

Klimatstyrning för minskat skadetryck och effektivare biologiskt växtskydd



Klara Löfvist HIR Skåne och Jonas Möller Nielsen, Cascada

December 2019



Förord

Arbetet som denna rapport bygger på är ett projekt som är delvis finansierat av Jordbruksverket med medel från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling. Fokus för projektet har varit klimatstyrningens potential för ett icke kemiskt växtskydd i krukväxtodling, men merparten av resultaten kan med fördel även användas i andra produktionsinriktningar i växthus, såsom grönsaks- eller bärödlingar.

Stort tack till samtliga odlare som har varit med och genomfört klimatförändringar i sina företag samt till Irene Vänninen i Naturresursinstitutet Luke i Finland för intressant möte och diskussion med odlargruppen i Närpes, Finland. Tack också till Jordbruksverket som finansierat projektet.

Sammanfattning och de viktigaste slutsatserna från projektet

Det finns en stor och delvis outnyttjad potential i att styra klimatet i växthus utifrån skadegörarnas och nyttodjurens preferenser, för att på så sätt uppnå ett klimat som skapar ett så lågt skadetryck som möjligt av insekter och svampar, och så effektiva nyttodjur som möjligt som håller borta skadegörarna. Genom att ha en kraftfull dynamisk klimatstyrning som bas kan behovet av kemiska retarderingsmedel dessutom minskas betydligt, och det totala behovet av kemiska växtskyddsmedel kan därmed kraftfullt minimeras.

En minskad användning av kemiska växtskyddsmedel kräver en tilltro till att de justerade klimatregimerna fungerar, och att man som odlare vågar lita på effekten, så att kemiska växtskyddsinsatser prioriteras ned till fördel för klimatregimerna. Detta är särskilt viktigt då det kommer till retarderingsmedel, eftersom tillväxtkurvan för plantorna kommer nå sin tillväxttopp tidigare i ett dynamiskt klimat än i ett mera traditionellt klimat med mera jämn temperatur.

Det var i flera fall svårt att se någon större skillnad i mellan odlarnas egna klimatinställningar och de dynamiska, som projektledarna ställde in. Detta eftersom många odlare i Sverige redan anammar ett allt mer dynamiskt klimat, och för att odlarna till stor del tyckte att de klimatförändringar som projektledarna ställde in var intressanta att anamma i övriga hus. Under uppföljningens gång skedde därför, i vissa fall, en gradvis förskjutning av inställningarna i referenshusen, till de inställningar som gällde i det dynamiskt styrda huset. Detta gällde särskilt en minskad ventilation på vindsidan. Samtliga deltagande företag har sedan tidigare deltagit i studiecirkel om dynamisk styrning och morgondropp, samt deltagit i demonstrationsodlingar med den odlingsmetoden.

Det finns en stor önskan och vilja om att jobba mer med klimatet i växthus, men det saknas rådgivare som kan och vågar, till följd av en alltför liten betalningsvilja till rådgivning i branschen.

Betydande insatser för ett minskat kemikaliebehov var en förändrad ventilationsstyrning, en kraftfull dynamisk klimatstyrning, och en medveten styrning av klimatet i relation till de nyttodjur som användes i företagen. I flera fall kunde ett minskat skadetryck konstateras i de dynamiskt styrda avdelningarna främst i början av kulturtiden.

Det är generellt svårt att hitta pilotföretag i Sverige, då kraven på företagen är rätt höga. Odlingarna måste ha två likvärdiga hus, som kan tjäna som prov- respektive referenshus. De måste dessutom ha datorstyrning med datainsamling, som dessutom kan fjärrstyras via internet, för justering av inställningar och uppföljning av mätvärden, med efterföljande justeringar. Det ställs även krav på att de odlingsansvariga redan behärskar en bevattningsteknik med återhållsam vattning, för att inte få följdproblem av för våta krukor, så som sträckningstillväxt och angrepp av sorgmyggor.

De provodlingar som genomfördes under 2017, blev svåra att utvärdera, då senvåren och sommaren var extremt varm. Detta resulterade i att det inte var några större temperaturskillnader i uppmätta temperaturer mellan referens- och dynamiskt styrda leden. Ventilation på vindsidan blev också ganska likvärdig mellan då båda leden, då all tillgänglig ventilationskapacitet behövdes.

Summary

Climate control in greenhouses has a large, partly unused potential as plant protection measure. The climate can be used to decrease the amount of insects entering the greenhouses by an altered ventilation strategy with less ventilation at the wind side. The temperature regime and the humidity can be used to change the interaction between the pests and the biological control in favour for the biological control. Furthermore, a large varying dynamic climate control can reduce the need for chemical growth regulation and thus the total need for chemical plant protection products can be greatly minimized.

A reduced use of chemical plant protection products requires confidence that the climate strategies that are being used are working, and that the grower trust in the future effect, so that the chemical treatments are prioritised down, in favour of the climate and irrigation control. This is especially important when it comes to growth regulation, where the growth curve will peak earlier in a climate regime that is dynamic and with a negative temperature drop in the early morning, than in a traditional climate regime with a more even temperature.

The climate in this follow-up of greenhouse companies, the most significant adjustments for less pest and diseases were less ventilation on the wind side. The reason for this was that this was the most rethinking part for the growers. During the demonstrations, in some cases, the growers changed their ventilation control in the reference greenhouse towards the one used in the demonstration greenhouse. In many cases the growers already have a dynamic temperature regime with a negative temperature drop before sunrise, even though it is not as wide as possible in its range. All three participating companies have previously attended educations in dynamic climate control with temperature drop before sunset, and have also participated in demonstrations of the effects of this climate regime when it comes to growth control and energy saving.

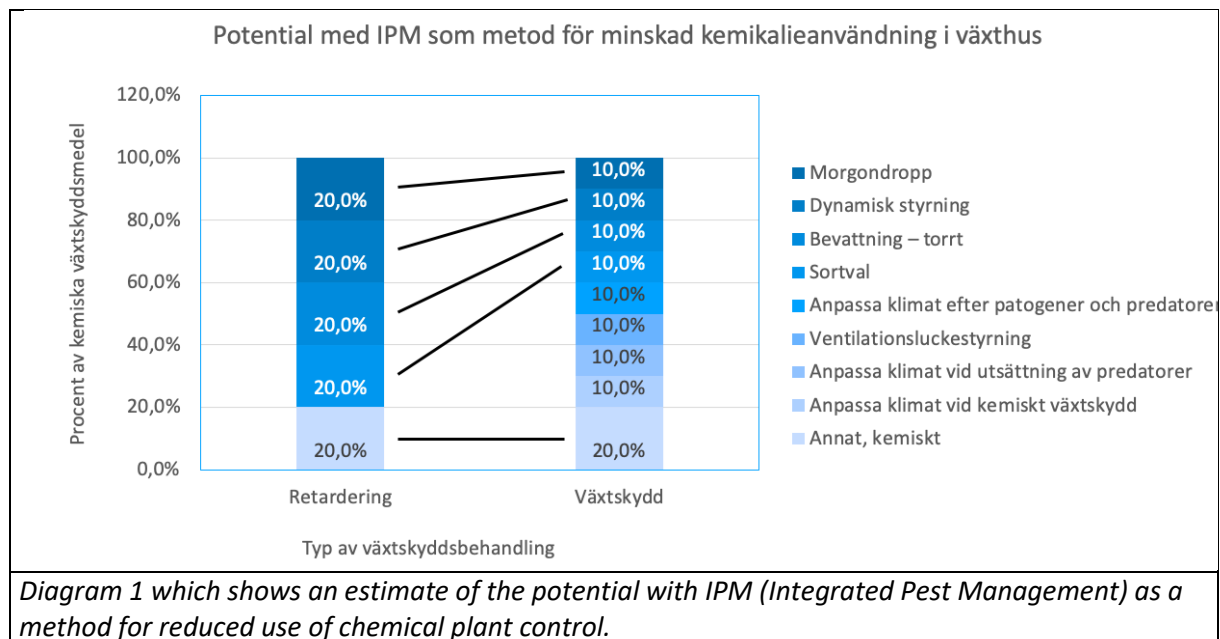
There is an interest in working more with the climate in greenhouse cultivation, but there is a lack of advisors that has the knowledge and dares, as a result of a too low willingness to pay amongst the growers.

Significant efforts to a reduced use of chemicals was a change in the ventilation control, a powerful dynamic climate control, an awareness of the climate's influence on the pests as well on the predators used in the companies. In several cases reduced damage could be noted in the demonstration compartments, compared to the reference compartments, especially in the first half of the cultivation period, which mostly was in the spring.

In Sweden it is very difficult to find pilot companies, since the demands on the companies are rather high. The companies had to have two similar greenhouses or compartments, that could serve as pilot and reference compartments respectively. Also they needed to have a computerised climate and irrigation control system with data logging, that could be managed remotely over Internet, for regular check-ups of the climate and corresponding adjustments of the settings. The person responsible for the cultures also had to know how to irrigate in a restrained manner, to prevent problem, such as growth elongation and attacks from sciarid flies, caused by a too wet substrate,".

The experiments that were carried out in 2017 became difficult to evaluate, as late spring and summer were extremely hot. This resulted in no major temperature differences in measured temperatures between the reference and dynamically controlled houses. Ventilation on the wind side also became quite similar between the two trails, since all available ventilation capacity was needed.

A cautious estimate from the authors indicates that at systematic use of the climate, irrigation and choice of species, could reduce the use of chemical plant protection with as much as 80 % compared to no measures at all, which is shown in diagram 1. But this requires that all efforts are being used at the same time and adjusted to each other as several of the contributions are dependent on each other to get full effect. Worth mentioning is that most of the contributions are of such character that they do not lead to higher costs or reduced quality. On the contrary, several of the contributions will result in higher quality and reduced costs, primarily when it comes to energy and waste. Several of these methods are already being used by Swedish growers.



Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning och de viktigaste slutsatserna från projektet	3
Summary	4
Bakgrund	7
Syfte och målsättning	8
Material och metod	9
Pilotodlingar	9
Val av klimatinställning	9
Uppföljning av pilotodlingarna	10
Litteraturgenomgång	10
Internationella kontakter och besök	10
Provdling och resultat	11
Klimat och växtskydd i pilotodlingarna	11
Vårodling av krysantemum företag A	11
Höstodling av julstjärna företag A	13
Vårodling fuchsia företag B	16
Sommarodling bollkryss företag B	18
Vårodling pelargon samt amplar företag C	19
Internationell forskning och samarbete	22
Resa och samarbete med odlare i Närpes, Finland	22
Diskussion	23
Slutsatser och fortsatt behov av utveckling	25
Referenser	27
Bilaga 1 Konkreta odlarråd	28
Bilaga 2 – Klimatinstruktioner till de deltagande företagen	29

Bakgrund

Det finns en stor potential i att utnyttja klimatstyrningen som en växtskyddsmetod (Lenteren 2000). Klimatet och styrningen har stor betydelse för hur skadegörarna trivs och förökas i växthus, samt för hur väl nyttodjuret och det biologiska växtskyddet fungerar i samspel med skadegörarna. Vid vissa temperaturer utvecklas skadegörarna snabbare än nyttodjuret, vilket gör att det då bildas en obalans i systemet och skadegörarna kan föröka sig problematiskt mycket. Klimatet kan även utnyttjas för att sanera växthusen när de står tomma, vilket kan ge betydande stöd till växtskyddsstrategier. Slutligen har klimatstyrningen stort inflytande över hur plantorna utvecklas och växer, och genom rätt inställningar skapas friska motståndskraftiga plantor som har ett bra eget skydd mot växtskadegörare, sjukdomar, torktolerans och ökad hållbarhet.

Ytterligare klimatjusteringar såsom att höja temperaturen vid applicering för att få skadegörarna att röra sig mera och därmed träffas lättare, samt fläktarnas betydelse för etablering och förökning av skadegörare och nyttodjur, är exempel på klimatstyrningsinsatser som visat sig betydelsefulla i forskning.

Idag styrs klimatet i växthus i första hand med fokus på en så optimal tillväxt som möjligt och med fokus på energieffektiv styrning. Förhållandena för det biologiska växtskyddet ligger däremot sällan i fokus. Anledningen till detta är till stor del att kunskapen om klimatstyrningens betydelse för skadegörare och nyttodjur är liten hos våra svenska producenter. Då det gäller växtskyddsinsatser direkt kopplade till klimatregleringen är det i första hand svampproblem som har varit i fokus. Problem med svampangrepp kan minskas genom att hålla luftfuktigheten nere, och med hjälp av luftning, fläktar och värmestyrning kan skadegörare som mjöldagg och gråmögel hanteras bättre. En hög luftfuktighet måste dock inte vara ett problem. Fullskaleförsök med kraftig dynamisk klimatstyrning med morgondropp, har visat på minskade angrepp av svamp i både julstjärne- och pelargonkulturer, trots långa perioder med en relativ luftfuktighet på över 90 %. Mekanismen är inte klarlagd, men hypotesen är att det är den tjockare kutikulan som ökar växternas motståndskraft mot angrepp. (Löfkvist, K. & Möller Nielsen, J., 2013, 2014). Integrerade produktionsmetoder för svampangrepp är viktiga då få biologiska metoder finns tillgängliga. Vilken typ av klimat som ökar respektive minskar övriga växtskadegörare och nyttodjur är dock mindre känt hos svenska odlare. En ökad medvetenhet kring hur skadeinsekterna och nyttodjuret påverkas av klimatet kan leda till en mera optimerad strategi. I flera fall finns det ingen konflikt mellan att styra för optimal tillväxt, energieffektivitet och ett optimalt biologiskt växtskydd. Möjligheten att optimera förutsättningarna för det biologiska växtskyddet kan öka dess växtskyddseffekt och därmed skapa ett minskat behov av kemiska växtskyddsmedel vilket i sin tur skapar positiva effekter, både för den yttre miljön och för arbetsmiljön. Klimatet i växthus påverkas i stor grad av det yttre klimatet, och tack vare ett kallare utomhusklimat i Sverige, är växtskadetrycket i svenska växthus lägre än i växthus längre söderut. Genom att aktivt föra in klimatstyrningen som en del av växtskyddet förstärks det integrerade växtskyddsstrategierna, och behovet av att använda kemiska växtskyddsinsatser minskar ytterligare.

En kraftig dynamisk klimatstyrningsstrategi har i forskning visat sig minska behovet av kemisk retardering, som för vissa kulturer är den dominerande kemikalieanvändningen. En dynamisk klimatstyrning har också visat sig kunna minska skadetrycket eftersom den vanligtvis medför en minskad ventilation och därmed en minskad inflygning (Körner och Jakobsen 2006, Jakobsen et al. 2006). En dynamisk styrning behöver dock ställas in på ett sätt som gör att den maximala temperatur som tillåts inte skapar problem för balansen mellan skadegörare och nyttodjur. Detta eftersom höga temperaturer som överskrider ett visst optimum, kan vara ogynnsamt för vissa nyttodjur och därmed gynnsamt för skadegörare.

Med rätt anpassning av en dynamisk klimatstyrningsstrategi och inställningar som optimerar mikroklimat kring plantorna och som skapar gynnsamma förutsättningar för de biologiska växtskyddsinsatserna, skulle behovet av kemiska växtskyddsmedel, mot skadegörare och retarderingsmedel, kunna minskas ytterligare i svenska växthus. Detta är en viktig del av lösningen till hur odlarna på sikt ska kunna klara produktionen med färre kemiska växtskyddsmedel och fortsatt hög produktivitet och kvalitet på produkterna.

Hur alla dessa klimatfaktorer ska kunna kombineras till en full klimatstrategi där samtliga fördelar bibehålls är dock inte testad i praktisk produktion i växthus där så många olika faktorer samverkar och kan interferera med varandra. Det är därför viktigt att ta ett helhetsgrepp om klimatets betydelse för det biologiska samspelet i växthus och testa det i praktisk odling (Thomas 1999).

Syfte och målsättning

Syftet med pilotprojektet var att undersöka möjligheterna att styra klimatet i växthus på ett sätt som gav så litet behov av kemisk tillväxtreglering och kemiska växtskyddsinsatser som möjligt, samtidigt som det gynnade nyttodjurens etablering och effektivitet mot skadegörarna.

Målsättningen var att minska användningen av kemisk bekämpning och stärka effekten av nyttodjuret genom att anpassa ett kraftigt dynamiskt klimat till de nyttodjur som sattes in och de skadegörare som förväntades i kulturerna.

Material och metod

Pilotodlingar

Urval av pilotodlingar och växthus

Tre prydnadsväxtodlare valdes ut som pilotodlingar. I dessa odlingar valdes två så lika växthusavdelningar som möjligt ut. Avdelningarna bestod av samma växthustyp, med undantag för odlare C, och i de fall det var möjligt låg de i samma nord-sydliga riktning. En av avdelningarna ställdes in av företaget med deras normala klimatregimer och den andra avdelningen ställdes in med ett klimat anpassat för pilotodlingarnas syfte.

Företagen som deltog som pilotodlingar var Tågerups Trädgård, Orevads Handelsträdgård samt Kriminalvårdsanstaltens växthus i Tygelsjö. Dessa kommer att benämnas Odling, A, Odling, B och Odling C i annan ordning än ovan för att bibehålla företagets integritet och för att inte betona företagen i studierna. I samtliga företag följdes en vårkultur. I två av företagen följdes även en höstkultur.

Val av klimatinställning

En grundläggande genomgång av företagets vanligtvis förekommande växtskadegörare i den aktuella kulturen gjordes. Dessutom kartlades vilka biologiska växtskyddsinsatser som företaget normalt sett sätter in. Utifrån detta föreslogs i några fall en komplettering av nyttodjur och -organismer. Odlarna fick sedan specificera vilka klimatgränser i form av högsta och lägsta acceptabla temperatur som de bedömde att deras kulturer kunde klara av utan att påverkas negativt. Dessa sattes sedan som basen och taket i en kraftfull dynamiska klimatstyrningsstrategi, som anpassades efter att skapa ett så ogynnsamt klimat för skadegörarna och ett så gynnsamt klimat för nyttodjurens som möjligt. De klimatinställningar som gjordes baserades på följande delar:

Saneringsmetoden solarisering

Om möjligt användes saneringsmetoden solarisering (Katana 2014). Denna metod går ut på att husen hålls tomma från växter under två veckor under sommarhalvåret och att husen då rengörs ordentligt från allt organiskt material. Därefter tillåts temperaturen att höjas till ca 45 – 50 °C vilket sedan hålls i 2 – 3 dygn. Därefter ventileras husen och efter 10 dagar upprepas behandlingen. Detta är dock endast möjligt om husen vid något tillfälle är tomma.

Dynamisk klimatstyrning

En kraftig dynamisk klimatstyrning för att minska behovet av kemisk retardering var basen för klimatstyrningen. Traditionell dynamisk styrning fokuserar på en så optimal fotosyntes som möjligt, vilket innebär högre temperatur och koldioxidhalter vid högre ljusintensiteter. Genom bättre kännedom om både växtskadegörarnas och nyttodjurens livscyklar, kan det finnas perioder på dygnet då vissa klimatparametrar inte skall styras efter plantans tillväxt, utan istället skall styras efter att undertrycka en växtskadegörare eller att gynna en predator. Det kan exempelvis gälla vilken maximal temperatur som kan tillåtas. Till den klassiska dynamiska klimatstyrningen kommer därför justeringar i inställningarna göras. Under uppstart av provodlingarna noterades att vissa av odlingarnas standardinställningar, var optimala för vanligt förekommande skadedjur och direkt olämpliga för nyttodjur.

