

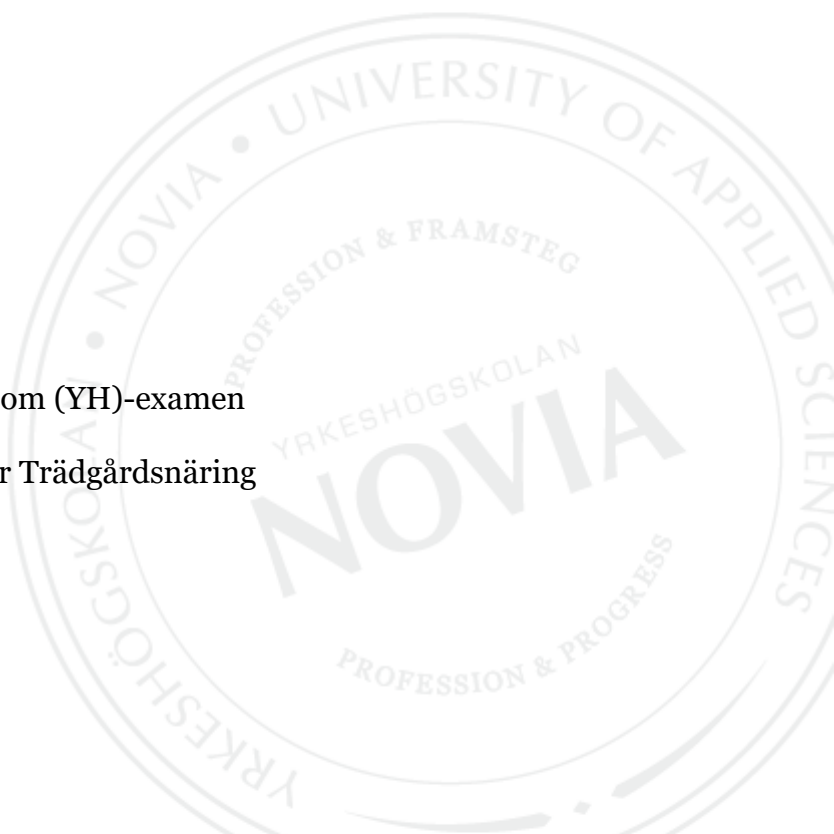
Kiselns inverkan på mjöldagg i odling av växthusgurka

Annica Svartgrund

Examensarbete för Hortonom (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Trädgårdsnäring

Raseborg 2015



EXAMENSARBETE

Författare: Annica Svartgrund

Utbildningsprogram och ort: Trädgårdsnäring, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Trädgårdsnäring

Handledare: Nina Sevelius, Lars Fridfors

Titel: Kiseln inverkan på mjöldagg i odling av växthusgurka

Datum: 02.11.2015

Sidantal: 33

Bilagor: 1

Abstrakt

Eftersom mjöldagg är ett av de problem i gurkodling som det i dagsläget inte finns någon bra bekämpningsmetod mot var intresset stort att studera just detta problem. Arbetet beskriver hur kisel påverkar mjöldagg i främst gurkodling.

Syftet med arbetet är att genom litteraturstudier ta reda på hur kisel verkar i växten och om det kan hjälpa till vid bekämpningen av mjöldagg. I studien har jag genomfört litteraturstudier men även ett odlingsförsök i den egna odlingen, samt fört diskussioner med odlingsrådgivare inom växthusbranschen idag.

Resultatet visar på en effekt av kisel som hämmar mjöldaggen och försenar infektionen. Med en kombination mellan bevattning och bladgödsling kan man få goda resultat i bekämpningen av mjöldagg.

Språk: Svenska

Nyckelord: Mjöldagg, gurka, kisel,

BACHELOR'S THESIS

Author: Annica Svartgrund

Degree Programme: Horticultural production

Specialization: Horticulture Production

Supervisors: Nina Sevelius, Lars Fridfors

Title: The effect of silicon on powdery mildew in the cultivation of greenhouse cucumber

Date: 02.11.2015

Number of pages: 33

Appendices: 1

Summary

Because powdery mildew is one of the bigger problems today in the cultivation of cucumbers for which there are no good control methods, it has been of great interest to study this particular problem. The work describes how silicon affects mildew, primarily in cultivation of cucumbers. The purpose of this work was that through literature studies find out how silicon works in the plant and if it can contribute to the control of powdery mildew.

I have mainly carried out literature studies, but also a conducted cultivation trials in our own cultivation. . I have also discussed with the cultivation advisors in the greenhouse industry today.

The results show an effect of silicon that inhibits powdery mildew and delays the infection. With a combination of irrigation and foliar fertilization you can probably get good results in the control of powdery mildew

Language: Swedish

Key words: Powdery mildew, cucumber, silicon

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
2. Gurkodlingen i Finland	3
2.1 Gurkan.....	4
3. Problem i gurkodling.....	5
4 Mjöldagg	5
5. Kisel.....	10
5.1 Förekomst.....	10
5.2 Kisel i växten.....	10
6. Kisels påverkan mot mjöldagg	11
6.1 Kiseltillsats i bevattningsvattnet	12
6.2 Kiselbevattning och temperaturens påverkan.....	18
6.3 Forskning kring bladgödsling med kisel mot mjöldagg.....	19
6.4 Kombinerad bevattnings- och bladbehandling med kisel	22
7. Tidigare försök med kiselpreparat.....	22
8. Eget odlingsförsök	23
8.1 Material och metoder	23
8.2 Resultat.....	24
10. Diskussion	30
Källförteckning	34

Bilagor

Bilaga 1	Kekkiläs kisellösning, innehåll.....	37
----------	--------------------------------------	----

1. Inledning

Jordbruken världen över fokuserar på miljövänlig och hållbar produktion inom alla sektorer. Samtidigt ökar de nationella restriktioner när det gäller användningen av bekämpningsmedel som har lett till en sökning efter alternativa metoder för sjukdomsbekämpning. Bladsprutmedel och bevattningsnäring som innehåller kisel (Si) håller på att utvecklas som en potentiell profylaktisk behandling mot svampinfektioner i växthus.

Även om kisel inte hör till de viktigaste beståndsdelarna för plantutvecklingen är dess positiva roll i växtnäringen intressant eftersom det bland annat stabiliserar växtvävnaden, lägger sig i cellvävnaden och kan på det sättet öka motståndskraften hos växterna mot svampangrepp då det bildar en skyddande mur mellan cellerna.

Intresset för just detta ämne har kommit för att odling i växthus intresserar mig och speciellt att fundera kring de problem som uppstår vid odlingen. Odlning i växthus är idag en omfattande bransch i Finland. Branschen dras idag med mera pressade priser än tidigare och det finns inget utrymme för misstag. Produktionen måste hållas på topp hela säsongen och alla tänkbara sjukdomar och skadegörare försöker man förhindra genom IPM (Integrated pest management).

Idag finns det både biologisk och kemisk bekämpning som fungerar mot skadegörarna. Till de flesta växtsjukdomar finns fungerande bekämpning om den utförs i tid innan angreppen blir för kraftiga.

Ett av dagens bekymmer speciellt hos gurkan är det allt större problemet med mjöldagg. Idag finns inget bekämpningsmedel eller total tolerans som håller borta mjöldaggen helt. Mjöldaggen har blivit ett allt större problem i och med att den även ökar på friland. Mjöldagg på friland och i växthuskulturer tillhör familjen Erysiphaceae och kan angripa ett stort antal växter på friland och i växthus. *Sphaerotheca fuliginea* eller *Podosphaera xanthii* som arten heter i dag angriper växthusgurka. Växthusmjöldagg tillhör släktet *Oidium* som innebär att mjöldaggen förekommer i sitt könlösa stadium. *Erysiphe cichoracearum* är en art inom samma familj men inom släktet *Golovinomyces* som angriper frilandsgurka. Det betyder att det inte är samma art eller släkte av mjöldagg men av samma familj i växthus och på friland och det kan förekomma på tvåhjärtbladiga växter utomhus. Mjöldaggen bidrar

till försvagade plantor och skördeminskningar.(Forsberg & Petterson, 1995; Den virtuella floran 1998)

Hos tomaten kan man bekämpa mjöldagg relativt lätt genom svavelbränning vilket inte fungerar i gurkodling då plantorna tar skada av svavelbränningen. Bladen gulnar av den höga svavelhalten. Även kemiska bekämpningsmedel som t.ex. FUNGAZIL SL 100(Berner, 2015) skadar plantorna om de används för att bekämpa mjöldaggen helt. Dessa medel används främst för förebyggande behandling eller när första tecknen på angrepp dyker upp. De används främst till att hålla tillbaka mjöldaggen. Vid stark sol blir bladen lätt skadade och för flitig användning leder till brännskador enligt egen erfarenhet när jag provat på mindre områden. Därför ska man följa anvisningarna på förpackningarna.

Arbetet görs för att mjöldagg idag är ett av de svåraste problemen att handskas med i gurkodling och inga bra bekämpningsmetoder finns. Arbetet görs för att försöka hitta lösningar som är underlättande för branschen och som kan ge ekonomiska fördelar i form av friskare, starkare och produktivare plantor.

Då arbetet är klart ska gurkodlarna ha mera information om hur kiselgödslingen fungerar mot mjöldagg och hur odlarna kan använda det i våra finska förhållanden och odlingar.

Detta ämne valdes eftersom det är ett problem som många gurkodlare handskas med i sin vardag som odlare. De flesta rådgivare stöter på problemet med mjöldagg i någon form. Ämnet är intressant eftersom det i finländska odlingar förekommer skeptism mot Kisel och dess funktion mot mjöldagg.

Syftet med arbetet är att se om det finns möjlighet att genom kisel kunna stärka plantan och få en starkare odling med mindre mjöldaggsproblem samt att slippa använda kemiska bekämpningsmedel.

Arbetet är främst en litteraturstudie men ett försök har gjorts i den egna odlingen under 2015.

