



ALNARP

Fosforrestriktion som retarderingsmetod för krukväxter?

SIRI CASPERSEN OCH KARL-JOHAN BERGSTRAND, INSTITUTIONEN FÖR BIOSYSTEM OCH TEKNOLOGI, SLU

Fosfor är nödvändigt för cellens uppbyggnad och funktioner. Vid produktion av krukväxter i odlingssubstrat tillförs vanligen ett överskott av fosfor. Kan en begränsad tillförsel av fosfor ("fosfor-restriktion") användas för att kontrollera krukväxters tillväxt? Vi har gjort en sammanfattning av publicerade studier för att få svar på frågan.

Tillväxtreglering av krukväxter

Inom den svenska krukväxtproduktionen finns en önskan om att minska användningen av kemiska tillväxtregulatorer, både av hänsyn till miljön och för att minska hälsoriskerna för personal och konsumenter. Ett antal odlingsåtgärder kan användas för att motverka sträckningstillväxt och främja ett mer kompakt växtsätt, såsom begränsad tillgång på vatten, manipulering av temperatur, luftfuktighet, dagslängd eller ljusets spektrala sammansättning (Bergstrand & Schüssler 2013). Även en reducerad tillförsel av växtnäringssämnen som kväve och fosfor har föreslagits som en metod för att kontrollera sträckningstillväxten.

Fosfor – ett essentiellt ämne för växter

Grundämnet fosfor (P) är en viktig byggsten i celler, till exempel i cellens membransystem och i molekylerna som lagrar och överför genetisk information (DNA, RNA). Fosfor är även involverad i överföring av energi och är därmed nödvändig för de flesta av cellens processer. Medan kvävebrist i första hand drabbar fotosyntesen är det istället användningen av fotosyntesprodukterna för tillväxt som begränsas vid brist på fosfor.

Många växtslag blir mörkare gröna vid



Foto: Karl-Johan Bergstrand

fosforbrist. Vissa kan även få rödfärgade stammar och bladundersidor eftersom anthocyaniner bildas. Vid allvarlig brist uppstår nekrotiska fläckar på de äldsta bladen (Figur 1-2), som efterhand kan bli helt nekrotiska och trilla av.

Fosfor – en begränsad resurs

Eftersom torvbaserade odlingssubstrat har en begränsad förmåga att binda fosfor tillförs vanligen mycket mera fosfor under odlingsperioden än det som kulturen egentligen behöver för en bra tillväxt och utveckling (Hansen m.fl. 1998, Nelson m.fl. 2012, Kim & Li 2016).

Höga fosforhalter i substratet ökar risken för förluster av fosfor, som i sin tur kan bidra till övergödning och algbloom-

ning i ytvatten och kustnära havsområden. Fosfor är dessutom en icke-förnyelsebar resurs. Förekomsten av kända reserver av råfosfat är begränsade och kontrolleras av ett litet antal länder. Under 2008 ökade priset på råfosfat med 800%. Bidragande faktorer var en ökad efterfrågan på kött och mejeriprodukter och på råvara till etanolproduktion i kombination med ett högt oljepris. Även i framtiden finns det risk för prissvängningar på fosforgödselmedel.

Både för att begränsa odlingens fosforberoende och för att reducera belastningen på miljön är det alltså angeläget att fosfor används så effektivt som möjligt.



Figur 1. Solros i fullständig näringslösning (vänster) och i näringslösning utan fosfor (höger) Foto: Siri Caspersen



Figur 2. Potatisblad med nekrotiska fläckar på grund av fosforbrist Foto: Siri Caspersen

Lägre tillväxt vid begränsad fosfortillförsel

Vid fosforrestriktion som retarderingsmetod utsätts växterna för svagt begränsande fosfornivåer under odlingsperioden för att få en lägre sträckningstillväxt. En reducerad mängd P i grundgödslingen och/eller i växtnäringsbevattningen under kulturtiden har testats för ett antal olika kruk- och utplanteringsväxter. Effekten på plantans tillväxt och utveckling har varierat något mellan olika växtslag.

