



Bevattningsvattnets kvalitet i orkidéodling

The quality of irrigation water in orchid cultivation

Frida Svensson

Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Trädgårdsingenjörsprogrammet - odling

Alnarp 2021

Bevattningsvattnets kvalitet i orkidéodling

The quality of irrigation water in orchid cultivation

Frida Svensson

Handledare: Karl-Johan Bergstrand, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Anna Karin Rosberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0844

Program/utbildning: Trädgårdsingenjörsprogrammet - odling

Kursansvarig inst.: Institutionen biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2021

Nyckelord: Orchidaceae, vattenkvalitet, pH, omvänd osmos, bevattning, regnvatten

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgård- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Tropiska orkidéer har odlats i mer än 2000 år och alltsedan det första exemplaret fördes med upptäcktsresande till Europa så har intresset för växten exploderat/vuxit explosionsartat. Idag är det en av de vanligast förekommande på våra fönsterbrädor. I denna studie har bevattningsvattnets kvalitet studerats och legat i fokus i syftet om att finna de bästa förutsättningarna för optimal tillväxt. Den information som behandlas i arbetet baseras på litteratur, framförallt från forskning samt rapporter från olika institutioner och myndigheter. Resultatet av studien pekar på att vattenkvalitetens betydelse för orkidéer liksom andra växters utveckling är svårt att isolera från övriga faktorerers inverkan. Att bevattningsvattnets kvalitet har betydelse står dock klart.

Nyckelord: Orchidaceae, näringsstillgänglighet, pH, omvänd osmos, regnvatten

Abstract

Tropical orchids have been cultivated for more than 2000 years and since the first specimen was brought on expeditions to Europe, interest in the plant has exploded. Today it is one of the most common plant on our windowsills. In this study, the quality of irrigation water has been examined and set in focus in order to find the best conditions for optimal growth. The information in the study is based on literature, primarily from research and reports from various institutions and authorities. The results of the study indicate that the importance of water quality for orchids, as well as the development of other plants, is difficult to isolate from the impact of other factors. It is clear, however, that the quality of irrigation water is important.

Keywords: Orchidaceae, nutrient availability, pH, reverse osmosis, rainwater

Innehållsförteckning

| | |
|---|-----------|
| Figurförteckning | 7 |
| 1. Inledning | 9 |
| 1.1. Bakgrund | 9 |
| 1.2. Syfte | 9 |
| 1.3. Frågeställning | 9 |
| 1.4. Avgränsning | 10 |
| 2. Material och metod | 11 |
| 2.1. Litteraturstudier | 11 |
| 3. Resultat | 12 |
| 3.1. Orchidaceae | 12 |
| 3.1.1. Biologi | 13 |
| 3.1.2. Odling | 14 |
| 3.2. Vattenkvalitet | 17 |
| 3.2.1. pH ur odlingssynpunkt | 19 |
| 3.2.2. Faktorer som påverkar pH..... | 21 |
| 3.3. Strategier för att justera pH i bevattningsvatten..... | 23 |
| 3.3.1. Omvänd osmos | 23 |
| 3.3.2. Kemiska preparat | 24 |
| 3.3.3. Regnvatten | 24 |
| 4. Diskussion | 25 |
| 5. Referenser | 30 |

Figurförteckning

| | |
|--|----|
| Figur 1. <i>Phragmipedium 'Sedenii'</i> i orkidéhusen på Göteborgs botaniska trädgård. Foto: Frida Svensson. | 12 |
| Figur 2. Monopodiant (till vänster) och sympodiant (till höger) växtsätt. Foto: Frida Svensson. | 14 |
| Figur 3. Näringsämnenas tillgänglighet vid olika pH. (CoolKoon 2018) (CC BY 4.0). | 20 |

1. Inledning

1.1. Bakgrund

Vattnets pH-värde och kvalitet har betydelse för mineraler och näringsämnenas löslighet. Vid för högt eller för lågt värde blir vissa ämnen otillgängliga, vilket gör det särskilt viktigt att ha i åtanke när man arbetar med bevattning av växter. Beroende på ursprungsmiljö och anpassningar har olika växter olika krav på pH. *Orchidaceae* är exempel på växtfamilj där merparten av arterna är särskilt anpassade för surare miljöer. På Göteborgs botaniska trädgård, där Sveriges största orkidésamling drivs, har man under senare tid noterat en försämrad tillväxt. Man misstänker att detta har med vattenkvaliteten att göra, då pH uppmätts till höga nivåer just här. Man ämnar nu därför utöka kunskaperna kring just pH och faktorer relaterat till pH, vilket inspirerat till detta arbete.

1.2. Syfte

Syftet med arbetet är att djupdyka i ämnet, ta reda på hur bevattningsvattnets kvalitet och pH påverkar orkidéer och deras tillväxt samt undersöka om och hur man kan justera pH-värde för att förbättra odlingsförutsättningar.

1.3. Frågeställning

- Vilka strategier finns det för att påverka bevattningsvattnets pH-värde?
- Vilka övriga faktorer påverkar pH-värdet i orkidéodling?
- Vilka parametrar påverkar pH-värdets stabilitet?

1.4. Avgränsning

Då vattenkvalitet är ett brett begrepp som kan innefatta ett stort antal parametrar har en viss gränsdragning varit nödvändig. I det här arbetet behandlas framförallt parametern pH, men även vattnets hårdhet, alkalinitet och elektrisk konduktivitet.

2. Material och metod

Detta arbete är en ren litteraturstudie.

2.1. Litteraturstudier

Denna litteraturstudie har gjorts genom sökningar i följande databaser: Web of Science, Scopus, Google Scholar och SLU-bibliotekets egen söktjänst Primo. Sökord som har använts är Orchidaceae, pH, vattenkvalitet, bevattning, omvänd osmos, men framförallt kombinationer av engelska begrepp såsom water quality, nutrient uptake, orchid industry, irrigation och reverse osmosis. Referenslistor i lästa artiklar har även visat vägar till ny och användbar information. En del av materialet har hämtats från olika webbsidor, kollegors bokhyllor och från facklitteratur lånat via Folkbiblioteken i Göteborg.

3. Resultat



Figur 1. Phragmipedium 'Sedenii' i orkidéhusen på Göteborgs botaniska trädgård. Foto: Frida Svensson.

3.1. Orchidaceae

Med över 28 000 kända arter är orkidéfamiljen, Orchidaceae, utan tvekan den största och mest spridda av gömfröiga växtfamiljer (Chase et al. 2017). Enligt Rittershausen och Rittershausen (2001) tros orkidén ha uppstått under kritaperioden på Pangea i ett område som motsvarar dagens Malaysia. När urkontinenten sedan bröts upp följde orkidéerna med och spred sig på så sätt över världen.

Det finns många teorier om varför just orkidéer väckt så stort intresse hos oss människor, en av dem är dess zygomorfa blomstruktur som påminner oss om formen av ett ansikte (Chase et al. 2017). Andra attraheras av kombinationen av färg, form och inte minst doft. Alla orkidéer faller dock inte inom ramen för det som traditionellt sett anses som vackert eller väldoftande - bland några av de mest

spännande arterna finns orkidéer som stinker ruttet kött och som växer på de mest ograciösa sätt.

3.1.1. Biologi

Orchidaceae är idag indelat i fem underfamiljer, Apostasiodeae, Vanilloideae, Cypridioideae, Epidendroideae och Orchidoideae (Chase et al. 2017). Förr betraktades dessa underfamiljer som separata familjer av vissa botanister, detta då de ansågs skilja sig såpass mycket åt. Det enda karaktärsdraget de alla egentligen delar är det sätt som dess embryo utvecklas, vilket är utifrån en liten rund cellstruktur som kallas protocorm. I detta tidiga utvecklingsstadium saknar orkidén rötter och blad och därmed även förmågan att på egen hand fotosyntetisera och ta upp näring. Den måste därför bli infekterad av en svamp som kan förse den med socker och mineraler. I början av livet kan orkidéns beteende liknas vid en parasit, men så småningom utvecklar den sina egna blad och rötter så att den på egen hand kan fotosyntetisera och tillgodose sina behov. Först i ett senare skede kan utbytet mellan svamp och orkidé anses vara till fördel för båda parter. När orkidén genom fotosyntes producerar socker delar den med sig av detta till svampen som i sin tur har en bättre upptagningsförmåga av det mineral som den ger i retur.