2. Gurkodlingen i Finland

Grönsaker produceras i allt större omfattning i Finland. Ett typiskt växthusföretag i Finland är enligt LUKE (2014) ett familjeföretag med ett växthus på 3 000-4000 kvm. Antalet växthusodlare har minskat de senaste årtiondena men arealerna kvarstår nästan orörda. Små och ineffektiva företag har fått ge vika för större och högproduktiva. Växthusen utnyttjas till 100 %, vilket gör hela produktionen mer effektiv. Odlingssäsongen har förlängts speciellt då är åretruntodlingen. Åretruntproduktionen har utökats i takt med att efterfrågan har ökat. Säsongsodlingen är ungefär samma tid som innan. Enligt statistik från packerierna har kort säsongsodling (2 mån) på gurka har ökat speciellt i Österbotten. (Oy K Hultholm Ab, 2015; Vasa grönsaker, 2014).

Även om Finland importerar har den inhemska produktionen en relativt bra marknadsandel. År 2014 var produktionen av växthusgrönsaker 83 miljoner kilo, varav 40 miljoner kilo tomater och 38 miljoner kilo gurka. Under den inhemska huvudskörden som infaller under sommaren har den finska gurkan och tomaten en marknadsandel på över 90 procent. (Rent inhemskt, u.å; LUKE, 2015).

Mängdmässigt produceras det tomat och gurka mest, som representerar mer än 70 procent av hela växthusodlingsbranschen. På tredje plats kommer krukgrönsaker.

Odlar- och partipriset på växthusgrönsaker bestäms och varierar dagligen i förhandlingar mellan producenterna och återförsäljarna. Efterfrågan och utbudet har en snabb och kännbar effekt på odlarpriserna. Priset på till exempel tomat och gurka kan halveras eller fördubblas på en vecka om utbudet är stort och efterfrågan är liten.

Produktionen av inhemsk gurka har ökat ända sedan 1980-talet, man ser tydligt i statistiken att antalet företagare minskat men odlingsarealen ökat. De flesta konsumenterna väljer helst inhemsk gurka. (Rent inhemskt, u.å; LUKE, 2015).

Den huvudsakliga skördesäsongen för gurkan har varit mellan mars och oktober men nu är det åretrunt eller maj-augusti som gäller. Skördetopparna infaller mellan maj och augusti då alla företag har odlingen igång. Gurkans produktionsyta är cirka 60 hektar. Av dessa är knappt 20 hektar belysta för att möjliggöra odling året om. (Rent inhemskt, u.å; LUKE 2015).

Marknadsandelen för inhemsk gurka har hållits på 50 procent av den totala konsumtionen, även på vintern. Men i och med att året runt odlingen ökar så ökar den även på vintern. I och med de ökade vinterodlingarna finns problemen med mjöldagg även på vintern, alltså året runt. (Rent inhemskt, u.å.).

2.1 Gurkan

Gurkan (*Cucumis sativus*) kommer ursprungligen från foten av Himalaya i norra Indien. De milda gurksorterna som odlas i dag har förädlats från den bittra vildgurkan som växer där. Gurkan är släkt med melon och pumpa.

Gurka är en ettårig ört med rikligt förgrenade rötter samt kantiga stammar. Gurka har ett krypande eller klättrande växtsätt och klänger med ogrenade skottklängen. Gurka har stora långskaftade blad som är handflikiga med fem flikar. På hela växten finns rikligt med styva hår. De har stora gula blommor som är femtaliga, trattlika och enkönade. Hon- och hanblommor finns i bladvecken samma planta (sambyggare). Hanblommorna som är flera tillsammans i samma bladveck utvecklas först medan honblommorna sitter en och en. Dagens växthusgurka är partenokarpa det vill säga att frukten utvecklas utan någon pollination och befruktning. Gurkan är botaniskt sett ett trerummigt bär som förekommer i växlande storlek, form och färg. (Nationalencyklopedin, 2015. Gurka).

Gurkan är en av våra mest populära grönsaker. Den långa växthusgurkan är vanligast, men gurkan finns även i andra former, korta, taggiga och olika gröna. (Rent inhemskt, u.å.).

Gurkan består till 97 procent av vatten, vilket gör att den har en mycket låg energihalt men på grund av sin höga vattenhalt är gurkan känslig för temperaturväxlingar. Är det för varmt skrupnar den, och är det för kallt så får den köldskador. Den perfekta förvaringstemperaturen är 10–14 grader. Gurkan förpackas i plastfilm eller påsar som förhindrar att den skrupnar. Gurka som har förpackats i plastfilm kan även förvaras i rumstemperatur. Gurkan är känslig mot etylen och bör därför inte förvaras tillsammans med grönsaker som producerar mycket etylen, som t.ex. tomater. (Rent inhemskt, u.å.)

3. Problem i gurkodling

Att det finns problem i odlingarna kan de flesta skriva under men många problem är lindriga idag på grund av forskning och utveckling.

I växthusodlingen är det bland annat skadedjur som orsakar stora problem, men svampsjukdomarna orsakar också stora skador. Dessutom kan virus- och bakteriesjukdomar av olika kaliber drabba plantorna. De skadedjur som angriper gurkkulturer kan nämnas: växthusspinnkvalster (*Tetranychus urticae*), gurkbladlus (*Aphis gossypii*), växthusmjöllus (*Trialeurodes vaporariorum*) nejliktrips (*Thrips tabaci*) och sorgmyggor (*Sciaridae* sp). Bland svampsjukdomarna på gurka är mjöldagg och svartprickröta de mest utbredda sjukdomarna och det är också de sjukdomar som har störst ekonomisk betydelse i produktionen. Gråmögel förekommer också ganska ofta på gurkkulturer i växthus. Mjöldagg kräver upprepade behandlingar och börjar dessutom tidigt på våren och dess säsong blir därmed långvarig och krävande. Andra svampsjukdomar som är vanliga är rot- och rothalsröta, som orsakas av *Pythium*-arter, och gurkbladmögel (*Pseudoperonospora destructor*). Även gråmögel (*Botrytis cineraria*), svartrotröta (*Phomopsis scleritioides*) och grönmögel (*Penicillium* sp.) förekommer även om det är i mindre omfattning än mjöldagg och har inte heller lika stor ekonomisk betydelse för odlarna. (Andersson, 2003).

4 Mjöldagg

Mjöldagg är en av de mest utbredda och enkelt igenkända växtsjukdomar. Mjöldagg karakteriseras av prickar eller fläckar av vitt till gråaktigt och mjölpulver-liknande växtsätt. Mjöldagg är ett allvarligt problem i varma, torra klimat. Många växter inom växthusodlingen som tomat och gurkplantor har utvecklats för att vara resistent eller toleranta mot mjöldagg. Suckulent vävnad som t.ex kaktusar är mer mottagliga för infektion. När sjukdomen är ett problem bör man undvika stora mängder kvävegödsel. Kvävegödslingen ökar infektionen och utvecklingen av mjöldaggen, däremot hämmar kalium utvecklingsförloppet. Växtskyddsmedel är mest effektiva när de kombineras med noggranna och uppföljande kontroller i varje kultur. (Davis & Gubler & Koike 2008).

Mjöldagg är en vanlig sjukdom på många olika typer av växter. Det finns många olika arter av mjöldaggssvampar (t.ex. *Erysiphe* spp., *Sphaerotheca* spp.) och varje art angriper bara vissa växter. Ett brett utbud av trädgårdsväxter är påverkade av mjöldagg bland annat kronärtskocka, bönor, rödbetor, morötter, gurka, aubergine, sallad, meloner, palsternacka, ärtor, paprikor, pumpor, rädisor, squash, tomater och rovor. Mjöldaggen kräver inte fuktiga förhållanden för att etablera sig och växa eftersom konidierna innehåller det vatten de behöver för att gro. Den kräver dock varma förhållanden för att gro. Därför är det vanligare med angrepp under torra sommarförhållanden. (Davis & Gubler & Koike 2008; Forsberg och Pettersson, 1995).

Mjöldagg påverkar nästan alla typer av växter: spannmål och gräs, grönsaker, prydnadsväxter, ogräs, buskar, fruktträd och bredbladiga växter i skuggan och skogsträd. I Colorado är mjöldagg bland annat vanliga på ask, druvor, rosor, grönsaker (såsom gurkväxter och ärter), benved, körsbär, äpple, päron och på krypväxter. (Newman och Pottorff, 1999).

Förekomst av mjöldagg är vanligt både i växthus och på friland och förekommer på de flesta ställen i världen. Inom familjen *Cucurbitaceae* (gurkväxter) är alla arter mottagliga för mjöldagg, dock finns idag en del framtagna resistent sorter för yrkesmässig odling. Svamparna har också en rad andra värdväxter. Mjöldagg räknas som den viktigaste sjukdomen att bekämpa i växthuskulturer inom gurkfamiljen. Symtomen är lätt att känna igen: små, vita, runda mjöllika fläckar uppträder på bladen och täcker till slut hela ytor. Bladundersidor, bladskäft och stam kan också angripas. Symtomen ses först på gamla blad, som växer i skuggiga lägen nederst på stammen, och sprider sig sedan uppåt. Gamla plantor som bär frukt drabbas ofta först. Infekterade unga blad blir ofta klorotiska och dör. Svårt angripna blad blir bruna och skruppnar. Frukterna angrips sällan, men mjöldaggen reducerar storleken och antalet skördade frukter. Skördeperioden kan bli kortare. Fruktkvaliteten blir sämre, till exempel genom för tidig eller ofullständig mognad. Detta ger smaklösa gurkor som saknar önskad textur. Fruktsättningen kan bli sen, och gulkorna kan också bli små och missformade. (Forsberg och Pettersson, 1995).

Sporerna som är det främsta spridnings sättet utgör huvuddelen av den vita finkorniga tillväxt som syns på den infekterade ytan och har tillverkats i kedjor som kan ses med en lupp. Sporerna av mjöldagg växer som grenade stjälgar som ser ut som små träd. (Davis & Gubler & Koike 2008).

Mjöldaggssporerna transporteras med vinden till nya växter som de använder som värdar. Även om kraven på fuktighet under groningen kan variera kan alla mjöldaggsarter gro och infektera i frånvaro av fritt vatten. Faktum är att sporer av vissa mjöldaggsvarpar dödas och groningen uteblir av fritt vatten på växtyterna under längre perioder. Vid måttliga temperaturer (15-25 grader) och skuggiga förhållanden är det allmänt att mjöldagg utvecklas bäst. Sporer och svamptillväxten är känsliga för extrem värme (över 35 grader) och direkt solljus vilket inte heller är en bra odlingstemperatur. (Davis & Gubler & Koike 2008).

