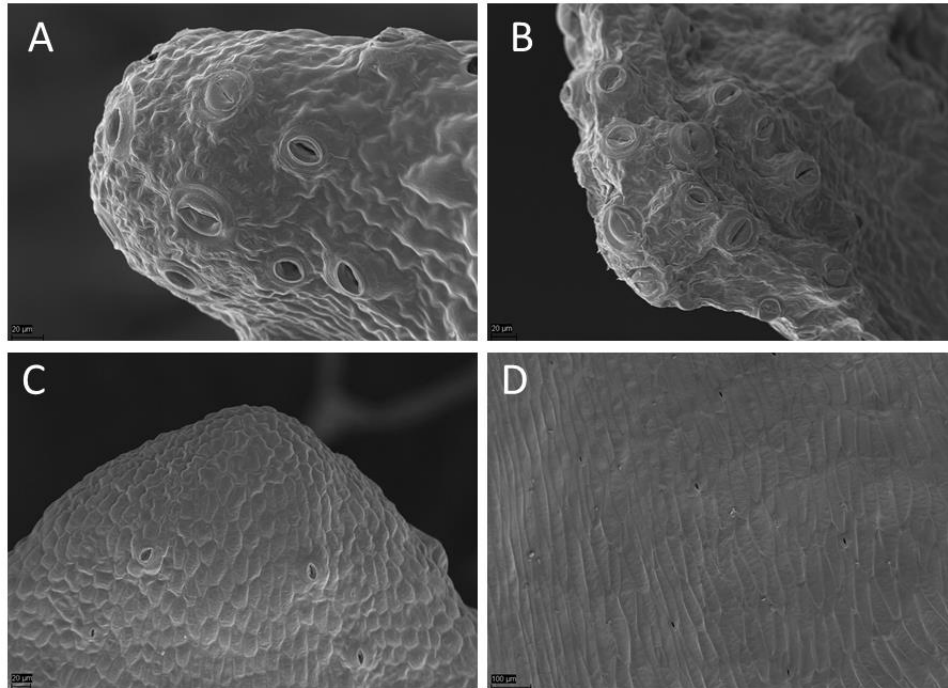


Oppsummering «Bladrandskade» 2018-2021

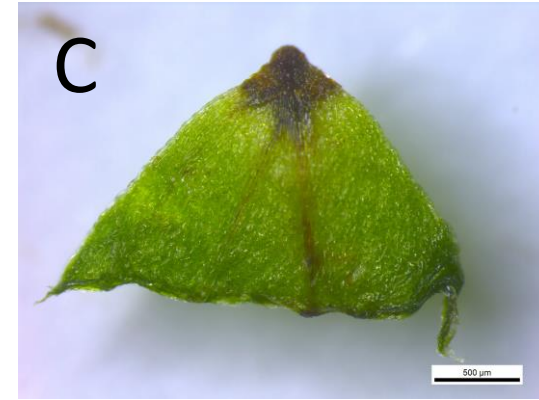
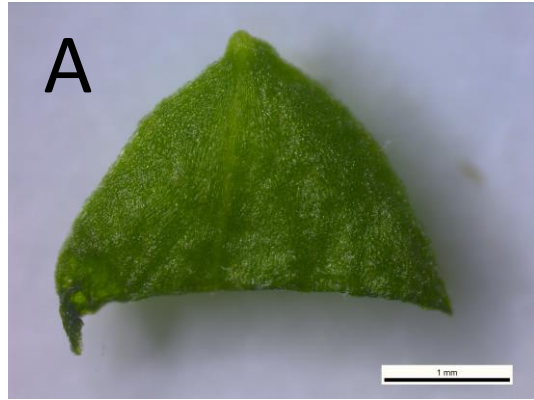
Sissel Torre, NMBU

Kort oppsummering - Mangan



- I samme salatplante kan det være både mangel og overskudd av mangan (Mn)
- Mangel på Mn i unge blad gjør de følsomme for indre BRS
- Opphoping av Mn i spissene gir ytre BRS
- Mn-innholdet i spissene øker med alder
- Vanskelig balanse, men vær OBS på:
 - Lav pH
 - Lite Mg i næringsløsning (og andre kationer)
 - Høy lysintensitet gir mindre mangan i unge blad og mer i ytre