Ett orkidéfrö bär tack vare samarbetet med svampmycel inte på någon överskottsvikt (Chase et al. 2017). I teorin borde det ge goda förutsättningar för att kunna färdas långt, men i praktiken innebär bristen på energireserver även en ökad risk för uttorkning. Därför har de flesta orkidéarter, trots att familjen lyckats erövra alla kontinenter utom Antarktis, en väldigt begränsad utbredning.

Enligt Schiff (2018) räknades antalet orkidéarter år 2017 till 28 000, en siffra som ökar varje år allteftersom fler upptäcks. Ungefär hälften av dessa arter är så kallade epifyter, av det totala antalet orkidéer utgör de drygt 70% och återfinns främst i Mexiko, Central- och Sydamerika, Asien och Stillahavsöarna. Epifyter växer på träd, där klamrar de sig fast med hjälp av sina rötter. Vatten och näring tar de upp från luften och från det som sipprar ner utmed trädets grenar.

Som Rittershausen och Rittershausen (2001) beskriver har de flesta epifytiska orkidéer ett sympodialt växtsätt (se Figur 2). Detta innebär att de bildar nya skott nere vid den gamla bulbens bas och på så sätt förflyttar sig i sidled säsong för säsong. Bulberna är uppsvällda stamdelar som fungerar som lagringsorgan. När äldre bulber slutat producera egna blad och rötter fortsätter de ändå att spela en viktig roll då de förser nya bulber med sina energireserver.

Terrestra, det vill säga marklevande, orkidéer växer istället upprätt med ett monopodialt växtsätt (se Figur 2) där de nya skotten alltid växer ovanpå de gamla skotten (Rittershausen & Rittershausen 2001). Enligt Schiff (2018) förekommer de marklevande orkidéerna i allt från luftiga och sandiga habitat till rena sumpmarker. De återfinns på högre breddgrader både här i Europa samt i Nordamerika men även söderut i Australien och Nya Zeeland.



Figur 2. Monopodiant (till vänster) och sympodiant (till höger) växtsätt. Foto: Frida Svensson.

Till sist finns det en grupp orkidéer som är så kallade litofyter, som först och främst växer på stenar i tropiskt klimat (Schiff 2018). Rötterna tränger sig ner i sprickor och tar på så sätt grepp i stenens grova yta. Somliga litofytarter förekommer dock som epifyter och terrestra orkidéer på samma sätt som vissa arter av de senare kan fungera som litofyter.

Orkidéer kräver liksom andra växter viss tillgång till alla de essentiella näringsämnena. Eftersom de framförallt växer som epifyter har de dock varit tvungna att utveckla speciella mekanismer som gör det möjligt för dem att tillgodogöra sig dessa (Biswas et al. 2021). Från luften tar de upp kol, väte och syre och från regnvatten tar de upp kväve. Resterande av de essentiella näringsämnena får de vanligtvis från organiskt material och fågelspillning som fastnat i sprickor utmed trädets bark. Tillgången på vatten och näring varierar över året och är av förklarliga skäl som bäst under regnperioden. En av de viktiga mekanismer som orkidén utvecklat för att klara av dessa oregelbundna förhållanden är dess speciella rotvävnad som kallas velamen. Den består av ett svampaktigt lager av döda celler som kan absorbera både vatten och näring mycket snabbt. Inom loppet av sekunder har de porösa rötterna tagit upp stora mängder näringsrikt vatten, som de sedan kan hålla i flera timmar.

3.1.2. Odling

Orkidéodling i historien

I öst har epifytiska orkidéer odlats i över 2000 år, framförallt i Kina, men för västvärlden var de i princip okända fram till 1800-talets början (Rittershausen &

Rittershausen 2001). Den första tropiska orkidén som blommade i Europa kom hit via brittiska sjökaptener som samlat på sig vackra ting under sina upptäcktsfärder i Sydamerika och Sydostasien. Intresset för denna vackra blomma spred sig och snart anställdes så kallade plantjägare för att samla in dessa dyrbarheter.

I Wilma och Brian Rittershausens bok (2001), som själva är välkända orkidéodlare av andra generationen, kan man läsa om "Orkidékungen" Fredrick Sander. Han var en av de första och främsta orkidéodlarna i England under 1800-talet och även en av dem som anställde dessa plantjägare. 1860 startade han sin verksamhet i samarbete med Benedict Roezl som stod för själva insamlandet. Drygt 30 år senare ägde Sander flertalet plantskolor varav den mest imponerande låg i St Albans. Den bestod av 60 stora drivhus som invändigt efterliknade orkidéernas naturliga miljöer, hade en egen järnväg och tog emot stora mängder besökare, däribland kungligheter. Intresset för orkidéer bokstavligen blomstrade. Nackdelen med den ökande populariteten och auktionspriserna är att trots att endast en liten del av det insamlade materialet överlevde resan till Europa, fortsatte den hätska jakten som kom att få ödesdigra konsekvenser. Hänsynslöst skördades hela bestånd och idag har man ingen aning om hur många arter som slogs ut under dessa år.

Efterhand spred sig odlingarna till Tyskland, Danmark, Belgien och till sist över Atlanten (Rittershausen & Rittershausen 2001). Det dröjde dock innan orkidén tog sig in i var mans hem. Först på 1960-talet revolutionerades orkidéindustrin då en professor vid Parisuniversitetet upptäckte att man genom meristemförökning kunde massproducera orkidéer från en enda klon. Detta blev startskottet för en miljonproduktion av standardiserade orkidéer.

Nutida odling

Arter som i naturen växer på platser med extrema förhållanden förekommer sällan i odling, detta eftersom de genererar för liten utdelning i förhållande till de många krav som ställs på odlaren (Rittershausen & Rittershausen 2001). Istället fokuseras vanligtvis odlandet på arter och hybrider som utlovar både vackert utseende och som lämpar sig för rumsodling. Utefter deras naturliga växtmiljö kan de sedan delas in i tre olika kategorier; kallhusorkidéer, svalhusorkidéer samt varmhusorkidéer. Kallhusorkidéer avser orkidéer som i naturen växer på hög höjd, däribland släkten såsom *Cymbidium*, *Odontoglossum* och vissa *Dendrobium*. Till svalhuskategorin hör bland annat cattleyor (*Cattleya*) och venus skor (*Paphiopedilum*) och till de varmväxande räknas det populära släktet *Phalaenopsis*.

Idag är det återigen åt öst vi ska rikta blickarna för att hitta de främsta odlingarna av tropiska orkidéer. I Sverige ser vi oftast orkidéer i kruka, men här odlas och säljs de för många olika ändamål; som snittblommor, krukväxter, amplar, medicinalväxter etc. (Chandra De et al. 2014). På den internationella marknaden för snittblommor ligger orkidén på sjätte plats av de mest sålda. Hew och Hong (2004) menar att det finns tre avgörande faktorer till att de sydostasiatiska länderna

är ledande inom orkidéindustrin. Den första är det tropiska klimatet som ger utmärkta förutsättningar för storskalig orkidéodling till låga produktionskostnader. Den andra är att man tagit tillvara på denna fördel och således satsat stora pengar på att utveckla och förfinna tekniken, vilket medfört en hög produktivitet och produktkvalitet. Som tredje faktor räknar man in ländernas goda förmåga att distribuera och marknadsföra sin produkt (Hew & Yong 2004). Ytterligare en faktor, och kanske den mest grundläggande, är det faktum att en stor del av alla tropiska orkidéer faktiskt härstammar från dessa områden (Chandra De et al. 2014).

I två studier som undersöker optimala odlings- och förökningsförhållanden hos släktet *Dendrobium* anses pH 5,6 respektive 5,7 ge de bästa resultaten för förökning och tillväxt (Li et al. 2011; Lin et al. 2020). Dessa specifika värden har dock tagits fram för just förökning av orkidéer. Chandra De på National Research Centre for Orchids i Indien ger i boken "Commercial Orchids" det mer generella rådet att de flesta orkidéer föredrar att vattnas med vatten med pH 5,0-6,5 (Chandra De et al. 2014). Vidare beskrivs orkidéer som livskraftiga och relativt lättodlade. De odlingsmedium som används mest frekvent är olika sorters bark, kokoschips, kokostorv, sphagnummossa, ormbunksfibrer, sågspån och perlit, ofta i en blandning om 2–3 av dessa material.