Mjöldaggsvarparna lever till största delen utanpå gröna blad, gröna skott, stjälkar och bladskäft men ibland också på blommor och frukter. De bildar där, fläckar eller som ett jämnt överdrag, en först gles, vit, mjölik beläggning, som senare kan tätna och bli filt- eller kuddlika och vitaktiga till bruna i färgen. För att sköta sin näringsupptagning sänder de in haustorier (sugorgan) i värdväxtvävnaden som de fäst sig på och då vanligen endast i ytcellerna. Växtens blad eller vävnad som blivit angripen förblir trots angreppet länge gröna. Mjöldaggsvarparna är som obligata parasiter beroende av levande vävnad för sin näringsupptagning och för att överleva. Men så småningom gulnar nog dock de angripna vävnaderna och bladen vissnar och när hela plantan är angripen dör växten. (Andersson, 2003, s. 7-10)

Den mjöllika beläggningen består av svampens mycel och konidier som är en förökningskropp. Konidierna bildas i korta eller längre kedjor och skjuter upp från mycelet. Konidierna kan gro vid låg fuktighet eftersom de själva har ett högt vatteninnehåll. Detta är ett skäl till att mjöldaggsangrepp oftast blir svåra i torrt väder. Detta är svampens könlösa, vegetativa stadium vanligen kallat Oidium-stadiet. Under vegetationsperioden sprids svampen med hjälp av konidier. Från infektionen och tills symtomen blir synliga tar det tre till sju dagar. (Andersson, 2003, s. 7-10)

Förutom detta vegetativa sporstadium när svampen växer till sig har mjöldaggsvarparna också ett könligt stadium. I mjöldaggsbeläggningen kan man ofta med enbart ögat se små mörka prickar. Dessa prickar kan man studera i mikroskåp och då syns klotrunda, slutna sporhus, kleistothecier (ibland vid namn perithecier). Dessa syns i mjöldaggsbeläggningen som fullt synliga små, mörka prickar. Kleistothecierna innehåller en eller flera sporsäckar eller aski, antalet och utformningen ligger till grund för den systematiska släktindelningen. (Forsberg och Pettersson, 1995).

Mjöldaggsvamparna tillhör de vanligaste parasitsvamparna överhuvudtaget, och ett stort antal arter förekommer. Bland trädgårdsväxter som lätt angrips och skadas av mjöldagg här hos oss är det främst gurka, äpple, jordgubbar, krusbär, svarta vinbär, begonia, vissa gräs, rosor och violer. (Nilsson och Åhman, 1991).

Mjöldagg övervintrar dels i vegetativ form inuti knoppar, dels i form av kleistothecier utanpå värdväxterna. Det övervintringssätt som är vanligast är i form av mycel. Kleistothecieövervintring verkar ha större betydelse i torrare områden. Knoppar som innehåller övervintrande mjöldaggsmycel blir ofta mindre köldhårdiga än friska knoppar utan mjöldaggsmycel. Detta kan leda till att primärangreppen av mjöldagg i t.ex. en äppelodling är minder efter stränga vintrar. (Nilsson och Åhman, 1991).

Mjöldaggssvamparna är inte lika beroende av fuktigheten för att utvecklas som flera andra växtpatogena svampar. Konidierna gror t.o m. dåligt i rent vatten. Det är allmänt känt att mjöldaggsangreppen ofta blir värre under torrt och varmt väder. Sedan infektionen på växten har infunnit sig så fortsätter mycelet att växa på bladets yta utan påverkan av luftfuktigheten. (Nilsson och Åhman, 1991).

Vissa olikheter finns när man tittat på mjöldaggsvamparnas förhållande till fuktigheten. I en noggrann genomgång av tidigare erfarenheter och studier ser man att konidiegroningen hos olika mjöldaggsarter blir bättre vid hög luftfuktighet och är ett mått på fuktighetsstressen. Det finns tre olika indelningar:

- 1) arter, som gror endast vid låg fuktighetsstress, hög luftfuktighet. (exempelvis rosmjöldagg),
- 2) arter, som har optimal groning vid låg fuktighetsstress, hög luftfuktighet men som även har en mängd konidier som är grobara vid hög fuktighetsstress, låg luftfuktighet, (exempelvis gurkmjöldagg, kålmjöldagg, gråmjöldagg och jordgubbsmjöldagg).
- 3) arter, vars konidier gror över hela skalan av fuktighetsstress (t.ex. ärtmjöldagg).

Efter sporgroningen ha skett påverkar inte luftfuktigheten desto mer på utvecklingen. (Nilsson och Åhman, 1991).

Förmågan hos konidierna av vissa arter att gro vid låg fuktighet (hög fuktighetsstress) är orsaken till att angreppen av mjöldaggs svampar ofta blir svåra i torrt väder. Den här förmågan kan man i sin tur härleda tillbaka på ett relativt högt vatteninnehåll i sporererna som de endast långsamt förlorar. Den fuktighet som

svamparna ändå behöver för sporgroningen är även i torrt väder i det bladnära skiktet där luftfuktigheten (mikroklimat) vanligen är högre än i omgivande luft. (Nilsson och Åhman, 1991).

En annan och lika viktig faktor i sammanhanget är temperaturen. Den optimala temperaturen där de flesta mjöldaggssvampar infekterar är inom ett temperaturområde av ca 11-28°C, med medeltalet omkring 21°C. Området för infektion, som är snävare än för sporgroning är förhållandevis högt. Detta leder till att svamparna gynnas av varmt väder. (Gräsmjöldagg har ett lägre optimum ca 17°C).

Även andra saker som ljuset och näringsförhållanden spelar en roll i svamparnas groning och utveckling men de förhållandena är hittills dåligt klarlagda. (Nilsson och Åhman, 1991).

Av bekämpningsmedel, verksamma mot mjöldagg finns sedan gammalt svavel som även används ännu men främst i tomatodlingar och till prydnadsväxter. Däremot tål inte gurkplantan den höga svavelhalten som krävs utan tar större och tidigare skada av detta än själva mjöldaggen genom gulnande blad. Detta kan användas i olika former, som sprutsvavel och förångat med värme i s.k. svavellampor. Svampen är mycket smittsam, den sprids framförallt med luftrörelser men också med kläderna och t.ex. håret när man går i växthusen. Därför bör man gå från friska till sjuka områden. Det speciella med mjöldaggssvampen är att den kan infektera plantan utan fukt på bladen och vid en låg luftfuktighet. Försök har visat att svampen ändå grov bäst vid 100 % relativ luftfuktighet. Numera finns många olika motståndskraftiga sorter med allt från svag tolerans till hög tolerans. Svampen bekämpas i första hand genom god hygien i odlingen samt genom att hålla ett jämt klimat i växthuset och undvika drag från dörrar och luftfönster. (Molén, 2008).

Flera andra medel finns att tillgå men man måste först kontrollera att de är tillåtna att använda innan själva användningen. Detta kan göras via TUKES sidor på internet (www.tukes.fi).

En del växter kan vara känsliga även för vissa preparat, inte bara svavel. Besprutning vid höga temperaturer bör man undvika och även besprutning av växter i blom då blombladen ofta kan bli skadade. (Nilsson och Åhman, 1991) *Sphaerotheca fuliginea*, och *Podosphaera xanthii* är de latinska namnen för växthusmjöldaggen som angriper

gurka. Det är samma art men båda namnen florerar i litteraturen. (Pérez-García et al. 2008).

5. Kisel

Kisel är det åttonde vanligaste grundämnet i vårt universum och efter syret är det vanligaste ämnet i jordskorpan och hydrosfären. Kisel förekommer aldrig som fritt ämne utan är enbart bundet till syre i kiseldioxid och silikater. Kisel finns i vissa växter (kiselalger, fräknen, gräs) och även i djurriket och då främst i bindväv och fjädrar. Kisel är ett grundämne som hör till det periodiska systemets grupp 14 (kolgruppen). Till kolgruppen hör kol, kisel, germanium, tenn och bly. Kol och kisel är icke-metaller, germanium och tenn halvmetaller, medan bly är en metall. Av ämnena i gruppen är kisel det som förekommer vanligast i jordskorpan. Det kemiska tecknet är Si. Kisel på latin är silicium (Nationalencyklopedin, 2015. Kisel; Nationalencyklopedin, 2015. Kolgruppen).

5.1 Förekomst

Jordskorpan består av 25 % kisel. Kisel betraktas oftast inte som ett viktigt växtnäringsämne men är därför inte helt utan betydelse för marken och växterna. Ganska stora mängder kisel finns i alla mineraljordar. Lösligheten är låg, och just därför är den mängd som finns löst i markvätskan liten. Kisel som finns i markvätskan är huvudsakligen i form av kiselsyra. . (Kirchmann H., Ericsson J. 1987).

5.2 Kisel i växten

Kiselhalten i olika växtarter varierar kraftigt och samtidigt mellan olika växtdelar i samma växt. Hos de enhjärtbladiga växterna lagras 10-20 gånger mer kisel än hos tvåhjärtbladiga. Kiseln lagras i rothår, rötter och i bladens ytterhud, epidermis. Vid brist fördelas inte kiseln om utan är immobilt. (Hanson, Y. 1992).

Kisel tas i huvudsak upp av växten som kiselsyra, monokiselsyra som flödar med vattnet in genom växtrötterna och följer transpirationsströmmen till de ovanjordiska

delarna. Kisel transporteras enbart i växtens xylem (lednings- och mekanisk stödjande vävnad i växten) tillsammans med vattnet. Man har kunnat se att växtens kiselupptagning varit större än det passiva flödet med transpirationsströmmen, speciellt när luftfuktigheten varit hög. Då kunde upptagningen öka och detta hade inget att göra med näringslösningens kiselkoncentration. Möjligheten att kisel kan tas upp aktivt av enhjärtbladiga växter kan därmed inte helt uteslutas utan bör studeras vidare. När växten avger vatten genom sin transpiration fälls kiselsyran ut. (Hanson, Y. 1992).

Kiselhalten ökar under hela tillväxten. Äldre växtdelar på plantan innehåller mera kisel än de yngre eftersom kiselhalten höjs under hela tillväxten.