När ett antal utplanteringsväxter (*Gomphrena globosa*, *Impatiens walleriana*, *Petunia × hybrida*, *Tagetes erecta*) samt tomatplanter odlades i torv:perlit med 0; 3,4; 6,5 eller 21,7 ppm P i näringsbevattningen ökade kompaktheten med sjunkande fosforkoncentration odlingsmediet (Nelson m.fl. 2012). Slutsatsen var att det är möjligt att producera kompakta utplanteringsplanter genom att hålla fosforkoncentrationen i växtvävnaden inom ett område som ger moderat fosforbrist.

Baas m.fl. (1995) testade P-nivåer mellan 0,6 och 37 ppm i gödselbevattningen och konkluderade med att fosforbrist resulterade i lägre friskvikt och planthöjd för både *Pelargonium zonale* 'Pulsar red', *Petunia* 'Blue Flash', *Salvia splendens* 'Flamex', *Impatiens walleriana* 'Impulse' och julstjärna 'Alstar' och 'Regina'. Även antalet blomknoppar minskade emellertid för pelargon, petunia och salvia, medan antalet sidoskott var lägre vid låg P för pelargon, salvia och julstjärna. Författarna föreslog att P-restriktion skulle

kunna användas som retarderingsmetod för *Impatiens walleriana*, där varken antalet blommor eller sidoskott påverkades negativt av lägre P.

I en senare studie planterades rotade sticklingar av *Impatiens × hybrida* i ett odlingssubstrat som var grundgödslat med 12 ppm P medan en näringslösning som innehöll 0, 3, 6, eller 12 ppm P tillfördes under odlingsperioden (Justice & Faust 2015). Även här reducerades både sträckningstillväxten och blomningen vid låg P, särskilt vid 0 och 3 ppm. Antalet dagar från krukning till blomning var i medel 69 och 65 för 0 respektive 3 ppm jämfört med 63 dagar för 6 och 12 ppm P. Eftersom blomningen försenades och antalet blommor reducerades vid samma koncentration som sträckningstillväxten började hämmas var författarnas slutsats att metoden skulle vara svår att använda i kommersiell odling.

Fosfortillgången påverkar rot/skott-kvoten

Ett antal studier har visat att skottets tillväxt hämmas mer än rotens när växten utsätts för låga fosfornivåer. Därmed ökar kvoten mellan rotvikten och skottvikten (rot/skott-kvoten). En svag fosforbrist skulle alltså kunna ge en reducerad sträckningstillväxt för skottet medan rotens tillväxt minskar i mindre utsträckning.

I en dansk studie odlades krysanthemum 'Coral Charm' hydroponiskt vid 0,031; 3,1 samt 155 ppm P i näringslösningen

(Hansen m.fl. 1998). Fotosyntesen, skottets biomassa, bladytan och rot:skott-kvoten var den samma vid 3,1 och 115 ppm P. Vid den lägsta fosforgivan sjönk både fotosyntesen och skottbiomassan medan rot:skott-kvoten ökade. Vid P-brist favoriserades alltså rötternas tillväxt på bekostnad av skott-tillväxten. Plantorna hade dessutom mer förgrenade rötter.

Eldkrona, *Lantana camara* 'New Gold', odlades i perlit:vermikulit och gödselbevattades med 1, 3, 5, 10, 20 eller 30 ppm P i ett amerikanskt försök (Kim & Li 2016). De höga fosfornivåerna främjade främst skottets tillväxt genom att öka antalet blad och bladytan. Vid låg P fördelades däremot en större andel av biomassan till roten med en högre rot:skott-kvot som resultat. Medan den totala rotlängden och rotvolymen minskade när fosforkoncentrationen sjönk, ökade rotlängden per viktenhet.