De flesta orkidéer kan anses särskilt känsliga för övervattning (Chandra De et al. 2014). Vid sol och höga temperaturer är dock en frekvent vattningsregim nödvändig och framförallt en hög luftfuktighet. Goda hjälpmedel i odling av orkidéer är därför tillgång till någon typ av dyssystem eller dimmaskin. Även öppna bassänger med stående vatten under odlingsborden är vanliga verktyg för att kunna säkerställa en god luftfuktighet. Hur stort vattenbehovet är beror på faktorer som luftfuktighet, odlingsmedium, typ av kruka, krukstorlek, årstid samt typ av orkidé. Vid låga temperaturer sänks exempelvis kravet på luftfuktighet, då är det istället kritiskt att substrat och rötter har möjlighet att torka upp relativt snabbt. Annars finns risk för svamp- och bakterietillväxt.

För att kunna styra tillväxt och blomning anses även bevattningsvattnets kvalitet vara av vikt (Chandra De et al. 2014). Vattnet bör vara fritt från kemisk och annan synlig förorening. Just för släktet *Phalaenopsis* rekommenderas exempelvis att alltför skadliga ämnen såsom natrium, klor och bikarbonat bör undvikas i bevattningsvattnet. Saknas tillgång på vatten av god kvalitet kan avjoniserat vatten användas som ersättning. Regnvatten anses dock vara bäst för att orkidéer.

Vad gäller odlingsförhållanden kräver orkidéerna ett särskilt klimat, men näringsmässigt har de liknande behov som andra växter (Hew & Yong 2004). Det kan emellertid ta betydligt längre tid innan eventuella näringsbrister ger sig till känna, ibland flera månader. Detta tros vara relaterat till orkidéns förmåga att förflytta mineraler från äldre växtdelar och lagringsorgan till nya växtdelar. Förmågan har i sin tur att göra med epifyternas ursprungsmiljö där tillgången på näring vanligtvis är både knapp och oberäknelig.

Arter och hybrider

Att hybrider uppstår naturligt i naturen är enligt Rittershausen och Rittershausen (2001) relativt sällsynt, kraven för att detta ska lyckas är många. Besläktade arter behöver först och främst växa i närheten av varandra, sedan krävs även att de har gemensam pollinerare. Om en korspollinering och en naturlig hybrid trots allt skulle uppstå är troligheten att denna ska kunna fortplanta sig mycket liten. Att som odlare medvetet lyckas med hybridisering av orkidéer har däremot visat sig desto mer lyckosamt. Genom att korsa två olika arter har man fått fram hybrider av första generation, samt vid vidare förädling flersläktshybrider. Hybridiseringen av orkidéer har på detta sätt blivit mer omfattande än för någon annan växtfamilj och varje år registreras nya hybrider. Resultatet är orkidéer strikt anpassade efter människans samtida preferenser i färg och storlek.

3.2. Vattenkvalitet

Vattenkvalitet kan ses som ett slags samlingsbegrepp för olika parametrar som klassificerar ett vattens egenskaper och status. För att ge en fullständig beskrivning av ett vattens kvalitet bör så många parametrar som möjligt ingå i undersökningen (Sveriges geologiska undersökning 2013). Av praktiska och ekonomiska skäl kan en sådan undersökning dock vara svår att genomföra och därför anpassas ofta antalet parametrar till vad som anses viktigt för den specifika undersökningen. Ändamålet för undersökningen är också avgörande då riktvärden för vatten skiljer sig åt, exempelvis finns det skillnader i kvalitetsmål vad gäller grundvatten jämfört med yt- eller dricksvatten. Grundvatten kan bedömas ur aspekten att det ska användas som råvatten för dricksvatten, men också efter hur dess kvalitet påverkar omgivningens växt- och djurliv eller markstabilitet. (VA SYD 2021)

Vattnets kvalitet bedöms utifrån mikrobiologiska, kemiska och fysikaliska parametrar, varav i detta arbete främst kemiska och fysikaliska omnämns. Störst fokus har lagts åt parametern pH.

pH

Begreppet pH beskriver hur sur eller basisk en lösning är, där p är en matematisk symbol och H står för vätejoner (Pilström et al. 2007). Skalan sträcker sig från ungefär -1 till 15 men vanligtvis anges endast värden mellan 0 och 14. En neutral lösning, såsom rent vatten, har pH-värdet 7. En sur lösning innehåller högre koncentration vätejoner än rent vatten och har ett pH lägre än 7. Motsatsen, som är en basisk lösning, har istället ett överskott på hydroxidjoner och därmed ett pH högre än 7. Skalan är omvänt logaritmisk, vilket innebär att lösningen är 10 gånger

surare för varje steg man går nedåt på pH-skalan (Stendahl 2020). När det talas om markens pH-värde så är det egentligen pH-värdet i markvätskan som åsyftas.

Pilström et al. (2007) beskriver hur en lösnings pH alltså beror på antalet väte- och hydroxidjoner, men att den förstnämnda i själva verket är för liten för att kunna existera fritt för sig själv. Därför talar man ofta förenklat om vätejonen, H^+ , även om den så gott som alltid fångas upp av en vattenmolekyl och bildar en oxoniumjon, H_3O^+ .

Alkalinitet

Värdet för vattens alkalinitet anges i milligram vätekarbonat (HCO_3^-) per liter vatten och kan variera stort beroende på var man hämtar vattnet. Christensen et al. (2010) beskriver hur vatten från en borrhälsbrunn i Skåne kan visa över 300 mg/l medan det på andra platser kan innehålla mindre än 50 mg/l. Regn- och sjövattnet kan exempelvis ha en mycket låg alkalinitet och för att användas i odling kan det krävas särskilda åtgärder.

När en syra eller bas tillsätts till en vattenlösning ser vätekarbonatet till att hålla pH relativt stabilt, det fungerar alltså som en buffert. En lösning med låg alkalinitet påverkas kraftigt då en syra tillsätts, medan en lösning med högre alkalinitet inte påverkas lika mycket. Det är då vätekarbonatet som buffrar genom att omvandla syran till koldioxid och vatten (Christensen et al. 2010).

Vattnets hårdhet

Om vatten klassas som hårt eller mjukt beror på hur mycket kalcium- och magnesiumjoner det innehåller (VA SYD 2021). Hårdhetsgraden benämns i $^{\circ}dH$, tyska hårdhetsgrader, där 1 $^{\circ}dH$ motsvarar 10 mg kalciumoxid (CaO) per liter vatten. På hårdhetsskalan klassas vattnet som mjukt på nivåer upp till 5 $^{\circ}dH$, 5–10 $^{\circ}dH$ räknas som medelhårt, 10–21 $^{\circ}dH$ som hårt och nivåer över det som mycket hårt.

Enligt VA SYD (2021) anses mjukt vatten ur miljösynpunkt vara bättre än hårt. Mjukt vatten innebär mindre kalkutfällningar och det löser inte heller ut lika mycket koppar från vattenledningarna. Alltför mjukt vatten kan dock innebära att ledningarna istället rostar.

