueel bepaald en gekwantificeerd door middel van een score. Om de mate van vergroening zo goed mogelijk te meten worden 2 parameters gescoord:

- 1) de intensiteit van de vergroening: 0= niets tot 4= zeer sterk
- 2) de oppervlakte met vergroening: 0=niets, 1=<20% , 2=20-50% tot 3= 50-75% en 4=>75% van de totale oppervlakte van de knol)

Naast de vergroening is de hoeveelheid spruit ook visueel gemeten en gekwantificeerd door middel van de volgende scores: 0= niets tot 5= heel veel, lange spruiten.

4.2.2 Monochromatisch studie

Het doel van deze eerste test is om het effect van aparte lichtbronnen, dus specifieke golflengten, op de vergroening te meten. De volgende golflengten zijn gekozen:

- far-red
- Blauw
- Groen
- Rood

Daarnaast zijn er 2 witte lampen getest: wit SON (de huidige standaard lampen in de retail) en wit LED (alternatief type lamp). De LED lampen zijn in de test genomen want het lichtintensiteit in dit type lampen kan makkelijk worden aangepast.

Iedere lichtbron is getest met 2 intensiteiten: laag (500 lux = 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) en hoog (1000 lux = 20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$). Om te zorgen dat het hoeveelheid licht gelijk is bij alle aardappelen onder een lichtbron en dat er geen lichtvervuiling is van één lamp naar de andere, is er een speciale opstelling ontwikkeld (fig. 4).

In de test zijn 2 rassen genomen: Ditta en Biogold. Van het ras Ditta zijn 2 partijen getest, een pas geogste partij uit Israël ("Ditta jong") en een partij die bewaard was voor een aantal maanden ("Ditta bewaard"). Van iedere partij en bij iedere lichtbehandeling zijn 10 knollen gebruikt. Per lichtbehandeling, zijn alle 30 knollen (10 per partij) onder dezelfde lamp gehouden (zie fig. 4). Daarnaast zijn als controle/referentie ook 30 knollen in het donker bewaard.

De aardappelen zijn constant op 18°C gehouden. Bij alle lichtbehandelingen is het licht per dag 12 uren aan en 12 uren uit geweest. De productie van chlorofyl, vergroening, is gemeten in tijd (na 6, 10 en 16 dagen) volgens de hierboven methoden beschreven. Tevens is bij het inzetten van de test een nulmeting uitgevoerd.

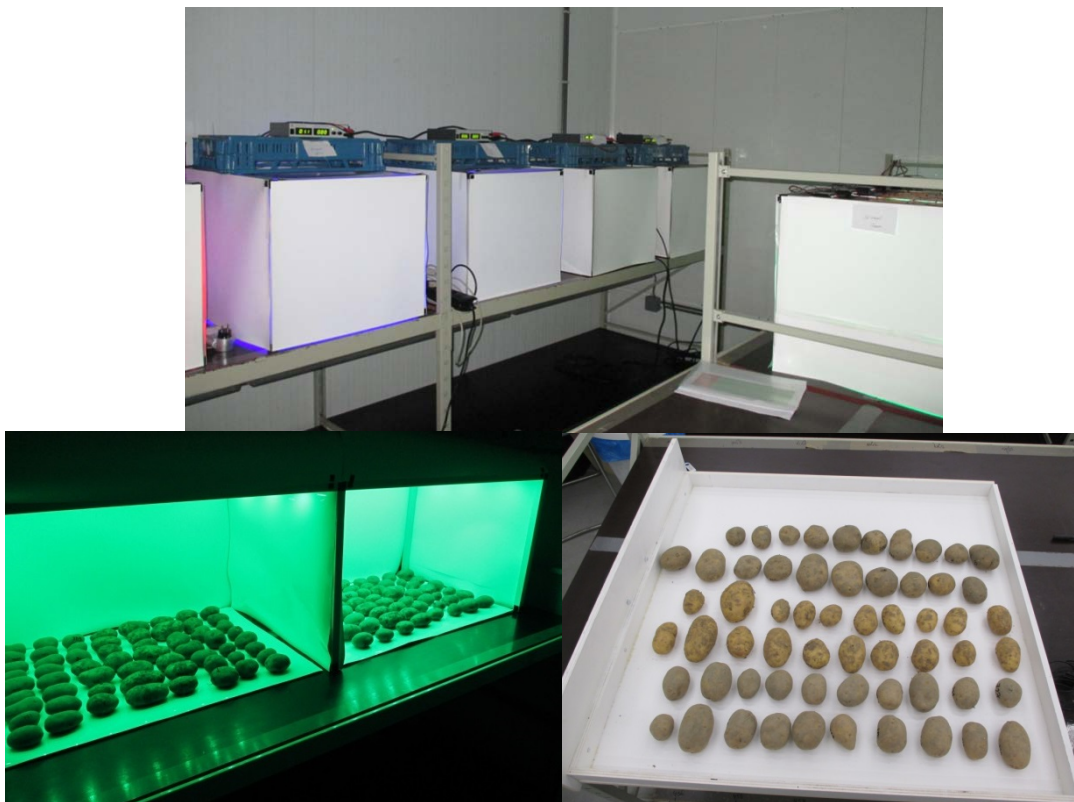


Fig. 4. Testopstelling gebouwd voor de lichtbehandelingen.

4.2.3 Voorbehandeling met licht

Het doel van deze tweede test is om de potentie van een voorbehandeling met ultraviolet (UV) licht of met far-red licht te verkennen. UV licht heeft een kortere golflengte dan zichtbaar licht maar is daarentegen energierijker. Hierdoor kan het chemische reacties in gang zetten en kan het stress veroorzaken aan de plant. Het idee is dat, door de stress, de normale reactie van de aardappel op het licht kan worden verstoord. In de test is een UV-B lamp gebruikt. Wat de far-red licht betreft, planten "zien" far-red als donker. Hierdoor kan de reactie op licht worden vertraagd en dus de ontwikkeling van vergroening beperkt.

Beide voorbehandelingen zijn gedurende 12 uur (overnacht) gedaan. Als controle zijn aardappelen onder dezelfde omstandigheden gehouden in het donker. De dag erna zijn de aardappelen onder licht of in het donker bewaard, zoals getoond in het schema in figuur 5.

De test is tevens uitgevoerd met 2 rassen: Ditta en Biogold. Van het ras Ditta zijn 2 partijen getest, een pas

geogst partij uit Israël (“Ditta jong”) en een partij dat bewaard was voor een aantal maanden (“Ditta bewaard”). Deze partijen zijn dezelfde als die gebruikt in de monochromatische studie. Voor alle 3 voorbehandelingen zijn van elk partij 20 aardappel gebruikt.

De aardappels zijn gemerkt met een stip die tijdens alle behandelingen naar boven ligt.