Ventilationsstrategier för minskad inflygning av skadegörare

Ventilationsstrategierna justerades utifrån växthusens placering i landskapet och omkringliggande skadetryck från exempelvis sädesfält eller träd i närheten. I största möjligaste mån prioriterades ventilation på läsidan, jämfört med både lä- och vindsid ventilation.

Förändrad fläktstyrning

Fläktstyrningen justerades efter vanligen förekommande skadegörare och vilka nyttodjur som sattes in. Vid växtskyddsbehandlingar med känsliga nyttodjur, stängdes exempelvis fläktarna av ett dygn tills etablering hade skett. Även ökad ventilation för skadegörare som är känsliga för luftrörelser kunde ha varit aktuella för att skapa ogynnsamma förhållanden.

Ökad temperatur vid applicering av växtskyddsmedel

Före applicering av växtskyddsmedel höjdes temperaturen i husen när skadegörarna är bevingade. Detta eftersom många flygaktiva insekter rör sig mera i en högre temperaturer för att kyla av sig, och därmed träffas lättare av växtskyddsmedlen.

Uppföljning av pilotodlingarna

I de två avdelningar som ingick i pilotodlingarna loggades och följdes klimatet i företagen kontinuerligt av projektansvarig och skadetrycket följdes upp löpande med odlarna. Samtliga kemiska retarderings- och växtskyddsinsatser registrerades. Plantornas tillväxt och sundhet diskuterades löpande med odlarna och i de fall det var nödvändigt justerades i första hand klimatet, och endast om detta inte var tillräckligt användes kemiska preparat i den avdelning som projektansvariga ansvarade för inställningarna i.

Litteraturgenomgång

En litteratursökning med utgångspunkt i de skadegörare som pilotodlingarna vanligtvis hade problem med i sina odlingar och de nyttodjur som de valde att sätta in genomfördes. Forskningslitteratur genomfördes för att finna optimala temperaturer, ljus, luftfuktighetsintervall, koldioxidnivåer, känslighet för luftrörelser för de skadegörare som förväntades uppstå samt de nyttodjur som sattes in mot dessa. Detta låg sedan till grund för de klimatinställningar som valdes.

Internationella kontakter och besök

Utifrån litteraturstudien och de problem som odlarna vanligtvis hade, kontaktades de forskare som var aktuella. Irene Vänninen på Naturresursinstitutet Luke i Finland visade sig vara en intressant forskare med rätt fokus och därför inleddes ett samarbete med Irene. Diskussioner via mail och Skype genomfördes och därefter besöktes Irene's odlargrupp i Närpes i augusti 2018, för kunskapsutbyte mellan detta projekt och de projekt som odlargruppen i Finland bedrev.

Provodling och resultat

Klimat och växtskydd i pilotodlingarna

I tre prydnaväxtodlingar ställdes i en avdelning en kraftig dynamisk klimatstyrningsstrategi in som grund, för att på så sätt skapa ett klimat med ett så litet behov av kemisk retardering som möjligt och som även gav en minskad ventilation och därmed mindre inflygning av växtskadegörare.

Växtskyddsinsatserna i de två avdelningarna jämfördes sedan. Även belysning, fläkstyrning och ventilation optimerades utifrån vilka skadegörare som vanligtvis förekom i respektive kultur samt efter de biologiska växtskyddsmetoder som användes i kulturen. Tanken var att kombinera dessa insatser med en sanerande metod i form av solarisering. Denna saneringsmetod var dock inte möjlig i något av företagen, eftersom husen inte var tomma mellan kulturerna vid något tillfälle under vår eller sommar.

Vårodling av krysantemum företag A

Kultur och odlingsförutsättningar

Kulturen var bollkrysantemum (*Chrysanthemum x morifolium*), och provodlingsperioden som följdes var den 12 juni till 20 augusti 2017. Både provodlingen och referenshus var sadeltakshus med enkelglas i taket, och med taknock i nord-sydlig riktning. Husen hade skugg- och energiväv i taket. Borden var rännbord.

Biologiska växtskyddsinsatser

De två största problemen i denna kultur är vanligtvis löss och trips. Insättning av nyttodjuret *Amblyseius swirskii* vid kulturstart, och *Orius majusculus* när trips var konstaterade i odlingen gjordes. Ingen biologisk behandling av löss sattes ut förebyggande i starten av kulturen.

En mer omfattande insättning av biologisk bekämpning föreslogs utifrån de skadegörare som vanligtvis förekommer enligt nedan:

Aphidius colemani och *Aphidius ervi* som grundskydd mot löss, med komplettering av *Aphidoletes aphidimyza* vid konstaterat angrepp av löss, samt *Neoseiulus cucumeris* och *Hypoaspis miles* som grundskydd mot trips. Detta förslag följdes dock inte fullt ut eftersom kostnaderna för samtliga insättningar bedömdes som höga i förhållande till de skador som man hade fått från dessa skadegörare tidigare år.

Klimatinställningar

Styrsystemet var ett DGT-Volmatic-system, som var kopplat till ett nätverk, med en central PC på kontoret för datalagring och fjärråtkomst. Båda avdelningarna/växthusen som ingick i pilotodlingen var sadeltaksväxthus med enkelglas i taket och taknock i nord-sydlig riktning. I taket fanns både skugg- och energiväv. Odlingen skedde på rännbord.

Odlingen startades som orotade sticklingar den 29 mars 2017 och kortdagsbehandlades från den 29 maj 2017. Företagets normala klimatinställningar genomfördes i alla avdelningar utom en. I en avdelning justerades klimatet och de grundläggande klimatinställningarna för företaget justerades utifrån de skadegörare som förväntades samt de nyttodjur som sattes in mot dessa. Se tabell 1.

Tabell 1 Klimatinställningar vårodling av krysantemum i företag A.

Klimatinställningar	Företagets normala klimatinställningar	Anpassat klimat för minskat kemiskt växtskydd	Kommentar
Uppvärmningstemperatur – natt	14 °C fram till 8:30	16 °C	
Uppvärmningstemperatur – dag	16 °C	16 °C men ökas med ljuset till som mest 25 °C vid 35 klux.	Denna var satt lägre än önskvärt i företaget.
Ventilationstemperatur – dag	24 °C	24 °C	
Morgondropp (temperatursänkning på morgonen)	-2°C (= 14 °C)	Uppvärmning -5 °C (= 11 °C) Ventilation 12 °C	
Koldioxid	0 ppm, har endast detta under vintern	800 – 900 ppm under våren.	
Vävstyrning	Över 1 500 klux går väven av.	Bortsett från morgondroppet, styrs väven som i referenshuset.	
Medeltemperaturstyrning	24 h	72 h	Tidsperioden över vilken en kompensering av en för låg eller för hög temperatursumma får ske.

Företaget hade redan en kraftfull dynamisk klimatstyrning inställd, så spannet för den dynamiska inställningen var redan så tuff som möjligt för plantorna. Det som justerades var temperatursänkningen på morgonen (morgondroppet) som sattes till 11°C. Morgontemperaturdroppet skapades genom att temperaturen tilläts sänkas cirka 3 h före soluppgång. Detta skedde genom att först sänka uppvärmningstemperaturen, därefter sänktes ventilationstemperaturen inför morgondroppet, med start cirka 2,5 h före soluppgång. En halvtimme efter soluppgången höjdes den åter till normal ventilationstemperatur. Väven drogs ifrån senast 1 timme före soluppgången, för att säkerställa en temperatursänkning senast 30 minuter före soluppgången, och för att ljuset skall komma in i växthuset.

Som grund för valet av klimatinställningar gjordes en genomgång av vid vilka klimatsituationer som trips trivs i som allra mest, och vid vilka klimatsituationer som nyttodjuren var så effektiva som möjligt mot skadegörarna. Klimatet anpassades sedan så att gynnsamma situationer för växtskadegörarna undveks och gynnsamma klimatsituationer för nyttodjuren prioriterades.

För tripsarten *Frankliniella occidentalis*, överlever flest larver vid 22 °C och 86 % relativ luftfuktighet (Fatnassi et al. 2015). Därför sattes ventilationstemperaturen något högre. Motsvarande optimala klimat för vuxna individer är 27 °C och 63 % relativ luftfuktighet (Fatnassi et al. 2015). Därför sattes ventilationstemperaturen lägre än detta. Detta resulterade i att den maximala temperaturen för klimatinställningarna sattes till 24 °C. Det finns forskning som visar att bladlöss påverkas negativt av förhöjda koldioxidnivåer. Detta var dock beroende av vilken växt de fanns på. Annan forskning menar dock att det är flera olika faktorer som påverkar hur bladlössen anpassar sig till en ökad CO₂ nivå. En förhöjd CO₂ nivå medför en lägre kvävenivå i bladen som minskar tillväxten av bitande insekter. Insekter som livnärde sig på floemsaften som exempelvis bladlöss reagerade dock olika på sänkta kvävenivåer. Förändringar i fördelningen av kväve och kol till bladen medför en ökad tjocklek i bladens mikroskopiska strukturer vilket försvårar inträngningen för flera sugande insekter. Vissa bladlössarter har dock anpassat sig och kan ta sig in trots detta. (Sun och Ge 2011). En ökad CO₂ halt är därmed inte en garanti för lägre angrepp men vi bedömde inte heller att det var en nackdel och eftersom det finns stora fördelar med en ökad CO₂ halt så valde vi att öka denna.