Elektrisk konduktivitet

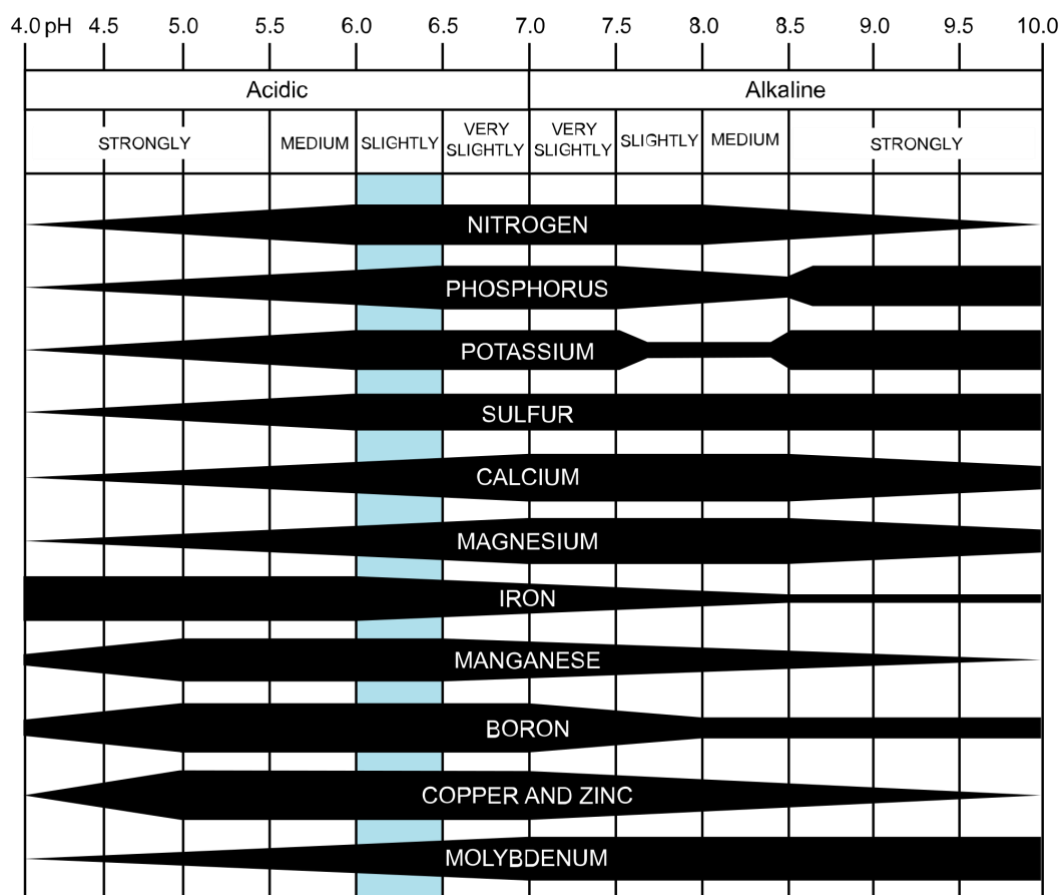
EC är ett mått på konduktiviteten, det vill säga den elektriska ledningsförmågan, i en vattenlösning. Hög konduktivitet innebär att lösningen har ett högt innehåll av lösta joner (salter) och leder elektricitet bättre än ett vatten med låg konduktivitet (Sveriges lantbruksuniversitet 2017). Kemiskt är konduktiviteten viktig eftersom den avgör hur olika ämnen kan uppträda i lösningen. Biologiskt är den också viktig då alla vattenorganismer är starkt beroende halten lösta joner som påverkar både osmos och saltbalansen i det omgivande vattnet (Drakare & Sonesten 2019).

I en artikel för Sveriges vattenmiljö skriver Drakare & Sonesten (2019) att de lösta jonerna ursprungligen kommer från den omgivande marken. Hög konduktivitet är i naturen ofta en indikation på lättvittrade jordar medan ett lågt mått vanligtvis innebär att omgivningen består av svårvittrad och näringsfattig mark. Konduktiviteten anges mS/m, tusendels Siemens per meter. För perspektiv kan nämnas att vatten i källsjöar i fjällen kan värdet understiga 1 mS/m, vilket är väldigt lågt, medan vatten från jordbruksmarker kan hålla nivåer som 30–35 mS/m. Vätern och Göta älvs vatten har en konduktivitet på cirka 8 mS/m.

3.2.1. pH ur odlingssynpunkt

Hew och Hong (2004) beskriver hur pH har en stark korrelation till orkidéns näringsupptag. För att behålla den interna balansen mellan positiva och negativa laddningar, måste växten utsöndra joner för att kompensera för de joner som den tagit upp. Vid upptag av ammoniumjoner (NH_4^+) utsöndras därför protoner som sänker pH i den omgivande lösningen. Detta registreras alltså som en försurning, medan ett upptag av exempelvis nitratjoner (NO_3^-) leder till att OH^- utsöndras och att pH i sin tur höjs (Hew & Yong 2004). Under sin livstid går en växt igenom olika stadium och tillväxtfaser vilket påverkar dess näringsbehov och i förlängningen även pH. Mer om detta under rubriken 3.2.2.

Som tidigare nämnts trivs de flesta arter vi odlar idag inom spannet pH 5,5–6,5, då de flesta mineraler finns tillgängliga att ta upp (se Figur 3). pH spelar då en stor roll eftersom det avgör huruvida den frigjorda näringen ska förbli växttillgänglig eller inte (Båth 2008). Höga pH-värden kan orsaka fastläggning vilket resulterar i att växten inte kan tillgodogöra sig näring i den takt som den behöver. Medan låga pH-värden framförallt minskar tillgängligheten av molybden och fosfor, så innebär höga pH (>6) försämrad tillgänglighet av samtliga mikronäringsämnen samt fosfor.



Figur 3. Näringsämnenas tillgänglighet vid olika pH. (CoolKoon 2018) [\(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Risker med för högt pH

I ett häfte från Jordbruksverket (Magnusson 2015) nämns några av de risker som högt pH kan föra med sig. Med ett stigande pH ökar risken för brist av näringsämnen som järn, mangan, bor, zink, koppar och nickel. Problemet har dessutom visat sig mer omfattande på jordar som kalkats än på sådana som har ett högt pH naturligt. Redan vid värden över pH 6,0 kan det även finnas risk att tillgängligheten av svavel och kalium försämras, vilket leder till brist och utlakning. Även fosfor blir mindre tillgängligt med högre pH, eftersom den form som fosfor oftast tas upp i övergår i en annan form som gör den betydligt svårare för växterna att ta upp.

Risker med för lågt pH

Det finns även anledningar till att undvika för låga pH-värden, oftast under 5, då vissa ämnen löper risk att ackumuleras så pass att det skadar växterna. Loeffler och Amos (2021) nämner typiska symptom på toxicitet; långsam och nedsatt tillväxt, kloros och deformationer hos blad och blomknoppar. Enligt Magnusson (2015) verkar dock dessa skador framförallt förekomma vid användning av handelsgödsel.

Vid lågt pH anses istället organiska gödselmedel lämpa sig bäst, dels då de oftast innehåller mikronäringsämnen i en form som växterna kan ta upp, dels då organiska syror ökar tillgängligheten av ämnen som redan finns i jorden.

I en studie som publicerades 2013 (Zhao et al. 2013) undersöktes huruvida pH-värdet i bevattningsvattnet hade någon påverkan på tillväxt och blomning hos luktpion, *Paeonia lactiflora*. Försöket utformades på så sätt att kontrollgruppen vattnades med neutralt vatten (pH 7,0) och en grupp vardera med pH 4,0 respektive pH 10,0. Morfologiska parametrar såsom planthöjd, bladantal, bladarea och kronvidd studerades. På samtliga parametrar kunde man se en tydlig påverkan, med en tydlig minskning jämfört med kontrollgruppen. Det enda undantaget var antalet blad som visade sig ge liknande utfall i samtliga grupper.

3.2.2. Faktorer som påverkar pH

Ett kontinuerligt och likvärdigt upptag av negativa respektive positiva joner skulle innebära att pH inte direkt förändras (Hjelm 2017). Som tidigare nämnts går dock växter igenom olika tillväxtfaser som styr deras näringsbehov, som i sin tur leder till skiftningar i pH. Under sin vegetativa fas konsumerar till exempel växten en stor mängd kväve i nitratform (NO_3^-). Upptaget av denna negativt laddade jon leder till att hydroxidjoner (OH^-) avges till markvätskan och att pH går upp. Hjelm (2017, 2019) beskriver hur behovet av kväve över tid minskar, när tiden för fruktsättning närmar sig ökar istället behovet av kalium som tas upp i form av kaliumkarbonat, även kallat pottaska. När detta sker ger växten ifrån sig positiva oxoniumjoner och pH sjunker återigen.

