

## Optimale niveauer af kvælstof og kalium hos *Asparagus plumosus* bestemt ved jord- og planteanalyse

(Optimum nitrogen- and potassium levels for *Asparagus Fern* determined by soil and plant analysis)

Poul Hansen og Niels Bredmose

### Resumé

Resultater af tre års forsøg med dyrkning af *Asparagus plumosus* ved fuldfaktoriel kombination af 4 kvælstofniveauer og 4 kaliumniveauer beskrives. Målet har været at indkredse optimalområderne for de to næringsstoffer, under hensyn til planternes udbytte og kvalitet.

Det optimale indhold af kvælstof er afhængig af årstiden. Om sommeren er 3,0–3,4% N af tørstoffet fundet optimalt, medens optimalområdet om vinteren er 3,4–3,6% N. Hvis N-niveauet er overoptimalt, kan »blad«-analysen ikke anvendes til en sikker vurdering af kulturens kvælstofstatus. Jordens Nv bør ligge mellem 40 og 80.

For kalium kan optimalområdet 2,4–2,9% K af tørstof anbefales – både sommer og vinter. Kulturen viser tolerance overfor forskelle i K-forsyning: udbyttereduktioner optræder først ved analyseværdier under 2,0%. Ved højt K-niveau fremmes rankedannelse. Kv eller Kt bør ligge mellem 5 og 30, men forskelle i planternes K-forsyning afspejles bedre gennem »blad«-analyser end gennem jordanalyser.

**Nøgleord:** næringsstofoptimering, N, K, planteanalyse, *Asparagus plumosus*.

### Abstract

The purpose of this work has been to encircle the nutrient values that lead to optimum yield and quality in a crop of *Asparagus Fern*. Information has especially been lacking as to nitrogen and potassium. In the experiment, that lasted for three years, four levels of K and N were combined in a factorial design with two replicates. Nutrient levels were determined several times during the experiment by analyzing the plant material, but also the media were analyzed.

The optimum content of N depends on the time of the year. In the summertime it is 3,0–3,4 per cent N of drymatter, while the optimum level in the wintertime is 3,4–3,6 per cent N. If the N-level is supra optimal, the »leaf«-analysis can not be used for a secure evaluation. Optimum content of N in the soil was found to be between 40 and 80 mg nitrate per 100 ml of soil.

From the experiment an optimum level of 2,4–2,9 per cent K of drymatter can be recommended for both summer and winter. As to differences in the K-supply the *Asparagus Fern* seems rather tolerant. Only if the »leaf« analysis values are below 2,0 per cent yield reductions can be expected. The formation of trails increased at higher K-levels. 5 to 30 mg water-soluble K per 100 ml of soil was found to be optimum, but differences in the K-supply of the plants were found to be better reflected through the leaf analysis than through the soil analysis.

**Key-words:** optimum nutrient levels, N, K, plant analysis, *Asparagus Fern*.

## Indledning

Der er efterhånden enighed om, at blad- og planteanalyser, i højere grad end jordanalyser, er egnede til at afspejle planternes ernæringstilstand.

Det er således i *Asparagus plumosus*<sup>1)</sup>-kulturer vist at betydelige svingninger i jordens Nv og Kv ikke altid følges af tilsvarende svingninger i planternes indhold (Hansen, 1969). Det er også vist, at Fv kan give misvisende udtryk for P-optagelsen (Hansen & Bredmose, 1971).

Planteanalysen må derfor generelt set anses for at give et mere pålideligt udtryk for næringsstofforsyningen end en jordanalyse, omend med en vis forsinkelse.

Hidtidige resultater med *A. plumosus* tyder på, at der kan tolereres forholdsvis brede optimalområder for næringsstofferne. Dette betyder, at gartneren kan dyrke sin kultur så en vis forsinkelse i oplysningerne om næringsstofforsyningen kan accepteres. Dette forhold samt planteanalysens større pålidelighed gør det sandsynligt, at man kan arbejde med udtagningsterminer af en vis længde.

Målet med disse undersøgelser har været at indkredse de udbyttømæssigt optimale næringsstoffværdier hos *A. plumosus*. For at kunne fastlægge optimalområderne mangler især oplysninger om N og K, hvorfor denne undersøgelse har været koncentreret om disse to stoffer.

## Metodik

Undersøgelserne er udført i et samarbejde mellem Statens Væksthusforsøg og Statens Forsøgsstation Blangstedgård, på hvis laboratorium analysearbejdet er foretaget.

## Forsøgsplan

Med udgangspunkt i jordanalyser ved forsøgets anlæg tilstræbtes følgende niveauer af kalium og kvælstof:

- K 1 tydelig mangel
- K 2 let mangel
- K 3 optimum
- K 4 overmål

- N 1 tydelig mangel
- N 2 let mangel
- N 3 optimum
- N 4 overmål

De fire niveauer af K og N blev kombineret faktorielt og fordelt med 2 fællesparceller.

## Forsøgets anlæg

Hver parcel var på 1,12 m<sup>2</sup> og indeholdt ca. 0,27 m<sup>3</sup> jord. Jorden var en blanding af ½ lermuld, 1/4 bakkegrus og 1/4 volumendel spagnum.

Gødningstilførslen fremgår af figur 3 og 4 samt tabel 7.

Planterne blev plantet den 21. juli 1971 med 50 planter pr. m<sup>2</sup>.

## Forsøgets udførelse

Forsøget blev udført i et 6 × 15 m væksthuse på 3 borde, der var 1,18 m brede, 30 cm dybe og hævet 40 cm over jorden. Under kulturen tilstræbtes en minimum lufttemperatur på 20° og luftvinduerne åbnedes ved ca. 27°. Efter fordampning af 10 mm vandedes med 12–15 mm. Grenene høstede 1 gang pr. uge om sommeren og 1 gang hver 14. dag om vinteren. Knibning af ranker blev foretaget »på blød spids« når grenene havde en længde af 40–50 cm, 1–2 cm blev knebet af.

De høstede grene er talt, vejede og fordelt i brugbare og kassable. De brugbare er sorteret i 4 sorteringsgrupper: 1. sortering lang (> 45 cm), 1. sortering kort (< 45 cm), 2. sortering og knebet ranker. De resterende er kasserede på grund af »drys«, nyvækst (gennemgroning), lyse grene eller andre fejl.

Med regelmæssige mellemrum, ialt 21 gange, er der ved skæringerne udtaget 15 fejlfrie grene pr. forsøgsled. Disse grenes hovedstængel og sidegrene af 1. orden er fjernet, inden materialet (»løvet«) er tørret og forarbejdet til »blad«-analyse ifølge Hansen, 1969. Resultaterne er udtrykt i pct. af tørstof. Jordprøver er udtaget 15 gange i løbet af forsøget.

