

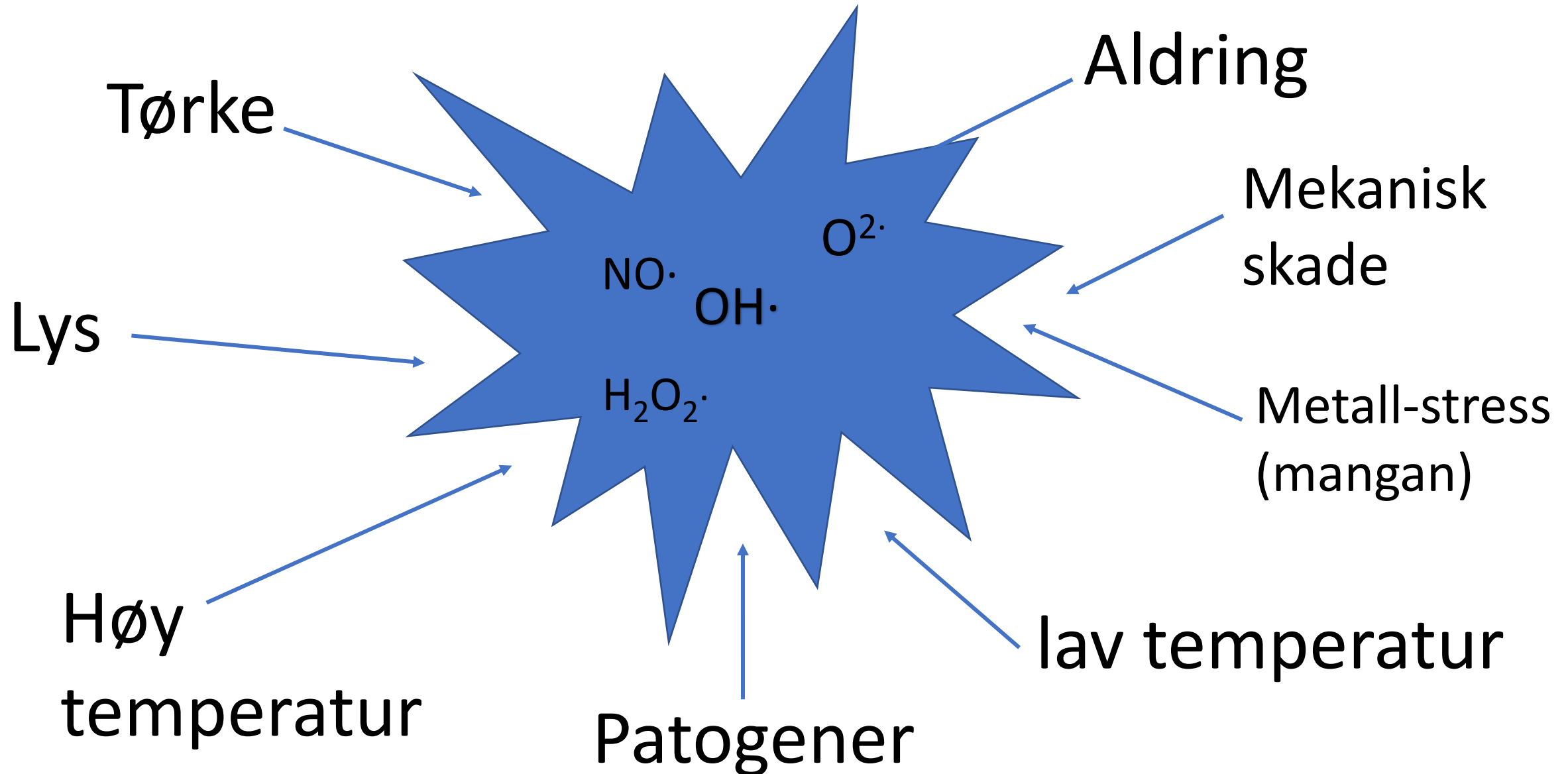
Effekt av temperatur,
luftfuktighet og CO₂ på
bladrandskade



Innhold

- Temperatur
 - Effekt av høy temperatur kombinert med høy RF
 - Lav natt-temperatur
- CO₂
- Luftfuktighet (RF)
 - Varierende RF gjennom døgnet
- Konklusjoner

Stress og frie radikaler = oksidativ stress



Temperaturforsøk

- Høy temperatur ($>24^{\circ}\text{C}$) i kombinasjon med RF
- Varierende temperatur gjennom døgnet sammenlignet med konstant temperatur
 - Forsøk ved moderat lysnivå ($150 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
 - Forsøk ved høyt lysnivå ($300 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
- Sommertemperatur med ulik luftfuktighet (senere)

