

Plantedyrkning under glas

Af Ole Bærenholdt-Jensen og Inge Ulsted Sørensen, Gartnerirådgivningen.

Del 1 Vækstfaktorerne og plantevæksten

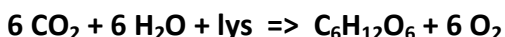
Vækstfaktorerne er de forskellige ting der skal til for at en plante kan vokse. De vigtigste faktorer er lys, kuldioxid (CO₂), vand og næringsstoffer. Samtidig påvirkes væksten og væksthastigheden meget af temperaturen. Her skal vi udelukkende se på de vækstfaktorer, der knytter sig til klimaet, og hvordan de påvirker væksten i et væksthus.

Lys, CO₂ og fotosyntese

Sollys er hele jordens egentlige energikilde og grundlaget for al plantevækst.

Strålingen fra solen består af forskellige bølgelængder. Det synlige lys er stråling med en bølgelængde mellem 400 og 700 nm, og det er også nogenlunde samme del af lyset der er aktiv i fotosyntesen. Lys til plantevækst måles i micromol/m²-sek., mens man bruger enheden watt hvis man skal måle, hvor meget energi (varme), der tilføres væksthuset, dvs. også den del af lyset som planterne ikke kan udnytte, tælles med.

Fotosyntese betyder stofopbygning, og det er den proces der omdanner kuldioxid og vand til sukker (glukose) og ilt ved hjælp af lyset. Formlen for fotosyntesen er:



Denne proces foregår i bladene, som fanger lyset med deres grønkorn. Kuldioxid optages gennem bladenes spalteåbninger. I mange gartnerier vil man tilføre ekstra kuldioxid, da det giver højere fotosyntese og dermed også højere udbytte eller bedre kvalitet.

Man kan også tilføre lys fra **vækstlys**.

Vækstlys af typen Højtryks Natrium lamper er mest udbredt. På billedet her ved siden af tiltrækkes agurksmåplanter under SON-T lamper, der giver et typisk gult skær. LED vækstlys vinder også så småt frem. Det består typisk af røde og blå dioder, der sammen giver et lilla skær (se billedet på side 11) LED lamper kan hænge tæt på planterne uden at give varmesvidninger.



Foto: Inge Ulsted Sørensen

Temperatur

Temperaturen "forbruges" ikke i fotosynteseformlen som lys, kuldioxid (CO₂), vand og næringsstoffer, men en temperatur på et vist niveau, typisk mellem 15 og 25 °C er nødvendig for at få fotosyntesen til at køre, og opnå en god plantevækst. Desuden er balancen mellem temperatur og lys vigtig for plantekvaliteten (se senere).

Opgave: Temperaturbegreber

Diskutér nedenstående temperatur-begreber i grupper:

1. Hvad betyder de?
2. Angiv eksempel på en anslået temperaturværdi (tal) ud for hvert af begreberne, for en efterårsdag, hvor du ønsker at holde en temperatur på 20 °C. Spring over, hvis det ikke giver mening at skrive noget tal.

Ude-temperatur	Temperatur-sum
Blad-temperatur	Gennemsnits-temperatur
Luft-temperatur	Glas-temperatur
Ventilations-temperatur	Dugpunkts-temperatur
Middel-temperatur	Temperatur-sætpunkt
Maksimum-temperatur	Temperatur-forskel
Grader Celcius (°C)	Optimum temperatur

Relativ fugtighed

Relativ fugtighed (RF) er den mest benyttede enhed for at udtrykke, hvor fugtig luften er. Ofte bruges den engelske forkortelse RH (Relative Humidity) og enheden anvendes som en blandt flere måder at indstille og styre fugten i væksthuset efter. En vandmættet luft indeholder så meget vanddamp som luften kan "bære". Når luften er mættet er RH = 100 %. Når der intet vand er overheadet i luften er vi nede på 0 %. Her er en oversigt over disse begreber samt begrebet delta X, som også benyttes i gartneriers fugtstyringsprogrammer:

Absolut fugtighed (AF)

Mængden af vand i luften udtrykt i g vand pr. m³ luft.

Maksimal fugtighed (**MAF**) er den mængde vand der kan være i luften, når den er vandmættet. Jo højere temperatur, jo mere vand kan der være i luften.

Relativ luftfugtighed (**RH**)

Den absolutte fugtighed i procent af den maksimale fugtighed.

$$RH = AF \text{ (g/m}^3\text{luft)} / MAF \text{ (g/m}^3\text{luft)} \times 100 \text{ (\%)}$$

Vandmættet luft RH=100%

Mætningsforskel (**delta X**)

Den mængde vand, der mangler i at luften er vandmættet.

$$\text{delta } x = MAF \text{ (g/m}^3\text{luft)} - AF \text{ (g/m}^3\text{luft)}$$

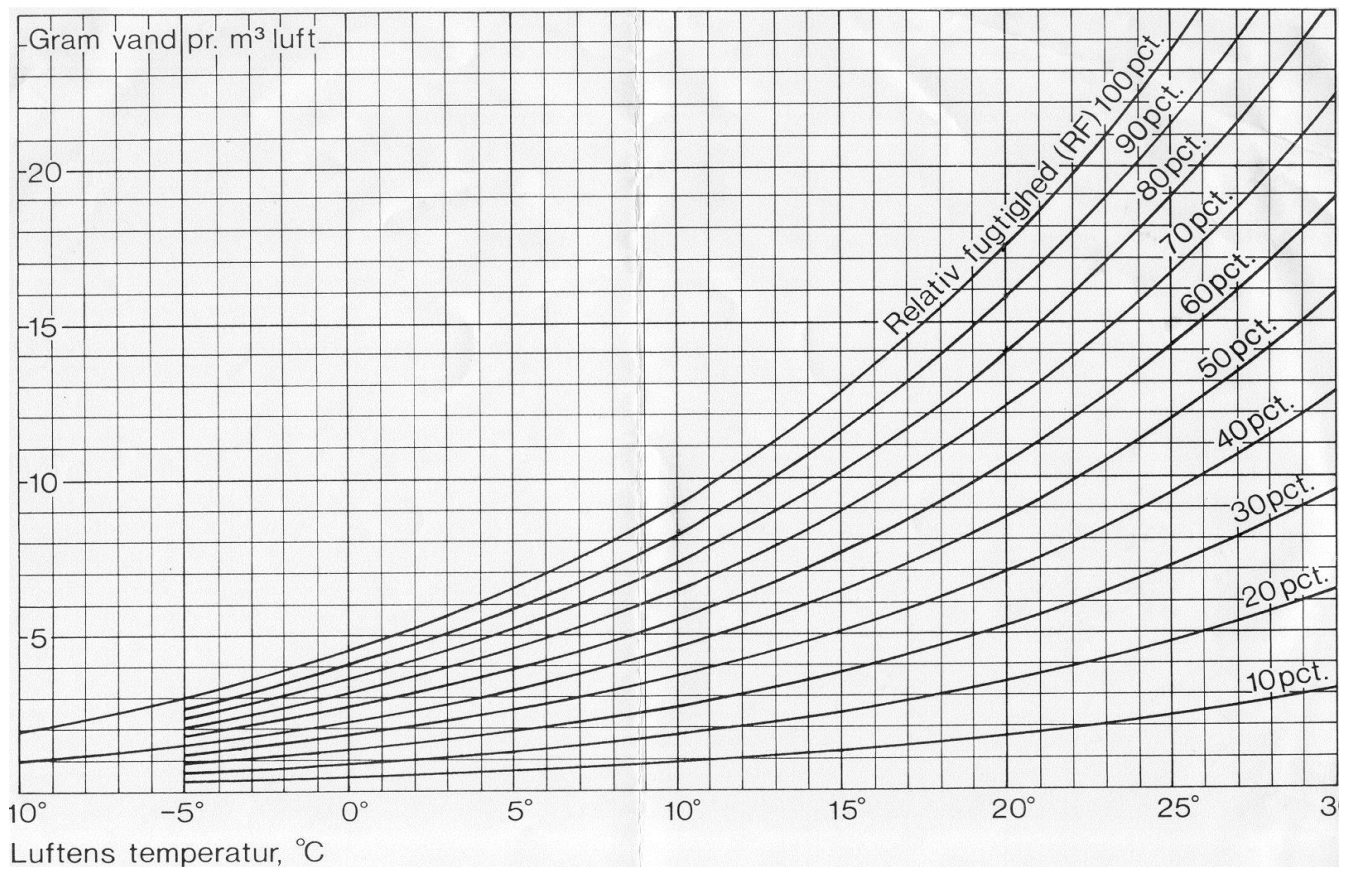
Hvis RH er meget lav har planterne det ikke godt, med mindre det er en ørken plante, som er indrettet til at modstå lav fugtighed. Jo lavere RH er, jo mere "trækker" det fordampning ud af planterne, og det kan være mere end planternes rødder og "rørsystem" er i stand til at distribuere, og samtidig trækkes der alt for mange næringsstoffer op i planten.