I litteraturen kan man inte hitta uppgifter om att kisel medverkar i växternas biokemiska reaktioner. Kisels roll i växten är av mekanisk eller fysikalisk natur. Följande funktioner finns beskrivna. Kisel stabiliserar växtvävnaden t.ex. stå styvhet hos spannmål. Kisel försvar mot patogener, här är det frågan om kisel i cellväggar kan öka växtens resistens gentemot svamp- och skadedjursangrepp eftersom kisel bildar en skyddande mur mellan cellerna. Kisel har en inverkan på transpirationen och växten får bättre ljusabsorptionen samt att kisel har ett visst inflytande på upptagningen av andra ämnen. (Kirchmann H., Ericsson J. 1987; Hanson, Y. 1992).

Hos växter med passivt kiselupptag tas kisel upp i samma takt som växten transpirerar. Exempel på detta är bland annat torrmarksgräs som sockerrör, men även hos vissa tvåhjärtbladiga växter såsom växthusgurka (*Cucumis sativus*). Vid försök med spannmål visade det sig att kiselhalten ökade proportionellt med den stigande koncentrationen i marklösningen. Det samma gällde för gurka som odlas i stenull och med olika kiselkoncentration, vilket tyder på att kisel tas upp passivt med vattnet. Oftast har växter med passivt kiselupptag 1-3 % kisel i torrsubstansen. (Kirchmann H., Ericsson J. 1987; Hanson, Y. 1992).

6. Kisels påverkan mot mjöldagg

Forskningen om hur man skall få bukt med mjöldaggsproblemet är viktigt eftersom samma problem finns i många länder. Det är vissa växter som är mer utsatta och

speciellt besvärligt är det när det handlar om kommersiell odling. När odlingarna pressas av lönsamhet finns inget utrymme för mera kostnader eller sänkta skördar. Eftersom ingen i dag är för att använda kemisk bekämpning ska vi se till olika alternativ och titta på kiselns förmåga att motverka mjöldagg.

6.1 Kisel tillsats i bevattningsvattnet

Kisel har i hydroponiska näringslösningar (vattenlösliga) använts med framgång i Kanada för att undertrycka mjöldagg som orsakas av *Sphaerotheca fuliginea* på gurka (*Cucumis sativus*). En del preliminära försök har gjorts i växthus i Florida som har misslyckats. Främst har försök gjorts för att uppnå en nivå där sjukdomen dämpas och det är det som har rapporterats i litteraturen för kanadensiska studier. En serie växthusförsök genomfördes i Florida för att fastställa de faktorer som ökar effektiviteten av kisel och dess förändringar för dämpning av mjöldagg på gurka. Tre olika odlingsfaktorer användes och studerades (plantsort, näringslösning, och underlagsstyrning) och två miljöfaktorer (ljusintensitet och temperatur). Dessa testades i kombination med kisel för att se dess effekter på minskandet av mjöldagg på gurka. Känsliga sorter som bevattnas med kaliumsilikat (Kisel) på 100, 150 eller 200 mg/liter uppvisade en svag men statistiskt signifikant minskning av utvecklingen av mjöldagg under loppet av ett 49-dagars test. Även om mjöldaggstillväxten i försöken var något lägre med behandlingar av tillsats med kisel, och att sjukdom minskade med kisel var det inte kommersiellt användbart eftersom det inte ökade fruktavkastningen. Näringslösningen, underlagsstyrningen och ljusintensiteten hade inga effekter på de minskade nivåerna av mjöldagg, oavsett om plantorna bevattnades med kaliumsilikat vid 0 eller 100 mg/l. Däremot på fotosyntesen märktes kisel ha en viss effekt. Kirchmann och Ericsson (1987) beskriver sin upptäckt som ett då nyupptäckt fenomen, vilket de ville kalla en fönstereffekt. De upptäckte att kiselcellerna i växternas epidermis gjorde det möjligt att få en bättre ljustransport till den underliggande fotosyntesvävnaden i jämförelse till celler som inte har någon kisellagring.

Ett försök med bevattningsgödsling med kisel gjordes i Norge 2005. Tidigare försök med bevattningsgödsling hade gett positiva resultat men inte tillräckligt bra. Man

ville nu pröva med höjda doser av kisel och se om resultaten skulle förbättras. De rekommenderade doserna är 20 ppm. (Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005).

Försöket gjordes i en gurkodling hos producenten Gartner Heen AS i Lier i Norge under september 2005. Gurkksorten som användes var "Confida" som är en helt icke-tolerant sort mot mjöldagg och som odlas som nedsläppningsgurka. Det var ett naturligt infektionstryck av mjöldagg färdigt i växthuset från planteringen. Ingen kemisk bekämpning användes varken i försöket eller i resten av huset. Växthuset var ett glashus och belysningen var 17,000 lux. Ljuset stängdes av under fyra timmar per natt, och när den globala strålningen översteg ca 20 klux. Temperaturen var ställd på 20 C, luftning vid 24 C, undervärmen var inställd på minimum 40 C, med reduktion vid höga temperaturer. (Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005).

Försöket gjordes på totalt 24 plantor och med tre behandlingar (3, 20 och 50 ppm Si) enligt tabell 1. Fyra plantor behandlades per behandling och de andra jämfördes.

Plantorna odlades i perlitunderlag och bevattnades en gång varje timme och man hade recirkulering av näringslösningen.

Näringslösningen (100 liter/4 plantor) utbyttes en gång per vecka och innehöll följande: Superba Plus 1,1g/liter och Calcinit 1,1 g/liter. Kisel tillsattes som SiCal och pH justerades med salpetersyra enligt tabell 1 på följande sida (s14). (Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005).

Tabell 1: Sammansättning på näringslösning med olika kiselstyrkor och ledningstal som användes vid norskt försök med bevattningsgödsel med tillsatt kisel mot mjöldagg.

Gödselmedel	Styrka	Styrka	Styrka	
	Behandling 1	Behandling 2	Behandling 3	
Si	2,3-5,9	14,6-20,0	52,0-58,0	ppm
K	307	374	509	ppm
NO3-N	300	325	390	ppm
Lt*	2,9	3,1	3,6	mS/cm
pH	5,5	6,2	5,8	

*= Lt=Ledningsförmåga

K= Kalium, NO3-N = Kalksalpeter, Si= Kisel

Mjöldaggen studerades en gång i veckan på fem blad per planta och det var blad nr 4, 8, 12, 16, och 20 från toppen räknat. (Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005).

Resultatet av försöket visade att de 4-5 översta bladen alltid var fria från mjöldagg ända tills toppningen av plantorna var gjord. Från blad 4-12 fanns vissa skillnader mellan de olika behandlingarna där behandlingen med 50 ppm kisel såg ut att dämpa mjöldaggen mest. På blad 12 och nedåt fanns även här en visuell skillnad och även här såg det ut som att 50 ppm gav en minskning av mängden mjöldagg. Eftersom gurkan utvecklar ett blad per dag kan man säga att det verkar som om behandling med 50 ppm åtminstone försenar utvecklingen av mjöldagg med 2-3 dagar, men att mjöldaggen inte kunde hållas under acceptabel kontroll även vid högsta dosen. (Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005).

Det som kunde diskuteras efter försöket var att om kisel skulle haft bättre verkan om infektionstrycket varit lägre från början och i kombination med någon tolerant sort eller om man kombinerat bevattning och besprutning av kisel. Något som däremot märktes var att ledningstalet ökade med 0,6 enheter vid 50 ppm kisel. Högt

ledningstal över 3,5-4 har i andra försök istället reducerat gurkskörden så detta är något man bör ta i beaktande vid nya försök. (Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005).

Även i Korea har man studerat mjöldagg och kiselns inverkan. Det mest diskuterade och studerade ämnet under årtionden som bidragit till att åstadkomma förbättringar i odlingen av jordbruks- och trädgårdsväxter är kisel (Si). Jordlösa kulturer som används inom trädgårdsväxtproduktion saknar detta naturliga inslag av kisel. Komplettering av kisel till sådana grödor genom underbevattning eller bladspray har visat sig förbättra växtens uppbyggnad. Kisel har ansvarat för att öka tillväxten av olika växter genom att tillhandahålla en mekanisk styrka. Att applicera kisel har visat sig öka växtmetabolismen och öka bladens klorofyllinnehåll samt minska näringsobalans och toxicitet av metaller i växterna. Kisel förstärker växterna och gör dem mer toleranta mot miljöpåfrestningar, såsom salt, torka och frost och skyddar dem mot patogener och insekter. Sammantaget kan en tillsats av kisel till näringslösningen åt växterna ge en extra fördel för trädgårdsindustrin. . (Sonali & Byoung, 2014, s.1-4).

De positiva effekterna av kisel tillförsel har observerats i jordbruksgrödor som ris, vete, korn och så vidare och har väckt intresse även för forskning med trädgårdsgrödor. För att öka produktiviteten i trädgårdsgrödor används kiselgödselmedel redan i många länder såsom Kina, Japan, Korea och Europa. Växtaska har använts som kiselgödselmedel redan länge i många jordbruk. Tillsats av kisel till bevattningslösningen av gurka (*Cucumis sativus* L.) och rosor (*Rosa* sp.) är en metod man använt sig av i Nederländerna för att kringgå negativa effekter som kan uppstå när kisel inte är tillgängligt för växterna. Kiselkomplement till gödselblandningarna har förbättrat tillväxten och kvaliteten även på äpplen och även på kiselbehövande prydnadsväxter. Kisel har funnit sin plats inom gödselmedlen och det är ett bra alternativ att implementera till gurka, melon och sallad som odlas i bassäng eller inaktiva underlag. Växthusproduktionen ger här ett alternativ till fältproduktionen. Det är mycket välkänt att grödor som odlas i växthus oftast odlas i olika behållare eller underlag som innehåller organiska substrat såsom torv, bark och kokos eller olika kombinationer samt jordlösa kulturer, hydroponiskt eller i oorganiska underlag. I växthusförsök kan man se en minskning på fruktavkastningen och svår kloros vid frånvaro av kisel i arter såsom tomat, gurka, sojabönor och jordgubbsplantor. För att bestämma effekten av kisel för krukväxter har olika studier

gjorts med olika trädgårdsgrödor som modeller. Kiselföreningar appliceras på växterna genom att lägga till dem i näringslösningen i bevattningsvattnet eller genom bladbehandling. Rollen som kisel har till ris och andra jordbruksgrödor är mycket väl undersökt i jämförelse med kisel till trädgårdsväxter. Därför är kiselns effekt på trädgårdsväxter intressant för flera forskare nu. . (Sonali & Byoung, 2014, s.1-2).

