



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Bacheloroppgave 2019 15 stp

Fakultet for Biovitenskap, Institutt for plantevitenskap

Effekt av tangekstrakt på vekst og bladrandskade hos salat (*Lactuca sativa* L. 'Frislice') dyrket i hydroponisk system.

Jesper Gamborg-Nielsen

Plantevitenskap

SAMMENDRAG:

Denne bacheloroppgaven ble gjennomført våren 2019. Effekter av biostimulant «Acadian» grisetangekstrakt "*Ascophyllum nodosum ekstrakt*" ble testet i veksthus og i kontrollerte vekstkammere for å teste effekter på vekst, utvikling av bladrandskade og innholdet av fenoler og antioksidant-kapasitet (FRAP). I det kontrollerte forsøket ble lysintensiteten økt fra 150 til 300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Plantene ble behandlet med Acadian under oppalet og under dyrking og resulterte i 4 behandlinger: med og uten Acadian i oppalet kombinert med og uten Acadian i dyrkingen. I veksthus ble det ikke funnet noen signifikante effekter av Acadian på vekst eller bladrandskade. Resultatet fra det kontrollerte forsøket med lys-stress viste økt vekst og lengre blader hos planter behandlet med Acadian under dyrking. Mindre indre bladrandskade men mer ytre bladrandskade ble observert hos planter behandlet med Acadian under dyrking. Det totale skadeomfanget av bladrandskade var signifikant lavere med Acadian. Planter behandlet med Acadian under dyrking viste lavere innhold av fenoler og FRAP etter tre uker med lys-stress men mindre total bladrandskade. Dette kan tyde på at planter behandlet med Acadian er mindre stresset. Det kan være hensiktsmessig å benytte Acadian i perioder hvor planter er utsatt for abiotisk stress.

Innhold

1. Innledning

2. Teori

2.1 Hva er biostimulanter, og hvordan virker de på planter?

2.2. Bladrandskade hos salat

3. Formål med forsøkene

4. Materialer og metoder

4.1 Forsøk 1: Veksthus med naturlig lys

4.2. Forsøk 2: Kontrollerte vekstkammer med lys-stress

4.3. Vekst og bladrandskade

4.4. FRAP og fenol

5. Resultater og diskusjon

5.1. Forsøk 1

5.5.1. Vekst og bladrandskade

5.2. Forsøk 2

5.2.1. Vekst og bladrandskade

5.2.2. FRAP og fenol

6. Konklusjoner

7. Referanser

8. Vedlegg

9. Appendix

1. Innledning

Acadian (<http://acadianplanthealth.com/en-us/>) er et Canadisk selskap som har utviklet en «biostimulant» fra grisetangekstrakt. I Norge selges Acadian av selskapet Azelis. Acadian benyttes av en rekke Norske veksthusgartnerier for å fremme vekst, bryting og rotutvikling. Det antas at Acadian gir fordelaktige egenskaper hos plantene som behandles men det er ikke tidligere utført systematiske undersøkelser med Acadian i Norge. Det er imidlertid utført flere undersøkelser i Danmark og i Canada (J. Norrie, 2015) (Fan et al., 2013).

Resultatene viser positive effekter med blant annet stimulert rotvekst, økt næringsopptak, økt mikrobiell aktivitet, økt stresstoleranse mot tørke, høyt ledetall og ugunstig temperatur. I tillegg er det påvist økning i plantens vekstkraft, økt innhold av antioksidanter i spiselige produkter, økt induksjon av forsvarsgrener og forsvarsstoffer mot sykdom og insektangrep, økt kvalitet og dermed økt inntjening hos produsenter (Lizzi et al., 1998) (Acadian dokumenterte effekter og publikasjoner 160601/vedlegg 2). Produktet er også godkjent til økologisk produksjon.

Interessen for «biostimulanter» har vært økende de siste årene fordi mange plantevernmidler er trukket fra markedet og det er færre midler tilgjengelig. Trenden går dermed mot å styrke plantenes «indre forsvar» ved hjelp av biostimulanter. I tillegg er det enkelt å tilføre i torv/jord eller direkte i næringsløsningen.

Bladrandskade er et stort problem i hydroponisk dyrket salat i veksthus. Omfanget varierer og er avhengig av årstid og klima men i perioder er det opp til 20% svinn på grunn av bladrandskade. Man har forsøkt å finne metoder som kan redusere forekomsten av bladrandskade uten hell. Tidligere trodde man at bladrandskade bare var knyttet til kalsiummangel men i dag er det ny informasjon som tyder på at bladrandskade også oppstår på grunn av abiotisk stress (Berland, 2016) (Jithesh et al., 2012) (Martynenko et al., 2016). Det er derfor av interesse å undersøke om Acadian kan motvirke bladrandskade hos salat.

I denne oppgaven er det utført to ulike forsøk med Acadian tangekstrakt for å teste effekten på bladrandskade. Et av forsøkene ble utført i veksthus med naturlig sollys mens det andre forsøket ble utført i kontrollerte vekstkammer hvor plantene ble utsatt for lys-stress (økt lysmengde). Begge forsøker er gjort ved Norges Miljø og Biovitenskapelig Universitet (NMBU) og i tillegg til bladrandskade ble vekst og antioksidantkapasitet hos salat undersøkt.

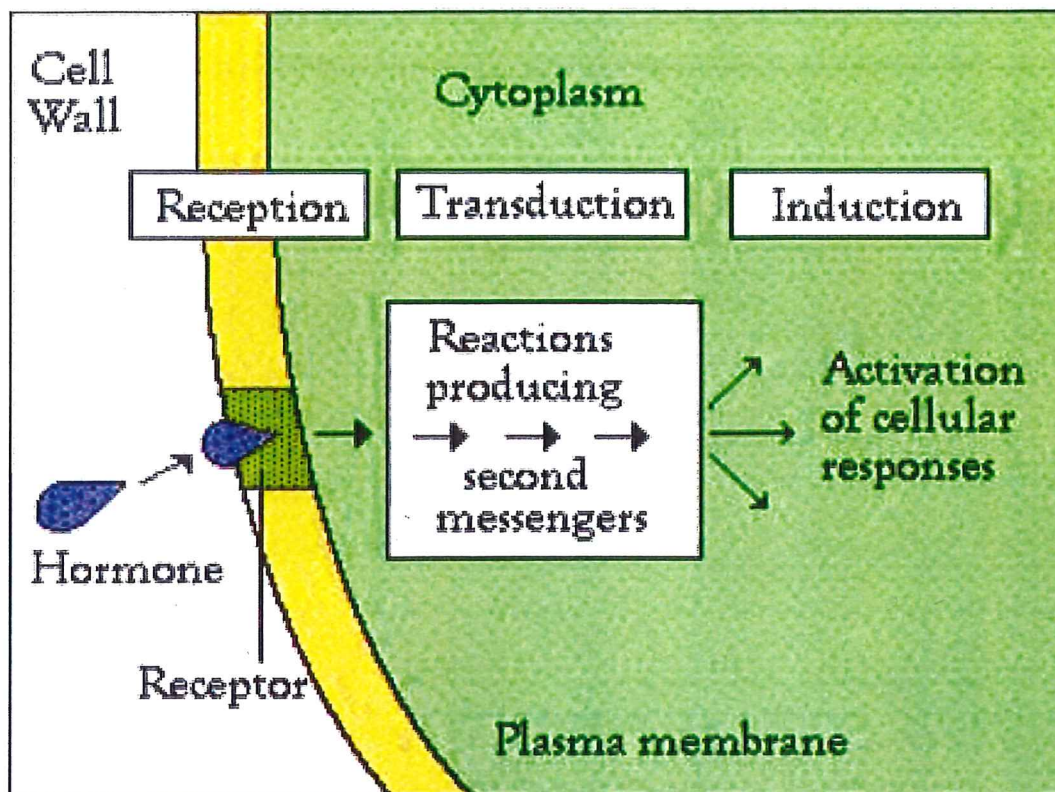
2. Teori

2.1 Hva er biostimulanter og hvordan påvirker de planter?

"Biostimulanter" er en fellesbetegnelse for alle organiske eller uorganiske preparater som tilsettes for å styrke planten. Biostimulanter kan være biologiske stoffer, aminosyrer, humus og organiske syrer mikroorganismer (bakterier eller sopp), og/eller kjemiske forbindelser som kan påføres planten med det formål å forbedre næringsstatus, abiotisk stresstoleranse og / eller avlings- og kvalitetsegenskaper uavhengig av innholdet av næringsstoffer (du Jardin, 2012, 2015).

Det finnes noen krav for hva som kan kalles for en biostimulant (se over). En biostimulant kan også påvirke biotisk stress men definisjonen inkluderer ikke effekter på biotisk stress. Sitert og oversatt fra (J. Norrie, 2015) «Selv om mange av biostimulant-produktene har effekt på plantens beskyttelse mot biotisk stress, så er det foretrukket å unngå biotisk stress fra den foreslått definisjon på biostimulanter (Khan et al., 2009; Craigie, 2011; Battacharyya et al., 2015).

Det er fortsatt uvisst hvordan biostimulanter fungerer. Tidligere forskning viser til at det er mange ulike effekter, både næringseffekter og hormonelle effekter som kan fremmes gjennom biostimulanter (Norrie, 2015). Eksempler på en godt studert biostimulant er grisetangeekstrakten, *Ascophyllum nodosum* (ANE). ANE er antatt å «herme» hormon responser hos plantene og det er påviste effekter som ligner cytokinin (CYT) og abscisinsyre (ABA) som begge er viktige plantehormoner som regulerer vekst og stresstoleranse (Wally et al., 2013) (se Figur 1). Det er også påvist at marine plante-ekstrakter kan føre til økning i syntese og aktivitet av proteiner som virker som antioksidanter (Allen et al., 2001; Ayad et al., 1997; Ayad, 1998; Schmidt and Zhang, 1997)(Lizzi et al., 1998).