Det biologiske udbytte er også vurderet økonomisk. En beregning er udarbejdet på basis af 4 års gennemsnit af de ugentlige afregningspriser til avlerne fra Plumosus-Pakkecentralen ved Gasa i Odense i årene 1971–74. På grundlag af disse op-

1) Egentlig *Asparagus setaceus* (Kunth) Jessop, syn. *A. plumosus* Baker.

lysninger er beregnet gennemsnitlige månedlige afregningspriser for hovedsorteringsgrupperne i forsøget. Udbyttene har ligget på linie med tilsvarende kulturer i praksis. Produktionen er overalt opgjort som udbytte pr. netto m<sup>2</sup>.

## Resultater

### Udbytte

#### Hovedvirkninger

Kvælstofniveauer. – I tabel 1 vises statistisk sikre hovedvirkninger af 4 kvælstofniveauer på udbytte og kvalitet, som gennemsnit af 3 år. Med undtagelse af antal og vægt af 1. sortering kort, som der produceredes flest af ved N 4, findes de højeste udbytter og den bedste kvalitet hovedsagelig ved N 3. Det gælder antal og vægt af knebne ranker, vægt af brugbare og vægt af grene ialt. En negativ egenskab som gennemgroning har dog

også sit optimum ved N 3. For de øvrige udbytte- og kvalitetskriterier findes optimum ved N 3 og N 4 på en statistisk set uadskillelig vis.

Betragtes udbytte, kvalitet og økonomi ved 4 N-niveauer i vinterhalvåret fås et lignende billede (tabel 3). Kun for antallet af grene fra I sortering kort, finder vi sikkert optimum ved N 4. N 3 udviser optimum for antal og vægt af knebne ranker, antal og vægt af brugbare samt økonomisk værdi og vægt af grene ialt. Men også her findes N 3-optimum for den negative egenskab gennemgroning.

For sommerhalvåret er udbytte og kvalitet vist i tabel 5 for de 4 N-niveauer. Optimum for produktionen af I sortering kort-grene er ved N 4, mens N 3 viser optimum for vægt af knebne ranker, vægt af grene med gennemgroning, vægt af brugbare grene og for vægt af grene ialt.

**Tabel 1.** Statistisk sikre hovedvirkninger af 4 kvælstofniveauer. Gennemsnit af 3 års forsøg  
*Significant average effects of nitrogen levels on yield and quality. Average of 3 years*

Udbytte pr. m <sup>2</sup> pr. år (Yield per m <sup>2</sup> per year)	N-niveau (nitrogen level)				LSD P (95%)
	N 1	N 2	N 3	N 4	
Antal I sortering lang . . . . .	78	88	119	128	10
(number of I grade long)					
Vægt af I sortering lang, g . . . . .	433	483	666	655	56
(weight of I grade long, g)					
Antal I sortering kort . . . . .	26	34	49	58	6
(number of I grade short)					
Vægt af I sortering kort . . . . .	116	146	213	234	21
(weight of I grade short)					
Antal II sortering . . . . .	5	8	14	17	4
(number of II grade)					
Vægt af II sortering . . . . .	45	62	102	116	21
(weight of II grade)					
Antal knebne ranker . . . . .	62	94	165	138	15
(number of pinched trails)					
Vægt af knebne ranker . . . . .	542	824	1449	1098	117
(weight of pinched trails)					
Antal grene med gennemgroning . . . . .	21	38	69	49	7
(number of branches with penetrated growth)					
Vægt af grene med gennemgroning . . . . .	131	217	442	311	46
(weight of branches with penetrated growth)					
Vægt af brugbare grene . . . . .	1137	1515	2430	2102	130
(weight of useable branches)					
Antal grene ialt, stk. . . . .	298	361	417	398	20
(total number of branches)					
Vægt af grene ialt, g . . . . .	2093	2512	2872	2473	189
(total weight of branches)					

**Tabel 2.** Statistisk sikre hovedvirkninger af 4 kaliumniveauer. Gennemsnit af 3 års forsøg  
*Significant average effects of potassium levels on yield and quality. Average of 3 years*

Udbytte pr. m <sup>2</sup> pr. år (Yield per m <sup>2</sup> per year)	K-niveau (potassium level)				LSD P (95%)
	K 1	K 2	K 3	K 4	
Vægt af knebne ranker ..... (weight of pinched trails)	826	897	1068	1123	117
Vægt af brugbare grene ..... (weight of useable branches)	1670	1695	1901	1917	130
Antal grene ialt ..... (total number of branches)	355	456	382	381	20
Vægt af grene ialt ..... (total weight of branches)	2306	2372	2616	2655	189

**Tabel 3.** Statistisk sikre hovedvirkninger af 4 kvælstofniveauer på udbytte, kvalitet og økonomi i vinterhalvåret (1. nov.-1. maj). Gennemsnit af 3 vintre  
*Significant average effects of nitrogen levels on yield, quality and economy of the winter production (1st of Nov. till 1st of May). Average of 3 winters*

Udbytte pr. m <sup>2</sup> pr. halvår (Yield per m <sup>2</sup> half-yearly)	N-niveau (nitrogen level)				LSD P (95%)
	N 1	N 2	N 3	N 4	
Antal I sortering lang ..... (number of I grade long)	41	43	59	58	7
Vægt af I sortering lang ..... (weight of I grade long)	204	214	298	277	32
Antal I sortering kort ..... (number of I grade short)	20	23	30	35	4
Vægt af I sortering kort ..... (weight of I grade short)	74	86	123	127	14
Antal II sortering ..... (number of II grade)	3	5	7	8	2
Vægt af II sortering ..... (weight of II grade)	25	29	44	54	13
Antal knebne ranker ..... (number of pinched trails)	34	45	73	58	4
Vægt af knebne ranker ..... (weight of pinched trails)	258	332	538	401	31
Antal grene med gennemgroning ..... (number of branches with penetrated growth)	14	26	39	24	4
Vægt af grene med gennemgroning ..... (weight of branches with penetrated growth)	76	133	215	132	27
Antal lyse grene ..... (number of light-coloured branches)	33	27	0	2	4
Vægt af lyse grene ..... (weight of light-coloured branches)	234	207	0	2	27
Antal brugbare grene ..... (number of useable branches)	98	116	169	159	9
Vægt af brugbare grene ..... (weight of useable branches)	561	661	1003	860	50
Økonomisk værdi, kr. .... (economical output, kr.)	37	42	61	54	3
Vægt af grene ialt, g ..... (total weight of branches, g)	870	999	1218	1008	56

Kaliumniveauer. – Tabel 2 viser de statistisk sikre hovedvirkninger af de 4 kaliumniveauer som gennemsnit af 3 år. Det ses, at udbyttet har været bedst ved de to højeste K-niveauer, imellem hvilke der ikke er sikker forskel. Dette gælder både for vægt af knebne ranker, vægt af brugbare grene samt den totale vægt af grene og antal grene ialt. Udfra disse resultater må K 3 kunne anbefales.

Hvis man ser særskilt på udbytte ved kaliumniveauerne i vinterhalvåret (tabel 4), er der opnået det største udbytte (vægt af grene ialt) ved K 3. Udbyttet ved K 3 kan dog statistisk set ikke her adskilles fra udbyttet ved K 2 og K 4. For antal og vægt af knebne ranker fås dog tydeligt det højeste udbytte ved K 3 og K 4 i vinterhalvåret. Der er en tendens til at det højeste udbytte af I sortering

kort i antal og vægt er opnået ved de laveste kaliumniveauer K 1 og K 2.