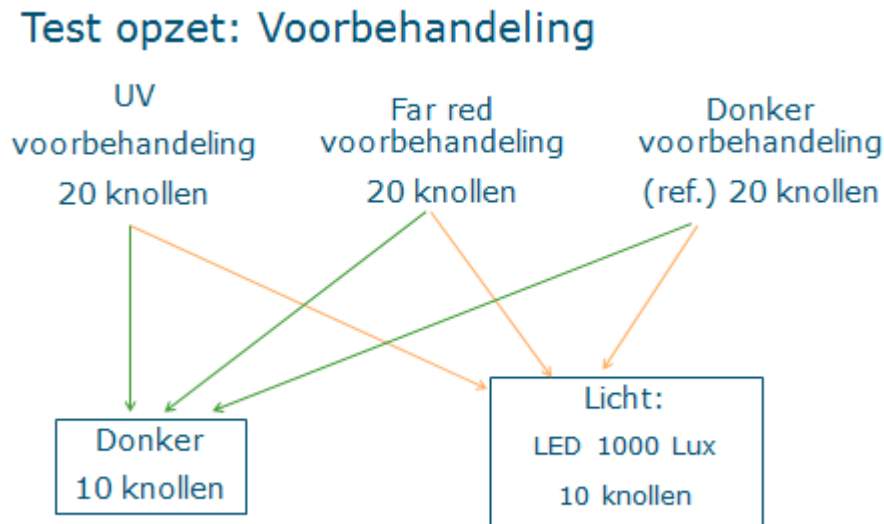


Fig. 5. **Schematische weergave van de voorbehandeling test.**

De aardappelen zijn constant op 18°C bewaard. Bij de aardappelen die onder de wit LED lamp zijn gehouden, is het licht per dag 12 uren aan en 12 uren uit geweest. De productie van chlorofyl, vergroening, is gemeten in tijd volgens de hierboven methoden beschreven. De nulmeting is uitgevoerd vóór de voorbehandeling.

4.2.4 Effect PSS op vergroening

Het gebruik van monochromatisch licht in de supermarkt is vanzelfsprekend niet haalbaar. Een lichtreceptuur moet in de praktijk worden gebruikt. Het doel van deze test is om een combinatie van golflengtes te testen dat tot de minste hoeveelheid vergroening leidt. De resultaten van de monochromatisch test geven niet duidelijk aan welke “kleuren” (rood-, groen- of blauwlicht) het minste vergroening geven. Wel is de productie van chlorofyl onder de far-red lampen beperkt gebleven.

Het licht wordt waargenomen door onder andere phytochromen. Dit zijn eiwitten welke veel mechanismen in de plant kunnen aansturen. De phytochromobilin is het meeste voorkomend eiwitvorm. Dit eiwit heeft 2 stadia, de actieve Pfr vorm en de inactieve Pr vorm. Hoeveel van beide vormen aanwezig is in de plant, is afhankelijk van de hoeveelheid rood en far-rood licht. Figuur 6 laat het absorptiespectrum van de phytochromobilin zien.

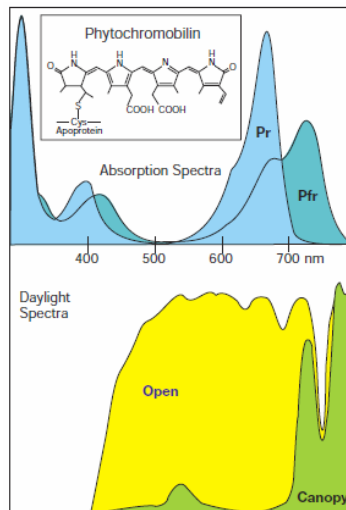


Fig. 6. **Absorptiespectrum van de phytochromobilin** Bron: *"Phytochromes and light signal perception by plants- an emerging synthesis"; Smith, H.; Nature 407, 585-591(5 October 2000)*

Als er meer rood aanwezig is in het licht verschuift het foto evenwicht in de richting van Pr, de actieve vorm. Maar in tegenstelling als er meer far-red is, dan wordt de hoeveelheid inactieve vorm (Pfr) juist hoger. De reactie is omkeerbaar. De inactieve vorm beperkt een aantal van de mechanismen in de plant. Uit dit onderzoek moet blijken of het ook de productie van chlorofyl beperkt. Het idee is dus om te zorgen dat het foto evenwicht in de richting van Pfr wordt verschoven. De verhouding tussen de twee vormen wordt uitgedrukt in een waarde: de photostationary state (PSS), met andere woorden het foto evenwicht van deze omkeerbare reactie.

Om het effect van de PSS te testen, de totale lichtintensiteit in het PAR (Photosynthetically Active Radiation) gebied moet constant worden gehouden. Daarom wordt de hoeveelheid rood licht constant gehouden en de verhouding rood- far-red beïnvloedt door de hoeveelheid far-red aan te passen. De maximum PSS, 0.88, wordt bereikt alleen met rood licht en geen far-red lampen. De testvariabelen zijn samengevat in tabel 22.

Tabel 22. **Getest PSS verhoudingen (10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ komt overeen met 500 lux).**

Test variabel	Rood licht	far-red	PSS
Low	10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	96.9 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	0.252
Medium Low	10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	41.7 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	0.410
Medium High	10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	9.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	0.704
High	10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	0.0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$	0.888

Naast de verschillende PSS verhoudingen, zijn aardappelen in het donker gehouden als controle en is wit licht getest:

- Wit LED lampen op 250 lux
- Wit LED lampen op 500 lux
- Wit SON lampen op 500 lux

Bij alle lichtbehandelingen is het licht per dag 12 uren aan en 12 uren uit geweest (supermarkt simulatie).

De volgende bio-rassen zijn gebruikt (2 partijen die hiervoor bruikbaar zijn) :

- Nicola uit Nederland (net geogst)
- Biogold uit Nederland (ook net geogst)

Er zijn 20 knollen per partij gebruikt. De aardappelen zijn op constante temperatuur (18°C) en 80% RV gehouden.

De productie van chlorofyl, vergroening, is gemeten bij het inzetten van de proef (nulmeting) en vervolgens in de tijd na 5, 8 en 12 dagen, volgens de hierboven beschreven methoden.

De aardappelen zijn op het eind van het experiment, op dag 12, gescoord op de mate van vergroening door een panel van ongetrainde personen (willekeurig consumenten). Hiervoor is een vragenlijst opgesteld en een 8-punten schaal gebruikt om de behandelingen met elkaar te vergelijken: 1 = geen vergroening en 8 = veel vergroening. In totaal hebben 12 personen de vragenlijst beantwoord.

4.3 Resultaten en discussie

4.3.1 Resultaten monochromatische studie

De grafieken in figuur 7 laten de gemeten DA waarde (chlorofyl) voor alle drie partijen in tijd zien. Iedere balk toont het gemiddelde van de 10 knollen, behandeld met de verschillende lichtbronnen. De blauwe balken horen bij de hogere lichtintensiteit en de rode balken bij de lagere lichtintensiteit. De lichtintensiteit is vanzelfsprekend niet van toepassing op de referentie aardappelen gehouden in het donker.