Hvis RH derimod er meget høj, går fordampningen næsten i stå, og næringsstofmæssigt får planten for lidt, planten bliver svag, også på grund af den lave saftspænding, der er når der ikke er tryk på vandsystemet. Ved høj RH trives mange svampesygdomme godt, hvilket yderligere vil svække planten. Ved 100% RH kan planten slet ikke fordampe noget, og alt går i stå.

Planterne fordamper vand døgnet rundt, dog mest om dagen, når solen skinner. Hvis huset er meget tæt med gardiner trukket for, bliver det fordampede vand inde i væksthuset, i luftrummet omkring planten. Derfor stiger den relative fugtighed og luften bliver mere og mere fyldt med vanddamp. Derfor kommer forskellige former for fugtstyring på tale, det gennemgås i del 2 Grundlæggende klimastyring.

Opgaver fugtighed. Benyt Molière diagrammet på næste side til løsningen.

1. Hvor mange gram vand indeholder en m³ luft, der er 20 °C varmt og har en RH på 80%.
2. Det er blevet frostvejr og den 20 °C varme luft afkøles i løbet af kort tid til 18 °C. Husets vinduer er lukkede, og der sker ikke ekstra tilførsel eller udluftning af vand til/fra luften. Hvad er RH nu, hvor lufttemperaturen er faldet til 18 °C?
3. Hvad er dugpunktstemperaturen?



Kvalitet og udbytte/kulturtid

Kulturtid

Lys og temperatur er hovedingredienserne for plantevækst. Kulturtiden for et hold potteplanter afhænger meget af lys og temperatur. Sommerhold med meget lys har kortere kulturtid end vinterhold. Til gengæld kan de lange kulturtider om vinteren kortes væsentlig ned ved tilførsel af vækstlys. På samme årstid kan en kultur dyrkes ved f. eks. 18, 20 og 22 °C. Kulturtiden vil være kortere ved 22 °C og længere ved 18 °C. og det er vigtigt at vide under hvilke betingelser for temperatur og vækstlys at en oplysning om kulturtid for en kultur gælder.

Man kan ikke bare anvende en meget højere eller lavere temperatur på en kultur. Plantekvaliteten kan blive dårligere og det ligger måske helt uden for kulturens tolerance grænser.

Oplysninger om kulturtid på 53 kulturer kan findes på www.greener.dk:



Regulering af kulturtid under produktionen.

Skruer man lidt op for temperaturen, er det ofte muligt at indhente en forsinkelse af et kulturhold, hvis man gør det i tide, og modsat hvis holdet er for langt fremme i udvikling, kan det bremses ved at køre en lavere temperatur.

Hvis man uge for uge ved, om man er foran eller bagud på lys eller temperatur, kan man korrigere tidligt og præcist. Måling af lysets indflydelse gøres med lyssum (DLI, daily light integral) og temperaturens indflydelse måles som såkaldt kultur temperatur sum (graddage, efter dagligt fradrag af et kulturspecifikt sætpunkt).

Plantekvalitet og udbytte.

Når vi taler om væksthusegrønsager er det kun ved planteproduktionen, at kulturtiden har betydning, efter udplantning er det i højre grad fotosyntesen, der har indflydelse på udbyttet – hvor mange kg man kan høste pr uge og totalt. Temperatur i løbet af dagen og i perioden skal dog være i balance med den lysmængde der er og med det forhold der er mellem bladmasse og frugter, men det er et kapitel for sig og ikke indeholdt i dette kursus.

Fotosyntesen er også en forudsætning for at væksten i det hele taget kan foregå, ved potteplanter. Uden fotosyntese går det hele i stå. Men er fotosyntesen tilstrækkelig kan en regulering af temperatur, lys og CO2 bevirke bedre kvalitet, flere knopper og dermed som oftest en bedre kvalitet.

Opgave 1. Kvalitet og kulturtid

Du kan i et væksthuse med en pottplante kultur regulere temperaturen mellem 15 og 25 °C., tilsætte ekstra 5 timers vækstlys og tilføje CO₂ på fra 400-1000 ppm. Du har planlagt med normal indstillinger for denne pottplante kultur på 20 °C, 600 ppm CO₂ og ikke noget ekstra tilskudslys. Det er i april-maj.

Gå i grupper og find eksempler fra eget gartneri på kulturernes krav i forhold til nedstående spørgsmål:

- A. Har du forslag til tilpasning af indstillinger, der giver optimal fotosyntese
 - 1. Hvis det er en solskinsdag med fuld knald på solen.
 - 2. Hvis det er en kedelig regnvejrs/gråvejrsdag med meget lidt indstråling.
- B. På hvilke måde vil evt. nye indstillinger påvirke kulturtiden i de to tilfælde?
- C. Vil du følge forslagene fra A i de to tilfælde, hvis det var dit gartneri?

Opgave 2. Kulturtid.

På www.greener.dk findes angivelse af kulturforløb for 53 kulturer.