I det amerikanska försöket såg man även att eldkronans fosforbehov påverkades av växternas utvecklingssteg (Kim & Li 2016). För att upprätthålla en optimal vegetativ tillväxt var det tillräckligt med 20 ppm P i gödselbevattningen. För den generativa tillväxten behövdes emellertid inte mer än 10 ppm P, eftersom högre P-nivåer främst bidrog till att fosforhalten ökade i olika växtdelar utan att biomassan eller blomningen påverkades i någon större utsträckning. Det fanns dock en tendens till ökad blomdiameter och blomvikt vid 20 ppm P.

Buffrande system

Studierna ovanför visar att den stora utmaningen vid användning av P-restriktion för tillväxtreglering är att kunna reducera sträckningstillväxten utan att blomningen eller plantans utseende i övrigt påverkas för mycket. Koncentrationen av fosfor i odlingsmediet behöver dock inte vara särskilt hög om den bara kan hållas konstant.

En metod för att hålla en jämn fosforkoncentration i odlingsmediet är att blanda in en substans som kan fungera som en fosforbuffert genom att binda in och sedan långsamt avge fosfor. Ett exempel är på denna typ av buffrade system är användning av aluminiumoxid (Al_2O_3), som är laddat med fosfor, i näringslösningen eller substratet för att hålla en låg men konstant fosforkoncentration i rotzonen.

När 30% fosforbehandlad aluminiumoxid blandades med torv:perlit bibehölls en låg men jämn fosforhalt i odlingsmediet under den 10 veckor långa odlingsperioden för krysantemum 'Sunny Mandalay' (Williams m.fl. 2000). Plantorna växte lika bra som i kontrollbehandlingen med 47 ppm P. Förlusten av tillfört fosfor från odlingsmediet var endast 0.1% från krukorna med aluminiumoxid jämfört med 36% för kontrollbehandlingen. Författarna drog slutsatsen att P-laddad aluminiumoxid skulle kunna användas för att upprätthålla en låg fosforhalt i odlingsmediet vid produktion av krysantemum, men att kostnaden skulle vara ett hinder i kommersiell odling.

Även i Danmark har buffertteknik använts för att hålla en låg men konstant fosfornivå i odlingssubstratet (Hansen & Nielsen 2001). Genom att reducera P-tillförseln 10 respektive 20 gånger reducerades planthöjden med 16% för *Pentas lanceolata* 'Apollo' och med 25% för miniatyrros (*Rosa*-hybrid 'Poulbian Bianca Parade'). Antalet blomknoppar reducerades något för bägge växtslag. För *Pentas* påverkade dock inte den låga P-nivån antalet blommor negativt vid slutet av produktionsperioden.

När fosforkoncentrationen i odlingssubstratet (torv:perlit) hölls på 1,5 ppm

med hjälp av fosforbufferten Compalox® var planthöjden 15% lägre för *Hibiscus rosa-sinensis* 'Cairo red' (Hansen & Petersen 2004). Kompaktheten, beräknad som stamlängden dividerad med skottets friskvikt, bladytan, samt antalet blomknoppar, var dock lägre jämfört med plantor som hade producerats med konventionell P-giva.

Även olika typer av leror har testats för att kontrollera fosforkoncentrationen i odlingssubstratet. När 20% av lerorna atapulgit eller arcillit, som var förbehandlade med fosfor, tillsattes odlingssubstratet av torv:perlit hade krysantemum 'Sunny Mandalay' samma tillväxt som för kontrollbehandlingen med 47 ppm P (Williams & Nelson 2000). Onödigt mycket av den tillförda fosfor frigjordes dock tidigt under odlingsperioden. Läckaget av fosfor från substratet reducerades ändå med 2/3 jämfört med krukorna med kontrollbehandlingen.

En nackdel med användningen av aluminiumoxid eller P-adsorberande lera som fosforbuffert har varit att mera fosfor har adsorberats i materialet jämfört med den mängden som har frigetts under odlingsperioden. Om en stor del av den tillförda fosfor stannar kvar i buffermaterialet blir utnyttjandegraden låg.