Første forsøksrunde for å indusere BRS

Temperatur/ luftfuktighet	Lampe type	Daglen gde	DT	NT	PAR ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Lyssum (Mol m^{-2} dag^{-1})	RF
27°C/90% RF (HT/HRH)	HPS	18 hr	27°C	27°C	150	9.7	90 %
20°C/90% RF (MT/HRH)	HPS	18 hr	20°C	20°C	150	9.7	90 %
27°C/60% RF (HT/MRH)	HPS	18 hr	27°C	27°C	150	9.7	65 %
20°C/60% RF (MT/MRH)	HPS	18 hr	20°C	20°C	150	9.7	65 %

Resultater

Treatment	Antall blad	Friskvekt (g)	Tørrvekt (g)	Ytre BRS (0-5)	Indre BRS (0-5)
27°C/90% RF	23.3 b	160.0 a	16.58 a	2	0
20°C/90% RF	16.6 a	101.7 bc	15.33 a	2	0
27°C/65% RF	27.5 c	158.9 ab	15.62 a	3	0
20°C/65% RF	16.4 a	127.5 c	16.32 a	2	0
p-verdi	<0.05	<0.05	ns	<0.05	ns

Høy temperatur gir raskere vekst og økt strekningsvekst



Temperatur-forsøk design: Anders og Per Osmund

01:00 02:00 03:00 04:00 05:00 06:00 07:00 08:00 09:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 00:00

Kontroll

0

Temperatur , heat	17,0	17,0	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0
Temperatur , cool	18,0	18,0	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Luftfuktighet	2,0	2,0	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0gram/m ³
Relativ luftfuktighet	85 %	85 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	75 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %	85 %

Temperatursum

416,0

Lav natt-temperatur

1

Temperatur , heat	14,0	14,0	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Temperatur , cool	15,0	15,0	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Luftfuktighet	2,0	2,0	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0gram/m ³
Relativ luftfuktighet	83 %	83 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	77 %	83 %	83 %	83 %	83 %	83 %	83 %

14 14 15 16 17 18,0 19,0 19,3 19,3 19,3 19,3 19,3 19,3 19,3 19,3 19,3 19,3 19,0 19,3 16,3 14,0 14,0 14,0 14,0