Övertid hävdar Hjelm (2019) att man generellt sett kan räkna med en nedgång av pH i lösningen som omger växten. Detta beror dels på ökat upptag av katjoner men även av att rötterna efter en tid börjar ge ifrån sig koldioxid som i kontakt med vatten bildar kolsyra. Även Ögren (2019) tar upp det faktum att rötter och mikroorganismer kan utsöndra syror som sänker pH i jorden. Däremot påpekar hon att det i ekologiska växthusodlingar är relativt vanligt med höga pH-värden i jorden. Värdet har då stigit till följd av att växtrester och organiska gödselmedel som tillsätts i jorden redan har ett högt pH-värde på 7,5–9,0. En annan bidragande orsak tros vara att bevattningsvattnet ofta har ett högt pH. Båth (2008) påtalar också problemet med högt jord-pH i ekologiska växthusodlingar och de svårigheter som uppstår då det saknas organiska gödselmedel med tillräckligt kraftig försurande verkan. Som alternativ ges då mineraliskt svavel och okalkad torv som jordförbättringsmedel då det har en viss pH-sänkande effekt.

Val av gödselmedel

Wang och Chang (2017) sammanfattar i en artikel hur olika former av kväve påverkar substratets pH på olika sätt. I gödselmedel kommer kvävet i form av nitrat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+) och urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$], i kompletta gödselmedel

förekommer både två och tre av dessa former tillsammans. När urea kommer i kontakt med ett odlingsmedium konverterar det genast till ammoniumjonen (NH_4^+). När denna sedan omvandlas till nitrat (NO_3^-), frigörs vätejoner (H^+) som sänker pH-värdet i odlingsmediet. Om rötterna hos en *Phalaenopsis* dessutom tar upp en del av ammoniumkvävet avges också vätejoner. Gödselmedel med en stor mängd ammoniumkväve (urea alternativt ammonium) betraktas därför som försurande. Nitratgödsel verkar istället basiskt då upptaget av NO_3^- leder till att negativa hydroxidjoner sätts ut och neutraliserar existerande protoner i den omgivande substratslösningen.

Det finns dock studier som visar på att i fall där *Phalaenopsis* odlas, är artens rötter i sig den största faktorn till att pH sänks i substratet, mer om det nedan.

Odlingssubstrat

I naturen har jordens pH en enorm inverkan på jordens biologiska, fysiska och kemiska processer och förhållanden (Neina 2019). Dessa processer och förhållanden är i sin tur det som påverkar tillväxt och avkastning i form av biomassa. Enligt det amerikanska orkidésällskapet (American Orchid Society 2019) krävs det därför ett odlingsmedium med snabb dränering men som samtidigt kan hålla mycket fukt. Exempel på sådana är inerta substrat alternativt mixar baserade på torv eller bark.

Olika substrat kan ha olika pH och vid en studie där man jämfört två vanliga orkidés substrat, sphagnumtorvmossa och pinjebark, kunde man även se en skillnad i buffertkapacitet (Pancerz & Altland 2020). Sphagnumen visade sig ha en sämre buffringsförmåga då syror tillsattes i lösningen, men desto bättre förmåga att stabilisera pH mot baser. Pinjebarkens buffertkapacitet agerade istället något bättre mot syror, men sämre mot baser. Partikelstorleken på substratet visade sig också spela roll för buffertkapaciteten, då pinjebarken förlorade sin kapacitet i takt med att storleken på barkbitarna blev mindre. Sphagnumtorvmossans kapacitet var emellertid inte lika storleksberoende.

Rotens påverkan på närmiljön

Chang, en av författarna till artikeln om gödselmedel som nämns ovan, deltog i en studie (Yen et al. 2011) där man undersökte försurningsprocessen i sphagnumsubstrat under odling av orkidén *Phalaenopsis*. Då upptäckte man vid mätningar att i enbart sphagnummossa steg pH över tid, oavsett om den gödslades eller ej. Om en *Phalaenopsis* däremot placerades och odlades i mossan så sjönk pH-värdet. I samtliga fall där orkidén odlats i mossan kunde man även se en signifikant pH-sänkning i början av experimentets tredje vecka. Vid samma tidpunkt kunde man observera ny rottillväxt, varvid man kunde se ett samband mellan detta och substratsförsurningen.

Att rötter påverkar sin närmiljö konstateras i boken Vår mat (Fogelfors 2015). Genom att utsöndra organiska syror och sänka pH närmast rotytan, förbättras lösligheten och därmed tillgängligheten av näringsämnen. Syrorerna kan även fungera som kelat, vilket betyder att de genom att binda katjoner kan frigöra exempelvis fosfat ur ett katjon-fosfatkomplex. Rhizosfären och alla de mikroorganismer som ingår i mikrofloran spelar en avgörande roll i tillgången på näring. De processer som sker här kan verka både positivt och negativt för växten. Nedbrytning, mineralisering, fosforfrigörelse och mykorrhiza bidrar genom att förbättra näringstillgången medan bildande av giftiga ämnen, frigörande av tungmetaller och dentrifikation är processer som verkar negativt för växtens utveckling.

3.3. Strategier för att justera pH i bevattningsvatten

3.3.1. Omvänd osmos

Osmos är en fysisk process helt utan kemikalier som förekommer överallt i naturen. Principen går ut på att vätska med låg saltkoncentration alltid försöker blandas med vätskor med högre koncentration, och för att göra detta tränger den igenom ett semipermeabelt membran (Evert & Eichhorn 2012). Det är skillnaden i saltkoncentration som skapar det osmotiska trycket och som pressar vätskan genom membranet tills dess att saltkoncentrationen i de båda vätskorna är densamma.

Omvänd osmos, eller reverse osmosis (RO) som det heter på engelska, är en filtreringsteknik som används för flouridreducering och avsaltning av vatten (Nordström 2005). Denna metod går ut på att med stort tryck leda vatten genom ett tunt membran med mikroskopiska porer som, i princip, enbart släpper igenom vattenmolekyler. Det rena dricksvatten som man får ut kan dock innehålla en viss mängd mikroorganismer som kunnat passera och som måste oskadliggöras. Detta görs vanligtvis med ultraviolettt ljus. Då det avsaltade vattnet saknar ämnen såsom kalcium så är vattnet extremt mjukt vilket kan leda till korrosions- och (i de fall det ska användas som dricksvatten) hälsoproblem.

Enligt företaget Milmedtek AB (2020) som inriktar sig på biotech och forskning är vattenrenare med omvänd osmos ett effektivare och i längden billigare alternativ än destillator. Vattenrening med omvänd osmos förbrukar cirka 2,5 gånger mindre vatten och 95% mindre energi än motsvarande anordningar för elektrodestillation. Per liter producerat renvatten går det för omvänd osmos åt 3–4 liter och knappt någon ström alls, jämfört med 12–15 liter och 0,75 kWh vid destillering.

3.3.2. Kemiska preparat

När det kommer till pH i bevattningsvattnet så är enligt Niels Holmenlund (2020) det vanligaste problemet att råvattnet har ett för högt pH-värde. Han är specialist på näringsbevattning på växtnäringsföretaget Yara och bekräftar att ett optimalt pH för de flesta växter ligger på 5,5–6,5, medan råvatten ofta mäter mellan 6,5 och 8. För att sänka pH ska då syra tillsättas. Syrabehovet avgörs av mängden vätekarbonater (HCO_3^-) som finns i råvattnet, det vill säga hur alkaliniteten ser ut. Som exempel anges att för att säkerställa ett pH på 5,5 så bör det utgående gödselvattnet innehålla 30–40 ppm. Om råvattnet då har ett vätekarbonatsinnehåll om 250 ppm så måste cirka 210 ppm neutraliseras med en syra. Ofta används salpetersyra för att sänka nivåerna men vid särskilt högt innehåll över 130 ppm rekommenderas att använda fosforsyra.

Om man har ett vatten med låg alkalinitet som utgångspunkt, såsom regnvatten eller vatten från omvänd osmos, bör det behandlas annorlunda än vatten med hög alkalinitet (Holmenlund 2020). Det rekommenderas då att öka pH i den utgående näringslösningen genom att justera gödselgivan, förslagsvis med hjälp av kaliumbikarbonat. Christensen et al. (2010) delar meningen om att pH bör höjas genom att justera gödselgivan, men föreslår istället monokaliumfosfat eftersom det tillför både fosfor och kalium utan att öka kväveupptaget.