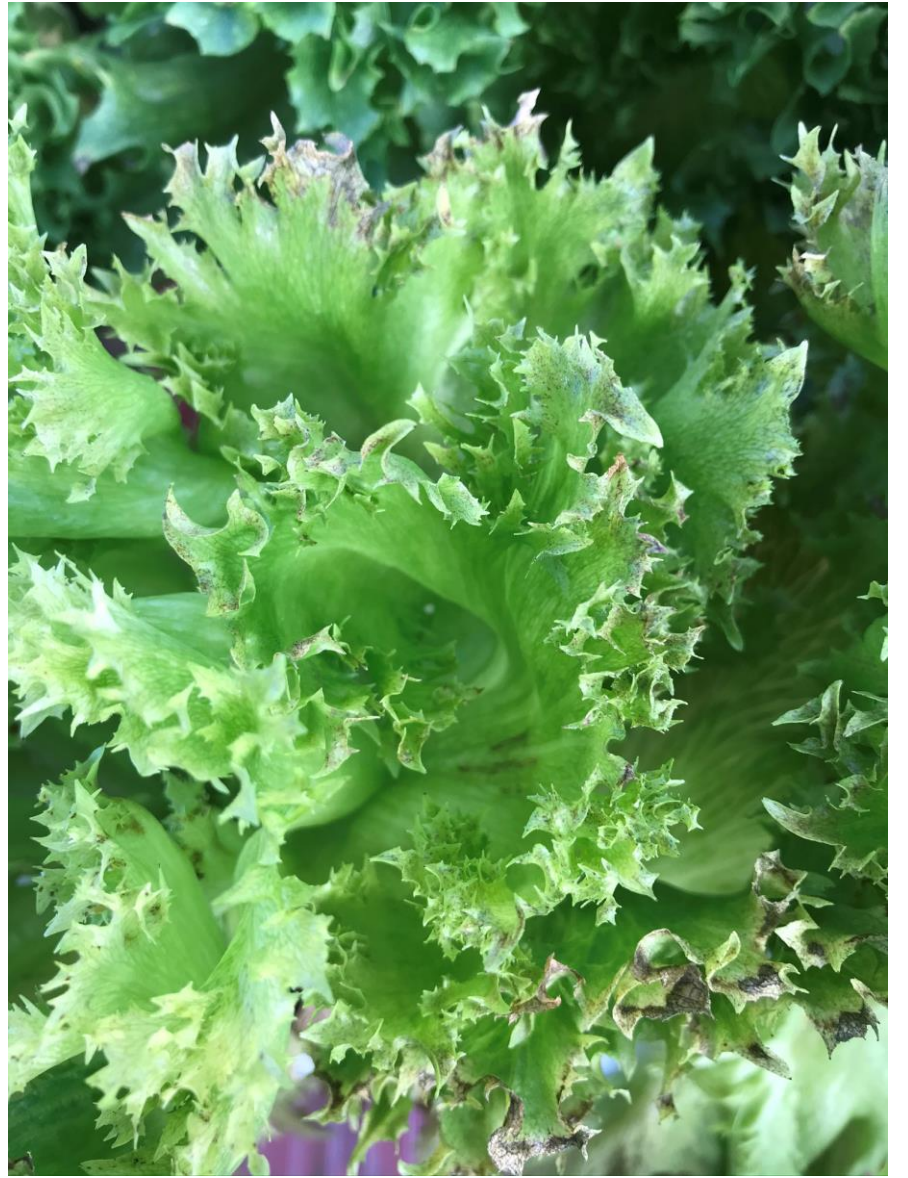
A= ytre bladspiss, B= ytre bladspiss, C= indre bladspiss, D bladplate



