



Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

1259. MEDDELELSE

78. ÅRGANG 11. MARTS 1976

Statens Væksthusforsøg, Virumvej 35, 2830 Virum

Udgivet af
Statens

Planteavlsvulvg

Sammensætning og styring af næringsstofopløsninger til potteplanter i rindende vand

Jens Willumsen

Indledning

Dyrkning af potteplanter i rindende vand er en kulturmetode, som de sidste par år har vundet udbredelse i en del gartnerier både herhjemme og i udlandet. I princippet har man at gøre med en form for undervanding, som ikke er så forskellig fra dyrkning af potteplanter på undervandingsmætter eller grus. Anlægsudgifterne til et system med rindende vand er relativt små. Det samme gælder udgifterne til den daglige pasning af kulturen.

En potteplantekultur i rindende vand kan gennemføres enten på borde eller i bunden af væksthuset. Potterne sættes i fladbundede render foret med plastfolie. Kun én række planter placeres i hver rende for at sikre, at næringsstofopløsningen fordeles til samtlige potter. Der sørges for, at underlaget, dvs. bordene eller jorden i bunden af huset, får et fald på 1-2 procent. Dette giver en jævnt strømmende næringsstofopløsning i et tyndt lag gennem renderne. Den del af opløsningen, som ikke opsuges af potterne under strømmingen forbi disse, opsamles i et kar eller bassin, der er placeret på et lavere niveau end rendesystemet. Fra karret eller bassinet pumpes opløsningen på ny op i den højstliggende ende af renderne. Der sker således en stadig cirkulation af vand og næringsstoffer.

Den anvendte næringsstofopløsning skal indeholde alle nødvendige planteneringsstoffer i sådanne indbyrdes forhold, at man opnår optimal plantevækst.

Et af de største problemer er at kunne opretholde den ønskede sammensætning af opløsningen under kulturen i takt med planternes forbrug af vand og næringsstoffer. I praksis tilstræbes dette ved jævnligt at supplere op med vand og en koncentreret tilskudsopløsning til en bestemt elektrisk ledningsevne i den rindende opløsning for at fastholde dennes oprindelige koncentrationsniveau (en opløsnings elektriske ledningsevne er et mål for opløsnings totale saltkoncentration).

Vanskelighederne ligger først og fremmest i vandets og gødningssaltens indhold af uønskede stoffer som f.eks. natrium og klorid. Planternes behov for og optagelse af sådanne stoffer er ofte ringe. En ophobning af dem, dvs. en kraftig forøgelse af deres koncentration i den rindende opløsning og i potterne, kan da finde sted. Dette kan resultere i en hæmning af næringsstofoptagelsen og dermed af plantevæksten.

Forsøg med *Dipladenia* og *Fuchsia*

I april-juni 1975 blev der på Gartner- og Frugtavlshøjskolen »Søhus« i samarbejde med Dansk Erhvervsgartnerforening's potteplantesektion udført forsøg med *Dipladenia sanderi* 'Rosea' i rindende vand. Planterne stod i plastpotter med spagnum tilsat kalk og næringsstoffer (Pindstrup 1).

Sideløbende blev gennemført forsøg med *Fuchsia* × *hydrida* 'Göteborgskan' og 'Beacon', også i rindende vand. Disse planter stod dels i plastpotter med spagnum tilsat ler, kalk og næringsstoffer (Pindstrup 2), dels i stenuldklodser med sort plastfolie på de lodrette sider.

Forsøgene viste, at ved brug af råvand (ledning vand) til dyrkning i rindende vand kan det blive nødvendigt med en eller flere udskiftninger af den cirkulerende næringsstofopløsning under kulturen, afhængig af råvandskvalitet, årstid, dyrkningssubstrat samt volumen næringsstofopløsning i systemet pr. m² dyrkningsareal. En hensigtsmæssig sammensætning af start- og tilskudsopløsning kan nedsætte antallet af nødvendige udskiftninger. Analyser af den cirkulerende opløsning, f.eks. hver 2. eller 4. uge, kan give oplysning om, hvornår en udskiftning er påkrævet.

Vejledning

På grundlag af ovennævnte forsøg og principper omtalt i kommende artikel af N. E. Nielsen i Tids-

skrift for Planteavl, »Om formulering af næringsstofopløsninger og dyrkning af planter i vandkultur«, er følgende vejledning blevet udformet.

Nødvendige oplysninger inden igangsættelsen af kultur i rindende vand

1. Råvandets pH og indhold af plantenæringsstoffer, herunder bikarbonat (HCO_3), bestemt ved en råvandsanalyse.
2. Den pågældende kulturs kemiske sammensætning bestemt ved en planteanalyse. Analysen skal give oplysninger om total kvælstof (N), fosfor (P), kalium (K), calcium (Ca) og magnesium (Mg). Planteprøven til brug for analysen bør omfatte alle overjordiske dele af salgstjenlige planter af god kvalitet.