I tabel 6 er vist udbytte og kvalitet ved K-niveauerne i sommerhalvåret. Den totale vægt af grene er størst ved K 4 og K 3, hvor udbyttet adskiller sig significant fra samme ved K 1 og K 2. Ser man på antallet af grene ialt, kan det højeste udbytte ved K 3 og K 4 ikke adskilles statistisk fra K 2. For vægt og antal af brugbare samt for vægt og antal af knebne ranker findes de højeste udbytter ved K 4 som statistisk lader sig adskille fra K 1 og K 2 men ikke fra K 3. Hvor de højeste udbytter i vinterhalvåret findes ved K 3, finder vi dem i sommerhalvåret ved K 4.

#### Vekselvirkninger

I figur 1 A er vist vekselvirkning mellem K- og

**Tabel 4.** Statistisk sikre hovedvirkninger af 4 kaliumniveauer på udbytte og kvalitet i vinterhalvåret (1. november til 1. maj). Gennemsnit af 3 vintre

*Significant average effects of potassium levels on yield and quality of the winter production (1st of November till 1st of May). Average of 3 winters*

Udbytte pr. m <sup>2</sup> pr. halvår (Yield per m <sup>2</sup> per half-year)	Kaliumniveau (potassium-level)				LSD P (95%)
	K 1	K 2	K 3	K 4	
Antal I sortering kort (number of I grade short)	29	29	26	24	4
Vægt af I sortering, kort (weight of I grade short)	111	109	101	89	14
Antal knebne ranker (number of pinched trails)	48	51	57	55	4
Vægt af knebne ranker (weight of pinched trails)	333	368	419	409	31
Vægt af grene ialt (total weight of branches)	978	1009	1064	1046	56

Figur 1. Vekselvirkning mellem kalium- og kvælstofniveauer.

A: Økonomiske udbytte i kr. pr. netto m<sup>2</sup> pr. år, gns. af 3 år.

B: Antal salgbare grene pr. netto m<sup>2</sup> pr. år, gns. af 3 år.

C: % N i planter.

D: % K i planter, gns. af 21 udtagninger.

E: Nv i jord.

F: Kv i jord, gns. af 15 udtagninger.

*Interaction between potassium- and nitrogen levels.*

A: *Economic output per net m<sup>2</sup> per year.*

B: *Number of saleable branches per net m<sup>2</sup> per year.*

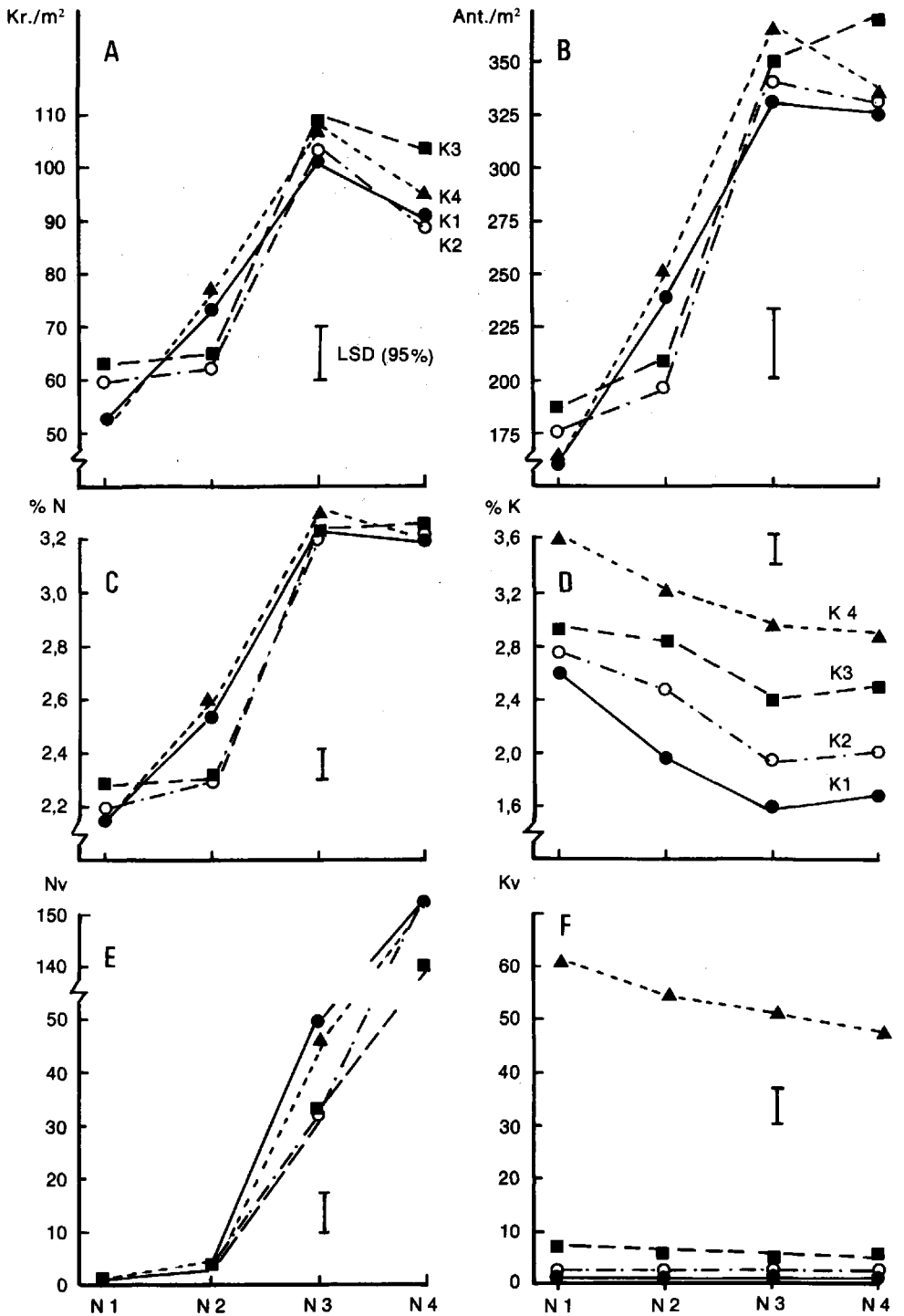
C: *% N of plants.*

D: *% K of plants.*

E: *mg nitrate per 100 ml of soil.*

F: *mg water-soluble K per 100 ml of soil.*

Se fig. næste side



Figur 1. (Se figurtekst foregående side)

**Table 5.** Statistisk sikre hovedvirkninger af 4 kvælstofniveauer på udbytte og kvalitet i sommerhalvåret (1. maj til 1. november). Gennemsnit af 2 somre

*Significant average effects of nitrogen levels on yield and quality of the summer production (1st May till 1st of November). Average of 2 summers*