Kisel tillskott till bevattningsnäringslösningen är avgörande för växtarter som de odlas i inaktiva substrat. De tillväxtparametrar som har undersökts på trädgårdsväxterna är planthöjd, torrsubstans, stamdiameter samt kvaliteten på blommor eller frukter. (Sonali & Byoung, 2014, s.1-2).

På tomat: *Solanum lycopersicum* tillhör familjen Solanaceae och är en viktig källa till grönsaker och frukt. Effekterna av kisel på avkastningen, näringsupptaget och frukt kvaliteten i tomatodling som odlats i slutna hydroponiska system rapporterades att kisel påverkade innehållet och ämnen såsom beta-karoten, lutein och lykopen i frukten som signifikant ökade med kisel tillskott. Kisel ökade också fruktfastheten och vitamin C i tomatfrukterna. (Sonali & Byoung, 2014, s. 3-4).

På gurka: *Cucumis sativus* är en ekonomiskt viktig gröda som tillhör familjen Cucurbitaceae. Gurka har alltid tjänat som förebild för könsbestämningsstudier och vaskulär växtbiologi. I gurka kom man till det att tillsatsen av kisel, 100 mg/l kan öka klorofyllhalten, rotaktiviteten samt att färskvikten och torrvikten påverkades i gurkplantor som odlats i en recirkulerande näringslösning med kisel. Kisel kan fungera som ett fördelaktigt inslag under förhållanden med näringsobalanser i fosfor- (P) och zink- (Zn) upptaget. (Sonali & Byoung, 2014, s. 3-4).

Kiselupptaget i trädgårdsväxter och utnyttjandet av kisel har studerats i gurka. I hydroponiska experiment med gurka (*Cucumis sativus*) blev slutsatsen att kisel upptaget var aktivt och transporten är oberoende av den yttre kiselkoncentrationen. Det konstaterades att skillnader av kiselhalten i bladen på krysantemum var relaterade till förmågan att uppta kisel. Det framgår av de olika rapporterna att förmågan för växterna att dra nytta av kiselutbudet är relaterad till upptaget av kisel i roten. Denna hypotes har väl dokumenterats i många studier med olika grödor som uppvisar olika grader av kisel upptag. Det är känt att mängden kisel som absorberas av växten är direkt relaterad till den användning som växten använder för sin tillväxt. (Sonali & Byoung, 2014, s.5).

Kisel gör växterna mer motståndskraftiga mot ett brett spektrum av abiotiska och biotiska påfrestningar. Komplettering i bevattningsvattnet med kisel har bidragit till att övervinna de skadliga effekterna av abiotisk stress och förbättrat anpassningsförmågan hos växterna för att klara en stressmiljö. En ökning av motståndet mot bladlöss har observerats med kisel. Kiseltillsats som en profylaktisk åtgärd kan minska och förebygga många patogener och därmed begränsa beroendet av svampmedel. Sålunda kommer användningen av kisel i trädgårdsproduktionen ge en säkrare livsmedelsproduktion och miljöskydd. Abiotisk stress där salthalten är en universell fara och ett direkt hot mot mark och vatten i hela världen. Man hoppas kunna utnyttja saltvattensdammar i framtiden och öka produktion av grödor. Detta har alltid varit en världsomfattande oro. Salt stress har i många studier visat sig kunna lindras genom kisel. Det har rapporterats att kisel kan lindra saltstress i växter genom att minska permeabiliteten hos plasmamembranen. (Sonali & Byoung, 2014, s. 6-8).

Enligt en Japansk studie (Jian Feng Ma, 2003) har man kommit till att även om kisel inte har ansetts som en viktig faktor för växternas tillväxt finns det fördelaktiga effekter av kisel i en mängd olika växtarter. De välgörande effekterna av kisel syns vanligen tydligare i de kiselackumulerande växterna under abiotiska och biotiska stressförhållanden. Kisel har effekt att motverka problem vid salt stress, metall toxicitet, torkstress, strålningsskada, obalans i näringsämnen, höga och låga temperaturer. Kisel är effektivt för att kontrollera olika skadedjur och sjukdomar som orsakas av svampar och bakterier i olika växtarter.

De gynnsamma effekterna kan huvudsakligen hänvisas till den höga ackumuleringen av kisel på vävnadsytan. För att få växter som skulle vara motståndskraftiga mot flera påfrestningar har en genetisk modifiering av rotens förmåga att ta upp kisel framhållits. (Jian Feng Ma, 2003).

Enligt studien har kisel rapporterats förhindra uppkomsten av mjöldagg, som orsakas av *Sphaerotheca fuliginea* i ett antal växtarter. Det har rapporterats att genom ökning av kiselkoncentrationen i bevattningslösningen så ökade kiselinnehållet i gurkplantan vilket resulterade i en minskad förekomst av mjöldagg. I jordgubbe ökade kiselinnehållet i bladen proportionellt med ökningen av kiselkoncentrationen i bevattningslösningen och förekomsten av mjöldagg minskade. Kisel brist i korn och vete leder till en dålig tillväxt och ökad mjöldaggs känslighet. Studier visar att

infektionens effektivitet samt kolonistorlek och groning av konidier minskar när gurka odlades i näringslösningar med höga koncentrationer av kisel. Vid bladbehandling med kisel har man rapporterat effektiv hämning av mjöldaggsutvecklingen på gurka och melon. (Jian Feng Ma, 2003).

Ordförklaring:

Abiotisk= icke-levande faktorer som påverkar odlingen. Till dem hör pH-värde, mängden närsalter i underlaget, temperatur, nederbörd, vind och solljus och syre/koldioxid.

Biotisk= levande faktorer som påverkar odlingen. T ex. bakterier, sporer och virus.

Konidie = förökningskropp hos organismer inom olika svampgrupper.

Enligt odlingsrådgivare Towe Backman vid Kekkila (personlig kommunikation, 25.3.2015) som förespråkar kiselanvändningen är användningen av kisel vanligare i Norge och Holland. Här i våra trakter är odlarna ännu skeptiska till användningen av kisel och borde pröva för att kunna bedöma kiselgödslingens effekt. Hon menade också att det främsta som kisel gör är att den håller tillbaka groningen och dämpar mjöldaggen. Hon menade att det inte finns någon större risk för överdosering. Det som sker vid för stor användning är att kiselkristaller tränger fram på frukterna. Det man måste iaktta vid kiselanvändning är att kisel har ett högt pH vilket leder till att det måste kompenseras med syra för att hålla ett optimalt odlings pH.

6.2 Kiselbevattning och temperaturens påverkan

Vid studien i Florida visade det sig att temperaturen påverkade på ett synergistiskt sätt med kisel. Den största effekten av temperaturen observerades vid 20° C samtidigt som gurkplantorna bevattades med en kiselkoncentration på 100 mg/liter. Vid dessa förutsättningar uppvisades en betydande minskning i antalet mjöldaggskolonier per blad. Minskning av mjöldagg med hjälp av kisel observerades också vid 25 och 30° C, men omfattningen av minskningen var betydligt bättre än när växterna hölls vid 20° C. Effekten av temperaturens påverkan på mjöldaggsreduceringen med hjälp av kisel kan förklara skillnaden i resultaten mellan de tidigare försöken i Kanada, där växthustemperaturen i genomsnitt var 20 till 25° C,

och den aktuella studien i Florida, där växthus temperaturer i genomsnitt 24 till 32° C. Den största effekten sågs på plantor som hållits vid 20° C och bevattnats med 100 mg kisel/liter. (Schuergger och Hammer, 2003; Kirchmann och Ericsson. 1987).

Vissa studier tyder på att kisel verkar genom att tillhandahålla en fysisk barriär i epidermis. Barriären förhindrar inträngningen av svamp. Gurka är en av de mest studerade arterna med avseende på kisel tillförsel via bevattning.

Flera studier har visat att tillförsel av kisel minskar svårighetsgraden av mjöldagg (*Podosphaera xanthii*) på växthus gurka. Bland tidigare rapporterade resultat av kiselns hämning på svamp utvecklingen, har fokus alltid legat på tillförsel till rötterna och endast mindre mängd information finns om blad applikationer av kisel. . (Schuergger och Hammer, 2003; Kirchmann och Ericsson. 1987).

6.3 Forskning kring bladgödsling med kisel mot mjöldagg

Följande undersökning har gjorts på gurka i Norge. Bladbehandling skulle kunna utgöra ett bra alternativ till behandling men har inte testats i tillräcklig omfattning. I den aktuella studien tillämpades två kommersiellt tillgängliga kisel (Si) baserade produkter och utvärderades enligt resultatet på deras effekt för att minska mjöldaggens utveckling i kommersiella växthus med gurkproduktion (*Cucumis sativus*). Produkterna Carbon Silpower® och Carbon Defense® sprutades på de mjöldaggsmottagliga sorterna "Euphoria" och "Jessica", en eller två gånger per vecka i två olika koncentrationer. Alla behandlingar gav en signifikant lägre utveckling av infektion av mjöldagg än de obehandlade kontrollplantorna (där endast vatten användes). Den mest effektiva behandlingen var en hög koncentration av Carbon Silpower lösningen då den appliceras två gånger per vecka. Det minskade sjukdoms utveckling med så mycket som 87 % jämfört med kontrollerna. (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

Behandlingarna gjordes så att ämnena applicerades på de övre bladytorna som en fin dimma med hjälp av en elektrisk aerosol spraybehållare (Teknoma XL 200). Växterna behandlades på grupper om tre eller fem växter som växte i samma odlingssubstrat. Varje grupp separerades genom två obehandlade buffert områden med växter för att utjämna smitt trycket. Växterna som behandlades valdes ut slumpmässigt. Eftersom

experimenten utfördes i ett storskaligt kommersiellt växthus, applicerades inte mjöldaggs sporer i växthuset. Den valda växthusanläggningen upplevdes ofta ha mögel infektioner och redan vid uppstart av båda experimenten fanns de första tecknen på naturliga infektion på växterna. (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