Figur 1: «Hormoner, eller andre signalstoffer kan utføre kjedereaksjoner som kan regulere gener (via transkripsjon) og påvirke produksjonen av enzymer og andre forbindelser (f.eks fenoler, resveatol/phytoalexin) som gir stresstolerante planter». Sitert og oversatt fra publikasjonen: Norrie, (2015), *Ascophyllum nodosum* extracts: gifts from Poseidon to Theoi Georgikoi (the Greek gods of agriculture) (Foto: (Norrie, (2015)))

2.2 Bladrandskade

Bladrandskade hos salat er skader som starter på bladtupper, men som kan utvikles videre innover i bladene og danne brune flekker eller råtne nekrotiske/døde deler og dekke opp til hele bladene på de verste tilfellene. Bladrandskade kan oppstå både på ytre, eldre blad og/eller på unge blad. Figur 2 viser ungt blad med stor skade. Planter med mange skadde unge blad er ikke salgbare og må kastes. Ytre bladrandskade er ikke like alvorlig. De kan fjernes eller klippes bort og dermed fortsatt være salgbare. Det er den indre bladrandskaden som er mest alvorlig for produsentene men den ytre som er mest vanlig.

Bladrandskade har generelt blitt sett på som kalsiummangel da kalsium er viktig for plantens evne til å styrke celleveggen og membranstabiliteten og dermed stabiliteten til vevet (Dimsey, R. (2010) (SNL, kalsium (2019)).



Figur 2. Ungt blad med bladrandskade (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen,2019).

Nyere forskning tyder på at det ikke nødvendigvis er mangel på kalsium men også andre faktorer som kan spille inn på utvikling av bladrandskade. Mange ulike typer abiotisk stress fremmer bladrandskade. For eksempel vil høy lysmengde (lyssum) og høy luftfuktighet, og lav temperatur gi bladrandskade (Knoop, 2019). Høgt rottrykk og liten fordamping fører til celledrenging, og bladranden er særlig utsatt.

Undersøkelser har vist at lys-stress (økning i lysmengde) er en av de viktigste klimafaktorene som gir bladrandskade (Knoop, 2019). Det er ikke grundig undersøkt hvorfor lys-stress induserer bladrandskade men en økning i oksidativt stress (ROS) ble målt i planter med bladrandskade (Knoop, 2019). Det kan dermed være en sammenheng mellom planters stress-toleranse og /eller revne til å tåle oksidativt stress og utvikling av bladrandskade. Biostimulanter kan dermed være et aktuelt hjelpemiddel for å hindre bladrandskade.

3. Formålet med forsøket

Acadian sine nettsider (<http://acadianplanthealth.com/en-us/>) reklamerer med dokumenterte effekter på stimulert rotvekst, økt næringsopptak, økt mikrobiell aktivitet, økt stresstoleranser (mot tørke, høyt ledetall, temperatur), økning i plantens vekstkraft, økt innhold av antioksidanter, økt induksjon av forsvars-gener og forsvarsstoffer mot sykdom og insektangrep, og økt kvalitet.

Hovedformålet med forsøkene var dermed å undersøke om Acadian kan redusere forekomsten av bladrandskade hos salat. Siden Acadian er kjent for å fremme stresstoleranse ble plantene i et av forsøkene utsatt for lys-stress.

Delmål:

- Undersøke om planter dyrket med Acadian viste ulik vekstrespons enn planter uten Acadian
- Undersøke om planter dyrket med Acadian hadde høyere innhold av fenoler og høyere antioksidant-kapasitet enn planter uten Acadian

4. Materialer og metoder

4.1. Forkultiveringen

Salat (*Lactuca sativa* L) «Frillice» ble dyrket frem i Torv i et drivhus (Gartnerjord, LOG, Norge), Frøene ble sådd og plassert ved 15°C i 3 dager med en relativ luftfuktighet på 60% i mørke før de ble flyttet til veksthus.

Etter spiring var plantene i veksthus ca. 2 uker frem til de hadde ca 8 blad og deretter plassert i renner (se under). Under denne perioden ble det vannet en gang om dagen (oftere hvis nødvendig).

4.2. Behandling med Acadian

Halvparten av plantene ble behandlet med Acadian under forkultiveringen. Halvparten av disse igjen fikk Acadian under dyrkingen.

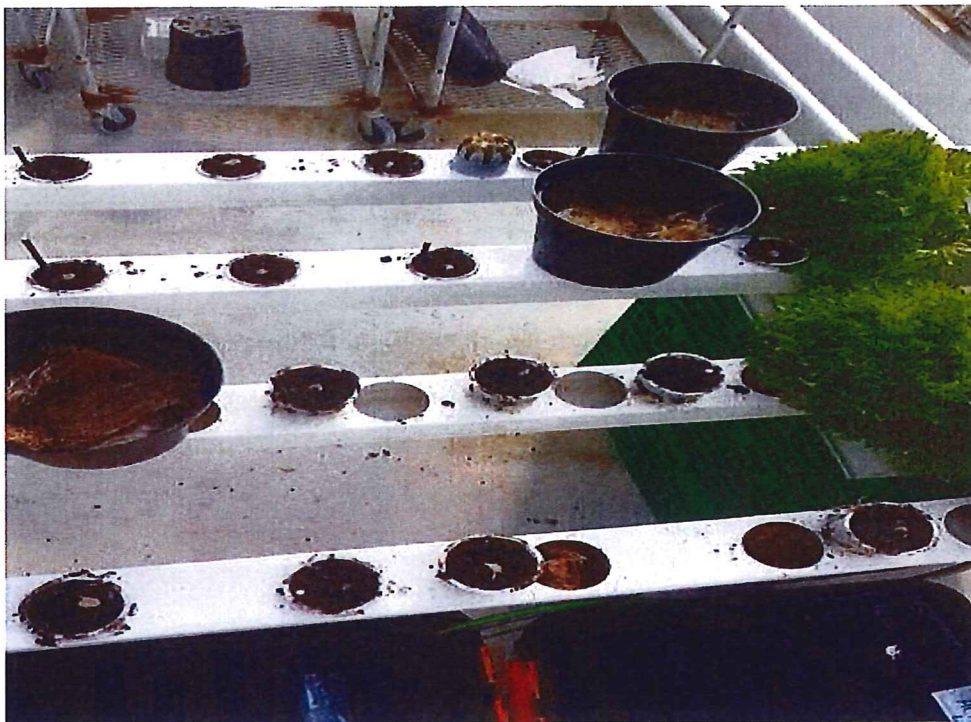
Under førkultiveringen ble halvparten av plantene behandlet med 3,5 ml/l, (1,5-2 l m²) løsning Acadian i pottene sine to ganger. Under dyrkingen ble næringsløsningen tilsatt Acadian med konsentrasjon på 0,035 ml Acadian/ per liter næringsløsning. Dette gir til sammen 4 behandlinger (Tabell 1).

Tabell 1. Forsøksopplegget inkluderte 4 ulike behandlinger med og uten Acadian under forkultivering og dyrking.

	Acadian under forkultivering (F)	Acadian under dyrking (D)	Behandlinger
Behandling 1 (kontroll)	-	-	--
Behandling 2	-	+	--+
Behandling 3	+	-	+--
Behandling 4	+	+	+++

4.3. Dyrkingssystemet

Det ble benyttet et hydroponisk-system for dyrkingen av salat. Det hydroponiske systemet besto av renner med en liten helning slik at næringsløsningen renner sakte gjennom ved hver vanning (Figur 3). Avstanden mellom rennene var ca 25 cm, og hver renne hadde 15 cm avstand mellom hullene. Plantene ble vannet med fullstendig næringsløsning (vedlegg 1) annenhver time med ledetall 2.0 mS. Dette ble utført ved hjelp av vannpumpe (Aquarium Systems Maxi-Jet 500, France) med en timer (müeller SC 28 11 pro, Germany) som tok vann opp fra ett vannreservoar.



Figur 3: Hydroponiske system der fire renner med liten helning ble tilført næring og Acadian gjennom vanning. En plante ble plassert i hvert hull (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019).

Vanningen ble utført fra klokken 06.05 og frem til 00.05-00.07 med 2 timers intervall og bytting mellom vanningslengde på 2 minutter eller 1 minutt (illustrert i figur 4).

6 05 - 6 07	2 min
8 05 - 8 06	1 min
10 05 - 10 07	2 min
12 05 - 10 06	1 min
14 05 - 14 07	2 min
16 05 - 16 06	1 min
18 05 - 18 07	2 min
20 05 - 20 06	1 min
22 05 - 22 06	1 min
00 05 - 00 07	2 min

Figur 4: Vanningsopplegg i forsøket. Kolonnen til venstre viser klokkeslett vanning pågikk og høyre viser lengde (minutter) vanning pågikk (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019).

4.5 Forsøksopplegg.

Det ble gjennomført to forsøk. Et i veksthus (eksperiment 1) og et i vekstkammer (eksperiment 2). Etter for-kultivering, da plantene hadde ca 8 blad, ble det tatt ut prøver for å måle friskvekt, tørrvekt, antall blad og relativt klorofyll. Relativt klorofyllinnhold ble målt med Hansatech instruments model CL-01, chlorophyll content meter (Hansatech Instruments Ltd, UK). Dette for å undersøke effekten av biostimulant som plantene ble behandlet med under for-kultivering. I forsøk 1 ble plantene plassert i renner 25.02.2019. I forsøk 2 ble plantene plassert i renner den 06.03.2019.

Forsøk 1 i veksthus

Plantene ble produsert med naturlig lys i februar og mars 2019. Når irradiansen utenfor drivhuset var $< 250\text{W/m}^2$ blir høytrykksnatriumdampplamper (fra Gavita, Norge) skrudd på og ga $150\text{ }\mu\text{molm}^{-2}\text{ s}^{-1}$ i plantesjiktet. Naturlig lys i perioden (Hentet fra metrologiske data Ås) er oppsummert i tabell 2.

Tabell 2: Lysmengden målt fra Ås meteorologiske stasjon. Målt i PAR (fotosyntese aktiv stråling). Lysmengde er målt ut ifra gjennomsnitt og sum av dagene i måneden som er oppgitt. (<https://www.nmbu.no/fakultet/realtek/laboratorier/bioklim/meteorologiske-data/siste-12-mdr>) sist oppdatert 11 mai.2019.