3.3.3. Regnvatten

Regnvatten kan se olika ut beroende var man mäter men generellt är det svagt surt. Havs- och vattenmyndigheten (2019) meddelar att utan försurning skulle nederbörden i Sverige ha ett ungefärligt pH på runt 5,3–5,5. Nedfallet av försurande svavel har visserligen minskat med cirka 80 % de senaste 25 åren, trots det ligger pH i stora delar av landet inom spannet 4,6–4,8. Värden under 5,6 betraktas som surt regn.

Som Christensen et al. (2010) tar upp kan regnvatten ha en mycket låg alkalinitet som kräver särskilda åtgärder. En låg alkalinitet betyder mindre buffert vilket i sin tur kan innebära hastiga svängningar i pH, något som helst bör undvikas.

Ett annat problem med regnvatten är alla de partiklar som det kan föra med sig in i odlingen. Ko et al. (2005) berättar hur man kommit till rätta med problemet med ormbunksogräs i orkidéodlingar på Hawaii. Där hade sporer från *Nephrolepis exaltata*, spjutbräken, följt med regnvattnet in i odlingen och slagit fäste i odlingssubstratet. Ogräset kom snabbt att bli ett stort problem i orkidéodlingen och behövde lösas. Genom att installera ett filtersystem för regnvattnet kunde man eliminera 99 % av sporererna. Först filterades regnvattnet genom ett rostfritt filter med porstorlek 130 μm , därefter genom 50 och 1 μm filter gjort av polyester. Metoden ansågs vara ett mycket enkelt och billigt tillvägagångssätt för att minska problemen med ormbunksogräs.

4. Diskussion

Som resultat av den här litteraturstudien har skribenten fått en större inblick i växtfamiljen Orchidaceae, dess biologi och tillväxtmöjligheter under olika förhållanden. Studiens syfte har varit att undersöka hur bevattningsvattnets kvalitet påverkar tillväxt och utveckling i odling av denna växtfamilj.

Då vattenkvalitet och pH är ett komplext ämne som påverkas av många faktorer, kan det vara svårt att dra exakta slutsatser kring vad som höjt eller sänkt pH, eller om det ens är pH-värdet som är problemet. Långsam tillväxt, kloros, nekros eller andra symptom som indikerar att orkidén inte trivs i sin aktuella miljö kan bero på helt andra orsaker. För mycket eller för lite ljus, för hög eller för låg luftfuktighet, temperatur eller skadedjur är bara några av de faktorer som på ett eller annat sätt stressar orkidéer.

Hur stor påverkan skiftningar i pH har kan även det vara svårt att avgöra. Mindre skiftningar kan av flera anledningar troligtvis gå relativt omärkt förbi. Dels sträcker sig spannet för vad som anses optimalt för orkidéer ända från pH 5 till pH 6,5. Dels är inte optimala förhållanden samma sak som vad som faktiskt är fullt godtagbara förhållanden för växten. Utöver detta medverkar orkidéers biologi till att eventuella näringsbrister ofta göra sig synliga först en lång tid ifrån att de uppstår. Vad som står klart är dock att extrema nivåer av pH till högsta grad bör undvikas. Denna tes understryks inte minst av studien från 2013 där luktpioner bevattnas med vatten av olika surhetsgrad (Zhao et al. 2013). Utfallet kan tyckas självklart, men för någon som inte är insatt i pH och dess betydelse för växters utveckling så visar studien på ett tydligt sätt hur få steg på pH-skalan kan göra enorm skillnad. Ytterligare paralleller kan dras mellan näringsämnenas tillgänglighet och det faktum att kontrollgruppen i denna studie fick den största tillväxten. Trots att pH 4 kan tyckas ligga nästintill lika nära det optimala spannet på 5,5–6,5 som kontrollgruppen (pH 7), så är det ur växtsynpunkt alldeles för surt. Slutligen svarar denna studie inte minst på en av de stora frågorna i detta arbete - huruvida bevattningsvattnets kvalitet spelar roll för tillväxten. Det gör den.

Vattenkvalitet som begrepp innefattar en rad olika parametrar som alla berör och påverkar varandra. I det här arbetet behandlas som tidigare nämnt kemisk-fysikalska parametrar som pH, alkalinitet och hårdhet. Vad som inte berörts i detta arbete men som hade kunnat vara intressant att utforska i eventuella vidare studier är de mikrobiologiska parametrarna och dess inverkan på tillväxt.

Vidare har det, ända sedan början på det här projektet, funnits tankar kring att utföra en experimentell studie för att närmre undersöka förutsättningar och utvecklingsmöjligheter på just Göteborgs botaniska trädgård. Aspekter såsom begränsad tid, oersättligt växtmaterial och rådande pandemi har dock stått i vägen för vad som fått anses vara möjligt inom ramen för detta kandidatarbete.

Under arbetets gång har frågan uppkommit kring bevattningsvattnets roll i det spektra som utgör det totala odlingsförhållandet. Slutsatsen som kan dras är att bevattningsvattnets kvalitet i hög grad påverkar tillväxten hos orkidéer, såväl som hos andra växter, men att det endast utgör en av många faktorer som spelar in på den miljö som omger växtens rötter. Förhållandet i den så kallade rhizosfären har direkta konsekvenser för växtens möjligheter till vatten- och näringsupptag. Därför kan antas att förutom bevattningsvatten så spelar även faktorer som substrat, gödselmedel och mikroliv in då även de påverkar förhållandet kring rötterna.

Vidare finns det anledning att diskutera hur substratet i sin tur påverkas av orkidéns rötter, specifikt vid odling av epifyter. Dess särskilda struktur och uppbyggnad påtalas i flera studier (Trépanier et al. 2009; Zotz & Winkler 2013; Joca et al. 2017; Roth-Nebelsick et al. 2017) men i fråga om pH är det till synes få som påvisar något direkt samband mellan just orkidérötter och pH i det omgivande substratet. Det som återfinns i detta arbete är den experimentella studie som utfördes av Yen et al. (2011) där de kunnat se en stark indikation på att substratets pH sjönk just till följd av rottillväxt. I den studien var det visserligen specifikt odling av epifyter som studerades, men sänkningen av pH skulle eventuellt kunna härledas till rottillväxt generellt. Enligt Fogelfors (2015) utsöndras nämligen organiska syror för att sänka pH närmast rotytan eftersom det förbättrar tillgängligheten av näringsämnen.

Att bibehålla ett någorlunda stabilt pH i rotzonen kan med tanke på alla faktorer som nämnts i detta arbete framstå som nästintill omöjligt. Från de litteratursökningar som gjorts går det dock att utforma vissa teorier om hur man kan undvika skarpa skiftningar i surhetsgrad. Att kontinuerligt utföra tester kan vara ett sätt att förhindra oförutsedda olyckor. Vattenkvaliteten på råvattnet är viktig att utvärdera, men det är även av vikt att skapa sig en medvetenhet om hur det påverkas av gödselmedel och substrat. Tester för pH och ledningstal är relativt vanligt förekommande inom odling, men under det här arbetets gång har det framkommit att en minst lika viktig parameter att hålla koll på är alkaliniteten. Utan buffertkapacitet i vattnet kan ingrepp såsom tillsättning av syra eller bas få förödande konsekvenser.

Här kan även diskuteras skillnaden i hur förutsättningarna ser ut i ekologisk odling jämfört med konventionell. I ekologisk odling är man förpassad till att använda sig av organiska gödselmedel vari det finns betydligt färre valmöjligheter. Blodmjöl som nämns av Ögren (2019) som ett alternativ för pH-sänkning, kan

egentligen inte rekommenderas mer än kortsiktigt då pH i markvätskan höjs igen så snart som plantan tagit upp kvävet ur mjölet. Eftersom det är betydligt lättare att höja pH än att sänka pH är det, särskilt inom ekologisk odling, viktigt att inte kalka jord i onödan.