I båda experimenten bedömdes svårighetsgraden av mjöldaggsinfektionen och det gjordes en bedömning för varje behandlingsgrupp av tre till fem plantor på en skala från 0-5. Där betecknade man proportionerna av den infekterad blad ytan med 0, <5%, 5-10%, 10-30%, 30-50% och > 50 %. Data analyserades med variansanalys, med en beteckning för varje individuell behandlings grupp samt kontrollerna för upprepade mätningar över två eller flera datum. (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

Även med parametrisk analys av ordningsdata ökar risken för typ I fel och då kan detta tillvägagångssätt för bedömning av både huvud- och samverkande effekter med bestämd styrning samt upprepade mätningar, utforma experimenten och i många fall blir sannolikheten låg för att stödja robusta slutsatser. (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

Experiment 1: Mjöldaggs mottagliga gurksorten "Euphoria" gavs behandling som bladbehandling med den kisel-baserade produkten Carbon Silpower. Två koncentrationer av Carbon Silpower användes (lösningar med 28 mM och 56 mM Si) och en kontrollpunkt där rent vatten sprutades på bladytorna. Alla blad på varje planta sprutades och fick torka. Växter som sprayades en gång jämfördes med växter som besprutats två gånger. Sprutning utfördes på dag ett och fem (växterna som bara behandlats en gång sprutas bara på dag ett) och sjukdomsutveckling undersöktes fem och tio dagar efter den första behandlingen. (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

Resultat: Behandling på bladytan med Carbon Silpower gav en betydligt reducerad mjöldaggsinfektion på växthusgurka. Mätningar på plantorna gjordes för att bedöma infektionens svårighetsgrad på dag 5 och dag 10 efter behandlingsstart. Tio dagar efter den första behandling hade växterna som fick två behandlingar signifikant lägre mjöldaggsutveckling än växterna som endast fått en behandling per vecka. Likvärdiga jämförelser tyder på en betydande men relativt svag skillnaden mellan de två

koncentrationer som användas men det är värt att notera att infektions utvecklingen ökade under andra veckan i alla behandlingar utom i den med den högre koncentrationen av kisel som applicerats två gånger. Där det fanns en liten minskning. (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

Experiment 2: Mjöldaggsmottagliga gurkplantor av sorten "Jessica" försågs med bladbehandling av kiselbaserade produkterna Carbon Silpower och Carbon Defense. Behandlingarna startades tre veckor efter sådd. Det var dagen före de flyttades till växthuset. Två koncentrationer av varje produkt användes (lösningar med 28 mM och 56 mM Si, blandat med kranvatten) och en kontrollpunkt med enbart kranvatten. Produkterna applicerades en eller två gånger per vecka. Alla blad på varje planta sprutades och fick torka. Behandlingarna upprepades med fem plantor i varje behandlingsgrupp och totalt 15 plantor per behandling. Sjukdoms utvecklingen noterades på dag 4, 7, 10, 14 och 17 efter den första behandlingsdagen. På fjärde dagen efter inledandet av behandlingarna där växterna besprutats med koncentrationer av Carbon Defense utvecklades symptom på allvarlig bladbränna. Dessa symptom förvärras till dag sju så Carbon Defense behandlingen avbröts. Tre dagar senare hade växterna återhämtat sig och Carbon Defense behandlingen fortsatte med lite reducerade koncentrationer (16 mM och 8 mM lösningar). (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

Resultat: Alla Si behandlingar minskade avsevärt svårighetsgraden på infektionen jämfört med kontrollpunkten där enbart vatten användes och en mer frekvent sprutning minskade också signifikant infektionen. Vid likadana jämförelser för behandlingseffekter av Silpower vs. Defense (låg vs. hög koncentration) fann man inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna vid alla datum och med två sprutningar. Som i det tidigare experimentet visade en högre koncentration av Carbon Silpower att infektions utvecklingen hålls vid eller under 5 % av bladytan under de 17 dagarna som försöket pågick. Växter som besprutas med Carbon Defense vid både 28 och 56 mM Si utvecklade symptom på bladbränna tre dagar efter besprutning och dessa symptom förvärrades till dag sex vilket resulterar i beslut att applicera produkten med reducerade koncentrationer. Detta minskade symptomen på bladbrännan men kan också förklara den något högre infektionsutvecklingen i de växter som behandlats med Carbon Defense jämfört med Carbon Silpower. (Wolff & Karoliussen & Rohloff & Strimbeck, 2012, s. 355-358).

6.4 Kombinerad bevattnings- och bladbehandling med kisel

Ett försök gjordes i Kina på två olika sorters gurkasorter som skiljde sig åt i motståndskraft mot mjöldagg. Den första var Ningfeng som var mottaglig för mjöldagg och den andra sorten Jinchun var tolerant mot mjöldagg. Man ville studera effekterna av blad- och bevattningstillämpad kisel tillförsel och dess påverkan på motståndskraften mot infektioner. Målen med detta arbete var att bevisa om blad- och bevattningsapplicering av kisel deltar i en ökad motståndskraft mot infektioner av *P. xanthii* hos gurka, och ge en bättre insyn i vilken roll kisel spelar i växtbiologin vid svampangrepp. (Liang & Sun & Si & Römheld, 2005. S.678-679).

Man infekterade växterna med *P.xanthii* och märkte för det första att den toleranta sorten stod emot angreppet bättre. Med bevattning med kisel lösning fördröjdes angreppet. Den resistenta sorten hade ett konstant lägre sjukdomsutveckling än den mottagliga sorten, oavsett tillämpad infektion eller kiselbehandling. Man märkte också i denna studie att kiselförsvaret i växten upphör efter 24 timmar efter tillförseln om man upphör med tillförseln. Detta betyder att man skall tillföra kisel kontinuerligt för att kunna ha en effekt mot mjöldagg. Däremot verkar kisel kunna stärka det motstånd som finns i plantan på resistenta sorter om kisel tillförs kontinuerligt. Detta resultat tillsammans med tidigare rapporter i litteraturen visar klart och tydligt på att bladapplicerad kisel effektivt kan kontrollera infektionen mot *P xanthii* på gurka endast via den fysiska barriär som kisel åstadkommer på bladytorna. (Liang & Sun & Si & Römheld, 2005. S. 678-679).

7. Tidigare försök med kiselpreparat

Man har även tidigare varit intresserad av kisel och provat för att se om effekt kunnat uppnås. Det som var problemet tidigare enligt Christensson H. (1990) och odlingsrådgivare Lundström, (personlig kommunikation 11.6.2015) inom växthusbranschen var att kiselgödselmedlen inte var så bra utvecklade och de var inte så lösliga i bevattningsvattnet. Det ledde till att de täppte till droppslangarna och problem med bevattningen uppstod. Detta problem gjorde att man inte ville använda sig av kisel för att slippa problemet med bevattningen. Försök i Naaldwijk i Nederländerna 1989 visade att upptaget var dåligt och det hänvisades då till att partiklarna var för stora för växterna att ta upp. Senare prövades olika

kiselföreningar av vilket vissa skadade plantorna. Av dessa framkom att kalisilikat var bäst för plantorna, påverkade mjöldaggen bäst samt ökade skörden. (Christensson, 1990). Under åren har kiselgödselmedlen förbättrats och idag finns fungerande flytande gödselmedel för bevattning och besprutning. Vid förfrågan om erfarenheter av kiselbevattning av Kaisa Haga som är rådgivare vid ProAgria, Österbottens svenska lantbrukssällskap (personlig kommunikation 20.10.2015) uppgav hon att inga av hennes kunder använde sig av kisel mot mjöldagg i dagsläget. Erfarenheten är att det prövades på 1990 talet men att effekterna inte var så tydliga och att man då hade problem med doseringen samt att gödselblandarna inte var så avancerade så problem uppstod.

8. Eget odlingsförsök

8.1 Material och metoder

Utöver litteraturstudierna gjorde jag ett eget försök i min egen gurkodling under odlingssäsongen 2015. Jag odlar gurka med lång säsong vilket innebär två kulturer(omgångar med plantor) under 7 månader. Planteringen skedde i vecka 10 den 2 Mars. Sorten som planterades var Rijk Zwaans sort Mystica som inte har någon resistens mot mjöldagg. Samma sort odlades året innan och hade då med en visuell uppskattning 80 %:ig täckning av mjöldagg vid byte av kultur. Det innebar att alla blad hade 80 % täckning av mjöldagg. Själva odlingen skedde under samma förutsättningar vad gällde bevattning, näringslösning och temperaturen i huset. Vad som däremot inte gick att påverka var väderförhållandet och det var mera mulet under maj-juni än under tidigare år vilket betyder att det inte var lika många torra soldagar som året innan. Fuktigheten i huset hölls mera konstant under försöksårets maj och juni när man kunde justera med värmen. Detta kan bidra till mindre utveckling av mjöldagg.

Mjöldaggsproblem har funnits i huset i ganska stor omfattning under tidigare år så man kan räkna med ett visst infektionstryck. Genast efter planteringen inleddes kiselbevattning. Kisel tillfördes ur ett separat kärl till gödselblandaren. Kiseln som tillfördes var 1 dl/1000 liter vatten. Kiseln tillfördes kontinuerligt under hela säsongen. Rekommendationer och innehåll i bilaga 1. I juni ökade dosen till 2 dl/1000 liter vatten för att följa rekommendationen. Bevattningen per planta varierade efter

vädret och plantans behov vilket följs med via avrinningen. Den optimala avrinningen borde ligga på 10 % av bevattningen. Kekkilä, via Towe Backman sponsorerade en kanister med 25l kisellösning. Efteråt hade jag ett annat märke men sammansättningen var den samma.

8.2 Resultat

Vid planteringen i vecka 10 fanns inga tecken på mjöldagg (blid 1) och ingen mjöldagg observerades under hela vårvintern. De första fläckarna kom i mitten av maj, vilket är väldigt sent i detta hus. Normalt brukar mjöldagg utvecklas i april. Utvecklingen gick mycket långsamt och de första fläckarna fick inte någon större tillväxt utan mattades ut. Detta att de mattas ut hänvisar jag nog till en effekt av kisel eftersom detta inte har hänt tidigare med mjöldagg i det aktuella huset.