Lysmengde i perioden	Februar (28 dager)	Mars (31 dager)	April (30 dager)
Sum	214,3 (mol/m ²)	643,8 (mol/m ²)	1187,8 (mol/m ²)
Gjennomsnitt	7,7 (mol/m ²)	20,8 (mol/m ²)	39,6 (mol/m ²)

Målinger utført i forsøk 1:

Måling for friskvekt på forsøk 1 ble utført 26.03.2019 og ble samme dag plassert i tørkeskap. Der plantene var i en uke før de ble målt for tørrvekt.

Materialer: Linjal, saks, poser til å måle friskvekt (måler posene),

For å registrere ytre bladrandskade ble det tatt i bruk en skalering fra 0-5 med tanke på bladrandskade (Figur 5).

0 rangeres som ingen skade

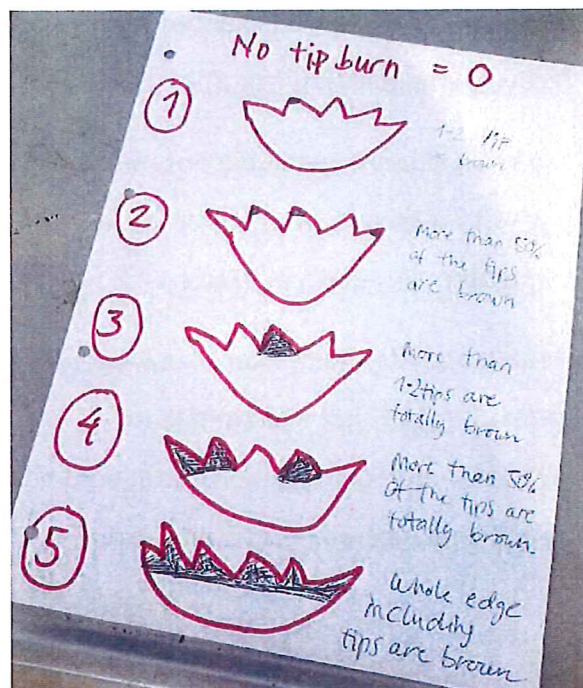
1 rangeres som 1 til ett par små skader ytterst på bladtuppen

2 rangeres som mange små skader 50%> ytterst på bladtuppen

3 rangeres som en eller to dype skader som går innover i bladet

4 rangeres som mange dype skader som går innover i bladet

5 rangeres som at hele bladet er dekket av bladrandskade



Figur 5: Skaleringsmodell for bladrandsskade (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen).

For å måle skaden ble bladene tatt av planten.

Når alle bladene er registrert for bladrandskade ble det lengste bladet målt med linjal fra stilkfeste til bladtupp, og til slutt ble planten samlet i pose og friskvekten ble målt (Figur 6).

Når friskvekten var målt ble posene med planter plassert i tørreskap som de var i en uke før tørrvekten også ble målt (Figur 7).

Det ble benyttet 40 planter til målinger på både forsøk 1 og 2. Hvert resultat blir ett gjennomsnittsmåling av 10 verdier per behandling på vekstmålingene, og bladrandskade.

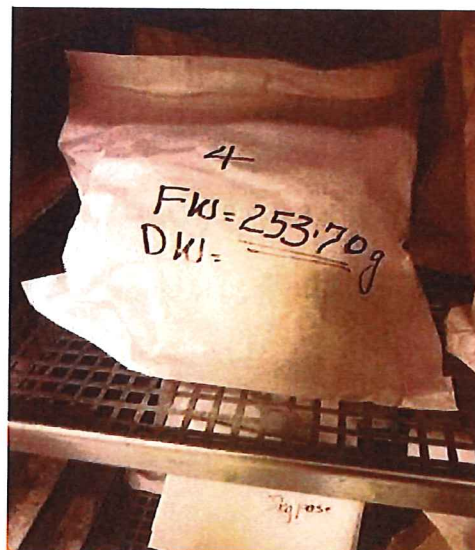


Figur 6: Salatblader sortert ut slik at bladrandskade kan bli målt (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen)

Forsøk 2: Vekstkammerforsøk med økt lys

Samme hydroponiske system som i forsøk 1 ble benyttet for dyrking av salaten.

Selve lys-systemet var derimot forskjellig (Tabell 3). I vekstkammeret er det ikke naturlig lys og all lys som plantene blir tilført kan kontrolleres. Lampetypen som ble brukt var hvit LED (Evolys, Norge) som har et fullt lysspekter. Lysintensiteten ble målt med en Li-cor PAR sensor (Li-Cor, USA). Rødt/mørkerødt forholdene i begge kamrene ble justert til $R:MR=1,1$ og ble målt med en Sky R/MR sensor (Sky, 660/730, sensor, USA).



Figur 7: Salat plassert i tørreskap på NMBU (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen).

Tabell 3: Lysintensitet i foton fluks tetthet ($\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$) ved start og etter endring. Plantene ble dyrket 1 uke i lavt lys før lysmengde økte (Endring)

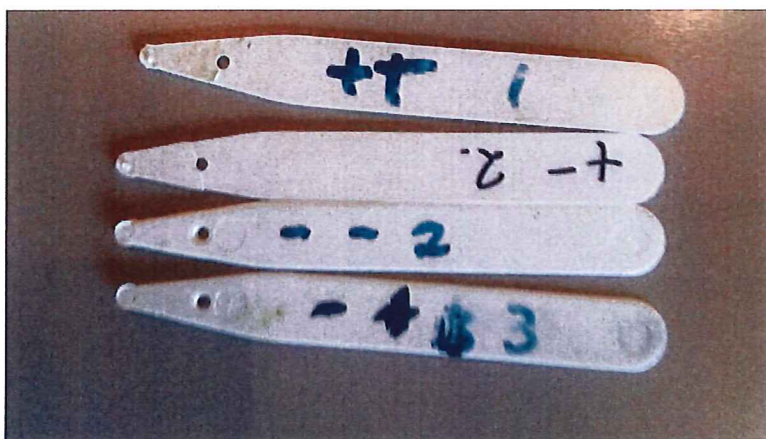
Tidspunkt	Kammer 1 (Uten Acadian)	Kammer 2 (Med Acadian)
Ved innsett (7-14mars)	163,4 $\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$	164,1 $\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$
Ved lys-økning (14-4 april)	276 $\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$	278,9 $\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$

Målinger av vekst og bladrandskade ble utført på samme måte som i forsøk 1. Både ytre og indre bladrandskade ble målt med samme rangering for skade (0-5). Målinger for bladrandskade og vekstmålinger på forsøk 2 ble utført 4. april.

Materiell for måling av antioksidant og fenoler:

Planter fra forsøk 2 ble høstet for måling av FRAP (antioksidant-kapasitet) og total-fenoler. Det ble fryst ned 20 salater (5 pr behandling) rett før lysintensiteten ble økt (14.03.2019) da plantene hadde stått i kammere ca 1 uke. De ble fryst ned i plastposer og hadde merking for å kunne skille de ulike behandlingene (Figur 8).

Seinere, ved forsøksslutt, da plantene ble målt for bladrandskade ble 20 salater høstet og fryst ned (04.04.2019).



Figur 4: Merking av salatprøver for å kunne skille behandlingler (foto: Jesper Gamborg-Nielsen). Bruker samme kode for førkultivering og dyrking med –(ingen), –+(bare dyrking), +- (bare førkultivering), ++(full behandling), og nummereringen benyttes for å kunne skille de 5 ulike plantene med samme behandling (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019).

For målingen av antioksidant og total-fenol ble maskinen Konelab 30i benyttet. Oppskriften er skrevet av J. Volden: 05.03.2007 og hans referanser (Slinkard, K; Singleton(1977))(Wrolstad,(2002)) . Denne maskinen måler for FRAP (Ferric Reducing Activity Power) lysabsorpsjon av lys på en bølglengde på 595 nm og automatisk kalkulerer konsentrasjon i prøvene.

Dette gjøres ved at maskinen pipetterer og mikser i følgende rekkefølge.

- 200 µl acetat buffer
- 20 µl jern triklorid
- 20 µl TPTZ
- mikser
- 8 µl prøve (eller standard kontroll)
- inkubering på 37°C for 10 min
- absorberings måling på 595 nm

For målingen av fenol benyttes GAE (Gallisk syre) som standard for kalibrering. Bølglengden som blir målt av maskinen for å finne konsentrasjonen er lest av som 765nm.

100 µl FC-reagens

- 20 µl prøve (eller standard løsning gallisk syre kalibrerings standard)
- mikser og inkubering på 37°C i 60 sekunder.
- 80 µl 7.5% (w/v) natriumkarbonat løsning.
- miksing og inkubering på 37°C i 900 s/15m.
- måling av absorbering på 765 nm.

Noen prøver måtte fortynnes og blandes før de ble tilsatt i konelab30i maskinen.

Laging av Salatekstrakt: Salatprøver som er frosset, Morter, miksmaster og/eller hard gjenstand for knusing, vekt, liten spatel, rundt 3mg knust basilikum (0,001 desimals margin), Teknisk metanol 30mL, vortex.

Laging av FRAP for måling av antioksidant: Mikser 0,0312g TPTZ (2,4,6-triperyl-s-triazine), med løst 10mL 40mM HCL; 0,456g (32%) løst i 100 mL destillert vann.

Bruker 0,0250g Trolox som kontroll for kalibrering

Laging av GAE/Gallisk syre etter Folin-Cioltu's reagens oppskrift hentet fra artikkel til J.Volden: 05.03.2007

Under forsøket ble blanding av FC og natriumkarbonat mikset gjennom Konelabmaskin men fortynning med destillert vann ble gjort før tilsetning

Kalibrerings standard: Oppløs 50 mg gallinsyre (3,4,5-trihydroksybenzoesyre, Sigma G-7384) i 100 ml vann; 500 µg / ml, merk nøyaktig masse og bruk dette for kalibreringskurven.

Natriumkarbonat:

natriumkarbonat 7,5% (vekt / volum) natriumkarbonat blir oppløst 7,5 g Na₂CO₃ (vannfri) i 100 ml destillert vann. (I forsøket ble det brukt 3,25 g Na₂CO₃ i 50 mL destillert vann)

Folin-Cioltu's reagens: Bruker Klargjort FC-reagens (Sigma F-9252) og fortynner i forhold 1:10. I dette forsøket ble det benyttet 5mL FC-reagens med 50mL destillert vann

5. Resultater og diskusjon

5.1. Forsøk 1. Veksthus

Vekst under for-kultivering.