Udbytte pr. m <sup>2</sup> pr. halvår (Yield per m <sup>2</sup> half-yearly)	N-Niveau (nitrogen level)				LSD P (95%)
	N 1	N 2	N 3	N 4	
Vægt af I sortering, lang ..... (weight of I grade, long)	300	347	495	511	47
Antal I sortering, kort ..... (number of I grade, short)	9	15	21	28	4
Vægt af I sortering, kort ..... (weight of I grade, short)	57	77	108	128	18
Antal II sortering ..... (number of II grade)	3	5	10	11	3
Vægt af II sortering ..... (weight of II grade)	29	43	75	80	14
Antal knebne ranker ..... (number of pinched trails)	35	62	123	107	17
Vægt af knebne ranker ..... (weight of pinched trails)	349	617	1232	920	142
Antal grene med gennemgroning ..... (number of branches with penetrated growth)	10	16	37	33	6
Vægt af grene med gennemgroning ..... (weight of branches with penetrated growth)	71	112	287	228	41
Vægt af lyse grene ..... (weight of light coloured branches)	767	715	0	6	115
Antal brugbare grene ..... (number of useable branches)	95	140	236	241	17
Vægt af brugbare grene ..... (weight of useable branches)	735	1084	1911	1639	144
Antal grene ialt ..... (total number of branches)	199	246	273	281	24
Vægt af grene ialt ..... (total weight of branches)	1574	1911	2198	1925	214

**Table 6.** Statistisk sikre hovedvirkninger af 4 kaliumniveauer på udbytte og kvalitet i sommerhalvåret (1. maj til 1. nov.). Gennemsnit af 2 somre

*Significant average effects of potassium levels on yield and quality of the summer production (1st of May till 1st of Nov.). Average of 2 summers*

Udbytte pr. m <sup>2</sup> pr. halvår (Yield per m <sup>2</sup> per half-year)	Kalium-niveau (potassium level)				LSD P (95%)
	K 1	K 2	K 3	K 4	
Antal knebne ranker ..... (number of pinched trails)	70	74	86	98	17
Vægt af knebne ranker ..... (weight of pinched trails)	656	686	837	939	142
Antal brugbare grene ..... (number of useable branches)	169	167	185	193	17
Vægt af brugbare grene ..... (weight of useable branches)	1231	1222	1416	1500	144
Antal ialt, stk. .... (total number of branches)	233	237	260	259	24
Vægt ialt, g ..... (total weight of branches)	1759	1770	1985	2094	214

N-niveauer med hensyn til økonomisk udbytte. Den normale udbyttekurve er her illustreret ved kurveforløbene af K 1 og K 4 gennem de 4 N-niveauer. K 2 og K 3 kvitterer i modsætning hertil først med merudbytte ved N 3. Alle 4 K-niveauer har optimum ved N 3.

Et lignende billede viser figur 1 B, der afbilder vekselvirkning mellem K- og N-niveauer med hensyn til antal salgbar grene. K 1 og K 4 viser stigende udbytte med stigende N-niveau indtil N 4, hvor udbyttet viser faldende tendens. K 2 og K 3 viser først significant stigning i udbytte ved N 3. Men figur 1 B viser også, at mens de øvrige K-trin formentlig er i overmål ved N 4, er der en tendens til at udbyttet vedvarende stiger for K 3 ved N 4.

Vekselvirkning mellem K- og N-niveauer med hensyn til antal lyse grene fremgår af figur 2, og viser generelt et fald især fra N 2 til N 3 i antal lyse grene med stigende N-niveau fra ca. 100 stk. ved 1. trin til 0 ved 3. trin. K 4 afviger herfra ved igen ved N 4 at fremvise lyse grene. Det kan vises at 2/3 af de lyse grene ved K 4, N 4 fremkommer i sommerhalvåret.

#### Analysér

Planternes N-procenter viser i begyndelsen ikke så store forskelle, til trods for at der fra starten er tydelige forskelle i jordens N<sub>v</sub>; N 2 har dog i begyndelsen en højere N<sub>v</sub> end senere i forsøget (figur 3). Men idet vækstaktiviteten stiger det første forår efter plantningen, opstår der tydelige forskelle i planternes N-procenter. For N 1 og N 2 falder niveauet yderligere det sidste forsøgsår, og forskellen i N-procent og N<sub>v</sub> mellem disse to udlignes næsten. N-procenterne er næsten ens i N 3 og N 4 trods store forskelle i N<sub>v</sub>. Ellers er planternes N-procenter, til trods for jordens N<sub>v</sub>, gennemgående mindre om sommeren end om vinteren, selvom N især er tilført forår og sommer.

Allerede det første efterår er der forskelle i planternes kaliumprocenter mellem de forskellige K-trin, og forskellene øges betydeligt i forsøgets løb (figur 4). Selv mellem K 1 og K 2 er der tydelige forskelle, selvom K<sub>v</sub> og K<sub>t</sub> er lave og forskellene små.

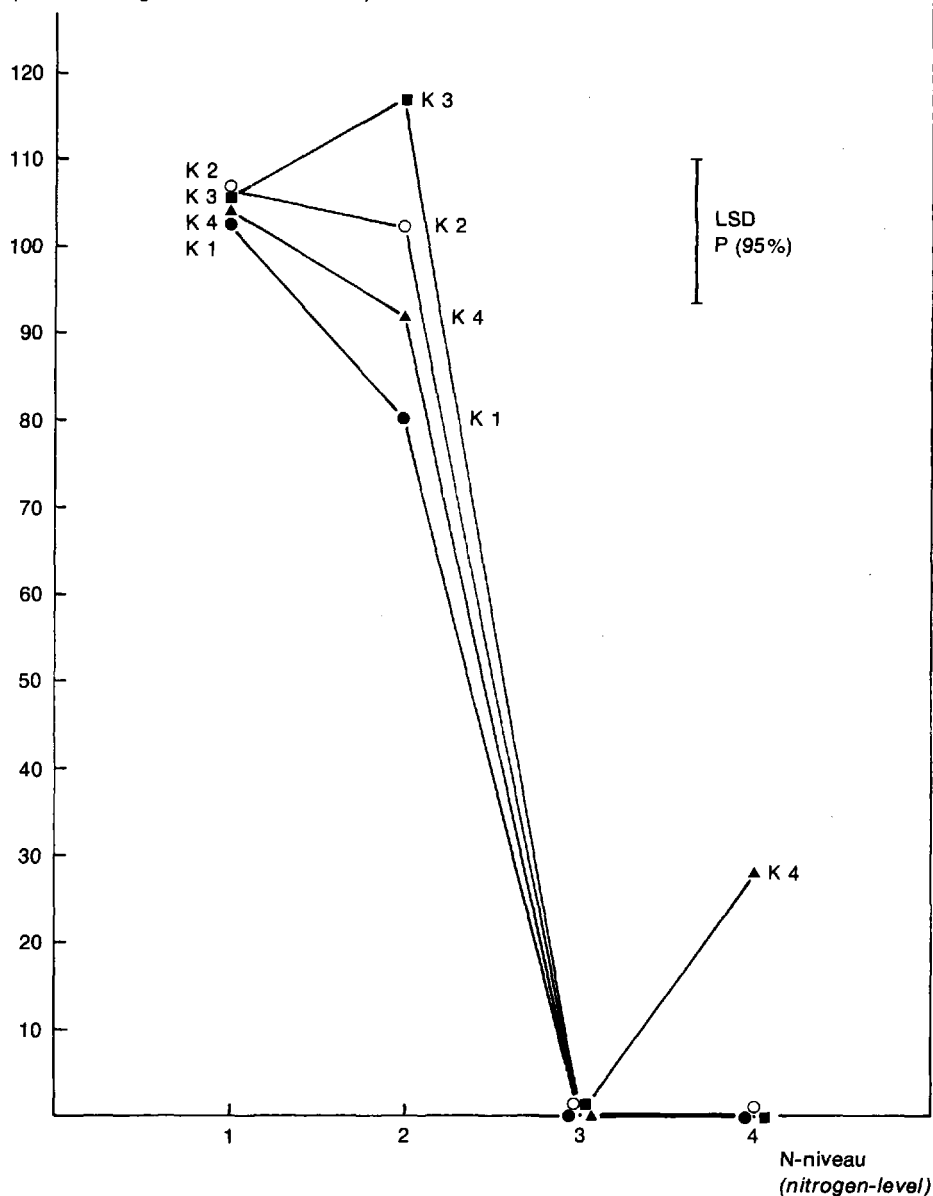
Vekselvirkningerne mellem K- og N-niveauer fremgår af figur 1. N<sub>v</sub> påvirkes i nogle tilfælde af