- A. Find kulturtiden for Passiflora hvis du ønsker at sælge dem i uge 22.
- B. Hvilken temperatur skal du køre med?
- C. Hvilken uge skal du starte kulturen?

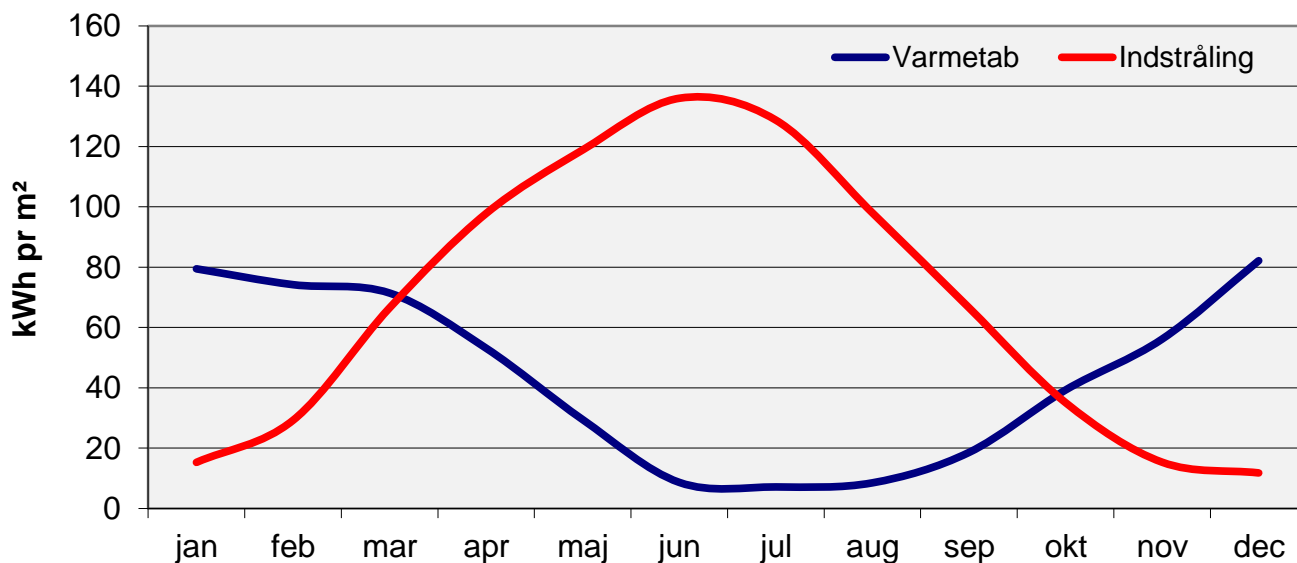
Del 2. Grundlæggende klimastyring

Klimastyringssystemer.

I Danmark dækker to klimastyrings-systemer 99% af markedet: Senmatic DGT (Dansk) og PRIVA (Hollandsk). Dog har begge leverandører gamle og nye udgaver af deres systemer kørende i gartnerierne, lige som der kan vælges forskellige typer og udvidelser af hvert af systemerne. Mange ting i styringen er imidlertid grundlæggende for alle systemer, men kan selvfølgelig være forfinet i større eller mindre grad i de forskellige mærker og udgaver. Styringen består i langt overvejende grad af indstilling af sætpunkter, der i samspil med hinanden sørger for at lys, temperatur, CO2 og Fugt reguleres, så man får et tilfredsstillende klima i væksthuset.

Varmetab og indstrålingsvarme fra solen

I løbet af et helt år tilfører solen mere energi end et væksthuse har behov for, hvis man ønsker at holde en bestemt temperatur som f.eks. 20 °C. Så teoretisk set behøves ikke varmetilførsel. Men solen skinner om dagen men ikke om natten, og langt mere om sommeren end om vinteren, skal der tilføres varme hele vinterhalvåret, og om natten næsten hele året. Til gengæld er der en masse overskudsvarme i sommerhalvåret, om dagen. Dette er vist i figuren herunder. Den allervigtigste styring er derfor at ventilere denne varme ud, og erstatte den med køligere ude-luft. Uden ventilation vil temperaturen i væksthuse let komme over 40-50 °C visse dage, hvilket hverken er godt for planterne eller de mennesker der skal arbejde i huset.



Styring af temperatur

Med udgangspunkt i ovenstående er første, vigtige sætpunkt *ventilations sætpunktet*: sættes dette sætpunkt til 25, vil væksthuses vinduer åbne ved 25 °C og slippe kold luft ind. Til ventilations sætpunkter knytter der sig en hel række ekstra sætpunkter, som gør at vinduet kun åbner gradvist (modulerende) og ikke lukker helt, kort tid efter at de blev åbnet helt. Klimaet bliver meget skiftende og systemet bliver slidt op ved at åbne/lukke hele tiden.

Ventilations sætpunktet skal altid være højere end *temperaturesætpunktet*. Dette sætpunkt sættes til den temperatur, der er optimal for planten, eller lidt under, idet solen ofte sørge for at bringe temperaturen nogle grader ekstra op. Det kan f.eks. være sat til 18 °C. Når temperaturen er faldet til 18 °C eller under, giver systemet signal til at gartneriet varmeanlæg skal åbne og tilføre varme. Senere når temperaturen har nået 18 °C igen, slår systemet fra. Også her skal systemet arbejde i små step, så styringen bliver jævn og ikke står og svinger (oscillerer) op og ned, med temperaturer +/- flere grader. Hertil kan sættes en række andre sætpunkter, der gør styringen jævn.

Afhængig af kulturkrav og styringen i øvrigt kan sætpunktet sættes forskelligt i løbet af døgnet, f.eks. 19 °C om natten og 17 °C om dagen. Et sætpunkt der er vigtigt når der skiftes temperatur, specielt ved faldende temperatur er *sætpunkterne for "rampe"*, dvs. hastigheden hvormed indstillingen tillader temperaturen at falde. Den kan f.eks. være indstillet til max 1 °C pr time, så vil faldet fra 19-17 ° gå over 2 timer. På den måde har klimaet i huset tid til at tilpasse sig. Ved et hurtigt fald i temperatur vil evt. høj fugt i luften blive til en Relativ fugtighed på 100%, da køligere luft ikke kan indeholde så meget "opløst" vanddamp. Dermed bliver planterne våde (dugpunktet er nået), hvilket kan give alt for gode betingelser for f.eks. svampeangreb.



Opgaver. Styring af temperatur.

Mange ting påvirker lufttemperaturen i et væksthuse: Solen giver nok den største effekt i hele sommerperioden, men temperatur- og ventilationssætpunkter, udetemperatur, vinduesareal, gardiner, evt. kalkning af væksthuset, vanding og vandforstøvning er alle forhold, som i større eller mindre grad har indflydelse på lufttemperaturen.

(udlever dmi data, måneds energioversigt væksthuse, etc.)