En solarisering innan kulturstart var inte möjlig eftersom det inte var tomt i husen under någon period. Enligt instruktionerna var tanken att temperaturen i växthuset skulle höjas innan sprutningen av trips genomfördes. Detta eftersom trips flyger mer i högre temperaturer då de kyler av sig genom att flyga, och därmed träffas mera av sprutvätskan (Shipp et al. 2011). Eftersom det var så extremt varmt under sommaren fanns det dock ingen möjlighet att höja temperaturen ytterligare. Tripsen antogs därmed redan vara så aktiva som möjligt vid de bekämpningstillfällen som genomfördes. Nyttodjuren som användes var mer eller mindre känsliga för olika kemikalier, och för att få dem att fungera så optimalt som möjligt, så undveks de kemiska växtskyddsmedelena Aliette, Scala, Kumulus och Candit som *Amblyseius swirskii* är känslig för. *Orius* är däremot inte särskilt känslig så här genomfördes inga justeringar.

Uppföljning av konstaterade angrepp

Förekomsten av trips och löss var liten och samtliga plantor var av hög salufärdig kvalitet. Enstaka lusangrepp förekom dock i vissa hus både i de hus som styrdes konventionellt med företagets normala inställningar och med de mera kraftfulla dynamiska inställningarna. Förekomsten av sorgmyggor och vattenflugor följdes också och det var ett visst ökat tryck av vattenflugor i början av kulturen i det dynamiska huset men det var mindre skillnader mot slutet av kulturtiden. Skadetrycket av trips var något högre i avdelningen med det mera dynamiskt inställda klimatet vid avläsning av klusterskivorna. Inga betydande tripsskador kunde dock ses på plantorna. Anledningen till detta skulle kunna vara att tripsen blir mera aktiva och flyger mer i ett varmare klimat.

Kemiska växtskyddsinsatser

Söndagen den 23 juli behandlades alla plantorna i alla hus med Mospilan i koncentrationen 0,04 % och vätskemängden 130 L/1000 kvm. Samtliga fick dessutom en behandling av Conserve den 8 augusti. Båda avdelningen fick dessutom punktbehandlingar av Pirimor den 28 augusti. Den kemiska retarderingen skilde sig inte heller åt.

Faktiskt klimat som resultat av inställningarna

I den dynamiska avdelningen var minimumtemperaturen 12 °C och maximumtemperaturen 30 °C. För referenshuset var det 15 respektive 29 °C. Vindriktningsgivaren gick sönder någon gång under vintern, så vindriktningar och luckpositioner går inte att dra några slutsatser av.

Höstodling av julstjärna företag A

Biologiska växtskyddsinsatser

De två största växtskadegörarna i denna typen av odling är sorgmyggor och vita flygare.

Som behandling mot sorgmyggor vattnades alla krukor med nematoderna (*Teinernema feltiae*) en gång i starten samt Gnatrol (*Bacillus thuringiensis*) 3 gånger under de första veckorna. *Hypoaspis* ströddes ut uppe i krukorna samt i vissa fall under borden, på de platser där det inte var helgjutet golv. Krukorna hölls dessutom torra överst för att försvåra för sorgmyggornas etablering. Som behandling mot vita flygare vattnades alla plantor i småplantsavdelningen med Preferal (*Isaria fumosoroseus*). Dessutom sattes *Encarsia formosa*, 2 st/m², in en gång i veckan mellan vecka 28 – 35. Klisterkivor sattes upp i alla hus och lästes av samt byttes frekvent.

Både referenshuset och det dynamiskt styrda huset var sadeltakshus med enkelglas i taket, och med taknock i nord-sydlig riktning. De var utrustade med skugg- och energiväv i taket. All odling skedde på rännbord.

Klimatinställningar

Klimatinställningarna för julstjärna fokuserade på en dynamisk styrning för att på så sätt minimera behovet av kemisk retardering. Under hösten 2016 sprutades julstjärnesorten Scandic 8 gånger med Cycocel i koncentrationen 0,2 %. Målsättningen var att kunna halvera mängden Cycocel under 2017. Plantorna kortdagades med mörkläggningsväv från vecka 37.

Tabell 2 Klimatinställningar höstodling av julstjärna i företag A

Klimatinställningar	Företagets normala klimatinställningar	Anpassat klimat för minskat kemiskt växtskydd	Kommentar
Uppvärmningstemperatur – natt	14 °C fram till 8:30	16 °C	
Uppvärmningstemperatur – dag	16 °C	16 °C	Denna var satt dock lägre än önskvärt i företaget.
Ventilationstemperatur	20 – 24 C	21 – 26 °C	Ljustilllägg på ventilationen.
Morgondropp (temperatursänkning på morgonen)	Uppvärmning -2 °C (= 14 °C) Ventilation -3 °C (= 15 °C)	Uppvärmning -4 °C (= 12 °C) Ventilation -4 °C (= 13 °C)	
Koldioxid	0 ppm, har endast detta under vintern	800 – 900 ppm under våren	

Morgontemperaturdroppet skapades genom att temperaturen börjar sänkas cirka 3 h före soluppgång genom att sänka uppvärmningstemperaturen. Ventilationstemperaturen sänks därefter inför morgondroppet, med start cirka 2,5 h före soluppgång. Den höjdes sedan en halvtimme efter soluppgången, till normal ventilationstemperatur. Väven drogs från senast 1 h före soluppgången, för att säkerställa en temperatursänkning senast 30 minuter före soluppgången, och för att ljuset skulle komma in i växthuset.

Uppföljning av konstaterade angrepp

Plantorna i det dynamiskt styrda huset hade något färre sorgmyggor och vattenflugor än de som fanns i de andra husen som styrdes med ett mera traditionellt klimat.

De två växthusavdelningarna som ingick i denna pilotodling visade sig tyvärr under provodlingens gång vara något olyckligt valda eftersom plantorna i den omgång som huvudsakligen stod i huset var mycket svaga. Först misstänktes svampangrepp men det visade sig sedan att substratet inte var kalkat vilket gav ett mycket lågt pH i krukorna. För att kompensera för detta och underlätta för plantorna kördes inte ett så kraftfullt dynamiskt klimat som var planerat. Klimatet i de båda avdelningarna var därför i praktiken nästan lika eftersom minimum rörvärme sattes mellan 25 och 30 °C, för att torka upp substratet.

Det fanns ingen skillnad i förekomst av vita flygare mellan de två klimatregimerna. Förekomsten av vattenflugor och sorgmyggor var något lägre i det hus som kördes dynamiskt vilket skulle kunna förklaras med att man jobbade med att torka ut substratet för att minska svampproblemen vilket man också lyckades med.

Tyvärr visade det sig att vindriktningsgivaren gått sönder och visade värden som inte gick att lita på. Detta gör att mätvärden om vindriktning och lucköppningar inte går att använda för analys. Efter det att provodlingen avslutats och vindriktningsgivaren bytts ut, fortsatte företaget med aktuella strategier för styrning av ventilationen. Vid påföljande kulturomgång kunde företaget rapportera att de i den avdelningen hade ett skadetryck som aldrig varit lägre, och att de var övertygade om att det hade med de nya klimatregimerna att göra.

Kemiska växtskyddsinsatser

Samtliga plantor blev behandlade med retarderingsmedlet Cycocel den 13 september, 21 september och den 15 oktober. Detta är en markant skillnad mot föregående års behandlingar som mer än halverats. Anledningen till detta är dock till viss del att tillväxten i plantorna detta året var svag. Plantorna i det hus som styrdes konventionellt fick Plenum mot vita flygare vid två tillfällen den 4 samt 11 augusti och plantorna i det dynamiska huset fick plenum den 24 augusti.

Faktiskt klimat som resultat av inställningarna

Medeltemperaturen var i det dynamiska huset 19,6 °C under provodlingsperioden och 20,4 °C i referenshuset. Vindriktningsgivaren gick sönder någon gång under våren, så vindriktningar och luckpositioner gick det inte att dra några slutsatser av.

Vårödling fuchsia företag B

Kultur och odlingsförutsättningar

Kulturen var bloddroppe (*Fuchsia x hybrida* Voss). Båda husen var sadeltakshus med enkelglas i taket och med taknock i nord-sydlig riktning. Husen hade skugg- och energiväv samt ebb- och flodbord.

Biologiska växtskyddsinsatser

Den största växtskadegöraren i odling av fuchsia är gråmögel. Dessutom förekommer trips och löss samt vita flygare. Slutligen krävs retardering. Som grund sattes därför Thripex (*Neoseiulus cucumeris*) och *Amblyseius swirskii* in löpnade från vecka 12 och punktbehandlingar med *Orius* skedde vid behov. *Encarsia* sattes ut mot vita flygare (mjöllöss). Förebyggande insättningar mot löss gjordes dock inte.

Klimatinställningar

Mycket tätt intill odlingen ligger sädes- och rapsfält som är boplats för flertalet skadegörare bland annat trips. Dessutom finns stora höga träd i närheten som kan vara boplats för löss. Klimatinställningarna fokuserade därför i första hand på att minska ventilationen åt det håll varifrån det blåste, så inflygningen av skadegörare kunde hållas på en så minimal nivå som möjligt. Framförallt undveks ventilation på vindsidan, och ventilation från läsidan prioriterades som enda ventilation så långt det var möjligt. Kulturen vattnades mycket sparsamt. Fuchsia som är en skuggväxt är känslig för alltför hög värme och direkt solljus vilket gjorde att det fanns begränsningar i hur högt den maximala temperaturen kunde sättas.