Tabel 7. Næringsstofftilførsel samt indhold i jord og planter  
*Supply and content of nutrients in soil and plants*

	P	Mg	Ca	Rt
Jordanalyse af rå jord (Soil analysis before starting)	Ft 4	Mgt 8		Rt 4,9
Iblandet ved anlæg (Supplied at the beginning of exp.)	167 g P/m <sup>2</sup> = + Ft 21	47 g Mg/m <sup>2</sup> = + Mgt 19		
Jordanalyse 20/9-1971 (Soil analysis)	Ft 29, Fv 52	Mgt 22		Rt 6,5
Tilført 20/9 71-14/6 74 (Supplied)	20 g P/m <sup>2</sup> = + Ft 3	0		
Jordanalyse 14/6 1974 (Soil analysis)	Ft 34, Fv 91	Mgt 25		Rt 7,6
Jordanalyse gns. af 6 udt. (Soil analysis, average of 6 samplings)	Ft 31, Fv 72	Mgt 22		-
Indhold i planter, gns. af 21 udtagninger (% dry matter content of P, Mg and Ca. Average of 21 samplings)	N1: 0,43% P N2: 0,33% P N3: 0,18% P N4: 0,19% P LSD:0,07% P	K1: 0,30% Mg K2: 0,27% Mg K3: 0,26% Mg K4: 0,24% Mg LSD:0,01% Mg	K1: 1,87% Ca K2: 1,76% Ca K3: 1,67% Ca K4: 1,38% Ca LSD:0,13% Ca	

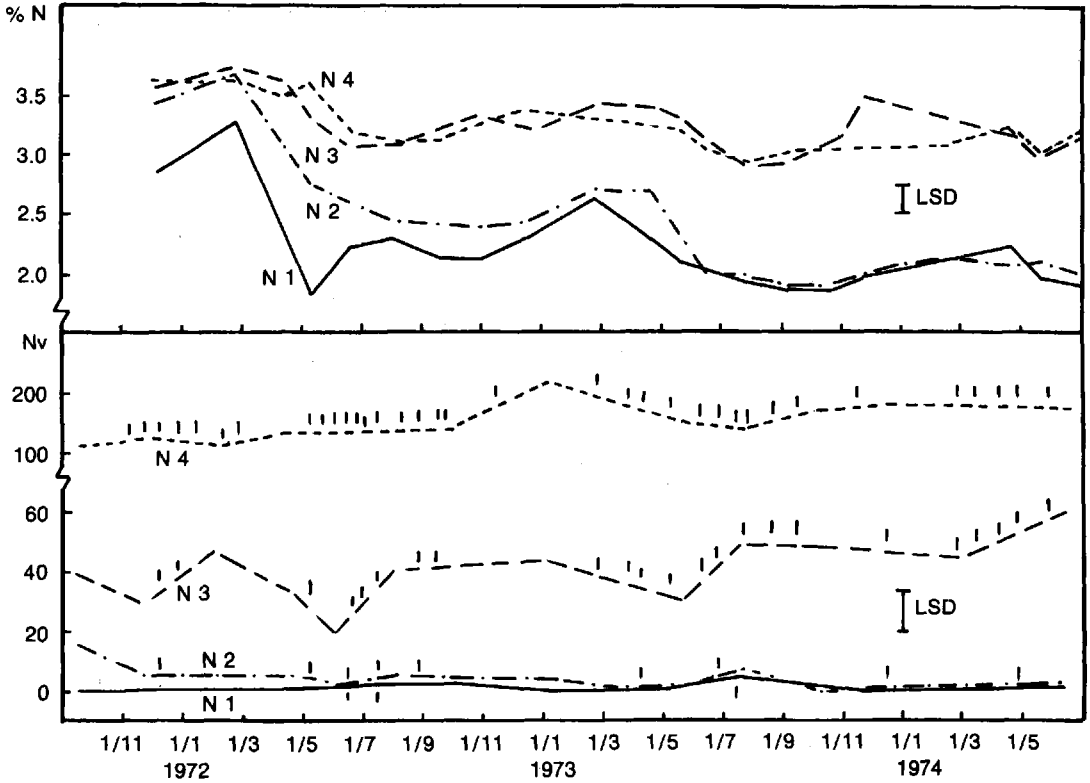


Antal lyse grene  
 stk. pr. netto m<sup>2</sup> pr. år  
 (number of light-coloured branches)



Figur 2. Vekselvirkning mellem kalium- og kvælstofniveauer med hensyn til antal lyse grene pr. netto m<sup>2</sup> pr. år som gennemsnit af 3 år.

*Interaction between potassium- and nitrogen levels as to number of light-coloured branches per net m<sup>2</sup> per year, as an average of 3 years.*



Figur 3. Planternes N-procent og jordens Nv som funktion af tiden ved de fire N-trin. Gns. af K-trin. | angiver ved N3 og N4 tilførsel af 5,5 g N/m<sup>2</sup> = 10 Nv-enheder, ved N1 og N2 tilførsel af 2,8 g N/m<sup>2</sup> = 5 Nv-enheder. Ved forsøgets anlæg blev der iblandet 8, 24 og 91 g N/m<sup>2</sup> for henholdsvis N2, N3 og N4. N er tilført som kalksalpeter. % N of plants and mg nitrate per 100 ml of soil as a function of time at four N-levels.

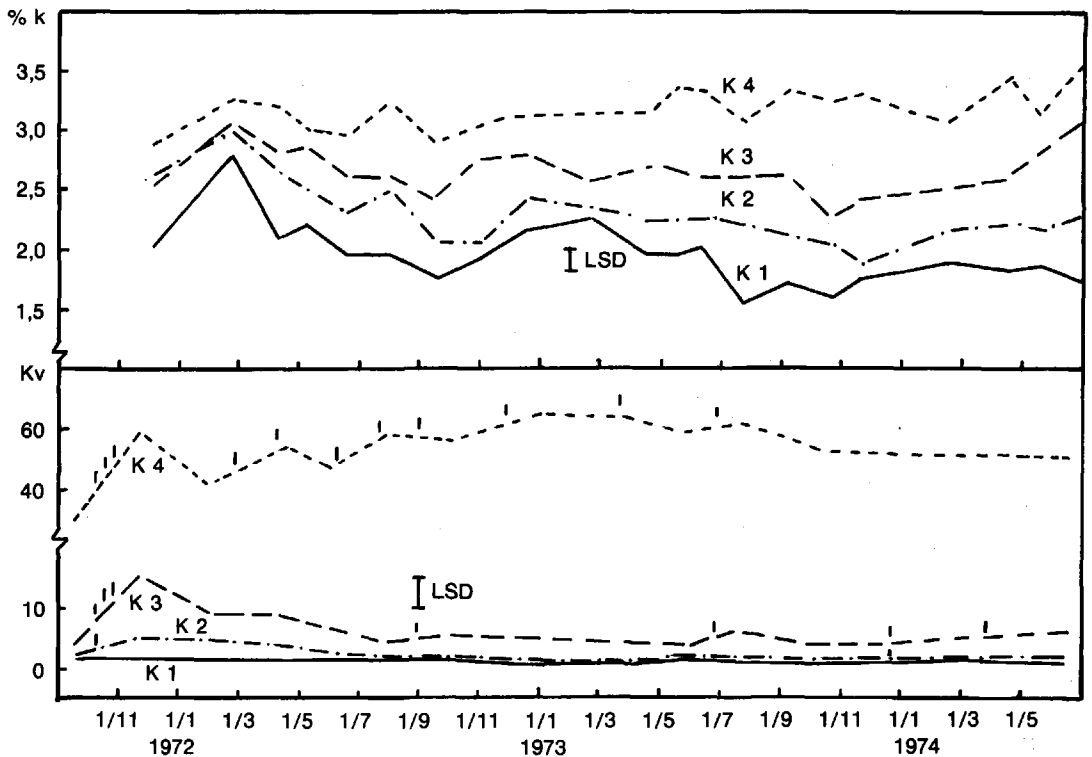
K-tilførslen, idet K 3 giver særligt lav Nv ved N4, mens K 2 og K 3 giver de laveste Nv ved N 3. På samme måde virker K-tilførslen ind på N-procenten ved N 2; K 2 og K 3 giver her de laveste værdier. Derimod giver K 3 ved N 1 den højeste N-procent. K-procenten stiger med tiltagende N-mangel (N 3 → N 1). Også Kv stiger med tiltagende N-mangel, dette ses især ved N 4, og det var særligt tydeligt ved forsøgets afslutning.

Nogle resultater for P, Mg og Ca i planter og Ft, Mgt og Rt i jord fremgår af tabel 7. Jordens Ft, Mgt og Rt var ikke påvirket ret meget af K- eller N-tilførsel. Derimod steg planternes P-procent kraftigt ved de laveste N-niveauer. Mg- og Ca-procenter steg med aftagende K-niveau.

#### Optimalområder

##### Kvælstof

Optimalområdet for et næringsstof bestemmes ved at fastlægge det næringsstofområde, hvor udbyttet og kvaliteten som funktion af pågældende næringsstof er højest. Ved at sammenligne figur 1A, 1B og 1C ses en positiv sammenhæng mellem udbytte og N-procent ved N 1 og N 2. Disse N-procenter ligger under 2,6. Både udbytte og N-procenter er her gennemsnit for hele forsøget. Men forskellene i udbytte og N-procent mellem de forskellige N-trin ændrer sig i forsøgets forløb, bl.a. fra sommer til vinter. Sammenhængen mellem udbytte og N-procent bør derfor vurderes indenfor kortere perioder. Dette er gjort i figur 5.



Figur 4. Planternes K-procent og jordens Kv som funktion af tiden ved de fire K-trin. | angiver ved K4 tilførsel af  $15 \text{ g K/m}^2 = 6 \text{ Kv-enheder}$ , ved K2 og K3 tilførsel af  $7,5 \text{ g K/m}^2 = 3 \text{ Kv-enheder}$ . Ved forsøgets anlæg blev der iblandet 10, 30 og  $174 \text{ g K/m}^2$  for henholdsvis K2, K3 og K4. K er tilført som svovlsur-kali. De gennemsnitlige Kt-værdier var for K1, K2, K3 og K4 henholdsvis 2,1, 3,4, 8,7 og 65.

% K of plants and mg water-soluble K per 100 ml of soil as a function of time at four K-levels.

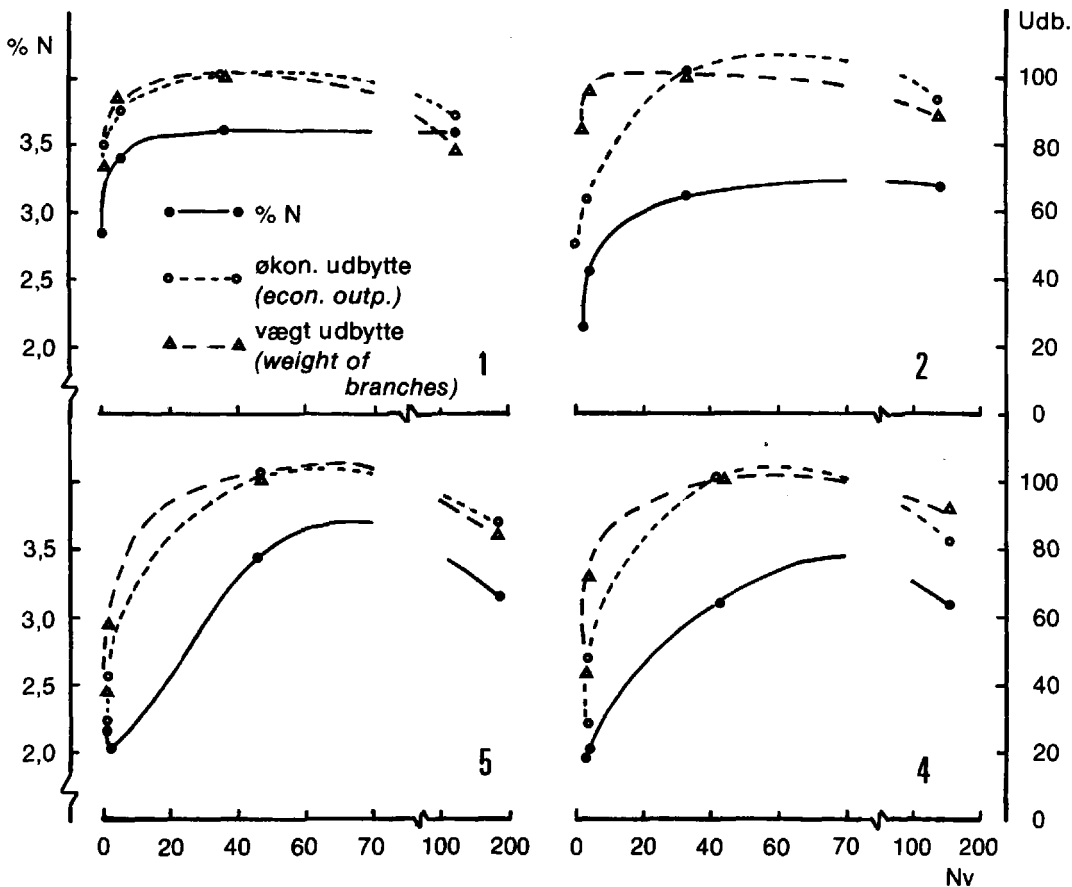
Perioden 1/11 1972 til 1/5 1973 er ikke taget med, udbytteforskellene var i denne periode små. Optimalområdet for N bør bestemmes ved optimal K-forsyning, derfor er der kun medtaget resultater fra K 3 og K 4. Bedømt ud fra kurveforløbene har der ved de to laveste N-niveauer været tydelig N-mangel undtagen i 1. periode. N 3 har været i eller lidt under det optimale område, mens der ved N 4 har været overmål af N. Det højeste økonomiske udbytte synes om sommeren at være nået ved 3,0–3,4% N og om vinteren ved 3,4–3,6% N. De relativt få punkter gør, at kurveforløbene er behæftet med en betydelig usikkerhed. Optimalområderne kan derfor muligvis være bredere end de her angivne. Et stort vægtudbytte

opnås om sommeren ned til 2,6% N, men kvaliteten bliver ringere, bl.a. fordi der begynder at komme lyse grene (figur 2).

Ved det højeste N-niveau går udbyttet ned, selv om N-procenterne ofte stadig er inden for de optimalområder, som er angivet her. Bladanalyser kan derfor ikke anvendes til en sikker vurdering, når N-niveauet er overoptimalt. Nv bør sikkert ligge mellem 40 og 80.

#### Kalium

Optimalområdet for K bør bestemmes ved optimal N-forsyning, det sker derfor i nærværende materiale bedst ved N 3. Sammenlignes de gennemsnitlige værdier af udbytte og K-procenter for



Figur 5. Økonomisk udbytte (% af max.), total vægt af grene (% af max.) og N-procent i planter som funktion af Nv i 4 perioder. Gennemsnit af K3 og K4.

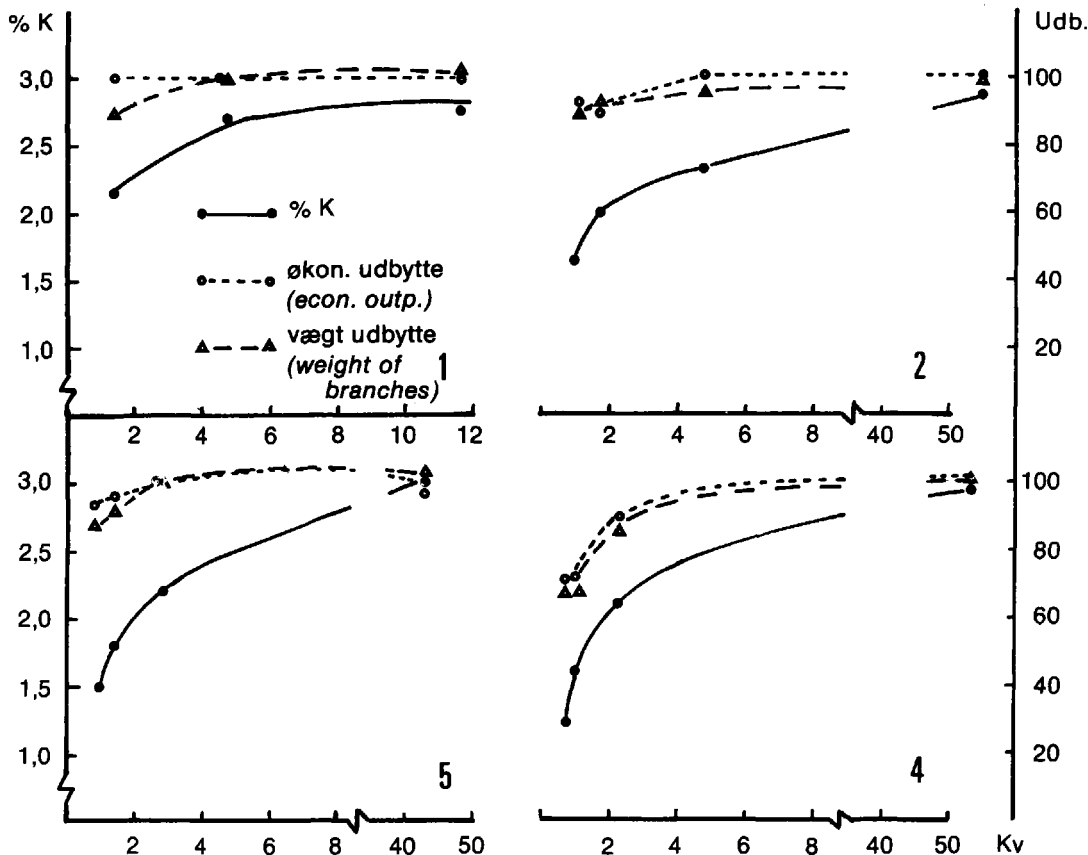
Relative economic out-put, relative total weight of branches, and %N of plants as a function of mg nitrate per 100 ml of soil in four periods. Average of K3 and K4.

- Periode (Period):
- 1: 1/10 1971 – 1/5 1972
  - 2: 1/5 1972 – 1/11 1972
  - 4: 1/5 1973 – 1/11 1973
  - 5: 1/11 1973 – 1/5 1974

hele forsøget ved N 3 (figur 1A, 1B og 1D), synes optimum at ligge mellem 2,4 og 2,9%K, men kaliumindhold i jord og »blad« tørstof ændrer sig i løbet af forsøget (figur 4). Ved at betragte sammenhængen mellem udbytte og K-procenter i de enkelte perioder (figur 6), synes man at være sikker på maximaludbytte som funktion af K, når K-procenterne ligger på 2,6–2,9. Den øverste grænse kan ikke bestemmes sikkert. Det økono-

miske udbytte forringes ikke meget ved K-procenter ned til 2,2. Kun i sommeren 1973 (figur 6, periode 4) er der en større udbyttereduktion ved K-procenter under 2,0.

Forskelle i planternes K-forsyning afspejles bedre gennem bladanalyser end gennem jordanalyser (figur 4). Jordens Kv eller Kt bør formentlig ligge mellem 5 og 30 (figur 6).



Figur 6. Økonomisk udbytte (% af max.), total vægt af grene (% af max.) og K-procent i planter som funktion af Kv i 4 perioder. N3. Ellers som figur 5.

Relative economic output, relative total weight of branches, and % K of plants as a function of mg watersoluble K per 100 ml soil in four periods. N3. Otherwise as Figure 5.

### Diskussion

**Kvælstof:** Stor N-tilførsel giver ikke altid stort indhold af N i planten, selvom jordens  $N_v$  stiger. Det blev for *A. plumosus* vist af Hansen i 1969. Dette kan forklare nogle varierende optimalværdier. For eksempel fandt Nielsen & Eriksen (1966) optimum  $N_v$  på 80–100, mens Hallig & Amsen (1968) fandt at N-forsyningen var lige så god ved  $N_v$  10–20 som ved  $N_v$  80–100.

I dette forsøg finder vi  $N_v$  optimalt mellem 40 og 80. Det optimale indhold af N i planten finder vi at være 3,0–3,4% om sommeren, og 3,4–3,6% om vinteren.

Ved en tidligere undersøgelse har vi fundet en

gennemsnitlig N-% på 3,7 (Hansen & Bredmose, 1971). Hallig & Amsen (1968) og Volpi (1973) har, ved at analysere hele *A. plumosus*-grene, fundet årgennemsnit på henholdsvis 2,9% N og 3,18% N. Volpi (1973) finder desuden følgende N-procenter: for forår (15/2–15/6) = 2,40% N, sommer (15/6–15/10) = 3,21% N, vinter (15/10–15/2) = 2,95% N. De anførte værdier er gennemsnit af 3 års forsøg.

Volpi finder tilsyneladende sine højeste N-procenter om sommeren, mens vi finder de højeste om vinteren. Årsag til forskellene kan foruden analysemetoden være forskel i kulturteknik. Italiensk *A. plumosus* dyrkes fortrinsvis uden op-

varmede væksthuse, mere almindeligt er brugen af plasthuse, netdæk eller rørdæk.

Som følge af antagisme mellem N og P sker der (tabel 7) en halvering af % P optaget ved de højeste N-trin i forhold til N 1. Hvis N-niveauet er overoptimalt viser vores undersøgelse, at »blad«-analysen ikke bør anvendes til en sikker vurdering af kvælstofstatus.

**Kalium:** Ved meget lavt K-niveau fandt *Messing & Owen*, 1949, at nye *A. plumosus*-skud blev tyndere (vejede mindre). I overensstemmelse hermed viste *Nielsen & Eriksen*, 1966, at der opnås et større vægtudbytte ved Kv 25 end ved Kv 5. Vore tidligere resultater (*Bredmose & Hansen*, 1972) harmonerer med dette, idet vi fik tungere grene ved højere K-indhold, samt øget igangsættelse af nye vækstpunkter – det vil sige flere grene – ved lavere K-indhold. På baggrund af disse resultater måtte vi i 1972 pege på K-procenter 2,0–2,6 og Kv 5–10 som optimale. *Nielsen & Eriksen* (1966) pegede på Kv 15–25.

Vi finder i dette forsøg det største rankeudbytte ved de to højeste K-niveauer. Men kun om vinteren er udbyttet af I sortering kort reduceret ved det højeste K-niveau. D.v.s. i dette forsøg har grenantallet ikke været så tydeligt formindsket med stigende kalium-tilførsel som i det tidligere forsøg (*Bredmose & Hansen*, 1972). Derfor finder vi i nærværende forsøg optimalområde på 2,6–2,9% K, men ned til 2,2% K påvirkes udbyttet kun lidt. Ved stigende K-niveau falder indholdet af Mg og Ca som procent af »blad«tørstof (tabel 7). Kv bør ligge på 5–30, men forskelle i planternes K-forsyning afspejles bedre gennem »blad«-analyser end gennem jordanalyser.

Med deres analysemetode fandt *Hallig & Amsen* (1968) og *Volpi* (1973) årsværdier for K på henholdsvis 3,0 og 1,9% af plantetørstoffet.

### Konklusion

Det optimale indhold af kvælstof i voksende *Asparagus plumosus*-»blade« i forhold til udbytte og kvalitet er afhængig af årstiden. Om sommeren er 3,0–3,4% N af tørstoffet fundet optimalt, mens optimalområdet om vinteren er 3,4–3,6% N.

Når N-niveauet er overoptimalt, kan »blad«-analysen ikke anvendes til en sikker vurdering. Jordens Nv bør ligge mellem 40 og 80.

Ud fra forsøgene kan et optimalområde på 2,4–2,9% K af tørstoffet anbefales. Det gælder både sommer og vinter. *A. plumosus* synes ret tolerant overfor forskelle i K-forsyningen, først ved »blad«-analyse-værdier under 2,0% optræder der større udbyttereduktioner. Ved højt K-niveau fremmes rankedannelsen. Kv eller Kt bør ligge mellem 5 og 30, men forskelle i planternes K-forsyning afspejles bedre gennem »blad«-analyser end gennem jordanalyser.

### Erkendtlighed

Den statistiske behandling af talmaterialet er foretaget ved hjælp af EDB på NEUCC af Statens Planteavlsforsøgs Dataanalytiske Laboratorium, Lyngby.

### Litteratur

- Bredmose, Niels og Hansen, Poul* (1972): Forskellige kalium-, calcium- og magnesiumniveaues indflydelse på udbytte, kvalitet og næringsstofindhold hos *Asparagus plumosus* Baker. Tidsskrift for Planteavl, 76: 528–540.
- Hallig, V. Aa. og Amsen, M.G.* (1968): Forsøg med jordtyper, kvælstofgødning og vanding til *Asparagus plumosus* Baker. Tidsskrift for Planteavl, 72: 197–210.
- Hansen, Poul* (1969): »Blad«-analyser hos *Asparagus plumosus*. Tidsskrift for Planteavl, 73: 464–470.
- Hansen, Poul og Bredmose, Niels* (1971): Reaktionstallets og jordtypens indflydelse på udbytte, kvalitet og mineralstofindhold hos *Asparagus plumosus* Baker. Tidsskrift for Planteavl, 75: 586–590.
- Messing, J.H.L. og Owen, O.* (1949): The effect of some acute mineral deficiencies on Glasshouse plants. *Asparagus plumosus nanus*. Thirty-fourth Annual Report of the Cheshunt Experimental and Research Station 1948, 1949, pp. 73–75.
- Nielsen, H. Søndergård og Eriksen, E.K.* (1966): *Asparagus plumosus*-sektionen. Årbog for Gartneri. 1965, 47: 127–129. Red. N.J. Sennels og Hother Villtoft. Alm. dansk Gartnerforening.
- Volpi, L.* (1973): Ricerche sulla nutrizione dell'*Asparagus plumosus*. Composizione Chimica dei materiali vegetali e asporti nutritivi. Ann. Inst. Sper. Flor., vol. IV, no 1: 21–42, San Remo 1973.

Manuskript modtaget den 5. maj 1977