Dyrkningssubstrat

Aktive såvel som inaktive substrater kan anvendes. Substrater med relativt store porer, f.eks. grov spagnum, må foretrækkes af hensyn til røddernes iltforsyning.

Næringsstofopløsning ved kulturens start og ved udskiftning af opløsningen

Alle nødvendige næringsstoffer bør forefindes i opløsningen. Jern skal tilføres i chelateret form. Af hensyn til pH-styringen er det en fordel, hvis 10-20 pct. af kvælstoffet tilsættes som ammonium (NH_4) og resten som nitrat (NO_3). Der findes mange opskrifter på næringsstofopløsninger til vandkulturer. Hvilken sammensætning og hvilket koncentrationsniveau, man bør foretrække, er der stadig delte meninger om.

Ved sammensætningen må der tages hensyn til råvandets indhold af næringsstoffer. Hvis råvandskvaliteten er for dårlig, kan det blive aktuelt med rensning af vandet ved omvendt osmose.

Tilskudsopløsning

(Stamopløsning med høje næringsstofkoncentrationer)

De næringsstoffer, som via en tilskudsopløsning dagligt eller med få dages mellemrum tilsættes i løbet af kulturperioden, skal så vidt muligt være lig med planternes forbrug af næringsstoffer. Analyser af totalplanter ved kulturens afslutning oplyser, i hvilke indbyrdes forhold de forskellige næringsstoffer optages af planterne. Tilskudsopløsningen bør sammensættes i overensstemmelse hermed.

Eksempel: Fuchsia 'Beacon':

	N	P	K	Ca	Mg
Resultater fra planteanalyse i % af tørstof	2,46	0,36	4,02	0,95	0,23
divideret med ækvivalentvægte	14,0	31,0	39,1	20,4	12,2
giver	0,176	0,0116	0,103	0,0466	0,0189
og omregnet til forholdstal, hvor N sættes lig 100*)	100	6,6	58,5	26,5	10,7

Nederste række tal for N, P, K, Ca og Mg indsættes i nedenstående beregningsformler til bestemmelse af de gødningsmængder, som skal bruges til 100 l tilskudsopløsning. Hvis f.eks. 50 l tilskudsopløsning ønskes fremstillet i stedet for 100 l, halveres de beregnede kg gødning. De ovenfor benyt-

tede ækvivalentvægte er indsat som faktorer i beregningsformlerne. Faktoren 10 i de fire formler er en valgt fortyndingsfaktor, som vil være hensigtsmæssig at bruge i alle tilfælde. Faktorerne h, i, j og k angiver næringsstofindhold i de anvendte gødninger.

Gødning	Beregningsformel	Eksempel	kg gødning/100 l tilskudsopløsning
Monokaliumfosfat KH_2PO_4 (h=22,4 % P)	$\frac{31,0 \text{ P}}{10 \text{ h}}$	$\frac{31,0 \times 6,6}{10 \times 22,4}$	= 0,91
Kalialpeter KNO_3 (i=38,2 % K)	$\frac{39,1 \text{ (K-P)}}{10 \text{ i}}$	$\frac{39,1 \text{ (58,5 - 6,6)}}{10 \times 38,2}$	= 5,31
Ammoniumnitrat NH_4NO_3 (j=35,0 % N)	$\frac{14,0 \text{ (N-Ca-K+P)}}{10 \text{ j}}$	$\frac{14,0 \text{ (100 - 26,5 - 58,5 + 6,6)}}{10 \times 35,0}$	= 0,86
Magnesiumsulfat $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (k=9,8 % Mg)	$\frac{12,2 \text{ Mg}}{2 \times 10 \text{ k}}$	$\frac{12,2 \times 10,7}{2 \times 10 \times 9,8}$	= 0,67

*) Omregning til forholdstal sker ved, at alle tal divideres med tallet for N og derefter ganges med 100.

Det skønnes, at *mindst* 5 pct. af opløsningens kvælstof skal forefindes som ammoniumkvælstof (NH_4). Dvs. »N-Ca-K+P« i beregningsformlen for ammoniumnitrat skal *mindst* være 10 svarende til 0,4 kg ammoniumnitrat pr. 100 l tilskudsopløsning. Dette skyldes hensynet til den rindende opløsnings pH-stabilitet. I de tilfælde, hvor »N-Ca-K+P« regnes til en værdi mindre end 10, indsættes 10 i stedet for den beregnede værdi.

I eksemplet er ca. 10 pct. af kvælstoffet tilført som ammoniumkvælstof (NH_4) og resten som nitratkvælstof (NO_3).