Även i Sverige har tillsats av lera för styrning av fosformängden i odlingssubstratet testats. Bergstrand m.fl. (2017) såg dock ingen större skillnad på planthöjden när julstjärna och krysantemum odlades med tillsats av 30 eller 60 kg Bara EDR-lera per m^3 i torvsubstratet.

Ökad torktolerans

Det finns exempel på att plantor som utsatts för en begränsad P-tillförsel har haft en ökad tolerans mot torka. *Tagetes patula* 'Jamie Tangerine' odlades i ett torvbaserat substrat där P hade tillsatts i aluminiumbunden form för att ge en P-koncentration på 0,16 eller 0,65 ppm P (Borch m.fl. 2003). Vid den lägsta P-nivån på 0,16 ppm hade plantorna en starkt reducerad tillväxt av både skott och rötter och påverkades starkt negativt av torkstress.

Vid 0,65 ppm P hade plantorna flera

blommor, samma torrsvikt, samt en mindre bladyta, jämfört med kontrollbehandlingen som gödselbevattades med 31 ppm P (Borch m.fl. 2003). De hade dessutom en bättre torktolerans, något som dels förklarades av att den mindre bladytan gav en lägre transpiration, dels av att rotsystemet hade en längre huvudrot och därmed fördelade sig bättre i krukvolymen och kunde utnyttja mer av vattnet i substratet.

Bättre hållbarhet

I ett antal danska försök såg man att krukväxter som producerades med reducerad P-tillförsel hade en bättre kvalitet efter några veckors lagring. P-restriktion skulle alltså kunna öka växternas hållbarhet i handeln och hos konsumenten. I försöken, som redovisas nedanför, kontrollerades odlingsmediets P-koncentration med hjälp av buffertteknik.

Reduktion av fosforgödslingen under odlingen av miniatyrros och *Pentas* till 1,5 ppm gav bättre rotkvalitet och fördröjde blomvissningen efter 3-4 veckors lagring (Hansen & Nielsen 2001).

När *Campanula carpatica* 'Uniform' odlades vid 1,55 ppm P i kombination med återkommande torkstress minskade både planthöjden och bladytan, men även antalet blomknoppar (Petersen & Hansen 2003). Plantorna hade dock lika många öppna blommor som konventionellt producerade plantor efter en tre veckor lång lagringsperiod.

Även *Hibiscus rosa-sinensis* 'Cairo red' som odlats vid reducerad P (1,5 ppm) hade en högre andel friska blomknoppar och flera öppna blommor efter en fyra veckors lagringsperiod jämfört med plantor som odlats konventionellt eller som utsatts för kväverestriktion eller torkstress (Hansen & Petersen 2004).

Slutsatser

Vid fosforrestriktion odlas växten vid svagt begränsande P-nivåer med syfte att uppnå en reducerad planthöjd i kombination med ett välutvecklat rotsystem och bibehållen kvalitet. För många växtslag reduceras dock även antalet blomknoppar och/eller sidoskott vid begrän-

sad fosfortillförsel, något som vanligen inte är önskvärt.

En mindre bladyta samt en högre rot/skott-kvot eller en bättre rotfördelning i substratet kan vara orsaker till att en ökad tolerans mot torkstress har observerats för växter som utsatts för P-restriktion. För ett antal växtslag har man även sett en bättre hållbarhet efter lagring.

Tillsats av aluminiumoxid eller lera som laddats med fosfor som sedan långsamt kan frigges kan bidra till att hålla en låg men jämn koncentration av fosfor i odlingsmediet. Ett problem är dock att en relativt liten del av den fosfor som har bundits in i buffertmaterialet frigges under odlingsperioden så att utnyttjandegraden blir låg.

En återkommande slutsats i litteraturen är att många växtslag skulle kunna odlas vid lägre P-nivåer än det som idag är vanligt, något som både skulle spara fosförgödselmedel och minska risken för förluster.

