



# Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

1156. MEDDELELSE

Udgivet af  
Statens  
Planteavlssudvalg

76. ÅRGANG 8. AUGUST 1974

Statens Forsøgsstation, Hornum, 9600 Aars

## Gødningsvand og bundfældning

Finn Knoblauch

Gødning tilført med vandingsvandet har gennem flere år været benyttet bl.a. til planter dyrket i containere.

Det har tidligere været almindelig praksis at grundgøde dyrkningssubstratet for senere at supplere med gødningsvand, som kun indeholdt enkelte næringsstoffer på basis af et eller få gødningsalte opløst i råvandet. Ved denne fremgangsmåde er det forholdsvis simpelt at undgå bundfældning og slamdannelse i stamopløsningen.

Ved dyrkning i spagnum eller inaktive substrater, samt i vandkultur, er det nødvendigt at fremstille en alsidig flydende gødning af en lang række gødningsalte. Brugen af mange salte i blandingen øger også mulighederne for dannelse af bundfald.

På Hornum forsøgsstation er forhold vedrørende dannelse af bundfald i en alsidig gødningsblanding taget op til vurdering, med særlig henblik på fældning af fosfor.

Som eksempel er benyttet Hornumblandingen (*Knoblauch*, 1973), men de foreliggende oplysninger fra forsøg med bundfældning er almentgyldige og kan også benyttes i forbindelse med andre gødningskombinationer. Resultaterne har gyldighed ved temperatur 15° og højere.

### Fremstilling af gødningsvand

Når der arbejdes med flydende gødning må følgende forhold indgå i beregningen.

1. *Gødningen* skal indeholde alle nødvendige næringsstoffer for at opnå tilnærmet optimal ernæring af planter over bredest mulige spekter (arter, sorter, alder etc.).

2. *Gødningsaltene* skal være vandopløselige også ved fremstilling af stamopløsning, d.v.s. i koncentrationer indtil evt. 800 gange stærkere end i gødningsvandet, f.eks. ved fortynding af en 44 procent stamopløsning til ½ promille gødningsvand.

3. *Bundfældning* i stamopløsning, gødningsvand, rørsystemer, dyser, drypsteder, underlag og dyrkningssubstrater er uønsket.

4. *Ved dannelse af bundfald* er bundfaldets karakter væsentlig. Binding af næringsstoffer, som ændrer den tilsigtede sammensætning af gødningsvandet, skal undgås.

5. *Råvandets pH* (syre/base tilstand) er afhængig af opløste stoffer i vandet, et højt natriumindhold f.eks. som natriumbikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) kan give højt pH (basisk), hvorved mulighederne for bundfald øges.

6. *Råvandets calciumindhold* (Ca) indgår ved dannelse af gips og calciumfosfat som bundfald.

### Bundfældning

Kemikalier (gødningsalte) til Hornumblandingen er valgt, så betingelserne om nødvendige næringsstoffer og gødningsaltenes vandopløselighed er opfyldt (pkt. 1 og 2).

Dannelse af bundfald (slam) i stamopløsningen kan i reglen ikke undgås, hvorfor kravene i pkt. 3, for stamopløsningens vedkommende, er vanskelige at efterkomme.

Bundfald, som binder tilsatte næringsstoffer, kan forekomme, men undersøgelser har vist, at det kan undgås, og det er således muligt at efterkomme kravene i pkt. 4.

Hovedårsagen til bundfældning kan søges i råvandets pH og indhold af calcium (pkt. 5 og 6), hvorfor undersøgelserne i særlig grad har behandlet disse forhold.

Råvand til containerkulturer er tidligere behandlet af *Knoblauch* (1972).

#### Bundfald af gips ( $\text{CaSO}_4$ )

Bundfald af gips i stamopløsning af Hornumblanding kan kun undgås, hvis råvand og/eller gødningssalte er calciumfrie, og dette opnås kun ved at bruge afkalket vand (råvand der f.eks. har passeret en ionbytter eller et omdendt osmoseanlæg).

Fældning af gips er ikke påvirket af opløsningens pH, men fremkaldes af calcium (Ca) i råvandet og sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ) fra bittersalt ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ).

Indholdet af sulfat som svovl (S) er i stamopløsning af Hornumblandingen følgende:

11%	H-blanding	3,9	gram	pr.	liter
22%	»	7,8	»	»	»
33%	»	11,7	»	»	»
44%	»	15,6	»	»	»

Betingelserne for gipsfældning er tilstede i stamopløsningen, og man vil altid få udfældning

af gips, afhængig af calciumindholdet i råvandet, f.eks. vil 100 mg calcium pr. liter råvand give 1 kg gips pr. 3000 liter stamopløsning uanset om denne er 11, 22, 33 eller 44%.