Opgave 1. Angiv hvilken lufttemperatur du forventer under følgende forhold:

1. 15. Januar: T-sætp 18° , Vent-sætp. 20°C _____ $^{\circ}\text{C}$
2. 15. Januar: T-sætp 18° , Vent-sætp. 28°C _____ $^{\circ}\text{C}$
3. 23. Juni: T-sætp 18° , Vent-sætp. 20°C _____ $^{\circ}\text{C}$
4. 23. Juni: T-sætp 18° , Vent-sætp. 28°C _____ $^{\circ}\text{C}$

5. 17. August 11.00, solskin, T-sætp 18° , Vent-sætp. 20°C , ude-T 15°C _____ $^{\circ}\text{C}$
6. 17. August 11.00, solskin, T-sætp 18° , Vent-sætp. 20°C , ude-T 25°C _____ $^{\circ}\text{C}$
7. 17. August 11.00, overskyet, T-sætp 18° , Vent-sætp. 20°C , ude-T 15°C _____ $^{\circ}\text{C}$
8. 17. August 11.00, overskyet, T-sætp 18° , Vent-sætp. 20°C , ude-T 25°C _____ $^{\circ}\text{C}$

9. 10. December T-sætp 18° , ude-T -10°C , ingen gardin, blå himmel _____ $^{\circ}\text{C}$
10. 10. December T-sætp 18° , ude-T -10°C , ingen gardin, overskyet _____ $^{\circ}\text{C}$

Opgave 2. Middeltemperatur

Du ønsker at holde en middeltemperatur på 20°C for din kultur. Angiv de sætpunkter, du skønner er de rigtige for at opnå dette:

Januar. T-sætp _____ $^{\circ}\text{C}$, Vent-sætp. _____ $^{\circ}\text{C}$
April T-sætp _____ $^{\circ}\text{C}$, Vent-sætp. _____ $^{\circ}\text{C}$
Juli T-sætp _____ $^{\circ}\text{C}$, Vent-sætp. _____ $^{\circ}\text{C}$
Oktober T-sætp _____ $^{\circ}\text{C}$, Vent-sætp. _____ $^{\circ}\text{C}$

Opgave 3. Dynamisk klimastyring, temperatur

Du ønsker at holde en middeltemperatur på 20 °C for din kultur, men vil gerne spare så meget energi som muligt. Din kultur er ret tolerant og du regner med at den kan tåle temperaturer fra 15-30 °C. Angiv de sætpunkter, du skønner er de rigtige for at opnå middeltemperaturen og spare så meget energi som muligt:

Januar. T-sætp _____ °C, Vent-sætp. _____ °C

April T-sætp _____ °C, Vent-sætp. _____ °C

Juli T-sætp _____ °C, Vent-sætp. _____ °C

Oktober T-sætp _____ °C, Vent-sætp. _____ °C

Styring af lys (gardiner og vækstlys)

Det er ikke kun ventilation, der kan begrænse temperaturen i væksthuset. I de fleste væksthuse er monteret gardiner. Især hvis det er af typen med reflekterende alu-striber (f.eks. XLS16 skyggeisoleringsgardin eller Blank-blank mørkelægningsgardiner) vil en del af lyset blive reflekteret retur og ud af huset igen. Men også fordi det egentlig er bladtemperaturen der har betydning for planterne har gardinerne en god effekt: Med gardinet på rammer færre eller ingen stråler bladene direkte, og indirekte stråling giver bedre fordeling af lyset ud på alle dele af planten, så oversiden af de øverste blade ikke er så udsat.

Skygning styres først og fremmest af *skygnings sætpunktet*, der f.eks. sættes til 400. Hvis man ønsker at planterne skal beskyttes når indstrålingen udendørs når over 400 watt. Også her skal styringen være indstillet så gardinet ikke står og kører hele tiden op og i, ved hjælp af en række andre indstillinger / sætpunkter. Om natten og morgen og aften ønskes ofte at gardinerne er trukket for, for at spare energi. Gardinerne har nemlig som oftest en rigtig god isoleringsevne. Sætpunktet til dette kan være styret af lysniveauet (*gardinsætpunkt skumring og gardinsætpunkt daggry*). Sat til 20 w vil gardinerne trækkes for, når udelyset når under 20 w og omvendt efter daggry). Gardinstyringen kan også være sat i forhold til tiden, plus og minus i forhold til solopgang og solnedgang. En række andre sætpunkter bruges til at angive de forskellige valg, samt træghed, køretid m.m. for gardinet. Er huset monteret med 2 sæt gardiner, f.eks. både skyggegardin og mørkelægningsgardiner, er der dobbelt antal sætpunkter på det hele.

SON-T vækstlys (gult, i nabohus) og violet LED vækstlys. Til højre ses en affugter.



Foto: Peter Dallerup

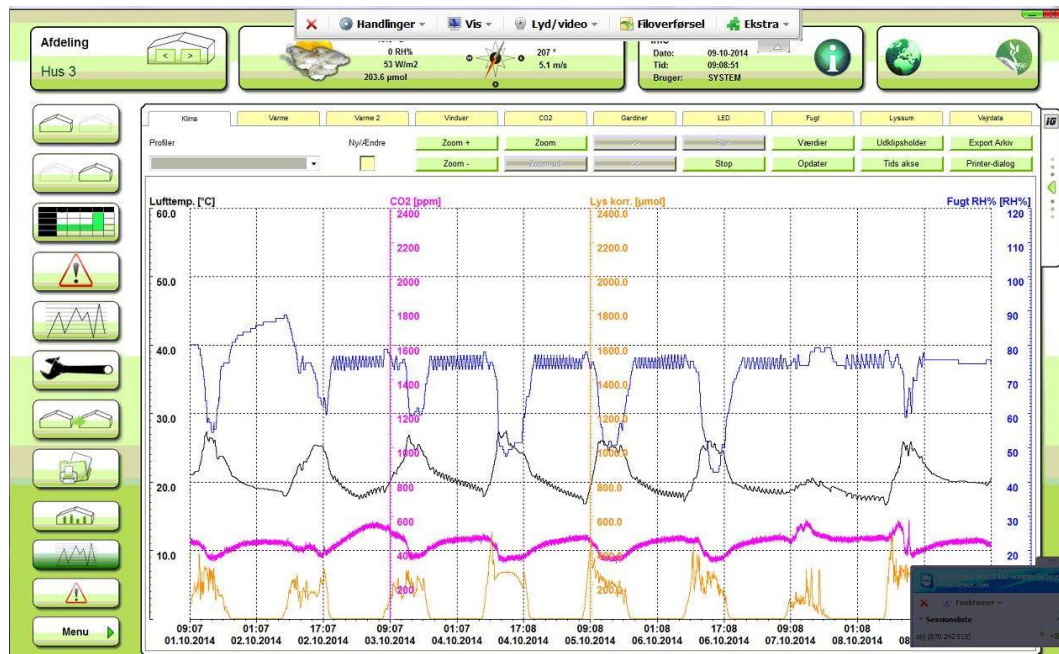
Vækstlyset er vigtigt, især i potteplantegartnerier, hvor det bruges som tilskudslys, først og fremmest i vinterhalvåret, dels for at holde en bedre kvalitet (antal knopper etc.), dels for at sikre at kulturtiderne ikke bliver alt for lange. Almindelig styring for vækstlyset er at angive sætpunkter for det tidsrum, hvor vækstlyset skal være slukket ("nat") dvs. *sætpunkt med tidspunkt for "tænd"* og *sætpunkt med tidspunkt for "sluk"*. I dagtimerne vil de fleste vælge at vækstlyset skal være slukket, når lysniveauet når et bestemt niveau, f.eks. 40watt. Det gøres med *sætpunkt med lysniveau for "sluk"* og *sætpunkt med lysniveau for "tænd"*. En række andre sætpunkter sørger andre nødvendige vækstlys indstillinger, f.eks. for tænd/sluk forsinkelse, da det elektriske system ikke kan lide at alt tænder i gartneriet samtidig.