Det var ingen signifikante forskjeller på vekstparameterne mellom planter som ble behandlet og ikke behandlet med Acadian under for-kultivering i veksthus (Tabell 4).

Tabell 4. Effekt av Acadian på vekst under for-kultivering av salat i veksthus i forsøk 1.

Statistisk behandling er gjennomført som en ANOVA enveis-variensanalyse, og testet med en Tukey parvisanalyse der forskjellig bokstav i samme linje signaliserer signifikante forskjeller ($p < 0.05$).

Vekstparameter	Uten Acadian	Med Acadian	p-verdi
Friskvekt (gr)	12,25A	12.426A	P=0.825
Bladantall	8,2A	7,8A	P=0,113
Lengde (cm)	15,380A	15,390A	P=0,825
Relativt klorofyll	1,255A	1,5275A	P=0,063

Det var heller ingen signifikante forskjeller i vekst etter 4 uker dyrking hos salat som fikk tilført Acadian i næringsløsningen (Tabell 5).

Tabell 5. Effekt av Acadian på vekst hos salat dyrket i veksthus i forsøk 1 ved forsøksslutt.

Statistisk behandling er gjennomført som en ANOVA enveis-variensanalyse, og testet med en Tukey parvisanalyse der forskjellig bokstav i samme linje signaliserer signifikante forskjeller ($p < 0.05$). --=Kontroll, -+= uten Acadian under forkultivering men med Acadian under dyrking, += med Acadian i dyrking men ikke under forkultivering, ++= full Acadian behandling

Vekstparameter	--	-+	+-	++	p-verdi
Friskvekt (gr)	260,4	263,8	271,7	253,8	P=0,288
Bladantall	27,3	27,8	28,10	27,2	P=0,574
Lengde (cm)	20,42	19,89	20,15	21,0	P=0,353
Tørrvekt (gr)	20,10	20,15	19,07	19,09	P=0,051

Det ble bare observert ytre bladrandskade hos salaten som ble dyrket i veksthuset (Figur 5).

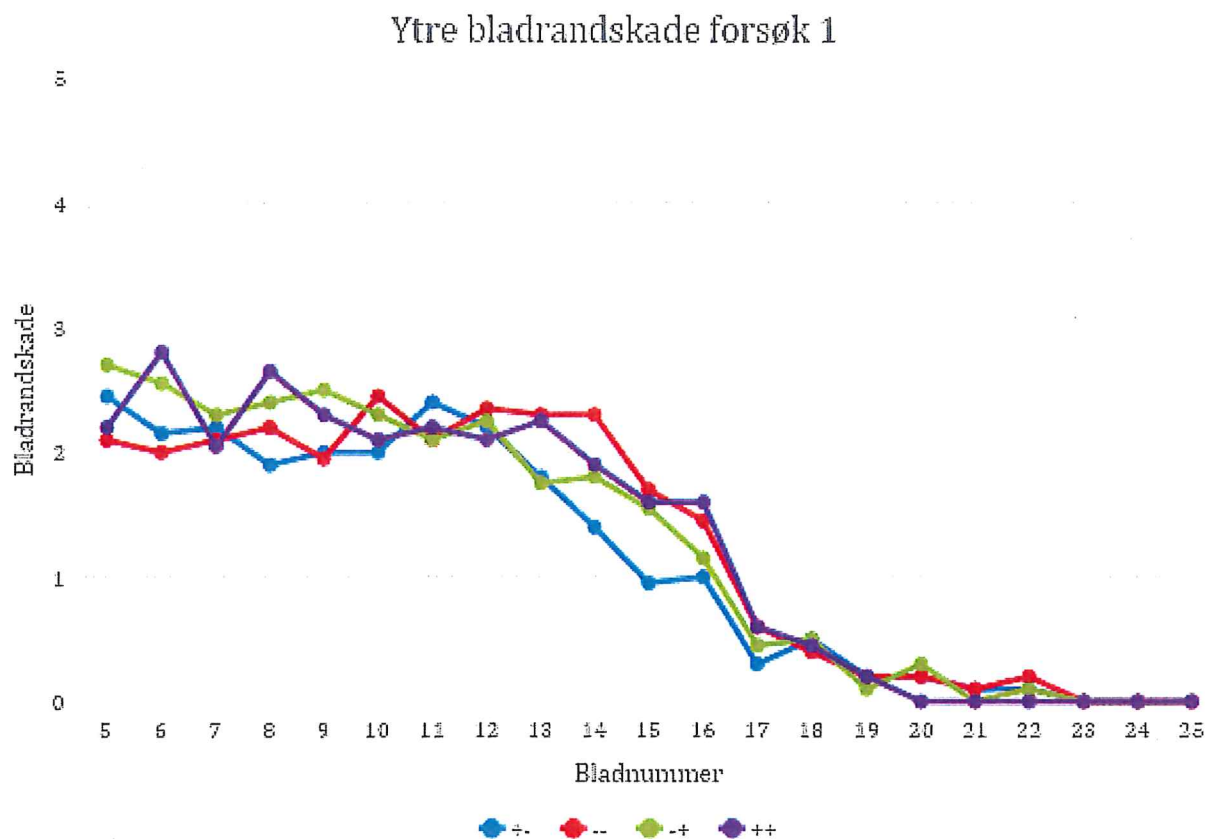
Det var små forskjeller mellom behandlingene og ingen forbedring i behandlingene med

Acadian. Det kan dermed ikke mulig å fastslå at Acadian har effekt på salat dyrket i

hydroponisk system slik det påstås (<http://acadianplanthealth.com/en-us/>). Dette kan

imidlertid henge sammen med at plantene ikke ble utsatt for stress i forsøket. I februar var

det svært lite naturlig sollys (Se materialer og metoder) og plantene har dermed ikke blitt utsatt for lys-stress, som normalt vil gi mye bladrandskade.



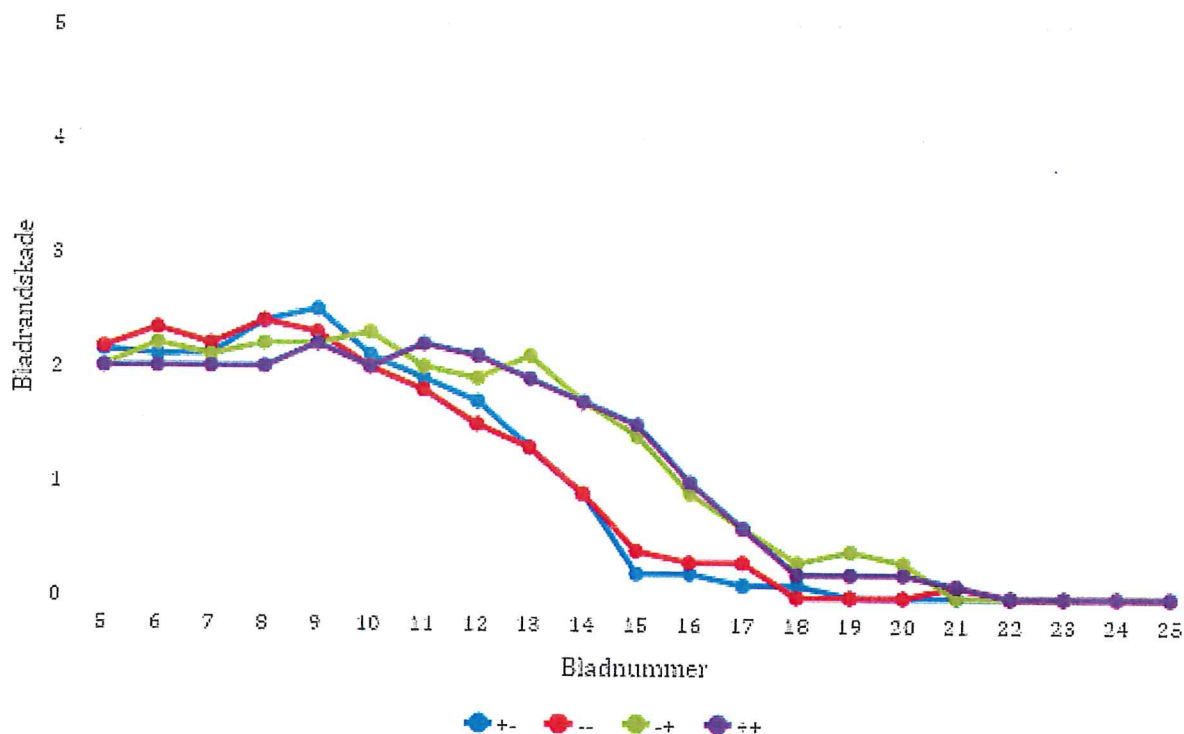
Figur 5. Effekt av Acadian på ytre bladrandskade hos salat dyrket i veksthus. Se Appendix 1 figur 1 for p-verdier. --=Kontroll, -+= uten Acadian under forkultivering men med Acadian under dyrking, += Acadian kun på forkultivering, ++=Full Acadian behandling. Se appendix 1.1 for p-verdier

5.2 Forsøk 2. Lys-stress i vekstkammer

5.2.1. Vekst og bladrandskade

Planter utsatt for lys-stress utviklet både ytre og indre bladrandskade (Figur 6 og 7). Det er tydelig fra figur 6 at Acadian bidrar til mer ytre bladrandskade, spesielt blad nr 13-16 (Figur 6, Se Appendix 1 tabell 2 for P-verdier). Det er ellers små forskjeller på de andre bladene.