För att se till att pH inte stiger för mycket över tid är det en bra idé att ta prover regelbundet. Holmenlund (2020) nämner dock att även om man lyckats justera pH i utgående lösning till korrekt och stabil nivå så kan pH i växtsubstratet komma att avvika såväl uppåt som nedåt. Mikrobiologisk aktivitet, luftens inverkan och, som tidigare nämnts, växtens upptag av positiva och negativa joner gör detta oundvikligt. Om pH i substratslösningen ökar rekommenderas inte att tillsätta ytterligare syra till utgående vatten utan istället att justera kvävegivan. Denna rekommendation kan antas ha att göra med det faktum att om ytterligare syra tillsätts så kommer troligtvis samtliga vätekarbonater att neutraliseras och buffertkapaciteten gå förlorad. Ökas istället mängden ammoniumkväve (NH_4^+) i gödselmedlet så sänks pH automatiskt då plantan reagerar med att avge sura vätejoner.

Ytterligare sätt att minska risker för extrema skiftningar kan vara att använda sig av en balanserad näring som till exempel innehåller kväve i form av både positiva (nitrat) och negativa joner (ammonium). Hjelm (2019) påtalar även skillnaden i hur snabbt mineraler tas upp i hydroponisk odling jämfört med odling i jord, vilket kan härledas till det faktum att humus och mikroorganismer har en stabiliserande effekt på pH. Detta kan anses tala för odling i organiskt substrat framför odling direkt i vatten eller oorganiskt substrat.

Då det framkommer av litteraturen att högt pH är ett mer vanligt förekommande problem inom odlingen än lågt pH så presenteras i resultatet olika strategier för att främst sänka pH i bevattningsvattnet. I den här studien behandlas omvänd osmos, kemiska substanser och regnvatten som möjliga alternativ. Sådär i efterhand hade det varit intressant att studera ytterligare tekniker och strategier, samt göra ett djupare dyk in i orkidébranschen för att undersöka vilka tekniker som används runt om på världens orkidéodlingar idag. Då detta varit en ren litteraturstudie och information som detta har visat sig svåråtkomlig på detta sätt, rekommenderas därför att i vidare forskning på ämnet bör vidgas utanför litteraturen. Att söka kontakt med branschen och människor inom den skulle kunna vara ett framgångsrikt sätt att finna ny kunskap och nya tekniker, särskilt eftersom just trädgårdsmästarkunskap har en tendens att gå från generation till generation utan att någonsin skrivas ned på papper.

Att använda sig av regnvatten till bevattning av orkidéer är ett sätt att få ett bättre utgångsläge, enligt Fitch (2004) ska det till och med vara optimalt. Det råder dock meningsskiljaktigheter i fråga om regnvattens pH, i litteraturen (Fitch 2004; Havs- och vattenmyndigheten 2019; Here But Not 2019) förekommer värden mellan alltifrån pH 4,6 och 7,0, varav det lägsta värdet är inhämtat från Havs- och

vattenmyndigheten och kan antas vara det som stämmer bäst överens med de nederbördsförhållanden som återfinns i Sverige. 4,6 i pH kan förmodas vara väl lågt och inte alls särskilt gynnsamt för odling av växter, inte ens för orkidéer. Regnvatten har vanligtvis även låg alkalinitet vilket i kombination med lågt pH gör det särskilt opålitligt som bevattningsvatten. Som alternativ skulle kunna vara att blanda ut det insamlade regnvattnet med kommunalt för att få ett mer tillfredsställande vatten. Regnvatten har generellt ett lägre pH än det kommunala dricksvattnet, som i Göteborg ligger på cirka 8,0 (Göteborgs Stad 2020). I fall där detta är aktuellt bör dock hänsyn tas till andra eventuellt förekommande försurande faktorer, exempelvis gödselmedel eller substrat innehållande torv eller sphagnummossa (Loeffler & Amos 2021). Att omvänd osmos och att samla in regnvatten får anses som mer omfattande och komplicerade åtgärder än användandet av syra för att förändra vattenkvaliteten står klart. Hur teknikerna står sig kostnadsmässigt i förhållande till effektivitet och om investeringen kan anses ekonomiskt försvarbar beror i mångt och mycket på i vilket sammanhang den ska användas. I jämförelsen mellan omvänd osmos och destillering som tas upp i resultatet, framstår rening med omvänd osmos som ett bättre alternativ. Dessa uppgifter behandlar dock vattenrening i laboratoriesammanhang. Att omvänd osmos används inom odling är sedan tidigare till viss del känt, men det bör vidare undersökas huruvida destillering är ett lämpligt alternativ i ett sådant avseende.

Det nationella trädgårdsmöte som omnämns i början av arbetet, var en stor anledning till att just omvänd osmos behandlas i denna studie. Tekniken används vanligtvis för avsaltning av vatten, exempelvis i områden där sötvatten är en bristvara, men det klargjordes under detta möte att man på flertalet botaniska trädgårdar i Sverige använde sig av denna teknik för att ur odlingssynpunkt få ett bevattningsvatten med bättre kvalitet. Det framkom dock att den på vissa håll ansågs dyr och att maskiner inte skulle komma att ersättas när de gått sönder, så det tål att spekuleras i om det är en teknik som kan anses rimlig i dessa odlingssammanhang. Ytterligare anledning till att teknikens lämplighet, åtminstone för storskalig odling, bör ifrågasättas är det faktum att det under denna litteraturstudie endast hittats rekommendationer för omvänd osmos i nätverk för hobbyodling av orkidéer. Några vetenskapliga studier där omvänd osmos omnämns i orkidésammanhang har inte återfunnits. Det kan därför anses troligt att omvänd osmos är en teknik sällan förekommande inom orkidéodling.

Något som däremot omnämns i litteraturen är hur regnvatten används inom orkidéodling, på flera håll anses det vara det bästa vattnet för just orkidéer. Detta är en metod som till viss del används på Göteborgs botaniska trädgård idag, om än i väldigt liten utsträckning för orkidéer. Den mängd regnvatten som de har möjlighet att samla in i nuläget är väldigt liten och används i första hand till bevattningen av köttätande växter. Det har dock diskuterats huruvida insamlandet skulle kunna utökas och användandet av regnvatten utvecklas. Som förutsättningarna ser ut idag,

där man just nu står i startgroparna för byggandet av nya växthus, finns det absolut anledning till att se över möjligheterna att öka användandet av regnvatten. Det går helt i linje med trädgårdens miljömål och ambitioner att använda så få kemikalier som möjligt. Filtersystem likt de som används på Hawaii skulle med fördel kunna monteras för att undvika signifikanta problem som kan komma att uppstå med användandet av regnvatten. Dessa filter eliminerar 99 % av de ormbunkssporor som följer med vattnet in i odlingen (Ko et al. 2005). Ormbunksogräs är i nuläget ett relativt stort och tidskrävande problem i orkidésamlingen i Göteborg, och då en av färdvägarna troligtvis är via regnvattnet, bör appliceringen av likande filter kunna minska problemen.

Med nya växthus finns goda möjligheter att förbättra insamlandet och öka kapaciteten för regnvatten som resurs. Nybyggnationen gör det dock rimligt att anta att några dyra investeringar för regnvattensinsamlandet i de nuvarande växthusen inte är aktuella. I nuläget får istället rekommenderas att justering av pH i bevattningsvattnet utförs med syror, alternativt med hjälp av gödselmedel, då det får anses mer ekonomiskt försvarbart.