Naast de meting van chlorofyl met de DA, is de vergroening visueel beoordeeld. De mate van vergroening is door middel van twee parameters visueel gescoord: de intensiteit groen (intens.) en de oppervlakte van de aardappel dat groen is verkleurd (opp.). Om de hoeveelheid vergroening beter te kwantificeren, is de intensiteit vermenigvuldigd met de oppervlakte: opp. x intens. De resultaten van deze parameter zijn gepresenteerd in de grafieken van figuur 8. Bij de bewaarde partij van Ditta was er geen groene verkleuring zichtbaar, daarom wordt voor deze partij geen grafiek getoond. Echter is er wel wat chlorofyl gemeten met de DA. Het chlorofyl wordt geproduceerd net onder de schil. Daarom is het in eerste instantie niet zichtbaar aan de buitenkant van de knollen. Naar mate de hoeveelheid chlorofyl toeneemt, wordt de groene kleur van het chlorofyl ook vanaf de buitenkant zichtbaar, een en ander ook afhankelijk van de dikte en kleur van de schil en van eventuele vervuilingen op de schil.

Over het algemeen komen de resultaten van beide methoden goed overeen. De resultaten laten duidelijk het effect van de tijd zien: hoe langer de aardappelen onder het licht worden gehouden hoe meer vergroening. Voor alle 3 rassen is een toename in de productie van chlorofyl in de tijd gemeten. Zoals te verwachten, is er bij de aardappelen bewaard in het donker geen vergroening waarneembaar. Het niveau van vergroening in de donker bewaarde aardappelen is vergelijkbaar met de beginwaarden (nulmeting).

Na de donker bewaarde aardappelen, tonen de aardappelen bewaard onder het ver-rood (far-red) licht de minste vergroening. Wat de intensiteit betreft zijn de verschillen beperkt en in de meeste gevallen niet statistisch significant verschillend. Bij de witte lampen, is er voor de Ditta bewaard na 10 dagen statistische significant minder vergroening bij de lager lichtintensiteit dan bij de hoger (alleen bij de chlorofyl metingen). Hetzelfde geldt voor de Ditta na 6 dagen bewaring (alleen bij de visuele beoordeling). De statistische analyse is uitgevoerd met de resultaten van dag 6 en dag 10.

Om eventueel verschillen tussen de lichtbehandelingen te kunnen aantonen zijn de resultaten door middel van een statistische analyse getoetst. Omdat er geen echte herhalingen zijn (dat wil zeggen 2 sets van 10 knollen onder twee lichtopstellingen per lichtbehandeling), is het niet mogelijk om het hoofdeffect van lichtbehandeling en lichtintensiteit en hun interactie te toetsen. Per partij en per meetmoment zijn de gemiddelden van de metingen over de 10 knollen geanalyseerd. Hoofdeffecten van lichtbehandeling en lichtintensiteit zijn getoetst tegen de interactie tussen lichtbehandeling en lichtintensiteit, i.e. Response = c+lichtbehandeling +intensiteit +error.

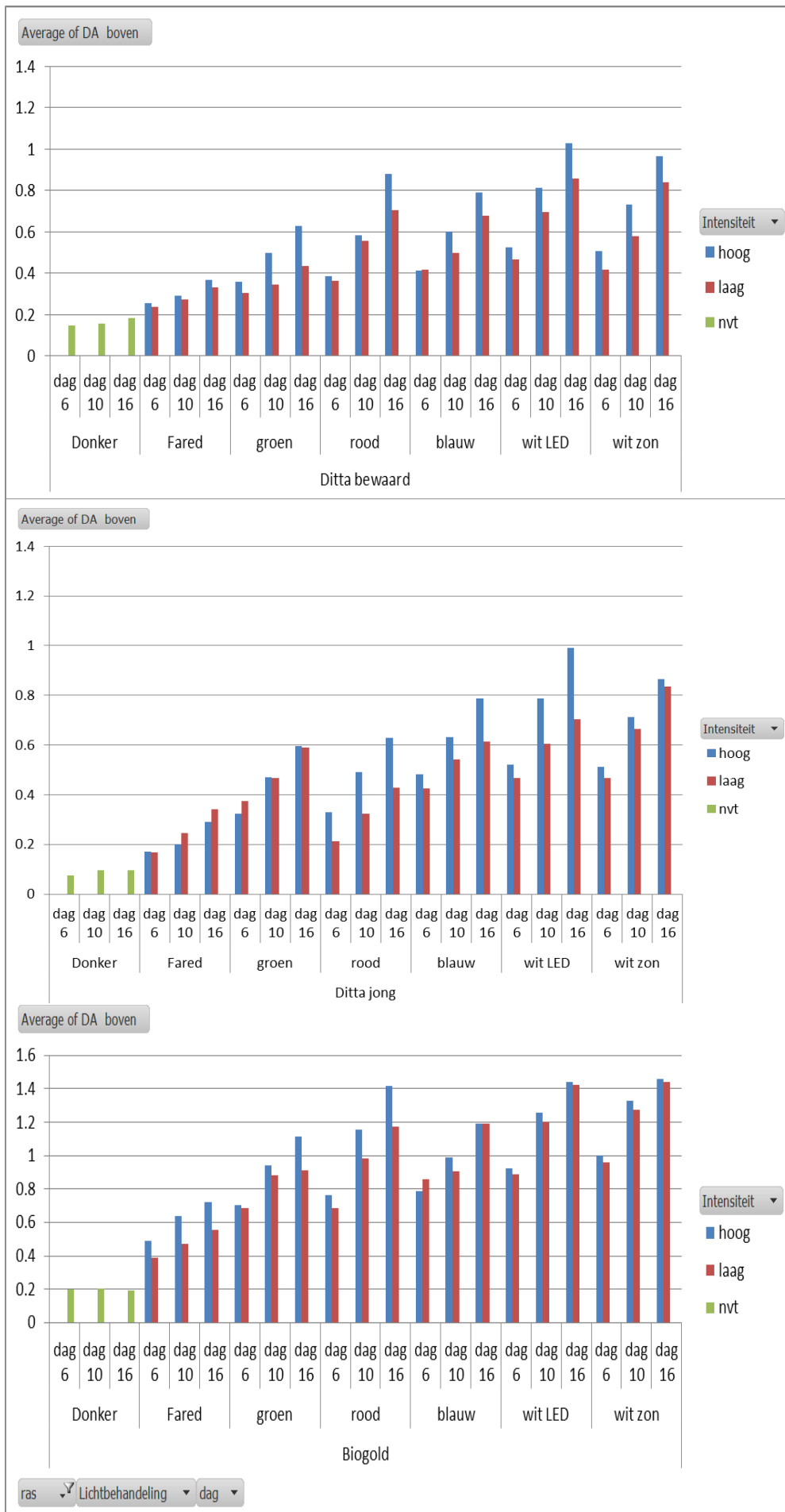


Fig. 7. Gemiddelde DA waarden in de tijd bij het monochromatische onderzoek.