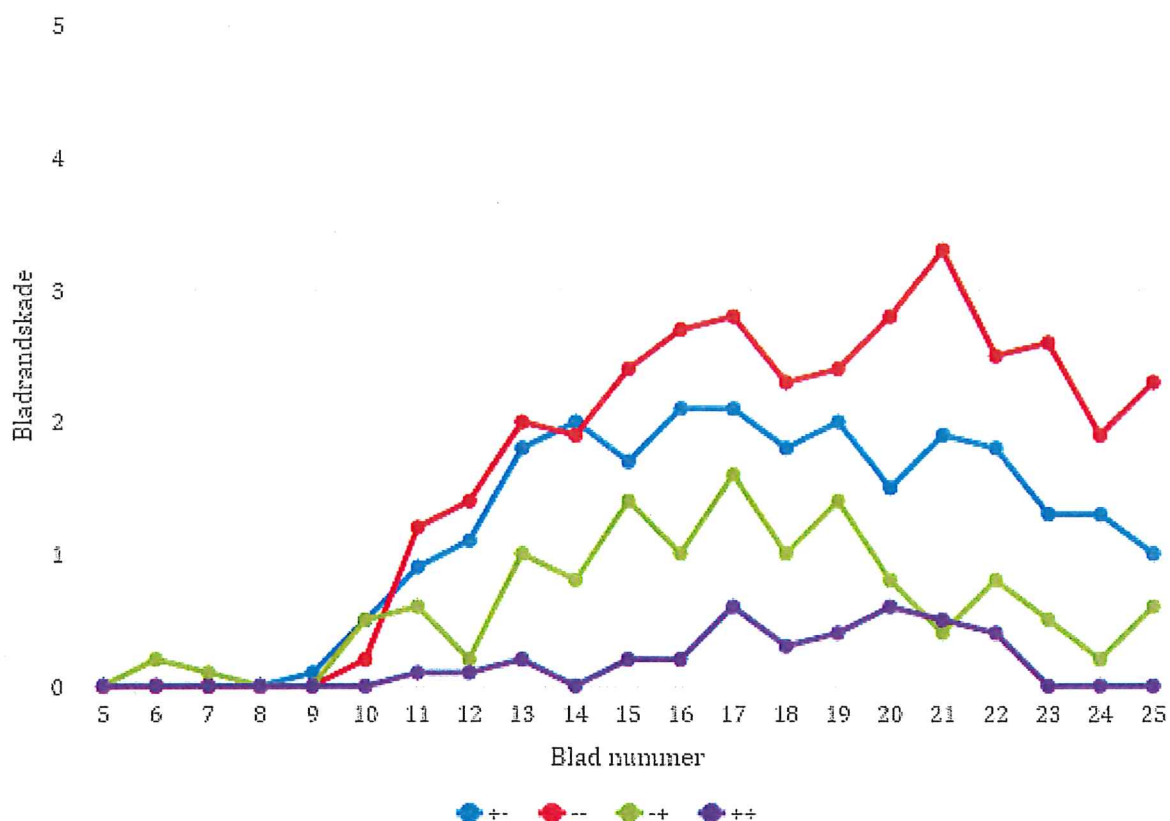
Ytre bladrandsskade forsøk 2



Figur 6: Ytre bladrandsskade forsøk 2 med lys-stress. Bladrandsskade er rangert fra 0-5 hvor 0 er ingen mens 5 er alvorlig bladrandsskade. --=Kontroll, += uten Acadian under forkultivering men med Acadian under dyrking, += Acadian kun på forkultivering, ++=Full Acadian behandling

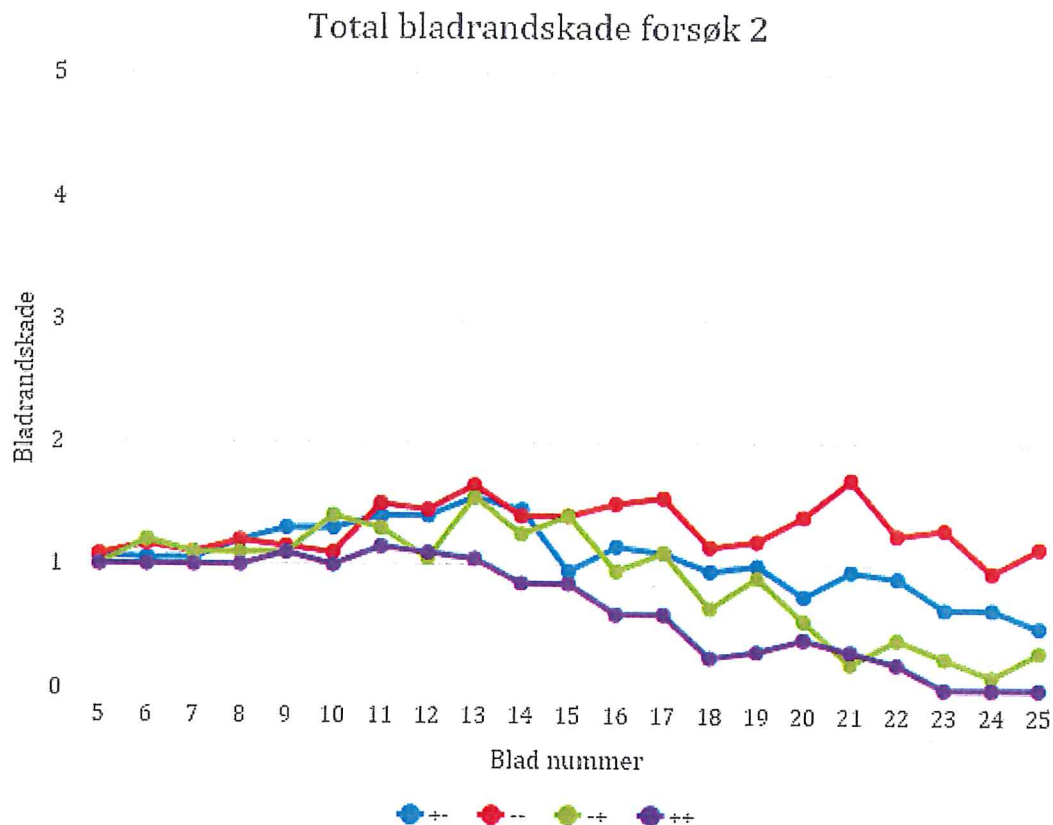
Etter ca 1 uke ved høyt lys utviklet plantene indre bladrandsskade og skaden ble verre over tid. Figur 7 viser utviklingen fra blad 5 til 25 ved høsting. Det er spesielt ved blad 11 og 12 forskjeller på behandlingene er synlig. Her er effekten av Acadian motsatt av ytre bladrandsskade; mindre bladrandsskade ved bruk av Acadian og absolutt minst indre skade om Acadian brukes både under for-kultivering og under dyrkingen. Dette tyder på at ytre og indre bladrandsskade kontrolleres forskjellig. Forskjellene på indre bladrandsskade er svært store med den største forskjellen fra blad 21 på 2,8 av 5 i rangering av skade. Det er dermed veldig stor effekt av å bruke Acadian.

Indre bladrandskade forsøk 2



Figur 7: Indre bladrandskade forsøk 2 med lys-stress. Bladrandskade er rangert fra 0-5 hvor 0 er ingen mens 5 er alvorlig bladrandskade. --=Kontroll, -+= uten Acadian under forkultivering men med Acadian under dyrking, ++= Acadian kun på forkultivering, +++=Full Acadian behandling

På den totale bladrandskaden som var målt i forsøk 2 ser vi at det er en signifikant effekt av Acadian og effekten er tydelig ved behandling under både for-kultivering og bruk av Acadian under dyrking. Vi ser også at selve bruken av Acadian under dyrking er mye viktigere enn bruken under for-kultivering. Det kan dermed konkluderes med at Acadian virker mot bladrandskade når planter er utsatt for stress. Dette kommer også tydelig frem i litteraturen, at Acadian motvirker abiotisk stress og dermed virker best under stress (Norrie, 2016).



Figur 8: Effekt av Acadian på «Total bladrandskade» er målt som gjennomsnitt = (ytre bladrandskade på bladnummer (n) X Indre bladrandskade på bladnummer (n)/2)). Forsøk 2 ble utført med lys-stress. --=Kontroll, +-= uten Acadian under for-kultivering men med Acadian under dyrking, += Acadian kun på forkultivering, ++=Full Acadian behandling

Vekstanalysen utført etter for-kultivering er vist i tabell 7. Klorofyll er den eneste vekstparameteren som er signifikant påvirket ved bruk av Acadian. Dette er forskjellig fra forsøk 1 hvor det ikke var signifikant forskjeller i klorofyll. Plante-oppalet i forsøk 2 foregikk i mars/april med høyere lysinnstråling enn i forsøk 1. Dette kan være grunnen til forskjellene.

Tabell 7. Effekt av Acadian på vekst under forkultivering av salat. I kontrollerte forhold. Plantene ble dyrket under forkultivering i 4 uker. Statistisk behandling er gjennomført som en ANOVA enveis-variansanalyse, og testet med en Tukeys parvisanalyse der forskjellig bokstav i samme linje signaliserer signifikante forskjeller ($p < 0.05$).

Vekstparameter	Uten Acadian	Med Acadian	p-verdi
Friskvekt	11,635A	12,345A	$P=0,384$
Bladantall	7,4A	7,5A	$P=0,722$
Lengde	14,810A	15,170A	$P=0,512$
Klorofyll	1,756B	2,135A	<u>$P=0,0045$</u>

Tabell 8 viser sluttregistreringer på vekst hos salat dyrket med lys-stress. Behandling med Acadian hadde signifikant effekt på friskvekt og lengde under dyrking av salat. Større salater med lengre blad ble observert hos planter som ble behandlet med Acadian under dyrkingen. Tørrvekten ved sluttregistrering var påvirket av forbehandling med Acadian og planter som ble forbehandlet viste høyere tørrvekt. De hadde også noe høyere bladantall men resultatet var ikke signifikant forskjellig fra planter uten forbehandling med Acadian. Totalt, er det tydelig at Acadian under dyrking gir bedre vekst under lys-stress.

Tabell 8. Effekt av Acadian under dyrking (D) og forkultivering (F) på vekstparametere hos crispisalat 'Frillice' dyrket i vekstkammer med økt lysmengde (fra $150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ i en uke og deretter $300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) i tre uker. Statistisk behandling er gjennomført som en ANOVA toveis-variansanalyse med D og F som hovedeffekt og samspill mellom D og F. P verdier < 0.05 er statistiske signifikante.