416,0

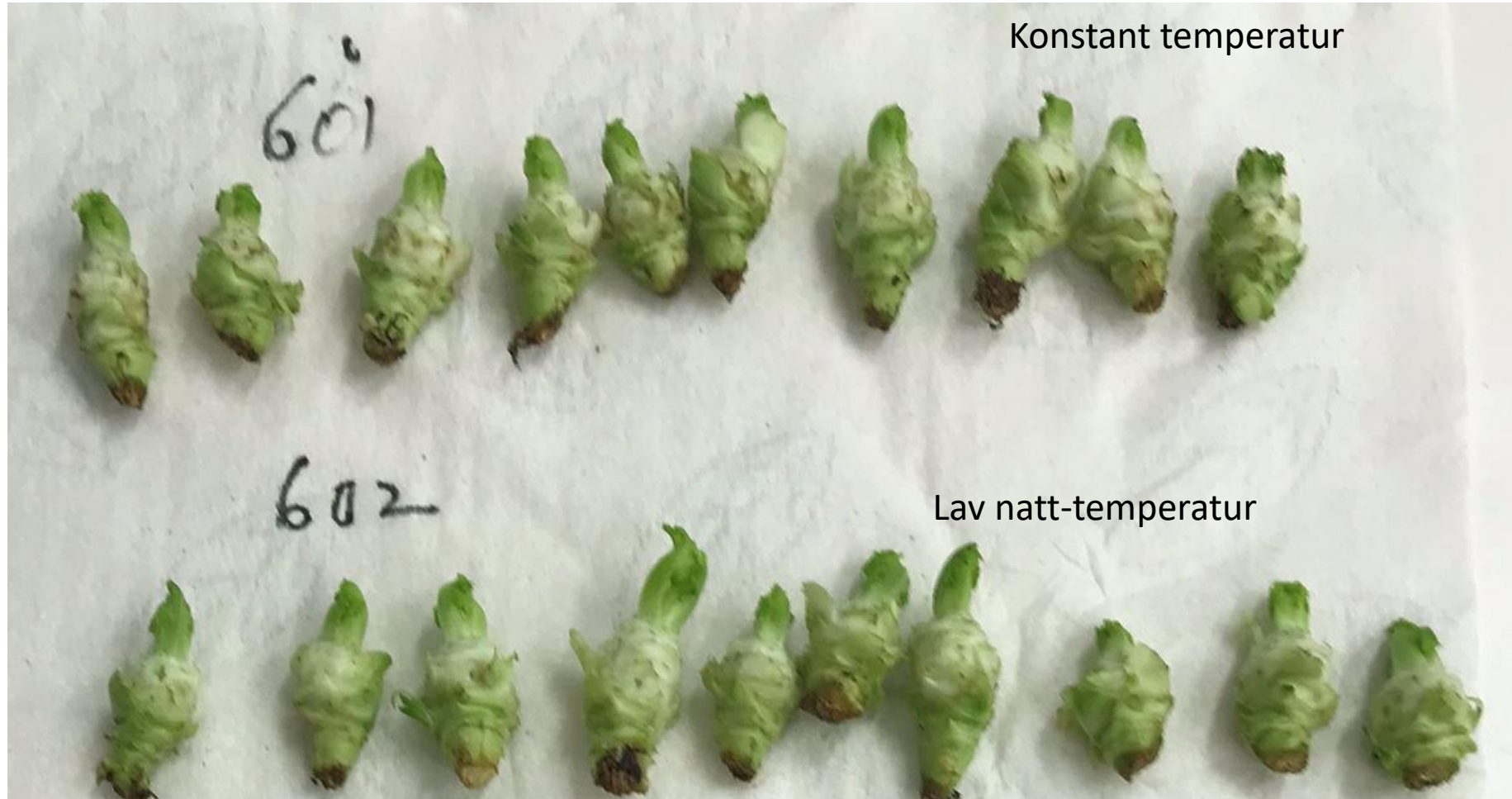
Kontroll



Lav natt-temperatur



Moderat lysnivå ($150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)



Moderat lysnivå ($150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

	BRS (0-5)	Lengste blad	Friskvekt	Tørrvekt
Konstant (18°C)	0.67 a	17.2 b	106.5 a	4.14 a
DT/NT 20/14° NT	0.58 a	19.2 a	108.5 a	4.10 a

Høyt lysnivå ($300\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

Konstant temperatur



Lav natt-temperatur



Høyt lysnivå ($300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

DT/NT	BRS (0-5)	Lengste blad (cm)	Friskvekt	Tørrvekt
Konstant (18°C)	2.25 a	14.8 b	107.7 b	5.7 b
DT/NT 20/14° NT	1.47 b	16.3 a	136.2 a	6.4 a



Konklusjoner

- Høy temperatur har ikke like stor effekt på BRS hos crispisalat slik som beskrevet hos andre salatarter
- Varierende temperatur gjennom døgnet med lavere natt-temperatur stimulerer vekst og gir signifikant mindre bladrandskade under høyt lys
- Ved lavere lysmengder har det ingen/liten betydning



- Hva gjør ekstra CO₂ med plantene?
 - Reduserer spalteåpningene og dermed fordamping
 - Øker innholdet av sukker og antioksidanter
 - Effektiv fotosyntese og økt vekst
- Hva med salat?
 - Liten effekt på vekst
 - Liten effekt men svak tendens til å redusere BRS

HPS lampe med og uten ekstra CO₂

	150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$		300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	
	400 ppm	900 ppm	400 ppm	900 ppm
BRS	1.08 b	0.87 b	1.67 a	1.49 a

LED lampe med og uten ekstra CO₂

	150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$		300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	
	400 ppm	900 ppm	400 ppm	900 ppm
BRS	1.30 c	1.25 c	2.25 a	1.71 b

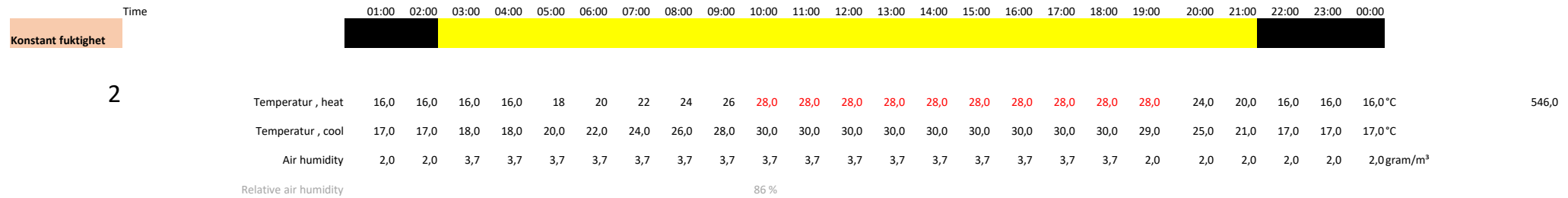
Konklusjoner CO₂

- Tendens til mindre bladrandskade med økt CO₂ men små forskjeller
- Ingen store forskjeller i vekst mellom 400 og 900 ppm CO₂

