

Skønnet merforbrug af energi i forbindelse med fugtstyring i væksthusegartnerier

Udarbejdet af Niels Erik Andersson, Institut for Havebrugsproduktion, og Steen Lykke Nielsen, Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr

Indledning

Fugtstyring i væksthusegrønsagsgartnerier bruges for at undgå svampesygdommene Gråskimmel (*Botrytis cinerea*) og Fløjsplet (*Cladosporium fulvum*).

Konstant høje energipriser har betydet, at der inden for de seneste to år er sket en ændring i dyrkningsforholdene, som blandt andet ses ved et større brug af isoleringsgardiner for nedbringelse af energiforbruget. Brug af gardiner kan desuden være blevet forstærket af vinteren i 2010, hvor der var lange perioder med frost.

I agurkegartnerier er der installeret gardiner og der er også begyndt at blive anvendt gardiner i tomatgartnerier.

Den hidtidige styring af energigardiner i agurkegartnerier var baseret på, at gardinet blev brugt om natten, hvis temperaturen udendørs var under 5 °C. Installation af isoleringsgardiner og en deraf følgende ændring af dyrkningspraksis betyder, at der er grundlag for at foretage et nyt skøn over merenergiforbruget til fugtstyring.

Dyrkningspraksis

Anvendelse af gardiner påvirker dyrkningspraksis mht. fugtstyring, da gardinet nedsætter fugttransporten fra løvmassen til væksthusests glasoverflade. Gardiner nedsætter energiforbruget, men valg af fugtstyringsstrategi har afgørende betydning for merforbruget af energi. Styringen af gardinerne i væksthusegrønsagsgartnerier adskiller sig på mange punkter fra den styring, som bruges i potteplantegartnerier. I potteplantegartnerier styres gardinerne efter lysintensiteten, mens det for væksthusegrønsager sker på baggrund af lysintensiteten, temperaturdifferencen mellem inde og ude og tidspunktet på året.

Reduktion af luftfugtigheden sker enten ved ventilation eller ved at åbne gardinet 2-5 % for at fremme kondenseringen af vanddamp på væksthusests glasoverflade. Den sidste metode kan kun anvendes, hvis gardinet er trukket for og hvis væksthusests overflade har en temperatur, som er lavere end dugpunktstemperaturen.

Styringsparametrene for agurker og tomat er angivet i tabel 1. Gardinerne er ikke i brug, når indstrålingen er over den angivne værdi i tabellen og når temperaturdifferencen og luftfugtigheden er under den angivne værdi.

Tabel 1. Styringsparametre og sætpunkter for styring af gardiner i væksthushgrønsagsgartnerier opdelt efter kultur.				
Plantekultur	Styringsparameter	Sætpunkt	Interval	Begrænsning/Bemærkning
Agurk	Indstråling	25 Wm ⁻²	25-50 (125) Wm ⁻²	Overstyres af temperaturdifference mellem inde og ude.
	Temperaturdifference mellem inde og ude	12 °C	10-14 °C	Ved vindhastigheder over 4 ms ⁻¹ sænkes temperaturdifference proportionelt med 3-6 °C.
Tomat	Luftfugtighed	2 g kg ⁻¹ (ΔX) ¹	2-2,5 g kg ⁻¹	Gardinet åbnes med 2-5 %
	Indstråling	30 Wm ⁻²	25-50 Wm ⁻²	Overstyres af temperaturdifference mellem inde og ude.
	Temperaturdifference mellem inde og ude	8 °C	8-10 °C	Ved vindhastigheder over 4 ms ⁻¹ sænkes temperaturdifferencen proportionelt med 3-6 °C. Ændres med tidspunktet på året og afhænger af det valgte varmesætpunkt
	Luftfugtighed	3 g kg ⁻¹ (ΔX)	2,5-3,5 g kg ⁻¹	Gardinet åbnes med 2-5 %

Luftfugtighed

Luftfugtigheden stiger, når ventilationsvinduerne lukkes og gardinerne trækkes for. Forøgelse af luftfugtigheden afhænger af, om der samtidigt sker transpiration og afgivelse af vanddamp fra dyrkningssubstratet. I modsætning til potteplanter, bruges der ikke kunstlys til produktion af agurker og tomater (der er én virksomhed, som på forsøgsmæssig basis anvender kunstlys), dvs. at transpirationen fra planterne afhænger af den naturlige indstråling. Hvis gardinerne styres efter temperaturdifferencen, vil gardinerne blive trukket for efter solnedgang og kondensering vil ske på glasset, såfremt det har en temperatur, som er under dugpunktstemperaturen.

Luftfugtigheden holdes lavere i tomat, hvor der styres efter ΔX på 3, mens der i agurk/peber styres efter ΔX på 2. Der bruges en større temperaturdifference mellem inde og ude ved dyrkning af agurk, hvilket betyder, at antallet af timer, hvor gardinet bruges, er mindre end i tomat.

Datamaterialet er det samme som ved beregning af det skønnede merforbrug til fugtstyring foretaget i 2004. Der er ikke udført forsøg i Danmark med de styringsstrategier, som gartnerierne er begyndt at anvende og derfor findes der ikke tilgængelige data og forsøgsresultater.