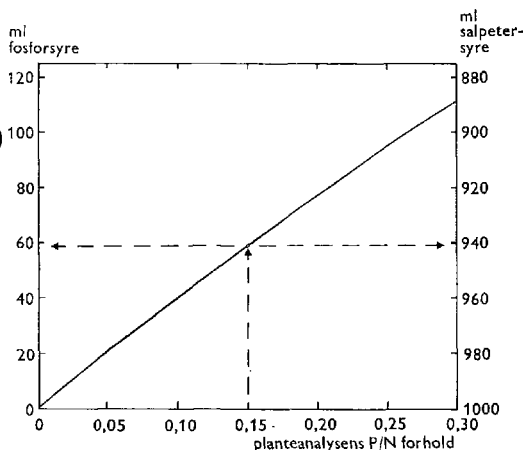
Tilsætning af salpetersyre (HNO_3), (omtales senere) bidrager også til nitrattilførslen og er på ækvivalentbasis af samme størrelsesorden som de mængder kalcium, der tilføres med råvandet. Dette er grunden til, at Ca trækkes fra N i beregningsformlen for ammoniumnitrat.

Som regel indeholder råvand tilstrækkeligt kalcium til at erstatte planternes kalciumoptagelse. Derfor findes ingen kalcium i tilskudsopløsningen. Desuden er der regnet med, at råvandets magnesiumindhold omtrent kan erstatte halvdelen af magnesiumoptagelsen.

Ovenstående eksempel kan benyttes til beregning af en tilskudsopløsning til hvilken som helst planteart, når blot en planteanalyse er udført for vedkommende art.

Gældende for alle plantearter foreslås følgende mængder mikronæringsstoffer sat til de 100 liter tilskudsopløsning:

Jernchelat (9 % jern):	250 gram
Mangansulfat, MnSO_4 , 4 H_2O :	15 »
Blåsten, CuSO_4 , 5 H_2O :	1,5 »
Borsyre, H_3BO_3 :	10 »
Ammoniummolybdat (NH_4) $_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, 4 H_2O :	0,5 »



Figur 1. Til bestemmelse af blandingsforholdet mellem 85 % teknisk fosforsyre og 62 % teknisk salpetersyre. Eksemplet er vist med stiplede linier.

Den rindende næringsstofopløsnings elektriske ledningsevne måles daglig eller med få dages mellemrum med en ledningsevne måler. Målingen foretages efter en supplerende tilsætning af råvand (og syre). Er ledningsevnen under det ønskede niveau, suppleres med tilskudsopløsning, indtil dette niveau er nået. Apparatet til måling af ledningsevnen samt til automatisk dosering af råvand og tilskudsopløsning findes i handelen.

Styring af pH

Et pH mellem 5 og 6 i den cirkulerende opløsning kan anbefales af hensyn til næringsstoffernes tilgængelighed for rødderne. Råvand indeholder bikarbonationer (HCO_3^-), som er svagt basiske. Størstedelen af disse ioner skal neutraliseres med syre, for at det ønskede pH-niveau kan fastholdes. Syren bør bestå af en blanding af salpetersyre og fosforsyre. Blandingsforholdet bestemmes ved brug af figur 1 på grundlag af den tidligere omtalte planteanalyse for den pågældende planteart.

Eksempel:

I foregående afsnit viste planteanalysen for *Fuchsia* 'Beacon' et fosforindhold på 0,36 pct. og et kvælstofindhold på 2,46 pct. af plantetørstoffet. P:N forholdet beregnes ved at dividere det sidste tal op i det første og bliver 0,15. Dette tal findes på den vandrette akse i figur 1. Ved herfra at gå lodret op til den skrå linie og derfra vandret ud til begge sider aflæses på figurens lodrette akser, at 1 liter syre i dette tilfælde skal blandes af 59 ml 85 pct. teknisk fosforsyre og 941 ml 62 pct. teknisk salpetersyre.

Syreblandingen tilsættes *hver gang* råvand tilføres. Hvor stor syretilsætningen skal være, afhænger af råvandets bikarbonatindhold i ppm samt af den tilførte mængde råvand. Syretilsætningen kan aflæses af figur 2. I figuren er indtegnet kurver for en række eksempler på råvand med forskelligt indhold af bikarbonat.