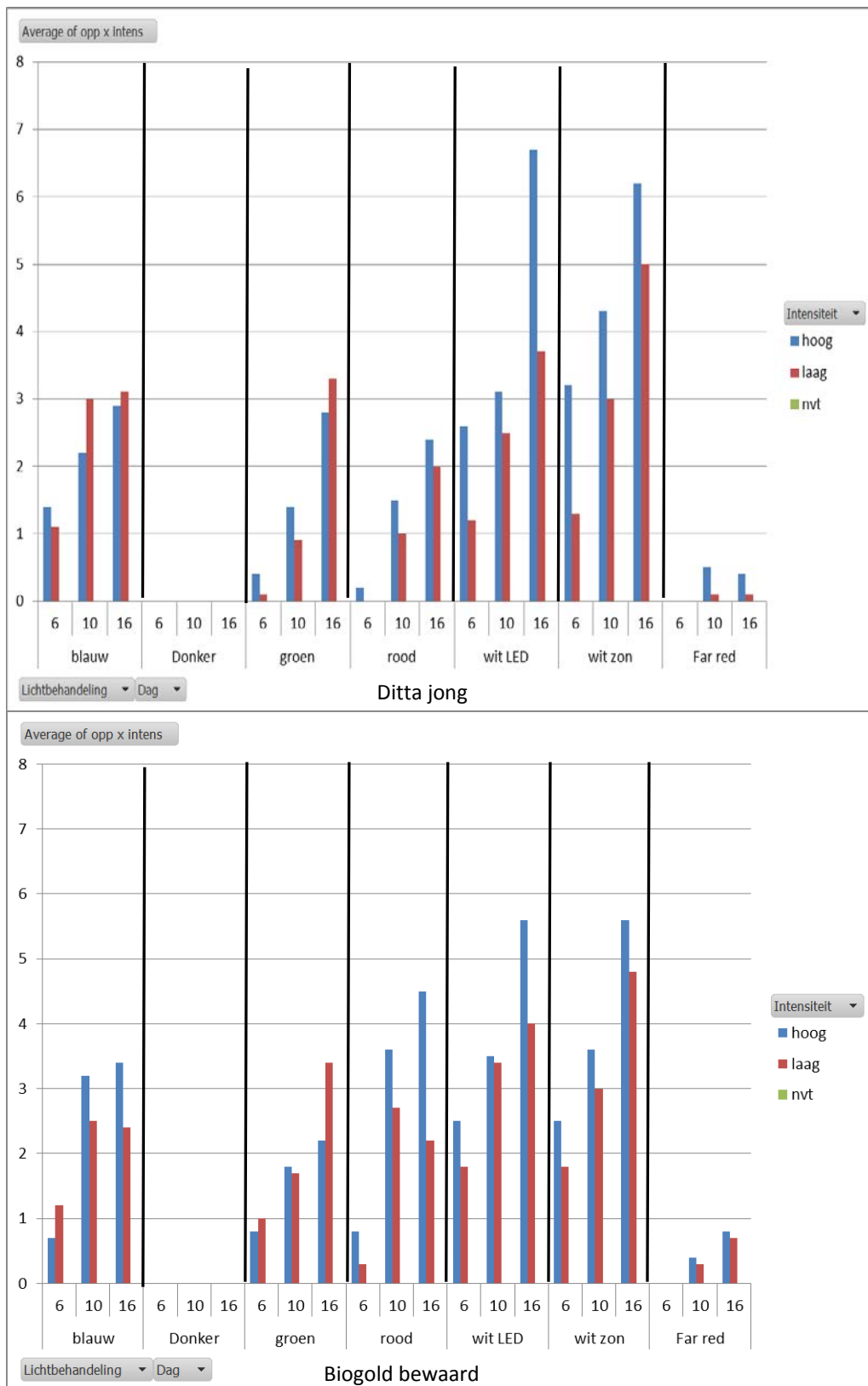
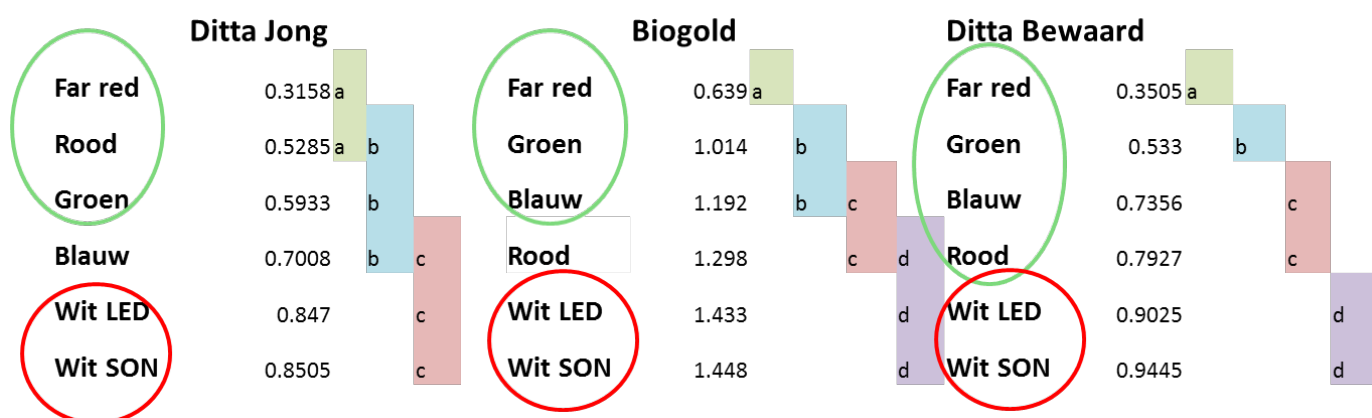


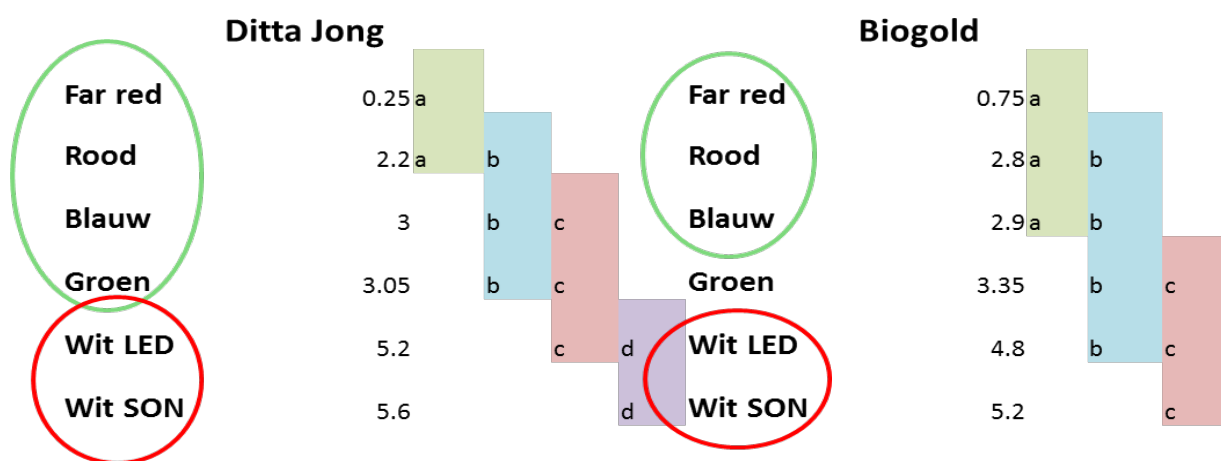
Fig. 8. Gemiddelde score van de visuele beoordeling (oppervlakte x intensiteit) in de tijd bij het monochromatische onderzoek. Bij de Ditta bewaard partij was de vergroening niet op het oog zichtbaar.