Målinger / data

Når man skal ændre i klimastyringen har man brug for at følge med i, hvordan styringen kører, og følge med i hvilken temperatur og lyssum man opnår, om gardinerne kører på og af som de skal, om RH bliver for høj, om der tilføres CO2 som planlagt etc. etc.

Man kan enten se det (i flere af versioner) på selve klimacomputeren som sidder ude i husene og styrer et eller flere væksthuse, eller på en klimaPC, hvor man har adgang til at indstille styringen, men også til at se målte aktuelle værdier i tabeller, og til at se kurver over målte værdier over en valgt periode. Det giver et hurtigt overblik over klimasituationen lige nu og til kontrol af en given periode, f.eks. hvordan har det kørt i nat. Se eksempler på overblik på KlimaPC i Senmatic Superlink 5 herunder.

Grafisk oversigt over 8 dage over indstråling, temperatur, RH og CO2 (Senmatic):



Opgaver. Styring af lys (gardiner og vækstlys)

Lys giver energi, men på forskellig vis: En stor del af lyset bliver til varme, der er med til at opvarme væksthuset, og dermed planterne. Resten af energien i lyset anvendes som fotosyntese, af planternes grønkorn, og sørger for planternes vækst. For den del af lyset, der bliver til varme, udnyttes hele sektret af lys – især er det den røde del, der giver varme, også den infrarøde, som ikke kan ses af øjet. Derimod er det en smallere del af spektret, som planternes fotosyntese kan udnytte, og derfor måles lyset på forskellig vis afhængig af hvad man skal bruge målingerne til. Energi til varme måles i watt, mens energi til fotosyntese måles i micromol/ m²- sek. (udlever omregningstabeller m.v.)

Opgave 1. En dag, den 10. april har solen lyst 2300 watt-timer, og der er tilført vækstlys i 6 timer. Væksthuset (Hus 1) er på 2.000 m² og har 212 stk 400 w lamper, der hver bruger 440 w, når de er tændt. Glas og konstruktion skygger for 30% af sollyset, mens 70% når ned til planterne.

1. Hvor mange watt/m² bruger vækstlys-lamperne?
2. Hvor mange watt-timer/m² bruges til vækstlyset?
3. Hvor meget af solens energi når ned til planterne planterne i væksthuset?
4. Hvor meget energi (watt-timer/m²) er der tilført i alt til væksthuset den pågældende dag?

Opgave 2. Kort efter er der sprøjtet kalk på Hus 1 i et lag, der kun tillader 50% af lyset at passere. Der er ikke brugt gardin. En anden dag senere, den 23. april er vækstlyset slukket, og indstrålingen har været 3200 watt-timer

1. Hvor meget energi (watt-timer/m²) er der tilført væksthuset den pågældende dag?

Opgave 3. I hus 2, som er identisk med hus 1, er der ikke lagt kalk på, men der benyttes i stedet et XLS 16 skyggeisoleringsgardin, der skygger 65% af lyset væk når det er på. Morgen og aften holdes gardinet på *indtil lysniveauet udendørs har nået 40 watt*, for at spare energi, og når lysniveauet *udendørs* når 300 watt trækkes gardinerne for, for at undgå at de sarte forårsplanter får det for varmt.

1. Hvor meget energi (watt-timer) er der tilført væksthuset den 28. april?
(benyt tabellen herunder til udregningen)

Time (28. april)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	I alt
watt / m ² (solen)	10	20	50	120	150	310	200	320	350	260	250	170	100	60	30	2400
fradrag glas/konstr.	-3	-6	-15	-36	-45	-93	-60	-96	-105	-78	-75	-51	-30	-18	-9	-720
watt /m ² tilbage	7	14	35	84	105	217	140	224	245	182	175	119	70	42	21	1680
fradrag gardin skygn.																
watt /m ² tilbage																

Opgave 4. Omregning fra watt til micromol.

1. Hvor meget fotosynteseaktivt lys (micromol/m²-sek), får planterne den 28. april?

EKSTRA opgaver

Opgave 5. Du ønsker at bruge hus 1 (med kridt på) til formering. Formering foregår på borde under plastic/agryl i hele formeringstiden. Plastic skygger 40% af lyset væk, agryl skygger 60% væk. Formeringstiden afhænger af, hvor mange micromol/m²-sek planten modtager. Når planten har modtaget 5 Mol er den klar til brug. Antag at lyset hver dag er som oversigten i opgave 2 på foregående side.

1. Hvad bliver kulturtiden i formeringen hvis der bruges plast til formeringen?
2. Hvad bliver kulturtiden i formeringen hvis der bruges acryl til formeringen?

Styring optimal for planterne eller for at spare energi

Et dilemma i klimastyringen er at de indstillinger der er optimal for plantevæksten og som bedst modvirker sygdomsangreb, ikke nødvendigvis er de samme som de indstillinger, der giver mindst mulig energiforbrug. Mange gartnerier har investeret i højisolerede gardiner (måske i flere lag) og kanalplader, isoleringselementer eller reflektiv isolering i sider og gavle.

Samlet set giver det en meget stor energibesparelse hvis man har gardinerne trukket 100% for hele natten + flere timer morgen og aften, men det giver samtidig også en radikal ændring i planteklimaet: Planterne fordamper vand døgnet rundt, og hvis huset er meget tæt bliver det fordampede vand i luften. Derfor stiger den relative fugtighed til meget høje værdier, luften bliver næsten mættet ved vanddamp. Det giver fantastiske betingelser for en række plantesygdomme, med gråskimmel som man i reglen først får problemer med.

Løsningen på dette er at søge at mindske den relative fugtighed (RH), ved først at etablere gardinspalter, så luften kan komme uden for gardinet så en del af vandet i luften kan kondensere på glasset, og som oftest er det også nødvendigt at med vinduessprække for at slippe fugtig luft ud og erstatte det med (kølig) tør luft udefra. Der kan også suppleres med temperaturhævning eller højere rørrtemperaturer, hvorved RH vil falde yderligere.