För att få en så fin etablering av rovkvalstren *Neoseiulus cucumeris* och *Amblyseius swirskii* som möjligt stängdes fläktarna av precis efter utsättningen. Enligt litteraturstudier har det visat sig att steklarna *Aphidius colemani* är känsliga för luftrörelser (Prado et al. 2015). Det finns inget motsvarande i litteraturen om rovkvalster men fläktarna stängdes ändå av för att skapa så optimala betingelser som möjligt.

Ett önskemål var även att öka belysningen vid insättning av *Encarsia* för att på så sätt optimera dess effektivitet. *Encarsia* är starkt ljusberoende och ju mera ljus desto effektivare blir den som nyttodjur (Shipp et al. 2011). En ökning av belysningen var dock inte möjlig eftersom effekten inte räckte till mer belysning än vad som verkligen behövdes för att alla avdelningar skulle kunna belysas.

Styrsystemet var ett Priva-system, som är kopplat i ett nätverk, med en central PC på kontoret för datalagring och fjärråtkomst, som tyvärr inte fungerade under provodlingen då något var fel på PC:n och leverantören inte omedelbart kunde diagnosticera felet.

Tabell 3 Klimatinställningar höstodling av julstjärna i företag B.

Klimatinställningar	Företagets normala klimatinställningar	Anpassat klimat för minskat kemiskt växtskydd	Kommentar
Uppvärmningstemperatur – natt	ingen data tillgänglig	10 °C	Minsta acceptabla temp för fuchsia: 10 °C
Uppvärmningstemperatur – dag	18 °C	ingen data tillgänglig	
Ventilationstemperatur	20 °C.	26 °C	OM temperaturen går över 26 °C finns risk för brännskador på bladen och att knopparna trillar av.
Morgondropp (temperatursänkning på morgonen)	ingen data tillgänglig	ingen data tillgänglig	
Koldioxid	Ingen	ingen	Företaget har ingen koldioxid.
Belysning		Håller denna på längre för att gynna <i>Encarsia</i>	
Fläktstyrning		Stängs av vid utsättning av nyttodjur.	

De dynamiska klimatinställningarna som planerades i den ena avdelningen blev senarelagda i praktiken eftersom värmepannan gick sönder och växthusen inte kunde styras som planerat. Detta medförde i första hand att den önskvärda temperaturen i de traditionellt inställda husen inte kunde uppnås. Detta resulterade i att det blev en kraftfull dynamisk styrning i båda avdelningarna och skillnaderna mellan de två avdelningarna i praktiken blev mycket små.

Uppföljning av konstaterade angrepp

I vecka 8 då krukor sattes ut i de två husen kunde varken skadedjur eller svamp ses i något av husen. Inga större problem i något av husen kunde konstateras under någon del av kulturen. Kulturtiden blev knappt två veckor längre än normalt. Orsaken till detta var att det var kallt i början av kulturtiden när pannan inte fungerade.

Kemiska växtskyddsinsatser och faktiskt klimat

Plantorna i referenshuset fick Alar 2 gånger (4 g/L). Plantorna i det dynamiska huset fick retardering med Alar en gång (4 g/L). Skillnaden i Alarbehandling berodde egentligen på att man ville ge den dynamiska styrningen en möjlighet att visa sin effekt fullt ut. Vid kulturens slut bedömde man att det hade varit önskvärt med en retardering till. Samtliga plantor var dock av saluduglig kvalitet. Klimatet skilde sig knappt åt mellan de två avdelningarna i början av kulturtiden eftersom den dynamiska styrningen inte kom igång förrän pannan var lagad. Mot slutet var skillnaden i veckomedeltemperaturen 18,4 °C i det dynamiskt styrda huset och 20,8 °C i referenshuset. Inga större växtskyddsproblem noterades i odlingen.

Sommarodling bollkryss företag B

Kultur och odlingsförutsättningar

Kulturen var bollkryssantemum (*Chrysanthemum x morifolium*). Husen var sadeltakshus med enkelglas i taket och med taknock i nord-sydlig riktning. Husen hade skugg- och energiväv samt ebb- och flodbord.

Odlingen startade som sticklingar från egna moderplantor som mörklades i ett gemensamt hus. Den dynamiska styrningen påbörjades först då plantorna var glesade och på slutavstånd den 25 maj. Odlingen kom igång lite senare än vanligt ca 10 – 14 dagar till följd av rådande klimat. Vissa sorter blev till följd av detta lite tunnare och inte så kraftiga som de brukar bli.

Biologiska växtskyddsinsatser

De största växtskadegörarna i odlingen av bollkryss är normalt sett löss, trips, spinn och mineraflugor. Dessutom finns det ett stort behov kemisk tillväxtreglering. *Neoseiulus cucumeris* sattes löpnade in varje vecka dessutom sattes *Abysei swrskii* in vecka 25, 26, 28 och 30. Förebyggande biologisk bekämpning mot löss, spinn och minerare sattes dock inte in.

Klimatinställningar

Styrsystemet var ett Priva-system, som är kopplat i ett nätverk, med en central PC på kontoret för datalagring. Fjärråtkomst fungerade inte under provodlingen då något var fel på PC:n och leverantören inte omedelbart kunde diagnosticera felet. Till följd av ett åsknedslag försvann samtlig datainsamling.

Tabell 4 Klimatinställningar höstodling av bollkryssantemum i företag B.

Klimatinställningar	Företagets normala klimatinställningar	Anpassat klimat för minskat kemiskt växtskydd	Kommentar
Uppvärmningstemperatur – natt		15°C	
Uppvärmningstemperatur – dag		15 °C	
Ventilationstemperatur		26°C	
Morgondropp (temperatursänkning på morgonen)		-5°C (= 10 °C)	
Koldioxid	Ingen tillgänglig.	Ingen tillgänglig.	
Övrigt			Skuggfärg på husen som datorn inte visste om

Uppföljning av konstaterade angrepp

I början av kulturtiden den 31 maj, konstaterades löss i den dynamiska avdelningen. Men det var endast ett fåtal och samtliga som hittades var döda.

Under provodlingen fick företaget ett stort angrepp av löss i samtliga avdelningar utom i det dynamiskt styrda huset. Lössen kom dock efter en tid även in i det dynamiska huset. Orsaken till att alla övriga hus utom det dynamiska huset fick löss tillskrevs det nya sättet att styra ventilationsluckorna, där vindsidan öppnades så lite som möjligt. Företaget är omgivet av höga träd och åkermark, så luckornas styrning i förhållande till vindriktningen, särskilt dagar med gynnsamt väder för bladlöss, ansågs extra viktigt i det här företaget. Lössangreppet som även kom i det dynamiskt styrda huset kom först senare och det skulle kunna vara en intern smitta från de andra husen.

Kemiska växtskyddsinsatser

Det traditionellt styrda huset behandlades med Mospilan mot löss. Först ca 10 dagar senare behandlades plantorna i det dynamiska huset mot löss.

Våroddling pelargon samt amplar företag C

Biologiska växtskyddsinsatser

Den största skadegöraren i amplar är vanligtvis löss och vanligtvis behövs kemisk tillväxtreglering. Mot dessa sattes företaget in steklarna *Ahidius colemani* och *Aphidius ervi* förebyggande samt *Chrysoperla carnea*. Dessutom sattes *Neoseiulus cucumeris* in förebyggande mot trips, och *Amblyseius swirskii* i maj när det var varmare, samt *Neoseiulus californicus* förebyggande mot spinn. I april fick man in vita flygare med ett parti kryddplantor och då sattes även *Encarsia formosa* in.

Klimatinställningar

Styrsystemet är ett Priva-system, som är kopplat i ett nätverk, med en central PC på kontoret för datalagring och fjärråtkomst.

Tabell 5: Översikt över växthusen i vilka pilotodling C genomfördes i.

Kultur	Pelargon och amplar	<i>Pelargonium x zonale</i> m.fl.
Provdolingsperiod	21 mars 2018 till 29 juni 2018	
Dynamiskt inställda växthuset	Sadeltakshus med enkelglas i taket, och med taknock i nord-sydlig riktning. Skugg- och energiväv i taket. Ebb- och flodbord.	Avdelning 2
Referensväxthus 1	Sadeltaksväxthus med enkelglas i taket, och med taknock i nord-sydlig riktning. Skugg- och energiväv i taket. Ebb- & flodbord.	Avdelning 4 21 mars 2018 – 13 maj 2018
Referensväxthus 2	Venlo-växthus med enkelglas i taket, och med taknock i öst-västlig riktning. Ebb- och flodbord.	Avdelning 9 14 maj 2018 – 29 juni 2018

Klimatinställningarna för pelargon och amplar fokuserade på en dynamisk styrning för att minimera behovet av kemisk tillväxtreglering och för att minska inflygningen av skadegörare från fält i närheten av odlingen.

Tabell 6 Klimatinställningar vid vårodling av pelargon och amplar i företag C.

Klimatinställningar	Företagets normala klimatinställningar (referenshuset)	Anpassat klimat för minskat kemiskt växtskydd	Kommentar
Uppvärmningstemperatur natt	5 °C	12 °C	
Uppvärmningstemperatur dag	17 °C	15 °C	
Ventilationstemperatur	19 °C	25 °C	
Morgondropp (temperatursänkning på morgonen)		Uppvärmning -5 °C (= 7 °C) Ventilation = 8 °C	
Koldioxid	Ingen koldioxid.	Ingen koldioxid.	Företaget har ingen koldioxid.
Luftfuktighet	Målet är att ligga under 80 % RF		
Fläktstyrning	Fläktar på kontinuerligt	Fläkten stängs av vid utsättning av nyttodjuren.	
Bevattnings		Mycket torra plantor Torkar ut för långt vilket ger effekt på plantkvaliteten.	Har haft problem med ojämn bevattning och en gödselblandare som krånglat. Låga pH.