	A	B	C
Kalsium (mg/gr)	5.9 a	10.5 b	15.5 c
Mangan (mg/gr)	0.31 a	1.09 b	1.29 b
Kalium (mg/gr)	5.4 a	5.6 a	8.6 b
Magnesium (mg/gr)	28.4 a	25.9a	32.9 b

Mangan akkumulering starter med gulning



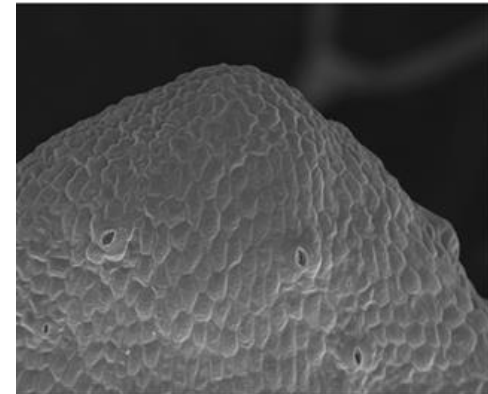
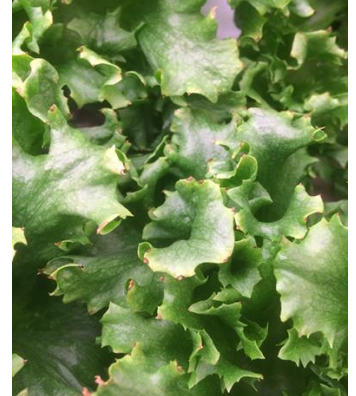
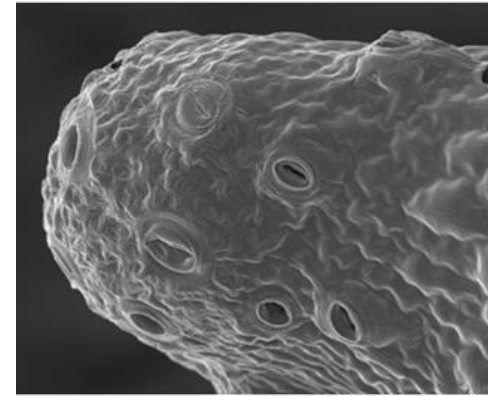


Kort oppsummering temperaturvariasjon (Masteroppgave Sushma)

- Størrelsen på Differansen (DIF) mellom dag og natt er viktig for utvikling av BRS
 - DIF 6°C: NT: 14, DT:20 = ingen effekt/mindre indre BRS ved høyt lys (2020)
 - DIF 8°C: NT: 12 DT:20 = Tendens til mer BRS (Sushma)
 - Ingen synlig kondens, men kan være lite/skjult av blader
- Mineralinnhold
 - Lite effekt på innholdet av Ca, Mn, K, Mg, Fe mellom ulike temperaturregimer
 - BRS oppstår av andre årsaker enn endringer i mineralsammensetningen
 - Stor effekt av lysmengde: ved å øke lyset fra 150-300 halveres innholdet av Mn og Ca (Mg) i unge blad.

Hovedkonklusjoner

- Registreringer fra prosjektet (2018-2020) viser at ytre BRS er vanligst i gartneriene
- Registreringer fra prosjektet (2018-2020) viser at planter dyrket andre kvartal (april-juni) har økt risiko for BRS
- Ytre og Indre BRS oppstår oftest av ulike årsaker
 - Det kan forklares med plantas anatomi/fysiologi
 - Begge øker i økende lys!
 - 'Frillice' utvikler mer BRS enn 'Danstar'
 - Alder er viktig – eldre planter har høyere risiko for skade
 - Klima !