Bild 1 Nyplanterade plantor utan mjöldagg. Foto: Annica Svartgrund

Under juni kom dock nya angrepp av mjöldagg (bild 2) och vädret var ovanligt kallt mulet och fuktigt vilket också påverkade klimatet inne i växthuset. När det blir långa perioder med mulet väder blir plantorna svagare och mera mottagliga för angrepp. Fuktigheten utifrån kommer också i viss mån in vid luftning. Angreppen denna gång spred sig snabbare och på betydligt större områden.



Bild 2 Angrepp av mjöldagg börjar visa sig som små vita fläckar. Belägningsprocenten rörde sig kring 2% Foto: Annica Svartgrund



Bild 3 Mjöldaggsangrepp 22.6.2015. Belägningsprocenten på de angripna bladen är ca 80%. Foto: Annica Svartgrund

Men som man kan se på bilden (bild 3) är det inte helt aktivt, utan börjar skifta i en gråare nyans. Så var också fallet och mjöldaggen mattades åter ut av sig själv innan bytet av plantor inleddes.



Bild 4 Plantorna innan bytet. Foto: Annica Svartgrund

Vid byte av plantor (blid 4) uppskattade jag att mjöldaggsangreppen fanns på ca 10 % av bladen (mot 80 % förra året) och att det var på de äldre bladen det fanns infektion, inte på de yngre. Beläggingsprocenten på de angripna bladen var ca 80 %. Vid bytet av kultur ersattes Mystica med en annan sort från Rijk Zwaan nämligen Galibier. Denna sort har medelresistens mot mjöldagg. Sorten blev jag rekommenderad av Rijk Zwaans rådgivare Leif Andersson (personlig kommunikation 6.5.2015). De nya plantorna planterades 4.7.2015. Kiselbevattningen fortsattes med 2 dl/1000 liter vatten.



Bild 5 Nya plantor av märket "Galibier". Foto: Annica Svartgrund

Den andra omgången av plantor (bild 5) brukar vara extra utsatt för mjöldagg eftersom ingen tvätt sker mellan planteringarna och bytet sker på några dagar från att gamla åker ut tills de nya är in. På det viset är infektionstrycket högt för andra omgången och jag brukar välja en sort som har någon form av resistens mot mjöldagg. På andra omgången upptäcktes mjöldagg efter 4 veckor (bild 6)



Bild 6 Mjöldaggsväxt 4 veckor efter plantering. Foto Annica Svartgrund



Bild 7-8 : 6 veckor efter plantering. Beläggingsprocenten på de angripna bladen är ca 30-40 %. Foto: A. Svartgrund

Efter 6 veckor (bild 7-8) kunde man med en visuell bedömning se att mjöldaggen spridit sig lite men att tillväxten samtidigt avtagit och ebbat ut. Mjöldaggsangreppen blev gråaktiga till utseendet och försvann. Kvar lämnade en ljusare grön fläck på bladet. Så fortsatte utvecklingen under de kommande veckorna. Tolv veckor (bild 9) efter planteringen började mjöldaggen lämna kvar lite mer men spridningen var ytterst långsam men mjöldaggen mattades inte helt ut mera.



Bild 9 Vecka 12. Beläggingsprocenten ca 50-60 %. Foto: A. Svartgrund



Bild 10: 13 veckor. 80 % täckning men utmattad och inaktiv mjöldagg. Fota A. Svartgrund

Vid utkastningen var plantorna 13 veckor (bild 10) och mjöldaggen såg ut som på bild nr 10.

I min egen försöksodling med kiselbevattning under hela säsongen kunde jag observera följande:

När man jämförde första plantomgången år 2015 mot första plantomgången 2014 när det odlades samma sort under samma förutsättningar förutom kiselgödslingen kan man nog efter en visuell bedömning säga att 2015 var mjöldaggsangreppen ca 80 % färre och dessutom mindre aggressiva.

Vid andra omgången plantor skilde sig plantsorten mot året innan men mjöldaggsresistensen var samma (medel) som på sorten som odlades 2014.

På båda kulturerna kunde man beakta att när mjöldaggsangreppen började, mattades de ut av sig själva och mer eller mindre försvann. Senare började tillväxten lämna kvar men spridningen var otroligt långsam mot tidigare år och angreppen stannade av tidvis.

10. Diskussion

För det första måste man förstå är mjöldaggs livscykel innan man startar odlingen och den tilltänkta bekämpningen mot den. Mjöldaggen övervintrar i husen i form av konidier och infektionstrycket finns i huset redan från start. De bara väntar på att få de rätta förhållandena. Konidierna kan gro i relativt torra förhållanden eftersom de innehåller vätska själva, men kräver 15-25 grader, precis som det är i växthuset när odlingen är i gång. (Davis & Gubler & Koike 2008; Forsberg och Pettersson, 1995).

När konidierna grott på de gröna bladen bildas sporer som de sedan sprids med. Mjöldaggs svamparna kan bara leva på levande, gröna blad där de suger näring med sina sugorgan ur cellerna. Viktigt att känna till är att det finns flera olika arter och att de inte kan infektera alla växter utan varje art har sin värdväxt. Det innebär alltså att det som växer utanför växthuset inte nödvändigtvis behöver göra skada inuti växthuset. Mjöldaggen skadar plantorna och reducerar skörden samt kvalitén på frukterna så de ekonomiska aspekterna är viktiga. (Davis & Gubler & Koike 2008; Forsberg och Pettersson, 1995; Newman och Pottorff, 1999).

Kisel är ett grundämne men betraktas inte som ett viktigt ämne för växterna. Det har vissa positiva egenskaper i växten vilket ger bättre förutsättningar i bekämpningen av mjöldagg. Det stabiliserar växtvävnaden, lägger sig i cellvävnaden och kan på det sättet öka motståndskraften hos växterna mot svampangrepp då det bildar en skyddande mur mellan cellerna. Kisel anses också öka fotosyntesen. (Hanson, Y.1992; Nationalencyklopedin, 2015. Kisel).

När man tittar närmare på forskning som har gjorts med att använda kisel mot mjöldagg har de flesta en positiv effekt av kisel mot mjöldaggsangrepp. Forskningen visar att de plantor som fått kisel tillskott antingen som blad- eller bevattningsgödsling har fått angreppen senare och angreppen har blivit lindrigare. På försöken gjorda med kisel i bevattningsvattnet visade det sig både i Florida, Kina och

Norge att mjöldaggsangreppen minskade. Det visade också att kisel hämmade utvecklingen av mjöldagg. I Kina framkom också att tillförseln måste vara kontinuerlig för att det ska ha en effekt mot mjöldagg. (Schuergger och Hammer, 2003; Kirchman och Eriksson, 1987; Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005; Liang & Sun & Si & Römnheld, 2005, s. 678-679).

Detta kunde jag också konstatera i min egen undersökning. Angreppen kom senare och var betydligt lindrigare med kisel tillförsel via bevattningsvattnet än de tidigare åren utan kiselbehandling. För att få ett mer trovärdigt och bättre resultat i det egna försöket borde man göra försöket under flera år och med referensområden i växthuset, samt att andra prövar kisel under liknande förhållanden så man kan jämföra.

Något man kan iaktta är att det enligt forskningarna krävs ganska stora mängder kisel innan man får riktigt bra effekt. Här i Finland följer vi tillverkarens råd för att inte orsaka skador på plantorna. Vi använder oss av max 20 mg/l och det blir det när man tillsätter 2 dl (15,4mg/l) kisel i 1000 l bevattningsvattnet och vattnet i sig innehåller normalt ca 5 mg kisel/l (Bilaga 1: Kekkilä kisellösning). I försöken i Florida och Norge användes upp till över 200 mg/l. (Ringsevjen & Moen & Gislerød 2005; Schuergger och Hammer, 2003; Kirchman och Eriksson, 1987).

Även temperaturen i växthusen är något man ska ta fasta på vid behandling av mjöldagg. När temperaturen i odlingen hålls kring 20 grader har man uppmätt den största minskningen av mjöldaggskolonier per blad när man samtidigt tillfört 100 mg kisel per liter med bevattningsvattnet. Vid 25 grader var minskningen inte lika stor. I odlingar med angrepp av mjöldagg kan man då tänka på att inte hålla för höga temperaturer. (; Schuergger och Hammer, 2003; Kirchman och Eriksson, 1987).

Försök med bladbehandlingar med kisel har gjorts i Norge och Kina och visar på att för höga koncentrationer kan skada bladen så att de får bladbränna. Det framkom också att eventuellt klimatet påverkar skadebilden, t.ex. stark sol. Med lägre doser av kisel reduceras mjöldaggsangreppen om det tillförs ofta. (Wolff & Karoliussen & Rohold & Strimbeck, 2012, s. 355-358; Liang & Sun & Si & Römnheld, 2005, s. 678-679).

Man kan nog av litteraturstudien och det egna försöket dra slutsatsen att kisel förhindrar mjöldaggsutvecklingen på gurkväxter i viss mån och fördröjer

infektionsstarten. Med kombinationer med bevattnings- och bladgödsel torde man få den bästa effekten enligt försök som gjorts. (Liang & Sun & Si & Römheld, 2005. S. 678-679).

Kisel har också en påverkan mot andra svampsjukdomar. Att kisel kan tillhandahålla en mekanisk styrka hos vissa växter är positiva resultat som framkom i en studie som gjordes i Korea och Japan. Att kisel dessutom även har effekt på att motverka problem vid salt stress, metall toxicitet, torkstress, strålningsskada, obalans i näringsämnen, höga och låga temperaturer är en extra bonus för trädgårdsbranschen. Kisel har även visat sig stärka den resistens som finns färdigt i plantan och därmed får man en ännu motståndskraftigare planta. Brist på kisel leder däremot till minskad fruktavkastning och svår kloros. (Liang & Sun & Si & Römheld, 2005, s. 678-679, Sonali & Byoung, 2014, s.1-4; Jian Feng Ma, 2003).

