

# Statens Planteavlsvforsøg

Meddelelse nr. 1830

87. årgang

11. juli 1985

Udgivet af Statens Planteavlsvudvalg

*Havebrugscenret, Institut for Væksthuskulturer, 5792 Årslev*

## Salat i vandkultur Regulering af pH og optagelse af næringsstoffer I.

Jens Willumsen

Der har i de senere år i flere lande været stigende interesse for dyrkning af salat i vandkultur. Der er på den baggrund udført 4 forsøg med hovedsalat i vandkultur på Institut for Væksthuskulturer. Resultaterne herfra viste:

- 1) Hurtig vækst med formindsket risiko for tipburn kan opnås, når kvælstofkoncentrationen i den cirkulerende opløsning, den såkaldte *basisopløsning*, er mellem 60 og 130 ppm.
- 2) Plantevæksten og til dels næringsstofoptagelsen er kun i ringe grad afhængig af forholdet mellem koncentrationerne af kalium, kalcium og magnesium i basisopløsningen. Selv *meget* forskellige forhold kan give samme plantevækst og *næsten* samme næringsstofoptagelse.
- 3) pH i basisopløsningen kan reguleres ved at variere tilførslen af ammonium i forhold til nitrat, når opløsningens næringsstoffer skal suppleres i takt med planternes forbrug. Dette gælder, hvis vandoptagelse og fordampning erstattes ved tilførsel af demineraliseret vand eller regnvand. Det gælder også ved tilførsel af ledningsvand, hvis indhold af bikarbonat er mindre end ca. 70 ppm, svarende til en pH-værdi mindre end 6. Tilføres ledningsvand med en pH-værdi og et bikarbonatindhold, som er højere, må pH reguleres ved tilførsel af syre, f.eks. en blanding af salpetersyre og fosforsyre.
- 4) Planternes optagelse af næringsstoffer påvirkes i særlig grad af ammoniumtilførslen.

Forslag og eksempler vedrørende sammensætning og tilførsel af næringsstofopløsninger til salat i vandkultur gives i Meddelelse nr. 1831.

### Forsøg med salat i vandkultur

I det følgende omtales de 4 forsøg med salat i vandkultur. De er udført i samarbejde med Landbohøjskolen og DEG's konsulentvirksomhed. Formålet var at undersøge planternes vækst og næringsstofoptagelse ved forskellige koncentri-

oner og kemiske sammensætninger af den recirkulerede næringsstofopløsning, kaldet *basisopløsningen*.

Forsøgene blev udført i væksthushuset med salatsorten 'Ostinata'. Frøene blev sået i granuleret sten-

uld og planterne overført til forsøgsparcerne 11–12 dage senere.

Hver parcel bestod af et kanalinddelt og overdækket bassin på 0,9 m<sup>2</sup>. Vanddybden var 7 cm. Her voksede planterne i en basisopløsning, som blev recirkuleret med en hastighed på 2,5 l/min.

Opløsningernes volumen (75 l) og elektriske ledningsevne blev målt dagligt og derefter justeret ved at tilføje demineraliseret vand og *suppleringsopløsninger*. pH blev også målt dagligt, men ikke justeret. De tilførte mængder suppleringsopløsning skulle så præcist som muligt erstatte de næringsstoffer, som planterne fjernede fra basisopløsningerne. Suppleringsopløsningerne var derfor sammensat på grundlag af kemiske analyser af hele salatplanter i god vækst.

#### *Forsøg 1 udført i perioden 2/6–1/7:*

Omfattede 5 forskellige basisopløsninger med følgende koncentrationsniveauer udtrykt ved elektrisk ledningsevne:

0,5, 0,7, 1,0, 1,4 og 2,1 mS/cm.

De indbyrdes forhold mellem næringsstofferne var ens på alle niveauer. 20% af kvælstoffet blev tilført som ammonium-N.

Samme suppleringsopløsning til alle 5 niveauer og ligeledes med 20% af kvælstoffet som ammonium-N.

#### *Forsøg 2 og 3 udført i perioderne*

*18/7–20/8 og 19/9–5/11:*

5 forskellige forhold mellem ammonium-N og nitrat-N i basisopløsningerne ved forsøgenes start:

5:95, 10:90, 15:85, 20:80 og 25:75.