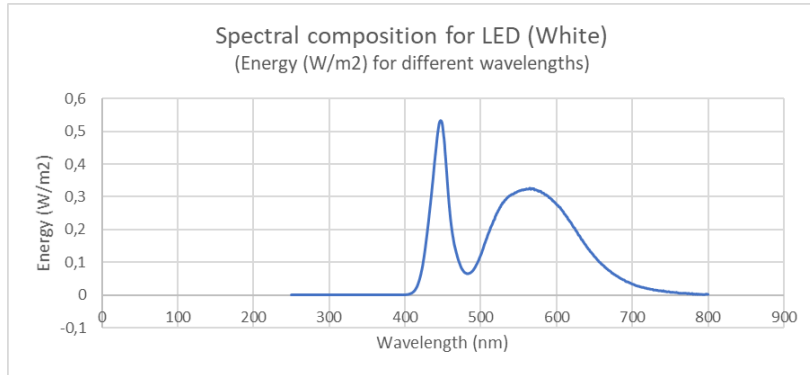
Lys = viktigste årsak til BRS

- Lysmengde
 - HPS $\leq 150 \mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$
 - LED $< 150 \mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ - Avhengig av lyskvalitet
- Lysperiode/Lyssum
 - Unngå 24 timer lys
 - Unngå høy lyssum ($< 17 \text{ mol/m}^2/\text{dag}$) – Avhengig av lyskvalitet
- Lyskvalitet
 - Tolererer høyere lysmengde/lyssum ved naturlig sollys enn kunstlys
 - LED:

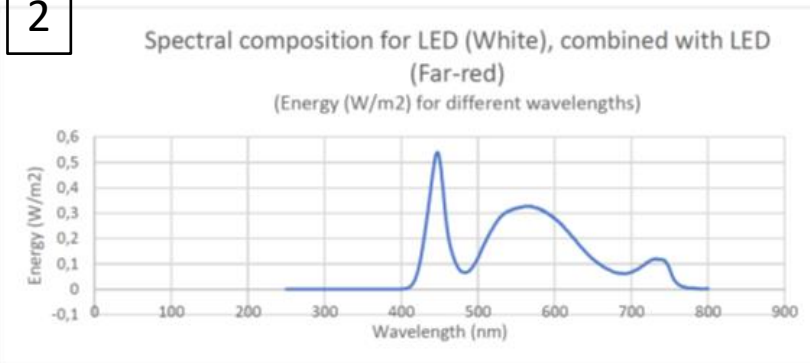


Tre ulike LED spekter testet i forsøk

1

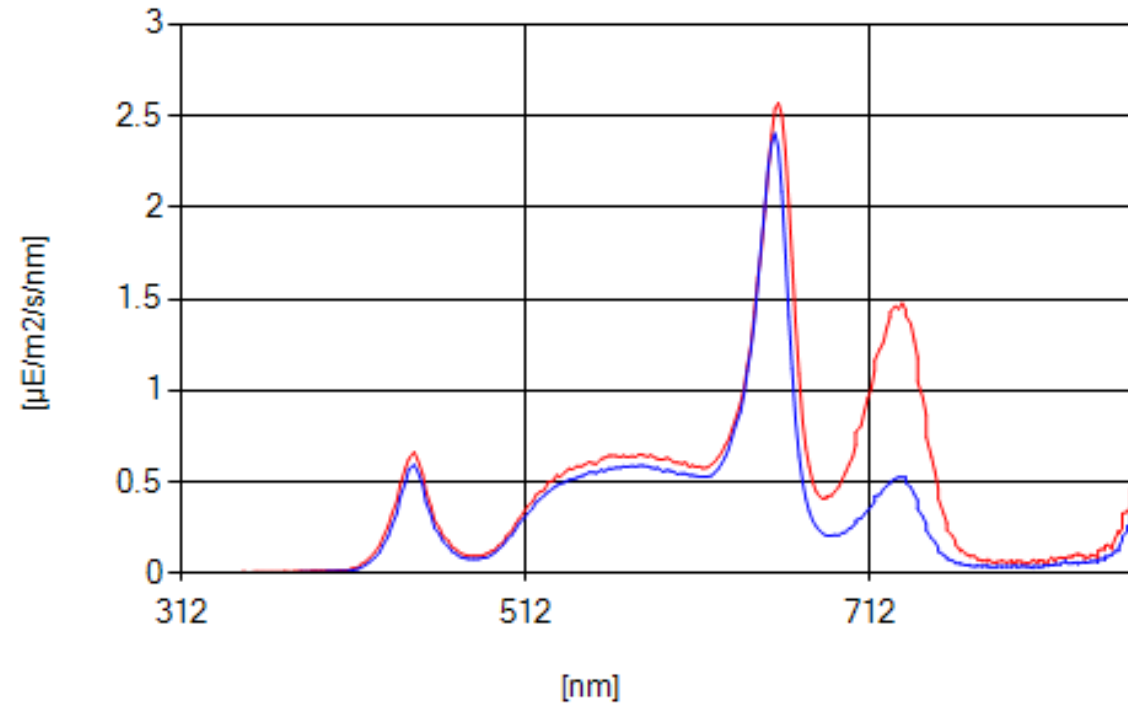


2



Knoop, 2019
Kusi, 2020
Aizarani, 2020
Sushma, 2021/2022

3



Bang, 2020
Kodua, 2021
Sushma, 2021/2022

Konklusjoner LED

- Dyrking med LED krever lavere lysmengder enn HPS
 - 100-120 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$
 - Hvit LED
 - Unngå topper med rødt lys (660-670 nm)
- Mørkerødt lys (R/MR= 1.0) gir mindre BRS så lenge de andre klimaforholdene er fordelaktige
 - R/MR i HPS = 3.6
- Forkultivering med blått lys (blå LED) påvirker ikke utvikling av BRS senere i produksjonen
- Dagforlengelse (6 timer) med mørkerødt lys har mindre effekt enn å gi MR i hele lysfasen



Dagforlegelse med Mørkerødt lys (MR) – 6 timer

Lysbehandling	Indre BRS*	Ytre+Indre BRS**	Referanse
150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS	Nei	0.9	Kusi, 2020
150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS + 6 timer MR om natten	Nei	1.0	Kusi, 2020
300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS	Ja	2.3	Kusi, 2020
300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS + 6 timer MR om natten	Ja	2.5	Kusi, 2020
150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ LED	Nei	1.14	Kusi, 2020
150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ LED + 6 timer MR om natten	Nei	1.15	Kusi, 2020
300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ LED	Ja	2.16	Kusi, 2020
300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ LED + 6 timer MR om natten	Ja	2.31	Kusi, 2020

* Skade på 5 yngste blader, ** gjennomsnitt for alle blad i hele salaten (0-5)

Lys = viktigste årsak til BRS

	Indre BRS	Ytre BRS	Referanse
150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS (18 timer lys)	-	-	Knoop 2019, Kusi 2020
300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS (18 timer lys)	↑	↑	Knoop 2019, Kusi 2020
200 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS (24 timer lys)	↑	↑	Knopp 2019
150 → 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS	↑	↑	Knoop 2019, Kusi 2020, Kodua 2022, Sushma 2022
300 → 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS	↑	↑	Knoop 2019
LED 1 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ (– FR)	↑	↑	Knoop 2019
LED 2 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$	↑	- (↓)	Knoop 2019, Kusi 2020, Sushma 2022
LED 2 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$	↑	↑	
LED 134 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$	↑	↑	Knoop 2019, Kusi 2020, Aizarani 2021, Bang 2020, Sushma 2022, Kodua 2022
LED 206 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$	↑	↑	
LED 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$	↑	↑	

