



0-92057

Flotgras og krypsiv i
terskelbasseng i Otra:
Pilotforsøk med testing av
frostitoleranse

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-92057	Undernr.:
Løpenr.: 2773	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	Serlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	Vestlandsavdelingen Brelviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Flotgras og krypsiv i terskelbasseng i Otra: Pilotforsøk med testing av frosttoleranse	Dato: 12.08.92	Trykket: NIVA 1992
Forfatter(e): Tor Erik Brandrud Stein W. Johansen	Faggruppe: Vassdrag	
	Geografisk område: Aust-Agder	
	Antall sider: 12	Opplag:

Oppdragsgiver: I/S Øvre Otra	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:
Frosttoleransen hos flotgras er testet under kontrollerte betingelser. Flotgras overlevde ikke noen form for innfrysning ved de temperaturer (-10 og -20°C) og tidsintervaller (1,3 og 7 døgns innfrysning) som ble brukt i forsøket i motsetning til kontrollplanter som hadde stått tilsvarende periode mørkt og kjølig (+4°C), og som viste 100 % overlevelse og meget god vekst. Flotgras må etter dette karakteriseres som en svært lite frosttolerant plante som dermed vil kunne bekjempes på lik linje med krypsiv ved storskala innfrysning ute i Otra.

4 emneord, norske

1. Flotgras
2. Problempanter
3. Vassdragsreguleringer
4. Innfrysning

4 emneord, engelske

1. Sparganium angustifolium
2. Aquatic weeds
3. Regulated rivers
4. Weed abatement

Prosjektleder

Tor Erik Brandrud

Tor Erik Brandrud

For administrasjonen

Dag Berge

Dag Berge

ISBN 82-577-2155-7

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag.....	4
1. Innledning.....	5
2. Materiale og metoder.....	5
2.1 Litt om planten flotgras (<i>Sparganium angustifolium</i>).....	5
2.2 Forsøksmateriale.....	5
2.3 Forsøksoppsett.....	6
3. Resultater.....	6
3.1 Vekst og overlevelse av flotgras.....	6
3.2 Vekst og overlevelse av krypsiv.....	8
4. Diskusjon.....	8
Referanser.....	10
Vedlegg.....	11

Forord

En styringsgruppe med representanter for I/S Øvre Otra, Valle kommune, Norges vassdrags- og energiverk (NVE) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har i flere år drøftet problemer forbundet med krypsiv-begroingen i deler av Otra. Det er utarbeidet to NIVA-rapporter som omhandler begroingsproblemene henholdsvis nedstrøms og oppstrøms Brokke kraftverk. I forbindelse med bekjemping av krypsiv ved innfrysing er det planer om å bygge tappekanaler i terskelbassengene ved Valle og Flåren for å kunne senke vannstanden om vinteren med tanke på innfrysning. På møte i styringsgruppen 24.01.92 ble det fremsatt forslag fra NIVA om å teste frosttoleransen til flotgras på samme måte som krypsiv er undersøkt tidligere. Programforslag for et slikt forsøk ble utarbeidet av NIVA og oversendt I/S Øvre Otra i brev av 18.02.92. Programforslaget ble godkjent og forsøket vedtatt gjennomført i brev fra I/S Øvre Otra 02.03.92.

Feltarbeid i samband med forsøket er utført av Tor Erik Brandrud og Stein W. Johansen. Disse har også stått for utførelsen av forsøket samt sammenstilling av rapporten.

I/S Øvre Otra har stått for finansieringen av forsøket.

Tor Erik Brandrud

Stein W. Johansen

Sammendrag

Det er gjort forsøk med frosttoleranse hos flotgras (*Sparganium angustifolium*) og i noen grad krypsiv (*Juncus bulbosus*). Plantemateriale og bunnsediment fra Harstad-bassenget ved Valle ble transportert til NIVA hvor innfrysingsforsøket ble utført under kontrollerte betingelser.

Jordstengler av flotgras ble plassert i sediment i plastpotter og satt til innfrysing ved temperaturer -10°C og -20°C . Som kontroller ble tilsvarende potter satt mørkt og kjølig ($+4^{\circ}\text{C}$). Uttak av innfryste potter og kontroller ble gjort etter 1, 3 og 7 døgn. Pottene ble satt til tining/akklimering ett døgn før de ble plassert ut i Maridalsvannet under nær optimale vekstforhold.