5. Referenser

- American Orchid Society (2019). *What is the best potting media? American Orchid Society*. <https://www.aos.org/orchids/orchid-care/what-is-the-best-potting-media.aspx> [2021-01-25]
- Biswas, S.S., Singh, D.R., De, L.C., Kalaiivanan, N.S., Pal, R. & Janakiram, T. (2021). A comprehensive scenario of orchid nutrition – a review. *Journal of Plant Nutrition*, 44 (6), 905–917.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1871758>
- Båth, B. (2008). *Växtnäringsstyrning*. (Ekologisk odling i växthus, P9:6). Jönköping: Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/P9_6.pdf [2021-02-28]
- Chandra De, L., Pathak, P., Rao, A.N. & Rajeevan, P.K. (2014). *Commercial Orchids*. DE GRUYTER OPEN. <https://doi.org/10.2478/9783110426403>
- Chase, M., Christenhusz, M. & Mirenda, T. (2017). *The Book of Orchids: a life-size guide to six hundred species from around the world*.
- Christensen, I., Hansson, T. & Svensson, S.-E. (2010). *Gödsling i slutet odlingsystem i växthus - underlag till utbildningsmodul*. (Tillväxt Trädgård, 2010:15). Alnarp: Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap.
https://pub.epsilon.slu.se/8099/1/christensen_et_al_100623.pdf [2021-02-18]
- Drakare, S. & Sonesten, L. (2019-05-30). *Göta älv – en resa med vattnets kemi från källa till hav*. Sveriges vattenmiljö.
<https://www.sverigesvattenmiljo.se/content/gota-älv-en-resa-med-vattnets-kemi-fran-kalla-till-hav> [2021-03-10]
- Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (2012). *Raven Biology of Plants*. W.h.freeman Co Ltd. <https://www.amazon.com/Raven-Biology-Plants-Loose-Leaf-Evert/dp/1464117802> [2021-03-10]
- Fitch, C.M. (2004). *The Gardener's Guide to Growing Orchids*. Brooklyn Botanic Garden.
- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat*. Studentlitteratur.
<https://www.studentlitteratur.se/kurslitteratur/naturvetenskap-och-miljo/biologi/var-mat> [2021-03-10]
- Göteborgs Stad (2020-12-01). *Dricksvattnets kvalitet*. Göteborgs Stad.
<https://goteborg.se/wps/portal/start/vatten-och->

- avlopp/dricksvatten/dricksvattnets-kvalitet?uri=gbglnk%3Aagbg.page.83b83f5c-f5ee-4b97-bac5-9ec234c6a95c
- Havs- och vattenmyndigheten (2019). *Försurning av sjöar och vattendrag. Havs- och vattenmyndigheten*. <https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/forsurning/forsurning-av-sjoar-och-vattendrag.html> [2021-03-10]
- Here But Not (2019-04-15). Watering Orchids with Tap Water: a lesson on pH, Hardness, and Nutrient Availability. *Here But Not*. <https://herebutnot.com/watering-orchids-with-tap-water-a-lesson-on-ph-hardness-and-nutrient-availability/> [2021-03-09]
- Hew, C.S. & Yong, J. (2004). *The Physiology Of Tropical Orchids In Relation To The Industry*. https://doi.org/10.1142/9789812819871_0004
- Hjelm, N. (2017). *pH balans i hydro. Hemmaodlat*. <https://www.hemmaodlat.se/odla/ph-balans-i-hydro/> [2021-02-01]
- Hjelm, N. (2019). *pH och odling. Hemmaodlat*. <https://www.hemmaodlat.se/odla/ph-och-odling/> [2021-02-01]
- Holmenlund, N. (2020-04-27). *Hur säkerställer man ett optimalt pH? Yara Sverige*. <https://www.yara.se/vaxtnaring/vaxthusodling/har-du-koll-pa-ph/> [2021-03-10]
- Joca, T.A.C., Oliveira, D.C. de, Zotz, G., Winkler, U. & Moreira, A.S.F.P. (2017). The velamen of epiphytic orchids: Variation in structure and correlations with nutrient absorption. *Flora*, 230, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.009>
- Ko, W.-H., Su Ko, S. & Chen, M. (2005). Origin and control of fern weeds in orchid production in greenhouses in Hawaii. *Crop Protection*, 24 (5), 487–490. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.09.010>
- Li, R., Tan, X.-F., Chen, Q. & Fan, J.-R. (2011). Cell suspension culture of *Dendrobium huoshanenes* and its optimal conditions. 42, 358–362
- Lin, W., Wang, J., Xu, X., Wu, Y., Qiu, D., He, B., Sarsaiya, S., Ma, X. & Chen, J. (2020). Rapid propagation in vitro and accumulation of active substances of endangered *Dendrobium cariniferum* Rchb. f. *Bioengineered*, 11 (1), 386–396. <https://doi.org/10.1080/21655979.2020.1739406>
- Loeffler, J. & Amos, R. (2021-03-09). HOW YOUR WATER CAN AFFECT YOUR ORCHID – “PHood”. *Venice Area Orchid Society*. https://www.vaos.org/?page_id=3554 [2021-03-09]
- Magnusson, M. (2015). *Mikronäringsämnen*. (Ekologisk grönsaksodling på friland, P10:8:3). Jönköping: Jordbruksverket. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/p1083.html> [2021-03-09]
- Milmedtek AB (2020). *Information om vattenrening. Milmedtek*. [Företagshemsida]. <https://www.milmedtek.se/vattenreningssystem-watek---omvand-osmos---jonbyte---teknikinformation> [2021-02-20]

- Neina, D. (2019). The Role of Soil pH in Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 2019, e5794869. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
- Nordström, A. (2005). *Dricksvatten : för en hållbar utveckling*. Studentlitteratur AB. <https://www.bokus.com/bok/9789144036373/dricksvatten-for-en-hallbar-utveckling/> [2021-03-10]
- Pancerz, M. & Altland, J.E. (2020). pH Buffering in Pine Bark Substrates as a Function of Particle Size. *HortScience*, 55 (11), 1817–1821. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14969-20>
- Pilström, H., Wahlström, E., Lünig, B., Viklund, G., Aastrup, L. & Peterson, A. (2007). *Modell och verklighet*. 2. uppl. Stockholm: Natur & Kultur. [2021-03-05]
- Rittershausen, W. & Rittershausen, B. (2001). *Orkidé. Drömmen om evig skönhet*. Albert Bonniers Förlag. <https://www.bonnierfakta.se/bocker/161693/orkide-drommen-om-evig-skonhet/> [2021-03-09]
- Roth-Nebelsick, A., Hauber, F. & Konrad, W. (2017). The Velamen Radicum of Orchids: A Special Porous Structure for Water Absorption and Gas Exchange. I: Gorb, S.N. & Gorb, E.V. (red.) *Functional Surfaces in Biology III: Diversity of the Physical Phenomena*. Cham: Springer International Publishing, 107–120. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74144-4_5
- Schiff, J.L. (2018). What Are Orchids? I: Schiff, J.L. (red.) *Rare and Exotic Orchids: Their Nature and Cultural Significance*. Cham: Springer International Publishing, 29–50. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70034-2_2
- Stendahl, J. (2020-05-08). *pH*. <https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/miljodata/webbtjanster-miljoanalys/markinfo/markinfo/markkemi/ph/> [2021-03-09]
- Sveriges geologiska undersökning (2013). *Bedömningsgrunder för grundvatten*. Sveriges geologiska undersökning SGU. <http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1301-rapport.pdf>
- Sveriges lantbruksuniversitet (2017). *Konduktivitet - elektrisk ledningsförmåga*. Sveriges lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/laboratorier/vattenkemiska-laboratoriet/detaljerade-metodbeskrivningar/konduktivitet/> [2021-03-09]
- Trépanier, M., Lamy, M.-P. & Dansereau, B. (2009). Phalaenopsis can absorb urea directly through their roots. *Plant and Soil*, 319 (1), 95–100. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9852-5>
- VA SYD (2021-01-15). *Hårt eller mjukt vatten*. <https://www.vasyd.se/Artiklar/Dricksvatten/Hart-och-mjukt-vatten> [2021-03-09]

- Wang, Y.-T. & Chang, Y.-C.A. (2017). Effects of Nitrogen and the Various Forms of Nitrogen on Phalaenopsis Orchid—A Review. *HortTechnology*, 27 (2), 144–149. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03204-16>
- Wikipedia (2020). *Regn*. *Wikipedia*.
https://sv.wikipedia.org/wiki/Regn#Regnets_pH-värde
- Yen, W.-Y., Chang, Y.-C.A. & Wang, Y.-T. (2011). The Acidification of Sphagnum Moss Substrate during Phalaenopsis Cultivation. *HortScience*, 46 (7), 1022–1026. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.7.1022>
- Zhao, D., Hao, Z., Wang, J. & Tao, J. (2013). Effects of pH in irrigation water on plant growth and flower quality in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *Scientia Horticulturae*, 154, 45–53.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.02.023>
- Zotz, G. & Winkler, U. (2013). Aerial roots of epiphytic orchids: the velamen radicum and its role in water and nutrient uptake. *Oecologia*, 171 (3), 733–741
- Ögren, E. (2019). *Växtnäringsstyrning*. (Ekologisk odling i växthus, P9:5:1). Jönköping: Jordbruksverket.
<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/p951.html> [2021-03-09]