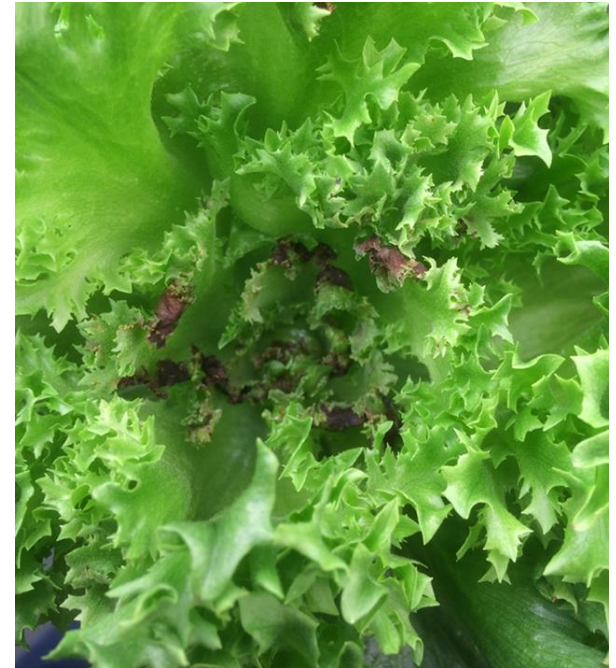
Temperatur

Dag (DT) og natt (NT) temperatur	Indre BRS	Ytre BRS	Referanse
DT/NT 20/18 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS (kontroll)	-	-	
DT/NT 27°C 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS	-	-	Knoop, 2019
DT/NT 20/14°C 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS	-	-	Aizarani, 2020
DT/NT 20/14°C 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS*	↓	↓	Aizarani, 2020
DT/NT 25/16°C 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS	-	-	Aizarani, 2020
DT/NT 25/16°C 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS*	↑	↑	Aizarani, 2020
DT/NT 20/12°C 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS*	↑	↑	Sushma, 2022
DT/NT 20/12° 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ LED*	↑	↑	Sushma, 2022

* Sammenlignet med 300 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS DT/NT 20/18

Konklusjon temperatur

- Mindre viktig enn lys for utvikling av BRS
- Høy temperatur, konstant 27°C, gir ikke mer BRS enn 20°
- Data fra gartneriene tyder på at svært variabel temperatur gjennom dagen/døgnet fremmer BRS
- OBS! Temperaturøkning i Indre blad går saktere enn ytre blad ved 150 HPS.



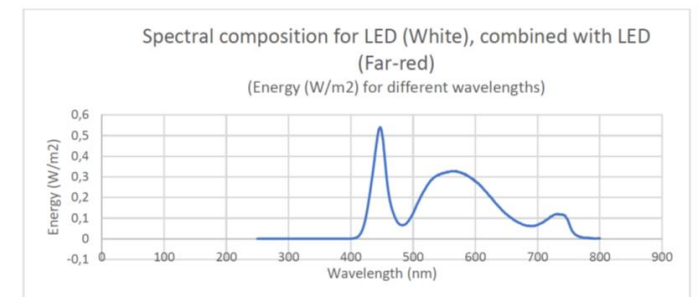
Luftfuktighet

Lysbehandling + RF	Indre BRS*	Ytre	Referanse
300 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 90% RF	Ja	Ja +	Torre, 2019
300 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 65% RF	Ja	Ja ++	Torre, 2020
150 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 70% RF	Nei	1.4	Kusi, 2020
150 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 70/90% RF	Nei	1.1	Kusi, 2020
300 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ +70% RF	Ja	2.5	Kusi, 2020
300 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ +70/90% RF	Nei	1.5	Kusi, 2020

Økt RF (70-90%) om natten (6 timer)

Lysbehandling	Indre BRS*	Ytre+Indre BRS**	Referanse
150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS + 70% RF	Nei	0.9	Kusi, 2020
150 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 70/90% RF	Nei	0.8	Kusi, 2020
300 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 70% RF	Ja	1.7	Kusi, 2020
300 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 70/90% RF	Ja	1.4	Kusi, 2020
150 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 70% RF	Nei	1.4	Kusi, 2020
150 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 70/90% RF	Nei	1.1	Kusi, 2020
300 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ +70% RF	Ja	2.5	Kusi, 2020
300 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ +70/90% RF	Nei	1.5	Kusi, 2020

* Skade på 5 yngste blader, ** gjennomsnitt for alle blad i hele salaten (0-5)

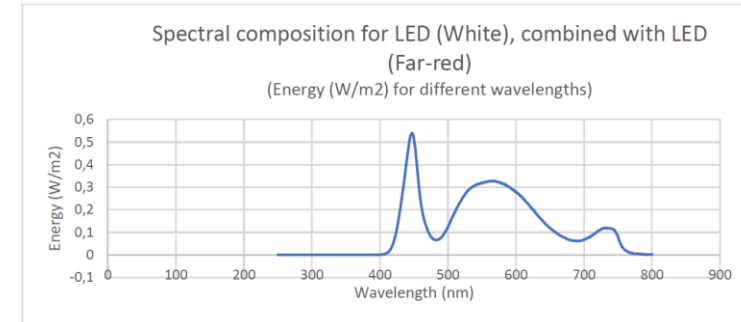


Er det viktig at perioden med høy RF (90%) gis i mørkeperioden?

