

Vegetativ oppformering av molte

(*Rubus chamaemorus L.*)

Vegetative propagation of cloudberry

(*Rubus chamaemorus L.*) by rhizome cuttings

Av Kåre Rapp

Innhold

- I. Innledning
- II. Materiale og metoder
- III. Resultater
 - a. Innsamling av rhizomstiklinger
 - b. Dyrking (oppaling) av rhizomstiklinger
 - c. Rhizomstiklinger av forskjellig kjønn
 - d. Behandling av rhizomstiklinger med vektshormoner
 - e. Stiklinger av tykke og tynne rhizomer
- IV. Diskusjon
- V. Summary
- VI. Etterord
- VII. Litteratur

I. Innledning

Arbeidet med prosjektet «Moltegransking i Nord-Norge» har vært delt i tre forskningsaktiviteter.

1. Gjødslings- og kulturtekniske undersøkelser.
2. Fysiologiske og økofysiologiske undersøkelser.
3. Utvalg og foredling.

Fra prosjektet er det tidligere utgitt tre primær-publikasjoner. En publikasjon (Rapp & Steenberg 1977) omhandler gjødslingsforsøk med radioaktivt fosfor (P^{32}) (forskningsaktivitet 1), en publikasjon (Bottengård 1980) omhandler temperaturens og jordfuktighetens innflytelse på vekst og utvikling hos molte (forskningsaktivitet 2) og en publikasjon

(Rapp & Stushnoff 1979) omhandler kunstig frysing av molteknopper for beregning av genetiske komponenter for kuldeherdighet (forskningsaktivitet 3). Dessuten er det publisert artikler av sekundær karakter, som tar for seg flere generelle spørsmål omkring molte og moltekultivering (Rapp & Bottengård 1980, Rapp 1982).

Emnene som omhandles i denne artikkelen er hovedsaklig av fysiologisk art (forskningsaktivitet 2), men berører samtidig viktige forhold knyttet til kulturteknikk og foredling.

Molte (*Rubus chamaemorus L.*) er en tvebo plantart. Dette gjør at frøformering er en lite egnet oppformeringsmetode for praktisk bruk. Frøformering vil gi en skjev fordeling mellom de to kjønn allerede fra starten, med stor overvekt av hanplanter i bestandet. Dette er kommet tydelig frem etter nye undersøkelser i frøformerte populasjoner av molte ved SF Holt (skal publiseres i 1986).

Et annet forhold, som heller ikke favoriserer frøformering av molte, er at det tar lengre tid fra småplantestadiet og til det modne (blomstrende) stadium for frøformerte enn for stiklingformerte planter.

Av nevnte grunner er stiklingformering av molte foreløpig den eneste metode å tilrå for praktisk bruk. Når en her skriver «foreløpig», så har det sin årsak i at en enda ikke vet hvilken rolle bruk av vevskultur (in-vitro kultur) kan komme til å spille ved molteoppformering i fremtiden.

Stiklingformering av molte har vært prøvd tidligere (Østgård 1964), men en har ikke hatt gode nok resultater for å tilrå en tilfredsstillende fremgangsmåte til praktisk bruk.

I dette prosjektet har en forsøkt å belyse spørsmål og problemer omkring tidspunkt for uttak av stiklinger, stik-

lingenes lengde og alder, og oppformering i ulike torvjordarter. Dessuten har en undersøkt bruk av veksthormoner og en har sett på den naturlige variasjon mellom og innen kjønnene med hensyn til stiklingenes spireevne. Spørsmålene er først og fremst av interesse å få klarlagt med tanke på praktisk kultiveringsarbeid, men undersøkelsene kan også få stor betydning for den praktiske utnyttelse av foredlingsfremsteg som måtte komme.

II. Materiale og metoder

For å belyse spørsmålet omkring tidspunktet for uttak av stiklinger har det vært samlet inn rhizomer hver 14. dag i vekstsesongen mai–september i 7 år. Innsamlingsstedet ligger på Tromsøya, Tromsø kommune. Rhizomene ble delt i tre forskjellige lengder, 7,5 cm, 15 cm og 22,5 cm. For å studere alderens innflytelse på spireevnen ble rhizomene gradert i tre aldersklasser, «yngst», «middels» og «eldst», etter deres innbyrdes avstand fra det overjordiske årsskudd. Hele materialet omfatter ca. 3500 stiklinger.

Hver innsamling ble gjort på 6 forskjellige steder (gjentak) på myra. Stiklingene ble plantet i 6 cm × 6 cm jiffypotter i kasser, og plassert i plastveksthus. Spiringen ble notert i innsamlingsåret og de to etterfølgende år. Til disse forsøkene har en lagt vekt på å nytte bare hanplanter.

Med tanke på å undersøke ulike torvjordarters innvirkning på veksten av molterhizomer ble det plantet stiklinger i benker som var fylt med gammel åkerjord (godt formoldet torvjord), og gjødslet og ugjødslet handelstorv («Vapotrv») av lite omdannet kvitmose. Kjemiske analyser/oppgaver for de tre vekstmediene er følgende:

	Åkerjord	Gjødslet handelstorv	Ugjødslet handelstorv
pH	5,4	5,5	3,4
Glødetap	71,1	94%	95%
Fosfor, P-AL	5,5	(Tilsatt 1,5 kg full- gjødsel	
Kalium, K-AL	7,3	11–10–18 pr. m ³ torv)	

Innplantning i benkene ble gjort med 20 cm × 20 cm torvklump med flere molteplanter i hver. Lompene ble hentet fra en lokalitet på Tromsøya der det vokser bare hunplanter. Spredningen av rhizomer fra lompene gikk fort, og to år etter innplantningen ble det tatt ut ca. 500 rhizomstiklinger fra hver av de tre torvjordartene. Stiklingene ble plantet på plogfurer på middels omdannet kvitmosemyr der det vokste vesentlig hanplanter. Spiringen ble observert innsamlingsåret og året etter.

For å belyse virkningen av veksthormoner på spiring av kvileknopper ble i alt

ca. 400 rhizomstiklinger behandlet med auxin (IBA) og ca. 200 med gibberellin (GA₃). IBA ble brukt i pulverform, hvor en dyppet rhizomendene. Behandlingen med GA₃ ble gjort ved at stiklingene ble lagt i oppløsninger på 100 ppm og 1000 ppm i 24 timer. «Spiring» i disse undersøkelser vil si at knopper som har brutt kan sees med minst en spire over jord. Variasjonsundersøkelsen i spireevne er foretatt i et stikling-formert (klonet) materiale av ca. 80 genotyper av begge kjønn fra populasjonen «Andøya».

III. Resultater

a. Innsamling av rhizomstiklinger

Spireprosent hos rhizomstiklinger tatt i tre forskjellige lengder i fire perioder er gitt i tabell 1, og spireprosent hos rhizomstiklinger av tre forskjellige aldersgrupper for perioden «august» er gitt i tabell 2.

Prosentvis andel spirte rhizomstiklinger av tre forskjellige lengder tatt i fire tidsperioder.

Germination (per cent) of rhizome cuttings of different length, and time for collection.

Tabell 1.

	Rhizomlengde (<i>Rhizome length</i>)			Middel
	7,5 cm	15 cm	22,5 cm	<i>Mean</i>
15. mai–15. juni	27,0	32,5	41,7	33,7
Juli	16,3	23,8	28,6	22,8
August	22,2	40,9	62,3	41,8
Sept./Oktober	9,5	21,8	37,7	23,3
Middel <i>Mean</i>	18,8	29,8	42,5	30,3

Forskjellen mellom lengder og tidsperioder er statistisk sikker ($P < 0,001$).

Significant difference among length and periods ($P < 0,001$).

Prosentvis andel spirte rhizomstiklinger av tre aldersklasser og tre lengder tatt i perioden «august».

Germination (per cent) of rhizome cuttings of different age and length in «August».

Tabell 2.

	Yngst <i>Young</i>	Middel <i>Middle-age</i>	Eldst <i>Old</i>
7,5 cm	40,6	16,7	9,5
15 cm	59,5	36,9	26,2
22,5 cm	73,8	63,1	50,0
Middel <i>Mean</i>	57,9	38,9	28,6

Forskjellen mellom aldersklasser er statistisk sikker ($P < 0,001$).

Significant difference among classes of age ($P < 0,001$).



Figur 1. Rhizomstiklinger av 7,5 cm, 15 cm og 22,5 cm lengde.

Rhizome cuttings of 7.5 cm, 15 cm and 22.5 cm.

Tallmaterialet i tabell 1 viser to klare tendenser.

1. For hver 7,5 cm forlengelse av rhizomene, fra 7,5 cm til 15 cm og fra 15

cm til 22,5 cm, har spiringen økt med over 10 prosent (i middel for alle perioder). Middeltallene for spiring er 18,8, 29,8 og 42,5 prosent for henholdsvis 7,5 cm, 15 cm og 22,5 cm lange rhizomstiklinger ($P < 0,001$). (Se også figur 1.)

Innsamling av rhizomer i perioden 15. mai–15. juni og i august, har gitt best tilslag med henholdsvis 33,7 og 41,8 prosent spiring (i middel for alle lengder) ($P < 0,001$). Betrakter en resultatene over rhizomenes aldersgruppene (tabell 2), har de eldste rhizomene (28,6%) ca. 30 prosentenheter dårligere spiring enn de yngste rhizomene (57,9%), ($P < 0,001$).

Etter nevnte resultater skulle 62,3 prosent spiring bli det beste tilslaget en kan forvente ved bruk av 22,5 cm lange rhizomer av hanplanter, når alle aldersgrupper innsamlet i perioden august er tatt med. Aller best spiring i disse forsøkene er imidlertid oppnådd på de yngste 22,5 cm lange rhizomene innsamlet i august (73,8%). Men fordi en i praksis ikke vil kunne ta ut rhizomer av bare yngste klasse når en først er i gang med innsam-

Antall stiklinger pr. m² ved dyrking (oppaling) i tre forskjellige torvjordarter, og spireprosent etter utplantning i naturlig myr.

Number of rhizome cuttings per m², grown in unfertilized («kontroll») and fertilized sphagnum peat, and cultivated humus soil.

Tabell 3.

	Ugjødset handels- torv «Kontroll» <i>Unfertilized peat</i>		Gjødset handels- torv <i>Fertilized peat</i>		Åkerjord humus <i>Humus soil</i>	
	Ant./m ²	Spire %	Ant./m ²	Spire %	Ant./m ²	Spire %
Med vindu <i>Glass cover</i>	190	69,1	161	65,5	308	64,8
Uten vindu <i>Without glass</i>	65	66,9	102	63,9	218	64,6
Middel <i>Mean</i>	128	68,0	132	64,7	263	64,7

lingsarbeidet, må en regne midlet over alle tre aldersklasser, og får da en forventet spiring på noe over 60 prosent.

b. Dyrking (oppaling) av rhizomstiklinger

Antall rhizomstiklinger av 22,5 cm lengde pr. m² i benk, etter dyrking i tre forskjellige torvjordarter, samt spireprosent for stiklingene ett år etter utplantning i naturlig myr er gitt i tabell 3.

Oppaling i åkerjord har gitt dobbelt så mange rhizomstiklinger pr. m² (263 stk.) enn oppaling i gjødset handelstorv (132 stk.) og i ugjødset handelstorv (128 stk.). Etter utplantning på plogfurer i naturlig myr har en imidlertid ikke observert forskjellig spireprosent hos stiklinger som var dyrket i de ulike torvjordartene.

c. Rhizomstiklinger av forskjellig kjønn

Spireprosent hos 10 cm lange rhizomstiklinger av han- og hunplanter dyrket i veksthus, med eller uten hormonbehandling, er gitt i tabell 4 og variasjonen i spireevnen blant kloner av de to kjønn er gitt i figur 2.

Spireprosent hos 10 cm lange rhizomstiklinger av han- og hunplanter ved ulik behandling.

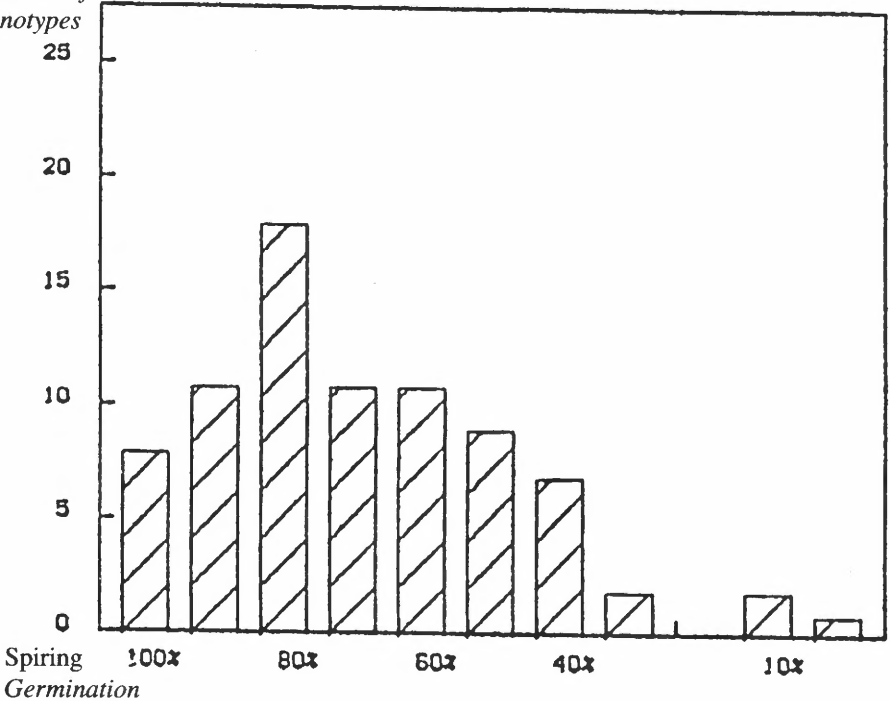
Germination (per cent) of 10 cm cuttings of males and females after different treatment.

Tabell 4.

	Han <i>Males</i>	Hun <i>Females</i>
Forsøk 1 <i>(Experiment 1):</i>		
Kontroll	46,5	64,3
Auxin	30,9	41,9
Forsøk 2 <i>(Experiment 2):</i>		
Kontroll	71,4	92,9
GA ₃ , 100 ppm	67,9	96,4
GA ₃ , 1000 ppm	64,3	78,6
Middel <i>Mean</i>	56,2	74,8

Forskjellen mellom han- og hunplanterhizomer er statistisk sikker (P<0,001).
Significant difference between males and females (P<0,001).

Antall
genotyper
Number of
genotypes



Figur 2. Frekvensvis fordeling av spireprosent blant 80 stiklingformerte (kloned) genotyper.
Frequency distribution of the germination of cuttings (clones) among 80 genotypes.

Rhizomstiklinger av hunplanter har i middel vist 18,6 prosentenheter bedre spiring enn rhizomstiklinger av hanplanter ($P < 0,001$). Forskjellen mellom de to kjønn har vært størst (28,5%) etter behandling med 100 ppm GA_3 .

Variasjonen i spireprosent blant kloner av de to kjønn er ganske vid (fig. 2). Spiring etter en vinter ligger for de fleste kloner omkring 80 prosent. I middel er spireprosenten 68,3 for hele klonmaterialet. Dette er på samme nivå som observert for uidentifiserte rhizomstiklinger av de to kjønn.

d. Behandling av rhizomstiklinger med veksthormoner

Spireprosent for rhizomstiklinger med eller uten behandling med auxin (IBA) er gitt i tabell 5, og spireprosent og skuddantall pr. rhizomstikling med eller uten behandling med gibberellin (GA_3) er gitt i tabell 6 (se ellers tabell 4).

Behandling med IBA har i middel ført til 61,2 prosentenheter dårligere spiring enn for ubehandlet materiale ($P < 0,01$). Størst reduksjon i spiringen er observert for de korteste rhizomene.

Spireprosent hos stiklinger med og uten auxinbehandling.

Germination (per cent) of rhizome cuttings after different treatment.

Tabell 5.

	Kontroll	Auxin (IBA)
20 cm lange, hun (Females)	66,7	56,1
10 cm lange, hun (Females)	64,3	41,9
10 cm lange, han (Males)	46,5	30,9
Middel Mean	59,2	43,0

Forskjellen mellom «kontroll» og auxinbehandling er statistisk sikker ($P < 0,01$). *Significant difference between «kontroll» and auxin treated cuttings ($P < 0,01$).*



Figur 3. Spirte rhizomstiklinger etter GA₃-behandling og «kontroll». *Rhizome cuttings, after GA₃ treatment and the «kontroll».*

Spireprosent og antall skudd pr. stikling hos rhizomer med og uten gibberellin (GA₃) behandling.

Germination (per cent) and number of shoots per rhizome cutting after different treatment.

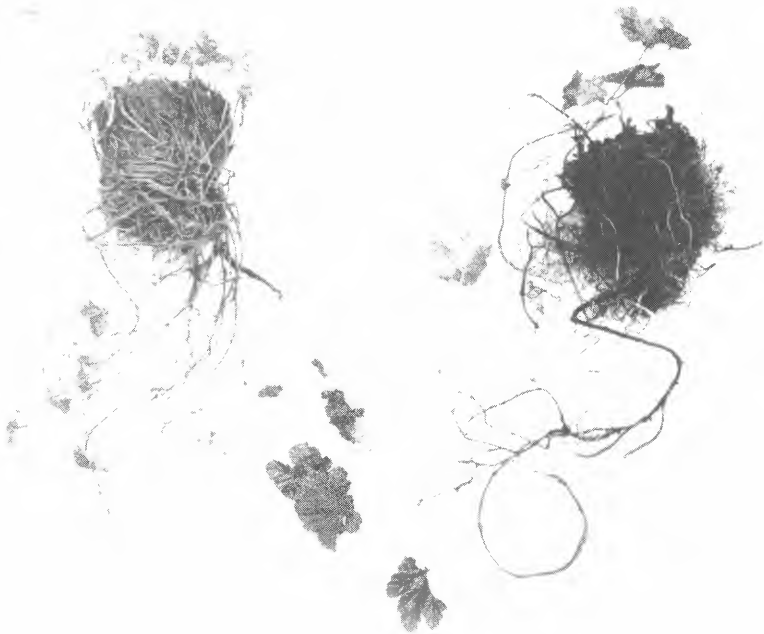
Tabell 6.

	Kontroll	GA ₃ 100 ppm	GA ₃ 1000 ppm
Spire % (germination %):			
Han (Males)	71,4	67,9	64,3
Hun (Females)	92,8	96,4	78,6
Middel Mean	82,1	82,1	71,4
Antall skudd (Number of shoots):			
Han (Males)	1,5	2,0	1,6
Hun (Females)	1,7	2,8	1,8
Middel Mean	1,6	2,5	1,7

Differansen i spireprosent mellom «kontroll» og GA₃-behandling er ikke statistisk sikker ($P > 0,05$). For antall skudd pr. stikling er forskjellen mellom de tre behandlingsledd statistisk sikker ($P < 0,001$).

Significant difference between treatments for number of shoots per cutting ($P < 0,001$).

Behandling med 100 ppm GA₃ (tabell 6) har ikke ført til forandring av spireprosenten sammenlignet med ubehandlet materiale, men skuddantallet pr. spirte stikling har økt med ca. 80 prosent. Dette vil si at 0,83 flere hvileknopper pr. 10 cm rhizomlengde har spirt etter behandling med 100 ppm GA₃, jfr. figur 3. Behandling med 1000 ppm GA₃ har, slik som



Figur 4. Genotyper med tynne, mørke (venstre) og tykke, lyse (høyre) rhizomer.
Genotypes with thin, black (left) and thick, yellow (right) rhizomes.

IBA behandlingen, ført til redusert spiring. Denne konsentrasjonen av GA_3 har heller ikke gitt større skuddantall pr. spirte rhizom sammenlignet med ubehandlet materiale, jfr. figur 3.

e. Stiklinger av tykke og tynne rhizomer

Under arbeidet med klonmaterialet ble en oppmerksom på at ulike genotyper hadde forskjellig morfologisk utvikling av rhizomene. Av den grunn ble det tatt stiklinger av genotyper med henholdsvis tykke, lyse og tynne, mørke rhizomer for å undersøke om disse viste forskjell i spireegenskap. Spireprosent og skuddantall pr. stikling for tykke, lyse og tynne, mørke rhizomstiklinger er gitt i tabell 7.

Tykke, lyse rhizomer har i middel gitt 14,3 prosent høyere spiring enn tynne, mørke rhizomer (se også figur 4). De

Spireprosent og antall skudd pr. 10 cm hos «tykke, lyse» og «tynne, mørke» rhizomstiklinger.

Germination (per cent) and number of shoots per cutting of «thick, yellow» and «thin, black» rhizome cuttings.

Tabell 7.

	Tykke, lyse «Thick, yellow»	Tynne, mørke «Thin, black»
Prosent (Per cent)	85,7%	72,4%
Antall skudd (Number of shoots)	1,7	2,2

Differansen er ikke statistisk sikker ($P>0,05$).

No significant difference ($P>0,05$).

tynne, mørke rhizomene har derimot satt 0,5 flere skudd pr. 10 cm stikling enn de tykke, lyse rhizomene. Forskjellen mellom de to rhizomtypene er imidlertid ikke sikker ($P > 0,05$). En kan likevel slå fast at det synes å være en viss variasjon med hensyn til rhizomtyper hos molte.

IV. Diskusjon

Tidligere undersøkelser og praktisk erfaring har vist at spireprosenten for rhizomstiklinger av molte har ligget forholdsvis lavt (*Østgård 1964*). Etter undersøkelsene som her er presentert synes tidspunktet for innsamling, enten i månedsskiftet mai-juni, eller august, og god lengde på rhizomene å være viktige faktorer for å bedre spiringen. Dette gjelder stiklinger som ble plantet direkte ut, eller som ble dyrket i plastveksthus ved 12° – 15°C i 6 til 8 uker etter innsamling. Det er imidlertid viktig å merke at mens beste spiring for disse stiklingene (73,8%) ble oppnådd med 22,5 cm lange rhizomer innsamlet av hanplanter i august, så var tilslaget hele 92,9 prosent i et annet forsøk med 10 cm lange stiklinger av hunplanter innsamlet i september og dyrket under gode klimaforhold i veksthus. Dette viser at også kjønn og temperaturforholdene er svært avgjørende for resultatet av stiklingformering. Resultatene her stemmer godt overens med undersøkelser gjort i andre arter, blant annet at temperatur over 20°C i vekstmediet er viktig for god rotdanning hos stiklinger (*Gislerød 1983*).

Et annet eksempel på viktigheten av god temperatur er at stiklinger som spirte om høsten etter seinere innsamling enn august ofte døde i løpet av vinteren. Årsaken synes å være at seint innsamlede stiklinger har vansker med skuddmod-

ning og rotutvikling når temperaturen er bare 12° – 15°C .

Med hensyn til oppaling av rhizomer som skal gi stiklinger i stort antall, synes dyrking i benk med lett oppgjødslet humus å gi de beste resultater. Nytter en vinduer over benkene, kan en skaffe seg et stort antall stiklinger i løpet av et par år. Skal en samle stiklinger direkte fra naturlig myr, må en grave hundrevis av meter med fingrene i myroverflaten for å få nok rhizommateriale. Den siste måten er likevel brukbar i mindre målestokk, for eksempel hvis en skal skaffe planter til arealer under $\frac{1}{2}$ dekar.

Mens det er tvilsomt at en vil nå særlig lengre i arbeidet med å bedre metoden for rhizomstiklingformering uten bruk av kunstige midler, så kan det være mye å vinne i effektivitet dersom en satser på forskning i bruk av veksthormoner.

Den mest vanlige virkning av veksthormonene auxin og gibberellin er at auxin øker rotdanning og hemmer knoppbryting, mens gibberellin øker knoppbryting og hemmer rotdanning (*Larsen 1962*, *Luckwill 1981*). Dette bilde synes å holde for de fleste arter hvis stiklingene har mer eller mindre av utvokste blad. Da vil for eksempel IBA øke rotdanning fra snittflaten, mens GA_3 øker skyting av adventivknopper (1.c.). Problemene synes å oppstå hvis stiklingene bare har adventivknopper og ikke noe bladverk. Rhizomstiklinger av molte er et typisk slikt eksempel. Her har stiklingene bare adventivknopper, og disse skal utvikles til overjordiske skudd og røtter. I molteeksperimentene har IBA hemmet spiringen av adventivknoppene, og på den måten indirekte hindret rotdanning. GA_3 har derimot økt spiringen av adventivknopper, til overjordiske skudd.

Problemet er å finne en metode som kan fremme knoppbryting til overjord-

diske skudd og røtter samtidig. Det er mulig en kan løse dette problemet med å nytte andre hormoner i kombinasjon med IBA og/eller GA₃ til molterhizomer slik som i andre arter (*Al Barazi & Schwabe 1984*). Målet bør i allefall være å oppnå minst 90 prosent spiring på 5 cm lange rhizomstiklinger. Først da kan en hevde at vegetativ oppformering av rhizomer er en god metode for praktisk bruk. Parallelt med hormonforsøkene bør det også foregå eksperimenter som tar sikte på å kunne oppformere molte vegetativt ved hjelp av in-vitro kultur.

V. Summary

The cloudberry research project, which was started in 1975, is divided into three sections.

1. Fertilizer and cultivation research
2. Physiological and ecophysiological investigations
3. Breeding

Three primary articles (*Rapp & Steenberg 1977*, section 1, *Bottengård 1980*, section 2, *Rapp & Stushnoff 1979*, section 3) and several secondary articles (*Rapp & Bottengård 1980*, *Rapp 1982*) have been published from the project. The present material concerning vegetative propagation is of mainly physiological character. However, the results are of great interest also from a cultivation and a breeding point of view.

After collection of 7.5 cm, 15 cm and 22.5 cm long rhizome cuttings during the growing season for 7 years, the longest cuttings which were sampled in May–June or in August sprouted best (62,3%) (Table 1 and 2). However, cuttings of females sprouted better than cuttings of males (Table 4). In the «kontroll» of an experiment under controlled conditions in

a greenhouse (22°C/12°C day/night) 92.9 per cent of female cuttings of only 10 cm length, which were sampled in September, were successful. This data indicates that a relatively high temperature and good growing conditions are very important in promoting vegetative propagation.

In order to increase the development artificially, rhizome cuttings were treated with auxin (IBA) and gibberellin (GA₃). IBA reduced sprouting significantly (Table 5), whereas GA₃ had no significant effect (Table 6). However, 100 ppm GA₃ increased the production of adventitious shoots per cutting (Table 6, lower part).

In material from a cloned population some phenotypic variation was observed among rhizomes between genotypes. There was, however, no significant difference between cuttings from genotypes with «thick, yellow» and «thin, black» rhizomes.

A method for the propagation of cloudberry, using rhizome cuttings grown in humus soil or fertilized sphagnum peat in beds is recommended for practice. However, there is still a need for some investigations using hormones in combinations, in order to increase the sprouting of rhizome cuttings from cloudberry.

VI. Etterord

En vil med dette takke for økonomisk støtte fra Fondet for de sentrale samiske bosettingsområder, Karasjok, Norges landbruksvitenskaplige forskningsråd, Oslo, og Det norske jord- og myrselskap og Selskapet for Norges Vel, Skjetten. Videre vil en takke fagassistent Birgit Albrigtsen, SF Holt, for utmerket feltarbeid i mange år, og takk til professor

Olavi Junttila, IBG, Univ. i Tromsø, og forsker Ivar L. Andersen, SF Holt, for verdifull faglig bistand og for gjennomgang av manuskriptet.

VII. Litteratur

- Al Barazi & W.W. Schwabe 1984: The possible involvement of polyphenol-oxidase and the auxin-oxidase system in root formation and development in cuttings of *Pistacia vera*. *Journal of Horticultural Science*, 59. 453–461.
- Bottengård, E. 1980: Virkning av temperatur og jordfuktighet på vekst og utvikling hos molte (*Rubus chamaemorus* L.). *Hovedoppgave*, IBG, Universitetet i Tromsø. 112 ss.
- Gislerød, H. R. 1983: Virkning av luftinnhold og temperatur i stikkemedia på rotdanning hos stiklinger. *Gartneryrket* 73. 867–868.
- Larsen, P. 1962: Planternes vækststoffer. *Berlingske forlag*, København, 1962. 144 ss.
- Luckwill, L. C. 1981: Growth regulators in crop production. *Edv. Arnold Ltd.*, London, 1981. 61 ss.
- Rapp, K. & K. Steenberg 1977: Studies of phosphorus uptake from different depths in cloudberry mires using P³²-labelled fertilizer. *Acta Agr. Scand.*, 27. 319–325.
- Rapp, K. & C. Stushnoff 1979: Artificial freezing of *Rubus chamaemorus* L. for estimation of genetic components of cold hardiness. *Meld. Norg. Landbr.-Høgsk.*, 58. 1–14.
- Rapp, K. & E. Bottengård 1980: Gjødsling av moltemyr. *Brosjyre*. SF Holt, Tromsø og IBG, Universitetet i Tromsø. 6 ss.
- Rapp, K. 1982: Kultivering av moltemyr. *Landbrukets Årbok* 1981. *Tanum-Norli*, Oslo. 270–275.
- Østgård, O. 1964: Molteundersøkelser i Nord-Norge. *Forskn. fors. Landbr.*, 15. 409–444.