Referenser

Baas R, Brandts A, Straver N 1995 Growth regulation of bedding plants and poinsettia using low phosphorus fertilization and ebb- and flow irrigation. *Acta Horticulturae* 378, 129-137.
Bergstrand K-J, Schüssler HK 2013 Retardering utan kemikalier. LTJ-fakultetens faktablad 2013:8.
Bergstrand K-J, Caspersen S, Syrén B

2017 Tillväxtreglering med hjälp av reducerad fosforgiva - en framkomlig väg för prydnadsväxter i växthus? LTV-fakultetens faktablad 2017:13.

Borch K, Miller C, Brown KM, Lynch JP 2003 Improved drought tolerance in marigold by manipulation of root growth with buffered-phosphorus nutrition. *HortScience* 38, 212-216.

Hansen CW, Nielsen 2001 Reduced phosphorus availability as a method to reduce chemical growth regulation and to improve plant quality. pp. 314-315. In: Horst WJ, Schenk MK, Bürkert A, Claassen N, Flessa H, Frommer WB, Goldbach H, Olf H-W, Römheld V, Sattelmacher B, Schmidhalter U, Schubert S, von Wirén N, Wittenmayer L (Eds.) *Plant Nutrition – Food Security and Sustainability in Agro-ecosystems through Basic and Applied Research*. Hingham, MA, USA: Kluwer Academic Publishers.

Hansen CW, Petersen KK 2004 Reduced nutrient and water availability to *Hibiscus rosa-sinensis* 'Cairo red' as a method to regulate growth and improve post-production quality. *European Journal of Horticultural Science* 69, 159-166.

Hansen CW, Lynch J, Ottosen CO 1998 Response to phosphorus availability during vegetative and reproductive growth of Chrysanthemum: I. Whole-plant carbon dioxide exchange.

Journal of the American Society of Horticultural Science 123, 215-222.

Justice A, Faust JE 2015 Phosphorus-restriction as a potential technique to control *Impatiens* stem elongation. *Acta Horticulturae* 1104, 9-13.

Kim HJ, Li X 2016 Effects of phosphorus on shoot and root growth, partitioning, and phosphorus utilization efficiency in Lantana. *HortScience* 51, 1001-1009.

Nelson PV, Song C-Y, Huang J, Niedziela CE Jr, Swallow WH 2012 Relative effects of fertilizer nitrogen form and phosphate level on control of bedding plant seedling growth. *HortScience* 47, 249-253.

Petersen KK, Hansen CW 2003 Compact *Campanula carpatica* 'Uniform' without chemical growth regulators. *European Journal of Horticultural Science* 68, 266-271.

Williams KA, Nelson PV 2000 Phosphate and potassium retention and release during chrysanthemum production from precharged materials: II: Calcined clays and brick chips. *Journal of American Society of Horticultural Sciences* 125, 757-764.

Williams KA, Nelson PV, Hesterberg D 2000 Phosphate and potassium retention and release during Chrysanthemum production from precharged materials: I. Alumina. *Journal of the American Society of Horticultural Sciences* 125, 748-756.

Faktaruta

- Faktabladet är utarbetat inom Institutionen för Biosystem och teknologi, Enheten för hortikulturell produktionsfysiologi, Box 103, 230 53 Alnarp.
- Projektet är finansierat av Tillväxt Trädgård med bidrag från Bara Mineraler AB
- Projektansvarig och ansvarig författare för detta faktablad är Siri Caspersen, Siri.Caspersen@slu.se
- Övrig medarbetare i projektet är Karl-Johan Bergstrand, Karl-Johan.Bergstrand@slu.se
- På webbadressen <http://www.slu.se/site/bibliotek/> kan detta faktablad hämtas elektroniskt.

Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och hållbar utveckling i trädgårdsnäringslivet. Större parter är SLU, LRF Trädgård, flera Hushållningssällskap samt RISE. Andra parter är Cascada, Lovang Lantbrukskonsult, ProGro och Växa Sverige. Samarbetet finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling. www.tillvaxtradgard.se