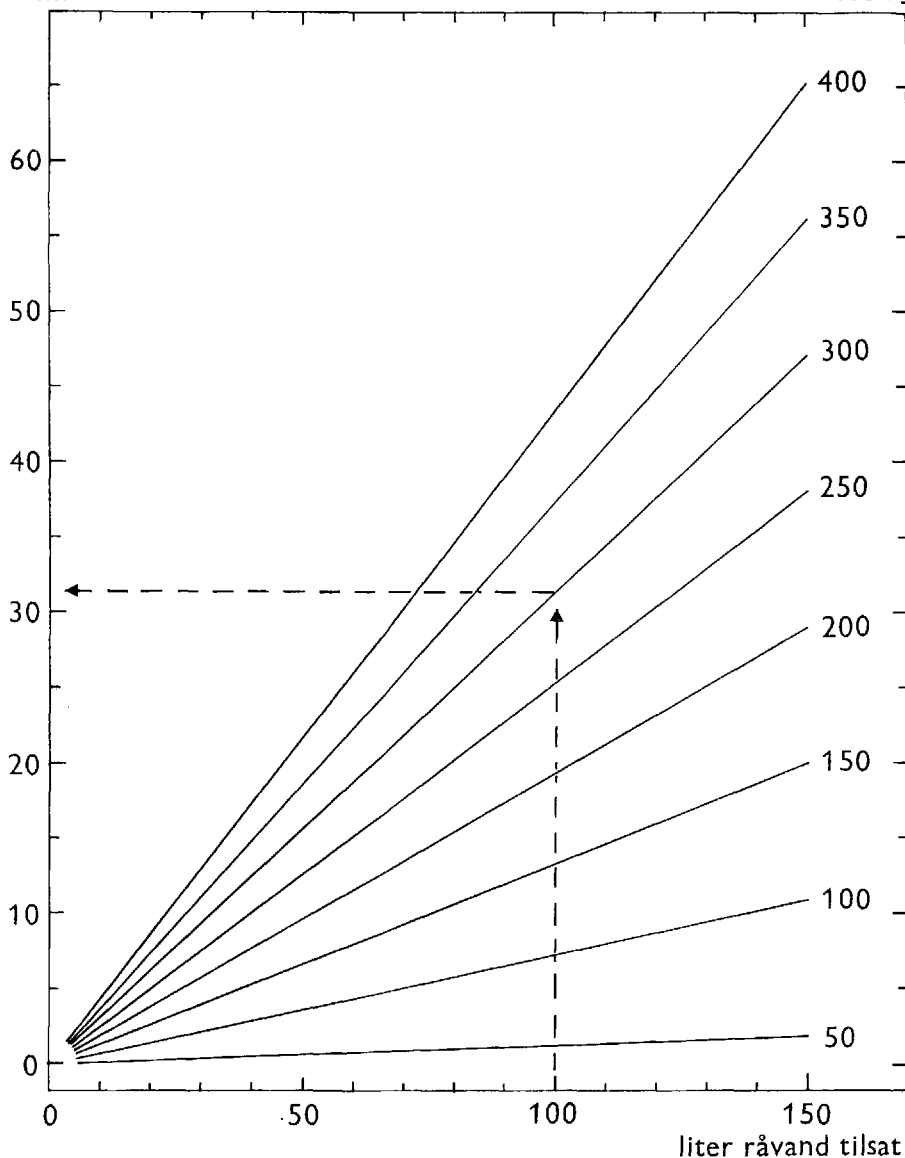
Eksempel:

En rindende opløsning suppleres med 100 liter råvand med en bikarbonat-koncentration på 300 ppm. Råvandets pH er da som regel godt 7. For at reducere råvandets pH til ca. 5,5, skal der ifølge figur 2 tilsættes 31 ml syre bestående af en blanding af fosforsyre og salpetersyre (blandingsforholdet mellem de to syrer er bestemt ved benyttelse af figur 1).

Den rindende opløsnings pH kontrolleres mindst én gang om ugen, f.eks. med »acilit« og »neutralit« indikatorstave, som i et par minutter neddypes i opløsningen. På stavene findes tre små felter, hvis farvedslag viser opløsningens pH. Bliver pH lavere end 5, tilsættes en mindre mængde syre end angivet i figur 2. Hvis pH omvendt stiger til en værdi større end 6, sættes lidt mere syre til end angivet i figur 2.

Syretilsætning
i ml

ppm
 HCO_3^-



Figur 2. Til bestemmelse af syretilsætning (fosforsyre 85 % + salpetersyre, 62 %).
Eksemplet er vist med stiplede linier.

Abonnement på meddelelser fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur kan bestilles ved indsendelse af abonnementsbeløbet til bladets ekspedition, Statens Planteavlkontor, Kongevejen 79, 2800 Lyngby, postgiro 200 2299, tlf. (02) 85 50 57. Abonnementsprisen er for 1976 25,00 kr. årligt excl. moms. Adresseændring bedes meddelt bladets ekspedition.

NIELSEN & LYDICHE (M. SIMMELKJER)
KØBENHAVN

Trykt i 7.500 eksemplarer.