Syftet med arbetet var att studera om kisel kan ha positiva effekter på växten och om kisel kan motverka mjöldagg vilket nog kan konstateras enligt de forskningar som har studerats. Kisel har effekt mot mjöldagg men koncentrationerna borde ännu studeras för att hitta optimal mängd som ger optimal effekt mot mjöldagg här i Finland. Vi har något låg rekommendation för att få en effektiv effekt om man ser på koncentrationerna som användes i studierna. Kombinationen med bevattnings- och bladgödning med kisel verkar vara den effektivaste behandlingen mot mjöldagg. Något som kan tilläggas är att skribenten med stöd av studien inte tror att det går att bekämpa eller förhindra förekomsten av mjöldagg helt och hållet med hjälp av enbart kisel utan det är mera ett sätt att hämma, bromsa och fördröja utvecklingen av mjöldagg.

Jag som rådgivare kan nog rekommendera kisel i bevattningsvattnet som ett led i bekämpningen mot mjöldagg i kombination med god odlingshygien, tvättning och desinficering av växthusen mellan säsongerna samt val av plantsorter med resistens. Att det dessutom har andra positiva effekter på plantorna och odlingen är ju ingen nackdel. Med de rekommenderade doserna ses inte några nackdelar eller skador.

Ekonomiskt sett ger jag här inga exakta priser på kisellösning eftersom det exakta priset varierar mellan olika tillverkare av kiselpreparat och återförsäljare. Priset varierar också enligt vilken mängd som tas där leveranskostnaderna blir inräknade, vilka blir mindre vid större beställningar.

Men varje odlare kan räkna ut vilken mängd de behöver enligt hur många plantor de har och sedan kontakta sin återförsäljare för kostnadsförslag.

Mängden som går åt av kisel är följande: Rekommendationen är max 2 dl/1000 liter bevattningsvatten. Varje gurkplanta behöver i medeltal 3 liter vatten varje dag under hela säsongen (enligt egen odling, ej belysning). Odlingstiden är oftast 10 veckor per kultur vilket blir 70 dagar.

$$0,2 \text{ l}/1000 \text{ l} = 0,0002 \text{ l}$$

$$70 \text{ dagar} \times 3 \text{ l} = 210 \text{ liter vatten/planta}$$

$$210 \text{ l} \times 0,0002 \text{ l} = 0,042 \text{ l} = 0,42 \text{ dl}$$

Varje planta behöver enligt uträkningen 0,4 dl kisel under en kultur. Kostnaderna varierar enligt mängden man beställer. Större mängd per beställning ger mindre leveranskostnader. (Clima Controll, personlig kommunikation 24.4.2015). Inga tydliga tecken på ökade skördar med kiselgödsling förekommer i studierna men inte heller mindre. Det här är något man skulle kunna studera vidare.

Vid fortsatta försök här i Finland borde man nog göra ett försök med högre koncentration av kisel för att kunna säga hur effekten av det verkar och eventuella biverkningar. Kombinationen med blad- och bevattningsgödsel samtidigt borde också testas och det har kanske störst påverkan mot mjöldaggen enligt forskning.

Källförteckning

- Andersson, G. 2003. *Klimatberoende hos gurkmjöldagg i växthuskulturer*. Alnarp: Avhandling för hortonomexamen. Sveriges Lantbruksuniversitet.
http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/ex_arb_hortprogr/EHP03-01/EHP03-01.PDF
 (Hämtat 26.7.2015)
- Berner, 2015. *Bekämpning av växtsjukdomar*.
<http://kasvinsuojelu.berner.fi/sv/produkter/kasvitautilien-torjunta/fungazil-sl-100>
 (Hämtat 13.10.2015)
- Christensson, H. 1990. *Gurka - mer om silikateffekter på avkastningen*. SLU: Konsulentavd./trädgård.
http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/fakta_tradgard/FTG0749/FTG0749.HTM
 (Hämtat 16.8.2015)
- Davis, R.M; Gubler, W.D; Koike, S.T. 2008. *Powdery Mildew on Vegetables*. Produced by University of California Statewide IPM Program.
<http://www.ipm.ucdavis.edu/PDF/PESTNOTES/pnpowderymildewvegetables.pdf>
 (Hämtat 5.8.2015)
- Den virtuella floran, 1998. *Gurkväxter*.
<http://linnaeus.nrm.se/flora/di/cucurbita/welcome.html> (Hämtat 31.10.2015)
- Sonali, J ;Byoung, R.J.2014. *The Most Under-appreciated Element in Horticultural Crops*. Academic Journals Inc,4,(1)
<http://www.scialert.net/qredirect.php?doi=thr.2014.1.19&linkid=pdf> (Hämtat 10.9.2015)
- Forsberg, A.S.; Pettersson M.L.1995. *Mjöldagg*. Alnarp: SLU Faktablad om växtskydd. Trädgård.
http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/faktablad_tradgard/FVT063/FVT063.HTM
 (Hämtat 2.9.2015)
- Hanson, Y. 1992. *Kisel som växtvårdsmedel*. SLU. Försöks- och utvecklingsenheten för fritidsodling.
http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/forsoksresul_fritidsodl/FFF03/FFF03.HTM
 (Hämtat 15.8.2015)
- Kirchmann, H.; Ericsson, J. 1987. Kisel i mark och gröda. SLU. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet*, 385. u.o
http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/aktuellt_fr_slu/ALU358/ALU358.HTM (Hämtat 14.8.2015)
- Jian Feng Ma, 2003. *Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses*.

Faculty of Agriculture, Kagawa University, Ikenobe 2393, Miki-cho, Kita-gun, Kagawa, 761-0795 Japan. Soil Science and Plant Nutrition. Volume 50,(1)

<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00380768.2004.10408447> (Hämtat 11.9.2015)

Liang, Y.C; Sun, W.C; Si, J; Römheld,V. 2005. *Effects of foliar- and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in Cucumis sativus.*

Blackwell Publishing, Ltd. Plant Pathology. Volume 54,(5).

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3059.2005.01246.x/full> (Hämtat 8.8.2015)

Luke. 2015. *Trädgårdsstatistik 2014.* <http://stat.luke.fi/sv/tradgardsstatistik>

(Hämtat 27.8.2015)

Molén, S.A. 2008. *Ekologisk odling av växthusgurka.* Jönköping: Jordbruksverket

http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/P9_9.pdf

(Hämtat 30.7.2015)

Nationalencyklopedin, 2015. *Gurka.*

<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/gurka> (Hämtat

14.10.2015)

Nationalencyklopedin, 2015. *Kisel.*

<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kisel> (Hämtat

27.8.2015)

Nationalencyklopedin, 2015. *Kolgruppen.*

<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kolgruppen> (Hämtat

1.11.2015)

Newman, S.; Pottorff L.P. 1999. *Powdery Mildews* . Colorado State University

<http://www.ext.colostate.edu/pubs/garden/02902.pdf> (Hämtat 30.8.2015)

Nilsson L., Åhman G. 1991. *Kompendium i växtpatologi - Sjukdomar hos*

trädgårdsväxterna. SLU: Institutionen för växt- och skogsskydd. u.o

http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/utan_serietitel_slu/UST91-1/UST91-1A.HTM

(Hämtat 14.8.2015)

Oy K Hultholm Ab, 2015. *Statistik*

Pérez-García, A; Romero, D; Fernandez-Ortuno, D; Francisco, L-P; De vicente, A;

Torés, J. 2008. *The powdery mildew fungus Podosphaera fusca (synonym Podosphaera xanthii), a constant threat to cucurbits.* Malaga, Spain: Blackwell Publishing Ltd.

Molecular Plant Pathology. Volume 10, (2)

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1364-3703.2008.00527.x/full> (Hämtat

21.9.2015)

Rent inhemskt, u.å. *Växthusodling* . <http://www.rentinhemsk.fi/?id=8> (Hämtat

12.8.2015)

Ringsevjen, F; Moen, M; Gislerød, H.R. 2005. *Silicium mot meldugg i agurk*. Norge:Gartneryrket 2006

Schuerger, A.C. ; Hammer, W. 2003. *Suppression of Powdery Mildew on Greenhouse-Grown Cucumber by Addition of Silicon to Hydroponic Nutrient Solution Is Inhibited at High Temperature* . Published by The American Phytopathological Society,(87) ,2. <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.2003.87.2.177> (Hämtat 19.7.2015)

Vasa Grönsaker, 2015. *Statistik*

Wolff, S.A ; Karoliussen, I ; Rohloff, J ; Strimbeck, R. , 2012. *Foliar applications of silicon fertilisers inhibit powdery mildew development in greenhouse cucumber*. Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology. Helsingfors: Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol.10 (1), Januari 2012.http://world-food.net/download/journals/2012-issue_1/a30.pdf (Hämtat 13.8.2015)

Tabellförteckning:

Tabell 1: Sammansättning på näringslösning med olika kiselstyrkor och ledningstal som användes vid norskt försök med bevattningsgödsel med kisel mot mjöldagg..... 16

Bilaga 1

Innehållsförteckning Kekkilä kisellösning

KEKKILÄ KISELLÖSNING

Kekkilä Kisellösning används till kiselgödsling av växthus- och frilandsväxter. Kisel stärker bladens yttre cellager och minskar risken för angrepp av växtsjukdomar. Kisel ökar mängden av klorofyllkorn och förbättrar skörden.

BRUKSANVISNINGAR

Man måste ha egen stamlösningsbehållare för Kisellösning. I samma stamlösning med andra gödsel och syror, förändrar sig kisel till olösliga föreningar. För att kompensera höjningen av pH, måste man använda 25-30 % salpetersyra av Kisellösningens styrka. Kisellösningens pH är 10-11.

Kekkilä Kisellösning rekommenderas att användas på vintern och våren med en koncentration av 0,1 promille, vilket betyder 1 dl Kisellösning till 1000 liter vatten. På sommaren och hösten rekommenderas en dosering av 0,2 promille, vilket betyder 2 dl Kisellösning till 1000 liter vatten.

Omskakas före användning.

Kisellösning bör hanteras med gummihandskar på händerna och med syddglasögon.

Sköljs från huden med rent vatten.

VARUDEKLARATION

Kisellösning
kisel (Si) 7,7 %
Egenskaper lösning
Bruksändamål för kiselgödsling av växthus- och frilandsväxter, endast för gödslingsändamål
Förvaring svalt, i skydd för ljus och köld, utom räckhåll för barn

CONTENTS

Silicon fertilizer
Silicon (Si) 7,7 %
Formulation liquid
Application for Silicon fertilizing of plants, for fertilizing purposes only
Storage store in a cool place, protect from light, keep away from children