De samme forhold gik igen i de tilhørende suppleringsopløsninger.

#### *Forsøg 4 udført i perioden 9/4–11/5:*

8 forskellige forhold mellem K, Ca og Mg i basisopløsningerne:

10:87:3, 10:81:9, 18:76:6, 19:69:12, 20:61:19, 50:37:13, 70:22:8 og 84:12:4 (på vægtbasis). Det var muligt at fastholde disse forhold i hele forsøgsperioden.

Samme suppleringsopløsning til alle 8 basisopløsninger.

10% af kvælstoffet blev tilført som ammonium-N, hvilket gjaldt både basisopløsninger og suppleringsopløsning.

## **Resultater**

### *Kvælstoftilførsel og pH*

Fig. 1a viser N-koncentrationen i basisopløsningerne ved de forskellige ledningsevneniveauer i forsøg 1 og ved de forskellige ammonium/nitrat forhold i forsøg 2. Sidstnævnte forhold fremkom ved at tilføje mere eller mindre ammoniumnitrat. Derfor varierede også den totale koncentration af N i forsøg 2, således som det ses i højre del af fig. 1a.

Forsøg 3 var en gentagelse af forsøg 2 på en anden årstid. Resultaterne herfra er ikke medtaget i fig. 1, da de i store træk følger resultaterne fra forsøg 2.

Fig. 1b viser basisopløsningernes koncentration af ammonium-N ved forsøgenes start og afslutning. Ammoniumkoncentrationerne faldt gradvis i løbet af kulturtiden.

Fig. 1c viser det *relative forbrug* af ammonium beregnet på grundlag af kemiske analyser af basis- og suppleringsopløsninger. Forbruget svarer nogenlunde til planternes optagelse, men omfatter også i mindre omfang mikroorganismers optagelse samt eventuelle tab og udfældninger.

Resultaterne fra forsøg 1 og 2 viser, at jo højere ammoniumkoncentrationen er i basisopløsningen (fig. 1b), des større bliver optagelsen og forbruget af ammonium (fig. 1c).

Ammoniumforbruget viste sig at have afgørende betydning for det samlede forbrug af negative ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ) og positive ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ) ioner (fig. 1d). Dette var igen afgørende for de målte ændringer af basisopløsningernes pH (fig. 1e), idet rødder frigør brintioner til basisopløsningen, hvis de optager flere positive end negative ionladninger. Derved falder opløsningens pH. Omvendt hvis de optager flere negative end positive ionladninger. I så fald frigør rødderne bi-