Det viste seg klart at flotgras ikke overlevde noen form for innfrysning ved de temperaturer og tidsintervaller som ble brukt i forsøket. Kontrollplantene som hadde stått mørkt og kjølig som tilsvarer en naturlig vintersituasjon for disse plantene, viste 100% overlevelse og meget god vekst under testbetingelsene i Maridalsvannet. Dette betyr at planten er svært lite frosttolerant og lett vil forsvinne fra områder der den blir innfrost.

Innfrysingsforsøk med krypsiv bekreftet resultatene fra tidligere forsøk i 1988 som viste at denne planten er lite frosttolerant.

En innfrysingsperiode på 2-3 døgn ved temperaturer på -10 til -20°C vil sannsynligvis ha en brukbar effekt på å begrense veksten av flotgras der den vokser i dag i terskelbassengene i Valle og Flåren i et organisk sediment med høyt vanninnhold og lite annen vegetasjon innimellom.

1. Innledning

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har tidligere utført innfrysningsforsøk på krypsiv, dels som pilotforsøk ved NIVA (Brandrud og Rørslett 1988, se vedlegg), og dels som en studie i forbindelse med I/S Øvre Otras storskalaforsøk i Otra nedstrøms Brokke (Rørslett 1991). Forsøkene så langt har vist at dette kan være en hensiktsmessig måte å bekjempe tilgroingen med denne planten i Otra.

Som en oppfølging av disse forsøkene er det bl.a. planlagt å tappe ned terskelbassengene i Valle og Flåren for å kunne få til innfrysing også her. Imidlertid viser tidligere NIVA-undersøkelser at tilgroingsproblemene her er av en noe annen og mer kompleks karakter enn nedenfor Brokke (jfr. Rørslett m. fl. 1990). Blant annet er floraen av vannplanter i terskelbassengene langt mer artsrik enn nedstrøms Brokke, og i tillegg til krypsiv tilkommer først og fremst arten flotgras (*Sparganium angustifolium*) som "problemløst". Det er derfor av vesentlig betydning å kartlegge frosttoleransen hos denne arten, noe som tidligere ikke har vært testet. Skulle den vise seg å være svært forskjellig fra erfaringene med krypsiv, gir det grunnlag for en revurdering av mulige effekter av en nedtapping med påfølgende innfrysing i terskelbassengene.

2. Materiale og metoder

2.1 Litt om planten flotgras (*Sparganium angustifolium*)

Flotgras er en flerårig plante med et vidtrekkende rotsystem av lange, 2-4 mm tykke jordstengler (rhizomer), som ligger 2-5 cm ned i sedimentet. Fra disse jordstenglene dannes vekstpunkter hvorfra rosetter med tynne smale blader (3-6mm) vokser opp til overflaten og blir liggende der som flyteblader. Rosetten danner egne røtter for næringsopptak etter at bladveksten er i gang og opplagsnæringen i jordstengelen er kraftig redusert. Deretter fortsetter veksten av jordstengelen slik at stadig nye bladbærende vekstpunkter kan dannes. Planten overlever som jordstengler i sedimentet om vinteren, spirer tidlig om våren med nye friske blad som ligger i overflaten til de visner ned om høsten/tidlig vinter. Ingen grønn biomasse overvintret. Spesielt i Flårenden danner flotgraset veldefinerte, sirkelformede bestander i overflaten. Hver av disse bestandene består av en sterkt forgreinet rotmatte som stammer fra en enkelt jordstengel. Ellers står planten ofte som et sammenhengende belte på grunt vann (mindre enn en meters dyp) langs land.

2.2 Forsøksmateriale

Det ble samlet inn materiale av flotgras 8.mai i Harstad-bassenget ved Valle. På dette tidspunkt var plantene akkurat i ferd med å begynne årets vekstsesong. Flere av planterøttene hadde spirer med 5-8 cm lange blader. Det meste av materialet var likevel ikke kommet lenger enn at det så vidt var spiret ett til to blader opp til maks 5 cm. Det ble brukt Eckmanngrabb for å få opp sediment fra bunnen. Jordstengler av flotgras ble deretter med varsomhet plukket ut fra sedimentet og transportert til NIVA hvor det ble oppbevart mørkt og kjølig (+4°C) ca. 3 døgn før utplassering i pletter med sediment klar for innfrysing.

Sediment der flotgras-plantene ble samlet var svært vannholdig med stor prosentandel organisk materiale (Rørslett m. fl. 1990). Sediment som ble tatt opp ble grovrensket for planterøtter og plassert i plastpottar med volum 2 liter. Disse ble laget i 2 versjoner med henholdsvis sedimenttykkelse på 12 og 8 cm. Pottene ble transportert til NIVA og lagret mørkt og kjølig inntil utplantning av flotgras.

For å supplere og sammenligne med tidligere innfrysningsforsøk ble det også tatt med rosettplanter av krypsiv (*Juncus bulbosus*) fra Harstad-bassenget. Disse hadde overvintret i grønn tilstand.

2.3 Forsøksoppsett

I pottene med sediment ble det plassert 4 jordstengel-enheter av flotgras med minst ett vitalt vekstpunkt pr. rotstokk. Det ble laget i stand totalt 24 pottes av denne typen hvorav 12 pottes hadde 12 cm sediment mens de resterende 12 hadde 8 cm. Jordstenglene ble plassert ca 3-4 cm ned i sedimentet. 18 av pottene ble satt inn på fryserom i egnede kasser ved temperatur $T1=-20^{\circ}\text{C}$ mens 6 pottes ble satt inn på kjølerom i mørke ved $+4^{\circ}\text{C}$. De siste pottene skulle være kontroller til de innfrosne pottene.

Det ble laget til 6 pottes med hver 10 jordstengel-enheter av flotgras som ble satt inn i fryseskap ved temperatur $T2=-10^{\circ}\text{C}$.

Det ble laget til 6 pottes med hver 4 rosetter av krypsiv. Disse pottene ble plassert ved temperatur $T1$.

Det ble valgt å lage til et opplegg med innfrysing ved to ulike temperaturer, $T1=-20^{\circ}\text{C}$ og $T2=-10^{\circ}\text{C}$. Dette er temperaturer som en normalt kan forvente i perioder i det aktuelle området midt på vinteren. Det ble gjort uttak av 6 pottes med flotgras etter henholdsvis 1, 3 og 7 døgns innfrysing. Samtidig ble det tatt ut to pottes av krypsiv og to pottes av flotgras med kontrollplanter. Pottene ble satt ett døgn til tining/akklimatisering før de ble utplassert i Maridalsvannet for å teste spireevnen.

Ute i Maridalsvannet sto pottene på ca 0.5m dyp under optimale forhold mhp. lys og temperatur. Pottene ble kontrollert etter henholdsvis 12, 23, 33 og 37 døgns henstand (1. uttak tilsvarende 1 døgns innfrysing) og etter henholdsvis 6, 17, 27 og 31 døgns henstand (3. uttak tilsvarende 7 døgns innfrysing). Det ble da registrert om plantene hadde begynt å vokse ved å danne nye blader. I de tilfeller hvor plantene hadde vokst ble lengste grønne blad lengdemålt.

Etter at pottene hadde stått ute i henholdsvis 37 døgn (1. uttak) og 31 døgn (3. uttak) ble de tatt inn på laboratoriet hvor innholdet i pottene ble kontrollert under lupe og mikroskop. På denne måten kunne en avgjøre om plantene var i live eller om de var døde.

3. Resultater

Forsøket gikk etter planen t.o.m. andre observasjonsserie ute i Maridalsvannet. Da hadde pottene stått ute 17-23 døgn. Mellom andre og tredje observasjonsserie var det et til dels kraftig uvær som gjorde at noe av materialet gikk tapt pga. erosjonskrefter i strandsonen. Det var likevel nok materiale igjen i pottene ved slutten av forsøksperioden til at en fikk sikre og entydige resultater.

3.1 Vekst og overlevelse av flotgras

Tabell 1 angir overlevelsen av flotgrasplanter ved ulike former for behandling. Det fremgår her tydelig at alle former for innfrysing ga som resultat døde planter. Etter vel en måned under optimale vekstbetingelser etter innfrysing var det ikke tegn til levende spirer på noe av plantematerialet. Mikroskopering av høstet materiale viste kun døde planteceller som var gått mer eller mindre i oppløsning. Jordstenglene var blitt gråhvite og hadde en svært myk konsistens i motsetning til de friske jordstenglene til utgangsmaterialet og kontrollene.

Kontrollplantene viste på sin side en god vekst (tabell 2, figur 1). I tabell 2 fremgår det at det var svært liten forskjell i vekst mellom de tre uttakene til forskjellig tid. De små forskjellene skyldes mer ulikheter i utgangsmaterialet enn forskjeller i tid på kjølerom og vekstperiode ute i Maridalsvannet. I gjennomsnitt hadde alle plantene ca.4 nye blader i vekstpunktet hvorav 0-2 var synlig ved utplanting.

Videre var det gjennomsnittlig dannet i overkant av 5 nye røtter ut fra hvert vekstpunkt på jordstengelen, noe som viser svært god vekst innenfor en relativt kort periode.

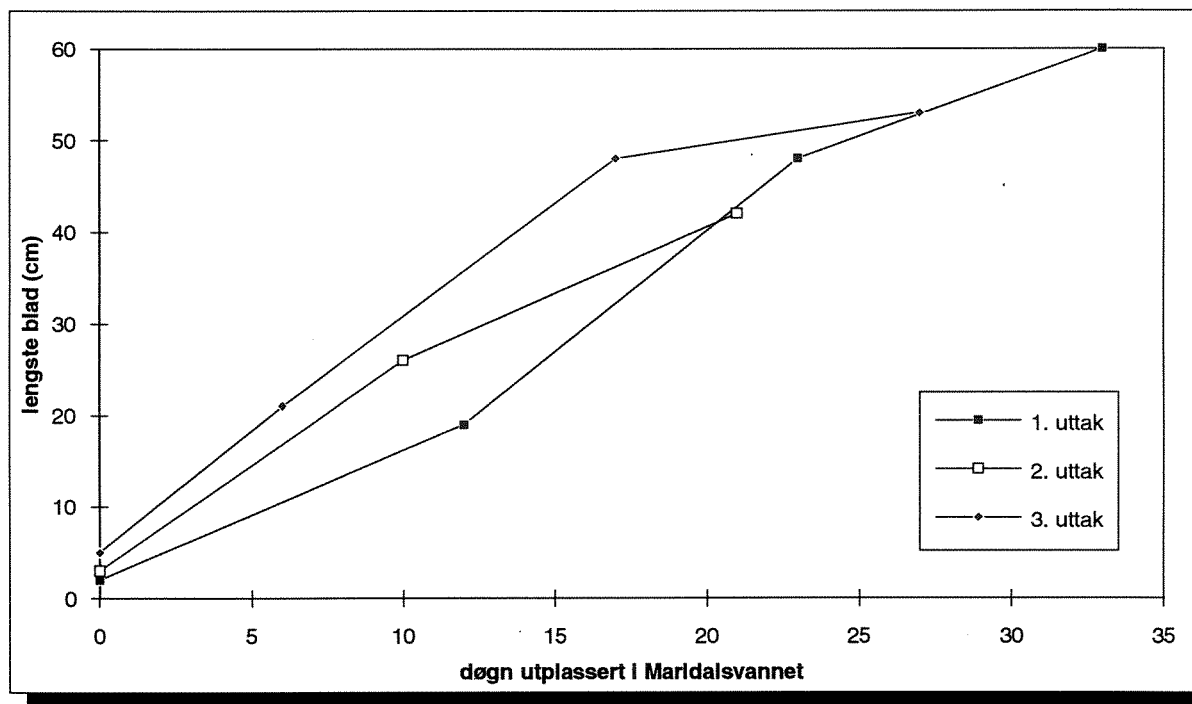
Tabell 1. Prosent overlevelse av flotgras etter innfrysning ved ulike temperaturer og tidsperioder.

døgn	kontroll mørkt +4°C	innfrysning -10°C	innfrysning -20°C
1	100 %	0 %	0 %
3	100 %	0 %	0 %
7	100 %	0 %	0 %

Tabell 2. Vekst hos kontrollplanter av flotgras etter endt vekstperiode i Maridalsvannet (31-37 døgn).

uttak:	antall grønne blader pr. plante	antall nye røtter pr. plante
1	4,1	5,2
2	3,8	5
3	4,0	5,9

God vekst for kontrollplantene viser også figur 1 hvor lengdemålinger av lengste blad i hvert vekstpunkt danner grunnlaget. Materialet er her noe ufullstendig pga. den tidligere omtalte erosjon i pottene. Likevel er det klart at kontrollplantene vokste normalt og fikk blader som fløt i overflaten slik som de oppnår på sitt naturlige voksested. Mikroskopering av blad og rotfragmenter fra kontrollplantene viste regelmessig kloroplaststruktur og intakt rotvevsylinder, noe som var helt dødt og deformert på de innfrosne rotstenglene.



Figur 1. Vekst av lengste blad av samtlige kontrollplanter av flotgras fra de tre uttakene etter utplassering i Maridalsvannet under optimale vekstbetingelser.

3.2 Vekst og overlevelse av krypsiv

Forsøket med innfrysning av krypsiv viste at planten ikke overlevde verken 1, 3 eller 7 døgn ved -20°C , noe som bekrefter tidligere forsøk med denne planten (Brandrud og Rørslett 1988, se vedlegg). Kontrollplanter som hadde stått mørkt og kjølig i samme periode viste stor evne til videre vekst ved de optimale vekstbetingelser i Maridalsvannet. Mikroskopering av grønne plantedeler som var frosset og ikke frosset viste tydelig forskjell ved at de frosne planteceller hadde tydelig deformert kloroplaststruktur og var tydelig ødelagt mhp. videre vekst for plantene. Rotvevet viste de samme symptomer med døde celler i det frosne materialet.

4. Diskusjon

Det viste seg at flotgras ikke overlevde noen form for innfrysning ved de temperaturer og tidsintervaller som ble brukt i forsøket. Kontrollplantene som hadde stått mørkt og kjølig som tilsvarer en naturlig vintersituasjon for disse plantene, viste 100% overlevelse og meget god vekst under testbetingelsene i Maridalsvannet. Dette må bety at planten er svært lite frosttolerant og lett vil forsvinne fra områder der jorstengelen blir innfrost. Våre forsøk tyder på at flotgraset er minst like frostmfintlig som krypsiv og arten vil således ikke bli begunstiget selvom konkurrenten krypsiv blir fjernet ved innfrysning.

Forsøksplantene ble innhentet i begynnelsen av mai. Muligens kan plantene være mer frosttolerante når de er i en inaktiv fase på vinteren, men dette er ikke sannsynlig, da jorstengelen under naturlige betingelser aldri blir utsatt for frost.

I et tidligere forsøk med innfrysning av krypsiv i Otra nedstrøms Brokke (Rørslett 1991) ble vannføringen sterkt redusert i en kuldeperiode på fire dager. Det viste seg at sedimentet i løpet av denne perioden ble frostpåvirket helt ned til ca. 8 cm dyp samtidig som det var et markert avtak i frostpåvirkning i området 3-8 cm dyp. På steder hvor bunnsedimentet var dekket av tykke vegetasjonsmatter av krypsiv var frostpåvirkningen svært liten siden vegetasjonsdekket fungerte som en isolasjonsmatte.

Innfrysningsforsøkene med krypsiv nedstrøms Brokke ble foretatt i sandig sediment. Denne typen sediment er ikke representativt for det sedimentet som flotgrasrøttene normalt står i. Det stedeagne sedimentet som ble brukt i labforsøkene er svært rikt på organisk materiale og har et meget høyt vanninnhold. Følgelig er det sannsynlig at frosten går både raskere og dypere ned i et organisk "flotgrasediment" enn et sanddynesediment.

Jordstenglene til flotgraset ligger for en stor del meget grunt (2-5 cm), dvs. i området som relativt lett blir frostpåvirket, noe som skulle tilsi en god effekt av en eventuell innfrysning i plantens naturlige miljø i terskelbassengene. En betingelse er imidlertid at sedimentet ikke er isolert under et tykk lag av annen vegetasjon, noe som kan være tilfelle i blandingsbestander med krypsiv. I tillegg vil også et (tykk) islag kunne virke isolerende, og nedtappingen bør derfor såsant mulig foretas i en kuldeperiode tidlig på vinteren, før isdannelse.

Nødvendig varighet av en innfrysningsperiode som skal kunne ha full effekt ned i flotgrasrøttene er vanskelig å anslå, men det er i utgangspunktet ønskelig med en så lang periode som praktisk mulig. I vårt forsøk viste det seg at ett døgn ved -10°C var tilstrekkelig til å oppnå 100 % dødelighet. Tidligere forsøk med krypsiv indikerer at det trengs to døgn for å oppnå full dødelighet ved innfrysning med temperaturer fra 0 til -10°C (jfr. vedlegg), men det vil nok være sterkt ønskelig med lufttemperaturer på omkring -10°C (eller mer) for å få kulda raskt til å trekke ned i sedimentet. Hvorledes dette vil virke ute under naturlige omstendigheter er mye avhengig av forholdene på stedet, dvs. i første rekke sediment-type, grad av annet vegetasjonsdekke og eventuelt islag. Et sediment med høyt innhold av

organisk materiale med tilhørende høyt vanninnhold vil trolig fryse noe tregere enn et vannspeil, men hurtigere enn et mer kompakt sandig sediment.

En periode på 2-3 døgn ved temperaturer -10 til -20°C vil derfor kunne gi brukbar effekt på flotgras der det vokser i dag. Lengden av en innfrysingsperiode (samt hastigheten på nedtapping) må også sees i sammenheng med eventuelle effekter på andre vannlevende organismer i terskelbassengene.

Referanser

Brandrud, T.E. & Rørslett, B. 1988. Innfrysing av krypsiv - resultater forsøk 1988. NIVA-notat O-88095.

Rørslett, B. 1991. Krypsiv i Otra nedstrøms Brokke: Storskala innfrysingsforsøk 1991. NIVA-rapport nr.2660.

Rørslett, B., Brandrud, T.E. & Johansen, S.W. 1990. Tilgroing i terskelbasseng i Otra ved Valle. Problemanalyse og forslag om tiltak. NIVA-rapport no.2442.

Vedlegg 1.

Notat: O-88095

Dato : 02.12.1988

Ved : T.E. Brandrud og Bjørn Rørslett

Ang. : Innfrysning av krypsiv - resultater forsøk 1988

OPPLEGG FOR FORSØK

42 prøver av krypsiv ble innsamlet fra Otra nedstrøms Brokke 14.oktober 1988. Prøvene ble samlet inn ved Bjørgum. Det ble tatt opp intakte og rotfaste planter sammen med ca. 10x10 cm utsnitt av bunnsediment med tykkelse ca. 5-6 cm. Prøvene ble overført til plastkurver. Krypsiv-plantene var friskt grønne og dannet en 20 cm høy matte over bunnen på omlag 1.5 m dyp ved tidspunktet for prøvetaking.

Etter transport til NIVA, Oslo, ble plantene gitt følgende behandling:

Innfrysning ved 0, 1, 2, 4 og 8 dager, etter innfrysning ble plantene inkl. bunnsediment satt ut i NIVA's renneanlegg på Oset ved Maridalsvannet. Denne innsjøen har en noe rikere vannkvalitet enn Otra, men siden krypsiv vokser her antok vi at vannkvaliteten ikke ville begrense veksten i slike korttidsforsøk. Etter utplassering ble plantene observert i 3-4 uker. Overlevelsesevnen ble vurdert ved observasjoner av: fargeendringer (friskt grønn - brun), stengelstivhet og flyteevne. Deretter ble plantevev testet ved mikroskopering for intakt\deorganisert klorofyll, samt cellenes plasmolytiske reaksjon ved tilsetning av NaCl.

Ved mikroskopering viste det seg at de "friskeste" grønne - brune stråene hadde noen levende celler, men de-organisert klorofyll. Slike krypsiv-planter ville neppe overleve ute under mer naturlige betingelser. Klart brunaktige strå var døde.

RESULTATER

Tabell 1. Prosentandel levende, friskt grønne planter etter kuldebehandling. Tre paralleller ved hvert forsøk (6 for kontroll).

døgn:	kontroll	0°C	-10°C	-20°C
0	80 - 90 %			
1		50 - 60 %	5 - 10 %	0 %
2		0 - 60 %	0 %	0 %
4		0 %	0 %	0 %
8		0 %	0 %	0 %

Tabell 2. Mikroskopisk undersøkelse av krypsivplanter. Plasmolyse (sammmentrekning av intakt cellemembran) observert ved tilsetning av NaCl. ¹⁾ noen intakte klorofyllkorn.

Behandling:	utseende av plante:	Plasmolyse:
kontroll	frisk grønn	100 %
0°C 1 døgn	grønn\brun	75 %
0°C 1 døgn	grønn	100 %
0°C 1 døgn	brun	40 - 100 %
0°C 1 døgn	brun	0 % ¹
0°C 2 døgn	brun	0 %
-10°C 1 døgn	brun	20 %
-10°C 1 døgn	grønn	100 %
-10°C 2 døgn	brun	0 %
-20°C 1 døgn	brun	0 %

KONKLUSJON

Krypsiv er lite tolerant for frost. Ved temperaturer fra -10°C og under dør planter etter ca. 2 døgns innfrysning. Det må tas et lite forbehold om nødvendig innfrysningstid fordi man ved forsøket fikk full gjennomfrysning av rotsonen, noe som muligens ikke skjer like hurtig ute i elva.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2155-7