Under Dyrking (D):	-Acadian		+Acadian			ANOVA	
	-F	+F	-F	+F		Faktor	p-verdi
Friskvekt	219,9	216,9	273,57	284,38		F	0.684
						D	<u>0.0001</u>

						F x D	0,471
Tørrvekt	21,15	22,22	20,69	23,14		F	<u>0,004</u>
						D	0,692
						F x D	0,239
Bladantall	28,5	29,3	29,2	30,4		F	0,169
						D	0,214
						F X D	0,780
Lengde på lengste blad (cm)	16,81	16,55	17,8	17,4		F	0,170
						D	<u>0,0001</u>
						F X D	0,768

5.2.2. FRAP og fenol

FRAP og total-fenol ble målt hos planter før lys-stress behandlingen startet og ved forsøksslutt, det vil si 3 uker med lys-stress. Tabell 9 viser resultatet fra planter før start av lys-stress (plassert i kammere 1 uke). Det er små forskjeller, men planter som ble forbehandlet under oppalet har signifikant høyere fenol-innhold enn planter uten forbehandling (Tabell 9). Dette viser at plantens sekundære metabolitter påvirkes av en forbehandling med Acadian men kanskje ikke nok til å beskytte mot bladrandskade.

Tabell 9. Effekt av Acadian på FRAP og fenoler hos unge planter eksponert for lys-stress i en uke. Målingene er utført gjennom konelabmaskin30i. FRAP er målt i $\mu\text{mol/g}$ produkt, mens total fenoler er målt som $\text{mgGAE}/100\text{g}$ produkt. Statistisk behandling er gjennomført som en ANOVA toveis-variensanalyse med D og F som hovedeffekt og samspill mellom D og F. P verdier < 0.05 er statistiske signifikante.

Under Dyrking (D):	-Acadian		+Acadian			ANOVA	
	-F	+F	-F	+F		Faktor	p-verdi
FRAP	0,1703	0,1690	0, 1872	0,1923		F	0,142
						D	0.866
						F x D	0.813
Fenol	31,25	32,54,	35,51	37,07		F	<u>0,008</u>
						D	0,342
						F x D	0,926

FRAP og total-fenol ble målt hos lys-stress behandla planter ved forsøksslutt. Tabell 10 viser at Acadian under dyrkingen gir signifikant mindre fenoler og lavere FRAP. Planter som ble dyrket uten Acadian fikk også mer bladrandskade (Figur 6, 7 og 8). Det kan være at den store skaden påvirker planten til å produsere mer fenoler og antioksidanter. Planter med mindre skade er sannsynligvis mindre stresset og kan av den grunn produsere mindre. For å forstå sammenhengen mellom FRAP/fenol og bladrandskade må det gjennomføres systematiske undersøkelser hvor planter med ulik grad av skade måles og sammenlignes.

Økning av fenoler og antioksidanter i de mest skadde plantene er interessante da vi vet at økning i lys-stress og bladrandskade kan knyttes til oksidativt stress (Knoop, 2019). Kanskje kan det være en sammenheng mellom oksidativt stress og fenoler/antioksidanteffektivitet planten benytter. Antioksidanter brukt i celle og dyreforsøk tyder på at de kan føre til mindre oksidativt stress (Blomhoff, 2004), og muligens er dette en grunn til at planten vil prioritere å øke mengden fenoler og antioksidanter. Likevel ser vi større bladrandskade i plantene som

har økt antioksidanter og fenoler under forsøket. Salat har et svært lavt antioksidant- og fenol-nivå og selv om forskjellene er prosentvis store så vil ikke mengden produsert være stor nok til å hjelpe planten. Ved ett tidligere forsøk der antioksidantnivå på basilikum ble testet kan en se at basilikum har verdier rundt 5 på FRAP som er rundt 20-25 ganger så høye verdier (se appendix 2).

Tabell 10: Effekt av Acadian på FRAP og fenoler hos eldre planter eksponert for lys-stress i 4 uker. Målingene er utført gjennom konelabmaskin30i. FRAP er målt i $\mu\text{mol/g}$ produkt, mens total fenoler er målt som mgGAE/100g produkt. Statistisk behandling er gjennomført som en ANOVA toveis-variansanalyse med D og F som hovedeffekt og samspill mellom D og F. P verdier < 0.05 er statistiske signifikante.

Under Dyrking (D):	-Acadian		+Acadian			ANOVA	
	-F	+F	-F	+F		Faktor	p-verdi
FRAP	0,2770	0, 2704	0, 2414	0,2208		F	0,502
						D	<u>0.048</u>
						F x D	0.728
Fenol	53,52	49,84	45,84	42,55		F	0,220
						D	<u>0,015</u>
						F xD	0,944

6.0 Konklusjoner:

- Acadian viste ingen effekter på vekst eller bladrandskade i veksthusforsøk gjennomført i februar 2019 med lav lysintensitet
- Ved lys-stress viste behandling med Acadian under dyrking økt friskvekt, lengre blad og mindre indre bladrandskade
- Ved lys-stress viste behandling med Acadian økt ytre bladrandskade hos enkelte blad

- Acadian kan være hensiktsmessig i salatdyrking i perioder hvor det er forventet lysstress (vår, sommer, tidlig høst)

7.0 Referanser:

-Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., and Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 196, 39–48

<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>.

-Berland. (2016). Hortensia er utsatt for bladrandsskade på vinteren. Oppdatert 27.01 2016. Hentet fra: <https://veksthus.nlr.no/fagartikler/29138/>

-Blomhoff. (2004). Antioksidanter og oksidativt stress. Oppdatert 17.06 2004. Hentet fra: <https://tidsskriftet.no/2004/06/tema-ernaering/antioksidanter-og-oksidativt-stress>

-Craigie, J.S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.* 23 (3), 371–393 <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>.

-Dimsey, R. (2010). Tipburn in lettuce. Kan hentes fra: <http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/pests-diseases-and-weeds/plant-diseases/vegetable/tipburn-in-lettuce> (sett: 27.05.2019).

-du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 196, 3–14
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.

-Fan, D., Kandasamy, S., Hodges, D.M., Critchley, A.T., and Prithiviraj, B. (2014). Pre-harvest treatment of spinach with *Ascophyllum nodosum* extract improves post-harvest storage and quality. *Sci. Hortic. (Amsterdam)* 170, 70–74 <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.02.038>.

-Knoop, Martin. (2019) Tipburn in lettuce (*Lactuca sativa* L. "Frislisse")- Identifying climate factors that induce tipburn and cultivation methods that mitigate tipburn in controlled environment. Masteroppgave NMBU 15.mai 2019.

-Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, A.T., Craigie, J.S., Norrie, J., and Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *JPGR* 28 (4), 386–399.

- Khan, W., Zhai, R., Souleimanov, A., Critchley, A.T., Smith, D.L., and Prithiviraj, B. (2012). Commercial extract of *Ascophyllum nodosum* improves root colonization of alfalfa by its bacterial symbiont *Sinorhizobium meliloti*. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 43 (18), 2425–2436 <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2012.708079>.
- Khan, W., Palanisamy, R., Critchley, A.T., Smith, D.L., Papadopoulos, Y., and Prithiviraj, B. (2013). *Ascophyllum nodosum* extract and its organic fractions stimulate rhizobium root nodulation and growth of *Medicago sativa* (alfalfa). *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 44 (5), 900–908 <http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2012.744032>.
- Lizzi, Y., Coulomb, C., Polian, C., Coulomb, P.J., and Coulomb, P.O. (1998). Seaweed and mildew: what does the future hold? Encouraging laboratory results. *Phytoma* 508, 29–30.
- Norrie, J. (2015). *Ascophyllum nodosum* extracts: gifts from Poseidon to Theoi Georgikoi (the Greek gods of agriculture) *Acta Horti* 1148: DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1148.1
- Slinkard, K; Singleton, V.L. (1977). Total Phenol Analysis – Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 1, 49-55.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2015). *Plant Physiology and Development* 6th. ed.: Sinauer Associates.
- Wally, O.S.D., Critchley, A.T., Hiltz, D., Craigie, J.S., Han, X., Zaharia, L.I., Abrams, S.R., and Prithiviraj, B. (2013). Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. *J. Plant Growth Regul.* 32 (2), 324–339 <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-012-9301-9>.
- Wrolstad, R.E. (2002). *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, Bioactive food components. Polyphenolics. John Wiley & Sons. Inc. Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent, Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., *Methods in Enzymology*, 1999, 299, 152-178.)

Vedlegg:

1:

Test for fertilization
Nutrient solution
542-2018-10160029

Kundenummer: 8504962

Eurofins Agro Testing Norway A/S
Postboks Kambo 3033
N-1506 MOSS
Noorwegen

Eurofins Agro
PO Box 170
NL - 6700 AD Wageningen
The Netherlands
T +31 (0)88 878 1014
F +31 (0)88 878 1011
E horti@eurofins-agro.com
I www.eurofins-agro.com

Original				
Sample	Research-/ordernummer: 566381/004515817	Date sampling: 12-10-2018	Date report: 18-10-2018	Code of object: 66381
	Test code: 510	Receiving date: 18-10-2018	Sample was taken by: Third party	Contactperson sampling:
NMBU Sissel Torre / 3.5-5				

Resultater	analysis	at EC				basic scheme	correc- tion	water+ drain	A+B tank	total dose
		target	low	normal	high					
	pH	5,0								
mS/cm 25°C	EC	2,1								
cations ppm (mg/l)	NH ₄	1,8								
	NH ₄ -N	1,4								
	K	282								
	Na	32								
	Ca	148								
	Mg	28								
anions ppm (mg/l)	NO ₃	760								
	NO ₃ -N	189								
	Cl	84								
	S	48								
	HCO ₃	8,1								
	P	37								
micro- nutrients ppb (µg/l)	Fe	1843								
	Mn	483								
	Zn	275								
	B	282								
	Cu	133								
	Mo	88								
ppm (mg/l)	Si	2,8								

Appendix 1: P-verdier for bladrandskade

Tabell 1: Forsøk 1 målinger bladrandskade ved forsøksslutt. Statistisk Anova enveisanalyse, $p < 0.05$