Binding af ovennævnte calcium- og svovlmængde ved fældning i stamopløsningen er uden betydning for ernæring af planterne. Tekniske gener af gipsbundfald (slam) kan undgås ved kun at tappe klar stamopløsning i gødningsblanderen, se meddelelse 1090 (*Knoblauch*, 1973). Efter fortynding af stamopløsningen til gødningsvand ( $\frac{1}{2}$ -4 promille) sker der ingen gipsfældning, gips fældes kun i stamopløsningen.

#### Bundfald af calciumfosfat

Fosfor kan fældes som calciumfosfat i stamopløsning og gødningsvand, samt i dyser, drypslanger, vandfordelende underlag og dyrkningssubstrater.

Fældning af calciumfosfat er betinget af koncentration af fosfor (P), calcium (Ca) og væskens pH.

Af resultaterne i tabel 1 ses, at mængden af tilgængeligt fosfor (P) i gødningsvandet (fremstillet med 11, 22, 44, 66 og 88 mg P pr. liter), er stærkt afhængig af gødningsvandets pH. Med 66 og 88 mg P og 100 mg Ca pr. liter bundfældes en del fosfor, når pH er over 6,5. For samtlige P-koncentrationer gælder, at der fældes fosfor ved stigende pH.

Fortyndes stamopløsning af Hornumblanding med råvand med henholdsvis 50, 100, 200 og 300 mg Ca pr. liter i pH-området 6,5-12,0, vil

Tabel 1. Tilgængeligt fosfor (mg P pr. liter) i  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3 og 4 promille Hornumblanding ved forskelligt pH og 100 mg calcium (Ca) pr. liter råvand.

Gødnings- vand pH	Gødningsvand – forskelligt P-indhold				
	$\frac{1}{2}$ ‰ 11 mg P pr. liter	1 ‰ 22 mg P pr. liter	2 ‰ 44 mg P pr. liter	3 ‰ 66 mg P pr. liter	4 ‰ 88 mg P pr. liter
6,5	11,0	22,0	44,0	66,0	88,0
7,0	11,0	22,0	44,0	54,8	63,3
7,5	6,3	12,5	25,1	31,0	42,6
8,0	3,0	5,9	11,9	18,5	30,4
8,5	2,0	4,0	7,9	12,5	27,2
9,0	1,1	2,2	4,4	7,3	25,0
10,0	0,6	1,1	2,2	4,6	23,9

Tabel 2. Tilgængeligt fosfor (mg P pr. liter) i 1 promille Hornumblanding ved forskelligt pH og calciumindhold (Ca) i råvandet.

Gødningsvand pH	Råvand – forskelligt Ca-indhold			
	50 mg Ca pr. liter	100 mg Ca pr. liter	200 mg Ca pr. liter	300 mg Ca pr. liter
6,5	22,0	22,0	22,0	22,0
7,0	22,0	22,0	22,0	10,1
7,5	22,0	12,5	7,5	3,6
8,0	12,6	5,9	3,4	1,5
8,5	5,5	4,0	2,4	1,3
9,0	3,0	2,2	1,4	1,0
10,0	2,1	1,1	0,6	0,4
12,0	0,6	0,5	0,4	0,1

fosfatfældningen i 1 promille gødningsvand (22 mg P pr. liter) øges kraftigt ved stigende pH og tiltagende calciumindhold i råvandet (tabel 2).

### Konklusion og vejledning

Ved fremstilling af gødningsvand vil der i stamopløsningen dannes gipsbundfald (slam) af sulfat fra gødnings saltene og calcium fra råvandet. Fældningen er pH-uafhængig og vil være begrænset til stamopløsningen (Hornumblandingen).

Sulfat/calciumfældningen vil ikke betyde dårligere planteernæring, og tilstopning af vandingsmateriel kan undgås, hvis stamopløsningen aftrappes uden gipsslam.

Fosfor tilsat som næringsstof kan fældes som calciumfosfat i gødningsvandet, så det bliver utilgængeligt for planterne. Fosforfældning påvirkes af tilsat fosformængde, calciumindholdet i råvandet og opløsningen pH. Eksempler er vist i tabel 1 og 2.

Fældning af fosfor i gødningsvand m.m. kan undgås, hvis væskens pH holdes under værdierne angivet i tabel 3 for stamopløsning og tabel 4 for gødningsvand.