¹ Delta X (ΔX) er differencen mellem den aktuelle mængde af vanddamp, som er i luften, og den mængde vanddamp, som maksimalt kan være i luften ved den givne temperatur. Delta X betegnes også som mætningsdeficittet og udtrykkes i gram vanddamp pr. kg tør luft.

I beregningerne er der nogle forudsætninger, som er ændret. I den oprindelige beregning blev 80 % RH brugt som grundlag for fugtstyring. Dette er ændret til ΔX og der er foretaget særskilte beregninger for tomat og agurk.

Estimation af glastemperatur er foretaget på få data fra tidligere energiforsøg og beregning er ikke robust, men giver en indikator for, om kondensation på glasoverfladen er mulig eller ej. Estimation af lufttemperaturen mellem glas og gardin, når gardinet er trukket for, er ligeledes foretaget ud fra tidligere energiforsøg, og beregningen er ikke robust.

Som i den første vurdering af mer-energiforbruget, er der fortsat usikkerhed på energiforbruget i juni, juli og august, da det er meget lille.

Tabel 2. Det estimerede mer-energiforbrug til fugtstyring for et uisoleret væksthuse og for agurk og tomat i væksthuse med isoleringsgardiner.			
Måned	Uisoleret væksthuse (oprindelig model)	Isoleret væksthuse (tomat)	Isoleret væksthuse (agurk/peber)
Februar	15	5	4
Marts	13	18	8
April	17	29	15
Maj	21	34	26
Juni	47	19	18
Juli	41	65	65
August	35	20	13
September	35	22	17
Oktober	23	29	15
November	20	18	15

Ved ovenstående styring af gardinerne reduceres det teoretiske energiforbrug på årsbasis med 12 til 15 % og de største energibesparelser opstår i februar og marts. Det er samtidigt i de to måneder, at affugtning sker ved brug af gardinspalte. Fra marts og til og med september sker affugtning hovedsageligt ved ventilation. Gardinerne bruges mindre i agurk på grund af højere temperaturdifference mellem inde og ude for lukning af gardinerne. I agurk er det estimerede antal timer med gardinerne trukket for 897 timer og i tomat 1567. Alligevel er det procentvise mer-energiforbrug større for tomat, hvilket først og fremmest skyldes, at der styres efter ΔX på 3.

Mindskelsen i forbruget af pesticider ved fugtstyring

Det er ikke muligt at give et kvantitativt skøn over en procentuel reduktion af pesticidforbruget ved brug af aktiv fugtstyring. Søgning i databaser over publiceret jordbrugsvidenskabelig litteratur og i søgemaskiner, som dækker projektrapporter o. lign. har ikke resulteret i fund af kvantitative resultater. Der blev fundet adskillige artikler, der påpeger muligheden for reduktion af fungicidsprøjtninger

gennem aktiv fugtstyring. Nogle artikler angiver ved hvilken relativ luftfugtighed, klimastyringen skal igangsættes, og nogle artikler publicerer modeller for aktiv fugtstyring, som kan lægges ind i væksthuseanlægs klimacomputere. Det drejer sig primært om at forebygge svampesygdommen gråskimmel.

Alternativer til fugtstyring ved ventilation

Der er intet til hinder for at anvende isoleringsgardiner i produktionen af agurker og tomater, og at der har været tilbageholdenhed, skyldes flere ting. Den ene er, at installation af gardiner, også i fratrukken tilstand, vil give skyggeeffekt i væksthuset. Den anden er, at der sker en stigning i luftfugtigheden, når gardinet trækkes for (Plaisier, 2005). Den tredje årsag og måske den vigtigste er, at der i mange år ikke er udført energiforsøg i Danmark, hvor agurk og tomat er indgået. Der går nogle år, før forsøgsresultater tages i brug i erhvervet, og der går yderligere tid, før udenlandske forsøgsresultater tages i brug i Danmark. Der er i Holland gennemført simulering af udbyttet i tomater ved brug af forskellige sætninger for for- og fratækning af gardiner (Dieleman & Kempkes, 2006). Affugtning ved ventilation eller ved at åbne isoleringsgardinet og foretage affugtning ved kondensation er begge passive metoder. Alternativt kan der ske luftkonditionering, hvor luft trækkes forbi en køleflade, hvor vanddampen udfældes. En varmepumpe kan anvendes til formålet, hvilket også giver den mulighed, at den afkølede luft kan genopvarmes til den lufttemperatur, som er i væksthuset. Alternativt kan en luft til luft varmeveksler anvendes. Princippet er, at der trækkes kold luft ind udefra, som opvarmes med den luft fra væksthuset, som blæses ud. Her udnyttes det, at vandmængden i luften udendørs er lavere end i væksthuset. Den sidstnævnte metode har den laveste investeringsomkostning, men begge systemer kræver etablering af fordelingskanaler og luftposer i væksthuset.

Litteratur

Dieleman, J.A. and Kempkes, F.L.K. 2006. Energy screens in tomato: Determining the optimal opening strategy. *Acta Hort.* 718:599-606.

Plaisier, H.F. 2005. Use of adapted energy screens in tomato with higher water vapour transmission. *Acta Hort.* 691:585-587.