Bladrandskade		Ytre
Blad 5		P-verdi=0,670
+-		2,45
--		2,1
-+		2,7
++		2,2
Blad 6		P-verdi= 0,184
+-		2,15
--		2,0
-+		2,55
++		2,80
Blad 7		P-verdi= 0,760
+-		2,2
--		2,1
-+		2,3
++		2,05
Blad 8		P-verdi= 0,104
+-		1,9
--		2,2
-+		2,4
++		2,65
Blad 9		P-verdi= 0,305
+-		2,0

--		1,95
-+		2,5
++		2,3
Blad 10		P-verdi= 0,210
+-		2,0
--		2,45
-+		2,3
++		2,0
Blad 11		P-verdi=0,613
+-		2,4
--		2,1
-+		2,1
++		2,2
Blad 12		P-verdi=0,914
+-		2,2
--		2,35
-+		2,25
++		2,1
Blad 13		P-verdi=0,264
+-		1,8
--		2,3
-+		1,75
++		2,25
Blad 14		P-verdi= <u>0,032</u>
+-		1,4
--		2,3
-+		1,8
++		1,9
Blad 15		P-verdi=0,149
+-		0,95

--		1,7
-+		1,55
++		1,6

Tabell 2: Forsøk 2 ved forsøksslutt. Statistisk Anova enveisanalyse og tukeys parvistest, $p < 0.05$

Bladrandskade	Ytre	Indre
Blad 10	P-verdi= 0,585	P-verdi=0,236
+-	2,1A	0,5A
--	2,0A	0,5A
-+	2,3A	0,2A
++	2,0A	0,0A
Blad 11	P-verdi=0,291	P-verdi=0,089
+-	1,9A	0,9A
--	1,8A	1,2A
-+	2,0A	0,6A
++	2,2A	0,1A
Blad 12	P-verdi=0,051	<u>P-verdi=0,001</u>
+-	1,7AB	1,1AB
--	1,5B	1,4A
-+	1,9AB	0,2BC
++	2,1A	0,1C

Blad 13	<u>P-verdi=0,010</u>	<u>P-verdi=0,000</u>
+-	1,3B	1,8A
--	1,3B	2,0A
-+	2,1A	1,0AB
++	1,9AB	0,2B
Blad 14	<u>P-verdi=0,003</u>	<u>P-verdi=0,000</u>
+-	0,9B	2,0A
--	0,9B	1,9A
-+	1,7A	0,8B
++	1,7A	0,0B
Blad 15	<u>P-verdi=0,000</u>	<u>P-verdi=0,000</u>
+-	0,2B	1,7A
--	0,4B	2,4A
-+	1,4A	1,4A
++	1,5A	0,2B
Blad 16	<u>P-verdi=0,007</u>	<u>P-verdi=0,000</u>
+-	0,2B	2,1A
--	0,3AB	2,7A
-+	0,9AB	1,0B
++	1,0A	0,2B
Blad 17	P-verdi=0,104	<u>P-verdi=0,000</u>
+-	0,1A	2,1AB

--	0,3A	2,8A
-+	0,6A	1,6BC
++	0,6A	0,6C
Blad 18	P-verdi=0,288	<u>P-verdi=0,000</u>
+-	0,1A	1,8AB
--	0,0A	2,3A
-+	0,3A	1,0BC
++	0,2A	0,3C
Blad 19	<u>P-verdi=0,031</u>	<u>P-verdi=0,001</u>
+-	0,0A	2,2A
--	0,0A	2,4A
-+	0,4A	1,4AB
++	0,2A	0,4B
Blad 20	P-verdi=0,253	<u>P-verdi=0,000</u>
+-	0,0A	1,5AB
--	0,0A	2,8A
-+	0,3A	0,8B
++	0,2A	0,6B

Appendix 2: Rådatamålinger fra Konelab30i maskin.

Prøvenummer	Art	Prøvenavn	Opparbeidelse	Vekt inn	Skålvekt	Friskvekt	rrvekt m/skål	tørrestoff	µmol/l	µmol/g produkt	mmol/100 g produkt	µg/ml	mgGAE/100g produkt
16	Basilikum	L 1.1	14.01.19	3,004	2,098	6,012	2,559	7,7	4881,963	53,637	5,364	388,565	426,904
12	Basilikum	L 1.2	14.01.19	3,004	2,085	6,083	2,525	7,2	4591,763	50,448	5,045	341,350	375,030
3	Basilikum	L 1.3	14.01.19	3,004	2,117	6,007	2,391	4,6	2773,9297	30,476	3,048	223,751	245,828
13	Basilikum	L 1.4	14.01.19	3,005	2,108	6,137	2,428	5,2	6374,828	70,017	7,002	507,261	557,143
20	Basilikum	L 1.5	14.01.19	3,002	2,094	6,031	2,603	8,4	3976,650	43,717	4,372	341,139	375,026
17	Basilikum	L 2.1	14.01.19	3,005	2,118	6,099	2,556	7,2	3408,051	37,432	3,743	273,498	300,392
11	Basilikum	L 2.2	14.01.19	3,002	2,114	6,175	2,609	8,0	4756,504	52,290	5,229	375,598	412,908
8	Basilikum	L 2.3	14.01.19	3,005	2,113	6,196	2,402	4,7	5174,104	56,829	5,683	404,888	444,703
7	Basilikum	L 2.4	14.01.19	3,004	2,099	6,110	2,634	8,8	5793,997	63,657	6,366	469,001	515,277
4	Basilikum	L 2.5	14.01.19	3,002	2,107	6,240	2,448	5,5	2592,074	28,496	2,850	226,984	249,531
2	Basilikum	L 3.1	14.01.19	3,001	2,112	6,176	2,528	6,7	1992,535	21,911	2,191	173,691	191,002
10	Basilikum	L 3.2	14.01.19	3,003	2,100	6,119	2,487	6,3	1989,742	21,867	2,187	164,532	180,821
5	Basilikum	L 3.3	14.01.19	3,002	2,092	6,052	Lagre som		2012,319	22,122	2,212	173,398	190,623
15	Basilikum	L 3.4	14.01.19	2,999	2,109	6,090	2,543	7,1	3585,866	39,456	3,946	277,204	305,016
19	Basilikum	L 3.5	14.01.19	3,001	2,074	6,111	2,487	6,8	1124,327	12,364	1,236	104,651	115,081
1	Basilikum	L 4.1	14.01.19	3,002	2,001	6,120	2,538	8,8	1645,361	18,088	1,809	140,358	154,300
9	Basilikum	L 4.2	15.01.19	3,003	2,100	6,119	2,524	6,9	1751,391	19,248	1,925	160,321	176,193
6	Basilikum	L 4.3	15.01.19	3,000	2,088	6,611	2,437	7,6	939,342	10,333	1,033	87,337	96,071
14	Basilikum	L 4.4	15.01.19	3,006	2,102	6,158	2,493	6,3	2144,907	23,551	2,355	161,371	177,186
18	Basilikum	L 4.5	15.01.19	3,002	2,092	6,270	2,531	7,0	1027,266	11,293	1,129	96,952	106,582

Figur 1: Rådata fra Basilikums

Prøvenummer	Art	Prøvenavn	Opparbeidelse	Vekt inn	Skålvekt	Friskvekt	rrvekt m/skål	tørrestoff	µmol/l	µmol/g produkt	mmol/100 g produkt	µg/ml	mgGAE/100g produkt
24	Salat	1++		4,004	2,093	7,315	2,510	5,7	248,261	2,108	0,211	53,205	45,184
25	Salat	2++		3,997	2,069	7,374	2,429	4,9	266,315	2,265	0,227	54,28	46,169
28	Salat	3++		4,002	2,112	7,381	2,445	4,5	184,988	1,572	0,157	40,694	34,575
21	Salat	4++		4,001	2,079	7,267	2,580	6,9	388,513	3,302	0,330	57,471	48,840
26	Salat	5++		3,995	2,090	6,915	2,421	4,8	210,783	1,794	0,179	44,617	37,966
40	Salat	1--		3,995	2,098	7,355	2,525	5,8	285,692	2,431	0,243	62,766	53,410
37	Salat	2--		4,006	2,097	7,293	2,526	5,9	373,728	3,172	0,317	68,843	58,439
36	Salat	3--		4,000	2,092	7,389	2,541	6,1	307,077	2,610	0,261	55,751	47,388
34	Salat	4--		3,998	2,091	6,930	2,466	5,4	360,108	3,062	0,306	64,572	54,910
38	Salat	5--		4,004	2,098	6,525	2,482	5,9	302,897	2,572	0,257	62,957	53,466
39	Salat	1+-		4,001	2,106	7,190	2,482	5,2	271,831	2,310	0,231	58,552	49,758
33	Salat	2+-		4,001	2,069	6,760	2,521	6,7	336,673	2,861	0,286	56,913	48,365
29	Salat	3+-		4,000	2,109	6,450	2,489	5,9	356,424	3,030	0,303	69,368	58,963
32	Salat	4+-		4,000	2,100	7,370	2,590	6,6	301,52	2,563	0,256	49,853	42,375
35	Salat	5+-		3,999	2,099	6,899	2,500	5,8	323,982	2,754	0,275	58,479	49,718
31	Salat	1+		3,997	2,097	7,285	2,476	5,2	274,52	2,335	0,233	54,269	46,159
30	Salat	1+		4,004	2,092	7,135	2,486	5,5	267,863	2,275	0,227	48,392	41,097
22	Salat	3+		4,002	2,084	6,898	2,446	5,2	353,956	3,007	0,301	67,714	57,532
27	Salat	4+		4,004	2,086	6,841	2,408	4,7	226,796	1,926	0,193	42,986	36,506
23	Salat	5+		3,999	2,085	6,927	2,436	5,1	297,598	2,530	0,253	56,366	47,922