Dit geeft conservatieve toetsen voor de hoofdeffecten, dat wil zeggen de berekende P-waarden kunnen te hoog zijn ingeval interactie bestaat. Voor toetsing van interactie is evenwel een proefopzet met echte herhalingen vereist. Paarsgewijze verschillen tussen gemiddelden voor de lichtbehandelingen zijn getoetst met t-toetsen; daarbij is gebruik gemaakt van de GenStat procedures RPAIR en PPAIR.

De statistische analyse is uitgevoerd met de metingen van dag 16, waarbij het gemiddelde van zowel de resultaten van de lage als van de hoge intensiteit per behandeling zijn gebruikt. De tabellen in figuren 9 en 10 laten respectievelijk de resultaten van de statistische analyse van de DA metingen en van de “opp. x intens.” beoordeling zien.



Figuur 9. Statistiek analyse Chlorofyl metingen (DA) op dag 16.



Figuur 10. Statistiek analyse visuele beoordeling (opp x intens.) op dag 16.

Lichtbehandelingen met dezelfde letter zijn niet statistisch significant verschillend van elkaar. De mate van vergroening bij de aardappelen bewaard onder wit LED is niet significant verschillend van de wit SON. Per partij aardappelen zijn de lichtbehandelingen in de groene cirkel significant verschillend van de lichtbehandelingen in de rode cirkel. Ondanks het feit dat de lichtintensiteit bij alle lichtbehandelingen dezelfde is, is het duidelijk dat de afzonderlijke lichtbronnen tot minder vergroening leiden dan de wit licht behandelingen. Daarnaast heeft ver-rood (far-red) steeds de laagste hoeveelheid vergroening. Wat de andere golflengtes betreft, kan er niet uit deze resultaten worden geconcludeerd dat één van de drie “kleuren” consistent de vergroening vermindert.

Naast de vergroening is de hoeveelheid spruitvorming (spruiting) bij de knollen gemeten. Bij Biogold lijkt meer spruiting te ontstaan bij wit SON dan bij wit LED (statistisch significant verschillend). Bij Ditta bewaard is de mate van spruiting significant verschillend zowel tussen de twee witte lampen maar ook tussen de intensiteit. Ook hier is er minder spruiting bij de wit LED dan wit SON. Bij de Ditta jong zijn er geen significant verschillen.

4.3.2 Resultaten voorbehandeling

De grafieken in figuur 9 en 10 laten de hoeveelheid vergroening gemeten in tijd na de voorbehandeling zien (respectievelijk de gemiddelde waarde van de visuele beoordeling en de chlorofyl meting).

Omdat de mate van vergroening bij de voorbehandelde monsters hoger was dan de controle (= donkere voorbehandeling en vervolgens bewaring onder licht= zie "licht-donker" in figuren 11 en 12), zijn beide Ditta partijen – jong en bewaard – alleen tot dag 14 gemeten. Bij de visuele beoordeling van de "Ditta bewaard" aardappelen was er geen vergroening waarneembaar (bij de DA meting is wel chlorofyl gemeten).

Wat Biogold betreft, was er, na 14 dagen, bij de visuele beoordeling van de far-red voorbehandelde monsters iets minder vergroening dan de controle (geen voorbehandeling) gemeten. Daarom is deze partij ook bij dag 21 gemeten. Echter na 21 dagen blijkt dat ook voor Biogold, de mate van vergroening van de voorbehandelde monsters hoger is dan de controle. Deze resultaten gelden zowel voor de visuele beoordeling als voor DA metingen (Chlorofyl).

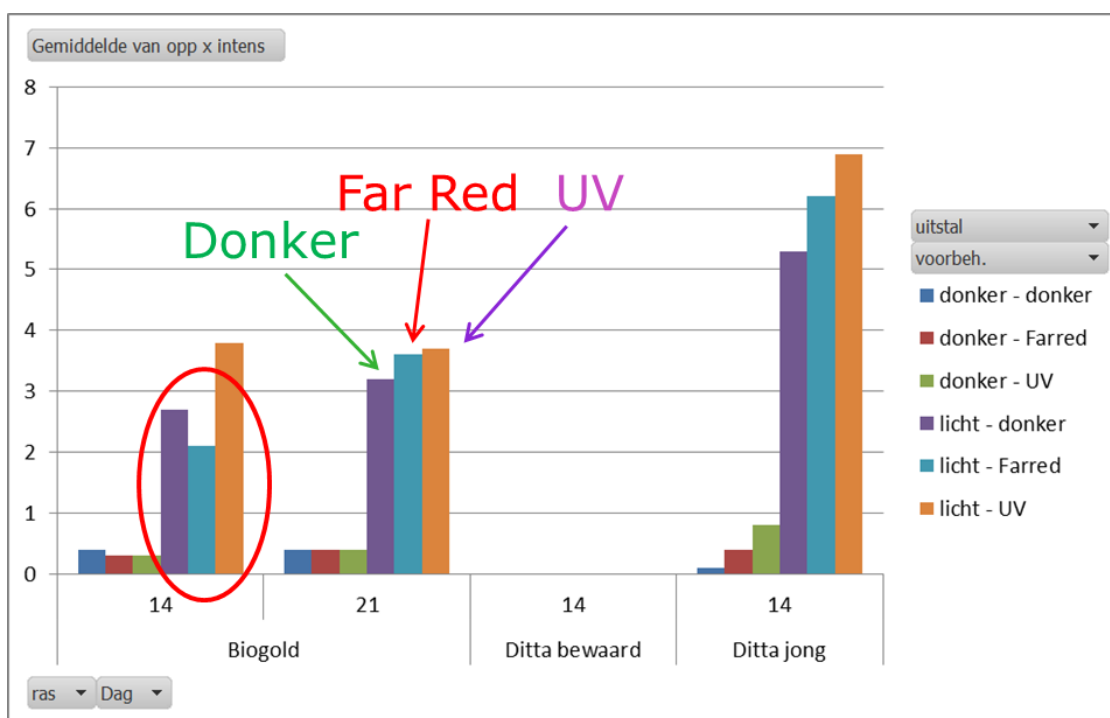


Fig. 11 Gemiddelde score van de visuele beoordeling (oppervlakte x intensiteit) in de tijd van de voorbehandelde aardappelen.