Denne fugtstyring koster imidlertid meget energi, fordi man jo er nødt til at have varme på samtidig med at gardiner og viduer står list åbne. Et merforbrug af energi på 10-25% for potteplanter og endnu højere for væksthusrørsager er ikke usædvanligt.

På det seneste har nogle gartnerier investeret i affugtere som er i stand til at fjerne fugt fra luften uden at gardiner og vinduer skal åbnes. Fugten bliver til vand, der afdrænes og ledes uden for huset. Dermed sparer man de ovenfor nævnte 10-25% eller mere, i energiforbrug. På billedet herunder er vist 2 affugter af mærket AGAM. Det er den type man hyppigst ser i gartnerierne i øjeblikket. På billedet ses også "daggardiner" der er tætte plastgardiner som lader meget lys komme igennem. De kan derfor bruges om dagen.



Foto: Inge Ulsted Sørensen

Del 3. Hygiejne i planteproduktionen og monitorering af skadedyr.

Hvor kommer plantesygdomme og skadedyr fra.

Planter kan angribes af en lang række sygdomme og skadedyr.

Sygdomme kan både være bakterier, virus og svampesygdomme, ofte bruger man fællesbetegnelsen **patogener**. Nogle patogener kan komme med plantemateriale, når man hjemkøber stiklinger, andre kan komme langvejs fra med luftbårne sporer og en del kan spredes med dyrkningsmediet eller urene borde og kasser til stiklinger. I skemaet herunder er vist eksempler på nogle forskellige patogener, og hvordan de spredes og dermed kan komme ind i væksthuset eller spredes fra et hold til det næste hold.

Patogen	Spredning
Meldug	Luft, angrebne småplanter
Pythium, kimskimmel	Plante- og jordrester på borde, inficeret returvand
Gråskimmel	Luft, plante- og jordrester på borde mm.
Fusarium oxysporum, visnesyge	Plante- og jordrester, Stiklinger
Tomatbronzetopvirus	Plantemateriale, trips, plantesaft på knive mm.

Skadedyr kan ligeledes komme ind med plantematerialet. Det kan især være en risiko, hvis der hjemkøbes stiklinger og småplanter. En del skadedyr, f.eks. trips og sommerfuglelarver, kommer derimod typisk ind gennem vinduerne om sommeren.

Nogle typer af svampe, som f.eks. gråskimmel og Pythium vil stort set altid kunne findes i et væksthus. Det gælder også enkelte skadedyr f.eks. sørgemyg. I løbet af en vækstperiode vil de fleste planter komme i kontakt med en række forskellige skadegørere. Alligevel er det jo ikke nær altid, at planterne bliver angrebet.

Om en plante rent faktisk bliver angrebet, og hvor alvorligt angrebet bliver, vil være afhængig af patogenets egenskaber, værtsplantens egenskaber samt hvordan miljøet påvirker plantens modtagelighed og sygdommens udvikling.

Meldug i agurker kan sprede sig eksplosivt under de rette betingelser en varm sommer.

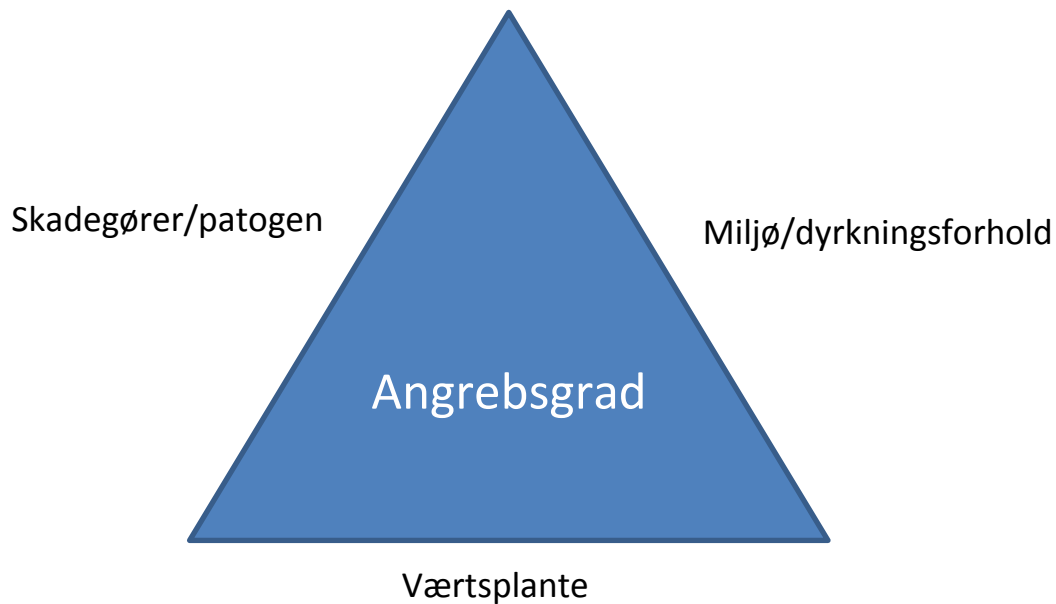


Værtsplantens egenskaber udtrykker de genetiske (arvelige) forskelle mellem planters modtagelighed, både overfor sygdomme og overfor skadedyr. Når man forædler planter og udvikler nye sorter, vil man ofte have som et af målene, at lave sorter der er modstandsdygtige overfor bestemte sygdomme. Det er for eksempel ofte tilfældet, når det gælder meldug og forskellige typer bladskimmel. Der er også forskel på, hvor modtagelige forskellige sorter er overfor skadedyr. Mange har oplevet at lus eller spindemider altid kommer i bestemte sorter.

Miljø/dyrkningsforhold påvirker både planterne og skadegørerne. Hvis planten er svækket på grund af udtørring, for meget eller for lidt gødning, lysmangel eller andre forhold, vil den være mere modtagelig for sygdomme og skadedyr. Det vil sige, at alle de dyrkningsforhold vi påvirker planten med, har indflydelse på plantens modtagelighed.

Samtidig vil disse forhold også påvirke skadegørerne. Mange svampe trives bedst ved høj fugtighed, mens f.eks. spindemider og meldug opformerer sig hurtigst ved lav fugtighed og høje temperaturer.

Sygdomstrekanten er vist i figuren herunder. Den viser, hvordan udviklingen af sygdomme og skadedyrsangreb er et samspil mellem en række faktorer.



Hvad er god hygiejne i planteproduktionen?

Det er vigtigt at forstå, at væksthushproduktion er intensiv og foregår i et lukket miljø, oftest med recirkulerende vandingsystemer. Bakterie-, svampe- og virussygdomme kan brede sig eksplosivt under disse forhold, og det er afgørende at have en høj hygiejnisk standard, hvis smittespredning i væksthuse skal forhindres.