Morgondroppet genomfördes genom att temperaturen tilläts sänkas cirka 3 h före soluppgång. Först genom att sänka uppvärmningstemperaturen och därefter genom att sänka ventilationstemperaturen med start cirka 2,5 h före soluppgång. En halvtimme efter soluppgången, höjde ventilationstemperaturen till normal nivå igen d.v.s. 25 °C.

Uppföljning av konstaterade angrepp

Den 25 april konstaterades löss i det hus som var referenshuset. Den 9 maj konstaterades små gröna löss i flera andra avdelningar. Den 31 maj fanns kraftfulla angrepp av löss och spinn i flera avdelningar. Inga löss hittades dock i amplarna i det dynamiskt styrda huset. Stora angrepp av sädestrips kom i slutet av juni i samtliga avdelningar.

Kemiska växtskyddsinsatser

Både Vertimec och Pirimor användes för att behandla spinn och löss. Det dynamiska huset behövdes dock inte behandlas för varken löss eller spinn. Som bekämpning mot tripsen sattes *Orius majusculus* in.

Faktiskt klimat som resultat av inställningarna.

Tabell 7, med uppmätta temperaturer, relativ fuktighet och positioner för ventilationsluckorna för de båda provodlingarna.

	<i>Hus</i>	<i>Enhet</i>	<i>Dyna- miskt</i>	<i>Referens</i>
<i>Minimum-temperatur</i>		°C	5,0	3,9
<i>Medel-temperatur</i>		°C	19,2	19,3
<i>Maximum-temperatur</i>		°C	40,2	38,7
<i>Medel relativ fuktighet i %</i>		% RF	79	79
<i>Medel ventilation lä (%)</i>		%	43	38
<i>Medel ventilation vind (%)</i>		%	13,8	12
<i>Tid med läsidesventilation</i>		h	1 529	1 510
		%	63	62
<i>Tid med vindsidesventilation</i>		h	726	758
		%	30	31

Internationell forskning och samarbete

Den forskning som har bedrivits inom området är i första hand gjord av internationella forskare och löpande kontakter med berörda forskare togs därför, för att på så sätt kunna optimera inställningarna efter den senaste kunskapen och skapa ett så optimalt klimat som möjligt.

Litteraturstudier inom området gjordes inför varje uppstart av pilotodlingarna. Kontakterna med de internationella forskarna togs via e-post och telefon, och via Skype med intressanta forskare. Ett mera omfattande samarbete inleddes med Irene Vänninen på Naturresursinstitutet i Luke Finland, som bland annat har forskat kring hur klimatet i växthus påverkar såväl tillväxt som samspelet av skadegörare och nyttodjur. Hon har bland annat tittat på trips beteende i olika temperaturer och fuktigheter och hur vita flygares (mjöllöss) predatorer påverkas av klimatet i växthus.

Resa och samarbete med odlare i Närpes, Finland

I augusti 2018 besöktes Irene Vänninen i Finland. Vid besöket träffades rådgivare, forskare samt en större grupp odlare som vi också informerade och diskuterade vårt projekt med.

Under de senaste åren har man i Finland jobbat i ett större projekt där man bland annat har identifierat möjligheter, behov och hinder för utvecklingen av växthusproduktion i Finland (Vänninen 2018). Klimatstyrningen i växthus var en av de delar som identifierades som ett stort utvecklingsområde. Klimatstyrningen idag är mycket grovt och översiktligt styrd. I växthusen sitter enstaka givare, det vill säga sensorer, som känner av klimatet på ett ställe i huset. Data från dessa givare används sedan för att styra klimatet i hela växthuset. Det är dock mikroklimatet som är betydande för växterna, skadegörarna och nyttodjuret, och för att kunna undvika växtskyddsproblem och optimera nyttodjurens effekt måste klimatstyrningen i växthus baseras på mikroklimatet. Det vore därför önskvärt att i framtiden kunna sätta in många sensorer i växthusen. För ett så optimalt klimat som möjligt hade såväl fler sensorer per kvadratmeter som vertikalt på olika höjder behövt sättas in.

Ett annat mycket stort problem i växthusproduktion är att det blir allt svårare att på tag på kunnig personal. Det blir allt svårare att hitta personal som vill jobba i växthus och betalningsförmågan i branschen är relativt låg. Arbete karakteriseras dessutom av säsongsarbete och man är därför både i Sverige och Finland mycket starkt beroende av utländsk arbetskraft. Även andra länder såsom Nederländerna har samma problem. Att få kvalificerad personal att jobba under en kort säsong till låg ersättning är mycket svårt i hela Europa. Runt om pågår det projekt med robotisering av branschen. Ett projekt som heter Sweeper har som mål att utveckla en robot som kan skörda paprikor. Roboten är framtagen och utvecklas nu vidare inom projektet.

En effekt av att kunnig personal saknas är att den så avgörande tidiga detektionen av skadegörare i många fall uteblir. Detta gör att växtskyddsproblemen inte upptäcks i tid och insatserna därmed sätts in för sent.

Genom att sätta in många fler sensorer per kvadratmeter och även använda sig av sensorer på bladen kan man få bättre data om klimatet både i stort och på mikronivå. Om odlarna samtidigt registrerar sina problem med skadegörare, och detta kopplas till kvaliteten på produkterna, kan mycket kunskap om klimatets påverkan på växtskyddet byggas upp. All den data som samlas in skulle sedan kunna användas för att skapa artificiell intelligens. Detta kan i sin tur skapa system för digital övervakning så att beroendet av kvalificerad personal minskas. Detta kan vara en hjälp i att lösa utvecklingen i växthus framöver. Att helt ersätta kunnig personal är dock inom ett kortare perspektiv inte möjligt men man skulle kunna lära upp både personal och rådgivare genom att bygga upp ett sådant system. Samarbetet resulterade i en gemensam ansökan kring ämnet som dock fick avslag. En ny gemensam ansökan planeras.

Diskussion

Det är tydligt att klimatstyrningen i prydnaväxtodlingar i Sverige idag inte är så högt prioriterad som den borde vara, för att kunna styra ett klimat på ett så optimalt sätt som möjligt. Mycket få odlare har investerat i en klimatdator och program med möjlighet till insamling av klimatdata. Detta gör att det är svårt att följa och se effekten fullt ut av de klimatinställningar som man som odlare väljer att ställa in. Till följd av detta var urvalet av odlare som kunde vara med som pilotodlingar begränsat. Detta eftersom kravet för att vara med var att odlingen både hade insamling av sitt klimat samt hade extern uppkoppling till sin klimatdator så att den kunde följas och ställas in via fjärruppkoppling.

Klimatstyrningen idag styrs via ett mycket trubbigt redskap i form av enstaka klimatgivare som mäter temperatur och luftfuktighet och är placerade en bit ovanför plantorna. Det är alltså makroklimatet i framför allt luften i huset som mäts. Lufttemperaturen och luftfuktigheten kan dock skilja sig stort från temperaturen på bladen och luftfuktigheten i närheten av bladen. Det är detta mikroklimat som är helt avgörande för om skadegörare och nyttodjur kommer att trivas på växterna. För att kunna optimera klimatet utifrån dessa måste därför klimatet följas på mikroklimatnivå. Det är väl känt att klimatet i växthusen kan variera stort inom växthuset, och hur dessa variationer påverkar plantorna, kan inte ses med dagens styrning. Vid projektets start investerades därför i klimatsensorer av märket Netatmo för övervakning av temperatur, luftfuktighet och koldioxidnivåer. Tyvärr visade det sig att ingen av odlarna hade trådlöst nätverk i växthusen, för att kunna använda dessa internetbaserade givare. Därför fick denna mera precisa övervakning skrinläggas.

Prydnadväxtodlingar karakteriseras av ett odlingskoncept med flera olika kulturer och omgångar det vill säga uppstarter av kulturer i samma växthusavdelningar. Dessa har under vissa perioder olika klimatkrav och kompromisser av klimat- och bevattningsinställningar mellan flera olika kulturer och omgångar med olika ålder måste därför göras. Ett undantag är dock odling av julstjärnor där merparten startas upp och säljs inom en begränsad tid. De klimatinställningar som valdes fick därför i vissa fall justeras något, eller senareläggas, för att kunna anpassas till övriga kulturer i husen.

Klimatinställningarna som valdes resulterade inte alltid i det klimat som eftersträvades. Detta eftersom klimatet i växthusen till stor del är beroende av väderleken utanför. Senvåren och sommaren 2017 var extremt varm och det var därför mycket svårt att inte överskrida den maximalt önskade temperaturen och att begränsa ventilationen till enbart läsidan eftersom all möjlig ventilation behövdes.

Grundtanken med att styra en avdelning med ett klimat anpassat för växtskyddet, och en avdelning efter odlarnas vanliga inställningar, visade sig vara svår att fullfölja fullt ut i praktiken. Odlarna hade en benägenhet att justera sitt klimat efter de inställningarna som gjordes inom projektet, så referenshuset blev inte fullt ut ett referenshus vid slutet av odlingen. Det var också svårt att få odlarna att under den absoluta odlingssäsongen prioritera att ägna sig åt en annan strategi än de vanligtvis förekommande växtskyddsbehandlingarna, som de är vana vid. Detta berodde delvis på tidsbrist, men även på att det inte alltid var den person som varit med på genomgången inför projektets start, som ansvarade för växtskyddsbehandlingarna. Kommunikationen mellan de olika odlingsansvariga var ibland bristfällig. Att jobba med ett biologiskt växtskydd kräver ökad övervakning och hög personaltäthet som ju idag kan var ett problem.

För att strategin ska kunna bli så optimal som möjligt måste hela odlingen ställas om till den nya strategin så att effekten kan bli fullständig. Orsaken till detta är att för att få full effekt av en minskad luftning behöver samtliga hus begränsas annars riskerar skadegörarna att komma in i något hus och sedan spridas internt vilket var fallet i flera av odlingarna.