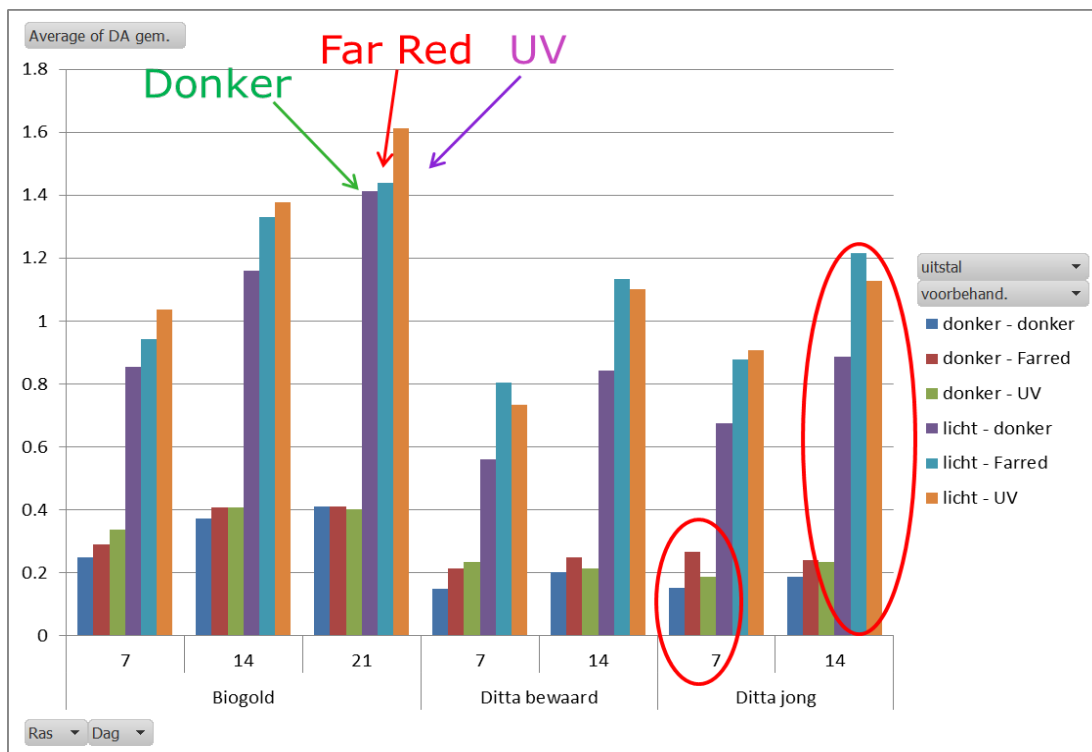


Fig. 12. Gemiddelde DA waarden in de tijd van de voorbehandelde aardappelen.

4.3.3 Resultaten effect PSS op vergroening

Omdat er in dit experiment op dag 0 een aantal knollen waren die lichte vergroening vertoonden, zijn de resultaten van de visuele beoordeling en het chlorofyl metingen bij de verschillende meetmomenten gecorrigeerd door de waarden van dag 0 af te trekken. Deze gecorrigeerde parameters zijn dDA en d(opp x int) genoemd, respectievelijk voor het chlorofyl meting en de score van de oppervlakte vermenigvuldigd met de intensiteit uit de visuele beoordeling (opp. x int.). De gemiddelde waarden voor deze 2 parameters in tijd, voor beide partijen, zijn geplot in figuren 13 en 14.

Bij de Biogold partij kan een trend herkend worden in het effect van additioneel far-red licht op de vergroening: hoe meer far-red licht wordt toegevoegd aan de lichtbron, hoe minder vergroening. Deze trend is niet duidelijk te zien bij de Nicola partij. Echter, in beide gevallen is het wel duidelijk dat de test variabele "PSS Low" (dus met de hoogste hoeveelheid far-red), de laagste hoeveelheid vergroening vertoont. Beide meetmethoden bevestigen dit resultaat. Tussen de LED en SON lampen met 500 lux intensiteit is er geen verschil. Bij de LED lampen met lagere intensiteit (250 lux) is er minder vergroening gemeten tov de hogere intensiteit, maar het verschil is beperkt.

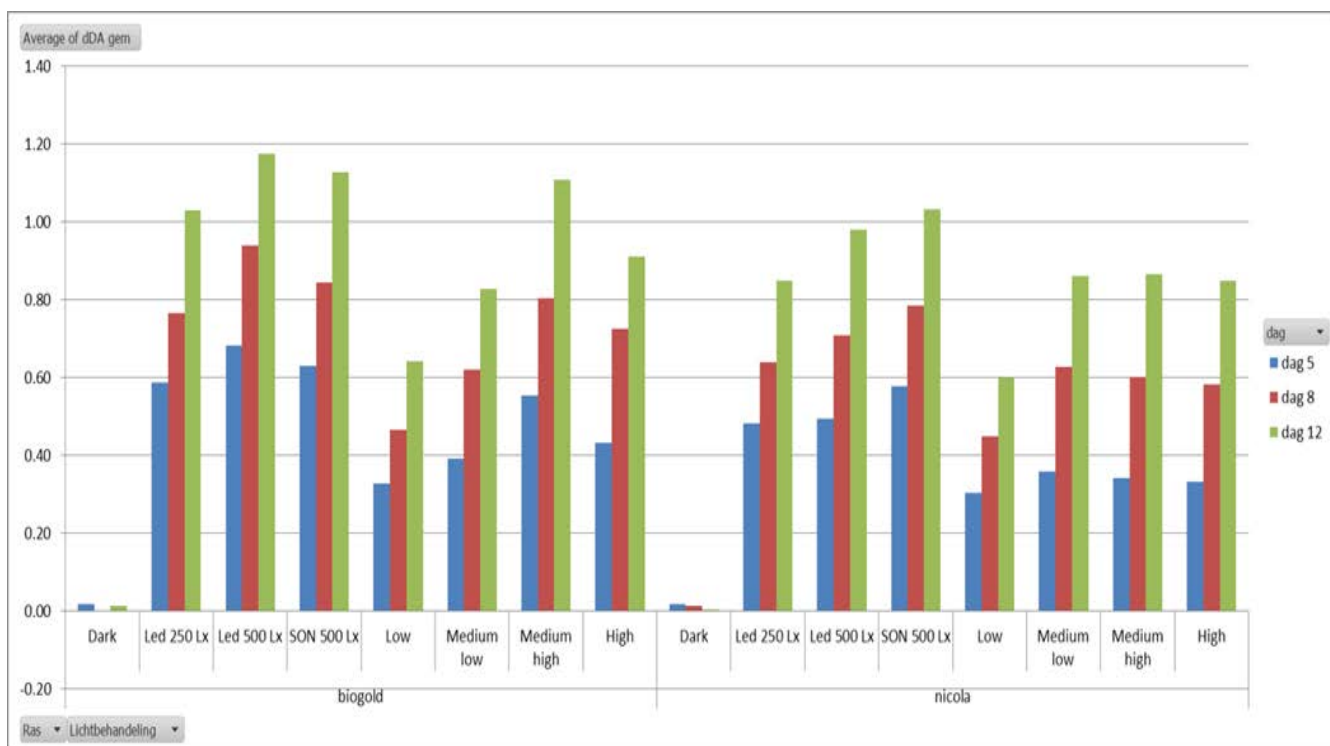


Fig. 13. Gemiddelde dDA waarden in de tijd van verschillende verhoudingen rood en far-red licht en witten lampen.