Et vigtigt punkt er rengøring og desinfektion af tomme væksthuse og borde samt desinfektion af diverse materialer (knive, sakse, kasser), der genbruges i gartneriet. Man bruger ofte et slogan der hedder

Start rent – Slut rent

Tanken er, at man gennem hele produktionen skal sørge for at holde en høj hygiejnisk standard. I det følgende gennemgås 4 vigtige punkter, når det gælder rengøring og desinfektion i væksthuse, altså hvordan man får startet rent:

1. Start med rengøring

Første step er at fjerne planterester, jord og andet organisk materiale. Når dette er gjort kan rengøringen gå i gang. I tomme huse højtryksrenses glas, konstruktion, gange og inventar med vand og rengøringsmiddel. Brug helst varmt vand. Det samme gælder for tomme borde. Det er vigtigt at rengøringen er omhyggelig, da desinfektionsmidler inaktiveres af organisk materiale

2. udbringning af desinfektionsmiddel

Efter rengøringen behandles der med et desinfektionsmiddel på borde, flader m.m. Virkningen af desinfektionsmidlet og hvilken koncentration, der skal vælges, er afhængig af temperaturen og virkningstiden. Husk altid at kontrollere pH i opløsningen, da desinfektionsmidler kun er aktive inden for et bestemt pH interval.

Udbringning kan ske med en højtrykssprøjte/-renser eller med en desinfektionssprøjte. Med desinfektionssprøjten er det muligt at udbringe midlet som et skum. Skummet dækker de behandlede flader og man kan nemt kontrollere om dækningen er ensartet.

Du kan udbringe desinfektionsmidlet som et skum. Så er det nemt at kontrollere, om dækningen er ensartet og midlet sidder bedre fast på lodrette flader

Foto: Horticoop Scandinavia A/S / MENNO Chemie.



3. Valg af desinfektionsmiddel

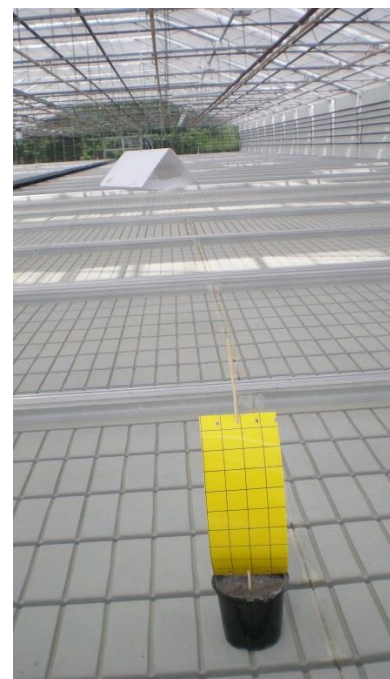
Hvilket desinfektionsmiddel der skal vælges, afhænger dels af patogenet, dels af det materiale der skal behandles. Nogle midler har en korroderende virkning på metaller. Nogle midler virker kun på bakterie og svampe, mens andre er effektive overfor virus. Nogle midler er særligt velegnet til desinfektion af vandingsssystemer. Tabellen her viser et lille udvalg af midler, der ofte bruges.

Desinfektionsmiddel	Aktivstof	Virkeområde	Anvendelse
Per-Aqua	Hydrogenperoxid + pereddikesyre	Bakterier, hyfer og sporer af svampe	Desinfektion af vandingsystemer, væksthuse og inventar
Menno Florades	Benzosyre	Bakterier, sporer og hyfer af svampe samt virus	Desinfektion af væksthuse og inventar
Virkon S	Kaliummonopersulfat	Bakterier, sporer og hyfer af svampe samt virus	Bl.a. tomme væksthuse og lager

4. Kontrol af rengøringen

Når det gælder problematiske og hårdføre patogener i agurk- og tomatproduktionen vil det være en god ide at få kontrolleret om rengøringen har været effektiv. Det gøres ved at indsamle stikprøver fra væksthuset med vatpinde. Et plantepatologisk laboratorium vil kunne undersøge vatpindene for specifikke sygdomme.

Rengjort drivhus klar til en ny kultur.
Bemærk at der er opsat fangplade og feromonfælde.
Foto: Anne Krogh Larsen, Gartnerirådgivningen.



Hygiejne undervejs i produktionen

Nu har vi fået startet i et rent drivhus og på rene borde. Næste step er at have omtanke med i det videre produktionsforløb. Dette kan blandt andet omfatte følgende punkter:

Kontrol af hjemkøbte planter er særlig vigtigt, da disse kan være en kilde til både sygdomme og skadedyr. Sørg så vidt muligt for at holde sådanne planter samlet, så de ikke står ind i mellem gamle planter. På billedet her ved siden af ses en container med grønne planter klar til oppotning – netop ankommet til gartneriet. Det er vigtigt, at personalet, der skal potte op er nøje instrueret i, hvilke skadegørere de skal være opmærksomme på, og hvornår en plante skal kasseres.



Foto: Inge Ulsted Sørensen, Gartnerirådgivningen.

Gå fra rent til mindre rent vil sige, at man så vidt muligt starter dagens arbejde i de yngste og reneste planter. I potteplanter kan det være vanskeligt, da man ofte starter dagen med at pakke. Det kan løses ved at have personalet delt i et pakketeam og et planteteam, der passer planter.

Brug desinfektionsmidler til knive og hænder, især i formeringen. Hvis der er konstateret særligt vanskelige skadegørere som virus, skal man i fællesskab få lavet en beskrivelse af, hvordan man håndterer planter og bevæger sig i gartneriet. Det er en god ide at sørge for hånddesinfektionsmidler ved indgangen til husene.

Recirkulerende vand er også et punkt der kræver opmærksomhed. Der kan bruges UV-filter, biologisk filter eller tilsættes et desinfektionsmiddel til returkarret.

Syge planter fjernes – de skal ikke smides under bordet. Affaldssække skal være lette at komme til.

Fjern ukrudt både under borde og i planterne.

Plantetjek! Kontroller planter ugentligt, brug et skema til at notere, hvad der findes, hvor henne (se også under monitoring af skadedyr). Husk, at man kun finder, det man ser efter. Det vil sige at man skal kende symptomer på relevante sygdomme.

Gæster i væksthuse. Specielt i agurk- og tomatproduktion, hvor man kan have meget ødelæggende angreb af forskellige patogener, er det vigtigt at begrænse adgangen til væksthuse. Der placeres en desinficerende måtte ved indgangen til de enkelte huse, og personer der kommer udefra **skal** have en beskyttelsesdragt på. Det gælder i særlig grad, hvis det er personer, der har besøgt andre gartnerier. Det kan f.eks. være konsulenter, håndværkere eller plantedirektoratets inspektører. Samme regler skal tages i brug i huse med eliteplanter og. Det vil sige planter, der holdes fri for sygdomme og skadedyr.

Ekskursion I et tomatgartneri, hvor hele selskabet skal bære handsker, overtræksdragter og plastovertræk på skoene.

Foto Jens Jørgensen, Gartnerirådgivningen.



Undgå angreb – sørg for optimale betingelser for planterne!