Biologisk bekämpning kräver att rekommenderade doser och insättningsstrategier följs fullt ut. Är doserna för låga vid insättningen riskerar effekten av insättningarna att utebli. Vid biologisk bekämpning krävs stora förebyggande insatser och detta blir kostsamt för odlingarna. Utan ett faktiskt angrepp kan dessa insättningar vara svåra att motivera. Om insättningen sker först vid konstaterat angrepp kan det däremot vara för sent att sätta in det biologiska skyddet. Det är därför viktigt att få in ett bra och tidigt grundskydd som snabbt kan växlas upp till bekämpningsnivåer. Så länge det biologiska växtskyddet är så dyrt i förhållande till kemiska växtskyddsmedel, så kan en förebyggande behandling vara svår att motivera ekonomiskt. En kemisk behandling sätt ju endast in vid behov och kostnaden tas därmed endast om den är motiverad.

Det finns flera ytterligare möjligheter att anpassa och styra klimatet så att så ogynnsamma situationer som möjligt skapas för skadedjur samt skadetrycket minskas. Exempelvis kan insektsnät i ventilationsluckorna sättas in. Detta är något som endast en handfull odlare i Sverige har, och inga av de odlare som har ingått i projektet hade, och detta har därför inte kunnat utvärderas. Insekter navigerar med hjälp av ljus, i första hand ultraviolett. Detta utnyttjas i insektsfällor men kan även utnyttjas som ett sätt att distrahera och förvirra insekterna. Vissa insekter dras till ljus, andra gömmer sig för ljus medan ytterligare andra är beroende av vilka ljusspektra det är och rätt belysning eller vävar som förändrar ljusbilden i växthus kan användas för att göra att insekter inte längre kan navigera, och de hittar därmed inte plantorna. Försök med UV-absorberande plastfilm och marktäckning med silverfolie är exempel på insatser som kan förändra insekternas beteende och minska angrepp (Shimoda och Honda 2013, Ben-Yakir et al. 2014). Detta har dock inte kunnat testas inom detta projekt men det skulle vara intressant att gå vidare med i kommande projekt för att fördjupa möjligheterna att kunna klara ett växtskydd med än mindre kemiskt växtskydd.

Slutsatser och fortsatt behov av utveckling

Det finns en stor och delvis outnyttjad potential i att styra klimatet i växthus utifrån skadegörarnas och nyttodjurens preferenser, för att på så sätt uppnå ett klimat som skapar ett så lågt skadetryck av insekter och svampar, och så effektiva nyttodjur som möjligt som håller borta skadegörarna. Genom att ha en kraftfull dynamisk klimatstyrning som bas, kan behovet av kemiska retarderingsmedel dessutom minskas betydligt, och det totala behovet av kemiska växtskyddsmedel kan därmed kraftfullt minimeras.

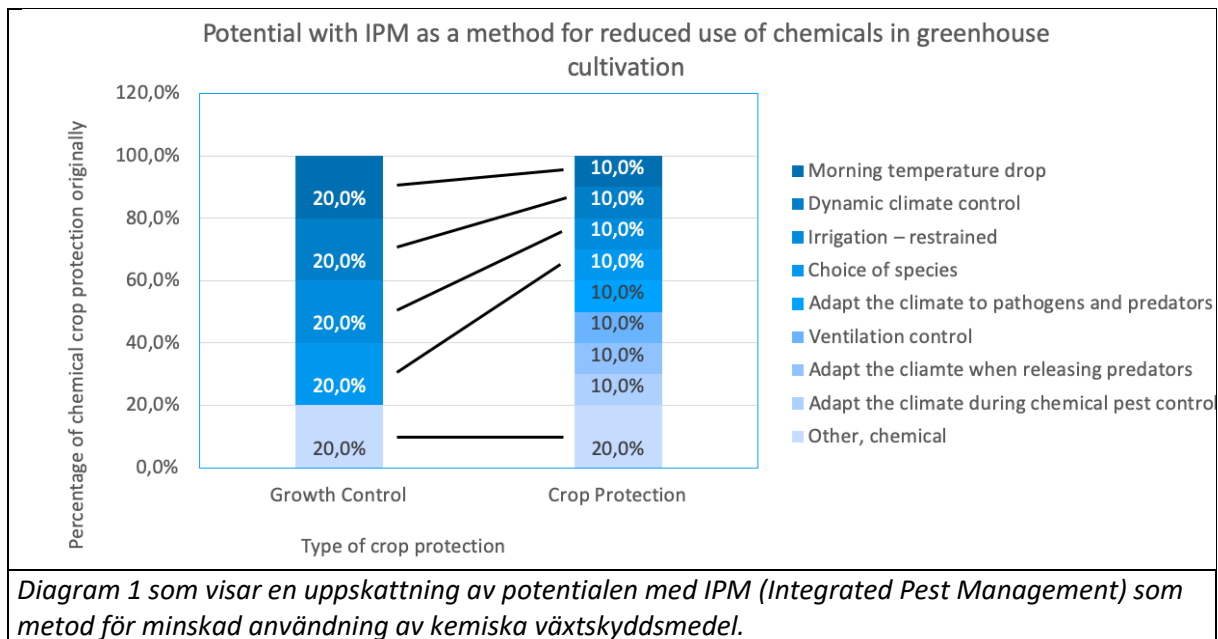
Betydande insatser för ett minskat kemikaliebehov var en förändrad ventilationsstyrning, en kraftfull dynamisk klimatstyrning med morgondropp, en medveten styrning av klimatet i relation till de nyttodjur som användes i företagen, samt justering av ljus, luftrörelser och temperatur i samband med behandling, både kemisk och biologisk. I flera fall kunde ett minskat skadetryck konstateras i de dynamiskt styrda avdelningarna främst i början av kulturtiden. Att ventileras mindre på vindsidan medförde minskad inflygning av skadedjur som fanns i träd och på åkrar i närheten av växthusen. För full effekt behöver samtliga hus styras med förändrad ventilationsstrategi så att inflygningen kan minimeras maximalt.

Det saknas fortfarande mycket forskning kring hur samspelet mellan de olika klimatparametrarna påverkar samspelet mellan skade- och nyttoinsekter. Detta gäller även väl beprövade och sedan länge använda nyttodjur. (Prado et al. 2015). Viktigast av allt är att plantorna sköts optimalt och mår bra för att nyttodjuret ska trivas (Prado et al. 2015). Dessutom är biologisk bekämpning kostsamt och det är därför svårt att motivera stora insättningar av nyttodjur om växtskadegörarna endast uppstår periodvis, särskilt om de inte sköts optimalt. Klimatstyrningen behöver prioriteras och kunskapen om dess möjligheter och vilka klimatdata som man ska eftersträva behöver öka.

Möjligheten att styra klimatet i växthus utnyttjas inte maximalt. Detta gäller både möjligheterna att förändra klimatskalet och de fasta klimatfaciliteterna såsom insektsnät för ventilationsluckorna, belysning som försvårar för skadegörarnas navigering, vävar som förändrar ljusspektret och fläktar för distraktion av skadegörarna, och möjligheterna att justera inställningarna av klimatet och ändra på maximalt tillåtna temperaturer och luftfuktigheter som förändrar samspelet mellan nyttodjur och skadeinsekter till fördel för nyttodjuret. För att detta ska vara möjligt behövs dock mer kunskap om och betydligt bättre styrning av klimatet på en mikronivå som i sin tur kräver en betydligt bättre övervakning och många fler sensorer samt möjligheter att följa upp och samla in data över hur klimatet verkligen såg ut över tid kopplat till kulturens utveckling och förekomst av skadegörare.

Det vore önskvärt att fortsätta jobba med klimatet i växthus som möjlig växtskyddsmedel. I första hand behöver ett projekt med fokus på fler sensorer för mätning av mikroklimatet initieras. Detta kan skapa ökad kunskap om mikroklimatets betydelse för växtskadegörare och vilka klimatsituationer som ska undvikas för att minimera växtskyddsproblemet.

En försiktig uppskattning från författarna indikerar att ett systematiskt arbete med klimatet, bevattningen och sortval, skulle kunna minska användningen av kemiska växtskyddsmedel med så mycket som 80 %, jämfört med om inga av dessa insatser användes vilket visas i diagram 1. Men för att få full effekt krävs att det arbetas med många insatser i odlingen samtidigt, eftersom många av åtgärderna förlitar sig på varandra för att ge mesta möjliga effekt. Värt att notera är att de flesta insatser är av sådan karaktär att de inte leder till vare sig högre kostnader eller försämrad kvalitet. Tvärtom, så innebär flera av åtgärderna en förbättrad kvalitet och minskade kostnader, främst när det gäller energi och svinn. Flera av dessa insatser används redan av svenska odlare men inte fullt ut i optimala kombinationer.