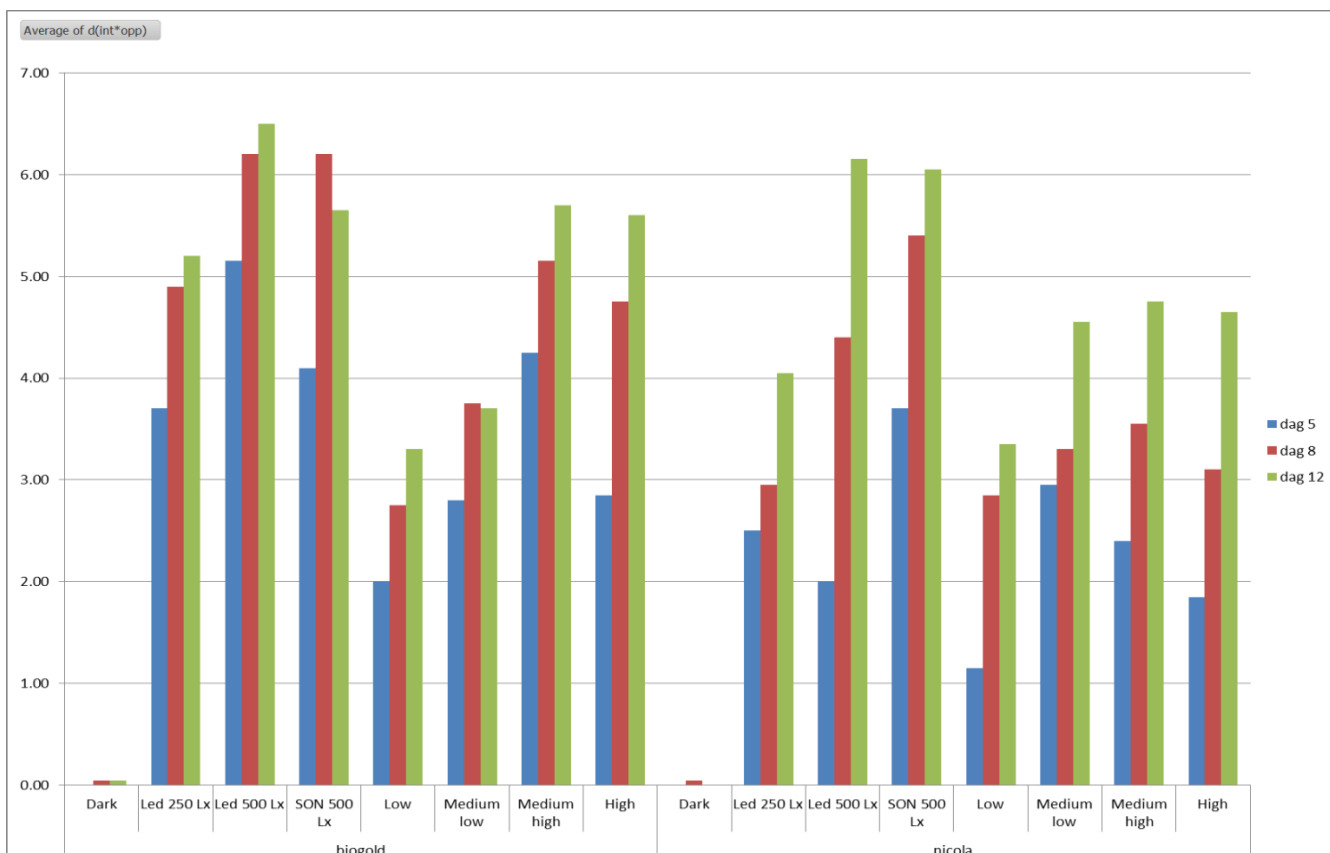


Fig. 14. Gemiddelde scores visueel beoordeling d(int. x opp.) in de tijd van verschillende verhoudingen rood en far-red licht en witten lampen.

Zoals te verwachten neemt de hoeveelheid vergroening toe in tijd. De aardappelen bewaard in het donker tonen nauwelijks vergroening, ook zoals te verwachten.

Figuur 15 laat de resultaten van de vragenlijst zien. De aardappelen zijn op het eind van het experiment, op dag 12 gescoord op de mate van vergroening: 1 = geen vergroening en 8 = veel vergroening. In totaal hebben 12 personen (geen getraind panel, maar willekeurige consumenten) de vragenlijst beantwoord. De grafieken laten de gemiddelde scores zien.

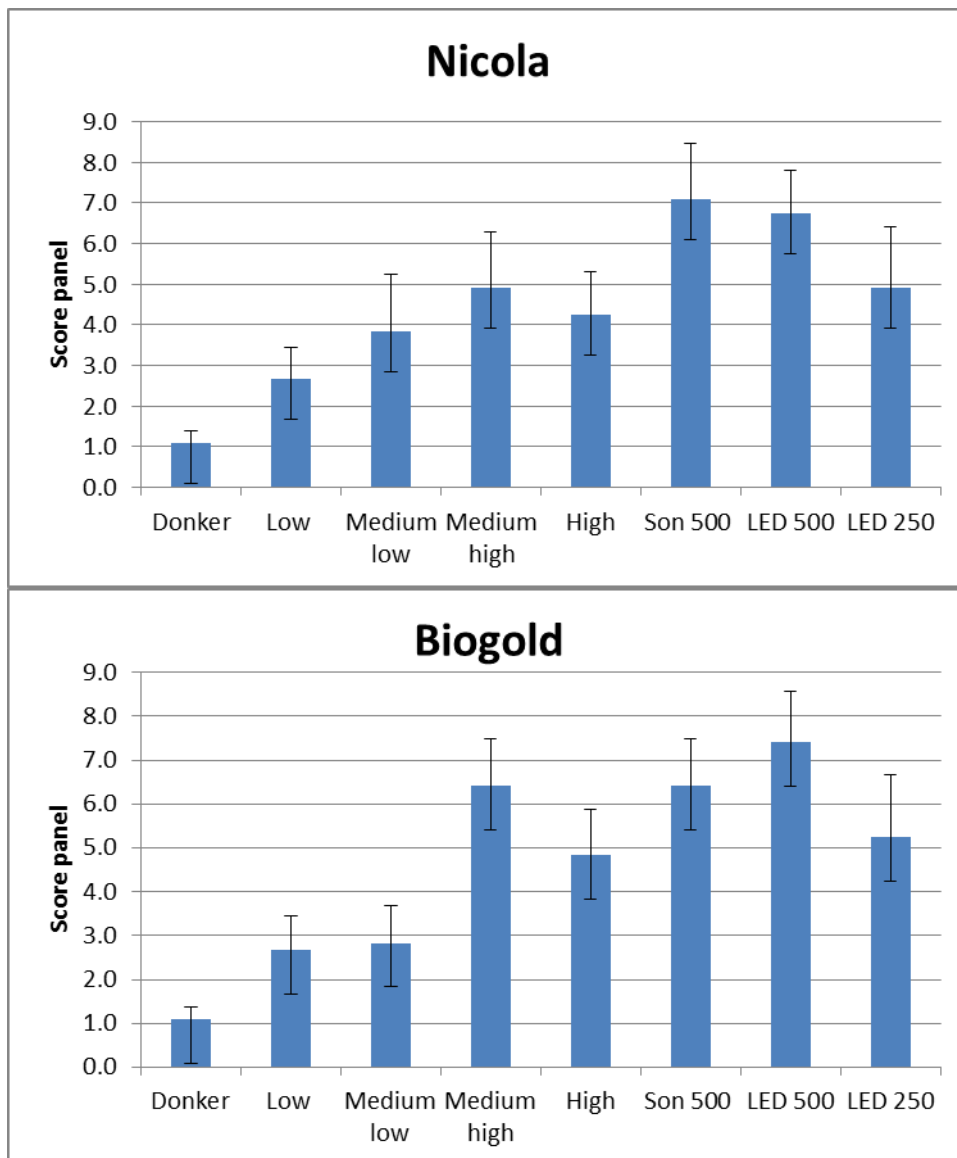


Fig. 15. Resultaten van de vragenlijst beantwoord door 12 personen (mate van vergroening gescoord in een schaal van 1 = geen vergroening tot 8 = veel vergroening).