Som nævnt i indledningen er det vigtigt at give planten de rette betingelser for god vækst og samtidig undgå at fremme skadegørers udvikling. Alt det man som gartner foretager sig, påvirker plantens sundhed, og det gælder om at opnå den rette balance mellem alle vækstfaktorerne.

Fugtigheden er en særlig udfordring ved væksthusproduktion. Høj fugtighed fremmer udviklingen af mange svampe.

Mest almindelig er **gråskimmel**, der kan angribe næsten alle planter. Gråskimmel er en svamp der kræver høj fugtighed i mere end 4 til 5 timer for at sporerne kan spire. En række andre sygdomme som bladskimmel og bakteriose kræver også høj fugtighed for at udvikle sig. Som gartner skal man derfor have særlig fokus på fugtigheden i sin klimastyring, men det er næsten umuligt at holde fugtigheden nede, hvis ikke man samtidig tilpasser andre ting i produktionen.



Foto: Inge Ulsted Sørensen

Antal planter pr. m² har stor betydning for, hvor fugtig og stillestående luften nede mellem planterne bliver. Jo tættere planterne står, jo flere problemer vil man få med høj fugtighed. Det kan ofte være et problem om foråret, hvor salget af udplantningsplanter kan gå i stå. Så hober planterne sig op, og man kan ikke få givet afstand til tiden.

Ventilatorer kan være en stor hjælp til at holde de fugtkrævende patogener nede. Det er vigtigt, at der hænger så mange ventilatorer, at man rent faktisk kan mærke en luftbevægelse, når man er i huset, og at de når helt ud til trempel og gavle. Hvis det ikke er tilfældet, vil man opleve, at sygdomsproblemerne netop opstår i de områder, hvor luften står stille. Målinger har vist, at ventilatorer kan sænke fugtigheden i plantehøjde med cirka 10 %, og det er tilstrækkeligt til at svampene ikke udvikler sig eller udvikler sig væsentligt langsommere. Samtidig vil luftbevægelsen betyde, at planterne fordamper mere, og dermed tørrer hurtigere ud.



Foto: Inge Ulsted Sørensen

Vanding og dyrkningsmedie er faktorer, der har stor indflydelse på især rodens sundhed. Et tungt og vådt dyrkningsmedie kan give problemer med en række rodsygdomme som Pythium, Phytophthora og Fusarium. Efterår og vinter kan man komme i en situation, hvor planterne tørrer så langsomt op, at der skal vandes meget sjældent. Det giver nem adgang for rodsygdomme. Her kan ventilatorer, som nævnt ovenfor, være en god hjælp. Desuden kan det være en mulighed at bruge et dyrkningsmedie med Perlite eller lignende i denne periode. Det giver ekstra luft og sundere rødder. Generelt er det altid en god ide at dyrke til den tørre side, hvis planterne kan tåle det.

Planteernæring og gødskning er naturligvis også vigtige for planten. For meget gødning generelt og dermed høje ledetal i dyrkningsmediet kan svække roden og gøre den mere modtagelig. For meget kvælstofgødning kan give svage og bløde planter der nemt angribes af bladsygdomme. Man ved også at bestemte næringsstoffer, især calcium, er særlig vigtige for at planterne kan opbygge stærke celler. Ugentlige målinger af pH og ledetal er derfor også et element i at forebygge sygdomme.

Monitering af skadedyr og plantesygdomme

At monitere betyder at overvåge systematisk. Formålet med en systematisk overvågning af skadedyr og plantesygdomme er at sikre, at man opdager et angreb i tide, så det ikke udvikler sig til et større område, der måske først ses, når planterne skal sælges. I et almindeligt gartneri er det ikke muligt at komme rundt i alle kroge og at gå alle borde igennem hver eneste uge eller hver anden uge. Derfor må der tages forskellige hjælpemidler i brug, så man får en rimelig sikkerhed for at sygdomme og skadedyr opdages i tide.

Fangplader bruges til at registrere flyvende insekter som trips, mellus, vandfluer og sørgemyg. Der findes både blå og gule fangplader. De gule fangplader er gode til de fleste flyvende insekter. De blå fangplader bruges især til at registrere trips om vinteren og det tidlige forår, hvor tripsene ikke flyver så meget

Fangpladerne placeres tæt på planterne som vist på billedet her. Skal der opnås en rimelig sikkerhed i monitoringen skal der bruges 1 fangplade pr. 200 m².

Hvis det er trips, der især skal monitoreres for, kan der placeres en duftkapsel på fangpladen. Den lokker tripsene frem og hjælper til at opdage angreb tidligere.



Fangplader bruges ud over til registrering også til at fange flyvende insekter og dermed nedsætte smittetrykket. Til det formål skal der opsættes 2 til 4 fangplader pr. bord.

Feromonfælder bruges til at fange forskellige sommerfugle arter. En feromonfælde består af en deltafælde og en limbund, hvor der placeres en duftkapsel. Se billedet

Der kan købes duftkapsler til at fange forskellige arter. I væksthuse anvendes feromonfælderne dog især til at fange *Duponchelia folvealis* – et møl, hvis larver kan gøre alvorlig skade på en lang række kulturer.



Foto, her og ovenfor: Anne K. Larsen

Uddannelse og undervisning af alt personale, der håndterer planterne uanset om det er ved afstand, potning eller salg er meget vigtigt. Personalet skal vide, hvilke sygdomme og skadedyr, der skal holdes øje med, og hvordan de ser ud. Husk man finder kun det man kigger efter! Hæng eventuelt relevant billedmateriale i frokoststuen eller ude ved arbejdsstationerne.

Det er desuden en god ide, at **bruge neon farvede splitbambus** eller andre iøjnefaldende pinde til at markere pletter med angreb af lus, mellus, spindemider, larver, meldug og andre svampe. Dette hjælper til at genfinde pletterne og kontrollere effekten af en behandling.

Registrering og dokumentation af fund er sidste del af et overvågningsprogram. En del gartnere bruger et skema, udarbejdet til formålet. Skemaet udfyldes af den person, der har kontrolleret fangplader og tjekket det enkelte hus for sygdomme og skadedyr. En sådan dokumentation vil blive mere udbredt i fremtiden, da det forlanges af flere og flere kunder, som en del af et GAP system. GAP står for Good Agricultural Praxis, hvor man skal dokumentere, at produktionen foregår miljømæssigt og arbejdsmæssigt forsvarligt.



Forbedring af plantesundhed i et gartneri - Forslag til opgaver

1. Lav et skema, der for hver kultur i arbejder med viser, hvilke sygdomme og skadedyr der kan forekomme. Brug eventuelt håndbøger og internet til at finde oplysninger og gerne billeder af skadegøreren.
2. Arbejd sammen i små grupper på 2 eller 3 personer. Fremlæg for hinanden procedurer vedrørende hygiejne og skadedyrskontrol i jeres gartneri. Diskuter hvilke forbedringer der kan arbejdes med hjemme i gartneriet.
3. Gennemgå på samme måde gartneriets status vedr. plantesygdomme.