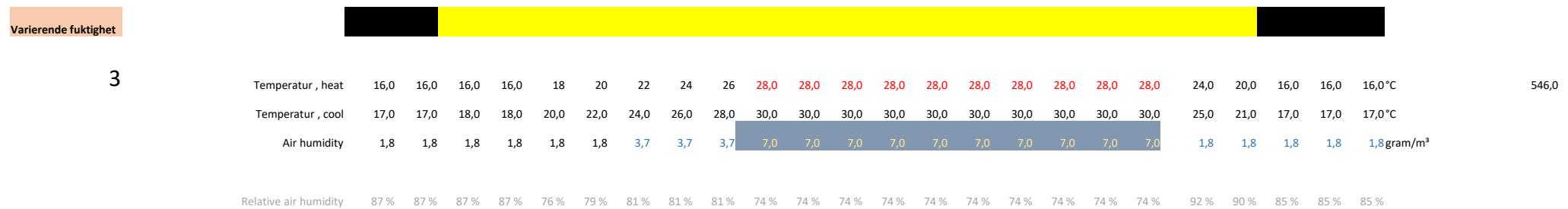
RF

- Hva gjør RF med plantene?
 - Påvirker spalteåpningene og dermed fordamping
 - Reduserer innholdet av antioksidanter?
 - Økt strekningsvekst

Sommer-temperatur og varierende RF – design: Anders og Per Osmund



2



3

Moderat lysnivå ($150 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

	BRS (0-5)	Lengste blad	Friskvekt	Tørrvekt
Sommertemperatur og konstant RF (86%)	0.34 a	19.0 a	121.5 a	4.77 a
Sommertemperatur og varierende RF (74%→90%)	0.35 a	19.9 a	130.3 a	4.88 a



Høy temperatur, varierende RF

Høy temperatur, «konstant» RF

Høyt lysnivå ($300 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

DT/NT	BRS (0-5)	Lengste blad (cm)	Friskvekt	Tørrvekt
Sommertemperatur og konstant RF (86%)	1.99 a	14.9 b	79.6 c	4.0 d
Sommertemperatur og varierende RF (74%→90%)	1.93 a	15.0 b	71.3 c	4.6 c

Høyt lysnivå

Høy temperatur, varierende RF



Høy temperatur, «konstant RF»



Variasjon i luftfuktighet – høy RF om natten ved «normal» temperatur

	Lampetype	Daglengde	Mørke	R/MR	DT°C	NT°C	RF (%) natt	RF (%) dag
LED/IRH	LED	18	6	1.1	20°C	18°C	90	70
LED/NRH	LED	18	6	1.1	20°C	18°C	70	70
HPS/IRH	HPS	18	6	3.7	20°C	18°C	90	70
HPS/NRH	HPS	18	6	3.7	20°C	18°C	70	70