De resultaten komen goed overeen met die van de andere meetmethoden, en bevestigen hiermee de waargenomen trends.

Naast de vergroening is de hoeveelheid spruit (spruiting) bij de knollen ook gemeten. Zoals te verwachten – de aardappelen waren net geogst - is er geen spruiting geconstateerd.

4.4 Conclusies en aanbevelingen

Uit dit onderzoek is gebleken dat de gemeten vergroening lager is bij de aardappelen behandeld met hoger far-red licht ($96.9 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) gecombineerd met rood licht ($10 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s} = 500 \text{ lux}$) dan bij andere combinaties van far-red en rood licht. De standaard afwijking is groot dus op basis van deze proef alleen kan niet worden geconcludeerd dat deze verhouding van far-red en rood licht ($\text{PSS}=0,252$) de vergroening remt. De lager gemeten vergroening bij deze licht verhouding geldt wel voor beide geteste partijen (net geoogst biologische Nicola en Biogold) en bij alle meetmomenten. In het geval van de Biogold partij kan een trend herkend worden in het effect van far-red licht op de vergroening: hoe meer far-red licht wordt toegevoegd aan het rode licht, hoe minder chlorofyl wordt geproduceerd. Op basis van deze consistente metingen is de verwachting dat bij verder onderzoek, waarbij de verschillen tussen aardappelen kleiner zijn, de toepassing van een lichtreceptuur met verhoogd aandeel far-red tot een significante verlaging van de vergroening zal leiden.

Wat het monochromatisch onderzoek betreft, kan uit de resultaten worden geconcludeerd dat groen, blauw of rood licht afzonderlijk tot minder vergroening leidt dan een witte lamp (waarbij alle golflengtes aanwezig zijn). Echter kan uit dit onderzoek niet worden geconcludeerd welke van de 3 kleuren licht het best is om de vergroening te verminderen. Uit de resultaten blijkt dat er, bij de verschillende partijen en meetmomenten, steeds een andere kleur licht is (uit de geteste drie) dat de productie van chlorofyl het meest beperkt. Daarnaast zijn in de meeste gevallen de verschillen tussen de 3 lichtkleuren niet statistisch significant. In het monochromatisch onderzoek is far-red afzonderlijk ook getest. Uit de resultaten kan wel worden geconcludeerd dat de laagste hoeveelheid vergroening consistent bij de far-red lampen is gemeten.

Zowel bij het onderzoek naar het effect van de PSS verhouding op vergroening, als bij het monochromatisch onderzoek, is er geen verschil tussen de twee type witte lampen, LED of SON, op de vergroening. Wat de lichtintensiteit betreft, is het verschil tussen de 1000 en 500 lux en 500 en 250 lux beperkt. Alleen bij een aantal meetmomenten en meetmethoden is dit verschil statistisch significant. Wel is de vergroening zowel gemeten door de visuele beoordeling als de DA meting, in de meeste gevallen lager bij de lagere lichtintensiteit.

De resultaten van dit onderzoek geven aan dat een voorbehandeling van 12 uren met UV-B of far-red licht, de productie van chlorofyl niet kan vertragen.

Uit het onderzoek kan tenslotte worden geconcludeerd dat de visuele beoordeling van de vergroening goed overeenkomt met het spectroscopische meten van het chlorofyl (DA meter) en dat de vergroening, zoals door experts gemeten, goed overeenkomt met de beoordeling door niet experts (vergelijkbaar met consumenten).

Het project biedt aanknopingspunten voor verder onderzoek naar een oplossing (of vermindering) voor de vergroening van aardappelen in het schap. Op basis van deze resultaten is het waardevol om het gebruik van far-red licht gecombineerd met een witte lamp te toetsen. Hierbij kan het spectrum van de witte licht worden aangepast zodat het minder rood licht bevat. Er zijn meerdere lichtrecepturen mogelijk die in de praktijk haalbaar zijn.

Verder is het uit de resultaten te concluderen dat er grote verschillen zijn in vergroening tussen knollen. Deze verschillen kunnen al ontstaan in de loop van de keten, als sommige aardappelen eerder blootgesteld zijn aan het licht. Om de mate van vergroening in het schap tegen te gaan is een ketenbreed aanpak nodig. Het is de verwachting dat een optimale producthandeling en gebruik van aangepast licht bij alle ketenschakels, van teler tot retailer, tot minder vergroening zal leiden. Hierbij is kennis van het begin kwaliteit van een bepaald partij tevens essentieel. De uiteindelijke productkwaliteit is, zoals bij alle AGF producten, het resultaat van het samenspel tussen begin productkwaliteit en keten condities.

Tenslotte is de verwachting dat het effect van licht op vergroening onderzocht in deze studie ook zal gelden bij gangbare aardappelen. Een vervolgonderzoek zou daarom zich niet alleen op biologische aardappelen moeten richten maar zou juist voor de hele sector moeten worden opgezet. Hiermee is de impact op derving veel groter en kan de hele sector profiteren van een verbeterde productkwaliteit.

Voor het ontwikkelen en versterken van de biologische landbouwsector werken ondernemers (van boer tot winkelvloer) binnen Bionext samen met onderwijs- en onderzoeksinstellingen om onderzoek te initiëren.



Het ministerie van Economische Zaken is financier van de onderzoeksprojecten.



Ministerie van Economische Zaken

Wageningen UR (University & Research centre) en het Louis Bolk Instituut zijn de uitvoerders van dit onderzoek.

LOUIS BOLK
I N S T I T U U T



WAGENINGEN UR
For quality of life

Onder de naam bioKennis communiceren het Nederlands en Vlaams onderzoeks- en kennisnetwerk resultaten uit het onderzoek voor biologische landbouw dat onder andere gefinancierd wordt door het ministerie van Economische Zaken en de Vlaamse overheid. De Vlaamse partners zijn CCBT (Coördinatiecentrum praktijkgericht onderzoek en voorlichting biologische teelt), NOBL (Netwerk Onderzoek Biologische Landbouw en voeding) en Biobedrijfsnetwerken.

www.biokennis.org

Rapportnummer 640