Evaluering (0-24) 0-3 x 8 planter	70% hele døgnet	70%/90% om natten (8 timer)	70%/90% i første del av dagen (8 timer)	70%/90% i siste del av dagen (8 timer)
Ytre BRS	22/24	17/24	21/24	22/24
Indre BRS	8/24	5/24	9/24	9/24

Konklusjoner RF

- Ingen tydelig forskjell i BRS ved dyrking mellom 65-90% RF (konstant)
- Variasjon i RF gjennom døgnet gir mindre indre BRS og noe mindre ytre BRS
 - Høyere RF må gis i mørkeperioden !
 - Vær OBS på DIF ved bruk av temperatur som metode for økt RF om natten (DIF < 8°)



Lysbehandling	Indre BRS*	Ytre+Indre BRS**	Referanse
150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ HPS + 400 ppm	Nei	1.1	Kusi, 2020
150 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 900 ppm	Nei	0.9	Kusi, 2020
300 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 400 ppm	Nei	1.7	Kusi, 2020
300 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 900 ppm	Ja	1.5	Kusi, 2020
150 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 400 ppm	Nei	1.3	Kusi, 2020
150 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 900 ppm	Nei	1.2	Kusi, 2020
300 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 400 ppm	Ja	2.3	Kusi, 2020
300 LED $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ + 900 ppm	Nei	1.7	Kusi, 2020

* Skade på 5 yngste blader, ** gjennomsnitt for alle blad i hele salaten (0-5)

Konklusjoner CO₂

- Ingen vesentlig forskjell i BRS med og uten ekstra CO₂
- Tendens til mindre BRS ved 900 ppm og bruk av LED

Andre behandlinger sammenlignet med 150 $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ lys og DT/NT 20/18°C

	Indre BRS	Ytre BRS	Referanse
Acadian i pottene under oppal	-	-	Gamborg-Nielsen, 2019
Acadian i pottene + næringsløsningen	↓	↑	Gamborg-Nielsen, 2019
Ekstra MnSO ₄ (113 ppm)	↓	↑	Kodua 2022
Silisium i næringsløsning (50 ppm)	-	-	Hagen/Torre, 2021
Ekstra Kalsium i næringsløsning 90 ppm → 152 ppm	-	-	Aizarani, 2020
Redusert ledetall (2.0 → 1.2)	↑	↑	Bang, 2020
Nanobobler	-	-	Anthony, 2021

Hovedkonklusjoner

- Kontroll av lysmengde, daglengde og lyskvalitet
 - Lys-sum-styring (PAR sensor)
 - Mix kunstlys/naturlig sollys – nytt prosjekt?
- Kontroll av luftfuktighet
 - Variasjon gjennom døgnet
 - For stor differanse i temperatur mellom dag- og natt, eller rask økning i temperatur fra natt- til dag øker risiko for BRS
- Bytte sort? – ‘Danstar’ er mer robust og har lavere følsomhet for Mangan og tåler mer lys-stress enn ‘Frillice’
- Ytre BRS er en del av plantas naturlige aldringsprosess
 - Høste tidligere?

Hva med Danstar ?

- Lik anatomi og samme tetthet av spalteåpninger som 'Frillice'
- Høyere klorofyllinnhold
- Høyere (25-30%) innhold av flavonoider både ved 150 og 300 HPS $\mu\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$ (beskytter mot lys-stress) og annen type stress

Innholdet av Mn (mg/gr) i bladspisser

	Uten BRS	Med BRS
Frillice	0.06	0.50
Danstar	0.07	0.68