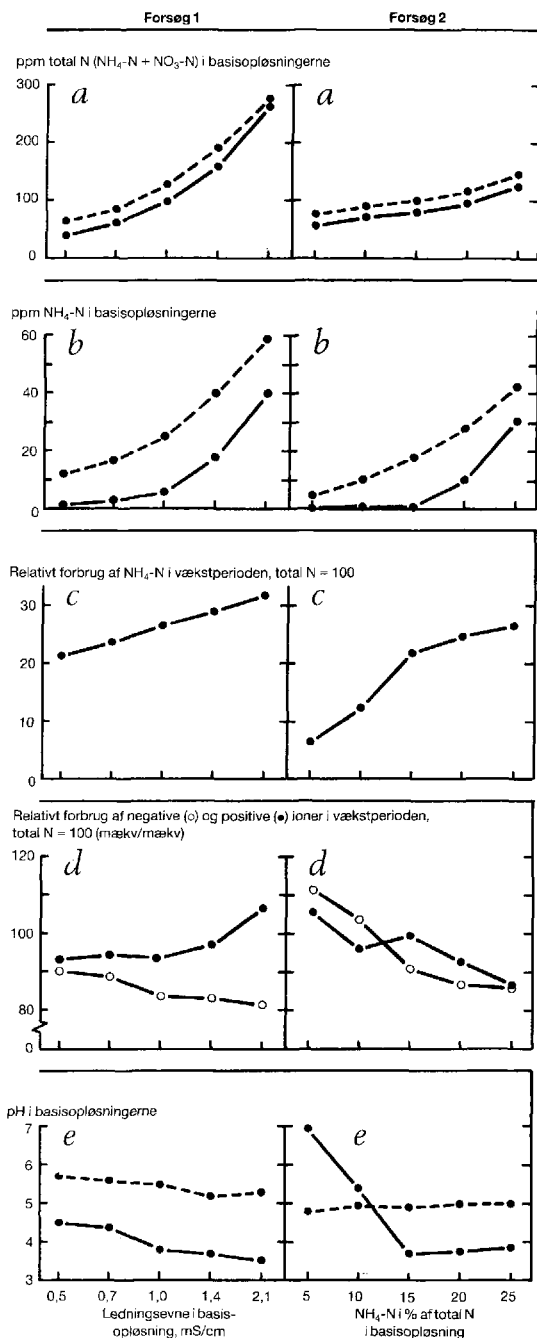


Fig. 1. Total-N, ammonium-N og pH i basisopløsningerne ved planternes udsætning - - - og høst — (a, b og e) og forbruget af ammonium-N, negative ioner og positive ioner i forhold til det samlede kvælstofforbrug (c og d) som funktion af forskellige koncentrationsniveauer i forsøg 1 og forskellige ammonium/nitrat forhold i forsøg 2.

2.

karbonationer, som er basiske, og pH stiger. – I forsøg 2 (og 3) forblev pH uændret, når ca. 15% af kvælstoffet blev optaget som ammonium-N.

Konklusionen heraf er, at man ved at skifte mellem 2 suppleringsopløsninger med henholdsvis et lavere og et højere ammonium/nitrat forhold kan regulere basisopløsningens koncentration af ammonium og dermed regulere basisopløsningens pH.

### Udbytte, kvalitet og næringsstoffoptagelse

Fig. 2 viser salathovedernes friskvægt ved høst i forsøg 1, 2 og 3. Der var sikre forskelle, men de var relativt små. Friskvægtene i forsøg 3 var generelt lave, hvilket hænger sammen med de ringere lysforhold i oktober–november.

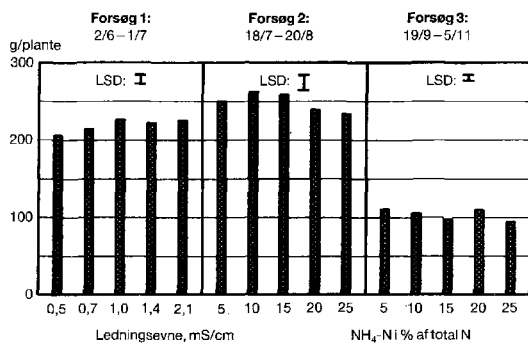


Fig. 2. Udbytte i forsøg 1, 2 og 3, g friskvægt/plante. LSD viser, hvor stor forskel der mindst skal være mellem to søjler i et forsøg, for at forskellen kan betragtes som sikker.

Kvalitetsmæssigt var der store forskelle i forsøg 1, hvor forekomsten af »tipburn« øgedes med stigende næringsstoffkoncentration (fig. 3). Dette er i overensstemmelse med andre undersøgelser.

I forsøg 1 var der kun små forskelle i optagelsen af næringsstoffer, bortset fra ammonium. Ander-

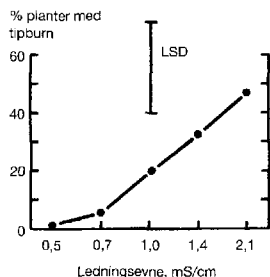


Fig. 3. % planter med tipburn ved forsøgets afslutning som funktion af basisopløsnings koncentrationeniveau. Forsøg 1.

ledes med forsøg 2 og 3. Her havde tilførslen af ammonium stor indflydelse på det relative forbrug af næringsstofferne P, S,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , K, Ca og Mg (fig. 4). Tilsvarende er tidligere vist for tomat (Meddelelse nr. 1623). Det er vigtigt at tage hensyn hertil, når suppleringsopløsninger skal sammensættes.