Tabel 3 og 4 er beregnet på basis af Hornumblandingen, men tabellerne har også gyldighed for andre gødningskombinationer med samme fosfor- og calciumindhold.

Hvis pH ikke kan holdes under de nævnte tærskelværdier ved brug af f.eks. monokoliumfosfat, så kan der benyttes teknisk fosforsyre ved gødningsfremstillingen, som omtalt i meddelelse 1090 (*Knoblauch*, 1973).

For at holde fosfor opløst i gødningsvand ved fordeling gennem rør, dyser, undervandingsmaterialer og dyrkningssubstrater er det nødvendigt, at pH i gødningsvandet ved passage gennem ovennævnte materialer ikke overskrider tærskelværdien for pH (tabel 4). Ved at benytte gødningsmæssigt inaktive materialer til underlag og dyrkningssubstrater, fri for kalkholdigt sand og ler, kan fosfatfældning undgås, og plan-

Tabel 3. Øvre pH tærskelværdi for at undgå udfældning af calciumfosfat i henholdsvis 11, 22, 33 og 44 procent stamopløsning af Hornumblanding ved forskelligt calciumindhold (Ca) i råvandet.

Råvand mg Ca pr. liter	Stamopløsning – Hornumblanding			
	11% 22 g P pr. liter	22% 44 g P pr. liter	33% 66 g P pr. liter	44% 88 g P pr. liter
300	4,5	4,5	4,5	4,5
50	5,0	5,0	5,0	4,5
100	5,0	4,5	4,5	4,5
200	4,5	4,5	4,5	4,5

Tabel 4. Øvre pH tærskelværdi for at undgå udfældning af calciumfosfat i henholdsvis ½, 1, 2, 3 og 4 promille gødningsvand af Hornumblandingen ved forskelligt calciumindhold (Ca) i råvandet.

Gødningsvand - Hornumblanding					
Råvand	½ ‰	1 ‰	2 ‰	3 ‰	4 ‰
mg Ca	11 mg P	22 mg P	44 mg P	66 mg P	88 mg P
pr. liter	pr. liter	pr. liter	pr. liter	pr. liter	pr. liter
50	8,0	7,5	7,0	7,0	7,0
100	7,0	7,0	7,0	6,5	6,5
200	7,0	7,0	6,5	6,0	6,0
300	6,5	6,0	6,0	5,5	5,5

terødderne tilføres den beregnede mængde fosfor.

Ved brug af surt gødningsvand skal fordelingsmaterialet være syrestabilt, f.eks. af plast og aluminium, jern kan ruste og galvaniserede rør kan tæres op og evt. forårsage zinkforgiftning af de gødningsvandede planter.

Generelt kan det anbefales, at pH i stamopløsningen holdes så lavt, at gødningsvand fremstillet af stamopløsning, fortyndet med råvand, bliver svagt surt (pH omkring 6,5).

Ved valg af enkeltsalte til Hornumblandingen tilsættes en del kvælstof som ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ammoniumioner sænker pH i gødningsvandet, hvorimod nitrater ( $\text{NO}_3^-$ ), i forbindelse med planternes optagelse af kvælstof, hæver pH. Fosfor som monokaliumfosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) er ligeledes pH reducerende.

Ved brug af råvand (Hornum) med pH 7,3

og med relativt lavt indhold af opløste stoffer (50 Ca, 5 Mg, 15 Na og 15 Cl. mg pr. liter) faldt pH i stamopløsningen til følgende værdier.

11 procent Hornumblanding	4,74
22 »	» 4,58
33 »	» 4,20
44 »	» 3,84

Gødningsvand fremstillet af ovennævnte stamopløsninger vil være svagt sur (pH 6,6-6,8).

#### Litteratur

*Knoblauch, Finn*, 1972. Råvand til containerkulturer. Gødskningens afhængighed af vandets naturlige indhold af næring. *Gartneritidende* 38 : 553-555.

*Knoblauch, Finn*, 1973. Gødningsvand til containerkultur, koncentration og kontrol. 1090. meddelelse, Statens forsøgsvirksomhed i plantekultur.

Abonnement på meddelelser fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur kan bestilles ved indsendelse af abonnementsbeløbet til bladets ekspedition, Statens Planteavlkontor, Kongevejen 79, 2800 Lyngby, postgiro 2002299, tlf. (01)85 50 57. Abonnementsprisen er for 1974 15,00 kr. årligt excl. moms. Adresseændring bedes meddelt bladets ekspedition.

Trykt i 7.500 eksemplarer.