Referenser

- Ben-Yakir D., Antignus Y., Offir Y. and Shahak Y. 2014. Photosensitive nets and screens and reduce insect pests and diseases in agricultural crops. *Acta Horticulturae* 1015, p. 95-102. ISHS.
- Cloyd R., (2009). Western Flower Thrips (*Frankliniella occidentalis*) Management on Ornamental Crops Grown in Greenhouses: Have we reached an Impasse? *Pest Technology* 3(1).
- Fatnassi H., Pizzol J., Senouss, R., Biondi A., Desneux N., Ponset C., Boulard T., (2015). Within-Crop Air Temperature and Humidity Poutcomes on Spatio-Temporal Distribution of the Mey Rose Pest *Frankliniella occidentalis*. *PLoS* 10 (5).
- Jakobsen, L., Brogaard, M., Enkegaard, A., Brødsgaard, H.F. & Aaslyng, J.M. (2006). Dynamic and traditional greenhouse climate regimes: influx of thrips (Thysanoptera). *HortScience*, vol. 41 (2), ss. 389-393.
- Katana, J. (2014). Three decades of soil solarization: Achievements and limitations. *Acta Horticulturae*, vol. 1015, ss. 69-78.
- Körner O. och Jakobsen L. 2006. A thrips pest pressure model for greenhouse climate control. *Acta horticulturae* 718, s 407-414.
- Lenteren J.C. 2000. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? Review article. *Crop protection* 19 375-384.
- Löfkvist, K. & Möller Nielsen, J. 2013. *Retardering av julstjärna med hjälp av dynamisk klimatstyrning och morgondropp – Demonstrationsodling hos två prydnadsväxtodlare i Skåne*. Cascada AB, JTI – Institutet för jordbruks- & miljöteknik, LRF – Lantbrukarnas riksförbund.
- Löfkvist, K. & Möller Nielsen, J. 2014. *Retardering av pelargon med hjälp av dynamisk klimatstyrning och morgondropp – Demonstrationsodling hos två prydnadsväxtodlare i Skåne*. Cascada AB, JTI – Institutet för jordbruks- & miljöteknik, LRF – Lantbrukarnas riksförbund.
- Prado, S.G. Jandricic, S.E. & Frank, S.D. (2015). Ecological interactions affecting the efficacy of *aphidius colemani* in greenhouse crops. *Insects* Issn 2075-4450, vol. 6, ss. 538-575
- Shimoda M. och Honda K.-i. (2013). Insect reaction to light and its application to pest management. *Appl Entomol Zool* 48 p 413-421.
- Shipp L. Johansen N., Vänninen I. och Jacobson R. 2011. Greenhouse Climate: an important consideration when developing pest management programs for greenhouse crops. *Acta Horticulturae*, 893 s. 133-143.
- Sun Y. and Ge F. (2011) How do aphids respond to elevated CO₂? *Journal of Asia-Pasific Entomology* 14 p.2017-220.
- Thomas M.B., (1999). Ecological approaches and the development of “truly integrated” pest management. *Proc.Natl. Acad. Sci.* 96. p. 5944-5951.
- Vänninen I. (2018). <http://www.xn--sp-eka.fi/wp-content/uploads/2016/06/innovaxthus-broschyr.pdf>

Bilaga 1 Konkreta odlarråd

Med befintlig kunskap inom området kan följande odlingsrekommendationer redan nu ges. Dessa kan reducera behovet av kemiska växtskyddsinsatser. Samtliga av följande råd måste dock anpassas till de kulturkombinationer som finns i respektive odling och det odlingsystem man har.

- Lista vanligt förekommande skadegörare.
- Sätt in förebyggande biologiskt växtskydd mot dem.
- Var noga med att sprida ut nyttodjuret så jämnt som möjligt i växthuset, men ge de platser där du brukar få mest problem en lite högre förebyggande dos.
- Slå på fläktar vid spridning av nyttodjur som gynnas av luftrörelser för sin etablering.
- Tag reda på vad dina kulturer klarar av för maximal respektive minimal temperatur och ställ in en kraftig dynamiska klimatstyrning utifrån detta.
- Om man under sommarhalvåret har perioder då husen står tomma eller då man byter kultur i ett hus bör sanering med solarisering göras.
- Använd dynamisk klimatstyrning så extremt som kulturen klarar av, men tag reda på om det finns information kring temperatur, fuktighet och ljusoptimum för de nyttodjur som används och anpassa nattemperaturen samt den tillåtna maximala dagtemperaturen efter detta.
- Om möjligt skapa en biotop utanför växthusen som minskar skadetrycket in till växthusen.
- Vid växtskyddsbehandlingar med nyttodjur, stäng av fläktarna tills etablering har skett, och då flytande växtskyddsmedel appliceras höj temperaturen i husen så att de är mera flygaktiva och därmed träffas lättare.
- Montera insektsnät i ventilationsöppningarna.
- Öppna på läsidan först, och på vindsidan först då läsidan inte räcker till. Låt vindsidan vara fördröjd med så mycket som 5 °C om det är möjligt, eller 60 % lucköppning på läsidan.

Bilaga 2 – Klimatinstruktioner till de deltagande företagen

Kulturer

Amplar
Pelargon

Skadegörare

Löss
Gråmögel
Vita flygare

Nyttodjur som sätts in

Aphidius colemani och *A ervi* samt *Chrysoperla* mot löss.
Neoseiulus cucumeris mot trips
Encarsia feromosa – mot vita flygare

Klimatinstruktioner

Fläktstyrning - vid utsättning av nyttodjur

Stäng av fläktarna i det hus där *Aphidius ervi* och *colemani* sprids ut.

PRIVA: Om det är så att ni skall uppdatera/köpa till program till Priva, så kan ni överväga att då köpa ett fläktstyrningsprogram. I det kan ni då ställa in att fläktarna skall vara avstängda en viss tid och därefter starta automatiskt. Detta är ju praktiskt ifall ni sprider ut t.ex. sist på eftermiddagen och vill att fläktarna skall starta automatiskt igen under natten.

Styrning av ventilationsluckorna

Vid de tillfällen då det har detekterats löss i lantbruksmarkerna kring era växthus ska ventilationsluckorna stängas åt det håll där fälten, med grödan som riskerar att ha löss, finns. Prognoser och varningssystem finns på jordbruksverkets hemsida och kan följas via följande sida: (<http://www.jordbruksverket.se/arnesomraden/odling/vaxtskydd/prognosochvarningjordbruk.4.6621c2fb1231eb917e680004845.html>)

PRIVA: På bild I 125 stänger ni av den lucka som det gäller. Stäng INTE av på manöver-skåpets manuella vred, då datorn då inte är medveten om att ventilationsluckan inte används. För att datorn skall räkna rätt ventilationsöppning måste den veta vilka luckor som får användas och inte.

Kraftig dynamisk klimatstyrning

För att minska behovet av kemisk retarderingen och för att stärka växtena, är grunden för klimatstyrningen kraftigt dynamisk. Temperaturintervallet bör ligga mellan 12°C och 26°C grader. D.v.s. uppvärmningstemperaturen ställs till 12°C och ventilationstemperaturen ställs till 26°C.

PRIVA: Använd bilderna I 110 för uppvärmningen och I 120 för ventilationstemperaturen.

Eventuellt använder ni även temperaturintegreringen på bild I 110.1, med summerringsintervallet 72 h (3 dygn). På I 110 ställer ni in hur mycket som bastemperaturen får höjas ifall det är mulna dagar och extra värme behövs. Lagom kan vara 1 °C extra temperaturtillägg på bastemperaturen. Kom ihåg att INTE ha något temperaturtillägg

under perioden med morgondropp! Om ni är rädda för höga medeltemperaturer, t.ex. vid längre perioder med mycket sol, kan ni även ställa in en sänkning av bastemperaturen för att då bromsa plantorna lite.

Temperaturdrop på morgonen

På morgonen 3 timmar innan soluppgång, ställs ett temperaturdrop på minst 5°C grader in (jämfört med den normala uppvärmningstemperaturen).

PRIVA: Ställ in morgondroppet på I 110 (uppvärmning) och I 120 (ventilation). Ställ gärna in ventilationen så att den sänks 1 h före soluppgången.

Om väv används skall den dras från ungefär 1 – 2 h före soluppgången.

Vid tripsbehandling med växtskyddsmedel som sprutas ut

Ska temperaturen höjas till 26 °C.

Sanering mellan kulturerna

Vid de tillfälle då det är tomt i husen mellan två kulturer ska värmesanering (solarisering) användas. Om möjligt ska följande program genomföras:

1. Rensa bort allt organiskt material (ogräs, plantrester och torv) och rengör alla bord/rännor med såpa.
2. Stäng alla ventilationsluckor i < dygn och låt temperaturen gå upp till 50 °C.
3. Lufta sedan ut husen och ventiler som vanligt i 10 dagar för att skona materialet i växthuset.
4. Efter 10 dagar stängs åter ventilationsluckorna och temperaturen tillåts öka till 60 °C under 2 – 3 dygn.

Försök pågår!

Julstjärna - klimatanpassningar växtskydd

Retardering med dynamisk klimatstyrning

Genom kraftig dynamisk klimatstyrning kombinerad med morgondrop bör behovet av kemisk retardering minska.

Innan retardering med kemiska växtskyddsmedel görs – kontakta Klara på 070-2114733

Växtskadegörare i fokus biologisk bekämpning

Sorgmyggor och vita flygare behandlas endast med biologiska bekämpningsmetoder.

Biologisk bekämpning/metodik

Sorgmyggor

- Alla krukor vattnas med Gnatrol (*Bacillus thuringiensis*) 3 ggr de första veckorna samt med och nematoder (*Teinernema feltiae*) vid kulturstart.
- Rovkvalstret (*Hypoaspis*) strös ut under borden eller krukorna i de fall golvet är helgjutet
- Håll de översta centimetrarna i substratet torr, vattna sparsamt enbart med underbevattning.
- Klusterskivor övervakas och byts frekvent så att avläsning är möjlig

VitaFlygare

- Behandlasmåplantorna i rottingsavdelningen med Preferal
- Sätt ut encarsia ferosa puppor på skivor (en-strip) vid kulturstart och upprepa minst varannan vecka.

Kemiska växtskyddsmedel om skadetrycker blir för högt

Om de biologisk växtskyddet inte räcker till får kemiska växtskyddsmedel användas.

Undvik dock följande kemiska växtskyddsmedel, då nyttodjuret reagerar negativt på dessa:

- Confidor
- Conserve
- Mospilan
- Vetimec

Vid frågor och oklarheter kontakta Klara 070-211 47 33