I forsøg 4 var der ingen forskelle i udbytte (fig. 5) og kun små forskelle i næringsstofoptagelsen til

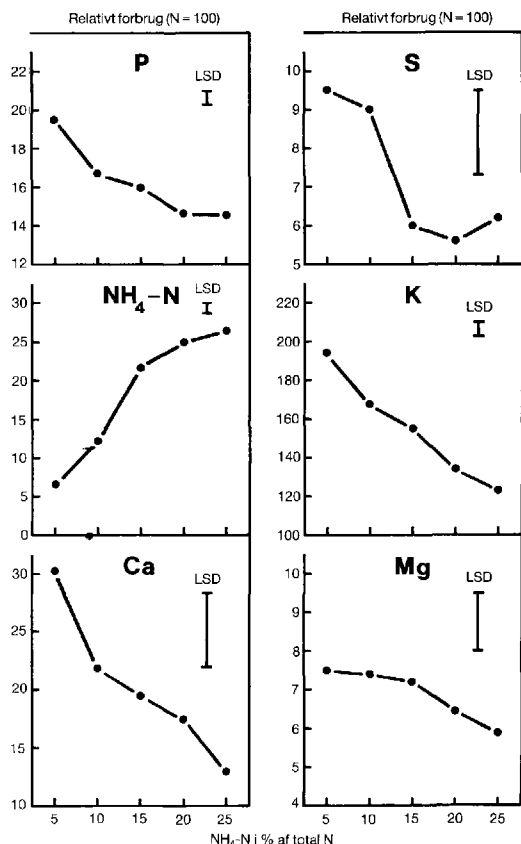


Fig. 4. Relativt næringsstofforbrug (g/g) i vækstperioden ved forskellige ammonium/nitrat forhold i basisopløsningen. Forbruget af total N er sat lig 100. Forsøg 2.

trods for de meget forskellige forhold mellem K, Ca og Mg i basisopløsningerne. Der var kun sikre forskelle i optagelsen af Ca og Mg (fig. 5); de viste kurver er baseret på planteanalyser.

Der blev i forsøgene målt forholdsvis høje koncentrationer af nitrat i planterne på høsttidspunktet, mellem 2800 og 5300 mg nitrat pr. kg friskvægt. De højeste koncentrationer blev målt i forsøg 3 på grund af den lavere lysindstråling i oktober–november, hvor dette forsøg blev udført.

Udenlandske undersøgelser har vist, at høje nitratindhold i salat kan nedsættes ved at tilføre klorid i større mængder end dem, der blev anvendt i de her omtalte forsøg. Dette bør nærmere undersøges i fremtidige forsøg.

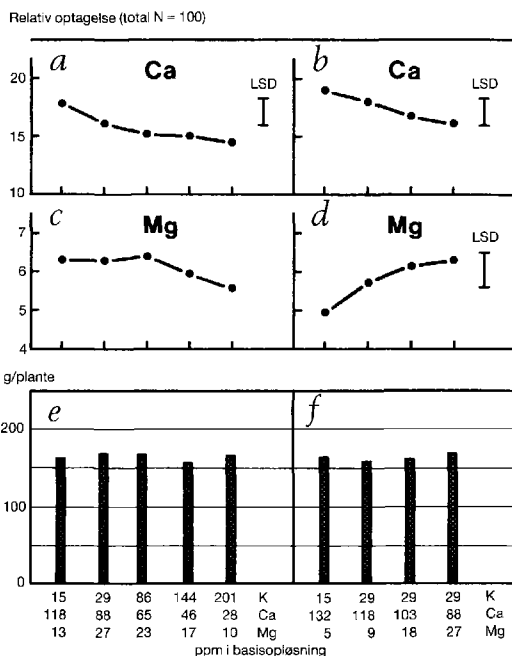


Fig. 5. Relativ optagelse af Ca og Mg (g/g) i vækstperioden samt udbytte (g friskvægt/plante) ved forskellige koncentrationer af K, Ca og Mg i basisopløsningen. Forsøg 4. Der er ingen sikre forskelle i figurerne c, e og f.

Eftertryk tilladt med kildeangivelse.

Abonnement på Meddelelse fra Statens Planteavlsvorsøg kan bestilles ved indsendelse af abonnementsbeløbet til bladets ekspedition, Statens Planteavlskontor, Kongevejen 83, 2800 Lyngby, postgiro 200 2299, tlf. (02) 85 50 57. Abonnementsprisen er for 1985 100,00 kr. årligt excl. moms. Adresseændring bedes meddelt bladets ekspedition. ISSN 0105-6514

Trykt i 6.000 eksemplarer.