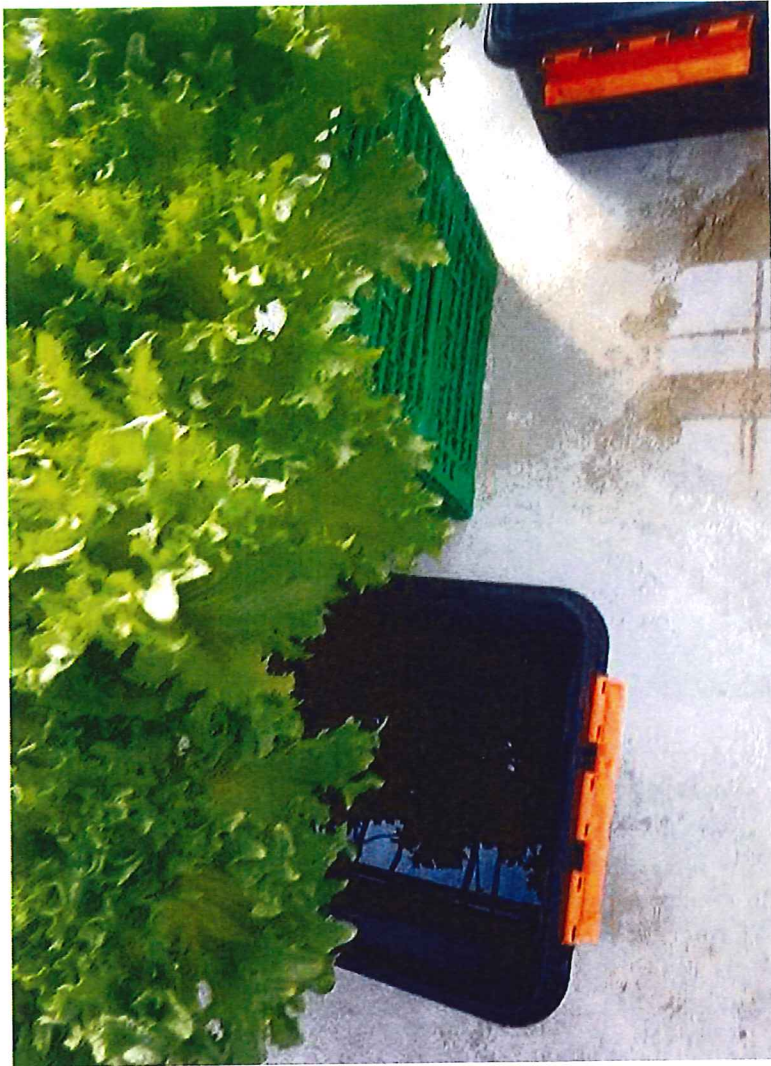
Figur: Bilde av malinger av antioksidanter på salat

Rådata fra antioksidant og fenoltester før forenkling. Figur x viser gjennomsnitt fra f.eks 1++
- 5++

Appendix 3: Bilder fra forsøk 1

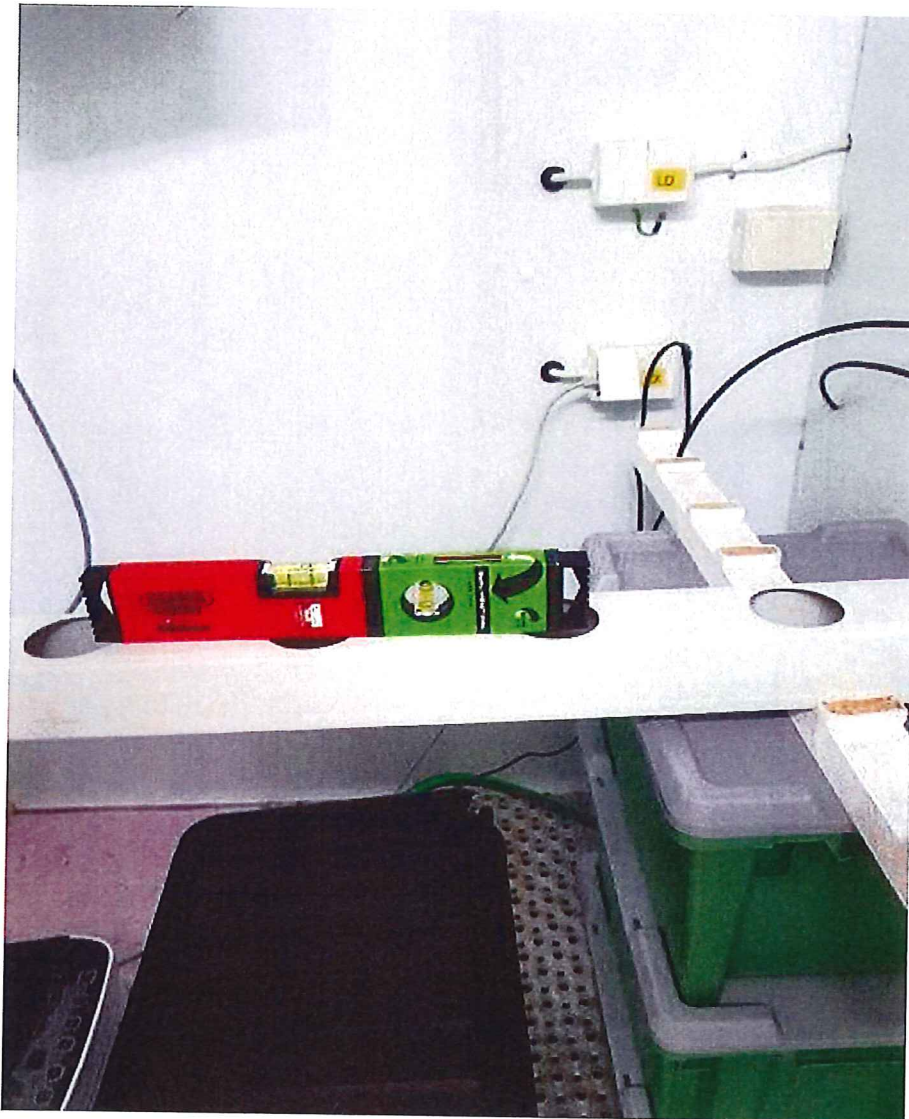


Figur 1: Veksthuset plantene er dyrket i. De borteeste plantene er med i forsøk 1 (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019)

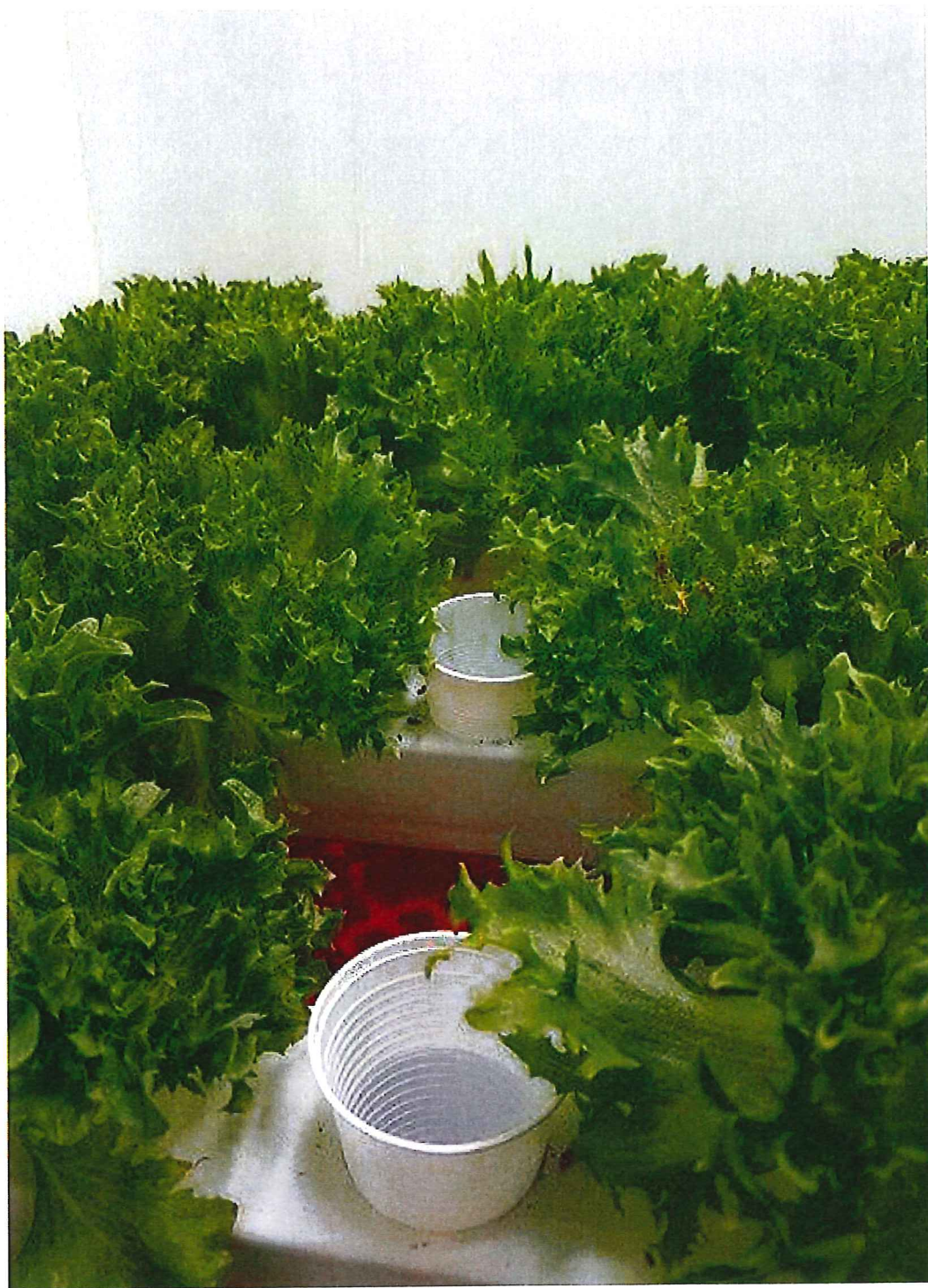


Figur 2: Når plantene får vanning renner vannet ned i plastcontainere (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019).

Appendix 4: Bilder fra forsøk 2.



Figur 1: Rennene blir satt opp i vekstkammer med vater for å passe på at de får riktig helning slik at vannet renner gjennom i ett tempo der planten kan ta til seg vann, men at det får en gjennomstrømning (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019).



Figur 2: Salat i vekstkammer under dyrking. (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019).



Figur 3: Salat med mye bladrandskade under måling (Foto: Jesper Gamborg-Nielsen, 2019).





Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway