



Skov & Landskab

Pyntegrøntserien
Nr. 17 • 2001

Gødningsrespons hos nordmannsgranprovenienserne Ambrolauri og Langesø afd. 6

*Claus Jerram Christensen, Morten Ingerslev, Lars Bo Pedersen og
Ulrik Bräuner Nielsen*



Rapportens titel

Gødningsrespons hos nordmannsgranprovenienserne Ambrolauri og Langesø afd. 6

Forfattere

Claus Jerram Christensen, Morten Ingerslev, Lars Bo Pedersen og Ulrik Bräuner Nielsen

Udgiver

Forskningscentret for Skov & Landskab

Serietitel, nr.

Pyntegrøntserien nr. 17-2001

Ansvarshavende redaktør

Niels Elers Koch

Layout

Jette Alsing Larsen

Bedes citeret

Claus Jerram Christensen, Morten Ingerslev, Lars Bo Pedersen og Ulrik Bräuner Nielsen (2001): Gødningsrespons hos nordmannsgranprovenienserne Ambrolauri og Langesø afd. 6. Pyntegrøntserien nr. 17, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2001. 64 s. ill.

ISBN

87-7903-111-0

ISSN

0907-0354

Tryk

Kandrup's Bogtrykkeri, 2100 København Ø

Oplag

500 eks.

Pris

150 kr. inkl. moms

Forsidefoto

Lars Kjærbølling

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af Forskningscentrets navn kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

Rapporten kan købes ved henvendelse til

DSR Boghandel
Thorvaldsensvej 40
DK-1871 Frederiksberg C
Tlf. 3535 7622
E-mail DSR-Boghandel@DSR-Boghandel.dk

Forord

Grundlaget for denne undersøgelse blev oprindeligt etableret i et projekt fra 1994 udført af Forskningscentret for Skov & Landskab (FSL) med finansiering fra det daværende Landbrugsministerium (Noon-food programmet) og Skov- & Naturstyrelsen (S&N). Det oprindelige projekt, som især omhandlede vækst, kvalitet og miljøaspekter for 4-7 årige nordmannsgran juletræer løb frem til udgangen af 1997. Herefter har Produktionsafgiftfonden for Juletræer og Pyntegrønt (PAF) ydet tilskud dels til en fortsættelse af dele af det oprindelige projekt, dels til biomasseundersøgelserne i de to nordmannsgran provenienser Ambrolauri og Langesø afd. 6. FSL har løbende ydet tilskud til projektet.

Nærværende rapport omfatter undersøgelser af gødskningens indflydelse på kvalitet og biomasse i to provenienser for 4-7 årige nordmannsgran-juletræer plantet på tidligere agerjord.

Etablering og behandling samt opgørelse, beregning og formidling fra undersøgelserne er foretaget af videnskabelig medarbejder Erik Bøgehøve Hansen (frem til 1994), konsulent Lars Kjærbølling (frem til 1995), senior-konsulent Claus Jerram Christensen (fra 1995), seniorforsker Lars Bo Pedersen, seniorforsker Morten Ingerslev (fra 1997), laboratoriefuldmægtig Allan Overgaard Nielsen, laboratoriefuldmægtig Mads Madsen Krag samt laboranterne Andreas Harder, Lisbet Thomassen, Alina Borcken-Hagen, Xhevat Haliti og Lena Byrgesen. Endvidere har følgende fungeret som målemedhjælpere ved de mange opgørelser: Skovtekniker Lars Andersen, skovbrugsstuderende Thomas Hansen, skovbrugsstuderende Claus Boholm Petersen. Derudover har tidligere afdelingsleder, nu direktør i Dansk Juletræsdyrkerforening, Kaj Østergård, været til gavn for projektet gennem råd og vejledning under hele projektførelsen. De kemiske analyser er foretaget ved FSL's laboratorium (1993-1997).

Vi takker Salten Langesø Skovdistrikt ved skovrider Niels Peter Dalsgård Jensen og skovfoged Niels Bach for at have stillet arealet til rådighed samt for deres velvillige indstilling overfor projektet. Takken henledes særligt på de helt nødvendige kontrolparceller, hvor træerne stort set blev usælgelige gennem forsøgsperioden samt på den mere selektive juletræshugst, hvor der måtte tages hensyn til repræsentationsgraden i de forskellige behandlinger.

Gødningsfirmaerne Kemira Danmark A/S, Norsk Hydro Danmark a.s takkes for velvilligt at have sponsoreret gødningerne samt kommet med inspiration til disses anvendelse.

Indhold

Forord	3
Indhold	5
1. Indledning	7
2. Lokalteter, provenienser, klima og gødningsbehandlinger	9
2.1 Lokaltetsbeskrivelse	9
2.2 Proveniensbeskrivelse	10
2.3 Klima	11
2.4 Gødningsbehandlinger	11
3. Metoder	13
3.1 Udbringning af gødningen	13
3.2 Opgørelse af vækst, kvalitet og sundhed	13
3.3 Metoder til undersøgelse af jordbund, nålekemi og biomasse	13
3.3.1 Jordbund	13
3.3.3 Biomasseopgørelse	13
4. Resultater og diskussion	15
4.1 Proveniensforskelle – vækst, kvalitet og sundhed	15
4.2 Proveniensforskelle i gødningsrespons – vækst, kvalitet og sundhed	17
4.2.1 Gødningsdosering	18
4.2.2 Gødningstype og gødningstidspunkt	24
4.3 Biomasse og proveniensforskelle	28
5. Konklusion	37
6. Litteratur	39
Bilag 1. Forsøgsskitse	42
Bilag 2. Gødningstyper	43
Bilag 3a. Målemetoder	44
Bilag 3b. Prima-, sekund- og vrag-sortering	47
Bilag 4. Beregningsmetoder	48
Bilag 5. Farvekviste	52
Bilag 6.	53
Figur 1. K koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	53
Figur 2. K akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	54
Figur 3. Ca koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	55
Figur 4. Ca akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	56
Figur 5. Mg koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	57
Figur 6. Mg akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	58
Figur 7. S koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	59
Figur 8. S akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	60
Figur 9. Mn koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	61
Figur 10. Mn akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	62
Figur 11. Fe koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	63
Figur 12. Fe akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø	64

1. Indledning

Producenter af juletræer blev tidligt klar over den afgørende betydning af det rette plantemateriale/den rette proveniens for kvaliteten af juletræerne. Derfor blev der allerede i 1960'erne iværksat sammenlignede proveniensforsøg med henblik på at udvælge de bedst egnede provenienser. Dette arbejde foregik i regi af Statens forstlige Forsøgsvæsen, og arbejdet med at udvælge provenienser og forædle plustræer forsætter i dag ved FSL – en oversigt over tidligere og igangværende forskning på dette område for nordmannsgran og nobilis er givet af Nielsen (2000a). I modsætning til proveniensforskningen, har skovbrugets forsøgs- og undervisningsinstitutioner først senere prioriteret dyrkningsaspekterne ved produktionen af juletræer højt. Det har betydet, at bl.a. gødskning af nordmannsgranjuletræer hviler på et eksperimentielt spinkelt grundlag.

Det perfekte juletræ kendetegnes ved at være grønt til mørkegrønt, det er regelmæssigt med ensartet til svagt stigende afstand mellem grenkransene. Det er så tæt, at afstanden mellem grenkransene ikke bliver så stor, at træet bliver for åbent. Tætheden påvirkes mest af topskudslængden, men antallet af internodiegrene og grenkransgrenenes antal samt grenenes vinkel mod stammen spiller også en afgørende rolle.

I relation til opfyldelsen af ovennævnte krav spiller juletræets proveniens en afgørende rolle. Således er det en almindelig opfattelse (Jacobsen, 1988), at russiske provenienser er sent og langsomt udspringende, har moderat topskudsvækst, god frodighed (mange grene og internodier) og en god nålefylde. Træerne kan dog risikere at blive for brede ift. højden. Sammenlignet hermed er de tyrkiske provenienser hurtigere og tidligere udspringende, hurtigtvoksende (topskuddet især) og mindre frodige (færre og spinklere grene og internodier) (Løfting, 1973 og Larsen et al., 1984). Danske provenienser dvs. nordmannsgranprovenienser af russisk eller tyrkisk oprindelse, som har haft en til flere generationer i Danmark opgives noget varierende – hybrider mellem nordmannsgran og alm. ædelgran kan give en række uønskede egenskaber som f.eks. øget modtagelighed overfor bladlus (Madsen & Christensen, 1994 og Larsen et al., 1997).

Udover de proveniensbetingede forskelle er det eksperimentielt påvist og af praksis almindeligt accepteret, at gødskning med specielt kvælstof (N) påvirker såvel topskudslængde som farve positivt (Holstener-Jørgensen & Bartholin, 1969). En kraftig forøgelse af topskudslængden er uønsket umiddelbart før høstårene, da den kan give for åbne træer. Det er også påvist, at næringsstoffilstanden påvirker pottede douglasgraners modtagelighed for efterårs- og forårsfrostskader (særligt N), vinterfrostskader og vinterudtørringsskader (særligt kalium (K)) (Larsen 1976). I tilsvarende forsøg med nordmannsgran (Freemann & Nielsen, 1997) har særligt forholdet mellem K og N vist sig at have stor betydning for nordmannsgrannens resistens overfor såvel vinter- som forårsnattefrost. Praktiske iagttagelser

(Lüneborg-Nielsen, 1985) synes at bekræfte antagelsen om K's store betydning for resistensen mod vinterfrostskafer.

Juletræsdyrkning er ikke uproblematisk, og en række udefra kommende faktorer kan ødelægge det perfekte juletræ, hvoraf bl.a. angreb af lus og frostskafer antages at afhænge af træernes proveniens og næringsstofftilstand. Angreb af lus misfarver og deformerer nålene, og der synes at være proveniensforskelle mht. modtageligheden for lus (Larsen et al., 1984), ligesom særligt nålenes koncentration af N synes at have en negativ påvirkning på koncentrationen af forsvarsstoffer (Kirkeby-Thomsen et al., 1999). Skader som følge af forårsnattefrost, vinterfrost og vinterudtørring ødelægger nye skud med efterfølgende tab af træets regelmæssighed. Såvel genetik som næringsstofstatus antages at øve indflydelse på udspring og vinterhårdførhed (Christensen & Madsen, 1994; Madsen, 1994; Skre, 1988 og Nielsen & Madsen, 1998).

Det er således undersøgelsens formål at belyse to forskellige proveniensers reaktion på gødskning i relation til vækst, kvalitet og biomasseopbygning. Det skal understreges, at der ikke er tale om et egentligt proveniensforsøg, men blot en parvis sammenligning af to provenienser, som indgik på en systematisk måde i et større gødningsprojekt på én af hovedlokaliteterne – Salten Langsø.

2. Lokalteter, provenienser, klima og gødningbehandlinger

2.1 Lokaltetsbeskrivelse

Forsøget ligger på Salten Langsø skovdistrikt afd. 56 g i det sydvestlige hjørne af kulturen (UTM zone 32: 537976 mE, 6216302 mN). Arealet er tidligere agerjord, som er lettere kuperet, overvejende hældende mod syd. Fra syd og vest ydes begrænset læ fra skov og læhegn, mens der ikke er nogen form for læ fra nord og øst (bilag 1). Arealet er hegnat og ikke frostsudsat.

I foråret 1990 blev arealet tilplantet med 2/1 nordmannsgranplanter på 1×1 meter med sprøjtespor for hver 12. række.

Forsøget ligger på en forholdsvis næringsrig sandet smeltevandsaflejring dog med et lavt indhold af K og Mg (tabel 2.1). Jordbunden er forholdsvis ensartet, omend jordens horisontgrænser varierer noget afhængig af overfladetopografien. Der er fundet spor af jordbrugskalk i pløjelaget (0-22 cm). I B-horisonten er der fundet diffuse Fe- og Mn-udfældninger, og i et profil er der konstateret våde og afblegede farver i den nedre C-horisont som følge af temporær vandstuvning.

I 1991 blev kulturen punktødsket med NPK 14-3-18, 15 g/plante og efterfølgende i 1992 og 1993 med NPK 14-3-18, 25 g/plante.

Tabel 2.1. Jordens mekaniske- og kemiske sammensætning på Salten Langsø. BS henviser til basemætningen, øverst t.v. i tabellen er angivet jordbundstypen efter FAO. (Christensen et. al. 2001)

Haplic luvisol		Jordens teksturelle sammensætning					Jordbundskemi								
Horisont betegn.	dybde cm	humus %	ler %	silt %	sand %	kalk %	pH CaCl ₂	C %	P mg/kg	K mg/kg	Mg mg/kg	Ca mg/kg	Na mg/kg	Al mg/kg	BS %
Ap1	0-11	1,9	5,8	16,0	76,4	< 0,1	5,1	1,2	107	56	33	566	2,7	1,2	94
Ap2	11-22	1,6	6,2	15,2	77,0	< 0,1	5,5	1,1	110	41	25	556	4,3	4,4	85
B1	22-37	0,9	9,1	16,4	73,8	0	5,3	0,4	60	45	18	487	4,0	1,9	91
B2	37-68	0,5	10,2	12,3	77,2	0	4,9	0,3	36	84	31	795	6,5	13,3	84
C	69-103	0,2	8,6	10,4	81,0	0	4,6	0,2	34	68	17	497	7,0	42,0	56
Plantedirektoratets anbefalinger for landbrugsjord							-	-	120-240	70-100	40-80	500-5000	5-20	-	-

Der har været foretaget kemisk renholdelse for ukrudt med Roundup (3 l/ha) forud for plantningen i 1990, og i årene 1991-93 er der brugt Atrazin (3-4 l/ha) og Velpar (2-3 l/ha). Der er brugt Roundup (3 l/ha) i efteråret 1993. Herefter er der kun pletsprøjtet med Roundup efter behov. I forsøgsperioden har renholdelsen været tilpas effektiv til at hindre kraftige opblomstringer af ukrudt.

Ved anlægget i 1993 var der dog en kraftig ukrudtsvegetation på op til ca.

30 cm's højde bestående af diverse urter og græs med Kanadisk Bakkestjerne som den fremherskende. Juletræerne var ca. 45 cm høje og havde sat et pænt topskud i 1993 (figur 2.1). Der blev høstet juletræer fra forsøget i 1995 (ca. 105 træer), i 1996 (ca.146 træer) og i 1997, hvor forsøget dog blev målt inden hugsten.

2.2 Proveniensbeskrivelse

Ved tilplantningen i 1990 blev der anvendt provenienserne Ambrolauri (B-8375) fra Jopin (herefter bare kaldet Ambrolauri) og Langesø afd. 6 fra Ørting Forstplanteskole (herefter bare kaldet Langesø). Ved anlægget af gødningsforsøget i 1993 i den eksisterende kultur blev begge provenienser repræsenteret ved hver to forsøgsgentagelser (bilag 1).

Tidlige planteskoleiagttagelser (Madsen & Christensen, 1994) og efterfølgende feltobservationer fra Langesø Skovdistrikt (Nielsen & Madsen, 1998) viser, at Ambrolauri har en langsommere vækst, tendens til en lavere andel af flade skudtyper end Langesø proveniensen, som derimod har tendens til flere knopper og grene, og særligt i feltundersøgelsen havde et lidt senere udspring. Nyere undersøgelser (Nielsen, 2000b) viser endvidere, at Ambrolauri proveniensen har et lavere højde/bredde forhold end f.eks. Borshomi, Tversted (F.527) og Arkysz provenienserne, som er mere slanke. Højde/bredde forholdet for Langesø afd. 6 er ikke belyst her, men den kraftigere højdevækst for Langesø kunne betyde slankere træer. Der var ikke synlige forskelle mellem de to provenienser på anlægstidspunktet i 1993.



Figur 2.1. Forsøgslokaliteten på Salten Langsø den 13/2 1996. I midten ses Ambrolauri mellem køresporene. Til højre for det højre kørespor ses Langesø. (Foto: Lars Bo Pedersen)

2.3 Klima

I forsøgsperioden har vejret vekslet markant årene imellem. Flere år har afvejet tydeligt fra 30 års normalen (tabel 2.2).

Tabel 2.2 Årsmiddeltemperaturer og årlige nedbørmængder sammenholdt med værdier for den sidste 30 års normalperiode (1961-90). I parentes er vist de tilsvarende værdier for vækstperioden (15/4-15/9).

	1994	1995	1996	1997	1961-90
Middeltemperatur (°C)	8,5 (14,2)	7,9 (13,8)	6,5 (12,9)	8,2 (14,2)	7,5 (13,1)
Nedbør	856 (286)	804 (262)	631 (243)	813 (376)	918 (345)

Forsøgsåret 1994 har været lunere med en nedbør under normalen for året som helhed. I 1994-vækstperioden er nedbøren dog væsentligt under normalnedbør for lokaliteten. 1995 kendetegnes af lidt over eller nær normal temperatur samt en mindre nedbør på årsplan. For vækstperioden er nedbørsunderskuddet mere udtalt i 1995 end i året som helhed. I 1996 er både temperaturen og nedbøren betydeligt under det normale – også i vækstperioden. Årstemperaturen i 1997 er lidt over normalen, mens nedbøren er lidt under normalen for året som helhed – i vækstperioden i 1997 var nedbøren dog for første gang i undersøgelsesperioden over normalen.

2.4 Gødningsbehandlinger

Foruden kontrolbehandlingen uden tilførsel af gødning er der foretaget 11 behandlinger, som kan opdeles i 6 kategorier efter mængden af kvælstof (N) (tabel 2.3). Deklarationen af de enkelte gødningstyper findes i bilag 2.

Det er overvejende effekten af NPK 23-3-7 på såvel vækst, kvalitet og biomasse, der undersøges. Når netop denne gødning bruges så hyppigt af

Tabel 2.3 Behandlingsplan for Salten Langsø for årene 1994-97. I de gråskraverede behandlinger foregår biomasseundersøgelserne. For behandlingsled 1 er disse undersøgelser først begyndt i 1996.

Led	Tidspunkt	Gødningstype	Dosering kg/ha/år			
			Handelsvare	N	P	K
0		Kontrol	-	0	0	0
1	marts/april	NPK 23-3-7	150	35	5	11
2	marts/april	NPK 23-3-7	300	69	9	21
3	marts/april	NPK 23-3-7	450	104	14	32
4	marts/april	NPK 23-3-7	600	138	18	42
5	marts/april	NPK 23-3-7	900	207	27	63
6	marts/april	NPK 23-3-7	1.200	276	36	84
7	marts/april	NPK 14-3-18	493	69	15	89
8	marts/april	NPK 14-3-18	986	138	30	178
9	marts/april & primo juli	NPK 23-3-7	300+300	138	18	42
10	primo juli	NPK 23-3-7	300	69	9	21
11	marts/april	Kalkammonsalpeter	256	69	0	0

praktikere, skyldes det bla. Holstener-Jørgensens (1972) undersøgelser af indholdet af næringsstoffer i nobilisklippegrønt. Her anbefales en erstatning med 33,6 kg klorfattig NPK 23-3-7 for hvert tons klippegrønt der fjernes pr. ha (Holstener-Jørgensen, 1980). Dette er i praksis blevet til 300 kg NPK 23-3-7/ha/år, som siden er overført på nordmannsgranjuletræer. Set i forhold til de fleste jultræsdyrkeres almindelige gødningspraksis ved projektets start, repræsenterer behandlingsled 0 og 6 derfor den nedre hhv. øvre doseringsgrænse. I dag gødsker den overvejende del af dyrkerne med en dosering omkring 75 kg N/ha/år (anon. 1995). I forsøgsserien indgår tillige to mindre forsøgselementer med NPK 14-3-18, som blandt visse praktikere er en gødningstype, der anses for at kunne forbedre nordmannsgranjuletræers resistens overfor (vinter)frostskader pga. det højere K-indhold (Lüneburg-Nielsen, 1985).

3. Metoder

3.1 Udbringning af gødningen

Den faste gødning blev udbragt med hånden som bredgødskning (fladebehandling) i bruttoparceller, der blev gået igennem flere gange fra fire retninger for at sikre en ensartet fordeling. Set i lyset af træernes ringe størrelse på forsøgets anlægstidspunkt, må udbringningsteknikken anslås at være 1-2 år førend man i praksis ville tage den i anvendelse.

3.2 Opgørelse af vækst, kvalitet og sundhed

I 1994-1997 blev træernes vækst, kvalitet og sundhed målt og vurderet efter årets vækstsæson. Alle træer målt for højde, topskudslængde, top- og sideskudsknopper, antal internodieskud mellem 1. og 2. grenkrans (fra 1996), antal grene i øverste grenkrans, farve, nålelængde, skader, vinterskader (kun foråret 1996), vitalitet og juletræsegnethed (fra 1996). I 1995 foretog distriktet den første hugst af juletræer, og på baggrund af udvisningerne blev det registreret, om træet skulle hugges/sælges eller ej. Herudover er der på et mindre antal træer registreret sideskudslængde og stammediameter. Registreringerne på forsøgstræerne har fundet sted før hugsten i de pågældende år. En nærmere redegørelse for, hvordan de enkelte egenskaber er målt, fremgår af bilag 3a og 3b.

3.3 Metoder til undersøgelse af jordbund, nålekemi og biomasse

3.3.1 Jordbund

Der er foretaget en jordbundsbeskrivelse i 1993 i 3 jordbundshuller suppleret med 3 stik med jordspyd i hver anden forsøgsparcel. Jordbundsprofilerne er beskrevet til ca. 120 cm's dybde, mens stikkene med jordspyd er foretaget til ca. 60 cm's dybde. Der er foretaget tekstur- og kemisk analyse på horisontbaserede jordprøver fra jordbundshullerne.

Jordprøverne er tørret ved 55°C og analyseret for pH i ekstraktioner med 1,0M KCl. Desuden er der foretaget en analyse af jordens totale indhold af C og N, af de ombyttelige mængder K, Mg, calcium (Ca), natrium (Na), Fe, Mn, aluminium (Al) og kobber (Cu) samt syreekstraherbart (0,1M H₂SO₄) fosfor (P) og vandopløseligt bor (B).

3.3.3 Biomasseopgørelse

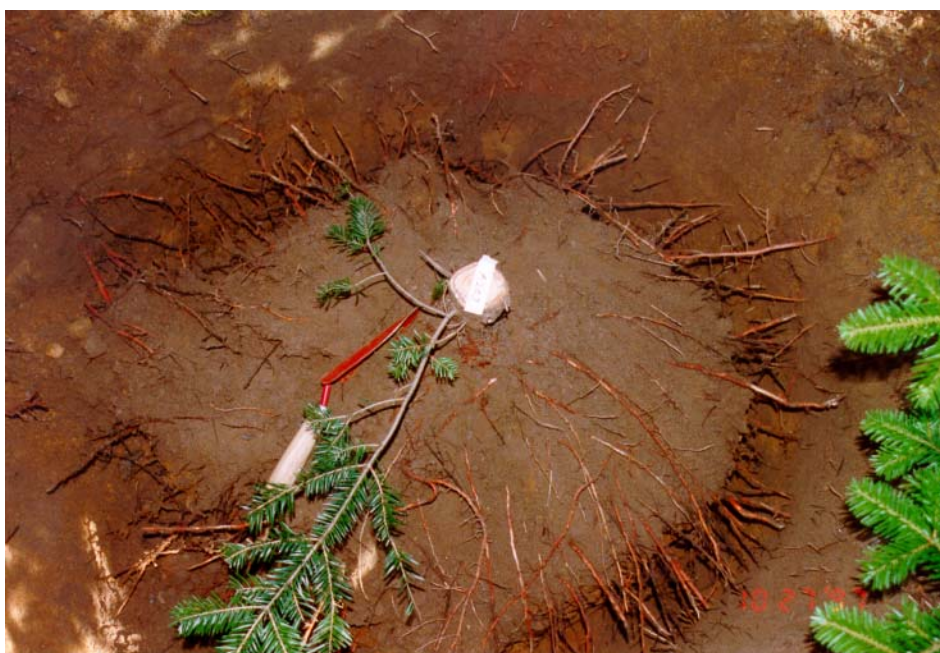
I 1997 er der foretaget en biomasseopgørelse i behandlingsled 0, 1, 2, 6 og 9. Tre træer (»biomassetræerne«) pr. plot (i alt 5 behandlinger × 3 blokke × 3 træer i hver plot = 45 træer) er høstet. Rodmassen for 17 biomassetræer er gravet op fra en cylinder med en radius på 1 meter ud fra stammens midte

og en dybde på 0,5 m (ét træ pr. plot og tre træer i behandling 2, blok 1) (figur 3.1). Så vidt muligt er alle rødder medtaget, men på trods af den grundige og meget arbejdskrævende opgravning var det umuligt at få alle finrødder med. Før fældning er biomasse træernes højde målt parallelt med forsøgets øvrige højdemålinger. Inden for hver parcel er biomasse træerne så vidt muligt udvalgt så de repræsenterer tre højdeklasser; lave, mellem og høje træer. Efter hjemtagning er træerne opklippet i 7 forskellige trækomponenter; stammebark, stammeved, grene uden nåle, årets nåleårgang (C0), forrige års nåle (C1), øvrige nåle (CR), rødder.

Alle trækomponenters tørvægt (biomassen) er bestemt for hvert biomasse-træ (tørring til konstant vægt ved 55°C). Nåle og grene fra de forskellige grenkranse og internodieskud er holdt adskilt ved tørvægtsbestemmelserne og den kemiske analyse, således at mængden af biomasse og indholdet af næringsstoffer kan bestemmes i udvalgte grenkranse. Repræsentative delprøver af de forskellige trækomponenter er udtaget til kemisk analyse for indholdet af C, N, Ca, K, Mg, P, svovl (S), Cu, Fe, Mn, Na og zink (Zn). For nåle og grene er der kun udtaget delprøver fra 1. og 5. grenkrans til kemisk analyse. I enkelte tilfælde er 3., 4., og evt. 6. grenkrans dog medtaget for at undersøge den vertikale koncentrationsgradient. For stammeved og stammebark er der udtaget en stammeskive til kemisk analyse. Stammeskiven er udtaget mellem 1. og 2. grenkrans og mellem 4. og 5. grenkrans. Formaling, destruktion og analyserne er foretaget ved samme metode som for de ovennævnte nåle.

Totalindholdet af C og N er analyseret direkte på en LECO CHN-analyser (model 2000) for jord- og nåleprøver. Ca, K, Mg, Na, Mn, Fe, Al, Zn, Cu, P og B er målt på ICP (Perkin Elmer model Optima 3000 XL).

En oversigt over de anvendte beregningsmetoder findes i bilag 4.



Figur 3.1. Forsøgslokaliteten på Salten Langsø den 27/10 1997. Opgravning af en trærod uden gødningsbehandling. (Foto: Lars Bo Pedersen)

4. Resultater og diskussion

Først i dette afsnit behandles de rene proveniensforskelle (afsnit 4.1) for vækst, kvalitet og sundhed, idet der tages udgangspunkt i de enkelte år. Herefter belyses de to proveniensers respons på den tilførte mængde gødning (afsnit 4.2) efterfulgt af resultaterne fra biomasseopgørelsen (afsnit 4.3).

De statistiske analyser afdækkede kun få proveniensforskelle, visse behandlingsforskelle, få blokforskelle og næsten ingen vekselvirkninger mellem proveniens og behandling (tabel 4.1).

Tabel 4.1. Statistiske sikkerheder fordelt til analysevariable, år og egenskaber på Salten Langesø 1994-97. De statistiske sikkerheder spænder fra N.S. (ingen statistisk sikkerhed mellem testvariable) til *** (testvariable forskellige med 99,9% sandsynlighed) – se bilag 4.

Analysevariabel	Proveniens				Behandling				Blok				Proveniens×behandling			
	1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997
Egenskab/år																
Højde	(**)	*	N.S.	N.S.	*	*	(*)	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Topskudslængde	(**)	(*)	N.S.	(**)	*	**	*	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.
Sideknopper	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	*	(*)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Internodieskud			N.S.	***			**	***			N.S.	(*)			N.S.	N.S.
Grene	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	(**)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Farve	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	***	***	***	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	(*)	(**)	(*)
Nålelængde	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	**	N.S.	***	N.S.	N.S.	***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Skader	N.S.	*	N.S.	(*)	N.S.	N.S.	N.S.	(*)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Vinterskader			N.S.				N.S.				*				N.S.	
Vitalitet	N.S.	N.S.	N.S.	(**)	(**)	**	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Topfejl yngre end 2 år (j1)			(*)	N.S.			N.S.	(**)			N.S.	N.S.			*	(**)
Topfejl ældre end 2 år (j2)			N.S.	(*)			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.
Mgl. gren(e) i 1./2. krans (j3)			(**)	(*)			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.
Mgl. gren(e) i 3./4. krans (j4)			N.S.	N.S.			(*)	N.S.			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.
For stor grenkransafstand (j5)			(**)	N.S.			N.S.	*			(**)	N.S.			N.S.	N.S.
Aksefejl (j6)			N.S.	*			N.S.	N.S.			N.S.	*			N.S.	N.S.
Asymmetri (j7)			N.S.	N.S.			(*)	(**)			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.
Nåletab (j8)			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.
Mekaniske skader (j9)			N.S.	N.S.			(*)	**			N.S.	*			N.S.	N.S.
Primatræer			*	(*)			(**)	**			(**)	N.S.			N.S.	N.S.
Sekundatræer			N.S.	(**)			N.S.	**			N.S.	N.S.			N.S.	(**)
Vragtræer			N.S.	*			(*)	N.S.			N.S.	N.S.			N.S.	N.S.
Distriktets juletræshugst		(*)				N.S.				N.S.				N.S.		

4.1 Proveniensforskelle – vækst, kvalitet og sundhed

Langesø vokser hurtigere end Ambrolauri (tabel 4.2). I 1996, som var en nedbørsfattig vækstsæson, var der dog ikke statistisk sikre forskelle mellem provenienserne, hvilket også afspejles i begrænsede forskelle i topskudslængden mellem de to provenienser i dette år. Manglende statistisk sikkerhed mellem provenienser for højde i 1997 må tilskrives distriktets selektive »sprinter-hugst«, hvor de hurtigstvoksende træer tages ud først. Vækstforskellene i 1997 understreges dog af forskelle i topskudslængderne.

Langesø anlægger gennemgående flest grenknopper og internodieskud, ligesom Langesø har en lidt større nålelængde end Ambrolauri. Sidstnævnte

er dog uden praktisk betydning, når nålene, som her, er over 30 mm lange. Nålenes stilling på skuddene er formentlig her af større betydning, men dette er ikke registreret.

For en gennemsnits-betragtning har Langesø en lidt mere mørkegrøn farve end Ambrolauri, hvilket også slår igennem på vitalitetsvurderingen, hvor farven indirekte indgår. Herudover kan den større vitalitet hos Langesø givet også tilskrives kraftigere skud og større knopper.

Antallet af skader i de to provenienser er lavt, da værdier under 3 kun tilskrives en mindre økonomisk betydning, Ambrolauri synes dog at have færrest skader. Skadeforskellene i 1995 skyldes stab/bundklipping af kun salgsklare træer, hvor juletræshugsten var størst i Langesø proveniensen. I

Tabel 4.2. Gennemsnitlige vækst- og kvalitetsegenskaber for Ambrolauri og Langesø på Salten Langsø skovdistrikt i perioden 1993/94-1997. Tal markeret med **fed** inden for samme år og egenskab er statistisk forskellige på mindst 5%-niveau(*).

Egenskab	Proveniens/år	1993	1994	1995	1996	1997
Højde (cm)	Ambrolauri	49,9	73,2	111,0	144,2	185,6
	Langesø	54,1	81,4	124,5	152,0	201,2
Topskudslængde (cm)	Ambrolauri		23,6	37,5	39,1	41,0
	Langesø		28,0	43,7	41,2	47,0
Sideknopper (stk) {foruden topknoppen}	Ambrolauri		4,9	7,0	6,1	6,3
	Langesø		5,2	7,1	6,3	6,5
Internodieskud (stk) {ml. 1. & 2. grenkrans}	Ambrolauri				13,0	10,5
	Langesø				14,0	12,2
Farve (0-7) {0 = gul, 7 = mørkegrøn}	Ambrolauri		3,7	4,2	4,1	4,6
	Langesø		4,3	4,6	4,3	4,8
Nålelængde (mm)	Ambrolauri		32,3	35,5	32,6	31,4
	Langesø		33,6	36,7	33,3	31,0
Skader (0-10) {0 = uskadt, 10 = død}	Ambrolauri		0,3	1,8	2,5	1,8
	Langesø		0,6	2,7	2,9	2,6
Vitalitet (1-5) {1 = ringe, 5 = "struttende"}	Ambrolauri		3,1	3,9	3,3	3,4
	Langesø		3,3	4,2	3,4	3,8
Topfejl yngre end 2 år (%) {j1}	Ambrolauri				10,4	8,9
	Langesø				20,3	12,2
Topfejl ældre end 2 år (%) {j2}	Ambrolauri				3,8	3,7
	Langesø				4,1	5,9
Mgl. gren(e) i 1./2. krans (%) {j3}	Ambrolauri				11,2	9,6
	Langesø				20,8	18,1
For stor grenkrans afstand (%) {j5}	Ambrolauri				23,9	36,2
	Langesø				37,6	55,9
Bajonetdannelse (%) {j6}	Ambrolauri				4,1	3,2
	Langesø				5,3	5,9
Primatræer (%)	Ambrolauri				56,4	49,0
	Langesø				35,2	23,6
Sekundatræer (%)	Ambrolauri				33,0	41,5
	Langesø				44,9	58,5
Vragtræer (%)	Ambrolauri				10,7	9,6
	Langesø				20,0	17,8
Distriktets juletræshugst (%)	Ambrolauri			5,3		
	Langesø			17,1		

1996 beror forskellene i skadeniveauet på topfejl yngre end 2 år og manglende grene i en eller begge (af) de to øverste grenkranse. I 1997 skyldes forskellene topfejl ældre end 2 år, bajonetdannelse og manglende grene i en eller begge (af) de to øverste grenkranse. Den kraftigere vækst hos Langesø resulterer i en højere hyppighed af træer med en grenkransafstand over 40 cm og bidrager herved til særligt et lavere primaudbytte. Omvendt har Langesø også givet flest træer ved distriktets hugst i 1995, hvor mange Ambrolauri træer endnu ikke havde 4 brugbare grenkranse.

Disse resultater bekræfter tidligere undersøgelser (Nielsen & Madsen, 1998 og Nielsen, 2000b), hvor Langesø afd. 6 har større vækst og frodighed sammenlignet med Ambrolauri, og endvidere at den mere moderate vækst hos Ambrolauri på denne lokalitet har sikret et højere udbytte af primatræer ved forsøgs afslutningen i 1997.



Figur 4.1. Forsøgslokaliteten på Salten Langesø den 4/10 1995. Ambrolauri behandling 9. Lige foran bilen erkendes enkelte træer fra Langesø proveniensens. (Foto: Lars Bo Pedersen)

4.2 Proveniensforskelle i gødskningsrespons – vækst, kvalitet og sundhed

Både gødningsdosering, gødningstype, gødningskonsistens og gødskningstidspunkt kan påvirke provenienserne. I denne undersøgelse belyses især spørgsmål om dosering og i mindre udstrækning forhold om gødningstype og gødskningstidspunkt (tabel 2.3).

Der vil indledningsvist fokuseres på optimal gødningsmængde (dosering) i relation til vækst, kvalitet og sundhed (afsnit 4.2.1). Herefter fokuseres på valg af gødningstype samt gødskningstidspunkt i den optimale gødningsdosering (afsnit 4.2.2).

4.2.1 Gødningsdosering

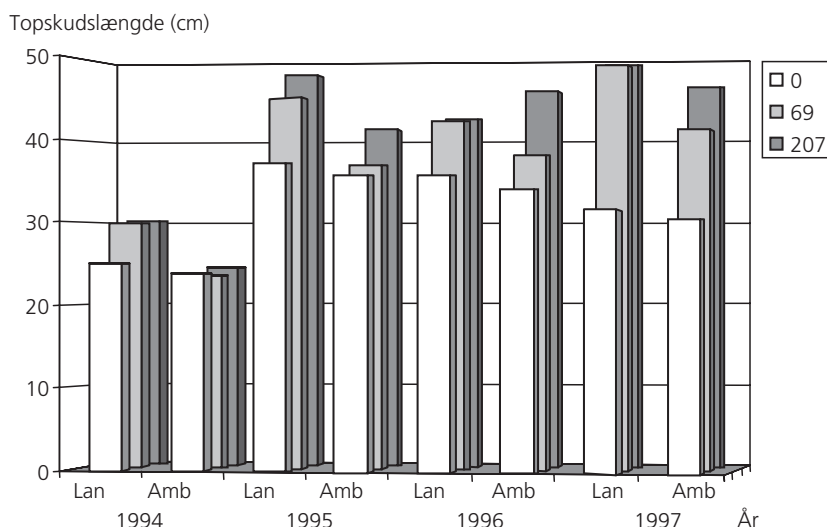
Inden for N-kategorierne sker der fra 1995 generelt en forøgelse af højden/topskudslængden indtil en dosering på 207 kg N/ha/år. Disse forskellige udbygges over tid og er meget markante i 1997 (tabel 4.3). Den tørre vækstsæson i 1996 har dog givet mindre forskelle i topskudslængderne.

Tabel 4.3. Højde, topskudslængde og hyppighed af træer med en grenkransafstand over 40 cm fordelt til proveniens, år og N-doseringer på Salten Langsø 1993/94-97.

N-dosering (kg N/ha/år)	Egenskab Proveniens/år	Højde (cm)					Topskudslængde (cm)				For åben* (%)	
		1993	1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997	1996	1997
0	Ambrolauri	50,0	73,7	109,5	141,9	172,4	23,7	35,5	33,8	30,2	19,0	24,1
	Langesø	49,3	73,6	109,4	138,2	170,1	24,9	37,0	35,5	31,3	22,9	27,9
35	Ambrolauri	49,4	74,0	110,8	141,6	176,6	24,3	36,3	35,1	36,0	9,6	12,9
	Langesø	54,7	80,3	118,0	143,0	190,3	26,4	39,8	38,0	40,1	27,2	51,3
69	Ambrolauri	51,3	74,3	110,8	143,8	185,6	23,5	36,9	38,1	41,0	18,9	34,9
	Langesø	56,6	86,0	131,1	158,1	208,5	30,0	45,1	42,2	48,8	41,5	58,5
104	Ambrolauri	50,1	72,9	111,3	144,8	188,8	23,1	38,6	39,9	43,1	42,8	45,4
	Langesø	56,3	83,7	128,8	152,2	201,3	28,9	45,1	38,9	47,3	36,5	56,7
138	Ambrolauri	48,7	72,0	111,0	144,1	188,1	23,8	38,0	40,5	43,3	25,5	37,1
	Langesø	52,0	77,1	119,0	147,5	197,8	26,2	42,8	41,6	48,6	34,9	56,5
207	Ambrolauri	52,1	76,7	118,1	155,4	201,7	24,6	41,5	46,1	46,5	38,5	75,0
	Langesø	54,2	84,4	131,4	154,9	204,8	30,2	48,2	42,8	49,3	33,6	62,7
276	Ambrolauri	46,1	67,7	106,2	139,0	181,0	22,0	36,8	40,8	42,6	24,6	26,5
	Langesø	53,0	79,3	125,3	160,6	219,9	26,7	46,0	45,6	54,8	59,6	69,2

* For åben viser hyppigheden af træer med en grenkransafstand på over 40 cm

For kontrolbehandlingerne er der ikke forskel på de to proveniensers vækst. Øges N-doseringen til bare 35 kg N/ha/år, øges højdevæksten for Langesø tydeligt mere end for Ambrolauri. Langesø synes at opnå nær de længste topskud allerede ved 69 kg N/ha/år, selvom hyppigheden af for åbne træer stiger indtil 276 kg N/ha/år. For Ambrolauri synes væksten at være mere roligt tiltagende med stigende N-dosering, og først fra 104 kg N/ha/år forøges væksten særligt kraftigt med flere åbne træer til følge. Betydningen af såvel proveniens som N-dosering er illustreret i figur 4.2 for et udvalg af N-doseringerne.



Figur 4.2. Gennemsnitlige topskudslængder fordelt til proveniens og år for udvalgte N-doseringer (0, 69 og 207 kg N/ha/år). Lan = Langesø, Amb = Ambrolauri.

Antallet af knopper øges også med den tilførte mængde N. Der synes derimod ikke at være afgørende forskelle i de to proveniencers afhængighed af den tilførte mængde gødning (tabel 4.4). For grenantallet er sammenhængen mellem N-dosering og proveniencer svagere end for antallet af knopper.

Tabel 4.4. Sideknopper, grene og internodieskud mellem 1. og 2. grenkrans og tæthed fordelt til proveniens, år og N-dosering på Salten Langsø 1994-97.

N-dosering (kg N/ha/år)	Egenskab Proveniencs/år	Sideknopper (stk)				Grene (stk)				Internodieskud (stk)		Tæthed* (stk)	
		1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997	1996	1997	1996	1997
0	Ambrolauri	4,8	6,9	5,9	5,4	5,0	4,9	6,4	6,0	10,7	8,1	3,1	2,4
	Langesø	5,2	7,0	6,2	5,5	5,5	5,3	6,7	6,2	11,3	9,0	3,1	2,6
35	Ambrolauri	5,2	6,8	5,9	5,9	4,9	5,2	6,7	5,9	11,0	7,7	3,2	2,2
	Langesø	5,3	6,6	6,5	6,4	5,6	4,7	7,2	6,8	11,5	10,6	2,9	2,6
69	Ambrolauri	5,0	6,8	6,1	6,2	5,1	4,8	6,8	5,9	12,6	10,1	3,5	2,7
	Langesø	5,2	7,1	6,3	6,5	5,5	4,8	6,9	6,3	13,7	12,0	3,3	2,9
104	Ambrolauri	4,9	7,1	6,3	6,4	5,2	4,6	7,0	6,1	12,3	10,0	3,3	2,5
	Langesø	5,5	7,6	6,3	6,5	5,7	5,6	7,1	6,2	15,1	12,4	3,6	3,4
138	Ambrolauri	4,9	7,1	6,2	6,4	5,0	4,9	7,1	6,1	14,6	11,7	4,2	2,9
	Langesø	5,1	7,1	6,3	6,7	5,3	5,0	6,7	6,2	14,5	13,1	3,8	3,1
207	Ambrolauri	5,0	7,2	6,2	7,0	4,6	5,0	7,4	6,2	15,1	13,5	3,7	2,8
	Langesø	5,4	7,2	6,1	6,5	5,4	5,1	6,9	6,1	17,1	13,5	4,0	3,1
276	Ambrolauri	4,9	7,2	6,4	6,4	5,0	5,0	7,2	6,5	12,5	11,1	3,6	2,7
	Langesø	5,0	7,2	6,2	6,7	5,0	4,9	7,1	6,3	15,3	14,1	3,5	3,0

* Tætheden er bestemt som antal internodieskud pr. 10 cm stamme

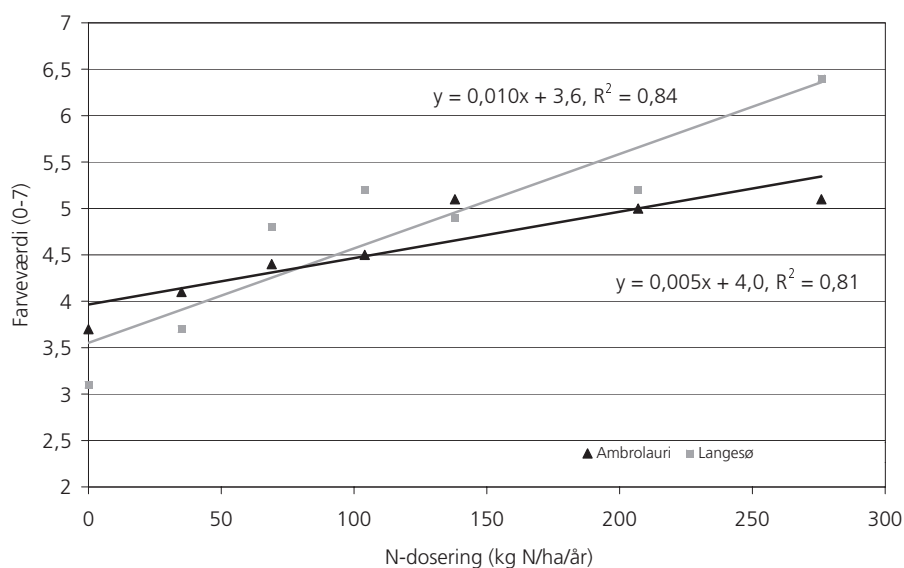
Trods store årsforskelle er der dog en klar tendens til et stigende antal internodieskud ved en stigende N-dosering. I både 1996 og 1997 når Langesø det gennemsnitlige antal internodieskud (14 hhv. 12,2) allerede omkring 69 kg N/ha/år. Den tilsvarende gødningsmængde for Ambrolauri (13 hhv. 10,5) ligger omkring 104 kg N/ha/år. Sættes antallet af internodieskud ift. længden at det stammestykke, hvorpå de sidder, fremkommer et mål for

Tabel 4.5. Farve og nålelængde fordelt til proveniens, år og N-dosering på Salten Langsø 1994-97.

N-dosering (kg N/ha/år)	Egenskab Proveniencs/år	Farve (0-7)				Nålelængde (mm)			
		1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997
0	Ambrolauri	3,3	3,5	3,3	3,7	32,1	34,4	30,2	27,2
	Langesø	3,8	3,0	3,0	3,1	31,1	32,5	31,5	24,2
35	Ambrolauri	3,5	3,6	3,5	4,1	31,2	35,3	31,7	28,8
	Langesø	4,2	3,6	3,6	3,7	33,3	36,5	33,2	27,7
69	Ambrolauri	3,8	4,1	4,0	4,4	32,6	35,4	32,8	31,2
	Langesø	4,4	4,6	4,4	4,8	34,0	37,1	33,8	31,7
104	Ambrolauri	3,4	4,3	4,2	4,5	32,3	36,4	30,9	34,2
	Langesø	4,8	5,5	4,7	5,2	33,4	37,7	34,3	31,1
138	Ambrolauri	3,8	4,5	4,6	5,1	32,2	36,2	33,3	33,0
	Langesø	4,2	4,7	4,4	4,9	34,0	37,2	33,3	32,3
207	Ambrolauri	4,3	4,5	4,2	5,0	31,2	34,8	34,0	29,9
	Langesø	4,1	5,2	4,6	5,2	34,0	37,8	33,2	33,8
276	Ambrolauri	3,7	4,4	4,3	5,1	33,1	35,6	32,7	33,0
	Langesø	4,7	5,2	4,4	6,4	33,8	36,7	32,1	32,1

træets samlede tæthed. I andre undersøgelser (Christensen et. al., 2001) er der generelt en svagt stigende tæthed med stigende N-dosering, men den større tæthed kan næppe kompensere for de længere topskudslængder. For Langesø opnås størst tæthed ved 207 kg N/ha/år, mens Ambrolauri er mest tæt ved 138 kg N/ha/år. Når Langesø proveniensens får stigende tæthed indtil 207 kg N/ha/år hænger det formentlig sammen med det støt stigende antal internodieskud med stigende N-dosering, som kendetegner denne proveniens.

Den grønne farve øges markant med stigende N-dosering (tabel 4.5). Farveforskellene udbygges over tiden, bl.a. pga. den gradvise udpining af kontrolparcellerne. Tabel 4.5 viser også, at Langesø lettere får en bedre farve med mindre gødningstilførsel end Ambrolauri. I figur 4.3 er denne sammenhæng illustreret for 1997.



Figur 4.3 Farve fordelt til provenienser og N-dosering for 1997 på Salten Langesø. Gennem punkterne er trukket lineære tendenslinier, hvis ligninger fremgår af figuren (Langesø øverst, Ambrolauri nederst). R^2 er den andel (%) af variationen i farve, som ligningen/modellen forklarer.

Langesø reagerer farvemæssigt kraftigere på øget N-dosering, men vil have en ringere farve end Ambrolauri ved et N-input under ca. 80 kg N/ha/år. Endvidere fremgår, at Ambrolauri er sværere at flytte farvemæssigt vha. gødskning end Langesø proveniensens – både i op- og nedadgåenderetning. Dette bekræfter mange praktikerens erfaringer om, at »Ambrolauri-typer« generelt kan være sværere at få god farve på end andre »nordmansgran-typer«.

Generelt øges nålelængderne svagt med stigende N-doseringen, men der er ikke sikre forskelle på nålelængderne mellem provenienserne (tabel 4.5).

Der er få skader i forsøget som helhed, men der er en tendens til et stigende skadesomfang med stigende plantealder (tabel 4.6). For 1997 ses skadesomfanget at have en sammenhæng med N-doseringen, hvor skadesomfanget stiger med stigende N-mængde. Dette kunne indikere, at mange

af skaderne er relateret til forøget vækstkraft. Da Langesø proveniensen er den mest vækstkraftige, stiger skadesomfanget også hurtigere for Langesø end Ambrolauri i 1997.

Under juletræsvurdering i særligt 1996, men også 1997, blev der konstateret røde/døde skud og i visse tilfælde røde/døde skudspidser. Disse blev registreret systematisk under juletræsfejl 9, idet det blev noteret om træet havde disse røde/døde skud eller ej. Der er ikke registreret omfanget og fordelingen af skaden på træet. Årsagen til disse røde/døde skud er uvis – det kunne være svidningsskader, færdselsskader eller vinterskader.

Tabel 4.6. Skader, hyppighed af små rødedøde skud samt vitalitet fordelt til proveniens, år og N-dosering på Salten Langesø 1994-97.

N-dosering (kg N/ha/år)	Egenskab Proveniens/år	Skader (0-10)				Røde skud (%)		Vitalitet (1-5)			
		1994	1995	1996	1997	1996	1997	1994	1995	1996	1997
0	Ambrolauri	0,0	1,5	1,7	1,6	37,6	27,2	3,2	3,6	3,2	3,1
	Langesø	0,5	2,1	1,2	1,2	20,4	10,2	3,1	3,6	2,8	3,0
35	Ambrolauri	0,3	1,6	2,1	1,6	59,8	47,3	3,0	3,8	3,1	3,0
	Langesø	1,1	3,4	2,5	2,0	50,0	47,4	3,3	3,6	3,2	3,6
69	Ambrolauri	0,4	2,0	2,6	1,9	62,4	36,3	3,1	3,8	3,2	3,3
	Langesø	0,5	2,9	3,1	2,9	46,4	34,5	3,3	4,2	3,6	4,0
104	Ambrolauri	0,4	1,6	3,2	2,2	58,1	30,7	3,1	4,0	3,4	3,5
	Langesø	0,5	2,7	2,9	2,7	48,1	24,0	3,4	4,7	3,4	3,8
138	Ambrolauri	0,2	2,0	2,6	1,7	47,3	29,8	3,1	4,0	3,4	3,4
	Langesø	0,6	2,7	3,0	2,8	52,9	33,6	3,2	4,3	3,2	3,8
207	Ambrolauri	0,3	1,0	2,4	1,6	58,3	16,7	3,2	4,2	3,6	3,8
	Langesø	0,3	2,4	3,2	3,0	52,2	33,6	3,3	4,7	3,4	4,0
276	Ambrolauri	0,1	2,1	2,4	1,7	53,9	23,9	3,1	3,8	3,5	3,2
	Langesø	0,5	2,4	3,3	2,5	44,8	34,6	3,3	4,6	3,7	4,2

Der var dog kun få vinterskader efter vinteren 1995/96 og ingen forskelle for provenienser eller behandlinger, men derimod forskel mellem forsøgets to blokke for hver proveniens, idet de to lavereliggende blokke som forventligt havde et lidt højere skadesniveau.

Den subjektivt bestemte vitalitet ændrer sig ikke over tid, men stiger med stigende N-dosering (tabel 4.6). Langesø har den største gennemsnitlige vitalitet, men for kontrolplanterne har Ambrolauri den største vitalitet, og først fra 69 kg N/ha/år er Langesø den mest vitale uanset år.

Ved distriktets juletræshugst i 1995 var der en stigende hugst med stigende N-dosering – formentlig pga. den større træhøjde her (tabel 4.7). Gennemgående blev der hugget flest træer i Langesø bortset fra kontrollerne, hvor der kun blev hugget træer i Ambrolauri. Årsagen kan være den ringere nålefarve på Langesø træerne i kontrolparcellerne. Der foreligger ingen oplysninger om kvalitetsudfaldet ved distriktets hugst, men der var tale om sprinter hugst, hvor træer, som kunne blive for åbne i det følgende år, blev hugget.

I 1996 og 1997, hvor sortering til prima, sekunda og vrag baseres på en vurdering af det enkelte træs skelet, ses kontrol træerne at give den højeste prima andel. Primaandelen falder herefter med stigende N-dosering, hvilket skyldes den stigende hyppighed af for stor grenkransafstand med stigende N-dosering – faldet er således også mest udtalt for Langesø proveniens, når N-doseringen øges fra 0 til 35 kg N/ha/år (tabel 4.7). I praksis vil mange af kontroltræerne dog være usælgelige pga. en for lys/gul farve. I både 1996 og 1997 har Ambrolauri proveniens gennemgående givet de fleste primatræer. Langesø har den højeste andel af vrag træer, når N-doseringen er 35 kg N/ha/år eller derover.

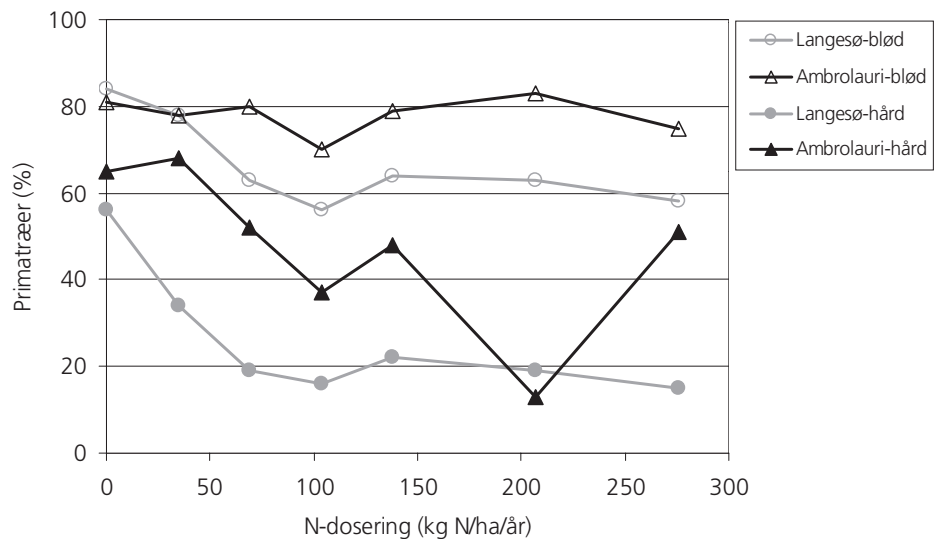
Tabel 4.7. Prima, sekunda og vrag sortering samt distrikts hugst fordelt til proveniens, år og N-dosering på Salten Langsø 1994-97. I parentes er angivet en alternativ sortering baseret på, at for stor grenkransafstand (> 40 cm) ikke kan deklassere et primatræ til sekunda – se bilag 3b for en nærmere belysning af sorteringsreglerne.

N-dosering (kg/ha/år)	Sortering Proveniens/år	Distrikt (%)		Prima (%)		Sekunda (%)		Vrag (%)	
		1995	1996	1996	1997	1996	1997	1996	1997
0	Ambrolauri	3	89 (89)	65 (81)	3 (3)	21 (5)	8 (8)	13 (13)	
	Langesø	0	83 (83)	56 (84)	13 (13)	37 (9)	4 (4)	8 (8)	
35	Ambrolauri	8	78 (78)	68 (78)	10 (10)	25 (16)	13 (13)	7 (7)	
	Langesø	20	66 (66)	34 (78)	18 (18)	55 (11)	17 (17)	11 (11)	
69	Ambrolauri	4	72 (72)	52 (80)	17 (17)	38 (11)	11 (11)	9 (9)	
	Langesø	21	53 (53)	19 (63)	18 (18)	62 (19)	28 (28)	19 (19)	
104	Ambrolauri	8	58 (58)	37 (70)	30 (30)	54 (21)	12 (12)	9 (9)	
	Langesø	20	56 (56)	16 (56)	28 (28)	61 (20)	16 (16)	24 (24)	
138	Ambrolauri	4	70 (70)	48 (79)	20 (20)	40 (9)	10 (10)	12 (12)	
	Langesø	14	58 (58)	22 (64)	20 (20)	55 (14)	22 (22)	22 (22)	
207	Ambrolauri	10	71 (71)	13 (83)	22 (22)	83 (13)	7 (7)	4 (4)	
	Langesø	30	63 (63)	19 (63)	28 (28)	63 (19)	9 (9)	18 (18)	
276	Ambrolauri	8	74 (74)	51 (75)	13 (13)	40 (16)	12 (12)	9 (9)	
	Langesø	10	56 (56)	15 (58)	30 (30)	73 (31)	15 (15)	12 (12)	

I det tørre år 1996 har kravet om en maksimal grenkransafstand på 40 cm ingen betydning, men i 1997 får dette krav stor betydning for prima andelen (figur 4.4). Det fremgår klart, at Langesø er mere følsom overfor den hårde sortering i 1997, hvor afstanden mellem grenkransene ikke må overstige 40 cm. For Ambrolauri er der et kraftigt og uforklarligt fald i primaandelen ved 207 kg N/ha/år. Netop for Ambrolauri har væksten i dette behandlingsled været meget kraftig (tabel 4.3), hvorfor der i 1996 er taget et meget stort antal træer. Den viste værdi baseres derfor på relativt få træer, som alle er tæt på 2 meters højde, og hele 70% af disse træer har en for stor grenkransafstand.

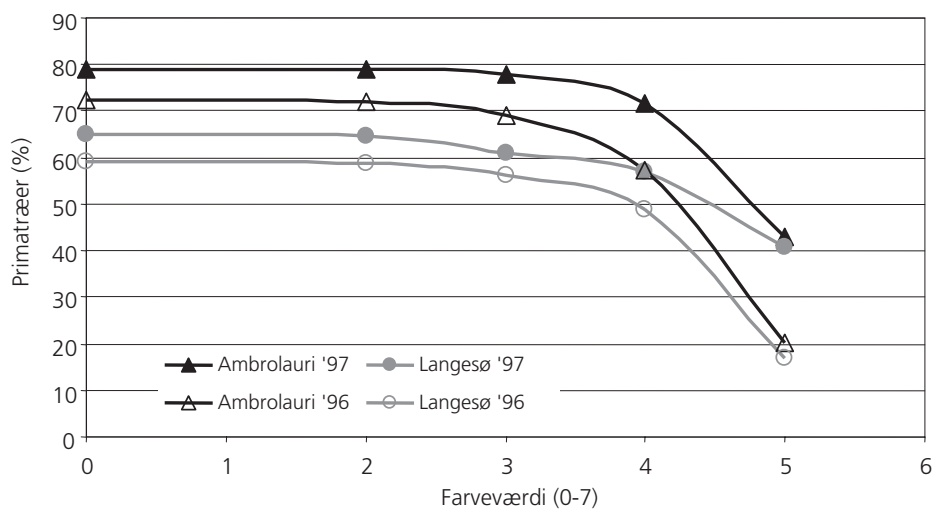
Inddrages nålefarven som en afgørende faktor i salgbarheden af træerne, kan man ved at kombinere det enkelte træs skelet-vurdering med dets farve opnå en følsomhedsvurdering for farven afhængig af proveniens og gødnings doseringen (figur 4.5).

Et krav om en gennemsnitlig grøn farve (farveværdi 4) sænker primaandelen hos Langesø kontroltræerne fra 84% til 14%, hvilket dels afspejler Langesø's ringere farve hos kontroltræerne, dels viser denne proveniens'



Figur 4.4. Andel af primatræer afhængig af sorterings »hårdhed« fordelt til N-doseringer for de to provenienser i 1997.

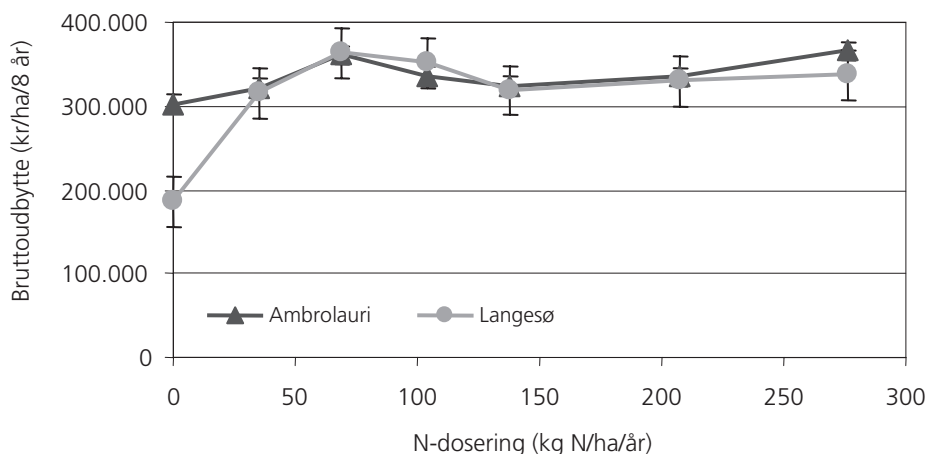
store følsomhed overfor N-doseringen mht. farve. For Ambrolauri er det tilsvarende fald i primaandel fra 90% til 35%, dvs. langt mindre udtalt. Ved en N-dosering på 69 kg/ha sker de tilsvarende fald for primaandelen først omkring farveværdien 5, og her er faldet størst for Ambrolauri, hvilket igen bestyrker antagelsen om, at Langesø proveniensens er mere variabel (i op- og nedadgående retning), og mere følsom over for N-doseringen end Ambrolauri proveniensens.



Figur 4.5. Primaandelens afhængighed af farve i 1996 på Salten Langesø fordelt til proveniens og N-dosering (0 eller 69 kg N/ha/år).

Sammenhængene mellem N-dosering samt vækst- og kvalitetsparametrene viser stigende vækst med stigende N-dosering – også udover det ønskværdige, idet hyppigheden af topskud over 40 cm stiger med doseringen. Antallet af såvel knopper som internodieskud på stammen mellem 1. og 2. grenkrans stiger ganske vist også ved en øget N-mængde, men denne stigning er for lille til at kompensere de væsentligt længere topskud. En N-dosering på 69-104 kg N/ha/år synes derfor at give den bedste afvejning

mellem ønsket om en hurtig vækst (tidlig høst), mange skud/grene og ensartet til moderat stigende grenkransafstand, som har et passende antal internodier mellem grenkransene. Ved denne N-mængde er der også en god farve og nålelængde. For Langesø kunne en lavere N-dosering begrundes i ønsket om en mere moderat vækst, men herved bliver farven for netop denne proveniens for lysegrøn. Tages udgangspunkt i juletræssorteringerne og de vejledende priser for 2000 fås et udtryk for bruttoudbyttet/ha fordelt til N-dosering og provenienser (figur 4.6). Opgørelsen er en status efter 8 år, og det bør fremhæves, at der på forsøgsarealet ved opgørelsen i 1997 stod flere træer af Ambrolauri proveniens tilbage end af Langesø'erne. Den største bruttoindtægt ligger omkring 69-104 kg N/ha/år for begge provenienser. Større doseringer øger ikke bruttoindtægten afgørende.



Figur 4.6. Status for økonomisk bruttoudbytte pr. ha efter 8 år på Salten Langesø fordelt til N-dosering og provenienser. De viste fejlintervaller er LSD95% udregnet proveniensvist.

4.2.2 Gødningstype og gødskningstidspunkt

For en N-dosering på 69 kg N/ha/år er der udført fire behandlinger med tre gødningstyper på to udbringningstidspunkter (tabel 2.3). Der er overvejende tale om små faktiske forskelle, og ikke alle egenskaber gav statistisk set sikre behandlingsforskelle (tabel 4.1).

For behandlingerne med 69 kg N/ha/år er der kraftigst højde- og top-skudsvækst for begge provenienser opnået med NPK 23-3-7 udbragt om foråret, mens NPK 14-3-18 og kalkammonsalpeter har givet lidt mindre vækst blandt forårsbehandlingerne (tabel 4.8). Den kraftige vækst for den forårsudbragte NPK 23-3-7 udmønter sig også i det højeste antal af for åbne træer.

Sommerbehandling med NPK 23-3-7 har ikke stimuleret højde- og top-skudsvæksten så meget som andre behandlinger, og antallet af for åbne træer i særdeleshed er mindre sammenlignet med forårsbehandling. Reduktionen er kraftigst for Ambrolauri, mens Langesø tilsyneladende påvirkes mindre af det senere gødningstidspunkt. Forskellene kunne hænge sammen med forskelle i de to proveniencers udspring og vækstrytme.

Der er kun små forskelle for de tre forårsudbragte gødningstypers knop- og

Tabel 4.8. Højde, topskudslængde og »for åbne« træer fordelt til proveniens, år og gødningstyper med en N-dosering på 69 kg N/ha/år.

Gødningstype	Egenskab	Højde (cm)					Topskudslængde (cm)				For åben* (%)	
		1993	1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997	1996	1997
(NPK) Kontrol	Ambrolauri	50,0	73,7	109,5	141,9	172,4	23,7	35,5	33,8	30,2	19,0	24,1
	Langesø	49,3	73,6	109,4	138,2	170,1	24,9	37,0	35,5	31,3	22,9	27,9
14-3-18 (forår)	Ambrolauri	53,4	76,7	114,1	148,5	187,3	23,3	38,4	40,0	39,6	22,7	34,0
	Langesø	56,9	86,3	131,1	156,7	206,2	29,5	46,0	41,7	49,5	35,8	62,5
23-3-7 (forår)	Ambrolauri	43,2	79,6	119,5	151,8	197,4	27,4	39,7	39,4	42,3	29,2	48,5
	Langesø	60,2	90,3	136,9	173,8	229,5	30,5	46,5	48,0	51,2	61,1	75,7
23-3-7 (sommer)	Ambrolauri	46,4	64,0	95,5	124,6	165,3	18,6	31,2	33,9	39,7	8,2	25,2
	Langesø	55,4	84,7	128,2	153,7	205,1	30,2	43,1	39,6	50,0	40,4	56,0
27-0-0 (forår)	Ambrolauri	52,4	76,9	113,9	150,3	192,5	24,6	38,3	39,1	42,5	15,6	31,9
	Langesø	53,8	82,7	128,1	148,3	193,4	29,7	45,0	39,5	44,6	28,7	39,7

* For åben viser hyppigheden af træer med en grenkransafstand på over 40 cm

grenantal (tabel 4.9). Der synes dog at være en svag tendens til færre knopper og grene for kalkammonsalpeteren sammenlignet med NPK 23-3-7 og NPK 14-3-18. For Ambrolauri opnås gennemgående de fleste knopper med NPK 14-3-18, mens Langesø får flest knopper med NPK 23-3-7. Denne tendens bekræftes for antallet af internodieskud. De mest tætte træer ved forårsbehandling opnås for begge provenienser med NPK 14-3-18.

Sommerbehandling med NPK 23-3-7 giver færre knopper og særligt færre internodieskud end forårsbehandlingen. Ambrolauri »rammes« tilsyneladende hårdere ved sommerbehandling end Langesø, hvor nedgangen i knopper og internodieskud er mere moderat.

Der er kun små forskelle mellem de tre forårsbehandlinger farveeffekt. Ambrolauri opnår bedst farve med kalkammonsalpeter, mens Langesø opnår bedst farve med NPK 14-3-18 (tabel 4.10).

Sommerbehandling giver bedre nålefarve end forårsbehandling for samme N-dosering. Virkningen er mest markant for Langesø, hvor der kan være op

Tabel 4.9. Sideknopper, grene, internodieskud og tæthed fordelt til proveniens, år og gødningstyper med en N-dosering på 69 kg N/ha/år.

Gødningstype	Egenskab	Sideknopper (stk)				Grene (stk)				Internodieskud (stk)		Tæthed (stk)	
		1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997	1996	1997	1996	1997
(NPK) Kontrol	Ambrolauri	4,8	6,9	5,9	5,4	5,0	4,9	6,4	6,0	10,7	8,1	3,1	2,4
	Langesø	5,2	7,0	6,2	5,5	5,5	5,3	6,7	6,2	11,3	9,0	3,1	2,6
14-3-18 (forår)	Ambrolauri	5,1	7,1	6,3	6,6	5,1	5,2	7,2	6,1	13,8	11,7	3,8	2,9
	Langesø	5,5	7,1	6,2	6,6	5,2	4,8	7,2	6,1	14,6	12,9	3,5	3,2
23-3-7 (forår)	Ambrolauri	5,2	6,9	6,2	6,3	5,2	5,1	6,7	6,2	12,7	9,0	3,4	2,3
	Langesø	5,2	7,3	6,9	6,7	6,0	4,9	7,2	6,9	15,1	13,4	3,4	2,8
23-3-7 (sommer)	Ambrolauri	4,7	6,3	5,8	5,9	5,0	4,2	6,3	5,6	10,8	9,6	3,4	2,9
	Langesø	5,2	6,8	6,1	6,6	5,4	4,8	6,3	6,1	12,3	11,4	3,1	3,0
27-0-0 (forår)	Ambrolauri	4,8	7,1	5,9	6,1	5,1	4,7	7,2	5,8	13,3	9,9	3,5	2,6
	Langesø	4,9	7,4	6,1	6,2	5,5	4,7	6,8	5,9	12,8	10,2	3,2	2,8

* Tætheden er bestemt som antal internodier pr. 10 cm stamme

Tabel 4.10. Farve og nålelængde fordelt til proveniens, år og gødningstyper med en N-dosering på 69 kg N/ha/år.

Gødningstype	Egenskab	Farve (0-7)				Nålelængde (mm)			
		1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997
NPK	Proveniens/år								
		1994	1995	1996	1997	1994	1995	1996	1997
Kontrol	Ambrolauri	3,3	3,5	3,3	3,7	32,1	34,4	30,2	27,2
	Langesø	3,8	3,0	3,0	3,1	31,1	32,5	31,5	24,2
14-3-18 (forår)	Ambrolauri	3,6	4,1	3,9	4,2	32,5	35,7	33,2	31,4
	Langesø	4,7	4,3	4,5	5,0	32,4	38,0	32,4	31,9
23-3-7 (forår)	Ambrolauri	3,7	3,7	3,8	4,1	32,3	35,7	33,6	31,0
	Langesø	4,6	4,5	4,1	4,6	34,3	38,2	34,3	30,3
23-3-7 (sommer)	Ambrolauri	3,5	4,3	4,1	4,6	31,5	33,5	32,4	30,8
	Langesø	4,3	5,1	5,0	4,9	34,0	35,4	34,5	31,8
27-0-0 (forår)	Ambrolauri	4,2	4,2	4,1	4,6	34,1	36,5	32,0	31,7
	Langesø	4,1	4,5	4,0	4,6	35,4	36,7	33,8	32,8

til et helt skalatrin til forskel. For Ambrolauri er forskellen kun op til 0,5 skalatrin.

Der er tale om lange nåle for alle behandlinger, men kalkammonsalpeter giver de længste nåle, hvilket underbygger tidligere resultater for ren N-gødning store positive påvirkning af nålelængden (Christensen, 1998). Sommerbehandling giver kortere nåle for Ambrolauri, men ikke for Langesø proveniensens.

Blandt de tre forårsbehandlinger med 69 kg N/ha/år har NPK 14-3-18 givet lidt flere skader end de to øvrige. Det mest i øjnefaldende mht. skader er imidlertid det klart højere skadesniveau for sommerbehandlingen (tabel 4.11). I både 1996 og 1997 registreredes hyppigheden af små røde/døde (internodie)skud. Her havde sommerbehandlingen med NPK 23-3-7 klart den største hyppighed, hvilket har bidraget til en højere samlet skadesvurdering for denne behandling. Tallene bestyrker mistanken om, at årsagen kan være svidning og/eller færdsel i kulturen fra sommerudbringningen. Kalkammonsalpeter har færrest af disse røde/døde skud.

Tabel 4.11. Skade, hyppighed af små rødedøde skud og vitalitet fordelt til proveniens, år og gødningstyper med en N-dosering på 69 kg N/ha/år.

Gødningstype	Egenskab	Skader (0-10)				Røde skud (%)		Vitalitet (1-5)			
		1994	1995	1996	1997	1996	1997	1994	1995	1996	1997
NPK	Proveniens/år										
		1994	1995	1996	1997	1996	1997	1994	1995	1996	1997
Kontrol	Ambrolauri	0,0	1,5	1,7	1,6	37,6	27,2	3,2	3,6	3,2	3,1
	Langesø	0,5	2,1	1,2	1,2	20,4	10,2	3,1	3,6	2,8	3,0
14-3-18 (forår)	Ambrolauri	0,1	1,8	2,7	2,0	62,1	40,0	3,2	4,1	3,4	3,3
	Langesø	0,6	3,1	3,4	3,2	37,5	29,2	3,3	4,0	3,5	4,1
23-3-7 (forår)	Ambrolauri	0,6	1,4	2,4	1,5	69,1	21,5	3,2	3,9	3,2	3,7
	Langesø	0,6	2,7	2,5	2,6	44,4	24,3	3,5	4,4	4,1	4,5
23-3-7 (sommer)	Ambrolauri	0,6	2,3	3,7	2,8	84,2	53,1	3,0	3,6	3,0	2,9
	Langesø	0,6	3,2	3,5	3,8	67,9	62,5	3,3	4,3	3,4	3,8
27-0-0 (forår)	Ambrolauri	0,3	2,4	1,6	1,3	34,4	30,6	3,2	3,7	3,3	3,5
	Langesø	0,3	2,6	2,9	1,9	35,9	22,1	3,3	4,0	3,3	3,5

Det højere skadesniveau for sommerbehandlingen påvirker også vitaliteten, som er mindre i netop denne behandling.

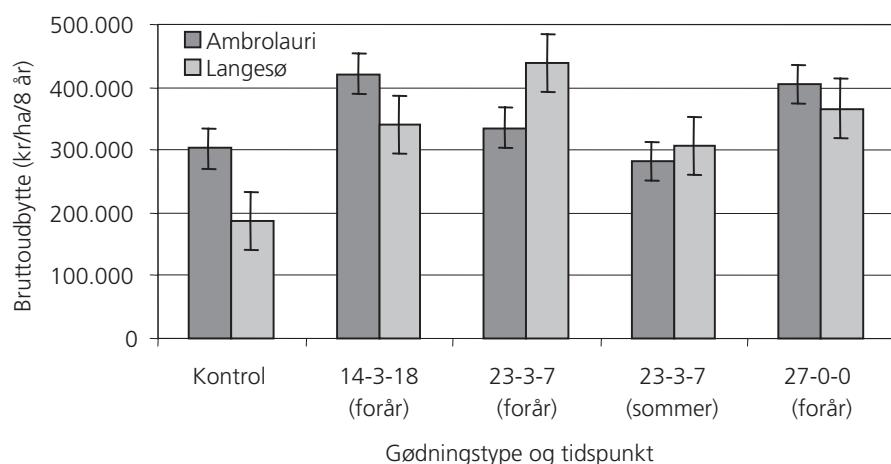
Blandt forårsbehandlingerne har kalkammonsalpeteren lidt overraskende givet den største andel primatræer. Dette skyldes bl.a. denne gødningstypes mindre påvirkning af topskudslængden end de øvrige gødningstyper i foråret (tabel 4.12).

Tabel 4.12. Prima-, sekunda-, og vragsortering samt distriktets hugst fordelt til proveniens, år og gødningstyper med et N-dosering på 69 kg N/ha/år. Der regnes med et krav om en gennemsnitlig grøn farve for primatræer, mens sekunda træer kan være lidt lysere grønne. Kontrollen er medtaget som reference.

Gødningstype	Sortering	Distrikt (%)	Prima (%)			Sekunda (%)		Vrag (%)	
			1995	1996	1997	1996	1997	1996	1997
NPK	Proveniens/år								
Kontrol	Ambrolauri	3	35	38	38	43	27	19	
	Langesø	0	14	17	55	42	32	42	
14-3-18 (forår)	Ambrolauri	8	58	55	43	45	0	0	
	Langesø	28	43	13	18	68	38	19	
23-3-7 (forår)	Ambrolauri	3	59	30	21	55	21	15	
	Langesø	18	49	6	26	81	25	13	
23-3-7 (sommer)	Ambrolauri	3	48	36	25	42	28	22	
	Langesø	18	42	14	23	58	35	27	
27-0-0 (forår)	Ambrolauri	3	67	56	26	39	8	6	
	Langesø	20	58	39	24	39	18	22	

For Langesø har kalkammonsalpeter givet den bedste kombination af prima- og sekundatræer samt resulteret i det de største antal salgbar træer (prima + sekunda). For Ambrolauri har NPK 14-3-18 om foråret givet 100% salgbar træer, da der stort set ikke er registreret vragtræer i både 1996 og 1997.

Sammenstilles de fire gødningstyper ud fra en økonomisk betragtning, ses NPK 14-3-18 at give det højeste udbytte for Ambrolauri fulgt af kalkammonsalpeteren, mens NPK 23-3-7 giver klart det højeste udbytte for Langesø (figur 4.7). Når netop NPK 23-3-7 i en dosering på 69 kg N/ha/år giver dette høje udbytte for Langesø, skyldes det en kombination af tidlig høst (mange træer fra denne behandling ved distriktets hugst i 1995) og en stor vækstkraft, som giver højere træer (bedre afregningspriser). Når den større hyppighed af for åbne træer ved netop denne behandling (tabel 4.8) ikke får større negativ indflydelse på udbyttet skyldes det, at den tidligere høst (tidligere indtægter) i denne behandling opvejer den senere så ringe fordeling mellem prima- og sekundsorteringen på et mindre antal træer. Under skærpede markedsvilkår, hvor mindre træer vil være svære at afsætte, er det tvivlsomt om NPK 23-3-7 ville give det højeste økonomiske udbytte – antageligvis ville kalkammonsalpeter (få for åbne træer) eller NPK 14-3-18 (generelt mere moderat vækst) være bedre egnede.



Figur 4.7. Status for bruttoudbytte pr. ha efter 8 år på Salten Langesø fordelt på gødnings-typer. De viste fejlintervaller er LSD95% udregnet proveniensvist.

4.3 Biomasse og proveniensforskelle

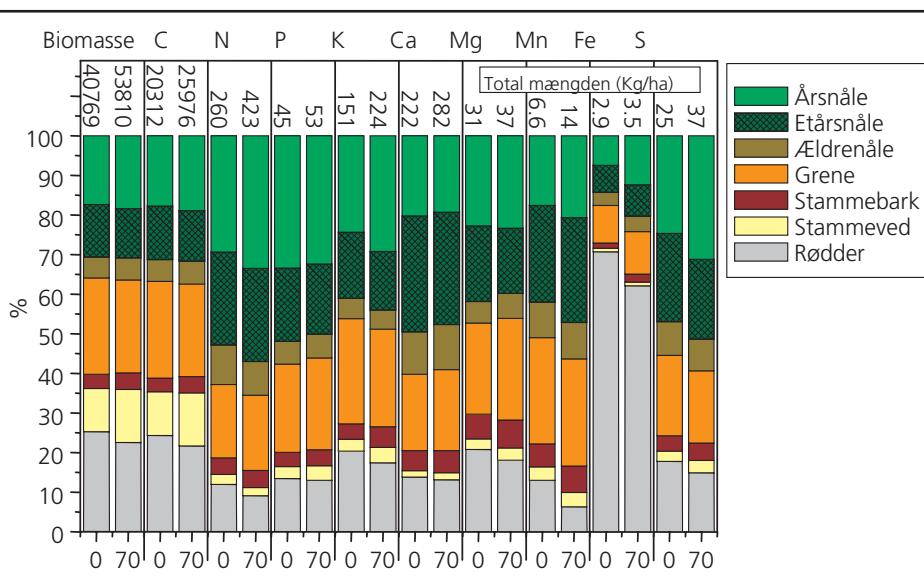
Resultaterne fra biomasseopgørelsen i 1997, som kun er foregået i kontrol-len og behandlingerne med NPK 23-3-7 (150, 300, 600 og 1200 kg/ha/år), fremgår af figur 4.8 - 4.13 og appendiks 1. Den samlede akkumulerede biomasse efter 4 års forsøgsperiode stiger fra ca. 41 tons tørstof /ha i kontrolbehandlingen til ca. 54 tons tørstof/ha i gødningsbehandlingen med 300 kg NPK 23-3-7/år (70 kg N/ha/år) (figur 4.8). Større doseringer giver ikke yderligere stigninger i akkumuleringen af biomasse (figur 4.9 s. 32). Dette mønster er gennemgående for de forskellige trækomponenter. Ved en N-dosering over 140 kg N/ha/år er der endda en tendens til en faldende biomasseakkumulering for en stor del af trækomponenterne. Talstørrelserne passer godt med en lignende amerikansk undersøgelse (Hinesley, 1989) i 2,4 - 2,7 meter høje formhuggede frasergran (*Abies fraseri*) på 7 år, hvor det samlede biomasseudtag af overjordiske dele var på ca. 40 tons/ha ved 4444 træer/ha.

Der var endvidere iøjnefaldende morfologiske forskelle på rødderne i forhold til N-dosering-en, idet kontroltræerne havde tyndere rødder, der var mere udbredt i overjorden og mindre kraftige dybtgående rødder end de træer, som havde modtaget en større N-dosering (se figur 3.1).

Generelt var der ikke de store proveniensforskelle i biomasseakkumuleringen, men resultaterne indikerer at Langesø, sammenlignet med Ambrolauri, har en større biomasseakkumulering i rødderne, stammebarken, årsnålene, nåle i den øverste kronedel og årsnåle i den nederste kronedel. Langesø har en lavere biomasseakkumulering i grene, ældre nåle og ældre nåle i den nederste kronedel sammenlignet med Ambrolauri (figur 4.9 s. 32). Figur 4.9 viser endvidere, at Langesø biomasse- og næringsstofakkumulering generelt påvirkes mere af N-doseringen end Ambrolauri i intervallet fra 0 til 70 kg N/ha/år (kurverne på figurerne viser i de fleste tilfælde en stejlere hældning for Langesø i dette interval). Dette underbygger de konstaterede farveforskelle mellem de to provenienser, hvor Langesø

også udviste en kraftigere reaktion på N-dosering. Der er ikke sikre forskelle på provenienserne, når man betragter den totale biomasse akkumulering.

Selvom der sker en forøgelse af biomasse- og næringsstofakkumuleringen ved en N-dosering på 70 kg N/ha/år sammenlignet med 0 kg N/ha/år, er det bemærkelsesværdigt, at den relative fordeling af næringsstofferne mellem trækomponenter tilsyneladende ikke påvirkes væsentligt (figur 4.8). Foreløbige beregninger fra en anden intensivt undersøgt lokalitet, Hastrup Skov, understøtter disse målinger med biomassefordelinger på ca. 30 tons/ha i kontrolbehandlingerne og ca. 50 tons/ha i behandlingen med 300 kg 23-3-7/ha/år.



Figur 4.8 Totale mængder i kg/ha (øverst) samt relativ fordeling af de undersøgte næringsstoffer for hhv. kontrolbehandling (0) og behandlingen med 70 kg N/ha/år (70) svarende til 300 kg 23-3-7/ha/år. (Figuren er baseret på gennemsnitsværdier for samtlige parceller med de givne behandlinger, uden hensyntagen til forskel i proveniens.)

For næringsstofkoncentrationerne er der generelt ingen tydelige proveniensforskelle (figur 4.8: N, 4.12: P og i appendiks 1, figur 1: K, 3: Ca, 5: Mg, 7: S, og 9: Mn). Kvælstof, Mn- og tildels K-, og S-koncentrationen stiger tilsyneladende, mens biomasseakkumuleringen ikke stiger ved N-doseringer større end 70 kg N/ha. Dette tyder på, at der sker et luksus-optag af disse næringsstoffer ved de høje N-doseringer. For figuren med næringsstoffakkumuleringen skal det bemærkes, at hvis der ikke er forskel på kurverne for de to provenienser, betyder det, at der ved modelopbygningen ikke er fundet en signifikant virkning af blokopdelingen, og hvis graferne er vandrette linier betyder det, at der ikke er fundet signifikant virkning af N-doseringen. Næringsstoffakkumuleringen stiger generelt med en øget gødningsmængde indtil 70 kg N/ha/år, og ved højere doseringer er akkumuleringen uændret eller svagt faldende. Dette mønster observeres generelt for de fleste trækomponenter. Der er tilsyneladende ingen forskel mellem provenienserne når man betragter næringsstoffakkumuleringen i den totale biomasse for N, Ca, Mg, S og Mn. Betragtes P- og K-akkumulering i den totale bio-

masse, er denne dog større for Langesø end for Ambrolauri. Sammensætningen af N, P og K for den totale biomasseakkumulering (NPK 14-3-8) afspejler ikke forholdet mellem næringsstofferne i to af de hyppigst anvendte gødningstyper, NPK 23-3-7 og NPK 14-3-18. I forhold til NPK 23-3-7 er biomassens indhold af K meget større, men i forhold NPK 14-3-18 er K indholdet noget mindre. Dette kunne være et indicie for, at de anvendte gødningsformuleringer ikke er optimalt tilpasset juletræsdyrkning.

N

Over halvdelen af det optagede N (ca. 60 %) findes i nålene, hvoraf halvdelen sidder i års-nålene, mens under 20 % sidder i stammeved og bark samt rødder (figur 4.8). Ved en forøgelse af N-doseringen stiger N-koncentrationen generelt i grene, nåle og den samlede biomasse, mens påvirkningen er mindre eller udeblivende i rødder, stammeved og bark (figur 4.10 s. 33). Det samlede N-optag stiger fra ca. 275 kg N/ha i kontrollen til ca. 425 kg N/ha i gødningsbehandlingen med 70 kg N/ha/år (figur 4.11 s. 34). I den tidligere nævnte amerikanske undersøgelse (Hinesley, 1989) er den totale mængde N, som fjernes i frasergran 499 kg/ha, hvilket er noget mere end de her viste mængder. Udover den arts-mæssige forskel spiller formhugning, gødskningspraksis og træhøjde (2,4-2,7 m) formentlig ind, ligesom frasergran almindeligvis har 5 komplette nåleårgange mod nordmannsgranens 4-5. Endvidere var frasergranerne velgødskede med N-koncentrationer i årsnålene over 2% (øverste grenkrans). N-akkumuleringen er større i rødderne og nålene, specielt års-nålene og de etårige nåle, i den øverste kronedel for Langesø, mens N-akkumuleringen er lavere i de ældre nåle i den nedre kronedel for Langesø.

P

Ved en forøgelse af gødningsdoseringen er der en tendens til at P-koncentrationen falder i grene, nåle og den totale biomasse, mens dette ikke er så tydeligt i stammebarken og slet ikke kan observeres i rødder og stammeved (figur 4.12 s. 35). P-koncentration er generelt uændret ved de to N-doseringer over 70 kg N/ha, hvilket sammenholdt med biomasseakkumuleringen kunne tyde på, at P virker begrænsende på væksten. Fordelingen af P mellem de forskellige trækomponenter, P-akkumuleringen og proveniensforskellene i P-akkumuleringen ligner generelt den, som er observeret for N (figur 4.8 og 4.13 s. 36). Dog er forøgelsen af P-akkumuleringen i nålene for Langesø sammenlignet med Ambrolauri mere udtalt end for N.

K

Hovedparten af K findes i nåle (ca. 45 %) og grene (ca 25 %) (figur 4.8). Generelt er effekten af gødskning på K-koncentrationen relativt lille (bilag 6, figur 1). Der er en tendens til at Langesø adskiller sig fra Ambrolauri ved at have en højere K-akkumulering i den samlede biomasse, rødder, stammebark, årsnåle, ét-årige- og ældre nåle i den øverste kronedel ved N-doseringer over 35 kg N/ha/år, mens K-akkumuleringen i ældre nåle i den nederste kronedel er lavere for Langesø (bilag 6, figur 2).

Ca

Hovedparten af Ca findes i nålene (ca. 60 %), mens 20 % sider i grenene

og 20 % i andre trækomponenter (figur 4.8). Der er en tendens til at Ca-koncentrationen falder i stammeved, stammebark og tildels i nålene ved N-doseringer over 35 kg N/ha/år. Herudover er Ca-koncentrationen tilsyneladende ikke påvirket af gødningsdoseringen (bilag 6, figur 3). Der er en tendens til, at Langesø adskiller sig fra Ambrolauri ved en højere Ca-akkumulering i rødder, årnsåle, ét-årige- og ældre nåle i den øverste kronedel ved N-doseringer over 35 kg N/ha/år, mens Ca-akkumuleringen i ældre nåle i den nederste kronedel er lavere for Langesø (bilag 6, figur 4).

Mg

Hovedparten af Mg findes i nåle (ca. 45 %) og grene (ca 20 %) (figur 4.8). Generelt er Mg-koncentrationen tilsyneladende upåvirket af gødningsdoseringen. Der er dog en tendens til, at koncentrationen af Mg er faldende i stammeved ved de lave doseringer og generelt falder i de øvrige trækomponenter ved den højeste dosering (276 kg N/ha/år)(bilag 6, figur 5). Der er en tendens til, at Langesø adskiller sig fra Ambrolauri ved at have en højere Mg-akkumulering i årnsåle og ældre nåle i den øverste kronedel ved N-doseringer over 35 kg N/ha/år, mens Mg-akkumuleringen i ældre nåle i den nederste kronedel er lavere for Langesø (bilag 6, figur 6).

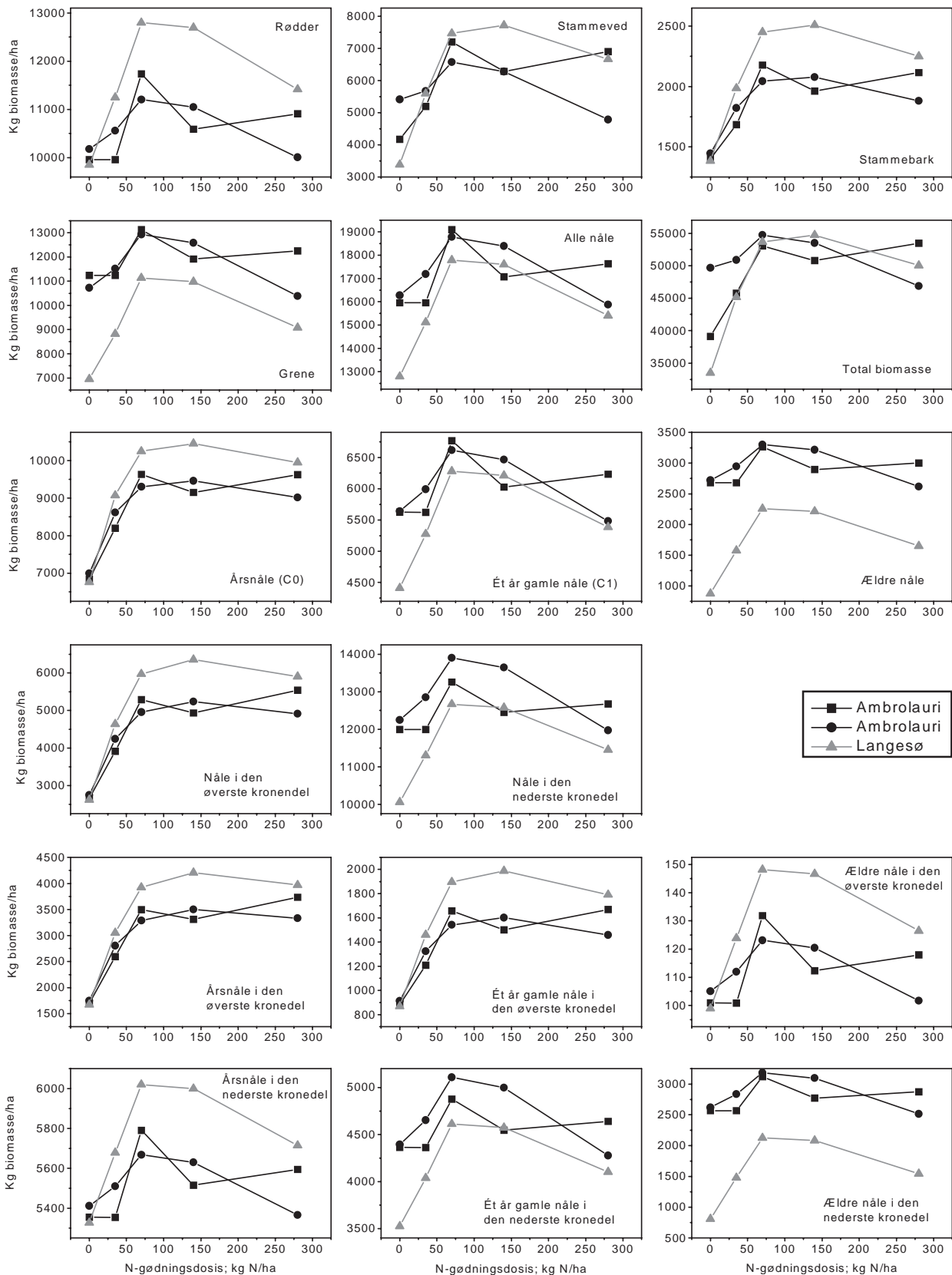
S

Lidt mere end 50% af S findes i nålene og ca. 20% i grenene (figur 4.8). Der er en tendens til, at Langesø adskiller sig fra Ambrolauri ved at have en højere S-akkumulering i rødder, stammebark, årnsåle, ét-årige- og ældre nåle i den øverste kronedel ved N-doseringer over 35 kg N/ha/år, mens S-akkumuleringen i ældre nåle i den nederste kronedel er lavere for Langesø (bilag 6, figur 8).

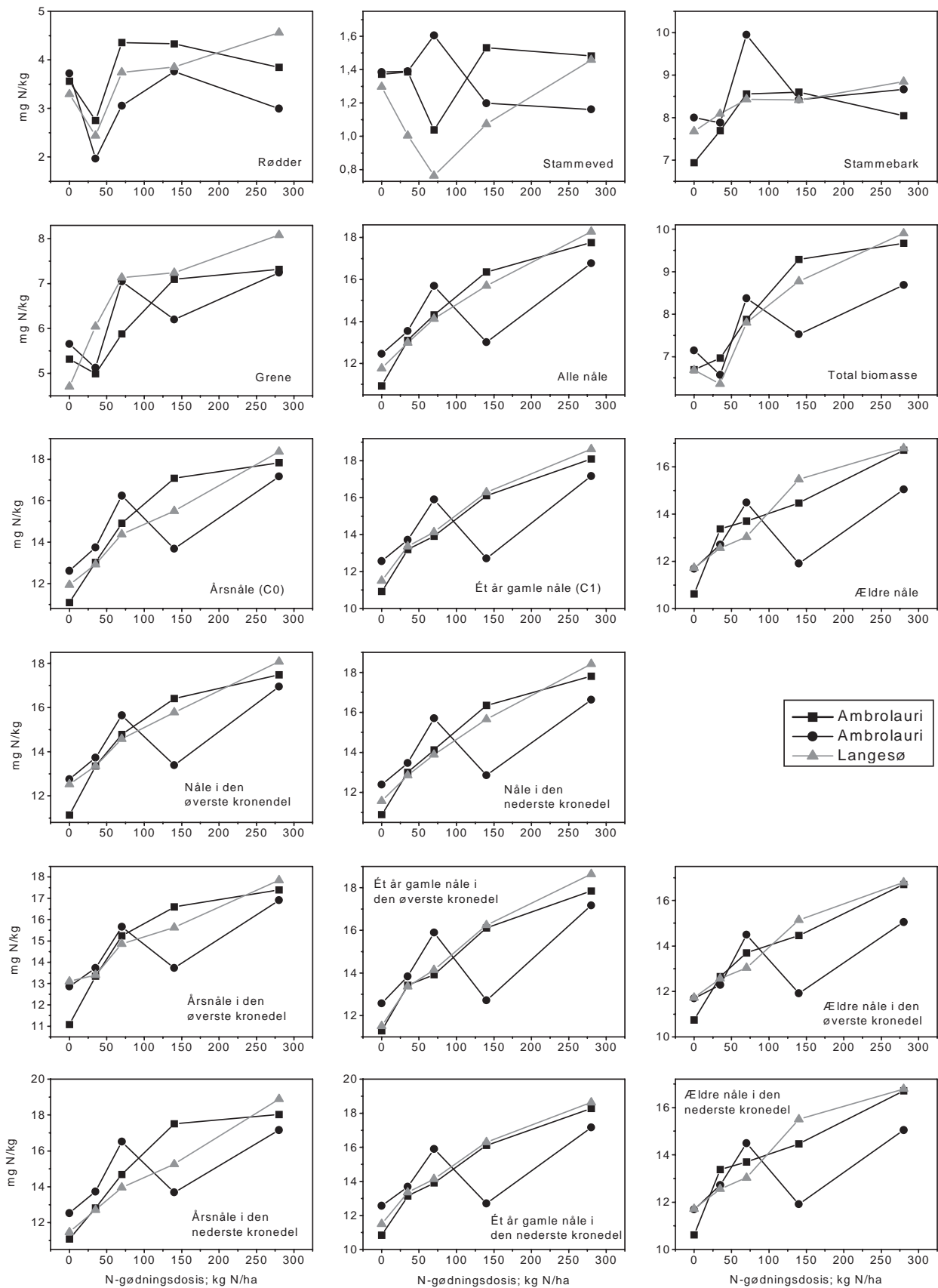
Mn

Lidt mere end 50% af Mn findes i nålene og ca. 30% i grenene (figur 4.8). Proveniens-forskellene i Mn-akkumuleringen er meget få, men der er en tendens til at Langesø adskiller sig fra Ambrolauri ved at have en højere Mn-akkumulering i stammeved, stammebark, og nåle i øverste kronedel og ældre nåle i nederste kronedel ved N-doseringer over 35 kg N/ha/år (bilag 6, figur 10).

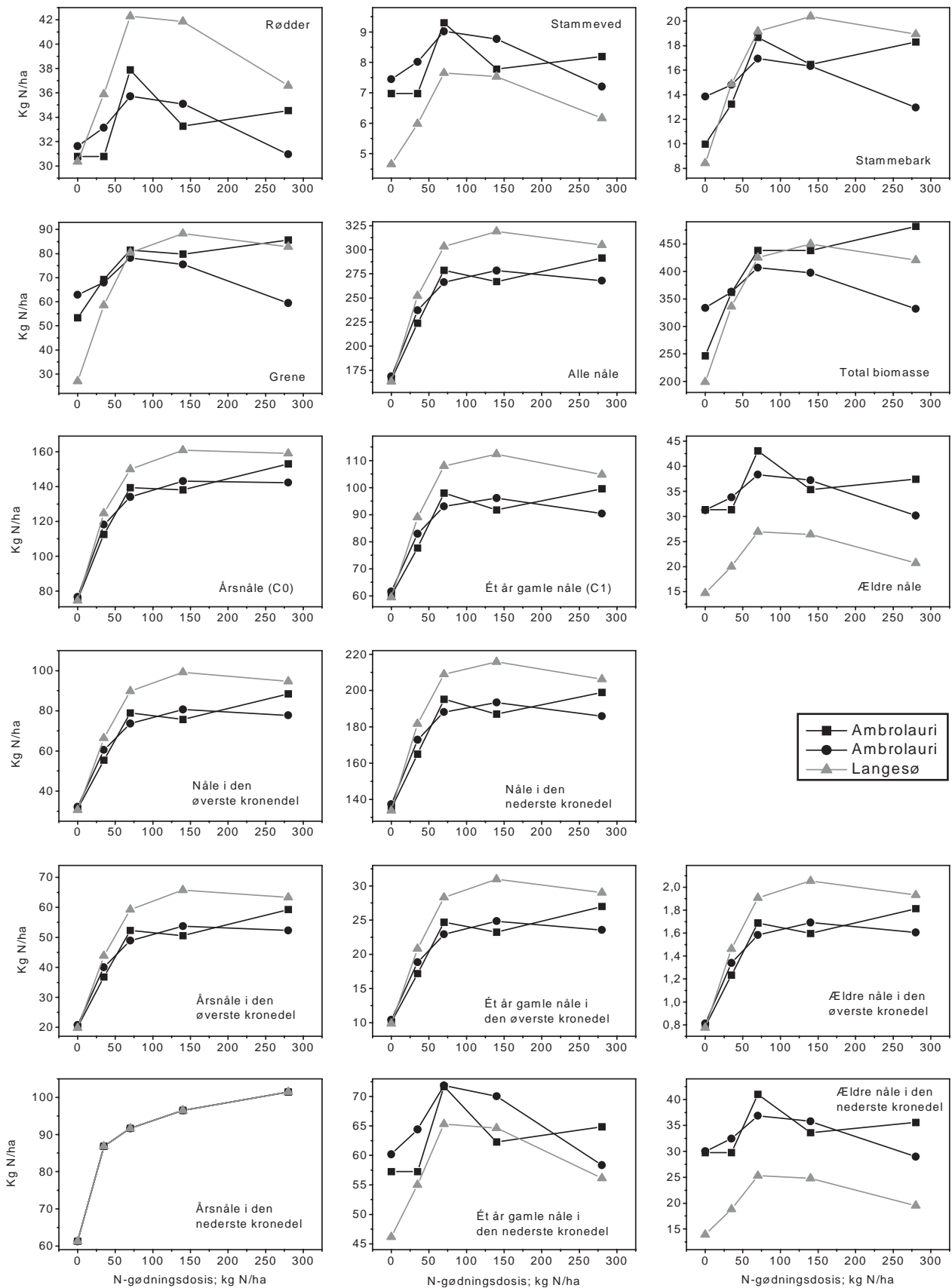
Generelt har Langesø den største akkumulering af biomasse og næringsstoffer i rødderne, årnsåle i den øverste kronedel, og ældre nåle i den øverste kronedel ved N doseringer over 35 kg N/ha/år, mens akkumulering af biomasse og næringsstoffer i ældre nåle i den nederste kronedel generelt er lavere for Langesø. Sidstnævnte medfører at biomasse- og næringsstofakkumuleringen i den samlede mængde ældre nåle generelt er mindst for Langesø proveniensen. Endvidere er næringsstofakkumulering i den samlede nålebiomasse generelt størst for Langesø.



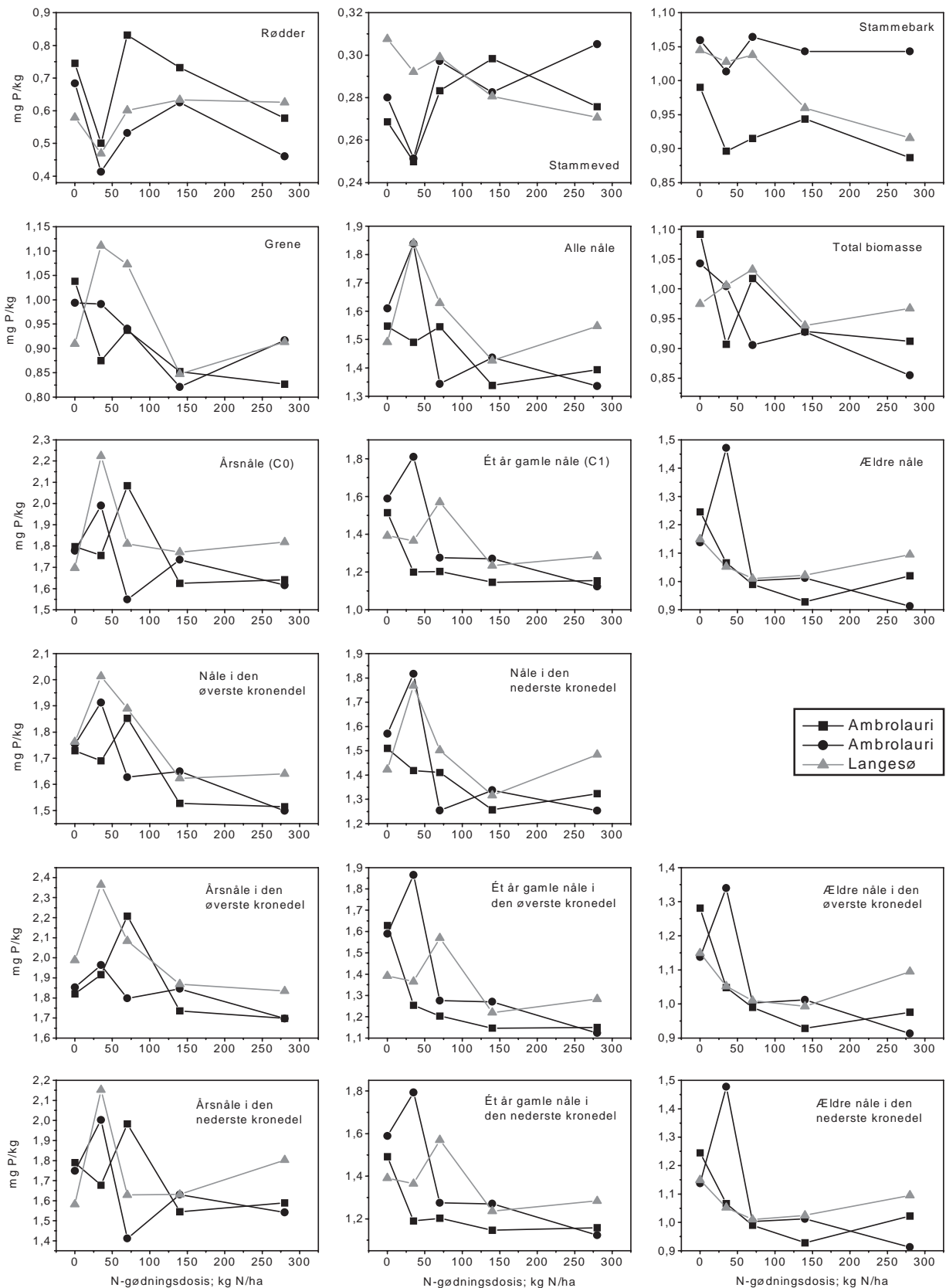
Figur 4.9. Biomassen i forskellige dele af træet som funktion af gødningsmængden. De tre blokke er vist med proveniensangivelse. (Figuren bygger på resultaterne fra modelberegningerne beskrevet i bilag 3, og gødningsmængden er derfor her angivet som mængden af tilført N.)



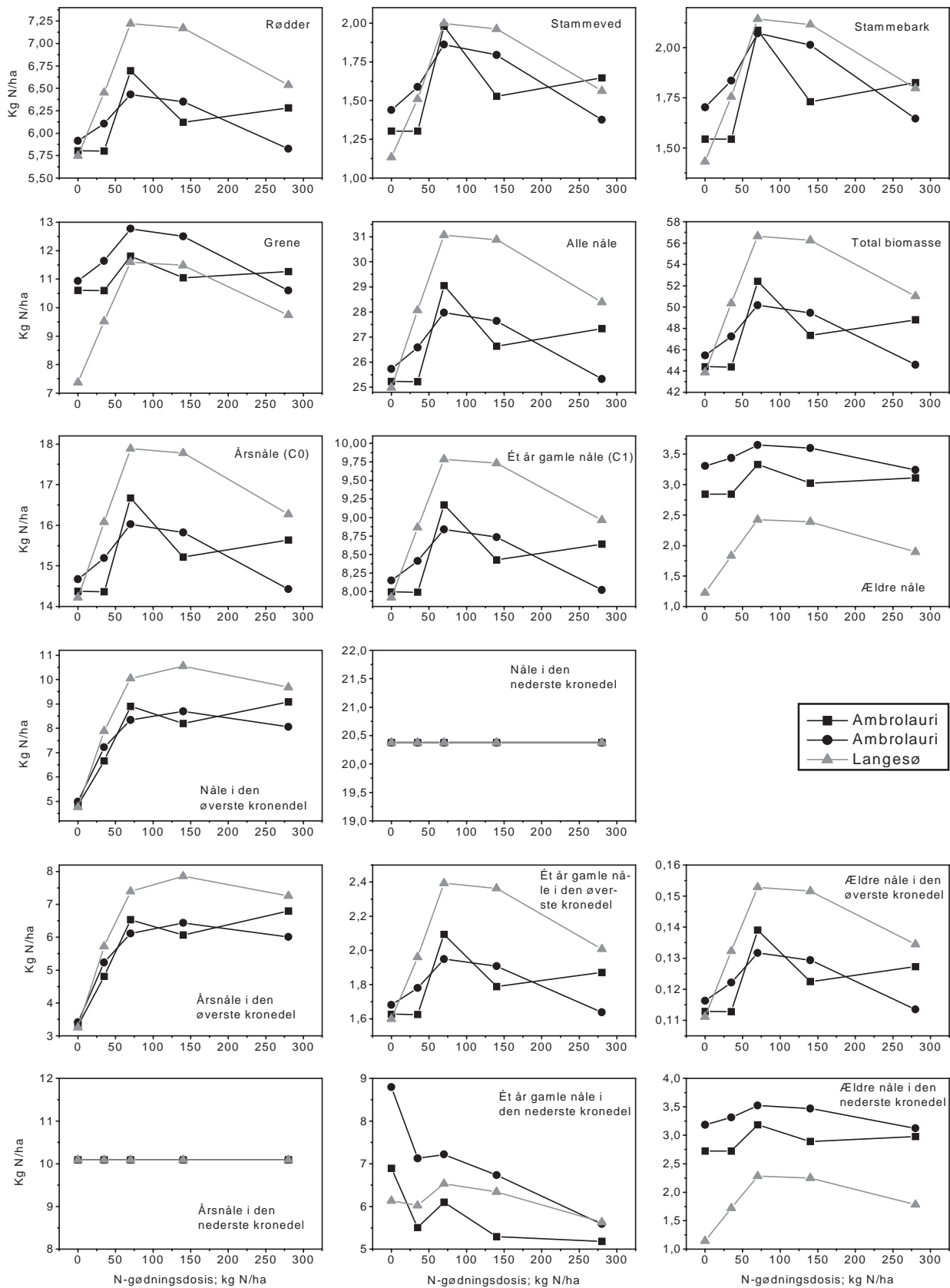
Figur 4.10. N-koncentrationen i forskellige dele af træet som funktion af gødskningsmængden. De tre blokke er vist med proveniensangivelse.



Figur 4.11. N-akkumuleringen i forskellige dele af træet som funktion af gødskningsmængden. De tre blokke er vist med proveniensangivelse.



Figur 4.12. P-koncentrationen i forskellige dele af træet som funktion af gødskningsmængden. De tre blokke er vist med proveniensangivelse.



Figur 4.13. P-akkumuleringen i forskellige dele af træet som funktion af gødskningsmængden. De tre blokke er vist med proveniensangivelse.

5. Konklusion

Efter fire års gødskning på Salten Langesø er de to provenienser Ambrolauri og Langesø afd. 6 blevet sammenlignet mht. vækst, kvalitet og biomasseakkumulering på én forsøgslokalitet, hvor forsøgsanlægget har gjort det muligt at sammenligne 2 blokke af hver proveniens.

Resultaterne viste, at Langesø har en større vækstkraft, flere knopper og grene end Ambrolauri. Den kraftigere (topskuds)vækst gav flere »for åbne« træer, men giver samtidigt et tidligere juletræsudbytte på denne lettere sandede lokalitet. Den kraftigere vækst hos Langesø er formentlig årsagen til lidt flere »skader« og en dårligere juletræssortering end hos Ambrolauri. Ambrolauri giver gennemgående flere primatræer, og den mere moderate vækst favoriserer denne proveniens, hvis målet er store juletræer af høj kvalitet. Det må derfor antages, at det større antal tilbageblivende træer for Ambrolauri har et potentiale for højere og mere værdifulde træer, end de tilbageblivende træer af Langesø.

Fra et gødskningsmæssigt aspekt synes 69-104 kg N/ha/år at give den bedste afvejning mellem hensynet til moderat vækst og god kvalitet for begge provenienser. For Langesø kunne ønsket om en mere moderat vækst tale for en N-dosering under 69 kg N/ha/år, men Langesø viste sig mere følsom for en reduktion i N-doseringen (under 69 kg N/ha/år) mht. farve end tilfældet var for Ambrolauri, som omvendt var »sværere at flytte« i farve afhængig af behandling. Dette betyder, at ved dyrkning af Ambrolauri er det sværere at »få farve« på gule træer end tilfældet er for Langesø, og man må derfor være opmærksom på at Ambrolauri ikke bliver gul. En tilsvarende sammenhæng blev konstateret for nålelængden i de to provenienser.

Ved en N-dosering på 69 kg N/ha/år kunne sommerbehandling begrænse væksten en smule og hyppigheden af »for åbne« træer faldt markant sammenlignet med forårsbehandling. Reduktionen synes kraftigst for Ambrolauri. Desværre gav sommerbehandling anledning til flere skader, formentlig betinget af gødningen eller den blotte bevægelse i kulturen, hvorved primaandelen faldt med dårligere økonomi til følge.

Blandt forårsbehandlingerne med en N-dosering på 69 kg N/ha/år var der en tendens til, at NPK 14-3-18 gav de længste topskud, men NPK 23-3-7 havde den største hyppighed af »for åbne« træer. Mindst topskudslængde og færreste »for åbne« træer blev opnået med kalkammonsalpeter – måske pga. mangel på andre næringsstoffer. Kalkammonsalpeter gav i lighed med tidligere undersøgelser også de længste nåle. De mindre topskud med kalkammonsalpeter resulterede i flest primatræer med denne behandling i begge provenienser, men størst økonomisk udbytte blev opnået med NPK 23-3-7 i Langesø, mens NPK 14-3-18 gav det største økonomiske udbytte i Ambrolauri. Ambrolauri gav samlet set en lidt større bruttoindtægt ved

denne status efter 8 år, men mest iøjnefaldende var de relativt små forskelle mellem behandlingerne for Ambrolauri sammenlignet med Langesø. For Langesø kunne det økonomiske udbytte mere end fordobles ved en N-dosering på 69-104 kg N/ha/år sammenlignet med kontrol-behandlingen uden gødskning.

Forskellene mellem de to proveniensers biomasse og næringsstoffordeling er gennemgående vanskelig at påvise statistisk, og afspejler således ikke direkte de klare morfologiske forskelle. Biomasseundersøgelserne peger dog på, at Langesø har større rodbiomasse og en større nålebiomasse i den øverste kronahalvdel ved en N-dosering over 35 kg N/ha/år, mens massen af ældre nåle og grene generelt er lavere sammenlignet med Ambrolauri. Endvidere indikerer biomasseundersøgelsen, at Langesø's biomasse- og næringsstoffakkumulering generelt påvirkes mere af N-doseringen end Ambrolauri i intervallet fra 0 til 70 kg N/ha/år.

En egentlig tilvækstmodel for biomassen, der kan vise den årlige tilvækst i biomasse baseret på træets alder/højde og gødningstilførsel, er under udarbejdelse. Modelarbejdet kompliceres dog af, at træernes næringsstoffkoncentrationer svinger over omdriftstiden (aftager for N).

6. Litteratur

Anon., 1995:

Produktionskontrollen – Årlige registreringer. Dansk Skovforenings Pyntegrøntsektion, 12 pp.

Christensen, C.J. & Madsen, S.F., 1994:

Sammenhæng mellem proveniensegenskaber for nordmannsgran. Plan-teskoleiagttagelser. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-2, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Christensen, C.J. & Johansen, S.V., 1997:

Anlægsrapport nr. 506, juletræsgødskning, Forsøg B2, Salten Langsø skovdistrikt, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 12 pp.

Christensen, C.J., 1998:

Startgødskning af nordmannsgran kulturer på tidligere agerjord. Pyntegrøntserien nr. 8, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 53s. ill.

Christensen, C.J., Pedersen, L.B. & Friis, E., 2001:

Bevoksning- og farvegødskning af nordmannsgranbevoksninger – resultater fra 6 års forsøg på tidligere markjord, Pyntegrøntserien nr. 16, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 101 s.

Fremann, M. & Nielsen, C.N., 1997:

Gødskningens virkning på resistens mod vinterfrost og forårsnattefrost hos nordmannsgran juletræer, KVL, Upubliceret, 9s. + 15s bilag.

Jacobsen, F., 1988:

XII. Juletræer og klippegrønt. I: Skoven og dens dyrkning, s. 607-636 (H.A. Henriksen red.), Dansk Skovforening, København, ISBN: 87-17-05937-2.

Hinesley, E., 1989:

Biomass and Nutrient Accumulation in Fraser-fir Christmas Trees. HortScience 24(2). p. 280-282.

Holstener-Jørgensen, H. & Bartholin, T.S., 1969:

Gødningsforsøg i Kulturer af *Abies Nordmanniana* – Foreløbig beretning. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Stencil. 25pp.

Holstener-Jørgensen, H., 1972:

Afgrødeanalyser i pyntegrøntbevoksninger af *Abies nobilis*. Beretninger fra Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. 262:p. 52-73.

- Holstener-Jørgensen, H. & Skriver, E., 1986:*
Farvegødsning af *Abies nordmanniana* på Skaføgaard – Præliminære resultater. Skoven PS 3:5-7.
- Holstener-Jørgensen, H. & Madsen Krag, M., 1987:*
Farvegødsning af *Abies nordmanniana* på Skaføgaard – afsluttende beretning. Skoven PS 5:30-37.
- Larsen, J.B., 1983:*
Troddenresistenz, Wasserhaushalt und Wachstum junger Douglasien (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) und Küstentannen (*Abies grandis* Dougl. Lindley) in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung, Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark bd. 39, 1-82.
- Larsen, J.B., Larsen, B.G. & Kromann, H.K., 1984:*
Abies Nordmanniana provenienser til pyntegrønt og juletræer. Beretning nr. 331, bd. XXXIX, h.3. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, p.365-382.
- Larsen, J.B., Nielsen, U.B. & Møller, I.S., 1997:*
Nordmannsgran – proveniensvariation, forædling og frøkildevalg. I: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug, Larsen, J.B. (red.), Dansk Skovbrugs Tidsskrift, 82. årgang, Dansk Skovforening, København. p. 203-213.
- Lüneburg-Nielsen, H. 1985:*
Gødningseffekt og vinterfrostskaeder, PS Nåledrys nr. 2, s. 22-23, Pyntegrøntsektionen, København.
- Løfting, E.C.L., 1973:*
Statusopgørelse for nordmannsgran. Beretning nr. 269, bd. XXXIII, h.3. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, p. 306-326.
- Madsen, S.F., 1994:*
Provenance Trial of *Abies nordmanniana* and *Abies bornmuelleriana* for Christmas Tree Production in North Sealand. For. & Landsc. Res., 1994:1:143-166.
- Madsen, S.F. & Christensen, C.J., 1994:*
Danske, tyrkiske og russiske nordmannsgranprovenienser. – Plantesko-leiagttagelser. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-4 Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
- Nielsen, U.B. & Madsen, S.F., 1998:*
Danske provenienser af nordmannsgran. Udspring og højdevækst efter 5 sæsoner på Langesø, Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-13, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Nielsen, U.B., 2000a:

Forædling af nordmannsgran og nobilis: Status og muligheder. Pyntegrøntserien nr. 15, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 54 s.

Nielsen, U.B., 2000b:

Nordmannsgran proveniensforsøg – foreløbige resultater – Langesø-messen 2000, 2 pp (fotokopi).

Nielsen, U.B., Kirkeby-Thomsen, A. & Roulund, H., 2000:

Genetic variation in resistance to *Dreyfusia nordmanniana* Eckst. infestations in *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. (submitted til Forest Ecology and Management)

Ravnsbæk, P.F.V., 1989a:

Nåleanalyser som middel til diagnosticering af næringsstofmangel i juletrækulturer af nordmannsgran, *Abies nordmanniana* (Stev.) Sparch., Hovedopgave på skovbrugsstudiet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 93 pp + bilag 7 pp.

Ravnsbæk, P.F.V., 1989b:

Nåleanalysers anvendelse ved juletræsdyrkning, PS Nåledrys 10/89, s.8-9, Dansk Skovforenings Pyntegrøntsektion, København.

Ravnsbæk, P.F.V., 1989c:

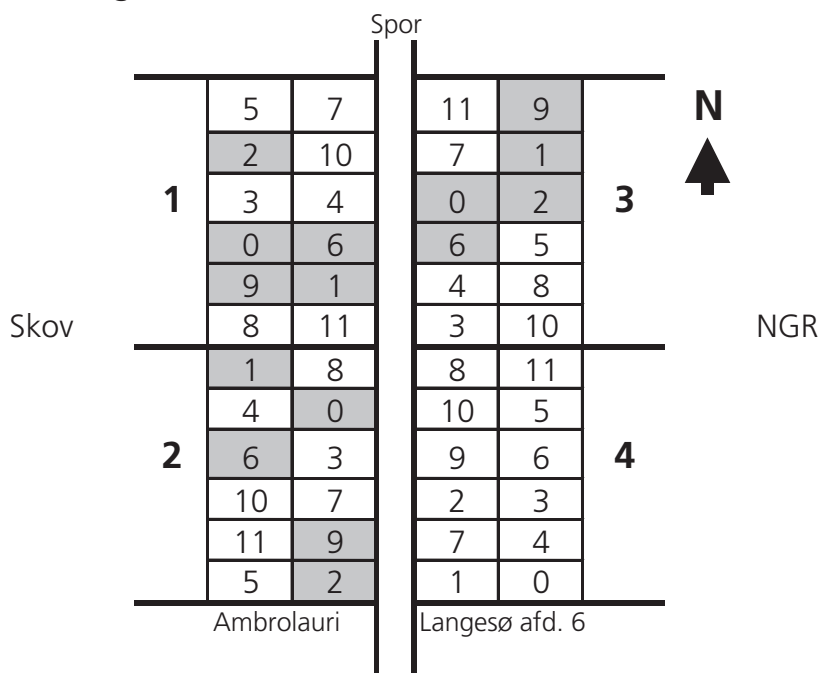
Fremtidig anvendelse af nåleanalyser i gødningsplanlægningen, PS Nåledrys 10/89, s.10-11, Dansk Skovforenings Pyntegrøntsektion, København.

Skre, O., 1988:

Frost resistance in forest trees: A literature survey, meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning 40.9, Norge.

Bilag 1. Forsøgsskitse

Salten Langsø
afd. 56g



Forsøgsstationen på Salten Langsø. De gråkraverede felter angiver behandlingsled, hvor der undersøges biomasse.

Bilag 2. Gødningstyper

Deklaration på de anvendte gødningstyper.

Betegnelse	NPK 23-3-7	NPK 14-3-18	Kalkammonsalpeter
Fabrikant	Kemira	Kemira	Kemira
Konsistens	Fast	Fast	Fast
Form	Granuleret	Granuleret	Granuleret
Total N	22,6%	14,0%	27,0%
Nitrat N	11,9%	9,4%	13,5%
Ammonium N	10,7%	4,6%	13,5%
Citrat- og vandopløselig P	2,7%	3,0%	
Vandopløselig P	1,9%	2,1%	
Vandopløselig K	6,6%	17,6%	
Total S	2,9%	4,6%	
Vandopløselig S	2,6%	4,1%	
Total Mg	1,6%	1,0%	2,7%
Vandopløselig Mg	1,4%	0,9%	
Total Ca			4,7%
Total Cu	0,1%	0,1%	
Total B	0,020%	0,020%	
Vandopløselig B	0,017%	0,017%	
<i>Bemærkninger</i>	<i>> 2% Cl</i>	<i>> 2% Cl</i>	<i>> 1% Cl</i>

Bilag 3a. Målemetoder

Træets højde

Måles i cm fra jorden til topknoppen, eller hvis denne mangler til træets højeste levende punkt.

Et dødt træ tildeles værdien <0>, er træet tydeligvis fjernet f.eks. ved hugst af spor tildeles værdien <->, og pågældende planteplads udgår af beregningerne. Skæve træer måles lodret fra øverste levende punkt til jordoverfladen.

Topskudslængde

Måles i hele cm fra øverste grenkrans til topknoppens spids.

Mangler topskuddet eller er det tydeligt beskadiget tildeles værdien <0>. Ved analyse af årets tilvækst fjernes disse.

Sideknopper i topknop

Antallet af sideknopper i topknoppen tælles i stk.

Topknoppen defineres, hvor den ikke er tydelig, til topskuddets øverste 5 cm. Alle knopper (undtaget selve topknoppen) på dette stykke tælles med.

Grene i øverste krans

Antallet af grene i øverste grenkrans opgøres.

Grenkransen begrænses af et 5 cm bredt stykke omkring centrum af grenkappe-fortykkelsen, således at velvoksne internodie "grene" kan substituere en eventuelt manglende grenkransgren. Hvor to "grene" sidder lige over hinanden, tælles kun den ene med. Typiske Sankt Hansskuds grene tælles *ikke* med. Udgøres grenkransen udelukkende af Sankt Hansskuds grene sættes værdien af antal grene i øverste grenkrans som <->.

Sideskudslængde i øverste grenkrans

Måles i hele cm fra stammen til spidsen af hovedknoppen på sideskuddet.

Opgørelsen finder kun sted på et mindre antal træer.

Internodieskud mellem 1. og 2. grenkrans: (fra 1996)

Antallet af stammeinternodier tælles på stammen mellem 1. og 2. grenkrans.

Små internodiekviste placeret indenfor en afstand +/- 2 cm fra grenkransens midte tælles ikke med. Kan 1. og/eller 2. grenkrans ikke identificeres sættes stammeinternodierne til <->.

Stammediameter

Måles på stammen midt mellem grenkransene fra 1993 og 1994 i mm. Opgørelsen finder kun sted på et mindre antal træer.

Farve

Farve scores på anden grenkrans, dette års sideskud. Tre referencekviste vælges i 2.grenkrans - dette års sideskud: En gennemsnitlig grøn, en gulgrøn og en mørkegrøn kvist vælges, og træerne hvorfra de er taget afmærkes. Der anvendes særskilte referencekviste på de enkelte forsøg i forsøgs-serien. Hvis de bliver slidte tages tilsvarende nye kviste fra tilsvarende gren på samme træ. Referencekvistene hjemtages med henblik på farvebe-

stemmelse efter Munchells Color Charts for Plant Tissues ved FSL hurtigst muligt. Indtil farvebestemmelse kan finde sted, opbevares kvistene i køleskab i en plastpose.

Der scores i 7 (8) kategorier:

0. Misfarvet. Rød.
1. Mere gul end gulgrønne referencekvist.
2. Som gulgrøn referencekvist.
3. Mellem gulgrønne og grønne referencekvist.
4. Gennemsnitlig (ligner gennemsnitlige referencekvist).
5. Mellem gennemsnitlig og mørkegrøn referencekvist.
6. Mørkegrøn (Som mørkegrønne referencekvist).
7. Mere mørkegrøn en mørkegrønne referencekvist.

Nålelængde

Længste nål på sydvendt årsskud af første orden i 2. grenkrans
Måles i mm fra nålbasis til nålespids. Længste nål opsøges visuelt (normalt midt på skudet).

Skade

Det vurderes subjektivt, om træet er skadet på en skala fra 0 til 10. Alle former for skader registreres. Formålet er at kunne udelukke beskadigede træer af den senere analyse. Hvis en særlig skadetype, f. eks. røde nåle eller nålefald, optræder hyppigt, og der er mulighed for, at skadens opståen eller omfang har relation til forsøgets behandling, gennemføres en selvstændig opgørelse af dette fænomen.

0 gives til det helt uskadede træ. 1-3 gives til det let skadede træ, dvs. træer, hvor det skønnes at skaden er uden praktisk eller økonomisk betydning. 4-6 gives til træer, hvor skaden forventes at reducere udbyttet/forsinke høsten og dermed øve indflydelse på økonomien i dyrkningen. 7-9 gives til svært skadede træer, hvor økonomien påvirkes drastisk. 10 gives til det helt døde træ. Beskadiget topskud medfører altid karakteren 5.

Vitalitet

Træets vitalitet vurderes subjektivt på en skala fra 1 til 5. Formålet med vitalitetskarakteren er at beskrive træets habitus subjektivt. Det ”middel-sunde” træ tildeles karakteren 3. Karakteren 1 gives til tydeligt svækkede træer. Karakteren 5 gives til det usædvanligt frodige træ. I vurdering indgår knopstørrelse og skudtykkelse og indirekte også farve.

Juletræsegenthed: (fra 1996)

Træernes egenhed til juletræer vurderes ud fra nedenstående skelet - scoringsskala, hvor fejlenes numre noteres under indtastningen - f.eks. <139> for topfejl, fejl i 1./2.grenkrans og mekanisk skadet. Såfremt et træ måtte have samtlige juletræsfejl skrives blot <alle>. Skulle træet være fejlfrit skrives <0>.

1. Topfejl, dvs. aksebrud eller tveger indenfor de sidste to vækstsæsoner.
2. To eller flere ligeværdige toppe som resultat af topfejl der ligger mere end to år tilbage.
To toppe er ligeværdige, når den mindstes topknop er placeret mellem 1/2 træhøjde og topknop på den største.
3. Manglende grene i 1. eller 2. grenkrans som medfører asymmetri.
Ved 3 grene er kransen asymmetrisk når største vinkel er over 160 grader, ved 4 grene eller derover når største vinkel er over 135 grader. Kun en eller to grene giver altid fejl 3.
4. Manglende grene i 3. eller 4. grenkrans som medfører asymmetri.
Ved 3 grene er kransen asymmetrisk når største vinkel er over 160 grader, ved 4 grene eller derover når største vinkel er over 135 grader. Kun en eller to grene giver altid fejl. 4. grenkrans skal på ungt materiale, hvor 4.krans - vurderet på planten som helhed -er stærkt påvirket af ukrudt, scores som fejltpe 4 såfremt 4. grenkrans ikke kan erkendes eller er ukomplet.
5. For stor højdevækst, dvs. over 40 cm mellem grenkranse.
6. Betydende aksefejl der ligger mere end 2 år tilbage.
En aksefejl regnes som betydende, når stammens øvre midtakse forskydes ud over siden på stammestykket nedenunder, således vil også udtalt "slange-vækst", hvor ingen egentlig topfejl findes, også kunne klassificeres under denne fejltpe.
7. Uens grenlængde der medfører asymmetri i de 4 øverste grenkranse.
To grene er af uens længde når den korteste udgør mindre end 60% af længden af den længste gren. Hvor en internodie "gren" substituere en egentlig grenkransgren vil denne fejltpe være meget sandsynlig.
8. Nåletab i de øverste 3 grenkranse med en samlet længde på over i alt 30 cm skud.
Nåletab på ældre "skelet-dele" såsom inderste kryds i 2. og 3. grenkrans medregnes også.
9. Mekaniske skader f.eks køreskader, fejning, bid, reparationssklip m.v.
Kan årsagen til reparationssklippet fastslås (f.eks. to ligeværdige toppe, hvor den ene er fjernet), noteres den oprindelige fejltpe dvs. årsagen til, at der er foretaget reparationssklip. Foruden den oprindelige fejltpe noteres fejltpe 9 for mekanisk skade.

Bilag 3b. Prima-, sekund- og vrag-sortering

På baggrund af de viste skelet-fejltyper i bilag 3a, kan det enkelte træ grupperes som prima, sekund eller vrag. Juletræsfejl 9 (mekaniske skader mv.) blev brugt systematisk til at registrere røde/døde (internodie)skud og indgår derfor ikke i den samlede skeletvurdering.

Hård sortering

Prima: Højest én mindre betydende fejl, dvs. én fejl blandt fejltyperne 4, 6 eller 7.

Sekunda:

Enten: Højest en alvorlig fejl, dvs. én fejl blandt fejltyperne 1, 2, 3 eller 5 og højest én fejl blandt de mindre betydende fejltyper 4, 6, 7 eller 8.

Eller: Ingen alvorlige fejl og op til 3 mindre betydende fejl blandt fejltyperne 4, 6, 7 eller 8.

Vrag: Træer, som har flere fejl end prima- og sekunda træerne.

Blød sortering

Prima: Højest én mindre betydende fejl, dvs. én fejl blandt fejltyperne 4, 5, 6 eller 7.

Sekunda:

Enten: Højest en alvorlig fejl, dvs. én fejl blandt fejltyperne 1, 2 eller 3 og højest én fejl blandt de mindre betydende fejltyper 4, 5, 6, 7 eller 8.

Eller: Ingen alvorlige fejl og op til 3 mindre betydende fejl blandt fejltyperne 4, 5, 6, 7 eller 8.

Vrag: Træer, som har flere fejl end prima- og sekunda træerne.

Efter fordelingen til prima, sekunda og vrag er hvert træ tildelt priser og højdeklasser jf. Dansk Juletrædyrkerforenings vejledende prisliste. Afviklingen af træerne har fulgt distriktets hugst, og hugsten i 1995 (som ikke er skeletvurderet) er fastsat som 50% prima, 50% sekunda.

Ved omregningen fra de parcelvise udbytte-resultater er der regnet med en multiplikationsfaktor på 375 (7500 træer plantet/ha på arealet divideret med 20 træer pr. parcel).

Bilag 4. Beregningsmetoder

Felt-observationer i perioden 1994 til 1997

De registrerede feltmålinger er behandlet statistisk med henblik på afdækning af års-, proveniens, blok- og behandlingsforskelle. Til beregning af effekterne fra de enkelte behandlinger er anvendt parcellgennemsnittet for de 20 træer/behandling. Hver af de to provenienser er tildelt nye blokke (2 gentagelser pr. proveniens) i et splitplot design. Efterfølgende er lokaliteten analyseret med en to-sidet variansanalyse (funktion 3.1).

$$Y = \mu + \text{prov.} + \text{beh.} + \beta + \varepsilon \quad [3.1]$$

hvor

Y er den målte størrelse,

prov. (tilfældig) proveniensvirkning,

beh. (systematisk) behandlingsvirkning,

β (systematisk) blokvirkning og

ε tilfældig og normalfordelt variation.

Herudover er der testet for vekselvirkning mellem hhv. proveniens og behandling samt proveniens og blok i separate analyser.

Analysearbejdet er foregået i SAS 6.08/6.10 som GLM analyser uden transformationer af data. Der er foretaget test af modellernes forudsætninger. Varianshomogeniteten er vurderet ved at plote residualerne mod de predikterede værdier. Residualernes normalfordeling er testet ved et Kolmogorow D-test i proceduren UNIVARIATE. Medmindre andet nævnes, er modellernes forudsætninger opfyldt.

Biomasseopgørelse

Ud fra kendskabet til biomassetræernes tørvægt af de forskellige trækomponenter og de kemiske analyseresultater, blev trækomponenternes samlede indhold af næringsstoffer bestemt for hver enkelt biomassetræ. Ved beregningerne er træet blevet opdelt i følgende trækomponenter (bemærk at nogle af komponent grupperingerne overlapper hinanden): Rødder, stammeved, stammebark, grene uden nåle, alle nåle, træets totale biomasse, alle årsnåle (C0), alle ét-årige nåle (C1), alle ældre nåle – ældre end ét år (CR), alle nåle i den øverste del af kronen, alle nåle i den nederste del af kronen (grænsen mellem de to kronedele er sat umiddelbart over den 4. grenkrans og under internodieskudene mellem 4. og 5. grenkrans), årsnåle i den øverste kronedel, ét-årige nåle i den øverste kronedel, ældre nåle i den øverste kronedel, årsnåle i den nederste kronedel, ét-årige nåle i den nederste kronedel og ældre nåle i den nederste kronedel. Ved biomasseberegningerne er der lavet følgende antagelser:

- Koncentrationen af næringsstoffer i C0-nåle og grene mellem 1. og 5. grenkrans kan beskrives ved lineær interpolation mellem koncentrationerne i 1. og 5. grenkrans.
- Koncentrationen af næringsstoffer i C0-nåle og grene under 5. grenkrans er lig med den i 5. grenkrans.
- Koncentrationen af næringsstoffer i C1- og CR-nåle er den samme i hele træet og beskrives ved prøvegrenen fra 5. grenkrans.
- Koncentrationen af næringsstoffer i stammeved og bark kan beskrives ved gennemsnittet af koncentrationerne i de udtagne prøver fra stammen mellem 1. og 2. grenkrans og mellem 4. og 5. grenkrans.
- Koncentrationen af næringsstoffer i de rødder, som ikke blev gravet op, kan indenfor de enkelte plot sættes lig med koncentrationen i de rødder, der blev gravet op.
- Røddernes tørvægt kan beskrives ved træernes størrelse (højde og diameter) og er herudover uafhængig af øvrige forskelle mellem parcelerne.
- Koncentrationen af næringsstoffer i de opgravede rodsystemer repræsenterer gennemsnittet for træerne i de enkelte plot.

For at bestemme røddernes tørvægt for de træer hvor rødderne ikke er blevet gravet op, er følgende funktion 3.2 opstillet på baggrund af de 17 opgravede rødder.

$$\ln(m\text{-rod}) = 0,5323 \times \ln(D^2 \times H) + 2,3039 \quad [3.2]$$

hvor

m-rod: tørvægten af roden i g,

D: stammediameter 5 cm over jorden i cm og

H: træhøjden i cm.

Denne funktion har $R^2 = 0,5357$.

Biomassen og mængden af næringsstoffer i de stabklippede grene er adderet for hver stabklippet grenkrans. Bidraget for en stabklippet grenkrans er beregnet som gennemsnittet af tørvægten for alle biomassetræers grenkranse med grenlængder mellem 30 og 60 cm. I praksis vil det hovedsagelig sige 2. grenkrans og i enkelte tilfælde 3. grenkrans. Koncentrationen af næringsstoffer i de stabklippede grene antages at være lig med den, som findes i grenene i grenkransen ovenfor afklipningspositionen i 1997.

Koncentrationen af næringsstofferne i de ovennævnte trækomponenter er bestemt ved gennemsnittet for de 45 biomassetræer.

Når træernes optag af næringsstoffer og akkumulering af biomasse skal sammenlignes med den udbragte gødningsmængde, er det vigtigt at kende næringsstofoptaget og biomasseakkumuleringen på »areal-basis« (per. ha). For at beregne disse størrelser for hver parcel beregnes først optaget i et gennemsnitstræ baseret på gennemsnitshøjden via funktion 3.3. Herefter beregnes optaget på areal-basis ved at gange optaget i gennemsnitstræet med antallet af træer per. ha.

Funktion 3.3 beskriver sammenhængen mellem den akkumulerede bio-

masse på den ene side, og træhøjden og gødningsmængden på den anden. Som angivelse for gødningsmængden benyttes den tilførte N-gødningsmængde. Andre angivelser for gødningsmængden kunne i sagens natur være valgt (f.eks. den samlede mængde gødning, tilførte mængde P mm.), men N-gødningsmængden blev valgt, idet det er denne gødskningsparameter, som utvivlsomt har den største effekt på akkumuleringen af alle næringsstofferne, da den har den mest dominerende effekt på den samlede biomasse akkumulering. Ved disse beregninger er forsøgets blokke/gentagelser benyttet som justering af niveauerne.

$$m_x = \alpha (H) + \beta \log_{10}(N_{\text{tilførsel}}) + \gamma \quad [3.3]$$

hvor

- m_x : trækomponentens tørvægt i kg eller næringsstofindholdet i g i et givet træ med højden H,
H: træhøjden i cm,
 $N_{\text{tilførsel}}$: N-gødningsmængde i kg N/ha/år og
 α , β , γ : konstanter.

Analysearbejdet med modellerne er foregået i SAS 6.08/6.10 som GLM og REG analyser. Der er foretaget test af modellernes forudsætninger, og data er i visse tilfælde blevet logaritmetransformeret for at kunne overholde modellernes forudsætninger.

Varianshomogeniteten er vurderet ved at plote residualerne mod de predikterede værdier. Residualernes normalfordeling er testet ved et Kolmogorow D-test under SAS-LAB. Virkningen af træhøjden, N-gødningsmængden og blokinddelingen er testet på biomassetræerne, og på baggrund af disse resultater er modeller for biomassen og næringsstofindholdet opstillet for hver trækomponent; herunder er kun statistisk signifikante ($P > 0,05$) virkninger medtaget.

Som forudsætning for beregningen af biomasse akkumuleringen og optaget af næringsstoffer på areal-basis i perioden fra etablering (foråret 1990) og frem til opgørelsestidspunktet (efteråret 1997) benyttes følgende stammetal: 10.000 træer/ha ved etablering, 446 træer/ha er udtaget i 1995 og 621 træer/ha er udtaget i 1996. Disse tal er de aktuelle tal fra forsøgsarealet. De to udtag er indkalkuleret ved at kun den mængde biomasse og næringsstoffer som de udtagne træer har optaget i perioden fra etablering og frem til udtagningsstidspunktet er medtaget. Udtagene er estimeret ved at benytte ovennævnte modeller, den gennemsnitlige træhøjde på udtagningsstidspunktet og antallet af udtagne træer. I beregningerne er der ikke taget højde for spor, dvs. at arealet betragtes som en homogen tilplantet flade uden spor, hvilket er den givne situation inde i de enkelte parceller (sporene kan inkalkuleres ved at fratække 25%, som sporene udgjorde på det aktuelle areal).

I biomasseopgørelsen indgår to provenienser i tre blokke; to med Ambrolauri og én med Langesø. Da der kun er en blok med Langesø, er det svært statistisk at påvise forskelle mellem provenienserne. Gennemsnitstallene

for de ovennævnte statistiske tests kan dog give en indikation af proveniensforskellene.

For visse resultater er angivet LSD95% værdien, som udregnes som vist i funktion 3.4:

$$\text{LSD}_{.95} = t_{.97,5} \times s \times (2/n)^{1/2} \quad [3.4]$$

hvor

t = t-værdien for den pågældende fraktil (95%),

s = spredningen og

n = antal gentagelser af den undersøgte testvariabel.

I praksis angiver LSD95%-værdien den mindste signifikante forskel (95% sandsynlighed) mellem to middelværdier.

I den efterfølgende beskrivelse af resultaterne er anvendt følgende terminologi med hensyn til statistiske sikkerheder:

N.S. = Testvariablerne ikke forskellige.

((*)) = Testvariablerne forskellige med mindst 85% sandsynlighed.

(*) = Testvariablerne forskellige med mindst 90% sandsynlighed.

* = Testvariablerne forskellige med mindst 95% sandsynlighed.

** = Testvariablerne forskellige med mindst 99% sandsynlighed.

*** = Testvariablerne forskellige med mindst 99,9% sandsynlighed.

Bilag 5. Farvekviste

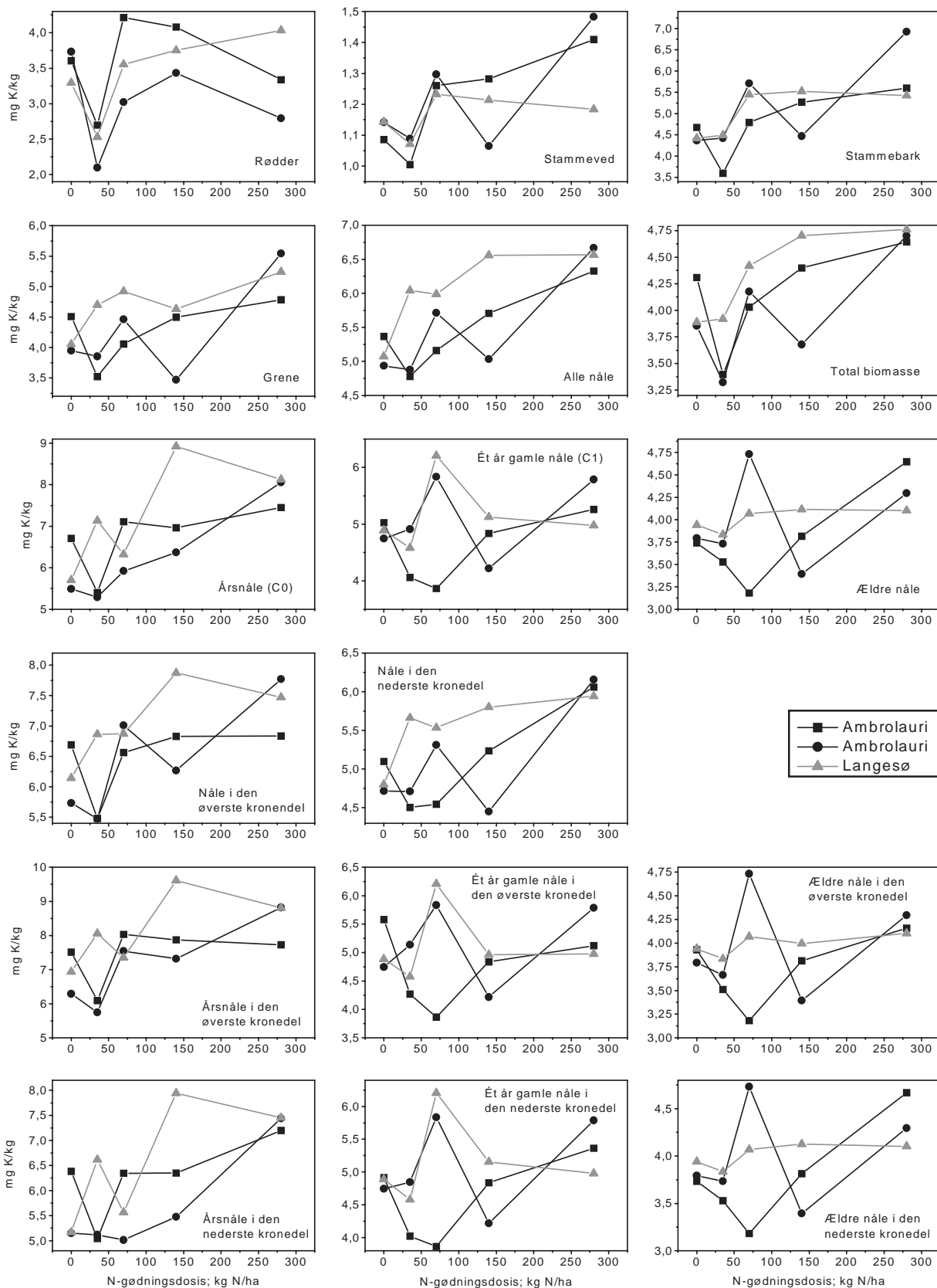
Referencekvistenes farveværdier efter Munsell's Color Chart for Plant Tissue.

År	Gulgrøn reference kvist Farveværdi=2	Grøn referencekvist Farveværdi=4	Mørkegrøn referencekvist Farveværdi=6
1994	2,5 GY 6/6	7,5 GY 5/6	2,5 G 3/4
1995	7,5 GY 5/6	-	2,5 G 4/4
1996	2,5 GY 6/10	5 GY 4/8	7,5 GY 4/4
1997	2,5 GY 5/8	5 GY 4/8	7,5 GY 4/4

Bilag 6.

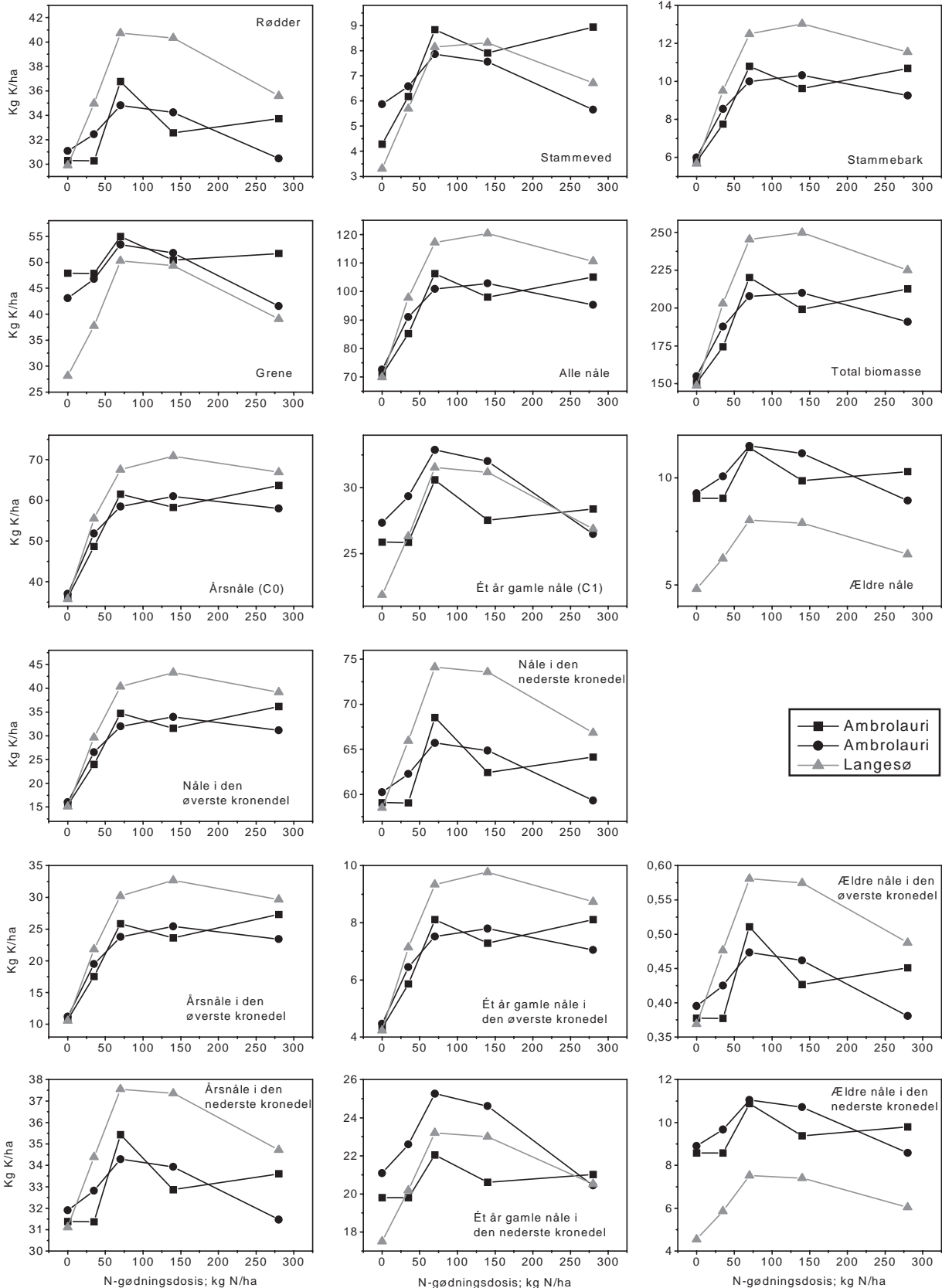
Figur 1

K koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

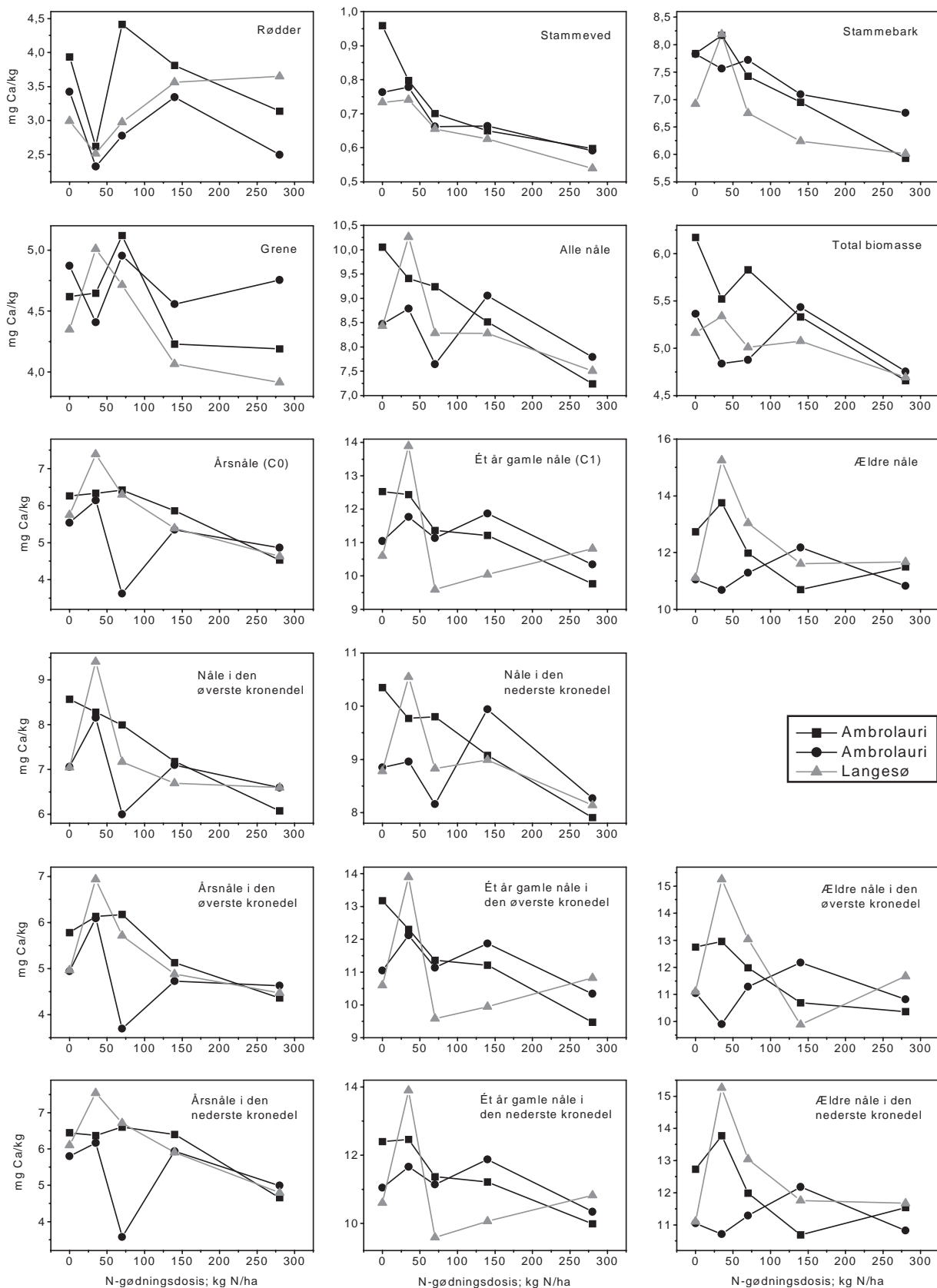


Figur 2

K akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

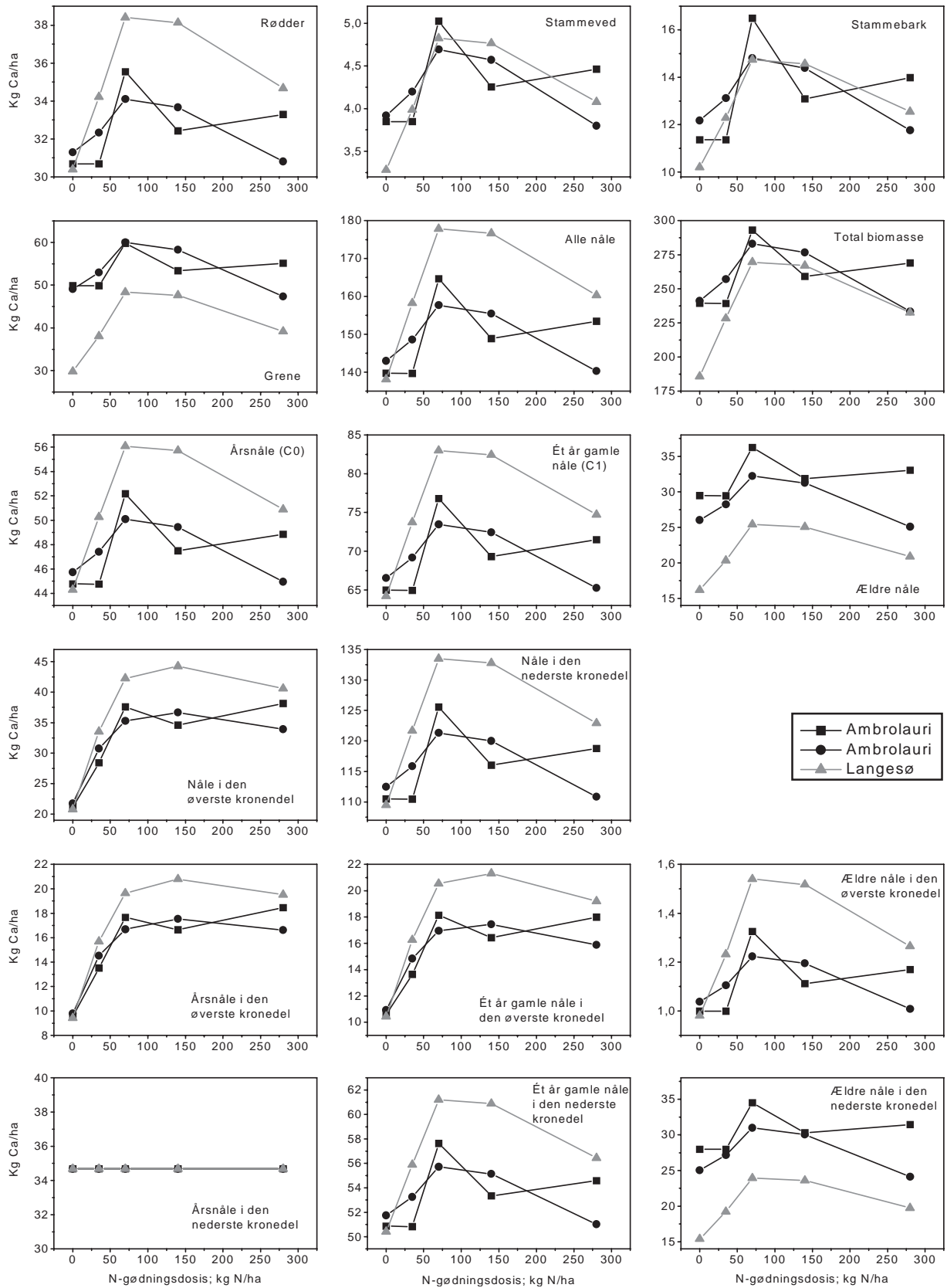


Ca koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

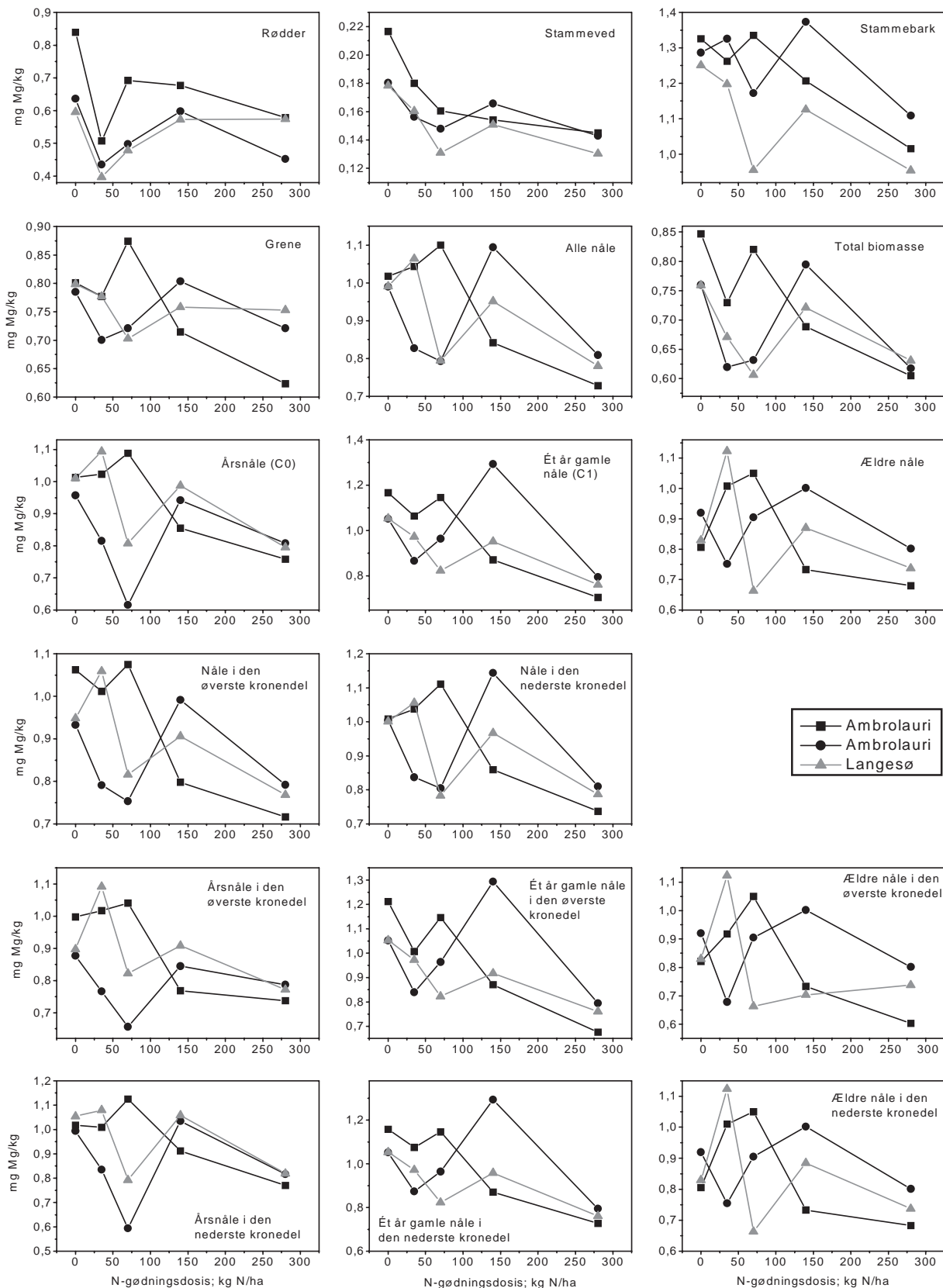


Figur 4

Ca akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

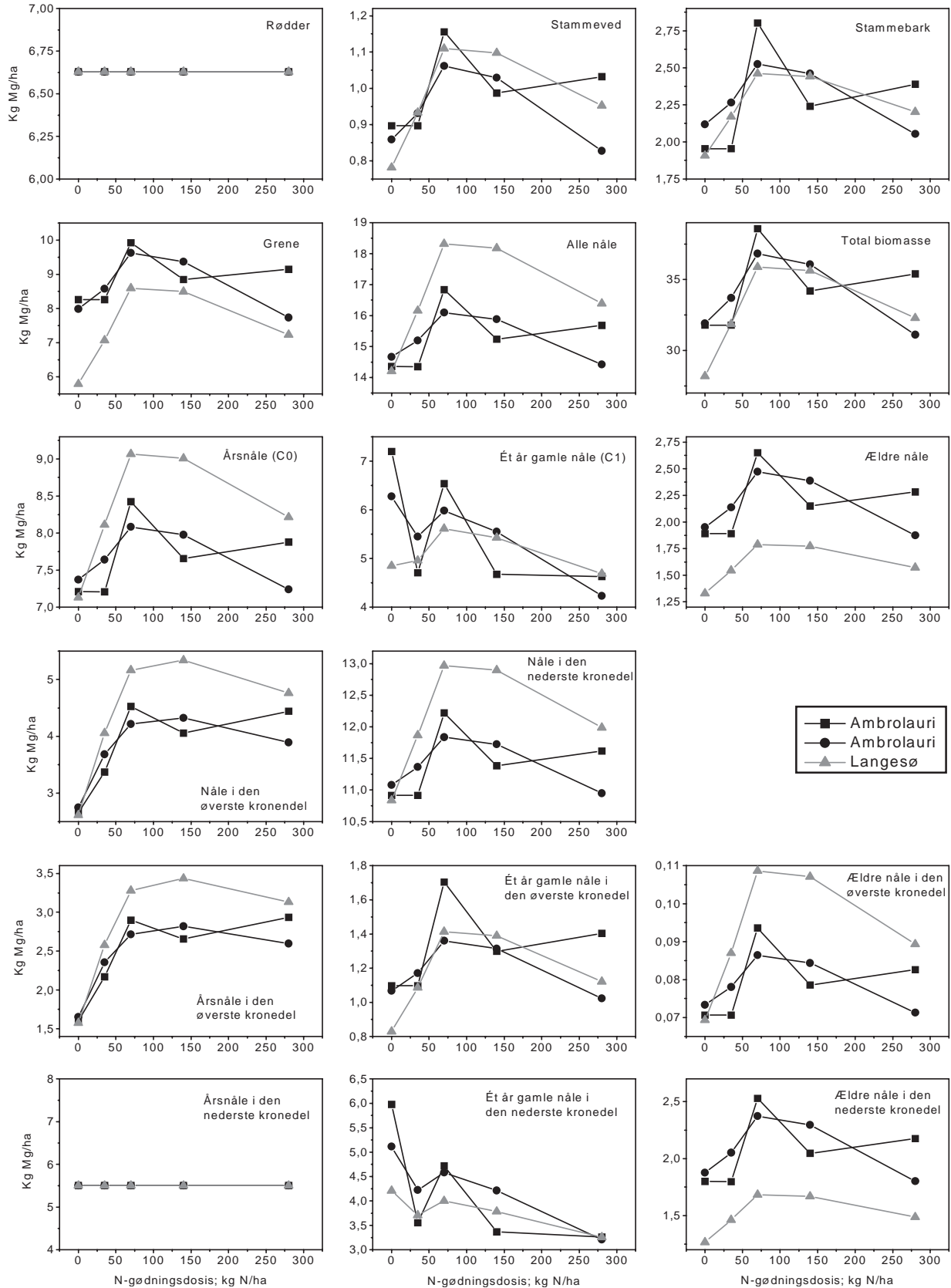


Mg koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

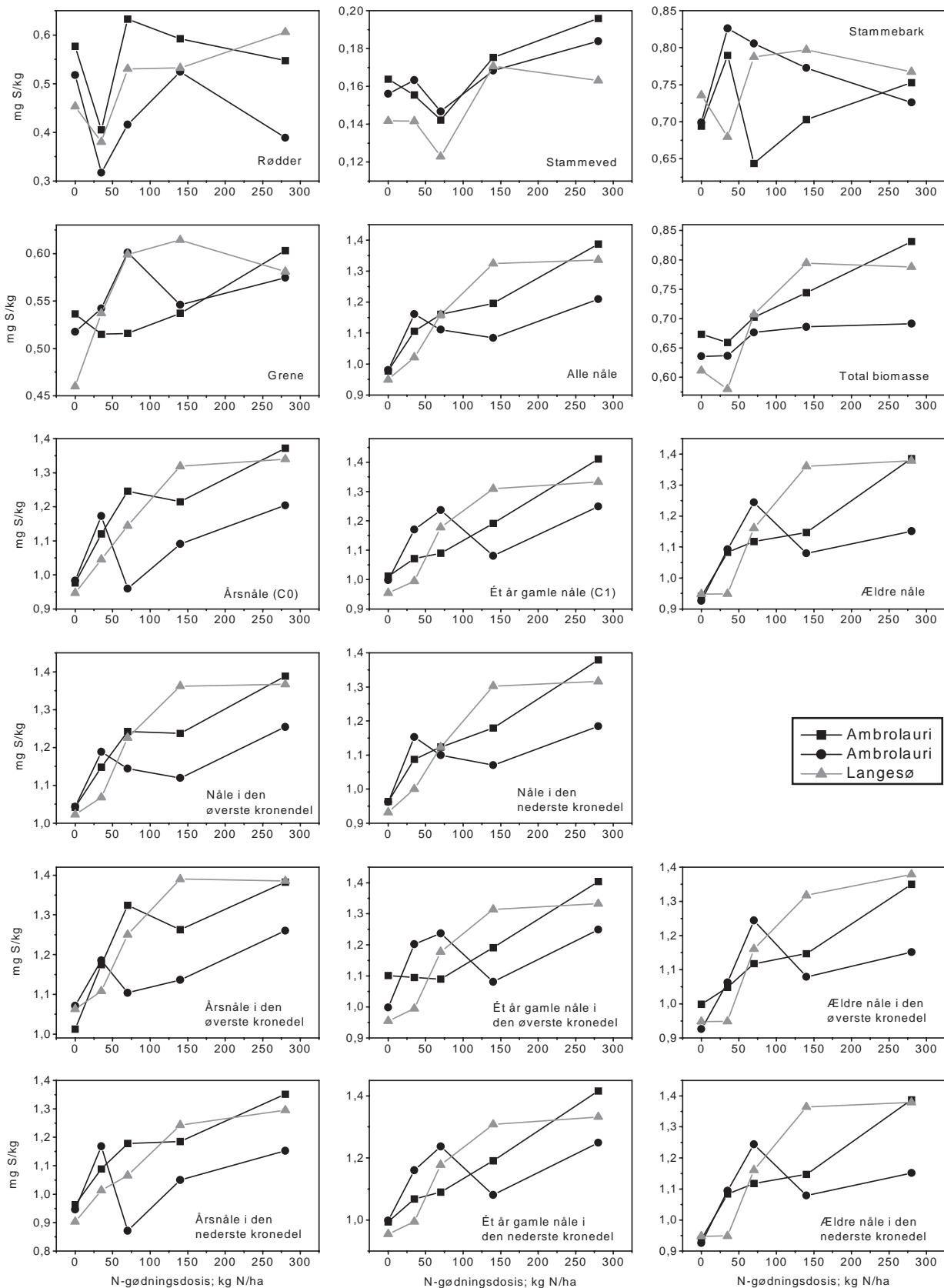


Figur 6

Mg akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

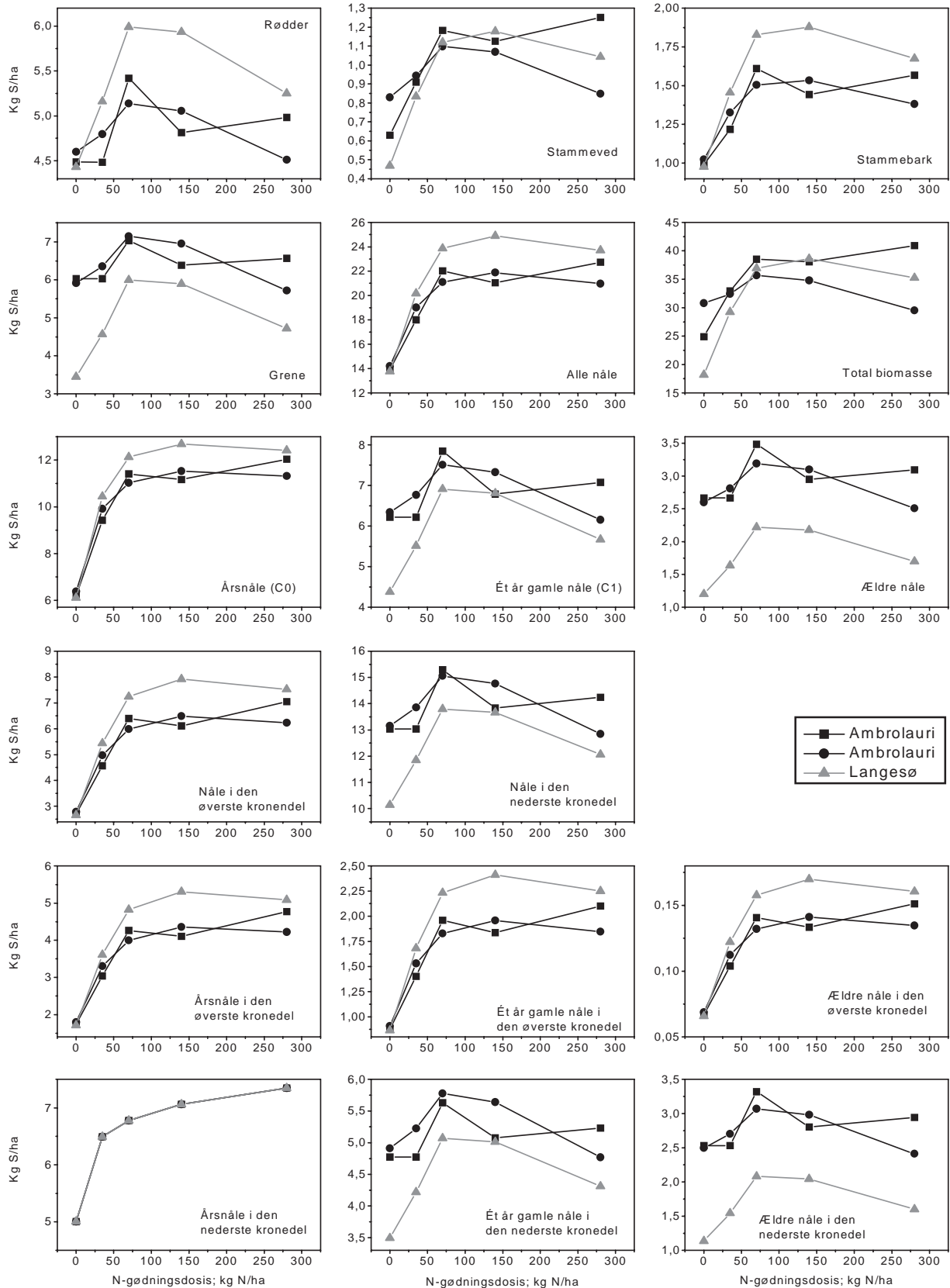


S koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

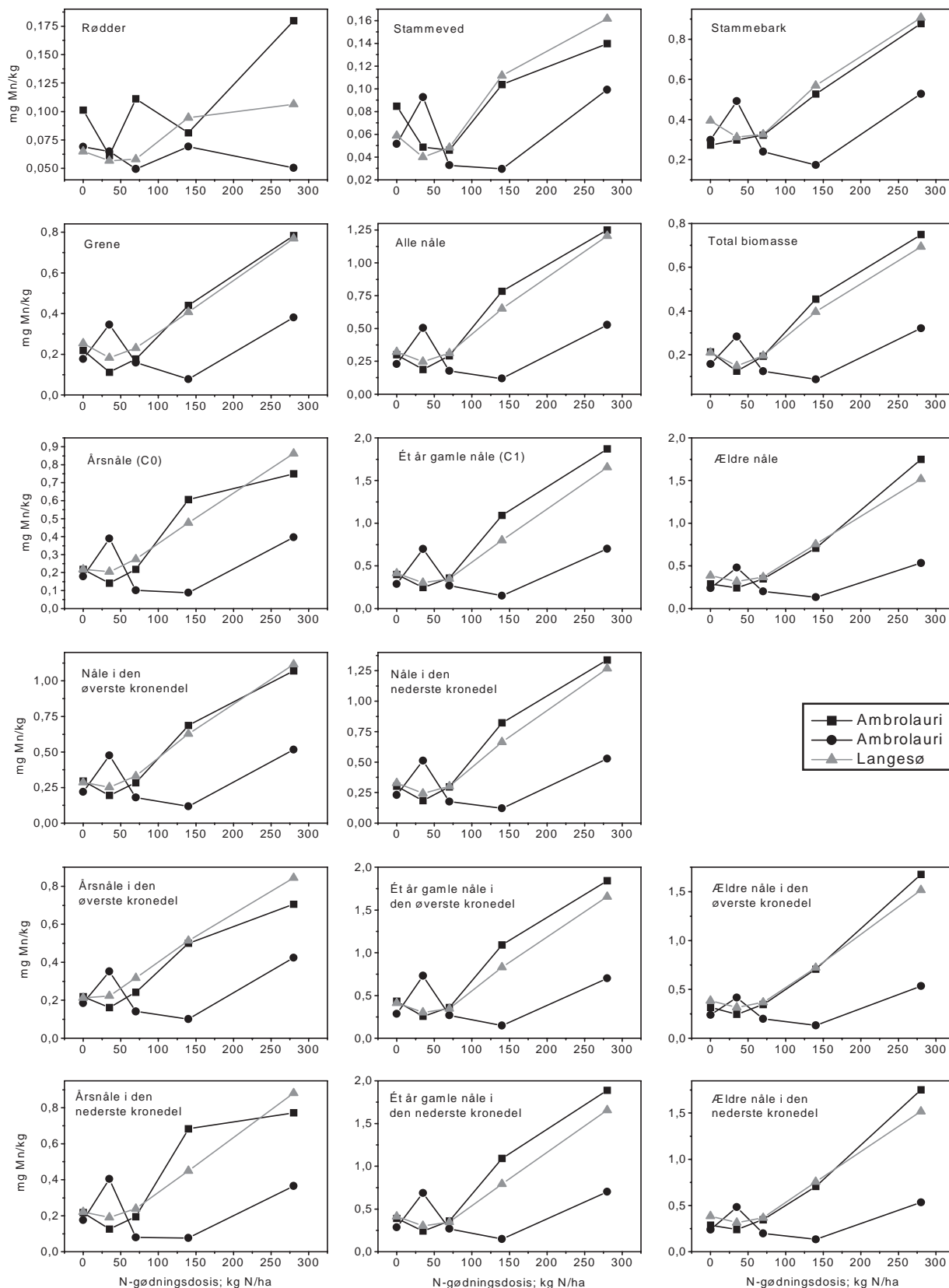


Figur 8

S akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

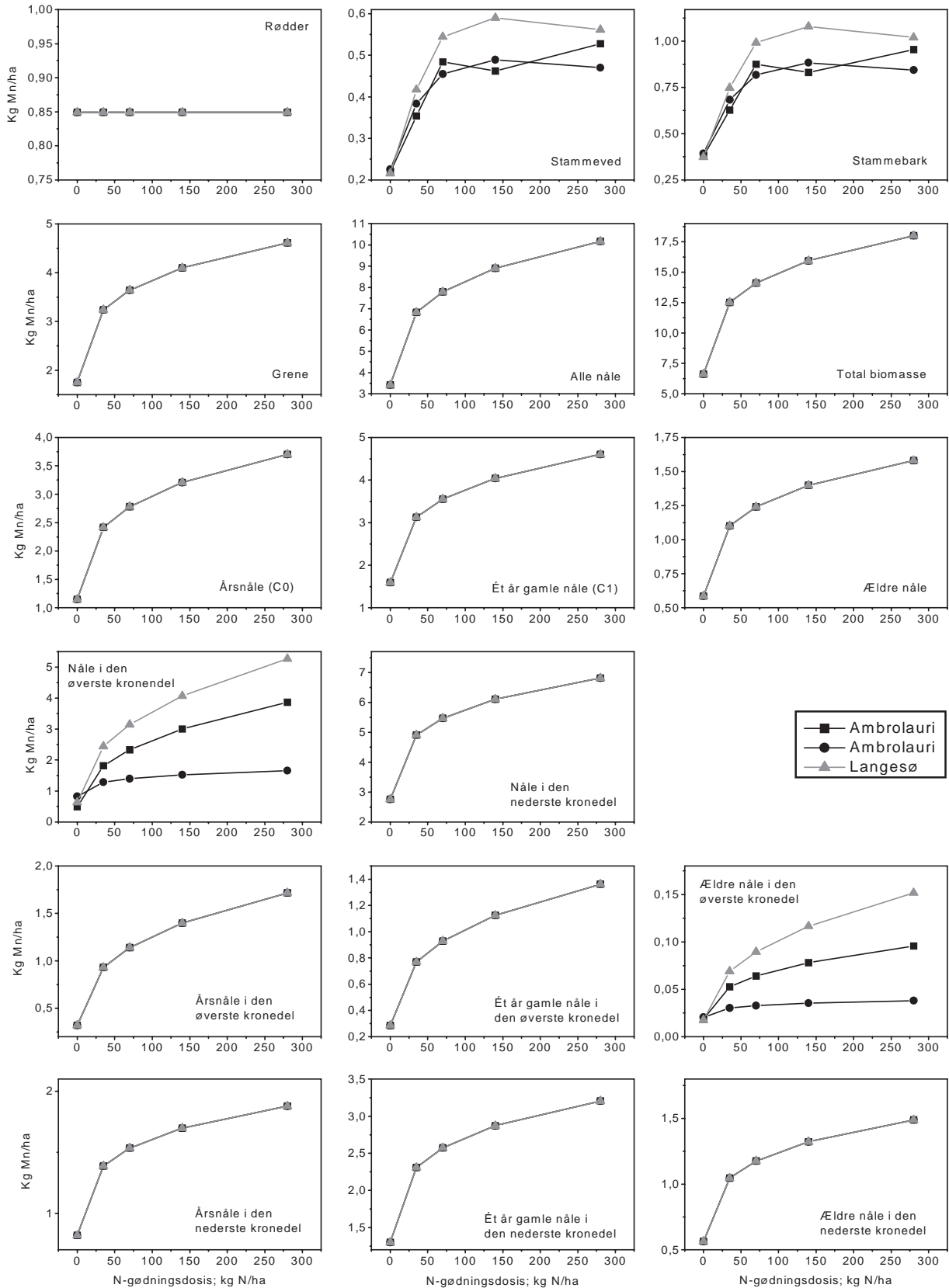


Mn koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

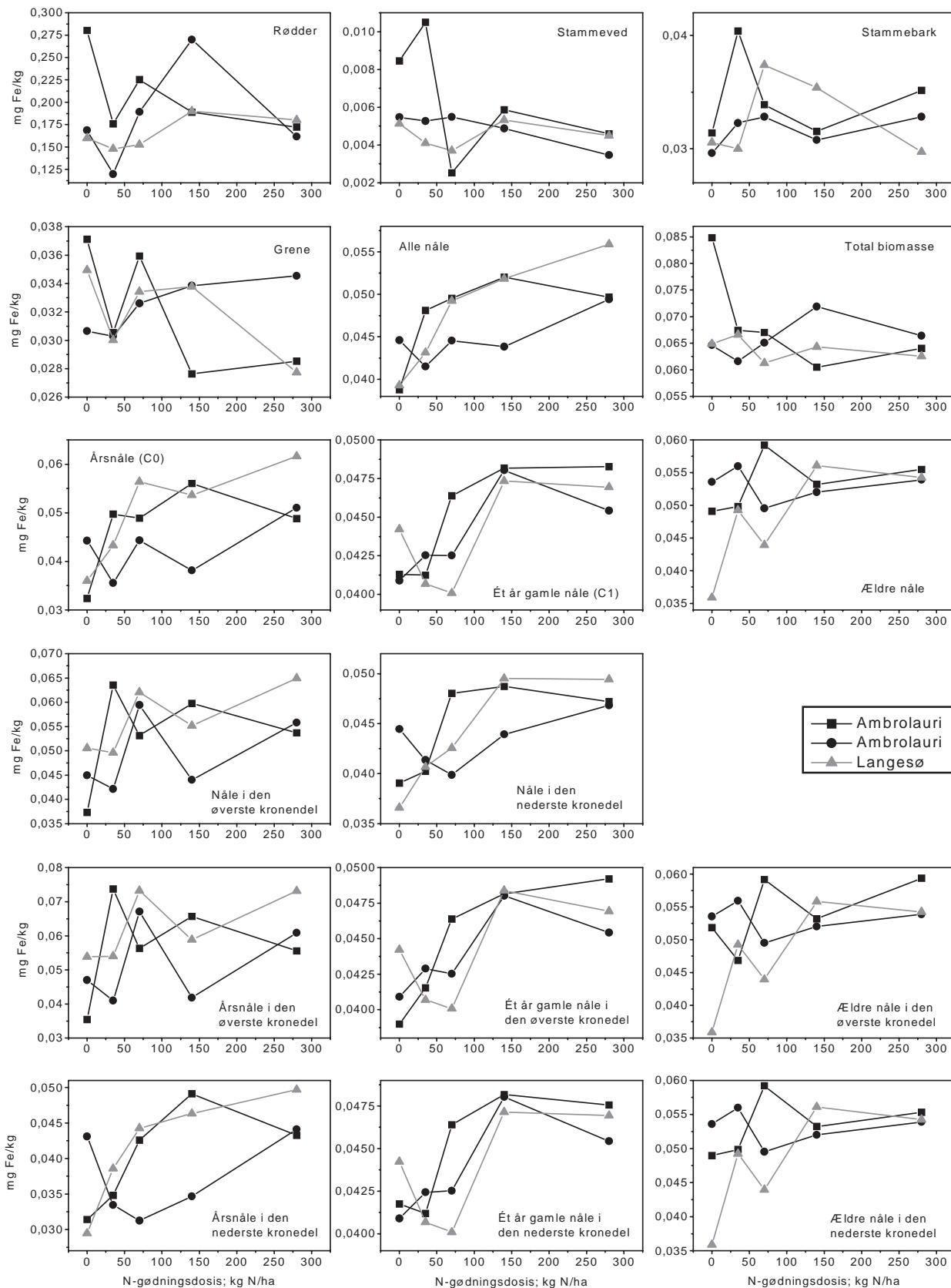


Figur 10

Mn akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø



Fe koncentrationer i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø



Figur 12

Fe akkumulering i Nordmannsgran - Ambrolauri og Langesø