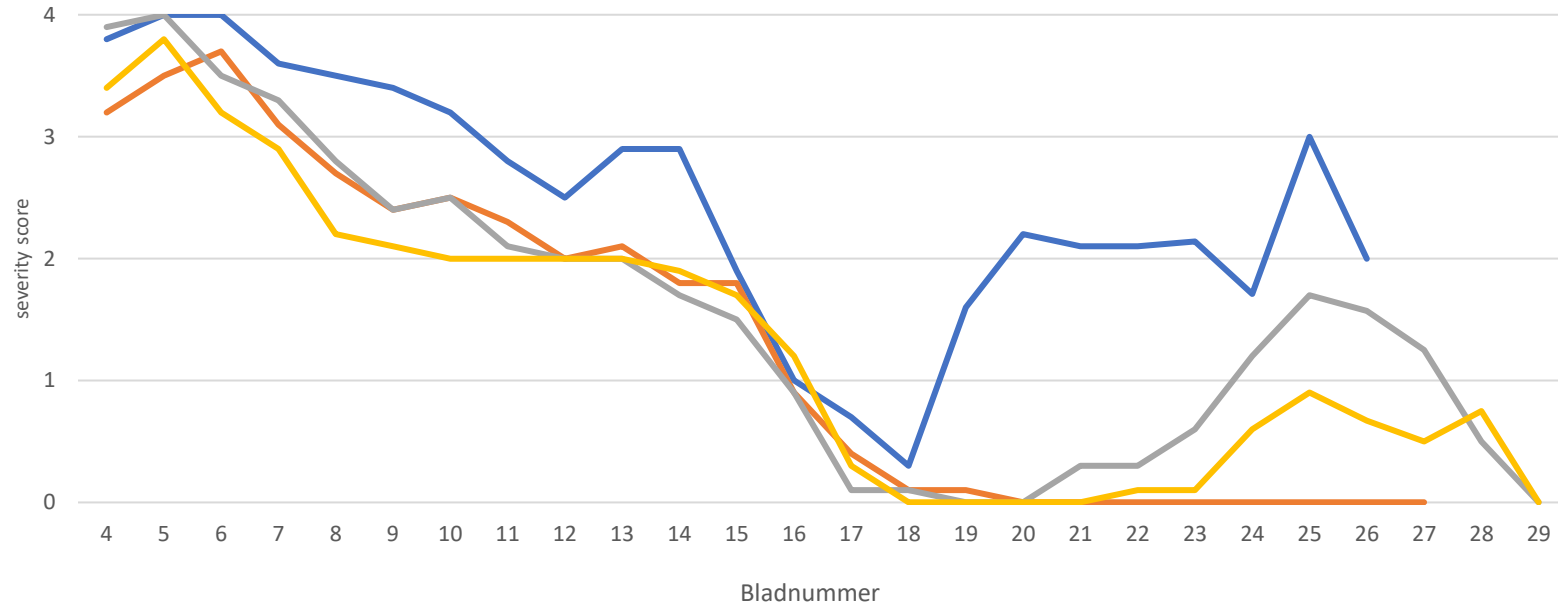
HPS lampe med konstant og varierende RF

	150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$		300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	
	70% RF	70→90%	70% RF	70→90%
BRS	0.93 c	0.80 c	1.73 a	1.45 b

LED-lampe med konstant og varierende RF

	150 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$		300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	
	70% RF	70→90%	70% RF	70→90%
BRS	1.35 bc	1.10 c	2.5 a	1.56 b

Variierende fuktighet og BRS ved høyt lysnivå



— LED/NRH (300 μmol m⁻² s⁻¹) — LED/IRH (300 μmol m⁻² s⁻¹)
— HPS/NRH (300 μmol m⁻² s⁻¹) — HPS/IRH (300 μmol m⁻² s⁻¹)

Planter (%) med ytre og indre BRS ved dyrking under varierende RF gjennom døgnet

Evaluering (0-24) 0-3 x 8 planter	70% RF 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	91%	70%	88%	91%
Indre BRS	33%	19%	38%	38%

Konklusjon: Høy RF (90%) bør gis i mørkeperioden

Konklusjoner RF

- Høy RF og/eller varierende RF gjennom døgnet gir økt strekningsvekst
- Forsøk med konstant RF har liten effekt på BRS men varierende RF gir mindre BRS
 - Effekten er størst ved «normal-temperaturer» og ved høy lysmengde
- Ved høy lysmengde gir det mindre ytre og indre BRS, men størst effekt på indre BRS
- Vi har testet 70% → 90% RF
- Økt RF (70% → 90%) i kort periode på dagtid (lysperioden) gir ingen målbar effekt på BRS

Konklusjoner: temperatur, CO₂ og RF

- Høy temperatur (27°C) gir ikke økt BRS hos crispisalat slik som hos mange andre salat-arter, men gir rask vekst og mye strekning
 - Kombinasjon av høy temp + tørr luft = ytre BRS
- Varierende temperatur, med lavere natt-temperatur gir mindre BRS ved høyt lysnivå
 - Effekt på både indre og ytre BRS!
- Ved lavt lysnivå er det små effekter på varierende temperatur gjennom døgnet
- CO₂ har liten effekt på BRS, men tendens til å gi mindre BRS spesielt ved høyt lys
- Varierende luftfuktighet gjennom døgnet (høy på natten) gir mindre BRS ved «normale temperaturer» men ikke ved høye sommertemperaturer!
- Varierende luftfuktighet gjennom døgnet (høy på natten) gir mindre BRS ved høy lysmengde men liten effekt ved lav lysmengde – både ved bruk av HPS og LED

NB!

Både varierende temperatur, varierende RF og ekstra CO₂ «virker best» og reduserer BRS mest i situasjoner hvor «lys-stresset» er stort